کانال تلگرامی @ivahidzarei
بزرگ ترین ارائه دهنده‌ی آموزش رایگان

برای عضویت در کانال
روی این صفحه کلیک کنید

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سرشناسه: زارع، حمیدرضا
عنوان: آموزش زیست پایه کنکور
مؤلّف: حمیدرضا زارع
مشخصات نشر: تهران: انتشارات بین المللی گاج؛ ۱۳۹۷
مشخصات ظاهری: ۵۴۴ ص . مصور (رنگی)
فروست: این کتاب از مجموعه کتاب‌های میکروطبقه‌بندی گاج می‌باشد.
بها: ۵۹۰۰۰ تومان
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۵۹-۸۵۲-۲
شمارهٔ کتابشناسی ملی: ۵۱۵۲۳۷۸

انتشارات بین المللی گاج
دوست عزیز جهت آگاهی از آخرین اخبار و اطلاعات کتاب‌های منتشر شده لطفاً پایه و رشتهٔ تحصیلی خود را به شمارهٔ ۱۰۰۰۴۲۵، SMS نمایید.

[ناشـــر: انتشارات بین المللی گاج]
[مدیر مسئول: مهندس ابوالفضل جوکار]
[معاونت علمی: مهندس محمد جوکار]
[واحد پژوهش و برنامه‌ریزی کتاب‌های: میکروطبقه‌بندی]
[مدیریت تألیف و تولید محتوا: مهندس افشین احمدی]
[برنامه‌ریزی و هماهنگی: افشین پورافشار ـ معصومه غلامی]
[عنوان کتاب: آموزش زیست پایه کنکور]
[مؤلف: حمیدرضا زارع]
[امور اجرایی: امین اسماعیل‌زاده]
[ویرایش فنی: مریم نجابتی ـ طاهره صادقی ـ آزاده غنی‌فرد ـ نواب رحیمی‌پور ـ فرناز نصیری ـ خدیجه علیپور]
[ویرایش علمی: سهیل میرزایی ـ سمیه قادرمرزی ـ الهام مرادی ـ یگانه اورنگی ـ مهناز احمدیان ـ مسعود الماسی ـ شهرام شاه‌محمدی ـ محمد صادقی مسعود هاشمی ـ مژگان هوشمند ـ مسعود پورقهرمانی ـ علی رمزی ـ عبدالرشید زبرجد ـ مسعود موفقی ـ زهرا مشایخی ـ سینا سلاجقه ـ سعید محسنی‌پور]
[مدیر فنی: کاظم شاکری]
[صفحه‌آرایی: غزاله دانش ـ شبنم بیدی ـ حمیده شریفی]
[حروف‌نگار: مهنازسادات کاظمی ـ اعظم رمضانی ـ گلدن بغدادی]
[گرافیک: سمیرا کلاته]
[طراح شکل: شیما شیدایی ـ بیتا کلی]
[طراح جلد: منصور سماواتی]
[آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: گاج]
[لیتوگرافی، چاپ‌خانه و صحافی: گاج] • [ناظر چاپ: علی مزرعتی]
[نوبت چاپ: اول (۱۳۹۷) ـ سال تحصیلی ۹۸ـ۹۷] • [شمارگان ۵۰۰۰ نسخه]
[دفتر مرکزی: تهران، خیابان انقلاب، بین چهارراه ولیعصر(عج) و خیابان فلسطین، شماره ۹۱۹]
[تلفن: ۶۴۲۰ - ۰۲۱]
[سرویس پیام کوتاه (SMS): ۱۰۰۰۴۲۵]
[صندوق پستی: ۳۷۷ - ۱۳۱۴۵]
[پایگاه اینترنتی: www.gaj.ir]
[قیمت: ۵۹۰۰۰ تومان]

توجّه: به موجب مادهٔ ۵ قانون حمایت از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ کلیهٔ حقوق این کتاب برای انتشارات بین‌المللی گاج محفوظ می‌باشد و هیچ شخص حقیقی یا حقوقی

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سخن ناشر

آیا می دانید برای تهیه ی هر تن کاغذ سفید ۱۷ اصله درخت سبز قطع می شود؟ آیا می دانید برای تولید یک عنوان کتاب ۲۰۰ صفحه ای در قطع رحلی و در شمارگان ۲۰۰۰ نسخه یک تن کاغذ مصرف می شود؟ لذا شایسته است پس از مطالعه ی کتاب حاضر آن را در وب سایت mygaj.com قرار دهید تا از تولید مجدد آن جلوگیری و در مصرف کاغذ صرفه جویی شود. باشد که شما دوست خوب نادیده ام با این حرکت به ظاهر کوچک، گامی بلند در حفظ منابع طبیعی کره ی زمین برداشته باشید.

ارادتمند شما
ابوالفضل جوکار

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

چند دقیقه با مدیر تألیف

کتاب‌های میکروطبقه‌بندی یا نقره‌ای گاج از خوش‌نام‌ترین و پرفروش‌ترین کتاب‌های آموزشی کشور به‌شمار می‌روند و نیازی به معرفی ندارند. کم‌تر دانش‌آموزی در کشور وجود دارد که در جلسهٔ کنکور حاضر شود و کتابی از کتاب‌های میکروطبقه‌بندی گاج را مطالعه نکرده باشد. در انتشارات گاج، هر سال بالغ بر یک میلیون جلد کتاب میکروطبقه‌بندی با جلد نقره‌ای تولید می‌شود. این موضوع مهم، وظیفهٔ تیم ما را در واحد کتاب‌های میکروطبقه‌بندی به مراتب سنگین‌تر می‌کند و به‌طور مداوم به ما گوشزد می‌کند که باید تلاشمان را چندین برابر نماییم.

با تغییر نظام آموزشی کشور از سیستم ۵-۳-۴ به ۶-۳-۳ انتشارات بین‌المللی گاج همچنان به تولید کتاب‌های میکروطبقه‌بندی در ۳ سال متوسطهٔ دوم برای آمادگی دانش‌آموزان عزیز در آزمون‌های کنکور سراسری ادامه می‌دهد. امیدوارم که تلاش بنده و همکارانم مورد استفادهٔ شما اساتید گرانقدر و دانش‌آموزان عزیز قرار بگیرد.

■ افشین احمدی

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

مقدمهٔ مؤلف

«بال زدن یک پروانه در نقطه‌ای از جهان، می‌تواند طوفانی را در نقطهٔ دیگری بیافریند!»؛ این نظریه‌ای است که اولین بار یک هواشناس مطرح کرد و به اون می‌گن، اثر پروانه‌ای. اما منظور اصلی از اثر پروانه‌ای چیه؟ بر اساس اثر پروانه‌ای، یک تغییر کوچک، می‌تونه باعث ایجاد یک رویداد بزرگ بشه. مثلاً خیلی‌ها بودن که با حرف به‌ظاهر سادهٔ یک نفر، سرنوشتشون کلاً عوض شده؛ در نظر بگیرین دانش‌آموزی رو که تمام تلاشش رو کرده تا بهترین باشه و در نهایت، بابت کوچک‌ترین اشتباهاتش سرزنش می‌شه. چه سرنوشتی برای این دانش‌آموز می‌تونین تصور کنین؟ به‌نظر من هر آدمی، معلم خودش هست. شمایین که می‌تونین با افکار منفی و در نظر نگرفتن تلاش‌ها و کارهای مثبتتون، خودتون رو از اهدافتون دور کنین و در عین حال، با تشویق‌کردن خودتون، حتی بابت کوچک‌ترین دستاوردها، به موفقیت‌های بزرگ برسید. در ضمن، یادتون باشه که این سیگنال‌های منفی، از دیگران هم بهتون می‌رسه؛ بهشون ثابت کنین اشتباه می‌کنن.

اما بریم سراغ کتاب خودمون، یعنی کامل‌ترین مجموعهٔ آموزشی زیست پایه (دهم و یازدهم). این کتاب، حتی از کتاب‌های میکرو قبلی خودمون هم کامل‌تره و یه سری ویژگی جالب جدید داره؛ مثلاً، کلی کادر جمع‌بندی به هر فصل اضافه شده، نکات ترکیبی یازدهم رو در فصل‌های دهم آوردیم، خیلی از جاها رو بازنویسی کردیم تا خیلی بهتر بشه و کلی تغییر دیگه که خودتون موقع مطالعهٔ کتاب متوجه می‌شین. اما یه سؤال: منظورمون از کامل‌ترین مجموعهٔ آموزشی چیه؟

هر کاملی، زیاد نیست! هر زیادی، کامل نیست!

به‌نظر من، مهم‌ترین مشکلی که در زیست‌شناسی کنکور وجود داره، بیان مطالب خارج از کتاب هست. بارها گفتیم و باز هم می‌گیم که کامل‌بودن، به‌معنای گفتن مطالب خارج از کتاب نیست و دونستن هر مطلبی خارج از کتاب، فقط به ضررتونه! اما یک کتاب درسنامه چه ویژگی‌هایی باید داشته باشه؟ ۱- کل متن کتاب درسی رو پوشش بده، ۲- همهٔ نکات مفهومی و ترکیبیش رو گفته باشه، ۳- شکل‌های متنوع و با کیفیت برای درک بهتر داشته باشه، ۴- مطالب خارج از کتاب نداشته باشه، ۵- توضیحاتش به‌اندازهٔ کافی باشه، یعنی نه زیاد باشه نه کم (نه اینجوری که داستان بگه، نه اینکه فقط کپی متن کتاب درسی باشه) ، ۶- شکل‌ها و فعالیت‌های کتاب درسی رو هم کامل بررسی کرده باشه و یه سری ویژگی دیگه. به‌جز کتاب‌های میکرو زیست، کتاب دیگه‌ای می‌شناسین که همهٔ این ویژگی‌ها رو یه جا داشته باشه؟ من که هنوز ندیدم! حتی تلاش برای کپی‌برداری از کتاب‌های میکرو هم موفق نبود!!!

سپاس‌نامه

چندین ماه تلاش شبانه‌روزی برای این کتاب، باعث شد که خیلی‌ها اذیت بشن، ولی تحمل کردن تا این کتاب هم به‌خوبی تموم بشه. اول از همه از پدر، مادر و برادرم تشکر می‌کنم و همچنین از همسر مهربانم که مثل همیشه صبوری کرد و همراه من بود تا کتاب آماده بشه.

تشکر می‌کنم از مدیر تألیف خوب کتاب‌های میکرو و آی‌کیو، مهندس افشین احمدی و همچنین از جناب آقای پورافشار و اسماعیل‌زاده که در آماده‌سازی کتاب نقش مهمی داشتن. تشکر ویژه‌ای می‌کنم از سرکار خانم غلامی که خیلی برای این کتاب حرص خوردن و اگه نبودن، به این زودیا کتاب آماده نمی‌شد. و البته نمیشه نقش گرافیست‌ها، صفحه‌آرایان، حروف‌چینان و سایر اعضای تیم فنی گاج با مدیریت آقای شاکری رو فراموش کرد که مثل همیشه برای این کتاب خیلی زحمت کشیدن و خیلی اذیت شدن. و در نهایت از همهٔ ویراستارانی که در ویرایش این کتاب و کتاب‌های میکرو دهم و یازدهم نقش داشتن، تشکر می‌کنم.

کم‌غلطیم؛ می‌خوایم بی‌غلط باشیم!

با جرأت می‌تونم بگم که این کتاب، کم‌ترین میزان اشکال رو بین همهٔ کتاب‌های زیست موجود در بازار داره، اما این برای ما کافی نیست؛ چون ما می‌خوایم کاملاً بدون اشکال باشیم. پس لطفاً بهمون کمک کنین و هر نوع اشکال فنی و علمی که در کتاب پیدا کردین و یا اگه نظر، پیشنهاد و انتقادی در ارتباط با کتاب‌های میکرو زیست داشتین، از طریق ایمیل iqmicrozist@gmail.com با ما در میون بذارین. ما تمام پیام‌های شما رو بررسی می‌کنیم و حتی اگه وقت نکنیم به اونا پاسخ بدیم، ازشون استفاده می‌کنیم تا کتابامون بهتر بشن.

در ضمن، به سایتمون هم سر بزنین. از طریق سایت http://myzist.ir هم می‌تونین اشکالات کتاب‌ها رو برای ما بفرستین و همچنین، از کلی مطالب آموزشی، تستی و ... بهره‌مند بشین. منتظرتون هستیم. فعلا!

«اگه واقعاً بخوای کاری رو انجام بدی، براش یه راه پیدا می‌کنی. اما اگه نخوای، یه بهونه برای انجام ندادنش پیدا می‌کنی.»

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

راهنمای استفاده از کتاب؛ حتماً بخوانید!

این کتاب، علاوه‌بر این‌که درسنامهٔ کتاب «بانک تست زیست پایه» از سری کتاب‌های میکروطبقه‌بندی محسوب می‌شه، برای سایر کتاب‌های کنکور زیست‌شناسی گاج نظیر کتاب‌های خوب آی‌کیو و آزمون‌پلاس هم قابل‌استفاده است. و البته، درسنامه‌های این کتاب به‌قدری کامل و جامع هستن که توصیه می‌کنم از هر کتابی که برای تست استفاده می‌کنین، در کنارش از این کتاب برای آموزش بهتر و کامل‌تر استفاده کنین. اما این کتاب چه ویژگی‌هایی داره؟

۱ **متن اصلی درسنامه:** در هر درسنامه، مفاهیم کتاب درسی با مثال‌ها و شکل‌های متعدد توضیح داده شده‌اند.

۲ **یادآوری:** ما در این کتاب، مطالب مرتبط از کتاب‌های علوم هفتم، هشتم و نهم رو هم آوردیم که اگه یادتون رفته (که حتماً رفته)، یادتون بیاد و مطالب کتاب رو بهتر بفهمین.

۳ **نکات مفهومی و ترکیبی:** در درسنامه‌های این کتاب، تمام نکات مفهومی و ترکیبی کتاب‌های دهم و یازدهم ذکر شدن. نکات مفهومی رو با عنوان «نکته» می‌تونین ببینین و نکات ترکیبی هم با عنوان‌های «آن‌چه گذشت» و «آن‌چه خواهیم خواند» بیان شدن. در ضمن، در هر نکتهٔ ترکیبی، آدرس گفتار و فصل مربوطه هم ذکر شده تا بتونین دقیقاً بفهمین با کجا ترکیب شده. راستی، این کتاب اولین (و فکر کنم تنها) کتابی باشه که در فصل‌های دهم، نکات ترکیبی کتاب یازدهم رو هم آورده.

۴ **کادر فعالیت:** همونجور که می‌دونین، فعالیت‌های کتاب درسی نظام جدید، بخشی از نمرهٔ امتحانات پایانی و کنکور رو تشکیل می‌دن و اهمیت زیادی دارن. در درسنامه‌های این کتاب، تمامی کادرهای فعالیت به‌طور کامل توضیح داده شده‌اند. در ضمن، تمامی پاسخ‌ها کاملاً منطبق با راهنمای معلم گروه تألیف زیست‌شناسی است.

۵ **کادر نکات شکل:** ما در این کتاب، تمام شکل‌های کتاب درسی، حتی شکل‌های ورودی فصل‌ها رو بررسی کردیم و نکات اون‌ها رو در قالب کادرهای نکات شکل مطرح کردیم. با خوندن این کادرها، نکته‌ای از شکل‌های کتاب باقی نمی‌مونه که نگفته باشیم. البته به‌شرطی که اون نکته خارج از کتاب نباشه و واقعاً به دردتون بخوره!

۶ **کادر جمع‌بندی:** حتماً می‌دونین که در سال کنکور، هیچ چیزی مهم‌تر از یک جمع‌بندی خوب نیست. ما براتون کار رو آسون کردیم. در هر فصل این کتاب، شما تعدادی کادر جمع‌بندی می‌بینین. همونطور که از اسمش مشخصه، این کادرها برای جمع‌بندی مناسب هستن؛ جمع‌بندی قبل از امتحانات مدرسه، قبل از آزمون‌های آزمایشی، قبل از کنکور و کلاً هر وقت که خواستین جمع‌بندی کنین!

۷ **کتاب درسی زیر ذره‌بین:** در این کتاب، همهٔ اصلاحیه‌های گروه تألیف برای کتاب‌های زیست‌شناسی اعمال شدن اما متأسفانه هنوزهم کتاب درسی ایرادهایی داره؛ ما سعی کردیم این قسمت‌ها رو در قالب کادرهای «کتاب درسی زیر ذره‌بین» بررسی کنیم؛ به این امید که مؤلف‌های کتاب درسی اونا رو ببینن و در ویرایش‌های بعدی کتاب‌های درسی، اصلاح کنن. البته یادتون باشه که برای کنکور شما، همون کتاب‌هایی مورد سؤال قرار می‌گیرن که خودتون خوندین و فقط لازمه اصلاحیه‌هایی رو اعمال کنین که در همون سال خودتون منتشر شده.

۸ **شکل‌های رنگی و FULL HD:** ما در این کتاب، هر جا که لازم بوده، شکل‌هایی با کیفیت بالا قرار دادیم تا مفاهیم کتاب درسی رو بهتر بفهمین. البته یادتون باشه که دسته‌ای از شکل‌های این کتاب، خارج از کتاب هستن و فقط برای درک بیشتر مطرح شدن؛ بنابراین، یادگیری نکته‌ای اضافی از اونا لازم نیست. در مورد شکل‌های کتاب درسی هم نکاتشون رو در کادرهای نکات شکل مطرح کردیم.

۹ **لغت‌نامهٔ واژگان معادل‌سازی‌شده:** بحث در مورد اشتباه‌بودن معادل‌سازی واژگان علمی، بسیار طولانی و البته بی‌فایده است. از اون‌جایی که ممکن هست این واژه‌ها در سؤالات کنکور هم مطرح بشن، ما لغت‌نامه‌ای از واژگان معادل‌سازی‌شده، معادل لاتین اون‌ها و توضیح کوتاهی در مورد هر واژه ذکر کردیم که می‌تونین از این لغت‌نامه، برای مرور و یادآوری لغات، به‌خصوص در روزهای نزدیک به امتحانات، استفاده کنین. برای مشاهدهٔ این لغت‌نامه، به سایت http://myzist.ir مراجعه کنید.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فهرست

سال دهم

فصل ۱ زیست شناسی دیروز، امروز و فردا

گفتار ۱ ..... ۱۰
گفتار ۲ ..... ۱۷
گفتار ۳ ..... ۲۲

فصل ۲ گوارش و جذب مواد

گفتار ۱ ..... ۲۶
گفتار ۲ ..... ۴۵
گفتار ۳ ..... ۷۱
گفتار ۴ ..... ۸۶

فصل ۳ تبادلات گازی

گفتار ۱ ..... ۹۴
گفتار ۲ ..... ۱۱۲
گفتار ۳ ..... ۱۲۳

فصل ۴ گردش مواد در بدن

گفتار ۱ ..... ۱۳۲
گفتار ۲ ..... ۱۵۷
گفتار ۳ ..... ۱۶۹
گفتار ۴ ..... ۱۷۷

فصل ۵ تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد

گفتار ۱ ..... ۱۸۴
گفتار ۲ ..... ۱۹۰
گفتار ۳ ..... ۱۹۸

فصل ۶ از یاخته تا گیاه

گفتار ۱ ..... ۲۰۵
گفتار ۲ ..... ۲۲۳
گفتار ۳ ..... ۲۳۰

فصل ۷ جذب و انتقال مواد در گیاهان

گفتار ۱ ..... ۲۴۱
گفتار ۲ ..... ۲۵۱
گفتار ۳ ..... ۲۵۵

@ivahidzarei

آموزش رایگان وحید زارعی

فهرست

سال یازدهم

فصل ۱ تنظیم عصبی

گفتار ۱ ..... ۲۶۹
گفتار ۲ ..... ۲۹۰

فصل ۲ حواس

گفتار ۱ ..... ۳۰۹
گفتار ۲ ..... ۳۱۵
گفتار ۳ ..... ۳۲۹

فصل ۳ دستگاه حرکتی

گفتار ۱ ..... ۳۳۳
گفتار ۲ ..... ۳۴۵

فصل ۴ تنظیم شیمیایی

گفتار ۱ ..... ۳۶۱
گفتار ۲ ..... ۳۶۶

فصل ۵ ایمنی

گفتار ۱ ..... ۳۸۰
گفتار ۲ ..... ۳۸۷
گفتار ۳ ..... ۴۰۱

فصل ۶ تقسیم یاخته

گفتار ۱ ..... ۴۱۴
گفتار ۲ ..... ۴۲۳
گفتار ۳ ..... ۴۳۴

فصل ۷ تولیدمثل

گفتار ۱ ..... ۴۴۱
گفتار ۲ ..... ۴۵۳
گفتار ۳ ..... ۴۷۱
گفتار ۴ ..... ۴۸۱

فصل ۸ تولیدمثل نهاندانگان

گفتار ۱ ..... ۴۹۵
گفتار ۲ ..... ۵۰۲
گفتار ۳ ..... ۵۱۰

فصل ۹ پاسخ گیاهان به محرک‌ها

گفتار ۱ ..... ۵۱۸
گفتار ۲ ..... ۵۳۴

@ivahidzarei

آموزش رایگان وحید زارعی

سال دهم

فصل ۱

«همهٔ جانداران نیاز به انرژی دارند.»

جذب و استفاده از انرژی، یکی از ویژگی‌های مشترک همهٔ جاندارانه. جانداران، باید انرژی داشته باشن تا بتونن کارای مختلف خودشون رو انجام بدن. بدون انرژی، جانداران می‌میرن. واسهٔ همین هم خیلیاشون باید بگردن دنبال غذا. مثل این سنجاب که کل زندگیشو وقف پیدا کردن غذا کرده و هنوز موفق نشده!

زیست‌شناسی، دیروز، امروز و فردا

به اولین فصل از کتاب خوش اومدید. قراره که داخل این کتاب، کلی چی یاد بگیریم و از همه‌چی صحبت کنیم؛ از تاریخ گرفته تا چیزای ترسناک، مثل یه گیاه گوشتخوار. آره، درست خوندین. فصل اول این کتاب بیشتر به تعریف زیست‌شناسی و تاریخچهٔ اون در کنار بعضی از کاربرداش می‌پردازه و زیاد جنبهٔ زیستی نداره. طبیعتا بیشتر مطالب این فصل، جنبهٔ حفظی دارن و واقعا زیست‌شناسی محسوب نمیشن. برای همین هم، این فصل که قبلاً هم توی کتابای درسی نبوده، زیاد اهمیتی نداره. نه توی امتحانای مدرسه نه توی کنکور. اما خب باید بخونینش. خدا رو چه دیدین، شاید قسمتش شد توی کنکور سؤال داشته باشه. فصل با توضیحی راجع به یه پروانه، به‌عنوان یک جاندار، شروع میشه. بعد از اون، میریم سراغ این‌که اصلاً زیست‌شناسی چی هست و بعد از این‌که فهمیدیم زیست‌شناسی مربوط به بررسی حیات است، به این سؤال می‌رسیم که خب حیات اصلاً چیه؟ از این بخش که گذشتیم، می‌رسیم به جایی که می‌فهمیم زیست‌شناسان از کجا آمده‌اند و به کجا می‌روند و در نهایت، می‌فهمیم که آمدنشون بهر چه بود! تا بتونیم به یکی از سؤالای زیست‌شناسان جواب بدیم:

«از کجا آمده‌ام، آمدنم بهر چه بود — به کجا می‌روم آخر ننمایی وطنم»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکرو طبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تستای این ۳ تا کتاب لذت ببری. 😊

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

زیست‌شناسی چیست؟

درسنامهٔ ۱ پروانهٔ مونارک

چرخهٔ زندگی: پروانهٔ مونارک، نوعی حشره است. حشرات در بخشی از چرخهٔ زندگی خود، مرحلهٔ نوزادی دارند که در این مرحله، به‌صورت جانداری کرمی‌شکل، [که به آن لارو گفته می‌شود] می‌باشند. جاندار کرمی‌شکل، پس از رشد کردن وارد مرحلهٔ بعدی چرخهٔ زندگی [مرحلهٔ شفیرگی] می‌شود و در نهایت پروانهٔ بالغ ایجاد می‌شود.

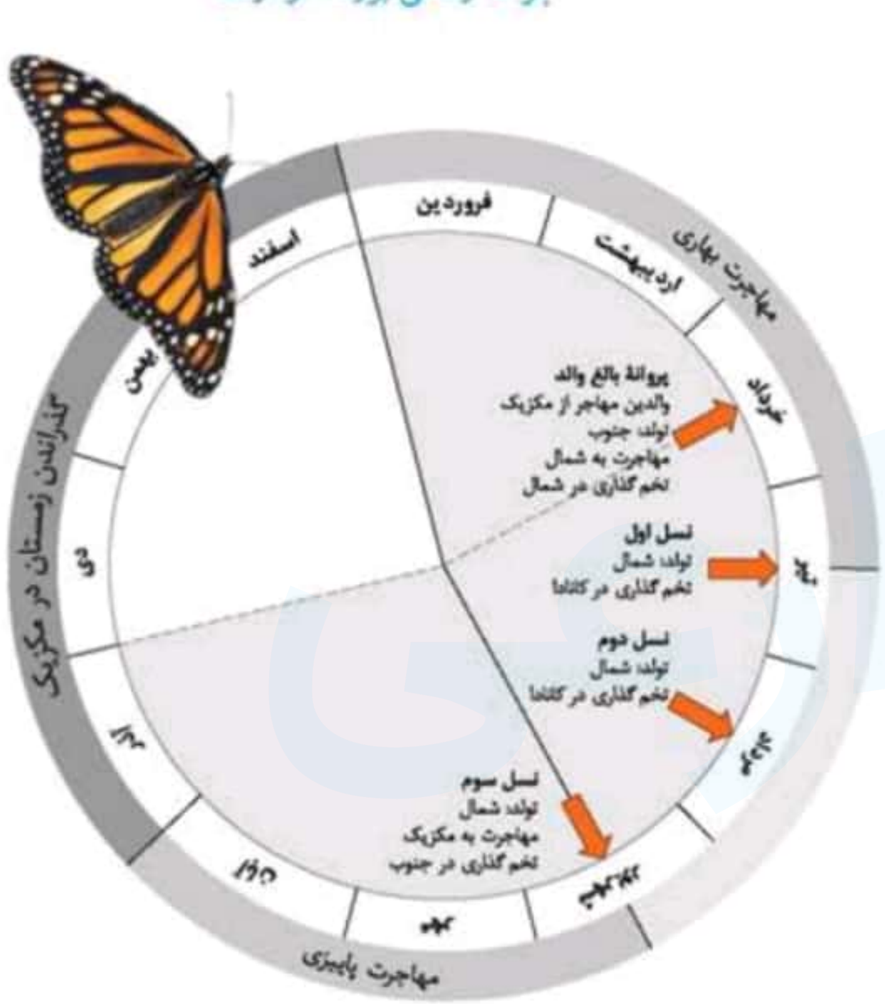
چرخهٔ زندگی پروانهٔ مونارک

نکته ظاهر کرمی‌شکل، فقط در دوران نوزادی مشاهده می‌شود و جاندار بالغ، کرمی‌شکل نیست.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۹ یازدهم] نوزاد کرمی‌شکل نوعی حشره از برگ گیاه تنباکو تغذیه می‌کند و می‌تواند خود را از اثرات سمی نیکوتین موجود در برگ تنباکو حفظ کند.

یادآوری در علوم نهم خواندیم که حشرات (مثل پروانه‌ها) متعلق به شاخه‌ای از سلسلهٔ جانوران، به‌نام **بندپایان** هستند. شاخهٔ بندپایان، براساس زائده‌های بدن، به‌ویژه **تعداد پاهای حرکتی**، به چهار رده تقسیم می‌شوند؛ جانوران ردهٔ حشرات دارای **سه جفت پا** (۶ پا) هستند.

آن‌چه خواهیم خواند پروانهٔ مونارک، ملخ، شته، زنبور عسل و زنبور وحشی مثال‌هایی از حشرات هستند که در کتاب درسی با آن‌ها آشنا می‌شویم.

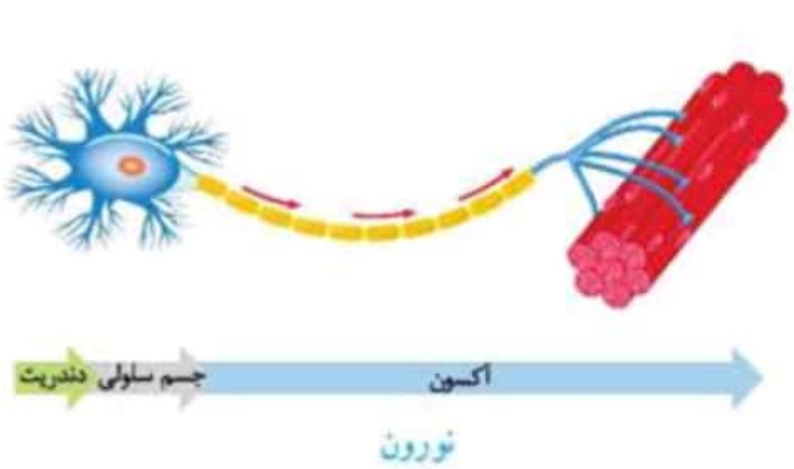


مهاجرت: پروانهٔ مونارک بالغ، دارای **رفتار** مهاجرت است و می‌تواند هنگام تغییر فصل، هزاران کیلومتر را به‌سمت محیط مساعدتر حرکت کند. در طول این مهاجرت، افراد بالغ تولیدمثل انجام می‌دهند و **سه نسل پی‌درپی** در طی رفت و برگشت پروانه‌ها مشاهده می‌شود. مسیر مهاجرت پروانه، از مکزیک تا جنوب کانادا و بالعکس است.

توضیح بیشتر: *خلاصه اینجوریه که یه پروانه‌ای می‌خوار بچه به دنیا بیاره اما میبینه خونهٔ خودش، وضعش خوب نیست. واسه همین میره مهاجرت می‌کنه به یه جای خوب (کانادا) و اونجا بچه‌دار میشه. اما دیگه عمرش کفاف نمیده که برگرده به دیار خودش و همونجا دار فانی رو وداع میگه! بعد بچه‌ها (نسل اول)، همون‌جا بچه‌دار میشن و نوه‌ها (نسل دوم) رو به‌وجود می‌آرن. نوه‌ها هم وقتی بچه‌دار میشن، نسل سوم (نتیجه‌ها) ایجاد می‌شن. بچه‌های نسل سوم یاد خاک اجدادیشون میفتن و دوباره قصد می‌کنن که برگردن خونشون؛ یعنی مکزیک! و به این ترتیب مهاجرت پروانه‌ها به پایان می‌رسه! در مکزیک بعد از تولیدمثل، پروانه‌ها برای مهاجرت دوباره آماده می‌شن.*

نکته هر پروانه‌ای که متولد می‌شود، ابتدا باید مراحل چرخهٔ زندگی را طی کند و پس از بالغ شدن، می‌تواند تولیدمثل کند؛ **فقط پروانهٔ بالغ توانایی تولیدمثل و مهاجرت دارد.**

جهت‌یابی: در بدن پروانه‌های مونارک، **نورون‌هایی** (یاخته‌های عصبی) وجود دارند که با توجه به اطلاعات رسیده از چشم، **جایگاه خورشید** در آسمان را تشخیص می‌دهند و سپس با استفاده از **جایگاه خورشید**، جهت مقصد را مشخص می‌کنند و از آن طریق، جهت مقصد را تشخیص می‌دهند.



نورون

یادآوری در علوم هشتم خواندیم که نورون‌ها (یاخته‌های عصبی)، سلول‌های (یاخته‌های) اصلی تشکیل‌دهندهٔ مراکز عصبی و اعصاب‌اند و می‌توانند جریان الکتریکی ضعیفی، به‌نام پیام عصبی، تولید کنند.

نکته **جهت‌یابی پروانه‌های مونارک، در طول روز انجام می‌شود؛** زیرا، جایگاه خورشید در آسمان فقط در طول روز قابل تشخیص است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل: «نوزاد پروانهٔ مونارک»

- ✓ رنگ بدن جاندار کرمی‌شکل، سفید است و دارای نوارهای متناوب سیاه و زرد می‌باشد.
- ✓ جاندار کرمی‌شکل چرخهٔ زندگی مونارک، از برگ درختان تغذیه می‌کند؛ بنابراین، گیاه‌خوار است.
- ✓ دو زائدهٔ در قسمت جلویی و هم‌چنین در قسمت عقبی بدن جاندار وجود دارد. زائده‌های عقبی، کوتاه‌تر از زائده‌های جلویی هستند.

درسنامهٔ ۲ تعریف و هدف علم زیست‌شناسی

تعریف: زیست‌شناسی، شاخه‌ای از علوم **تجربی** است که به بررسی **علمی** جانداران و فرایندهای زیستی می‌پردازد. در تعریفی دیگر، می‌توان زیست‌شناسی را علم **بررسی حیات** معرفی کرد.

نکته در زیست‌شناسی، ویژگی‌های جانداران (مانند ساختار و عملکرد قسمت‌های مختلف بدن)، فرایندهای زیستی (مانند تنفس سلولی، فتوسنتز، فرایند جذب و استفاده از انرژی) و تعامل بین موجودات زنده و محیط اطراف (مانند بیماری‌زایی میکروب‌ها، آلودگی هوا توسط انسان) بررسی می‌شود.

نکته *پس هواستون باشه که در زیست‌شناسی هم عوامل زنده بررسی می‌شن و هم تاثیر عوامل غیرزنده بر عوامل زنده مورد بررسی قرار می‌گیره. مثلاً ویروس نوعی عامل غیرزنده است که می‌تونه موجب بیماری‌زایی در انسان بشه و در زیست‌شناسی بررسی میشه.*

هدف علم زیست‌شناسی: زیست‌شناسان تلاش می‌کنند پاسخ پرسش‌های متفاوتی را پیدا کنند؛ رازهای آفرینش، مانند نحوهٔ جهت‌یابی پروانه‌های مونارک، مثالی از این پرسش‌ها هستند. علاوه بر این، زیست‌شناسان سعی می‌کنند به **حل مسائل و مشکلات زندگی اجتماعی انسان‌ها** نیز، کمک کنند و در این راه به موفقیت‌های بسیاری هم رسیده‌اند.

«اول مرغ بوده یا تخم‌مرغ؟» اینم جزء سؤالایی هست که زیست‌شناسان سعی می‌کنند واسش جواب پیدا کنند. می‌دونین که پاسخ این پرسش جزء کدوم هدف علم زیست است؟

نکته حل مسائل و مشکلات زندگی اجتماعی انسان‌ها، هدف اصلی علم زیست‌شناسی است.

درسنامهٔ ۳ محدودهٔ علم زیست‌شناسی

امروزه، زیست‌شناسی در زمینه‌های مختلفی به زندگی انسان‌ها کمک می‌کند. مثال‌هایی از این موارد عبارتند از:

۱- گیاهان و جانوران اصلاح‌شده، در تأمین مقدار قابل توجهی از غذای انسان نقش دارند؛ گیاهانی مثل میوه‌ها، گندم، برنج، ذرت و جانورانی مثل مرغ، ماهی، گاو و گوسفند مثال‌هایی در این زمینه می‌باشند. هدف از اصلاح جانداران، **تولید محصولات بهتر و بیشتر** است.

یادآوری در علوم هشتم خواندیم که ویتامین A، یکی از موادی است که برای بینایی لازم است ولی در غذای مردم کشورهای فقیر، مقدار آن کم است. پژوهشگران، نوعی برنج به‌نام برنج طلایی تولید کرده‌اند که به آن، ژن تولیدکنندهٔ پیش‌ساز ویتامین A اضافه شده‌است. برنج‌های معمولی، این ژن را ندارند.

یادآوری در علوم هشتم خواندیم که زیست‌شناسان با انتقال ژن از ماهی آب سرد به گیاه گوجه‌فرنگی، توانستند مقاومت گیاه را در برابر سرما افزایش دهند.

۲- روش‌های درمانی و داروهای جدید برای درمان بیماری‌هایی مانند بیماری‌های قند (دیابت) و افزایش فشار خون.

یادآوری در علوم هشتم خواندیم که بعضی بیماری‌ها، مانند دیابت جوانی، ارثی هستند و به‌علت نقص در ژن‌ها ایجاد می‌شوند. پژوهشگران در تلاش‌اند تا با انتقال ژن سالم به چنین بیمارانی، آن‌ها را درمان کنند.

یادآوری استخراج انسولین از باکتری‌هایی که به آن‌ها ژن انسولین اضافه شده است، در درمان دیابت وابسته به انسولین کاربرد دارد.

۳- استفاده از مولکول‌های DNA (دِنا) برای **تشخیص هویت** انسان‌ها و هم‌چنین **بررسی بیماری‌های ارثی**.

واقعاً دنا؟؟؟ مگه میشه؟؟؟ مگه داریم؟؟؟ واقعاً آدم شاخ درمیاره از بعضی از معادل‌سازی‌های لغات «علمی». بد نیست بدونید که در لغت‌نامه، دنا به‌معنای نام کوهی در استان فارس است، حالا کاربردش در تشخیص هویت رو خودتون بفهمید!

۴- تولید دستگاه‌ها و تجهیزات پزشکی، آزمایشگاهی و غیره با همکاری متخصصان دیگر رشته‌های علمی و فنی.

۵- مبارزه با آفت‌های کشاورزی

۶- حفظ تنوع زیستی و بهبود طبیعت و زیستگاه‌ها

کدوم از این موارد رو در گفتارهای بعدی بیشتر توضیح می‌دیم. فعلاً فقط این موارد رو به‌عنوان خلاصه‌ای از خدمات زیست‌شناسی به انسان بدونید.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

با وجود پیشرفت‌های فراوان علم زیست‌شناسی، علوم تجربی محدودیت‌هایی دارند و در نتیجه، از پاسخگویی به بعضی از پرسش‌ها و حل برخی مسائل بشری، ناتوان‌اند. از آن‌جایی که **مشاهده**، اساس علوم تجربی است، در زیست‌شناسی فقط ساختارها و یا فرایندهایی بررسی می‌شوند که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم **قابل‌مشاهده** و **اندازه‌گیری** هستند؛ مثلاً، فرایند رشد جانداران قابل مشاهده و اندازه‌گیری است. پدیده‌هایی که طبیعی نیستند، مانند زشتی و زیبایی، خوبی و بدی و ارزش‌های هنری و ادبی ... در علوم تجربی بررسی نمی‌شوند.

نکته در علوم تجربی، فقط پدیده‌های **طبیعی** مورد بررسی قرار می‌گیرند.

فعالیت کتاب درسی

محدودهٔ علم زیست‌شناسی

زیست‌شناسان، نمی‌توانند ثابت کنند که شیر مایعی خوشمزه است.

خوشمزه بودن یا نبودن شیر جزء پدیده‌های قابل‌مشاهده و اندازه‌گیری نیست و در علوم تجربی بررسی نمی‌شود.

درسنامهٔ ۴ مرزهای حیات

تعریف حیات سخت و دشوار است و معمولاً به‌جای تعریف حیات، ویژگی‌های جانداران بیان می‌شوند. در یکی از تعریف‌های حیات می‌توان گفت که **مجموعهٔ تعامل‌های مولکول‌های تشکیل‌دهندهٔ سلول**، حیات نامیده می‌شود. (زیرنویس شکل) سلول (یاخته)، **کوچک‌ترین** واحدی است که همهٔ ویژگی‌های حیات را دارد.

کتاب خیلی باحاله! اولش اومده گفته که حیات تعریف نداره! دو صفحه بعد اومده یه تعریف از حیات گفته. به‌هرحال، ما تعریف کتاب از حیات رو این‌جا آوردیم.

می‌توان گفت که **همهٔ جانداران**، هفت ویژگی مشترک دارند:

نکته ویژگی‌های ذکرشده فقط مربوط به جانداران **سالم و طبیعی** است. سایر جانداران ممکن است همهٔ این ویژگی‌ها را نداشته باشند؛ مثلاً بعضی از جانداران نازا (عقیم) هستند و نمی‌توانند تولیدمثل انجام دهند. البته این جانداران غیرطبیعی بوده و به‌دلیل این‌که توانایی ادامهٔ نسل ندارند، منقرض می‌شوند. پس همهٔ جانداران طبیعی و سالم هفت ویژگی حیات را دارند.

نکته بعضی از ویژگی‌های حیات، در همهٔ طول زندگی یک جاندار وجود ندارند. مثلاً در جانوران (مثل پروانهٔ مونارک، افراد نابالغ توانایی تولیدمثل ندارند و تولیدمثل فقط در افراد بالغ دیده می‌شود. برعکس آن، رشد و نمو تا سن خاصی ادامه می‌یابد و بعد از آن، متوقف می‌شود.

۱- هومئوستازی (هم‌ایستایی؛ حفظ حالت پایدار): محیط جانداران همواره در حال تغییر است، اما جانداران برای ادامهٔ حیات، باید ویژگی‌های **درون پیکر خود**، مانند مقدار مواد مختلف را تنظیم کرده و آن را در **محدودهٔ ثابتی** نگه دارند[1]. این فعالیت، **هومئوستازی** (هم‌ایستایی) نام دارد؛ مثلاً، زمانی‌که مقدار قند خون افزایش پیدا می‌کند، ترشح هورمون انسولین افزایش می‌یابد تا بتواند مقدار قند خون را به حد طبیعی خود برگرداند. یا وقتی‌که غلظت سدیم خون زیاد می‌شود، دفع آن از طریق ادرار افزایش می‌یابد تا غلظت سدیم خون به حالت طبیعی برگردد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ دهم] حفظ وضعیت درونی بدن در محدوده‌ای ثابت، برای تداوم حیات، ضرورت دارد. مجموعهٔ اعمالی را که برای پایدار نگه‌داشتن وضعیت درونی بدن انجام می‌شود، هم‌ایستایی (هومئوستازی) می‌نامند. هم‌ایستایی از ویژگی‌های اساسی همهٔ موجودات زنده می‌باشد. دستگاه دفع ادرار در حفظ هم‌ایستایی بدن نقش اساسی دارد. حفظ تعادل آب، اسید ـ باز، یون‌ها و نیز دفع مواد سمی و مواد زائد نیتروژن‌دار، از جمله وظایف کلیه هستند که با ساختن ادرار به انجام می‌رسد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] تنظیم ترشح هورمون‌ها با روش خودتنظیمی، مثالی از هم‌ایستایی است.

نکته جانداران تک‌سلولی همانند جانداران پرسلولی، دارای هومئوستازی هستند.

نکته اختلال در هومئوستازی، موجب بیماری می‌شود؛ مثلاً، اگر میزان قند خون بیش از حد طبیعی باقی بماند و بدن نتواند آن را اصلاح کند، بیماری دیابت ایجاد می‌شود.

۲- تولیدمثل: در فرایند تولیدمثل، جانداران می‌توانند موجوداتی **کم‌وبیش** شبیه خود را به‌وجود آورند؛ مثلاً، انسان می‌تواند با تولیدمثل، افراد جدیدی را ایجاد کند که آن‌ها نیز انسان هستند. نوزادی که متولد می‌شود، از نظر ویژگی‌های جسمانی انسان و سایر ویژگی‌ها، مانند ظاهر، مشابه والدین خود می‌باشد ولی در عین حال، تفاوت‌هایی نیز دارد.

یعنی وقتی‌که دو تا آدم بچه‌دار میشن، بچشون میشه بچهٔ آدم! ولی خب همه‌چیش مثل مامان باباش نیست؛ مثلاً ممکنه بابا گروه خونی A داشته باشه، مامان گروه خونیش B باشه، بچه بشه AB!

نکته اگر تولیدمثل غیرجنسی انجام شود، زاده‌ای که ایجاد می‌شود، **کاملاً مشابه** والد خود می‌باشد.

یادآوری در علوم هشتم خواندیم که جانداران به دو روش جنسی و غیرجنسی می‌توانند تولیدمثل انجام دهند. در تولیدمثل جنسی، دو والد مشاهده می‌شوند، در صورتی‌که در تولیدمثل غیرجنسی فقط یک والد شرکت دارد.

۱- اطلاعات بیشتر را در درسنامهٔ فصل (۵) دهم مراجعه شود.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

نکته مشابه بودن زاده‌ها با والدین یا والد مربوط به دوران بلوغ و پس از آن است نه دورهٔ نوزادی؛ مثلاً نوزاد مونارک، کرمی‌شکل است و شباهتی به موجود بالغ خود ندارد. البته در تولید مثل غیرجنسی، زادهٔ جدید از همان ابتدا مشابه والد است.

۳- رشد و نمو: زاده‌ای که در طی تولیدمثل ایجاد می‌شود، باید رشد و نمو انجام دهد تا به جاندار بالغ تبدیل شود. **تنظیم الگوهای رشد و نمو توسط اطلاعات ذخیره شده در DNA (دِنا) انجام می‌شود.** رشد، به‌طور کلی، به‌معنای افزایش اندازهٔ پیکر جاندار است[1]. نمو، به‌معنای تمایز پیدا کردن و کسب ویژگی‌های جدید است. برای مثال، بروز صفات ثانویهٔ جنسی مثالی از نمو در انسان می‌باشد.

تفاوت رشد و نمو اینه که در فرایند رشد، اندازهٔ بخش‌هایی که در پیکر جاندار وجود داره، بیشتر میشه ولی بخش جدیدی به‌وجود نمیاد. در نمو، ما ایجاد شدن بخش‌های جدید در جاندار رو داریم، اونم بخش‌هایی که تا الان وجود نداشتن. مثلاً، اگه ما یه گیاه داشته باشیم، زمانی‌که برای اولین بار برگ‌هاش به‌وجود میان، این میشه نمو، یعنی رشد همراه با ایجاد بخش‌های جدید. اما وقتی‌که بعداً برگ‌هاش بیشتر شد، این دیگه میشه رشد، چون بخش جدیدی ایجاد نشده.

یادآوری در علوم هشتم خواندیم که DNA اطلاعات و دستورهایی را برای تعیین شکل بدن و ایجاد صفات ارثی در همهٔ جانداران در خود ذخیره دارد. اطلاعات ژنتیکی DNA در واحدهایی به‌نام ژن سازماندهی شده‌اند.

۴- فرایند جذب و استفاده از انرژی: جانداران، برای انجام فرایندهای مختلف خود، مانند هومئوستازی، رشد و نمو، تولیدمثل و ...، نیاز به انرژی دارند. در نتیجه، لازم است که انرژی را جذب کنند و آن را برای انجام فعالیت‌های زیستی خود مصرف کنند؛ مثلاً، انسان غذا می‌خورد و از انرژی آن، برای فعالیت‌های مختلف، مثل ورزش، استفاده می‌کند. **بخشی از انرژی جذب‌شده نیز به‌صورت گرما از دست می‌رود** که از آن برای گرم‌کردن بدن استفاده می‌شود.

نکته گیاهان و سایر جاندارانی که فتوسنتز دارند، برای تأمین انرژی نیازی به تغذیه ندارند و انرژی موردنیاز خود را از نور خورشید به‌دست می‌آورند[2].

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] انرژی فرایندهای یاخته‌ای، مستقیماً از موادی نظیر ATP تأمین می‌شود نه مواد مغذی. انرژی مواد مغذی، در طی فرایند تنفس یاخته‌ای، به انرژی نهفته در ATP تبدیل می‌شود.

۵- پاسخ به محیط: همهٔ جانداران به محرک‌های محیطی پاسخ می‌دهند؛ مثلاً، پس از برخورد انگشتان به جسمی داغ، دست خود را عقب می‌کشیم. در گیاهان نیز پاسخ به محرک‌های محیطی مشاهده می‌شود؛ مثلاً ساقهٔ بعضی از گیاهان به‌سمت نور خم می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۲ یازدهم] در جانوران، پاسخ به محرک‌های محیطی با کمک گیرنده‌های حسی انجام می‌شود. گیرندهٔ حسی، یاخته یا بخشی از آن است که اثر محرک را دریافت کرده، آن را به پیام عصبی تبدیل می‌کند و به دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) می‌فرستد. دستگاه عصبی مرکزی با پردازش پیام‌های عصبی، فرمان مناسب را صادر می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۹ یازدهم] گیاهان نیز به محیط پاسخ می‌دهند؛ درختان با کاهش سرما گل می‌دهند، گلبرگ‌های بعضی گیاهان در شب بسته می‌شود، گل‌دهی گیاهان با توجه به طول روز تغییر می‌کند، با کاهش دما در فصل پاییز، جوانه‌ها با برگ‌های پولک‌مانندی حفظ می‌شوند و ...؛ پاسخ به نور، گرانش، تماس و پاسخ‌های دفاعی نیز مثال‌های دیگری از پاسخ گیاهان به محیط هستند.

۶- سازش با محیط: جانداران، علاوه بر پاسخ به محرک‌های محیطی، می‌توانند ویژگی‌هایی داشته باشند که برای زندگی در محیط به آن‌ها کمک کند؛ موهای سفید خرس قطبی به جانور کمک می‌کند که در محیط پوشیده از برفِ قطب، مخفی شود و برای شکار خود کمین کند.

نکته **تفاوت سازش با محیط، پاسخ به محیط و هومئوستازی**

در سازش با محیط، جاندار ویژگی‌هایی دارد که آن را برای زندگی در محیط سازگار می‌کند؛ یعنی ویژگی‌هایی که شانس بقا و تولیدمثل جاندار را افزایش می‌دهند. در پاسخ به محیط، جاندار در پاسخ به تغییر شرایط محیطی، نوعی پاسخ ایجاد می‌کند؛ مثلاً، وقتی که هوا گرم است، تعریق افزایش می‌یابد تا بدن خنک‌تر شود. در هومئوستازی، وضعیت درونی پیکر جاندار در محدودهٔ ثابتی حفظ می‌شود؛ مثلاً، اگر هوا گرم باشد و فرد مقداری آب را با روش تعریق از دست بدهد، تشکیل ادرار در بدن کم می‌شود تا میزان آب در بدن ثابت باقی بماند. نکته‌ای که در نهایت لازم است بدانید این هست که هر سه ویژگی، می‌توانند مشابه یکدیگر باشند و حتی یکسان باشند؛ مثلاً، در گیاهان در پاسخ به سرما، فعالیت گیاه کاهش می‌یابد (پاسخ به محیط و سازش با محیط). یا گفتیم که در انسان، در پاسخ به افزایش دما، میزان تعریق زیاد می‌شود تا دمای بدن در محدودهٔ ثابتی حفظ شود (پاسخ به محیط و هومئوستازی).

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۶ دهم] زندگی گیاهان در محیط‌های خشک و یا در آب، مثال‌هایی از سازش گیاهان با محیط می‌باشد.

۷- نظم و ترتیب: همهٔ جانداران، دارای نظم بوده و سطوحی از سازمان‌یابی را نشان می‌دهند. در ادامه به بررسی سطوح سازمان‌یابی حیات می‌پردازیم.

۱- رشد، ممکن است همراه با افزایش تعداد سلول‌ها باشد و یا در اثر افزایش اندازهٔ سلول‌ها رخ دهد.

۲- فراموش نکنید که گیاهان فتوسنتزکننده نیز تغذیه می‌کنند امّا این تغذیه برای تأمین مواد معدنی صورت می‌گیرد نه تأمین انرژی.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل: «قورباغهٔ درختی چشم‌سرخ، نوعی جاندار»

✓ قورباغهٔ درختی چشم‌سرخ، گونه‌ای از قورباغه‌های درختی است.

✓ این قورباغه، مثالی از جانداران است و دارای حیات است؛ بنابراین، همانند سایر جانداران، هفت ویژگی حیات را دارد.

✓ ظاهر این قورباغه منحصربه‌فرد است. چشمان قرمز، انگشتان نارنجی، بدن سبز و خطوط آبی در کناره‌های بدن، از ویژگی‌های ظاهری منحصربه‌فرد قورباغهٔ درختی چشم‌سرخ است.

درسنامهٔ ۵ سطوح سازمان‌یابی حیات

یکی از ویژگی‌های جالب حیات، گسترهٔ وسیع و سطوح سازمان‌یابی آن است. بزرگ‌ترین سطح این گستره، زیست‌کره و کوچک‌ترین سطح، سلول است:

۱- **اتم‌ها**، کوچک‌ترین اجزای سازندهٔ مولکول‌ها می‌باشند.

۲- اتم‌ها با هم ترکیب می‌شوند و **مولکول‌ها** را به‌وجود می‌آورند؛ مثلاً اتم‌های اکسیژن باهم ترکیب می‌شوند و مولکول اکسیژن را می‌سازند.

۳- با کنار هم قرار گرفتن مولکول‌های مختلف، **اندامک‌ها** ایجاد می‌شوند که **اجزای عملکردی سلول** هستند؛ مانند میتوکندری (راکیزه)، که محل تنفس سلولی است و هسته، که جایگاه DNA است.

یادآوری در علوم هفتم خواندیم که در سلول‌های یوکاریوتی، اندامک‌ها درون سیتوپلاسم قرار دارند. اندامک‌ها ساختارهایی درون‌سلولی هستند که برای انجام فعالیت‌های مختلف به‌صورت مجزا، به سلول کمک می‌کنند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] سلول‌های پروکاریوتی (باکتری‌ها)، اندامک ندارند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] گلبول‌های قرمز در انسان و بسیاری از پستانداران، هسته و اندامک‌های خود را از دست می‌دهند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۶ دهم] آوندهای آبکشی، گرچه هسته ندارند، اما زنده‌اند. [بسیاری از اندامک‌های دیگر نیز در این یاخته‌ها وجود ندارند و سوخت‌وساز یاخته توسط یاختهٔ همراه انجام می‌شود.]

۴- **کوچک‌ترین** واحدی که همهٔ ویژگی‌های حیات را دارد، **سلول** است. هر سلول از مولکول‌هایی تشکیل شده است که با هم در تعامل‌اند، به‌نحوی که مجموع این تعامل‌ها را **حیات** می‌نامیم، مثلاً یک سلول بافت پوششی روده، می‌تواند هومئوستازی انجام دهد، تقسیم شود، رشد کند و ... .

سطوح سازمان‌یابی حیات

۵- وقتی سلول‌های **مشابه** در کنار هم قرار می‌گیرند و باهم **همکاری** می‌کنند، **بافت** به‌وجود می‌آید؛ مثل بافت استخوانی البته، در یک بافت ممکن است انواعی از سلول‌ها وجود داشته باشند.

مثال بافت عصبی از سلول‌های عصبی و سلول‌های غیرعصبی (پشتیبان؛ نوروگلیا) تشکیل شده است. در بافت عصبی، انواع مختلفی از سلول‌های عصبی و پشتیبان وجود دارند که با یکدیگر همکاری می‌کنند و تنظیم عصبی بدن را انجام می‌دهند.

۶- هر **اندام** از چند بافت مختلف تشکیل شده است؛ استخوان اندامی است که از کنار هم قرار گرفتن بافت‌های استخوانی تشکیل شده است.

مثال دیوارهٔ قلب از لایه‌های مختلفی تشکیل شده است؛ داخلی‌ترین لایه، آندوکارد است که دارای بافت پوششی سنگ‌فرشی ساده است. در لایهٔ میانی (میوکارد)، ماهیچه و بافت پیوندی رشته‌ای وجود دارد. در لایه‌های خارجی پریکارد و برون شامه نیز بافت پیوندی رشته‌ای و پوششی سنگ‌فرشی وجود دارند. مجموعهٔ این بافت‌ها در کنار یکدیگر، قلب را تشکیل می‌دهند.

۷- وقتی اندام‌های مختلف در کنار هم قرار می‌گیرند، **دستگاه‌های بدن** تشکیل می‌شوند، مثلاً، از کنار هم قرار گرفتن اندام‌هایی مانند ماهیچه‌ها و استخوان‌ها، دستگاه حرکتی جاندار ایجاد می‌شود.

مثال دستگاه گوارش، از لولهٔ گوارش و اندام‌های ضمیمهٔ آن تشکیل شده است. لولهٔ گوارش از دهان شروع می‌شود و تا مخرج ادامه دارد و شامل اندام‌هایی مثل معده و روده می‌شود. کبد، پانکراس و کیسهٔ صفرا نیز بعضی از اندام‌های دیگر دستگاه گوارش هستند.

نکته بافت، اندام و دستگاه فقط در گروهی از جانداران وجود دارند. هیچ‌کدام از جانداران تک‌سلولی و هم‌چنین جانداران پرسلولی ساده (کلنی‌ها)، بافت، اندام و دستگاه ندارند.

۸- از کنار هم قرار گرفتن دستگاه‌های مختلف، **جاندار** ایجاد می‌شود، مثلاً، گوزن نشان داده‌شده در شکل بالا، موجود منفردی است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته در جانداران تک‌سلولی، فقط یک سلول در تشکیل جاندار نقش دارد. در جانداران پرسلولی ساده (کلنی‌ها)، تعدادی سلول مشابه کنار هم قرار می‌گیرند و جاندار تشکیل می‌شود.

نکته **تفاوت جاندار با جانور:**

همهٔ موجوداتی که ویژگی‌های حیات را دارند، زنده هستند و به آن‌ها جاندار گفته می‌شود. جانداران شامل ۵ فرمانروی باکتری‌ها، آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران می‌باشند. در واقع، جانوران نوعی جاندار هستند.

۹- زمانی‌که تعدادی جاندار متعلق به **یک گونه**، در **یک زمان** و **یک مکان** زندگی کنند، **جمعیت** ایجاد می‌شود. مثلاً، انسان‌هایی که در سال ۱۳۹۵ در تهران زندگی می‌کنند، جمعیت انسان‌های تهران در سال ۹۵ را به‌وجود می‌آورند.

۱۰- زمانی‌که تعدادی جمعیت زیستی در کنار هم قرار بگیرند، **اجتماع** زیستی ایجاد می‌شود. در واقع، اجتماع زیستی زمانی شکل می‌گیرند که جانداران متعلق به **چند گونه** در **یک زمان** و **یک مکان** زندگی کنند. در مثال قبلی، اگر علاوه بر انسان‌ها، جانداران دیگر مثل گیاهان را هم درنظر بگیریم، اجتماع زیستی تهران در سال ۱۳۹۵ ایجاد می‌شود.

۱۱- هر **بوم‌سازگان** دارای یک اجتماع زیستی است که در آن جمعیت‌های گوناگون، با هم و با محیط زیست در **تعامل** هستند. در این مثال، تهران یک بوم‌سازگان است.

نکته بوم‌سازگان در واقع مجموعهٔ اجتماع زیستی و محیط زیست است؛ یعنی اگر تمامی موجودات زنده و هم‌چنین اشیای غیرزندهٔ یک محیط که **حیات با آن‌ها در تعامل است**، مثل آب، را درنظر بگیریم، بوم‌سازگان به‌وجود می‌آید.

نکته در اجتماع و جمعیت زیستی، فقط موجودات زنده در نظر گرفته می‌شوند اما در سطوح بوم‌سازگان، زیست‌بوم و زیست‌کره، عوامل غیرزندهٔ مؤثر بر حیات (مثل آب؛ مایهٔ حیات) نیز در نظر گرفته می‌شوند.

مثال دریاچهٔ ارومیه، جنگل‌های گلستان، جنگل‌های حرا، تالاب‌های شمال کشور و ... .

۱۲- مجموعهٔ چند بوم‌سازگان، یک **زیست‌بوم (بیوم)** را تشکیل می‌دهد. مثلاً، جنگل‌های بارانی استوایی یک زیست‌بوم می‌باشند.

۱۳- **مجموعهٔ** همهٔ زیستگاه‌ها (خشکی‌ها، اقیانوس‌ها و دریاچه‌ها)، همهٔ جانداران و همهٔ زیست‌بوم‌های زمین، **زیست‌کره** را تشکیل می‌دهند. کرهٔ زمین، یک زیست‌کره است.

الان فقط یک زیست‌کره وجود داره، اونم کرهٔ زمینه. بعداً که فضایی‌ها پیداشون بشه، زیست‌کره‌های جدید هم پیدا میشن. شایدم یه روز رفتیم مریخ و اونجا رو کردیم زیست‌کره!

شکل «سطوح سازمان‌یابی حیات»

- ✓ ۱۰ سطح در تشکیل گسترهٔ حیات نقش دارند. در این ۱۰ سطح، می‌توان ویژگی‌های مربوط به حیات را در حداقل بعضی از اجزا دید.
- ✓ اگر جاندار تک‌سلولی باشد، سطح سلول (یاخته) و جاندار، کاملاً یکسان هستند. یعنی در یک جاندار تک‌سلولی، همون یه دونه سلولی که وجود داره، خود جاندار هست.
- ✓ بوم‌سازگان، زیست‌بوم و زیست‌کره، سه سطحی هستند که در آن‌ها عوامل غیرزنده در کنار عوامل زنده وجود دارند.
- ✓ در بین سطوح ساختاری جاندار، اندامک، بافت، اندام و دستگاه، لزوماً در همهٔ جانداران وجود ندارند.
- ✓ به‌جز زیست‌کره، در تمامی سطوح چندین نمونه وجود دارد؛ مثلاً، ما انواع مختلفی جاندار داریم ولی فقط یک زیست‌کره وجود دارد.
- ✓ کم‌ترین تعداد و تنوع در سطح زیست‌کره وجود دارد. به‌طور کلی، با افزایش اندازهٔ سطوح، تعداد و تنوع کاهش پیدا می‌کند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۶ سلول، واحد ساختار و عمل

در بین سطوح ساختاری حیات، **پایین‌ترین** سطحی که **همهٔ فعالیت‌های زیستی** در آن انجام می‌شود و ویژگی‌های حیات را نشان می‌دهد، سلول است. به همین دلیل، سلول جایگاه خاصی در سطوح سازمان‌یابی زیستی دارد.

بدن همهٔ جانداران، از سلول تشکیل شده است. بعضی از جانداران تک‌سلولی هستند و بعضی دیگر پرسلولی. در همهٔ این جانداران، سلول **واحد ساختاری** و **عملی** حیات است؛ یعنی بدن جاندار را سلول می‌سازد و اعمال زیستی توسط سلول انجام می‌شود. سلول‌ها توانایی تقسیم‌شدن و تولید سلول‌های جدید را دارند. این توانایی، اساس تولیدمثل، رشد و نمو و ترمیم در جانداران **پرسلولی** (پریاخته‌ای) است.

دسته‌بندی انواع جانداران

نکته واحد عملکردی سلول‌های یوکاریوتی، اندامک است. واحد عملکردی همهٔ موجودات زنده، سلول می‌باشد.

نکته در جانداران تک‌سلولی (تک‌یاخته‌ای)، تقسیم سلولی، اساس تولیدمثل است ولی اساس رشد و نمو و ترمیم نمی‌باشد.

یادآوری در علوم هفتم خواندیم که ساده‌ترین جانداران پرسلولی، کلنی‌ها هستند.

همهٔ سلول‌های زنده ویژگی‌های مشترکی نیز دارند؛ مثلاً، همهٔ سلول‌ها **غشای پلاسمایی** دارند و با کمک آن، عبور مواد را بین سلول و محیط اطراف تنظیم می‌کنند (به علت خاصیت نفوذپذیری انتخابی). هم‌چنین در همهٔ سلول‌ها، اطلاعات ژنتیکی در **مولکول‌های DNA** ذخیره شده است.

نکته بعضی از سلول‌ها بالغ، مثل گلبول‌های قرمز بالغ و سلول‌های آوند آبکشی هسته ندارند و فاقد مولکول DNA می‌باشند.

نکته علاوه بر غشا و DNA، ویژگی‌های حیات نیز جزء ویژگی‌های مشترک سلول‌ها محسوب می‌شوند[1].

درسنامهٔ ۷ یگانگی و گوناگونی حیات

تنوع، یکی از ویژگی‌های حیات است. بیشترین تنوع زیستی در دنیای **جانداران ذره‌بینی (میکروب‌ها)** وجود دارد. با این‌که تاکنون میلیون‌ها گونه، **شناسایی** و **نام‌گذاری** شده‌اند، تعداد بسیار زیادی جاندار هنوز ناشناخته مانده‌اند. زیست‌شناسان هر سال هزاران گونهٔ جدید را کشف می‌کنند.

تاکنون، حدود ۸ میلیون و ۷۰۰ هزار گونه از جانداران شناخته شده‌اند و تخمین زده می‌شود که هم‌چنان حدود ۸۰ درصد گونه‌ها کشف‌نشده هستند؛ یعنی حدود ۳۵ میلیون گونهٔ دیگر هنوز کشف نشده‌اند. از بین این همه گونه، انسان فقط یک گونه رو تشکیل میده. بعضی افراد، نظر دیگه‌ای راجع به تعداد گونه‌ها دارن؛ اونا می‌گن که ما وسط میکروب‌ها زندگی می‌کنیم، یعنی ۱۰۰۰ میلیارد گونهٔ میکروبی وجود داره و هنوز فقط ۱۰۰ میلیون گونه شناسایی شدن. ولی ما هنوز فقط همون ۱ گونه هستیم و چیز دیگه‌ای هم ازمون شناسایی نمیشه!

نکته **میکروب چیست؟**

میکروب‌ها، جاندارانی هستند که اندازهٔ کوچکی دارند و توسط میکروسکوپ دیده می‌شوند. همهٔ ویروس‌ها و باکتری‌ها و گروهی از آغازیان و قارچ‌ها، جزء میکروب‌ها محسوب می‌شوند. بعضی از میکروب‌ها، برای انسان بیماری‌زا هستند.

به دلیل وجود این تنوع زیاد، یکی از **هدف‌های اصلی** زیست‌شناسان، **مشاهدهٔ تنوع زیستی** و در پی آن، **یافتن ویژگی‌های مشترک** گونه‌های مختلف است؛ مثلاً، DNA یکی از موارد مشابه است که **در همهٔ جانداران وجود دارد** و کار **یکسانی** نیز انجام می‌دهد.

مثلاً، بین انسان‌ها تنوع بسیار زیادی وجود داره ولی برای زیست‌شناسان، ویژگی‌های مشابه، مثل ساختار و عملکرد بدن انسان، مهم‌تره.

---

۱ - البته یک یا تعداد بیشتری از ویژگی‌ها ممکن است در سلول‌های بالغ وجود نداشته باشند؛ مثلاً در فصل (۶) یازدهم می‌خوانیم که سلول‌های عصبی به‌ندرت تقسیم می‌شوند و در واقع این ویژگی [illegible] سلول‌ها ندارند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۸ جزءنگری و کل‌نگری

رسیدیم به قسمتی که یکم در کتاب درسی مبهم هست و درکش مشکله! برای همین ما توضیحات مفصلی داریم تا خوب یاد بگیرین.

در زیست‌شناسی، دو نگرش و روش برای مطالعه وجود دارد: ۱- **جزءنگری** و ۲- **کل‌نگری**. *جزءنگری، روش قدیمی‌تر هست؛ هرچند الانم کاربرد داره ولی کم‌تر. کل‌نگری، جدیدتر و بهتر هست. بریم ببینیم هرکدوم چی هستن.*

نگرش جزءنگری

همون‌طور که از اسمش مشخصه، در جزءنگری تک‌تک اجزا مهم هستن و ما به‌صورت کلی به اجزا نگاه نمی‌کنیم. این یعنی چی؟ یعنی در جزءنگری، توجه چندانی به ارتباط بین اجزا نمی‌شود (نه اینکه اصلاً توجه نشه!) و اجزای مختلف به‌صورت **جداگانه** و مستقل بررسی می‌شوند.

مثال هنگام بررسی اندام‌های بدن انسان، هر اندام به‌صورت مستقل و جداگانه از سایر اندام‌ها بررسی می‌شود. مثلاً شش‌ها به‌صورت جدا از مغز بررسی می‌شود[1]. *با این نگرش، ما می‌تونیم به ساختار بافت‌شناسی و آناتومی شش‌ها پی ببریم. پس مشکل کجاست؟ اولین مشکل این‌جاست که ما نمی‌تونیم مکانیسم کار شش‌ها رو به‌طور دقیق بفهمیم؛ مثلاً نمی‌تونیم بفهمیم چه چیزی باعث میشه که حجم شش‌ها به مقدار بیشتری افزایش پیدا کنه و دم عمیق رخ بده یا چه چیزی باعث میشه که دم شروع بشه. اینا رو نمی‌تونیم متوجه بشیم چون در ارتباط با مغز است و ما هم ارتباطات رو در جزءنگری بررسی نمی‌کنیم. اوج مشکل جزءنگری این‌جاست که مثلاً اگه فردی شش‌هاش به هر دلیلی از کار بیفتن، مغز بدون مشکل به کارش ادامه میده؛ چرا؟ چون ما در جزءنگری می‌گیم که اصلاً مغز ارتباطی با شش نداره که حالا اگه از کار هم بیفته بخواد تاثیری روی مغز بذاره. حله؟*

نکته در جزءنگری، علاوه بر این‌که ارتباط بین اجزای جاندار بررسی نمی‌شود، ارتباط بین جاندار و عوامل محیطی، مثل میکروب‌ها، محیط زیست و ... نیز بررسی نمی‌شود. اینم یه مشکل هست؛ چون مثلاً میکروبیوم‌ها (اجتماعات میکروبی) تأثیرات مهمی بر بدن جانداران می‌تونن بذارن، مثل بیماری‌زایی.

با این همه، جزءنگری بی‌فایده هم نبوده و اتفاقاً خیلی کمک‌ها به زیست‌شناسان کرده؛ زیست‌شناسان، با جزءنگری توانستند بسیاری از ساختارها و فرایندهای زنده را بشناسند. *اما! همیشه این «اما»ها هستن که کار رو خراب می‌کنن.* زیست‌شناسان با جزءنگری نتوانستند تصویری جامع و کلی از جانداران ارائه دهند. منظورش همون چیزایی هست که یکم بالاتر راجع به شش و مغز مثال زدیم.

نگرش کل‌نگری

مهم‌ترین تفاوت کل‌نگری و جزءنگری این است که در **کل‌نگری**، به ارتباط **بین اجزای مختلف توجه** می‌شود و این ارتباط‌ها، مورد بررسی قرار می‌گیرند. یک مثال مناسب برای فهم کل‌نگری، پازل (جورچین) می‌باشد. هر یک از قطعات پازل به تنهایی، بی‌معنا هستند ولی زمانی که این قطعات به درستی در کنار یک‌دیگر قرار بگیرند، **تصویری کلی و معنادار** ایجاد می‌شود. در واقع، ارتباط بین قطعات مختلف، باعث معنادارشدن پازل می‌شود.

پیکر جانداران نیز مشابه یک پازل است؛ یعنی زمانی اجزای بدن جاندار می‌توانند وظایف خود را به درستی انجام دهند که ارتباط بین اجزای جاندار برقرار شود. اگر این ارتباط‌ها وجود نداشته باشند، عملکرد هر جزء به تنهایی بی‌معنا و بی‌فایده خواهد بود. *مثلاً اگه شش‌ها به درستی کار کنن و اکسیژن هم وارد بدن بشه اما همکاری با دستگاه گردش خون برای انتقال اکسیژن در بدن وجود نداشته باشه، عملکرد شش‌ها بی‌فایده می‌شه.*

❑ سامانهٔ پیچیده

اجزا و ارتباط بین آن‌ها: هر سامانهٔ پیچیده، دارای **اجزای متعددی** است که با یکدیگر ارتباط دارند و مجموعهٔ اجزا و ارتباطات، سامانه را تشکیل می‌دهند، مثل بدن جانداران. **یک سامانهٔ پیچیده، در نمای کلی معنا پیدا می‌کند**؛ یعنی زمانی که به ارتباط بین اجزای سامانه نیز توجه شود. البته بین اجزا **ارتباط چندسویه** وجود دارد نه یک‌سویه. مثلاً قلب خون‌رسانی مغز را انجام می‌دهد و مغز نیز با ارسال پیام‌های عصبی به قلب، می‌تواند تعداد ضربان قلب را تنظیم کند. *اما آیا هر جزء یک سامانهٔ پیچیده، فقط با دیگر اجزای همان سامانه ارتباط دارد؟ پاسخ منفی است.*

ارتباط اجزا با عوامل خارجی: اجزای یک سامانهٔ پیچیده، علاوه بر این‌که با یک‌دیگر ارتباط دارند، **با عوامل خارجی نیز در ارتباط هستند**. این امر، باعث **پیچیدگی بیشتر** سامانه‌های پیچیده می‌شود. *چه‌قدر پیچ‌درپیچ شد!* در ارتباط با یک جاندار به عنوان یک سامانهٔ پیچیده می‌توان گفت که جاندار (و اجزای تشکیل‌دهندهٔ آن)، با **عوامل محیطی** مثل میکروب‌ها، دما، نور، رطوبت و ... نیز در ارتباط هستند؛ مثلاً زمانی که هوا گرم است، متابولیسم (سوخت‌وساز) بدن

۱- در حالی‌که مغز و شش با یکدیگر ارتباط دارند؛ مثلاً اعصاب مغزی در تنظیم تعداد تنفس، مدت تنفس و ... نقش دارند. هم‌چنین در ادامه می‌خوانیم که این ارتباط به صورت چندسویه است؛ یعنی، علاوه بر این‌که مغز بر فعالیت شش تأثیر دارد، شش هم بر فعالیت مغز تأثیر می‌گذارد، چون شش در تأمین اکسیژن مورد نیاز بدن نقش دارد و هم‌چنین، پیام‌های عصبی از گیرنده‌های شش به مغز ارسال می‌شوند و فعالیت سلول‌های مغزی را تغییر می‌دهند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

بیشتر می‌شود و در نتیجه، ضربان قلب نیز افزایش می‌یابد. *یادتون هست که گفتیم زیست‌شناسی علم بررسی حیات و عوامل مؤثر بر حیات است؟ این عوامل مؤثر بر حیات همین عوامل محیطی هستن که با جاندار ارتباط دارن.*

پیدایش ویژگی‌های جدید در اثر برهم‌کنش اجزا: *با یه مثال شروع می‌کنیم؛ آب مایعی است که از ترکیب دو اتم گازی هیدروژن و یک اتم گازی اکسیژن ایجاد می‌شود ولی ویژگی‌های متفاوتی با اتم‌های تشکیل‌دهندهٔ خود دارد. مثلاً در دمای اتاق، هیدروژن و اکسیژن گاز هستن ولی آب، مایع هست. هیدروژن و اکسیژن واکنش‌پذیری زیادی دارن ولی آب، واکنش‌پذیری کمی داره. هیدروژن می‌سوزه و اکسیژن هم در واکنش‌های سوختن وجود داره ولی آب نمی‌سوزه. و کلی تفاوت دیگه! خُب چی شد؟ مگه آب ترکیب هیدروژن و اکسیژن نیست؟ چه چیزی باعث میشه که اینقدر ویژگی‌های آب با هیدروژن و اکسیژن فرق کنه؟ تا الان باید فهمیده باشین که جواب، ارتباط بین اجزا است.*

پس **برهم‌کنش پیچیدهٔ بین اجزا** در بدن جانداران باعث می‌شود که در هر سطح جدید از حیات، **ویژگی‌های جدیدی** پدیدار شوند؛ به عبارتی دیگر، ویژگی‌های هر سطح با ویژگی‌های سطح قبلی متفاوت است که این ناشی از ارتباط بین اجزا است. *باز هم مثال می‌خواین؟ اوکی!*

مثال سلول‌های استخوانی به تنهایی، مقاومت زیادی ندارند (و طبیعتاً بسیار نرم و آسیب‌پذیر هستند). ولی زمانی که این سلول‌ها با یک‌دیگر همکاری می‌کنند و مادهٔ زمینه‌ای استخوان را می‌سازند، سخت‌ترین بافت بدن، یعنی بافت استخوانی به‌وجود می‌آید.

نکته در جزءنگری، به ارتباط بین اجزا توجه چندانی نمی‌شود و در نتیجه، ویژگی‌های هر سطح حیات با سطح قبلی یکسان است.

☐ کل چیزی بیشتر از اجتماع اجزاست.

اگر ارتباط بین اجزای یک سامانهٔ پیچیده را در نظر نگیریم، نمی‌توانیم ویژگی‌های سامانه را توضیح دهیم. در واقع، **برای توضیح یک سامانهٔ پیچیده (مثل یک گیاه)، فقط مطالعهٔ اجزای سازنده (مثل یک برگ) کافی نیست و باید به ارتباط بین اجزا نیز توجه کرد.** مثلاً، اگر اجزای تشکیل‌دهندهٔ یک گیاه (مانند برگ‌ها، ساقه و ریشه) را از هم جدا کنیم و در ظرفی بریزیم، مجموعهٔ اجزای از هم جداشده، یک گیاه محسوب نمی‌شود. *خیلی واضح هست؛ ما به یه برگ نمی‌گیم گیاه بلکه می‌گیم جزئی از گیاه. حالا اگه این برگ در کنار سایر اجزای گیاه مثل ساقه و ریشه قرار بگیره و با اونا ارتباط داشته باشه، می‌تونیم به این بگیم یه گیاه. علاوه‌بر این، مثلاً ما فقط با بررسی ویژگی‌های برگ نمی‌تونیم انتقال مواد در گیاهان رو توضیح بدیم[1]. اما بذارین یه مثال غیرزنده بزنیم. فرض کنین که یه دوچرخه داریم و میایم این دوچرخه رو تیکه تیکه می‌کنیم. بعد میایم این تکه‌ها (مثل چرخ‌ها و فرمون و ...) رو می‌چینیم کنار هم. آیا این دوچرخه هست؟ اگه به‌نظرتون هست، لطفاً دوچرخه رو بردارین و باهاش یه دوری بزنین! تازه چیز دیگه‌ای که مهم است اینه که ارتباط بین اجزا باید درست و منطقی باشه. یعنی اگه اجزا رو به هم وصل کنیم ولی این اتصال درست نباشه، باز هم دوچرخه قابل استفاده نیست. پس در سامانه‌های پیچیده، اجزا هم باید در ارتباط باشن و هم باید ارتباط درستی داشته باشن تا سامانه بتونه به‌درستی فعالیت کنه.*

نکته در کل‌نگری، همانند جزءنگری، اجزای پیکر جاندار بررسی می‌شوند ولی در کل‌نگری، به ارتباط بین اجزا نیز توجه می‌شود؛ برخلاف جزءنگری که در آن، توجه چندانی به ارتباط بین اجزا نمی‌شود.

نکته با جزءنگری، نمی‌توان ویژگی‌های یک سامانهٔ پیچیده را توضیح داد؛ چون باید ارتباط بین اجزا نیز بررسی شوند.

خُب، حالا به چه نتیجه‌ای می‌رسیم؟ بذارین یه جمع‌بندی کنیم. تا این‌جا گفتیم که هر سامانهٔ پیچیده، چیزی بیشتر از مجموع اجزای تشکیل‌دهندهٔ اون سامانه هست؛ یعنی خود اجزای سامانه به تنهایی نمی‌تونن یه سامانه رو بسازن، بلکه یه عامل دیگه هم در تشکیل سامانه نقش داره؛ اگه گفتین چی؟

نکته در تشکیل هر سامانهٔ پیچیده، دو عامل اساسی نقش دارند: ۱- اجزای تشکیل‌دهندهٔ آن سامانه و ۲- ارتباط بین اجزای سامانه و بین اجزا با محیط. هر دو عامل، در تعیین ویژگی‌های سامانه نیز نقش دارند و برای توضیح ویژگی‌های سامانه، باید آن‌ها را بررسی کرد.

پس **هر سلول، چیزی بیش از مجموع مولکول‌های تشکیل‌دهندهٔ آن است** و این موضوع در سایر سطوح سازمان‌یابی حیات (تا سطح زیست‌کره) نیز قابل مشاهده است؛ یعنی در **هر سطحی، ارتباط بین اجزا در ویژگی‌های سامانه مؤثر است.** بنابراین، بدون ارتباط بین اجزای یک جاندار، اصلاً جانداری تشکیل نمی‌شود و در واقع، **کل چیزی بیشتر از اجتماع اجزاء است** و شامل ارتباط اجزا با یک‌دیگر و هم‌چنین ارتباط اجزا با عوامل خارجی نیز می‌شود.

نکته دقت داشته باشید که جزءنگری، کل چیزی برابر با اجتماع اجزا است.

۱- در فصل (۷) دهم با فرایند انتقال مواد در گیاهان آشنا می‌شویم و متوجه می‌شویم که هم برگ‌ها و هم ساقه و ریشه در انتقال مواد در گیاه نقش دارند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

☐ استفاده از کل‌نگری به‌جای جزءنگری در مطالعات زیست‌شناسی

با توجه به توضیحاتی که دادیم، زیست‌شناسان به این نتیجه رسیدند که برای **درک سامانه‌های زنده** (که نوعی سامانهٔ پیچیده محسوب می‌شوند)، «کل‌نگری» بهتر از «جزءنگری» است؛ زیرا، با کل‌نگری می‌توان **ارتباطات درهم‌آمیختهٔ** درون هر سامانه را کشف کرد و سامانه را در **تصویری بزرگ‌تر و کامل‌تر** مشاهده کرد؛ بنابراین، زیست‌شناسان هنگام بررسی یک موجود زنده، به **همهٔ عوامل زنده و غیرزنده‌ای که بر حیات آن اثر می‌گذارند**، توجه می‌کنند؛ مثلاً، امروزه مشخص شده است که **ارتباط‌های تنگاتنگی** بین جانداران و **میکروارگانیسم‌ها (ریز اندامگان)** هم‌زیست با آن‌ها وجود دارد؛ هم‌چنین، اطلاعات زیادی دربارهٔ تأثیر این **اجتماعات میکروبی (میکروبیوم‌ها)** بر سلامت انسان، به‌دست آمده است.

جمع‌بندی

جزءنگری VS کل‌نگری

نوع نگرش	جزءنگری	کل‌نگری
اجزا	در هر دو نگرش، اجزای سامانه یکسان هستند.	
ارتباط بین اجزا	توجه چندانی نمی‌شود.	ارتباطات چندسویه
ارتباط اجزا با عوامل خارجی	ندارد	+
ویژگی های جدید در هر سطح حیات	ندارد	+
اطلاعات لازم برای توضیح ویژگی‌ها	بررسی اجزا	بررسی اجزا + ارتباط اجزا با یک‌دیگر و عوامل خارجی
رابطهٔ کل و اجزا	کل چیزی برابر با اجتماع اجزاست.	کل چیزی بیشتر از اجتماع اجزاست.

چند تا نکتهٔ تکمیلی:

نکته در مطالعات زیست‌شناسی با روش کل‌نگری، علاوه بر عوامل زنده، عوامل غیرزنده نیز بررسی می‌شوند. البته نه هر عامل غیرزنده‌ای؛ فقط اون عوامل غیرزنده‌ای که بر حیات تأثیر می‌ذارن، مثل ویروس‌ها.

نکته هر چیزی که نشان‌دهندهٔ ارتباط بین اجزای مختلف بدن باشد، فقط با نگرش «کلی‌نگری» قابل توجیه است. مثلاً، تأثیر مغز بر فعالیت اجزای مختلف بدن را با جزءنگری نمی‌توان بررسی کرد و باید از کلی‌نگری استفاده کرد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۴- فصل ۲ دهم] اغلب جانوران گیاه‌خوار، فاقد توانایی تولید آنزیم سلولاز موردنیاز برای تجزیهٔ مواد گیاهی هستند. تولید سلولاز توسط میکروب‌ها در این جانوران، زندگی گیاه‌خواری را اثربخش‌تر نموده است. مثل میکروب‌های سیرابی نشخوارکنندگان نظیر گاو و گوسفند و رودهٔ کور جانوران غیرنشخوارکننده، نظیر است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱ و ۲- فصل ۷ دهم] باکتری‌ها و قارچ‌ها، به تأمین مواد معدنی (مثل فسفر و نیتروژن) برای گیاهان کمک می‌کنند. مثلاً، باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن (مثل ریزوبیوم و سیانوباکتری)، باکتری‌های آمونیاک‌ساز و باکتری‌های نیترات‌ساز، در تأمین نیتروژن موردنیاز گیاهان نقش دارند. قارچ‌ها نیز با برقراری رابطهٔ قارچ ریشه‌ای، به جذب فسفر توسط گیاهان کمک می‌کنند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] در سطح پوست ما میکروب‌هایی زندگی می‌کنند که با شرایط پوست، از جمله اسیدی بودن، سازش یافته‌اند (سازش با محیط). این میکروب‌ها از تکثیر میکروب‌های بیماری‌زا جلوگیری می‌کنند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۹ یازدهم] آلودگی دانه‌رست‌های برنج به قارچ جیبرلا[1] سبب می‌شود تا به سرعت رشد کنند. این دانه‌رست‌ها باریک و دراز هستند و بافت استحکامی کافی ندارند؛ در نتیجه، خم می‌شوند و روی زمین می‌افتند.

در ادامهٔ ۹ نگرش بین‌رشته‌ای

گفتیم که زیست‌شناسان فهمیدن که بهتره برای مطالعات زیست‌شناسی، از کل‌نگری استفاده کنن؛ یعنی ارتباط بین اجزای جانداران با خودشون و محیط رو هم در نظر بگیرن. اما زیست‌شناسان فهمیدن که خودشون هم باید با دیگران ارتباط برقرار کنن تا بتونن نتایج بهتری کسب کنن. این شد «نگرش بین‌رشته‌ای»

همکاری با متخصصان رشته‌های دیگر: در نگرش کل‌نگری، زیست‌شناسان علاوه بر بررسی **ارتباط‌های بین سطوح مختلف سازمان‌یابی سامانه‌های زنده** (عوامل زنده و غیرزندهٔ مؤثر بر حیات) از **اطلاعات رشته‌های دیگر** علوم تجربی، علوم رایانه، فنی و ریاضی نیز کمک می‌گیرند.

نکته نگرش بین‌رشته‌ای، در نتیجهٔ تغییر نگرش زیست‌شناسان از جزءنگری به کل‌نگری ایجاد شده است.

---

[1] این نکته‌مثال از بیماری‌زایی قارچ‌ها در گیاهان است که در گفتار (۳) دربارهٔ آن صحبت خواهیم کرد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته فناوری‌های نوین، مثل فناوری‌های اطلاعات و ارتباط و فناوری‌های مشاهدهٔ سامانه‌های زیستی زنده، حاصل نگرش بین‌رشته‌ای هستند.

مثال زیست‌شناسان برای بررسی مجموعهٔ ژن‌های هر گونه از جانداران، علاوه بر اطلاعات زیست‌شناختی، از فنون و مفاهیم رشته‌های دیگر (مثل مهندسی، رباتیک، علوم رایانه، ریاضیات، آمار، شیمی و ...) هم استفاده می‌کنند.

نکته برای بررسی مجموعهٔ ژن‌ها از دو گونه اطلاعات استفاده می‌شود: ۱- اطلاعات زیست‌شناختی و ۲- اطلاعات غیرزیستی

نکته در برخی از پروژه‌های اخیر شناسایی مجموعهٔ ژن‌های جانداران، چندین ترابایت داده، تولید می‌شود که باید ذخیره، تحلیل و پردازش شوند. تنظیم، ثبت و تحلیل این حجم از اطلاعات، با کمک فناوریهای نوین اطلاعات و ارتباطات انجام می‌شود.

مثال دستگاه‌ها و تجهیزات پزشکی، آزمایشگاهی و ... (نظیر آندوسکوپ، الکتروکاردیوگرام، اسپیرومتر، ثبت‌کنندهٔ نوار مغزی، میکروسکوپ الکترونی[1])، حاصل همکاری زیست‌شناسان و متخصصان دیگر رشته‌های علمی و فنی هستند.

تحول زیست‌شناسی: در سال ۱۹۵۳، **شناخت ساختار مولکول DNA**[2]، باعث شد که زیست‌شناسی **متحول** شود؛ این تحول در **سه بخش** رخ داد: ۱- نگرش‌ها، ۲- روش‌ها و ۳- ابزارهای زیست‌شناسان. تحول زیست‌شناسی، دو نتیجهٔ مهم داشته است:

۱- امیدبخشی بیشتر زیست‌شناسی: علم زیست‌شناسی به رشته‌ای مترقی، توانا، پویا و هم‌چنین امیدبخش تبدیل شده است.

۲- افزایش انتظارات جامعه از زیست‌شناسی: امروزه انتظارات جامعه از زیست‌شناسان نسبت به دهه‌ها و قرن‌های قبلی بسیار زیاد شده است.

نکته امروزه فناوری‌ها و علوم نوین در پیشرفت علم زیست‌شناسی نقش مهمی دارند.

درسنامهٔ ۱۰ فناوری‌های نوین

فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی

با توجه به گسترش حجم داده‌های پروژه‌های زیست‌شناسی، مثل **بعضی از پروژه‌های شناسایی مجموعهٔ ژن‌های جانداران**، اهمیت جمع‌آوری، بایگانی و تحلیل داده‌ها و اطلاعات حاصل از پژوهش‌های زیست‌شناختی بیش‌تر از هر زمان دیگری است. از آنجایی که این حجم از اطلاعات را نمی‌توان چاپ کرد، ناچار باید از رایانه‌های پرظرفیت و پرسرعت استفاده کرد. دستاوردها و تحولات اخیر فناوری اطلاعات و ارتباطات، مثل تولید حافظه‌های با توانایی ذخیره‌سازی حجم بیشتر و اندازهٔ کوچک‌تر، تأثیر زیادی در پیشرفت‌های علم زیست‌شناسی داشته است و امکان **انجام محاسبات** را در **کوتاه‌ترین زمان** ممکن فراهم کرده‌اند.

نکته فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی، هم در جمع‌آوری و بایگانی داده‌ها نقش دارند و هم در تحلیل داده‌ها.

نکته فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی، جزء فناوری‌های زیستی محسوب نمی‌شوند و تولید آن‌ها ربطی به تغییر نگرش زیست‌شناسان نداشته است.

شکل: «فناوری‌های ذخیرهٔ اطلاعات»

✓ در گذشته، حافظه‌های ذخیرهٔ اطلاعات، اندازهٔ بزرگ، ظرفیت کم و قیمت بسیار بالایی داشتند؛ مثلاً، در سمت راست شکل حافظهٔ ۵ مگابایتی شرکت IBM را مشاهده می‌کند. امروزه، حافظه‌هایی با **ظرفیت‌های بسیار بیشتر و اندازهٔ کوچک‌تر**، با **قیمتی ارزان‌تر** در دسترس هستند.

فناوری‌های مشاهدهٔ سامانه‌های زیستی زنده

در گذشته، برای مشاهدهٔ سلول‌ها لازم بود که ابتدا سلول را بکشند و سپس آن را رنگ‌آمیزی کنند تا بتوانند اجزای درون سلول را ببینند. امروز روش‌های جدیدی برای مشاهدهٔ سلول‌ها وجود دارد که با آن‌ها می‌توان از اشیایی در حد چند **آنگستروم** تصویربرداری کرد. هم‌چنین می‌توان **جایگاه سلول‌ها در بدن** و حتی **جایگاه مولکول‌هایی مانند پروتئین‌ها درون سلول** را شناسایی و ردیابی کرد. هم‌چنین **تصویربرداری از بوم‌سازگان و جانداران** نیز با کمک ماهواره‌ها امکان‌پذیر شده است.

میکروسکوب الکترونی

نکته تولید و استفاده از فناوری‌های نوین زیستی، در پی تغییر نگرش زیست‌شناسان و استفاده از کلی‌نگری انجام شده است.

۱- دستگاه‌هایی که نامشان در این بخش ذکر شد، دستگاه‌هایی هستند که در فصل‌های آینده دربارهٔ آن‌ها می‌خوانیم.

۲- محمد دانشمندی به نام واتسون و کریک، با ساختار DNA در کتاب دوازدهم آشنا میشویم.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته استفاده از فناوری‌های نوین زیستی، نگرانی‌های جامعه در ارتباط با اصول اخلاقی را افزایش داده است.

نکته در درسنامهٔ «محدودهٔ علم زیست‌شناسی»، گفتیم که مشاهده اساس علوم تجربی است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۵ یازدهم] با پیشرفت روش‌های رنگ‌آمیزی و کار با میکروسکوپ، دانشمندان متوجه شدند که گویچه‌های سفید نه تنها در خون، بلکه در بافت‌های دیگر هم یافت می‌شوند. فرایند عبور گویچه‌های سفید را از دیوارهٔ مویرگ‌ها، تراگذری (دیاپدز) می‌نامند.

□ مثال‌هایی از فناوری‌های مشاهدهٔ سامانه‌های زیستی زنده

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] درون‌بینی (آندوسکوپی)، روشی است که با آن می‌توان درون بخش‌های مختلف بدن از جمله دستگاه گوارش و درون مری، معده و دوازدهه را مشاهده کرد. کولون‌بینی (کولونوسکوپی)، روشی برای بررسی کولون یا رودهٔ بزرگ است.

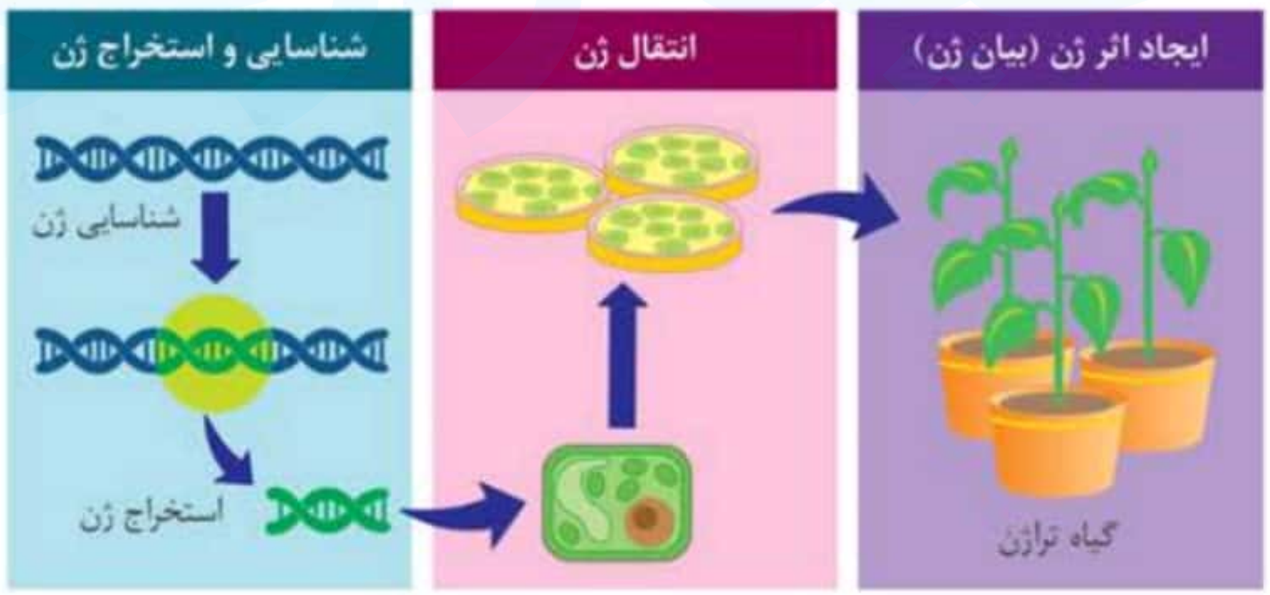
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] با تهیهٔ گسترش خونی و رنگ‌آمیزی آن، می‌توان یاخته‌های خونی را مشاهده کرد. برای رنگ‌آمیزی یاخته‌های خونی در یک گسترش خونی، از رنگ گیمسا استفاده می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۶ دهم] با استفاده از رنگ‌های کارمن زاجی و آبی متیل، می‌توان بافت‌های گیاهی را رنگ کرد. کارمن زاجی، دیواره‌های سلولزی را قرمز می‌کند و آبی متیل، دیواره‌های چوبی را آبی می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۷ یازدهم] در این روش صورت‌نگاری (سونوگرافی) نوعی روش تشخیصی است که در آن، از امواج صوتی با بسامد (فرکانس) بالا استفاده می‌کنند. این امواج را با کمک دستگاهی به درون بدن می‌فرستند و بازتاب آن‌ها را دریافت کرده و به صورت تصویر ویدئویی نشان می‌دهند.

درسنامهٔ ۱۱ مهندسی ژنتیک (ژن‌شناسی)

زیست‌شناسان می‌توانند ژن‌های یک جاندار (مثل انسان) را به بدن جانداران دیگر (مثلاً گیاهان، جانوران دیگر و یا حتی باکتری‌ها) وارد کنند؛ در نتیجه، ژن‌های منتقل‌شده اثر خود را در جاندار دریافت‌کنندهٔ ژن ظاهر می‌کند. به جانداری که ژن‌های افراد **گونه‌ای دیگر** را در خود دارد، جاندار تراژن گفته می‌شود و به روش انتقال صفت از یک جاندار به جاندار دیگر، **مهندسی ژنتیک** می‌گویند. مهندسی ژنتیک در زمینه‌های مختلف، مثل **پزشکی، کشاورزی** و **پژوهش‌های علوم پایه** کاربرد دارد.



وقتی مثلاً یک ژن رو از یک انسان به یک باکتری انتقال می‌دیم، باکتری میشه جاندار تراژن و به این انتقال میگیم مهندسی ژنتیک. اما اگه یک ژن رو از یک انسان به یک انسان دیگه، یعنی از یک فرد یک گونه به فرد دیگری در همون گونه، انتقال بدیم، انسانی که ژن رو دریافت کرده، تراژن محسوب نمیشه. البته، در این حالت هم مهندسی ژنتیک انجام شده، چون انتقال ژن از یک جاندار به جاندار دیگه رو داریم.

نکته مهندسی ژنتیک، یکی از موضوعاتی است که در بحث اخلاق زیستی، بررسی می‌شود.

درسنامهٔ ۱۲ اخلاق زیستی

با پیشرفت علم زیست‌شناسی، به **علت همکاری زیست‌شناسان** با **پژوهشگران رشته‌های دیگر علوم تجربی**، نگرانی‌هایی در جامعه در ارتباط با اصول اخلاقی به‌وجود آمد؛ به‌خصوص مهندسی ژنتیک و دست‌ورزی در ژن‌های جانداران و هم‌چنین فنون مورد استفاده در پزشکی، میزان این نگرانی‌ها را افزایش داد. امروزه، در بحث اخلاق زیستی، مواردی مثل **محرمانه بودن اطلاعات ژنتیکی و پزشکی** افراد و هم‌چنین **فناوری‌های ژن‌درمانی، تولید جانداران تراژن و حقوق جانوران**، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

زیست‌شناسی در خدمت انسان

درس‌نامهٔ ۱۳ بهبود زندگی انسان‌ها

در گفتار (۱) گفتیم که زیست‌شناسان در پی یافتن پاسخ پرسش‌های مربوط به رازهای آفرینش و هم‌چنین حل مسائل و مشکلات زندگی انسان‌ها هستند. خدمت به انسان و حل مشکلات او، **مهم‌ترین هدف زیست‌شناسی** است. زیست‌شناسان، در زمینه‌های مختلفی می‌توانند به بهبود زندگی انسان‌ها کمک کنند:

۱- تأمین غذای سالم و کافی

۲- حفاظت از بوم‌سازگان‌ها، ترمیم و بازسازی آن‌ها

۳- تأمین انرژی‌های تجدیدپذیر

۴- سلامت و درمان بیماری‌ها

درس‌نامهٔ ۱۴ تأمین غذای سالم و کافی

در حال حاضر، حدود ۱ میلیارد نفر در جهان از گرسنگی و سوءتغذیه رنج می‌برند و پیش‌بینی می‌شود که این رقم تا سال ۲۰۳۰ به حدود ۴/۸ میلیارد نفر برسد. زیست‌شناسان در تلاش هستند که از راه‌های مختلفی، **کمیّت** و **کیفیت** غذای انسان را افزایش دهند.

۱- شناخت بیشتر گیاهان و اصلاح آن‌ها: از آن‌جایی که غذای انسان به‌طور **مستقیم** یا **غیرمستقیم** از گیاهان به‌دست می‌آید، راه حل مشکلات کمّی و کیفی غذای انسان نیز با گیاهان در ارتباط است. در نتیجه، شناخت بیشتر گیاهان، یکی از راه‌های تأمین غذای بیشتر و بهتر است.

نکته انسان، جانوری همه‌چیزخوار است؛ یعنی در غذای انسان هم مواد گیاهی وجود دارند و هم مواد گوشتی (جانوری). جانورانی که انسان از آن‌ها برای تأمین مواد گوشتی استفاده می‌کند، ممکن است گیاه‌خوار باشند (مثل گاو) و یا این‌که از جانوری گیاه‌خوار تغذیه کنند. بنابراین، در هر صورت، منشأ غذای انسان، گیاهان هستند.

در قسمت‌های قبل گفتیم که زیست‌شناسان می‌توانند با اصلاح ژنتیکی، گیاهانی تولید کنند که محصولات بهتر و بیشتری تولید می‌کنند. برای اصلاح گیاهان، ابتدا لازم است که ژن‌های مربوط به ویژگی‌های مطلوب شناسایی شوند؛ مثلاً، **گیاهان خودرو با محیط‌های زیست مختلف سازگارند؛** یعنی در محیط‌ها و اقلیم‌های مختلف می‌توانند به آسانی و با سرعت، رشد و زادآوری کنند. در نتیجه، در مدتی کوتاه، به تولیدکنندگی زیاد می‌رسند و مقدار زیادی دانه و میوه تولید می‌کنند. زیست‌شناسان، **ژن‌های دلخواه** (مثل ژن‌های مربوط به توانایی رشد و زادآوری سریع گیاهان خودرو) را **شناسایی** و سپس از گیاه **استخراج** می‌کنند. ژن مذکور از طریق فنون مهندسی ژن‌شناسی به DNA گیاهان زراعی **منتقل** می‌شود. با این روش، می‌توان بسیاری از ساز و کارهای مولکولی مربوط به سرعت رشد، کیفیت و کمیّت محصولات گیاهی را به شکل دلخواه تغییر داد.

۲- شناخت روابط گیاهان زراعی و محیط زیست: همان‌طور که گفتیم، موجودات زنده سامانه‌های پیچیده هستند و با عوامل زنده (مثل باکتری‌ها، قارچ‌ها، حشرات و ...) و غیرزنده (مثل دما، رطوبت و نور) در ارتباط هستند. زیست‌شناسان، سعی می‌کنند با شناخت بیشتر تعامل‌های مفید یا مضر بین این عوامل و گیاهان، به افزایش محصولات گیاهی کمک کنند.

اجتماع‌های پیچیدهٔ میکروبی در خاک (میکروبیوم‌های خاک)، در **تأمین مواد مغذی** و **حفاظت از گیاهان** در برابر آفت‌ها و بیماری‌ها، نقش دارند که شناخت این اجتماعات میکروبی به یافتن راه‌های افزایش تولیدکنندگی گیاهان کمک می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۷ دهم] جاندارانی مثل باکتری‌ها و قارچ‌ها، می‌توانند در افزایش مواد مغذی خاک و هم‌چنین جذب مواد مغذی از خاک نقش داشته باشند.

برای **مقاومت گیاهان در برابر بیماری‌های گیاهی** (ویروسی، باکتریایی و قارچی) و هم‌چنین **مقابله با حشرات آفت**، از مهندسی ژن‌شناسی نیز می‌توان استفاده کرد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۷ دهم] زیست‌شناسان در تلاش هستند تا با انتقال ژن‌های مربوط به تثبیت نیتروژن از باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن به گیاهان، گیاهانی تولید کنند که بدون نیاز به باکتری‌ها، بتوانند نیتروژن موردنیاز خود را به دست آورند.

تعامل میکروب‌ها و گیاهان، می‌تواند مفید یا مضر باشد.	
تعامل مفید	کمک به تأمین مواد مغذی حفاظت از گیاه در برابر آفت‌ها و بیماری‌ها
تعامل مضر	بیماری‌زایی در گیاهان

راه‌های مقابله با حشرات آفت و بیماری‌های گیاهی
استفاده از میکروبیوم‌های خاک
انتقال ژن‌های مقاومت از طریق مهندسی ژن‌شناسی

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۵ حفاظت از بوم‌سازگان، ترمیم و بازسازی آن‌ها

خدمات بوم‌سازگان: همان‌طور که در نگرش «کل‌نگری» زیست‌شناسی دیدیم، انسان و سایر موجودات، برای ادامهٔ حیات، نیازمند ارتباط با سایر موجودات زنده هستند. بدون این ارتباط‌ها، ادامهٔ حیات امکان‌پذیر نیست. به‌طور کلی، **مجموع منابع** و **سودهایی** را که **اجتماع** موجودات زندهٔ یک بوم‌سازگان دربردارند، **خدمات بوم‌سازگان** می‌نامند.

میزان خدمات هر بوم‌سازگان، به **میزان تولیدکنندگان** آن بستگی دارد. با پایدار کردن بوم‌سازگان‌ها، می‌توان کیفیت زندگی انسان را ارتقا داد. پایداری بوم‌سازگان، وابسته به **ثبات مقدار تولیدکنندگی** است. اگر مقدار تولیدکنندگی، حتی در صورت تغییر اقلیم، تغییر چندانی نکند، بوم‌سازگان پایدار است.

نکته تولیدکنندگان هر بوم‌سازگان، جاندارانی هستند که می‌توانند مواد آلی را با استفاده از مواد معدنی تولید کنند. منبع انرژی جانداران تولیدکننده، نور خورشید یا مواد معدنی می‌باشد. مثلاً، فتوسنتزکنندگان، از انرژی نورانی خورشید استفاده می‌کنند و مواد غذایی تولید می‌کنند.

درسنامهٔ ۱۶ ترمیم و بازسازی دریاچهٔ ارومیه

تا سال ۱۳۹۴، دریاچهٔ ارومیه حدود ۸۸ درصد مساحت خود را از دست داده است، یعنی فقط ۱۲ درصد از مساحت اولیهٔ دریاچه، هنوز آب دارد. خشک شدن دریاچهٔ ارومیه دلایل مختلفی داشته است:

۱- خشکسالی **۲- حفر بی‌حساب چاه‌های کشاورزی در اطراف دریاچه**

۳- احداث بزرگراه روی دریاچه **۴- استفادهٔ غیرعلمی از آب‌های رودخانه‌هایی که به این دریاچه می‌ریزند.**

۵- سدسازی در مسیر رودهایی که به دریاچه می‌ریزند. **۶- بی‌توجهی به قوانین طبیعت**

زیست‌شناسان، با استفاده از اصول علمی بازسازی بوم‌سازگان‌ها، در تلاشند که این دریاچه را احیا کنند.

شکل: «یکی از بوم‌سازگان‌های آسیب‌دیدهٔ ایران، دریاچهٔ ارومیه»

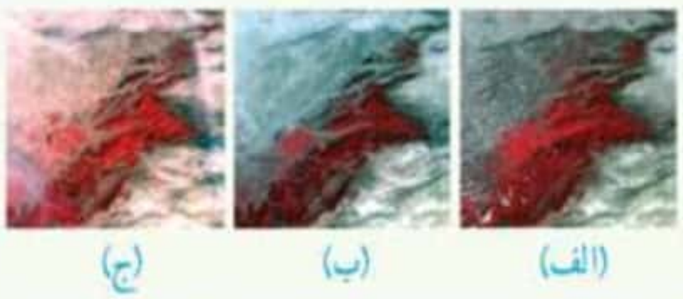
- ✓ دریاچهٔ ارومیه، بزرگ‌ترین دریاچهٔ داخلی ایران است و جزء پارک‌های ملی ایران است.
- ✓ در حال حاضر تلاش‌هایی برای ترمیم و بازسازی این دریاچه در حال انجام است.
- ✓ پارک ملی دریاچهٔ ارومیه، یکی از **زیستگاه‌های طبیعی ایران** است. این بوم‌سازگان، همانند سایر بوم‌سازگان‌ها، مجموعه‌ای از جمعیت‌های زیستی و محیط زیست اطراف آن است.

درسنامهٔ ۱۷ جنگل‌زدایی

قطع درختان جنگل‌ها، برای **استفاده از چوب آن‌ها** یا **زمین جنگل**، یکی از مسائل مهم محیط‌زیستی جهان است. جنگل‌زدایی با سرعت زیادی در جهان در حال انجام است و پیامدهای بسیار بدی نیز دارد:

۱- تغییر آب‌وهوا **۲- کاهش تنوع زیستی** **۳- فرسایش خاک** **۴- افزایش احتمال وقوع سیل**

شکل «جنگل‌زدایی در ایران»



(الف) (ب) (ج)

- ✓ شکل، نشان‌دهندهٔ تصاویر ماهواره‌ای جنگل‌های گلستان است که در سه سال ۱۳۷۷ (الف)، ۱۳۸۰ (ب) و ۱۳۹۴ (ج)، تصویربرداری شده‌اند. همان‌طور که در شکل مشخص است، مساحت جنگل بسیار کاهش پیدا کرده است.
- ✓ در تصاویر ماهواره‌ای، جنگل با رنگ قرمز مشخص است.

درسنامهٔ ۱۸ تأمین انرژی‌های تجدیدپذیر

انسان برای انجام فعالیت‌های مختلف خود، مانند حمل‌ونقل، به انرژی نیاز دارد و با توجه به گسترش سریع جمعیت انسان، میزان نیاز به انرژی نیز در حال افزایش است. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰، نیاز به انرژی، ۶۰ درصد افزایش پیدا کند.

در حال حاضر، بیش از ۷۵ درصد (سه‌چهارم) نیاز به انرژی، از طریق سوخت‌های فسیلی، مانند نفت، گاز و بنزین، تأمین می‌شود؛ با این وجود، سوخت‌های فسیلی معایبی دارند:

سوخت‌های فسیلی موجب **افزایش کربن دی‌اکسید جو** می‌شوند. افزایش کربن دی‌اکسید در جو، منجربه **افزایش آلودگی هوا** و همین‌طور **گرمایش [illegible]**

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

۲- استخراج سوخت‌های فسیلی و هم‌چنین آلودگی حاصل از این سوخت‌ها، به محیط‌زیست آسیب می‌رساند.

۳- سوخت‌های فسیلی **تجدیدناپذیر** هستند و در نهایت، مقدار آن‌ها به پایان می‌رسد.

به همین دلیل، انسان به دنبال منابع **پایدار، مؤثرتر** و **پاک‌تر** انرژی، مانند سوخت‌های زیستی است. یکی از منابع تأمین سوخت‌های زیستی، گیاهان هستند.

انسان‌های اولیه، چوب و برگ درختان را می‌سوزاندند و انرژی به‌دست می‌آوردند. امروزه، روش‌های مؤثرتری برای استفاده از گیاهان به‌عنوان سوخت زیستی وجود دارد:

الف) تبدیل سلولز به سوخت‌های دیگر: بخش عمدهٔ دیوارهٔ سلولی در گیاهان، از سلولز ساخته شده است. زیست‌شناسان تلاش می‌کنند تا با روش‌های مختلف، سلولز را به سوخت‌های دیگر تبدیل کنند:

۱- انتخاب مصنوعی گیاهانی که مقدار بیشتری سلولز، تولید می‌کنند.

نکته در فرایند انتخاب مصنوعی، جانداری که ویژگی مطلوب را دارد، وادار به تولیدمثل می‌شود. مثلاً، در این‌جا گیاهانی که سلولز بیشتری تولید می‌کنند، تولیدمثل انجام می‌دهند. در نتیجه، در طی نسل‌های متمادی، گیاهانی ایجاد می‌شوند که مقدار بیشتری سلولز دارند.

۲- اصلاح گیاهان با مهندسی ژنتیک، برای رشد بیشتر با انرژی، آب و کود کم‌تر

۳- استفاده از مهندسی ژنتیک برای تولید آنزیم‌هایی با کارایی بیشتر برای تجزیهٔ سلولز

ب) تولید سوخت‌های زیستی، مثل گازوئیل زیستی و الکل: از ضایعات چوب، تفاله‌های محصولات کشاورزی مانند نیشکر، غلات و هم‌چنین روغن‌های گیاهان و سبزیجات، می‌توان گازوئیل زیستی و الکل تولید کرد. در برخی کشورها، الکل‌های دارای منشأ زیستی، به‌عنوان سوخت خودروها استفاده می‌شوند.

شکل «فرایند چرخه‌ای تولید گازوئیل زیستی»

✓ از دانه‌های روغنی گیاهانی مانند آفتابگردان، زیتون یا سویا برای تولید گازوئیل زیستی استفاده می‌شود.

✓ این فرایند، نوعی فرایند تجدیدپذیر است؛ زیرا چرخه‌ای است.

مزایای گازوئیل زیستی:

۱- عدم وجود مواد سرطان‌زا

۲- عدم ایجاد باران اسیدی

مراحل تولید گازوئیل زیستی

۱- **فتوسنتز:** آفتابگردان، در طی فرایند فتوسنتز، انرژی نورانی خورشید را جذب می‌کند و با کمک آن دانه‌های روغنی تولید می‌کند.

۲- **استخراج:** از دانه‌های روغنی، **نفت خام گیاهی** استخراج می‌شود.

۳- **تصفیه:** نفت خام گیاهی تصفیه می‌شود و **نفت خام تصفیه‌شده** تولید می‌شود.

۴- **واکنش‌های شیمیایی:** نفت خام تصفیه‌شده با الکل واکنش شیمیایی انجام می‌دهد و در نهایت، **گلیسیرین** و **گازوئیل زیستی** تولید می‌شود.

از گازوئیل زیستی، در فرایندهای مختلف مثل حمل‌ونقل استفاده می‌شود. وسایل نقلیه از گازوئیل زیستی، به‌عنوان منبع انرژی استفاده می‌کنند و مقداری CO_2 نیز آزاد می‌کنند. CO_2 تولیدشده می‌تواند در فرایند فتوسنتز مورد استفاده قرار بگیرد.

درسنامهٔ ۱۹ سلامت و درمان بیماری‌ها

داروهای مختلف، در افراد مختلف، اثرات متفاوتی دارند؛ زیرا، ژن‌های افراد با یک‌دیگر متفاوت است و در نتیجه، عکس‌العمل هر فرد در برابر داروها و روش‌های درمانی، با سایر افراد فرق می‌کند.

امروزه پزشکان از روشی به نام **پزشکی شخصی** استفاده می‌کنند. پزشکی شخصی، برای تشخیص و درمان بیماری‌ها استفاده می‌شود. در این شیوه، روش‌های درمانی و دارویی خاصِ هر فرد، **براساس اطلاعات ژنی آن فرد** تهیه می‌شود و در واقع، درمان هر فرد منحصر به خود اوست. علاوه بر این، بررسی اطلاعات ژنی فرد، می‌تواند باعث شناسایی بیماری‌های ارثی شود که ممکن است در آینده فرد را درگیر کنند و با پیش‌بینی این بیماری‌ها، می‌توان اقدامات لازم برای کاهش اثرات بیماری را انجام داد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سال دهم

فصل ۲

«جانوران، غذا می‌خورند؛ گوشت، گیاه یا هر دو.»

جانوران برای این‌که بتونن انرژی و مواد موردنیازشون رو به‌دست بیارن، نیاز به غذا دارن. اونا غذا رو می‌خورن و پس از گوارش اون، چیزایی که می‌خوان رو جذب می‌کنن. بعضیاشون گوشتخوارن، بعضیاشون گیاهخوارن و بعضیا، مثل «تاز» که می‌بینین، هم گوشت می‌خورن هم گیاه؛ یعنی، همه چیزخوارن.

گوارش و جذب مواد

خب، از این‌جا به بعد واقعاً وارد زیست‌شناسی میشیم. رسیدیم به فصلی که همه‌چی داخلش داره؛ از این‌جا شروع می‌کنیم که یاخته (همون سلول) چی هست و در ادامش، شروع مسیرمون هست به درون بدن که با دستگاه گوارش شروع میشه. مسلماً همهٔ ما اهمیت غذا خوردن رو می‌دونیم ولی این‌جا می‌خوایم راجع به این صحبت کنیم که این غذا چه‌جوری استفاده میشه و کلی چیزای دیگه.

فصل رو با بحث راجع به ساختار سلول شروع می‌کنیم و یه توضیحی راجع به روش‌های عبور مواد از غشای سلول می‌دیم و بعد از بررسی انواع بافت‌های بدن، میرسیم به خود دستگاه گوارش. قسمت اول این فصل خیلی اهمیت زیادی داره، چون که اساس کل زیست‌شناسی است و از الان تا صفحهٔ آخر زیست‌شناسی دوازدهم باهاش سروکار داریم. بعد می‌خوایم با همه چی دستگاه گوارش انسان آشنا بشیم، از ساختارش گرفته تا این‌که چه‌جوری عمل میکنه و چه‌جوری تنظیم میشه. اینا رو که تموم کردیم، می‌رسیم به دستگاه گوارش جانوران. جانوران مختلف، روش‌های مختلفی برای گوارش غذا دارن که اتفاقاً خیلی هم مورد توجه طراحا قرار می‌گیرن. تمام این توضیحات برای این بود که بفهمین حجیم‌ترین فصل کتاب دهم، بدون شک مهم‌ترین فصل دهم هست و سؤالات زیادی از این بخش در آینده خواهید دید. بد نیست بدونین که در کنار فصل گردش مواد، این‌که چه‌جوری اجزای مختلف دستگاه گوارش درگیر میشن تا شما انرژی گیرتون بیاد، بیشترین تعداد سؤال دهم رو در کنکورتون خواهد داشت:

«ابر و باد و مه و خورشید و فلک در کارند تا تو نانی به کف آری و به غفلت نخوری»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکروطبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تستای این ۳ تا کتاب لذت ببری. 😊

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سلول (یاخته) و بافت جانوری

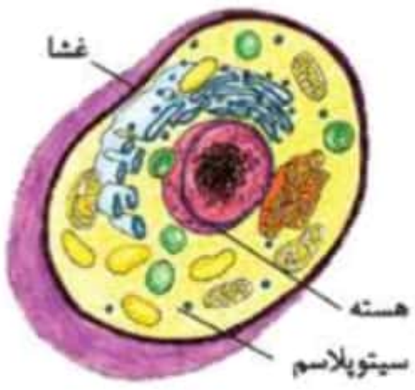
درس‌نامهٔ ۱ سلول (یاخته)

یادآوری گفتار (۱) با این سؤال شروع می‌شود که هر یک از بخش‌های سلول چه کاری انجام می‌دهند؟ *قب بواب این سؤال توی کتاب دهم نیست و باید سری بزنیم به کتاب هفتم!*

اگرچه انواع مختلفی از سلول‌ها وجود دارند، اما همهٔ سلول‌ها، ویژگی‌های مشترکی دارند که قبلًا راجع به آن‌ها صحبت کردیم.

۱- غشای پلاسمایی: غشا، پوششی است که سلول را احاطه می‌کند و علاوه بر **حفاظت از سلول**، ورود و خروج مواد را نیز کنترل می‌کند. غشای سلول، خاصیت **نفوذپذیری انتخابی** یا **تراوایی نسبی** دارد؛ یعنی فقط به مواد مورد نیاز سلول اجازهٔ ورود می‌دهد و مواد زائد را از سلول خارج می‌کند. در ادامه، بیشتر راجع به غشا صحبت خواهیم کرد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۱ دهم] داشتن غشا، جزء ویژگی‌های مشترک همهٔ سلول‌هاست.

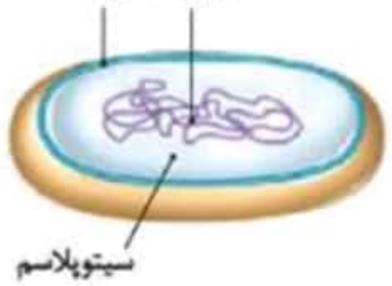


سلول یوکاریوت

۲- سیتوپلاسم: مایع دربرگیرندهٔ **اندامک‌ها** و **ترکیبات درون سلول** است. درون سلول توسط مایعی روان و سیال پر شده است و درون این مایع، ترکیبات سلول (مثل نمک‌ها، یون‌ها، آب، املاح و ...) قرار دارند.

نکته سلول‌های پروکاریوتی (باکتری‌ها)، اندامک ندارند.

۳- DNA: سلول‌ها، برای انجام اعمال مختلف خود، نیاز به مولکول DNA دارند. محل قرارگیری DNA، اساس تقسیم‌بندی سلول‌ها به دو گروه **پروکاریوت** و **یوکاریوت** است. در سلول‌های پروکاریوت (باکتری‌ها)، هسته و اندامک وجود ندارد و DNA درون سیتوپلاسم است. در سلول‌های یوکاریوت، DNA درون هسته قرار می‌گیرد و درون سیتوپلاسم نیز اندامک‌های سلول قرار دارند. آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران، سلول‌های یوکاریوت دارند.



سلول پروکاریوت

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۱ دهم] DNA (دنا)، یکی از شباهت‌های جانداران مختلف را تشکیل می‌دهد. DNA در **همهٔ جانداران** وجود دارد و **کار یکسانی** انجام می‌دهد؛ **اطلاعات لازم برای زندگی سلول**، در مولکول‌های DNA ذخیره شده است.

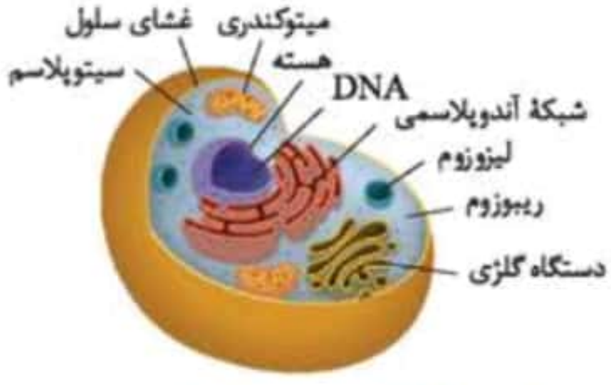
نکته در سلول پروکاریوت، DNA در **تماس مستقیم با سیتوپلاسم** قرار دارد. در سلول یوکاریوت، DNA توسط پوشش هسته از سیتوپلاسم جدا می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [فصل‌های ۴ و ۶ دهم] در سلول‌های بالغ و زنده، ممکن است DNA وجود نداشته باشد اما تا زمانی‌که سلول زنده است، قطعاً غشا و سیتوپلاسم دارد. مثلاً گلبول‌های قرمز بالغ در انسان و بسیاری از پستانداران دیگر، هسته و بیشتر اندامک‌های خود را از دست داده است، بنابراین گلبول‌های قرمز بالغ، DNA ندارند. در گیاهان نیز سلول‌های آوند آبکش، هستهٔ خود را از دست داده‌اند ولی غشا و سیتوپلاسم دارند و بنابراین، زنده محسوب می‌شوند.

آن‌چه خواهیم خواند [فصل ۶ دهم] در گیاهان، سلول‌ها از دو بخش **پروتوپلاست** و **دیواره** تشکیل شده‌اند. پروتوپلاست **معادل با سلول جانوری** است و بخشی از سلول می‌باشد که دارای غشا، سیتوپلاسم و هسته است. در بعضی از سلول‌های گیاهی، مثل سلول‌های اسکلرانشیمی، آوند چوبی و بافت چوب‌پنبه‌ای، افزایش ضخامت دیوارهٔ سلولی، منجر به از بین رفتن پروتوپلاست و مرگ سلول می‌شود.

در فصل اول گفتیم که سلول، **واحد ساختاری و عملی حیات** است؛ سلول برای انجام اعمال مختلف، اجزایی درون خود دارد. هر یک از اجزای درون سلول، وظیفهٔ خاصی بر عهده دارند:

بخش سلول	توضیح
غشای پلاسمایی	**پوشش اطراف سلول:** کنترل ورود و خروج مواد و حفاظت از سلول
سیتوپلاسم (میان‌یاخته)	**مایع دربرگیرندهٔ اندامک‌ها:** حاوی اندامک‌ها و ترکیبات سلول
میتوکندری (راکیزه)	محل تنفس سلولی و تولید انرژی
ریبوزوم (رُناتن)	محل ساخت پروتئین‌ها
دستگاه گلژی	ارسال مواد به سایر اندامک‌ها، غشا و یا خارج از سلول
شبکهٔ آندوپلاسمی	**شبکهٔ ارتباطی و حمل مواد در سلول:** ساخت گروهی از پروتئین‌ها و لیپیدهای سلول
واکوئول (کَریچه)	**کیسهٔ غشایی:** ذخیرهٔ آب، مواد غذایی و دفعی
لیزوزوم (کافنده‌تن)	اندامک دارای آنزیم‌های گوارشی برای گوارش درون سلول
هسته	**محل قرارگیری DNA سلول:** کنترل اعمال سلول



یک سلول جانوری: در سیتوپلاسم سلول جانوری، هسته و اندامک‌ها قرار گرفته‌اند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «یاختهٔ جانوری»

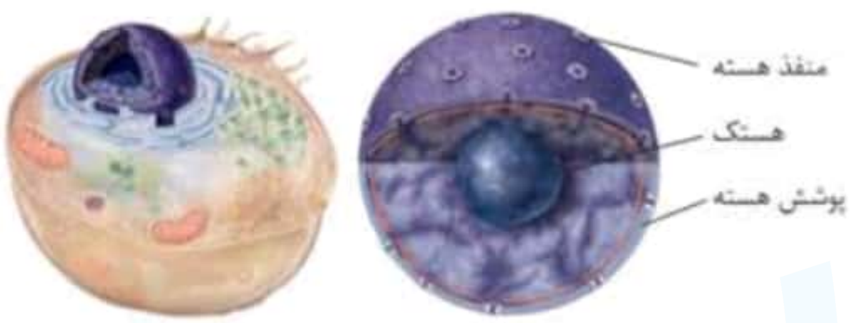
- ✓ هسته، اندامکی بزرگ در مرکز سلول است. در پوشش هسته، منافذی وجود دارند که با فضای درون شبکهٔ آندوپلاسمی در ارتباط هستند.
- ✓ در اطراف هسته، شبکهٔ آندوپلاسمی قرار می‌گیرد. در بخش‌هایی از شبکهٔ آندوپلاسمی، ریبوزوم‌ها در سطح شبکه قرار می‌گیرند. ساختار شبکهٔ آندوپلاسمی، متشکل از کیسه‌های پهنی است که با یکدیگر اتصال فیزیکی دارند. ریبوزوم‌ها، به صورت آزاد در سیتوپلاسم نیز مشاهده می‌شوند.
- ✓ دستگاه گلژی، مشابه شبکهٔ آندوپلاسمی، از تعدادی کیسهٔ پهن تشکیل شده است اما این کیسه‌ها، اتصال فیزیکی ندارند.
- ✓ میتوکندری (راکیزه)، دارای دو غشا است. غشای داخلی میتوکندری، دارای چین‌خوردگی می‌باشد. تعداد میتوکندری‌ها در یک سلول می‌تواند بیش از یک عدد باشد.

تا این‌جا کل مطالبی که لازم بود راجع به سلول بدونین رو گفتیم اما اگه می‌خواین یکم کامل‌تر بدونین، متن زیر رو بخونید که البته خارج از کتاب است و نیازی نیست جزئیاتش رو بدونین.

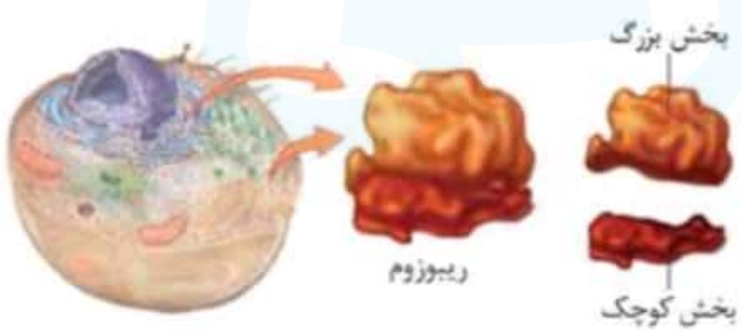
بررسی دقیق ساختارهای درون سلول جانوری

کتاب درسی، کلاً سلول رو بیخیال شده و هیچی راجع به قسمت‌های مختلف سلول نگفته. ولی خب این مطالب جزء چیزای پایه‌ای هستن و مسلماً دونستنشون، کمک می‌کنه بهتون برای درک بهتر مطالب. ولی این مطالب، جزء مباحث کتاب درسی نیست.

۱- هسته، مرکز فرماندهی سلول است. در یک سلول یوکاریوتی، بخش عمدهٔ DNA جاندار درون هسته قرار می‌گیرد و اطلاعات لازم برای زندگی سلول را شامل می‌شود. درون هسته، توسط شیرهٔ هسته پر شده است. در شیرهٔ هسته، کروموزوم‌ها (DNA + پروتئین) و هم‌چنین، هستک وجود دارد. هستک، ساختاری درون هسته می‌باشد که در تولید ریبوزوم‌ها نقش دارد در اطراف شیرهٔ هسته، پوشش هسته وجود دارد. پوشش هسته، از دو غشا تشکیل شده است. در بخش‌هایی، این دو غشا به یک‌دیگر پیوسته‌اند و منافذ هسته را ایجاد کرده‌اند.



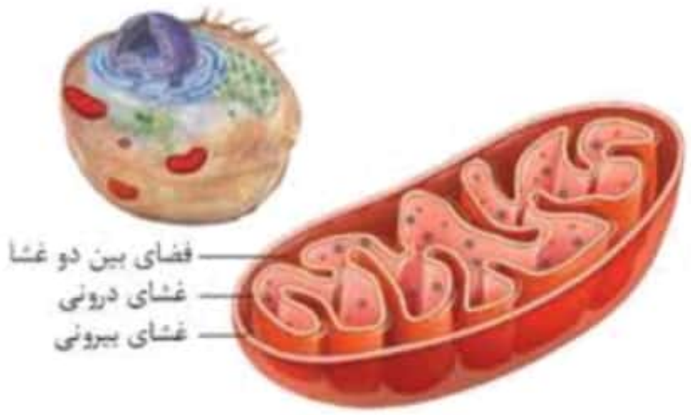
۲- ریبوزوم، ساختاری بدون غشا می‌باشد که در همهٔ سلول‌ها وجود دارد و در پروتئین‌سازی مؤثر است. ریبوزوم، دارای دو بخش کوچک و بزرگ می‌باشد که اتصال این دو بخش به یک‌دیگر، ریبوزوم فعال را ایجاد می‌کند. در سلول جانوری، ریبوزوم‌ها درون هسته تولید می‌شوند و در محل‌های مختلفی می‌توانند فعالیت کنند؛ مثل سطح خارجی پوشش هسته، سطح شبکهٔ آندوپلاسمی زبر، به‌صورت آزاد درون مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و ...



۳- شبکهٔ آندوپلاسمی، اندامکی است که از دو بخش مختلف تشکیل شده است و وظایف مهمی در سلول برعهده دارد. شبکهٔ آندوپلاسمی زبر، به این دلیل زبر خوانده می‌شود که در سطح آن، گروهی از ریبوزوم‌های سلول قرار دارند. این بخش از شبکهٔ آندوپلاسمی، اتصال مستقیم با هسته دارد و در اعمالی مانند پروتئین‌سازی و غشاسازی نقش دارد. پروتئین‌های ترشحی، پروتئین‌های غشایی و آنزیم‌های لیزوزومی، توسط شبکهٔ آندوپلاسمی زبر ساخته می‌شوند. شبکهٔ آندوپلاسمی صاف نقش مهمی در تولید لیپیدها برعهده دارد هم‌چنین، شبکهٔ آندوپلاسمی صاف در سلول‌های مختلف، می‌تواند وظایفی مانند تجزیه و خنثی‌کردن سم‌ها، ذخیرهٔ کلسیم و ... را نیز برعهده بگیرد.

۴- دستگاه گلژی، از تعدادی کیسهٔ پهن غشایی تشکیل شده است. بین این کیسه‌ها، ارتباط فیزیکی وجود ندارد. اهمیت دستگاه گلژی، در ترشح مواد و هم‌چنین ارسال مواد تولیدشده در شبکهٔ آندوپلاسمی به بخش‌های مختلف سلول است. موادی که در شبکهٔ آندوپلاسمی تولید می‌شوند (مثل پروتئین‌ها)، درون کیسه‌های غشایی قرار می‌گیرند و به سمت دستگاه گلژی ارسال می‌شوند. دستگاه گلژی، محتویات این کیسه‌ها را دسته‌بندی می‌کند و به بخش‌های مختلفی مانند سایر اندامک‌های سلول (مثل لیزوزوم)، غشای سلول و یا حتی خارج از سلول ارسال می‌کند.

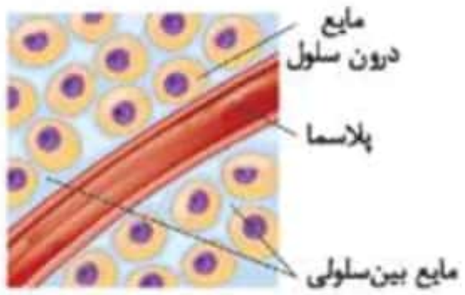
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی



۵- میتوکندری، یکی دیگر از اندامک‌های سلول‌های یوکاریوتی است. در میتوکندری، واکنش‌های مربوط به تنفس سلولی انجام می‌شود و انرژی زیستی لازم برای انجام فعالیت‌های سلول تأمین می‌شود. انجام تنفس سلولی در میتوکندری، وابسته به حضور اکسیژن درون سلول می‌باشد. به همین دلیل، کاهش اکسیژن در سلول، منجر به کاهش فعالیت میتوکندری و اختلال در تأمین انرژی مورد نیاز سلول می‌شود. این اندامک، دو غشایی می‌باشد و دانشمندان اعتقاد دارند که منشأ آن و کلروپلاست، باکتری‌هایی می‌باشند که در طی تکامل، وارد سلول‌ها شدند و به صورت میتوکندری و کلروپلاست درآمدند.

با لیزوزوم (کافنده‌تن) آخر فصل آشنا می‌شیم. واکونول (کریچه) و کلروپلاست (سبزدیسه) هم اندامک‌هایی هستن که در فصل (۶ دهم) با اونا آشنا میشیم.

درسنامهٔ ۲ مایع بین‌سلولی و محیط داخلی



در بدن انسان، انواع مختلف سلول‌ها به شکل بافت‌های مختلف سازمان یافته‌اند و فضای بین این یاخته‌ها توسط **مایع بین‌سلولی (بین‌یاخته‌ای)** پر شده است و سلول‌ها در این مایع بین‌سلولی زندگی می‌کنند. نقش مایع بین‌سلولی، تأمین مواد لازم برای رشد سلول (مثل اکسیژن و مواد مغذی) و دریافت مواد دفعی سلول (مثل کربن دی‌اکسید) می‌باشد. این مواد به کمک خون از سلول‌ها دور می‌شود.

نکته مایع بین‌سلولی برخلاف سلول، ساختار زنده محسوب نمی‌شود و همهٔ ویژگی‌های حیات را ندارد.

ترکیب مواد در مایع بین‌سلولی، مشابه **پلاسمای (خوناب) خون** است و **به‌طور دائم** نیز تبادل مواد بین مایع بین‌سلولی و پلاسما انجام می‌شود.

در واقع مایع بین‌سلولی، واسطه‌ای بین خون و سلوله. مایع بین‌سلولی، مواد لازم برای رشد سلول رو از خون می‌گیره و سلول هم مواد رو از مایع بین‌سلولی دریافت می‌کنه. سلول مواد دفعیشو وارد مایع بین‌سلولی می‌کنه و پس از اون، مایع بین‌سلولی هم مواد دفعی رو وارد خون می‌کنه تا از بدن خارج شن.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] تقریباً ثابت نگه‌داشتن وضعیت بدن، به‌معنای هومئوستازی (هم‌ایستایی) است. اختلال در هومئوستازی باعث می‌شود که ترکیب مواد در مایع بین‌سلولی و پلاسما تغییر کند و مشابه حالت طبیعی نباشد.

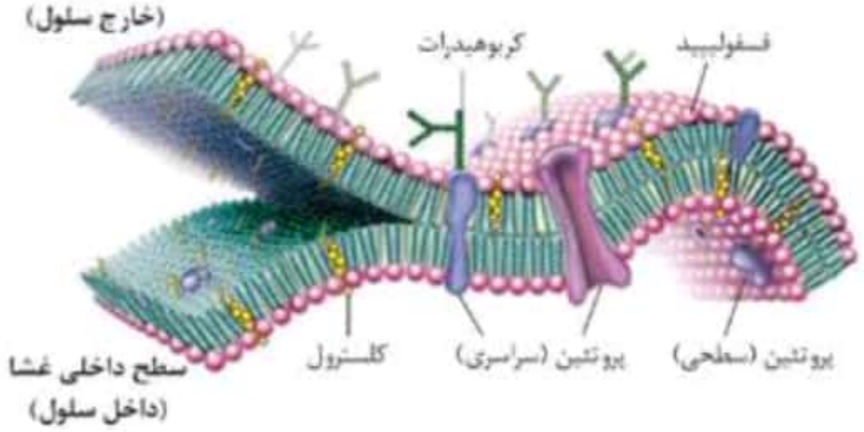
محیط داخلی: مجموعهٔ مایع بین‌سلولی بافت‌های بدن را که با خون در تبادل دائم است، محیط داخلی می‌نامند. به‌عبارتی دیگر، مایعات بدن شامل **خون، لنف** و **مایع بین‌سلولی**، محیط داخلی بدن را تشکیل می‌دهند. در فصل (۵) دهم، بیشتر راجع به مفهوم محیط داخلی صحبت می‌کنیم.

نکته سیتوپلاسم، جزء محیط داخلی بدن محسوب نمی‌شود.

نکته با توجه به تعریف محیط داخلی که شامل **مایعات بدن** است، می‌توان فهمید که محیط داخلی فقط **در جانداران پرسلولی** وجود دارد.

درسنامهٔ ۳ غشای سلول

گفتیم که غشای سلول، پوششی است که اطراف سلول را احاطه و از سلول حفاظت می‌کند و مواد گوناگون برای ورود به سلول و یا خروج از آن باید از سد غشای سلول عبور کنند، بنابراین **کنترل ورود و خروج مواد** نیز توسط غشای سلول انجام می‌شود. این ویژگی غشای سلول، بر اساس **خاصیت نفوذپذیری انتخابی (تراوایی نسبی)** است؛ یعنی فقط برخی از مولکول‌ها و یون‌ها می‌توانند از غشا عبور کنند.



ساختار غشا: همان‌طور که در شکل روبه‌رو می‌بینید، غشا از مولکول‌های **لیپیدی، پروتئین‌ها** و **کربوهیدرات‌ها** تشکیل شده است.

بخش لیپیدی غشا، از مولکول‌های **فسفولیپید** و **کلسترول** تشکیل شده است. فسفولیپیدها، **فراوان‌ترین مولکول‌های غشا** هستند و در بین آن‌ها، مولکول‌های کلسترول قرار گرفته‌اند. همان‌طور که در شکل مشخص است، بخش لیپیدی غشا به‌صورت **دو لایه** است و پروتئین‌ها نیز در بین فسفولیپیدها قرار می‌گیرند.

بخش پروتئینی غشا، شامل دو گروه پروتئین است. گروهی از پروتئین‌های غشا در سراسر عرض غشا و گروهی دیگر، فقط در یک سطح غشا قرار دارند و کل عرض غشا را طی نمی‌کنند.

نکته فقط گروهی از پروتئین‌هایی که به صورت سراسری در عرض غشا قرار دارند، می‌توانند مواد را در عرض غشا جابه‌جا کنند؛ مثل پروتئینی که در شکل نشان داده شده است و دارای منفذ می‌باشد.

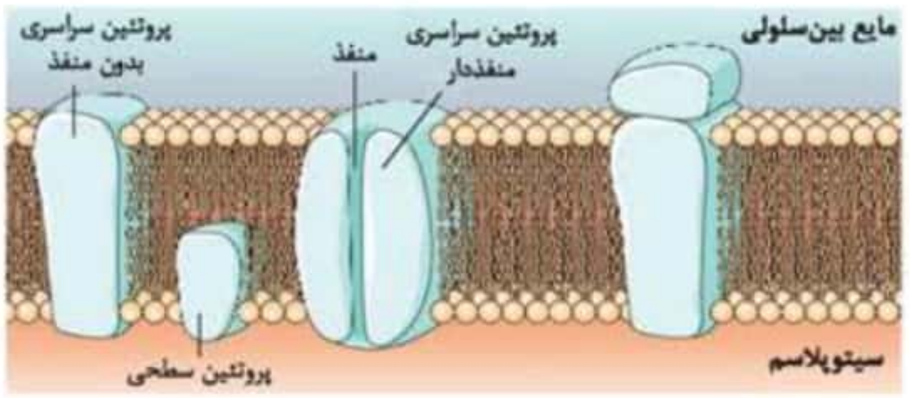
بخش کربوهیدراتی غشا، **فقط در سطح خارجی** قابل مشاهده است. در این سطح، کربوهیدرات‌ها، به صورت **زنجیره‌ای از مونوساکاریدها** (واحدهای سازندهٔ مولکول‌های قندی) **با مولکول‌های فسفولیپیدی و پروتئینی در تماس هستند** و ترکیباتی به صورت **گلیکولیپید**[1] و **گلیکوپروتئین‌ها**[2] را به‌وجود می‌آورند.

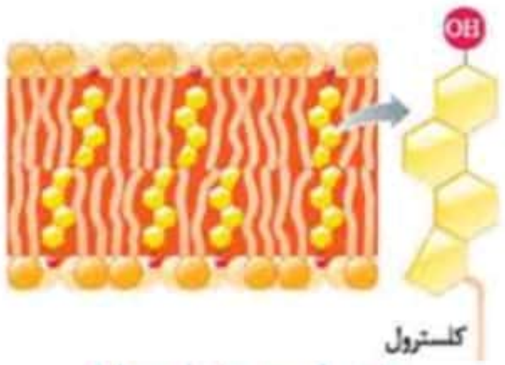
۱- گلیکولیپید: ترکیب کربوهیدرات و لیپید می‌باشد.

۲- گلیکوپروتئین: ترکیب کربوهیدرات و پروتئین می‌باشد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

کلسترول[1]: در شکل غشای سلول، می‌توانیم ساختار مولکول کلسترول را مشاهده کنیم. کلسترول، نوعی مولکول لیپیدی است که در ساختار آن، **چهار حلقه** مشاهده می‌شود. **سه حلقهٔ شش‌ضلعی** و **یک حلقهٔ پنج‌ضلعی**. همان‌طور که در شکل غشا نیز مشاهده می‌کنید، به حلقهٔ پنج‌ضلعی و انتهایی‌ترین حلقهٔ شش‌ضلعی، بخش دیگری نیز متصل می‌شود.





بخش لیپیدی غشای سلول

شکل «غشای سلول (یاخته)»

✓ همهٔ کربوهیدرات‌های غشا، به فسفولیپیدها یا پروتئین‌ها متصل هستند، اما دقت داشته باشید که فقط بعضی از پروتئین‌ها و فسفولیپیدهای غشا به کربوهیدرات‌ها متصل می‌باشند.

✓ انواع مختلفی از پروتئین‌های سراسری در غشای سلول وجود دارند. گروهی از این پروتئین‌ها، منافذی برای عبور مواد دارند.

✓ پروتئین‌های سطحی، فقط در سطح داخلی یا خارجی غشا قابل مشاهده هستند اما پروتئین‌های سراسری، در هر دو سطح غشا دیده می‌شوند. هر دو نوع پروتئین‌های غشا در سطح خارجی، می‌توانند به زنجیره‌های کربوهیدراتی متصل شوند.

✓ در هر فسفولیپید، دو اسید چرب وجود دارد که در قسمت میانی غشا قرار دارند.

✓ مولکول‌های کلسترول در بین مولکول‌های فسفولیپیدی قرار می‌گیرند.

✓ هم پروتئین‌های سطحی و هم پروتئین‌های سراسری نیز در بین فسفولیپیدهای غشا قرار دارند و در ارتباط با اسید چرب فسفولیپیدها می‌باشند. بنابراین، در هر پروتئین غشایی، بخش‌های آبدوست و آبگریز وجود دارد.

✓ کربوهیدرات‌های غشای سلول، فقط در سطح خارجی غشا قرار دارند و در سطح داخلی دیده نمی‌شوند.

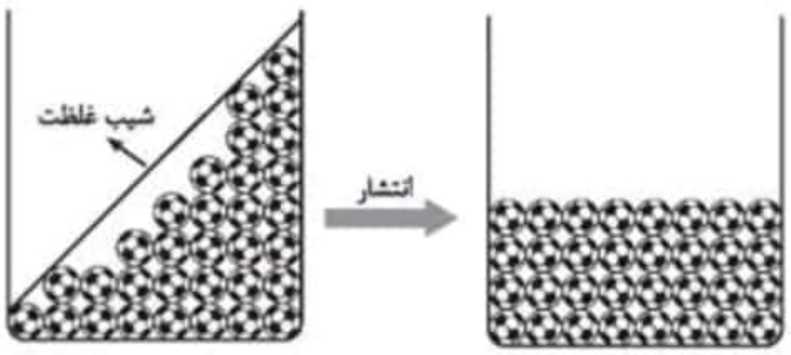
✓ فقط بعضی از پروتئین‌های سراسری غشا منفذ دارند و می‌توانند مواد را عبور دهند.

درسنامهٔ ۴ عبور مواد از غشای سلول

به‌طور کلی، ذرات کوچک برای عبور از غشای سلولی، یا از **فضای بین مولکول‌های فسفولیپیدی** می‌گذرند یا این‌که **با کمک مولکول‌های پروتئینی**، در عرض غشا جابه‌جا می‌شوند. انتقال ذرات بزرگ در عرض غشا، با **کمک کیسه‌های غشایی** انجام می‌شود.

شیب غلظت: اگر غلظت ماده‌ای در دو سوی غشا برابر نباشد، برای آن ماده، **شیب غلظت** وجود دارد؛ برای مثال، مقدار یون سدیم در خارج از سلول بیشتر از درون سلول است. پس برای یون سدیم، شیب غلظت از سمت خارج سلول به سمت داخل سلول وجود دارد.

زمانی‌که مواد در جهت شیب غلظت خود جابه‌جا می‌شوند، مصرف انرژی زیستی برای حرکت مواد لازم نیست. حرکت مواد در این حالت، به دلیل **انرژی جنبشی** مواد می‌باشد.



شیب غلظت

توپ‌ها، در جهت شیب غلظت خود جابه‌جا می‌شوند، تا در نهایت، تعداد توپ‌ها در همه جای ظرف یکسان شود.

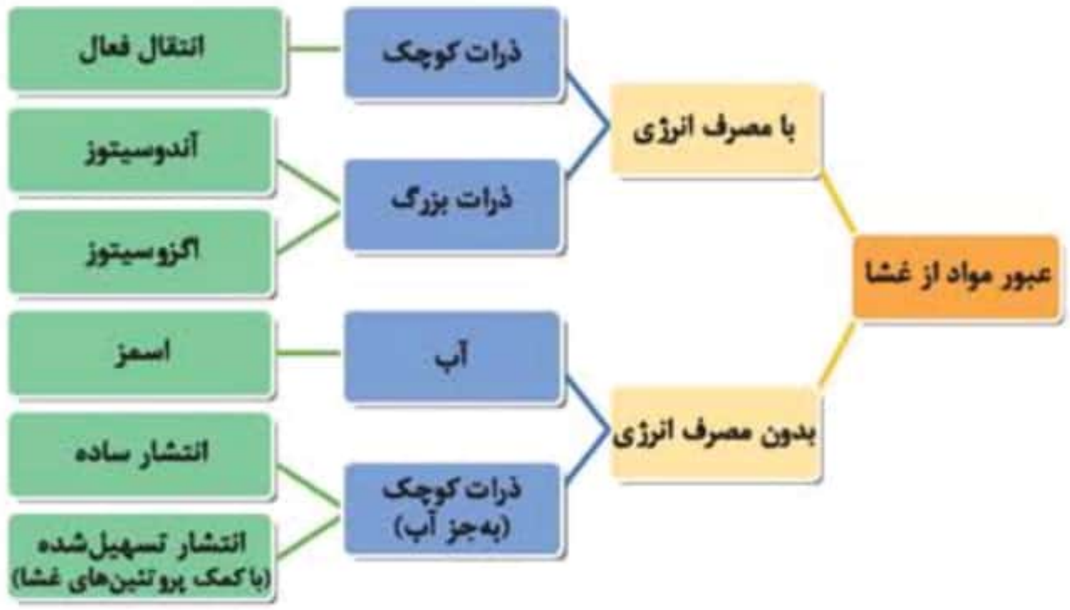
موافقین یکم بیشتر راجع به شیب غلظت صحبت کنیم؟ کی شیب ایجاد میشه؟ وقتی یه چیزی بالاتر از یه چیز دیگه باشه! مثلاً اگه یه‌طرف خیابون بالاتر از طرف دیگش باشه، خیابون شیبدار هست. برای غلظت هم همینجوره. اگه یه‌جا غلظت بالاتر از یه جای دیگه باشه، بین اونا شیب غلظت وجود داره. حالا چرا جهت حرکت مواد از جای با غلظت بالا به جای با غلظت کم هست، یعنی در جهت شیب غلظت؟ فرض کنین سوار ماشین در یه خیابون شیبدار هستین. اگه پاتون رو بردارین، ماشین به سمت پایین میره یا بالا؟ از بالا به سمت پایین میره، یعنی در جهت شیب! البته، در خلاف جهت شیب خیابون هم میشه حرکت کرد اما برای این کار، باید گاز داد، یعنی سوخت ماشین (همون بنزین) باید مصرف بشه. سلول هم با مصرف سوخت خودش (انرژی زیستی)، مواد رو در خلاف جهت شیب غلظت جابه‌جا می‌کنه که بهش میگن، انتقال فعال. در ادامه بیشتر راجع بهش صحبت می‌کنیم.

روش‌های عبور مواد از غشای یاخته: **انتشار، انتشار تسهیل‌شده و اسمز (گذرندگی)**، روش‌هایی برای عبور مواد از غشا هستند که در آن‌ها، حرکت مواد **در جهت شیب غلظت** انجام می‌شود و **سلول انرژی مصرف نمی‌کند**. اگر انتشار با کمک پروتئین‌های غشایی انجام شود، **انتشار تسهیل‌شده** نامیده می‌شود و اگر ماده‌ای که منتشر می‌شود، **آب** باشد، به آن اسمز می‌گویند.

---

۱. کلسترول ساختار پایه‌ای دارد. تمام استروئیدهای دیگر نیز از کلسترول ساخته می‌شوند، مثلاً هورمون‌های جنسی نیز نوعی استروئید هستند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی



گاهی لازم است که سلول، ذرات کوچک را در **خلاف جهت شیب غلظتشان** جابه‌جا کند تا بتواند نیازهای خود را تأمین کند. با توجه به این‌که حرکت طبیعی مواد در جهت شیب غلظت است، سلول برای انتقال مواد در خلاف جهت شیب غلظت، باید **انرژی زیستی مصرف کند**. این انرژی، می‌تواند توسط **مولکول‌های ATP** تأمین شود. به این روش عبور مواد از غشا، **انتقال فعال** می‌گویند.

نکته دقت داشته باشید که انتقال فعال، همیشه با **مصرف انرژی زیستی** و **با کمک پروتئین‌های غشایی** انجام می‌شود.

حالت سوم عبور مواد از غشا مربوط به ذرات بزرگ، مثل مولکول‌های پروتئینی است. در انتقال این مواد، **کیسه‌های غشایی** نقش دارند. اگر مواد وارد سلول شوند، به آن **آندوسیتوز**[1] می‌گویند و اگر مواد از سلول خارج شوند، به آن **اگزوسیتوز**[2] گفته می‌شود.

جمع‌بندی

مقایسهٔ انواع روش‌های انتقال مواد

روش انتقال	غیرفعال		فعال	آندوسیتوز و اگزوسیتوز	
روش عبور مواد	انتشار ساده	انتشار تسهیل‌شده	اسمز	انتقال فعال	آندوسیتوز	اگزوسیتوز
مصرف انرژی زیستی	ندارد	ندارد	ندارد	+	+	+
پروتئین‌های غشایی	ندارد	+	گاهی همراه با آکواپورین	+	ندارد	ندارد
کیسه‌های غشایی	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	+	+
جهت حرکت	در جهت شیب غلظت (از جای پرتراکم به جای کم‌تراکم)			در خلاف جهت شیب غلظت	ورود به سلول	خروج از سلول
مواد عبوری	ذرات (مولکول‌ها و یون‌ها) کوچک		آب	ذرات کوچک	ذرات بزرگ، مثل پروتئین‌ها	

مثال‌های روش‌های انتقال مواد (ترکیبی با فصل‌های دیگر)

نام روش			مثال
انتقال غیرفعال	انتشار	ساده	۱- جذب چربی‌ها و ویتامین‌های محلول در چربی در رودهٔ باریک، ۲- عبور اکسیژن، کربن دی‌اکسید و اوره از غشا، ۳- جذب ویتامین‌های محلول در آب (به‌جز B_{12})
		تسهیل شده	۱- خروج گلوکز و آمینواسیدها از سلول‌های پوششی رودهٔ باریک، ۲- ورود سدیم به سلول، ۳- خروج پتاسیم از سلول
		اسمز	۱- جذب آب در رودهٔ باریک و بزرگ
	انتقال فعال		۱- جذب گلوکز، آمینواسیدها و بعضی از مواد معدنی (مثل آهن و کلسیم) در رودهٔ باریک، ۲- پمپ شدن یون‌ها به درون آوند چوبی، ۳- پمپ شدن ساکارز و یون‌های پتاسیم و کلر به داخل یا خارج از سلول‌های نگهبان روزنه، ۴- بارگیری و باربرداری آبکشی
ذرات بزرگ	آندوسیتوز		۱- جذب ویتامین B_{12} در روده، ۲- تشکیل واکوئل غذایی، ۳- ورود پروتئین‌ها به سلول‌های پوششی مویرگ، ۴- فاگوسیتوز
	اگزوسیتوز		۱- ترشح پروتئین‌ها (مثل پادتن، پرفورین، آنزیم گوارشی، لیزوزیم، موسین و ...)، ۲- تخلیهٔ واکوئل دفاعی، ۳- خروج پروتئین‌ها از سلول‌های پوششی مویرگ، ۴- خروج کیلومیکرون از سلول‌های پوششی رودهٔ باریک، ۵- آزادسازی ناقل عصبی از پایانهٔ آکسون

حتماً این روش‌ها رو خوب یاد بگیرید چون توی همهٔ قسمتای بعدی کتاب بهشون نیاز داریم! در درسنامه‌های بعدی، هر کدام از روش‌های انتقال مواد را به‌صورت جداگانه و مفصل بررسی می‌کنیم.

۱- آندو: درون، سیتو: سلول ⇐ آندوسیتوز یعنی وارد کردن مواد به درون سلول.

۲- اگزو: بیرون، سیتو: سلول ⇐ اگزوسیتوز یعنی خارج کردن مواد از سلول.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

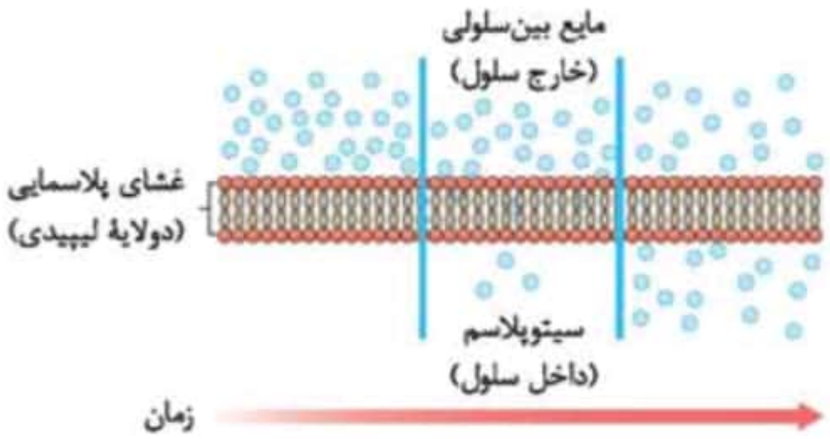
درسنامه ۵

انتشار ساده و تسهیل‌شده

انتشار ساده

انتشار، نوعی روش **انتقال غیرفعال** مواد است. در این روش، مواد از جایی با غلظت زیاد به جایی با غلظت کم می‌روند؛ یعنی مواد در **جهت شیب غلظت** خود جابه‌جا می‌شوند. نتیجهٔ نهایی انتشار این است که غلظت ماده، در تمامی قسمت‌های محیطی که در آن انتشار انجام می‌شود، یکسان خواهد شد. برای انجام انتشار، سلول انرژی مصرف نمی‌کند و **انرژی جنبشی** مواد، عامل حرکت آن‌ها در جهت شیب غلظت می‌باشد.

شکل مقابل، انتشار ساده رو خیلی خوب و با یه مثال کاربردی نشون میده. وقتی که یه کیسهٔ چای رو در آب جوش قرار می‌دیم، غلظت چای در محل کیسه زیاد و در سایر نقاط آب کم (صفر) هست. ذرات چای در همهٔ جهات حرکت می‌کنن و در نهایت، در سراسر آب جوش، مقدار چای به تعادل می‌رسه. در این زمان، انتشار متوقف میشه غلظت چای در همه جای آب یکسان هست. حواستون باشه که مهم‌ترین نکته‌ای که فعلاً باید در مورد انتشار ساده بدونین این هست که در انتشار ساده، ذرات در همهٔ جهات به‌طور تصادفی حرکت می‌کنند ولی برایند حرکت به سمت محل کم غلظت است.



مثال جذب چربی‌ها و ویتامین‌های محلول در چربی در رودهٔ باریک، عبور اکسیژن و کربن دی‌اکسید از غشا

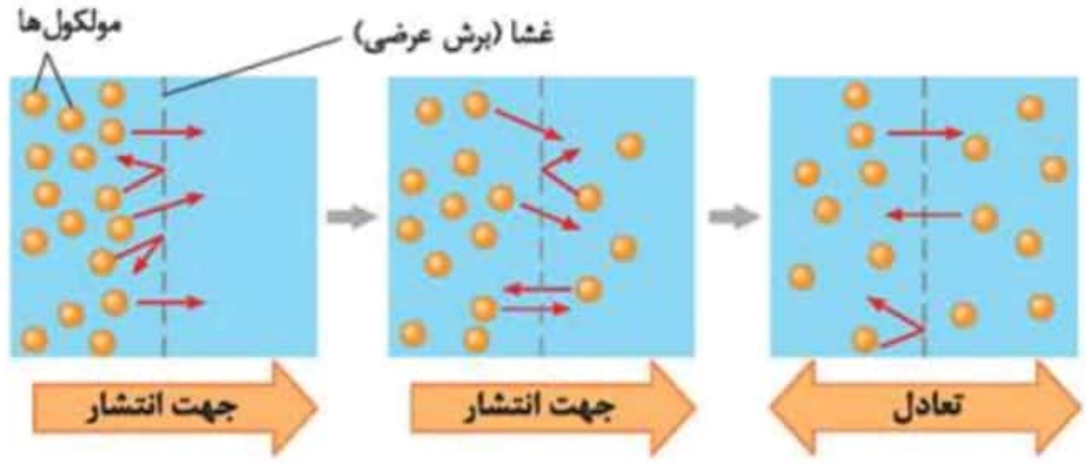
نکته در انتشار، سلول انرژی زیستی مصرف نمی‌کند ولی انرژی جنبشی مولکول‌ها، برای حرکت آن‌ها ضروری است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] موادی می‌توانند از غشا با انتشار ساده عبور کنند که محلول در لیپید باشند[1]. انتشار سایر مواد از غشا، به‌صورت تسهیل‌شده و با کمک پروتئین‌های غشایی انجام می‌شود، البته مولکول‌های آب به دلیل کوچک بودن، می‌توانند از فسفولیپیدهای غشا عبور کنند.

شکل «انتشار ساده»

- ✓ در انتشار ساده، مولکول‌ها از بین دو لایهٔ فسفولیپیدی عبور می‌کنند.
- ✓ در انتشار، با گذر زمان، اختلاف غلظت در دو سوی غشا کاهش پیدا می‌کند.

برای درک بهتر فرایند انتشار به شکل زیر دقت کنید. همان‌طور که می‌بینید، مولکول‌ها بر اساس انرژی جنبشی خود، در **همهٔ جهات** به‌طور تصادفی حرکت می‌کنند. طبیعتاً احتمال این‌که مواد از جایی که تعداد آن‌ها بیشتر است (جای پرغلظت)، به جایی که تعداد آن‌ها کم‌تر است (جای کم‌غلظت) بروند، بیشتر است. پس از مدتی، غلظت مواد در دو سمت به تعادل می‌رسد. دقت داشته باشید که پس از به تعادل رسیدن غلظت مواد در محیط انتشار، هنوز هم مواد جابه‌جا می‌شوند ولی دیگر تغییری در غلظت مواد در دو سوی غشا ایجاد نمی‌شود؛ زیرا غلظت مواد در همه‌جا برابر است و احتمال حرکت مواد به هر دو سمت یکسان شده است.



نکته در انتشار، مولکول‌ها در **هر دو جهت** حرکت می‌کنند؛ یعنی هم در جهت شیب غلظت و هم در خلاف جهت شیب غلظت. اما تعداد مولکول‌هایی که در جهت شیب غلظت حرکت می‌کنند، بیشتر است؛ یعنی **حرکت خالص مولکول‌ها**، در جهت شیب غلظت و از جای پرغلظت به جای کم‌غلظت است.

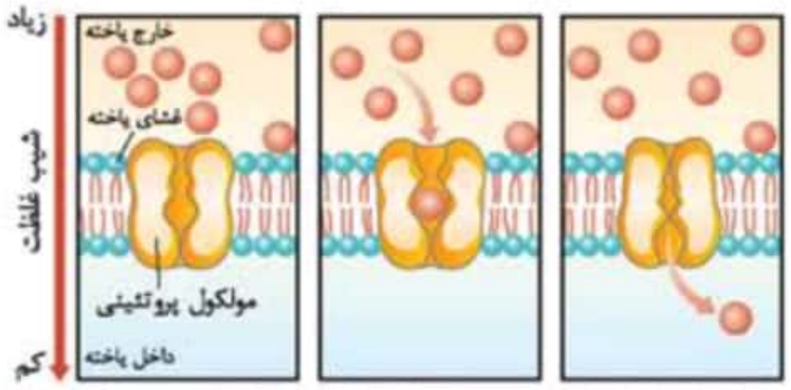
۱- به طور کلی، مواد به دو دستهٔ آبدوست و آبگریز تقسیم می‌شوند. مولکول‌های قطبی، یون‌ها و آب، آبدوست هستند اما لیپیدها، همگی مولکول‌هایی آبگریز هستند. البته بعضی از لیپیدها، مثل فسفولیپیدها، دارای بخش آبدوست هم هستند. در ساختار غشای سلول، در هر لایهٔ فسفولیپیدی، بخش آبگریز در میان غشا و بخش آبدوست به سمت خارج غشا قرار دارد. فقط مولکول‌های آبگریز، مثل لیپیدها، می‌توانند از غشای سلول عبور کنند و سایر مواد باید از طریق پروتئین‌های غشایی جابه‌جا شوند. البته، مولکول‌های کوچک مثل گازهای تنفسی و آب نیز می‌توانند از میان مولکول‌های

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

توضیح بیشتر: *پس در انتشار، مولکول‌ها به صورت تصادفی در هر جهتی حرکت می‌کنن. یعنی هم از جای پرغلظت به جای کم‌غلظت میرن و هم از جای کم‌غلظت به جای پرغلظت میرن. اما در نهایت غلظت مولکول‌ها در دو سمت به تعادل میرسه. چرا؟ چون که تعداد مولکول‌هایی که از سمت پرغلظت می‌تونن برن سمت کم‌غلظت، بیشتره و پس از مدتی دیگه تعداد مولکول‌هایی که در دو سمت هستن برابر میشه. وقتی که تعداد مولکول‌ها برابر شد، احتمال رفتن مولکول‌ها به هر سمت غشا برابر میشه و در نتیجه، غلظت مولکول‌ها در محیط به تعادل میرسه.*

انتشار تسهیل‌شده

انتشار تسهیل‌شده، نوعی انتشار است که در آن، مولکول‌ها با کمک **پروتئین‌های غشایی** از غشای سلول عبور می‌کنند. در انتشار تسهیل‌شده، همانند انتشار ساده، سلول برای جابه‌جایی مواد **انرژی مصرف نمی‌کند** و حرکت مواد **در جهت شیب غلظت** انجام می‌شود.



انتشار تسهیل‌شده

مثال خروج گلوکز و آمینواسیدها از سلول‌های پوششی رودهٔ باریک به مایع بین‌سلولی

نکته پروتئین‌هایی که در انتشار تسهیل‌شده فعالیت می‌کنند، در سراسر عرض غشا قرار دارند و دارای منفذی برای عبور مواد می‌باشند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۷ دهم] آکواپورین، نوعی کانال پروتئینی در غشای سلول و واکوئول (کریچه) است که برای جابه‌جایی آب اختصاصی شده است. وجود آکواپورین در غشا، سرعت جابه‌جایی آب را افزایش می‌دهد و لذا، در شرایط کم‌آبی، تعداد آکواپورین‌ها در غشا افزایش می‌یابد. حرکت مولکول‌های آب از طریق آکواپورین، نوعی انتشار تسهیل‌شده و براساس قوانین اسمز است که در ادامه، راجع به آن صحبت می‌کنیم.

کانال‌های غشایی[1]

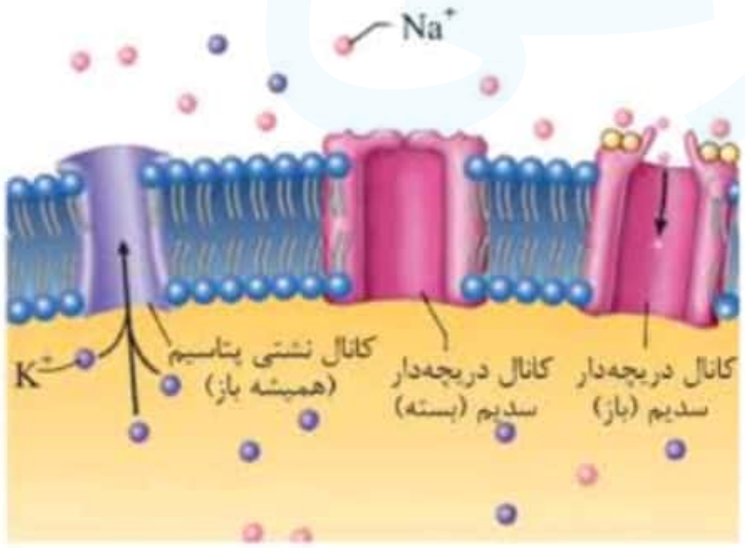
انتشار تسهیل‌شده با کمک **کانال‌های غشا** انجام می‌شود. کانال‌ها، گروهی از **پروتئین‌های سراسری** غشا هستند که وظیفهٔ آن‌ها، جابه‌جا کردن مواد در عرض غشای یاخته است. کانال‌های غشا به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- کانال‌های نشتی (همیشه باز): کانال‌های نشتی، کانال‌هایی هستند که همیشه باز هستند و مواد به‌طور دائمی می‌توانند از آن‌ها عبور کنند.

مثال : کانال نشتی پتاسیم، کانال نشتی سدیم، کانال آب (آکواپورین)

۲- کانال‌های دریچه‌دار: در ساختار این کانال‌ها، دریچه‌ای وجود دارد که حرکت مواد را تنظیم می‌کند. در واقع، زمانی که دریچهٔ کانال بسته باشد، مواد نمی‌توانند از کانال عبور کنند و عبور مواد از کانال فقط زمانی مشاهده می‌شود که دریچهٔ کانال باز باشد.

مثال کانال دریچه‌دار پتاسیم، کانال دریچه‌دار سدیم



نکته برای عبور مواد از کانال‌های دریچه‌دار، لازم است که تغییری در ساختار سه بعدی پروتئین ایجاد شود ولی عبور مواد از کانال‌های نشتی، نیازی به تغییر شکل سه بعدی پروتئین ندارد.

نکته کانال‌ها به‌طور اختصاصی عمل می کنند. یعنی مثلاً از کانال نشتی پتاسیم، فقط یون پتاسیم عبور می‌کند[2].

درسنامه ۶ اسمز (گذرندگی)

اسمز، در واقع **انتشار آب** است؛ یعنی اگر در انتشار مولکولی که جابه‌جا می‌شود آب باشد، به آن اسمز گفته می‌شود. بنابراین، اساس اسمز، **اختلاف پتانسیل (غلظت) آب** در دو سوی یک **غشای دارای تراوایی نسبی** است و در آن، آب از جایی با پتانسیل بیشتر به جایی با پتانسیل کم‌تر می‌رود[3].

پتانسیل آب: برای آب، به‌جای غلظت از پتانسیل استفاده می‌کنیم. هرجا که آب بیشتر باشد، پتانسیل آب هم بیشتر است مثلاً اگر دو محلول با حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر داشته باشیم که در یکی از آن‌ها، به اندازهٔ ۱۰ میلی‌لیتر از حجم محلول توسط مولکول‌های قندی اشغال شده باشد و محلول دیگر، فقط آب خالص باشد، پتانسیل آب در محلول دوم (آب خالص) بیشتر است. در واقع، هر چقدر محلولی غلیظ‌تر باشد (حل‌شونده‌های بیشتری داشته باشد)، پتانسیل آب در آن کم‌تر است. آب، تمایل دارد از جایی با پتانسیل بیشتر به جایی با پتانسیل کم‌تر برود.

حالا سؤالی که پیش میاد اینه که چرا برای به‌تعادل رسیدن غلظت در دو سمت غشا، بعضی وقتا اسمز انجام میشه و بقیهٔ اوقات، مواد دیگه جابه‌جا میشن؟

۱- در مورد کانال‌های غشایی در فصل (۱) یازدهم توضیح داده شده است. لذا، ما برای درک بهتر انتشار تسهیل‌شده، در این قسمت راجع به کانال‌ها توضیح دادیم.

۲- البته مولکول‌های آب به دلیل کوچک بودن می‌توانند از این کانال‌ها عبور کنند ولی باز هم عملکرد کانال‌ها را اختصاصی در نظر می‌گیریم.

۳- در این درسنامه، با مفهوم پتانسیل آب به طور خلاصه آشنا می‌شویم. توضیح کامل پتانسیل آب را در فصل (۷) می‌خوانید.

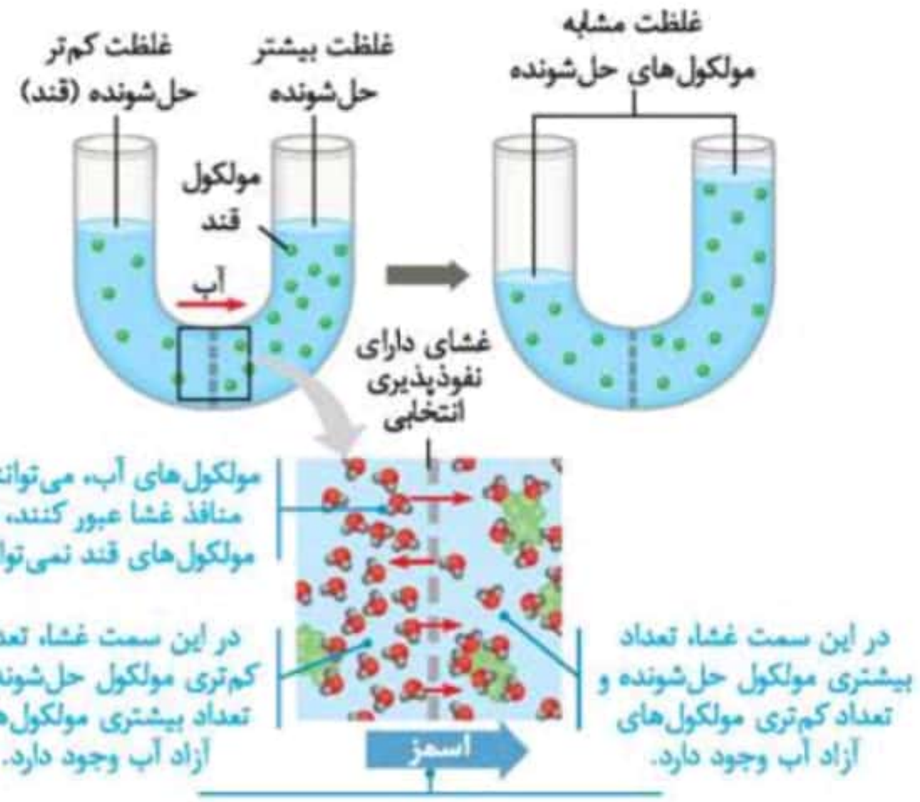
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نفوذپذیری انتخابی چیست؟

غشای سلول، از دو سمت، توسط محلول آبی احاطه شده است؛ در سمت داخل غشا، سیتوپلاسم و در سمت خارج غشا، مایع بین‌سلولی وجود دارد. در سیتوپلاسم و مایع بین‌سلولی، نوعی محلول آبی وجود دارد که در آن، مولکول‌ها و یون‌های مختلفی وجود دارند. غشای سلول نسبت به این مواد، **نفوذپذیری انتخابی** یا **تراوایی نسبی** دارد.

نفوذپذیری انتخابی یا تراوایی نسبی، یعنی این‌که غشا **فقط به بعضی از مواد اجازهٔ عبور می‌دهد** و سایر مواد نمی‌توانند از غشای سلول عبور کنند.

حالا اگه مفهوم نفوذپذیری انتخابی و پتانسیل آب رو خوب متوجه شدین، به شکل زیر دقت کنید:



آب از جایی با پتانسیل بیشتر، به جایی با پتانسیل کم‌تر می‌رود.

مکانیسم اسمز: در شکل، یک لولهٔ U شکل می‌بینید که در آن، محلولی از قند در آب وجود دارد. در بخش میانی لوله، غشایی با نفوذپذیری انتخابی وجود دارد. غلظت مولکول‌های قندی در سمت راست غشا، بیشتر از سمت چپ غشا است. طبیعتاً انتظار می‌رود که مولکول‌های قندی، در جهت شیب غلظت خود و از طریق انتشار، از غشا عبور کنند و غلظت مولکول‌های قندی در دو سمت غشا به تعادل برسد. اما این اتفاق نمی‌افتد؛ چرا؟ زیرا منافذ غشا برای عبور مولکول‌های قندی به اندازهٔ کافی بزرگ نیستند. در واقع، فقط مولکول‌های آب می‌توانند از این منافذ عبور کنند و مولکول‌های قندی از غشا عبور نمی‌کنند (غشا نسبت به مولکول‌های قندی نفوذناپذیر است). در این حالت، برای این‌که اختلاف پتانسیل آب و هم‌چنین اختلاف غلظت قند از بین برود، مولکول‌های آب از غشا عبور می‌کنند. انتشار آب، در جهت شیب پتانسیل آب انجام می‌شود؛ یعنی آب از جایی با پتانسیل بیشتر به جایی با پتانسیل کم‌تر حرکت می‌کند، مثلاً در شکل بالا، پتانسیل آب در سمت چپ غشا بیشتر است؛ زیرا در این سمت، تعداد مولکول‌های حل‌شونده کم‌تر است و حجم بیشتری از محلول را مولکول‌های آب اشغال می‌کنند.

خواستون باشه که حجم محلول در دو سمت غشا برابر است. پس در سمتی که قند کم‌تر باشه، آب بیشتره.

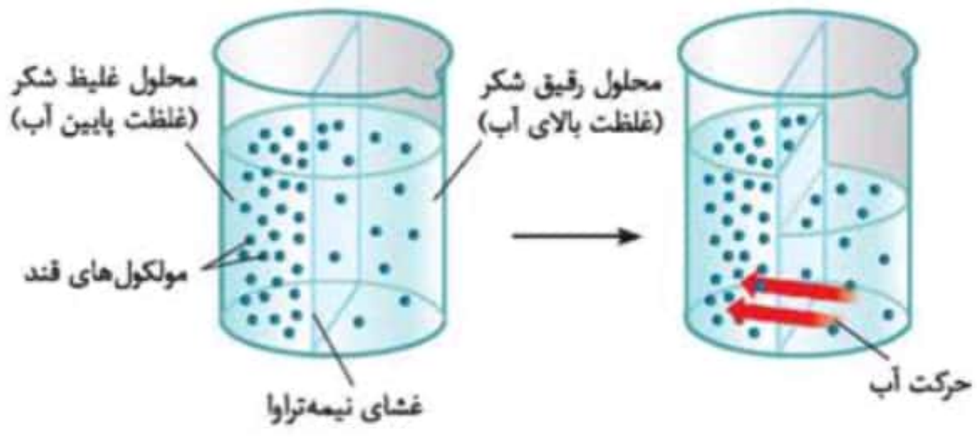
به **انتشار آب** از درون **غشایی** با **تراوایی نسبی**، **اسمز** می‌گویند. در اسمز، **جابه‌جایی خالص آب** وجود دارد؛ یعنی، فقط آب جابه‌جا می‌شود و دلیل آن، **اختلاف غلظت محلول‌های آبی** در دو سمت غشایی با نفوذپذیری انتخابی است.

مثال جذب آب در رودهٔ باریک و بزرگ

انتشار آب در اسمز، در جهت شیب غلظت انجام می‌شود یا خلاف جهت شیب غلظت؟

اسمز، مثل سایر روش‌های انتشار، در جهت شیب غلظت انجام می‌شود.

۱ـ اولین مشکلی که در این بحث به‌وجود می‌آید این است که در اسمز، آب از محلول رقیق‌تر به محلول غلیظ‌تر می‌رود؛ یعنی از جایی با غلظت بیشتر به جایی با غلظت کم‌تر و این یعنی خلاف جهت شیب غلظت. اما این تفکر در مورد اسمز اشتباه هست. *بیاین اول انتشار ساده‌ی یک ماده‌ی دیگه رو بررسی کنیم.*

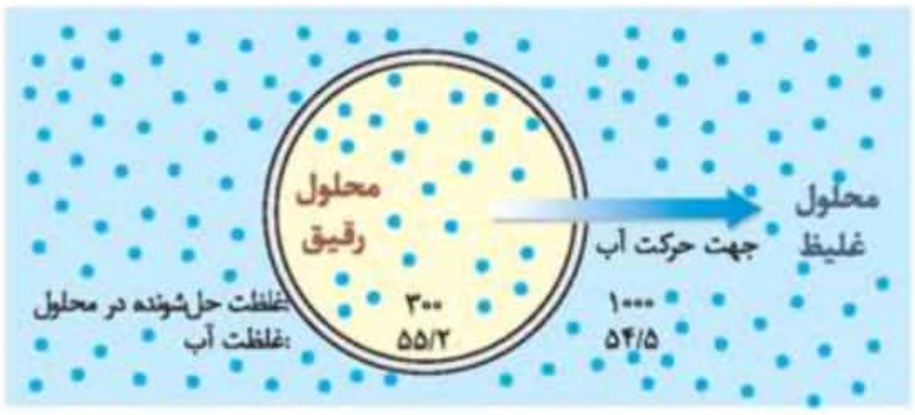


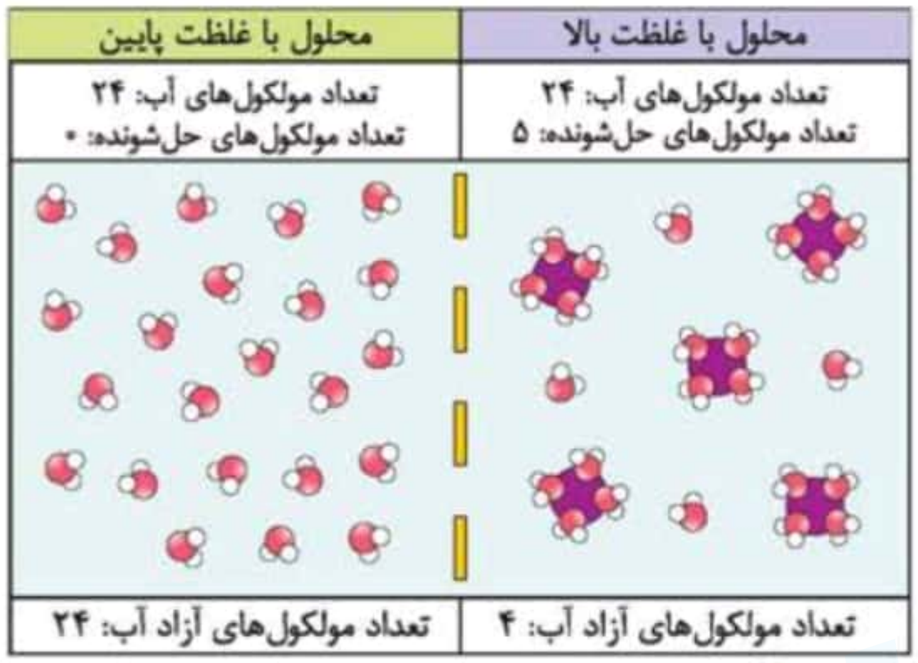
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۲- وقتی که هوای دمی و غنی از اکسیژن وارد حبابک‌ها میشه، اکسیژن از هوای دمی وارد خون میشه. در اینجا انتشار ساده و در جهت شیب غلظت رخ میره. اما آیا غلظت خون بیشتره یا هوا؟ مسلماً خون. اما باز هم ما می‌گیم انتشار در جهت شیب غلظت چون غلظت اکسیژن در هوای دمی بیشتر از خون هست. ۳- در اسمز هم ما نباید به غلظت کل محلول کاری داشته باشیم بلکه شیب غلظت بر اساس ماده‌ای تعریف میشه که قراره جابه‌جا بشه که در این‌جا، آب هست. آب از جایی که غلظت مولکول‌های آب بیشتر است به جایی میره که غلظت مولکول‌های آب کم‌تره. یعنی اسمز در جهت شیب غلظت مولکول‌های آب انجام میشه.

۴- شاید تعریف غلظت درباره‌ی آب یکم براتون عجیب باشه. اصولاً ما در تعریف غلظت محلول داریم نسبت مقدار حل‌شونده به مقدار محلول. بنابراین، وقتی که داریم راجع به غلظت محلول صحبت می‌کنیم، درباره‌ی حل‌شونده‌ها داریم حرف می‌زنیم. اما اینجا صحبت درباره‌ی حلال است. بنابراین، غلظت رو به‌صورت مقدار آب به مقدار محلول بیان می‌کنیم؛ این تعریف تقریباً معادل با پتانسیل آب هست. آب از جایی که مقدار نسبی مولکول‌هاش بیشتر باشه به جایی میره که مقدار نسبی مولکول‌ها کمتر.

۵- یکم دقیق‌تر بخوایم بگیم، غلظت معادل Concentration است. این واژه، در زبان فارسی به‌معنای تراکم هم هست. در واقع، بهتره که در مورد آب به‌جای غلظت بگیم تراکم اما همون مفهوم غلظت رو داره. پس وقتی می‌گیم جایی که غلظت آب بیشتره، یعنی جایی که مقدار نسبی آب بیشتره. اگه بگیم غلظت محلول بیشتره، یعنی مقدار حل‌شونده بیشتری در محلول وجود داره.





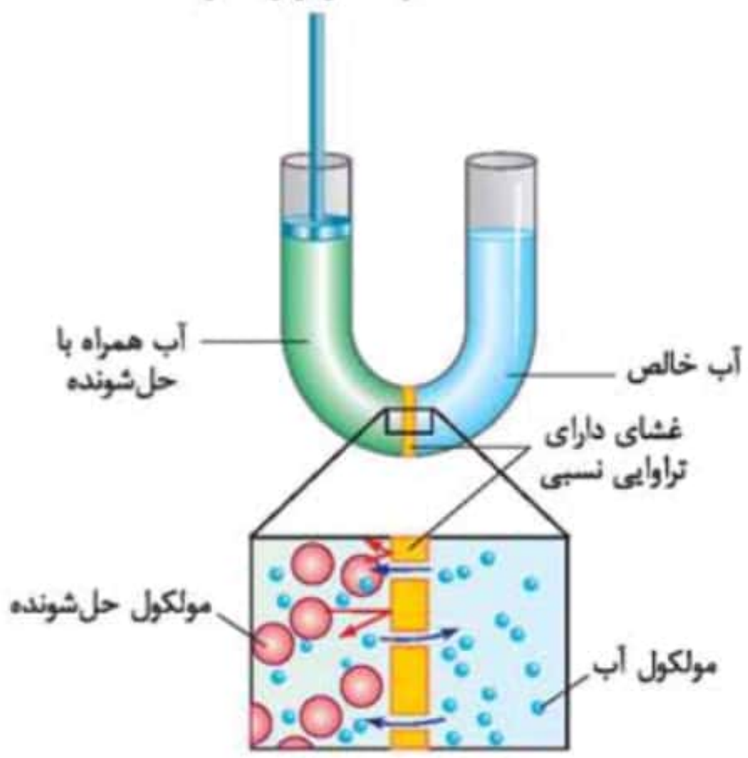
خب، حالا بار دیگر به شکل دقت کنید. همان‌طور که می‌بینید، قبل از اسمز، حجم محلول در دو سمت غشا برابر است اما پس از اسمز، حجم محلول سمت راست غشا افزایش پیدا می‌کند. به‌طور طبیعی، این حالت در سلول‌های بدن ما ایجاد نمی‌شود و سلول‌ها افزایش یا کاهش حجم پیدا نمی‌کنند. دلیل آن، این است که غلظت مواد در مایع بین‌سلولی و خون، مشابه سیتوپلاسم (درون سلول) است و در نتیجه، به‌طور معمول، جابه‌جایی مقدار زیاد آب و تغییر حجم سلول، مشاهده نمی‌شود.

خب حالا می‌رسیم به تعریف فشار اسمزی. یکم درک این قسمت نیاز به دقت بیشتری داره.

❑ فشار اسمزی

«فشار لازم برای **توقف کامل** اسمز، **فشار اسمزی محلول** نام دارد که **عامل پیش‌برنده‌ی اسمز** است.»

شاید الان گیج شده باشین و طبیعتاً این سؤال باید براتون پیش اومده باشه که چه‌جوری چیزی که عامل توقف اسمز هست، میتونه عامل پیش‌برندهٔ اسمز هم باشه؟ خب این تعریف کتاب درسی از فشار اسمزی هست و حق دارین که هیچی از اون نفهمین؛ چون به بدترین شکل ممکن بیان شده. پس باید یه توضیح کامل بدیم تا فشار اسمزی رو خوب یاد بگیرین. اما فعلاً اینو میدونیم که فشار اسمزی عاملی هست که میتونه باعث توقف کامل اسمز بشه و در عین حال، اگه فشار اسمزی نباشه، اسمز انجام نمیشه. پس عامل مهمی در تعیین انجام شدن یا نشدن اسمز هست. اما برای این‌که بتونیم فشار اسمزی رو تعریف کنیم، میخوایم هر بخشی از تعریف فشار اسمزی رو یه بار بررسی کنیم تا متوجه بشیم که فشار اسمزی دقیقاً چی هست.

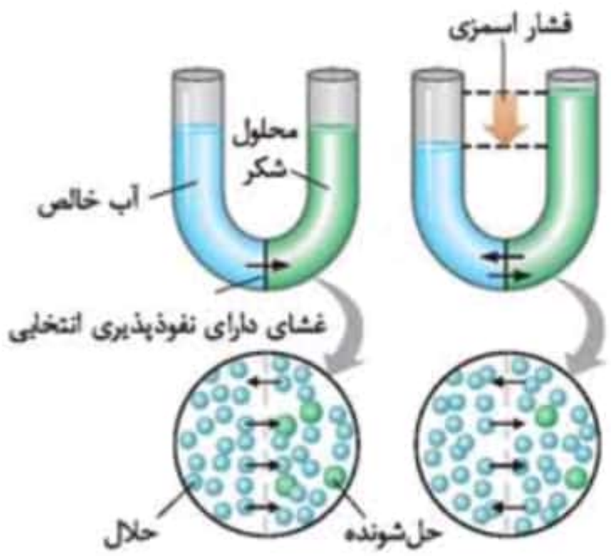


نکته **چرا در اسمز، حتماً باید غشایی با تراوایی نسبی وجود داشته باشد؟** فرض کنید که در شکل قبل، غشا نسبت به همهٔ مواد نفوذپذیری دارد. با توجه به اختلاف غلظت حل‌شونده در دو سمت غشا، مولکول‌های حل‌شونده از سمت راست به سمت چپ می‌روند تا اختلاف غلظت از بین برود. وقتی که اختلاف غلظتی از بین برود، اسمز هم انجام نمی‌شود. بنابراین، برای این‌که ماده‌ای بتواند فشار اسمزی ایجاد کند، و در واقع برای این‌که اسمز انجام شود، دو شرط وجود دارد:

۱ـ غلظت مادهٔ حل‌شونده در دو سمت غشا برابر نباشد؛ یعنی باید اختلاف غلظت وجود داشته باشد.

۲ـ غشا نسبت به مادهٔ حل‌شونده، نفوذناپذیر باشد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی



فشار اسمزی، باعث توقف کامل اسمز می‌شود: به شکل دقت کنید. شکل نشان‌دهندهٔ یک لولهٔ U‌شکل است که در وسط آن، یک غشای دارای نفوذپذیری انتخابی وجود دارد. در سمت چپ غشا، آب خالص (رقیق) و در سمت راست غشا، محلول شکر (غلیظ) وجود دارد. زمانی که اسمز انجام می‌شود، آب از سمت چپ (تراکم بالای آب) به سمت راست (تراکم پایین آب) حرکت می‌کند. در نتیجه، ارتفاع مایع در سمت راست افزایش و در سمت چپ کاهش پیدا می‌کند[1]. در علوم نهم خواندید **فشار در مایعات به ارتفاع مایع بستگی دارد.** پس در این‌جا، فشار در سمت راست بیشتر است. به این اختلاف فشار، **فشار اسمزی** می‌گویند. *خُب بذارین اینجوری بگیم که وقتی که ارتفاع مایع در سمت چپ کاهش پیدا می‌کنه، هم‌زمان ارتفاع مایع در سمت راست زیاد میشه. طبیعتاً یه اختلاف ارتفاع بین دو سمت ایجاد میشه. این رو میدونیم که در مایعات، هر چقدر که ارتفاع ستون مایع بیشتر باشه، فشار هم بیشتره. در نتیجه، در این‌جا فشار در سمت راست بیشتر از سمت چپ است و مقدار این اختلاف فشار، ارتباط مستقیمی داره با اختلاف ارتفاع ستون‌های مایع. زمانی که اسمز انجام میشه، اختلاف ارتفاع ستون مایع زیاد میشه و در واقع، اختلاف فشار در حال افزایش است. به‌تدریج، این اختلاف ارتفاع به حدی میرسه که اسمز متوقف میشه. در این حالت، این اختلاف ارتفاع باعث میشه که اختلاف فشاری بین دو سمت وجود داشته باشه که به اون، فشار اسمزی گفته می‌شه. اما چرا فشار اسمزی باعث توقف اسمز میشه؟* فشاری که از طرف ستون مایع محلول غلیظ به غشا وارد می‌شود، در مقابل ورود مولکول‌های آب به محلول غلیظ مقاومت می‌کند. زمانی که این اختلاف ارتفاع به حدی برسد که اختلاف فشار در دو طرف معادل فشار اسمزی باشد، مولکول‌های آب دیگر نمی‌توانند بر این فشار غلبه کنند و وارد محلول غلیظ شوند. در نتیجه، در این حالت اسمز متوقف می‌شود و پتانسیل آب در دو سمت یکسان است.

احتمالاً تا الان باید فهمیده باشین که چرا فشار اسمزی باعث توقف اسمز میشه اما بذارین با یه مثال فیزیکی‌تر، بیشتر توضیح بدیم. به شکل دقت کنین:

مرحلهٔ ۱: در ابتدا، در دو طرف غشا فقط آب خالص وجود دارد و مقدار آب در دو طرف، برابر است. در نتیجه، اسمز انجام نمی‌شود.

مرحلهٔ ۲: به سمت راست غشا، شکر اضافه می‌شود؛ شکر در آب حل و محلول شکر تشکیل می‌شود. سپس، آب از جایی با تراکم بیشتر (آب خالص) به جایی با تراکم کم‌تر (محلول شکر) حرکت می‌کند؛ در نتیجه، ارتفاع ستون مایع در سمت چپ کاهش و در سمت راست افزایش می‌یابد. زمانی که اختلاف فشار دو ستون مایع برابر با فشار اسمزی شود، اسمز متوقف می‌شود.

مرحلهٔ ۳: *تا این‌جا متوجه شدیم که اختلاف ارتفاع ستون مایع در دو طرف، باعث میشه که اختلاف فشار ایجاد بشه. زمانی که این اختلاف فشار به‌اندازهٔ فشار اسمزی بشه، اسمز متوقف میشه. حالا میخوایم نشون بدیم که واقعاً فشار اسمزی باعث توقف اسمز میشه.* اگر با یک پیستون بر سطح محلول غلیظ فشاری معادل با فشار اسمزی وارد کنیم، مشاهده می‌کنیم که اسمز انجام نمی‌شود؛ در واقع، آب از سمت چپ به سمت راست نمی‌رود و ارتفاع ستون مایع در سمت چپ ثابت باقی می‌ماند. بنابراین، فشار اسمزی باعث توقف کامل اسمز می‌شود.

فرض کنین دو نفر دو سمت یک در وجود دارن. یکی از این دو نفر (مولکول حل‌شونده در سمت دارای غلظت بیشتر حل‌شونده) میاد اون نفر دیگه رو (مولکول آب در سمت دارای غلظت کم‌تر حل‌شونده) با یه طناب می‌کشه تا از در عبور کنه. هم‌زمان یه نفر دیگه میاد از سمت داخل در، درو فشار میده تا نفر دوم از در عبور نکنه. به مقدار این نیرویی که نفر سوم برای جلوگیری از عبور نفر دوم از در مصرف می‌کنه، میگن فشار اسمزی. حالا با توجه به این توضیح، می‌تونین بگین عامل ایجاد فشار اسمزی چیه؟

مرحلهٔ ۴: در این مرحله، با افزایش فشار بر سمت محلول غلیظ، جهت حرکت آب از سمت راست به سمت چپ می‌شود. این مرحله نشان می‌دهد که فشار واردشده بر سطح محلول، می‌تواند عامل حرکت مایع نیز باشد. این چیزیه که بحث بعدی ما هست.

فشار اسمزی، عامل پیش‌برندهٔ اسمز است: گفتیم که مواد تمایل دارند در جهت شیب غلظت خود حرکت کنند. در مورد آب نیز همین‌گونه است و آب تمایل دارد در جهت شیب غلظت (پتانسیل) خود حرکت کند تا در نهایت، پتانسیل آب در همه جای محیط انتشار، یکسان شود. بنابراین، زمانی که اختلاف غلظت بین دو محلول وجود دارد، آب از طریق اسمز از غشای نیمه‌تراوا عبور می‌کند و به سمت محلول غلیظ‌تر می‌رود. حرکت خالص آب تا جایی ادامه پیدا می‌کند که اختلاف ارتفاع مایع در دو طرف زیاد شود[2]؛ در این حالت، در واقع پتانسیل آب در محلول غلیظ بیشتر می‌شود. هر چقدر که اختلاف غلظت بین دو محلول بیشتر باشد، آب بیشتری نیز لازم است جابه‌جا شود و در نتیجه، اختلاف ارتفاع ستون مایع و اختلاف فشار بیشتر است؛ یعنی فشار اسمزی بیشتر است. بنابراین، هر چقدر که فشار اسمزی بیشتر باشد، اسمز نیز بیشتر انجام می‌شود و می‌توان گفت که فشار اسمزی، عامل پیش‌برندهٔ اسمز است.

۱- چون مقدار مایع در لوله ثابت است، وقتی که ارتفاع مایع در یک سمت افزایش پیدا می‌کند، در سمت دیگر کم می‌شود.

۲- در این‌جا نیز در نظر می‌گیریم که اسمز در یک لولهٔ U شکل انجام میشود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

عامل ایجادکنندهٔ فشار اسمزی: علت ایجاد فشار اسمزی، **اختلاف غلظت در دو سوی غشا** است. سمتی که میزان حل‌شونده‌ی آن بیشتر باشد، فشار اسمزی بیشتری دارد و آب را به سمت خود می‌کشد. هرچه اختلاف فشار اسمزی بیشتر باشد، سرعت و مقدار اسمز (جابه‌جایی آب) بیشتر است. چرا؟ *اینو یکم قبلتر توضیح دادیم. هرچقدر اختلاف غلظت بیشتر باشه، آب بیشتری هم باید جابه‌جا بشه. بنابراین، اختلاف ارتفاع ستون مایع دو طرف هم بیشتر هست و فشار اسمزی بیشتر میشه.*

نکته به‌طور کلی، هر چقدر غلظت حل‌شونده‌ها در یک محلول بیشتر باشد، فشار اسمزی آن محلول بیشتر است.

سؤال **اگر در دو طرف یک غشای نیمه‌تراوا، آب خالص وجود داشته باشد، آیا امکان دارد اسمز انجام شود؟** بله! به شرطی که مقدار آب در دو طرف برابر نباشد. در این حالت، مشابه هر انتشار سادهٔ دیگری، آب از جایی که تراکم بیشتری دارد، به جایی می‌رود که تراکم آب آن‌جا کم‌تر است. پس از مدتی، مقدار آب در دو طرف برابر می‌شود و اسمز پایان می‌یابد. به همین دلیل، بهتر است که برای اسمز از پتانسیل آب استفاده کنیم؛ زیرا، ممکن است غلظت آب در دو محل یکسان باشد اما پتانسیل آن یکسان نباشد و آب از جایی با پتانسیل بیشتر به جایی با پتانسیل کم‌تر می‌رود.

جمع‌بندی

اسمز

	محلول دارای مقدار زیاد حل‌شونده	محلول دارای مقدار کم حل‌شونده
غلظت حل‌شونده	زیاد	کم
فشار اسمزی	زیاد	کم
پتانسیل آب	کم	زیاد
تغییر حجم پس از اسمز	افزایش حجم	کاهش حجم
جهت حرکت آب	←	

نکته طبق جدول بالا، می‌توان گفت که آب از جایی با مقدار کم‌تر غلظت حل‌شونده و فشار اسمزی، به جایی با مقدار بیشتر غلظت حل‌شونده و فشار اسمزی می‌رود.

فعالیت کتاب درسی

چگونگی اسمز از پرده‌ای با تراوایی نسبی در یک سلول جانوری

اگر پوستهٔ آهکی یک تخم‌مرغ را با قرار دادن آن در سرکه از بین ببریم و تخم‌مرغ بدون پوسته را یک‌بار در آب مقطر و بار دیگر در محلول نمک غلیظ قرار دهیم، پیش‌بینی کنید چه تغییری در تخم‌مرغ ایجاد میشود؟

اولین نکته‌ای که در این آزمایش باید به آن دقت داشت این است که اگر تخم‌مرغ دارای پوسته باشد، اسمز انجام می‌شود ولی، پوستهٔ تخم‌مرغ باعث می‌شود که تخم‌مرغ در برابر تغییرات ناشی از اسمز مقاومت کند و مثلاً متورم نشود. *مشابه این حالت رو در سلول‌های گیاهی داریم. در فصل (۶) دهم، بیشتر راجع به اسمز صحبت می‌کنیم و این بحث رو تکمیل می‌کنیم.*

۱- تخم‌مرغ در آب مقطر: پتانسیل آب در تخم‌مرغ کم‌تر از پتانسیل آب در آب مقطر است. آب تمایل دارد از جایی با پتانسیل بیشتر به جایی با پتانسیل کم‌تر برود. بنابراین، آب مقطر وارد تخم‌مرغ می‌شود و تخم‌مرغ متورم‌تر می‌شود.

۲- تخم‌مرغ در محلول نمک غلیظ: پتانسیل آب در تخم‌مرغ بیشتر از محلول نمک غلیظ است. بنابراین، آب از تخم‌مرغ خارج می‌شود و به محلول نمکی می‌رود. در این حالت، حجم آب درون تخم‌مرغ کم می‌شود و در نتیجه، تخم‌مرغ چروکیده می‌شود.

شکل زیر هم وضعیت گلبول‌های قرمز رو در محلول‌هایی با فشار اسمزی مختلف نشون می‌ده.

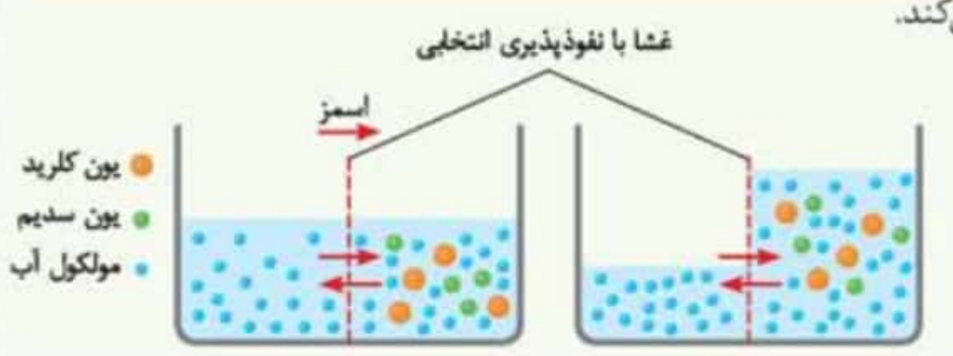
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «اسمز آب»

✓ در پایان اسمز، حجم محلولی که فشار اسمزی بیشتری دارد، افزایش پیدا می‌کند.

✓ در اسمز آب همیشه از محیط رقیق به‌سمت محیط غلیظ‌تر می‌رود.

✓ در اسمز، همانند انتشار ساده، جابه‌جایی ماده در هر دو جهت انجام می‌شود ولی حرکت خالص ماده، از جایی که تراکم بیشتری دارد به‌سمت جایی است که تراکم کم‌تری دارد.

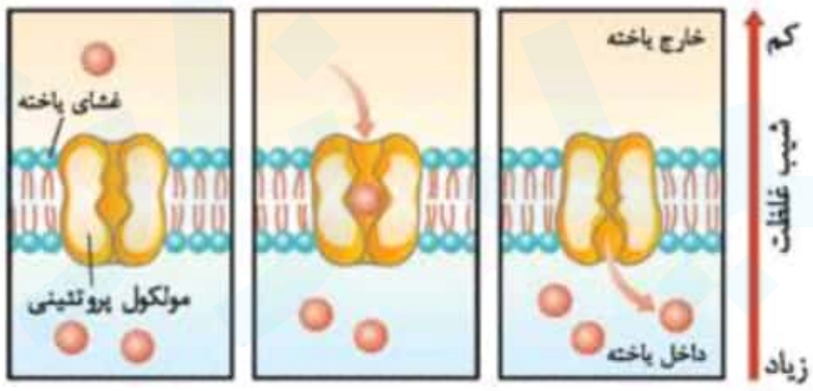


آن‌چه خواهیم خواند [فصل‌های ۴ و ۶ دهم] انتشار آب، همیشه به معنای اسمز نیست، مثلاً، در مویرگ‌های خونی، آب می‌تواند از منافذ مویرگی عبور کند. در این‌جا، غشای نیمه‌تراوا وجود ندارد؛ پس اسمز هم انجام نمی‌شود، اما آب می‌تواند منتشر شود در عرض ریشهٔ گیاهان، آب می‌تواند از طریق مسیر آپوپلاستی (دیوارهٔ سلولی و فضای بین‌سلولی) عبور کند؛ چون در این محل‌ها غشای دارای نفوذپذیری انتخابی وجود ندارد، حرکت آب اسمز محسوب نمی‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۷ دهم] اسمز آب، می‌تواند به صورت انتشار ساده یا تسهیل‌شده باشد. اگر آب، از بین فسفولیپید غشا عبور کند، اسمز با انتشار ساده انجام شده است اما همان‌طور که گفتیم، آکواپورین‌ها نیز می‌توانند آب را از غشا عبور دهند که در این‌حالت، اسمز با انتشار تسهیل‌شده انجام می‌شود. نکتهٔ مهم این است که در هر دو حالت، عبور آب از عرض غشا با اسمز انجام می‌شود.

درس‌نامهٔ ۷ انتقال فعال

گاهی سلول نیاز دارد که موادی مانند برخی از مولکول‌ها و یون‌ها را **در خلاف جهت شیب غلظت** آن‌ها جابه‌جا کند. به این روش جابه‌جایی مواد، **انتقال فعال** می‌گویند. برای انتقال فعال، سلول باید **انرژی زیستی**، مثل ATP مصرف کند. در انتقال فعال، عبور مواد از غشا، **حتماً** با کمک **پروتئین‌های سراسری غشا** و با **مصرف انرژی زیستی** انجام می‌شود.

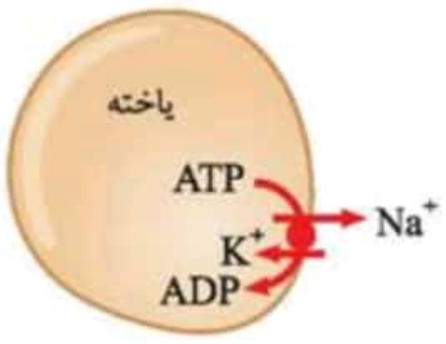


مثال جذب گلوکز، آمینواسیدها و بعضی از مواد معدنی نظیر کلسیم و آهن در رودهٔ باریک

ATP چیست؟ ATP، نوعی **مولکول ذخیره‌کنندهٔ انرژی** است. سلول‌ها می‌توانند انرژی را در مولکول‌های ATP ذخیره کنند؛ زمانی‌که سلول نیاز به انرژی دارد، پیوندهای پرانرژی مولکول ATP شکسته می‌شوند و انرژی آزاد می‌شود.

نکته ATP، تنها انرژی زیستی سلول نیست و روش‌های دیگری هم برای تأمین انرژی زیستی وجود دارد، مثلاً در هم انتقالی، از انرژی شیب غلظت یک ماده برای انتقال مادهٔ دیگر استفاده می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] ATP، در طی فرایند تنفس سلولی تولید می‌شود. در این فرایند، انرژی شیمیایی ذخیره شده در مواد مغذی مثل گلوکز، به انرژی نهفته در مولکول‌های ATP تبدیل می‌شود.



مثال پروتئین انتقال‌دهندهٔ سدیم ـ پتاسیم، سدیم را در خلاف جهت شیب غلظت از سلول خارج می‌کند و پتاسیم را در خلاف جهت شیب غلظت به سلول وارد می‌کند. انرژی این فرایند از مولکول‌های ATP تأمین می‌شود. پس می‌توانیم متوجه شویم که غلظت سدیم در بیرون از سلول بیشتر است و غلظت پتاسیم، در درون سلول بیشتر است. این پروتئین در اعمال مختلف سلول نقش دارد و عامل ایجاد شیب غلظت سدیم و پتاسیم نیز می‌باشد.

نکته در غشای سلول‌های پوششی پرز رودهٔ باریک، پمپ سدیم ـ پتاسیم وجود دارد. این پمپ، باعث حفظ شیب غلظت یون سدیم می‌شود و در نتیجه، گلوکز و آمینواسیدها می‌توانند همراه با سدیم و با هم‌انتقالی جذب شوند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] پمپ سدیم ـ پتاسیم در غشای یاخته‌های عصبی وجود دارد. این پمپ سه یون سدیم را از سلول خارج و دو یون پتاسیم را به سلول وارد می‌کند. از آن‌جایی که این جابه‌جایی در خلاف جهت شیب غلظت انجام می‌شود، فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم نیاز به مصرف انرژی زیستی (ATP) دارد. پمپ سدیم ـ پتاسیم، در حفظ حالت آرامش و هم‌چنین بازگشت شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش نقش دارد.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

نکته نوعی روش انتقال فعال، **هم‌انتقالی** نام دارد که در آینده راجع به آن صحبت خواهیم کرد. در هم‌انتقالی، دو ماده **به‌طور هم‌زمان** و **در یک جهت** از غشای سلول عبور می‌کنند. انرژی لازم برای حرکت مواد در این روش، از شیب غلظت یکی از مواد تأمین می‌شود و ATP مستقیماً استفاده نمی‌شود.

نکته انتقال فعال، برخلاف انتشار، باعث افزایش اختلاف غلظت در دو سوی غشا می‌شود.

نکته انتشار ساده و تسهیل‌شده از نظر **«۱- حرکت خالص مواد در جهت شیب غلظت، ۲- عدم نیاز به انرژی زیستی و ۳- به تعادل رسیدن غلظت مواد» با یک‌دیگر شباهت ولی با انتقال فعال تفاوت دارند.**

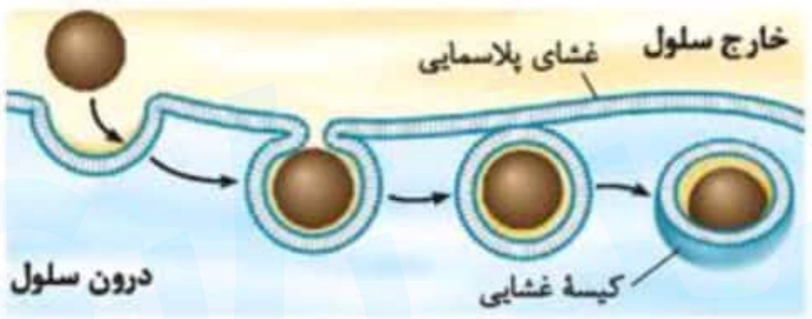
نکته انتشار تسهیل‌شده و انتقال فعال از نظر **«نیاز به پروتئین‌های سراسری در غشا»** با یک‌دیگر شباهت ولی با انتشار ساده تفاوت دارند.

درسنامهٔ ۸ آندوسیتوز (درون‌بری) و اگزوسیتوز (برون‌رانی)

تا این‌جا با روش انتقال مولکول‌های کوچک، مثل یون‌ها آشنا شدیم. اما برای جابه‌جایی مولکول‌های بزرگ، مانند پروتئین‌ها، سلول‌ها از **آندوسیتوز** و **اگزوسیتوز** استفاده می‌کنند. هر دو فرایند، با کمک **کیسه‌های غشایی** و با **مصرف انرژی ATP** انجام می‌شوند.

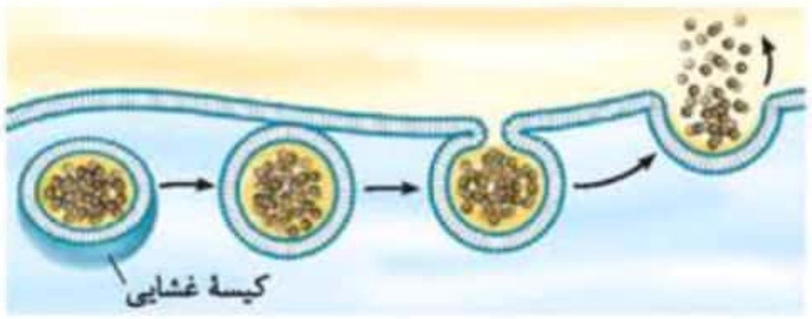
نکته منافذ پروتئین‌های غشایی، فقط برای عبور مولکول‌های کوچک مناسب هستند و مولکول‌های بزرگ مثل پروتئین‌ها، نمی‌توانند توسط این پروتئین‌های غشایی جابه‌جا شوند.

آندوسیتوز (درون‌بری): زمانی‌که سلول می‌خواهد ماده‌ای را با آندوسیتوز وارد خود کند، ابتدا در غشای سلول **فرورفتگی** ایجاد می‌شود و مولکول مورد نظر توسط غشا احاطه می‌شود. این فرورفتگی، افزایش پیدا می‌کند و به تدریج، دو سمت محل فرورفتگی به هم‌دیگر می‌رسند. در این زمان، **کیسهٔ غشایی تشکیل می‌شود** و وارد سیتوپلاسم می‌شود. مولکول‌های مورد نظر درون این کیسهٔ غشایی قرار دارند.



مثال جذب ویتامین B_{12} همراه با فاکتور داخلی در رودهٔ باریک، تشکیل واکوئول غذایی

اگزوسیتوز (برون‌رانی): زمانی‌که سلول می‌خواهد ماده‌ای را با اگزوسیتوز از خود خارج کند، کیسهٔ غشایی حاوی مادهٔ مورد نظر به سمت غشای سلول حرکت می‌کند. پس از رسیدن کیسهٔ غشایی به غشای سلول، **غشاها با یک‌دیگر ادغام می‌شوند** و **محتویات** کیسهٔ غشایی (نه خود کیسه) آزاد می‌شوند.



مثال ترشح پروتئین‌ها، اگزوسیتوز واکوئول دفعی

نکته دقت داشته باشید که در اگزوسیتوز، کیسهٔ غشایی از سلول خارج نمی‌شود و فقط محتویات آن آزاد می‌شوند.

نکته در آندوسیتوز، سطح غشای سلول کاهش پیدا می‌کند ولی در اگزوسیتوز، سطح غشای سلول افزایش پیدا می‌کند.

نکته همان‌طور که قبلاً گفتیم، سطح داخلی و خارجی غشای پلاسمایی با یک‌دیگر فرق دارند؛ مثلاً، کربوهیدرات‌ها فقط در سطح خارجی غشای پلاسمایی قرار دارند. اما در فرایند آندوسیتوز و اگزوسیتوز، سطح داخلی غشای کیسهٔ غشایی، معادل با سطح خارجی غشای پلاسمایی است و برعکس. برای درک بهتر این موضوع، به شکل‌های قبلی دقت کنید.

نام فرایند	جهت حرکت مواد	کیسهٔ غشایی	مساحت غشای سلول	نیاز به ATP
آندوسیتوز	ورود به سلول	ایجاد شدن از غشا	کاهش	دارد
اگزوسیتوز	خروج از سلول	ادغام شدن با غشا	افزایش	دارد

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۹ بافت‌های جانوری

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] وقتی سلول‌های مشابه در کنار هم قرار می‌گیرند و با هم **همکاری** می‌کنند، **بافت** به‌وجود می‌آید.

در بدن انسان، **چهار نوع بافت اصلی** وجود دارد؛ بافت پوششی، پیوندی، ماهیچه‌ای و عصبی. هر بافت، از **سلول‌ها** و **مواد موجود در فضای بین‌سلولی** تشکیل می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] هر **اندام** از چند بافت مختلف تشکیل شده است. در اندام‌ها و دستگاه‌های مختلف، انواع بافت‌ها به نسبت‌های متفاوتی وجود دارند؛ مثلاً، در مغز، مقدار بافت عصبی زیاد است و در قلب، مقدار بافت ماهیچه‌ای.

یادآوری در علوم هفتم خواندیم که بین نوع کار و شکل سلول‌ها تناسب وجود دارد، مثلاً سلول‌های بافت پوششی، در محل‌هایی که وظیفهٔ محافظت را برعهده دارند، مثل پوست، به‌هم‌فشرده و ضخیم هستند، اما در محل‌هایی که تبادل مواد را انجام می‌دهند، مثلاً در مویرگ‌ها، سلول‌ها نازک‌اند و منافذی بین آن‌ها وجود دارد.

درسنامهٔ ۱۰ بافت پوششی

بافت پوششی، سطح بدن (پوست) و سطح حفره‌ها و مجاری درون بدن (مانند لولهٔ گوارش، رگ‌ها و ...) را می‌پوشاند.

فضای بین‌سلولی در بافت پوششی، **اندک** است (فضای بین سلولی اندک) و سلول‌ها، به یک‌دیگر بسیار نزدیک‌اند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ـ فصل ۴ دهم] در مویرگ‌های ناپیوسته، بین‌سلول‌های پوششی فاصلهٔ زیادی وجود دارد و حفره‌های بین‌سلولی ایجاد شده‌اند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ـ فصل ۶ دهم] سامانهٔ بافت پوششی در گیاهان، معادل پوست در جانوران است.

غشای پایه: در زیر سلول‌های بافت پوششی، بخشی به‌نام غشای پایه وجود دارد. غشای پایه، سلول‌های بافت پوششی را به یک‌دیگر متصل نگه می‌دارد و علاوه بر آن، بافت پوششی را به بافت‌های زیر آن متصل نگه می‌دارد.

در غشای پایه، **شبکه‌ای از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی** (ترکیب کربوهیدرات و پروتئین) وجود دارد.

بافت پوششی

نکته غشای پایه ساختار غیرسلولی و غیرزنده دارد.

نکته غشای پایه برخلاف غشای پلاسمایی سلول، ترکیبات لیپیدی ندارد.

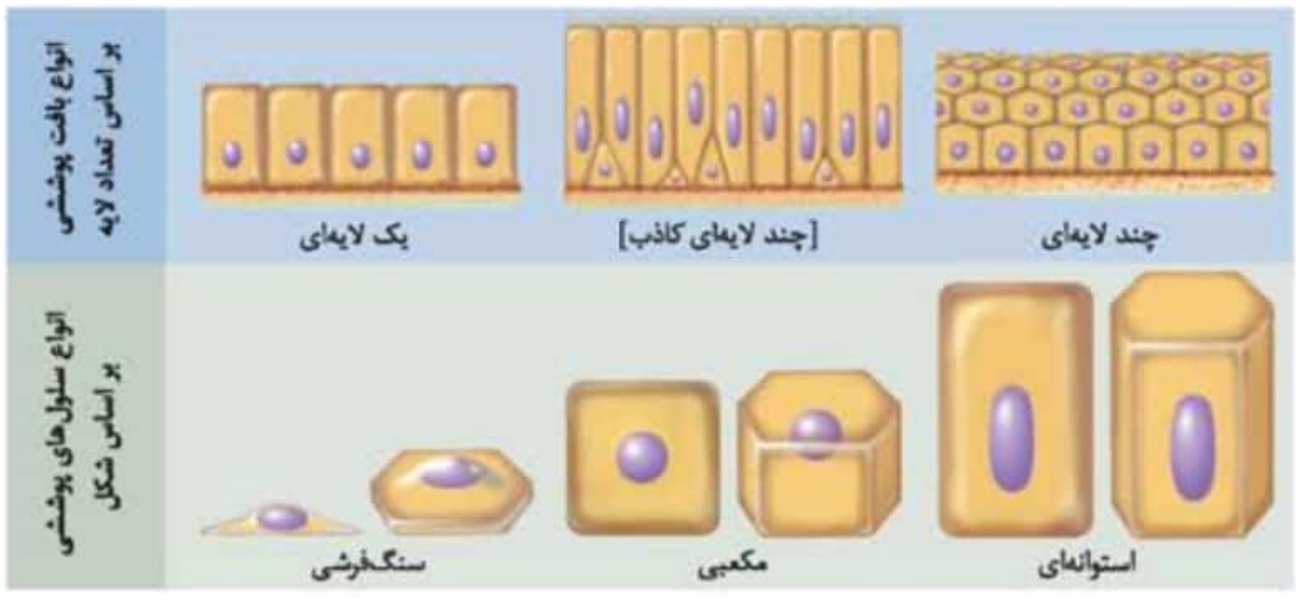
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] در مویرگ‌های ناپیوسته، غشای پایهٔ ناقص وجود دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۶ دهم] سلول‌های مریستمی گیاهان، به هم فشرده هستند و مشابه بافت پوششی انسان، فضای بین‌سلولی اندکی دارند.

انواع بافت پوششی

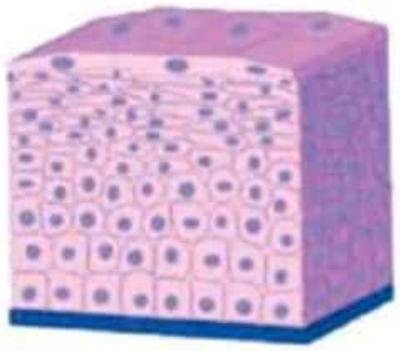
انواع بافت پوششی را براساس **تعداد لایه‌های سلولی** و **شکل سلول‌های سطحی**، مشخص می‌کنند. سلول‌های بافت پوششی به شکل‌های سنگ‌فرشی، مکعبی و استوانه‌ای وجود دارد. بافت پوششی می‌تواند به‌صورت **یک‌لایه‌ای (ساده)** یا **چندلایه‌ای** باشد.

سؤال یکم خارج از کتاب: **بافت پوششی چندلایهٔ کاذب چیست؟** *در کتاب درسی، اسمی از بافت پوششی چندلایهٔ کاذب آورده نشده اما در فصل (۳) دهم، شکل این بافت نشون داده شده. برای همین ما یه توضیح مختصر راجع بهش می‌دیم. گفتیم که* بافت پوششی را بر اساس تعداد لایه‌های سلولی تقسیم‌بندی می‌کنند. اگر بافتی چند لایهٔ سلولی داشته باشد، چندلایه‌ای است و اگر فقط یک لایهٔ سلولی داشته باشد، یک‌لایه‌ای محسوب می‌شود. اما گاهی اوقات، ظاهر بافت چندلایه‌ای است اما در واقع، فقط یک لایهٔ سلولی وجود دارد. برای تمایز این حالت از بافت چندلایه‌ای، به اتصال سلول‌ها به غشای پایه توجه می‌شود. اگر همهٔ سلول‌ها به غشای پایه متصل باشند و هستهٔ سلول‌ها در یک سطح نباشد، آن بافت چندلایه‌ای کاذب است.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایه



مثال دهان و مری

شکل سلول‌ها: سلول‌ها در این بافت دارای **شکل‌های مختلفی** می‌باشند. عمقی‌ترین سلول‌ها، تقریباً مکعبی‌شکل هستند و هرچه به سطح نزدیک‌تر می‌شویم، سلول‌ها کشیده‌تر می‌شوند و بیشتر به حالت سنگ‌فرشی درمی‌آیند. ویژگی سلول‌های عمقی مشابه سلول‌های بافت مکعبی و ویژگی سلول‌های سطحی مشابه بافت سنگ‌فرشی می‌باشد.

نکته در بافت پوششی چندلایه، فقط **عمقی‌ترین** سلول‌ها در تماس با غشای پایه هستند، در حالی‌که در بافت پوششی تک‌لایه، **همهٔ سلول‌ها** در تماس با غشای پایه هستند.

❑ بافت پوششی سنگ‌فرشی تک‌لایه

مثال دیوارهٔ مویرگ‌ها و سایر رگ‌های خونی، لایهٔ آندوکارد (درون‌شامه) قلب، سطح درونی حبابک‌های شش، بافت پوششی در لایهٔ اپی‌کارد (برون‌شامه) و پریکارد (پیراشامه) قلب، گاهی در لایهٔ بیرونی لولهٔ گوارش، لایهٔ بیرونی کپسول بومن

شکل سلول‌ها: سلول‌های این بافت **کشیده** می‌باشند و طول آن‌ها از ارتفاعشان بیشتر است. در این سلول‌ها هسته نیز کمی کشیده می‌باشد و به صورت افقی، تقریباً در وسط سلول قرار گرفته است.

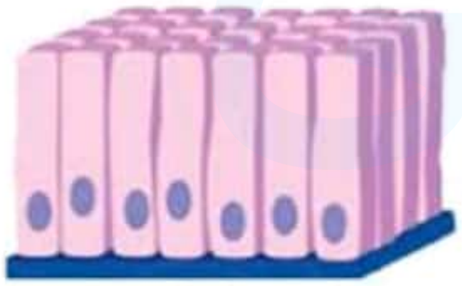
کلاً توی هر بافت پوششی، شکل هستهٔ سلول، هماهنگ با شکل سلول است، مثلاً وقتی سلول کشیده هست، هسته هم کشیده میشه.

❑ بافت پوششی مکعبی تک‌لایه

مثال غدهٔ تیروئید و سلول‌های پوششی لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک در نفرون‌های کلیه

شکل سلول‌ها: در این بافت، ابعاد سلول تقریباً برابر می‌باشد و سلول‌ها **شکل مکعبی** پیدا کرده‌اند. هستهٔ سلول **گرد** می‌باشد و تقریباً در **مرکز** سلول قرار دارد.

❑ بافت پوششی استوانه‌ای تک‌لایه



مثال معده و روده، لایهٔ مخاطی در مجاری تنفسی[1]

شکل سلول‌ها: در این بافت، برعکس بافت پوششی سنگ‌فرشی تک‌لایه، ارتفاع سلول‌ها، بیشتر از طول آن‌ها است و سلول‌ها به شکل یک **استوانه** می‌باشند. هستهٔ سلول‌ها، **بیضی‌شکل** و **کشیده** می‌باشد و به صورت **عمودی** در قاعدهٔ سلول قرار گرفته است.

❑ بافت پوششی غده‌ای

تعریف غده: غده، اندامی است که می‌تواند موادی را از خود ترشح کند.

مثال غده‌های گوارشی، غده‌های عرق، غده‌های شیری، غده‌های درون‌ریز بدن (مثل تیروئید، هیپوفیز، فوق کلیه و ...)

انواع غده[2]: غده‌ها یا درون‌ریز هستند یا برون‌ریز. منظور از غدهٔ درون‌ریز، غده‌ای است که ترشحات خود (مثل هورمون‌ها) را وارد جریان خون (محیط داخلی) می‌کنند. اما ترشحات غدد برون‌ریز، به حفرات یا سطح بدن می‌ریزند. مثلاً آنزیم‌های گوارشی معده وارد حفرهٔ معده می‌شوند یا عرق به سطح پوست می‌رود.

بافت سازندهٔ غده‌ها: سلول‌های ترشحی در غده‌های بدن انسان، یا پوششی هستند یا عصبی. به‌طور کلی، همهٔ سلول‌های ترشح‌کننده در غده‌های برون‌ریز انسان (مثل غدد بزاقی)، از جنس بافت پوششی هستند. به این نوع بافت پوششی، بافت پوششی غده‌ای می‌گویند[3]. غده‌های درون‌ریز بدن انسان نیز معمولاً بافت پوششی دارند ولی بعضی قسمت‌ها (مثل هیپوتالاموس و بخش مرکزی غدهٔ فوق‌کلیه)، ساختار عصبی دارند و سلول‌های ترشح‌کننده عصبی هستند.

مثال در غده‌های بزاقی، سلول‌های پوششی، بزاق را می‌سازند و به مجراهایی وارد می‌کنند. این مجراها به دهان راه دارند و بزاق را وارد دهان می‌کنند. در معده و روده نیز غده‌ها و سلول‌های ترشحی وجود دارند. این غده‌ها هم مواد لازم برای گوارش غذا را می‌سازند و به حفرهٔ این اندام‌ها ترشح می‌کنند.

نکته همهٔ سلول‌های سازندهٔ آنزیم‌های موجود در لولهٔ گوارشی انسان، سلول پوششی هستند.

۱- نوع بافت استوانه‌ای در لایهٔ مخاطی مجاری تنفسی، اندکی با بافت پوششی معده و روده متفاوت است و در فصل بعد راجع به آن صحبت می‌کنیم.

۲- بخشی از توضیحات این قسمت، مربوط به فصل (۴) یازدهم است.

۳- دقت داشته باشید که بافت پوششی غده‌ای، یک نوع بافت پوششی اصلی نیست؛ مثلاً بافت پوششی غده‌ای معده، نوعی بافت پوششی استوانه‌ای تک لایه‌ای است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «بخشی از غدهٔ بزاقی»

- ✓ در غدهٔ بزاقی، انواع مختلفی از سلول‌ها با شکل‌های مختلف وجود دارند.
- ✓ شکل سلول‌های مجرای بزاقی، مکعبی است.
- ✓ بافت پوششی غدهٔ بزاقی، نوعی بافت پوششی تک‌لایه است.
- ✓ در سلول‌های ترشح‌کنندهٔ بزاق، هسته در قاعدهٔ سلول قرار دارد.

درسنامهٔ ۱۱ بافت پیوندی

در بافت پیوندی، انواع مختلفی از سلول‌ها وجود دارند که **مادهٔ زمینه‌ای** را می‌سازند. فضای بین‌سلول‌ها، توسط **۱- مادهٔ زمینه‌ای** و **۲- رشته‌های پروتئینی** پر شده است. در مادهٔ زمینه‌ای، مواد مختلفی وجود دارند. در انواع بافت پیوندی، **مقدار** و **نوع رشته‌ها** و **مادهٔ زمینه‌ای** متفاوت است که باعث ایجاد ویژگی‌های مختلف در انواع بافت پیوندی می‌شود. وظیفهٔ بافت پیوندی، **اتصال سلول‌ها** و **بافت‌ها به یک‌دیگر** است.

نکته همهٔ بافت‌های بدن دارای مادهٔ بین‌سلولی هستند، اما **مادهٔ زمینه‌ای فقط در بافت پیوندی وجود دارد.**

نکته وظیفهٔ غشای پایه، اتصال سلول‌های بافت پوششی به یک‌دیگر و هم‌چنین متصل‌کردن بافت پوششی به بافت‌های دیگر است.

رشته‌های پروتئینی بافت پیوندی: دو نوع رشتهٔ پروتئینی که در بافت پیوندی وجود دارند، رشته‌های **کلاژن** و **کشسان** (ارتجاعی یا الاستیک) هستند. رشته‌های کلاژن، باعث **افزایش مقاومت** بافت می‌شوند و رشته‌های کشسان، **انعطاف‌پذیری** بافت را افزایش می‌دهند. علاوه بر این دو رشته ممکن است **رشته‌های پروتئینی دیگری** در بافت پیوندی وجود داشته باشند.

سؤال آیا رشته‌های پروتئینی بافت پیوندی جزء مادهٔ زمینه‌ای محسوب می‌شوند؟ خیر! به‌طور کلی، هر بافت از دو قسمت تشکیل شده است: ۱- سلول‌ها و ۲- فضای بین‌سلولی. در بافت پیوندی، فضای بین‌سلولی بیشتر است و خود از دو بخش تشکیل شده است: ۱- مادهٔ زمینه‌ای و ۲- رشته‌های پروتئینی. دقت داشته باشید که رشته‌های پروتئینی، جزء فضای بین‌سلولی هستند ولی جزء مادهٔ زمینه‌ای محسوب نمی‌شوند. البته، رشته‌های پروتئینی و مادهٔ زمینه‌ای از یک نظر شباهت دارند: توسط سلول‌های بافت پیوندی ساخته می‌شوند. در کتاب درسی نیز مادهٔ زمینه‌ای از رشته‌های پروتئینی جدا در نظر گرفته شده است. مثلاً: «بافت پیوندی از انواع یاخته‌ها، رشته‌های پروتئینی و مادهٔ زمینه‌ای تشکیل شده است.» و یا «در انواع بافت پیوندی، مقدار و نوع رشته‌ها و مادهٔ زمینه‌ای متفاوت است.»؛ [ادامهٔ متن، خارج از کتاب است]. *در نهایت، به ترجمهٔ بخشی از کتاب بافت‌شناسی جان‌کونیرا، یکی از معتبرترین کتاب‌های بافت‌شناسی، توجه کنید: «برخلاف سایر انواع بافت‌ها (پوششی، ماهیچه‌ای و عصبی)، که به‌طور عمده از سلول‌ها تشکیل شده است، بخش عمدهٔ بافت پیوندی مایع بین‌سلولی است. مایع بین‌سلولی از ترکیبات مختلفی نظیر رشته‌های پروتئینی (مثل رشته‌های کلاژن و الاستیک) و مادهٔ زمینه‌ای تشکیل شده است. مادهٔ زمینه‌ای شامل پروتئوگلیکان‌ها و گلیکوزآمینوگلیکان‌ها و گلیکوپروتئین‌هاست.»*

تناقض در کتاب درسی: *اما مشکل از جایی شروع میشه که در کتاب یازدهم می‌فونیم: «ماده‌ی زمینه‌ای استخوان از پروتئین‌هایی مانند کلاژن و مواد معدنی تشکیل شده است.» مشخصا کتاب یازدهم با کتاب دهم تناقض دارد و تنها یکی از آن‌ها می‌تونن درست باشن. اما جالب‌تر اینجاست که در فعالیت کتاب یازدهم، با استناد به مطالب کتاب درسی دهم، راجع به اجزای بافت پیوندی سؤال پرسیده شده است. بنابراین، مؤلف کتاب یازدهم هم مطالب کتاب دهم را قبول دارد. اما چرا این تناقض وجود داره؟ در منابع علمی می‌فوانیم که «سلول‌های استوانه‌ای توسط ماتریکس استخوانی احاطه می‌شوند». ماتریکس استخوانی، در واقع همان مایع بین‌سلولی در بافت استخوانی است (که البته در این‌جا بیشتر بیشتر حالت جامد دارد). بنابراین، ماتریکس استخوانی همان چیزی است که در کتاب درسی یازدهم، به اشتباه به آن مادهٔ زمینه‌ای گفته شده است. ماتریکس استخوانی شامل دو بخش مادهٔ زمینه‌ای و رشته‌های پروتئینی است و اصولاً رشته‌های پروتئینی بافت پیوندی جزء مادهٔ زمینه‌ای نیستند.*

با توجه به این توضیحات، معیار شما کتاب دهم باید باشد و رشته‌های پروتئینی بافت پیوندی را جزء مادهٔ زمینه‌ای در نظر نگیرید.

انواع بافت پیوندی

☐ بافت پیوندی سست

مادهٔ زمینه‌ای: **شفاف، بی‌رنگ، چسبنده** و **مخلوطی از انواع مولکول‌های درشت** مانند گلیکوپروتئین‌ها

رشته‌های پروتئینی: انواعی از رشته‌های پروتئینی در فضای بین‌سلولی وجود دارند که رشته‌های **کلاژن** و **کشسان** دو نوع از این رشته‌ها می‌باشند. مقدار رشته‌های کلاژن در فضای بین‌سلولی کم است.

ویژگی: **انعطاف‌پذیر** است ولی در برابر کشش، مقاومت چندانی ندارد.

وظیفه: معمولاً از بافت پوششی پشتیبانی می‌کند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

مثال بافت پیوندی سست در زیر بافت پوششی لولهٔ گوارشی، بافت پیوندی سست در لایهٔ زیرمخاط و لایهٔ بیرونی لولهٔ گوارش و مجاری تنفسی، بافت پیوندی سست در بین ماهیچه‌ها در لایهٔ ماهیچه‌ای لولهٔ گوارش

❑ بافت پیوندی متراکم

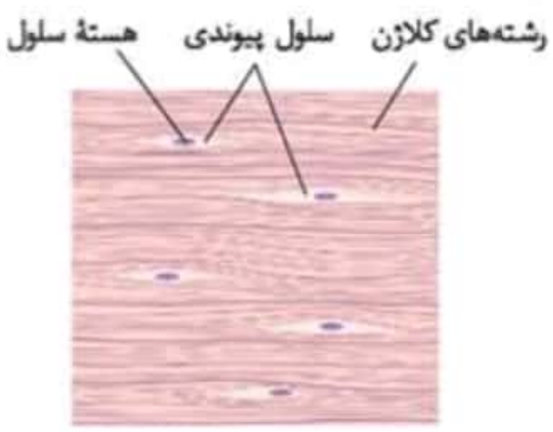
مادهٔ زمینه‌ای: **مادهٔ زمینه‌ای اندکی** دارد و تعداد سلول‌های موجود در بافت نیز کم است.

رشته‌های پروتئینی: نسبت به بافت پیوندی سست، رشته‌های **کلاژن بیشتر** و **سلول‌های کم‌تری** دارد.

ویژگی: نسبت به بافت پیوندی سست، **انعطاف‌پذیری کم‌تر**، ولی **مقاومت بیشتری** در برابر کشش دارد.

مثال بخش‌هایی از قلب (اسکلت فیبری، بافت پیوندی رشته‌ای در پریکارد و اپیکارد، بافت پیوندی رشته‌ای بین آندوکارد و میوکارد)

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱ ـ فصل ۴ دهم] بافت پیوندی رشته‌ای، نوعی بافت پیوندی متراکم است.



شکل «بافت پیوندی سست و متراکم»

✓ در بافت پیوندی سست، انواع مختلفی از سلول‌های بافت پیوندی وجود دارند.

✓ به‌جز رشته‌های کشسان و کلاژن، نوع دیگری از رشته‌های پروتئینی نیز در بافت پیوندی سست وجود دارند. یکی از رشته‌های پروتئینی بافت پیوندی سست، رشته‌های کلاژن می‌باشند و این رشته‌ها ضخیم‌ترین رشته‌های بافت پیوندی می‌باشند.

✓ در بافت پیوندی متراکم، بخش عمدهٔ بافت توسط رشته‌های پروتئینی اشغال شده است. رشته‌های پروتئینی، که غالباً رشته‌های کلاژن می‌باشند، به صورت فشرده به یک‌دیگر در بافت قرار دارند.

✓ سلول‌های بافت پیوندی متراکم، به صورت کشیده مشاهده می‌شوند، اما حالت رشته‌ای ندارند.

مقایسهٔ بافت پیوندی سست و متراکم:

بافت پیوندی	تعداد سلول‌ها	انعطاف‌پذیری	مقاومت	رشتهٔ کلاژن	مادهٔ زمینه‌ای
متراکم	↓	↓	↑	↑	↓
سست	↑	↑	↓	↓	↑

(علامت ↑ به معنای بیشتر و علامت ↓ به معنای کم‌تر می‌باشد.)

❑ بافت چربی

مادهٔ زمینه‌ای: مادهٔ زمینه‌ای **اندکی** دارد. تعداد زیادی سلول چربی دارد که مقدار فراوانی مادهٔ چربی در خود ذخیره دارند.

وظیفه: **بزرگ‌ترین ذخیرهٔ انرژی بدن**، نقش **ضربه‌گیری و عایق حرارتی**

مثال در کف دست‌ها و پاها، نقش ضربه‌گیری و عایق حرارتی دارد.

شکل «بافت پیوندی چربی»

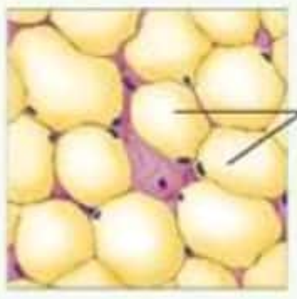
✓ سلول‌های بافت چربی، شکل تقریباً منظم و چندوجهی دارند.

✓ بخش عمدهٔ سلول‌های چربی، توسط مادهٔ چربی پر شده است.

✓ فضای بین‌سلولی در بافت چربی، نسبت به بافت پیوندی سست و متراکم کم‌تر است.

✓ در سلول‌های بافت چربی، هستهٔ سلول، در حاشیه قرار گرفته است و سلول، حالت انگشترمانند پیدا می‌کند.

✓ اندازهٔ سلول‌های بافت چربی متغیر است و می‌تواند با افزایش و یا کاهش یافتن چربی تغییر کند.



آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱ ـ فصل ۴ دهم] بافت چربی که عموماً قلب را احاطه می‌کند، در لایهٔ اپیکارد قلب قرار دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱ ـ فصل ۵ دهم] چربی اطراف کلیه، علاوه بر این‌که کلیه را از ضربه محافظت می‌کند، در حفظ موقعیت کلیه نقش مهمی دارد. اگر این چربی بیش از حد تحلیل رود، گاهی خطری را متوجه آن‌هایی می‌کند که برنامهٔ کاهش وزن شدید و سریع را به کار می‌گیرند و ممکن است کلیه‌ها دچار افتادگی نسبی از موقعیت خود شوند. این رویداد، احتمال تاخوردگی میزنای را به دنبال دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۱ ـ فصل ۳ یازدهم] مجرای مرکزی استخوان‌های دراز را مغز زرد پر می‌کند. بیشتر مغز زرد از چربی تشکیل شده است. در کم‌خونی‌های شدید، مغز زرد می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۲ ـ فصل ۶ یازدهم] لیپوما یکی از انواع تومورهای خوش‌خیم است که در افراد بالغ متداول است. در این تومور، یاخته‌های چربی تکثیر شده و تودهٔ یاخته‌ای ایجاد می‌کنند.

خون، استخوان و غضروف، انواع دیگر بافت پیوندی هستند که در آینده با آن‌ها آشنا می‌شویم.

فعالیت کتاب درسی

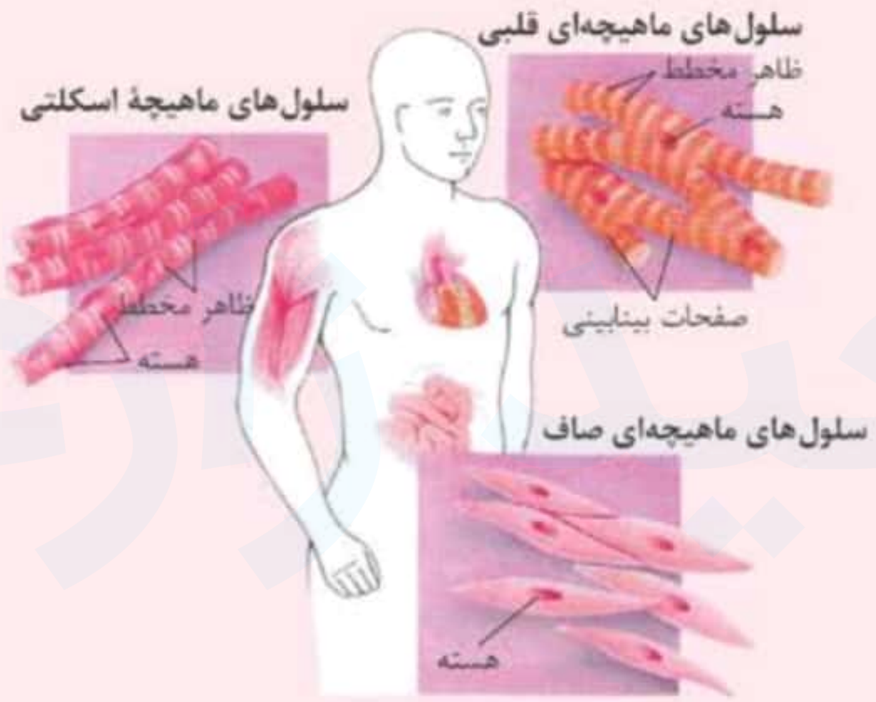
درسنامهٔ ۱۲ بافت ماهیچه‌ای

سه نوع بافت ماهیچه‌ای در بدن انسان وجود دارد:

ماهیچهٔ اسکلتی (مخطط)

شکل ظاهری سلول‌ها: سلول‌های بافت ماهیچهٔ اسکلتی، **استوانه‌ای (رشته‌ای)** هستند. هر سلول، دارای **چند هسته** است و ظاهری **مخطط** دارد؛ یعنی هر سلول، دارای بخش‌های تیره و روشن است. هستهٔ سلول‌ها **بیضی‌شکل** است و در حاشیهٔ سلول قرار دارد.

مثال تمام ماهیچه‌های بدن که فعالیت **ارادی** دارند؛ شامل تمام ماهیچه‌های متصل به استخوان‌ها، دیافراگم، ماهیچه‌های دهان، حلق، بخش ابتدایی مری، ماهیچهٔ حلقوی خارجی مخرج، ماهیچهٔ حلقوی خارجی در میزراه و ...



نکته ماهیچهٔ اسکلتی، تنها ماهیچه‌ای است که فعالیت ارادی دارد. **بعضی از ماهیچه‌های اسکلتی، فعالیت غیرارادی نیز دارند،** مثلاً دیافراگم نوعی ماهیچهٔ مخطط است که نقش اصلی را در تنفس دارد و به‌طور معمول، به صورت غیرارادی منقبض می‌شود ولی انسان می‌تواند آن را به صورت ارادی نیز منقبض کند.

با ویژگی‌های بافت ماهیچهٔ اسکلتی در سال آینده بیشتر آشنا می‌شویم.

ماهیچهٔ قلبی

شکل ظاهری سلول‌ها: همانند ماهیچهٔ اسکلتی، سلول‌های این بافت نیز دارای **ظاهری مخطط** می‌باشند. شکل سلول‌ها، **استوانه‌ای** است ولی سلول‌ها **منشعب** هستند. در بافت ماهیچهٔ قلبی، در محل اتصال سلول‌ها، **صفحات بینابینی** وجود دارد. در سلول‌های ماهیچهٔ قلبی یک یا دو هسته دیده می‌شود که در مرکز سلول قرار دارند.

مثال لایهٔ میانی (میوکارد) قلب

با ویژگی‌های بافت ماهیچهٔ قلبی و هم‌چنین صفحات بینابینی در فصل (۴) بیشتر آشنا می‌شویم.

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۲ ـ فصل ۶ دهم] گروهی از سلول‌های گیاهی به‌نام اسکلرئیدها، همانند سلول‌های ماهیچهٔ قلبی ظاهری منشعب دارند.

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۱ ـ فصل ۴ دهم] در سلول‌های ماهیچهٔ قلبی و ماهیچهٔ اسکلتی، واحدهای انقباضی به‌طور منظم در کنار هم قرار می‌گیرند، انقباض این واحدها در مجموع، باعث انقباض ماهیچه می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

ماهیچهٔ صاف

شکل ظاهری سلول‌ها: برخلاف سلول‌های ماهیچهٔ قلبی و مخطط، سلول‌های ماهیچهٔ صاف بخش‌های تیره و روشن ندارند و سیتوپلاسم آن‌ها یکنواخت دیده می‌شود. این سلول‌ها، **دوکی‌شکل** می‌باشند. هستهٔ **بیضی‌شکل** سلول‌ها، در **مرکز سلول** قرار دارد و به دلیل تیره‌تر بودن، از سایر بخش‌های سلول، قابل تمایز می‌باشد.

مثال تمام ماهیچه‌های اندام‌های داخلی بدن که عمل غیرارادی دارند (به‌جز قلب)، بیشتر ماهیچه‌های لولهٔ گوارش، مثانه، جدار سرخرگ‌ها و ...

نکته فعالیت ماهیچهٔ قلبی و صاف، همیشه به صورت غیرارادی است.

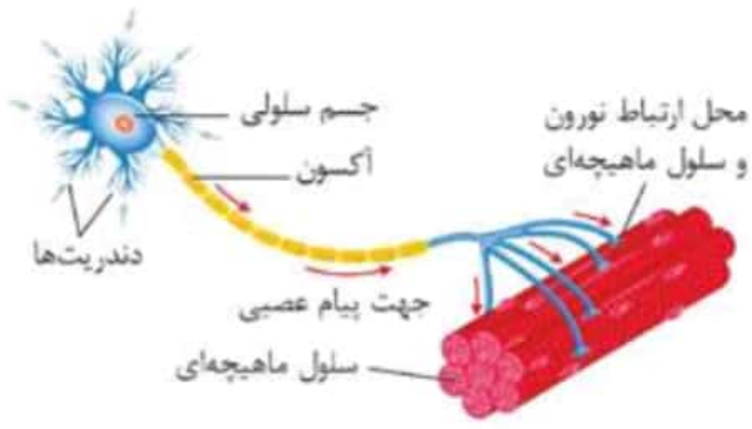
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱ ـ فصل ۴ دهم] سلول‌های منفرد ماهیچهٔ قلبی و ماهیچهٔ صاف، اندازهٔ نسبتاً کوچکی دارند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱ ـ فصل ۴ دهم] انقباض ماهیچه‌های قلبی، بدون تحریک عصبی و به واسطهٔ فعالیت شبکهٔ هادی قلب انجام می‌شود. انقباض ماهیچهٔ صاف و اسکلتی، نیازمند تحریک عصبی می‌باشد.

نام بافت	اسکلتی (مخطط)	قلبی	صاف
ساختار	سلول‌های استوانه‌ای‌شکل	سلول‌های استوانه‌ای‌شکل منشعب	سلول‌های دوکی‌شکل
عمل	ارادی (و گاهی غیرارادی)	غیرارادی	غیرارادی
رنگ	قرمز	قرمز	سفید ـ صورتی
تعداد هسته	چندهسته‌ای	یک یا دو هسته‌ای	معمولاً تک‌هسته‌ای
محل هسته	حاشیهٔ سلول	مرکز سلول	مرکز سلول
مثال	ماهیچه‌های متصل به استخوان، دیافراگم، دهان، حلق، ماهیچه‌های ابتدای مری و اسفنکتر خارجی مخرج و ...	لایهٔ میانی قلب (میوکارد)	اندام‌های داخلی بدن که فعالیت غیرارادی دارند (به‌جز قلب)؛ مثل دستگاه گوارش

درسنامهٔ ۱۳ بافت عصبی

سلول‌های **اصلی** بافت عصبی، **نورون‌ها** (سلول‌های عصبی) هستند. نورون‌ها، با سلول‌های بافت‌های دیگر، مثل بافت ماهیچه‌ای، ارتباط برقرار می‌کنند و آن‌ها را تحریک می‌کنند. نورون از قسمت‌هایی مانند دندریت، آکسون، جسم سلولی و پایانهٔ آکسون تشکیل شده است. پیام عصبی توسط دندریت‌ها دریافت می‌شود و به جسم سلولی و بعد هم به آکسون رفته و تا پایانهٔ اکسون ادامه پیدا می‌کند. این پیام عصبی ممکن است به نورون، غده و یا سلول ماهیچه‌ای دیگر انتقال پیدا کند. سلول‌های عصبی در کنترل و هماهنگی اعمال دیگر بدن نیز نقش دارند که در آینده با آن‌ها آشنا می‌شویم.



آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱ ـ فصل ۱ یازدهم] در بافت عصبی، دو نوع یاخته وجود دارد: ۱- یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) و ۲- یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا).

آن‌چه خواهیم خواند [مقدمه ـ فصل ۱ دهم] در بدن پروانهٔ مونارک، نورون‌هایی وجود دارند که می‌توانند با شناسایی جایگاه خورشید در آسمان، جهت مقصد را تشخیص دهند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ـ فصل ۳ دهم] نورون‌ها، به صورت حسی و حرکتی [و رابط] در انسان مشاهده می‌شود. نورون‌های حسی، پیام‌های حسی (مثل حس درد) را به دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) منتقل می‌کند. نورون‌های حرکتی، پیام‌های عصبی (مثل انقباض ماهیچه) را از دستگاه عصبی مرکزی، به اندام‌های بدن انتقال می‌دهند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

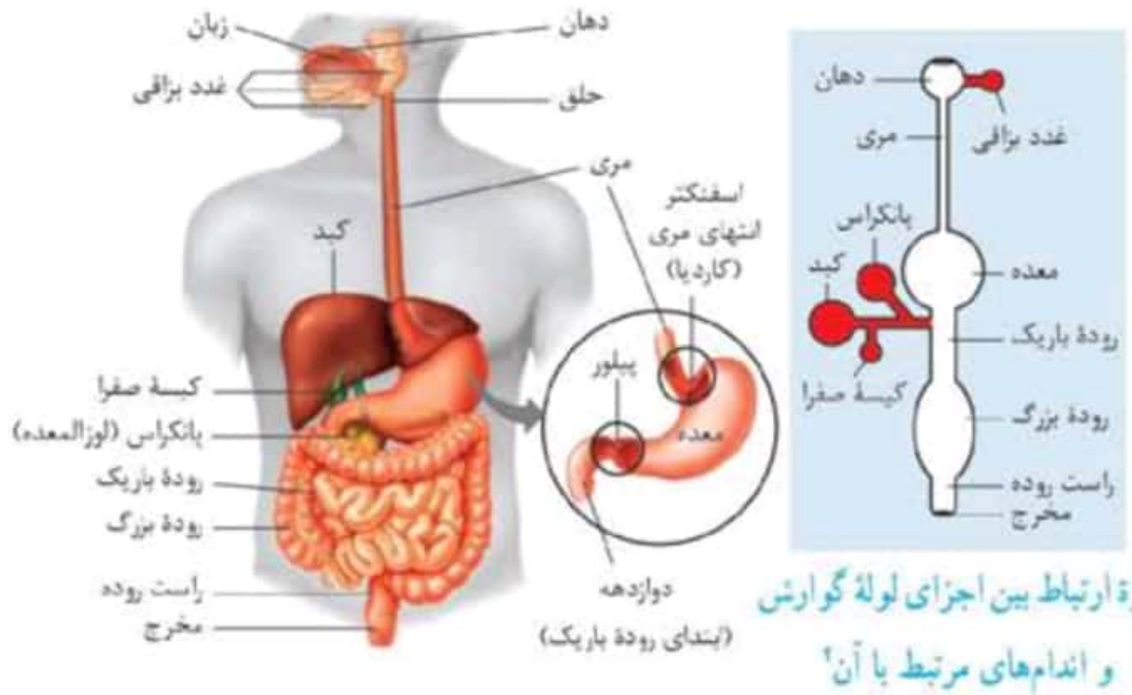
ساختار و عملکرد لولهٔ گوارش

درسنامهٔ ۱۴ آناتومی[1] دستگاه گوارش

تا این‌جای کتاب، هرچی که فوندین مقدمه بوده و تازه از الان می‌خوایم وارد اصل درس بشیم! پس از این‌جا به بعد، با دقت بیشتری مطالب رو دنبال کنید.

بخش‌های مختلف دستگاه گوارش

دستگاه گوارش، از لولهٔ گوارشی و اندام‌های گوارشی مرتبط با آن تشکیل شده است.



نحوهٔ ارتباط بین اجزای لولهٔ گوارش و اندام‌های مرتبط با آن[2]

لولهٔ گوارشی

لولهٔ گوارشی، لولهٔ **پیوسته‌ای** است که از **دهان** شروع و به **مخرج** ختم می‌شود. بین بخش‌های مختلف لولهٔ گوارشی، **ماهیچه‌های حلقوی** به‌نام اسفنکتر[3] (بنداره) وجود دارند. اسفنکترها، بخش‌های مختلف لولهٔ گوارش را از یک‌دیگر جدا می‌کنند. اسفنکترها، به‌صورت دریچه‌هایی هستند که در حالت **طبیعی**، ماهیچه‌های آن‌ها **منقبض** هستند و منفذ آن‌ها **بسته** است. در نتیجه، جلوی برگشت محتویات لوله به بخش قبلی گرفته می‌شود. زمانی‌که غذا می‌خواهد از اسفنکتر عبور کند و وارد بخش بعدی شود، انقباض ماهیچه‌ها از بین می‌رود و منفذ آن‌ها باز می‌شود؛ نتیجه این است که غذا می‌تواند وارد بخش بعدی لولهٔ گوارش شود.

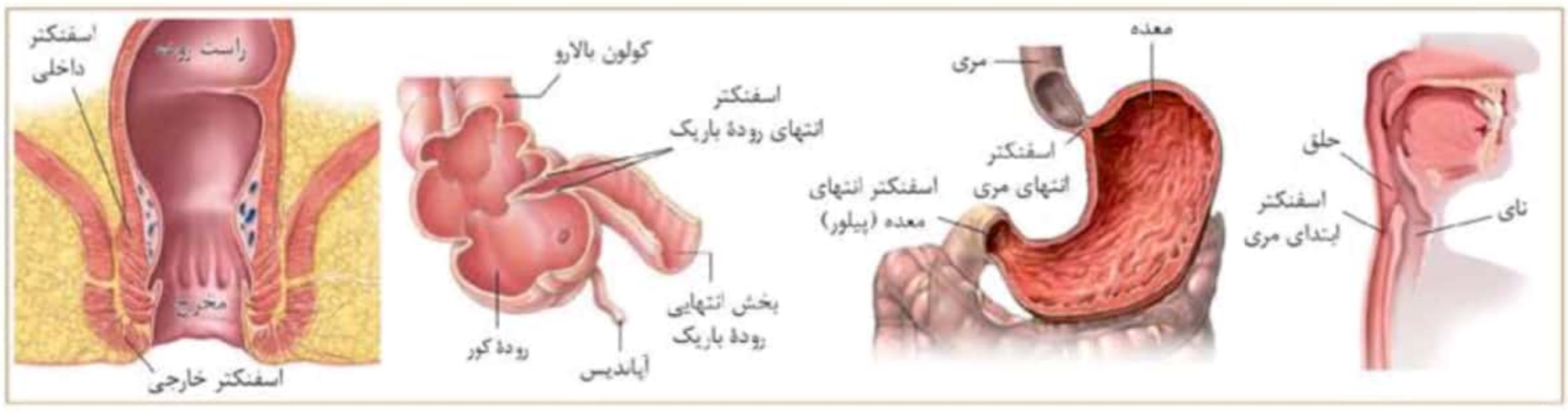
اسفنکتر مرز بین بخش‌های مختلف لولهٔ گوارشه و میاد حرکت مواد رو کنترل می‌کنه. همون‌جوری که توی مرزها ورود افراد به کشور کنترل میشه.

مثال ۱- در ابتدای مری، ۲- انتهای مری، ۳- بین معده و رودهٔ باریک (بنداره پیلور) ۴- انتهای رودهٔ باریک ۵- اسفنکتر داخلی مخرج و ۶- اسفنکتر خارجی مخرج

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ـ فصل ۵ دهم] در میزراه، دو اسفنکتر وجود دارد. اسفنکتر داخلی، ماهیچهٔ صاف دارد و فعالیت آن غیرارادی است اما اسفنکتر خارجی، ماهیچهٔ مخطط دارد و به‌طور ارادی باز می‌شود.

نکته در استفراغ و ریفلاکس (برگشت اسید معده به مری)، **حرکت مواد در لولهٔ گوارش برعکس می‌شود**. در این حالت، اسفنکتر (بنداره) جلوی برگشت مواد را نمی‌گیرد و مواد به بخش قبلی برمی‌گردند.

اسفنکترهای مخرج: در انتهای لولهٔ گوارش نیز دو اسفنکتر وجود دارد؛ ۱- اسفنکتر داخلی مخرج که ماهیچهٔ صاف دارد و عملکرد آن غیرارادی است و ۲- اسفنکتر خارجی مخرج که دارای ماهیچهٔ مخطط است و باز شدن آن به‌طور ارادی کنترل میشود. *یه جمع‌بندی راجع به اسفنکترها:*



۱- آناتومی، شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به بررسی ساختارهای بدن، ویژگی‌های آن‌ها و موقعیت آن‌ها در بدن می‌پردازد.

۲- موقعیت اندام‌ها در این شکل به‌صورت فرضی کشیده شده است.

۳- Sphincter

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

اسفنکترهای لولهٔ گوارشی

نام اسفنکتر	موقعیت	نوع ماهیچه	عملکرد	عصب‌دهی	زمان باز شدن
ابتدای مری	ابتدای مری	مخطط	غیرارادی	پیکری	هنگام بلع
انتهای مری	بین مری و معده	صاف	غیرارادی	خودمختار	۱- ورود مواد به معده، ۲- استفراغ، ۳- ریفلاکس
انتهای معده (پیلور)	بین معده و رودهٔ باریک	صاف	غیرارادی	خودمختار	۱- تخلیهٔ معده، ۲- استفراغ
انتهای رودهٔ باریک	بین رودهٔ باریک و راست‌روده	صاف	غیرارادی	خودمختار	ورود مواد به رودهٔ کور
داخلی مخرج	بخش داخلی مخرج	صاف	غیرارادی	خودمختار	هنگام دفع مدفوع
خارجی مخرج	بخش خارجی مخرج	مخطط	ارادی	پیکری	هنگام دفع مدفوع به صورت ارادی

☐ اندام‌های گوارشی ضمیمه

در دستگاه گوارشی، غده‌های گوارشی به دو صورت وجود دارند؛ ۱- گروهی از غده‌های گوارشی، بخشی از لولهٔ گوارش هستند، ۲- درحالی‌که گروهی دیگر از غده‌ها، در خارج از لولهٔ گوارشی قرار دارند. **غده‌های بزاقی، پانکراس (لوزالمعده)** و **کبد**، غده‌های گوارشی ضمیمهٔ لولهٔ گوارش هستند که ترشحات خود را وارد لولهٔ گوارشی می‌کنند و بدین‌ترتیب، به گوارش غذا کمک می‌کنند.

نکته صفرای تولیدشده در کبد، ابتدا وارد کیسهٔ صفرا می‌شود و سپس از طریق کیسهٔ صفرا و به واسطهٔ مجرای مشترک صفرا و پانکراس، وارد دوازدهه (بخش ابتدایی رودهٔ باریک) می‌شود.

موقعیت بخش‌های مختلف دستگاه گوارش

یکی از موارد پر سؤال در آزمون‌های مختلف، موقعیت اندام‌ها در بدن است. در این بخش، به بررسی محل قرارگیری بخش‌های مختلف دستگاه گوارش در بدن می‌پردازیم.

قسمت اول این بخش به بررسی کامل سافتارهای مختلف دستگاه گوارش پرداختیم. اگه حوصلهٔ خوندن این قسمت رو ندارین، می‌تونین فقط جمع‌بندی آخر درسنامه رو بخونین که برای پاسخگویی به اکثر سؤالات کافیه.

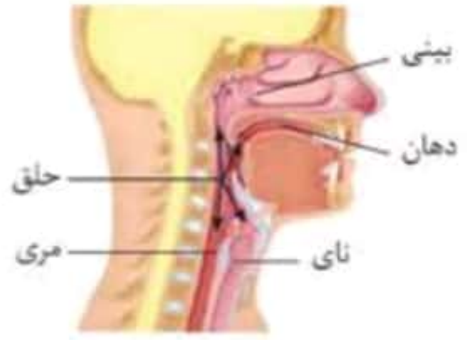
☐ اندام‌های اصلی: لولهٔ گوارش

حواستون باشه که توی این بخش، چیزی که باید یاد بگیرین، محل قرارگیری هر اندام هست. وظایف اندام‌ها رو هم ما گفتیم تا یه آشنایی اولیه پیدا کنین و ادامهٔ فصل رو راحت‌تر بفهمین. توضیحات کامل این وظایف رو در درسنامه‌های بعدی می‌گیم.

۱- دهان

وظیفه: الف- محل ورود مواد غذایی، ب- شروع گوارش مکانیکی (جویدن با کمک دندان، لب‌ها، زبان و آرواره‌ها)، ج- شروع گوارش شیمیایی (شروع گوارش نشاسته، نوعی کربوهیدرات، توسط آمیلاز بزاق)، د- لغزنده کردن غذا برای حرکت آسان‌تر در لولهٔ گوارش، هـ- هدایت غذا به سمت حلق برای شروع فرایند بلع، و- مقدار اندکی جذب مواد

محل قرارگیری: بخش پایینی سر



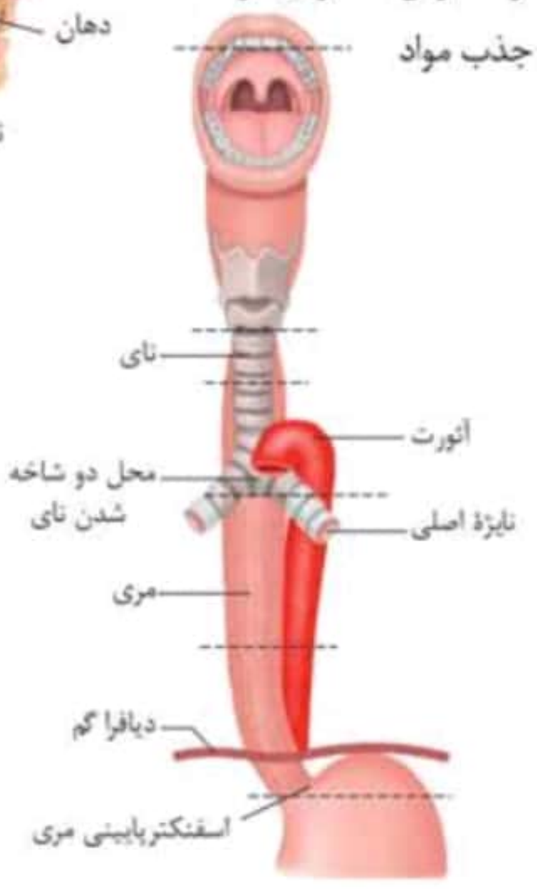
۲- حلق

وظیفه: حلق، محل ارتباط دستگاه گوارش و دستگاه تنفس است. زمانی که غذا یا هوا وارد حلق می‌شوند، از طریق حلق وارد مری یا نای می‌شوند. در حلق، گیرنده‌هایی وجود دارد که با تحریک آن‌ها، فرایند بلع به صورت غیرارادی ادامه می‌یابد و غذا با کمک حرکات دودی حلق، به مری می‌رود.

محل قرارگیری: از پشت بینی تا بالای مری، در ناحیهٔ گلو

مجاورت‌ها: حلق با بینی، دهان، حنجره، مری و گوش میانی در ارتباط است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ـ فصل ۲ یازدهم] بخشی به‌نام شیپور استاش، حلق را به گوش میانی مرتبط می‌کند. هوا از راه این مجرا به گوش میانی منتقل می‌شود تا فشار هوا در دو طرف پردهٔ صماخ یکسان شود و پرده به درستی بلرزد.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۳- مری

وظیفه: انتقال غذا «از دهان و حلق ← به معده» طی فرایند بلع

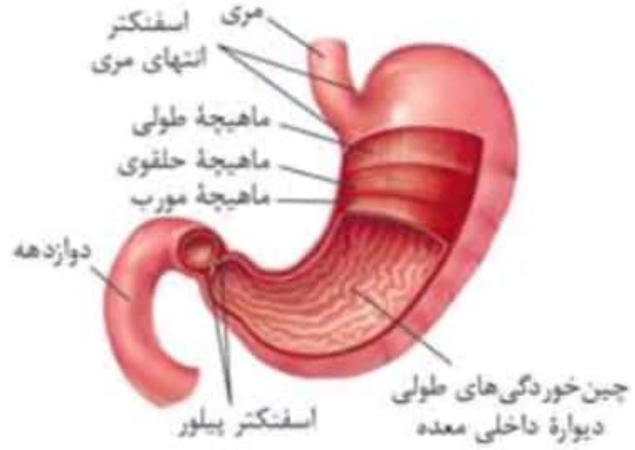
محل قرارگیری: مری از گردن شروع می‌شود و سپس وارد قفسهٔ سینه می‌شود. در تمام طول گردن و ابتدای قفسهٔ سینه، مری در پشت نای قرار دارد. تا قبل از عبور نای از دیافراگم، مری تقریباً در خط وسط بدن قرار دارد. بعد از آن، مری با عبور از دیافراگم به حفرهٔ شکمی وارد و اندکی به سمت چپ بدن متمایل می‌شود. در نهایت، اسفنکتر انتهایی مری [یعنی کاردیا]، در سمت چپ بدن به معده متصل می‌شود.

مجاورت‌ها: در ابتدا، در جلوی مری، حنجره، نای، نایژه‌های اصلی و قلب مشاهده می‌شود. پس از عبور از دیافراگم، در جلوی مری کبد قرار دارد.

۴- معده

وظیفه: الف- محل ذخیرهٔ موقتی غذا، ب- گوارش شیمیایی غذا (شروع گوارش پروتئین‌ها توسط پپسین و لیپیدها توسط لیپاز معده)، ج- گوارش مکانیکی غذا (تحت تأثیر انقباضات ماهیچه‌های دیوارهٔ معده)، د- مقدار اندکی جذب مواد، ه - تولید هورمون گاسترین

محل قرارگیری: معده از سمت چپ بدن شروع می‌شود و در سمت راست بدن پایان می‌یابد. بخش انتهایی معده که در سمت راست می‌باشد، محل قرارگیری دریچهٔ (اسفنکتر) پیلور است. این اسفنکتر، بین معده و بخش ابتدایی رودهٔ باریک (دوازدهه) قرار دارد و حرکت مواد از معده به سمت روده را کنترل می‌کند.



نکته در استفراغ، محتویات لولهٔ گوارش از بخش ابتدایی رودهٔ باریک و معده، از طریق دهان خارج می‌شوند. در این فرایند، اسفنکتر انتهای مری و دریچهٔ پیلور باز می‌شوند تا مواد بتوانند به سمت دهان حرکت کنند.

مجاورت‌ها: در جلوی بخش بالایی معده، کبد قرار دارد. در سمت چپ، در پشت معده طحال و کلیهٔ چپ قرار دارد. در سمت راست نیز دریچهٔ پیلور در پشت کبد قرار گرفته است. پانکراس نیز در پشت معده قرار دارد.

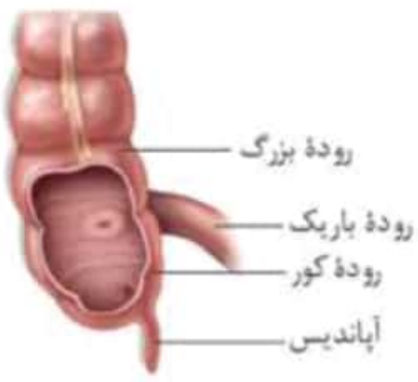
۵- رودهٔ باریک

وظیفه: الف ـ محل پایان گوارش مکانیکی غذا (با کمک حرکات قطعه‌قطعه کنندهٔ دیوارهٔ روده)، ب- محل پایان گوارش شیمیایی غذا (و محل شروع گوارش شیمیایی نوکلئیک‌اسیدها)، ج- محل اصلی جذب مواد، د- تولید هورمون سکرتین

محل قرارگیری: رودهٔ باریک، طول بسیار زیادی دارد و به چند بخش تقسیم می‌شود. بخش ابتدایی رودهٔ باریک، که به معده متصل می‌شود، دوازدهه نام دارد. دوازدهه، ساختاری مشابه حرف C دارد و در سمت راست بدن قرار دارد. رودهٔ باریک، پیچ‌خوردگی‌های بسیاری دارد و در نهایت، در سمت راست بدن، به رودهٔ بزرگ متصل می‌شود. در این محل، اسفنکتر انتهای رودهٔ باریک قرار دارد.

مجاورت‌ها: دوازدهه در پشت کبد، کیسهٔ صفرا و کولون افقی قرار دارد. در سمت چپ دوازدهه، پانکراس و معده مشاهده می‌شود. بقیهٔ قسمت‌های رودهٔ باریک، توسط بخش‌های مختلف رودهٔ بزرگ احاطه شده‌اند.

۶- رودهٔ بزرگ (کولون)



وظیفه: الف- آماده‌سازی مدفوع، ب- جذب آب و یون‌ها، ج- محل تولید مقداری ویتامین B_{12} [توسط باکتری‌ها]، د- افزایش غلظت مواد دفعی و تولید مدفوع جامد

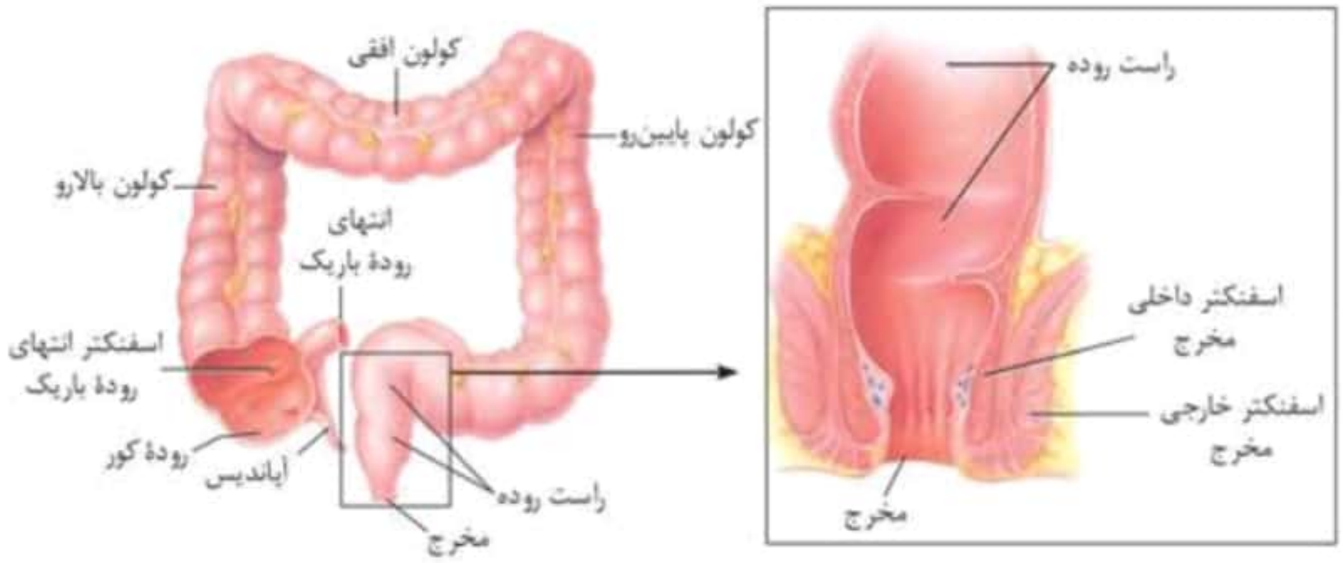
محل قرارگیری: رودهٔ بزرگ، از چند بخش تشکیل شده است: الف- رودهٔ کور، بخش ابتدایی رودهٔ بزرگ است که به آپاندیس ختم می‌شود، ب- کولون بالارو که در سمت راست بدن قرار دارد، ج- کولون افقی، که به‌صورت افقی از سمت راست بدن به سمت چپ می‌رود و د- کولون پایین‌رو که در سمت چپ بدن قرار دارد و در خط وسط بدن، به راست‌روده متصل می‌شود.

۷- راست‌روده و مخرج

وظیفه: الف- شروع انعکاس دفع پس از ورود مدفوع به راست‌روده، ب- دفع مدفوع از طریق مخرج

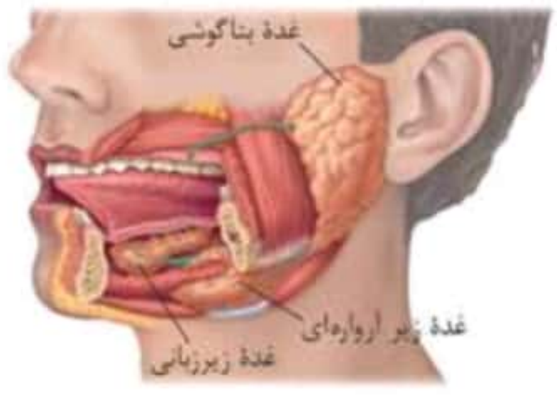
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

محل قرارگیری: در خط وسط بدن، پس از کولون پایین‌رو



❑ اندام‌های ضمیمه

تا این‌جا با کل لولهٔ گوارش آشنا شدیم. اما یه سری اندام‌های دیگه هم هستن که با ترشح یه‌سری مواد به درون لولهٔ گوارش، در هضم غذا نقش دارن.



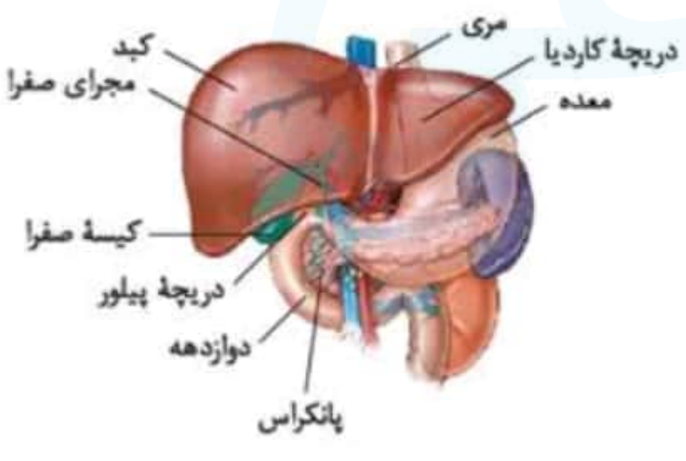
۸- غدد بزاقی

وظیفه: الف ـ گوارش شیمیایی نشاسته توسط آمیلاز، ب ـ از بین بردن باکتری‌های دهان توسط لیزوزیم، ج- حفاظت مکانیکی و شیمیایی از لولهٔ گوارش با تولید مادهٔ مخاطی، د- لغزنده کردن ذره‌های غذایی

محل قرارگیری: *محل غده‌های بزاقی از اسمشون مشخصه؛* الف- بناگوشی: کنار گوش، ب- زیر زبانی: زیر زبان، ج- زیرآرواره‌ای: زیر آروارهٔ پایین.

۹- کبد (جگر)

وظیفه: الف- تولید صفرا و انتقال آن به کیسهٔ صفرا، ب- ذخیرهٔ لیپیدها و تولید لیپوپروتئین‌ها، ج- تولید گلیکوژن و پروتئین از مواد جذب‌شده در رودهٔ باریک، د- ذخیرهٔ موادی مانند آهن و برخی ویتامین‌ها، ه ـ تولید هورمون اریتروپویتین



محل قرارگیری: کبد، بالاترین اندام در حفرهٔ گوارشی است که در نزدیکی دیافراگم قرار دارد. بخش عمدهٔ کبد در سمت راست حفرهٔ شکمی قرار دارد ولی قسمتی از آن تا جلوی اسفنکتر انتهای مری در سمت چپ بدن نیز امتداد می‌یابد.

مجاورت‌ها: الف- از بالا: دیافراگم، ب- از پایین: کلیهٔ راست، کیسهٔ صفرا، دوازدهه، معده، ج- از جلو: دیوارهٔ جلویی شکم، د- از پشت: بزرگ سیاهرگ زبرین، دیوارهٔ پشتی شکم، بخش انتهایی مری، بخش ابتدایی معده، دوازدهه، کیسهٔ صفرا

۱۰- کیسهٔ صفرا

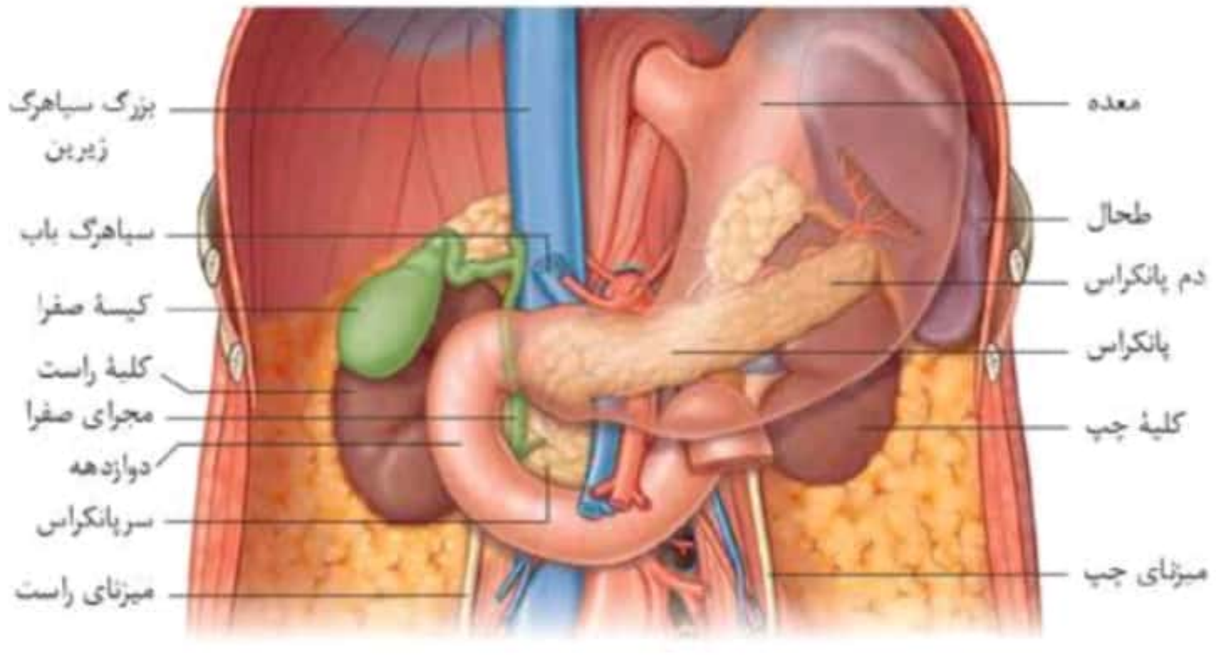
وظیفه: الف- ذخیرهٔ صفرا و آزاد کردن آن به درون دوازدهه، ب- کمک به گوارش چربی‌ها و ورود آن‌ها به محیط داخلی

محل قرارگیری: پایین و پشت کبد در سمت راست بدن

۱۱- پانکراس (لوزالمعده)

وظیفه: الف- تولید قوی‌ترین آنزیم‌های گوارشی، ب- تولید مقدار زیادی بیکربنات سدیم (برای خنثی کردن کیموس اسیدی)

محل قرارگیری: در زیر معده و موازی با آن؛ سر پانکراس در سمت راست بدن قرار دارد و دم آن در سمت چپ است.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

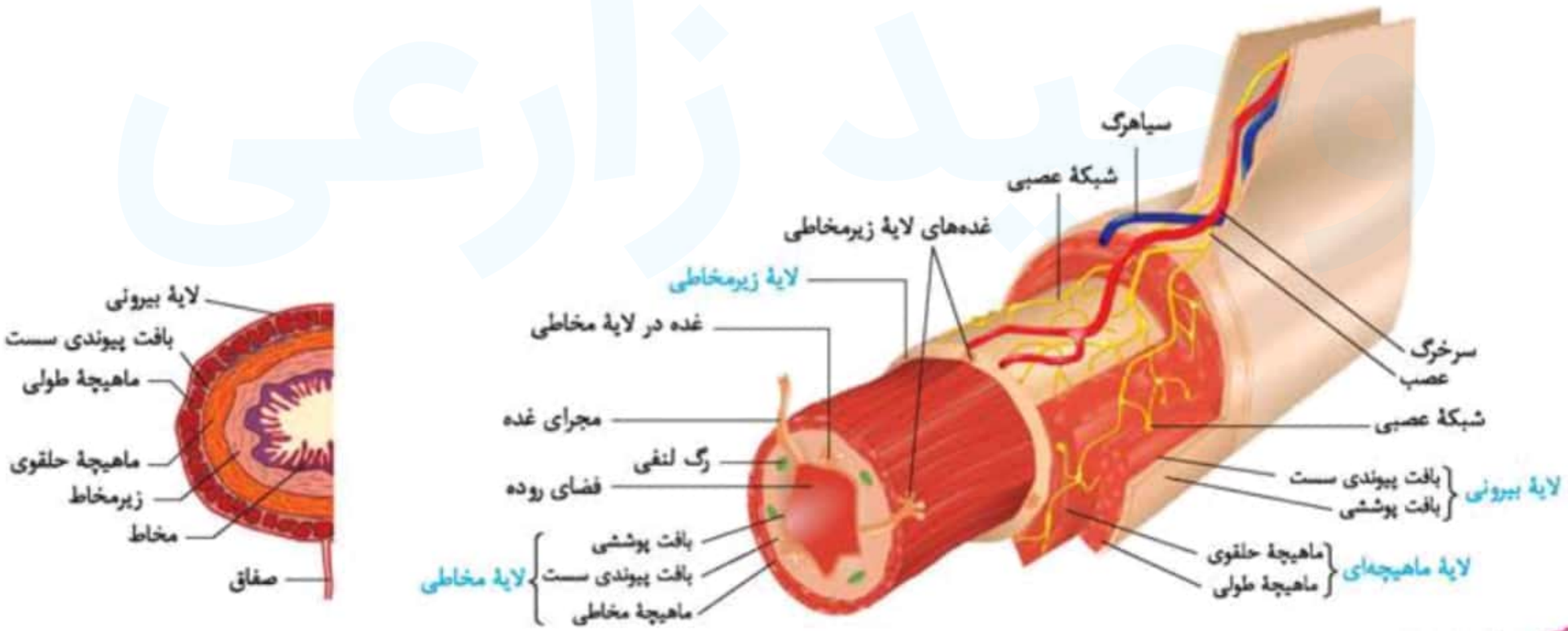
موقعیت اندام‌های دستگاه گوارش

↑ بالا ↑			
← سمت چپ بدن	← سمت راست بدن		
رأس کبد	بخش عمدهٔ کبد		
بخش عمدهٔ معده (بالای معده)	دریچهٔ پیلور	دوازدهه	کیسهٔ صفرا
دم پانکراس	سر پانکراس		
بخش انتهایی کولون افقی	بخش ابتدایی کولون افقی		
کولون پایین‌رو	کولون بالارو		
	اسفنکتر انتهای رودهٔ باریک	رودهٔ کور	
	آپاندیس		

↓ پایین ↓

درسنامهٔ ۱۵ بافت‌شناسی لولهٔ گوارش

دیوارهٔ بخش‌های مختلف لولهٔ گوارش، ساختار تقریباً مشابهی دارند. این لوله از خارج به داخل، چهار لایه دارد: ۱- لایهٔ بیرونی، ۲- لایهٔ ماهیچه‌ای، ۳- لایهٔ زیرمخاطی و ۴- لایهٔ مخاطی. هر لایه، از انواعی از بافت‌ها تشکیل شده است.



لایهٔ بیرونی

□ بافت‌ها

۱- **بافت پوششی:** فقط در بعضی از بخش‌های لولهٔ گوارشی، لایهٔ بیرونی دارای بافت پوششی است.

۲- **بافت پیوندی:** دارای بافت پیوندی سست و بافت چربی

نکته بافت پیوندی سست در همهٔ لایه‌های لولهٔ گوارش وجود دارد.

۳- **بافت ماهیچه‌ای:** ــــ

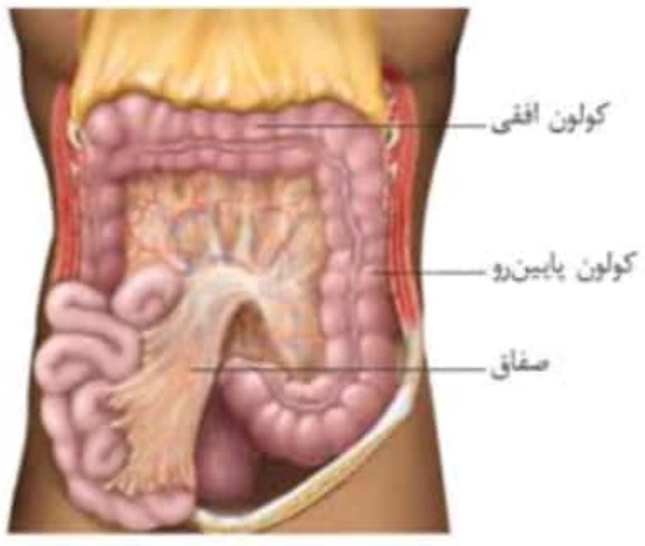
۴- **رگ‌ها و اعصاب:** رگ‌های خونی و اعصاب از لایهٔ بیرونی عبور می‌کنند.

تذکر *یه خواهش؛ لطفاً، وقتی که سافتار بافتی یک اندام رو بررسی می‌کنین، بافت‌های موجود در رگ‌های خونی و اعصاب رو در نظر نگیرین! یعنی وقتی مثلاً به شما می‌گن بافت‌های پیوندی ماهیچه، نگین که خون هم یک نوع بافت پیوندی هست که در رگ‌های خونی وجود داره! اگه اینجوری بخواین در نظر بگیرین، کلاً بافت‌شناسی بی‌معنی میشه؛ چون همه جا رگ خونی و عصب هست پس همه جا هر چهار نوع بافت پیوندی هم باید وجود داشته باشه که این خیلی غلطه! پس وقتی می‌خواین بافت‌های یک اندام رو در نظر بگیرین، اون رو بدون توجه به رگ‌های خونی و اعصاب بررسی کنین. در مورد رگ‌ها و اعصاب فقط می‌گیم که رگ و عصب داره و بافت‌هاش رو در نظر نمی‌گیریم.*

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

مثال لایهٔ زیرمخاط، از جنس بافت پیوندی سست هست ولی رگ خونی و عصب هم داره. هواستون باشه که بافت پوششی، ماهیچه‌ای و عصبی، جزء ساختار زیرمخاط محسوب نمی‌شن (یعنی بافت‌های رگ خونی و عصب رو جزء بافت‌های خود اندام حساب نمی‌کنیم).
اگر با این استدلال اشتباه در سر جلسه‌ی کنکور ۹۶ حاضر می‌شدید، یک سؤال کنکور رو قطعاً اشتباه جواب می‌دادین.

☐ وظیفه



در حفرهٔ شکمی، لایهٔ بیرونی، بخشی از صفاق است. صفاق، پرده‌ای است که اندام‌های درون شکم را از خارج به هم وصل می‌کند. این یعنی چی؟ نگاه کنین اندام‌های لولهٔ گوارش از سمت داخل به دو تا اندام دیگه متصل میشن. مثلاً رودهٔ باریک به معده و رودهٔ بزرگ وصل میشه و یا معده به مری و رودهٔ باریک متصل هست. اما علاوه بر این، یه روکشی بین اندام‌ها قرار داره که اندام‌ها رو از خارج به هم وصل می‌کنه. هیچی مثل شکل نمی‌تونه منظور رو بهتون خوب برسونه. پس به شکل دقت کنین.

نکته در لولهٔ گوارشی، از مری تا مخرج لایهٔ بیرونی وجود دارد ولی فقط در حفرهٔ شکمی، لایهٔ بیرونی در تشکیل صفاق نقش دارد؛ مثلاً لایهٔ بیرونی مری در قفسهٔ سینه، نقشی در تشکیل صفاق ندارد.

نکته اندام‌های مختلف لولهٔ گوارش در محل اسفنکترها به یکدیگر متصل هستند. علاوه بر این، صفاق نیز اندام‌ها را از خارج به یکدیگر متصل می‌کند.

لایهٔ ماهیچه‌ای

☐ بافت‌ها

۱- بافت پوششی: —

۲- بافت پیوندی: بین ماهیچهٔ طولی و حلقوی، بافت پیوندی سست قرار دارد.

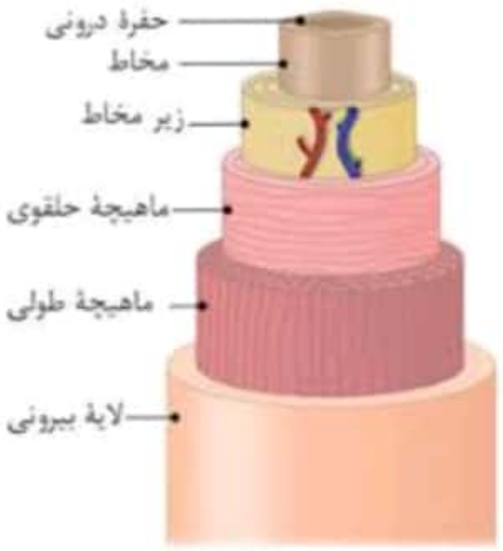
نکته در معده، بین ماهیچهٔ طولی و حلقوی و هم‌چنین بین ماهیچهٔ مورب و حلقوی، بافت پیوندی سست وجود دارد.

۳- بافت ماهیچه‌ای: الف- ماهیچهٔ مخطط: در دهان، حلق، ابتدای مری و اسفنکتر خارجی مخرج، ب- ماهیچهٔ صاف: قسمت میانی و انتهایی مری، معده، رودهٔ باریک، رودهٔ بزرگ، راست‌روده، اسفنکتر داخلی مخرج.

نکته اسفنکتر ابتدای مری، دارای ماهیچهٔ مخطط است اما انقباض آن به صورت غیرارادی کنترل می‌شود.

سازمان‌یابی سلول‌های ماهیچه‌ای: در لایهٔ ماهیچه‌ای لولهٔ گوارش، سلول‌های ماهیچه‌ای به روش‌های مختلفی ممکن است سازمان‌یابی شوند: به‌طور کلی از مری تا مخرج، آرایش سلول‌های ماهیچه‌ای می‌تواند به صورت حلقوی و طولی باشد، به‌جز در معده که یک لایهٔ مورب نیز وجود دارد. اول از همه اینو هواستون باشه که حلقوی بودن یا طولی بودن، ربطی به نوع بافت ماهیچه‌ای نداره؛ مثلاً ماهیچهٔ طولی در ابتدای مری از نوع مخطط هست ولی در معده از نوع صاف. اما دوماً، اصلاً حلقوی بودن و طولی بودن یعنی چی؟ فرض کنین یه لوله داریم و میخوایم یه نخ رو بهش وصل کنیم. چند تا راه داریم؛ ۱- بیایم نخ رو دور لوله بپیچیم که به این میگن حلقوی. ۲- می‌تونیم نخ رو از بالای لوله به صورت مستقیم وصل کنیم به پایین لوله؛ بهش میگن طولی. ۳- یه راه دیگشم اینه که نخ رو به‌طور مورب دور لوله بپیچیم که در این حالت بهش میگن مورب. پس تفاوت در اینه که سلول‌ها به صورت یه حلقه دور لوله بپیچن، در طولش قرار بگیرن یا این‌که به صورت مورب.

نحوهٔ قرارگیری ماهیچه‌ها در بخش‌های مختلف لولهٔ گوارش: دیگه تا الان احتمالاً باید متوجه شده باشین که چه‌جوری هست. از مری تا مخرج، در لایهٔ ماهیچه‌ای، ۲ ماهیچهٔ طولی و حلقوی مشاهده می‌شود. ماهیچهٔ طولی نسبت به ماهیچهٔ حلقوی خارج‌تر است و در مجاورت لایهٔ بیرونی قرار دارد. ماهیچهٔ حلقوی نیز معمولاً در تماس با لایهٔ زیرمخاط است. تنها استثنا، معده است که در آن، یک ماهیچهٔ مورب نیز در سمت داخل ماهیچهٔ حلقوی قرار دارد.



نکته اسفنکترها فقط دارای ماهیچهٔ حلقوی هستند و در آن‌ها، ماهیچهٔ طولی وجود ندارد.

۴- رگ‌ها و اعصاب: در لایهٔ ماهیچه‌ای، شبکهٔ عصبی و رگ‌های خونی بین ماهیچه‌های طولی، حلقوی (و مورب در معده) قرار دارند.

☐ وظیفه

۱- گوارش مکانیکی (خرد و نرم شدن غذا)، ۲- مخلوط شدن غذا با شیرهٔ گوارشی، ۳- حرکت محتویات لولهٔ گوارشی

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

لایهٔ زیرمخاطی

❑ بافت‌ها

۱- **بافت پوششی:** ـــ ۲- **بافت پیوندی:** بافت پیوندی سست ۳- **بافت ماهیچه‌ای:** ـــ ۴- **رگ‌ها و اعصاب:** رگ‌های خونی فراوان و شبکهٔ عصبی

نکته در دیوارهٔ لولهٔ گوارش، در لایهٔ ماهیچه‌ای و زیرمخاطی، شبکهٔ عصبی وجود دارد.

نکته در تمامی لایه‌های دیوارهٔ لولهٔ گوارش، رگ‌های خونی وجود دارند و این رگ‌ها، در خون‌رسانی همان لایه نقش دارند.

نکته به‌جز لایهٔ مخاطی، سایر لایه‌های دیوارهٔ لولهٔ گوارش دارای عصب هستند. عصب‌دهی مخاط توسط اعصاب لایهٔ زیرمخاطی انجام می‌شود.

نکته در دیوارهٔ لولهٔ گوارش (از مری تا مخرج)، شبکه‌های یاخته‌های عصبی وجود دارند. این شبکه را دستگاه عصبی روده‌ای می‌نامند. این دستگاه، تحرک و ترشح را در لولهٔ گوارش تنظیم می‌کند.

❑ وظیفه

۱- چسباندن مخاط به لایهٔ ماهیچه‌ای، ۲- لغزیدن راحت مخاط روی لایهٔ ماهیچه‌ای، ۳- چین‌خوردن مخاط

لایهٔ مخاطی (مخاط)

❑ بافت‌ها

۱- بافت پوششی: داخلی‌ترین بافت سازندهٔ لایهٔ مخاطی است و می‌تواند موسین را ترشح کند. موسین در تشکیل مادهٔ مخاطی نقش دارد.

جنس بافت پوششی: ۱- سنگ‌فرشی چندلایه‌ای: در دهان، حلق و مری، ۲- استوانه‌ای یک‌لایه‌ای: در معده، رودهٔ باریک و رودهٔ بزرگ

۲- بافت پیوندی: بافت پیوندی سست، بین ماهیچهٔ مخاطی و بافت پوششی قرار می‌گیرد. رگ‌های خونی لایهٔ مخاط، در بافت پیوندی قرار دارند.

۳- بافت ماهیچه‌ای: ماهیچهٔ مخاطی، خارجی‌ترین قسمت لایهٔ مخاطی است.

نکته جنس ماهیچهٔ مخاطی در تمامی قسمت‌های لولهٔ گوارش (از مری تا مخرج)، از نوع ماهیچهٔ صاف است.

نکته تنظیم انقباض ماهیچهٔ مخاطی توسط دستگاه عصبی روده‌ای انجام می‌شود.

نکته زیرمخاط، بین ماهیچهٔ مخاطی و لایهٔ ماهیچه‌ای قرار دارد.

۴- رگ‌ها و اعصاب: در بافت پیوندی سست مخاط، رگ‌های خونی و لنفی قرار دارند. عصب‌دهی این لایه توسط اعصاب زیرمخاط انجام می‌شود.

❑ وظیفه

وظیفهٔ مخاط در بخش‌های مختلف لولهٔ گوارش متفاوت است. به‌طور کلی، بیشتر کارهای مخاط توسط سلول‌های پوششی انجام می‌شود و انواع مختلفی از سلول‌های پوششی در مخاط وجود دارد:

۱- سلول‌های جذب‌کننده: این سلول‌ها که بیشتر در روده و به مقدار کم‌تر در دهان و معده قرار دارند، مواد را از لولهٔ گوارشی دریافت و وارد فضای بین‌سلولی می‌کنند. در رودهٔ بزرگ نیز سلول‌های جذب‌کنندهٔ آب و یون‌ها وجود دارند.

۲- سلول ترشح‌کننده: انواع مختلفی از سلول‌های ترشح‌کننده در لولهٔ گوارش وجود دارند که هر کدام، مواد خاصی را ترشح می‌کنند؛ مثلاً در معده، بعضی از سلول‌ها اسید معده را می‌سازند، بعضی دیگر آنزیم‌های گوارشی را ترشح می‌کنند و بعضی از سلول‌ها، هورمون گاسترین را وارد جریان خون می‌کنند. علاوه‌بر این، در سراسر لولهٔ گوارش سلول‌های ترشح‌کنندهٔ موسین وجود دارد.

نکته هم در لایهٔ مخاطی و هم در لایهٔ زیرمخاطی، غده‌های ترشح‌کننده وجود دارند.

موسین چیست؟ موسین، نوعی مولکول **گلیکوپروتئینی**[1] است که **می‌تواند مقدار زیادی آب جذب کند.** وقتی که موسین آب جذب کرد، ماده‌ای **لزج و چسبناک** را می‌سازد که به آن **مادهٔ مخاطی** می‌گویند. مادهٔ مخاطی، نقش‌های مختلفی دارد: الف ـ دیوارهٔ لولهٔ گوارش را از خراشیدگی حاصل از تماس غذا (آسیب فیزیکی) حفظ می‌کند، ب ـ از آسیب شیمیایی (بر اثر اسید یا آنزیم) لولهٔ گوارش جلوگیری می‌کند، ج ـ ذرات غذایی را به هم می‌چسباند و آن‌ها را به توده‌ای لغزنده تبدیل می‌کند.

نکته لایهٔ مخاطی، در لولهٔ گوارش، مجاری تنفسی و مجاری ادراری ـ تناسلی وجود دارد. در همهٔ این قسمت‌ها، مادهٔ مخاطی ترشح می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] پکتین، نوعی ترکیب پلی‌ساکاریدی در گیاهان است که می‌تواند مقدار زیادی آب جذب کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] مخاط از یک بافت پوششی با آستری از بافت پیوندی (سست) تشکیل شده است و مادهٔ چسبناکی را به‌نام مادهٔ مخاطی ترشح می‌کند. مادهٔ مخاطی که چسبناک است، میکروب‌ها را به دام می‌اندازد و از پیشروی آن‌ها جلوگیری می‌کند. ترشحات مخاط، با داشتن آنزیم لیزوزیم، موجب کشته شدن باکتری‌ها می‌شوند.

۱- ترکیب کربوهیدرات و پروتئین

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

بافت‌شناسی لایه‌های مختلف لولهٔ گوارش

نام لایه (خارج به داخل)		بافت پوششی	بافت پیوندی	بافت ماهیچه‌ای	رگ‌ها و اعصاب	وظیفه
لایهٔ بیرونی		در بعضی قسمت‌ها	بافت پیوندی سست	ـــــ	محل عبور رگ‌ها و اعصاب	اتصال اندام‌های حفرهٔ شکمی از خارج
لایهٔ ماهیچه‌ای	طولی	ـــــ	بافت پیوندی سست در بین ماهیچه‌ها	از دهان تا ابتدای مری و اسفنکتر خارجی مخرج، مخطط؛ سایر قسمت‌ها، صاف	دارای رگ‌ها و شبکهٔ عصبی	۱ـ گوارش مکانیکی، ۲- مخلوط کردن محتویات، ۳- حرکت محتویات
	حلقوی					
	مورب (در معده)					
لایهٔ زیرمخاطی		ـــــ	بافت پیوندی سست	ـــــ	رگ‌های فراوان و شبکهٔ عصبی	۱- چسباندن مخاط به لایهٔ ماهیچه‌ای، ۲- لغزیدن راحت مخاط روی لایهٔ ماهیچه‌ای، ۳- چین‌خوردن مخاط
لایهٔ مخاطی	ماهیچهٔ مخاطی	ـــــ	ـــــ	صاف	رگ‌های خونی در آستر پیوندی + عصب‌دهی توسط زیرمخاط	ترشح و جذب
	آستر پیوندی	ـــــ	بافت پیوندی سست	ـــــ		
	بافت پوششی	دهان، حلق و مری: سنگ‌فرشی چندلایه‌ای معده و روده: استوانه‌ای یک‌لایه‌ای	ـــــ	ـــــ		

خلاصهٔ بافت‌شناسی و آناتومی لولهٔ گوارش

نام ساختار		موقعیت	وظیفه	بافت پوششی	بافت ماهیچه‌ای
حفرهٔ دهانی		بخش پایینی سر	بلع، گوارش، جذب	سنگ‌فرشی چندلایه	اسکلتی (مخطط)
حلق		پشت دهان	بلع	سنگ‌فرشی چندلایه	اسکلتی (مخطط)
مری	ابتدا	گردن و قفسهٔ سینه	بلع	سنگ‌فرشی چندلایه	اسکلتی (مخطط)
	انتها	حفرهٔ شکمی	جلوگیری از بازگشت غذا به مری		صاف
معده		حفرهٔ شکمی، زیر کبد	گوارش، جذب	استوانه‌ای تک‌لایه	صاف
رودهٔ باریک	دوازدهه	سمت راست شکم	گوارش، جذب	استوانه‌ای تک‌لایه	صاف
	سایر قسمت‌ها	حفرهٔ شکمی			
رودهٔ بزرگ	رودهٔ کور	سمت راست شکم	جذب، دفع	استوانه‌ای تک‌لایه	صاف
	کولون بالارو	سمت راست شکم			
	کولون افقی	از راست تا چپ شکم			
	کولون پایین‌رو	سمت چپ شکم			
راست‌روده		بخش وسط	دفع	[سنگ‌فرشی چندلایه]	صاف
مخرج	بخش داخلی	حفرهٔ لگنی			صاف
	بخش خارجی	حفرهٔ لگنی			اسکلتی (مخطط)

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۶ حرکات لولهٔ گوارش

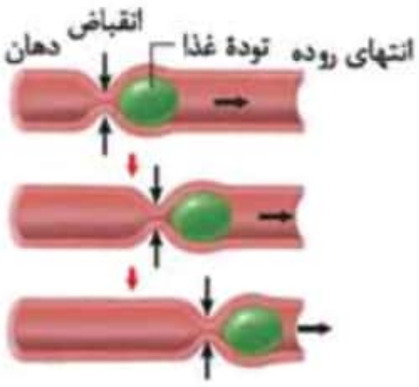
در اثر **انقباض‌های لایهٔ ماهیچه‌ای** لولهٔ گوارش، حرکات **منظمی** در دیوارهٔ لولهٔ گوارش ایجاد می‌شود. این حرکات، به شکل **کرمی** یا **قطعه‌قطعه‌کننده** می‌باشند.

حرکات کرمی

☐ مکانیسم

وقتی غذا وارد لولهٔ گوارش می‌شود، لولهٔ گوارش را کشاد می‌کند. گشاد شدن لولهٔ گوارش، باعث **تحریک نورون‌های** دیوارهٔ لولهٔ گوارش می‌شود. نورون‌ها (یاخته‌های عصبی) نیز ماهیچه‌های دیوارهٔ لولهٔ گوارش را تحریک می‌کنند و آن‌ها را وادار به انقباض می‌کنند در نتیجه، یک **حلقهٔ انقباضی** در پشت تودهٔ غذا ایجاد می‌شود که از **دهان به سمت مخرج** حرکت می‌کند.

مثل این هست که شما یه بطری آب رو بگیرین دستتون و دستتون رو دورش مشت کنین و از پایین به سمت بالا فشار بدین. چه اتفاقی می‌افته؟ آب از پایین به سمت بالا حرکت می‌کنه.



نکته ایجاد حلقهٔ انقباضی در پشت تودهٔ غذا، نتیجهٔ انقباض ماهیچه‌های حلقوی است.

نکته هنگام **استفراغ**، جهت حرکات کرمی **وارونه** می‌شود و محتویات لولهٔ گوارش، حتی از **بخش ابتدایی رودهٔ باریک**، به‌سرعت رو به دهان حرکت می‌کنند.

☐ وظیفه

۱- **جلو راندن غذا:** با سرعتی مناسب در طول لولهٔ گوارش

۲- **مخلوط‌کنندگی:** زمانی‌که حرکت رو به جلوی تودهٔ غذا در اثر برخورد با یک اسفنکتر (بندارِه) بسته، متوقف شود؛ تودهٔ غذا به عقب برمی‌گردد و محتویات لولهٔ گوارشی مخلوط می‌شوند.

مثال زمانی‌که غذا به اسفنکتر (بندارهٔ) پیلور در انتهای معده می‌رسد، حرکات کرمی، موجب مخلوط‌شدن محتویات معده می‌شود.

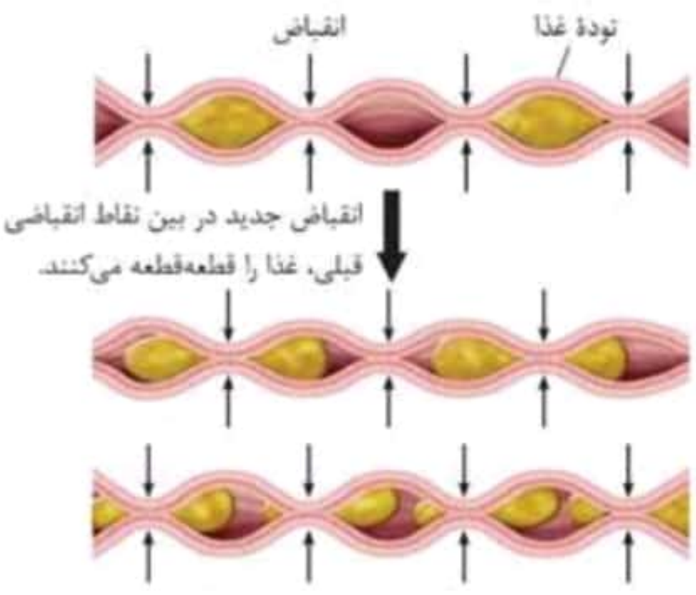
یه شلنگ آب رو بگیرین دستتون و آب رو با فشار به سمت دیوار بگیرین. چه اتفاقی می‌افته؟ آب برمی‌گرده عقب.

۳- **انقباض‌های گرسنگی:** زمانی‌که معده برای چند ساعت یا بیشتر خالی باشد، حرکات کرمی در آن ایجاد می‌شوند که انقباض‌های گرسنگی نام دارند. هنگام این انقباض‌ها، ممکن است فرد، **درد خفیفی** را در معده احساس کند.

پس متوجه شدین که وقتی احساس گرسنگی می‌کنین و میگین دلم درد میکنه، علتش راه‌اندازی حرکات کرمی در دیوارهٔ معدهٔ خالی است.

حرکات قطعه‌قطعه‌کننده

☐ مکانیسم و وظیفه



در بخش‌هایی که غذا وجود دارد، لولهٔ گوارش گشاد است و ماهیچه‌ها شل هستند. در حرکات قطعه‌قطعه‌کننده، بخش‌های منقبض‌شده **بین قطعه‌های شل** به‌وجود می‌آیند؛ یعنی بین قطعه‌هایی که در آن‌ها غذا وجود دارد در نتیجه، محتویات لوله، **ریزتر و بیشتر با شیره‌های گوارشی مخلوط می‌شوند.** این انقباض‌ها در **کسری از دقیقه** پایان می‌یابند و انقباض در نقاط جدید، بین نقاط قبلی رخ می‌دهد.

فرض کنین یه تیکه کیک داریم و میایم این کیک رو از وسط نصف می‌کنیم. حالا هر نیمه رو دوباره از وسط نصف می‌کنیم. باز هم کیک کوچک‌تر میشه. اگه همین روند رو ادامه بدیم، در هر مرحله قطعات کیک ریزتر میشن. این اتفاقی هست که در حرکات قطعه‌قطعه‌کننده هم رخ میده.

درسنامهٔ ۱۷ گوارش غذا

برای آن‌که سلول‌ها (یاخته‌ها) بتوانند مواد مورد نیاز خود را جذب کنند، ابتدا لازم است که مواد غذایی به **ذرات ریز** و **قابل‌جذب** تبدیل شوند. هدف از گوارش غذا نیز همین است. گوارش غذا به دو صورت انجام می‌شود:

۱- **گوارش مکانیکی:** در گوارش مکانیکی، تودهٔ غذا به **ذرات ریزتر** تبدیل می‌شود و غذا **خرد و آسیاب** می‌شود.

نکته حرکات قطعه‌قطعه‌کننده، مثالی از گوارش مکانیکی هستند.

۲- **گوارش شیمیایی:** در گوارش شیمیایی، درشت‌مولکول‌های زیستی به **مولکول‌های کوچک‌تر** و **اجزای سازندهٔ خود** تبدیل می‌شوند؛ مثلاً، پروتئین‌ها به واحدهای سازندهٔ خود یعنی آمینواسیدها تبدیل می‌شوند. کربوهیدرات‌ها، نوکلئیک‌اسیدها و لیپیدها نیز تحت تأثیر گوارش شیمیایی قرار می‌گیرند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته در انجام گوارش شیمیایی، ترشحات لولهٔ گوارش و هم‌چنین غدد گوارشی نقش دارند. در گوارش مکانیکی، ماهیچه‌های لولهٔ گوارش[1] نقش دارند.

نکته در گوارش شیمیایی، ممکن است که مونومر تولید نشود، مثلاً پروتئین‌ها در معده تجزیه می‌شوند و به مولکول‌های کوچک‌تر تبدیل می‌شوند ولی آمینواسید تولید نمی‌شود و یا مثلاً آمیلازهای دهان و لوزالمعده، نشاسته را نمی‌توانند به گلوکز هیدرولیز کنند.

نکته بعضی مواد مانند ویتامین‌ها و مواد معدنی و آب بدون گوارش شیمیایی جذب می‌شوند.

درسنامهٔ ۱۸ گوارش در دهان

در دهان، گوارش مکانیکی و شیمیایی غذا انجام می‌شود.

گوارش مکانیکی

فعالیت هماهنگ **ماهیچه‌های اسکلتی آرواره‌ها و گونه‌ها، لب‌ها، زبان و دندان‌ها**، موجب جویدن غذا و گوارش مکانیکی آن می‌شود. گوارش مکانیکی غذا به دلایل زیر اهمیت دارد:

۱- **افزایش کارایی گوارش شیمیایی:** آسیاب‌شدن غذا به ذره‌های بسیار کوچک، به دلیل افزایش سطح تماس ذرات غذا با آنزیم‌ها، برای فعالیت بهتر آنزیم‌های گوارشی، لازم است.

بعدها توی درس شیمی می‌فونین که چرا ریزتر شدن ذرات باعث تاثیر بهتر آنزیم‌ها می‌شه. اما الان بفوایم یکم توضیح بدیم، اینجوری هست مثلاً یه آنزیم می‌فواد بره یه پروتئین رو تجزیه کنه. فُب به نظرتون وقتی که پروتئین بزرگ‌تر باشه کار آنزیم راحت‌تره یا وقتی که پروتئین کوچک‌تر باشه؟ مسلماً هرچه‌قدر که پروتئین کوچک‌تر باشه، آنزیم راحت‌تر میتونه روی پروتئین تاثیر بذاره. مثل این می‌مونه که شما بفواین یه کتاب رو بگیرین دستتون و پارش کنین!!! طبیعتاً هرچقدر کتاب کوچک‌تر باشه، شما هم راحت‌تر می‌تونین کتاب رو بگیرین و هم راحت‌تر می‌تونین پارش کنین!!!!

نکته نخستین گام در گوارش چربی‌ها، تبدیل آن‌ها به قطره‌های ریز است تا آنزیم لیپاز بتواند بر آن‌ها اثر کند.

۲- **جلوگیری از آسیب مکانیکی لولهٔ گوارش:** گوارش مکانیکی غذا از خراشیده‌شدن لولهٔ گوارش بر اثر تماس با غذا، جلوگیری می‌کند.

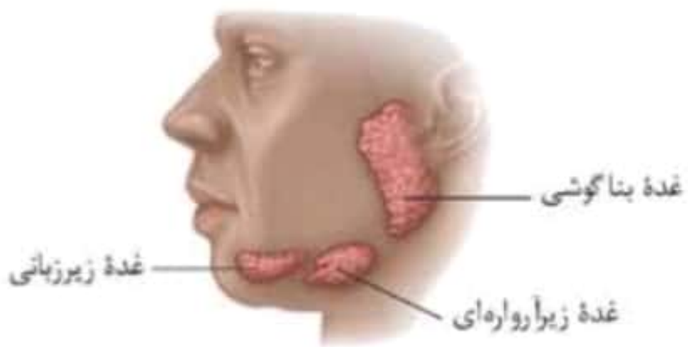
۳- **آسان‌تر شدن عبور ذره‌های غذا از لولهٔ گوارش:** در ضمنِ گوارش مکانیکی غذا در دهان، غذا با بزاق مخلوط و به توده‌ای قابل بلع، تبدیل می‌شود.

نکته مادهٔ مخاطی نیز از لولهٔ گوارش در برابر آسیب مکانیکی حفاظت و با تبدیل غذا به تودهٔ لغزنده، عبور آن را از لولهٔ گوارش آسان می‌کند.

نکته دهان، محل شروع گوارش مکانیکی و شیمیایی غذا است.

گوارش شیمیایی

سه جفت غدهٔ بزاقی بزرگ و **غده‌های بزاقی کوچک** در حفرهٔ دهان، بزاق ترشح می‌کنند. بزاق، ترکیبی از آب، یون‌هایی مانند **بیکربنات، موسین و انواعی از آنزیم‌ها**، مثل **آمیلاز** و **لیزوزیم** است. آمیلاز به گوارش نشاسته کمک می‌کند. لیزوزیم، آنزیم دیگری است که در بزاق وجود دارد و نوعی پروتئین **دفاعی** است. این آنزیم، در **از بین بردن باکتری‌های** درون دهان نقش دارد.



محل قرارگیری غده‌های بزاقی بزرگ

نکته نشاسته، نوعی پلی‌ساکارید است؛ یعنی پلی‌مری تشکیل‌شده از تعداد زیادی مونوساکارید (گلوکز) است. آمیلاز بزاق و لوزالمعده، نشاسته را به یک دی‌ساکارید و مولکول درشتی شامل ۳ تا ۹ مولکول گلوکز تبدیل می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۹ یازدهم] تحت تأثیر هورمون جیبرلین بر لایهٔ گلوتن‌دار آندوسپرم رویان غلات، آنزیم‌های گوارشی آزاد می‌شوند. این آنزیم‌ها دیوارهٔ یاخته‌ها و ذخایر آندوسپرم را تجزیه می‌کنند. نشاسته یکی از این ذخایر است که بر اثر آنزیم آمیلاز به گلوکز مورد نیاز برای رشد رویان تجزیه می‌شود.

نکته گوارش شیمیایی غذا نیز همانند گوارش مکانیکی، در دهان آغاز می‌شود.

نکته گوارش شیمیایی کربوهیدرات‌ها در دهان آغاز می‌شود. **آنزیم آغازگر روند هضم کربوهیدرات‌ها**، آمیلاز است که نشاسته را تجزیه می‌کند.

نکته لیزوزیم موجود در بزاق، نقش گوارشی ندارد و مربوط به یکی از مکانیسم‌های دفاعی دستگاه ایمنی در دهان است و به منظور ضدعفونی کردن دهان به کار می‌رود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] در عرق، بزاق، ترشحات مخاط و اشک، آنزیم لیزوزیم وجود دارد. آنزیم لیزوزیم موجب کشته‌شدن باکتری‌ها می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] ترشح بزاق توسط پل مغزی تنظیم می‌شود.

۱- در دهان، گوارش مکانیکی به کمک فعالیت هماهنگ ماهیچه‌های اسکلتی آرواره‌ها و گونه‌ها و لب‌ها و زبان و دندان‌ها می‌باشد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «غده‌های بزاقی بزرگ»

- ✓ غدهٔ بناگوشی، بزرگ‌ترین، بالاترین و عقبی‌ترین غدهٔ بزاقی بزرگ است.
- ✓ غدهٔ زیر زبانی، جلویی‌ترین غدهٔ بزاقی بزرگ است. این غده در پشت آروارهٔ پایین قرار دارد.
- ✓ کوچک‌ترین غده‌های بزاقی، غده‌های بزاقی کوچک هستند.
- ✓ نام هر غده، نشان‌دهندهٔ محل قرارگیری آن است. غدهٔ زیرزبانی، در زیر زبان، غدهٔ زیرآرواره‌ای، در زیر آروارهٔ پایین و غدهٔ بناگوشی، در کنار گوش قرار دارد.

درس‌نامهٔ ۱۹ بلع غذا و ریفلاکس (برگشت اسید معده به مری)

بلع غذا

وقتی‌که گوارش مکانیکی و شیمیایی غذا در دهان آغاز شد و تودهٔ غذا توسط بزاق لغزنده شد، لازم است که غذا به معده انتقال پیدا کند تا گوارش آن ادامه پیدا کند. به حرکت غذا از دهان تا معده، بلع می‌گویند. قبل از این‌که با فرایند بلع آشنا شویم، ابتدا لازم است ساختارهای مؤثر در این فرایند را بشناسیم.

۱- **زبان بزرگ:** ساختاری ماهیچه‌ای درون دهان است که در گوارش مکانیکی و حرکت غذا نقش دارد.

۲- **زبان کوچک:** در انتهای حفرهٔ دهان، زبان کوچک قرار گرفته است. زبان کوچک، وقتی که به سمت بالا حرکت می‌کند، راه بینی را می‌بندد و جلوی ورود مواد به بینی را می‌گیرد.

۳- **حلق:** گفتیم که حلق با دستگاه تنفس و گوارش در ارتباط است. بینی، دهان، نای و مری، بخش‌هایی هستند که با حلق در ارتباط می‌باشند.

۴- **اپی‌گلوت (برچاکنای):** حنجره، بخش ابتدایی نای می‌باشد. در ابتدای حنجره، اپی‌گلوت قرار دارد. اپی‌گلوت، مشابه کاپوت ماشین عمل می‌کند و وقتی که به سمت پایین حرکت می‌کند، راه نای را می‌بندد. بنابراین، جلوی ورود غذا به نای را می‌گیرد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] حنجره در ابتدای نای واقع است و در تنفس، دو کار مهم انجام می‌دهد. یکی آن‌که دیوارهٔ غضروفی آن، مجرای عبور هوا را باز نگه می‌دارد و دیگر آن‌که درپوشی به‌نام برچاکنای (اپی‌گلوت) دارد که مانع ورود غذا به مجرای تنفسی می‌شود.

۵- **بندارهٔ ابتدای مری:** گفتیم که در ابتدا و انتهای مری، یک بنداره وجود دارد. بندارهٔ ابتدای مری، به‌طور معمول بسته است ولی هنگام بلع، باز می‌شود.

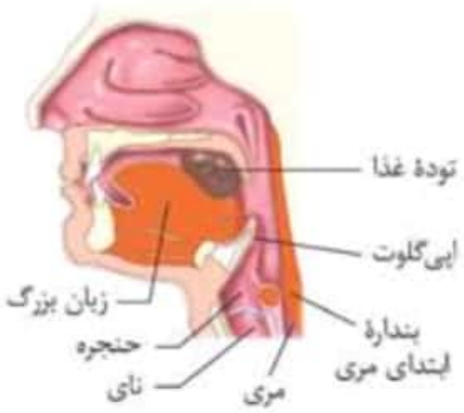
فرایند بلع، شامل چند مرحله است:

نکته اسفنکتر ابتدای مری، اسفنکتر خارجی مخرج و اسفنکتر خارجی میزراه، دارای ماهیچهٔ اسکلتی (مخطط) هستند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] تنظیم فعالیت ماهیچه‌های مخطط (مثل اسفنکتر ابتدای مری)، توسط اعصاب پیکری انجام می‌شود. البته باید دقت داشته باشید که فعالیت اسفنکتر ابتدای مری، به صورت غیرارادی است. درحالی‌که فعالیت اسفنکتر خارجی میزراه و اسفنکتر خارجی مخرج، به‌طور ارادی نیز قابل کنترل است.

☐ هدایت غذا به سمت انتهای دهان

با فشار زبان، تودهٔ غذا به سمت عقب دهان و داخل حلق رانده می‌شود.

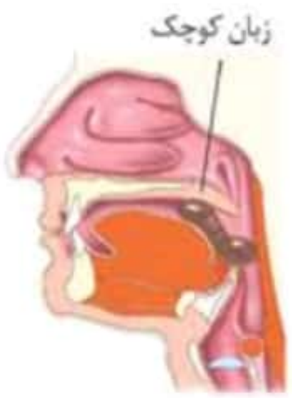


نام ساختار	زبان کوچک	اپی‌گلوت	بندارهٔ ابتدای مری
وضعیت	**پایین**؛ راه بینی باز است.	**بالا**؛ راه نای باز است.	**منقبض**؛ راه مری بسته است.

نکته زبان، دارای ماهیچه‌های مخطط است و حرکات زبان، به‌صورت ارادی توسط خود فرد انجام می‌شود.

☐ ورود غذا به حلق

با ورود غذا به حلق، ادامهٔ بلع به صورت غیرارادی ادامه می‌یابد. وقتی‌که غذا می‌خواهد از دهان وارد حلق شود، زبان کوچک را به سمت بالا هدایت می‌کند. بالا رفتن زبان کوچک، باعث می‌شود که راه بینی بسته شود و غذا وارد بینی نشود.



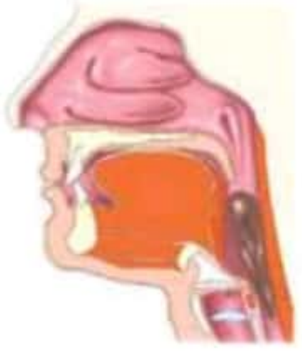
نام ساختار	زبان کوچک	اپی‌گلوت	بندارهٔ ابتدای مری
وضعیت	**بالا**؛ راه بینی بسته است.	**بالا**؛ راه نای باز است.	**منقبض**؛ راه مری بسته است.

نکته حلق نیز مثل زبان دارای ماهیچهٔ مخطط است ولی انقباض ماهیچهٔ حلق، به صورت غیرارادی انجام می‌شود. مرکز عصبی کنترل این انقباض، در بصل‌النخاع قرار دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] تنظیم انقباض ماهیچه‌های زبان و حلق، توسط اعصاب پیکری انجام می‌شود. ولی حلق، به صورت غیرارادی منقبض می‌شود و زبان، به صورت ارادی.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ هدایت غذا به سمت مری



وقتی‌که غذا در حلق قرار گرفت، دیوارهٔ ماهیچه‌ای حلق منقبض (بسته) می‌شود و حرکات کرمی در آن شروع می‌شوند. حرکات کرمی، غذا را به سمت مری هدایت می‌کنند. در این زمان، اپی‌گلوت به سمت پایین حرکت می‌کند و دهانهٔ حنجره بالا می‌آید؛ در نتیجه، راه نای بسته می‌شود و غذا وارد نای نمی‌شود. در نتیجهٔ شل شدن بندارهٔ ابتدای مری، راه مری باز می‌شود و غذا می‌تواند وارد مری شود.

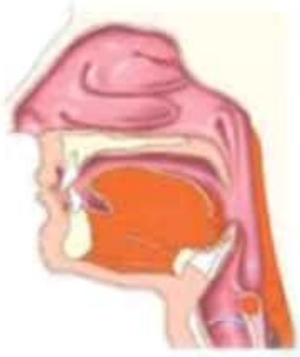
نام ساختار	زبان کوچک	اپی‌گلوت	بندارهٔ ابتدای مری
وضعیت	**پایین؛** راه بینی باز است.	**پایین؛** راه نای بسته است.	**شل؛** راه مری باز است.

زمانی‌که غذا در حال حرکت از حلق به‌سمت مری می‌باشد، مرکز بلع در بصل‌النخاع، بر روی مرکز تنفس که آن هم در بصل‌النخاع قرار دارد، تأثیر می‌گذارد و باعث توقف تنفس می‌شود. بنابراین، در طول حرکت غذا از حلق به‌سمت مری، فعالیت‌های تنفسی متوقف می‌شوند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ - فصل ۳ دهم] تنفس دارای دو مرکز عصبی است که در بصل‌النخاع و پل مغزی قرار دارند. مرکز عصبی تنفس در پل مغزی، فقط مدت زمان دم را تعیین می‌کند و بر فعالیت بصل‌النخاع تأثیر می‌گذارد. شروع شدن تنفس، مربوط به فعالیت مرکز عصبی تنفس در بصل‌النخاع است.

نکته انجام فعالیت‌های گوارشی با فعالیت بخش‌های دیگر بدن نیز باید هماهنگ شود؛ مثلاً، هنگام بلع و عبور غذا از حلق، مرکز بلع در بصل‌النخاع، فعالیت مرکز تنفس را که در نزدیک آن قرار دارد، مهار می‌کند. در نتیجه، نای بسته و تنفس برای زمانی کوتاه، متوقف می‌شود.

❑ ورود غذا به مری



وقتی‌که غذا به‌طور کامل وارد مری شد، حرکت تودهٔ غذا در مری به سمت معده ادامه می‌یابد. در این زمان، اپی‌گلوت به سمت بالا می‌رود و راه نای باز می‌شود. بندارهٔ ابتدای مری هم منقبض می‌شود و راه مری را می‌بندد. در این زمان، مرکز عصبی تنفس می‌تواند فعالیت خود را از سر بگیرد و تنفس انجام می‌شود.

نام ساختار	زبان کوچک	اپی‌گلوت	بندارهٔ ابتدای مری
وضعیت	**پایین؛** راه بینی باز است.	**بالا؛** راه نای باز است.	**منقبض؛** راه مری بسته است.

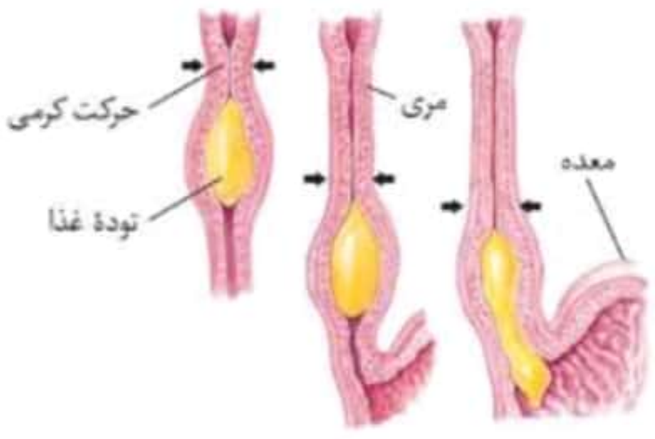
نکته دقت داشته باشید که پس از ورود غذا به مری، هنوز فرایند بلع ادامه دارد. بلع زمانی تمام می‌شود که غذا وارد معده شده باشد.

	تنفس	اپی‌گلوت	دهانهٔ حنجره	زبان کوچک	بندارهٔ ابتدای مری
تغییر وضعیت در هنگام بلع	متوقف	پایین	بالا	بالا	شل می‌شود.
	توسط مرکز بلع در بصل‌النخاع	راه نای بسته می‌شود.		راه بینی بسته می‌شود.	راه مری باز می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] بصل‌النخاع، پایین‌ترین بخش مغز است که در بالای نخاع قرار دارد. بصل‌النخاع، تنفس، فشار خون و زنش قلب را تنظیم می‌کند و مرکز انعکاس‌هایی مانند عطسه، بلع و سرفه است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] در فرایند بلع، عصب‌دهی ماهیچه‌های مخطط توسط اعصاب پیکری و ماهیچه‌های صاف، توسط اعصاب خودمختار انجام می‌شود.

❑ حرکت غذا در مری به سمت معده



وقتی‌که غذا وارد مری شد، **حرکات کرمی مری** آغاز می‌شود. این حرکات کرمی، با **همکاری نیروی جاذبهٔ زمین**، غذا را به سمت معده هدایت می‌کند. در انتهای مری، بندارهٔ‌ای وجود دارد که به‌طور معمول **بسته می‌باشد**. وقتی‌که غذا به این بندارهٔ می‌رسد، **ماهیچه‌های حلقوی آن شل می‌شوند** و بندارهٔ باز می‌شود. در نتیجه، تودهٔ غذایی می‌تواند وارد معده شود. همراه با تودهٔ غذایی، مقداری هوا نیز وارد معده می‌شود. برای خروج گازهای بلعیده‌شده با غذا (بادگلو) لازم است که باز هم بندارهٔ انتهای مری شل شود و هوا از معده خارج شود.

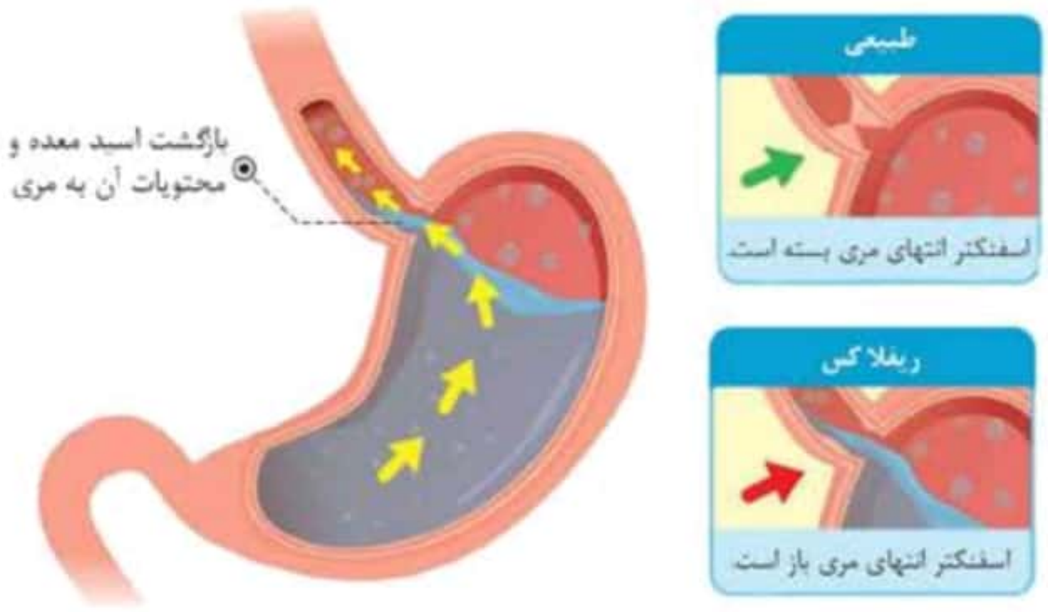
نکته بخش ابتدایی مری، ماهیچهٔ مخطط دارد و ادامهٔ آن، دارای ماهیچهٔ صاف است.

نکته در مری، همانند سایر قسمت‌های لولهٔ گوارش، مادهٔ مخاطی ترشح می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

ریفلاکس (برگشت اسید معده به مری)

قبلاً گفتیم که یکی از دلایل وجود اسفنکترها، جلوگیری از بازگشت محتویات لولهٔ گوارش به بخش‌های قبلی است؛ مثلاً، اسفنکتر انتهای مری جلوی بازگشت اسید معده و محتویات آن به مری را می‌گیرد. **حال اگر انقباض اسفنکتر انتهای مری کافی نباشد** و یا این اسفنکتر به‌طور غیرارادی باز شود، چه اتفاقی می‌افتد؟ در این حالت، اسید معده به مری باز می‌گردد. در ادامهٔ فصل می‌خوانیم که در معده و رودهٔ باریک، راه‌های مختلفی برای حفاظت دیوارهٔ لولهٔ گوارش در برابر اسید وجود دارد اما در مری، حفاظت از دیواره به اندازهٔ معده و رودهٔ باریک نیست. در نتیجه، اثر اسید معده بر دیوارهٔ معده باعث می‌شود که مخاط دیوارهٔ مری به تدریج آسیب ببیند.

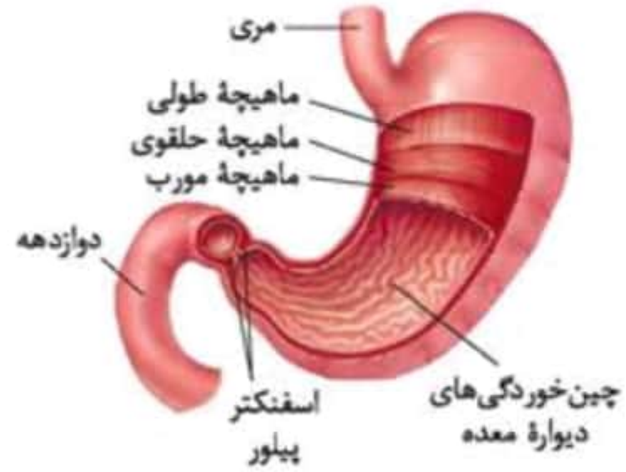


عوامل افزایش‌دهندهٔ ریفلاکس: مصرف سیگار و نوشابه‌های الکلی، تنش، اضطراب، رژیم غذایی نامناسب و استفادهٔ بیش از حد از غذاهای آماده، از عواملی هستند که احتمال بروز ریفلاکس را افزایش می‌دهند.

آن‌چه خواهیم خواند مصرف سیگار و نوشابه‌های الکلی، احتمال بروز بیماری‌های قلبی، سرطان‌ها، پوکی استخوان و اختلالات جنین را نیز افزایش می‌دهند. مصرف سیگار، باعث افزایش واکنش سرفه نیز می‌شود.

درسنامهٔ ۲۰ آناتومی معده

معده، بخش **کیسه‌ای‌شکل** در لولهٔ گوارش است. دیوارهٔ معده، **چین‌خوردگی‌هایی** دارد که با پر شدن معده، این چین‌خوردگی‌ها از بین می‌روند. معده، علاوه بر **گوارش مکانیکی** و **شیمیایی غذا**، در **انبار کردن غذا** به‌طور موقت نیز نقش دارد. معده، گوارش شیمیایی در اثر شیرهٔ معده و گوارش مکانیکی در اثر حرکات دیوارهٔ معده انجام می‌شود. طی فرایند گوارش غذا در معده، غذا به‌طور کامل با شیرهٔ معده مخلوط می‌شود و **کیموس** را ایجاد می‌کند. کیموس، برای ادامهٔ گوارش، وارد رودهٔ باریک می‌شود.



نکته کیموس در معده ایجاد می‌شود و تا قبل از معده، کیموس وجود ندارد.

غذای واردشده به معده از مری + شیرهٔ معده $\xrightarrow{\text{مخلوط شدن}}$ کیموس معده

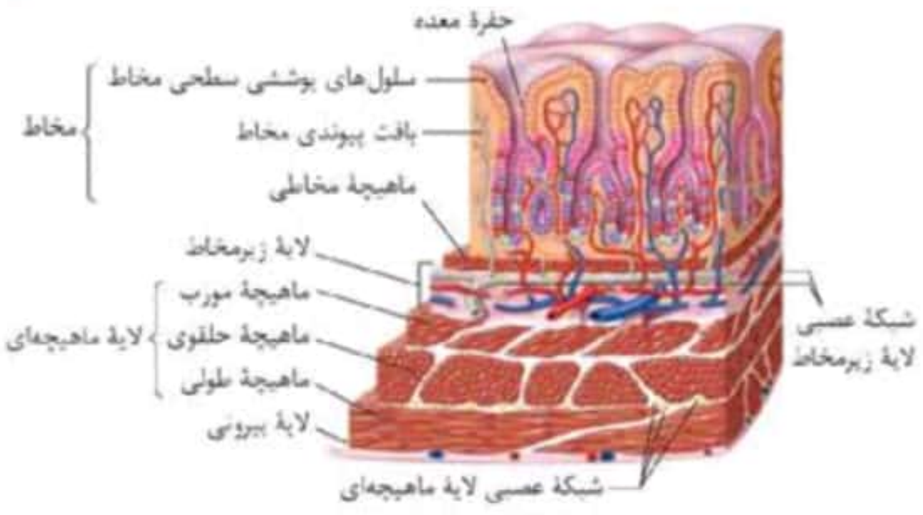
لایهٔ ماهیچه‌ای معده: همان‌طور که گفتیم، در لایهٔ ماهیچه‌ای معده، علاوه بر ماهیچه‌های **طولی** و **حلقوی**، یک لایه ماهیچهٔ **مورب** نیز وجود دارد. انقباض این ماهیچه‌ها، حرکات معده را ایجاد می‌کند که بعداً، راجع به آن صحبت خواهیم کرد.

منظور از ماهیچهٔ طولی، حلقوی و مورب چیست؟ همان‌طور که گفتیم، در معده فقط ماهیچهٔ صاف وجود دارد ولی این ماهیچه‌ها، در سه لایهٔ طولی، حلقوی و مورب قرار می‌گیرند. این لایه‌بندی، براساس نحوهٔ قرارگیری ماهیچه است. اگر به شکل دقت کنید، نحوهٔ قرارگیری ماهیچه‌ها مشخص است، مثلاً ماهیچهٔ حلقوی به صورت یک حلقه دور معده می‌پیچد، اما ماهیچهٔ طولی، در طول معده، یعنی از بالای معده به سمت پایین، قرار می‌گیرد. نحوهٔ قرارگیری ماهیچه‌های مورب همه‌جوره است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درس‌نامهٔ ۲۱ گوارش کیموس در معده و تخلیهٔ کیموس به دوازدهه

غده‌های معده: در معده، سلول‌های بافت پوششی مخاط به سمت بافت پیوندی زیرین خود (یعنی بافت پیوندی سست لایهٔ مخاط)، **فرورفتگی** پیدا کرده‌اند و **حفره‌هایی** را در معده ایجاد می‌کنند. مجرای غده‌های معده، به این حفره‌ها راه دارند و از این طریق، ترشحات غدد معده به سطح معده می‌رسند.



ساختار بافتی دیوارهٔ معده

تفاوت حفرهٔ معده و غدهٔ معده چیست؟ گفتیم که در مخاط معده، فرورفتگی‌هایی مشاهده می‌شود. در این فرورفتگی‌ها، دو بخش متفاوت دیده می‌شود. قسمت ابتدایی که فقط شامل سلول‌های پوششی سطحی می‌باشد، حفرهٔ معده نامیده می‌شود. پس از حفرهٔ معده، غدهٔ معده قرار گرفته است. در واقع، غدهٔ معده از جایی شروع می‌شود که سلول‌های پوششی سطحی تمام می‌شوند.

نکته در حفره‌های معده، فقط سلول‌های پوششی سطحی وجود دارند. این سلول‌ها، موسین و بی‌کربنات ترشح می‌کنند.

نکته در غده‌های معده، سلول‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی، سلول‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون، سلول‌های اصلی و سلول‌های کناری وجود دارند.

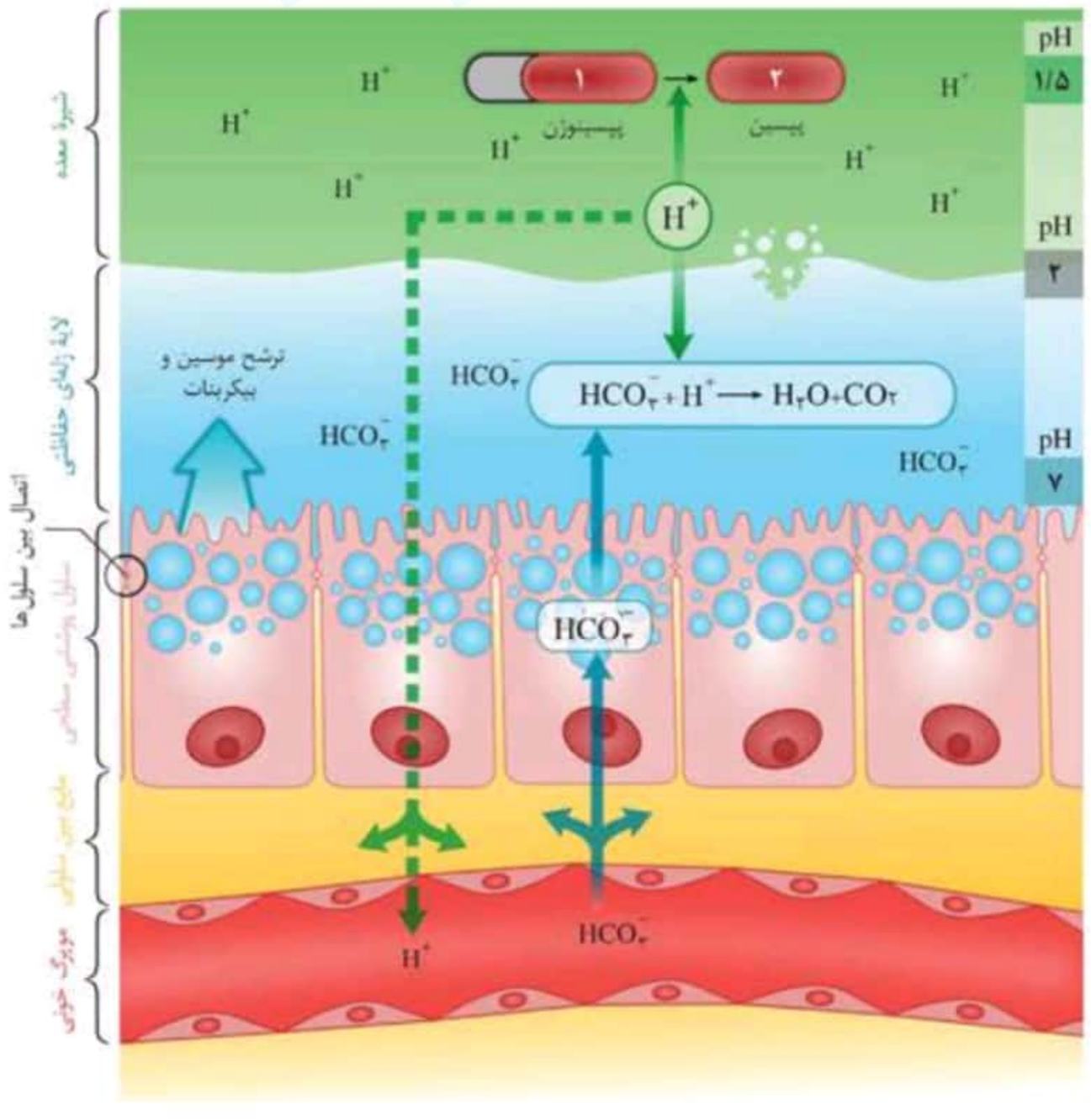
در بافت پوششی معده، **چندین نوع سلول** مختلف وجود دارند که بخش‌های مختلف شیرهٔ معده را می‌سازند. سلول‌های پوششی سطحی، در سطح معده قرار می‌گیرند و سایر سلول‌های ترشح‌کننده، در غده‌های معده قرار می‌گیرند. سلول‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی، سلول‌های اصلی، سلول‌های کناری و سلول‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون، چهار نوع سلول ترشح‌کننده در غده‌های معده هستند. در شیرهٔ معده، مواد مختلفی وجود دارند که در ادامه، هرکدام از آن‌ها را توضیح خواهیم داد.

نکته هورمون **گاسترین** که از سلول‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون آزاد می‌شود، وارد جریان خون می‌شود و جزء شیرهٔ معده محسوب نمی‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۴ یازدهم] هورمون‌ها از یاخته‌های درون‌ریز ترشح می‌شوند. این یاخته‌ها ممکن است به صورت پراکنده در اندام‌ها دیده شوند. مثلاً یاخته‌های درون‌ریز در معده، هورمون گاسترین را ترشح می‌کنند. گاسترین از بعضی یاخته‌های دیوارهٔ معده که در مجاورت پیلور قرار دارند، ترشح و با تأثیر بر سلول‌های کناری و اصلی، باعث افزایش ترشح اسید معده و پپسینوژن می‌شود.

نکته سلول‌های درون‌ریز (هورمون‌ساز) معده، جزئی از دستگاه درون‌ریز محسوب می‌شوند.

۱- لایهٔ ژله‌ای حفاظتی (مادهٔ مخاطی + بیکربنات): سلول‌های پوششی سطحی مخاط معده و سلول‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی در غده‌های معده، مقدار زیادی مادهٔ مخاطی را ترشح می‌کنند. این مادهٔ مخاطی، **بسیار چسبنده** است و به شکل **لایهٔ ژله‌ای چسبناکی**، در سطح معده قرار می‌گیرد. علاوه بر این، سلول‌های پوششی سطحی، **یون بیکربنات** (HCO_3^-) نیز ترشح می‌کنند. بیکربنات، باعث **قلیایی‌شدن** لایهٔ ژله‌ای می‌شود و توانایی لایهٔ حفاظتی در برابر اسید معده را افزایش می‌دهد.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته سلول‌های پوششی سطحی و سلول‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی، گلیکوپروتئین موسین را با اگزوسیتوز (برون‌رانی) ترشح می‌کنند. موسین پس از جذب آب، مادهٔ مخاطی را می‌سازد.

نکته هم غدهٔ معده و هم حفرهٔ معده، در ساخت مادهٔ مخاطی نقش دارند. اما فقط سلول‌های پوششی سطحی بیکربنات را ترشح می‌کنند.

نکته مادهٔ مخاطی در معده، قلیایی است تا بتواند در برابر اسید معده، از مخاط محافظت کند.

نکته علاوه بر معده، بیکربنات توسط سلول‌های رودهٔ باریک، صفرا و پانکراس نیز ترشح می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] در خون، ۷۰ درصد کربن دی‌اکسید به صورت یون بیکربنات حمل می‌شود. در گویچهٔ قرمز، آنزیمی به‌نام کربنیک انیدراز هست که کربن دی‌اکسید را با آب ترکیب می‌کند و کربنیک‌اسید پدید می‌آورد. کربنیک‌اسید به سرعت به یون بیکربنات و هیدروژن تجزیه می‌شود.

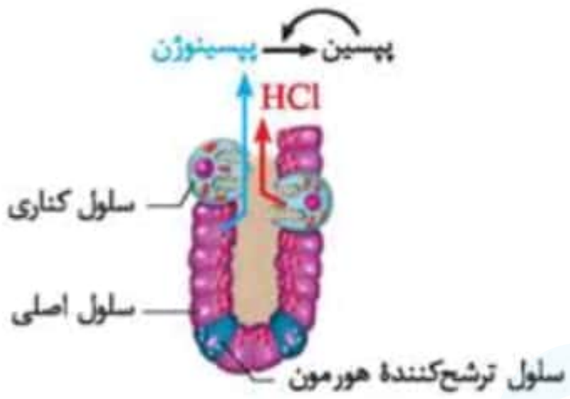
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] اگر pH خون افزایش یابد، کلیه‌ها بیکربنات بیشتری دفع می‌کنند و بدین‌ترتیب، pH خون را در محدودهٔ ثابتی نگه می‌دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۷ دهم] کربن دی‌اکسید، یکی از مهم‌ترین موادی است که گیاهان از هوا جذب می‌کنند. مقداری از کربن دی‌اکسید هم با حل شدن در آب، به صورت بیکربنات در می‌آید که می‌تواند توسط برگ‌ها و یا ریشه جذب شود.

نکته نقش لایهٔ ژله‌ای، حفاظت از معده در برابر اسید و آنزیم و هم‌چنین لغزنده‌کردن تودهٔ غذا برای عبور آسان از لولهٔ گوارش است.

نکته در قسمت‌های قبل گفتیم که مادهٔ مخاطی، از مخاط در برابر آسیب مکانیکی و شیمیایی حفاظت می‌کند.

۲- آنزیم‌های معده (پروتئازها و لیپاز): سلول‌های اصلی غده‌های معده، آنزیم‌ها را می‌سازند. در سلول‌های اصلی، **مجموعه‌ای از آنزیم‌های پروتئاز** تولید می‌شوند که به‌طور کلی آن‌ها را **پپسینوژن** می‌نامند. پپسینوژن فرم **غیرفعال** آنزیم است و پس از ورود به معده، تحت تأثیر **کلریدریک اسید**، به **پپسین** (فرم فعال آنزیم) تبدیل می‌شود. در ادامه، خود پپسین نیز می‌تواند با اثر بر پپسینوژن، تبدیل آن به پپسین را سریع‌تر کند.



سلول‌های غده‌های معده و تبدیل پپسینوژن به پپسین

نکته دقت داشته باشید که پپسینوژن‌ها شامل چند نوع آنزیم می‌باشند که همگی پروتئاز هستند.

نکته دقت داشته باشید که سلول‌های اصلی، نمی‌توانند پپسین یا پروتئاز فعال ترشح کنند.

نکته تبدیل پپسینوژن به پپسین، همراه با شکستن پیوندهای پپتیدی و کوچک‌تر شدن مولکول پپسینوژن است.

نکته در تبدیل پپسینوژن به پپسین، می‌توان شکستن غیرآنزیمی پیوند در پروتئین را مشاهده کرد. HCl، نوعی مادهٔ غیرآلی و غیرآنزیمی است که می‌تواند پپسینوژن را بشکند.

نکته آنزیم پپسین، می‌تواند پروتئین‌ها را به مولکول‌های کوچک‌تر تجزیه کند ولی نمی‌تواند پروتئین‌ها را به آمینواسید تبدیل کند.

نکته در اثر گوارش شیمیایی پروتئین‌ها در معده، پروتئین‌ها به **پپتیدهای کوچک‌تر** تبدیل می‌شوند ولی به مونومر تبدیل نمی‌شوند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] تولید پپسین در معده، مثالی از تنظیم بازخوردی مثبت است. پپسین، با تأثیر بر پپسینوژن، روند تبدیل پپسینوژن به پپسین را تسریع می‌کند.

نکته گوارش شیمیایی پروتئین‌ها و لیپیدها، در معده آغاز می‌شود. پپسین، آنزیم آغازگر روند هضم پروتئین‌ها در لولهٔ گوارش است.

۳- کلریدریک اسید (HCl): اسید معده، برای عمل آنزیم‌های معده ضروری است. این اسید، پپسینوژن را به فرم فعال آنزیم، یعنی پپسین تبدیل می‌کند. اسید معده را سلول‌های کناری غده‌های معده می‌سازند.

نکته ترشح کلریدریک اسید به درون معده، باعث می‌شود که pH خون اطراف معده، قلیایی‌تر شود؛ زیرا یون هیدروژن اسیدی، از خون وارد معده می‌شود. از طرفی، استفراغ نیز با خارج کردن اسید از بدن، باعث قلیایی‌تر شدن خون می‌شود.

نکته افزایش شدید اسید در معده، باعث تخریب لایهٔ ژله‌ای حفاظتی و آسیب مخاط معده می‌شود.

فعالیت کتاب درسی

pH و دمای مناسب برای فعالیت آنزیم پپسین

آنزیم پپسین در **حضور کلریدریک اسید** و در **دمای ویژه‌ای** فعالیت می‌کند؛ بنابراین، می‌توان متوجه شد که **میزان اسیدی‌بودن محیط** و هم‌چنین **دمای محیط**، از عوامل مؤثر بر عمل آنزیم‌ها هستند. بر این اساس، پپسین در دمای حدود ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد (دمای طبیعی بدن) و محیط اسیدی، حداکثر فعالیت خود را دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

gajmarket.com

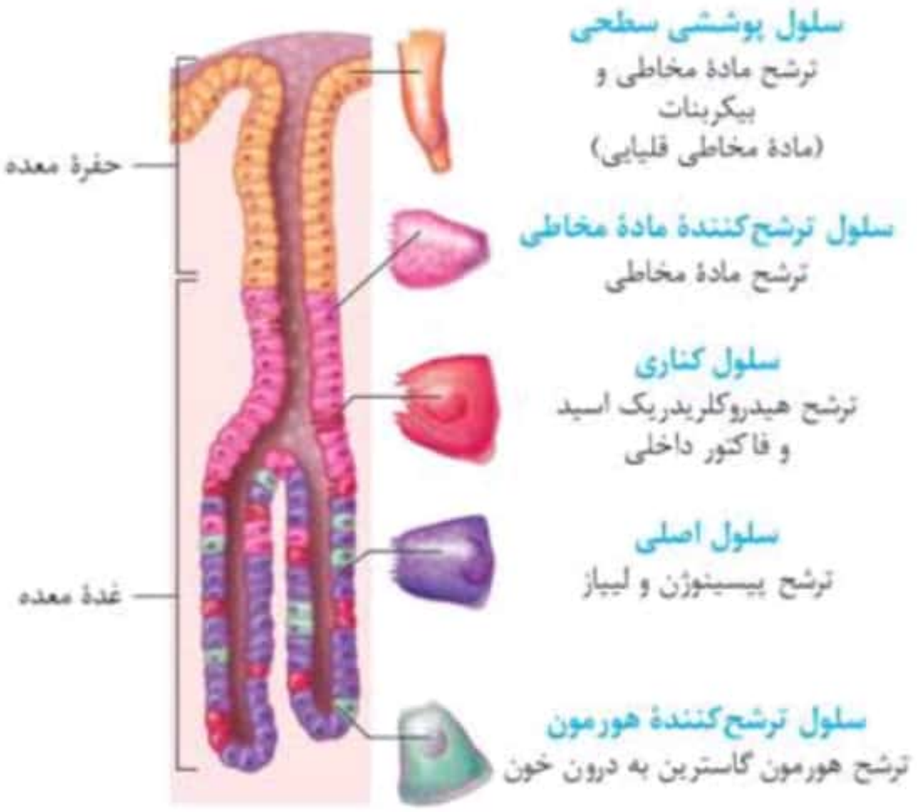
۴- فاکتور (عامل) داخلی: فاکتور داخلی توسط **یاخته‌های کناری غده‌های معده** ترشح می‌شوند. فاکتور داخلی، ماده‌ای است که به ویتامین B_{12} می‌چسبد و از آن در برابر آنزیم‌های گوارشی حفاظت می‌کند؛ علاوه بر این، فاکتور داخلی برای جذب ویتامین B_{12} در رودهٔ باریک، ضروری است. ویتامین B_{12}، برای ساخت **گلبول‌های (گویچه) قرمز** در **مغز استخوان** لازم است؛ در نتیجه، اگر مقدار فاکتور داخلی کاهش پیدا کند، فرد به نوع **خطرناکی** از کم‌خونی دچار می‌شود. کاهش ترشح فاکتور داخلی می‌تواند ناشی از **تخریب سلول‌های کناری** یا **برداشتن معده** باشد که در این صورت ویتامین B_{12} جذب نمی‌شود.

نکته در رودهٔ باریک، ویتامین B_{12} همراه با فاکتور داخلی، با روش آندوسیتوز و با مصرف انرژی زیستی جذب می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] فولیک‌اسید، نوعی ویتامین از خانوادهٔ B است که برای تقسیم طبیعی یاخته‌ای لازم است. کمبود آن باعث می‌شود یاخته‌ها، به‌ویژه در مغز استخوان، تکثیر نشوند و تعداد گویچه‌های قرمز کاهش یابد.

کارکرد صحیح فولیک‌اسید به وجود ویتامین B_{12} وابسته است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] ویتامین B_{12} فقط در غذاهای جانوری وجود دارد. البته در رودهٔ بزرگ نیز مقداری ویتامین B_{12} تولید می‌شود. بنابراین، در فردی که غذاهای جانوری مصرف نمی‌کند (رژیم گیاه‌خواری) و یا در صورتی که مشکلی در جذب ویتامین B_{12} وجود داشته باشد، باز هم مقداری ویتامین B_{12} در رودهٔ بزرگ جذب می‌شود. در نتیجه، در کم‌خونی ناشی از کمبود ویتامین B_{12}، تولید گویچه‌های قرمز کاهش می‌یابد اما متوقف نمی‌شود.



انواع سلول‌های بافت پوششی معده و مادهٔ ترشحی

نام سلول	محل قرارگیری	مادهٔ ترشحی	اهمیت
پوششی سطحی	حفرهٔ معده	موسین و بیکربنات	ایجاد لایهٔ حفاظتی ژله‌ای و قلیایی
ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی	بخش بالای غدهٔ معده	موسین	
کناری	بخش پایین غدهٔ معده	کلریدریک اسید و فاکتور داخلی	ایجاد محیط مناسب برای فعالیت آنزیم‌ها و حفاظت از ویتامین B_{12}
اصلی	غدهٔ معده	پپسینوژن و لیپاز	گوارش شیمیایی پروتئین‌ها و لیپیدها
هورمون‌ساز (درون‌ریز)	غدهٔ معده (در نزدیک پیلور)	گاسترین (به درون خون)	تحریک ترشح اسید و آنزیم

شکل «غده‌های معده»

✓ بخش ابتدایی فرورفتگی مخاط معده، حفرهٔ معده نامیده می‌شود و بخش‌های عمیق‌تر، غدهٔ معده می‌باشند. در حفرهٔ معده، فقط سلول‌های پوششی سطحی قرار دارند. سلول‌های پوششی سطحی، در غدهٔ معده وجود ندارند.

✓ در غدهٔ معده، سلول‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی، فقط در قسمت‌های سطحی قرار می‌گیرند و سلول‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون، فقط در قسمت‌های عمقی غده قرار می‌گیرند.

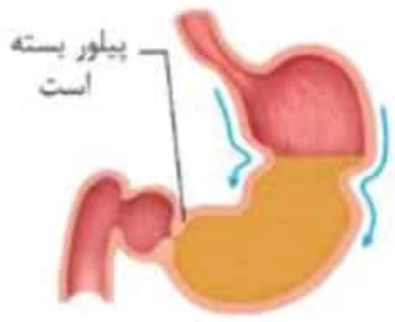
✓ بیشترین تعداد سلول‌های غدهٔ معده، مربوط به سلول‌های اصلی است و کم‌ترین تعداد سلول‌های غدهٔ معده، مربوط به سلول‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون است.

✓ سلول‌های کناری، بزرگ‌ترین سلول‌های غدهٔ معده هستند و از نظر شکل ظاهری نیز با سایر سلول‌های غدهٔ معده متفاوت می‌باشند. این سلول‌ها، بیشتر در قسمت‌های میانی غدهٔ معده دیده می‌شوند.

تخلیهٔ کیموس معده

☐ شروع انقباضات کرمی معده

وقتی‌که تودهٔ غذا از مری وارد معده می‌شود، معده **اندکی منبسط می‌شود**. انبساط دیوارهٔ معده، منجر به تحریک نورون‌های موجود در دیواره می‌شود. این نورون‌ها، باعث انقباض ماهیچه‌های معده و **شروع حرکات کرمی** می‌شوند. انقباض‌های کرمی، **به صورت یک موج** از بخش‌های بالاتر معده شروع می‌شوند و به سمت پیلور حرکت می‌کنند. در نتیجهٔ این حرکات، غذا هم به سمت پیلور حرکت می‌کند و هم با شیرهٔ معده مخلوط می‌شود و تا حدی گوارش می‌یابد.

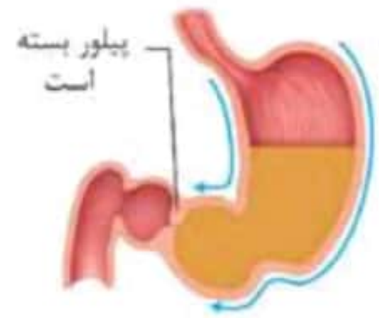


حرکات کرمی، از بخش‌های بالاتر به سمت پیلور حرکت می‌کنند

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

☐ افزایش شدت انقباضات کرمی

در انتهای معده، بندارهٔ پیلور وجود دارد که به‌طور معمول، بسته است و جلوی تخلیهٔ کیموس معده به درون دوازدهه را می‌گیرد. با نزدیک شدن کیموس به پیلور، **شدت حرکات کرمی زیاد می‌شود** و حرکات مخلوط‌کنندگی نیز با شدت بیشتری انجام می‌شوند. وقتی‌که کیموس به پیلور رسید، دریچهٔ پیلور به مقدار اندکی باز می‌شود.



بیشترین شدت حرکات کرمی و مخلوط‌کنندگی، در نزدیکی پیلور مشاهده می‌شود.

با رسیدن امواج حرکت کرمی به پیلور، دریچهٔ پیلور باز می‌شود و بخشی از کیموس وارد دوازدهه می‌شود. بخش عمدهٔ کیموس، برای گوارش بیشتر، به معده باز می‌گردد.

☐ تخلیهٔ بخشی از کیموس و بازگشت بقیهٔ کیموس به درون معده

هنگام باز شدن اندک دریچهٔ پیلور، ذرات غذایی که به اندازهٔ کافی ریز شده باشند، می‌توانند از دریچهٔ پیلور عبور کنند و وارد دوازدهه شوند، اما ذرات درشت غذا نمی‌توانند از دریچهٔ پیلور عبور کنند و برای تکمیل گوارش خود، باید برگردند. در نتیجه، دریچهٔ پیلور مجدداً بسته می‌شود و برخورد تودهٔ غذا به دریچهٔ بستهٔ پیلور، به مخلوط شدن بیشتر غذا کمک می‌کند. ذرات درشتی که در کیموس وجود دارند، باز هم آسیاب می‌شوند و **تقریباً به شکل مایع در می‌آیند.**

بذارین تا این‌جا رو یه جمع‌بندی کنیم. ذرات غذایی وارد معده میشن و در این‌جا باید گوارش پیدا کنن تا به‌اندازهٔ کافی ریز بشن. چرا باید ریز بشن؟ تا بتونن از دریچهٔ پیلور عبور کنن و وارد دوازدهه بشن. در واقع، دریچهٔ پیلور حواسش هست که ذرات درشت غذا وارد دوازدهه نشن. خُب چه‌جوری ذرات غذا ریز میشن؟ توی معده هم گوارش مکانیکی انجام میشه و هم شیمیایی. گوارش شیمیایی که توسط شیرهٔ معده است. گوارش مکانیکی به‌دلیل حرکات معده است. حرکات معده، که به صورت حرکات کرمی هستن، هم غذا رو حرکت میدن، هم اونو با شیرهٔ معده مخلوط میکنن و هم باعث گوارش مکانیکی غذا میشن. اما سؤال این‌جاست که این حرکات چه‌جوری ایجاد میشن؟

وقتی غذا وارد معده میشه، به دیوارهٔ معده فشار وارد میکنه. این فشار باعث میشه که دیواره منبسط بشه و اون نورون‌هایی که در دیوارهٔ معده وجود دارن، تحریک بشن. این نورون‌ها هم انقباض ماهیچه‌های دیوارهٔ معده رو تحریک میکنن. در نتیجه، انقباضات کرمی شروع میشن. هر انقباض کرمی، به صورت یک موج هست که از بالای معده شروع میشه و به سمت پیلور حرکت میکنه. شدت انقباض‌ها هم با نزدیک شدن به پیلور بیشتر میشه. وقتی که موج انقباضی به دریچهٔ پیلور می‌رسه، شدتش به حدی زیاد هست که دریچهٔ پیلور از ترسش باز میشه و اجازه میده که یه بخشی از غذا عبور کنه. بقیه چی میشن؟ برمیگردن تا باز هم ریزتر بشن و اجازهٔ عبور پیدا کنن. تا اینجا حله؟

☐ تخلیهٔ کامل کیموس

مراحل قبلی، بارها در معده تکرار می‌شوند و در هر بار، بخشی از کیموس معده تخلیه می‌شود. برای تخلیهٔ کیموس معده، لازم است که شدت انقباضات کرمی زیاد باشد. گفتیم که این اتفاق نیز **به تدریج و در نزدیکی دریچهٔ پیلور** رخ می‌دهد. در نتیجه، هر بار که حلقهٔ انقباضی محکمی به سمت پیلور حرکت می‌کند، باعث کاهش انقباض در پیلور و باز شدن آن می‌شود. در نتیجه، کیموس می‌تواند به تدریج وارد دوازدهه شود.

نکته دقت داشته باشید که تخلیهٔ کیموس معده، فرایندی **تدریجی** است و هیچ‌گاه همهٔ کیموس معده به صورت ناگهانی تخلیه نمی‌شود. بنابراین، لازم است که مراحل فوق چندین بار در معده انجام شوند تا ذرات به اندازهٔ کافی ریز شوند و بتوانند از پیلور عبور کنند.

نکته علاوه بر هنگام تخلیهٔ کیموس معده، **در زمان استفراغ نیز دریچهٔ پیلور باز می‌شود؛** در استفراغ، محتویات بخش ابتدایی رودهٔ باریک (دوازدهه) و معده، از راه دهان از بدن خارج می‌شوند. **برای بازگشت کیموس دوازدهه به معده، لازم است که دریچهٔ پیلور باز شود. هم‌چنین برای بازگشت کیموس از معده به مری، بندارهٔ انتهای مری باز می‌شود.** در نهایت، با باز شدن بندارهٔ ابتدای مری، کیموس وارد حلق می‌شود و می‌تواند از طریق دهان از بدن خارج شود. دقت داشته باشید که **در زمان استفراغ، جهت حرکات کرمی برعکس می‌شود** و به سمت دهان می‌باشد.

نکته **میزان چین‌خوردگی‌های سطح درونی معده با حجم آن، رابطهٔ عکس دارد.** هر چقدر که حجم کیموس درون معده بیشتر باشد، چین‌خوردگی‌های معده کم‌تر است. به همین دلیل، بعد از تخلیهٔ کیموس معده به دوازدهه یا در استفراغ، که حجم کیموس در معده کاهش می‌یابد، میزان چین‌خوردگی‌ها زیاد می‌شود.

نکته با رسیدن امواج انقباضات کرمی به دریچهٔ پیلور و اسفنکتر انتهای مری، انقباض ماهیچه‌های حلقوی این اسفنکترها کاهش می‌یابد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درس‌نامهٔ ۲۲ رودهٔ باریک

پس از تکمیل گوارش غذا در معده، کیموس **به‌تدریج** وارد رودهٔ باریک می‌شود. در رودهٔ باریک، به‌ویژه در ابتدای آن **(دوازدهه)** مراحل پایانی گوارش کیموس انجام می‌شود.

گوارش مکانیکی

گوارش مکانیکی غذا در رودهٔ باریک، به کمک حرکات روده (حرکات قطعه‌قطعه‌کننده) انجام می‌شود.

حرکات روده، علاوه بر **گوارش مکانیکی**، در **حرکت کیموس به‌سمت جلو** و هم‌چنین **پخش کردن کیموس در سراسر مخاط روده** نقش دارند. پخش‌شدن کیموس در سراسر روده، سطح تماس کیموس با شیره‌های گوارشی و سلول‌های پوششی مخاط را افزایش می‌دهد.

نکته در روده، هم حرکات کرمی انجام می‌شود و هم حرکات قطعه‌قطعه‌کننده.

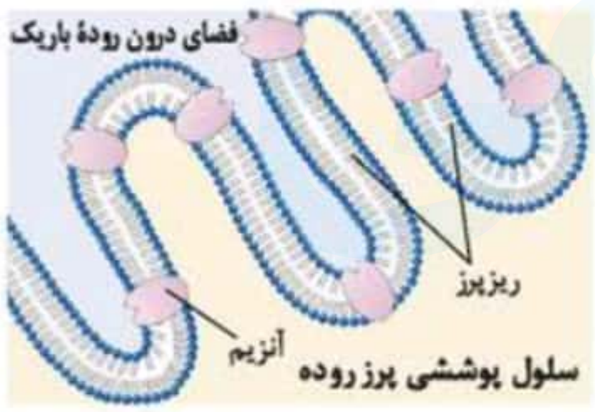
گوارش شیمیایی

شیرهٔ روده به همراه صفرا و شیرهٔ پانکراس (لوزالمعده) که به دوازدهه می‌ریزند، وظیفهٔ گوارش شیمیایی غذا را برعهده دارند. در ادامه، به بررسی محتویات هرکدام از این قسمت‌ها می‌پردازیم.

❑ شیرهٔ روده

سلول‌های پوششی مخاط روده، **مادهٔ مخاطی، آب و یون‌های مختلف (مثل بیکربنات)** ترشح می‌کنند. سلول‌های پوششی روده نیز دارای آنزیم هستند.

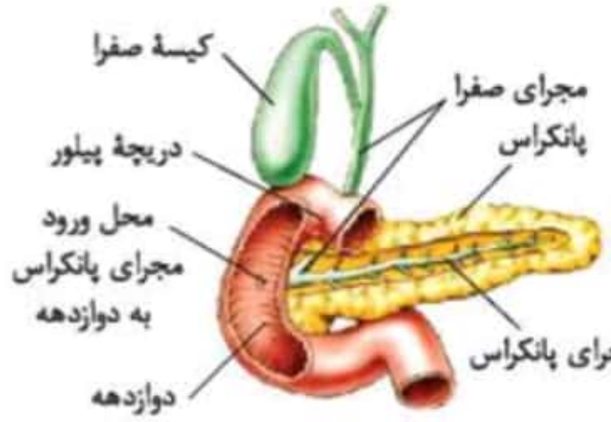
نکته هرچند در کتاب درسی نوشته شده است که سلول‌های پوششی روده، مادهٔ مخاطی ترشح می‌کنند، اما در واقع می‌دانیم که این سلول‌ها موسین ترشح می‌کنند که پس از جذب آب، مادهٔ مخاطی را ایجاد می‌کند.



نکته دقت داشته باشید که آنزیم‌های سلول‌های پوششی روده، در غشای این سلول‌ها قرار دارند و به فضای درون روده ترشح نمی‌شوند.

❑ شیرهٔ پانکراس

پانکراس، **آنزیم‌های مختلف** و **بیکربنات** را تولید می‌کند و آن‌ها را از طریق یک مجرا وارد دوازدهه می‌کند. آنزیم‌های پانکراس می‌توانند انواع مواد شیمیایی را تجزیه کنند و هم‌چنین پلیمرها (بسپار) را به مونومر (تکپار) تبدیل می‌کنند.



از بین آنزیم‌های شیرهٔ پانکراس، پروتئازها به صورت **غیرفعال** ترشح می‌شوند. یکی از پروتئازهای شیرهٔ پانکراس، **تریپسین** است. تریپسین، پس از ورود به درون روده، فعال می‌شود و خود می‌تواند سایر پروتئازهای شیرهٔ پانکراس را نیز فعال کند. **لیپاز** و **آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ کربوهیدرات** (مثل آمیلاز)، جزء آنزیم‌های دیگر شیرهٔ پانکراس هستند که به صورت فعال ترشح می‌شوند.

نکته فعال‌شدن پروتئازهای پانکراس، همانند پپسینوژن معده، در اثر شکستن فرم غیرفعال آنزیم و ایجاد مولکول کوچک‌تر می‌باشد.

آن‌چه خواهیم خواند *[کفتار ۲- فصل ۴ یازدهم]* غدهٔ لوزالمعده (پانکراس) از دو قسمت برون‌ریز و درون‌ریز تشکیل شده است. بخش برون‌ریز، آنزیم‌های گوارشی و بیکربنات ترشح می‌کند. بخش درون‌ریز، به صورت مجموعه‌ای از یاخته‌ها در بین بخش برون‌ریز است که جزایر لانگرهانس نام دارند. از بخش درون‌ریز لوزالمعده دو هورمون به‌نام‌های گلوکاگون و انسولین ترشح می‌شوند.

فعالیت کتاب درسی

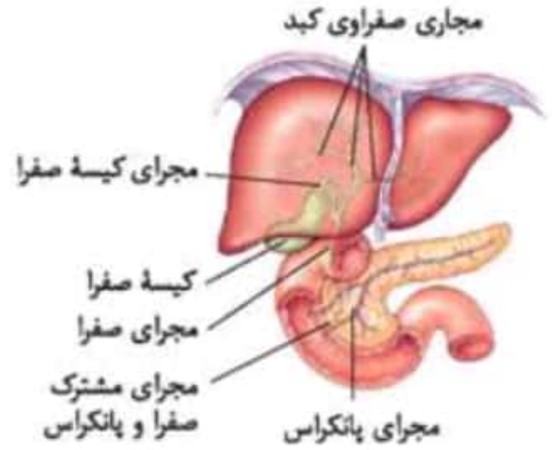
جلوگیری از تأثیر آنزیم‌های پانکراس بر سلول‌های ترشح‌کننده

پروتئازهای پانکراس قوی و متنوع‌اند و می‌توانند خود پانکراس را نیز تجزیه کنند. بدن با دو روش از این مسئله جلوگیری می‌کند:

۱- غیرفعال‌بودن آنزیم‌ها در پانکراس و فعال‌شدن آن‌ها در روده و ۲- وجود عامل غیرفعال‌کنندهٔ تریپسین در پانکراس.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

☐ صفرا



صفرا، ترکیبی غیرآنزیمی است که توسط **سلول‌های کبد** (جگر) ساخته می‌شود. در صفرا، ترکیبی از **نمک‌های صفراوی، یون بیکربنات، کلسترول، فسفولیپیدِ لسیتین و بیلی‌روبین** وجود دارد. صفرا، پس از تولید در کبد وارد کیسهٔ صفرا می‌شود و کمی پس از ورود کیموس، به دوازدهه می‌ریزد. **نقش اصلی صفرا، کمک به گوارش چربی‌ها و ورود آن‌ها به محیط داخلی بدن** است. علاوه بر این، صفرا در **دفع برخی از مواد زائد بدن**، مثل بیلی‌روبین و کلسترول اضافی نقش دارد.

نکته ورود کیموس اسیدی معده به رودهٔ باریک، می‌تواند باعث آسیب مخاط رودهٔ باریک شود. برای مقابله با اثر اسیدی کیموس معده، لازم است که مواد قلیایی وارد رودهٔ باریک شوند. یون بیکربنات موجود در صفرا، شیرهٔ پانکراس و شیرهٔ روده، به خنثی‌کردن کیموس اسیدی معده کمک می‌کند.

نکته کلسترول و فسفولیپید، هم در ساختار غشای سلولی مشاهده می‌شوند و هم در صفرا.

نکته بیلی‌روبین، ماده‌ای رنگی است که از تخریب هموگلوبین گلبول‌های قرمز خون در کبد ایجاد می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] متوسط عمر گویچه‌های قرمز ۱۲۰ روز است. تقریباً یک درصد از گویچه‌های قرمز، روزانه تخریب می‌شوند و باید جایگزین شوند. تخریب یاخته‌های خونی آسیب‌دیده و مرده در طحال و کبد انجام می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۵ یازدهم] یکی از وظایف درشت‌خوار (ماکروفاژ)، از بین بردن یاخته‌های مردهٔ بافت‌ها یا بقایایی از آن‌هاست. پاک‌سازی گویچه‌های قرمز مرده در کبد و طحال، توسط ماکروفاژهای این اندام‌ها انجام می‌شود.

رسوب کلسترول در کیسهٔ صفرا و مجرای آن

سنگ کیسهٔ صفرا و یرقان: اگر به هر دلیلی، تخلیهٔ صفرا از کیسهٔ صفرا به درستی انجام نشود، بیلی‌روبین در خون افزایش پیدا می‌کند و بیماری **یرقان (زردی)** پدید می‌آید. در این بیماری، رنگ بافت‌های بدن (مثل سطح پوست)، زرد می‌شود. یکی از دلایل ایجاد یرقان، ایجاد **سنگ کیسهٔ صفرا** است. سنگ کیسهٔ صفرا در اثر **رسوب کلسترول** در کیسهٔ صفرا و یا مجرای خروج صفرا ایجاد می‌شود و مانع ورود صفرا به دوازدهه می‌شود. **از آن‌جایی که میزان کلسترول در صفرا به میزان چربی غذا بستگی دارد**، افرادی که رژیم غذایی دارای مقدار زیادی چربی دارند، بیشتر در معرض تولید سنگ صفرا قرار دارند. ایجاد سنگ صفرا، علاوه بر بیماری یرقان، **باعث ایجاد درد نیز می‌شود.**

نکته صفرا از راه مجاری صفراوی کبد به کیسهٔ صفرا وارد و در کیسهٔ صفرا ذخیره می‌شود.

نکته مصرف غذاهای دارای چربی زیاد، احتمال افزایش LDH، سختی دیوارهٔ رگ‌ها، تصلب شرایین و سکتهٔ قلبی را نیز افزایش می‌دهد.

نکته از آن‌جایی که ورود صفرا به دوازدهه از طریق یک مجرای مشترک با مجرای پانکراس صورت می‌گیرد، رسوب کلسترول در این مجرای مشترک، می‌تواند باعث اختلال در ورود ترشحات پانکراس به دوازدهه و در نتیجه، اختلال در گوارش و جذب مواد شود. البته، پانکراس یک مجرای مستقل نیز دارد و در هر صورت، حداقل بخشی از ترشحات پانکراس وارد دوازدهه می‌شود.

نکته در فردی که سنگ صفراوی تشکیل شده است، ورود صفرا به دوازدهه مختل می‌شود. در نتیجه، گوارش و جذب چربی‌ها با مشکل مواجه می‌شود. هم‌چنین، جذب ویتامین‌های محلول در چربی (A، K، E، D) نیز مختل می‌شود. در نتیجه، مقدار چربی در مدفوع افزایش می‌یابد.

نکته در یرقان ناشی از تشکیل سنگ کیسهٔ صفرا، مقدار مواد رنگی در خون زیاد و در مدفوع کم می‌شود. در نتیجه، مدفوع کم‌رنگ‌تر و ادرار، پر رنگ‌تر می‌شود.

کیسه صفرای دارای سنگ کیسه صفرای سالم

شکل «کبد، کیسهٔ صفرا و پانکراس»

- ✓ صفرا از راه مجاری صفراوی کبد به یک مجرای مشترک وارد و در کیسهٔ صفرا ذخیره می‌شود.
- ✓ کیسهٔ صفرا در پشت قسمت پایینی کبد قرار دارد. پانکراس نیز پایین‌تر از کبد و کیسهٔ صفرا است.
- ✓ کبد به دو قسمت نابرابر تقسیم شده است. قسمت سمت راست کبد، بزرگ‌تر از قسمت سمت چپ است.
- ✓ شیرهٔ پانکراس از طریق دو مجرا وارد دوازدهه می‌شود: ۱- مجرای اول که مستقل است و ۲- مجرای مشترک.
- ✓ شکل ظاهری دوازدهه، تقریباً مشابه حرف C است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۲۳ هیدرولیز (آب‌کافت)

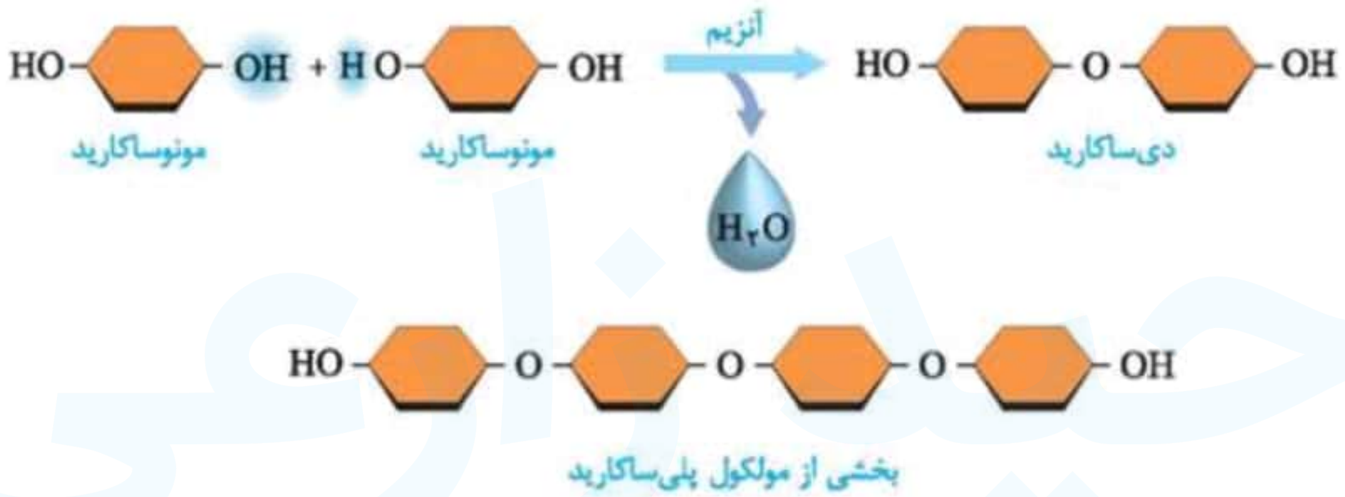
آنزیم‌های گوارشی، برای تبدیل درشت‌مولکول‌های غذا به مونومرهای آن‌ها، از واکنش **هیدرولیز (آب‌کافت)** استفاده می‌کنند. در این واکنش‌ها، مولکولی که دارای چند مونومر است، توسط **آنزیم** و در **حضور آب**، تجزیه می‌شود. نتیجهٔ هیدرولیز، تبدیل مولکول‌های بزرگ به مولکول‌های کوچک‌تر است، مثلاً پروتئین‌ها به آمینواسید تبدیل می‌شوند یا یک دی‌ساکارید به مونوساکاریدها تجزیه می‌شود.

سنتز آبدهی، در کتاب درسی، جزء «بیشتر بدانید» است ولی بد نیست یه چیز کلی ازش بدونید.

سنتز آبدهی

عکس واکنش هیدرولیز و یا (آب‌کافت) را سنتز آبدهی می‌گویند.

سنتز آبدهی، فرایندی است که طی آن دو مونومر مثل دو مونوساکارید به کمک آنزیم با هم ترکیب شده و یک مولکول‌درشت‌تر (مثل دی‌ساکارید) را به‌وجود می‌آورند و یک مولکول آب از بین آن دو آزاد می‌شود. برای به‌وجود آمدن پلیمرها از مونومرهای سازندهٔ آن‌ها نیز سنتز آبدهی رخ می‌دهد و مونومرها با کمک آنزیم‌ها با هم ترکیب شده و مولکول‌های بزرگ‌تر یعنی بسپار (پلیمر) را به‌وجود می‌آورند.



تفاوت بین سنتز آبدهی با آب‌کافت (هیدرولیز): در آب‌کافت پیوند بین مونومرها شکسته شده و مولکول آب مصرف می‌شود در حالی‌که در سنتز آبدهی مونومرها با هم ترکیب شده و پلیمر را به‌وجود می‌آورند و طی ترکیب شدن مونومرها با هم مولکول آب آزاد می‌شود.

مسائل مربوط به سنتز آبدهی همانند هیدرولیز می‌باشد، با این تفاوت که در سنتز آبدهی، مولکول آب آزادشده، در حالی‌که در آب‌کافت مصرف می‌شود.

مسائل هیدرولیز (آب‌کافت)

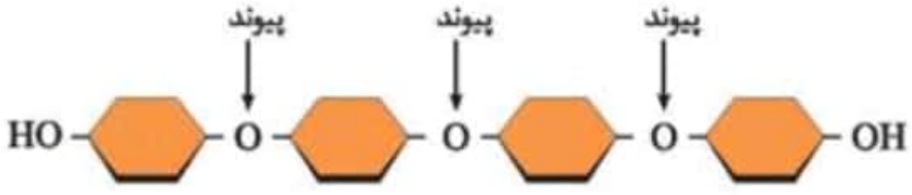
بررسی تعداد مولکول‌های آب مصرف‌شده برای هیدرولیز یک مولکول، جزء مسائلی است که در این قسمت می‌تواند مطرح شود.

الف) مولکول تک‌زنجیره‌ای و خطی: اگر مولکولی که هیدرولیز می‌شود، فقط یک زنجیره داشته باشد و خطی باشد، تعداد مولکول‌های آبی که مصرف می‌شود برابر است با تعداد مونومرها (واحدهای سازنده) منهای یک.

نکته دقت داشته باشید که تعداد مولکول‌های آب مصرف‌شده برابر است با تعداد پیوندهایی که هیدرولیز می‌شوند.

مثال اگر یک مولکول کربوهیدراتی، دارای ۴ مونومر باشد، تعداد پیوندها در این مولکول، ۳ عدد است. برای شکستن هر پیوند، یک مولکول آب مصرف می‌شود:

۴ - ۳ = ۱



ب) مولکول تک‌زنجیره‌ای و حلقوی: اگر مولکول حلقوی باشد، مونومر اول و انتهای زنجیره نیز با یک‌دیگر پیوند تشکیل می‌دهند. در نتیجه، تعداد پیوندها برابر است با تعداد مونومرها، مثلاً در مثال قبلی اگر مولکول حلقوی بود، تعداد پیوندها ۴ عدد بود و ۴ مولکول آب مصرف می‌شد.

ج) مولکول چند زنجیره‌ای و خطی: اگر مولکول چندزنجیره‌ای باشد، تعداد پیوندها در هر زنجیره را مطابق حالت «الف» به دست می‌آید. چون در هر زنجیره، تعداد پیوندها یکی کم‌تر از تعداد مونومرها است، تعداد پیوندها در کل مولکول، برابر است با تعداد مونومرها منهای تعداد زنجیره‌ها.

د) مولکول چندزنجیره‌ای و حلقوی: در حالت «ب» گفتیم که تعداد پیوندها در مولکول حلقوی برابر است با تعداد مونومرها، بنابراین در مولکول چندزنجیره‌ای نیز تعداد پیوندها و تعداد مونومرها برابر است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

مسائل هیدرولیز

	تک‌زنجیره‌ای		چندزنجیره‌ای	
خطی/حلقوی	خطی	حلقوی	خطی	حلقوی
تعداد پیوند	n -۱	n	تعداد زنجیره‌ها - n	n
تعداد مولکول آب مورد نیاز برای هیدرولیز	n -۱	n	تعداد زنجیره‌ها - n	n

* n در جدول بالا برابر با تعداد مونومرها است.

درسنامهٔ ۲۴ گوارش مولکول‌های زیستی

انواع مولکول‌های زیستی

خب، بیشتر مطالبی که این‌جا می‌خوایم بگیم، به‌جز کادرها و نکات ترکیبی و مفهومی، به مقدار خارج از کتاب هستن ولی برای درک بیشتر این قسمت بهتره که بدونین. بنابراین، با دقت بخونین اما نیازی به یادگیری کامل بخش اول این درسنامه نیست و ارزش امتحانی ندارن. اگه هم حوصلهٔ خوندن این بخش رو ندارین، فقط نکات و کادرها رو بخونین و بعدش برید سراغ بخش بعدی درسنامه.

مواد کربن‌داری که در سلول‌های زنده ساخته می‌شوند (به‌جز کربن دی‌اکسید)، **ترکیبات آلی** نامیده می‌شوند. سایر ترکیبات، مثل گازهای تنفسی، آب و یون‌ها، **ترکیبات معدنی (غیرآلی)** نام دارند. گروهی از ترکیبات آلی، **مولکول‌های زیستی** هستند. به‌طور کلی، مولکول‌های زیستی به ۴ دسته تقسیم می‌شوند:

۱- کربوهیدرات‌ها (قندها)، ۲- لیپیدها، ۳- پروتئین‌ها و ۴- نوکلئیک‌اسیدها.

نکته مولکول‌های زیستی درشت، به صورت پلیمر (بسپار) می‌باشند. پلیمر، ترکیبی است که از اتصال تعداد زیادی مونومر (تک‌پار) ایجاد می‌شود.

نکته مولکول‌های آلی، در خارج از سلول نیز تولید می‌شوند. مثلاً اتیلن، نوعی ترکیب آلی است که هم در گیاهان تولید می‌شود و هم از سوختن ناقص نفت.

❑ کربوهیدرات‌ها (قندها)

مونوساکاریدها: کربوهیدرات‌ها، که به قند نیز معروف هستند، مولکول‌هایی هستند که برای تأمین انرژی استفاده می‌شوند. هم‌چنین، در ساختار پیکر جانداران نیز کربوهیدرات‌ها وجود دارند. ساده‌ترین گروه کربوهیدرات‌ها، **مونوساکاریدها** هستند. مونوساکاریدها، در واقع مونومرهای کربوهیدرات‌های درشت‌تر هستند. معروف‌ترین مونوساکارید، **گلوکز** می‌باشد که **برای تأمین انرژی سلول‌ها** استفاده می‌شود. **فروکتوز** و **گالاکتوز**، مثال‌های دیگری از مونوساکاریدها می‌باشند که همانند گلوکز، دارای شش کربن می‌باشند. **ریبوز** و **دئوکسی‌ریبوز**، قندهای پنج کربنی هستند که به ترتیب، در ساختار RNA و DNA وجود دارند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱ - فصل ۳ دهم] در تنفس سلولی، انرژی شیمیایی گلوکز به انرژی نهفته در ATP تبدیل می‌شود.

ATP + آب + کربن دی‌اکسید ← ADP و فسفات + اکسیژن + گلوکز : تنفس سلولی

آن‌چه خواهیم خواند [فصل ۴ و ۵ دهم] گلوکز، مولکولی محلول در آب است و هنگام تبادل مواد در مویرگ‌ها، از منافذ پر از آب دیوارهٔ مویرگ عبور می‌کند. در فرایند تشکیل ادرار در نفرون‌های کلیه، بخشی از گلوکز از خون خارج می‌شود و وارد فضای درون نفرون می‌شود ولی به‌طور کامل بازجذب می‌شود و به خون برمی‌گردد.

دی‌ساکاریدها: وقتی دو مونوساکارید تشکیل پیوند می‌دهند و به هم متصل می‌شوند، دی‌ساکارید به‌وجود می‌آید. **ساکارز** (قند نیشکر) و **لاکتوز** (قند شیر)، انواعی از دی‌ساکاریدها هستند. واکنش تشکیل این مولکول‌ها، مطابق زیر است:

آب + ساکارز ← فروکتوز + گلوکز

آب + لاکتوز ← گالاکتوز + گلوکز

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۷ دهم] پمپ شدن ساکارز به درون سلول‌های نگهبان روزنه، منجر به افزایش فشار اسمزی در این سلول‌ها و ورود آب به درون سلول می‌شود. در نتیجهٔ ورود آب به درون سلول نگهبان روزنه، حجم سلول زیاد می‌شود و روزنه باز می‌شود. زمانی‌که ساکارز از سلول خارج شود، آب نیز با اسمز از سلول خارج و روزنه بسته می‌شود.

کتاب راجع به پلی‌ساکاریدها، یکم بیشتر توضیح داده و توی کتاب درسی هم با چند نوع پلی‌ساکارید آشنا می‌شیم. پس بخش پلی‌ساکاریدها که در ادامه می‌فونین، خارج از کتاب نیست و فیلی هم مهمه.

پلی‌ساکاریدها: زمانی‌که تعداد زیادی مونوساکارید با یک‌دیگر واکنش می‌دهند، پلی‌ساکاریدها به‌وجود می‌آیند. **نشاسته** و **گلیکوژن**، دو نوع از پلی‌ساکاریدها می‌باشند که نقش **ذخیره‌ای** دارند؛ یعنی گلوکز را ذخیره می‌کنند و زمانی‌که سلول نیاز به انرژی داشت، گلوکز را آزاد می‌کنند. **سلولز**، یک نوع پلی‌ساکارید دیگر است که در ساختار دیوارهٔ نخستین و پسین گیاهان مشاهده می‌شود. **پکتین** و **کیتین** نیز دو نوع پلی‌ساکارید دیگر هستند که به ترتیب، در **تیغهٔ میانی** دیوارهٔ سلولی گیاهان و **نایدیس‌های** حشرات و صدپایان وجود دارند.

نکته در ساختار نشاسته، گلیکوژن و سلولز، **فقط مولکول‌های گلوکز** وجود دارند.

نکته نشاسته، پلی‌ساکارید **ذخیره‌ای** گیاهان است. سلولز و پکتین نیز **پلی‌ساکاریدهای ساختاری گیاهان** می‌باشند. جانوران، نمی‌توانند این پلی‌ساکاریدها را بسازند. ولی، جانوران می‌توانند نشاسته را تجزیه کنند اما **اغلب جانوران**، قادر به ساخت آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ سلولز (سلولاز) نیستند. در گیاهان، نشاسته درون **آمیلوپلاست (نشادیسه)** ذخیره می‌شود.

نکته گلیکوژن، **پلی‌ساکارید ذخیره‌ای جانوران** است و کیتین، **پلی‌ساکارید ساختاری جانوران** می‌باشد. گلیکوژن، در سلول‌های کبدی تولید و ذخیره می‌شود. گیاهان، قادر به تولید گلیکوژن و کیتین نیستند.

نکته در غشای سلول، زنجیره‌هایی از مونوساکاریدها وجود دارند که به پروتئین‌ها یا فسفولیپیدها متصل می‌شوند. این زنجیره‌ها، پلی‌ساکارید می‌باشند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱ - فصل ۶ دهم] در دیوارهٔ سلولی گیاهان، علاوه بر رشته‌های سلولز، پلی‌ساکاریدهای دیگری هم وجود دارند که غیررشته‌ای (خمیری‌شکل) می‌باشند.

شکل «ساختار کربوهیدرات‌ها»

✓ مونوساکاریدها، ساختار حلقوی دارند. در ساختار مونوساکاریدها، علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن نیز وجود دارد. در محل اتصال دو مونوساکارید، یک اتم اکسیژن مشاهده می‌شود.

❑ پروتئین‌ها

پروتئین‌ها، گروهی از مولکول‌های زیستی هستند که اعمال مختلفی در بدن دارند.

۱- نقش ساختاری: پروتئین‌ها در ساختار غشای سلول، فضای بین‌سلولی بافت پیوندی و ... مشاهده می‌شوند.

نکته رشته‌های کلاژن و کشسان (الاستیک)، رشته‌هایی هستند که در بافت پیوندی وجود دارند.

۲- نقش آنزیمی: انواع مختلفی از پروتئین‌های آنزیمی در بدن انسان وجود دارند.

آن‌چه خواهیم خواند آمیلاز بزاق و پانکراس، پپسین، تریپسین، لیپاز معده، لیپاز پانکراس، لیپاز دوازدهه، سلولاز، لیزوزیم، آنزیم‌های سلول‌های پوششی پرز روده، انیدراز کربنیک، آنزیم‌های لیزوزومی، پروترومبیناز، ترومبین، رنین، آنزیم تجزیه‌کنندهٔ ناقل عصبی، پمپ سدیم ـ پتاسیم (هیدرولیزکننده ATP)، آنزیم القاکنندهٔ مرگ یاخته‌ای (تولید توسط یاختهٔ کشندهٔ طبیعی و T کشنده)، آنزیم‌های آکروزومی، آنزیم‌های گوارشی لایهٔ گلوتن‌دار بذر غلات، آنزیم تجزیه‌کنندهٔ دیوارهٔ یاخته‌ای لایهٔ جداکنندهٔ برگ

۳- نقش انتقالی: بعضی از پروتئین‌ها، می‌توانند موادی را حمل کنند.

آن‌چه خواهیم خواند [فصل ۳ و ۴ دهم] **هموگلوبین**، پروتئینی است که در گلبول‌های قرمز وجود دارد و می‌تواند گازهای تنفسی، کربن مونوکسید و یون‌ها (مثل یون هیدروژن) را در خون حمل کند. **آلبومین**، پروتئین دیگری است که در خون وجود دارد و می‌تواند بعضی از داروها، مثل پنی‌سیلین را در خون حمل کند. **گلوبولین‌ها** نیز می‌توانند یون‌های مختلفی را در خون حمل کنند.

۴- نقش دفاعی: گروهی از پروتئین‌ها، در دفاع در برابر عوامل بیماری‌زا نقش دارند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] **گلوبولین‌ها**، گروهی از پروتئین‌های محلول در پلاسما هستند که در مبارزه با عوامل بیماری‌زا نقش دارند.

۵- نقش ذخیره‌ای: این پروتئین‌ها، در ذخیرهٔ انرژی نقش دارند و سلول از آن‌ها برای تأمین انرژی استفاده می‌کند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] **گلوتن**، نوعی پروتئین ذخیره‌ای در کریچهٔ بذر گندم و جو است. رویان گیاه، هنگام رشد و نمو، گلوتن را مصرف می‌کند.

۶- نقش انقباضی: بعضی از پروتئین‌ها، می‌توانند به انقباض کمک کنند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] **اکتین** و **میوزین**، پروتئین‌های انقباضی هستند که در **پلاکت‌ها** (**گِردِه‌ها**) وجود دارند. پس از جلوگیری از خونریزی، این پروتئین‌ها به انقباض لخته و جمع‌شدن آن کمک می‌کنند.

۷- نقش نشانه‌ای: بعضی از پروتئین‌ها، هورمون هستند و در انتقال پیام شیمیایی به سلول‌ها نقش دارند. با هورمون‌ها، در سال آینده آشنا می‌شویم.

شکل «ساختار پروتئین‌ها»

✓ هر پروتئین، از اتصال تعداد زیادی آمینواسید به‌وجود می‌آید.

✓ در ساختار همهٔ آمینواسیدها، اتم نیتروژن، هیدروژن، کربن و اکسیژن وجود دارد. [فصل ۷ دهم] بعضی از آمینواسیدها، گوگرد نیز دارند.

✓ [فصل ۵ دهم] سوخت‌وساز آمینواسیدها، منجر به تولید آمونیاک می‌شود. آمونیاک ترکیبی بسیار سمی است و تجمع آن در خون، به‌سرعت به مرگ می‌انجامد. آمونیاک به سلول‌های کبدی وارد می‌شود و در آن‌جا، با کربن دی‌اکسید ترکیب می‌شود و اوره تولید می‌شود. اوره، فراوان‌ترین ترکیب آلی ادرار است.

✓ در یک انتهای آمینواسید، گروه $COOH$- وجود دارد و در انتهای دیگر، گروه NH_2- مشاهده می‌شود. هنگام تشکیل پیوند بین دو آمینواسید، OH از ساختار $COOH$- جدا می‌شود و از آمینواسید دیگر، اتم هیدروژن از ساختار NH_2- جدا می‌شود. بنابراین، از یک آمینواسید گروه CO- می‌ماند و از آمینواسید دیگر، گروه NH-. پیوند بین کربن و اکسیژن در $COOH$- و CO-، یک پیوند دوگانه است.

❑ لیپیدها

لیپیدها، گروه دیگری از مولکول‌های زیستی هستند. لیپیدها، به ۴ دسته تقسیم می‌شوند: **۱**- تری‌گلیسیرید (چربی)، **۲**- فسفولیپید، **۳**- کلسترول و **۴**- موم. با فسفولیپیدها و کلسترول قبلاً آشنا شدیم. در ارتباط با موم‌ها هم مطلبی در کتاب درسی ذکر نشده است. پس در این قسمت، فقط ساختار تری‌گلیسیریدها را بررسی می‌کنیم.

آن‌چه خواهیم خواند [فصل‌های ۶ و ۷ دهم] کوتین و سوبرین (چوب‌پنبه)، دو نوع ترکیب لیپیدی هستند که ممکن است به دیوارهٔ سلولی گیاهان اضافه شوند. کوتینی‌شدن و چوب‌پنبه‌ای شدن دیوارهٔ سلولی، جلوی از دست رفتن آب و ورود عوامل بیماری‌زا را می‌گیرد.

تری‌گلیسیریدها (چربی‌ها): فراوان‌ترین لیپیدهای رژیم غذایی هستند و معمولاً، آن‌ها را چربی می‌نامند.

شکل «ساختار تری‌گلیسیریدها»

✓ هر تری‌گلیسیرید، از گلیسرول و ۳ اسید چرب تشکیل شده است.

✓ در محل اتصال اسید چرب و گلیسرول، یک پیوند دوگانه بین کربن و اکسیژن وجود دارد.

✓ به‌جز پیوند دوگانه در محل اتصال اسید چرب و گلیسرول، در بقیهٔ قسمت‌های اسید چرب هم ممکن است پیوند دوگانه یا سه‌گانه وجود داشته باشد. اسید چربی که این پیوندهای دوگانه یا سه‌گانه را دارد، اشباع نشده است و حالت مایع دارد.

✓ تجزیهٔ تری‌گلیسیریدها توسط لیپاز، می‌تواند منجر به تولید گلیسرول و اسید چرب شود. در بعضی از مولکول‌های حاصل از تجزیه، یک اسید چرب به گلیسرول متصل باقی می‌ماند که به آن، مونوگلیسیرید می‌گویند. بنابراین، مونوگلیسیرید، گلیسرول و اسید چرب، محصولات تجزیهٔ چربی‌ها توسط لیپاز می‌باشند.

❑ نوکلئیک‌اسیدها

دستهٔ چهارم مولکول‌های زیستی، نوکلئیک‌اسیدها، مثل DNA و RNA هستند. واحد سازندهٔ نوکلئیک‌اسیدها، نوکلئوتیدها می‌باشند. نوکلئیک‌اسیدها، در حمل اطلاعات ژنتیکی نقش دارند و در کتاب دوازدهم، به‌طور کامل با آن‌ها آشنا می‌شویم.

نکته ATP، نوعی نوکلئوتید سه‌فسفاته می‌باشد که برای تأمین انرژی در سلول مصرف می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] سوخت‌وساز نوکلئیک‌اسیدها، می‌تواند منجر به تولید آمونیاک یا اوریک‌اسید شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۷ دهم] نیتروژن و فسفر، برای ساخت نوکلئیک‌اسیدها لازم هستند. بنابراین، علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن، هیدروژن و فسفر نیز در ساختار نوکلئیک‌اسیدها وجود دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

کربوهیدرات‌ها

❑ ساختار

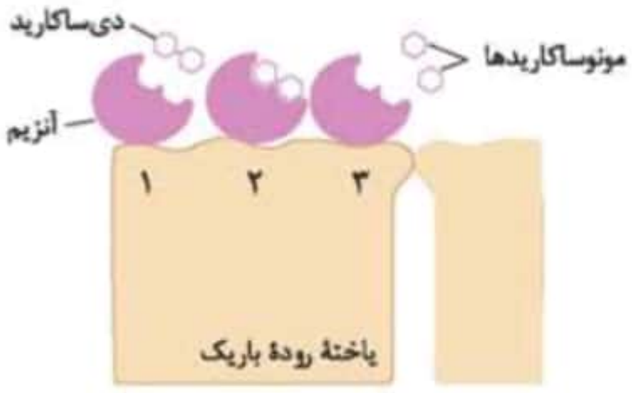
کربوهیدرات‌ها، گروهی از مولکول‌های زیستی هستند. **ساده‌ترین** کربوهیدرات‌ها، **مونوساکاریدها** هستند. زمانی‌که دو مونوساکارید با یک‌دیگر پیوند تشکیل می‌دهند، **دی‌ساکارید** ایجاد می‌شود، مثلاً **ساکارز** (قند نیشکر) و **لاکتوز** (قند شیر)، دی‌ساکارید هستند. وقتی تعداد زیادی مونوساکارید با یک‌دیگر پیوند تشکیل دهند و یک پلیمر (بسپار) را به‌وجود آورند، **پلی‌ساکاریدها** ایجاد می‌شوند، مثلاً **نشاسته** و **گلیکوژن** پلی‌ساکارید هستند.

یادآوری در علوم هفتم خواندیم که نشاسته نوعی کربوهیدرات است که در گیاهان ساخته می‌شود. گیاهان در فتوسنتز، ابتدا گلوکز می‌سازند، سپس با وصل کردن مولکول‌های گلوکز به هم، نشاسته می‌سازند.

آن‌چه خواهیم خواند [فصل‌های ۳ و ۶ دهم] کیتین، پکتین و سلولز، انواع دیگری از پلی‌ساکاریدها هستند. کیتین، در نایدیس‌های حشرات و صدپایان وجود دارد. پکتین، در تیغهٔ میانی دیوارهٔ سلولی گیاهان یافت می‌شود. سلولز نیز بخش عمدهٔ دیوارهٔ نخستین و پسین گیاهان را تشکیل می‌دهد.

❑ گوارش نشاسته

آمیلاز بزاق و پانکراس، نشاسته را به یک **دی‌ساکارید** [مالتوز] و **مولکول درشتی شامل ۳ تا ۹ مولکول گلوکز** تبدیل می‌کنند. سپس، **آنزیم‌های سلول‌های رودهٔ باریک**، این مولکول‌ها را به مونوساکارید تبدیل می‌کنند. سلول‌های جذب‌کنندهٔ رودهٔ باریک، می‌توانند مونوساکاریدها را جذب کنند.



نکته تمام واحدهای سازندهٔ نشاسته، گلوکز می‌باشند.

فعالیت کتاب درسی

شناسایی نشاسته

در حضور نشاسته، لوگول به رنگ آبی درمی‌آید. اما در لولهٔ آزمایشی که بزاق نیز وجود داشته باشد، نشاسته توسط آمیلاز بزاق به مولکول‌های ساده‌تر تجزیه می‌شود و دیگر تغییر رنگی در لوگول مشاهده نمی‌شود.

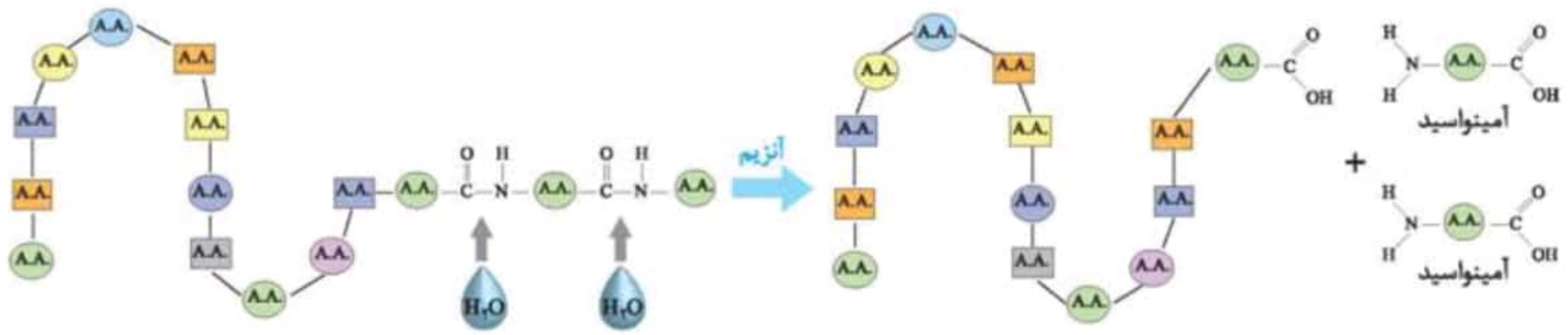
پروتئین‌ها

❑ ساختار

یادآوری در علوم هفتم خواندیم که همهٔ پروتئین‌ها از مولکول‌هایی به‌نام آمینواسید ساخته شده‌اند. پروتئین‌ها، در ساختن بافت‌های مختلف بدن مانند بافت ماهیچه‌ای، استخوان و غضروف نقش دارند.

❑ گوارش

گوارش پروتئین‌ها در معده و توسط آنزیم پپسین آغاز می‌شود. **پپسین**، در **محیط اسیدی معده**، پروتئین‌ها را به **مولکول‌های کوچک‌تر** تبدیل می‌کند. این مولکول‌های کوچک‌تر، وارد رودهٔ باریک می‌شوند و در آن‌جا، تحت تأثیر **پروتئازهای پانکراس** و **سلول‌های رودهٔ باریک**، به **آمینواسید** تبدیل می‌شوند. فرایند تبدیل پروتئین‌ها به آمینواسیدها، طی واکنش‌های هیدرولیز رخ می‌دهد.



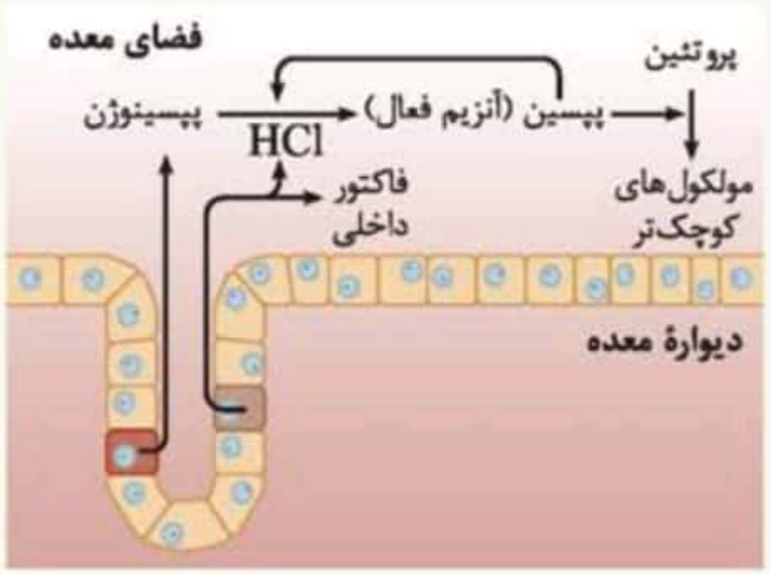
آب‌کافت پروتئین‌ها

نکته وجود پپسین برای **گوارش رشته‌های کلاژن** موجود در بافت پیوندی درون گوشت، لازم است.

نکته پپسین، پروتئین‌ها را به مولکول‌های کوچک‌تر تبدیل می‌کند اما آمینواسید تولید نمی‌کند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «بخشی از یک مولکول پروتئین و آب‌کافت پروتئین»



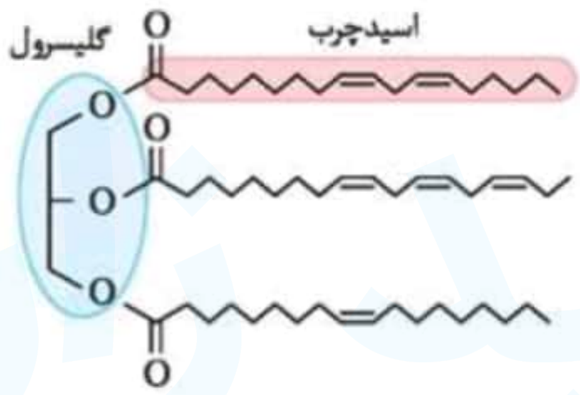
- ✓ هر پروتئین، از تعداد زیادی آمینواسید تشکیل شده است.
- ✓ پیوند بین دو آمینواسید به صورت $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-\overset{\overset{H}{|}}{N}-$ است.
- ✓ در یک انتهای آمینواسید، گروه NH_2 و در انتهای دیگر، گروه COOH وجود دارد.
- ✓ در هر آمینواسید، حداقل یک پیوند دوگانه وجود دارد.
- ✓ علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن، نیتروژن نیز در ساختار اصلی هر آمینواسید وجود دارد.
- ✓ در معده، مولکول‌های پروتئینی به مولکول‌های کوچک‌تر تبدیل می‌شوند ولی آمینواسید تولید نمی‌شود.

لیپیدها

❑ ساختار و گوارش چربی‌ها

لیپیدها، دسته‌ای دیگر از مولکول‌های زیستی هستند. **فراوان‌ترین** لیپیدهای غذا، **تری‌گلیسیریدها** هستند که معمولاً به آن‌ها **چربی** نیز گفته می‌شود.

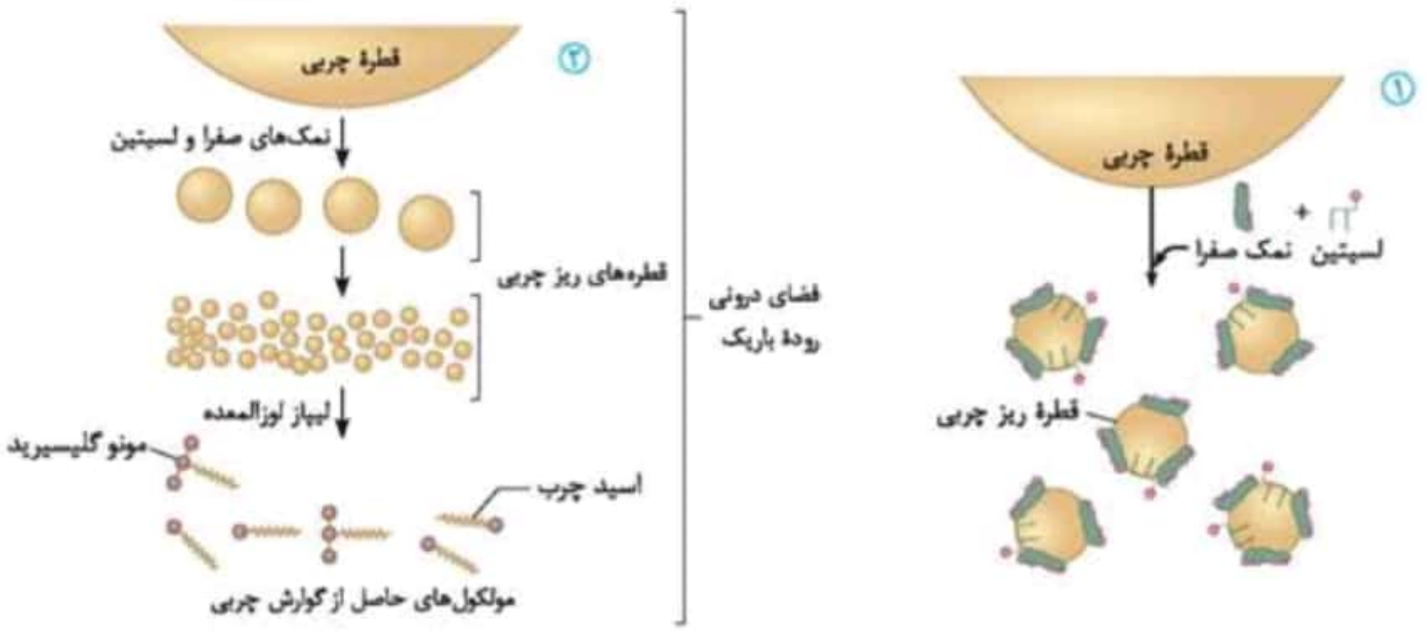
هر مولکول تری‌گلیسیرید از پیوند **یک مولکول گلیسرول** و **سه مولکول اسید چرب** ایجاد می‌شود.



گوارش چربی‌ها، توسط آنزیم **لیپاز** انجام می‌شود. لیپاز در آب محلول است، در حالی‌که چربی غذا در دمای بدن[1]، ذوب می‌شود و در سطح محتویات لولهٔ گوارش شناور می‌ماند[2]. بنابراین، برای گوارش چربی‌ها، ابتدا لازم است که آن‌ها به **قطره‌های ریز** تبدیل شوند تا لیپاز بتواند بر آن‌ها اثر کند. در رودهٔ باریک، این کار توسط **صفرا (نمک‌های صفرا و لسیتین)** و **حرکات مخلوط‌کنندهٔ رودهٔ باریک** انجام می‌شود.

بخش عمدهٔ گوارش چربی‌ها، توسط **لیپاز پانکراس** و در **دوازدهه** انجام می‌شود. لیپاز و سایر آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ لیپیدها [مثل فسفولیپاز]، تری‌گلیسیریدها و سایر لیپیدها، مانند کلسترول[3] و فسفولیپیدها را آب‌کافت (هیدرولیز) می‌کنند.

نکته نمک‌های صفراوی و لسیتین به قطره‌های چربی (تری گلیسیرید) می‌چسبند و آن‌ها را به قطره‌های بسیار ریز تبدیل می‌کنند تا لیپاز، آن‌ها را آب‌کافت کند.



لیپاز، با تأثیر بر قطره‌های ریز چربی، آن‌ها را به اسید چرب و مونوگلیسیرید تبدیل می‌کند.

۱- دمای طبیعی بدن انسان در محدودهٔ ۳۶/۵ و ۳۷/۵ درجه است که به‌طور میانگین، ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد درنظر گرفته می‌شود.

۲- لیپیدها خاصیت آبگریزی دارند؛ به همین دلیل، در محیط آبی، لیپیدها در سطح مایع قرار می‌گیرند، مثل روغن که در سطح آب قرار می‌گیرد.

۳- [illegible] نه خود کلسترول.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

گوارش مواد

چربی‌ها	پروتئین‌ها	کربوهیدرات‌ها	
		نشاسته → آمیلاز بزاق → دی‌ساکارید و قند دارای ۳ تا ۹ مولکول گلوکز	دهان
شروع گوارش لیپیدها توسط لیپاز معده	پروتئین → پپسین → مولکول‌های کوچک‌تر		معده
تری‌گلیسیریدها → لیپاز → اسید چرب مونوگلیسیریدها	پروتئین → پروتئازهای پانکراس → مولکول‌های کوچک‌تر	نشاسته → آمیلاز پانکراس → دی‌ساکارید و قند دارای ۳ تا ۹ مولکول گلوکز	فضای درون رودهٔ باریک
	مولکول‌های کوچک‌تر → پروتئازهای پانکراس → آمینواسیدها		
	مولکول‌های کوچک‌تر → آنزیم پرز روده → آمینواسیدها	دی‌ساکارید و قند دارای ۳ تا ۹ مولکول گلوکز → آنزیم پرز روده → گلوکز	سلول پوششی پرز روده

درسنامهٔ ۲۵

مشاهدهٔ درون دستگاه گوارش

آندوسکوپی (درون‌بینی)

آندوسکوپ (درون‌بین)

با آندوسکوپی، می‌توان درون بخش‌های مختلف بدن، از جمله دستگاه گوارش و درون مری، معده و دوازدهه را مشاهده کرد. **آندوسکوپ (درون‌بین)**، **لولهٔ باریک** و **انعطاف‌پذیر** است که در یک سر آن **دوربینی** وجود دارد. این لوله از راه دهان و یا برش جراحی وارد می‌شود. دوربین ویدیویی نیز تصویر درون بدن را به‌طور مستقیم در صفحهٔ نمایش نشان می‌دهد.

کاربرد: تشخیص زخم‌ها، سرطان معده، تشخیص عفونت در اثر هلیکوباکترپیلوری[1] و نمونه‌برداری به منظور بررسی سلامت بافت

کولونوسکوپی (کولون‌بینی)

کولونوسکوپی، روشی برای بررسی کولون یا رودهٔ بزرگ است. در این روش، رودهٔ بزرگ را تا محل اتصال به رودهٔ کوچک (یعنی محل بندارهٔ انتهای رودهٔ باریک) بررسی می‌کنند.

کاربرد: مشاهدهٔ اختلال‌های احتمالی دیوارهٔ کولون

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ دهم] در محدودهٔ علم زیست‌شناسی خواندیم که دستگاه‌ها و تجهیزات پزشکی، آزمایشگاهی و ... حاصل همکاری زیست‌شناسان و متخصصان دیگر رشته‌های علمی و فنی هستند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ دهم] امروزه فناوری‌ها و علوم نوین در پیشرفت علم زیست‌شناسی نقش مهمی دارند. این فناوری‌ها و علوم نوین زیست‌شناسی، ناشی از **نگرش بین‌رشته‌ای** زیست‌شناسی است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ دهم] آندوسکوپی و کولونوسکوپی، نمونه‌هایی از **فناوری‌های مشاهدهٔ سامانه‌های زیستی زنده** می‌باشند.

۱. Helicobacter pylori، نوعی باکتری است که در معده زندگی می‌کند و می‌تواند باعث زخم معده و سرطان معده شود.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

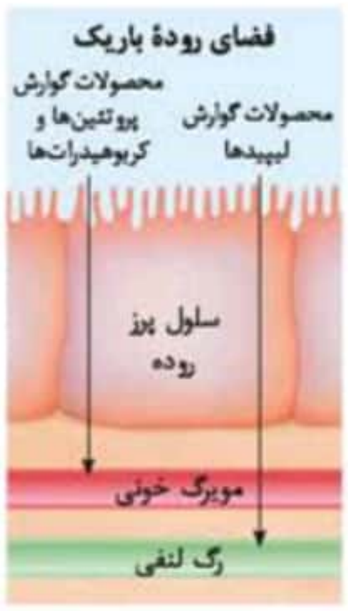
جذب مواد و تنظیم فعالیت دستگاه گوارش

درس‌نامهٔ ۲۶

جذب مواد در رودهٔ باریک

جذب مواد در لولهٔ گوارشی

پس از آن‌که گوارش مواد در فضای درون رودهٔ باریک انجام شد، مواد مغذی برای رسیدن به سلول‌های بدن **باید از غشای یاخته‌های پوششی دیوارهٔ رودهٔ باریک بگذرند** و **وارد سلول‌های بافت پوششی لولهٔ گوارش شوند** و سپس از طریق این سلول‌ها وارد بخشی از **محیط داخلی**، یعنی مایع بین‌سلولی شوند. پس از آن، مواد حاصل از گوارش لیپیدها و ویتامین‌های محلول در چربی، وارد جریان **لنف** می‌شوند و سایر مواد، به **درون خون** می‌روند.



فرایند ورود مواد از فضای درون لولهٔ گوارش به محیط داخلی بدن، **جذب** نام دارد. جذب مواد در **دهان** و **معده** به مقدار **اندک** انجام می‌شود ولی **جذب اصلی** مواد غذایی در **رودهٔ باریک** انجام می‌شود.

پس از این‌که مواد وارد مایع بین‌سلولی شدند، وارد **مویرگ‌ها** می‌شوند. همان‌طور که در ادامه خواهیم دید، در هر پرز، یک **مویرگ بستهٔ لنفی** وجود دارد. مولکول‌های حاصل از گوارش لیپیدها، وارد مویرگ‌های لنفی می‌شوند. سایر مواد جذب‌شده، وارد شبکهٔ **مویرگ‌های خونی** درون پرز و سپس وارد جریان خون می‌شوند.

نکته در مویرگ‌های لنفی، **جریان دوطرفهٔ مواد** وجود دارد ولی در مویرگ‌های خونی، جریان مواد به صورت **یک‌طرفه** است.

آن‌چه خواهیم خواند [فصل ۲- فصل ۴ دهم] در فرایند جریان توده‌ای، مواد از مویرگ‌های خونی خارج و وارد فضای بین‌سلولی می‌شوند. بخشی از این مواد، نمی‌توانند به مویرگ‌های خونی برگردند و توسط مویرگ‌های لنفی، جمع‌آوری می‌شوند.

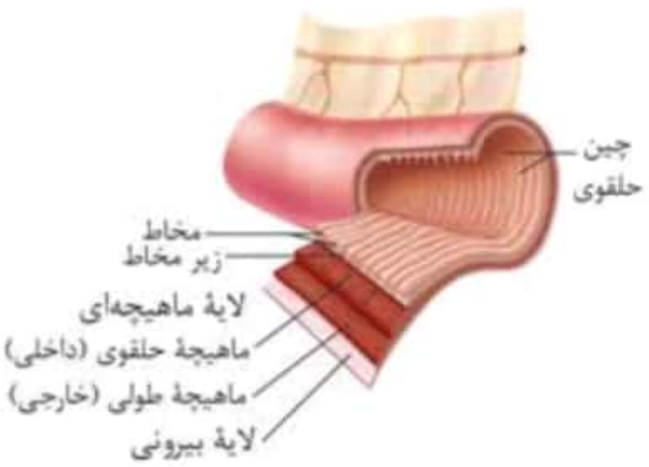
خلاصهٔ گوارش و جذب غذا: ورود غذا به لولهٔ گوارش ← شروع گوارش غذا ← عبور غذا در طول لولهٔ گوارش ← ادامهٔ فرایند گوارش غذا ← رسیدن غذا به رودهٔ باریک ← پایان گوارش غذا و ایجاد مونومرها ← جذب مواد مغذی توسط یاخته‌های جذب‌کنندهٔ پرزهای روده

ساختار رودهٔ باریک

گفتیم که رودهٔ باریک، **محل پایان گوارش غذا و محل اصلی جذب مواد مغذی** است. بنابراین، لازم است که مساحت رودهٔ باریک زیاد باشد تا بتواند به خوبی، هم گوارش غذا را انجام دهد و هم مهم‌تر از آن، مواد مغذی را به مقدار کافی جذب کند. برای همین، ساختار داخلی روده با بخش‌های دیگر لولهٔ گوارش متفاوت است.

در سطح داخلی رودهٔ باریک، **چین‌های حلقوی، پرز و ریزپرز** مشاهده می‌شود. این ساختارها، باعث **افزایش چندصدبرابری سطح داخلی رودهٔ باریک** و میزان تماس آن با کیموس می‌شوند. در نتیجه، مساحت موجود برای گوارش و جذب مواد در رودهٔ باریک افزایش می‌یابد. *خُب، حالا هر کدوم از این ساختارها که گفتیم چی هستن و چجوری به وجود میان؟ از چه قسمت‌هایی تشکیل شدن؟ این یه سؤالی است که در ادامه جواب می‌دیم.*

☐ چین حلقوی



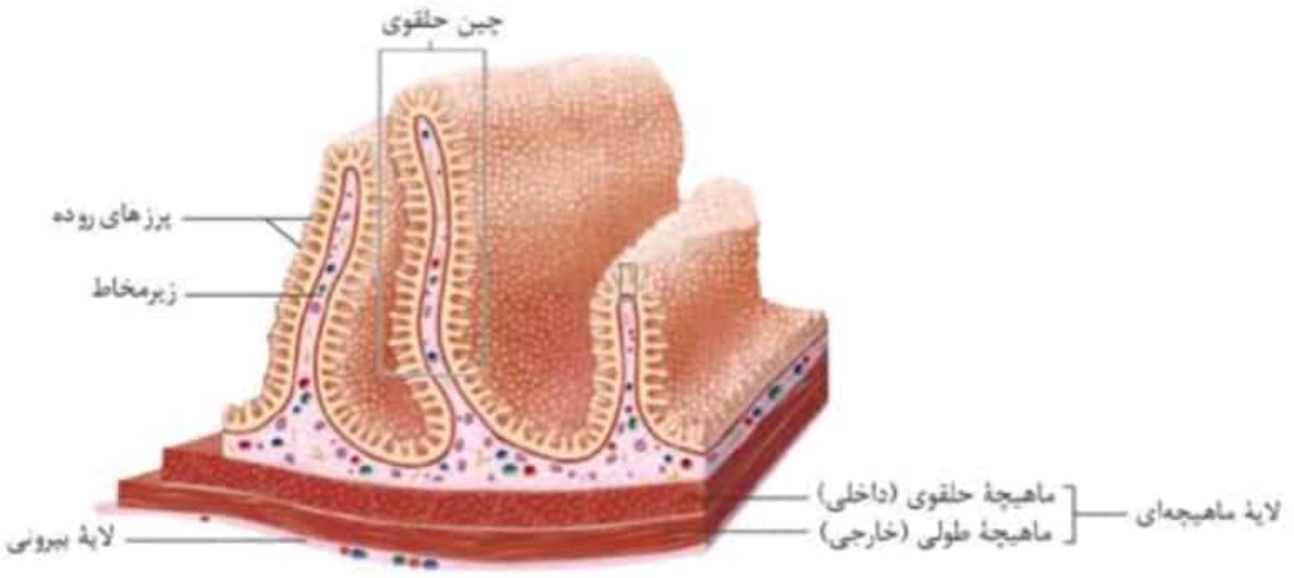
در **سطح داخلی** رودهٔ باریک، چین‌هایی وجود دارند که به صورت **حلقوی** هستند. *یعنی مثل یک حلقه در سطح داخلی روده قرار گرفتن. این رو می‌تونین مقایسه کنین با چین‌های سطح داخلی معده. در سطح داخلی معده، چین‌خوردگی‌ها به صورت طولی هستن نه حلقوی. یعنی هر چین از بالای معده شروع میشه و میره به سمت پایین معده.* به چین‌خوردگی‌های سطح داخلی رودهٔ باریک، **چین‌های حلقوی** گفته می‌شود.

نکته در سطح داخلی معده، چین‌خوردگی‌های طولی قرار دارند.

ساختار چین حلقوی: هر چین حلقوی، در اثر **چین‌خوردگی لایهٔ مخاط** و **زیرمخاط** ایجاد شده است؛ بنابراین، در ساختار چین حلقوی هم مخاط و هم زیرمخاط دیده می‌شود. طبیعی هست که هرچیزی که توی مخاط و زیرمخاط داشته باشیم، در چین حلقوی هم داریم. یادتون هست که توی مخاط و زیرمخاط چه چیزایی داشتیم؟ بافت پوششی مخاطی، بافت پیوندی سست و ماهیچهٔ مخاطی (از نوع ماهیچهٔ صاف)، لایهٔ مخاطی چین حلقوی را تشکیل می‌دهند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

در لایهٔ زیرمخاطی چین حلقوی نیز بافت پیوندی سست، رگ‌های خونی فراوان، رگ‌های لنفی و شبکهٔ عصبی یافت می‌شود. بر روی هر چین حلقوی، تعداد زیادی پرز وجود دارد.



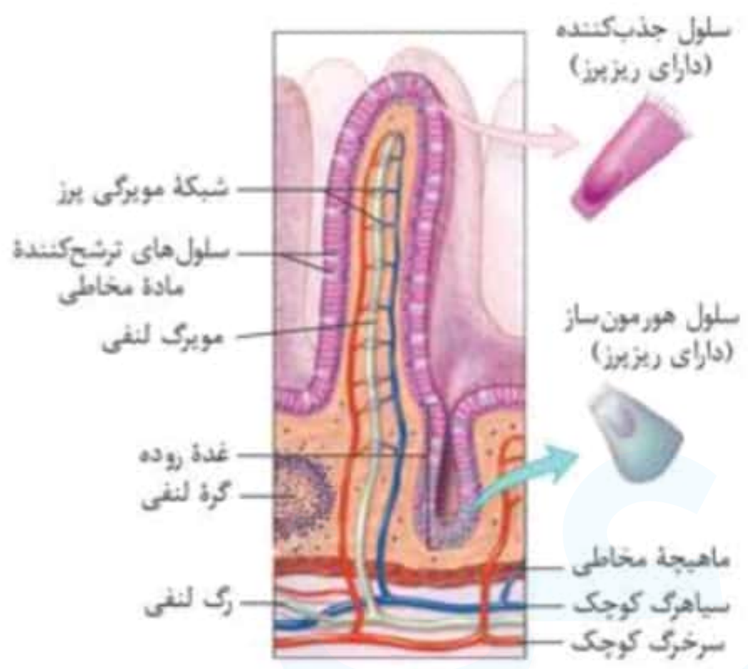
نکته در زیر چین حلقوی، لایهٔ ماهیچه‌ای قرار دارد. در ساختار چین حلقوی، لایهٔ ماهیچه‌ای و بیرونی وجود ندارد.

نکته چین‌خوردگی‌های حلقوی، ماکروسکوپی هستند؛ یعنی با چشم غیرمسلح (بدون استفاده از ابزار بزرگنمایی مثل میکروسکوپ) نیز قابل‌مشاهده می‌باشند. ولی پرز و ریزپرز، ساختارهای میکروسکوپی هستند.

☐ پرز روده

در ساختار چین‌های حلقوی، سلول‌های پوششی روده به شکلی کنار یک‌دیگر قرار می‌گیرند که تعداد زیادی **ساختارهای برآمده در سطح چین‌های حلقوی** ایجاد می‌شود. هر کدام از این برآمدگی‌ها، یک پرز است. در واقع، پرز **اجتماعی از تعداد زیادی سلول پوششی روده** است.

بذارین یکم ساده‌تر بگیم؛ در رودهٔ باریک، سلول‌های پوششی روی یک خط مستقیم قرار نمی‌گیرن، بلکه برآمدگی‌هایی رو ایجاد می‌کنن. مثل این هست که تعداد زیادی انگشت در سطح رودهٔ باریک وجود داشته باشه و هر کدوم از این انگشت‌ها، یه پرز باشن. پوست این انگشت، میشه سلول‌های پوششی روده. حالا تعداد زیادی از این انگشت‌ها (همون پرز خودمون)، دور همدیگه قرار می‌گیرن ولی باز هم نه روی یک خط راست. این بار هم ساختارهای برآمده‌ای رو ایجاد می‌کنن که بهش می‌گن چین حلقوی. اما ساختار پرز روده چجوری هست و از چه بخش‌هایی تشکیل شده؟



ساختار پرز روده: در ساختار هر پرز روده، **فقط لایهٔ مخاطی** مشاهده می‌شود. همان‌طور که در شکل هم مشخص است، **بافت پوششی و بافت پیوندی سست** لایهٔ مخاطی در ساختار یک پرز قرار دارند. **سلول‌های ماهیچه‌ایِ ماهیچهٔ مخاطی نیز وارد ساختار پرز می‌شوند** و در ادامه می‌خوانیم که به عملکرد پرز کمک می‌کنند. علاوه بر این، رگ‌های خونی و لنفی لایهٔ زیرمخاطی نیز پس از عبور از ماهیچهٔ مخاطی، وارد بافت پیوندی سست مخاط می‌شوند و در ساختار پرز روده قابل‌مشاهده هستند. بنابراین، به‌طور کلی، در ساختار پرز روده می‌توان: ۱- بافت پوششی لایهٔ مخاطی، ۲- بافت پیوندی سست لایهٔ مخاطی، ۳- سیاهرگ و سرخرگ، ۴- شبکهٔ مویرگی و ۵- مویرگ لنفی را مشاهده کرد.

نکته دقت داشته باشید که لایه‌های زیرمخاطی، ماهیچه‌ای و بیرونی در ساختار پرز رودهٔ باریک وجود ندارند.

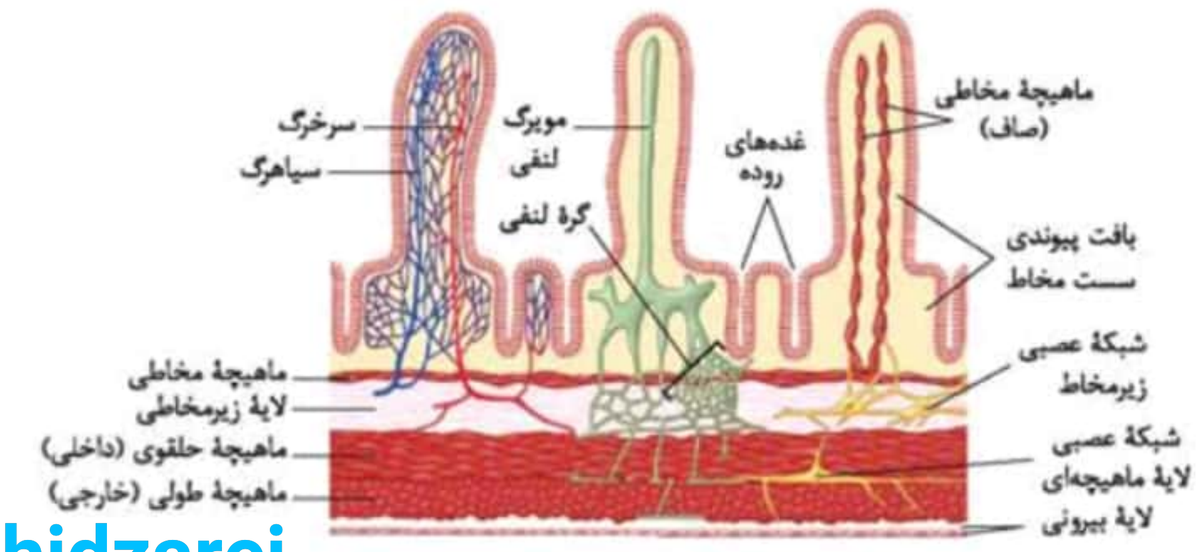
نکته انتهای رگ لنفی موجود در پرز روده بسته است؛ بنابراین، جریان مواد در این مویرگ، به صورت دوطرفه است. ولی جریان در رگ‌های خونی، به صورت یک‌طرفه می‌باشد.

نکته انواع مختلفی از سلول‌های پوششی در ساختار رودهٔ باریک وجود دارند. این سلول‌ها، دارای ریزپرز می‌باشند.

ماهیچهٔ مخاطی: همان‌طور که گفتیم، سلول‌های ماهیچهٔ مخاطی وارد پرز روده می‌شوند. **انقباض** این سلول‌ها، باعث **حرکت پرز روده و جذب بیشتر مواد** می‌شود. *پس پرزها ساختارهای ثابت هم نیستن و سر جاشون حرکت می‌کنن. این حرکت، به جذب مواد کمک می‌کنه.*

نکته انقباض ماهیچهٔ مخاطی، توسط سلول‌های دستگاه عصبی روده‌ای انجام می‌شود. نورون‌هایی از این دستگاه که به ماهیچهٔ مخاطی عصب‌دهی می‌کنند، از شبکهٔ عصبی لایهٔ زیرمخاطی منشأ می‌گیرند.

شکل مقابل، رگ‌های خونی، رگ لنفی و ماهیچهٔ مخاطی موجود در ساختار پرز رو بهتر نشون می‌ده.



غدهٔ روده: در بخش‌هایی از روده، بافت پوششی مخاط در بافت پیوندی سست زیر آن فرو رفته است. این فرورفتگی‌ها، غدهٔ روده هستند. بنابراین، باید دقت داشته باشید که در سطح داخلی روده، هم فرورفتگی وجود دارد و هم برآمدگی.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته غدهٔ روده، اجتماعی از سلول‌های پوششی روده است که در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. سلول‌های این غدد، وظیفهٔ ترشح مواد مختلفی مثل بیکربنات، هورمون سکرتین، موسین و ... را دارند.

☐ ریزپرز سلول‌های پوششی روده

غشای سلول‌های پوششی رودهٔ باریک، در سمتی از سلول که **در مجاورت فضای داخلی رودهٔ باریک** قرار دارد، دارای تعداد زیادی **چین‌خوردگی‌های میکروسکوپی** می‌باشد که به آن‌ها، ریزپرز گفته می‌شود. *پس مواستون باشه که ریزپرز یک سلول یا یه چیزی در سطح سلول نیست. بلکه ریزپرز چین‌خوردگی‌هایی هست که در غشای سلول پوششی ایجاد شده. فایدش هم اینه که باعث میشه سطح تماس بیشتر بشه. کلّا هر جا که چین‌خوردگی داشتیم، سطح تماس بیشتره.*

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] دیوارهٔ لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک از یک لایه بافت پوششی مکعبی تشکیل شده است که ریزپرز دارند. ریزپرزها، سطح بازجذب را افزایش می‌دهند. به علت وجود ریزپرزهای فراوان در لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک، مقدار مواد بازجذب‌شده در این قسمت از نفرون (گردیزه)، بیشتر از سایر قسمت‌هاست.

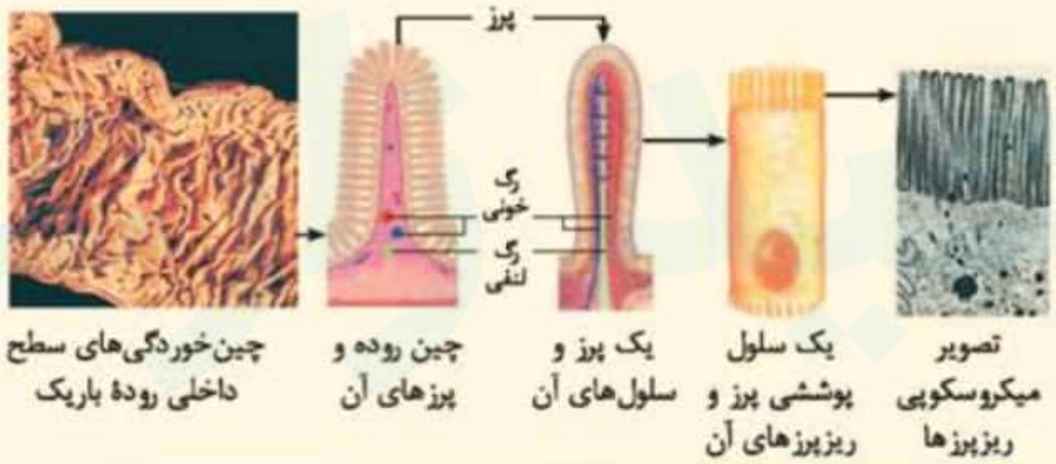
راستی، سلول‌های چشایی در جوانهٔ چشایی هم دارای ریزپرز هستن ولی کتاب به اشتباه اونا رو مژک نام‌گذاری کرده! هرچند در شکل مشخص هست که این سلول‌ها ریزپرز دارن نه مژک، اما ما فعلاً مطیع کتاب درسی هستیم!

جمع‌بندی

ساختار داخلی رودهٔ باریک

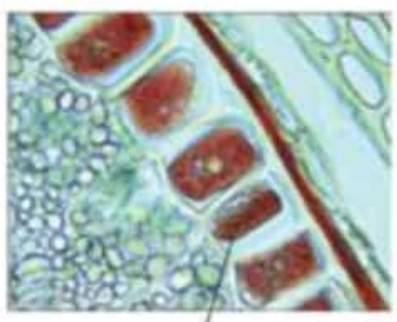
رابطهٔ بین چین حلقوی، پرز و ریزپرز، به صورت زیر می‌باشد:

سطح داخلی روده: تعداد زیادی چین حلقوی ←(هر چین حلقوی) تعداد زیادی پرز ←(هر پرز) تعداد زیادی سلول پوششی ←(هر سلول پوششی) تعداد زیادی چین‌خوردگی غشایی، به‌نام ریزپرز



نام ساختار	چین حلقوی	پرز	ریزپرز
نحوهٔ تشکیل	چین‌خوردگی مخاط و زیرمخاط	اجتماع سلول‌های پوششی مخاط	چین‌خوردگی غشای سلول‌های پوششی مخاط
لایه‌های سازنده	لایهٔ مخاطی و زیرمخاطی	لایهٔ مخاطی	غشای سلول‌های پوششی مخاط
بافت‌های سازنده	پوششی (مخاط)، پیوندی سست (مخاط و زیرمخاط)، ماهیچه‌ای صاف (مخاط)	پوششی، پیوندی سست و ماهیچه‌ای صاف	ندارد (بخشی از سلول بافت پوششی است)
رگ خونی و لنفی	دارد	دارد (از زیرمخاط منشأ می‌گیرد)	ندارد
عصب	دارد	دارد (از زیرمخاط منشأ می‌گیرد)	ندارد

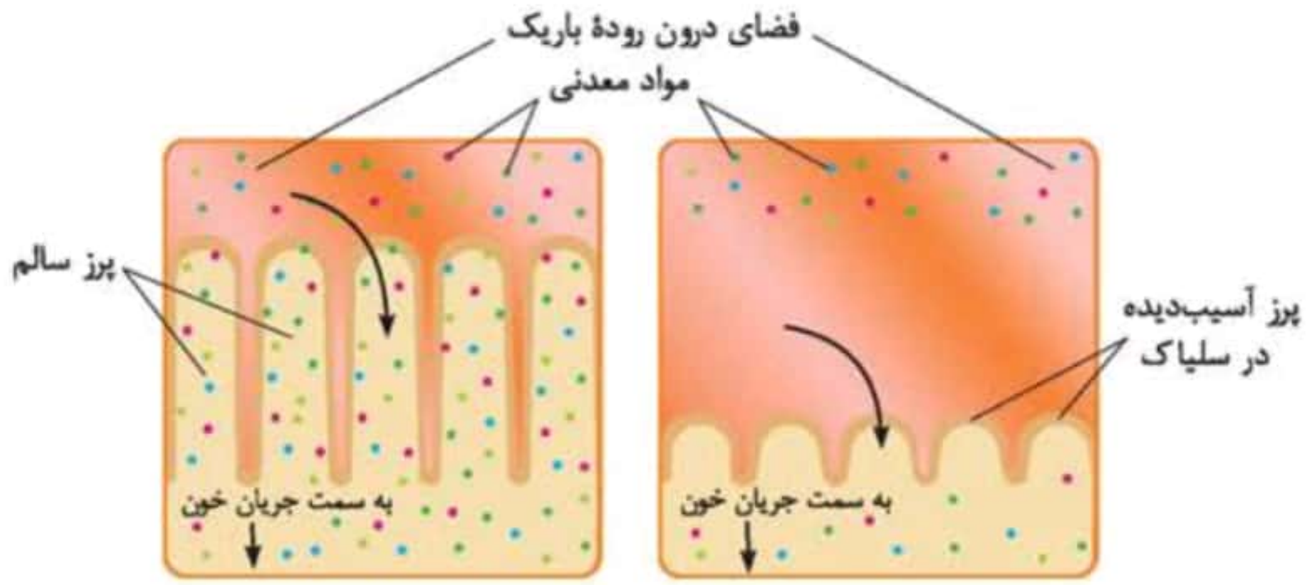
سلیاک


سلول‌های ذخیره‌کنندهٔ گلوتن

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] گلوتن، نوعی پروتئین است که در واکوئول (کریچه) سلول‌های بذر گندم و جو ذخیره می‌شود و هنگام رویش بذر، برای رشد و نمو رویان مصرف می‌شود. به‌طور کلی، گلوتن به‌عنوان یک مولکول پروتئینی ارزش غذایی دارد، اما بعضی افراد، که مبتلا به بیماری سلیاک هستند، با خوردن فراورده‌های گلوتن‌دار، دچار اختلال رشد و مشکلات جدی در سلامت می‌شوند. تشخیص قطعی سلیاک با انجام آزمایش‌های پزشکی است. *اما چرا سلیاک ایجاد می‌شه؟*

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

در افراد مبتلا به بیماری **سلیاک**، زمانی که **گلوتن (پروتئین موجود در بذر گندم و جو)** وارد رودهٔ باریک می‌شود، تأثیر گلوتن بر سلول‌های پوششی رودهٔ باریک باعث می‌شود که این سلول‌ها تخریب شوند[1]. در نتیجه، **ریزپرزها و حتی پرزهای رودهٔ باریک** از بین می‌روند. این پدیده باعث می‌شود که **سطح جذب مواد کاهش شدیدی پیدا کند** و بسیاری از مواد مغذی موردنیاز بدن جذب نشوند.

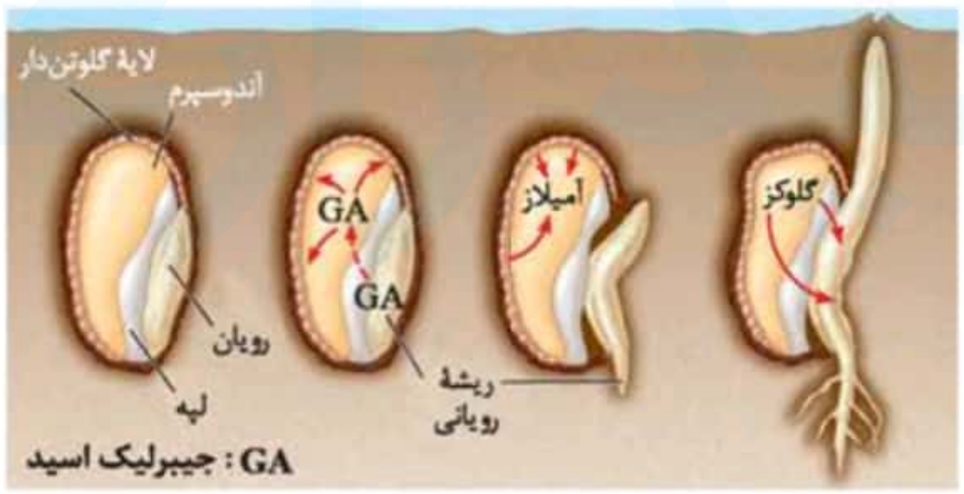


نکته در بیماری سلیاک، غلظت مواد مغذی (مثل گلوکز، آهن، ویتامین‌ها، چربی و ...) در مدفوع افزایش می‌یابد.

نکته کاهش مواد مغذی جذب‌شده در سلیاک، باعث می‌شود که فرایندهای مرتبط با این مواد غذایی، با اختلال مواجه شوند؛ مثلاً، کاهش جذب آهن باعث می‌شود که فرد به کم‌خونی ناشی از کمبود آهن مبتلا شود.

نکته دقت داشته باشید که در افراد سالم، مصرف پروتئین گلوتن مفید است و باعث افزایش آمینواسیدهای خون می‌شود. برعکس، در افراد مبتلا به سلیاک، گلوتن باعث کاهش جذب مواد مغذی (از جمله آمینواسیدها) می‌شود و در نتیجه، غلظت این مواد در خون کاهش می‌یابد.

آن‌چه خواهیم خواند *[گفتار ۱- فصل ۹ یازدهم]* خارجی‌ترین لایهٔ آندوسپرم بذر غلات (مثل گندم و جو)، یک لایهٔ گلوتن‌دار است. هورمون جیبرلین تولیدشده توسط رویان دانه، بر این لایه تأثیر می‌گذارد و سبب تولید و رهاشدن آنزیم‌های گوارشی در دانه می‌شود. این آنزیم‌ها، دیوارهٔ یاخته‌ها و ذخایر آندوسپرم را تجزیه می‌کنند تا مواد مغذی لازم برای رشد، در اختیار رویان قرار بگیرند.

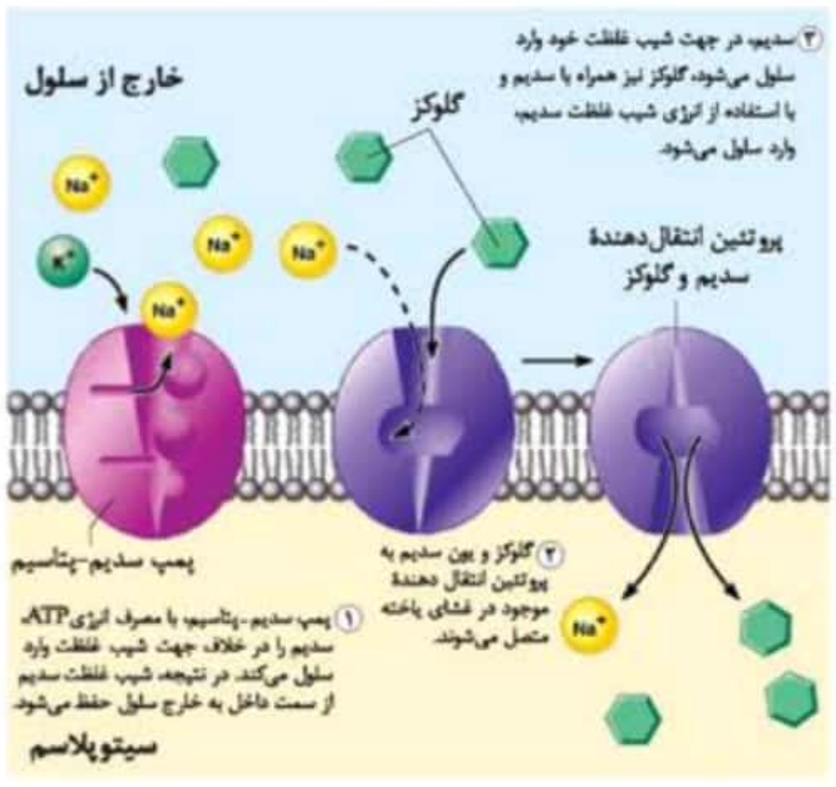


درس‌نامهٔ ۲۷ هم‌انتقالی، جذب گلوکز و آمینواسیدها

قبل از این‌که راجع به فرایند جذب گلوکز و آمینواسیدها صحبت کنیم، اول باید با فرایند هم‌انتقالی آشنا بشیم.

هم‌انتقالی

قبلاً گفتیم که در انتقال فعال، مواد در خلاف جهت شیب غلظت و با مصرف انرژی زیستی، در عرض غشا جابه‌جا می‌شوند. آیا این انرژی زیستی، همیشه ATP *هست؟ جواب منفیه!* نوعی روش انتقال فعال، هم‌انتقالی نام دارد. در این روش، دو ماده به‌طور **هم‌زمان** و در **یک جهت** جابه‌جا می‌شوند. یکی در جهت شیب غلظت (انتشار تسهیل‌شده) و دیگری در خلاف جهت شیب غلظت (انتقال فعال). به شکل دقت کنید. در این شکل، یک پروتئین انتقال‌دهندهٔ سدیم و گلوکز وجود دارد که این دو ماده را با روش هم‌انتقالی، وارد سلول می‌کند.



۱- سلیاک، نوعی بیماری خودایمنی است. در این بیماری، سلول‌های دستگاه ایمنی به سلول‌های پوششی دیوارهٔ رودهٔ باریک حمله می‌کنند و آن‌ها را از بین می‌برند. علت این پدیده، تأثیری است که پروتئین گلوتن بر سلول‌های پوششی می‌گذارد و باعث می‌شود که دستگاه ایمنی، سلول‌های خودی را بیگانه تلقی کند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

الف) ورود سدیم به درون سلول: غلظت سدیم، در بیرون سلول بیشتر از درون سلول است. بنابراین، شیب **غلظت سدیم به سمت درون سلول است** و سدیم تمایل دارد که در جهت شیب غلظت خود، وارد سلول شود. این یون، به پروتئین انتقال‌دهنده متصل می‌شود و با روش **انتشار تسهیل‌شده** وارد سلول می‌شود. دقت داشته باشید که شیب **غلظت سدیم، همواره به سمت درون سلول است.** *اما چه چیزی باعث میشه که همیشه شیب غلظت سدیم به سمت درون سلول باشه؟ در واقع، چه عاملی وجود داره که نمی‌ذاره غلظت سدیم در دو سمت غشا به تعادل برسه؟* جواب پمپ سدیم ـ پتاسیم است. پمپ سدیم ـ پتاسیم، با **مصرف انرژی ATP**، سدیم را در خلاف جهت شیب غلظت از سلول خارج می‌کند و پتاسیم را نیز در خلاف جهت شیب غلظت، وارد سلول می‌کند. با فعالیت این پمپ، یون‌های سدیمی که وارد سلول شده بودند، از سلول خارج می‌شوند. در نتیجه، همیشه غلظت سدیم در بیرون سلول بیشتر از درون سلول است و شیب غلظت یون سدیم حفظ می‌شود.

نکته پمپ سدیم ـ پتاسیم، دو یون سدیم را از سلول خارج و سه یون پتاسیم را به سلول وارد می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۱ یازدهم] در پایان پتانسیل عمل، شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشای سلول، با حالت آرامش تفاوت دارد. فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم موجب می‌شود شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش بازگردد. در حالت آرامش نیز فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم، در حفظ پتانسیل آرامش نقش دارد.

ب) ورود گلوکز به درون سلول: گلوکز، برای ورود به سلول، به همان پروتئینی متصل می‌شود که یون سدیم نیز به آن متصل می‌شود. در واقع، این پروتئین یک جایگاه برای اتصال یون سدیم و جایگاه دیگری نیز برای اتصال گلوکز دارد. زمانی که سدیم می‌خواهد در جهت شیب غلظت خود وارد سلول شود، لازم است که تغییری در ساختار سه‌بعدی پروتئین انتقال‌دهنده ایجاد شود تا سدیم بتواند وارد سلول شود. وقتی که این تغییر ساختار رخ می‌دهد، گلوکز نیز که به پروتئین متصل بوده است، در سمت داخل سلول آزاد می‌شود. بدین‌ترتیب، گلوکز در خلاف جهت شیب غلظت خود و همراه با یون سدیم، وارد سلول شده است. در این روش انتقال فعال، انرژی ATP مستقیماً مصرف نمی‌شود[1] و گلوکز با کمک انرژی شیب غلظت سدیم[2] وارد سلول می‌شود. *وقتی گلوکز می‌خواد وارد سلول بشه، باید از طریق یه پروتئین عبور کنه. این پروتئین، یه دری داره که گلوکز زورش نمی‌رسه این در رو باز کنه؛ چون که انرژی کافی برای انجام این کار رو نداره. برای همین، یه سدیم میاد و دست گلوکز رو می‌گیره. وقتی رسیدن به در، سدیم که زورش زیاد هست و قدرت کافی برای ورود به سلول رو داره، گلوکز رو هم با خودش می‌بره داخل سلول. به این می‌گن، هم‌انتقالی.*

نکته در هم‌انتقالی گلوکز و سدیم، پروتئینی که در انتقال فعال گلوکز نقش دارد، از انرژی ATP استفاده **نمی‌کند.**

جذب گلوکز و آمینواسیدها

این همه مقدمه گفتیم تا برسیم به روش جذب گلوکز و آمینواسیدها. خُب وقتی که مواد گوارش پیدا کردن و به مونومر تبدیل شدن، باید جذب بشن تا بدن بتونه از اون مواد استفاده کنه. به‌طور کلی، جذب دو مرحله داره: ۱- ورود مواد مغذی به درون سلول پوششی پرز روده و ۲- انتقال مواد از سلول پوششی پرز روده به محیط داخلی (خون یا لنف). بریم این دو مرحله رو برای گلوکز و آمینواسیدها بررسی کنیم.

۱- ورود گلوکز به درون سلول پوششی پرز روده: ورود گلوکز به درون سلول‌های پوششی روده، با روش **هم‌انتقالی** انجام می‌شود. در این روش، سدیم همراه با گلوکز، از فضای درون روده وارد سلول پوششی می‌شود.

نکته در غشای سمت مقابل سلول پوششی روده، یعنی در غشایی که در مجاورت مایع بین‌سلولی قرار دارد، پمپ سدیم ـ پتاسیم وجود دارد. این پمپ، سدیم را وارد مایع بین‌سلولی می‌کند و پتاسیم نیز وارد سلول می‌شود. در نتیجه، شیب غلظت یون سدیم حفظ می‌شود.

۲- ورود گلوکز از سلول پوششی به محیط داخلی: در غشای سمتی از سلول که در مجاورت مایع بین‌سلولی قرار دارد، نوعی پروتئین انتقال‌دهنده وجود دارد که می‌تواند گلوکز را وارد مایع بین‌سلولی کند. دقت داشته باشید که غلظت گلوکز در درون سلول بیشتر از غلظت گلوکز در مایع بین‌سلولی است و بنابراین، خروج گلوکز از سلول، با روش **انتشار تسهیل‌شده و بدون مصرف انرژی زیستی** انجام می‌شود.

نکته ورود گلوکز به درون سلول، با روش هم‌انتقالی (نوعی انتقال فعال) و خروج آن از سلول، با روش انتشار تسهیل‌شده (نوعی انتقال غیرفعال) انجام می‌شود. در هر دو روش، انرژی ATP مصرف نمی‌شود.

نکته غلظت گلوکز، درون سلول پوششی روده، از غلظت گلوکز در فضای درون روده و مایع بین‌سلولی، بیشتر است.

غلظت گلوکز در مایع بین‌سلولی < **غلظت گلوکز در سلول پوششی پرز روده** > غلظت گلوکز در فضای درونی روده

نکته دقت داشته باشید که غلظت گلوکز و آمینواسیدها درون سلول، بیشتر از فضای درونی روده است. به همین دلیل، گلوکز و آمینواسیدها نمی‌توانند با انتشار تسهیل‌شده وارد سلول شوند.

پس از ورود گلوکز به مایع بین‌سلولی، گلوکز وارد **مویرگ خونی** می‌شود و **از طریق جریان خون به کبد منتقل می‌شود.** *راجع به انتقال مواد جذب‌شده در خون، بعداً بیشتر صحبت می‌کنیم. فعلاً در همین حد بدونین کافیه.*

۱- در بیان دیگری از دلیل فعال‌بودن روش هم‌انتقالی، گفته می‌شود که چون انرژی ATP برای حفظ شیب غلظت یون سدیم مصرف می‌شود و وجود این غلظت برای جابه‌جایی گلوکز نیز لازم است، پس هم‌انتقالی نوعی روش انتقال فعال است.

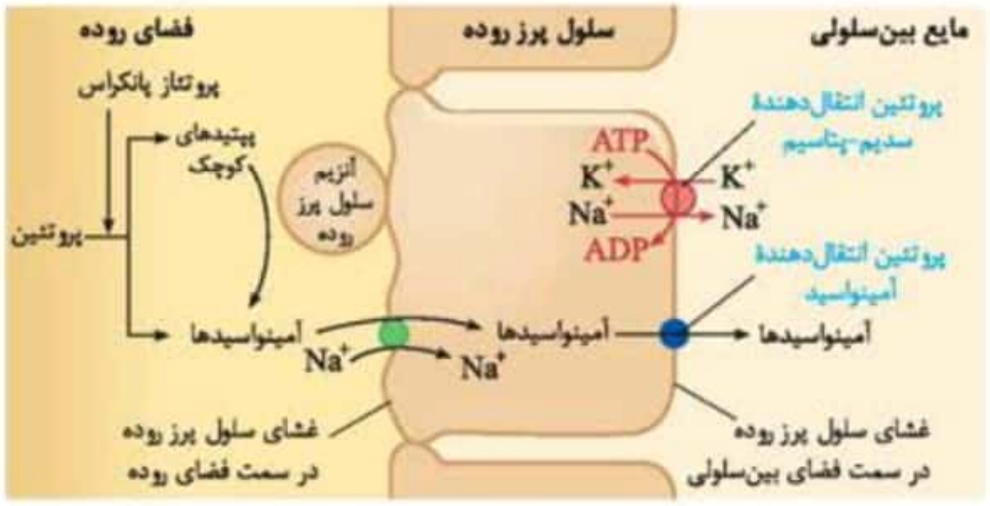
۲- به‌طور ساده، منظور از انرژی شیب غلظت سدیم این است که تمایل ورود سدیم به درون سلول در جهت شیب غلظت خود، باعث می‌شود که پروتئین انتقال‌دهنده تغییر ساختار دهد و این تغییر ساختار باعث می‌شود مولکول گلوکز نیز بتواند وارد سلول شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

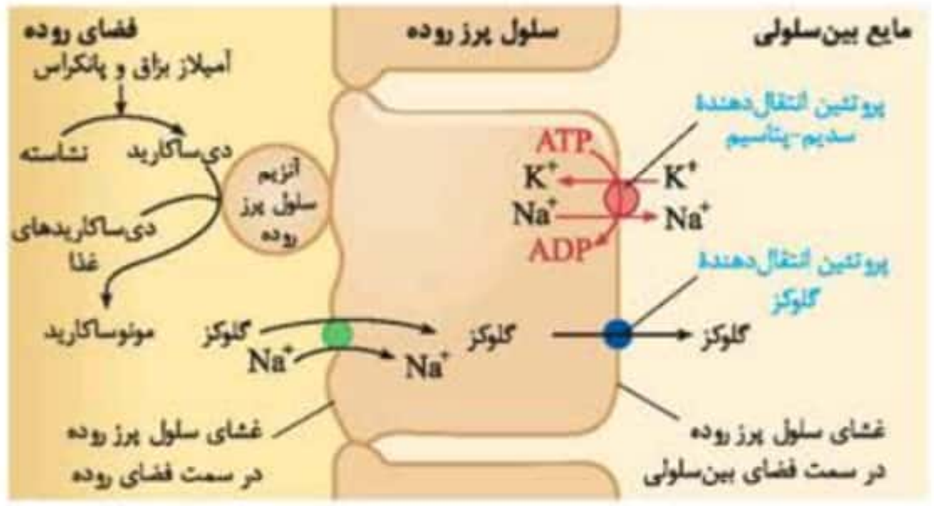
❑ جذب آمینواسیدها

جذب **بیشتر آمینواسیدها**[1]، مشابه روش جذب گلوکز است. یعنی، در مرحلهٔ اول آمینواسید با روش هم‌انتقالی وارد سلول می‌شود و سپس با روش انتشار تسهیل‌شده، از سلول پوششی به مایع بین‌سلولی منتقل می‌شود. پس از آن، آمینواسیدها نیز وارد مویرگ خونی می‌شوند از طریق جریان خون، به کبد انتقال می‌یابند.

شکل‌های زیر، خلاصه‌ای از کل چیزی هست که راجع به جذب آمینواسیدها و گلوکز باید بدونین.



جذب آمینواسید



جذب گلوکز

نکته پروتئینی که در هم‌انتقالی نقش دارد (انتقال‌دهندهٔ سدیم و گلوکز یا انتقال‌دهندهٔ سدیم و آمینواسید)، در سمتی از غشای سلول قرار دارد که در مجاورت فضای درونی روده می‌باشد.

نکته پمپ سدیم ـ پتاسیم و پروتئین‌های مسئول انتشار تسهیل‌شده (انتقال‌دهندهٔ گلوکز یا آمینواسیدها به مایع بین‌سلولی)، در سمتی از غشای سلول قرار دارند که در مجاورت مایع بین‌سلولی می‌باشد.

نکته گلوکز و آمینواسیدها، پس از ورود به مایع بین‌سلولی، وارد مویرگ‌های خونی می‌شوند.

درسنامهٔ ۲۸ جذب، انتقال و ذخیرهٔ لیپیدها

گوارش و جذب لیپیدها

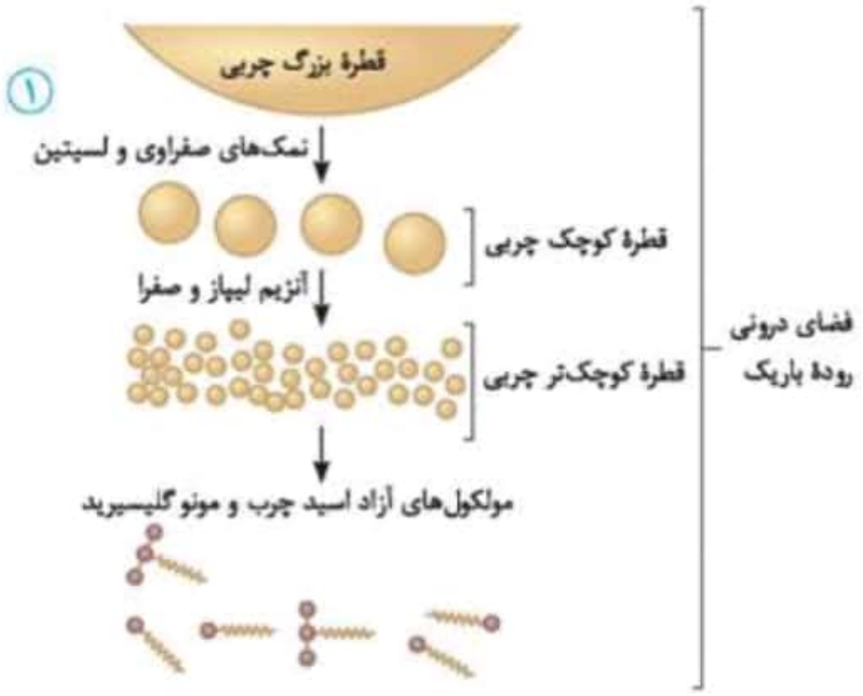
رسیدیم به جذب لیپیدها. جذب لیپیدها، جزء مهم‌ترین قسمت‌های گفتار (۳) هست. برای همین، لطفاً خیلی دقت کنین. اول از همه، یکم برمی‌گردیم عقب و از گوارش لیپیدها شروع می‌کنیم.

❑ گوارش چربی‌ها

گفتیم که قطرات چربی، ذرات درشتی هستند که در آب نامحلول می‌باشند و بنابراین، در سطح محتویات لولهٔ گوارش شناور می‌شود قرار می‌گیرند. درحالی‌که، آنزیم لیپاز در آب محلول است. بنابراین، برای تسهیل عملکرد آنزیم لیپاز، عملکرد صفرا لازم است. گوارش لیپیدها، چند مرحله دارد:

۱- تبدیل قطرات چربی به قطرات کوچک‌تر: تحت تأثیر **فسفولیپید لسیتین و نمک‌های صفرا**، قطرات درشت چربی به قطرات کوچک‌تر و محلول در آب تبدیل می‌شوند.

۲- گوارش قطرات چربی توسط لیپاز: آنزیم لیپاز، بر روی قطرات کوچک چربی تأثیر می‌گذارد. تحت تأثیر این آنزیم، مولکول‌های تری‌گلیسیرید به مولکول‌های **مونوگلیسیرید** و **اسیدچرب** تبدیل می‌شوند.



نکته هر تری‌گلیسیرید، از سه اسید چرب و یک گلیسرول تشکیل شده است. با هیدرولیز پیوند بین دو اسید چرب و گلیسرول، مولکولی باقی می‌ماند که دارای یک گلیسرول و یک اسید چرب است. به این مولکول، مونوگلیسیرید گفته می‌شود.

۱- آمینواسیدها با انتقال فعال جذب می‌شوند. جذب بیشتر آمینواسیدها، با کمک هم‌انتقالی و سایر آمینواسیدها، با روش‌های دیگر انتقال فعال است.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

❑ جذب مواد حاصل از گوارش چربی‌ها

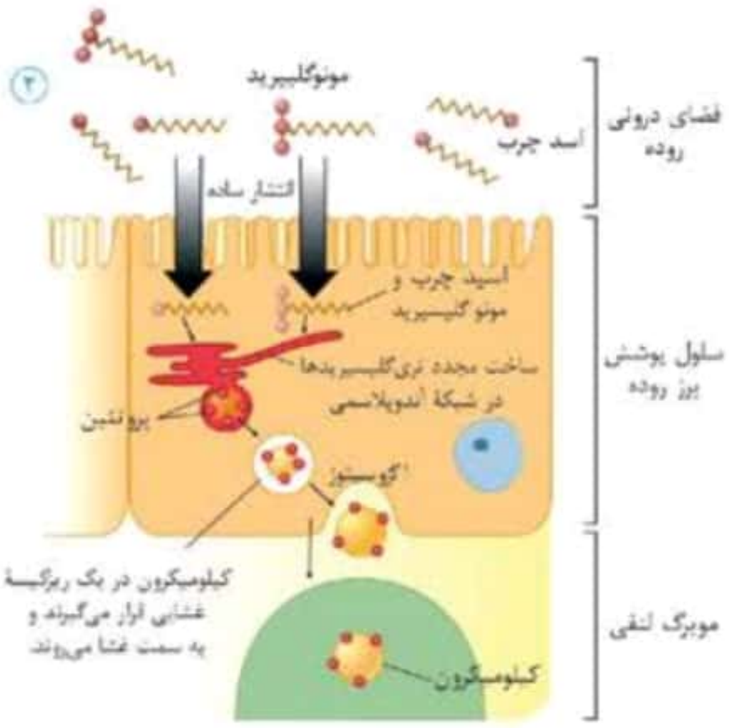
زمانی که گوارش چربی‌ها انجام شد و مواد قابل‌جذب ایجاد شدند، فرایند جذب رخ می‌دهد. این فرایند نیز دارای چند مرحله است:

۱- ورود به سلول‌های پوششی: اسیدهای چرب و مونوگلیسیریدها، **محلول در چربی** هستند و به‌سادگی می‌توانند با **انتشار ساده** وارد سلول‌های پوششی پرز روده شوند.

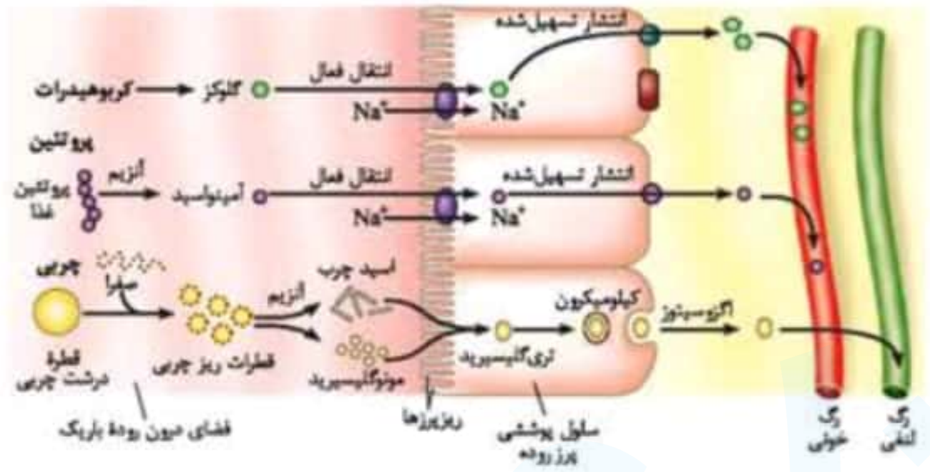
۲- تولید مجدد تری‌گلیسیریدها: در **شبکهٔ آندوپلاسمی** سلول‌های پوششی روده، اسیدهای چرب و مونوگلیسیریدها برای تولید تری‌گلیسیریدها مصرف می‌شوند.

۳- تشکیل کیلومیکرون: **تری‌گلیسیریدها** همراه با **پروتئین‌ها و سایر لیپیدها** (مثل کلسترول و فسفولیپید)، به شکل کیلومیکرون در می‌آیند. **کیلومیکرون**، نوعی **لیپوپروتئین**[1] است که در ساختار آن، انواعی از تری‌گلیسیریدها، فسفولیپیدها، پروتئین‌ها و کلسترول وجود دارد.

۴- خروج کیلومیکرون از سلول پوششی پرز روده: وقتی که کیلومیکرون در شبکهٔ آندوپلاسمی تولید شد، درون یک ریزکیسه از شبکهٔ آندوپلاسمی خارج می‌شود و به سمت غشای سلول حرکت می‌کند. سپس، غشای ریزکیسه به غشای سلول ادغام می‌شود و کیلومیکرون، با روش اگزوسیتوز (برون‌رانی) از سلول پوششی پرز روده خارج می‌شود و به مایع بین‌سلولی می‌رود.



۵- ورود به محیط داخلی (مویرگ لنفی): همان‌طور که قبلاً هم گفتیم، مولکول‌های حاصل از گوارش چربی‌ها و سایر مواد محلول در چربی، برخلاف سایر مواد مغذی، وارد مویرگ‌های لنفی می‌شوند. کیلومیکرون‌ها، از طریق مویرگ‌های لنفی در بدن جابه‌جا می‌شوند و سرانجام، وارد جریان خون می‌شوند. *کیلومیکرون، از طریق خون به کبد می‌ره و بقیهٔ اتفاقا، توی کبد می‌افته. بریم ببینیم دقیقاً چی میشه. اما قبلش، خلاصه‌ای از کل فرایند جذب.*



انتقال لیپیدها در بدن و ذخیرهٔ آن‌ها

تا اینجا گفتیم که چربی‌ها و سایر لیپیدها، به شکل کیلومیکرون وارد مویرگ لنفی می‌شن و از لنف، به جریان خون می‌رن تا توسط خون، به کبد منتقل بشن. اما چجوری وارد جریان خون می‌شن؟ این رو توی فصل (۴) دهم می‌خونیم، پس باید نکتهٔ ترکیبی بعدی رو بخونین:

آن‌چه خواهیم خواند رگ‌های لنفی روده، نمی‌توانند مستقیماً کیلومیکرون‌ها را به کبد ببرند. کیلومیکرون‌ها، ابتدا از طریق مجرای لنفی به سیاهرگ زیرترقوه‌ای وارد می‌شوند و سپس، به بزرگ سیاهرگ زبرین می‌روند. بزرگ سیاهرگ زبرین، کیلومیکرون‌ها را به قلب می‌برد. پس از آن، کیلومیکرون‌ها از قلب و توسط جریان خون، به کبد و بافت چربی می‌روند:

گوارش چربی‌ها ← تولید اسید چرب و مونوگلیسیرید ←(انتشار ساده) سلول پوششی روده ← تولید کیلومیکرون در سلول پوششی روده ←(اگزوسیتوز (برون رانی)) مایع بین‌سلولی ← مویرگ لنفی پرز ← رگ‌های لنفی بزرگ‌تر ← مجرای لنفی ← سیاهرگ زیرترقوه‌ای راست ← بزرگ سیاهرگ زبرین ← دهلیز راست ← بطن راست ← سرخرگ ششی ← سیاهرگ ششی ← دهلیز چپ ← بطن چپ ← سرخرگ آئورت ← سرخرگ کبدی ← کبد

❑ ذخیرهٔ لیپیدها

کیلومیکرون‌ها از طریق لنف، وارد خون می‌شوند و نهایتاً، لیپیدهای آن‌ها در **کبد** یا **بافت چربی** ذخیره می‌شود.

❑ تولید سایر لیپوپروتئین‌ها (LDL و HDL)

در **کبد**، از بخشی از لیپیدهای ذخیره‌شده، برای تولید **انواعی از لیپوپروتئین‌ها** استفاده می‌شود. لیپوپروتئین، ترکیبی از **انواع لیپیدها و پروتئین‌ها** است که می‌تواند انواع لیپیدها را در خون **به بافت‌های مختلف بدن منتقل کند.**

نکته کیلومیکرون، LDL و HDL، انواعی از لیپوپروتئین‌ها هستند که در کتاب درسی با آن‌ها آشنا می‌شویم.

نکته کیلومیکرون، لیپیدها را به کبد یا بافت چربی منتقل می‌کند اما HDL و LDL، لیپیدها را به انواع بافت‌های مختلف بدن می‌برند.

نام لیپوپروتئین	اجزا	چگالی	تأثیر بر سرخرگ‌ها	محل تولید	محل انتقال لیپیدها
کیلومیکرون	انواع لیپید + پروتئین	ـــــ	ـــــ	سلول‌های پوششی پرز روده	کبد و بافت چربی
LDL		کم	رسوب کلسترول در دیوارهٔ رگ	سلول‌های پوششی کبد	بافت‌های مختلف بدن
HDL		زیاد	جذب کلسترول در حال رسوب		

---

[1] Lipoprotein = Lipid + Protein؛ لیپید به پروتئین، مولکولی که در ساختار آن هم لیپید وجود دارد و هم پروتئین.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

انواع لیپوپروتئین‌ها

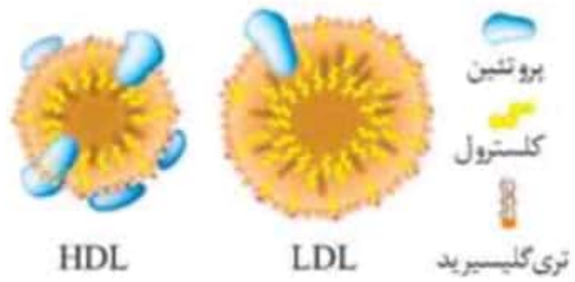
دو گروه مهم از لیپوپروتئین‌ها، LDL و HDL می‌باشند. در LDL، مقدار کلسترول زیاد است و مقدار پروتئین کم است در نتیجه چگالی لیپوپروتئین کم است؛ به همین دلیل به آن **لیپوپروتئین کم‌چگال**[1] گفته می‌شود. در **لیپوپروتئین پرچگال**[2]، مقدار کلسترول کم‌تر از پروتئین است.

نکته عامل اصلی چگالی لیپوپروتئین، پروتئین‌ها هستند. به همین دلیل، هر چقدر نسبت پروتئین به کلسترول (لیپید) بیشتر باشد، چگالی لیپوپروتئین بیشتر است.

کلسترول LDL می‌تواند به دیوارهٔ سرخرگ‌ها بچسبند و در نتیجه، به تدریج مسیر عبور خون را تنگ یا مسدود کند[3]. برعکس LDL ، HDL می‌تواند کلسترول‌هایی که در حال رسوب‌کردن در دیوارهٔ سرخرگ هستند را جذب کند، در نتیجه، افزایش نسبت HDL به LDL، احتمال رسوب کلسترول در دیوارهٔ رگ‌ها و بیماری‌های مرتبط با آن را کاهش می‌دهد. مصرف چربی‌های اشباع، چاقی، کم‌تحرکی و مصرف بیش از حد کلسترول، از دلایل افزایش مقدار LDL است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۴ دهم] تنگ‌شدن سرخرگ‌ها توسط LDL، می‌تواند منجر به افزایش فشار خون شود. افزایش فشار خون مزمن، منجر به افزایش ارتفاع QRS در نوار قلب می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۴ دهم] بسته‌شدن سرخرگ‌ها، مربوط به بیماری تصلب شرایین می‌شود. تصلب شرایین در رگ‌های کرونری، می‌تواند منجر به سکتهٔ قلبی (انفارکتوس) شود؛ زیرا در این حالت به بعضی از سلول‌های ماهیچهٔ قلب اکسیژن نمی‌رسد و سلول‌ها می‌میرند. سکتهٔ قلبی، منجر به کاهش ارتفاع QRS در الکتروکاردیوگرام می‌شود.



فرایند جذب لیپیدها در روده باریک

HDL، کلسترول خوب ـ LDL، کلسترول بد

فعالیت کتاب درسی

میزان طبیعی لیپیدها در خون

با توجه به برگهٔ آزمایش خون، میزان طبیعی LDL، HDL، نسبت $\frac{\text{LDL}}{\text{HDL}}$ و تری‌گلیسیرید را می‌توان فهمید:

میزان طبیعی در خون	HDL	LDL	$\frac{\text{LDL}}{\text{HDL}}$	تری‌گلیسیرید
	بیشتر از ۶۰ mg/dL	کم‌تر از ۱۳۰ mg/dL	کم‌تر از ۳	کم‌تر از ۲۰۰ mg/dL

تفاوت چربی‌های اشباع و غیراشباع و اثر آن در تغذیه

چربی‌های اشباع بیشتر در غذاهای جانوری و چربی‌های غیراشباع بیشتر در غذاهای گیاهی و روغن‌های گیاهی مانند روغن زیتون دیده می‌شوند. چربی‌های اشباع (سیرشده) حداکثر تعداد هیدروژن را دارند، اما چربی‌های غیراشباع، حداقل یک یا دو پیوند دو یا سه‌گانه دارند. چربی‌های اشباع موجب افزایش کلسترول LDL در بدن می‌شوند.

نکته با توجه به شکل کتاب درسی، همهٔ اسیدهای چرب تری‌گلیسیریدها حداقل یک پیوند دوگانه در محل اتصال با گلیسرول دارند. منظور از پیوند دو یا سه‌گانه در این‌جا، در سایر قسمت‌های اسیدچرب یعنی در دم آن‌ها است.

درسنامهٔ ۲۹ جذب آب، مواد معدنی و ویتامین‌ها

آب: جذب آب به روش **اسمز** می‌باشد. به‌طور کلی می‌توان گفت که **همیشه** عبور آب از عرض غشا، از طریق اسمز انجام می‌شود.

نکته اسمز آب، می‌تواند از بین فسفولیپیدهای غشایی یا از طریق پروتئین‌های ناقل آب در غشا (آکواپورین) انجام شود.

مواد معدنی: مواد معدنی با **انتشار** و یا **انتقال فعال**، جذب می‌شوند؛ مثلاً، **کلسیم** و **آهن** با انتقال **فعال**، جذب می‌شوند.

۱- Low Density Lipoprotein (LDL)

۲- High Density Lipoprotein (HDL)

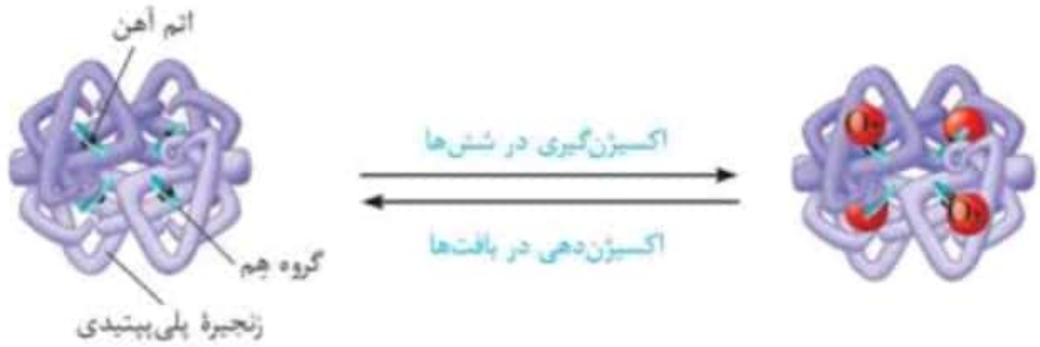
۳- رسوب کلسترول در دیوارهٔ رگ‌ها، باعث بیماری تصلب شرایین (Atherosclerosis) می‌شود که یکی از دلایل عمدهٔ مرگ‌ومیر در بزرگسالان در جوامع پیشرفته و نیز کشورهای با میزان بالای [illegible] است. در ایران، سالانه حدود سیصدهزار مرگ قلبی در ارتباط با تصلب شرایین است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

خب، بریم سراغ نکات ترکیبی آهن.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] گویچهٔ قرمز، سرشار از هموگلوبین است. هموگلوبین، چهار رشتهٔ پلی‌پپتیدی دارد که هر رشتهٔ آن، به یک گروه هِم متصل است. هر گروه هِم، یک اتم آهن دارد که می‌تواند به‌طور برگشت‌پذیر به یک مولکول اکسیژن متصل شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] آهن آزادشده در فرایند تخریب گویچه‌های قرمز در کبد و طحال، یا در کبد ذخیره می‌شود و یا همراه خون به مغز استخوان می‌رود و در ساخت دوبارهٔ گویچه‌های قرمز مورد استفاده قرار می‌گیرد. آهن به صورت گروه هِم به پروتئین گلوبین می‌چسبد و هموگلوبین را می‌سازد.



آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۳ یازدهم] در تارهای ماهیچه‌ای، نوعی رنگ‌دانهٔ قرمز به‌نام میوگلوبین (شبیه هموگلوبین) دارند که می‌توانند مقداری اکسیژن را ذخیره کنند. میوگلوبین نیز همانند هموگلوبین، آهن دارد.

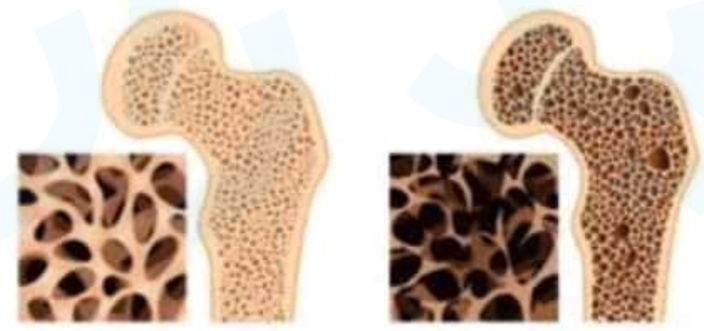
اما حالا نوبت نکات ترکیبی کلسیم هست.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] ورود بعضی از مواد مانند یون کلسیم به درون مایعات بدن، باعث تنگی رگ‌ها می‌شود. در نتیجهٔ تنگ‌شدن رگ‌ها، فشار خون به‌صورت موضعی افزایش می‌یابد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] در خون‌ریزی‌های شدید، پلاکت‌ها (گِردِه‌ها) در تولید لختهٔ خون، نقش اصلی را دارند. وجود ویتامین K و یون کلسیم در انجام روند انعقاد خون و تشکیل لخته لازم است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۷ دهم] در گیاهان، کلسیم در استحکام دیوارهٔ یاخته‌های گیاهی نقش دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] در دوران جنینی، استخوان‌ها از بافت‌های نرمی تشکیل شده‌اند و به تدریج با افزوده شدن نمک‌های کلسیم سخت می‌شوند. استخوان‌ها، محل ذخیرهٔ مواد معدنی، مانند فسفات و کلسیم هستند.



آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] کمبود ویتامین D و کلسیم غذا، مصرف نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات، با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] برای انقباض ماهیچه، وجود یون کلسیم لازم است و این یون، از شبکهٔ آندوپلاسمی به درون سیتوپلاسم آزاد می‌شود. پس از آزاد شدن کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی، این یون‌ها به سرعت و با انتقال فعال به شبکهٔ آندوپلاسمی بازگردانده و در نتیجه، اکتین و میوزین از هم جدا می‌شوند. در این حال، سارکومر تا زمان رسیدن پیام عصبی بعدی، در حالت استراحت می‌ماند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] یکی از هورمون‌های ترشح‌شده از غدهٔ تیروئید، کلسی‌تونین است. زمانی که کلسیم در خوناب زیاد است، این هورمون از برداشت کلسیم از استخوان‌ها جلوگیری می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] هورمون پاراتیروئیدی در پاسخ به کاهش کلسیم خوناب ترشح می‌شود و در هم‌ایستایی کلسیم نقش دارد. این هورمون، کلسیم را از مادهٔ زمینه‌ای استخوان جدا و آزاد می‌کند. هم‌چنین بازجذب کلسیم را در کلیه افزایش می‌دهد.

ویتامین‌های محلول در آب: ویتامین‌های B و C، ویتامین‌های محلول در آب هستند که **با انتشار** یا **انتقال فعال** جذب می‌شوند. تنها استثنا مربوط به ویتامین B_{12} است که همراه با **فاکتور داخلی معده**، با **آندوسیتوز** (درون‌بری) جذب می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] ویتامین B_{12} فقط در غذاهای جانوری وجود دارد و برای کار طبیعی فولیک‌اسید لازم است. اختلال در عملکرد فولیک‌اسید، منجر به اختلال در تقسیم سلول‌های بنیادی مغز استخوان و کم‌خونی می‌شود. مقداری ویتامین B_{12} در رودهٔ بزرگ تولید می‌شود.

ویتامین‌های محلول در چربی: ویتامین‌های A، K، E و D، ویتامین‌های محلول در چربی هستند. این ویتامین‌ها، **مانند چربی‌ها** و **همراه آن‌ها**، جذب می‌شوند. از آن‌جایی که گوارش چربی‌ها وابسته به **ترشح صفرا** و **عملکرد صحیح آن** است، هر اختلالی در ترشح صفرا و عملکرد آن، ممکن است به **سوء جذب ویتامین‌های محلول در چربی** و **کمبود آن‌ها** در بدن شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] ویتامین K، برای انعقاد خون لازم است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۲- فصل ۲ یازدهم] با برخورد نور به شبکیه، مادهٔ حساس به نور، درون گیرنده‌های نوری تجزیه می‌شود و واکنش‌هایی را به راه می‌اندازد که به ایجاد پیام عصبی منجر می‌شود. ویتامین A، برای ساخت مادهٔ حساس به نور لازم است.

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] یکی از کارهای هورمون پاراتیروئیدی، اثر بر ویتامین D است. این هورمون، ویتامین D را به شکلی تبدیل می‌کند که می‌تواند جذب کلسیم از روده را افزایش دهد. بنابراین، کمبود ویتامین D باعث کاهش جذب کلسیم از روده می‌شود.

جمع‌بندی

روش جذب مواد در رودهٔ باریک

	انرژی زیستی		بدون مصرف انرژی زیستی		همراه با مصرف انرژی زیستی	
محل ورود	جهت حرکت		در جهت شیب غلظت		در خلاف جهت شیب غلظت	—
	روش انتقال		انتشار		انتقال فعال	
	روش انتقال		ساده و تسهیل شده	اسمز	هم‌انتقالی	سایر روش‌های انتقال فعال
مویرگ لنفی	چربی‌ها	اسید چرب و مونوگلیسیرید	انتشار ساده			آندوسیتوز (درون‌بری)
	ویتامین‌ها	محلول در چربی	انتشار ساده همراه با چربی‌ها			
مویرگ خونی		محلول در آب	بعضی از ویتامین‌ها		بعضی از ویتامین‌ها	
		ویتامین B_{12}				همراه با فاکتور داخلی معده
	مونومرها	گلوکز			همراه با یون سدیم	
		بسیاری از آمینواسیدها			همراه با یون سدیم	
	مواد معدنی	آب		اسمز		
		مواد معدنی (به جز آب)	۱ـ بعضی با انتشار ۲ـ سدیم: تسهیل‌شده			بعضی با انتقال فعال (مثل کلسیم و آهن)

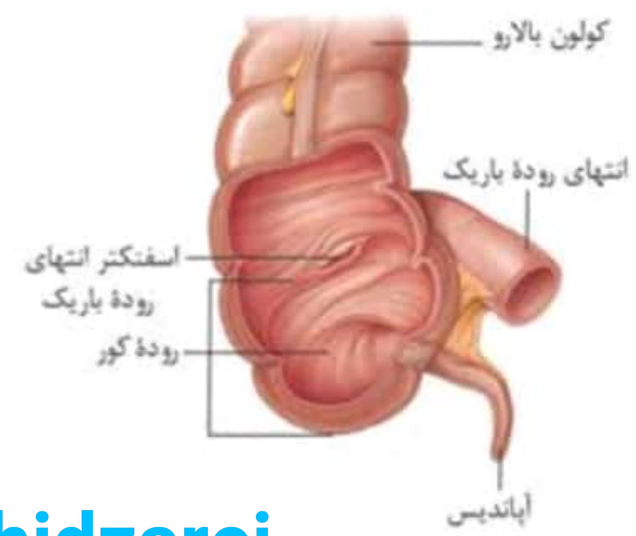
درس‌نامهٔ ۳۰ رودهٔ بزرگ و دفع

ساختار رودهٔ بزرگ

قبلاً راجع به ساختار رودهٔ بزرگ صحبت کردیم. اما این‌جا هم یه خلاصه‌ای می‌گیم و بعد می‌ریم سراغ عملکرد رودهٔ بزرگ. رودهٔ بزرگ، از چند بخش مختلف ساخته شده است:

۱- رودهٔ کور و آپاندیس: ابتدای رودهٔ بزرگ، رودهٔ کور نام دارد. رودهٔ کور، محلی است که رودهٔ باریک به رودهٔ بزرگ متصل می‌شود. رودهٔ کور، به زائده‌ای به‌نام **آپاندیس** ختم می‌شود. در انسان، آپاندیس نقشی در گوارش غذا ندارد.

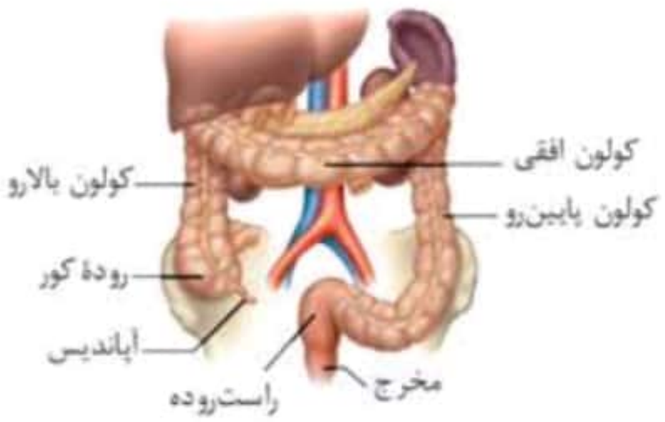
آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۲- فصل ۴ دهم] لوزه‌ها، تیموس، طحال، آپاندیس [و مغز استخوان] که مجموعاً به آن‌ها اندام‌های لنفی می‌گویند، مانند گره‌های لنفی، مراکز تولید لنفوسیت‌ها هستند. لنفوسیت‌ها، سلول‌های اصلی دستگاه ایمنی هستند.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۲- کولون بالارو، افقی و پایین‌رو: بعد از رودهٔ کور، سه بخش تقریباً مستقیم به‌نام‌های کولون بالارو، کولون افقی و کولون پایین‌رو وجود دارد. کولون پایین‌رو، به راست‌روده منتهی می‌شود.

نام بخش	قسمت قبلی	قسمت بعدی	محل قرارگیری
رودهٔ کور	رودهٔ باریک	کولون بالارو	سمت راست
آپاندیس	یک انتهای رودهٔ کور است		سمت راست
کولون بالارو	رودهٔ کور	کولون افقی	سمت راست
کولون افقی	کولون بالارو	کولون پایین‌رو	از راست تا چپ
کولون پایین‌رو	کولون افقی	راست‌روده	سمت چپ
راست‌روده	کولون پایین‌رو	مخرج	وسط



۳- راست‌روده[1]: گفتیم که پس از کولون پایین‌رو، راست‌روده قرار دارد. پس از راست‌روده، مخرج قرار دارد که محل خروج مدفوع از بدن است. در انتهای راست‌روده (بین راست‌روده و مخرج)، دو اسفنکتر وجود دارد که در کنترل فرایند دفع مدفوع نقش دارند. اسفنکتر داخلی، دارای ماهیچهٔ صاف است و فعالیت آن غیرارادی است. اما اسفنکتر خارجی، دارای ماهیچهٔ مخطط است و انقباض آن به صورت ارادی کنترل می‌شود.

عملکرد رودهٔ بزرگ

۱- ترشحات: لایهٔ مخاطی در رودهٔ بزرگ، مانند سایر بخش‌های لولهٔ گوارش، **موسین** ترشح می‌کند. موسین نیز پس از جذب آب، **مادهٔ مخاطی** را ایجاد می‌کند.

نکته یاخته‌های پوششی مخاط رودهٔ بزرگ، آنزیم ترشح نمی‌کنند. بنابراین، ترشحات رودهٔ بزرگ، مانند صفرا، ترکیبی بدون آنزیم است.

۲- حرکات: در رودهٔ بزرگ، **حرکات به صورت آهسته انجام می‌شود.** در واقع، شدت و سرعت حرکات در رودهٔ بزرگ، کم‌تر از رودهٔ باریک است.

۳- جذب: مواد جذب‌نشده و گوارش‌نیافته، یاخته‌های مرده و باقی‌ماندهٔ شیره‌های گوارشی، وارد رودهٔ بزرگ می‌شوند. در رودهٔ بزرگ، **آب** و **یون‌ها جذب می‌شوند** و در نتیجه، مدفوع به شکل جامد در می‌آید.

نکته در رودهٔ بزرگ، پرز و ریزپرز وجود ندارد.

نکته اختلال در فرایند جذب آب و یون‌ها در رودهٔ بزرگ، می‌تواند منجر به بروز اسهال شود؛ مثلاً، در صورت کاهش جذب آب، مدفوع به صورت آبکی از بدن دفع می‌شود که نشان‌دهندهٔ اسهال است.

انعکاس دفع مدفوع

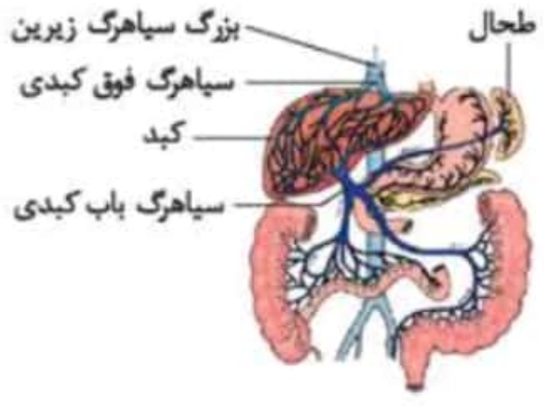
وقتی که مدفوع به راست‌روده می‌رسد، **انعکاس دفع مدفوع** آغاز می‌شود. در این انعکاس، تحت تأثیر مراکز عصبی، ابتدا انقباض ماهیچه‌های **صاف** اسفنکتر داخلی راست‌روده، به‌طور **غیرارادی**، از بین می‌رود. در نتیجه، اسفنکتر داخلی باز می‌شود. اما اسفنکتر خارجی، دارای ماهیچهٔ **مخطط** است و انقباض آن به صورت ارادی کنترل می‌شود. لذا، با ارادهٔ فرد و رفع انقباض ماهیچهٔ اسفنکتر خارجی، اسفنکتر خارجی نیز باز می‌شود و دفع مدفوع **به صورت ارادی** انجام می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] ماهیچه‌های مخطط، تحت کنترل اعصاب پیکری هستند ولی ماهیچه‌های صاف، تحت کنترل اعصاب خودمختار (سمپاتیک و پاراسمپاتیک) می‌باشند.

در سامانهٔ ۳۱

گردش خون دستگاه گوارش

بازگشت خون از دستگاه گوارش به قلب: در فصل (۴) می‌خوانیم که در دستگاه گردش خون، قلب خون را به سمت اندام‌ها می‌فرستد و خون پس از انجام تبادلات خود، به قلب بازمی‌گردد، در لولهٔ گوارش، خون به‌طور مستقیم به قلب باز نمی‌گردد، بلکه ابتدا از طریق **سیاهرگ باب**، وارد کبد می‌شود و سپس **سیاهرگ فوق‌کبدی**، خون را به **بزرگ‌سیاهرگ زیرین** تخلیه می‌کند تا خون به قلب برگردد. کبد، از مواد جذب‌شده، برای تولید **گلیکوژن** و **پروتئین** استفاده می‌کند و موادی مانند **آهن**، **برخی ویتامین‌ها** و **برخی لیپیدها** را نیز در خود ذخیره می‌کند که برای ساخت مواد دیگر مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.



۱- در اکثر منابع علمی، رودهٔ بزرگ شامل رودهٔ کور، آپاندیس، کولون بالارو، کولون افقی، کولون پایین‌رو، راست‌روده و مخرج است. در بعضی از منابع علمی دیگر، مخرج جزء رودهٔ بزرگ در نظر گرفته نمی‌شود و بخشی مستقل است. با این حال، به نظر می‌رسد که در کتاب درسی، راست‌روده نیز جزئی از رودهٔ بزرگ در نظر گرفته نشده است: «ادامهٔ رودهٔ بزرگ از کولون بالارو، کولون افقی و کولون پایین‌رو تشکیل شده است.» با توجه به این موضوع، هنگام پاسخ‌گویی به سؤالات در نظر داشته باشید که هر کدام از این دو حالت، ممکن است مدنظر طراح قرار بگیرد.

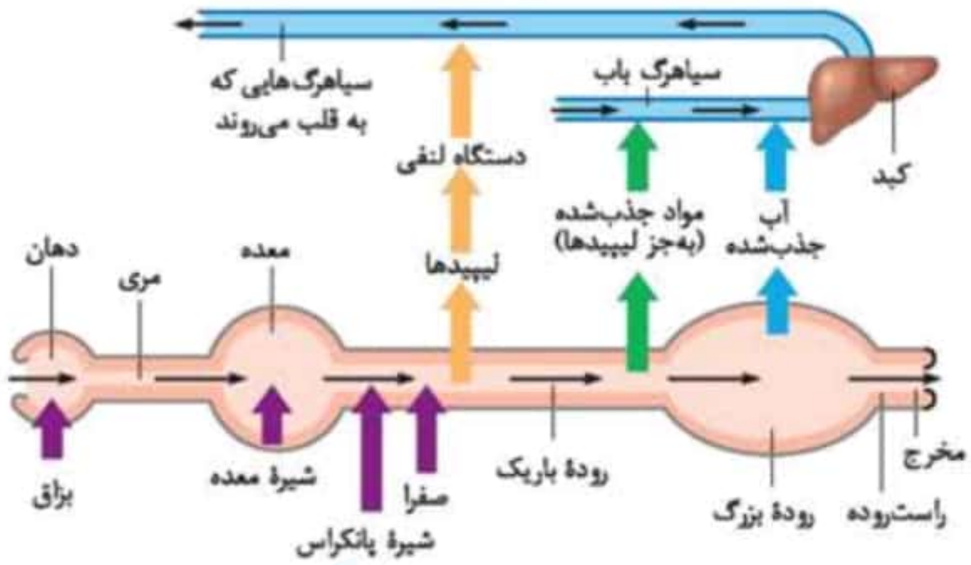
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته مویرگ لنفی رودهٔ باریک وارد کبد نمی‌شود. موادی که وارد مویرگ لنفی می‌شوند، ابتدا وارد جریان خون می‌شوند و سپس از طریق جریان خون به کبد می‌روند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] وقتی گلبول‌های قرمز مسن در کبد و طحال می‌میرند و هموگلوبین آن‌ها، تجزیه می‌شود، آهن آزاد می‌شود. بخشی از آهن در کبد ذخیره می‌شود و بخشی هم برای تولید گلبول‌های قرمز به مغز استخوان می‌رود. آهن ذخیره‌شده در کبد، در هنگام افزایش تولید گلبول‌های قرمز، به درون جریان خون آزاد می‌شود و به مغز استخوان انتقال می‌یابد.

پس به‌طور خلاصه مسیر گردش خون لولهٔ گوارش به صورت زیر می‌باشد:

بطن چپ ← سرخرگ آئورت ← انشعابات سرخرگ آئورت برای اندام‌های لولهٔ گوارشی ← (تبادل مواد با لولهٔ گوارشی) سیاهرگ‌های اندام‌های لولهٔ گوارشی ← (به هم پیوستن سیاهرگ‌ها) سیاهرگ باب کبدی ← شبکهٔ مویرگی کبد ← (تبادل مواد با سلول‌های کبدی) سیاهرگ فوق کبدی ← بزرگ سیاهرگ زیرین ← دهلیز راست



ورود خون به دستگاه گوارش: زمانی‌که فرد غذا می‌خورد، میزان جریان خون دستگاه گوارش افزایش می‌یابد تا نیازهای آن برای فعالیت بیشتر تأمین شود و مواد مغذی جذب‌شده، بتوانند وارد کبد شوند. پس از مدتی، با کاهش فعالیت دستگاه گوارش، جریان خون دستگاه گوارش به حالت معمول بازمی‌گردد.

نکته اعصاب پاراسمپاتیک، جریان خون دستگاه گوارش را افزایش می‌دهند.

نکته با توجه به شکل، کاملاً مشخص است که چند سیاهرگ از اندام‌های دیگر بدن نظیر بعضی قسمت‌های رودهٔ بزرگ، معده، طحال و رودهٔ باریک به هم می‌پیوندند و در نهایت محتویات خود را وارد سیاهرگ باب کبدی می‌کنند.

سیاهرگ فوق کبدی نسبت به سیاهرگ باب کبدی، مقدار آهن و برخی ویتامین‌های کم‌تری دارد، زیرا این مواد در سلول‌های کبدی ذخیره می‌شوند، هم‌چنین گلوکز و آمینواسیدها نیز برای ساخت گلیکوژن و پروتئین مصرف می‌شوند و در نتیجه غلظت آن‌ها در سیاهرگ فوق کبدی کم‌تر از سیاهرگ باب می‌باشد. دقت داشته باشید که غلظت مواد در سیاهرگ فوق کبدی و بزرگ سیاهرگ زیرین یکسان است و هم‌چنین غلظت مواد در سیاهرگ رودهٔ باریک نیز مشابه سیاهرگ باب است.

درسنامهٔ ۳۲ تنظیم فرایندهای گوارشی

عوامل مؤثر بر تنظیم فرایندهای گوارشی

فعالیت دستگاه گوارش انسان، دو مرحله دارد:

الف) خاموشی نسبی، در فاصلهٔ بین خوردن وعده‌های غذایی

ب) فعالیت شدید، بعد از ورود غذا

دستگاه گوارش، باید به ورود غذا پاسخ مناسب بدهد؛ برای این پاسخ مناسب، اعمال زیر الزامی است:

۱- زمان و مقدار مناسب ترشح شیرهٔ گوارشی

۲- سرعت و زمان مناسب حرکات لولهٔ گوارشی، برای مخلوط‌کردن غذا با شیره‌ها و هم‌چنین حرکت غذا در طول لوله با سرعت مناسب

۳- هماهنگی فعالیت بخش‌های دیگر، مثل دستگاه گردش خون با دستگاه گوارش

برای این‌که این اعمال به درستی انجام شود، دستگاه عصبی و هورمونی، فعالیت دستگاه گوارش را تنظیم می‌کنند.

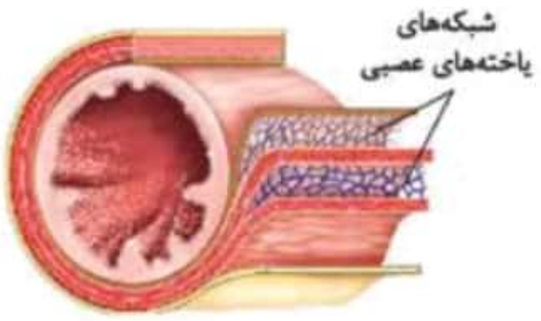
آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۱ دهم] ارتباط بین اجزای بدن، مثل ارتباط بین دستگاه گوارش و دستگاه عصبی، در **نگرش کل‌نگری** بررسی می‌شود، بنابراین، تنظیم فعالیت‌های گوارشی توسط دستگاه عصبی و هورمونی، براساس نگرش کل‌نگری توجیه می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

تنظیم عصبی

الف) دستگاه عصبی خودمختار: بخشی از تنظیم عصبی دستگاه گوارش، توسط دستگاه عصبی خودمختار انجام می‌شود. این دستگاه، دارای دو بخش **سمپاتیک (هم‌حس)** و **پاراسمپاتیک (پادهم‌حس)** می‌باشد و فعالیت **غیرارادی (ناخودآگاه)** دارد؛ مثلاً دیدن غذا، بو و حتی فکر کردن به آن، باعث افزایش ترشح بزاق می‌شود. در این زمان، دستگاه عصبی خودمختار، پیام عصبی مغز را به غده‌های بزاقی می‌رساند و بزاق به صورت انعکاسی ترشح می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] مرکز تنظیم ترشح بزاق، در پل مغزی قرار دارد.



ب) دستگاه عصبی روده‌ای: در لایهٔ ماهیچه‌ای و زیرمخاطی دیوارهٔ لولهٔ گوارش، از مری تا مخرج، شبکهٔ عصبی وجود دارد که آن را دستگاه عصبی روده‌ای می‌نامند. دستگاه عصبی روده‌ای، در **تنظیم تحرک و ترشح لولهٔ گوارش** نقش دارد؛ مثلاً، تحریک سلول‌های ماهیچهٔ مخاطی درون پرزها، توسط نورون‌های این دستگاه انجام می‌شود و موجب حرکت پرزها می‌شوند.

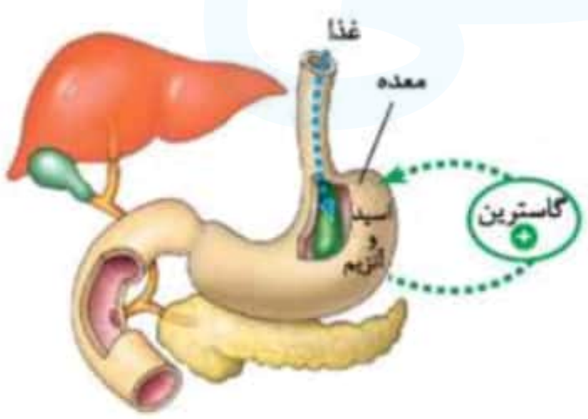
دستگاه عصبی روده‌ای، می‌تواند به‌صورت **مستقل** از دستگاه عصبی خودمختار فعالیت کند. اما دستگاه عصبی خودمختار (هم‌حس و پادهم‌حس)، می‌تواند بر فعالیت دستگاه عصبی روده‌ای تأثیر بگذارد و با آن در ارتباط باشد. به‌طور معمول، اعصاب پاراسمپاتیک، فعالیت دستگاه گوارش را افزایش می‌دهند، در حالی‌که اعصاب سمپاتیک، فعالیت این دستگاه را کاهش می‌دهند.

ج) سایر مراکز عصبی مؤثر در فرایندهای گوارشی: انجام فعالیت‌های گوارشی با فعالیت بخش‌های دیگر بدن نیز باید هماهنگ باشد، مثلاً هنگام بلع و عبور غذا از حلق، **مرکز بلع (در بصل‌النخاع)**، فعالیت **مرکز تنفس** را که در نزدیک آن (در خود بصل‌النخاع) قرار دارد، مهار می‌کند. در نتیجه، نای بسته و تنفس برای زمانی کوتاه، متوقف می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] مرکز تنظیم تنفس و انعکاس بلع، در بصل‌النخاع قرار دارد.

تنظیم هورمونی

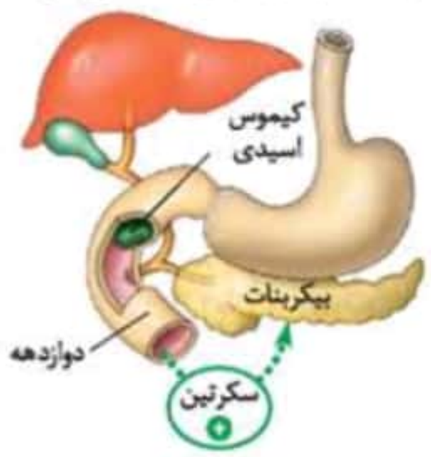
در این قسمت، می‌خوایم راجع به هورمون‌ها صحبت کنیم. برای این‌که بفهمیم هورمون چی هست و چی‌کار می‌کنه، باید بریم سراغ فصل ۴ یازدهم.



آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۴ یازدهم] **پیک شیمیایی**، مولکولی است که پیامی را از یک سلول به سلولی دیگر منتقل می‌کند. سلولی که پیام را دریافت می‌کند، **سلول هدف** نام دارد. بر اساس مسافتی که پیک طی می‌کند تا به یاختهٔ هدف برسد، پیک را به دو گروه **کوتاه‌برد** و **دوربرد** تقسیم می‌کنند. پیک‌های دوربرد پیک‌هایی هستند که به **جریان خون** وارد می‌شوند و پیام را به **فاصله‌ای دور** منتقل می‌کنند. **هورمون‌ها**، پیک‌های دوربرد هستند. هورمون‌ها از **سلول‌های درون‌ریز** ترشح می‌شوند. این سلول‌ها ممکن است به صورت **پراکنده در اندام‌ها** دیده شوند. مثلاً **سلول‌های درون‌ریز** در **معده** و **دوازدهه**، به ترتیب، هورمون **گاسترین** و **سکرتین** را ترشح می‌کنند.

۱- گاسترین: در **غده‌های معده که در مجاورت پیلور قرار دارند**، بعضی از سلول‌های پوششی، می‌توانند هورمون گاسترین را بسازند. گاسترین باعث **افزایش ترشح اسید معده** و هم‌چنین **پپسینوژن** شده، در نتیجه سبب اسیدی شدن محیط معده و کاهش pH می‌شود. هم‌چنین، باعث افزایش مقدار آنزیم در معده می‌شود.

نکته گاسترین، بر روی سلول‌های **کناری** و **اصلی** معده گیرنده دارد.



۲- سکرتین: در بافت پوششی **دوازدهه**، سلول‌های سازندهٔ سکرتین وجود دارند. وقتی‌که کیموس اسیدی معده وارد دوازدهه می‌شود، ترشح سکرتین افزایش پیدا می‌کند. سکرتین، بر روی **سلول‌های پانکراس** تأثیر می‌گذارد و ترشح بیکربنات را افزایش می‌دهد، در نتیجه باعث قلیایی‌تر شدن و افزایش pH دوازدهه می‌شود. بیکربنات پانکراس، همراه با **مادهٔ مخاطی قلیایی** و **بیکربنات صفرا**، کیموس اسیدی معده را خنثی می‌کند تا به مخاط روده آسیبی وارد نشود.

نام هورمون	سلول ترشح‌کننده	سلول هدف	عملکرد
گاسترین	سلول‌های درون‌ریز غدد معده در مجاورت پیلور	سلول کناری	ترشح کلریدریک اسید
		سلول اصلی	ترشح پپسینوژن (فرم غیرفعال آنزیم)
سکرتین	سلول‌های پوششی مخاط دوازدهه	سلول‌های برون‌ریز پانکراس	تحریک ترشح بیکربنات از پانکراس

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درس‌نامهٔ ۳۳ وزن مناسب

اضافه وزن و چاقی

مکانیسم چاقی: زمانی‌که غذا بیش از مقداری که برای تولید انرژی در بدن لازم است، مصرف می‌شود، غذای اضافی (چربی، کربوهیدرات و پروتئین) در بدن به چربی تبدیل می‌شود و در بافت چربی ذخیره می‌شود تا بعداً برای تولید انرژی مصرف شود.

انرژی مورد نیاز بدن < انرژی دریافت‌شده توسط غذا ← تبدیل غذای اضافی (چربی، کربوهیدرات و پروتئین) به چربی ← ذخیره در بافت چربی ← چاقی

علت افزایش وزن و چاقی: در جوامع امروزی، استفاده از غذاهای پرانرژی (غذاهای پرچرب و شیرین)، عوامل روانی (مانند غذا خوردن برای رهایی از تنش)، شیوهٔ زندگیِ کم‌تحرک یا بدون تحرک، عوامل وراثتی (ژن‌ها)، از علل افزایش وزن و چاقی می‌باشند.

ارتباط چاقی و سلامت فرد: افزایش احتمال ابتلا به بعضی از بیماری‌ها، مثل دیابت نوع ۲، انواعی از سرطان‌ها، تنگ‌شدن سرخرگ‌ها، سکتهٔ قلبی و مغزی

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] بعضی از ترکیبات گیاهی، مثل رنگیزه‌های ذخیره‌شده در کریچه (واکوئول) و دیسه (پلاست)، ترکیبات آنتی‌اکسیدان هستند و در پیشگیری از سرطان مؤثر می‌باشند. ترکیبات آلکالوئیدی موجود در شیرابهٔ بعضی از گیاهان نیز برای تولید داروهای ضد سرطان کاربرد دارند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۴ دهم] تنگ‌شدن سرخرگ‌ها، منجر به افزایش فشار خون می‌شود. فشار خون مزمن، باعث افزایش ارتفاع QRS در نوار قلب می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] در دیابت نوع II، انسولین به مقدار کافی وجود دارد، اما گیرنده‌های انسولین به آن پاسخ نمی‌دهند. دیابت نوع II از سن حدود چهل‌سالگی به بعد، در نتیجهٔ چاقی و عدم تحرک، در افرادی که زمینهٔ [ارثی] بیماری را دارند، ظاهر می‌شود.

۱- برای مطالعهٔ بهتر، شکل را از بالا به سمت پایین بخوانید.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

بی‌اشتهایی عصبی

مکانیسم ایجاد بیماری: فرد تمایلی به غذا خوردن ندارد و کم‌تر از نیاز خود غذا می‌خورد؛ در نتیجه، بدن برای تأمین انرژی مورد نیاز خود، از چربی ذخیره‌شده در بافت چربی استفاده می‌کند و فرد به شدت لاغر می‌شود.

علت بیماری: عوامل ژنی در کنار تبلیغات و فشارهای اجتماعی برای لاغر شدن، از علل این بیماری هستند.

اثرات بیماری: کاهش دریافت کلسیم و آهن مورد نیاز، کاهش استحکام استخوان‌ها، کم‌خونی، ضعف ماهیچهٔ قلبی و ایست قلبی

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] تراکم تودهٔ استخوانی از عوامل مهم استحکام استخوان‌هاست و کاهش آن باعث پوکی استخوان می‌شود. در پوکی استخوان، تخریب استخوانی افزایش می‌یابد. در نتیجه، استخوان‌ها ضعیف و شکننده می‌شوند. کمبود ویتامین D و کلسیم غذا، با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۴ دهم] ضعف ماهیچهٔ قلبی در اثر بی‌اشتهایی عصبی و یا سکتهٔ قلبی در اثر چاقی یا بی‌اشتهایی عصبی، منجر به کاهش ارتفاع QRS در نوار قلب می‌شوند.

	اضافه‌وزن و چاقی	بی‌اشتهایی عصبی
مکانیسم	مصرف غذا بیشتر از نیاز بدن ← تبدیل مواد اضافی (چربی، کربوهیدرات و پروتئین) به چربی ← ذخیره در بافت چربی ← چاقی	مصرف غذا کم‌تر از نیاز بدن ← استفاده از ذخایر چربی بدن برای تولید انرژی ← لاغری
علت‌ها	۱- عوامل ژنی ۲- عوامل روانی (مانند غذا خوردن برای رهایی از تنش) ۳- استفاده از غذاهای پرانرژی (غذاهای پرچرب و شیرین) ۴- تحرک کم در زندگی	۱- عوامل ژنی ۲- عوامل روانی (تبلیغات و فشارهای اجتماعی برای لاغر شدن)
اثر بر سلامت	۱- افزایش احتمال سکتهٔ قلبی و مغزی ۲- تنگ‌شدن سرخرگ‌ها ۳- افزایش احتمال ابتلا به دیابت نوع ۲ ۴- افزایش احتمال ابتلا به انواعی از سرطان‌ها	۱- ضعف ماهیچه‌های قلبی و ایست قلبی ۲- کاهش استحکام استخوان‌ها ۳- کاهش دریافت کلسیم و آهن مورد نیاز ۴- کم‌خونی

نمایهٔ تودهٔ بدنی[1]

تعریف: روشی برای **تعیین وزن مناسب** است که مقدار آن از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{نمایهٔ تودهٔ بدنی (BMI)} = \frac{\text{جرم (kg)}}{\text{مربع قد } (m^2)}$$

معیارها: سن و جنسیت؛ مقدار نمایهٔ تودهٔ بدنی مناسب، در سن‌های مختلف و براساس جنسیت، تغییر می‌کند؛ مثلاً، در افراد کم‌تر از بیست سال که در سن رشد قرار دارند، مقدار تودهٔ بدنی مناسب بین حدود ۱۵/۵ تا ۱۸/۵ است، بنابراین نمایهٔ تودهٔ بدنی را بین افراد هم‌سن و هم‌جنس مقایسه می‌کنند.

مثال در افراد شانزده ساله، پسری با BMIی ۳۲، نسبت به پسران هم‌سن خود چاق است. دختری با BMIی ۱۶، نسبت به دختران هم‌سن خود، کمبود وزن دارد.

فعالیت کتاب درسی

تفسیر نمایهٔ تودهٔ بدنی افراد بیشتر از بیست سال

BMI	کم‌تر از ۱۸/۵	۱۸/۵ تا ۲۴/۹	۲۵ تا ۲۹/۹	۳۰ و بیشتر از آن
وضعیت وزن	کمبود وزن	وزن طبیعی	اضافه وزن	چاق

عوامل مؤثر: وزن هر فرد به **تراکم استخوان، بافت ماهیچه و چربی بدن** او بستگی دارد. بنابراین، تعیین دقیق BMIی مناسب هر فرد و قضاوت دربارهٔ مناسب بودن وزن فرد، تنها توسط افراد متخصص امکان‌پذیر است. در نتیجه، در مثال بالا، وضعیت وزنی ذکرشده به‌صورت میانگین جامعه می‌باشد و در مورد هر فردی صدق نمی‌کند.

---

[1] Body Mass Index (BMI)

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

تنوع گوارش در جانداران

درس‌نامهٔ ۳۴ جذب مواد از سطح بدن در جانداران

نیاز به گوارش غذا

به طور کلی، جانداران به دو دستهٔ **هتروتروف (مصرف‌کننده)** و **اتوتروف (تولیدکننده)** تقسیم می‌شوند که در فصل آخر، راجع به آن‌ها به‌طور مفصل صحبت خواهیم کرد. اما در این قسمت، خلاصه‌ای از ویژگی‌های این جانداران را مطرح می‌کنیم تا متوجه شویم که چرا جانداران، نیاز به تغذیه دارند؟

جانداران اتوتروف، جاندارانی هستند که می‌توانند مواد غذایی (مواد آلی) را با استفاده از مواد معدنی مثل CO_2 تولید کنند، مثلاً گیاهان می‌توانند فتوسنتز کنند و مواد غذایی تولید کنند. این جانداران، نیازی به تغذیه ندارند؛ زیرا، خودشان مواد غذایی مورد نیاز خود را می‌سازند[1].

دستهٔ دوم، جانداران هتروتروف هستند. این جانداران، توانایی تولید مواد غذایی را ندارند و در نتیجه، نیازمند دریافت مواد غذایی از محیط اطراف خود می‌باشند. به همین دلیل، جانداران هتروتروف نیاز به تغذیه دارند، مثلاً همهٔ جانوران، هتروتروف هستند و مواد غذایی را از محیط اطراف دریافت می‌کنند. جذب مواد مغذی توسط سلول‌ها و استفاده از این مواد، نیازمند دو مرحلهٔ اساسی می‌باشد: **۱**- گوارش غذا و **۲**- جذب مواد مغذی، مثل آمینواسیدها و مونوساکاریدها. همهٔ جانداران هتروتروف، جذب مواد مغذی را انجام می‌دهند اما گوارش غذا، در گروهی از آن‌ها انجام نمی‌شود. جانداران هتروتروفی که گوارش غذا را انجام نمی‌دهند، جانداران انگل هستند که در ادامه، به بررسی آن‌ها می‌پردازیم.

چیزی که تا اینجا گفتیم، خارج از کتاب بود و فقط یه مقدمه بود برای درک بیشترتون. از این‌جا به بعد، مطالب خود کتاب درسی هست.

جذب مواد مغذی در جانداران انگل

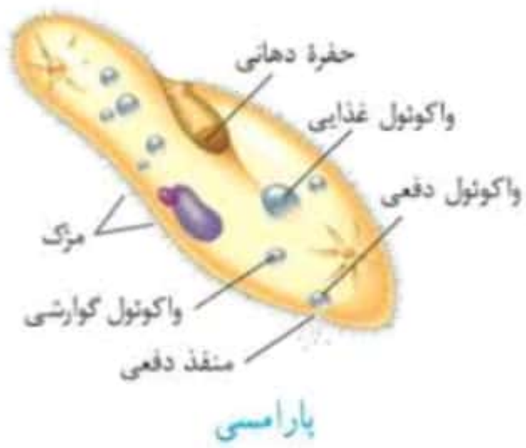
کرم کدو

در گروهی از جانداران، **گوارش غذا انجام نمی‌شود**. این جانداران، مواد مغذی را از **سطح سلول یا بدن**، به‌طور **مستقیم** از محیط، **با انتشار** دریافت می‌کنند. مثل بعضی از جانداران تک‌سلولی که تمام مواد مغذی مورد نیاز خود را از سطح سلول دریافت می‌کنند. محیطی که این جانداران در آن زندگی می‌کنند، آب دریا، دستگاه گوارش یا مایعات بدن جانوران میزبان است. **کرم کدو نیز که انگل رودهٔ انسان است**، دهان و دستگاه گوارش ندارد و مواد مغذی را از سطح بدن جذب می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] با توجه به مطالب فصل (۲) و (۴) در ارتباط با کرم‌های پهن، می‌توانیم بفهمیم که کرم‌های پهن زندگی آزاد (غیر انگلی) یا انگلی دارند. بسیاری از کرم‌های پهن، مثل کرم کدو، انگل هستند و بعضی از کرم‌های پهن، مثل پلاناریا، زندگی آزاد دارند. در کرم‌های پهن غیر انگل، حفرهٔ گوارشی وجود دارد.

نکته جانداران انگل، می‌توانند تک‌سلولی یا پرسلولی باشند. همهٔ باکتری‌ها، بعضی از قارچ‌ها و بسیاری از آغازیان، تک‌سلولی هستند. همهٔ گیاهان، جانوران، بسیاری از قارچ‌ها و بعضی از آغازیان نیز جانداران پرسلولی هستند.

درس‌نامهٔ ۳۵ گوارش درون‌سلولی با واکونول گوارشی



پارامسی

بعضی از جانداران، برای گوارش مواد غذایی، **واکوئول (کریچه)**[2] **گوارشی** تشکیل می‌دهند. واکوئول گوارشی طی فرایند **آندوسیتوز (درون‌بری)** تشکیل می‌شود و با کمک آنزیم‌های گوارشی، مواد غذایی درون واکوئول، گوارش پیدا می‌کنند. چون تمامی مراحل گوارش درون سلول انجام می‌شود، به این نوع گوارش غذا، **گوارش درون‌سلولی** می‌گویند.

مثال گوارش درون‌سلولی را می‌توان در **پارامسی** مشاهده کرد؛ پارامسی، موجودی **تک‌سلولی** است که سطح بدن آن توسط مژک[3] پوشیده شده است. در قسمتی از سلول، نوعی فرورفتگی وجود دارد که **حفرهٔ دهانی** نام دارد. مواد غذایی وارد **حفرهٔ دهانی** می‌شوند و در انتهای حفرهٔ دهانی، طی فرایند آندوسیتوز، و در سیتوپلاسم حرکت می‌کنند.

۱- بعضی از گیاهان فتوسنتزکننده گوشت‌خوار هستند تغذیه در این گیاهان، برای جذب مواد آلی نمی‌باشد بلکه، برای تأمین مواد معدنی کمیاب در خاک محل زندگی (مثل نیتروژن) است. گروهی از گیاهان هم بخش‌های سبز و فتوسنتزکننده ندارند و انگل محسوب می‌شوند. گیاهان انگل، هتروتروف هستند و مواد غذایی مورد نیاز خود را از گیاهان فتوسنتزکننده به دست می‌آورند.

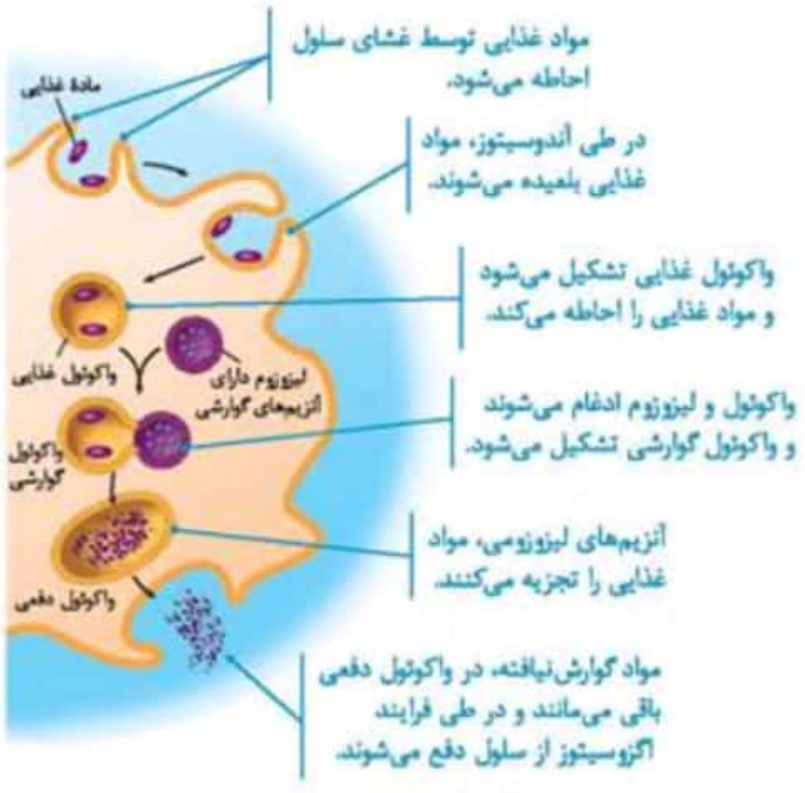
۲- کریچه یعنی کره‌مانند

۳- مژک، نوعی برآمدگی در سطح سلول است که از آن برای حرکت استفاده می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

پس از آن، اندامکی به‌نام **لیزوزوم (کافنده‌تن)** به واکوئول غذایی می‌پیوندد. لیزوزوم، دارای آنزیم‌های گوارشی است و زمانی‌که با واکوئول غذایی ادغام شد، آنزیم‌های خود را به درون واکوئول آزاد می‌کند. در نتیجه، **واکوئول گوارشی**[1] تشکیل می‌شود. درون واکوئول گوارشی، مواد غذایی تجزیه می‌شوند و مواد گوارش‌یافته جذب می‌شوند. مواد گوارش‌نیافته نیز درون واکوئول باقی می‌مانند و **واکوئول دفعی** تشکیل می‌شود. واکوئول دفعی از طریق **منفذ دفعی** و در طی فرایند **اگزوسیتوز (برون‌رانی)** از سلول خارج می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۵ دهم] در پارامسی، علاوه بر واکوئول غذایی، واکوئول گوارشی و واکوئول دفعی، واکوئول انقباضی هم وجود دارد. واکوئول انقباضی، در تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد نقش دارد. آب و مواد دفعی، وارد واکوئول انقباضی می‌شوند و با انقباض آن، از سلول پارامسی خارج می‌شوند. در پارامسی، دو واکوئول انقباضی وجود دارد.



گوارش درون سلولی

درسنامهٔ ۳۶ گوارش برون‌سلولی در حفرهٔ گوارشی

گوارش برون‌سلولی

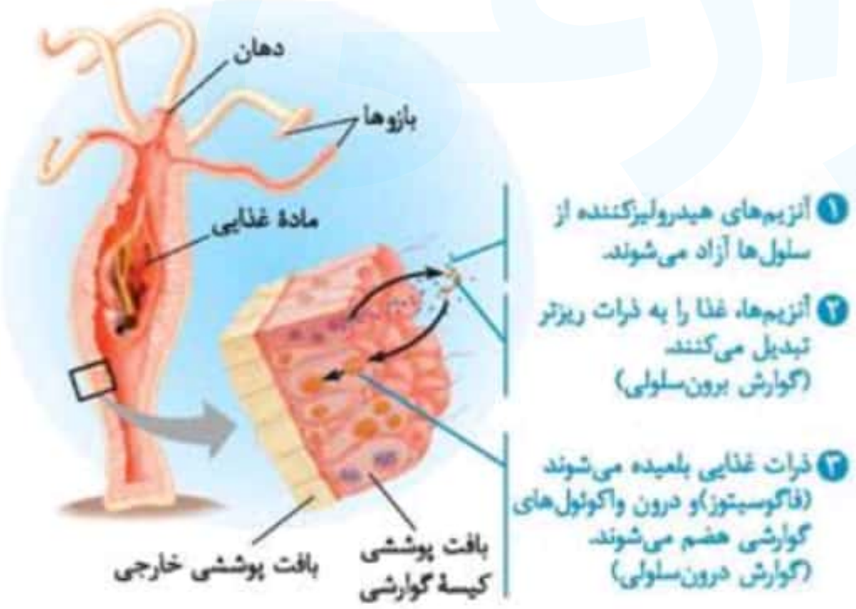
در بسیاری از جانوران، جایگاه ویژه‌ای برای گوارش غذا به‌وجود آمده است. محل این جایگاه باید **خارج از محیط داخلی بدن،** یعنی از خارج خون و سلول‌های بدن باشد[2]، تا به سلول‌های بدن آسیبی وارد نشود. آنزیم‌های گوارشی در این جایگاه ریخته می‌شوند و **گوارش برون‌سلولی** غذا انجام می‌شود.

نکته ابتدای فصل گفتیم که محیط داخلی شامل مایعات بدن است و درون سلول، جزء محیط داخلی محسوب نمی‌شود، اما سلول توسط محیط داخلی احاطه شده است و در واقع، در میان محیط داخلی بدن قرار دارد.

حفرهٔ گوارشی

در **بی‌مهرگانی** مانند **مرجان‌ها** و **برخی کرم‌های پهن،** مثل **پلاناریا، حفرهٔ گوارشی** مشاهده می‌شود. حفرهٔ گوارشی، **فقط یک سوراخ** برای ورود و خروج مواد دارد، در حالی‌که در لولهٔ گوارش، یک منفذ برای ورود مواد و منفذ دیگری برای خروج مواد وجود دارد. **گردش مواد** نیز **درون همین کیسه و انشعابات آن** انجام می‌شود.

سلول‌های حفرهٔ گوارشی، **آنزیم‌های آغازگر روند گوارش مواد غذایی** را ترشح می‌کنند. این آنزیم‌ها، **گوارش برون‌سلولی** را در حفرهٔ گوارشی آغاز می‌کنند. پس از آن‌که مواد غذایی ریزتر شدند، **بعضی از سلول‌های دیگر حفرهٔ گوارشی،** ذرات غذایی را از طریق فرایند **فاگوسیتوز (بیگانه‌خواری)** جذب می‌کنند و **واکوئول غذایی** تشکیل می‌شود. پس از آن، **گوارش درون‌سلولی** غذا انجام می‌شود، مواد گوارش‌یافته جذب می‌شوند و مواد گوارش‌نیافته دفع می‌شوند.



نکته فاگوسیتوز، نوعی فرایند آندوسیتوز است که در آن ذرات از طریق یک کیسهٔ غشایی وارد سلول می‌شوند.

نکته در حفرهٔ گوارشی هیدر، گوارش غذا تمام نمی‌شود و فقط مواد غذایی به ذرات کوچک‌تر تبدیل می‌شوند. تولید مونومرها، درون سلول‌های پوششی و با گوارش درون‌سلولی انجام می‌شود.

۱- لیزوزوم + واکوئول غذایی = واکوئول گوارشی

۲- در حفرهٔ گوارشی، محیط داخلی بدن نیست. برای اطلاعات بیشتر، درسنامهٔ (۱) فصل (۵) را بخوانید.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «حفرهٔ گوارشی در هیدر (از گروه مرجانیان) و پلاناریا»

- ✓ در اطراف دهان هیدر، چندین بازو وجود دارد.
- ✓ خارجی‌ترین لایهٔ پیکر هیدر، نوعی بافت پوششی [مکعبی] تک‌لایه است.
- ✓ در سطح حفرهٔ گوارشی هیدر، نوعی بافت پوششی تک‌لایه وجود دارد که در آن، انواع مختلفی از سلول‌ها وجود دارد. گروهی از سلول‌ها، آنزیم‌های گوارشی را ترشح می‌کنند. بعضی از سلول‌ها، ذرات غذایی را می‌بلعند و گوارش درون‌سلولی انجام می‌دهند. در گروهی از سلول‌ها نیز تاژک[1] وجود دارد.
- ✓ در ساختار بدن هیدر، فقط دو لایهٔ سلولی وجود دارد.
- ✓ در هیدر و پلاناریا، حفرهٔ گوارشی در مرکز بدن قرار دارد.
- ✓ در حفرهٔ گوارشی پلاناریا، حلق نیز وجود دارد.
- ✓ حفرهٔ گوارشی و انشعابات آن، در سراسر بدن پراکنده شده‌اند.

درسنامهٔ ۳۷ لولهٔ گوارشی ملخ، کرم خاکی و گنجشک

گفتیم که در گروهی از جانوران، فضایی در **خارج از محیط داخلی بدن** ایجاد می‌شود که در آن، گوارش غذا صورت می‌گیرد. **حفرهٔ گوارشی**، یکی از این فضاهای خارج‌سلولی است که در آن، **فقط یک** منفذ وجود دارد. مواد غذایی از طریق این منفذ وارد حفرهٔ گوارشی می‌شوند و سپس، مواد گوارش‌نیافته نیز از طریق همین منفذ از حفرهٔ گوارشی خارج می‌شوند، بنابراین، حفرهٔ گوارشی نوعی سامانهٔ گوارشی است که در آن، حرکت مواد به صورت **دوطرفه** انجام می‌شود و تبادل مواد با محیط، فقط از طریق یک منفذ (که به آن دهان گفته می‌شود)، صورت می‌گیرد.

زمانی‌که منفذ دوم نیز در سامانهٔ گوارشی تشکیل می‌شود، **لولهٔ گوارشی** ایجاد می‌شود. در لولهٔ گوارشی، مواد غذایی از طریق **دهان** وارد بدن می‌شوند و پس از انجام فرایند گوارش در لولهٔ گوارشی، مواد گوارش‌نیافته از طریق **مخرج** از بدن خارج می‌شوند. بنابراین، جریان غذا در لولهٔ گوارش **یک‌طرفه** است. این جریان یک‌طرفهٔ غذا، باعث می‌شود که برخلاف حفرهٔ گوارشی، مواد غذایی گوارش‌یافته و مواد دفعی مخلوط نشوند و در نتیجه، **دستگاه گوارش کامل** شکل می‌گیرد.

نکته در لولهٔ گوارشی، به‌طور کلی، جهت حرکت غذا یک‌طرفه و از سمت دهان به سمت مخرج می‌باشد. نحوهٔ انقباض ماهیچه‌های لولهٔ گوارشی نیز به صورتی است که مواد به سمت مخرج حرکت کنند. البته، در بعضی شرایط، جهت حرکت غذا در لولهٔ گوارشی، در جهت برعکس و به سمت دهان است:

۱- **در استفراغ و ریفلاکس**، حرکت محتویات درون معده به‌سمت مری مشاهده می‌شود. در استفراغ، جهت انقباضات کرمی نیز برعکس می‌شود.

۲- **در معده**، زمانی‌که غذا به پیلور، دریچهٔ انتهای معده، می‌رسد، مقداری از کیموس (تودهٔ غذایی درون معده) تخلیه می‌شود و مقدار باقی‌ماندهٔ کیموس دوباره برمی‌گردد تا بیشتر گوارش پیدا کند، بنابراین در معده هم حرکت دوطرفهٔ غذا وجود دارد.

۳- **در لولهٔ گوارش نشخوارکنندگان** نیز حرکت دوطرفهٔ غذا در دهان، مری و بخش‌های بالایی معده مشاهده می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] با شکل‌گیری لولهٔ گوارش که از دهان، شروع و به مخرج منتهی می‌شود، در فاصلهٔ بین بخش خارجی این دستگاه و دیوارهٔ داخلی بدن، فضایی شکل می‌گیرد که **سلوم** یا **حفرهٔ عمومی بدن** نامیده می‌شود. در بی‌مهرگانی مثل کرم‌های لوله‌ای، حفرهٔ عمومی بدن با مایعی پر می‌شود که از آن برای انتقال مواد استفاده می‌شود.

نکته در جانورانی که حفرهٔ گوارشی دارند، گوارش غذا ابتدا به صورت برون‌سلولی انجام می‌شود و سپس به صورت درون‌سلولی. جذب مواد در حفرهٔ گوارشی توسط سلول‌های پوششی، با فاگوسیتوز (ذره‌خواری) صورت می‌گیرد که نشان‌دهندهٔ بزرگ بودن ذرات جذب‌شده می‌باشد؛ زیرا، گوارش غذا درون سلول‌ها تکمیل می‌شود نه در حفرهٔ گوارشی. در لولهٔ گوارشی، گوارش غذا فقط به صورت برون‌سلولی می‌باشد و فرایندهای مربوط به گوارش غذا، در همان لولهٔ گوارش تمام می‌شود. در واقع، در لولهٔ گوارش برخلاف حفرهٔ گوارشی، مونومرهای درشت‌مولکول‌های زیستی تولید می‌شوند.

نوع سامانهٔ گوارشی	تعداد منافذ	جهت حرکت غذا	محل انجام گوارش غذا در جانور	مادهٔ جذب‌شده توسط سلول‌های پوششی	روش جذب مواد
حفرهٔ گوارشی	۱ (دهان)	دوطرفه	ابتدا برون‌سلولی و سپس درون‌سلولی	ذرات غذایی که گوارش خود را شروع کرده‌اند و ریزتر شده‌اند ولی هنوز به مونومر تبدیل نشده‌اند.	فاگوسیتوز (ذره‌خواری)
لولهٔ گوارشی	۲ (دهان و مخرج)	معمولاً یک‌طرفه	فقط برون‌سلولی	ذرات کاملاً ریز مثل مونومرها	بیشتر انتشار و انتقال فعال

۱- تاژک، بندهای رشته‌ای در سطح سلول است که از آن برای حرکت استفاده می‌شود.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

گوارش غذا در ملخ، کرم خاکی و پرندهٔ دانه‌خوار

در ادامهٔ این درسنامه، می‌خوایم لولهٔ گوارش سه تا جانور رو به عنوان نمونه بررسی کنیم. این سه تا جانور، فیلی مهمن و لولهٔ گوارششون، فیلی مورد توجه طراحای کنکور هست. علاوه بر این، توی فصلای بعدی هم ما رو تنها نمیذارن و نکات ترکیبی زیادی در ارتباط با اونا وجود داره. اما قبل از این‌که لولهٔ گوارشی این جانوران رو توضیح بدیم، اول لازمه که با چینه‌دان، سنگدان و پیش‌معده آشنا بشیم. بقیهٔ بخش‌های لولهٔ گوارش رو هم که از قبل باهاشون آشنایی داریم.

چینه‌دان: ساختاری است که به **ذخیرهٔ غذا** کمک می‌کند. چینه‌دان، به صورت **بخش حجیم‌شدهٔ انتهای مری** در لولهٔ گوارش مشاهده می‌شود و توانایی هضم غذا را ندارد اما می‌تواند مواد غذایی را به‌طور موقت در خود ذخیره کند. وجود چینه‌دان به جانور امکان می‌دهد تا با **دفعات کم‌تر تغذیه**، انرژی مورد نیاز خود را تأمین کند زیرا، جانور می‌تواند مقدار زیادی غذا را وارد لولهٔ گوارش خود کند؛ مقداری از این غذا در چینه‌دان ذخیره می‌شود تا بعداً مورد استفاده قرار بگیرد و بقیهٔ غذا، به بخش‌های بعدی لولهٔ گوارش می‌رود تا گوارش آن تکمیل شود. ملخ، کرم خاکی و پرندهٔ دانه‌خوار، چینه‌دان دارند.

نکته چینه‌دان، همیشه بعد از مری قرار دارد. در چینه‌دان، گوارش مکانیکی غذا صورت نمی‌گیرد. البته، ممکن است درون چینه‌دان گوارش شیمیایی غذا انجام شود که علت آن، ورود آنزیم‌های گوارشی بزاق به درون چینه‌دان می‌باشد و خود چینه‌دان، نمی‌تواند آنزیم‌های گوارشی را ترشح کند.

سنگدان: سنگدان، بخشی از لولهٔ گوارش است که دارای **ساختار ماهیچه‌ای** می‌باشد و با **آسیاب کردن غذا**، در **گوارش مکانیکی** نقش دارد. سنگدان جانوران مختلف، تفاوت‌هایی با یکدیگر دارد:

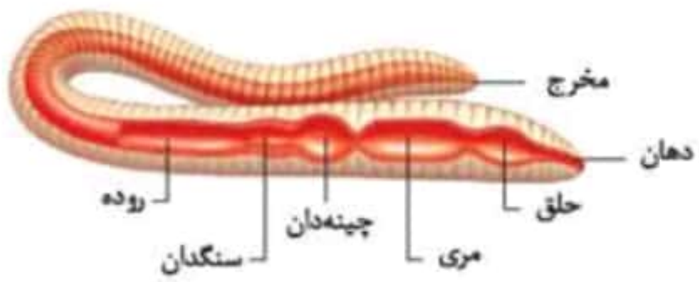
۱- پرندگان دانه‌خوار، ماهی خاویاری و کروکودیل: در این جانوران، سنگدان از **بخش عقبی معده** تشکیل می‌شود. سنگریزه‌هایی که پرندگان می‌بلعند، فرایند آسیاب کردن غذا در سنگدان را تسهیل می‌کنند. سنگدان در این جانوران، بعد از معده و بلافاصله قبل از روده قرار دارد.

۲- کرم خاکی: در کرم خاکی، معده وجود ندارد و بنابراین، نمی‌توان گفت که سنگدان از بخش عقبی معده تشکیل شده است. البته، در کرم خاکی مثل پرندگان، سنگدان بلافاصله قبل از روده قرار دارد. سنگدان در کرم خاکی، **محل شروع گوارش مکانیکی غذا** می‌باشد.

پیش‌معده: *فورمونی بفوایم بگیم، پیش‌معده همون سنگدان است و کارشون هم یکسانه. حالا ببینیم تفاوتشون چیه.* پیش‌معده که در حشرات نظیر ملخ وجود دارد، از بخش جلویی معده تشکیل می‌شود. در واقع، در ملخ، پیش‌معده قبل از معده قرار دارد نه بعد از آن. پیش‌معده، دیواره‌ای دارد که **دندانه‌دار** می‌باشد. این دندانه‌ها، به خرد شدن بیشتر مواد غذایی کمک می‌کنند، بنابراین، پیش‌معده **محل گوارش مکانیکی غذا** می‌باشد. البته، در پیش‌معده گوارش شیمیایی هم صورت می‌گیرد. معده و کیسه‌های معدهٔ ملخ، آنزیم‌های گوارشی را تولید و ترشح می‌کنند. این آنزیم‌ها، وارد پیش‌معده می‌شود و گوارش شیمیایی غذا در پیش‌معده هم انجام می‌شود. در نتیجهٔ **حرکات مکانیکی** پیش‌معده و هم‌چنین **عملکرد آنزیم‌های گوارشی** درون پیش‌معده، **ذرات ریزی** به‌وجود می‌آیند که می‌توانند وارد کیسه‌های معده شوند.

نکته پیش‌معده و چینه‌دان ملخ، توانایی ترشح آنزیم‌های گوارشی را ندارند اما به دلیل ورود آنزیم‌های گوارشی از بخش‌های دیگر به درون آن‌ها، می‌توان درون چینه‌دان و پیش‌معدهٔ ملخ، گوارش شیمیایی را مشاهده کرد.

☐ کرم خاکی



در کرم خاکی، غذا وارد دهان می‌شود و سپس از حلق به مری می‌رود. در انتهای مری، چینه‌دان قرار دارد که غذا می‌تواند در آن ذخیره شود. پس از چینه‌دان، غذا وارد سنگدان می‌شود. در سنگدان، گوارش مکانیکی غذا شروع می‌شود و ذرات غذا، خرد و آسیاب می‌شوند. ذرات غذایی، از سنگدان به روده می‌روند تا مراحل نهایی گوارش غذا در روده انجام شود. در روده، آنزیم‌های گوارشی ترشح می‌شوند و گوارش شیمیایی غذا نیز آغاز می‌شود. در پایان فرایند گوارش، مواد غذایی قابل‌جذب ایجاد می‌شوند و توسط سلول‌های پوششی روده، جذب می‌شوند. مواد گوارش‌نیافته نیز از طریق مخرج از بدن دفع می‌شوند.

مسیر حرکت غذا در کرم خاکی: دهان ← حلق ← مری ← چینه‌دان ← سنگدان ← روده ← مخرج

محل شروع گوارش مکانیکی	محل شروع گوارش شیمیایی	محل جذب غذا	محل قرارگیری سنگدان	نقش معده	نقش روده
سنگدان	روده	روده	بین چینه‌دان و روده	ندارد	مراحل نهایی گوارش غذا و جذب مواد

نکته در کرم خاکی معده وجود ندارد و سنگدان، مستقیماً به روده متصل می‌شود.

نکته کرم خاکی، برخلاف ملخ و پرندهٔ دانه‌خوار، حلق دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] کمان‌های رگی (قلب کمکی) کرم خاکی، در اطراف مری جانور قرار می‌گیرند. به‌طور کلی، لولهٔ گوارش در تمام طول بدن، قرار دارد و در اطراف آن، رگ‌های مربوط به دستگاه گردش خون وجود دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ گنجشک (پرندهٔ دانه‌خوار)

در پرندهٔ دانه‌خوار، غذا وارد دهان می‌شود و سپس از طریق مری، به چینه‌دان می‌رود. چینه‌دان در پرندهٔ دانه‌خوار، بخش بسیار حجیمی است و می‌تواند مواد غذایی را ذخیره کند. پس از آن، غذا وارد معده می‌شود. در معده، آنزیم‌های گوارشی ترشح می‌شوند و سپس، غذا به سنگدان منتقل می‌شود. همراه با مواد غذایی که به سنگدان می‌روند، آنزیم‌های گوارشی نیز وارد این بخش می‌شوند. در نتیجه، در سنگدان، علاوه بر گوارش مکانیکی، گوارش شیمیایی غذا هم انجام می‌شود. البته، خود سنگدان قادر به ترشح آنزیم‌های گوارشی نیست. در نهایت، غذا وارد رودهٔ باریک می‌شود تا مراحل نهایی گوارش غذا و جذب مواد مغذی انجام شود. بعد از اتمام گوارش و جذب مواد غذایی، مواد گوارش‌نیافته، وارد رودهٔ بزرگ می‌شود تا پس از جذب آب و یون‌ها، مدفوع از طریق مخرج از بدن دفع شود.

مسیر حرکت غذا در پرندهٔ دانه‌خوار: دهان ← مری ← چینه‌دان ← معده ← سنگدان ← رودهٔ باریک ← رودهٔ بزرگ ← مخرج

مقایسهٔ چینه‌دان و سنگدان پرندهٔ دانه‌خوار و کرم خاکی

نام اندام	محل قرارگیری	گوارش مکانیکی	ترشح آنزیم‌های گوارشی	ویژگی ظاهری
چینه‌دان	انتهای مری	ـــــ	ندارد	حجیم‌ترین (گشادترین) بخش لولهٔ گوارش
سنگدان	**پرنده:** بخش عقبی معده **کرم خاکی:** بخش عقبی چینه‌دان	با کمک دیوارهٔ ماهیچه‌ای	ندارد	بخش حجیم‌شدهٔ لولهٔ گوارش

نکته در پرندهٔ دانه‌خوار، معده بسیار کوچک است و قبل از سنگدان قرار گرفته است.

نکته کبد پرندهٔ دانه‌خوار، بین سنگدان و چینه‌دان قرار دارد و به رودهٔ باریک متصل می‌شود.

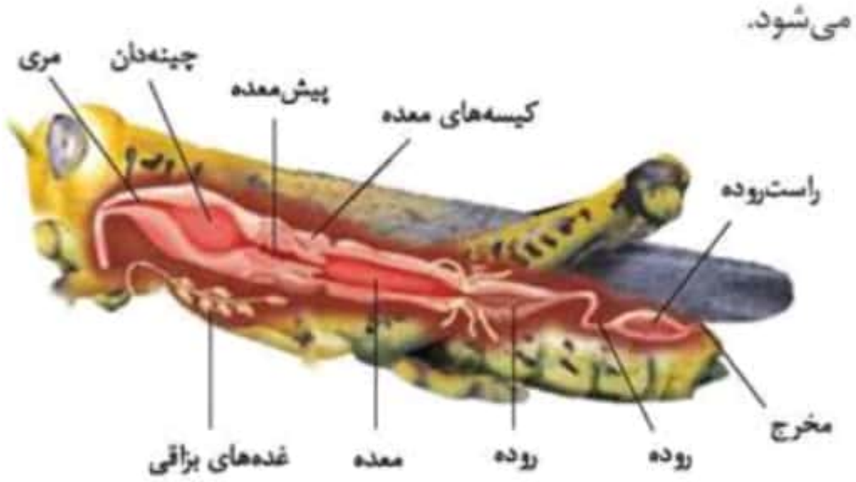
نکته به‌جز چینه‌دان و سنگدان پرندهٔ دانه‌خوار که بخش‌های حجیم در لولهٔ گوارش هستند، سایر قسمت‌های لولهٔ گوارش باریک می‌باشند. چینه‌دان، حجیم‌ترین بخش لولهٔ گوارش و رودهٔ باریک، پیچ‌خورده‌ترین بخش آن هستند.

❑ ملخ

ملخ، **حشره‌ای گیاه‌خوار** است و از مواد گیاهی تغذیه می‌کند.

شروع گوارش غذا در ملخ، توسط **آرواره‌های دهان** است. این آرواره‌ها، مواد غذایی را خرد و آسیاب می‌کنند و سپس، ذرات غذا وارد دهان می‌شوند.

نکته گوارش مکانیکی غذا در ملخ، توسط آرواره‌های دهان و قبل از ورود غذا به دهان آغاز می‌شود.



در دهان ملخ، گوارش شیمیایی غذا آغاز می‌شود. غده‌های بزاقی، آنزیم **آمیلاز** را تولید و به درون دهان، ترشح می‌کنند. آمیلاز، گوارش شیمیایی **نشاسته** (نوعی کربوهیدرات) را آغاز می‌کند. پس از آن، مری غذا را از دهان به چینه‌دان می‌برد. همراه با غذا، آنزیم آمیلاز نیز وارد چینه‌دان می‌شود و در نتیجه، گوارش شیمیایی نشاسته در چینه‌دان ادامه می‌یابد. البته، خود چینه‌دان قادر به ترشح آنزیم‌های گوارشی نیست. سپس، غذا وارد پیش‌معده می‌شود تا گوارش مکانیکی و شیمیایی آن، ادامه پیدا کند.

نکته در ملخ و پرندهٔ دانه‌خوار، حلق وجود ندارد و غذا مستقیماً از دهان وارد مری می‌شود.

دیوارهٔ دندانه‌دار پیش‌معده، شدت گوارش مکانیکی در این اندام را افزایش می‌دهد. پیش‌معده، قادر به ترشح آنزیم‌های گوارشی نیست اما معده و کیسه‌های معده، آنزیم‌های گوارشی را تولید و ترشح می‌کنند؛ این آنزیم‌ها، وارد پیش‌معده می‌شوند و گوارش شیمیایی غذا در پیش‌معده را انجام می‌دهند. در نتیجهٔ حرکات مکانیکی پیش‌معده و عملکرد آنزیم‌های گوارشی، ذرات ریزی به‌وجود می‌آیند که می‌توانند وارد کیسه‌های معده شوند. در کیسه‌های معده، تحت تأثیر آنزیم‌های گوارشی، هضم شیمیایی غذا به پایان می‌رسد.

مقایسهٔ چینه‌دان و پیش‌معده در ملخ

نام اندام	محل قرارگیری	گوارش مکانیکی	ترشح آنزیم‌های گوارشی	گوارش شیمیایی	ویژگی ظاهری
چینه‌دان	انتهای مری	ـــــ	ندارد	با کمک آنزیم آمیلاز بزاق	بخش حجیم‌شدهٔ انتهای مری
پیش‌معده	قبل از معده	با کمک دیوارهٔ ماهیچه‌ای و دندانه‌دار	ندارد	با کمک آنزیم‌های گوارشی معده و کیسه‌های معده	دیوارهٔ ضخیم و دندانه‌دار ماهیچه‌ای

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته گوارش مکانیکی غذا در پیش‌معده تمام می‌شود و گوارش شیمیایی غذا، در کیسه‌های معده.

در نهایت، مواد غذایی قابل جذب وارد معده می‌شوند و جذب مواد مغذی در معده انجام می‌شود.

نکته درون معده، فقط جذب غذا صورت می‌گیرد اما آنزیم‌های گوارشی معده که وارد پیش‌معده می‌شوند، در هضم شیمیایی غذا مؤثر هستند.

نکته در اغلب جانورانی که لولهٔ گوارش دارند، روده محل اصلی گوارش و جذب مواد غذایی می‌باشد اما در رودهٔ ملخ، نه گوارش غذا انجام می‌شود نه جذب مواد غذایی. پس از معده، مواد غذایی گوارش‌نیافته از طریق روده به راست‌روده منتقل می‌شوند. در راست‌روده، آب و یون‌ها جذب می‌شوند و نهایتاً، مدفوع از طریق مخرج از بدن دفع می‌شود.

نکته راست‌روده در ملخ، هزارلا در نشخوارکنندگان و رودهٔ بزرگ در انسان، وظیفهٔ جذب آب و یون‌ها را برعهده دارند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۵ دهم] حشرات نظیر ملخ، سامانهٔ دفعی متصل به روده به‌نام لوله‌های مالپیگی دارند. همان‌طور که در شکل مشخص است، این لوله‌ها، در ابتدای روده و در محل اتصال معده به روده قرار می‌گیرند. اوریک‌اسید (نوعی مادهٔ زائد نیتروژن‌دار)، آب و یون‌ها (مثل پتاسیم و کلر)، از طریق لوله‌های مالپیگی وارد روده می‌شوند. در راست‌روده، آب و یون‌ها جذب می‌شوند و نهایتاً، اوریک‌اسید همراه با مدفوع از بدن دفع می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۵ دهم] در ماهیان غضروفی (مثل کوسه‌ها و سفره‌ماهی‌ها)، غده‌هایی به راست‌روده متصل می‌باشند که محلول نمک (سدیم‌کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می‌کنند. تولید و ترشح این محلول نمکی غلیظ، به منظور دفع یون‌های اضافی از محیط داخلی بدن صورت می‌گیرد.

مسیر حرکت غذا در لولهٔ گوارش ملخ: دهان ← مری ← چینه‌دان ← پیش‌معده ← کیسه‌های معده ← معده ← رودهٔ باریک ← رودهٔ بزرگ ← راست‌روده ← مخرج

گوارش مکانیکی	محل شروع	آرواره‌ها	محل پایان	پیش‌معده
گوارش شیمیایی	محل شروع	دهان	محل پایان	کیسه‌های معده
محل جذب مواد مغذی، آب و یون‌ها	مواد مغذی	معده	آب و یون‌ها	راست روده
محل قرارگیری چینه‌دان و پیش‌معده	چینه‌دان	انتهای مری	پیش‌معده	قبل از معده
نقش معده و روده	معده	۱- جذب مواد مغذی ۲- ترشح آنزیم‌های گوارشی به پیش‌معده	روده	انتقال مواد گوارش‌نیافته به راست‌روده برای جذب آب و یون‌ها

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] در حشرات، سامانهٔ گردشی باز وجود دارد. رگ پشتی و قلب لوله‌ای حشرات، در سطح پشتی بدن و بالاتر از لولهٔ گوارش قرار می‌گیرد.

درسنامهٔ ۳۸ لولهٔ گوارش نشخوارکنندگان

پستانداران گیاه‌خوار

گروهی از جانوران، از مواد گیاهی تغذیه می‌کنند؛ مثل ملخ، گاو و اسب. گوارش و جذب مواد گیاهی نسبت به مواد جانوری، دشوارتر است. به همین دلیل، این جانوران سازگاری‌هایی برای گوارش غذا دارند.

چرا گوارش غذای گیاهی سخت‌تر است؟ یکی از دلایل آن، وجود پلی‌ساکاریدی به‌نام سلولز در گیاهان است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] در دیوارهٔ نخستین و پسین گیاهان، رشته‌های سلولزی در زمینه‌ای از پروتئین و پلی‌ساکاریدهای غیررشته‌ای (خمیری‌شکل) قرار دارند. سلولز، پلی‌ساکاریدی است که همانند نشاسته، از تعداد زیادی گلوکز ساخته شده است و به همین دلیل، انرژی زیادی دارد اما، اغلب جانوران آنزیم تجزیه‌کنندهٔ سلولز (آنزیم سلولاز) را ندارند[1]. در نتیجه، وجود میکروب‌های سازندهٔ آنزیم سلولاز در این جانوران، ضروری است. میکروب‌ها، آنزیم سلولاز را می‌سازند و با کمک آن، سلولز را به واحدهای سازندهٔ خود، یعنی گلوکز، تبدیل می‌کنند. هم جانور و هم میکروب، می‌توانند از این گلوکز استفاده کنند. بنابراین، وجود میکروب‌ها در لولهٔ گوارش جانوران گیاه‌خوار، زندگی گیاه‌خواری را اثربخش‌تر کرده است.

یادآوری در علوم نهم خواندیم که همیاری، همسفرگی و انگلی، سه شکل از رابطهٔ همزیستی میان جانداران هستند. همزیستی میان جانوران گیاه‌خوار و میکروب‌های مفید لولهٔ گوارش، از نوع همیاری است؛ یعنی در آن، هم جانور سود می‌کند و هم میکروب.

یادآوری در علوم هفتم خواندیم که باکتری‌های ساکن رودهٔ بزرگ انسان، از مواد گوارش نیافتهٔ لولهٔ گوارش انسان مثل سلولز استفاده می‌کنند. هم‌چنین این باکتری‌ها، ویتامین K و برخی ویتامین‌های گروه B (مثل B_{12}) را می‌سازند. این ویتامین‌ها، توسط سلول‌های پوششی مخاط رودهٔ بزرگ جذب می‌شوند.

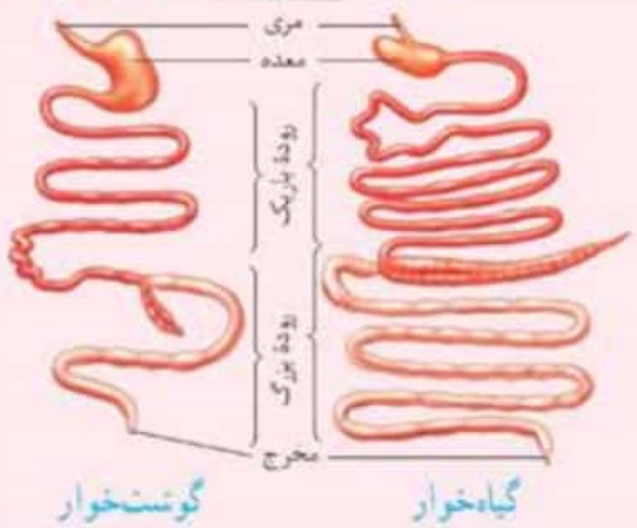
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] مقداری ویتامین B_{12} توسط باکتری‌های رودهٔ بزرگ انسان تولید می‌شود.

---

[1] در بعضی جانداران گیاه‌خوار، مثل ملخ، سلولاز ساخته می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فعالیت کتاب درسی



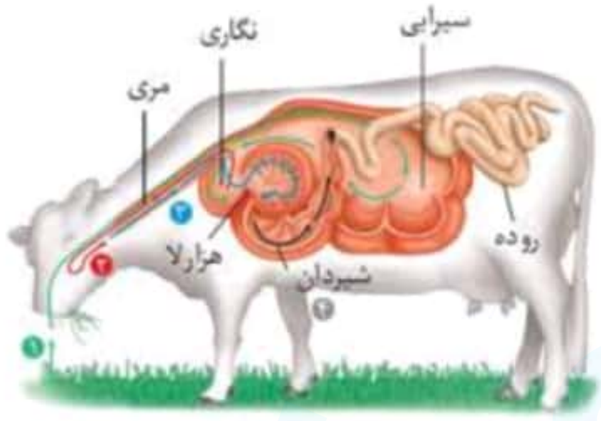
مقایسهٔ طول لولهٔ گوارش در گیاه‌خواران و گوشت‌خواران

نسبت طول لولهٔ گوارش به اندازهٔ بدن، در گیاه‌خواران بیشتر از گوشت‌خواران است زیرا، همان‌طور که گفتیم گوارش مواد گیاهی سخت‌تر است و هم‌چنین، میزان مواد غذایی قابل جذب نیز کم‌تر می‌باشد. به همین دلیل، گیاه‌خواران نیازمند به زمان بیشتری برای گوارش و جذب غذا هستند. بلندتر بودن طول لولهٔ گوارش و روده در گیاه‌خواران، این امکان را به آن‌ها می‌دهد که غذا را بیشتر هضم کنند و فرصت بیشتری برای جذب مواد غذایی داشته باشند.

پستانداران نشخوارکننده

پستانداران نشخوارکننده نظیر گاو و گوسفند، **معدهٔ چهارقسمتی** دارند. در این جانوران، **بخش بالایی** معده، شامل **کیسهٔ بزرگی** به‌نام **سیرابی** و **بخش کوچکی** به‌نام **نگاری** است. **بخش پایینی** معده، دارای یک **اتاقک لایه‌لایه** به‌نام **هزارلا** و **معدهٔ واقعی** یا **شیردان** است. این جانوران، **به سرعت** غذا را می‌خورند تا در **فرصت مناسب یا مکانی امن**، غذا را با نشخوارکردن وارد دهان کنند و بجوند. مسیر حرکت غذا در لولهٔ گوارشی نشخوارکنندگان به صورت زیر است:

۱- جویدن و بلع اول: دهان ← مری ← سیرابی ← نگاری



جانور، ابتدا غذای **نیمه‌جویده** را **به سرعت** می‌بلعد و پس از عبور از مری وارد سیرابی می‌کند. در سیرابی، غذا در معرض میکروب‌ها قرار می‌گیرد. میکروب‌های موجود در سیرابی، به کمک **ترشح مایعاتِ دارای آنزیم، حرارت بدن و حرکات سیرابی، تا حدودی** توده‌های غذا را گوارش می‌دهند. پس از آن، غذا وارد نگاری می‌شود.

۲- جویدن و بلع دوم: نگاری ← مری ← دهان ← مری

توده‌های غذا از طریق نگاری به دهان برمی‌گردند. در این زمان، غذا **به‌طور کامل جویده می‌شود** و **سپس دوباره بلعیده می‌شود**.

۳- آبگیری غذا: مری ← سیرابی ← نگاری ← هزارلا

غذای بلعیده‌شده، به سیرابی وارد می‌شود[1]. در سیرابی، تودهٔ غذا **بیشتر حالت مایع پیدا می‌کند** (آبکی‌تر می‌شود) و سپس به نگاری می‌رود. مواد غذایی از نگاری به هزارلا می‌روند. هزارلا، نقش **آبگیری** غذا را دارد؛ یعنی آب تودهٔ غذایی را جذب می‌کند.

۴- عمل آنزیم‌های گوارشی معده: هزارلا ← شیردان

تودهٔ غذا از هزارلا به شیردان وارد می‌شود. در شیردان، **آنزیم‌های گوارشی جانور** ترشح می‌شوند و گوارش غذا ادامه پیدا می‌کند.

نکته در لولهٔ گوارش نشخوارکنندگان، ابتدا گوارش سلولز توسط میکروب‌ها انجام می‌شود (گوارش میکروبی) و سپس، مواد غذایی توسط آنزیم‌های گوارشی جانور هضم می‌شوند (گوارش آنزیمی)؛ بنابراین، در نشخوارکنندگان، گوارش آنزیمی پس از گوارش میکروبی انجام می‌شود.

۵- گوارش نهایی غذا و دفع: شیردان ← روده ← مخرج

مراحل نهایی گوارش غذا در روده انجام می‌شود، مواد گوارش‌یافته جذب می‌شوند و سپس، مواد گوارش‌نیافته از طریق مخرج، دفع می‌شوند.

شکل «معدهٔ چندقسمتی نشخوارکنندگان»

- ✓ سیرابی، بزرگ‌ترین بخش معده و نزدیک‌ترین بخش آن به دم است. نزدیک‌ترین بخش لولهٔ گوارش به دم، روده است.
- ✓ نزدیک‌ترین بخش معده به سر، نگاری است. نزدیک‌ترین بخش لولهٔ گوارش به سر، دهان است.
- ✓ سیرابی و شیردان با روده در ارتباط می‌باشند؛ سیرابی از سمت خارج با روده در ارتباط می‌باشد در حالی‌که شیردان به‌طور مستقیم با مجرای ابتدای رودهٔ باریک در ارتباط است.

درسنامهٔ ۳۹ گیاه‌خواران غیرنشخوارکننده

در گیاه‌خواران غیرنشخوارکننده، **میکروب‌های تجزیه‌کنندهٔ سلولز**، پس از محل اصلی ترشح آنزیم‌های گوارشی غذا قرار دارند؛ یعنی، **گوارش میکروبی پس از گوارش آنزیمی انجام می‌شود:** مثلاً، در **اسب**، آنزیم‌های گوارشی جانور در **رودهٔ باریک** ترشح می‌شوند ولی میکروب‌های تجزیه‌کنندهٔ سلولز، در **رودهٔ کور** قرار دارند. از آن‌جا که گوارش سلولز پس از رودهٔ باریک انجام می‌شود و جذب مونومرهای آن در رودهٔ باریک انجام نمی‌شود، **بخشی از مواد غذایی دفع می‌شوند.**

نکته کارایی گوارش مواد گیاهی در گیاه‌خواران غیرنشخوارکننده، کم‌تر از گیاه‌خواران نشخوارکننده است.

[1] ... پس از بلع دوم، در شکل نشان داده نشده است ولی با توجه به اولویت متن بر شکل، معیار ما متن کتاب درسی است.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

سال دهم

فصل ۳

«تنفس در پرندگان، متناسب با توانایی پرواز است.»

یه پرنده واسه این‌که بتونه پرواز کنه، نیاز به اکسیژن خیلی زیادی داره. برای همین هم دستگاه تنفس این پرنده‌ها سازگاری‌هایی پیدا کرده تا اکسیژن بیشتری جذب بشه. شش‌های پرنده به کیسه‌های هوادار متصل هستن و جریان هوا در شش‌ها یک‌طرفه هست تا کارایی تبادلات گازی، به بیشترین میزان برسه.

تبادلات گازی

این که تنفس مهمه، نیاز به توضیح نداره. همهٔ ما می‌دونیم که بدون نفس کشیدن، مدت زیادی رو نمی‌تونیم زنده بمونیم و حتی شاید واسه همین هست که وقتی می‌خوایم ببینیم کسی زنده هست یا نه، یه نگاهی به این میندازیم که نفس میکشه؟ اما تو این فصل می‌خوایم راجع به این صحبت کنیم که چرا تنفس مهمه؟ چرا بدون نفس کشیدن ما نمی‌تونیم زنده بمونیم و اصلاً این نفس کشیدن چی هست؟ برای شروع فصل، یه مقدمه راجع به این داریم که چرا نفس می‌کشیم؟ از زمان ارسطو شروع می‌کنیم تا برسیم به الان. بعد از این‌که بیشتر از قبل به اهمیت تنفس پی بردیم، ساختار دستگاه تنفس رو بررسی می‌کنیم و بخش‌های مختلفش رو می‌بریم زیر ذره‌بین (و حتی میکروسکوپ) تا ببینیم چیا دارن. همهٔ اینا واسه این هست که برسیم به این مسئله: اصلاً ما چه‌جوری نفس می‌کشیم؟ دستگاه تنفس در کارهای دیگه‌ای مثل حرف زدن هم نقش داره. پس یه بررسی رو این بحث و تنظیم دستگاه تنفس هم می‌کنیم تا باز هم برسیم به جانوران. انواع و اقسام روش‌های تنفس وجود دارن و مثل فصل قبل، خیلی مورد توجه هستن. به خصوص دستگاه تنفس پرنده که بیشترین تعداد سؤالات فصل تنفس رو در کنکور داشته، دارد و نخواهد داشت؛ چون از کتاب دهم چاپ ۹۶ حذف شده! خلاصه این‌که، نفس کشیدن الکی نیست و کلی ماهیچه و ... درگیرن تا یه دم و بازدم انجام بشه:

«هر نفسی که فرو می‌رود ممد حیات است و چون برمی‌آید مفرح ذات؛ پس در هر نفسی دو نعمت موجود است و بر هر نعمتی شکری واجب.»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکروطبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تستای این ۳ تا کتاب لذت ببری. 😊

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سازوکار دستگاه تنفس در انسان

درسنامهٔ ۱ چرا نفس می‌کشیم؟

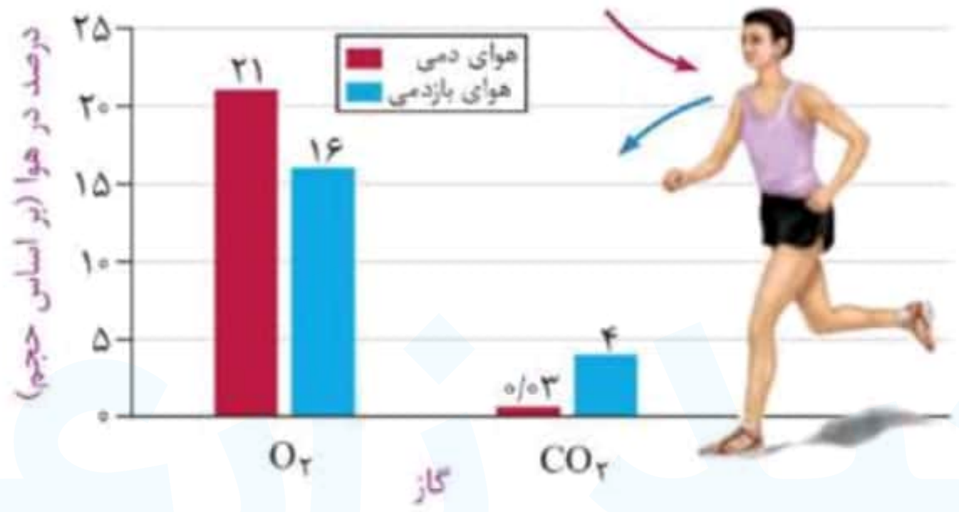
خب معلومه، اگه نفس نکشیم می‌میریم. دیدین که وقتی می‌خوان ببینن یکی زنده‌ست یا مرده، اولین چیزی که چک می‌کنن ضربان قلب و نفس کشیدنشه. حالا می‌خوایم بدونیم چرا اینقدر نفس کشیدن مهمه که زنده موندنمون کاملاً وابسته به اونه. از حدود قرن ۴ قبل از میلاد شروع می‌کنیم، یعنی زمان زندگی ارسطو. کلاً ارسطو راجع به همه چی نظر می‌داده. در اون زمان، ارسطو یه دلیل برای نفس کشیدن میگه: ارسطو، معتقد بود که نفس کشیدن باعث **خنک شدن قلب**[1] می‌شود.

علاوه بر این، ارسطو فکر می‌کرد که در هوا، **فقط یک گاز** وجود دارد و در نتیجه، هوای دمی و بازدمی، **ترکیب شیمیایی یکسان** دارند.

خب مشخصه دیگه، وقتی کلاً یه گاز بیشتر وجود نداشته، همون گاز میرفته داخل شش و همون گاز هم میومده بیرون. متأسفانه هر دو نظر ارسطو غلط بوده و حالا می‌خوایم درستشو بگیم.

مقایسهٔ ترکیب هوای دمی و بازدمی

برخلاف نظر ارسطو، ترکیب هوای دمی و بازدمی **متفاوت** است. مقدار اکسیژن، در هوای دمی بیشتر است و مقدار کربن دی‌اکسید در هوای بازدمی. این موضوع نشان می‌دهد که در بدن، **تبادل گازها** انجام می‌شود؛ کربن دی‌اکسید وارد هوای تنفسی می‌شود و اکسیژن از آن خارج می‌شود.



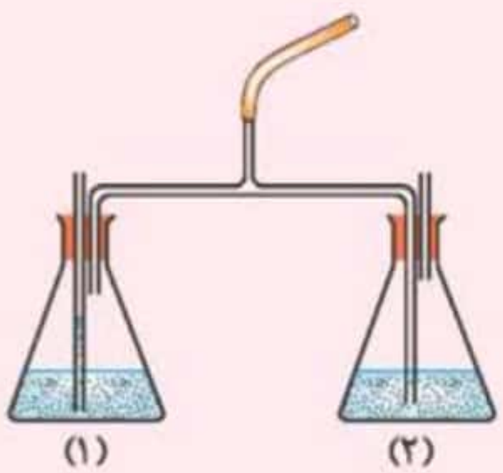
نکته پژوهش‌های دانشمندان در ابتدا، وجود سه گاز نیتروژن، اکسیژن و کربن دی‌اکسید را در هوا نشان داد. سایر گازهای هوا بعداً کشف شدند.

کتاب درسی زیر ذره‌بین

در کتاب درسی می‌خوانیم که «هوای دمی، اکسیژن بیشتری دارد، اما در هوای بازدمی، کربن دی‌اکسید بیشتر است.» این جمله غلط است، چون هم در هوای دمی و هم در هوای بازدمی، مقدار اکسیژن بیشتر از کربن دی‌اکسید است. اما مقدار اکسیژن در هوای دمی نسبت به هوای بازدمی بیشتر است. مقدار کربن دی‌اکسید نیز در هوای بازدمی بیشتر از هوای دمی است.

فعالیت کتاب درسی

مقایسهٔ هوای دمی و بازدمی از نظر مقدار CO_2



آزمایش زیر، نشان‌دهندهٔ تفاوت میزان کربن دی‌اکسید در هوای دمی و هوای بازدمی است. اما شرح آزمایش:

وسایل آزمایش: دو ظرف وجود دارد که در هر ظرف، یک لولهٔ بلند و یک لولهٔ کوتاه وجود دارد. لولهٔ کوتاه با هوای درون ظرف در ارتباط است و لولهٔ بلند، در مایع درون ظرف قرار دارد. لولهٔ کوتاه ظرف «۱» و لولهٔ بلند ظرف «۲» نیز از طریق یک لولهٔ مرکزی به یک‌دیگر وصل هستند و این لولهٔ مشترک، به لوله‌ای متصل می‌شود که محل قرارگیری دهان فرد خواهد بود. در مایع موجود در هر ظرف نیز محلول **بی‌رنگ آب‌آهک** یا محلول **آبی‌رنگ برم تیمول‌بلو** رقیق وجود دارد. این دو محلول، **معرف کربن دی‌اکسید** هستند و در حضور کربن دی‌اکسید، تغییر رنگ می‌دهند. آب‌آهک، **شیری‌رنگ** می‌شود و برم تیمول‌بلو، **زردرنگ**.

۱- در پزشکی یونان باستان، مفهومی وجود داشت به نام گرمای ذاتی. دانشمندان معتقد بودند که قلب، این گرما رو ایجاد می‌کنه و سپس خون رو گرم می‌کنه و از طریق رگ‌های خونی، این گرما به کل بدن فرستاده میشه. بدین طریق، گرما از قلب خارج میشه و قلب خنک میشه. اما ارسطو نظر دیگه‌ای داشت. اون گفت که همون گرمایی که در قلب تولید میشه، باعث میشه که خون هم داغ بشه (به جوش بیاد) و همین اثر رو روی قلب بذاره. ارسطو معتقد بود که این داغی زیاد حتی می‌تونه باعث بشه که فرد شعله‌ور بشه و آتیش بگیره، ولی چون هوای شش‌ها قلب رو خنک میکنه، این اتفاق نمیفته.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

مرحلهٔ دم: وقتی‌که فرد شروع به تنفس می‌کند، هوا از لولهٔ کوتاه ظرف «۱»، وارد دستگاه تنفسی می‌شود. علت ورود هوا از این ظرف به دستگاه تنفس این است که لولهٔ کوتاه ظرف «۱» به‌طور مستقیم با هوا در ارتباط است، درحالی‌که لولهٔ بلند ظرف «۲»، درون مایع قرار دارد. *وقتی‌که فرد می‌خواد هوا رو بکشه درون دستگاه تنفس، این نیروی مکش باعث میشه که مایع ظرف «۲» وارد لولهٔ بلند بشه نه هوا. مثل اینه که یه نی رو داخل یه ظرف آب قرار بدیم. وقتی که نیروی مکش ایجاد میشه، مایع بالا میاد نه هوا اما لولهٔ کوتاه ظرف «۱» مستقیماً با هوا در ارتباط است و راحت‌تر هوا وارد آن می‌شود.* به جای هوایی که از ظرف «۱» خارج شده است، هوا از محیط بیرون توسط لولهٔ بلند وارد ظرف «۱» می‌شود. ورود این هوا به مایع ظرف «۱»، به صورت حباب دیده می‌شود.

مرحلهٔ بازدم: در مرحلهٔ بازدم، بیشتر هوا وارد لولهٔ بلند ظرف «۲» می‌شود. هوایی که وارد این لوله می‌شود، وارد مایع می‌شود و سپس می‌تواند از طریق لولهٔ کوتاه ظرف «۲»، خارج شود. در این مرحله، ورود هوا به مایع ظرف «۲» به صورت حباب‌هایی در انتهای لوله مشاهده می‌شود. مقدار کمی هوای بازدمی نیز وارد ظرف «۱» می‌شود. در ظرف «۱»، فضای کافی برای ورود مقدار زیاد هوا از طریق لولهٔ کوتاه وجود ندارد زیرا، هوایی که از این طریق وارد ظرف «۱» می‌شود، جایی برای خروج ندارد. این هوا وارد مایع نیز نمی‌تواند بشود و فقط با سطح آن تماس برقرار می‌کند.

نتیجهٔ آزمایش: چون بخش عمدهٔ هوای بازدمی، که کربن دی‌اکسید بیشتری نسبت به هوای دمی دارد، وارد ظرف «۲» می‌شود، تغییر رنگ ابتدا در مایع ظرف «۲» مشاهده می‌شود. البته در ظرف «۱» نیز تغییر رنگ ایجاد می‌شود اما چون مقدار هوای بازدمی ظرف «۱» کم است و هوای بازدمی نیز فقط با سطح مایع در تماس است، این تغییر رنگ، دیرتر و با شدت کم‌تر مشاهده می‌شود.

	مرحلهٔ دم	مرحلهٔ بازدم
ورود یا خروج گاز	لولهٔ کوتاه ظرف «۱»	بیشتر به لولهٔ بلند ظرف «۲» و بخش کمی به لولهٔ کوتاه ظرف «۱»
ایجاد حباب	انتهای لولهٔ بلند ظرف «۱»	انتهای لولهٔ بلند ظرف «۲»
تغییر رنگ	ندارد	**مایع ظرف «۲»**: زودتر و بیشتر، **مایع ظرف «۱»**: دیرتر و کم‌تر

خب، حالا تبادل گازها چه اهمیتی داره؟ اهمیت این موضوع وقتی مشخص می‌شود که به ارتباط بین دستگاه تنفس و دستگاه گردش خون توجه کنیم.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۱ دهم] ویژگی‌های سامانه‌های پیچیده و مرکب را نمی‌توان فقط از طریق مطالعهٔ اجزای سازندهٔ آن‌ها توضیح داد. در هر سامانهٔ پیچیده، اجزا با هم ارتباط‌های چندسویه دارند و ارتباط بین اجزاء نیز مانند خود اجزاء در تشکیل جاندار مؤثر است. بررسی ارتباط دستگاه تنفس و دستگاه گردش خون، مربوط به نگرش **«کل‌نگری»** می‌باشد.

قبل از این‌که بریم سراغ بررسی ارتباط دستگاه تنفس و دستگاه گردش خون، بهتره اول راجع به فرایند تنفس سلولی صحبت کنیم.

تنفس سلولی (تنفس یاخته‌ای)

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۱ دهم] **فرایند جذب و استفاده از انرژی**، یکی از ویژگی‌های مشترک جانداران است. جانداران انرژی می‌گیرند؛ از آن برای انجام فعالیت‌های زیستی خود استفاده می‌کنند و بخشی از آن را به صورت گرما از دست می‌دهند.

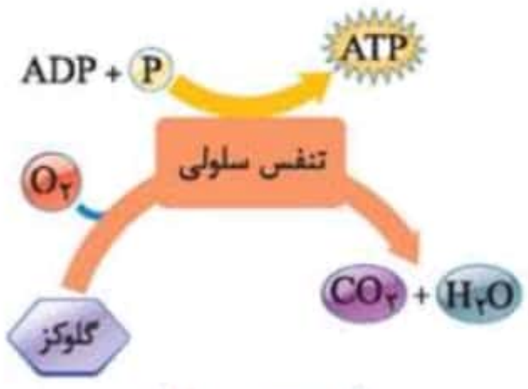
آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۲ دهم] انرژی لازم برای انجام فرایندهای سلول (یاخته)، مستقیماً از **ATP** تأمین می‌شود نه از مواد مغذی.

سلول‌های بدن، نمی‌توانند ATP را از محیط اطراف خود دریافت کنند، بلکه مواد مغذی را جذب می‌کنند بنابراین، **ابتدا لازم است که انرژی مواد مغذی، مثل گلوکز، به انرژی ذخیره‌شده در ATP تبدیل شود.** تبدیل انرژی گلوکز به انرژی ATP، در واکنش **تنفس سلولی** انجام می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۲ دهم] محل اصلی انجام تنفس سلولی، **میتوکندری (راکیزه)** است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۳ یازدهم] ماهیچه‌ها برای تجزیهٔ کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارند. در فعالیت‌های شدید که اکسیژن کافی به ماهیچه‌ها نمی‌رسد، تجزیهٔ گلوکز به صورت بی‌هوازی انجام می‌شود. علاوه‌بر گلوکز، تولید ATP با استفاده از اسیدهای چرب و هم‌چنین کرآتین‌فسفات نیز امکان‌پذیر است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۳ یازدهم] تارهای ماهیچه‌ای کند (قرمز)، بیشتر انرژی خود را به روش هوازی (با مصرف اکسیژن) به دست می‌آورند. ولی تارهای ماهیچه‌ای تند (سفید)، بیشتر انرژی خود را از راه تنفس بی‌هوازی به دست می‌آورند.



واکنش تنفس سلولی

همان‌طور که در واکنش تنفس سلولی می‌بینید، اکسیژن در این واکنش مصرف می‌شود و کربن دی‌اکسید تولید می‌شود بنابراین، وجود اکسیژن برای انجام تنفس سلولی لازم است. کربن دی‌اکسید نیز ماده‌ای مضر است و باید از بدن خارج شود. چرا؟ کربن دی‌اکسید می‌تواند با آب واکنش دهد و یک مادهٔ اسیدی به **نام کربنیک اسید** تولید کند؛ در نتیجه، pH محیط داخلی بدن کاهش پیدا می‌کند. تغییر pH، باعث **تغییر ساختار پروتئین‌ها** می‌شود و این موضوع باعث می‌شود که **عملکرد پروتئین‌ها مختل شود.** از آن‌جایی که **بسیاری از** فرایندهای سلولی را پروتئین‌ها انجام می‌دهند، اختلال در عملکرد پروتئین‌ها، **اختلال گسترده‌ای را در کار سلول‌ها و بافت‌ها** ایجاد می‌کند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته افزایش میزان تنفس سلولی باعث می‌شود که pH خون کاهش پیدا کند و نسبت به حالت عادی اسیدی‌تر شود.

نکته افزایش کربن دی‌اکسید، **خطرناک‌تر از** کاهش اکسیژن است. سلول‌های بدن در نبود مقدار کافی اکسیژن نیز می‌توانند مقدار کمی انرژی تولید کنند و تا مدتی به فعالیت ادامه دهند، اما تغییر pH در اثر انباشته شدن کربن دی‌اکسید، می‌تواند **به سرعت** به بدن آسیب بزند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ ـ فصل ۲ دهم] پروتئین‌ها در دما و pH ویژه‌ای حداکثر فعالیت را دارند مثلاً، آنزیم پپسین در pH اسیدی و دمای ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد بیشتر فعالیت می‌کند. اما اغلب پروتئین‌ها در pH تقریباً خنثی فعالیت می‌کنند و تغییرات شدید pH، باعث تغییر در ساختار آن‌ها و غیرفعال شدنشان می‌شود.

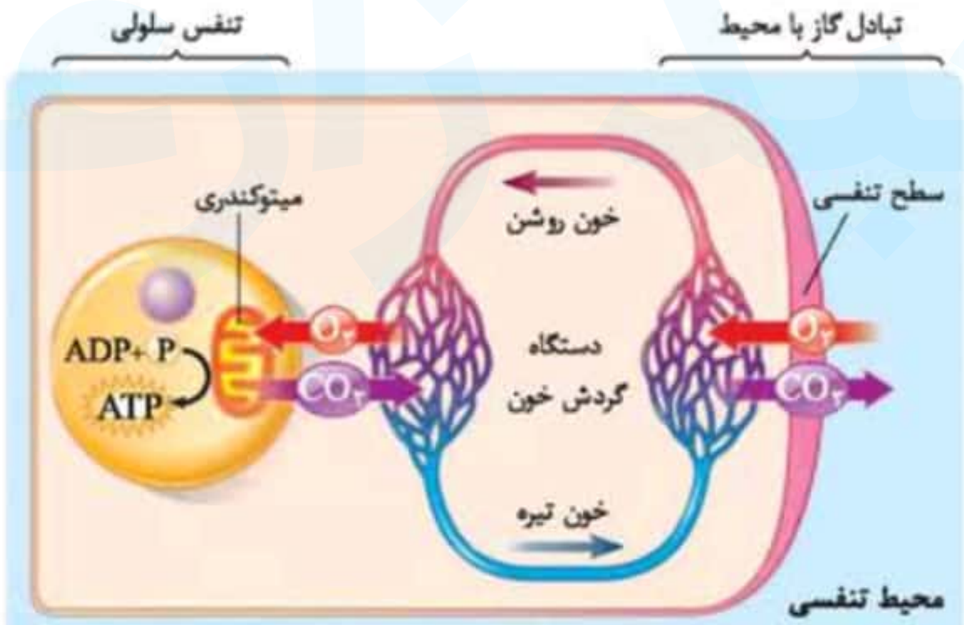
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۵ یازدهم] افزایش زیاد دمای بدن در اثر تب نیز می‌تواند منجر به تخریب ساختار پروتئین‌ها شود.

حالا که با تنفس سلولی آشنا شدیم و فهمیدیم که چرا تبادل گازها لازم هست، میرسیم به ارتباط بین دستگاه تنفس و دستگاه گردش خون.

نام مولکول	مولکول‌هایی که در تنفس سلولی مصرف می‌شوند.				مولکول‌هایی که در تنفس سلولی تولید می‌شوند.		
	گلوکز	اکسیژن	فسفات	ADP	کربن‌دی‌اکسید	آب	ATP
ویژگی	دارای انرژی شیمیایی	آزاد کردن انرژی شیمیایی	اتصال به ADP	دریافت انرژی شیمیایی گلوکز	مادهٔ دفعی	ـــــ	مولکول پرانرژی

ارتباط بین دستگاه تنفس و دستگاه گردش خون

دستگاه گردش خون، خون را از اندام‌های بدن جمع‌آوری می‌کند و به‌سوی شش‌ها می‌آورد. گفتیم که در تنفس سلولی، اکسیژن مصرف می‌شود و کربن دی‌اکسید تولید می‌شود؛ بنابراین، خونی که از اندام‌ها به شش می‌رود، مقدار زیادی کربن دی‌اکسید دارد، درحالی‌که مقدار اکسیژن آن کم است. به این خون، **خون تیره** می‌گویند. خون تیره در شش‌ها، تبادل گازی انجام می‌دهد؛ کربن دی‌اکسید را از دست می‌دهد و از هوا اکسیژن می‌گیرد و به **خون روشن** تبدیل می‌شود. سپس، خون روشن توسط دستگاه گردش خون به اندام‌ها فرستاده می‌شود. در مجاورت اندام‌ها، سلول‌ها از خون اکسیژن را دریافت می‌کنند و کربن دی‌اکسید را از دست می‌دهند. بدین ترتیب، اکسیژن مورد نیاز سلول‌ها تأمین می‌شود و کربن دی‌اکسید از آن‌ها دور می‌شود.



نام رگ	مسیر حرکت	کیفیت خون	میزان اکسیژن	میزان کربن‌دی‌اکسید
سرخرگ بافت	هدایت خون به بافت	روشن	زیاد	کم
سیاهرگ بافت	دور کردن خون از بافت	تیره	کم	زیاد
سرخرگ ششی	ورود خون به شش	تیره	کم	زیاد
سیاهرگ ششی	خروج خون از شش	روشن	زیاد	کم

شکل «ارتباط دستگاه گردش خون و دستگاه تنفس»

✓ در فعالیت تشریح شش گوسفند خواندیم که شش چپ از ۲ لوب و شش راست از ۳ لوب تشکیل شده است. در این شکل نیز به خوبی لوب‌های شش مشخص است. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، در شش چپ یک شیار مایل وجود دارد که دو لوب شش را ایجاد کرده است. در شش راست نیز ۲ شیار مایل لوب‌های شش را ایجاد کرده است.

✓ گلبول‌های قرمز نقش اصلی را در انتقال گازهای تنفسی در خون دارند. ۹۷ درصد اکسیژن و ۹۳ درصد کربن دی‌اکسید با کمک گلبول قرمز منتقل می‌شود. دقت داشته باشید که هم در خون تیره و هم در خون روشن، گلبول‌های قرمز دارای اکسیژن و کربن دی‌اکسید می‌باشند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

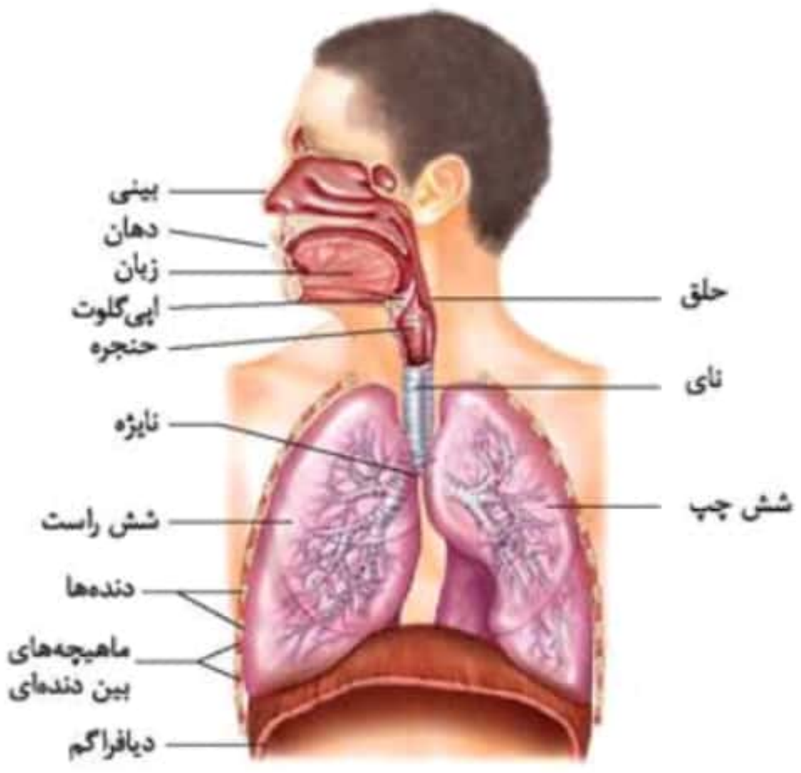
درسنامهٔ ۲ دستگاه تنفس انسان

از نظر عملکردی، دستگاه تنفس انسان از **دو بخش اصلی** تشکیل شده است:

۱- بخش هادی: شامل **مجاری تنفسی از بینی تا نایژک انتهایی** می‌باشد. این بخش، وظیفهٔ تبادل هوا بین دستگاه تنفسی و محیط اطراف بدن را برعهده دارد. هم‌چنین بخش هادی، هوای دمی را وارد شش‌ها می‌کند و هوای بازدمی را از شش دور می‌کند. **گرم و مرطوب کردن هوا، پاکسازی هوا** و **صداسازی**، از دیگر وظایف بخش هادی می‌باشد.

۲- بخش مبادله‌ای: شامل **نایژک‌های مبادله‌ای، حبابک‌ها و کیسه‌های حبابکی** شش‌ها است. در این بخش، تبادل گازهای تنفسی با خون انجام می‌شود. در واقع، **ارتباط عملکردی** دستگاه تنفس و دستگاه گردش خون مربوط به بخش مبادله‌ای است.

نکته هم در بخش هادی و هم در بخش مبادله‌ای، نایژک وجود دارد. از اولین نایژک تا نایژک انتهایی، جزء بخش هادی هستند و نایژک‌های مبادله‌ای، مربوط به بخش مبادله‌ای دستگاه تنفسی می‌باشند. در همهٔ نایژک‌ها، مخاط مژک‌دار وجود دارد.



شکل «مخاط مژک‌دار»

آناتومی کلی دستگاه تنفس

- ✓ شش راست دارای ۳ لوب است و شش چپ، ۲ لوب دارد. شش راست کمی از شش چپ بزرگ‌تر است.
- ✓ در بخش استخوانی بالای بینی می‌توان تعدادی حفره[1] را مشاهده کرد.
- ✓ در ناحیهٔ حنجره، هم در قسمت جلویی و هم در قسمت پشتی، غضروف وجود دارد.
- ✓ زبان نوعی ماهیچهٔ اسکلتی هست و دارای اتصال به استخوان آرواره می‌باشد.

مخاط مژک‌دار

- ✓ مخاط مژک‌دار از بینی شروع می‌شود و در نای، نایژه و نایژک‌ها ادامه پیدا می‌کند. آخرین بخشی که دارای مخاط مژک‌دار است، نایژک مبادله‌ای است. دقت داشته باشید که در حلق، مخاط مژک‌دار وجود ندارد.
- ✓ سلول‌های پوششی که مژک دارند، در سطح خود چند مژک دارند نه یکی.
- ✓ در زیر غشای پایه مخاط مژک‌دار، بافت پیوندی لایهٔ زیرمخاط وجود دارد.
- ✓ همهٔ سلول‌های پوششی مخاط مژک‌دار بر روی غشای پایه مستقر هستند.
- ✓ نوع بافت پوششی در مخاط مژک‌دار، یک‌لایه‌ای می‌باشد. سلول‌های پوششی این نوع مخاط، استوانه‌ای می‌باشند.
- ✓ انواعی از سلول‌ها در مخاط مژک‌دار وجود دارند. بعضی از سلول‌ها کوچک‌تر از سایر سلول‌های استوانه‌ای می‌باشند و در بین سلول‌های بزرگ‌تر قرار می‌گیرند. بعضی از سلول‌ها مژک دارند و بعضی از سلول‌ها نیز فاقد مژک هستند.

قبل از این‌که بریم سراغ بررسی ویژگی‌های بخش مبادله‌ای و بخش هادی، یکم راجع به آناتومی دستگاه تنفس صحبت می‌کنیم. البته در ادامهٔ فصل هم یه سری مطلب راجع به آناتومی دستگاه تنفسی هست که همون‌جا میگیم.

مجاری تنفسی انسان، از ناحیهٔ سر شروع می‌شوند. حفرهٔ بینی، هوا را از محیط اطراف دریافت می‌کند و وارد گلو می‌کند. در فصل دوم گفتیم که در این محل، حلق، مشابه یک چهارراه است که با بینی، دهان، نای و مری، در ارتباط است. در طول تنفس، حرکت گازها از بینی به سمت نای انجام می‌شود. در ابتدای نای، اپی‌گلوت و حنجره وجود دارند. اپی‌گلوت بخش ابتدایی حنجره می‌باشد. با قرار گرفتن اپی‌گلوت در بالا، راه نای باز می‌ماند تا هوا بتواند وارد نای شود. نای، لوله‌ای است در جلوی مری قرار دارد و گازهای تنفسی را از گلو به درون قفسهٔ سینه انتقال می‌دهد. وقتی‌که نای وارد قفسهٔ سینه می‌شود، منشعب می‌شود و دو نایژهٔ اصلی را به وجود می‌آورد؛ یک نایژهٔ اصلی به شش راست می‌رود و نایژهٔ اصلی دیگر به شش چپ. نایژه‌ها، درون شش منشعب می‌شوند و در نهایت، نایژک‌ها را به وجود می‌آورند.

نکته محل انشعاب نای، از بالاترین سطح شش‌ها، کمی پایین‌تر است.

نکته شش‌ها در قفسهٔ سینه قرار دارند و توسط دنده‌ها، حفاظت می‌شوند. همان‌طور که در شکل می‌بینید، در شش چپ یک فرورفتگی وجود دارد که مربوط به محل قرارگیری قلب در قفسهٔ سینه است. شش‌ها، توسط دیافراگم از حفرهٔ شکمی جدا می‌شوند.

---

[1] به این حفره‌ها، سینوس می‌گویند. التهاب یا تورم این حفره‌ها، منجر به ایجاد سینوزیت می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته دیافراگم و ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای، ماهیچه‌های مخطط (اسکلتی) هستند.

از کجا می‌فهمیم این ماهیچه‌ها مخطط هستند؟ به دو دلیل: ۱- به استخوان‌های دنده متصل هستند و ۲- ما می‌تونیم به صورت ارادی کنترلشون کنیم. درسته که تنفس به‌طور معمول غیرارادی انجام می‌شه، اما شما خودتونم می‌تونین تنفستون رو کنترل کنین. بعداً بیشتر راجع به این موضوع صحبت می‌کنیم. این بخش ادامه دارد...[1]

درسنامهٔ ۳ بخش هادی دستگاه تنفس

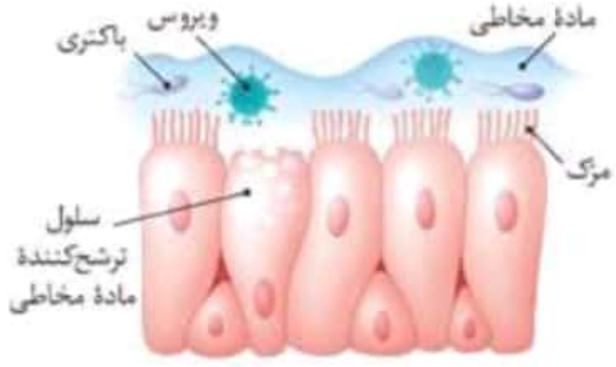
بخش هادی دستگاه تنفس، شامل مجاری تنفس می‌باشد که از بینی تا نایژک انتهایی قرار گرفته‌اند. این بخش از دستگاه تنفس، وظایف زیر را بر عهده دارد:

۱- **هدایت هوا** به درون و بیرون دستگاه تنفسی
۲- **پاک‌سازی هوا** از ناخالصی‌ها، مثل میکروب‌های بیماری‌زا و ذرات گرد و غبار
۳- **صداسازی** برای عمل تکلم
۴- **گرم و مرطوب‌کردن هوا** برای آماده شدن هوا جهت تبادل گازها با خون

نکته بعد از نایژک انتهایی، نایژک مبادله‌ای قرار دارد. نایژک مبادله‌ای هم نوعی مجرای تنفسی است ولی مربوط به بخش مبادله‌ای می‌باشد.

بینی

بخش ابتدایی دستگاه تنفسی، بینی است. ابتدای بینی، دارای **پوست نازکی** است. این پوست، **موهایی** دارد که جلوی ورود ناخالصی‌ها به درون دستگاه تنفس را می‌گیرد. در ادامهٔ بینی، پوست تمام می‌شود و به‌جای آن، **مخاط مژک‌دار** آغاز می‌شود. در سراسر قسمت‌های بعدی مجاری بخش هادی (به‌جز حلق) هم این مخاط مژک‌دار وجود دارد.



نکته مخاط مژک‌دار مجاری تنفسی، **بافت پوششی یک‌لایه‌ای** دارد. دقت داشته باشید که معیار یک‌لایه‌ای یا چندلایه‌ای بودن بافت، تماس داشتن همهٔ سلول‌ها با غشای پایه است. همان‌طور که در شکل کتاب درسی می‌بینید، همهٔ سلول‌ها با غشای پایه در تماس هستند و در نتیجه، این بافت یک‌لایه‌ای است.

نکته مخاط مژک‌دار مجاری تنفسی، سلول‌های استوانه‌ای دارد. بعضی از سلول‌ها، مژک‌دار هستند و بعضی دیگر، بدون مژک. سلول‌های استوانه‌ای در معده و روده هم مشاهده می‌شوند.

نکته در مجاری تنفسی، دو نوع بافت پوششی وجود دارد: ۱- بافت پوششی پوست نازک ابتدای بینی و ۲- بافت پوششی مخاط مژک‌دار.

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] در مجاری تنفسی، لولهٔ گوارشی، مجاری ادراری و مجاری تناسلی، لایهٔ مخاطی وجود دارد. یاخته‌های پوششی لایهٔ مخاطی به یکدیگر چسبیده‌اند و همراه با آستر پیوندی زیر آن‌ها، سدی مکانیکی را در برابر نفوذ میکروب‌ها ایجاد می‌کنند. هم‌چنین مادهٔ مخاطی تولیدشده توسط لایهٔ مخاطی، چسبنده است و میکروب‌ها را به دام می‌اندازد. آنزیم لیزوزیم موجود در مایع مخاطی نیز باعث نابودی باکتری‌ها می‌شود.

نکته **همهٔ مژک‌ها**

۱- مژک‌های سطح بدن پارامسی، ۲- مخاط مژک‌دار مجاری تنفسی، ۳- مژک‌های موجود در یاخته‌های شعله‌ای پروتونفریدی پلاناریا، ۴- مژک‌های موجود در قیف مژک‌دار متانفریدی بسیاری از کرم‌های حلقوی و نرم‌تنان، ۵- گیرنده‌های مژک‌دار در بخش حلزونی گوش، ۶- گیرنده‌های مژک‌دار در بخش دهلیزی گوش، ۷- گیرنده‌های بویایی در سقف حفرهٔ بینی، ۸- گیرنده‌های مکانیکی خط جانبی ماهی‌ها، ۹- مژک‌های لوله‌های رحم، ۱۰- مژک‌های یاخته‌های گیرندهٔ چشایی در جوانه‌های چشایی

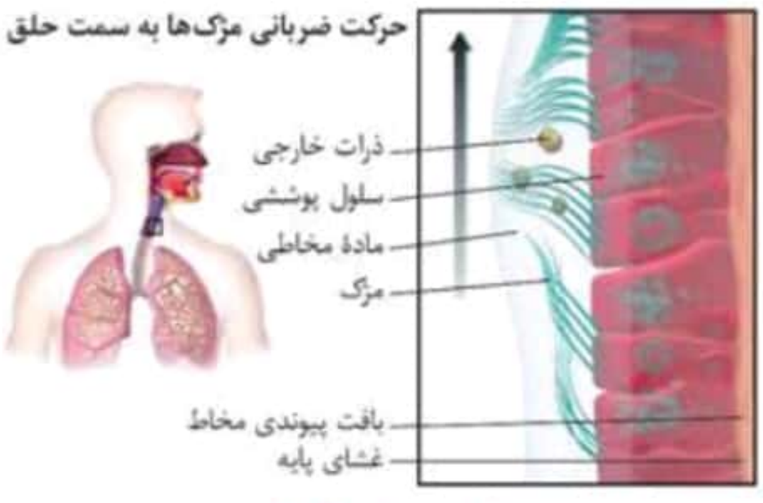
آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۲- فصل ۲ یازدهم] در کف حفرهٔ بینی، یاخته‌های پوششی لایهٔ مخاطی دارای مژک هستند. اما در سقف حفرهٔ بینی، یاخته‌های پوششی مژک ندارند. گیرنده‌های بویایی سقف حفرهٔ بینی، که در لابه‌لای یاخته‌های پوششی قرار گرفته‌اند، یاخته‌های عصبی هستند که دندریت آن‌ها، مژک‌دار است.

❑ پاکسازی هوا

سلول‌های پوششی مخاط مژک‌دار، مادهٔ مخاطی را ترشح می‌کنند. قبلاً گفتیم که مادهٔ مخاطی **چسبناک** است. در نتیجه، ناخالصی‌های هوا را ضمن عبور به دام می‌اندازد. مژک‌های سطح سلول‌ها، با **حرکت ضربانی** خود، مادهٔ مخاطی و ناخالصی‌های به دام افتاده را به سوی حلق می‌رانند. وقتی‌که این مواد به حلق رسیدند، دو حالت ممکن است پیش بیاید:

۱- وارد دستگاه گوارش می‌شوند و در آن‌جا، توسط شیرهٔ معده از بین می‌روند. اسید و آنزیم شیرهٔ معده، می‌توانند ناخالصی‌ها را از بین ببرند.

۲- به خارج از بدن هدایت می‌شوند[2].



بخشی از مخاط نای

علاوه بر این، در ترشحات مخاطی **مواد ضدمیکروبی** [لیزوزیم] وجود دارد که می‌توانند باعث نابودی میکروب‌ها شوند.

۱- ادامهٔ این بخش را در گفتارهای بعدی بخوانید.

۲- وقتی مادهٔ مخاطی به حلق رسید، می‌توانیم این مادهٔ مخاطی را به صورت ارادی و به شکل خلط، از طریق دهان خارج کنیم.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته جهت حرکت ضربانی مژک‌ها در بخش‌های بالاتر از حلق (بینی)، به سمت پایین است و در بخش‌های پایین‌تر از حلق، به سمت بالا. در هر دو حالت، مادهٔ مخاطی و ذرات به دام افتاده در آن، به سمت حلق می‌روند.

نکته مژک‌ها، گروهی از زائده‌هایی هستند که در سطح بعضی از سلول‌ها وجود دارند. این زائده‌ها می‌توانند با حرکت خود، مایع اطراف سلول‌ها را حرکت دهند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] در مایع مخاطی، عرق پوست، اشک و بزاق، آنزیم لیزوزیم وجود دارد. لیزوزیم، باعث نابودی باکتری‌ها می‌شود.

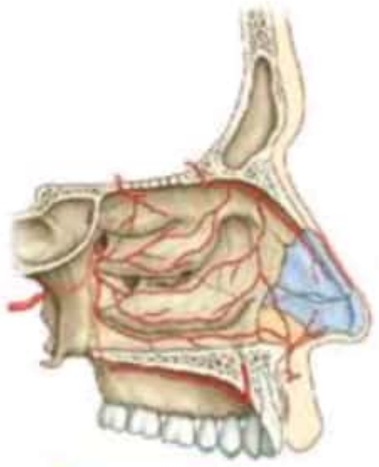
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] دود سیگار، با اثر بر غدد ترشح‌کنندهٔ موسین و هم‌چنین مژک‌ها، باعث آسیب به مخاط مژکدار می‌شود. تحت تأثیر دود سیگار، ترشح مخاط کم می‌شود و هم‌چنین، مژک‌های مجاری تنفسی از کار می‌افتند.

□ مرطوب کردن هوا

نقش دیگری که ترشحات مخاطی دارند، مرطوب کردن هوا است. این امر، برای تبادل گازهای تنفسی ضروری است؛ زیرا گازها **فقط** در صورتی می‌توانند بین شش‌ها و خون مبادله شوند که **محلول در آب** باشند.

نکته مکانیسم ذکر شده برای پاک‌سازی و مرطوب‌کردن هوا، در بخش‌های دیگر مجاری تنفسی نیز به همین شکل وجود دارد.

□ گرم کردن هوا



بینی می‌تواند باعث گرم شدن هوا نیز بشود. در بینی، **شبکهٔ وسیعی از رگ‌های خونی** وجود دارند. رگ‌های خونی **دیوارهٔ نازکی** دارند و به سطح درونی بینی بسیار نزدیک هستند؛ در نتیجه، می‌توانند به راحتی گرما را مبادله کنند و هوای درون بینی را گرم کنند.

نکته گستردگی و نزدیک بودن شبکهٔ رگ‌های خونی به سطح درونی بینی و هم‌چنین نازک بودن دیوارهٔ رگ‌های خونی، باعث می‌شود که آسیب‌پذیری این بخش بسیار زیاد باشد و آسان‌تر از دیگر نقاط، دچار خون‌ریزی شود.

نکته گرم‌شدن هوا توسط شبکهٔ وسیع رگ‌های خونی، مربوط به بینی است و در بخش‌های دیگر مجاری تنفسی دیده نمی‌شود.

جمع‌بندی

اعمال بخش‌های مختلف دستگاه تنفس

نام فرایند	بینی		حلق	حنجره، نای، نایژه، نایژک	حبابک
	ابتدا	انتها			
پاکسازی هوا	پوست مودار	مخاط مژک‌دار	لایهٔ مخاطی	مخاط مژک‌دار	ماکروفاژ
مرطوب کردن هوا	ندارد	مادهٔ مخاطی			لایهٔ نازک آب
گرم کردن هوا	شبکهٔ وسیع رگ‌های خونی		ندارد		

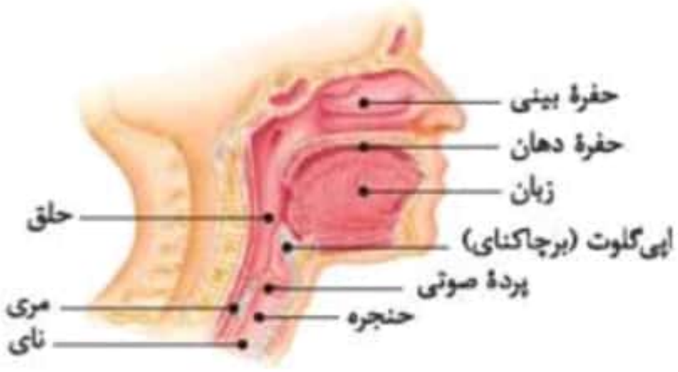
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۵ یازدهم] ایجاد پاسخ ایمنی نسبت به مادهٔ بی‌خطر، حساسیت نام دارد. ماده‌ای را که باعث حساسیت شده است، حساسیت‌زا می‌نامند. پاسخ دستگاه ایمنی به مادهٔ حساسیت‌زا، ترشح هیستامین از ماستوسیت‌ها و بازوفیل‌هاست. در نتیجهٔ ترشح هیستامین، علائم شایع حساسیت مثل قرمزی و آب‌ریزش از بینی ایجاد می‌شود.

گلو

هوا از راه بینی، دهان، یا هر دو، به گلو وارد می‌شود. گلو، محلی است که از آن هم غذا و هم هوا عبور می‌کند. در انتهای گلو، یک دوراهی وجود دارد که به مری و حنجره (بخش ابتدایی نای) راه دارد.

نکته حنجره و نای، جلوتر از مری قرار دارند.

نکته دهان، بخشی از دستگاه گوارش است ولی در جابه‌جا کردن هوا هم نقش دارد. عدم وجود سلول‌های پوششی مژک‌دار و شبکهٔ وسیع رگ‌های خونی، باعث می‌شود که پاکسازی هوا و گرم کردن آن در دهان کم‌تر از بینی انجام شود.



ابتدای مجاری تنفسی، از بینی تا نای

تفاوت گلو و حلق چیست؟ در گردن، به کل بخشی که جلوتر از ستون مهره‌ها قرار دارد، گلو می‌گویند. حلق و حنجره، جزء قسمت‌های سازندهٔ گلو هستند. حلق، بخشی از دستگاه گوارش محسوب می‌شود و حنجره، بخشی از دستگاه تنفس.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

حنجره

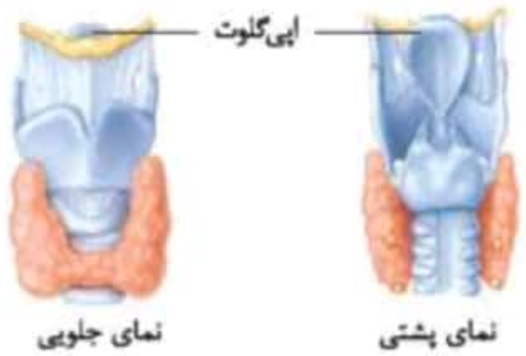
حنجره، **بخش ابتدایی نای** است. حنجره، دو کار مهم برای تنفس انجام می‌دهد:

۱- باز نگه داشتن مجرای تنفسی: دیوارهٔ غضروفی حنجره به باز نگه داشتن مجرای تنفسی کمک می‌کند.

مثلاً فرض کنین که یه پارچه رو به شکل یک لوله دربیاریم و روی زمین بذاریمش. به محض این‌که دستمون رو ول کنیم، پارچه میفته و لوله بسته میشه. اما حالا اگه یه ورق آهنی رو به شکل لوله دربیاریم و پارچه رو اطراف اون بچسبونیم، حتی اگه ولش کنیم، به همون شکل باقی می‌مونه. غضروف مجرای تنفس هم نقشی مثل همین ورق آهنی داره.

۲- جلوگیری از ورود غذا به مجرای تنفس: اپی‌گلوت (برچاکنای) بخش ابتدایی حنجره است که مثل یک درپوش عمل می‌کند. در فصل دوم خواندیم که در فرایند بلع، اپی‌گلوت به سمت پایین حرکت می‌کند و راه نای را می‌بندد در نتیجه، غذا وارد مجرای تنفسی نمی‌شود.

شکل مقابل، یه شکل خارج از کتابه و نیازی نیست زیاد درگیرش بشین، اما ساختار حنجره و به خصوص اپی‌گلوت رو خیلی خوب نشون میده. اگه به نمای پشتی نگاه کنین، اپی‌گلوت خیلی خوب مشخص است. دقیقاً مثل کاپوت ماشین هست که وقتی پایین بیاد، روی حنجره رو می‌پوشونه و راه نای بسته میشه.



حنجره

جمع‌بندی

انعکاس‌های دستگاه گوارش و تنفس

نام فرایند	تغییر و هدف			
	زبان کوچک	اپی‌گلوت	دهانهٔ حنجره	بندارهٔ ابتدای مری
بلع	**بالا** بستن راه بینی	**پایین** بستن راه نای	**بالا** بستن راه نای	**استراحت** باز شدن راه مری
استفراغ	**بالا** بستن راه بینی	**پایین** بستن راه نای	**بالا** بستن راه نای	**استراحت** باز شدن راه مری
سرفه	**بالا** بستن راه بینی	**بالا** باز شدن راه نای	**پایین** باز شدن راه نای	**انقباض** بستن راه مری
عطسه	**پایین** باز شدن راه بینی	**بالا** باز شدن راه نای	**پایین** باز شدن راه نای	**انقباض** بستن راه مری

نکته همان‌طور که در جدول می‌بینید، نحوهٔ تغییر ساختارهای ذکر شده در فرایند بلع و استفراغ کاملاً مشابه است. در این دو فرایند، راه بینی و نای بسته می‌شود و راه مری باز می‌شود.

نکته فرایند سرفه و عطسه، فقط از نظر نحوهٔ تغییر زبان کوچک با هم فرق دارند. در سرفه، هوا فقط از راه دهان خارج می‌شود و به همین دلیل، راه بینی باید بسته باشد. در عطسه، هوا هم از راه دهان خارج می‌شود و هم از راه بینی، در نتیجه، در عطسه راه بینی هم باز می‌شود. در هر دو فرایند، راه نای باید باز باشد و راه مری، بسته.

نکته فرایند عطسه، کاملاً برعکس بلع و استفراغ است. فرایند سرفه نیز فقط از نظر تغییر زبان کوچک با استفراغ و بلع یکسان است.

علاوه بر این دو کار، حنجره در **تکلم** نیز نقش دارد. تارهای صوتی در حنجره قرار دارند و **محل صداسازی** می‌باشند. در ارتباط با تکلم، در ادامهٔ فصل صحبت می‌کنیم.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ــ فصل ۱ یازدهم] مصرف تنباکو، با سرطان دهان، حنجره و شش ارتباط مستقیم دارد.

شکل «حلق و حنجره»

- ✓ حلق مشابه یک چهارراه است که با بینی، دهان، نای و مری در ارتباط است.
- ✓ مری در پشت نای قرار دارد و قطر حفرهٔ مری کم‌تر از قطر نای می‌باشد.
- ✓ در حنجره، دو پردهٔ صوتی وجود دارد.
- ✓ اگر به رنگ اپی‌گلوت و غضروف‌های نای دقت کنید، می‌بینید که هم‌رنگ هستند. این موضوع نشان می‌دهد که اپی‌گلوت نیز دارای ساختار غضروفی است.
- ✓ بین حفرهٔ بینی و حفرهٔ دهان، قسمتی وجود دارد که این دو حفره را جدا می‌کند؛ [به این بخش کام می‌گویند.] در قسمت جلو، این بخش استخوانی است و در قسمت عقب، فاقد استخوان است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

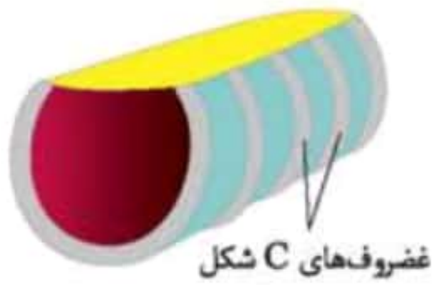
خب از این‌جا به بعد، هوا وارد نای میشه و مسیر خودش رو در دستگاه تنفس ادامه میده. راجع به ادامهٔ مسیر هوا در دستگاه تنفس، در درسنامهٔ بعدی صحبت می‌کنیم.

درسنامهٔ ۴ نای، نایژه و نایژک

نای

دیوارهٔ نای، **حلقه‌های غضروفی** شبیه به **نعل اسب** یا **حرف C** دارد که مجرای نای را همیشه باز نگه می‌دارند.

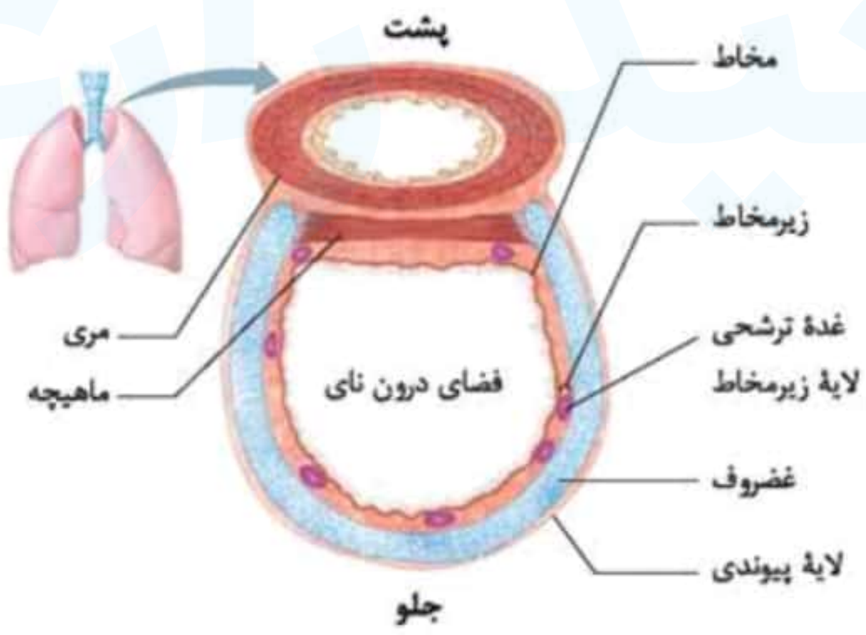
همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید، در بخشی از نای (بخش زردرنگ)، غضروف وجود ندارد. این بخش، **دهانهٔ غضروف C شکل** نای است و به سمت مری قرار دارد. نبودن غضروف در این بخش باعث می‌شود که انقباض‌های ماهیچه‌های مری به آسانی انجام شود؛ در نتیجه، انقباضات کرمی‌شکل مری و حرکت رو به جلوی تودهٔ غذا بدون مشکل انجام می‌شود.



شکل «حلقه‌های غضروفی نای»

- ✓ حلقه‌های غضروفی نای به صورت C شکل در دیوارهٔ نای قرار دارند.
- ✓ حلقه‌های غضروفی نای با فاصله از یکدیگر قرار می‌گیرند و چسبیده به هم نیستند.
- ✓ به دلیل وجود حلقه‌های غضروفی، بخش جلویی نای نسبت به بخش عقبی آن، دیوارهٔ ناصافی دارد که دارای برجستگی می‌باشد.

خب حالا می‌خوایم یه بررسی دقیق‌تر داشته باشیم روی ساختار دیوارهٔ نای که در متن چیزی راجع بهش گفته نشده، ولی در شکل کتاب مشخصه.



دیوارهٔ نای مثل دیوارهٔ لولهٔ گوارش دارای چهار لایه است. ترتیب لایه‌های دیوارهٔ نای نیز مشابه دیوارهٔ لولهٔ گوارش است. لایه‌ها از داخل به خارج، به ترتیب عبارتند از:

۱- **لایهٔ مخاطی:** که دارای **بافت پوششی استوانه‌ای** است. گروهی از سلول‌های استوانه‌ای نای، **مژک‌دار** هستند. هم‌چنین در مخاط نای، **سلول‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی** وجود دارد.

۲- **لایهٔ زیرمخاطی:** که **بافت پیوندی سست** دارد. در بافت پیوندی سست لایهٔ زیرمخاط، **رگ‌های خونی و اعصاب** وجود دارند. هم‌چنین در این لایه، **غده‌های ترشح‌کننده** نیز وجود دارند.

۳- **لایهٔ غضروفی ـ ماهیچه‌ای:** که باعث استحکام و در عین‌حال انعطاف‌پذیری نای می‌شود. در این لایه، غضروف به صورت یک حلقهٔ C شکل در بخش جلویی قرار دارد و در قسمت پشتی نای، در محل اتصال نای و مری، ماهیچه وجود دارد.

نکته ضخیم‌ترین لایهٔ دیوارهٔ نای، لایهٔ غضروفی ـ ماهیچه‌ای است.

نکته غضروف، در ایجاد استحکام دیواره نقش دارد و انعطاف‌پذیری دیواره، ناشی از ماهیچه است.

نکته در نایژهٔ اصلی، در این لایه غضروف کامل وجود دارد، در نایژک‌ها، در این لایه فقط ماهیچه وجود دارد.

۴- **لایهٔ پیوندی:** که خارجی‌ترین لایهٔ نای می‌باشد و بافت پیوندی دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

@jmarket.com

شکل «ساختار بافتی دیوارهٔ نای»

- ✓ دیوارهٔ نای مثل دیوارهٔ لولهٔ گوارش دارای چهار لایه است و ترتیب لایه‌ها نیز مشابه دیوارهٔ لولهٔ گوارش است؛ با این تفاوت که در لولهٔ گوارش غضروف وجود ندارد.
- ✓ سلول‌های ترشحی هم در لایهٔ مخاطی وجود دارند و هم در لایهٔ زیرمخاطی. غده‌های ترشحی لایهٔ زیرمخاطی به صورت پراکنده و مشخص در بین بافت پیوندی لایهٔ زیرمخاطی پراکنده شده‌اند.
- ✓ بافت پیوندی لایهٔ خارجی نای، در قسمت عقب به بافت پیوندی لایهٔ بیرونی مری می‌پیوندد.
- ✓ لایهٔ غضروفی ـ ماهیچه‌ای نای توسط لایهٔ بیرونی مری از لایهٔ ماهیچه‌ای مری جدا می‌شود.
- ✓ ضخیم‌ترین لایهٔ دیواره‌ی نای، لایهٔ غضروفی ـ ماهیچه‌ای است و باریک‌ترین لایه، لایهٔ مخاطی است.
- ✓ ضخامت دیوارهٔ مری از ضخامت دیوارهٔ نای بیشتر است. قطر حفرهٔ نای نیز از قطر حفرهٔ مری بیشتر است.

نایژه

وقتی نای وارد قفسهٔ سینه می‌شود، در انتهای خود به دو شاخه تقسیم می‌شود. به این شاخه‌ها، **نایژهٔ اصلی** می‌گویند. هر نایژهٔ اصلی به یک شش وارد می‌شود و در آن‌جا منشعب می‌شود. شاخه‌های باریک‌تر نایژهٔ اصلی، نایژه‌های فرعی را به وجود می‌آورند که باریک‌تر هستند. هم‌زمان با باریک‌تر شدن نایژه‌ها، میزان غضروف نیز کاهش پیدا می‌کند و میزان ماهیچه زیاد می‌شود. در نهایت، انشعابی از نایژه به وجود می‌آید که دیگر غضروف ندارد. از این قسمت به بعد، **نایژک‌ها** وجود دارند.

نکته در ابتدای نایژه، غضروف‌ها به صورت یک **حلقهٔ کامل** قرار می‌گیرند و پس از آن، به صورت **قطعه‌قطعه و نامنظم** وجود دارند.

نکته استحکام نایژهٔ اصلی بیشتر از نای است؛ زیرا تراکم غضروف در دیوارهٔ نایژهٔ اصلی بیشتر است.

نکته هر مجرای تنفسی در شش که غضروف ندارد، نایژک است.

میزان تراکم غضروف: نایژهٔ اصلی > نای > نایژه‌های باریک > نایژک (غضروف ندارد)

میزان تراکم ماهیچه: نایژک > نایژه‌های باریک > نای > نایژهٔ اصلی

انشعابات نای

با حرکت از نایژهٔ اصلی به سمت نایژه‌های باریک‌تر، از میزان غضروف در دیواره کاسته می‌شود. نایژک، غضروف ندارد.

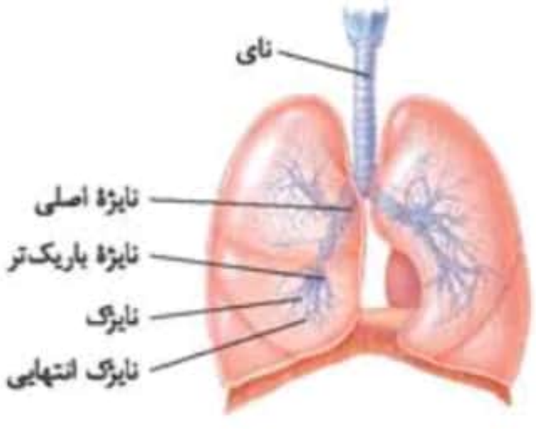
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱ - فصل ۳ یازدهم] در نای، نایژه و هم‌چنین، در محل اتصال استخوان‌ها در مفاصل متحرک، غضروف وجود دارد.

شکل «انشعابات نای»

- ✓ با باریک‌تر شدن مجاری تنفسی، میزان غضروف در دیوارهٔ مجرا کاهش پیدا می‌کند. بنابراین، بیشترین میزان غضروف در نایژهٔ اصلی وجود دارد[1] و کم‌ترین میزان غضروف در باریک‌ترین نایژه.
- ✓ غضروف‌ها در نایژهٔ اصلی به صورت یک حلقهٔ کامل وجود دارند ولی در نایژه‌های باریک‌تر، به صورت قطعه‌قطعه می‌باشند.
- ✓ ضخامت حلقه‌های غضروفی نایژه‌ای اصلی بیشتر از ضخامت نایژه‌های فرعی‌تر می‌باشد.
- ✓ همانند نای، در نایژه‌ها نیز بین حلقه‌های غضروفی فاصله وجود دارد.

نایژک

برخلاف نای و نایژه، که به دلیل داشتن غضروف همیشه باز هستند، نایژک‌ها **توانایی تنگ و گشاد شدن** دارند. در نتیجه، نایژک‌ها نقش مهمی در کنترل (واپایش) میزان هوای ورودی (هوای دمی) یا هوای خروجی (هوای بازدمی) دارند. نایژک‌ها نیز منشعب می‌شوند و به لوله‌های باریک‌تر تقسیم می‌شوند. **نایژک انتهایی**، آخرین انشعاب نایژک در بخش هادی دستگاه تنفس است. در ادامهٔ نایژک انتهایی، **نایژک مبادله‌ای** قرار می‌گیرد که اولین قسمت بخش مبادله‌ای محسوب می‌شود.



نای
↓
نایژهٔ اصلی
↓
نایژهٔ باریک‌تر
↓
نایژک
↓
نایژک انتهایی

[1] نایژهٔ اصلی، اولین حلقهٔ غضروفی کامل است و به همین دلیل، میزان غضروف نایژهٔ اصلی بیشتر از نای است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته باریک‌ترین نایژک که آخرین انشعاب نایژک می‌باشد نایژک مبادله‌ای است ولی آخرین و باریک‌ترین انشعاب نایژک در بخش هادی، نایژک انتهایی است.

نکته در دیوارهٔ نایژه و نایژک، گیرنده‌هایی وجود دارند که در اثر کشیدگی بیش از حد ماهیچه‌های صاف دیواره، تحریک می‌شوند. زمانی‌که شش‌ها بیش از حد پر می‌شوند، این گیرنده‌ها تحریک می‌شوند و پیام حسی به مرکز تنفس در بصل‌النخاع ارسال می‌کنند تا دم متوقف شود.

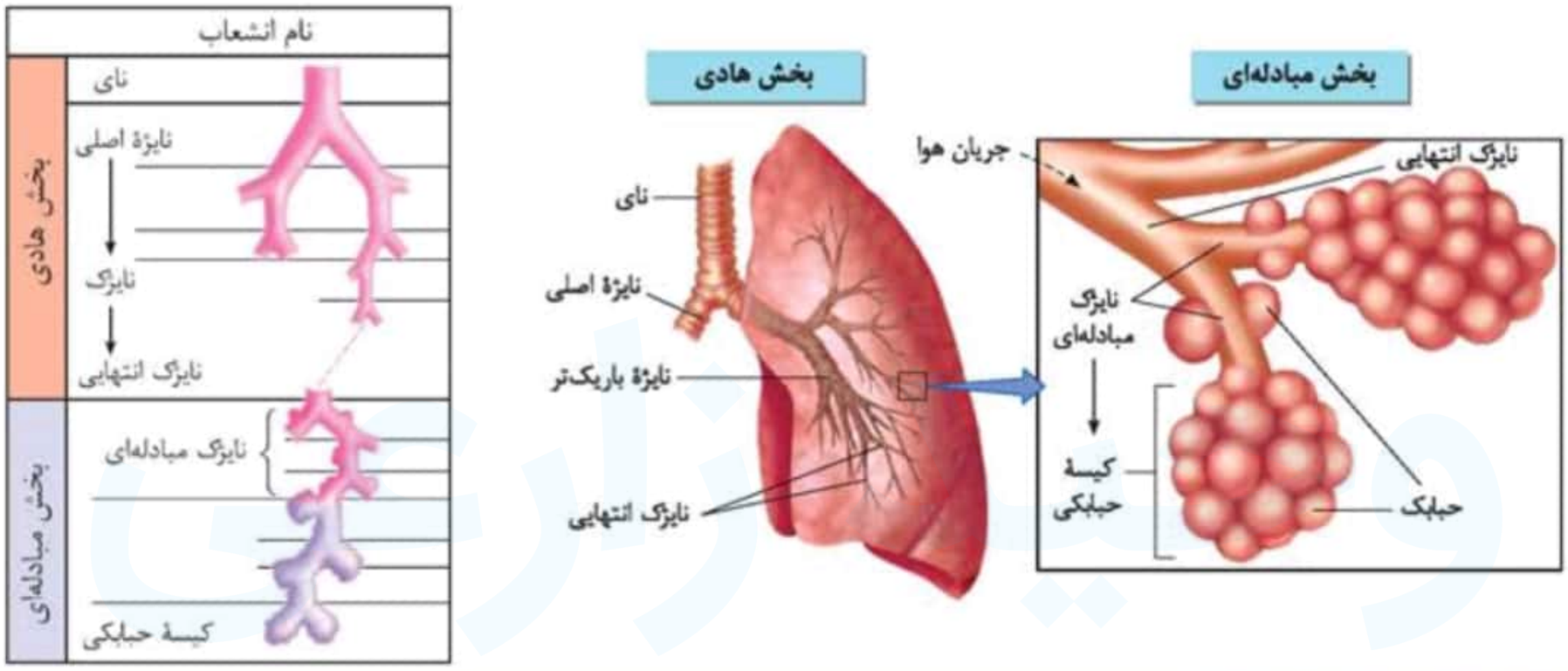
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ - فصل ۴ یازدهم] بخش مرکزی غدهٔ فوق‌کلیه، ساختار عصبی دارد. وقتی که فرد در شرایط تنش‌زا قرار می‌گیرد، این بخش دو هورمون به نام‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین ترشح می‌کند. این هورمون‌ها، ضربان قلب، فشار خون و گلوکز خوناب را افزایش می‌دهند و نایژک‌ها را در شش‌ها باز می‌کنند.

درسنامه ۵ بخش مبادله‌ای دستگاه تنفس

نایژک مبادله‌ای و حبابک

گفتیم که آخرین نایژک بخش هادی، نایژک انتهایی است. وقتی‌که نایژک انتهایی منشعب می‌شود، نایژک مبادله‌ای ایجاد می‌شود. بر روی نایژک‌های مبادله‌ای، **حبابک‌ها** قرار می‌گیرند. حبابک‌ها، که ویژگی بارز بخش مبادله‌ای می‌باشد، در کنار هم جمع می‌شوند و در **انتهای نایژک مبادله‌ای**، ساختاری شبیه به **خوشهٔ انگور** ایجاد می‌کنند. هر یک از خوشه‌ها، یک **کیسهٔ حبابکی** نام دارد.

نکته در شش‌ها، اولین مجرای تنفسی که غضروف ندارد، نایژک است و اولین نایژکی که روی آن حبابک وجود دارد، نایژک مبادله‌ای است.



شکل « بخش مبادله‌ای دستگاه تنفس»

انشعابات نای در شش‌ها

- ✓ نای، کمی پایین‌تر از بالاترین بخش شش به دو نایژهٔ اصلی تقسیم می‌شود و نایژهٔ اصلی نیز با کمی حرکت به سمت پایین، وارد شش می‌شود.
- ✓ درون هر شش، نایژه‌ها به مجاری باریک‌تر تقسیم می‌شوند. نایژه‌های باریک‌تر و نایژک‌ها، در همهٔ قسمت‌های شش می‌توانند قرار بگیرند.
- ✓ شکل، مربوط به شش چپ می‌باشد. در این شکل، فرورفتگی ناشی از محل قرارگیری قلب مشخص است.

بخش مبادله‌ای دستگاه تنفس

- ✓ در انتهای نایژک‌های مبادله‌ای، کیسه‌های حبابکی قرار گرفته‌اند.
- ✓ نایژک‌های مبادله‌ای برخلاف نایژک‌های انتهایی، بر روی خود دارای حبابک می‌باشد.
- ✓ نایژک‌های انتهایی، به مجاری باریک‌تری تقسیم می‌شوند که نایژک مبادله‌ای نام دارند.
- ✓ حبابک‌ها می‌توانند به صورت تکی بر روی نایژک‌های مبادله‌ای قرار بگیرند یا این‌که به صورت تجمعی مشابه خوشهٔ انگور در انتهای نایژک قرار بگیرند.

اجزای بخش مبادله‌ای دستگاه تنفس

- ✓ بخش مبادله‌ای دستگاه تنفس شامل نایژک‌های مبادله‌ای و حبابک‌ها می‌باشد.
- ✓ تعداد حبابک‌های مرتبط با هر نایژک مبادله‌ای، با سایر نایژک‌های مبادله‌ای متفاوت است.
- ✓ خود نایژک‌های مبادله‌ای نیز می‌توانند تقسیم شوند و مجاری باریک‌تری در بخش مبادله‌ای ایجاد کنند.

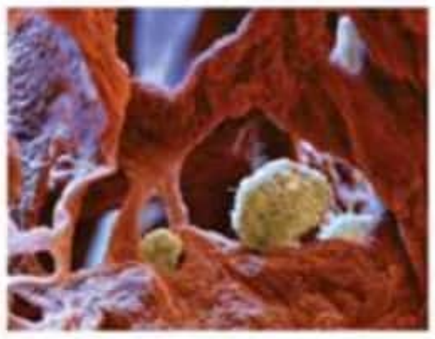
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

پاکسازی هوا در حبابک‌ها

گفتیم که در مجاری تنفسی، پاک‌سازی هوا و جلوگیری از ورود ناخالصی به درون دستگاه تنفس، توسط مخاط مژک‌دار انجام می‌شود. مخاط مژک‌دار از بینی تا نایژک مبادله‌ای وجود دارد، ولی در حبابک دیده نمی‌شود، بنابراین، در حبابک‌ها، روش دیگری برای پاک‌سازی هوا وجود دارد.

نکته در بخش مبادله‌ای، ۲ سازوکار برای پاکسازی هوا وجود دارد: **۱**- مخاط مژک‌دار در نایژک مبادله‌ای و **۲**- ماکروفاژها (درشت‌خوارها) در حبابک‌ها. در حبابک‌ها، لایهٔ مخاطی، سلول ترشح‌کنندهٔ موسین و هم‌چنین مادهٔ مخاطی وجود ندارد.

نکته در ابتدای بینی و در حبابک‌ها، لایهٔ مخاطی و سلول مژک‌دار وجود ندارد. حلق نیز دارای لایهٔ مخاطی است اما سلول مژک‌دار ندارد. سایر قسمت‌های مجاری تنفسی، مخاط مژک‌دار دارند.


ماکروفاژهای مستقر در حبابک‌ها

ماکروفاژها (درشت‌خوارها)، گروهی از **سلول‌های دستگاه ایمنی بدن** هستند. ماکروفاژها، در **کیسه‌های حبابکی شش‌ها** و نیز در **دیگر نقاط بدن** حضور دارند. این سلول‌ها، می‌توانند در **بافت حرکت کنند** و اقدام به **فاگوسیتوز (بیگانه‌خواری)** نمایند در نتیجه، باکتری‌ها و ذرات گرد و غباری که توسط مخاط مژک‌دار به دام نیفتاده‌اند، توسط ماکروفاژها **بلعیده** می‌شوند.

نکته اولین خط دفاع دستگاه تنفس، موهای بینی هستند و آخرین خط دفاع دستگاه تنفس، مربوط به ماکروفاژهای حبابک‌ها می‌باشد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۴ ـ فصل ۲ دهم] در فاگوسیتوز، ذرات خارجی توسط یک واکوئول (کریچه) غذایی و با روش آندوسیتوز (درون‌بری)، وارد سلول می‌شوند. درون سلول، لیزوزوم (کافنده‌تن) به واکوئول غذایی می‌پیوندد و آنزیم‌های خود را به درون آن آزاد می‌کند و واکوئول گوارشی تشکیل می‌شود. آنزیم‌های لیزوزومی، باکتری‌ها و ذرات خارجی را تجزیه می‌کنند و ذرات گوارش‌نیافته نیز توسط واکوئول دفعی به روش اگزوسیتوز (برون‌رانی) از سلول خارج می‌شوند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳ ـ فصل ۴ دهم] سلول‌های سفید خون، سایر سلول‌های دستگاه ایمنی هستند. با مکانیسم‌های دفاعی دستگاه ایمنی، در سال یازدهم آشنا می‌شویم.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ـ فصل ۵ یازدهم] ماکروفاژها (درشت‌خوارها)، در اندام‌های مختلف از جمله گره‌های لنفاوی و حبابک‌ها حضور دارند و با میکروب‌ها مبارزه می‌کنند. یکی دیگر از وظایف درشت‌خوار از بین بردن یاخته‌های مردهٔ بافت‌ها یا بقایای آن‌هاست.

شکل «ماکروفاژها (درشت‌خوارها) در حبابک»

- ✓ کیسه‌های حبابکی، ساختاری اسفنج‌گونه به شش‌ها می‌دهند. بین حبابک‌ها منافذی وجود دارد که ارتباط آن‌ها را برقرار می‌کند.
- ✓ ماکروفاژها، بزرگ‌ترین سلول‌های موجود در حبابک‌ها هستند ولی جزء دیوارهٔ حبابک محسوب نمی‌شوند.
- ✓ ماکروفاژها، برخلاف سلول‌های دیوارهٔ حبابک‌ها، می‌توانند در سطح داخلی حبابک حرکت کنند.
- ✓ تعداد ماکروفاژها در حبابک‌ها کم‌تر از سایر سلول‌های موجود در حبابک می‌باشد.

جمع‌بندی

اجزای دستگاه تنفسی

نام مجرا	نای	نایژه		نایژک	
		اصلی	انشعابات باریک‌تر	اولین نایژک تا نایژک انتهایی	نایژک مبادله‌ای
تعداد	۱	۲	بسیار زیاد	بسیار زیاد	بسیار زیاد
حلقهٔ غضروفی	C شکل	کامل	قطعه قطعه	ندارد	
توانایی تنگ و گشاد شدن	ندارد			دارد	
بخش دستگاه تنفسی	هادی			مبادله‌ای	
حبابک	ندارد			دارد	
مخاط مژک‌دار	دارد				

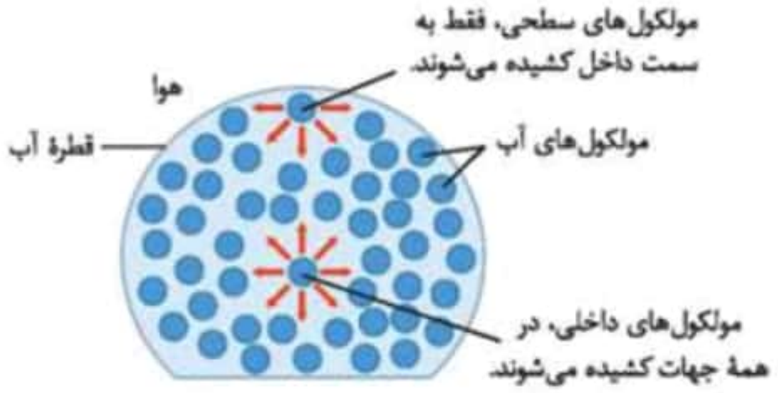
@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

سورفاکتانت (عامل سطح فعال)

در مرحلهٔ دم که هوا می‌خواهد وارد دستگاه تنفس شود، حبابک‌ها باید باز شوند. اما حبابک‌ها برای منبسط‌شدن (افزایش حجم) با مشکلی روبه‌رو هستند. در سطحی از حبابک‌ها که در تماس با هوا می‌باشد، **لایهٔ نازکی از آب** وجود دارد. این لایهٔ نازک آب، با ایجاد **کشش سطحی**، در برابر باز شدن حبابک مقاومت می‌کند.

کشش سطحی چیست؟

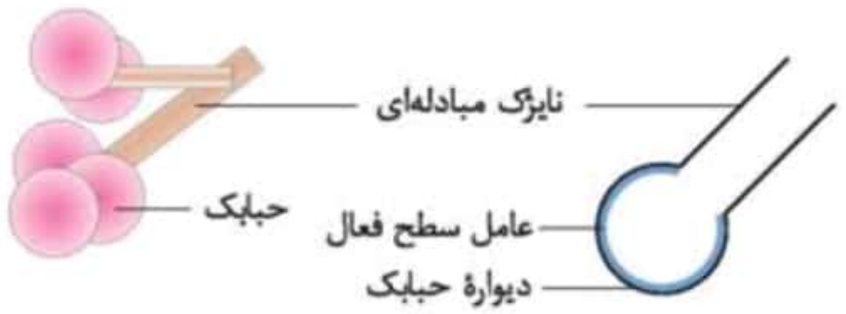
به شکل مقابل نگاه کنین. یه قطرهٔ آب رو می‌بینین که از تعداد زیادی مولکول‌های آب تشکیل شده. طبیعتاً بعضی از مولکول‌های آب در سطح قطره قرار می‌گیرند و بعضی دیگشون، در قسمت‌های میانی قطرهٔ آب. اون مولکول‌هایی که در قسمت‌های میانی هستند، از همهٔ جهات توسط سایر مولکول‌های آب کشیده می‌شن. خب وقتی‌که از همهٔ جهات دارن کشیده می‌شن، یعنی برایند نیرویی که بهشون وارد میشه، صفر هست.



اما مولکول‌هایی که در سطح قطره قرار دارن، فقط به سمت داخل قطره کشیده می‌شن. البته مولکول‌های هوا هم این مولکول‌ها رو می‌کشن، اما کششی که مولکول‌های هوا دارن بسیار ناچیز هست و برای همین توی شکل نشون داده نشده. پس برای مولکول‌های سطحی، برایند نیروها به سمت داخل هست؛ یعنی مولکول‌های سطحی آب، به سمت داخل قطره کشیده می‌شن. خب دیگه بقیش آسونه. وقتی‌که مولکول‌های سطحی می‌خوان به سمت داخل کشیده بشن، یعنی در کل قطرهٔ آب تمایل داره که جمع‌وجورتر بشه و سطحش کم بشه. به همین خاطر، کم‌ترین سطح ممکن رو می‌گیره.

وقتی‌که حبابک می‌خواد باز شه، این مولکول‌های آب هم باید از هم فاصله بگیرن تا سطح آب زیاد بشه. اما نیروهایی که مولکول‌های سطحی آب رو به سمت داخل می‌کشن، در برابر این افزایش سطح، مقاومت می‌کنن. حالا بریم ببینیم که چه جوری این مقاومت شکسته می‌شه.

برای کاهش کشش سطحی، ماده‌ای به‌نام **سورفاکتانت (عامل سطح فعال)** ترشح می‌شود. این ماده را **نوع خاصی** از سلول‌های بافت پوششی حبابک‌ها (سلول‌های نوع دوم) می‌سازند. در نتیجهٔ کاهش کشش سطحی، حبابک‌ها به آسانی باز می‌شوند و تنفس به راحتی انجام می‌شود. ترشح سورفاکتانت از **اواخر دوران جنینی** آغاز می‌شود و به همین دلیل، در نوزادانی که زودهنگام به دنیا آمده‌اند، **مقدار کافی** سورفاکتانت ساخته نمی‌شود و بنابراین، تنفس با **زحمت و سختی** انجام می‌گیرد.



نکته در نوزادانی که زودهنگام به دنیا می‌آیند، **مقدار کمی سورفاکتانت** ترشح می‌شود.

نکته نوزادان زودرس، قادر به تنفس هستند، اما میزان حجم‌های تنفسی در آن‌ها کم‌تر می‌باشد و در نتیجه، تبادل گازها کم‌تر انجام می‌شود.

شکل «سورفاکتانت (عامل سطح فعال) در حبابک‌ها»

انشعابات نای در شش‌ها

- ✓ سورفاکتانت فقط در تمام قسمت‌های سطح داخلی حبابک‌ها ترشح می‌شود. در نایژک‌های مبادله‌ای سورفاکتانت وجود ندارد.
- ✓ هر حبابک، از طریق یک منفذ با یک نایژک مبادله‌ای در ارتباط است. ورود و خروج هوا از طریق این منفذ انجام می‌شود.

درسنامهٔ ۶ تبادل گازها در شش

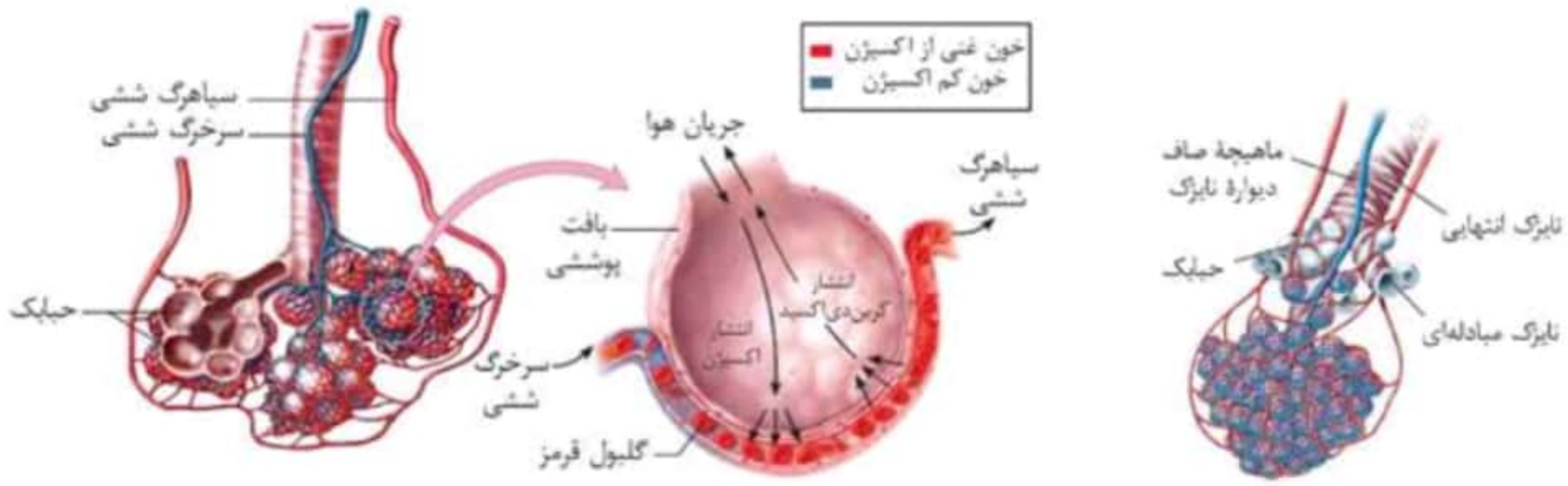
خب از اول فصل گفتیم که دستگاه تنفس واسه این ایجاد شده که اکسیژن و کربن دی‌اکسید مبادله بشن. حالا که با ساختار دستگاه تنفس آشنا شدیم، می‌خوایم ببینیم که چه‌جوری این تبادل انجام میشه.

حبابک‌ها، محل تبادل گازهای تنفسی بین هوا و خون هستند. برای افزایش کارایی تبادل گازها در این محل، سازگاری‌های مخصوصی ایجاد شده است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

مویرگ‌های خونی فراوان

اطراف حبابک‌ها را تعداد زیادی مویرگ خونی احاطه کرده است؛ در نتیجه، تبادلات گازی به راحتی انجام می‌شود.



شکل «مویرگ‌های خونی فراوان در اطراف حبابک‌ها»

- ✓ جهت جریان هوا در حبابک‌های شش انسان، به صورت دوطرفه می‌باشد.
- ✓ شکل مربوط به مرحلهٔ دم می‌باشد؛ زیرا هوا از نایژک مبادله‌ای به حبابک وارد می‌شود.
- ✓ وجود مویرگ‌های خونی فراوان در اطراف حبابک‌ها، ساختاری مشابه تار عنکبوت به آن‌ها داده است.
- ✓ خون تیره توسط سرخرگ ششی وارد شبکهٔ مویرگی می‌شود و خون روشن توسط سیاهرگ ششی خارج می‌شود.

ضخامت کم بافت پوششی

وقتی‌که مولکول‌های گازی وارد حبابک‌ها شدند، باید ابتدا از دیوارهٔ حبابک و سپس از دیوارهٔ مویرگ خونی عبور کنند تا بتوانند وارد جریان خون شوند. هر دو دیواره، **بافت پوششی سنگ‌فرشی یک‌لایه‌ای بسیار نازک** تشکیل شده‌اند؛ در نتیجه، مسافت انتشار گازهای تنفسی بسیار کاهش پیدا کرده است.

اگه یادتون باشه، توی فصل دوم گفتیم که در بافت پوششی سنگ‌فرشی، ارتفاع سلول‌ها از طول اونا کم‌تره. به همین خاطر، ضخامت بافت پوششی سنگ‌فرشی یک‌لایه‌ای خیلی کم است. حالا مثلاً فرض کنین که بافت، چندلایه‌ای بود یا این‌که سلول‌ها، استوانه‌ای بودند. مشخصه که چقدر مسافت انتشار زیادتر می‌شد و زمان خیلی بیشتری برای عبور گازها نیاز می‌بود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۲ دهم] عبور گازهای اکسیژن و کربن دی‌اکسید از غشا، در جهت شیب غلظت و به روش انتشار می‌باشد.

غشای پایهٔ مشترک

در بخش‌های زیادی، بافت پوششی حبابک و مویرگ، هر دو از یک **غشای پایهٔ مشترک** استفاده می‌کنند. در نتیجه، مسافت انتشار گازها، به **حداقل ممکن** رسیده است.

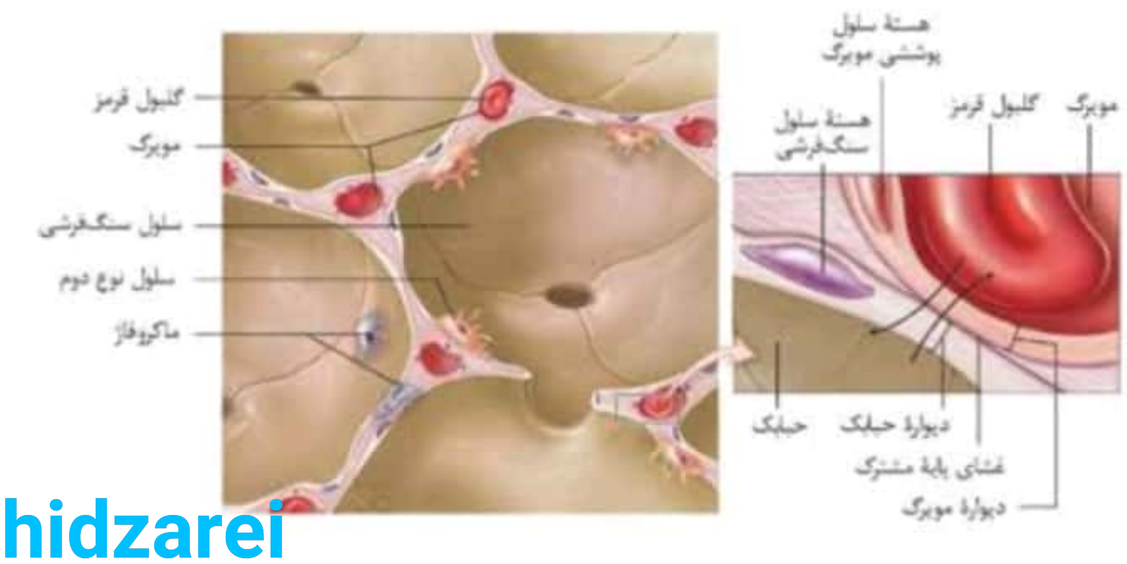
یعنی هر مولکول گازی که داخل حبابک است، از یک سلول پوششی حبابک، یک غشای پایه، و یک سلول پوششی مویرگ عبور می‌کنه تا وارد جریان خون بشه، مسیر برعکسشم برای ورود به حبابک انجام میشه. اگه غشای پایه، مشترک نبود، گازهای تنفسی باید از دو تا غشای پایه عبور می‌کردند.

نکته دقت داشته باشید که در حبابک‌ها، هر جا که مویرگ خونی وجود دارد، غشای پایهٔ مویرگ و حبابک مشترک است. منظور از «بخش‌های زیادی» این است که مویرگ در همه جای حبابک وجود ندارد و برخی از قسمت‌های حبابک، مویرگ ندارند.

شکل بعدی، دیوارهٔ حبابک را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، در ساختار دیواره **دو نوع سلول پوششی** وجود دارد:

۱- اغلب سلول‌های دیواره، سلول‌های **سنگ‌فرشی** هستند؛ این سلول‌ها، در **تبادل گازها** نقش دارند. **۲- سلول‌های نوع دوم**، تعداد **بسیار کم‌تر** و **ظاهر کاملاً متفاوتی** دارند؛ این سلول‌ها، **مسئول ترشح سورفاکتانت** هستند. علاوه بر این، ماکروفاژها نیز مشاهده می‌شوند.

دقت داشته باشید که ماکروفاژها جزء سلول‌های دیوارهٔ حبابک‌ها محسوب نمی‌شوند و سلول‌های دستگاه ایمنی می‌باشند.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۳ ـ فصل ۵ یازدهم] آنفلوانزای پرندگان را ویروسی پدید می‌آورد که می‌تواند سایر گونه‌ها، از جمله انسان را نیز آلوده کند. این ویروس به شش‌ها حمله می‌کند و سبب می‌شود دستگاه ایمنی بیش از حد معمول فعالیت کند. بدین‌ترتیب، به تولید انبوه و بیش از اندازهٔ لنفوسیت‌های T می‌انجامد. در شش‌ها، لنفوسیت‌های T با حمله به یاخته‌های خودی، باعث نابودی آن‌ها می‌شوند. در نتیجه، در عملکرد طبیعی فرد اختلال ایجاد می‌شود و فرد دچار مشکلات جدی می‌شود که ممکن است به مرگ بی‌انجامند.

شکل «تبادل گازهای تنفسی بین خون و هوا»

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۲ ـ فصل ۴ دهم] شش‌ها مویرگ پیوسته دارند. در مویرگ‌های پیوسته، دیوارهٔ مویرگ فاقد منفذ است ولی شکاف‌های بین‌سلولی وجود دارد.

✓ سلول‌های پوششی سنگ‌فرشی دیوارهٔ حبابک‌ها نسبت به سلول‌های پوششی سنگ‌فرشی دیوارهٔ مویرگ‌ها، اندازه و هستهٔ بزرگ‌تری دارند.

✓ دیوارهٔ حبابک‌ها و دیوارهٔ مویرگ‌ها، از بافت پوششی سنگ‌فرشی یک‌لایه‌ای تشکیل شده است. بین دیوارهٔ حبابک و دیوارهٔ مویرگ، فقط یک غشای پایه وجود دارد. در نتیجه، مسافت انتقال گازها، به حداقل ممکن رسیده است.

شکل «دیوارهٔ حبابک‌ها»

✓ در هر حبابک، ۳ نوع سلول می‌توان مشاهده کرد: سلول‌های سنگ‌فرشی که فراوان‌ترین سلول‌ها هستند، سلول‌های نوع دوم که ظاهری کاملاً متفاوت دارند و کم‌ترین سلول‌های دیواره‌ی حبابک می‌باشند؛ این سلول‌ها، سورفاکتانت (عامل سطح فعال) را می‌سازند. ماکروفاژها (درشت‌خوارها) نیز سلول‌های موجود در حبابک‌ها می‌باشند که کم‌ترین تعداد در حبابک‌ها را دارند ولی جزء دیواره‌ی حبابک‌ها محسوب نمی‌شوند.

✓ هر مویرگ خونی حبابک‌ها، می‌تواند بین چند حبابک مشترک باشد. در نتیجه، در هر مویرگ به صورت هم‌زمان تبادل گازها با چند حبابک انجام می‌شود.

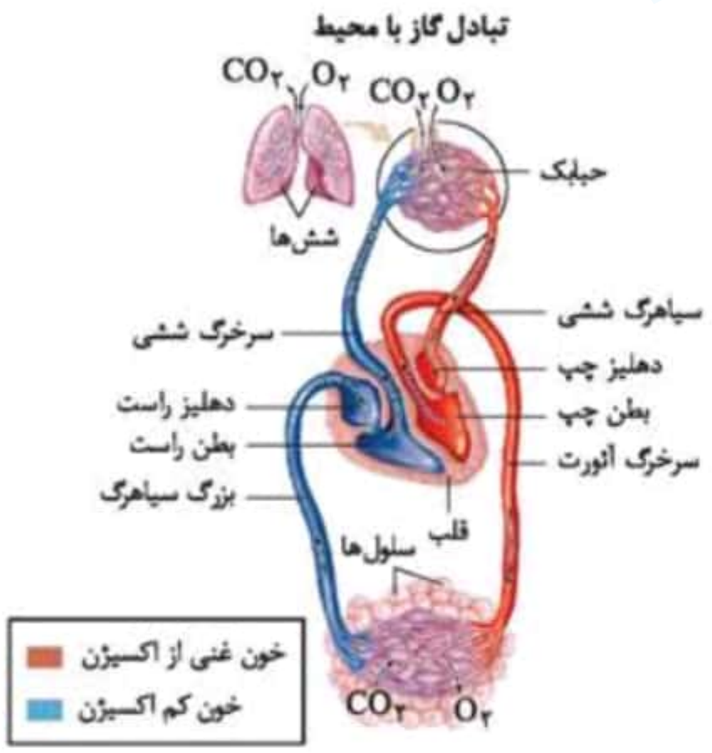
✓ سلول‌های سنگ‌فرشی حبابک‌ها نسبت به سلول‌های نوع دوم حبابک‌ها، اندازهٔ بزرگ‌تری دارند اما نسبت به ماکروفاژها، کوچک‌تر هستند.

✓ بین حبابک‌ها منافذی وجود دارد که باعث می‌شود حبابک‌های مجاور بتوانند با یکدیگر در ارتباط باشند.

درسنامهٔ ۷ انتقال گازهای تنفسی در خون

گفتیم که دستگاه گردش خون، خون تیره دارای مقدار زیاد CO_2 را از اندام‌ها به شش می‌برد و سپس خون روشن دارای مقدار زیاد O_2 را به اندام‌ها منتقل می‌کند. بنابراین، اکسیژن و کربن دی‌اکسید، پس از آن‌که وارد جریان خون شدند، لازم است که توسط خون حمل شوند.

با ویژگی‌های بافت خون، به‌طور کامل در فصل آینده آشنا می‌شید. در این‌جا به مقدمه‌ای از ویژگی‌های بافت خون و گلبول‌های قرمز می‌گیم تا برسیم به انتقال گازهای تنفسی در خون.



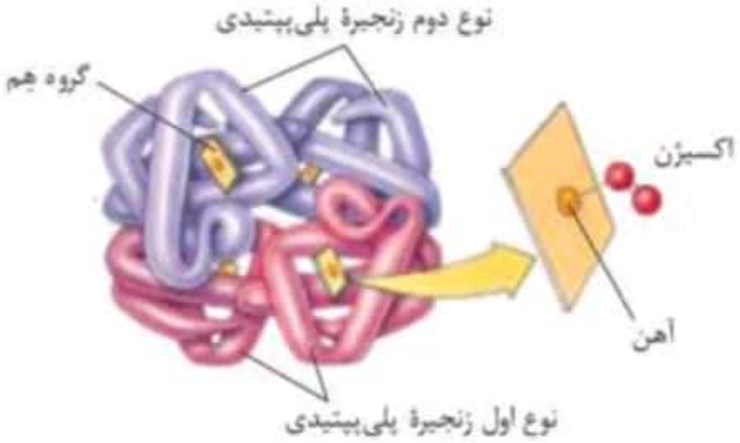
تنفس سلولی

خون

خون، **نوعی بافت پیوندی** است که در رگ‌های خونی جریان دارد و دارای دو بخش است: **پلاسما (خوناب)** که حالت مایع دارد و **بخش سلولی** که شامل گلبول (گویچهٔ) قرمز، گلبول سفید و پلاکت (گرده) می‌باشد. معمولاً در فرد سالم، **۵۵ درصد حجم خون** را پلاسما تشکیل می‌دهد. **بخش عمدهٔ پلاسما نیز آب** می‌باشد و در آن مواد مختلفی مثل پروتئین‌ها، یون‌ها، مواد غذایی و مواد دفعی حل شده‌اند.

در بخش سلولی خون، **گلبول‌های قرمز** وجود دارند که نقش اصلی آن‌ها، **انتقال گازهای تنفسی** در خون می‌باشد. گلبول‌های قرمز، هسته و بیشتر اندامک‌های خود را از دست می‌دهند و به‌جای آن‌ها، سیتوپلاسم سرشار از **هموگلوبین** دارند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی



هموگلوبین: یک مولکول **پروتئینی** است که از چهار رشتهٔ پلی‌پپتیدی تشکیل شده است. هر رشتهٔ پروتئینی، **یک بخش غیرپروتئینی** به نام **هِم** دارد. در بخش هِم، **یک اتم آهن** وجود دارد که می‌تواند به‌طور **برگشت‌پذیر**، به مولکول اکسیژن متصل شود؛ این برگشت‌پذیر بودن یعنی این‌که اگر غلظت اکسیژن در اطراف هموگلوبین زیاد باشد، اکسیژن به اتم آهن متصل می‌شود و در بخشی که غلظت اکسیژن اطراف هموگلوبین کم باشد، اکسیژن از اتم آهن جدا می‌شود. کربن دی‌اکسید نیز می‌تواند به **زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی** هموگلوبین متصل شود، اما به گروه هِم متصل نمی‌شود.

نکته در ساختار هموگلوبین، دو نوع رشتهٔ پلی‌پپتیدی وجود دارد. از هر نوع رشتهٔ پلی‌پپتیدی نیز دو عدد وجود دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳ ـ فصل ۴ دهم] پروتئین گلوبین، بخش پروتئینی هموگلوبین را تشکیل می‌دهد و گروه هِم، بخش غیر پروتئینی آن.

انتقال گازهای تنفسی در خون

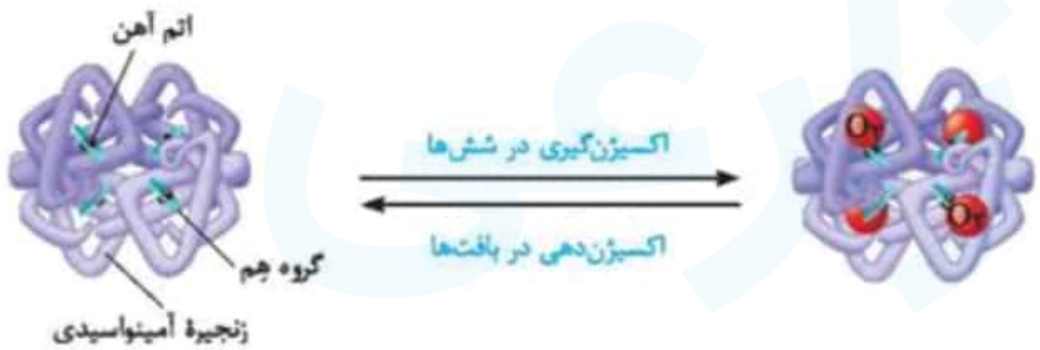
در دمای بدن، انحلال‌پذیری اکسیژن و کربن دی‌اکسید در پلاسما (خوناب) بسیار کم است. فقط ۳ درصد از اکسیژن و ۷ درصد از کربن دی‌اکسید حمل‌شده در خون، به صورت محلول در خوناب است بنابراین، روش‌های دیگری نیز برای انتقال گازهای تنفسی لازم است.

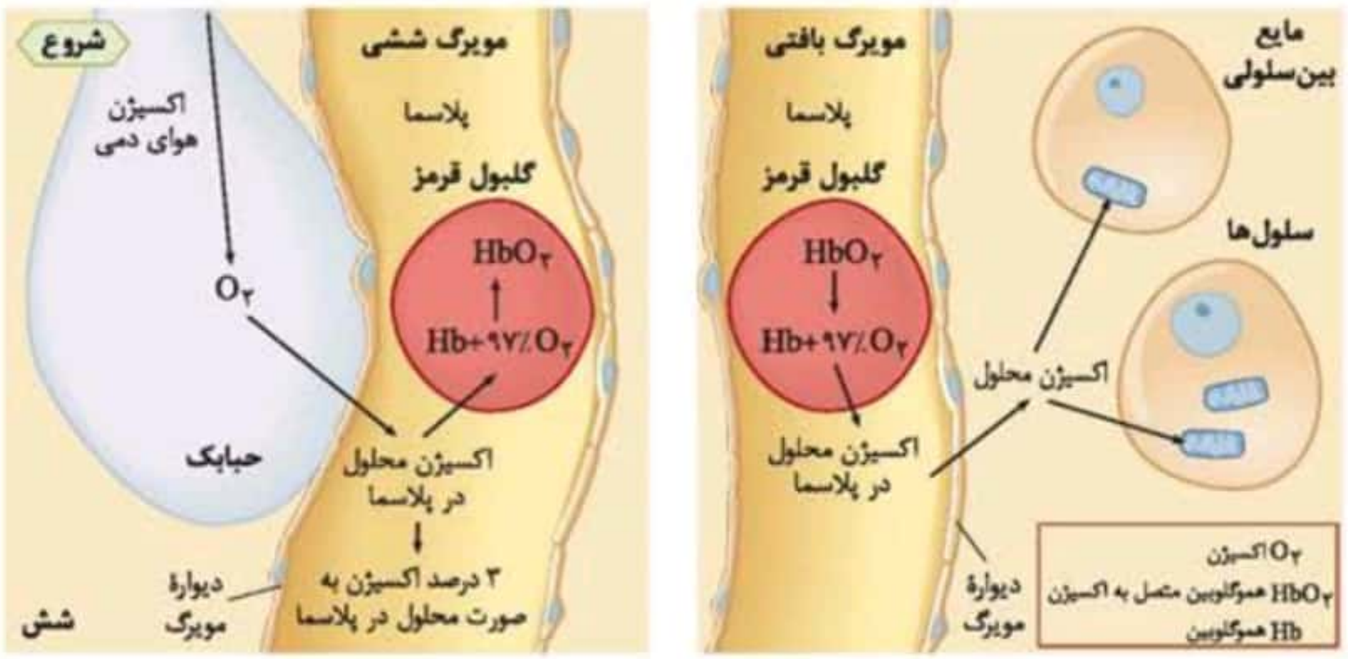
❑ اکسیژن

انتقال اکسیژن در خون، با ۲ روش انجام می‌شود:

۱- محلول در پلاسما: ۳ درصد از اکسیژن، به صورت محلول در پلاسما منتقل می‌شود.

۲- از طریق هموگلوبین: همان‌طور که گفتیم، اتم آهن در گروه هِم، می‌تواند به اکسیژن متصل شود. هر هموگلوبین، چهار گروه هِم و در نتیجه، چهار اتم آهن دارد بنابراین، هر مولکول هموگلوبین، می‌تواند به ۴ مولکول اکسیژن متصل شود. اتصال یا عدم اتصال اکسیژن به هموگلوبین، به **غلظت اکسیژن در اطراف هموگلوبین** بستگی دارد. در خونِ مویرگ ششی، که غلظت اکسیژن زیاد است، اکسیژن به هموگلوبین می‌پیوندد. در مقابل، در خونِ داخل مویرگ بافت‌ها، که اکسیژن توسط سلول‌ها مصرف می‌شود و غلظت آن کاهش می‌یابد، اکسیژن از هموگلوبین جدا می‌شود و وارد مایع بین‌سلولی (بین‌یاخته‌ای) می‌شود تا در نهایت، وارد سلول شود. اکسیژن در سلول، در تنفس سلولی مصرف می‌شود و کربن دی‌اکسید، تولید می‌شود. شکل زیر، خلاصهٔ فرایند انتقال اکسیژن در خون را نشان می‌دهد.





شکل «هموگلوبین»

- ✓ هموگلوبین، پروتئینی است که از چهار رشتهٔ پلی‌پپتیدی تشکیل شده است.
- ✓ رشته‌های پلی‌پپتیدی هموگلوبین از دو نوع می‌باشند و دو به دو با هم مشابه هستند.
- ✓ در بخشی از هر رشتهٔ پلی‌پپتیدی، یک بخش غیرپروتئینی به‌نام گروه هِم وجود دارد. در مرکز گروه هِم، اتم آهن وجود دارد. اتم آهن محل اتصال اکسیژن به هموگلوبین می‌باشد.
- ✓ هر مولکول هموگلوبین، چهار گروه هِم و در نتیجه، چهار اتم آهن دارد. بنابراین، می‌تواند به چهار مولکول اکسیژن (۸ اتم اکسیژن) متصل شود و آن‌ها را حمل کند. محل اتصال کربن مونوکسید نیز اتم آهن می‌باشد ولی کربن دی‌اکسید به رشتهٔ پلی‌پپتیدی متصل می‌شود نه اتم آهن.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

☐ کربن دی‌اکسید

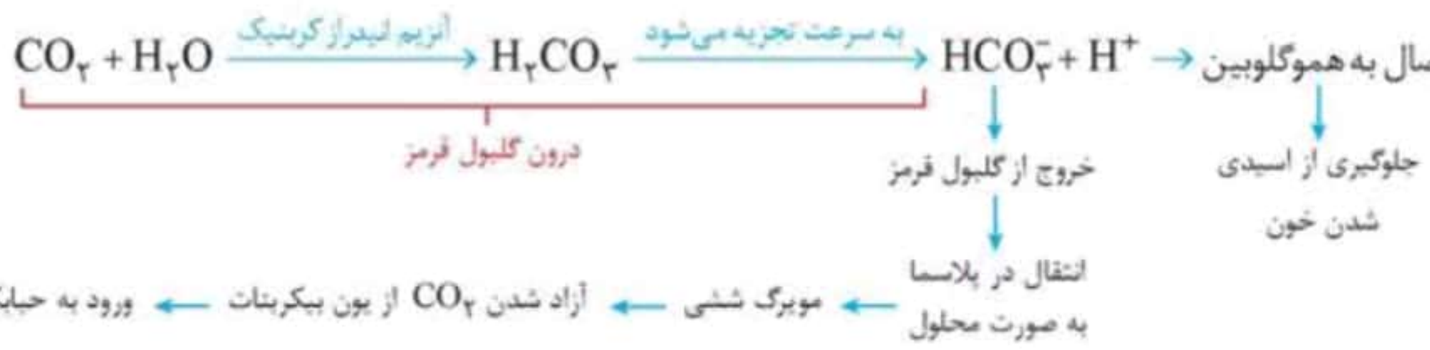
انتقال کربن دی‌اکسید در خون، با ۳ روش انجام می‌شود:

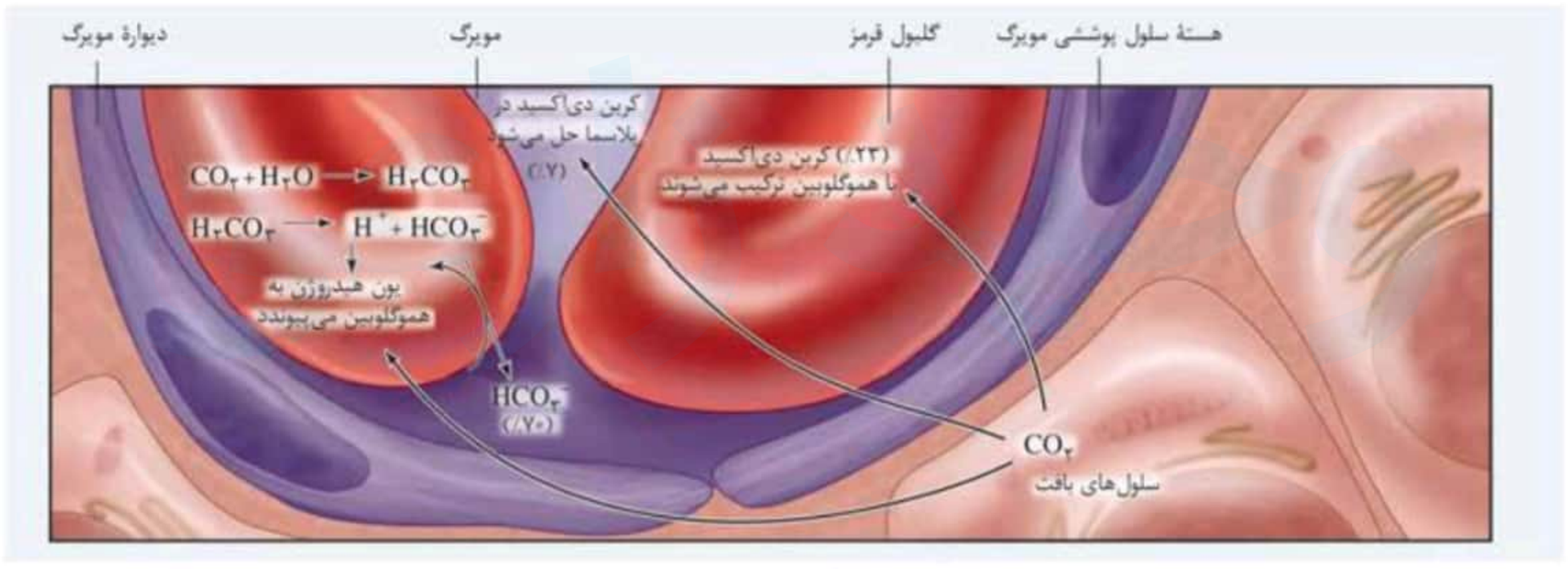
۱- محلول در پلاسما: ۷ درصد از کربن دی‌اکسید، به صورت محلول در پلاسما منتقل می‌شود.

۲- از طریق هموگلوبین: ۲۳ درصد از کربن دی‌اکسید، به هموگلوبین متصل می‌شود و توسط آن، در خون جابه‌جا می‌شود. پیوستن یا گسستن کربن دی‌اکسید به هموگلوبین **وابسته به غلظت آن** است.

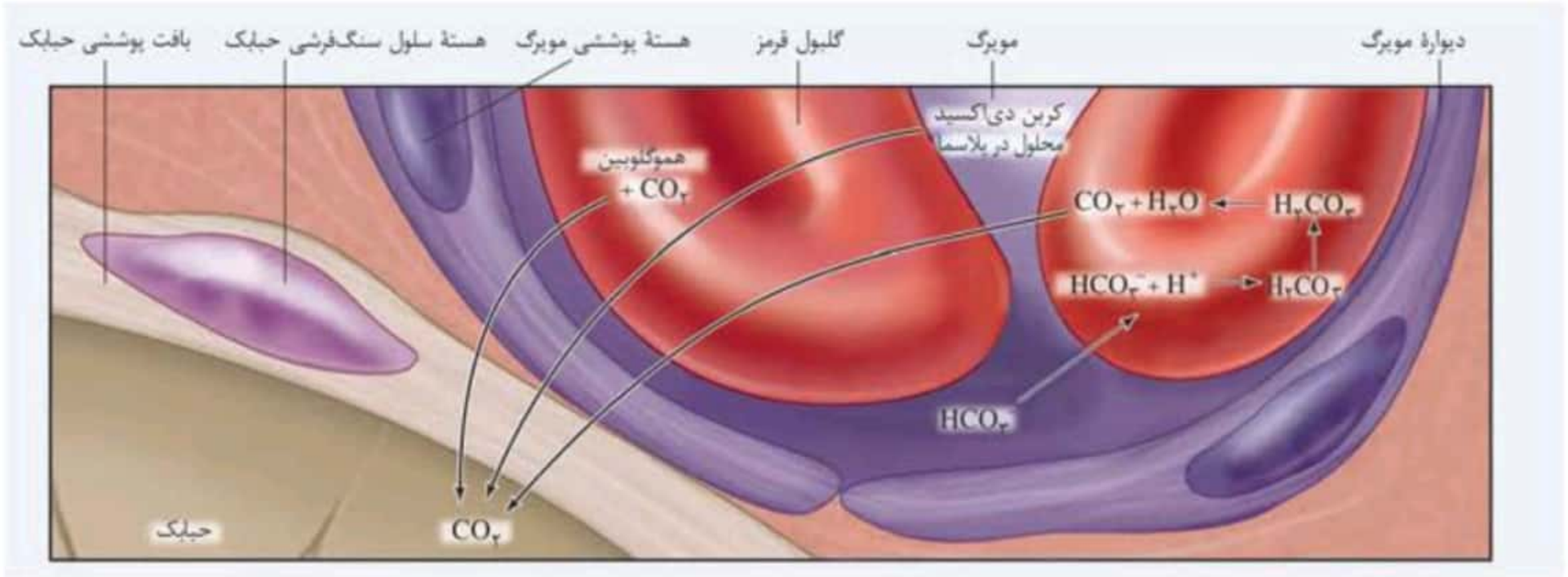
نکته نقش اصلی هموگلوبین، انتقال اکسیژن می‌باشد و در انتقال کربن دی‌اکسید، نقش کم‌تری دارد.

۳- به صورت یون بیکربنات: ۷۰ درصد کربن دی‌اکسید به صورت یون بیکربنات حمل می‌شود. در ابتدای فصل گفتیم که در نتیجهٔ ترکیب دی‌اکسید کربن و آب، کربنیک اسید (H_2CO_3) ایجاد می‌شود. این واکنش، **درون گلبول قرمز** و توسط **آنزیم کربنیک انیدراز** انجام می‌شود. کربنیک اسید، یک اسید **ناپایدار** می‌باشد و به سرعت به یون بیکربنات (HCO_3^-) و هیدروژن (H^+) تجزیه می‌شود. یون هیدروژن به هموگلوبین متصل می‌شود و در نتیجه، هموگلوبین مانع اسیدی‌شدن خون می‌شود. یون بیکربنات از گلبول قرمز خارج می‌شود و به صورت محلول در پلاسما، به سمت شش‌ها می‌رود. در مویرگ ششی، کربن دی‌اکسید از ترکیب یون بیکربنات آزاد می‌شود و به هوا منتشر می‌شود.





دریافت کربن دی‌اکسید در بافت

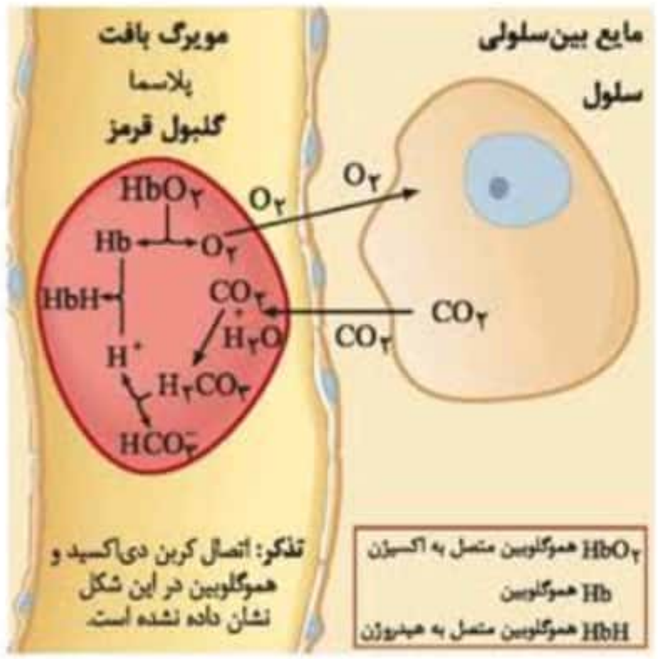


آزاد شدن کربن دی‌اکسید در شش

نکته ۷ درصد CO_2، با انحلال فیزیکی در آب پلاسما حمل می‌شود؛ یعنی به صورت مولکول‌های گازی محلول در پلاسما. ۷۰ درصد CO_2، با انحلال شیمیایی در آب حمل می‌شود؛ یعنی CO_2 با آب واکنش می‌دهد و سپس، به صورت یون بیکربنات حمل می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱ ـ فصل ۷ دهم] گیاهان نیز می‌توانند CO_2 را به صورت یون بیکربنات جذب کنند. جذب بیکربنات، در برگ و ریشه انجام می‌شود.



نکته گلبول قرمز، در **انتقال بخش عمدهٔ کربن دی‌اکسید نقش دارد.** برای انتقال ۹۳ درصد از کربن دی‌اکسید، وجود گلبول قرمز ضروری است؛ ۲۳ درصد از کربن دی‌اکسید، به صورت ترکیب با هموگلوبین منتقل می‌شود و ۷۰ درصد از کربن دی‌اکسید نیز توسط آنزیم انیدراز کربنیک موجود در گلبول قرمز به یون بیکربنات تبدیل می‌شود. البته باز هم نقش گلبول قرمز در انتقال اکسیژن با جابه‌جایی ۹۷ درصد اکسیژن، بیشتر است. دقت داشته باشید که هموگلوبین (نه گلبول قرمز) در انتقال کربن دی‌اکسید نقش کمی دارد ولی در انتقال اکسیژن، نقش اصلی را دارد.

نکته اگر یون هیدروژن به هموگلوبین متصل نمی‌شد، pH خون به سرعت کاهش پیدا می‌کرد و در نتیجه، اختلال در ساختار پروتئین‌ها باعث نقص عملکرد سلول‌ها و بافت‌ها می‌شد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳ ـ فصل ۴ دهم] گلوبولین‌ها و هموگلوبین، با انتقال یون‌ها در خون، در تنظیم pH خون مؤثر هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ ـ فصل ۲ دهم] ترشح بیکربنات توسط سلول‌های غدد بزاقی، سلول‌های پوششی سطحی معده، سلول‌های پوششی رودهٔ باریک، سلول‌های پانکراس و هم‌چنین، بیکربنات موجود در صفرا، به خنثی کردن pH اسیدی مواد در لولهٔ گوارش کمک می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ـ فصل ۵ دهم] تغییر در میزان دفع بیکربنات و هیدروژن در کلیه، از راه‌های تنظیم اسید ـ باز محیط داخلی است.

شکل بالا، نقش گلبول قرمز در انتقال اکسیژن، کربن دی‌اکسید و هم‌چنین جلوگیری از اسیدی شدن خون را نشان می‌دهد.

جمع‌بندی

انتقال گازهای تنفسی

نام گاز		اکسیژن	کربن دی‌اکسید
گلبول قرمز	هموگلوبین	۹۷ درصد	۲۳ درصد
	انیدراز کربنیک	صفر درصد	۷۰ درصد (به دلیل نقش در واکنش تولید کربنیک اسید)
	مجموع	۹۷ درصد	۹۳ درصد
توضیح		گلبول قرمز، باکمک هموگلوبین نقش اصلی را در انتقال اکسیژن دارد.	هموگلوبین، نقش زیادی در انتقال CO_2 ندارد اما گلبول قرمز با داشتن هموگلوبین و انیدراز کربنیک، نقش اصلی را در انتقال CO_2 دارد.

تأثیر تغییر شدت تنفس سلولی بر میزان تولید و مصرف مواد

افزایش میزان تنفس سلولی											
نام ماده	گلوکز	اکسیژن	فسفات	ADP	کربن دی‌اکسید	آب	ATP	کربنیک اسید	بیکربنات	یون هیدروژن	فعالیت کربنیک انیدراز
مصرف/تولید	افزایش میزان مصرف				افزایش میزان تولید						افزایش فعالیت
مقدار	کاهش مقدار در سیتوپلاسم				افزایش مقدار						

افزایش میزان تنفس سلولی											
نام ماده	گلوکز	اکسیژن	فسفات	ADP	کربن دی‌اکسید	آب	ATP	کربنیک اسید	بیکربنات	یون هیدروژن	فعالیت کربنیک انیدراز
مصرف/تولید	کاهش میزان مصرف				کاهش میزان تولید						کاهش فعالیت
مقدار	افزایش مقدار در سیتوپلاسم				کاهش مقدار						

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

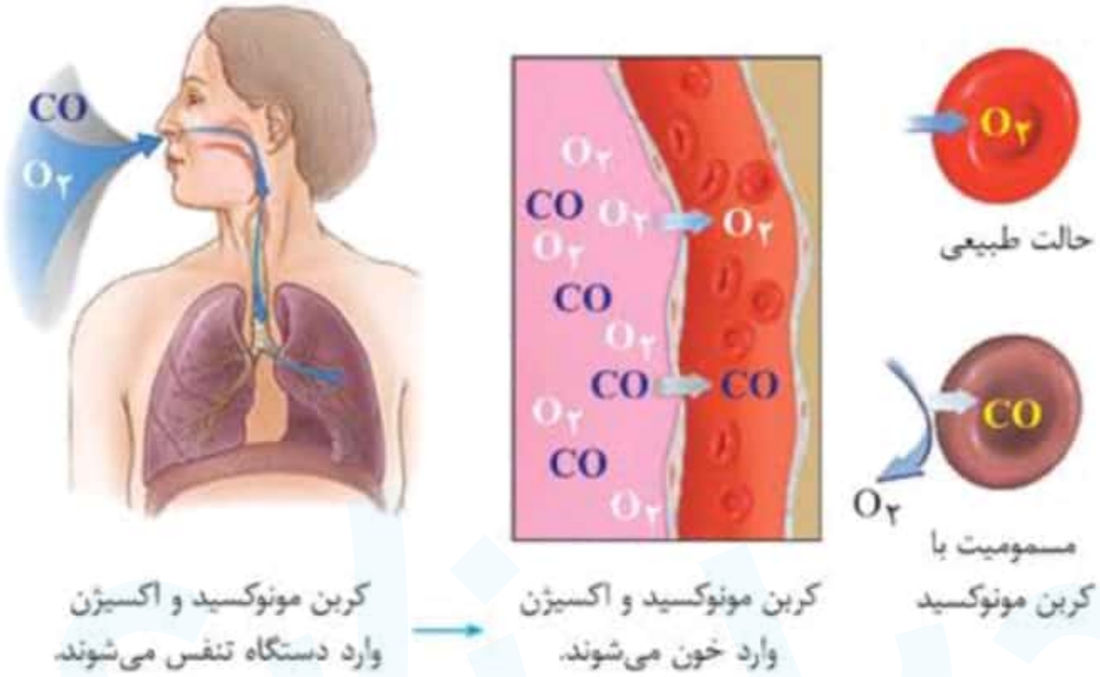
کربن مونوکسید، قاتل خاموش

وقتی کربن مونوکسید در هوا موجود باشد و وارد جریان خون شود، به دو دلیل ظرفیت حمل اکسیژن در خون کاهش پیدا می‌کند:

۱- توانایی بیشتر کربن مونوکسید برای اتصال به هموگلوبین: اکسیژن و کربن مونوکسید، هر دو می‌توانند به گروه هِم در هموگلوبین متصل شوند. اگر در محیط اطراف هموگلوبین هم کربن مونوکسید و هم اکسیژن وجود داشته باشد، هموگلوبین به کربن مونوکسید متصل می‌شود. در واقع، در رقابتی که بین اکسیژن و کربن مونوکسید برای اتصال به هموگلوبین شکل می‌گیرد، کربن مونوکسید پیروز می‌شود.

۲- اتصال محکم کربن مونوکسید و هموگلوبین: وقتی در مویرگ ششی، اکسیژن به هموگلوبین متصل می‌شود، در مجاورت بافت‌ها به راحتی از هموگلوبین جدا شده و وارد سلول‌ها می‌شود اما وقتی‌که کربن مونوکسید به گروه هِم متصل شد، به آسانی جدا نمی‌شود. در نتیجه، گروه هِم اشغال می‌شود و دیگر نمی‌تواند به اکسیژن متصل شود.

کاهش ظرفیت حمل اکسیژن ممکن است چنان شدید باشد که به مرگ منجر شود؛ زیرا اکسیژن مورد نیاز برای تنفس سلولیِ بافت‌های بدن تأمین نمی‌شود. در نتیجه، کربن مونوکسید **گازی سمی** است. مسمومیت با گاز کربن مونوکسید، **گازگرفتگی** نامیده می‌شود.

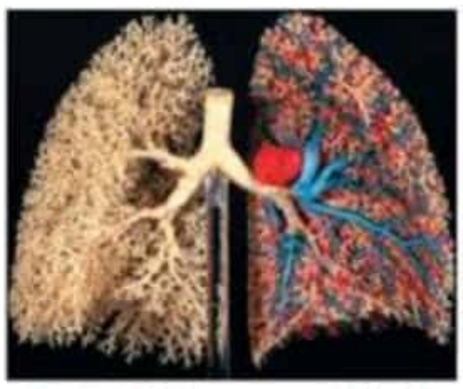


@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

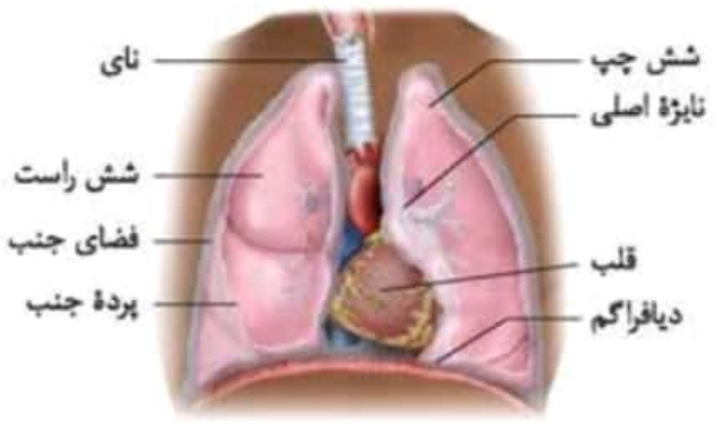
تهویهٔ ششی

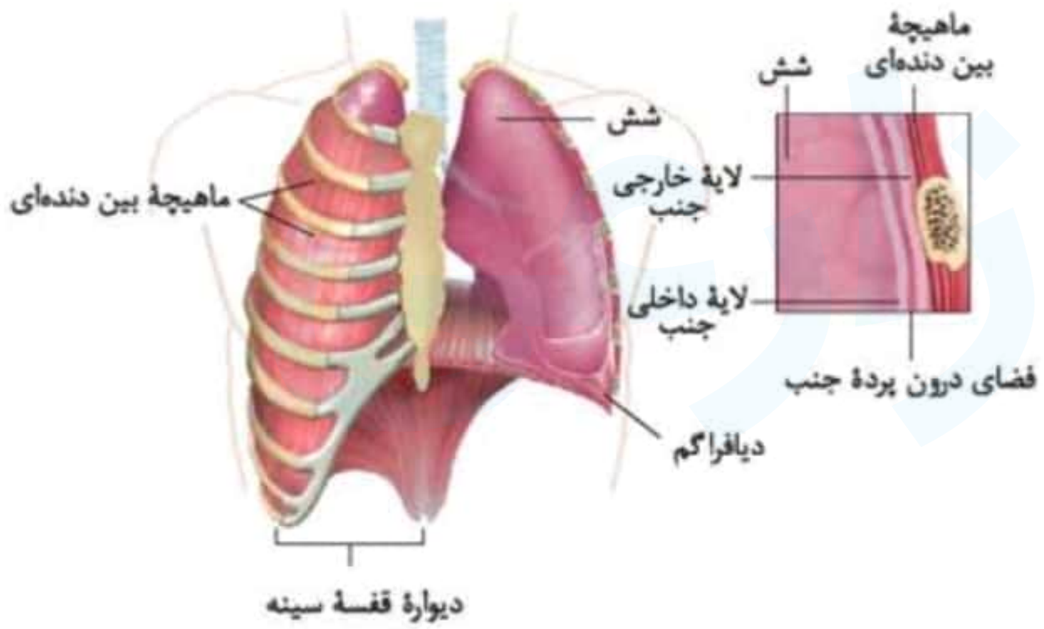
درس‌نامهٔ ۸ ساختار شش‌ها

در دستگاه تنفس انسان، دو شش وجود دارد. شش‌ها، درون قفسهٔ سینه و روی پردهٔ ماهیچه‌ای دیافراگم قرار دارند. شش‌ها در دو طرف قفسهٔ سینه قرار دارند و در بین آن‌ها، قلب قرار گرفته است. قلب به سمت چپ متمایل می‌باشد؛ در نتیجه، شش سمت چپ کمی کوچک‌تر از شش سمت راست می‌باشد و در آن، یک فرورفتگی مربوط به محل قرارگیری قلب وجود دارد. درون هر شش، انشعابات مجاری تنفسی، مویرگ‌های خونی و کیسه‌های حبابکی وجود دارند. بیشتر حجم شش‌ها، مربوط به کیسه‌های حبابکی می‌باشد. این کیسه‌ها، **ساختاری اسفنج‌گونه** به شش می‌دهند. اطراف کیسه‌های حبابکی، تعداد فراوانی مویرگ‌های خونی وجود دارند که مانند **تار عنکبوت**، حبابک‌ها را احاطه کرده‌اند.



ساختار اسفنجی شش‌ها و اجزای آن





جمع‌بندی شش عمدتاً مجموعه‌ای از لوله‌های منشعب‌شونده (نایژه‌ها و نایژک‌ها)، کیسه‌های حبابکی و رگ‌ها می‌باشد که از بیرون توسط یک بافت پیوندی احاطه شده است.

شش‌ها توسط **پردهٔ دولایهٔ جنب** احاطه شده‌اند که شش‌ها را به قفسهٔ سینه متصل می‌کند. لایهٔ داخلی جنب، به سطح شش‌ها چسبیده است و لایهٔ خارجی آن به دیوارهٔ قفسهٔ سینه متصل است. بین این دو لایه، فضایی وجود دارد که به آن **فضای جنب** گفته می‌شود. درون این فضا، با **مایع جنب** پر شده است.

یک شیشهٔ دولایه رو در نظر بگیرین. بین دولایهٔ این شیشه یه فضایی وجود داره.

نکته محفظهٔ استخوانی قفسهٔ سینه، از شش‌ها در برابر ضربات مکانیکی محافظت می‌کند.

نکته پردهٔ جنب، دارای بافت پیوندی رشته‌ای (نوعی بافت پیوندی متراکم) است.

نکته مایع جنب، در لایهٔ داخلی یا خارجی پردهٔ جنب قرار ندارد، بلکه بین این دو لایه قرار دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [فصل‌های ۲، ۴ و ۵ دهم] در لایهٔ بیرونی لولهٔ گوارش، لایهٔ بیرونی مجاری تنفسی، لایهٔ خارجی قلب و کپسول اطراف کلیه هم بافت پیوندی وجود دارد. جنس بافت پیوندی در لایهٔ خارجی قلب و کپسول کلیه، همانند پردهٔ جنب، بافت پیوندی رشته‌ای است. لایهٔ خارجی قلب هم مانند پردهٔ جنب دو لایه دارد و بین دو لایهٔ آن، یک مایع وجود دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [فصل‌های ۴ و ۵ دهم] قفسهٔ سینه در محافظت از قلب، تیموس و بخش بالایی کلیه‌ها هم نقش دارد.

شکل «پردهٔ دولایهٔ جنب»

- ✓ بافت استخوانی به صورت متراکم و اسفنجی وجود دارد. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، در استخوان دنده، مرکز استخوان بافت اسفنجی دارد و اطراف آن بافت متراکم دارد.
- ✓ استخوان‌های دنده از سمت بالا و پایین توسط ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای احاطه شده‌اند.
- ✓ جنب پرده‌ای دولایه‌ای است که بین دو لایهٔ آن فضایی اندک وجود دارد. فضای جنب توسط مایع جنب پر شده است.
- ✓ لایهٔ خارجی جنب نسبت به لایهٔ داخلی آن ضخامت بیشتری دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «شش‌ها و قفسهٔ سینه»

✓ قفسهٔ سینه، محفظه‌ای استخوانی می‌باشد که از ۱۲ جفت دنده و استخوان جناغ تشکیل شده است. بین دنده‌ها، ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای (داخلی و خارجی) وجود دارند. قفسهٔ سینه وظیفهٔ محافظت از شش‌ها و قلب را برعهده دارد. البته بالاترین قسمت شش‌ها توسط قفسهٔ سینه محافظت نمی‌شود و آسیب‌پذیر می‌باشد.

✓ به‌جز دندهٔ ۱۱ و ۱۲، سایر دنده‌ها توسط یک غضروف به استخوان جناغ متصل می‌باشند. غضروف دنده‌های ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ به یکدیگر می‌پیوندند و دو غضروف مشترک از این دنده‌ها به جناغ متصل می‌شود. بنابراین، در مجموع ۷ غضروف دنده‌ای به هر سمت استخوان جناغ متصل می‌شود و در کل، استخوان جناغ با ۱۴ غضروف دنده‌ای در ارتباط است. هم‌چنین می‌توان گفت که به هر سمت جناغ ۱۰ دنده متصل می‌باشد و در کل ۲۰ دنده به جناغ اتصال دارند. دندهٔ ۱۱ و ۱۲ به جناغ متصل نیستند و آزاد می‌باشند.

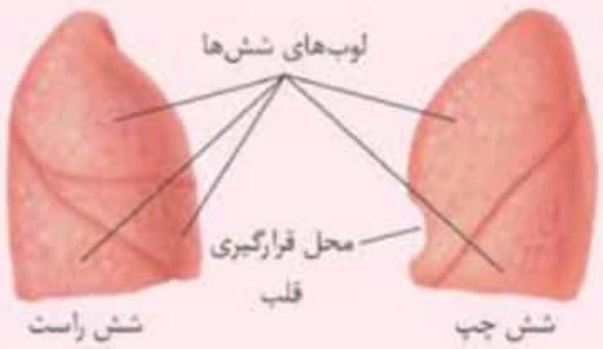
✓ پردهٔ دیافراگم، بین قفسهٔ سینه و حفرهٔ شکمی قرار دارد. پایین‌ترین دنده‌ها، از پردهٔ دیافراگم نیز پایین‌تر هستند. ضخامت دیافراگم و ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای تقریباً برابر می‌باشد.

✓ با توجه به شکل‌های کتاب درسی، مشخص است که استخوان جناغ از قسمت‌های مختلف تشکیل شده است.

فعالیت کتاب درسی

تشریح شش گوسفند

ویژگی ظاهری: همان‌طور که گفتیم، وجود کیسه‌های حبابکی فراوان، حالت اسفنج‌گونه به شش‌ها می‌دهد. شش چپ، به دلیل مجاورت با قلب، از شش راست کمی کوچک‌تر است. هر شش از قسمت‌های مختلف تشکیل شده است. به هر قسمت، **لوب (لَپ)** گفته می‌شود. شش راست دارای ۳ لوب است ولی شش چپ ۲ لوب دارد.



نکته در شش راست، $\frac{2}{3}$ شیار بین لوب‌ها وجود دارد. لوب‌های شش چپ توسط $\frac{1}{2}$ شیار از هم جدا شده‌اند.

تشخیص شش چپ و راست: تشخیص شش چپ و راست به دو روش ممکن است:

۱- اگر مری و نای وجود داشته باشند، می‌توان به محل قرارگیری مری توجه کرد. نای در جلو و مری در پشت قرار می‌گیرد. بدین ترتیب، می‌توان سطح جلویی و پشتی نای را تشخیص داد و با توجه به ارتباط نای با شش‌ها، می‌توان شش چپ و راست را نیز تشخیص داد. *یعنی وقتی‌که فهمیدیم کدوم قسمت نای جلوش هست، اگه به جلوی نای نگاه کنیم، محل قرارگیری شش چپ و راست مثل شکل روبه‌رو هست. حالا اگه مری وجود نداشت، چه‌جوری سطح جلویی و پشتی نای رو تشخیص بدیم؟* ساده است؛ کافیست به غضروف‌های C شکل نای دقت کرد. قسمت پشتی نای، به دلیل عدم وجود غضروف، نرم‌تر از بخش جلویی می‌باشد.

۲- اگر مری و نای وجود نداشته باشند، باید به ویژگی‌های ظاهری شش‌ها توجه کرد. با توجه به اندازه، تعداد لوب‌ها و محل فرورفتگی جایگاه قلب، می‌توان شش چپ را از شش راست تشخیص داد.

نکته بررسی ساختارهای درونی شش‌ها:

۱- در نای گوسفند، قبل از دو نایژهٔ اصلی، یک انشعاب سوم هم مشاهده می‌شود که به شش راست می‌رود.

۲- در گوسفند برخلاف انسان می‌توان به کمک انشعاب سوم نای، شش راست را از شش چپ تشخیص داد. به شش راست ۲ انشعاب از نای متصل می‌شود.

۳- بریدن نایژه سخت‌تر از بریدن نای است؛ زیرا غضروف‌های نایژه به صورت یک حلقهٔ کامل و یا به صورت قطعه‌قطعه قرار گرفته‌اند.

۴- در هنگام مشاهدهٔ یک مقطع از شش، سه گروه سوراخ قابل مشاهده است:

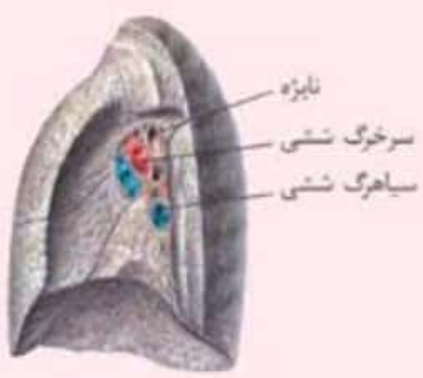
الف) نایژه‌ها، به دلیل داشتن غضروف، لبهٔ زبر دارند و از رگ‌ها قابل تشخیص هستند.

ب) سرخرگ‌ها، دیوارهٔ محکم‌تری نسبت به سیاهرگ‌ها دارند و همیشه دهانهٔ آن‌ها باز است؛ حتی در نبود خون.

ج) سیاهرگ‌ها، برخلاف سرخرگ‌ها، در نبود خون دهانهٔ بسته دارند.

۵- به دلیل ساختار اسفنجی شش‌ها، اگر تکه‌ای از شش را در ظرف پر از آب بیندازیم، روی سطح آب شناور می‌ماند.

شش‌های گوسفند



انواع سوراخ‌های مقطع شش

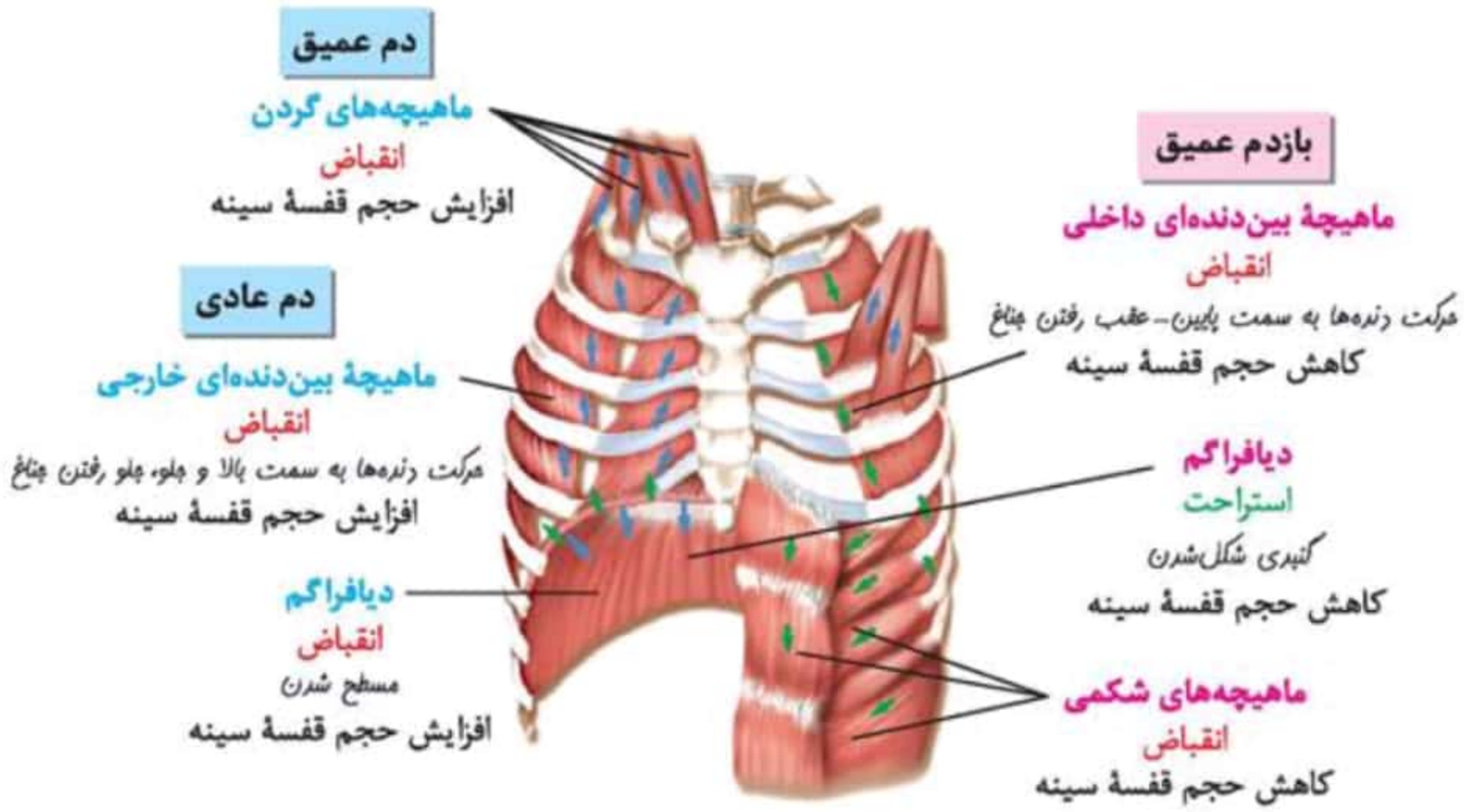
مقایسهٔ ساختار نای و نایژه

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درس‌نامهٔ ۹ **مکانیسم تنفس (دم و بازدم)**

تغییر حجم قفسهٔ سینه

برای انجام عمل تنفس، لازم است که حجم قفسهٔ سینه تغییر کند. تغییر حجم قفسهٔ سینه، توسط ماهیچه‌های تنفسی انجام می‌شود.



نام ساختار		فعالیت ماهیچه	وضعیت در دم	تأثیر در دم	وضعیت در بازدم	تأثیر در بازدم
ماهیچه	دیافراگم	دم عادی و عمیق	انقباض (مسطح)	افزایش قطر عمودی قفسهٔ سینه	استراحت (گنبدی‌شکل)	کاهش قطر عمودی قفسهٔ سینه
	بین‌دنده‌ای خارجی	دم عادی و عمیق	انقباض	حرکت دنده‌ها به سمت بالا و جلو حرکت جناغ به سمت جلو	استراحت	حرکت دنده‌ها به سمت پایین و عقب حرکت جناغ به سمت عقب
	گردنی	دم عمیق	انقباض (فقط در دم عمیق)	کمک به افزایش حجم قفسهٔ سینه	استراحت	تأثیری ندارد
	بین‌دنده‌ای داخلی	بازدم عمیق	استراحت	تأثیری ندارد	انقباض (فقط در بازدم عمیق)	کمک کاهش حجم قفسهٔ سینه
	شکمی	بازدم عمیق	استراحت	تأثیری ندارد	انقباض (فقط در بازدم عمیق)	کمک کاهش حجم قفسهٔ سینه
استخوان	جناغ	—	حرکت به سمت جلو	افزایش حجم قفسهٔ سینه	حرکت به سمت عقب	کاهش حجم قفسهٔ سینه
	قفسهٔ سینه	—	حرکت به سمت بالا و جلو	افزایش حجم قفسهٔ سینه	حرکت به سمت پایین و عقب	کاهش حجم قفسهٔ سینه

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «ماهیچه‌های مؤثر در تنفس»

ماهیچه‌های مؤثر در فرایند دم

✓ در فرایند دم، دیافراگم منقبض می‌شود و به حالت مسطح در می‌آید. در نتیجه، قطر عمودی قفسهٔ سینه افزایش پیدا می‌کند و دیافراگم به سمت حفرهٔ شکمی حرکت می‌کند.

✓ ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی نسبت به ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای داخلی، سطحی‌تر هستند. جهت قرارگیری رشته‌های عضلانی ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی و داخلی با یکدیگر فرق می‌کند.

✓ در اثر انقباض ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی، دنده‌ها به سمت بالا و جلو حرکت می‌کنند. هم‌چنین استخوان جناغ به جلو رانده می‌شود. بدین ترتیب، حجم قفسهٔ سینه افزایش پیدا می‌کند.

ماهیچه‌های مؤثر در فرایند بازدم

✓ در فرایند بازدم، دیافراگم به حالت استراحت در می‌آید و گنبدی‌شکل می‌شود. در نتیجه، قطر عمودی قفسهٔ سینه کاهش پیدا می‌کند و دیافراگم به سمت قفسهٔ سینه حرکت می‌کند.

✓ در اثر استراحت ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی، دنده‌ها به سمت پایین و عقب حرکت می‌کنند. هم‌چنین استخوان جناغ به عقب رانده می‌شود. بدین ترتیب، حجم قفسهٔ سینه کاهش پیدا می‌کند.

✓ در بازدم عمیق، انقباض ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای داخلی و ماهیچه‌های شکمی نیز به کاهش حجم قفسهٔ سینه کمک می‌کند. ماهیچه‌های شکمی نیز ماهیچه‌های اسکلتی هستند و به دنده‌ها متصل می‌شوند.

❑ دم

دم فرایندی **فعال** است، یعنی برای انجام آن، انقباض ماهیچه‌ها لازم است. در این فرایند، لازم است که حجم قفسهٔ سینه افزایش یابد. در دم عادی، دو نوع ماهیچه مؤثر هستند:

۱- **دیافراگم:** نقش اصلی را در تنفس آرام و طبیعی برعهده دارد. در حالت استراحت، دیافراگم **گنبدی‌شکل** است ولی در مرحلهٔ دم، این ماهیچه منقبض می‌شود و به حالت **مسطح** درمی‌آید. *وقتی دیافراگم گنبدی‌شکل است، به سمت درون قفسهٔ سینه برآمدگی داره. وقتی‌که مسطح میشه، به سمت پایین یعنی به سمت حفرهٔ شکمی حرکت می‌کنه و حجم قفسهٔ سینه زیاد میشه.*

۲- **ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی:** منقبض می‌شوند. در اثر انقباض این ماهیچه‌ها، **دنده‌ها** به سمت **بالا و جلو** حرکت می‌کنند و **جناغ** نیز **جلو** می‌رود.

برای دم عمیق، لازم است که حجم قفسهٔ سینه بیشتر افزایش پیدا کند. انقباض **ماهیچه‌های ناحیهٔ گردن**، به افزایش حجم قفسهٔ سینه کمک می‌کند.

جمع‌بندی

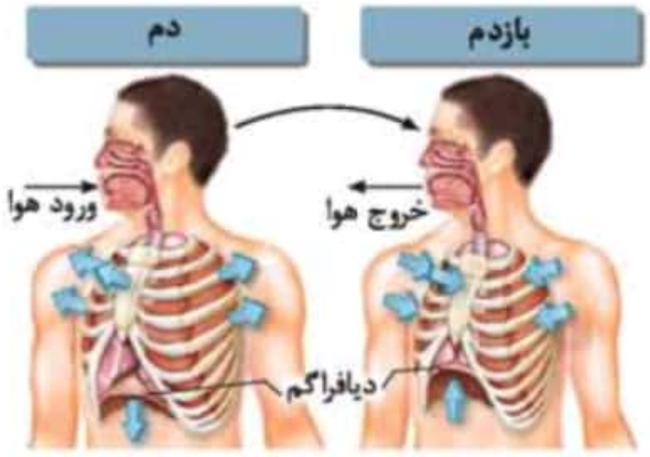
ماهیچه‌های مؤثر در فرایند دم

نام ماهیچه	دیافراگم	ماهیچه‌های بین دنده‌ای		ماهیچه‌های شکمی	ماهیچه‌های گردن
		خارجی	داخلی		
وضعیت	انقباض	انقباض	استراحت	استراحت	انقباض
جهت حرکت	**پایین** مسطح	**دنده‌ها:** بالا و جلو **جناغ:** جلو	———	———	**دنده‌ها:** بالا و جلو **جناغ:** جلو
تأثیر	افزایش حجم قفسهٔ سینه	افزایش حجم قفسهٔ سینه	———	———	افزایش حجم قفسهٔ سینه
عمق تنفس	عادی و عمیق	عادی و عمیق	عادی و عمیق	عادی و عمیق	فقط عمیق

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ بازدم

بازدم عادی، یک فرایند **غیرفعال** است؛ یعنی کاهش حجم قفسهٔ سینه فقط با به استراحت درآمدن دیافراگم و ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی انجام می‌شود. اما برای بازدم عمیق، انقباض **ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای داخلی** و هم‌چنین **ماهیچه‌های شکمی**، لازم است؛ انقباض این ماهیچه‌ها، به کاهش حجم قفسهٔ سینه کمک می‌کند بنابراین، بازدم عمیق، فرایندی **فعال** است.



جمع‌بندی

ماهیچه‌های مؤثر در فرایند بازدم

نام ماهیچه	دیافراگم	ماهیچه‌های بین دنده‌ای				ماهیچه‌های شکمی		ماهیچه‌های گردن
		خارجی		داخلی				
وضعیت	استراحت	استراحت		انقباض		استراحت	انقباض	استراحت
جهت حرکت	بالا گنبدی‌شکل	**دنده‌ها:** پایین و عقب **جناغ:** عقب	———	**دنده‌ها:** پایین و عقب **جناغ:** عقب			**دنده‌ها:** پایین و عقب **جناغ:** عقب	**دنده‌ها:** پایین و عقب **جناغ:** عقب
تأثیر	کاهش حجم قفسهٔ سینه	کاهش حجم قفسهٔ سینه	———	کاهش حجم قفسهٔ سینه		———	کاهش حجم قفسهٔ سینه	کاهش حجم قفسهٔ سینه
عمق تنفس	عادی و عمیق	عادی و عمیق	عادی	فقط عمیق		عادی	فقط عمیق	عادی و عمیق

نکته تنفس عمیق، حتماً فعال است و نیازمند انقباض ماهیچه است اما تنفس عادی، اگر مربوط به بازدم باشد، غیرفعال می‌باشد.

نکته در فرایند تنفس، هر زمان که ماهیچه‌ای در خارج از قفسهٔ سینه منقبض می‌شود، قطعاً مربوط به تنفس عمیق است.

شکل قبلی، وضعیت قفسهٔ سینه در دو حالت دم و بازدم رو نشون میده. حالا که با نحوهٔ تغییر حجم قفسهٔ سینه آشنا شدیم، می‌خوایم بریم سراغ مکانیسم تنفس؛ چه‌جوری تغییر حجم قفسهٔ سینه، می‌تونه باعث ورود و خروج هوا بشه؟

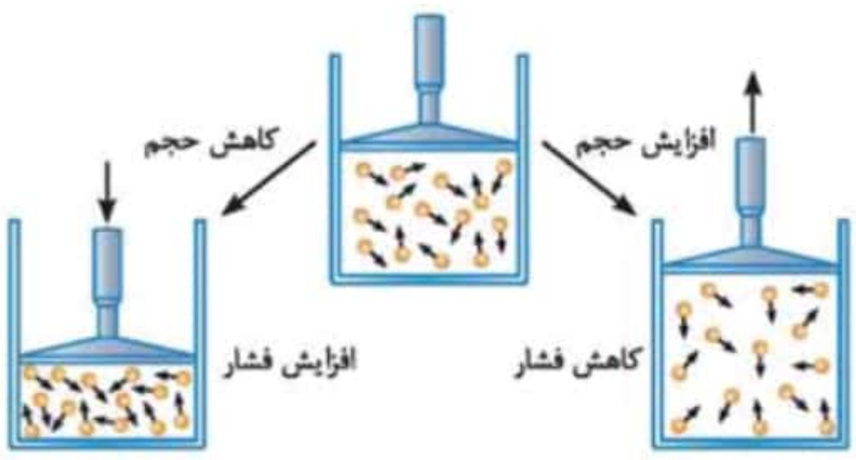
شکل «تغییر حجم قفسهٔ سینه در فرایند تنفس»

- ✓ دنده‌ها، از عقب به ستون مهره‌ها متصل می‌باشد و در جلو به استخوان جناغ متصل می‌شوند.
- ✓ در فرایند بازدم، دنده‌ها به سمت پایین و عقب حرکت می‌کنند و جناغ را به عقب می‌رانند.
- ✓ در فرایند دم، دنده‌ها به سمت بالا و جلو حرکت می‌کنند و جناغ را به جلو می‌رانند.

مکانیسم تنفس

قبل از این‌که راجع به فرایند دم و بازدم توضیح بدیم، اول می‌خوایم یه بحث فیزیکی بکنیم راجع‌به فشار. خوندن این بخش دل‌به‌خواهی هست اما اونو جزء «در حاشیه» نذاشتم چون که خوندنش به درک بهتر مکانیسم تنفس کمک می‌کنه. دیگه تصمیم با خودته که بخونی یا نه.

یه قانونی در فیزیک وجود داره به نام قانون بویل. طبق قانون بویل، در دمای ثابت، رابطهٔ فشار و حجم گاز، یه رابطهٔ عکس است. یعنی اگر حجم کاهش پیدا کنه، فشار افزایش پیدا می‌کنه و اگه حجم زیاد بشه، فشار کم میشه. پس نکتهٔ اول شد این که: «فشار گاز با حجم آن، رابطهٔ معکوس دارد.»



نکتهٔ دوم اینه که «گاز از جایی با فشار بیشتر به جایی با فشار کم‌تر می‌رود.» در واقع، کاهش فشار باعث ایجاد نیروی مکش می‌شود.» پس هر جایی که فشار کم شد، چیزای دیگه رو می‌کشه.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

مشابه این حالت رو میشه در سرنگ دید؛ وقتی‌که برای گرفتن خون میرید، مسئول نمونه‌گیری ابتدا یک سرنگ رو وارد رگ خونی می‌کنه و بعد پیستون انتهای آن را می‌کشه. در نتیجه، حجم فضای درون سرنگ بیشتر میشه و فشار هوای درون سرنگ کاهش پیدا می‌کنه. با توجه به این‌که حرکت مواد از جایی با فشار بیشتر به جایی با فشار کم‌تر، مواد از درون رگ خونی (با فشار بالا) به درون سرنگ (با فشار پایین) حرکت می‌کنن. این اتفاق مشابه مرحلهٔ دم هست. با فشار دادن پیستون انتهای سرنگ، حجم فضای درون سرنگ کم می‌شه و خون درون سرنگ تحت فشار بیشتری قرار می‌گیره و در نتیجه، از سرنگ خارج می‌شه. این اتفاق نیز مشابه مرحلهٔ بازدمه. حالا بریم سراغ بحث اصلی.

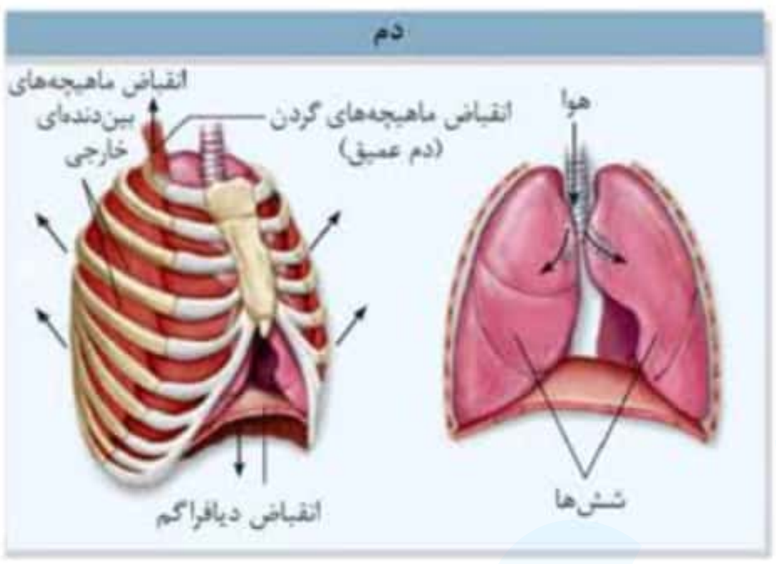
شش‌ها دو ویژگی مهم دارند:

۱- **پیروی از حرکات قفسهٔ سینه؛** یعنی وقتی‌که حجم قفسهٔ سینه زیاد می‌شود، حجم شش‌ها نیز زیاد می‌شود و برعکس.

۲- **کشسانی؛** شش‌ها به دلیل خاصیت کشسانی، در برابر کشیده‌شدن، مقاومت نشان می‌دهند؛ یعنی وقتی‌که منبسط می‌شوند، تمایل دارند به وضعیت اولیهٔ خود بازگردند. این ویژگی در مرحلهٔ بازدم اهمیت بیشتری دارد.

❑ دم

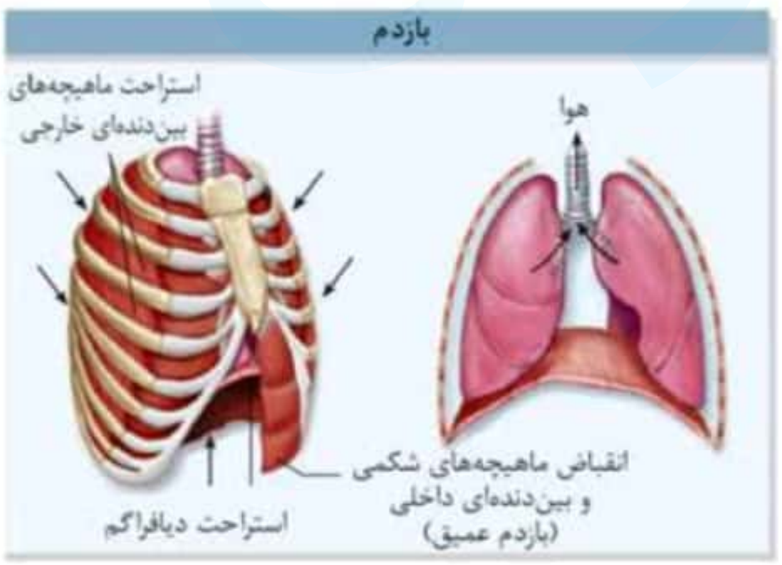
در مرحلهٔ دم، انقباض ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی و دیافراگم، حجم قفسهٔ سینه را افزایش می‌دهد. *وقتی حجم قفسهٔ سینه زیاد بشه، لایهٔ خارجی جنب از لایهٔ داخلیش فاصله می‌گیره، پس حجم فضای جنب زیاد میشه. با افزایش حجم فضای جنب، فشار آن کاهش پیدا می‌کند. وقتی فشار جنب کاهش پیدا کرد، شش رو هم میکشه به سمت خودش؛* در نتیجه، حجم شش‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند. با افزایش حجم شش، فشار هوای درون آن کم‌تر از فشار هوای بیرون می‌شود. حرکت هوا از جایی با فشار بیشتر به جایی با فشار کم‌تر انجام می‌شود، یعنی هوا از بیرون وارد شش می‌شود.



در دم عمیق، میزان افزایش حجم قفسهٔ سینه بیشتر است بنابراین، کاهش فشار در شش نیز بیشتر می‌باشد و نیروی مکش قوی‌تری ایجاد می‌شود. بدین‌ترتیب، هوای بیشتری نسبت به دم عادی، وارد دستگاه تنفس می‌شود.

❑ بازدم

بازدم، فرایندی غیرفعال است یعنی بازگشت موقعیت شش‌ها و قفسهٔ سینه به حالت اولیهٔ خود، برای انجام آن کافی است؛ این اتفاق، با استراحت ماهیچه‌ها و با کمک ویژگی کشسانی شش‌ها رخ می‌دهد. وقتی‌که ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی و دیافراگم، استراحت می‌کنند، حجم قفسهٔ سینه کاهش پیدا می‌کند. *وقتی حجم قفسهٔ سینه کم بشه، لایهٔ خارجی جنب به لایهٔ داخلیش نزدیک میشه. پس حجم فضای جنب هم کم میشه. با کاهش حجم فضای جنب، فشار آن افزایش پیدا می‌کنه. فرض کنین که یه بادکنک داریم که داخلش هواست. وقتی فشارش بدیم چی میشه؟ هوا ازش خارج میشه. این‌جا هم فشار بیشتر فضای جنب به شش‌ها فشار وارد می‌کنه تا حجمشون رو کم کنن.* در نتیجهٔ کاهش حجم قفسهٔ سینه و هم‌چنین به دلیل ویژگی کشسانی شش‌ها، شش‌ها به حالت اولیهٔ خود برمی‌گردند (حجم آن‌ها کاهش پیدا می‌کند). *کاهش حجم شش‌ها باعث میشه که فشار داخل اونا زیادتر از فشار هوای بیرون بشه. در نتیجه، هوا از جایی با فشار بیشتر به جایی با فشار کم‌تر میره و خروج هوا از دستگاه تنفسی مشاهده می‌شه.* با خروج هوا از دستگاه تنفسی، بازدم نیز به پایان می‌رسد و یک بار تنفس انجام شده است.



برخلاف بازدم عادی، بازدم عمیق یک فرایند فعال است و برای انجام آن، انقباض ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای داخلی و ماهیچه‌های شکمی لازم است. با انقباض این ماهیچه‌ها، حجم قفسهٔ سینه بیشتر کاهش پیدا می‌کند و فشار بیشتری به شش‌ها وارد می‌شود؛ در نتیجه، هوای بیشتری نسبت به بازدم عادی، از دستگاه تنفس خارج می‌شود.

نکته پرندگان، پستانداران و بیشتر خزندگان، سازوکار فشار منفی دارند که در آن، هوا به وسیلهٔ مکش حاصل از فشار منفی، به شش‌ها وارد می‌شود. در دوزیستان و بعضی خزندگان، پمپ فشار مثبت، هوا را به شش‌ها هدایت می‌کند. در هر دو گروه، ایجاد فشار مثبت عامل خروج هوای بازدمی از شش است. یعنی شش‌ها تحت فشار بیشتری قرار می‌گیرند و هوا از آن‌ها خارج می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ - فصل ۴ دهم] در فرایند دم که حجم قفسهٔ سینه زیاد می‌شود و فشار از روی سیاهرگ‌های ناحیهٔ سینه برداشته می‌شود، نیروی مکشی در سیاهرگ ایجاد می‌شود که باعث حرکت خون به سمت قلب می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ - فصل ۴ دهم] انقباض دیافراگم و ماهیچه‌های شکم به سیاهرگ‌ها فشار وارد می‌کند و باعث حرکت خون به سمت قلب می‌شود.

نوع تنفس	شدت تنفس	دیافراگم	ماهیچهٔ بین‌دنده‌ای		ماهیچه‌های گردنی	ماهیچه‌های شکمی	جناغ	دنده‌ها	حجم قفسهٔ سینه	فشار شش‌ها	حجم شش‌ها
			خارجی	داخلی							
دم	آرام	منقبض (مسطح)	منقبض	استراحت	استراحت	استراحت	جلو	بالا و جلو	زیاد	منفی	زیاد
	عمیق				منقبض				حداکثر	بسیار منفی	بسیار زیاد
بازدم	آرام	استراحت (گنبدی‌شکل)	استراحت	استراحت	استراحت	استراحت	عقب	پایین و عقب	کم	مثبت	کم
	عمیق			منقبض		منقبض			حداقل	بسیار مثبت	بسیار کم

درسنامهٔ ۱۰ حجم‌های تنفسی

اسپیرومتری (دم‌سنجی)

حتماً تا حالا اسم نوار قلب یا الکتروکاردیوگرام (ECG) رو شنیدین. یه چیزی مشابه نوار قلب وجود داره برای دستگاه تنفس که بهش می‌گن اسپیروگرام (دم‌نگاره).

اسپیرومتری (دم‌سنجی)، روشی است که با کمک آن می‌توان **حجم‌های تنفسی** را اندازه‌گیری کرد. منظور از حجم‌های تنفسی، حجم‌های مختلفی از هوا می‌باشد که به شش وارد و یا از آن خارج می‌شود. میزان این حجم‌های تنفسی، به **چگونگی دم و بازدم** بستگی دارد؛ مثلاً، در دم عمیق نسبت به دم عادی، حجم بیشتری از هوا وارد دستگاه تنفس می‌شود.

اسپیرومتری، با کمک دستگاهی به‌نام **اسپیرومتر (دم‌سنج)** انجام می‌شود. اسپیرومتر، نموداری از حجم‌های تنفسی فرد رسم می‌کند که به آن **اسپیروگرام (دم‌نگاره)** گفته می‌شود. از اسپیروگرام می‌توان برای **تشخیص بیماری‌های شش** استفاده کرد.

اسپیرومتر، یه لوله داره که فرد اونو توی دهانش میذاره و از طریق اون، نفس می‌کشه. متخصص اسپیرومتری، به فرد می‌گه که چه‌جوری نفس بکشه، مثلاً کی دم عادی انجام بده، کی دم عمیق و ... نموداری از این حجم‌های تنفسی بر روی یک کاغذ رسم میشه و اسپیروگرام به دست میاد.

❑ حجم‌های تنفسی

۱- حجم جاری: مقدار هوایی که در یک **دم عادی** وارد دستگاه تنفس می‌شود برابر است با مقدار هوایی که در یک **بازدم عادی** از دستگاه تنفس خارج می‌شود. به این مقدار از هوا، حجم جاری می‌گویند.

بخشی از **هوای دمی** در بخش **هادی** دستگاه تنفس می‌ماند و **به بخش مبادله‌ای نمی‌رسد**. به این هوا، **هوای مرده** می‌گویند.

۲- حجم تنفسی در دقیقه: حجم تنفسی در دقیقه، میزان هوایی است که فرد در **یک دقیقه** با **تنفس عادی** جابه‌جا می‌کند. به عبارت دیگر، **حاصل‌ضرب حجم جاری در تعداد تنفس در دقیقه**، حجم تنفسی در دقیقه می‌باشد.

یعنی اگه یه نفر تو یه دقیقه، فقط دم و بازدم عادی داشته باشه، در هر بار تنفس هوایی که جابه‌جا میشه، هوای جاری است. پس اگه تعداد تنفس‌ها رو در حجم هوای جاری ضرب کنیم، کل حجم هوایی که در یک دقیقه جابه‌جا شده به دست میاد.

۳- حجم ذخیرهٔ دمی: اگر پس از یک دم معمولی، با **دم عمیق** هوای بیشتری وارد دستگاه تنفس کنیم، به مقدار حجم هوایی که بیشتر از حجم جاری وارد شش‌ها شده است، حجم ذخیرهٔ دمی می‌گویند.

وقتی یه نفس عمیق می‌کشیم، اولش حجمی از هوا معادل با حجم جاری وارد شش‌ها میشه اما باز هم هوای بیشتری وارد شش‌ها میشه. به اون هوایی که بیشتر از هوای جاری وارد شش‌ها میشه، میگن حجم ذخیرهٔ دمی.

۴- حجم ذخیرهٔ بازدمی: اگر پس از یک بازدم معمولی، با **بازدم عمیق** هوای بیشتری را از دستگاه تنفس خارج کنیم، به مقدار حجم هوایی که بیشتر از حجم جاری از شش‌ها خارج شده است، حجم ذخیرهٔ بازدمی می‌گویند.

وقتی یه بازدم عادی انجام میدیم، بخشی از هوای داخل شش‌ها خارج میشه اما باز هم داخل شش هوا وجود داره. بعدش اگه بازدم عمیق انجام بشه، هوای بیشتری از شش خارج میشه. به این مقدار بیشتر هوایی که خارج میشه، میگن حجم ذخیرهٔ بازدمی.

۵- حجم باقی‌مانده: در یک فرد سالم، حتی پس از بازدم عمیق هم درون شش‌ها مقداری هوا باقی می‌ماند که به آن حجم باقی‌مانده گفته می‌شود. وجود حجم باقی‌مانده به دو دلیل اهمیت زیادی دارد: ۱- باز ماندن **دائمی** حبابک‌ها ۲- تبادل **دائمی** گازها، حتی در فاصلهٔ بین دو تنفس.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

حجم‌های تنفسی

حجم تنفسی	هوای جاری	هوای مرده	حجم تنفسی در دقیقه	ذخیرهٔ دمی	ذخیرهٔ بازدمی	باقی‌مانده
تعریف	هوای جابه‌جا شده در یک دم یا بازدم عادی	بخشی از هوای دمی که به بخش مبادله‌ای نمی‌رسد	هوای جاری × تعداد تنفس در دقیقه	در یک دم عمیق، حجم هوایی است که بیشتر از هوای جاری وارد شش می‌شود.	بعد از یک دم عادی، حجم هوایی است که می‌توان با بازدم عمیق خارج کرد	هوایی که حتی پس از یک بازدم عمیق در شش‌ها باقی می‌ماند.
فرایند تنفسی	دم یا بازدم عادی	دم عادی یا عمیق	تنفس عادی	دم عمیق	بازدم عمیق	ـــــ
مقدار (mL)*	۵۰۰	۱۵۰	**میانگین:** ۶۰۰۰	۳۰۰۰	۱۲۰۰	۱۳۰۰

* مقدار حجم‌های تنفسی، بر اساس نمودار کتاب درسی می‌باشد.

نکته مقدار حجم‌های تنفسی در فرد سالم، به **سن و جنسیت** او بستگی دارد.

ظرفیت‌های تنفسی

مجموع دو یا چند حجم تنفسی، ظرفیت تنفسی را ایجاد می‌کند.

۱- ظرفیت حیاتی: مجموع هوای ذخیرهٔ دمی، حجم جاری و هوای ذخیرهٔ بازدمی است. در واقع، **مقدار هوایی که پس از یک دم عمیق و با یک بازدم عمیق از شش‌ها خارج می‌شود، ظرفیت حیاتی نامیده می‌شود.**

۲- ظرفیت تام (ظرفیت کل شش): مجموع هوای ذخیرهٔ دمی، حجم جاری، هوای ذخیرهٔ بازدمی و حجم باقی‌مانده است. به عبارتی دیگر، مجموع حجم هوای باقی‌مانده و ظرفیت حیاتی، ظرفیت تام را ایجاد می‌کند. ظرفیت تام، نشان‌دهندهٔ **حداکثر مقدار هوایی است که شش‌ها می‌توانند در خود جای دهند.**

نکته ظرفیت تام شش‌های افراد مختلف، با یک‌دیگر برابر نیست.

ظرفیت تنفسی		حجم تنفسی		مقدار (ml)	فرایند تنفس	ماهیچه‌های مؤثر
ظرفیت تام		هوای ذخیرهٔ دمی		۳۰۰۰	دم عمیق	دیافراگم بین‌دنده‌ای خارجی گردنی
	ظرفیت حیاتی	هوای جاری	هوایی که تبادل گاز انجام می‌دهد	۳۵۰	دم عادی	دیافراگم بین‌دنده‌ای خارجی
			هوای مرده	۱۵۰	بازدم عادی	ـــ
		هوای ذخیرهٔ بازدمی		۱۲۰۰	بازدم عمیق	بین‌دنده‌ای داخلی شکمی
		هوای باقی‌مانده		۱۳۰۰	همیشه در حبابک‌ها وجود دارد	

جمع‌بندی

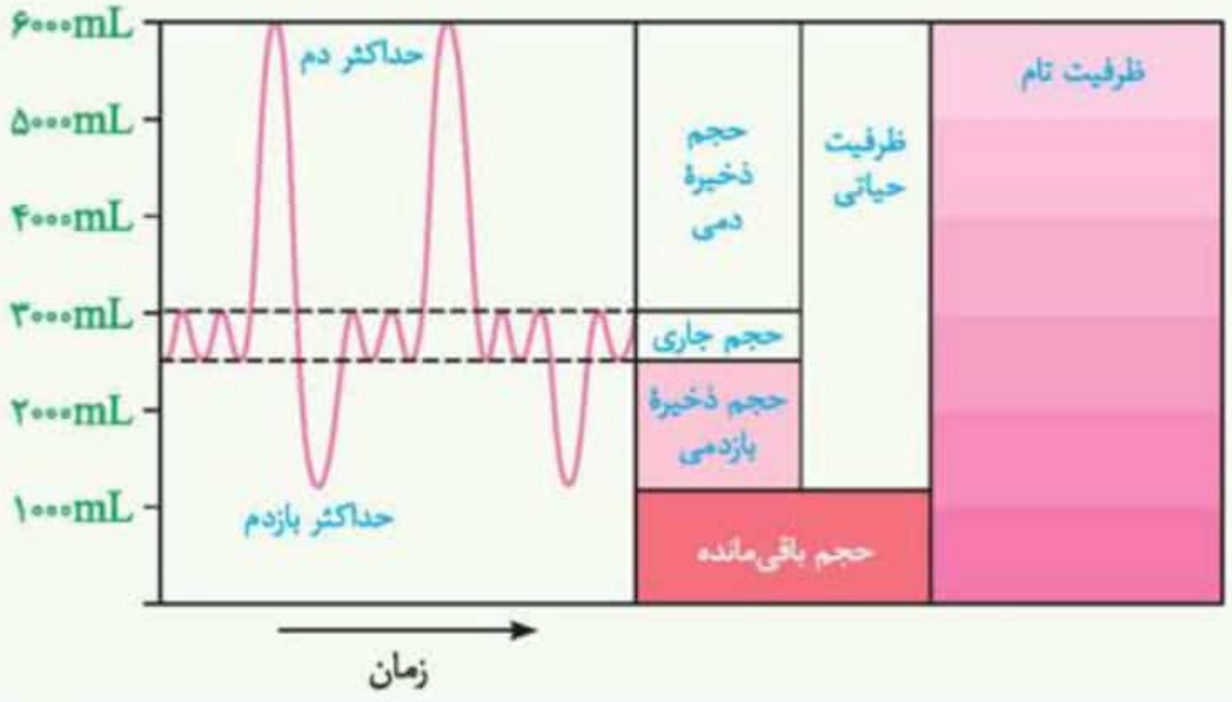
حجم‌های تنفسی

نحوهٔ تنفس	تنفس آرام		تنفس شدید	
	دم عادی	بازدم عادی	دم عمیق	بازدم عمیق
حجمی که جابه‌جا می‌شود	هوای جاری		هوای ذخیرهٔ دمی	هوای ذخیرهٔ بازدمی
مقدار (میلی‌لیتر)	۵۰۰		۳۰۰۰	۱۲۰۰
ماهیچه‌های منقبض	بین‌دنده‌ای خارجی و دیافراگم	ـــ	بین‌دنده‌ای خارجی، دیافراگم و گردنی	بین‌دنده‌ای داخلی و شکمی
ماهیچه‌های در حال استراحت	گردنی، بین‌دنده‌ای داخلی و شکمی	همهٔ ماهیچه‌ها	بین‌دنده‌ای داخلی و شکمی	بین‌دنده‌ای خارجی، دیافراگم و گردنی
حرکت دیافراگم	پایین (مسطح)	بالا (گنبدی‌شکل)	پایین (مسطح)	بالا (گنبدی‌شکل)
حرکت جناغ	جلو	عقب	جلو	عقب
حرکت دنده‌ها	بالا و جلو	پایین و عقب	بالا و جلو	پایین و عقب
تغییر حجم قفسهٔ سینه	افزایش	کاهش	افزایش	کاهش
ظرفیت تنفسی	ظرفیت حیاتی			

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «دم‌نگاره»

طبق این شکل، **ظرفیت تام** ۶ لیتر (۶۰۰۰ میلی‌لیتر) می‌باشد. بر اساس شکل، مقدار هر یک از حجم‌های تنفسی برابر است با:



- ✓ **حجم جاری:** ۵۰۰ میلی‌لیتر
- ✓ **حجم ذخیرهٔ دمی:** ۳ لیتر (۳۰۰۰ میلی‌لیتر)
- ✓ **حجم ذخیرهٔ بازدمی:** ۱۲۰۰ میلی‌لیتر
- ✓ **حجم باقی‌مانده:** ۱۳۰۰ میلی‌لیتر
- ✓ **مقدار ظرفیت حیاتی:** ۴۷۰۰ میلی‌لیتر می‌باشد.

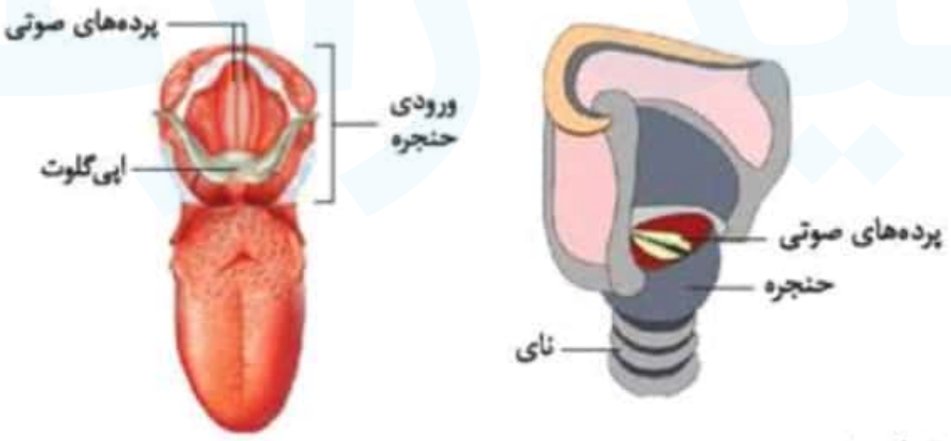
درسنامهٔ ۱۱ تکلم، سرفه و عطسه

تکلم

تکلم، یکی از اعمال دستگاه تنفس است که توسط **مراکز عصبی تکلم**، کنترل (واپایش) می‌شود و برای تکلم، صداسازی و واژه‌سازی لازم است.

نکته بیش از یک مرکز عصبی در کنترل تکلم نقش دارد.

۱- صداسازی: حنجره، محل قرارگیری **پرده‌های صوتی** است. این پرده‌ها، **چین‌خوردگی‌های مخاط** حنجره به سمت داخل می‌باشند و محل تولید صدا هستند؛ هوای **بازدمی**، پرده‌های صوتی را به ارتعاش در می‌آورد و صدا تولید می‌شود.



نکته صداسازی مربوط به مرحلهٔ بازدم است نه دم.

آن‌چه خواهیم خواند [فصل‌های ۲، ۴ و ۵ دهم] چین‌خوردگی مخاط و زیرمخاط در رودهٔ باریک، باعث ایجاد چین‌های حلقوی می‌شود. چین‌خوردگی مخاط در معده، چین‌های معده را ایجاد می‌کند. در قلب و سیاهرگ‌ها، چین‌خوردگی‌های بافت پوششی، دریچه‌های قلب و سیاهرگ‌ها را ایجاد می‌کند. در مثانه، چین‌خوردگی مخاط باعث ایجاد دریچه‌هایی بر روی ورودی میزنای می‌شود و جلوی بازگشت ادرار را می‌گیرد.

یادآوری در علوم هفتم خواندیم که درون حنجره، دو پردهٔ ماهیچه‌ای وجود دارد که به آن تارهای صوتی می‌گویند. عبور هوا از میان این قسمت، باعث ارتعاش و تولید صدا می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱ - فصل ۷ یازدهم] در مردان، تستوسترون ضمن تحریک رشد اندام‌های مختلف به ویژه ماهیچه‌ها و استخوان‌ها، باعث بروز صفات ثانویه در مردان می‌شود؛ مثل بم‌شدن صدا، روییدن مو در صورت و قسمت‌های دیگر بدن.

۲- واژه‌سازی: لب‌ها و دهان (شامل زبان و دندان‌ها)، وظیفهٔ واژه‌سازی را برعهده دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] لب‌ها، زبان و دندان‌ها در گوارش مکانیکی غذا هم نقش دارند.

سرفه و عطسه

سرفه و عطسه، نوعی **واکنش دفاعی** در دستگاه تنفس هستند. این واکنش‌ها، در اثر ورود ذرات خارجی یا گازهای مضر و نامطلوب به مجاری تنفسی، آغاز می‌شود. در سرفه و عطسه، هوا **با فشار** همراه با مواد خارجی از بدن به بیرون رانده می‌شود. تفاوت این دو واکنش در این است که در سرفه، هوا از راه دهان خارج می‌شود ولی در عطسه، هم از راه بینی و هم از راه دهان.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

مصرف دخانیات نیز یکی از **عوامل محرک سرفه** است. در افراد مصرف‌کنندهٔ دخانیات، **سلول‌های مژک‌دار مجاری تنفسی از بین می‌روند**، در نتیجه، راندن مادهٔ مخاطی به سمت حلق ممکن نیست و سرفه، راه مؤثرتری برای بیرون راندن مواد خارجی است. به همین دلیل، این افراد **سرفه‌های مکرر** دارند.

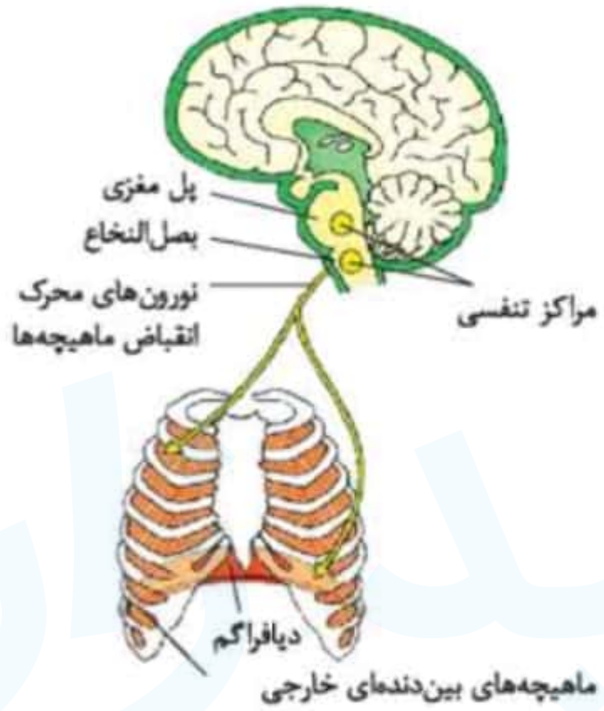
نکته برای سرفه و عطسه، لازم است که بازدم عمیق هوا را با فشار به بیرون براند.

درس‌نامهٔ ۱۲ تنظیم عصبی تنفس

شروع تنفس

☐ مرکز تنفس در بصل‌النخاع

برای انجام دم، لازم است که ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی و دیافراگم (میان‌بند) منقبض شوند. انقباض ماهیچه، توسط سلول‌های عصبی (نورون‌ها) آغاز می‌شود. نورون‌های مربوط به مرکز تنفس، در **بصل‌النخاع** قرار دارند. همان‌طور که گفتیم، بازدم فرایندی غیرفعال است و نیازی به انقباض ماهیچه‌ها ندارد بنابراین، بازدم عادی بدون نیاز به تحریک عصبی انجام می‌شود.



آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] طی عمل بلع، مرکز بلع در بصل‌النخاع، با تأثیر بر مرکز تنفس که در نزدیکی آن قرار دارد، باعث توقف تنفس می‌شود.

نکته بازدم عمیق، فرایندی فعال است و برای انجام آن، لازم است که ماهیچه‌های بین دنده‌ای داخلی و ماهیچه‌های شکمی توسط مرکز تنفس در بصل‌النخاع تحریک شوند و به انقباض درآیند.

مدت زمان دم و لحظهٔ توقف دم

☐ مرکز تنفس در پل مغزی

به‌جز مرکز تنفسی موجود در بصل‌النخاع، یک مرکز تنفسی هم در **پل مغزی** وجود دارد. این مرکز، بر روی مرکز تنفس در بصل‌النخاع تأثیر می‌گذارد و باعث توقف دم می‌شود در نتیجه، می‌تواند مدت زمان دم را تنظیم کند.

نکته پل مغزی نمی‌تواند مستقیماً بر روی ماهیچه‌های تنفسی تأثیر بگذارد بلکه تأثیر مستقیم آن بر روی بصل‌النخاع است. نورون‌های بصل‌النخاع، به‌طور مستقیم بر روی ماهیچه‌های تنفسی تأثیر دارند.

☐ تأثیر انبساط شش‌ها بر توقف دم

در دیوارهٔ نایژه‌ها و نایژک‌ها، ماهیچه‌های صاف وجود دارند. وقتی‌که شش‌ها بیش از حد پر می‌شوند، کشش ماهیچه‌های صاف نایژه‌ها و نایژک‌ها به حدی زیاد می‌شود که خطرناک است. در این حالت، نورون‌های حسی این ماهیچه‌ها، پیامی را به مرکز تنفس در بصل‌النخاع ارسال می‌کنند تا بلافاصله دم متوقف شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ - فصل ۱ یازدهم] مغز از سه بخش اصلی مخ، مخچه و ساقهٔ مغز تشکیل شده است. ساقهٔ مغز از مغز میانی، پل مغزی و بصل‌النخاع تشکیل شده است. پل مغزی و بصل‌النخاع، در تنظیم تنفس نقش دارند. هم‌چنین، بصل‌النخاع مرکز انعکاس‌هایی مانند عطسه، بلع و سرفه است.

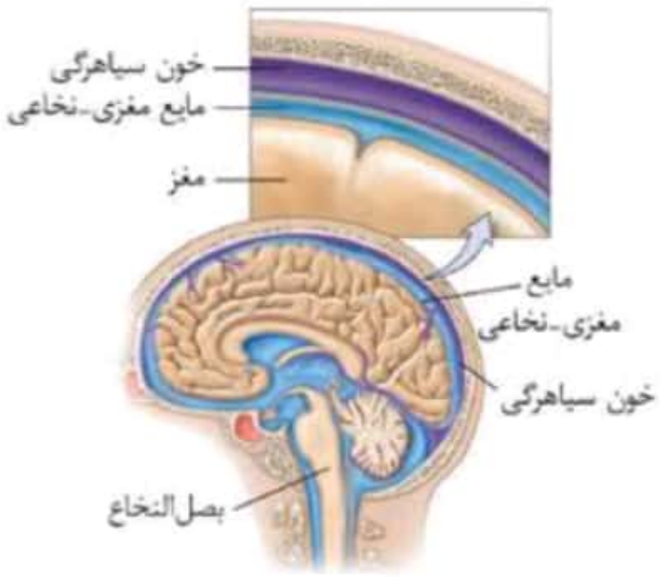
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ - فصل ۱ یازدهم] بخش سمپاتیک دستگاه عصبی خودمختار، سبب افزایش فشار خون، ضربان قلب و تعداد تنفس می‌شود و جریان خون را به سوی قلب و ماهیچه‌های اسکلتی هدایت می‌کند.

وحید زارعی
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

تنظیم تنفس با کمک گیرنده‌های شیمیایی

در بدن انسان، گیرنده‌های شیمیایی وجود دارند که نسبت به تغییرات مقدار گازهای تنفسی در محیط داخلی بدن حساس هستند.

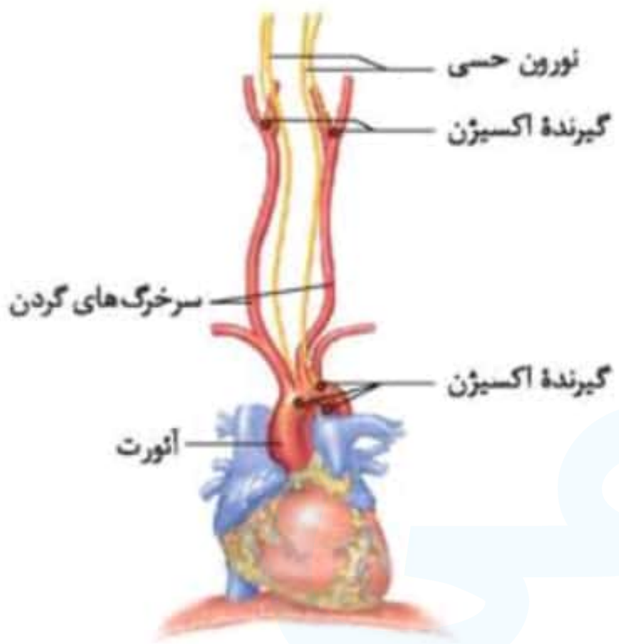
❑ گیرنده‌های حساس به افزایش کربن دی‌اکسید



همان‌طور که در شکل (۱۹) کتاب درسی مشخص است، در اطراف مغز، مایعی جریان دارد. در سال آینده می‌خوانیم که به این مایع، مایع مغزی ـ نخاعی می‌گویند. در بصل‌النخاع، گیرنده‌هایی وجود دارند که نسبت به افزایش کربن دی‌اکسید در مایع مغزی ـ نخاعی حساس هستند. در نتیجه، افزایش کربن دی‌اکسید در خون، باعث می‌شود که میزان کربن دی‌اکسید در مایع مغزی ـ نخاعی هم افزایش پیدا کند و گیرنده‌های بصل‌النخاع تحریک شوند. تحریک این گیرنده‌ها، باعث ارسال پیام حسی به بصل‌النخاع می‌شود و بصل‌النخاع، آهنگ تنفس را افزایش می‌دهد؛ یعنی تعداد تنفس در دقیقه افزایش پیدا می‌کند. افزایش تعداد تنفس، باعث می‌شود که میزان تبادل گازها افزایش پیدا کند و مقدار اضافی کربن دی‌اکسید از بدن خارج می‌شود.

نکته تحریک گیرنده‌های حساس به افزایش کربن دی‌اکسید در بصل‌النخاع، باعث می‌شود که حجم تنفسی در دقیقه زیاد شود؛ زیرا، تعداد تنفس زیاد می‌شود.

❑ گیرنده‌های حساس به کاهش اکسیژن



در خارج از مغز، در دیوارهٔ رگ‌های خونی گیرنده‌هایی وجود دارند که نسبت به **کاهش اکسیژن خون** حساس می‌باشند. این گیرنده‌ها، در **سرخرگ آئورت و سرخرگ‌های ناحیهٔ گردن** (سرخرگ‌های خون‌رسان به سر و مغز) وجود دارند. در اثر کاهش میزان اکسیژن خون، این گیرنده‌ها تحریک می‌شوند و پیام حسی را به بصل‌النخاع ارسال می‌کنند. پس از آن، بصل‌النخاع آهنگ و عمق تنفس را بیشتر می‌کند، در نتیجه، حجم بیشتری از هوای تازه و غنی از اکسیژن وارد شش‌ها می‌شود و تبادل گازها را با خون انجام می‌دهد و کمبود اکسیژن در خون جبران می‌شود.

نکته نورون‌هایی که پیام عصبی را از گیرنده‌های حسی به مغز می‌برند، نورون‌های حسی هستند و نورون‌هایی که پیام عصبی را از مغز به ماهیچه‌ها و غده‌ها می‌برند، نورون‌های حرکتی هستند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱ - فصل ۲ یازدهم] گیرنده‌های حساس به کاهش اکسیژن خون، جزء گیرنده‌های شیمیایی محسوب می‌شوند.

نکته محرک اصلی مرکز تنفس، افزایش کربن دی‌اکسید خون می‌باشد نه کاهش اکسیژن خون؛ زیرا، همان‌طور که گفتیم افزایش کربن دی‌اکسید باعث اسیدی شدن خون می‌شود و اسیدی شدن محیط داخلی بدن، باعث اختلال در ساختار پروتئین‌ها و در نتیجه، اختلال گسترده در کار سلول‌ها و بافت‌ها می‌شود. البته دقت داشته باشید که افت شدید اکسیژن خون، خطرناک‌تر از افزایش کربن دی‌اکسید است و محرک مهم‌تری برای تنفس محسوب می‌شود، بنابراین، در ارتباط با اهمیت اکسیژن و کربن دی‌اکسید در تحریک تنفس، رابطهٔ زیر برقرار است:

کاهش میزان اکسیژن خون < افزایش میزان کربن دی‌اکسید خون < افت شدید میزان اکسیژن تا حد خطرناک

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ - فصل ۴ دهم] گیرنده‌های شیمیایی حساس به کاهش اکسیژن، نسبت به افزایش کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن نیز حساس هستند و پیام عصبی تولید می‌کنند. این گیرنده‌ها به همراه گیرنده‌های فشاری، در آغاز سازوکارهای انعکاسی مربوط به حفظ فشار خون نیز مؤثر هستند.

شکل «تنظیم عصبی تنفس»

- ✓ گیرنده‌های شیمیایی حساس به کاهش اکسیژن، در قوس سرخرگ آئورت و در سرخرگ‌های گردنی قرار دارند.
- ✓ **آن‌چه خواهیم خواند** [گفتار ۲ - فصل ۴ دهم] در قوس آئورت و سرخرگ‌های گردنی، گیرنده‌های شیمیایی حساس به افزایش کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن وجود دارند.
- ✓ علاوه بر گیرنده‌های شیمیایی سرخرگ‌ها، تغییر کربن دی‌اکسید در مایع میان‌بافتی مغز نیز باعث تحریک بصل‌النخاع می‌شود.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

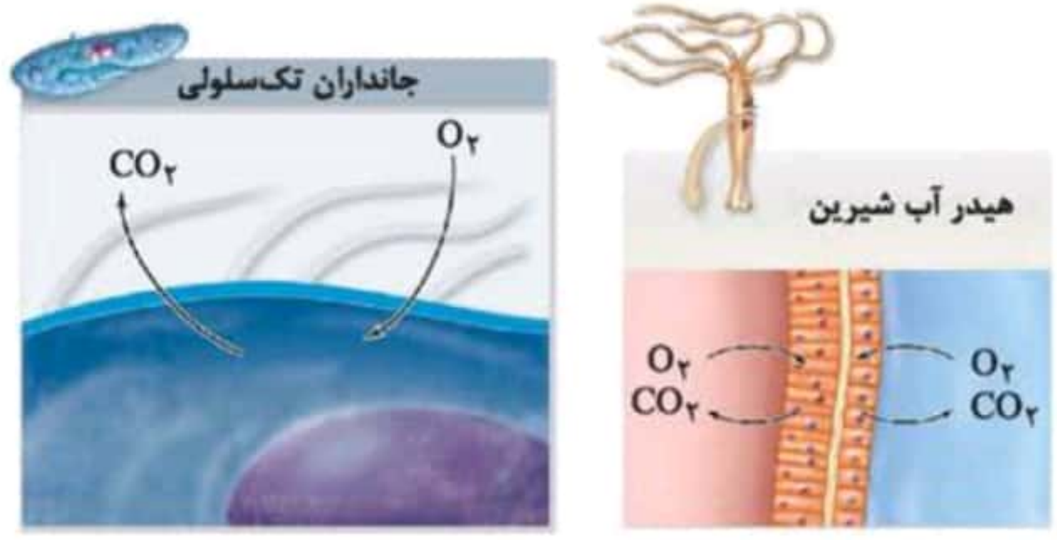
تنوع تبادلات گازی

درس‌نامهٔ ۱۳ تنفس تک‌سلولی‌ها، نایدیسی و پوستی

تک سلولی‌ها

در جانداران تک‌سلولی و هم‌چنین جانورانی که همهٔ سلول‌های آن‌ها با محیط بیرون در ارتباط هستند، نظیر کرم پهن و هیدر آب شیرین، تبادل گازها بین سلول‌ها و محیط، **به طور مستقیم و به روش انتشار** می‌باشد.

در سایر جانوران، ساختارهای تنفسی ویژه‌ای ایجاد شده‌اند که ارتباط بین سلول‌ها و محیط را برقرار می‌کند.



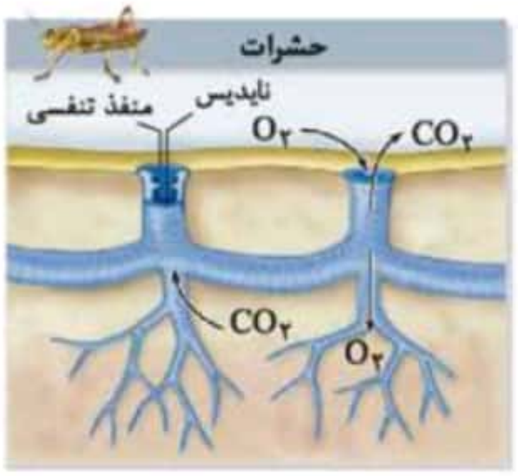
نکته سامانهٔ گردش مواد هیدر و پلاناریا، نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارند.

شکل «تنفس از طریق انتشار»

- ✓ *آن‌چه گذشت* [گفتار ۴ - فصل ۲ دهم] حفرهٔ دهانی محل تشکیل واکوئول غذایی می‌باشد و در محل منفذ دفعی، واکوئول دفعی به غشا می‌پیوندد و محتویات آن آزاد می‌شود.
- ✓ *آن‌چه خواهیم خواند* [گفتار ۳ - فصل ۵ دهم] در سلول پارامسی، دو واکوئول انقباضی وجود دارند که در تنظیم فشار اسمزی سلول مؤثر هستند.
- ✓ در سلول پارامسی، دو هسته وجود دارد؛ یک هستهٔ کوچک و یک هستهٔ بزرگ.
- ✓ در سلول پارامسی، واکوئول‌های گوارشی به صورت پراکنده وجود دارند.

تنفس نایدیسی

در بدن بعضی از بی‌مهرگان خشکی‌زی، مثل حشرات و صدپایان، **نایدیس** وجود دارد. نایدیس‌ها، لوله‌های منشعب و مرتبط به هم هستند. هر نایدیس، توسط **کیتین**[1] پوشیده می‌شود. نایدیس‌ها، توسط منافذ تنفسی سطح بدن، به خارج باز می‌شوند. در نایدیس‌ها، **معمولاً** ساختاری برای بستن منافذ وجود دارد که مانع از هدر رفتن آب می‌شود. پس از آن‌که هوا از منفذ تنفسی در ابتدای نایدیس عبور کرد و وارد بدن شد، نایدیس‌ها به انشعابات کوچک‌تری تقسیم می‌شوند. انتهایی‌ترین انشعابات، در نزدیکی سلول‌های بدن قرار می‌گیرند. این انشعابات، انتهای بسته دارند (بن‌بست هستند) و فاقد کیتین نیز می‌باشند. با این وجود، سطح داخلی این لوله‌ها توسط مایعی مرطوب می‌شود که امکان تبادلات گازی را فراهم می‌کند. در نتیجه، گازهای تنفسی می‌توانند **با انتشار**، فاصلهٔ کوتاه بین نایدیس‌های انتهایی و سلول‌ها را طی کنند. متوسط این فاصله، فقط چند میکرون است. در انتقال گازهای تنفسی در این نوع روش تنفس، **دستگاه گردش مواد نقشی ندارد** و گازهای تنفسی از محیط خارج تا نزدیکی سلول‌های بدن، هدایت می‌شوند.



۱- کیتین، نوعی مولکول پلی‌ساکاریدی است که در اسکلت خارجی حشرات وجود دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «تنفس نایدیسی»

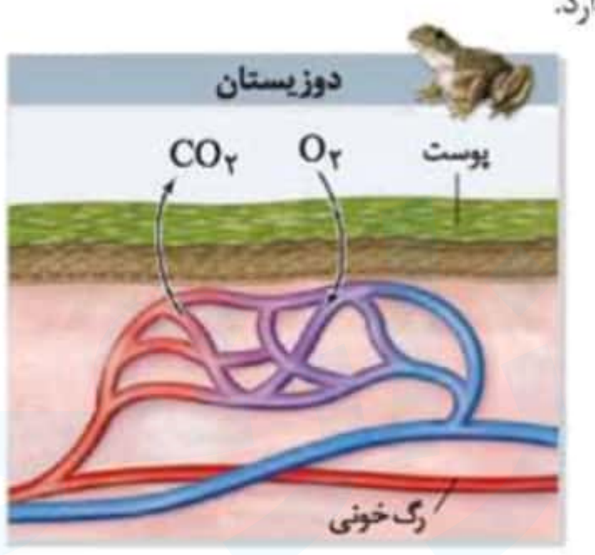
- ✓ هر نایدیس، از طریق یک منفذ تنفسی به محیط بیرون دسترسی دارد.
- ✓ منافذ تنفسی از یکدیگر جدا می‌باشند ولی نایدیس‌ها از طریق لوله‌های عرضی با یکدیگر ارتباط دارند.
- ✓ با دور شدن از سطح پوست، تعداد انشعابات نایدیس‌ها بیشتر می‌شود و مجاری باریک‌تری به وجود می‌آیند.

ملخ

- ✓ *آن‌چه گذشت* [گفتار ۴ - فصل ۲ دهم] در ابتدای ورودی دهان ملخ، آرواره‌هایی وجود دارند که می‌توانند گوارش مکانیکی غذا را شروع کنند.
- ✓ همان‌طور که قبلاً گفتیم، در بدن حشرات سه جفت پا (شش پا) وجود دارد.
- ✓ هر پای ملخ از سه بند (قطعه) تشکیل شده است.
- ✓ عقبی‌ترین پای ملخ، بزرگ‌ترین پای ملخ است.
- ✓ ملخ یک جفت بال دارد و می‌تواند پرواز کند.
- ✓ در سر ملخ، یک جفت شاخک وجود دارد.

تنفس پوستی

در تنفس پوستی، تبادل گازهای تنفسی از طریق پوست انجام می‌شود. تنفس پوستی، مشابه تنفس هیدر آب شیرین است که تبادل گازها را از سطح بدن انجام می‌دهد. اما این روش تنفس، تفاوت‌های مهمی با تنفس در هیدر آب شیرین دارد.



در تنفس پوستی، **فقط سلول‌های پوست** در تماس با گازهای تنفسی هستند. در این جانوران، **شبکه‌های گستردهٔ مویرگی زیرپوستی** وجود دارند که به تبادلات پوستی کمک می‌کند. **کرم خاکی**، جزء بی‌مهرگانی است که با این روش تنفس می‌کند. مویرگ‌های فراوان زیر پوست کرم خاکی، گازها را با هوای درون فضاهای خالی بین ذرات خاک، مبادله می‌کنند.

تنفس پوستی، برای **کمک به تبادلات گازی در مهره‌داران شش‌دار** نیز انجام می‌شود؛ مثلاً در لاک‌پشت‌های آبی، سمندرهای شش‌دار و مارهای آبی.

در **دوزیستان**، مثل قورباغه، **بخش عمدهٔ تبادلات گازی از طریق پوست** انجام می‌شود و شش نقش کم‌تری دارد. در قورباغه، همانند کرم خاکی، یک **شبکهٔ مویرگی وسیع و یکنواخت** در زیر پوست وجود دارد که به تبادلات گازی کمک می‌کند.

نکته پوست دوزیستان، **ساده‌ترین ساختار در اندام‌های تنفس مهره‌داران** است.

نکته همان‌طور که در ابتدای فصل گفتیم، گازهای تنفسی درصورتی می‌توانند انتشار پیدا کنند که **محلول** باشند؛ به همین دلیل لازم است که سطح تنفسی همواره مرطوب باشد. کرم خاکی، در محیط‌های مرطوب، مثل خاک مرطوب، زندگی می‌کند. در دوزیستان، مرطوب‌شدن پوست با کمک **ترشح مادهٔ مخاطی لغزنده** انجام می‌شود. افزایش رطوبت سطح پوست توسط مادهٔ مخاطی، **کارایی تنفس پوستی را افزایش می‌دهد.**

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳ - فصل ۵ دهم] در سطح بدن ماهیان آب شیرین هم مادهٔ مخاطی وجود دارد.

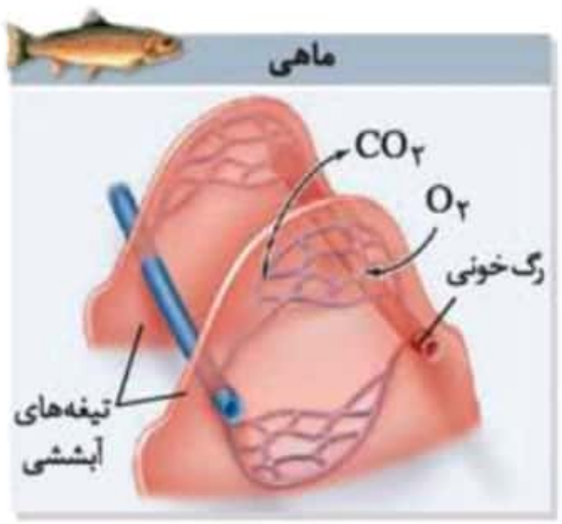
شکل «تنفس نایدیسی»

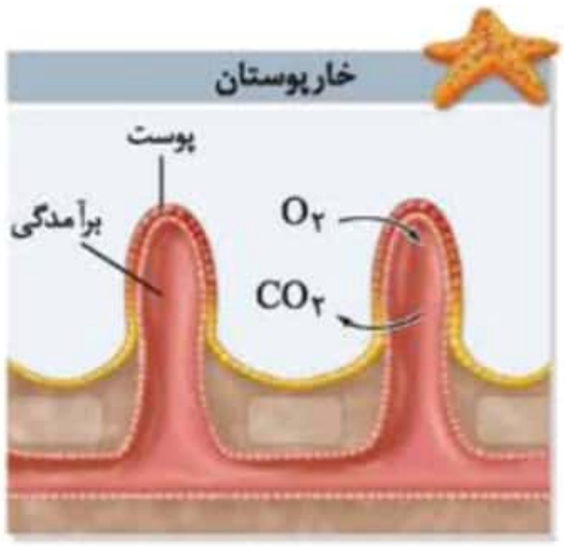
- ✓ پوست دوزیستان از چند لایهٔ سلولی ساخته شده است و در سطح آن مادهٔ مخاطی وجود دارد.
- ✓ در تنفس پوستی مهره‌داران و کرم خاکی، یک سرخرگ با خون تیره، خون را وارد پوست می‌کند.
- ✓ *آن‌چه خواهیم خواند* [گفتار ۴ - فصل ۴ دهم] در کرم خاکی، یک سرخرگ، خون روشن را از شبکهٔ مویرگی پوست خارج می‌کند.
- ✓ *آن‌چه خواهیم خواند* [گفتار ۴ - فصل ۴ دهم] در دوزیستان، یک سیاهرگ با خون روشن، خون را به دهلیز چپ قلب برمی‌گرداند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درس‌نامهٔ ۱۴ تنفس آبششی

آبشش‌ها، انواع مختلفی دارند. در **ستارهٔ دریایی**، آبشش‌ها به صورت **برجستگی‌های کوچک** و **پراکنده** در سطح پوست هستند. در این قسمت‌ها، تبادلات گازی از طریق **پوست جانور** انجام می‌شود که به **لوله‌های موجود در بدن** منتهی می‌شود. در سایر بی‌مهرگان، آبشش‌ها **فقط در نواحی خاصی از بدن** وجود دارند.





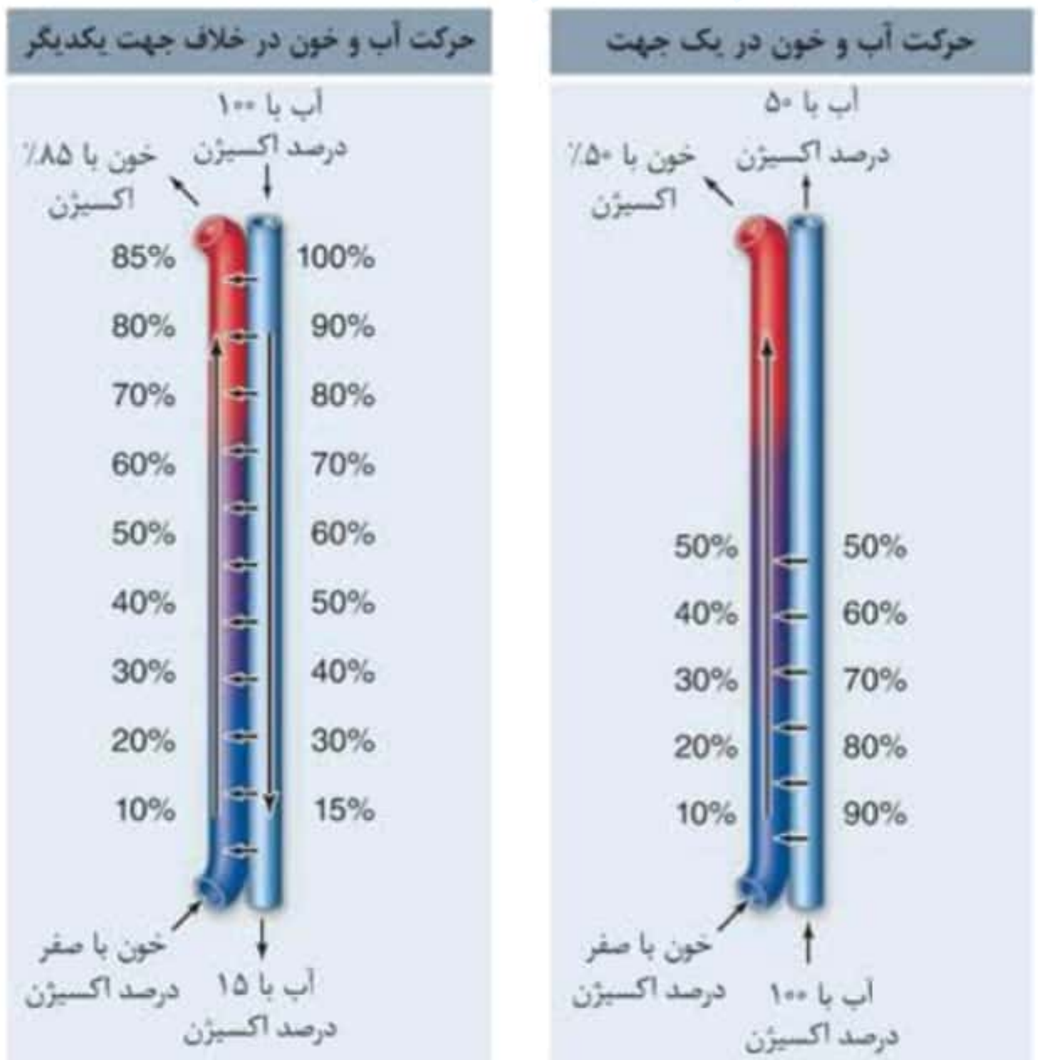
نکته خارپوستان، مثل ستارهٔ دریایی، گردش خون ندارند.

نکته **ساده‌ترین نوع آبشش**، آبشش‌های خارپوستان می‌باشد.

شکل «تنفس آبششی در ستارهٔ دریایی»

- ✓ برای تبادل گازها در ستارهٔ دریایی، گازها از دو لایهٔ سلولی بافت پوششی عبور می‌کنند.
- ✓ پوست ستارهٔ دریایی، برخلاف پوست دوزیستان، فقط از یک لایهٔ سلولی ساخته شده است.
- ✓ وجود برآمدگی‌های آبششی در سطح پوست، باعث ایجاد ظاهر خاردار در پوست ستارهٔ دریایی شده است.
- ✓ در داخل بدن ستارهٔ دریایی، مجراهای مرتبط با یکدیگر وجود دارند که گازهای تنفسی را در بدن منتقل می‌کنند.

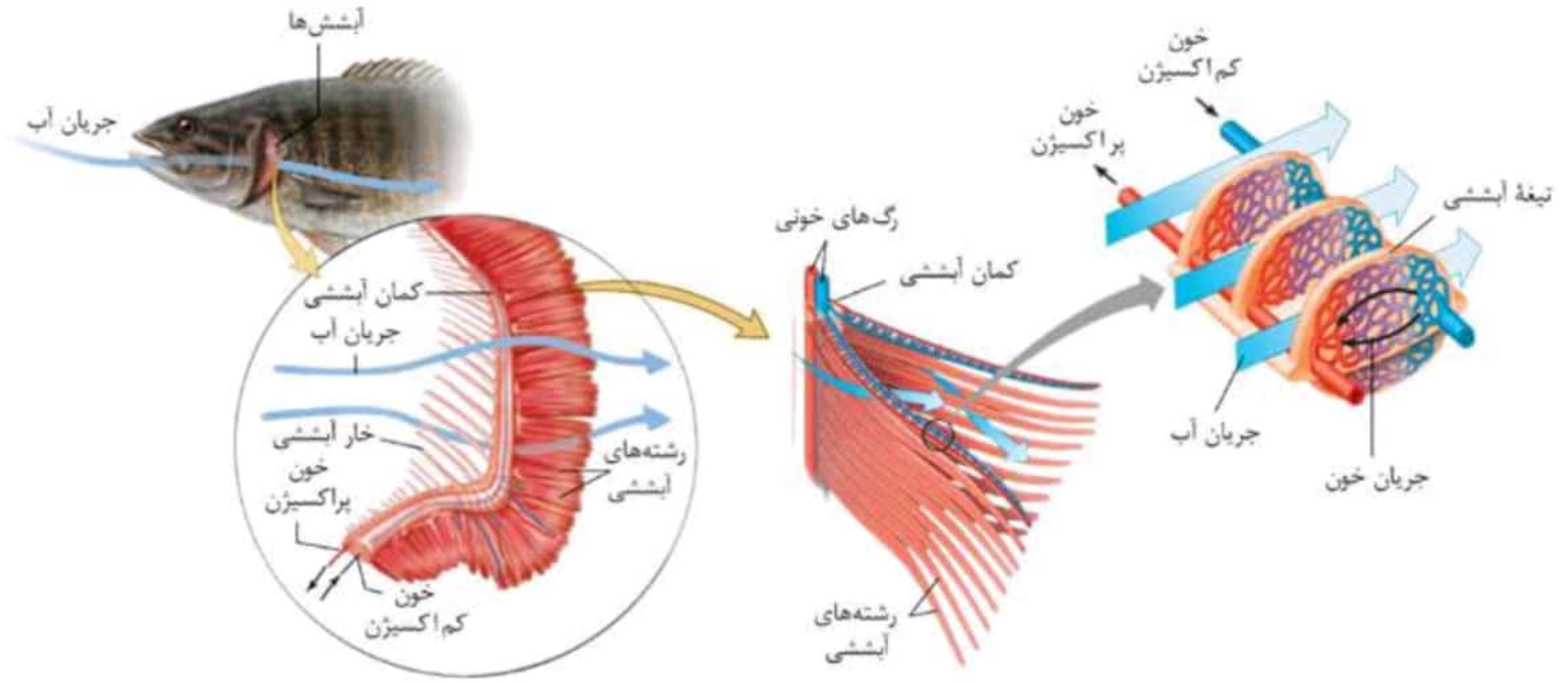
در **ماهیان** و **دوزیستان نابالغ** نیز آبشش وجود دارد. لاروی (نوزاد) برخی از ماهیان و تمام دوزیستان، **آبشش‌های خارجی** دارند که از سطح بدن بیرون زده‌اند. لاروی بسیاری از ماهیان و همهٔ ماهی‌های بالغ، **آبشش‌های داخلی** دارند. در این نوع آبشش‌ها، تبادلات گازی بسیار کارامد هستند؛ زیرا، جهت حرکت خون در مویرگ‌ها و جهت عبور آب در طرفین تیغه‌های آبششی، برخلاف یک‌دیگر است.



خب شاید براتون سؤال پیش بیاد که جریان مخالف آب و خون، چه جوری باعث افزایش تبادلات گازی میشه؟ برای جواب به این سؤال، باید به این موضوع دقت داشته باشید که حرکت گازهای تنفسی با انتشار انجام میشه و اساس انتشار هم وجود شیب غلظت است. اگه خون و آب در یک جهت حرکت کنند، زمانی‌که ۵۰ درصد از اکسیژن مبادله شد، شیب غلظتی دیگه وجود نداره و اختلاف غلظت از بین میره. اما وقتی‌که حرکت آب در جهت مخالف جریان خون انجام میشه همیشه

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

شیب غلظت وجود داره و در نتیجه، همیشه تبادل گازهای تنفسی انجام میشه و در نهایت چه چیزی بهتر از یک شکل می‌تونه توضیح بده که چرا جریان خون و آب برعکسه. این‌جاست که باید گفت: بفوانید و ببینید. آیا این نشانه‌ها برای اهل ایمان کافی نیست؟ برای حسن ختام این بخش هم نگاهی میندازیم به آبشش‌های یک ماهی.



نکته در ماهیانی که در لاروی آن‌ها، آبشش خارجی وجود دارد، در طی فرایند بلوغ، آبشش‌های داخلی ایجاد می‌شوند.

شکل «تنفس آبششی در ماهی»

- ✓ در هر آبشش ماهی، خارهای آبششی و رشته‌های آبششی به کمان‌های آبششی متصل شده‌اند.
- ✓ خارهای آبششی به سمت خارج قرار می‌گیرند و رشته‌های آبششی به سمت داخل؛ در نتیجه، جریان آب از خارهای آبششی به سمت رشته‌های آبششی می‌باشد.
- ✓ در هر رشتهٔ آبششی، چندین تیغهٔ آبششی وجود دارد. در هر تیغهٔ آبششی، یک شبکهٔ مویرگی وجود دارد. آب از بین تیغه‌های آبششی عبور می‌کند و گازهای خود را مبادله می‌کند.
- ✓ به هر رشتهٔ آبششی، یک سرخرگ وارد می‌شود و یک سرخرگ نیز از رشتهٔ آبششی خارج می‌شود.
- ✓ گردش خون ماهی ساده است و خونی که به آبشش‌ها می‌رود و تصفیه می‌شود، بدون این‌که به قلب برگردد، ابتدا به اندام‌های بدن می‌رود و پس از تبادلات گازی در اندام‌های بدن، خون تیره به قلب برمی‌گردد.

درسنامه‌ها — تنفس ششی

شش‌ها و سازوکارهای تهویه‌ای

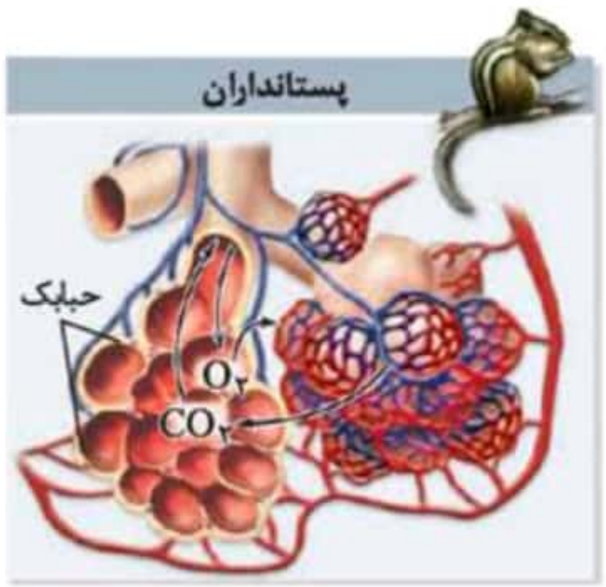
شش‌ها، ساختارهای تنفسی هستند که در **بعضی از بی‌مهرگان خشکی‌زی**، مانند نرم‌تنانی مثل حلزون و لیسه، و هم‌چنین **مهره‌داران خشکی‌زی** مشاهده می‌شود.

نکته بعضی از مهره‌داران آبزی[1] هم دارای شش هستند. مثل لاک‌پشت آبی و مار آبی.

سازوکارهای تهویه‌ای، روش‌هایی هستند که با کمک آن‌ها، جانوران می‌توانند جریان **پیوسته‌ای** از هوای **تازه** را در مجاورت سطح تنفسی برقرار کنند. در مهره‌داران، دو نوع سازوکار تهویه‌ای وجود دارد:

۱- **پمپ فشار مثبت:** در دوزیستان و بعضی از خزندگان.

۲- **فشار منفی:** در بیشتر خزندگان و همهٔ پرندگان و پستانداران. در این روش، **مکش** ایجاد شده در اثر فشار منفی، باعث ورود هوا به دستگاه تنفس می‌شود. در ارتباط با این سازوکار، در بخش مکانیسم تنفس انسان صحبت کردیم.

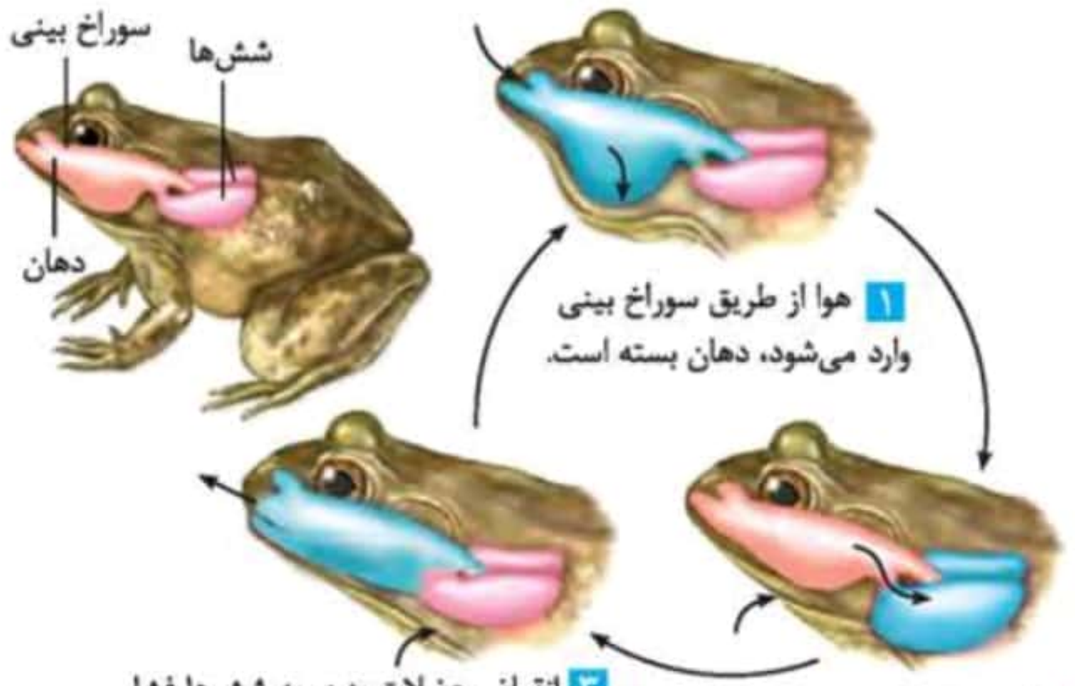


۱- در اکثر منابع، دوزیستان نیز جانوران آبزی محسوب می‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

☐ پمپ فشار مثبت

در دوزیستان، مثل قورباغه، به کمک **عضلات دهان و حلق**، با حرکتی شبیه «قورت دادن»، هوا با فشار به شش‌ها رانده می‌شود.



خب، جملهٔ بالا توضیح کتاب بود که طبق معمول درکش سخته. پس میریم سراغ توضیح خودمون. قورباغه، ابتدا از طریق سوراخ‌های بینی، هوا را وارد دهان خودش می‌کند. پس از آن، عضلات دهان و حلق منقبض می‌شود. این انقباض، باعث می‌شود که به کف دهان فشار وارد شود و بالاتر رود. با کاهش حجم دهان و وارد شدن فشار به آن، هوا از دهان خارج می‌شود و به سمت شش‌ها می‌رود. پس از انجام تبادلات گازی در شش‌ها، نوبت به مرحلهٔ بازدم می‌رسد. بازدم قورباغه تحت تاثیر دو عامل است. عامل اول انقباض عضلات قورباغه می‌باشد که به شش‌ها فشار وارد می‌کند و سعی می‌کند آن‌ها را بیندد. علاوه بر این، شش‌ها به دلیل ویژگی کشسانی نیز تمایل به بسته شدن دارند. در نتیجه، حجم شش‌ها کاهش پیدا می‌کند و هوا از شش‌ها خارج می‌شود.

جمع‌بندی

سازوکارهای تهویه‌ای

سازوکار تهویه‌ای	نام گروه		سازوکار ورود هوا به شش		سازوکار خروج هوا از شش	
پمپ فشار مثبت	همه	دوزیستان	فشار مثبت	انقباض عضلات اطراف دهان و حلق	فشار مثبت	انقباض عضلات بدن در اطراف شش‌ها
	بعضی	خزندگان				
فشار منفی	بسیاری	خزندگان	فشار منفی	افزایش حجم قفسهٔ سینه	فشار مثبت	کاهش حجم قفسهٔ سینه
	همه	پرندگان				
	همه	پستانداران				

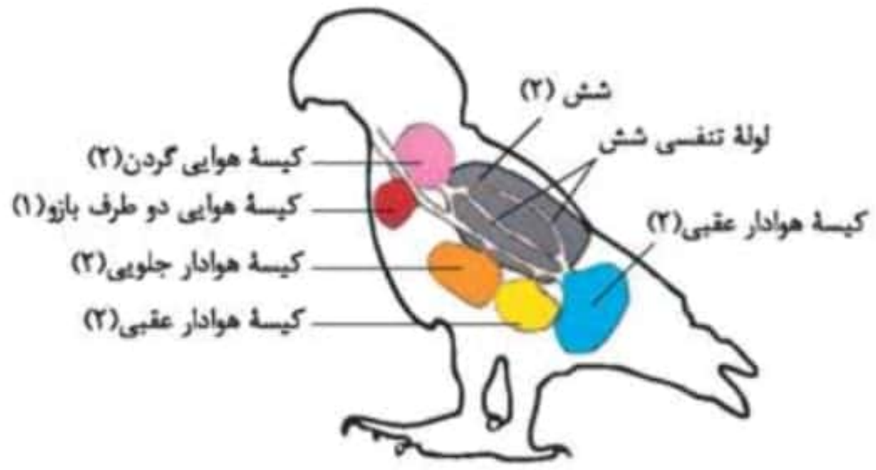
تنفس در پرندگان

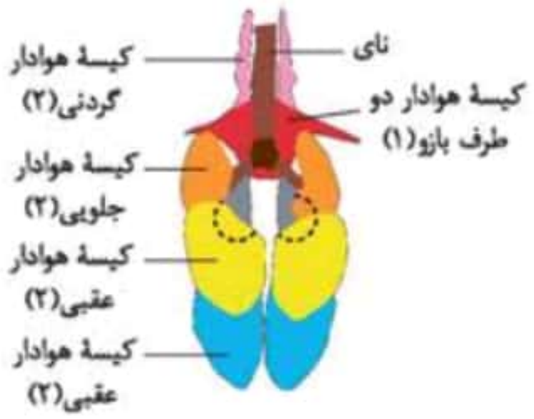
به علت پرواز کردن، پرندگان، نسبت به سایر مهره‌داران به انرژی بیشتری نیاز دارند. در نتیجه، برای انجام واکنش‌های تنفس سلولی، به اکسیژن بیشتری نیاز دارند. برای افزایش کارایی تنفس در پرندگان نسبت به پستانداران، شش‌های پرندگان به ساختارهایی به‌نام **کیسه‌های هوادار** متصل هستند. در بدن پرندگان، **۹ کیسهٔ هوادار** وجود دارد که در **تمام حفرهٔ بدنی، دو طرف گردن و استخوان‌های بازو** وجود دارند. کیسه‌های هوادار، ساختارهای **انعطاف‌پذیر** هستند و می‌توانند هوا را دریافت کنند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «کیسه‌های هوادار پرنده»

- ✓ در بدن پرنده، ۹ کیسهٔ هوادار وجود دارد. چهار کیسهٔ هوادار در قسمت عقب بدن قرار دارند و ۵ کیسهٔ هوادار نیز جلویی می‌باشند.
- ✓ یکی از کیسه‌های هوادار که در دو طرف بازو قرار دارد، بین دو سمت بدن مشترک می‌باشد و نوعی کیسهٔ هوادار جلویی نیز می‌باشد.
- ✓ کوچک‌ترین کیسه‌های هوادار، کیسه‌های هوادار گردنی هستند. این کیسه‌ها، طویل‌ترین کیسه‌های هوادار بدن نیز می‌باشند.
- ✓ نای در انتهای خود منشعب می‌شود و به دو شاخه تقسیم می‌شود.

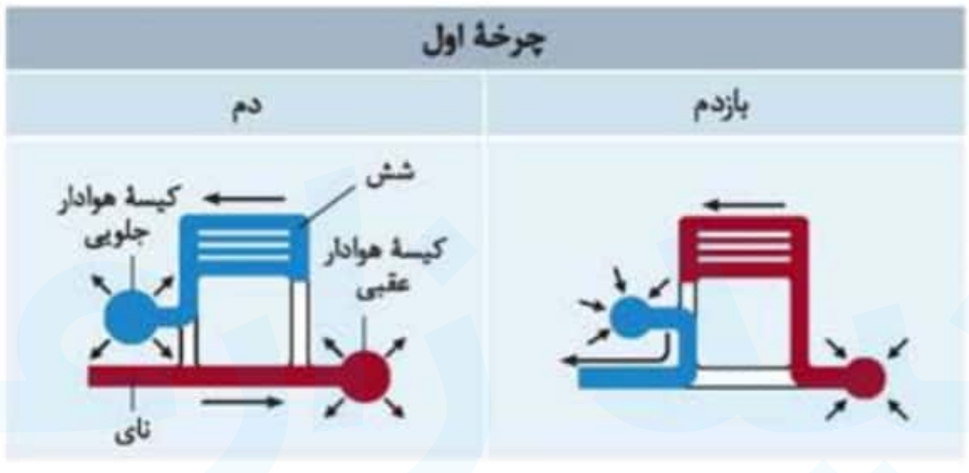




□ مراحل تنفس در پرندگان

تنفس در پرندگان، نیازمند **دو چرخهٔ تنفسی کامل (دم و بازدم)** است.

چرخهٔ اول:



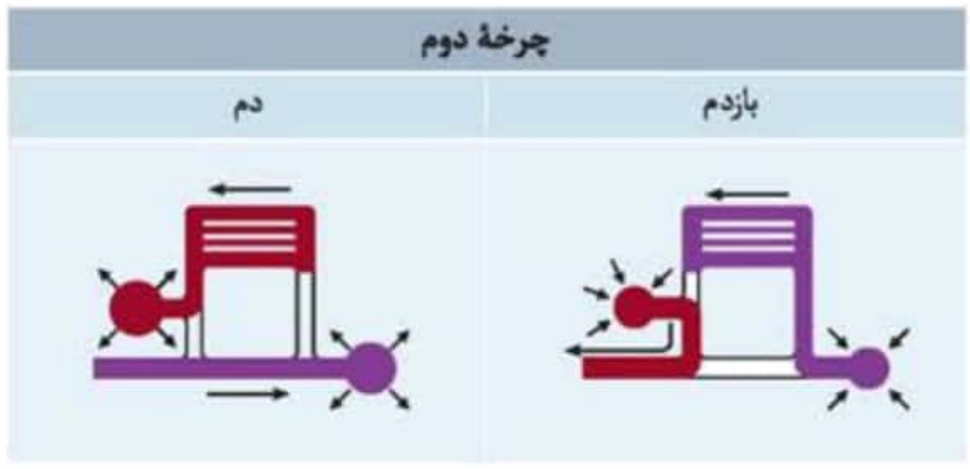
۱- **دم:** در مرحلهٔ دم، هوا از طریق نای وارد دستگاه تنفس می‌شود. **بیشتر** هوای دمی، بدون عبور از شش‌ها، به کیسه‌های هوادار عقبی می‌رود. بخشی از هوای دمی نیز وارد شش‌ها می‌شود.

نکته هم‌زمان با دم چرخهٔ تنفسی جدید، مرحلهٔ بازدم چرخهٔ تنفسی قبلی نیز انجام می‌شود و هوا از شش به کیسه‌های هوادار جلویی می‌رود.

۲- **بازدم:** هوایی که وارد کیسه‌های هوادار عقبی شده بود، در مرحلهٔ بازدم وارد **شش‌های لوله‌ای** می‌شود. در شش‌ها، تبادل گازهای تنفسی انجام می‌شود.

نکته هم‌زمان با بازدم چرخهٔ تنفسی جدید، مرحلهٔ بازدم چرخهٔ تنفسی قبلی به اتمام می‌رسد و هوا از کیسه‌های هوادار جلویی خارج می‌شود و از طریق نای، از بدن خارج می‌شود.

چرخهٔ دوم:



۱- **دم:** در ادامهٔ مرحلهٔ بازدم چرخهٔ تنفسی قبلی، هوا از شش‌ها به کیسه‌های هوادار جلویی می‌رود. در این مرحله، هوای دمی جدید نیز وارد کیسه‌های هوادار عقبی نیز می‌شود.

۲- **بازدم:** هوایی که به کیسه‌های هوادار جلویی رفته بود، از طریق نای از بدن خارج می‌شود. هوای کیسه‌های هوادار عقبی تنفس جدید نیز به شش‌ها می‌رود.

اگه بخوایم به‌طور خلاصه بگیم:

۱- در مرحلهٔ دم، هوا وارد کیسه‌های هوادار عقبی می‌شود. هوای شش‌ها نیز وارد کیسه‌های هوادار جلویی می‌شود، در واقع، مرحلهٔ دم، **مرحلهٔ پرشدن کیسه‌های هوادار** است.

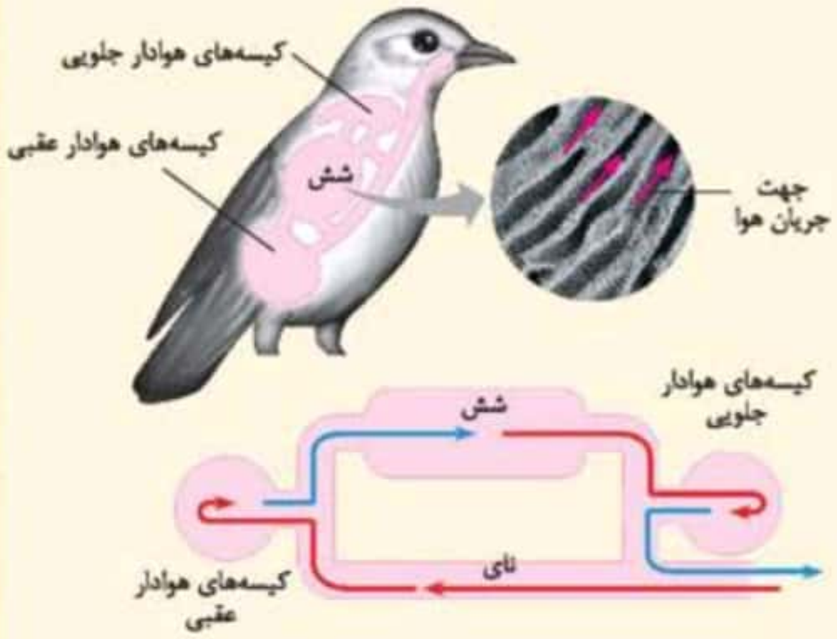
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۲- در مرحلهٔ بازدم، هوای کیسه‌های هوادار عقبی به شش‌ها می‌رود. هوای کیسه‌های هوادار جلویی نیز از طریق نای از بدن خارج می‌شود. در واقع، مرحلهٔ بازدم، **مرحلهٔ خالی شدن کیسه‌های هوادار** است.

شکل، نمودار و جدول زیر هم جمع‌بندی کل مطالبی است که دربارهٔ تنفس در پرندگان گفتیم.

جمع‌بندی

مراحل تنفس پرندگان



چرخهٔ تنفسی اول	دم ۱	نای (تهویه‌نشده، پراکسیژن)	کیسهٔ هوادار عقبی (تهویه‌نشده، پراکسیژن)
	بازدم ۱	کیسهٔ هوادار عقبی (تهویه‌نشده، پراکسیژن)	شش (تهویهٔ هوا)
چرخهٔ تنفسی دوم	دم ۲	نای (تهویه‌نشده، پراکسیژن)	کیسهٔ هوادار عقبی (تهویه‌نشده، پراکسیژن)
	ادامهٔ بازدم ۱	شش (تهویهٔ هوا)	کیسهٔ هوادار پیشین (تهویه‌شده، کم‌اکسیژن)
	بازدم ۲	کیسهٔ هوادار عقبی (تهویه‌نشده، پراکسیژن)	شش (تهویهٔ هوا)
	پایان بازدم ۱	کیسهٔ هوادار پیشین (تهویه‌شده، کم‌اکسیژن)	نای (خروج هوا)

تنفس پرندگان

ساختار تنفسی		دم			بازدم		
		پر/خالی	فشار هوا	کیفیت هوا	پر/خالی	فشار هوا	کیفیت هوا
کیسه‌های هوادار	عقبی	پر	ابتدا کاهش (منفی) سپس افزایش (مثبت)	تهویه‌نشده (پراکسیژن)	خالی	ابتدا افزایش (مثبت) سپس کاهش	—
	جلویی			تهویه‌شده (کم‌اکسیژن)			
شش		ثابت (پر)	ثابت	تبادل هوا همواره انجام می‌شود و هوای تهویه‌نشده، تهویه می‌شود.	ثابت (پر)	ثابت	تبادل هوا همواره انجام می‌شود و هوای تهویه‌نشده، تهویه می‌شود.
نای		جریان هوا همواره وجود دارد.		تهویه‌نشده (غنی از اکسیژن)	جریان هوا همواره وجود دارد.		تهویه‌شده (کم‌اکسیژن)

نکته همان‌طور که در شکل‌ها مشخص است، جهت جریان هوا در شش‌های پرنده به صورت **یک‌طرفه** است. البته در سایر بخش‌های دستگاه تنفس، جهت جریان هوا به صورت **دوطرفه** است.

نکته همواره درون شش‌های پرنده مقداری هوای تازه وجود دارد، بنابراین، در شش‌های پرندگان، تبادل گازهای تنفسی به صورت دائمی انجام می‌شود.

نکته دقت داشته باشید که کیسه‌های هوادار با کیسه‌های هوایی متفاوت هستند. در پرندگان، شش‌ها فاقد کیسهٔ هوایی (حبابک) هستند و به‌جای حبابک، ساختارهای لوله‌ای در شش خود دارند.

نکته شش پرندگان، برخلاف شش پستانداران، تغییر حجم ندارد و همیشه، حجم ثابتی دارد.

نکته در پرندگان، ۹ کیسهٔ هوادار وجود دارد؛ ۴ کیسهٔ هوادار عقبی و ۵ کیسهٔ هوادار جلویی. یکی از کیسه‌های هوادار جلویی، بین دو سمت بدن مشترک می‌باشد.

نکته تغییرات حجم و فشار هوا در کیسه‌های هوادار، هماهنگ می‌باشد. هر زمان که حجم کیسه‌های هوادار عقبی زیاد شود، حجم کیسه‌های هوادار جلویی نیز زیاد می‌شود و برعکس.

نکته در کیسه‌های هوادار عقبی، فقط هوای پراکسیژن وجود دارد و در کیسه‌های هوادار جلویی، فقط هوای کم‌اکسیژن. در شش و نای، هم هوای پراکسیژن و هم هوای کم‌اکسیژن وجود دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

انواع روش‌های تنفسی در جانداران

نام گروه	مثال	انتشار	نایدیسی	پوستی	آبششی	ششی
تک‌سلولی‌ها	پارامسی	فقط با انتشار				
مرجانیان	هیدر آب شیرین	فقط با انتشار				
کرم‌های پهن	پلاناریا، کرم کدو	با انتشار				
کرم‌های حلقوی	کرم خاکی			با کمک شبکه‌های مویرگی زیرپوستی		
بندپایان	عنکبوتیان، حشرات، سخت‌پوستان، هزارپایان		حشرات و صدپایان			
نرم‌تنان	حلزون، لیسه، هشت‌پا و ...					انواع خشکی‌زی مثل حلزون و لیسه
خارتنان	ستارهٔ دریایی				ساده‌ترین آبشش‌ها	
ماهی‌ها	ماهی، کوسه				پیچیده‌ترین آبشش‌ها	
دوزیستان	قورباغه، سمندر، وزغ			روش اصلی تبادل گازها	در دوران لاروی	با کمک پمپ فشار مثبت
خزندگان	مار، لاک‌پشت، کروکودیل			در بعضی انواع مثل مار آبی و لاک‌پشت آبی		بعضی: پمپ فشار مثبت بسیاری: فشار منفی
پرندگان	کبوتر، گنجشک					دارای کیسه‌های هوادار
پستانداران	انسان، گاو، اسب					دارای کیسه‌های حبابکی

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سال دهم

فصل ۴

«گردش خون در جانوران، باز یا بسته هست.»

حشرات، مثل آفوندک سبزی که می‌بینین، گردش خون باز دارن. یعنی مواد از رگ‌هاشون میان بیرون و میرن بین سلول‌ها. اما مهره‌داران، گردش خون بسته دارن. خزندگان (مثل مار)، پرندگان (مثل دُرنا) و پستانداران (مثل سنجاب، ببر، میمون و البته پاندا)، قلب چهارحفره‌ای و گردش خون مضاعف دارن.

گردش مواد در بدن

می‌خواستم اول این فصل مثل فصلای قبل، راجع به اهمیت دستگاه گردش خون صحبت کنم ولی وقتی به این فکر کردم که بیشترین میزان مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های قلبی است و متأسفانه افراد خیلی زیادی رو دور و بر خودمون دیدیم که مشکل قلبی داشتن، دیدم این یه توضیح خیلی اضافی هست. ضربان قلب، خونریزی، نوار قلب و ... چیزایی هستن که همه باهاشون سروکار داشتیم و فکر کنم براتون جالب باشه که بدونین دستگاه گردش خون چه‌جوری کار می‌کنه.

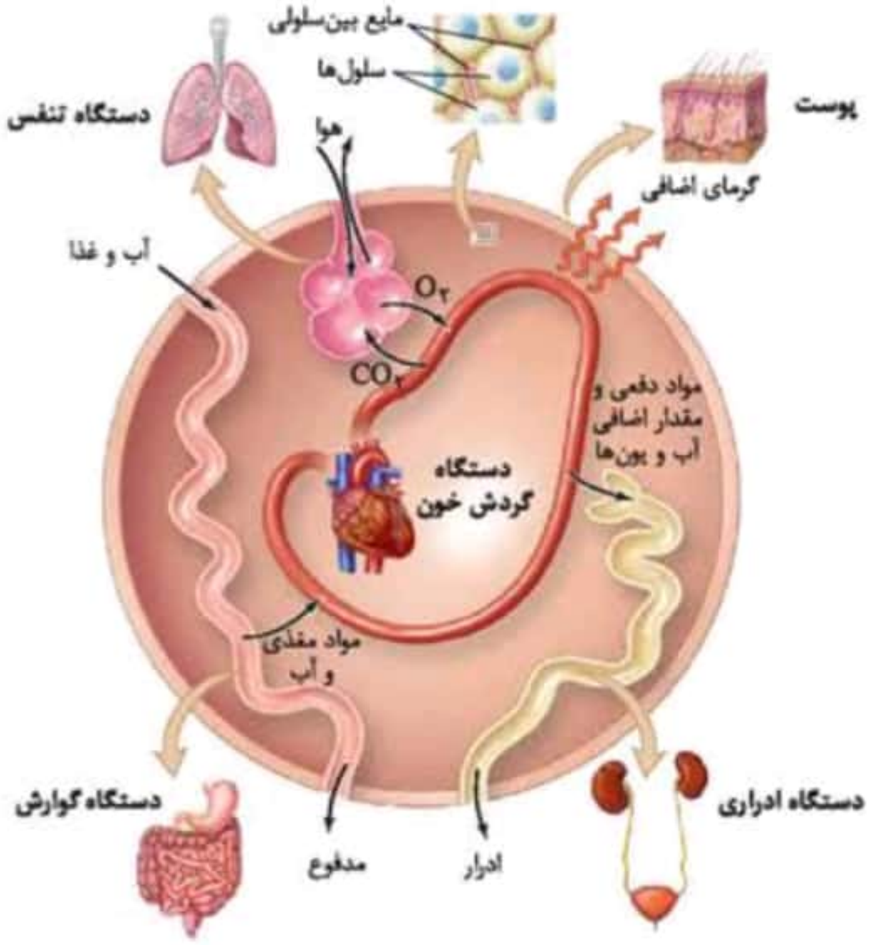
مثل همیشه، شروع فصل با توضیح ساختار قلب هست و بعدشم عملکرد قلب و صد البته، مبحث مهم نوار قلب. بعد از اون نوبت رگ‌های خونی هست که به ترتیب ساختار و عملکرد انواعشون بررسی بشه و آخر سر هم می‌رسیم به خون؛ چیزی که با توجه به رشته‌ای که دارین توش درس می‌خونین، احتمالاً بخش زیادی از کارتون در آینده رو تشکیل میده. آخر فصل، باز هم نوبت جانوران هست که بفهمیم اونا چه‌جوری مواد رو داخل بدنشون به گردش در میارن. سخت میشه کنکوری رو پیدا کرد که داخلش از گردش مواد جانوران سؤالی نباشه. اگه فصل (۲) دهم، به خاطر اهمیت مباحثش و پایه بودنش، مهم‌ترین فصل دهم هست، ولی فصل (٤) دهم به خاطر تعداد سؤالاش در امتحانا و کنکور، مهم‌ترین فصل کل زیست‌شناسی هست. قلب، نماد احساسات هم هست، احساساتی که انسان رو متمایز می‌کنه از بقیهٔ جانداران:

«آدمی دو قلب دارد! قلبی که از بودن آن باخبراست و قلبی که از حضورش بی‌خبر. و آدم‌ها به خاطر همین دوست داشتنی‌اند؛ به خاطر قلب دیگرشان، به خاطر قلبی که از بودنش بی‌خبرند!»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکروطبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تستای این ۳ تا کتاب لذت ببری. 😊

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درس‌نامهٔ ۱ دستگاه گردش مواد



یادآوری در علوم هفتم خواندیم که دستگاه گردش مواد انسان از قلب، رگ‌ها و خون تشکیل شده است. ارتباط بین دستگاه گردش خون و سلول‌های بدن، توسط خون انجام می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] دستگاه یکی از سطوح سازمان‌یابی حیات است که از چند اندام و بافت تشکیل شده است.

یادآوری در علوم هفتم خواندیم که قلب تلمبه‌ای ماهیچه‌ای است که کم‌تر از ۳۰۰ گرم وزن دارد و سالانه حدود ۲ میلیون لیتر خون را جابه‌جا می‌کند.

همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، دستگاه گردش خون با دستگاه‌های مختلف بدن در ارتباط است و وظایف مختلفی را برعهده دارد:

۱- دستگاه تنفس؛ اکسیژن‌رسانی سلول‌ها و دفع کربن دی‌اکسید: در فصل قبل گفتیم که قلب خون تیره (کم اکسیژن) را وارد شش‌ها می‌کند و پس از تبادلات گازی، خون روشن (غنی از اکسیژن) را از شش‌ها خارج می‌کند و به سراسر سلول‌های بدن انتقال می‌دهد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] اکسیژن برای تنفس سلولی و تبدیل انرژی مواد مغذی به انرژی نهفته در ATP لازم است. کربن دی‌اکسید نیز محصول دفعی تنفس سلولی است که باید از بدن دفع شود.

۲- دستگاه گوارش؛ دریافت مواد مغذی و آب: مویرگ‌های خونی و لنفی دیوارهٔ لولهٔ گوارش، مواد مغذی و آب را جذب می‌کنند. این مواد، از طریق خون، به سراسر بدن منتقل می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] لیپیدها و ویتامین‌های محلول در چربی وارد مویرگ‌های لنفی می‌شوند. سایر مواد جذب‌شده وارد مویرگ‌های خونی می‌شوند.

۳- دستگاه ادراری؛ دفع مواد نیتروژن‌دار و تنظیم آب و یون‌ها: مواد زائد نیتروژن‌دار، توسط دستگاه گردش خون از سلول‌ها دور می‌شوند و به سمت کلیه‌ها برده می‌شوند. در کلیه، ادرار ساخته می‌شود و تعادل مواد شیمیایی موجود در خون حفظ می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۵ دهم] منشأ ادرار از خون است. خون توسط سرخرگ کلیه وارد کلیه می‌شود و پس از دفع ترکیبات سمی و زائد، سیاهرگ کلیه آن را از کلیه خارج می‌کند.

۴- پوست؛ دفع گرمای اضافی: زمانی‌که دمای بدن افزایش پیدا می‌کند، جریان خون در زیر پوست افزایش می‌یابد تا مقدار اضافی گرما از بدن دفع شود.

۵- دستگاه هورمونی؛ انتقال هورمون‌ها: هورمون‌ها، پس از ساخته شدن، به خون می‌ریزند و توسط جریان خون، به سلول هدف خود می‌رسند.

نکته هورمون‌ها علاوه بر این‌که توسط خون در بدن جابه‌جا می‌شوند، می‌توانند بر فعالیت دستگاه گردش خون نیز تأثیر بگذارند. در گفتار (۲) با تنظیم هورمونی دستگاه گردش خون آشنا می‌شویم.

علاوه بر موارد ذکر شده در بالا، دستگاه گردش خون با تمامی دستگاه‌های دیگر بدن نیز در ارتباط است؛ مواد مغذی و اکسیژن مورد نیاز همهٔ سلول‌های بدن، توسط دستگاه گردش خون تأمین می‌شود و مواد مضر سلول‌ها، توسط دستگاه گردش خون دور می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۱ دهم] ارتباط بین دستگاه گردش خون و سایر دستگاه‌های بدن، بر اساس نگرش کل‌نگری بررسی می‌شود.

پس هر جانداری برای ادامهٔ حیات باید بتونه تبادل مواد رو انجام بده. در جانوران، تبادل مواد با کمک دستگاه گردش مواد انجام میشه که حالت پیشرفتهٔ اون، دستگاه گردش خون است. شاید جملهٔ آخر یکم گیجتون کرده باشه؛ نکتهٔ زیر برای اینه که از گیجی در بیاید.

نکته دستگاه گردش مواد با دستگاه گردش خون فرق دارد؛ در واقع، دستگاه گردش خون، نوعی دستگاه گردش مواد می‌باشد مثلاً در فصل دوم خواندیم که در مرجانیان (مثل هیدر) و پلاناریا، حفرهٔ گوارشی وجود دارد. گردش مواد جانور نیز در همین حفرهٔ گوارشی انجام می‌شود. این جانوران، خون ندارند و بنابراین، نمی‌توان به دستگاه گردش مواد آن‌ها گفت دستگاه گردش خون. در بعضی از جانوران هم به‌جای دستگاه گردش خون، دستگاه گردش آب وجود دارد؛ مثل اسفنج‌ها. در ارتباط با تنوع گردش مواد در جانوران، در انتهای فصل بیشتر صحبت خواهیم کرد.

نکته در باکتری‌ها، آغازیان و قارچ‌ها، دستگاه گردش مواد وجود ندارد و تبادل مواد از سطح بدن انجام می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۲ انواع دستگاه گردش خون

چیزی که الان می‌خوایم بگیم، در اصل مربوط به آخر فصل هست ولی خب برای توضیح گردش خون انسان بهش نیاز داریم. برای همین، این‌جا یه مقدمه ازش می‌گیم و کاملش رو میذاریم برای آخر فصل.

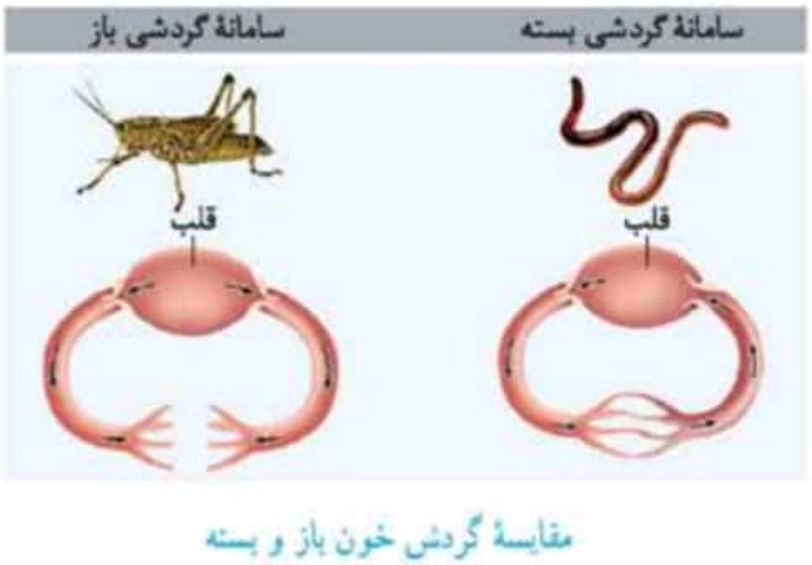
گفتیم که دستگاه گردش خون انسان، از **قلب**، **رگ‌ها** و **خون** تشکیل شده است. ساختار این بخش‌ها در جانوران مختلف فرق می‌کند و بر این اساس، انواع مختلفی از دستگاه گردش خون ایجاد شده است. در یک دسته‌بندی کلی، دو سامانهٔ گردش خون وجود دارد:

سامانهٔ گردشی باز

در این سامانه، **مویرگ وجود ندارد؛** در نتیجه، **همولنف** از انتهای باز بعضی از رگ‌ها خارج می‌شود و وارد فضای بین‌سلولی می‌شود. در واقع مایع درون رگ‌های این جانوران، نقش خون، لنف و مایع بین‌سلولی را دارد و به آن **همولنف** گفته می‌شود.

سامانهٔ گردشی بسته

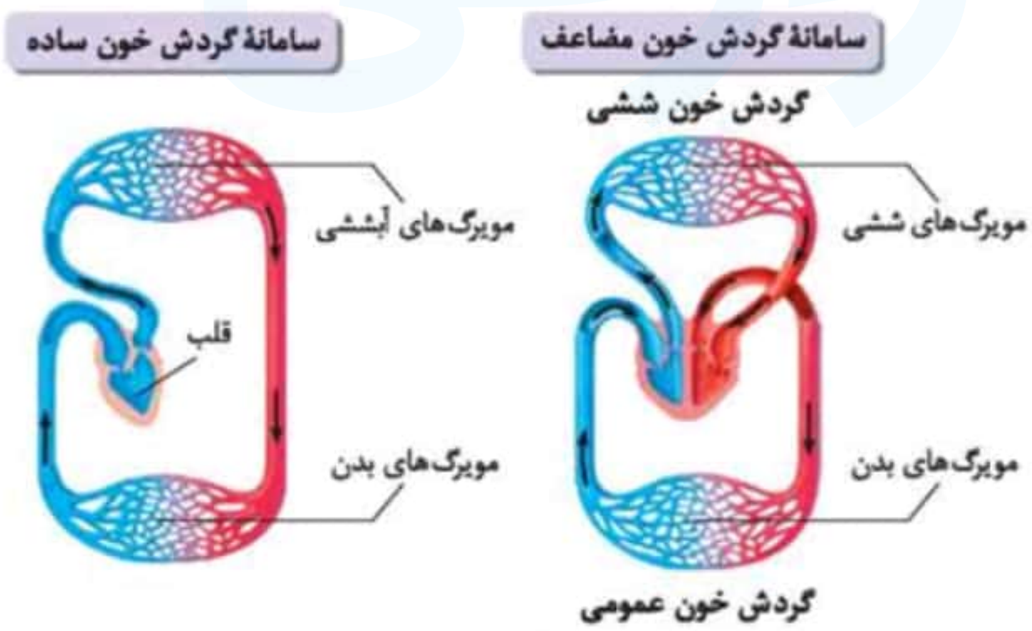
در گردش خون بسته، **مویرگ** وجود دارد. **خون از رگ‌ها خارج نمی‌شود** و تبادل مواد در مویرگ‌ها انجام می‌شود. در مهره‌داران، سامانهٔ گردش خون بسته به دو صورت وجود دارد؛ گردش خون ساده و مضاعف.



مقایسهٔ گردش خون باز و بسته

۱- گردش خون ساده: در گردش خون ساده، خون تیره از قلب خارج می‌شود، به سطح تنفسی می‌رود و پس از تبادلات گازی، **مستقیماً** به اندام‌های بدن می‌رود و در نهایت، به قلب باز می‌گردد. در این نوع گردش خون، **فقط خون تیره** از قلب عبور می‌کند و در هر بار گردش خون، خون **فقط یک‌بار** از قلب عبور می‌کند.

۲- گردش خون مضاعف: در ارتباط با گردش خون مضاعف در فصل (۳) توضیح دادیم، خون تیره از قلب خارج می‌شود و به سطح تنفسی می‌رود. پس از تبادلات گازی، خون روشن به قلب برمی‌گردد و سپس از طریق قلب، به همهٔ اندام‌های بدن فرستاده می‌شود. بنابراین، در گردش خون مضاعف، خون **دو بار** از قلب عبور می‌کند و دو مسیر برای گردش خون وجود دارد. به مسیر اول که در آن خون به شش‌ها می‌رود و تصفیه می‌شود، **گردش خون ششی (کوچک)** گفته می‌شود و مسیر دوم که خون را به همهٔ اندام‌های بدن می‌فرستد، **گردش خون عمومی (بزرگ)** نام دارد.



مقایسهٔ گردش خون ساده و مضاعف

خب، درسنامه‌های (۱) و (۲) مقدمه‌ای بودن برای این‌که برسیم به قلب انسان! از این‌جا به بعد آروم‌تر حرکت کنید، چون یه مقدار داره سفت‌تر میشه.

درسنامهٔ ۳ قلب انسان (۱): حفره‌ها و رگ‌های قلب

قلب، **تلمبهٔ مرکزی دستگاه گردش خون** می‌باشد که در **قفسهٔ سینه** قرار دارد. خون، توسط قلب به همهٔ اندام‌های بدن ارسال می‌شود و پس از تبادل گازها و مواد مغذی، دوباره به قلب برمی‌گردد.

حفره‌های قلب انسان

در ساختار قلب انسان، **۴ حفره** وجود دارد. دو حفره‌ای که در بالا قرار دارند، **دهلیزها** می‌باشند و دو حفره‌ای که در بخش پایینی قلب می‌باشند، **بطن‌ها** هستند.

☐ دهلیزها

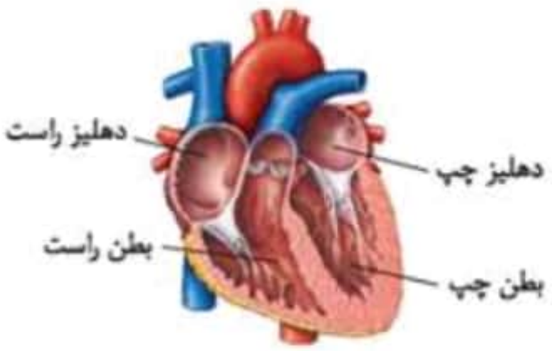
خونی که به اندام‌های بدن رفته است، توسط **سیاهرگ‌ها** به دهلیز وارد می‌شود. دهلیزها، نسبت به بطن‌ها **کوچک‌تر** هستند و **دیوارهٔ نازک‌تری** نیز دارند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ بطن‌ها

خونی که توسط سیاهرگ‌ها به قلب بازگردانده شده است، از دهلیزها به بطن‌ها ریخته می‌شود. بطن‌ها، خون را از طریق **سرخرگ‌ها** از قلب خارج می‌کنند و به اندام‌ها می‌فرستند. بطن‌ها، **بزرگ‌ترین حفره‌های** قلب می‌باشند و نسبت به دهلیزها، **دیوارهٔ ضخیم‌تری** دارند.

نکته دیوارهٔ بطن چپ نسبت به دیوارهٔ بطن راست ضخیم‌تر است. زیرا، بطن چپ باید خون را به تمام بدن ارسال کند و برای این کار، نیروی بیشتری باید ایجاد کند.



حفره‌های قلب انسان

رگ‌های قلب انسان

دو نوع رگ به حفره‌های قلب انسان متصل می‌باشند؛ سیاهرگ‌ها و سرخرگ‌ها که در ادامه آن‌ها را بررسی می‌کنیم.

❑ سیاهرگ‌ها

رگ‌هایی که خون را به قلب بازمی‌گردانند، سیاهرگ نامیده می‌شوند. سیاهرگ‌ها، خون را از اندام‌های مختلف بدن جمع می‌کنند و به سمت قلب می‌آورند (به قلب نزدیک می‌کنند).

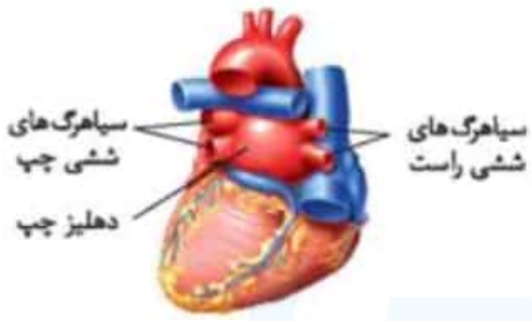
آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] اغلب سیاهرگ‌های بدن، خون تیره دارند ولی ممکن است سیاهرگ‌ها خون روشن نیز داشته باشند. مثلاً **سیاهرگ ششی،** خون روشن را وارد قلب می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] سیاهرگ ششی در مهره‌داران دارای تنفس ششی، حامل خون روشن است. رگی هم که خون روشن را از پوست دوزیستان به دهلیز چپ منتقل می‌کند، یک سیاهرگ است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۷ یازدهم] در بند ناف، یک سیاهرگ وجود دارد که خون روشن را وارد بدن جنین می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] سیاهرگ‌ها ممکن است مستقیماً به قلب بازنگردند اما مسیر حرکت آن‌ها **به سمت قلب** می‌باشد. مثلاً **سیاهرگ باب کبدی،** خون را مستقیماً وارد کبد می‌کند و در نهایت، خون از طریق بزرگ سیاهرگ زیرین به قلب می‌ریزد.

نمای داخلی دهلیز راست



نمای پشتی قلب انسان

دهلیز راست: **۳ سیاهرگ،** خون تیره را به دهلیز راست وارد می‌کنند؛ **بزرگ سیاهرگ زیرین، بزرگ سیاهرگ زبرین و سیاهرگ کرونری (اکلیلی).**

نکته به رگ‌هایی که مسئول خون‌رسانی و تغذیهٔ بافت‌های خود قلب هستند، رگ‌های کرونری (اکلیلی) گفته می‌شود. سیاهرگ‌های کرونری، خون تیره را از بافت‌های قلب جمع‌آوری می‌کنند و نهایتاً، خون تیره از طریق یک سیاهرگ کرونری وارد دهلیز راست می‌شود.

دهلیز چپ: **۴ سیاهرگ ششی،** خون روشن را وارد دهلیز چپ می‌کنند؛ ۲ سیاهرگ از شش چپ و ۲ سیاهرگ از شش راست.

جمع‌بندی

سیاهرگ‌های متصل به قلب

نام حفره	کیفیت خون	نام رگ	اندام‌هایی که خون آن‌ها را برمی‌گرداند
دهلیز راست	تیره	بزرگ سیاهرگ زبرین	اندام‌های بالاتر از قلب مثل سر و گردن و دست‌ها
		سیاهرگ کرونری	قلب
		بزرگ سیاهرگ زیرین	اندام‌های پایین‌تر از قلب مثل کلیه‌ها، روده، پاها و ...
دهلیز چپ	روشن	سیاهرگ ششی چپ	شش چپ
		سیاهرگ ششی چپ	
		سیاهرگ ششی راست	شش راست
		سیاهرگ ششی راست	

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

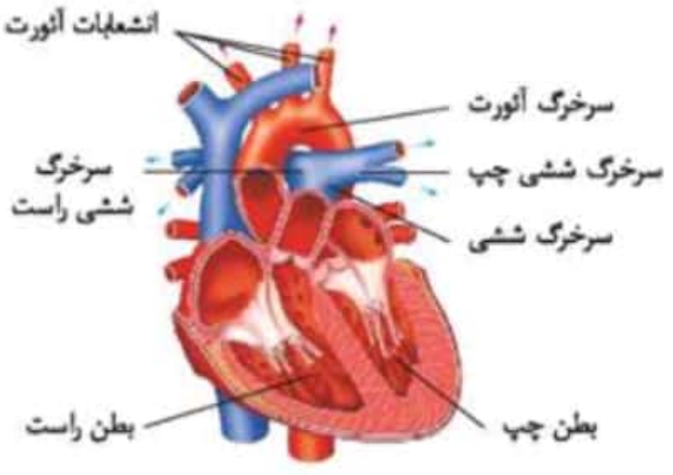
نکته احتمالاً متوجه شدید که **همهٔ سیاهرگ‌های قلب، به دهلیزها متصل می‌شوند.** گفتیم که دهلیزها محل ورود خون به قلب هستند و نقش سیاهرگ‌ها هم بازگرداندن خون به قلب می‌باشد بنابراین، سیاهرگ‌های قلب، خون خود را وارد دهلیز می‌کنند.

نکته به حفره‌های قلب انسان، مجموعاً **۷ سیاهرگ** متصل می‌باشد؛ ۴ سیاهرگ به دهلیز چپ متصل هستند و خون روشن را حمل می‌کنند. ۳ سیاهرگ هم خون تیره را وارد دهلیز راست می‌کنند.

نکته همان‌طور که در فصل (۳) خواندیم، قلب انسان **متمایل به سمت چپ** می‌باشد و **فرورفتگی جایگاه قلب بر روی شش چپ قابل مشاهده است.** با توجه به نزدیک‌تر بودن قلب به شش چپ نسبت به شش راست، سیاهرگ‌های ششی راست طول بیشتری نسبت به سیاهرگ‌های ششی سمت چپ دارند؛ زیرا برای رسیدن به قلب، باید مسافت بیشتری را طی کنند.

□ سرخرگ‌ها

رگ‌هایی که خون را از قلب خارج می‌کنند، سرخرگ نامیده می‌شوند. سرخرگ‌ها، خون را به شش‌ها و سایر اندام‌های بدن می‌برند (از قلب دور می‌کنند).



سرخرگ‌های متصل به قلب

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] اغلب سرخرگ‌های بدن، خون روشن دارند؛ ممکن است سرخرگ‌ها خون تیره نیز داشته باشند مثلاً **سرخرگ ششی،** خون تیره را از قلب خارج می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] سرخرگ ششی در مهره‌داران دارای تنفس ششی، حامل خون تیره است. رگی هم که خون تیره را به پوست دوزیستان منتقل می‌کند، یک سرخرگ است. علاوه بر این، در دوزیستان نابالغ و ماهیان نیز سرخرگ شکمی دارای خون تیره است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۷ یازدهم] در بند ناف، دو سرخرگ وجود دارد که خون تیره را از جنین خارج می‌کنند و به جفت انتقال می‌دهند. پس در انسان، رگ‌های بند ناف و رگ‌های ششی استثنا هستند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ دهم] سرخرگ‌ها ممکن است که خون را **مستقیماً** از قلب خارج نکنند ولی مسیر حرکت آن‌ها **در خلاف جهت قلب** می‌باشد مثلاً **سرخرگ وابران،** خون را از شبکهٔ مویرگی اول کلیه (گلومرول) خارج می‌کند و وارد شبکهٔ مویرگی دوم می‌کند.

بطن راست: ۱ سرخرگ ششی، خون را از بطن راست خارج می‌کند. سرخرگ ششی، به محض خروج از قلب منشعب می‌شود و سرخرگ ششی چپ و راست را ایجاد می‌کند.

نکته با توجه به این‌که قلب به سمت چپ قفسهٔ سینه متمایل می‌باشد، سرخرگ ششی راست از سرخرگ ششی چپ بلندتر می‌باشد؛ زیرا برای رسیدن به شش، باید مسافت بیشتری را طی کند.

بطن چپ: بزرگ‌ترین سرخرگ بدن، سرخرگ **آئورت** می‌باشد. آئورت به بطن چپ متصل می‌باشد. وظیفهٔ آئورت، انتقال خون به کلیهٔ اندام‌های بدن می‌باشد؛ در گردش خون عمومی، آئورت خون روشن را به سراسر اندام‌های بدن می‌برد. آئورت پس از خروج از قلب، یک قوس [قوس آئورت] را تشکیل می‌دهد. در بالای این قوس، سه شاخه از آئورت جدا می‌شود؛ این انشعابات، خون‌رسانی به اندام‌های فوقانی را برعهده دارند. قوس آئورت به سمت چپ و پایین متمایل می‌شود و به سمت اندام‌های تحتانی می‌رود.

جمع‌بندی

سرخرگ‌های متصل به قلب

نام حفره	کیفیت خون	نام رگ	وظیفه
بطن راست	تیره	سرخرگ ششی	ارسال خون تیره به شش برای تصفیه‌شدن
بطن چپ	روشن	سرخرگ آئورت	ارسال خون روشن به همهٔ اندام‌های بدن

نکته گفتیم که بطن‌ها، خون را به خارج از قلب می‌فرستند. خروج خون از قلب، توسط سرخرگ‌ها انجام می‌شود. بنابراین، **سرخرگ‌های قلب به بطن‌ها متصل هستند.**

نکته به حفره‌های قلب انسان، مجموعاً ۲ سرخرگ متصل می‌باشد. ۱ سرخرگ ششی به بطن راست و ۱ سرخرگ آئورت به بطن چپ.

خب رسیدیم به آخر این درسنامه. این درسنامه رو با یه جمع‌بندی از کل چیزی که تا الان راجع به قلب گفتیم تموم می‌کنیم.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

حفرات قلب و رگ‌های متصل به آن

محل قرارگیری حفره		سمت چپ قلب	سمت راست قلب
کیفیت خون		روشن	تیره
نام حفره در قسمت بالایی		دهلیز چپ	دهلیز راست
رگ‌های ورودی به حفره		۴ سیاهرگ ششی	بزرگ سیاهرگ زیرین+ بزرگ سیاهرگ زبرین + سیاهرگ کرونری
تعداد رگ‌های متصل	به حفره	۴	۳
مجموع	به کل دهلیزها	۷	
نام حفره در قسمت پایینی		بطن چپ	بطن راست
رگ‌های خروجی از حفره		۱ سرخرگ آئورت	۱ سرخرگ ششی
تعداد رگ‌های متصل	به حفره	۱	۱
	به کل بطن‌ها	۲	
	به کل قلب	۹	

درسنامهٔ ۴

قلب انسان (۲): دریچه‌ها و صدای قلب

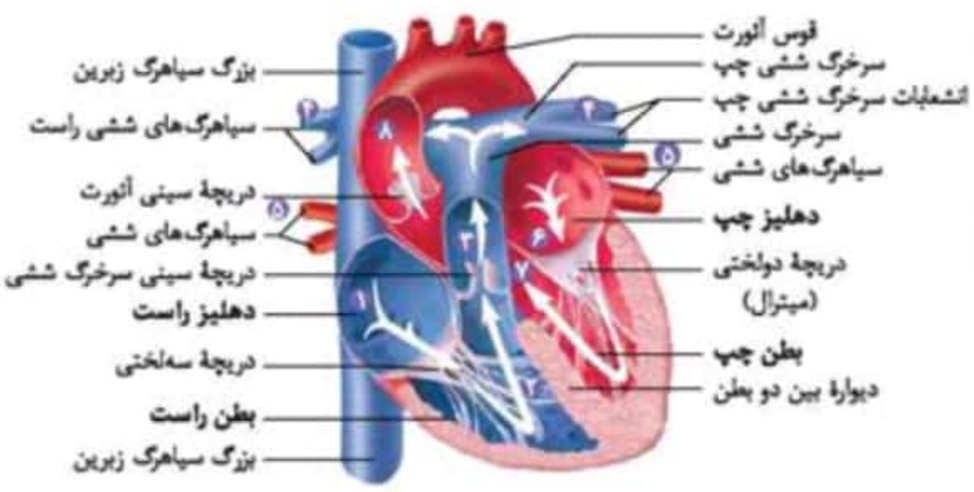
در درسنامهٔ قبل، راجع به حفره‌های قلب و رگ‌های متصل به قلب صحبت کردیم. توی این درسنامه، راجع به دریچه‌های قلبی صحبت می‌کنیم.

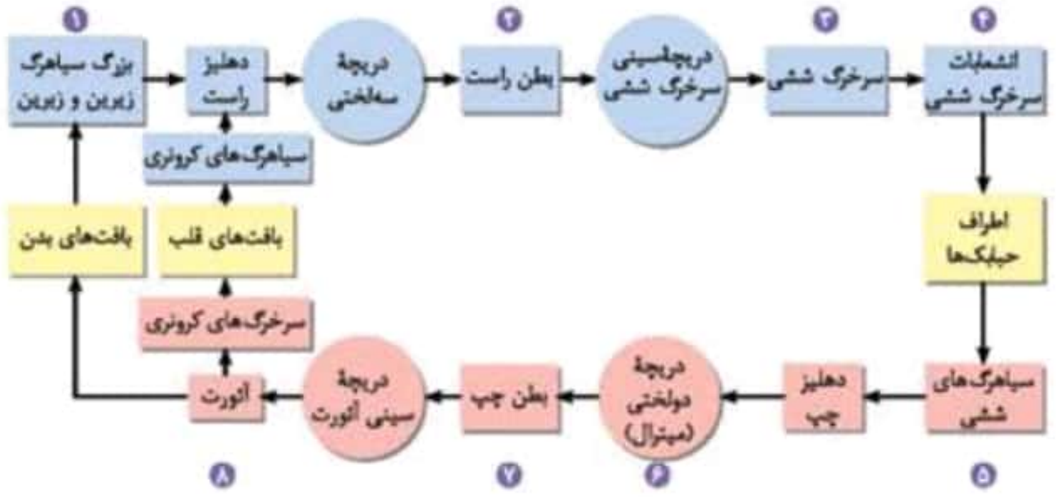
دریچه‌های قلب

وقتی‌که خون در دهلیزها جمع شد، باید وارد بطن شود تا سپس از طریق سرخرگ‌ها، از قلب خارج شود. بین دهلیز و بطن دریچه‌ای وجود دارد که **مانع بازگشت خون به دهلیزها** می‌شود. به این دریچه‌ها، **دریچهٔ دهلیزی ـ بطنی** گفته می‌شود. در ابتدای سرخرگ‌ها نیز **دریچه‌های سینی** وجود دارند که منجر به **جلوگیری از بازگشت خون به بطن** می‌شوند. عملکرد این دریچه‌ها منجر به **جریان یک‌طرفهٔ خون** می‌شود؛ یعنی جریان خون فقط از دهلیز به بطن و از بطن به سرخرگ مشاهده می‌شود و در جهت برعکس ممکن نیست.

گردش خون ششی: دهلیز راست ← (دریچهٔ دهلیزی بطنی (سه‌لختی)) بطن راست ← (دریچهٔ سینی سرخرگ ششی) سرخرگ ششی ← شش‌ها

گردش خون عمومی: دهلیز چپ ← (دریچهٔ دهلیزی بطنی (دولختی یا میترال)) بطن چپ ← (دریچهٔ سینی سرخرگ آئورت) سرخرگ آئورت ← همهٔ اندام‌های بدن





جنس دریچه‌ها: دریچه‌های قلبی در نتیجهٔ **چین‌خوردگی بافت پوششی قلب** ایجاد می‌شوند. **بافت پیوندی** نیز به **استحکام این دریچه‌ها** کمک می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [فصل ۲ و ۵ دهم] اسفنکترهای لولهٔ گوارش، ماهیچه‌ای می‌باشند. اسفنکترهای میزراه نیز دارای ماهیچه هستند. دقت داشته باشید که دریچه‌های قلبی، ماهیچه ندارند.

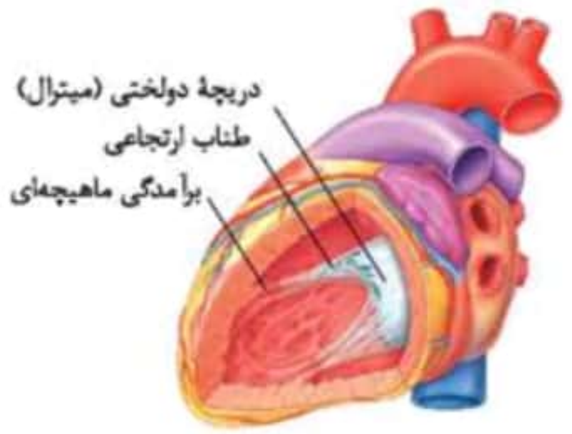
خب احتمالاً الان براتون سؤال پیش میاد که اگه این دریچه‌ها ماهیچه ندارن، پس چه‌جوری باز و بسته میشن؟ قبل از این‌که جواب این سؤال رو بدیم، بهتره که اول با خود دریچه‌ها آشنا بشیم.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

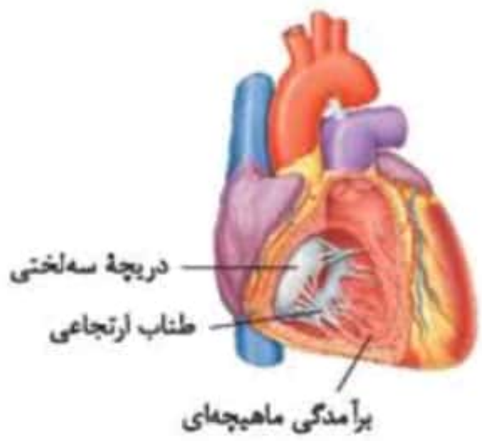
☐ دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی

گفتیم که دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی، بین دهلیز و بطن قرار دارند. **زمانی‌که بطن در حال استراحت است، این دریچه‌ها باز هستند** و خون از دهلیز به بطن وارد می‌شود. **هنگام انقباض بطن‌ها، دریچه‌های دهلیزی- بطنی بسته می‌شوند** و جلوی بازگشت خون به دهلیز را می‌گیرند. دریچهٔ دهلیزی ـ بطنی چپ را **دریچهٔ میترال** یا **دولختی** می‌نامند؛ زیرا از **دو قطعهٔ آویخته** تشکیل شده است. دریچهٔ دهلیزی ـ بطنی راست، **دریچهٔ سه‌لختی** است و سه قطعهٔ آویخته دارد. دو شکل زیر، دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی را از نمای داخل بطن نشان می‌دهند. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی توسط **طناب‌های ارتجاعی** به **برآمدگی‌های ماهیچه‌ای** درون بطن متصل می‌شوند و جهت باز شدن آن‌ها نیز **به سمت درون بطن** می‌باشد.

این طناب ارتجاعی و برآمدگی ماهیچه‌ای که گفتم، خارج از کتاب نیستا! توی فعالیت کتاب اسمشون آورده شده.



دریچهٔ دولختی در نمای داخلی بطن چپ



دریچهٔ سه‌لختی در نمای داخلی بطن راست

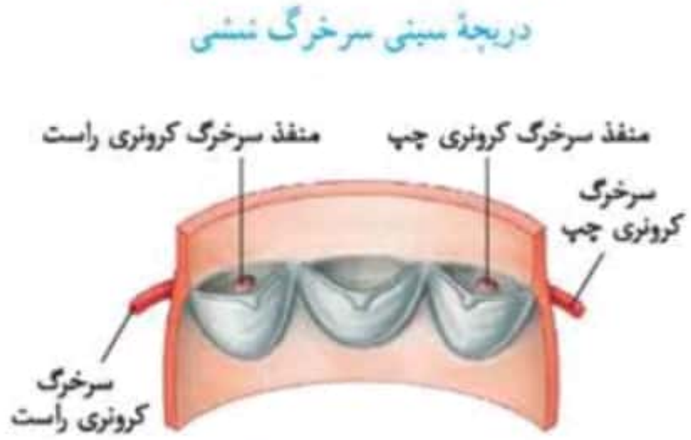
☐ دریچه‌های سینی

دریچه‌های سینی، در **ابتدای سرخرگ‌های خروجی از بطن‌ها** قرار می‌گیرند. پس در قلب، **۲ دریچهٔ سینی** وجود دارد. یک دریچه در ابتدای سرخرگ آئورت و یک دریچهٔ سینی هم در ابتدای سرخرگ ششی. این دریچه‌ها، **جلوی بازگشت خون به بطن را می‌گیرند.**

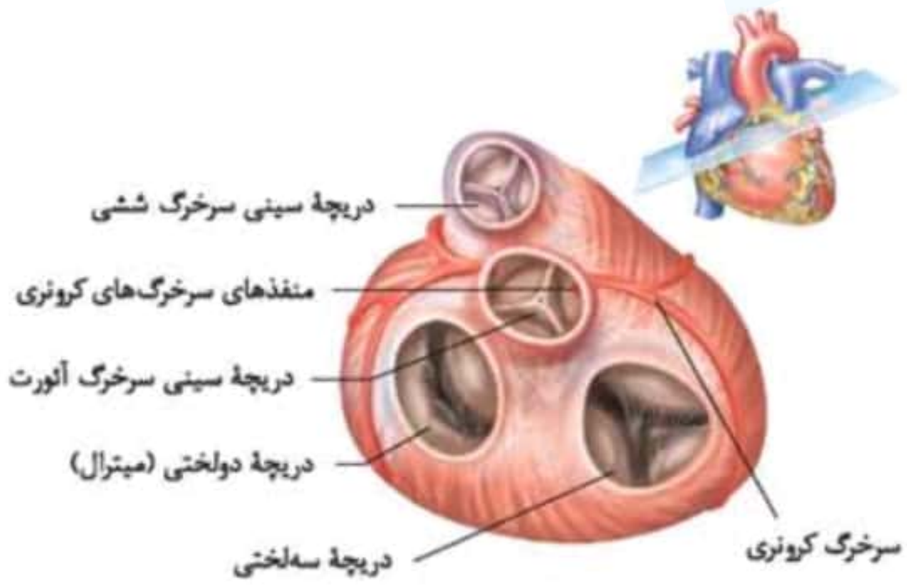
نکته بعضی‌ها اشتباه می‌کنند و فکر می‌کنند که دریچه‌های سینی جزء دریچه‌های قلبی نیستند و دریچه‌های رگ‌ها محسوب می‌شوند؛ درحالی‌که این دریچه‌ها نیز دریچه‌های قلبی هستند یعنی **در قلب انسان، ۴ دریچه وجود دارد:** ۲ دریچهٔ دهلیزی ـ بطنی و ۲ دریچهٔ سینی.

خب، شکل‌های زیر هم دریچه‌های سینی سرخرگ‌ها رو نشون میدن و هم‌چنین هر چهار دریچه در کنار هم از نمای بالا. توی این شکلا، سرخرگ‌های کرونری رو هم می‌بینین که بعداً بیشتر راجع بهشون حرف می‌زنیم.

دریچهٔ سینی سرخرگ ششی



دریچهٔ سینی سرخرگ آئورت



دریچه‌های قلبی از نمای بالا

شکل «دریچه‌های قلب»

- ✓ به‌جز دریچهٔ دولختی (میترال)، سایر دریچه‌های قلبی دارای سه قطعه می‌باشند.
- ✓ جلویی‌ترین دریچهٔ قلبی، دریچهٔ سینی سرخرگ ششی می‌باشد و عقبی‌ترین دریچهٔ قلبی، دریچهٔ سه‌لختی است.
- ✓ بزرگ‌ترین دریچهٔ قلب، دریچهٔ سه‌لختی می‌باشد و کوچک‌ترین دریچهٔ قلبی، دریچهٔ سینی سرخرگ ششی است.
- ✓ سرخرگ کرونری چپ و راست، پس از جدا شدن از سرخرگ آئورت، بلافاصله منشعب می‌شوند. یک شاخه به سمت سطح جلویی قلب می‌رود و شاخهٔ دیگر به سمت سطح پشتی قلب حرکت می‌کند.
- ✓ تمام دریچه‌های قلبی، با بطن‌ها در ارتباط هستند. دهلیزها فقط با دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی در ارتباط می‌باشند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

دریچه‌های قلبی

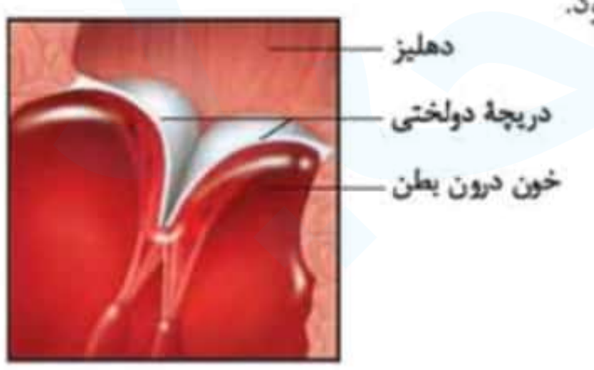
نام دریچه		موقعیت	نقش	باز	بسته
دهلیزی بطنی	سه‌لختی	بین دهلیز و بطن	جلوگیری از بازگشت خون به دهلیز	استراحت عمومی و انقباض دهلیز	انقباض بطن
	دولختی (میترال)				
سینی	سرخرگ ششی	ابتدای سرخرگ	جلوگیری از بازگشت خون به بطن	انقباض بطن	استراحت عمومی و انقباض دهلیز
	سرخرگ آئورت				

مکانیسم باز و بسته‌شدن دریچه‌ها

حالا که با انواع دریچه‌ها آشنا شدیم، می‌خوایم ببینیم که چه‌جوری باز و بسته می‌شن. مکانیسم کلی باز و بسته شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی با دریچه‌های سینی مشابه هست اما خب یه سری تفاوت‌ها هم دارن. برای همین، مکانیسم باز و بسته‌شدن دریچهٔ دهلیزی ـ بطنی چپ (دولختی) و دریچهٔ سینی سرخرگ ششی رو بررسی می‌کنیم. اینم بدونین که درسته که این بخش رو کتاب رافع بهش زیاد صحبت نکرده، ولی خب باید بلد باشین. چون اولاً از کتاب قابل برداشته، دوماً من فقط چیزایی رو می‌خوام بهتون بگم که به درک بهترتون کمک کنه و نکاتش توی سؤالا می‌تونه بیاد.

نکته ساختار خاص دریچه‌ها و تفاوت فشار خون در دو طرف آن‌ها، باعث باز یا بسته شدن دریچه‌ها می‌شوند.

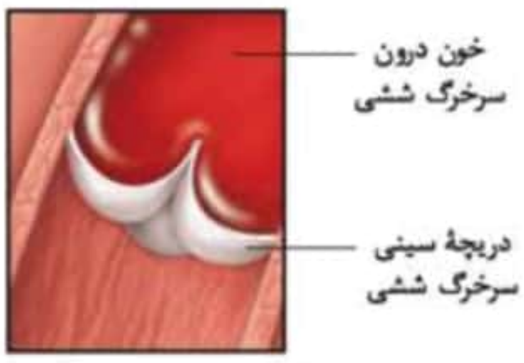
الف) دریچهٔ دولختی (میترال): همان‌طور که گفتیم دریچه‌های دهلیزی‌ـبطنی، توسط طناب‌های ارتجاعی به برآمدگی‌های ماهیچه‌ای سطح داخلی بطن متصل می‌شوند و به سمت درون بطن باز می‌شوند. وقتی‌که خون از دهلیز وارد بطن می‌شود، این دریچه‌ها به سمت درون بطن باز هستند و خون وارد بطن می‌شود. وقتی‌که بطن از خون پر شد، فشار خون قطعات دریچه‌ها را به سمت درون دهلیز حرکت می‌دهد. در نهایت، نوک این قطعات به هم می‌رسند و دریچهٔ دهلیزی ـ بطنی بسته می‌شود.



دریچهٔ دهلیزی ـ بطنی بسته است

دریچهٔ دهلیزی ـ بطنی باز است

ب) دریچهٔ سینی سرخرگ ششی: دریچه‌های سینی به سمت درون سرخرگ باز می‌شوند. وقتی‌که بطن منقبض می‌شود، فشار خون دریچه‌ها را باز می‌کند و خون وارد سرخرگ می‌شود. وقتی‌که خون درون سرخرگ جمع شد، بر روی دریچه‌ها فشار وارد می‌کند و آن‌ها را به پایین فشار می‌دهد. در نتیجه، با رسیدن لبهٔ قطعات دریچه به یک‌دیگر، دریچه بسته می‌شود و جلوی بازگشت خون به بطن گرفته می‌شود.



دریچهٔ سینی بسته است

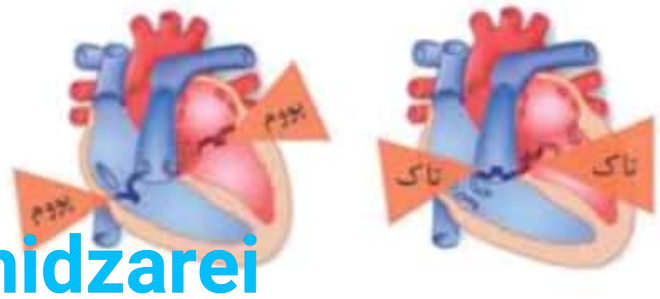
دریچهٔ سینی باز است

نکته دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی به سمت درون بطن باز می‌شوند و دریچه‌های سینی به سمت خارج بطن، یعنی درون سرخرگ‌ها.

نکته چون دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی به سمت درون بطن باز می‌شوند، میزان کشش طناب‌های ارتجاعی در زمان باز بودن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی، در کم‌ترین مقدار ممکن است. وقتی این دریچه‌ها بسته می‌شوند، کشیدگی طناب‌های ارتجاعی افزایش می‌یابد.

صداهای قلب

وقتی دریچه‌ها بسته می‌شوند و خون به‌طور **ناگهانی** با برخورد به دریچه متوقف می‌شود، صدایی در قلب ایجاد می‌شود؛ بنابراین، صداهای قلب مربوط به **بسته‌شدن دریچه‌های قلبی** می‌باشند.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته باز شدن دریچه‌ها صدایی ایجاد نمی‌کند.

در حالت طبیعی، قلب دو صدای طبیعی دارد؛ **صدای اول (پووم) قوی، گنگ و طولانی‌تر** است و مربوط به بسته‌شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی می‌باشد. بسته‌شدن این دریچه‌ها، هنگام شروع انقباض بطن‌ها اتفاق می‌افتد. صدای **دوم (تاک) کوتاه‌تر و واضح** می‌باشد و در اثر بسته‌شدن دریچه‌های سینی ابتدای سرخرگ‌ها ایجاد می‌شود. این اتفاق، هم‌زمان با شروع استراحت بطن‌ها می‌باشد.

نکته صداهای قلب از **سمت چپ قفسهٔ سینه** شنیده می‌شوند؛ زیرا قلب انسان کمی به سمت چپ قفسهٔ سینه متمایل است.

نکته از لحاظ پزشکی، **نوع صدا** و **نظم** آن‌ها، بسیار معنی‌دار است. متخصصان با گوش دادن دقیق به صداهای قلب، از سالم بودن قلب آگاه می‌شوند.

نکته در بیماری‌های قلبی، ممکن است **صداهای غیرعادی** از قلب شنیده شود. **اختلال در ساختار دریچه‌ها، بزرگ‌شدن قلب** یا **نقایص مادرزادی** (مثل کامل نشدن دیوارهٔ میانی حفرهٔ قلب)، از عوامل ایجادکنندهٔ صداهای غیرطبیعی قلب هستند. در این بیماری‌ها، **جریان غیرطبیعی خون در قلب**، صداهای غیرعادی را ایجاد می‌کنند.

جمع‌بندی

صداهای قلبی

ترتیب صدا	صدای مشابه	شدت	وضوح	مدت	علت	زمان بسته شدن دریچه	زمان شنیده شدن صدا	زمان شروع در الکتروکاردیوگرام	زمان پایان در الکتروکاردیوگرام
اول	پووم	قوی	گنگ	طولانی	بسته شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی	انتهای سیستول دهلیزی	ابتدای سیستول بطنی	کمی پس از ثبت موج R (در فاصلهٔ R تا S)	کمی پس از ثبت موج S
دوم	تاک	ضعیف	واضح	کوتاه	بسته شدن دریچه‌های سینی	انتهای سیستول بطنی	ابتدای استراحت عمومی	کمی پس از ثبت قلهٔ موج T	پایان ثبت موج T

	مانع در برابر ورود خون به بطن	فشار خون بطنی	حجم خون دهلیزی	مانع در برابر خروج خون از بطن
صدای اول قلب	وجود دارد	افزایش	افزایش	از قبل وجود داشته است
صدای دوم قلب	فشار خون سرخرگی	حجم خون بطنی	فشار خون بطنی	فشار خون دهلیزی
	کاهش	ثابت	از قبل افت شدید داشته است	افزایش

نکته در ابتدای استراحت عمومی و ابتدای سیستول بطنی، همهٔ دریچه‌های قلبی بسته هستند و صداهای قلبی شنیده می‌شوند.

درس‌نامه ۵ قلب انسان (۳): مسیرهای گردش خون و خون‌رسانی

مسیرهای گردش خون

گفتیم که پستانداران، مثل انسان، گردش خون مضاعف دارند. در گردش خون مضاعف، دو مسیر برای گردش خون وجود دارد؛ گردش خون ششی (کوچک) و گردش خون مضاعف.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ گردش خون ششی

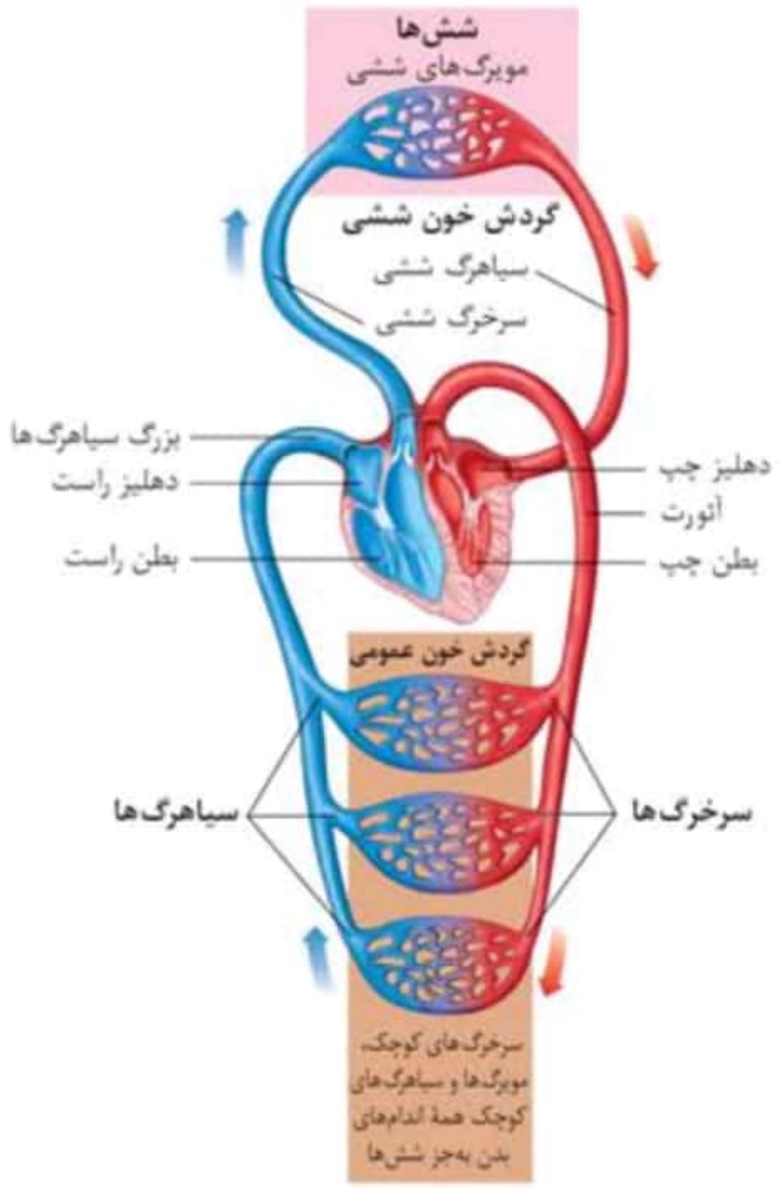
در گردش خون ششی، **خون تیره وارد شش می‌شود تا تبادلات گازی را انجام دهد و** سپس خون روشن به قلب بازمی‌گردد. این مسیر گردش خون، **از بطن راست شروع می‌شود.** خون تیره توسط سیاهرگ‌ها به دهلیز راست وارد می‌شوند. دهلیز راست خون را به بطن راست وارد می‌کند و سپس خون از بطن راست، وارد **سرخرگ ششی** می‌شود. سرخرگ ششی (حاوی خون تیره) بلافاصله پس از خروج از قلب، دو شاخه می‌شود که هر شاخه، به سمت یکی از شش‌ها می‌رود. **درون شش‌ها تبادلات گازی انجام می‌شود و خون روشن ایجاد می‌شود.** ۴ سیاهرگ ششی (حاوی خون روشن)، خون روشن را وارد دهلیز چپ می‌کنند. بدین‌ترتیب، گردش خون ششی به پایان می‌رسد.

بطن راست ← سرخرگ ششی ← شبکهٔ مویرگی شش ← سیاهرگ ششی ← دهلیز چپ

نکته در اکثر شبکه‌های مویرگی بدن، خون روشن وارد مویرگ می‌شود و خون تیره از آن خارج می‌شود. **در گردش خون ششی، خون تیره وارد شبکهٔ مویرگی می‌شود** و خون روشن از مویرگ خارج می‌شود.

نکته گردش خون ششی از سمت راست قلب شروع و در سمت چپ قلب تمام می‌شود.

نکته با توجه به نزدیکی قلب و شش‌ها، فشار لازم برای حرکت خون در گردش خون ششی، **کم‌تر از فشار لازم برای حرکت خون در گردش خون عمومی** می‌باشد.



❑ گردش خون عمومی

در گردش خون عمومی، **خون روشن به سراسر اندام‌های بدن فرستاده می‌شود** و سپس خون تیره به قلب بازمی‌گردد. این مسیر گردش خون، **از بطن چپ شروع می‌شود.** خون روشنی که توسط سیاهرگ‌های ششی وارد دهلیز چپ شده‌اند، به بطن چپ منتقل می‌شوند. بطن چپ، خون را وارد **سرخرگ آئورت** می‌کند و سپس آئورت و انشعابات آن، خون‌رسانی همهٔ اندام‌های بدن را انجام می‌دهند. **خون تیره، توسط سیاهرگ‌های بدن جمع می‌شود.** خون تیره قسمت‌های پایینی بدن به بزرگ‌سیاهرگ زیرین می‌ریزد و خون اندام‌های فوقانی، وارد بزرگ‌سیاهرگ زبرین می‌شود. در نهایت، خون این سیاهرگ‌ها به همراه خون سیاهرگ کرونری، وارد دهلیز راست می‌شوند.

بطن چپ ← سرخرگ آئورت ← شبکه‌های مویرگی اندام‌های بدن ← بزرگ‌سیاهرگ‌ها و سیاهرگ کرونر ← دهلیز راست

نکته در گردش خون عمومی، همهٔ اندام‌های بدن حتی قلب و شش نیز خون دریافت می‌کنند.

نکته گردش خون عمومی از سمت چپ قلب شروع می‌شود و در سمت راست قلب تمام می‌شود.

نکته در گردش خون عمومی هم ممکن است خون تیره وارد یک شبکهٔ مویرگی شود مثلاً سیاهرگ باب کبدی، خون تیره را وارد شبکهٔ مویرگی کبد می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ دهم] در کلیه‌ها، سرخرگ وابران خون روشن را از شبکهٔ مویرگی اول خارج می‌کند و وارد شبکهٔ مویرگی دوم می‌کند.

جمع‌بندی

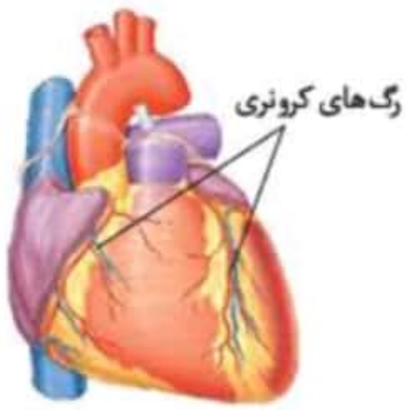
مسیرهای گردش خون

نام مسیر گردش خون	گردش خون عمومی	گردش خون ششی
محل شروع	بطن چپ	بطن راست
نام دریچهٔ دهلیزی ـ بطنی	دریچهٔ دولختی (میترال)	دریچهٔ سه‌لختی
سرخرگ خارج‌کنندهٔ خون	سرخرگ آئورت	سرخرگ ششی
محل پایان	دهلیز راست	دهلیز چپ
سیاهرگ واردکنندهٔ خون	بزرگ‌سیاهرگ‌ها و سیاهرگ کرونر	سیاهرگ‌های ششی
وظیفه	خون‌رسانی همهٔ اندام‌های بدن	تصفیهٔ خون و تبدیل خون تیره به روشن

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

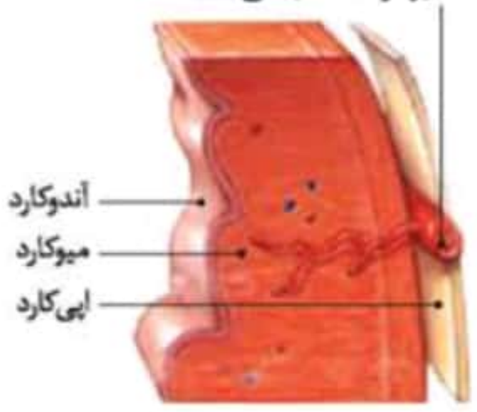
خون‌رسانی قلب

سلول‌های قلبی، همانند همهٔ سلول‌های دیگر بدن، نیاز به مواد مغذی و اکسیژن دارند. اگرچه خون از درون قلب عبور می‌کند، ولی این خون قادر به تأمین نیازهای **سلول‌های ماهیچهٔ قلبی** نیست بنابراین، قلب نیاز به خون‌رسانی دارد. مواد لازم برای فعالیت سلول‌های ماهیچه‌ای، توسط رگ‌های ویژه‌ای به‌نام **رگ‌های کرونری (اکلیلی)** تأمین می‌شود. همان‌طور که در درسنامه‌های قبل گفتیم، دو سرخرگ کرونری از **ابتدای آئورت** منشعب می‌شوند.



این رگ‌ها، در قلب شبکه‌های مویرگی تشکیل می‌دهند تا نیاز قلب را برآورده کنند. در نهایت، سیاهرگ‌های کرونری تشکیل می‌شوند. سیاهرگ‌های کرونری با هم یکی می‌شوند و یک سیاهرگ کرونری، به **دهلیز راست** می‌ریزد. بسته شدن رگ‌های کرونری توسط **لخته** یا **سخت شدن دیوارهٔ آن‌ها (تصلب شرایین)**، ممکن است باعث سکتهٔ قلبی شود زیرا در این حالت، اکسیژن و مواد مغذی به بخشی از سلول‌های ماهیچه‌ای قلبی نمی‌رسد و این سلول‌ها، می‌میرند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] یکی از دلایل سخت‌شدن دیوارهٔ سرخرگ‌ها، رسوب کلسترول LDL در دیوارهٔ سرخرگ‌ها می‌باشد.



سرخرگ کرونری که به لایهٔ میوکارد انشعاب می‌دهد

همان‌طور که در شکل مقابل می‌بینید، انشعابات سرخرگ کرونری در لایهٔ میوکارد نیز نفوذ می‌کند و خونرسانی این لایه را انجام می‌دهد اما به لایهٔ آندوکارد نمی‌رسد. تغذیهٔ لایهٔ آندوکارد، با کمک خون درون حفرات قلبی انجام می‌شود.

شاید براتون این سؤال پیش بیاد که چرا لایهٔ میوکارد نمی‌تونه مواد غذاییش رو مستقیماً از خون درون قلب بگیره؟ جوابش برمی‌گرده به فاصله. فاصلهٔ سلول‌های میوکارد تا خون درون حفرات قلب، به حدی نیست که این سلول‌ها بتونن مواد رو از خون بگیرن. در نتیجه، نیاز به تشکیل شبکه‌های مویرگی در نزدیکی سلول‌های ماهیچه‌ای وجود داره. سلول‌های پوششی آندوکارد، فاصله‌ای تا خون درون حفرات قلب ندارن و به همین خاطر، می‌تونن به راحتی مواد مورد نیاز خودشون رو دریافت کنند.

سؤال بعدی که ممکنه پیش بیاد این هست که از نیمهٔ راست قلب که خون تیره عبور می‌کنه چه‌جوری نیازهای تنفسی تامین میشه؟ جوابش خیلی ساده است. بارها تا الان گفتیم که در خون تیره هم مثل خون روشن، اکسیژن وجود داره ولی مقدار اون نسبت به خون روشن کم‌تر است. همین مقدار کم‌تر، برای تامین نیازهای سلول‌های آندوکارد کافی است. بعدشم که خون وارد شش‌ها میشه و تصفیه میشه و در نتیجه، مقدار اکسیژن در خون به حدی زیاد میشه که می‌تونه اکسیژن همهٔ اندام‌های بدن رو تامین کنه.

نکته برای بررسی بسته شدن رگ‌های کرونری، از **آنژیوگرافی (رگ‌نگاری)** استفاده می‌شود.

نکته در فردی که چندین بار سکته کرده باشد و بخش زیادی از سلول‌های ماهیچهٔ قلبی‌اش مرده باشند، عمل **پیوند قلب مصنوعی** انجام می‌شود.

نکته رگ‌های کرونری مربوط به مسیر گردش خون عمومی می‌باشند. سرخرگ‌های کرونری، **اولین انشعاب‌های سرخرگ آئورت** می‌باشند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] مشکلات کبدی، سکتهٔ قلبی و انواع سرطان، از پیامدهای مصرف بلندمدت الکل است.

درسنامهٔ ۶ قلب انسان (۴): بررسی کلی آناتومی قلب

در این درسنامه، ابتدا به بررسی نکات شکل (۱) می‌پردازیم.

۱- سطح داخلی دهلیزها برخلاف سطح داخلی بطن‌ها، صاف و هموار می‌باشد. سطح داخلی بطن‌ها به دلیل وجود برآمدگی‌های ماهیچه‌ای ناهموار می‌باشد.

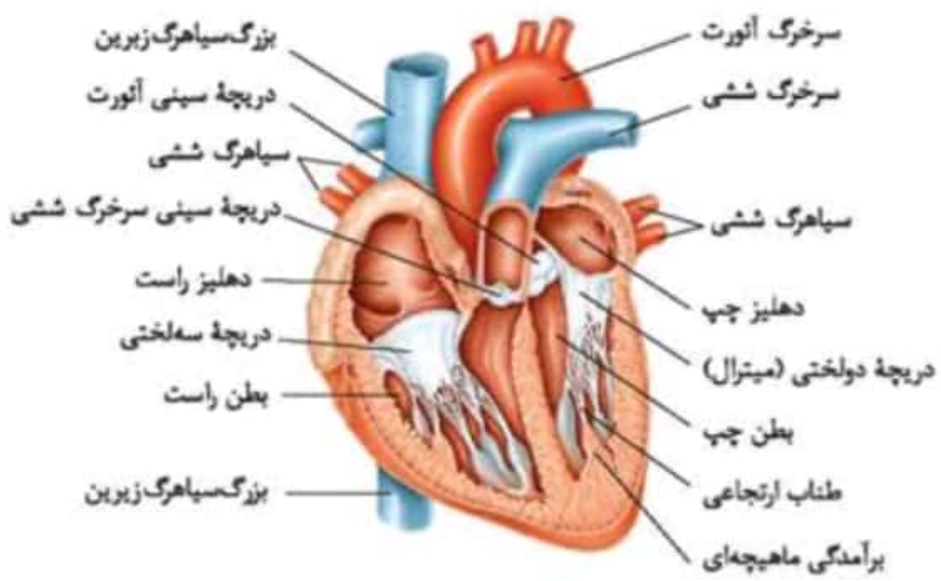
۲- دیوارهٔ بطن‌ها نسبت به دیوارهٔ دهلیزها، قطورتر می‌باشد هم‌چنین دیوارهٔ بطن چپ از دیوارهٔ بطن راست ضخیم‌تر می‌باشد.

۳- ترتیب دریچه‌های قلبی از بالا به پایین، به ترتیب عبارت‌اند از: دریچهٔ سینی سرخرگ ششی، دریچهٔ سینی آئورت، دریچهٔ دولختی (میترال) و دریچهٔ سه‌لختی.

۴- یکی از دیواره‌های سرخرگ ششی به دیوارهٔ بطنی پیوسته است و دیوارهٔ دیگر به دیوارهٔ دهلیزی.

۵- نوک قلب توسط بطن چپ ساخته شده است.

۶- سرخرگ ششی از بطن راست خارج می‌شود ولی در سمت چپ سرخرگ آئورت قرار دارد. در سمت راست سرخرگ آئورت، بزرگ سیاهرگ زبرین قرار دارد.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۷- سرخرگ ششی پس از خروج از قلب، دو شاخه می‌شود. سرخرگ ششی راست از زیر قوس آئورت و پشت سرخرگ آئورت و بزرگ‌سیاهرگ زبرین عبور می‌کند تا به شش راست برسد.

۸- به‌طور کلی، جهت جریان خون در حفره‌های قلب برعکس محل قرارگیری حفره‌های قلب می‌باشد.

نام ساختار	جهت جریان خون	نام ساختار	جهت جریان خون
دهلیز راست	چپ	**دهلیز چپ**	راست
بطن راست	چپ	**بطن چپ**	راست
قوس آئورت	چپ	**آئورت صعودی**	بالا و چپ
سرخرگ ششی	راست	**سرخرگ ششی راست**	راست

۹- مقایسهٔ اندازهٔ رگ‌های اصلی قلب، به صورت زیر می‌باشد:

اندازهٔ رگ‌های اصلی قلب: سیاهرگ کرونری < سیاهرگ ششی < سرخرگ ششی < بزرگ‌سیاهرگ‌ها < سرخرگ آئورت

۱۰- این شکل مربوط به مرحلهٔ استراحت بطن‌ها می‌باشد زیرا دریچه‌های سینی بسته هستند و دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی باز می‌باشند.

فعالیت کتاب درسی

قلب گوسفند

ویژگی‌های قلب گوسفند، مشابه قلب انسان هست. برای همین، چیزایی که این‌جا راجع به قلب گوسفند می‌گیم، در ارتباط با قلب انسان هم صدق می‌کنه. یه‌سری سؤال توی فعالیت تشریح قلب گوسفند مطرح شده، که تک‌تکشون رو این‌جا بررسی می‌کنیم.

سطح پشتی قلب — سطح شکمی قلب

اولین چیزی که در دیدن سطح پشتی و شکمی قلب جلب توجه می‌کند، تفاوت رنگ بخش‌های مختلف قلب می‌باشد. بافت چربی دور قلب و رگ‌ها، نسبت به سایر بخش‌های قلب رنگ روشن‌تری دارند.

تشخیص سطح پشتی و شکمی قلب: بر اساس نشانه‌های ظاهری سطح پشتی و شکمی قلب، می‌توان سطح پشتی و شکمی را تشخیص داد.

نام سطح	سطح پشتی	سطح شکمی
حالت	برآمده (محدب)	صاف (تخت)
رگ‌های غالب	سرخرگ‌ها	سیاهرگ‌ها
وضعیت قرارگیری رگ‌های کرونری (اکلیلی)	اُریب	عمودی

تشخیص سمت چپ و راست قلب: بر اساس سه نشانه، می‌توان سمت چپ و راست قلب را تشخیص داد:

۱- اگر قلب را جوری در دست خود بگیریم که سطح پشتی آن رو به ما باشد و سطح شکمی آن رو به جلو، در این حالت چپ و راست قلب مطابق دست‌های چپ و راست می‌باشد.

۲- سمت چپ قلب ضخامت بیشتری دارد و با لمس کردن، دیوارهٔ آن را می‌توان تشخیص داد.

۳- با وارد کردن سوند (گمانه) به داخل سرخرگ‌ها و ادامهٔ آن، می‌توان فهمید که هر رگ به کدام سمت قلب وارد می‌شود. آئورت به بطن چپ و سرخرگ ششی به بطن راست راه دارد.

علت ضخامت بیشتر بطن چپ، به وظیفهٔ آن برمی‌گردد که با انقباض آن، خون به تمام بدن فرستاده می‌شود. این عمل، نیازمند ماهیچه‌ای قوی و قطور است.

تفاوت رگ‌های کرونر (اکلیلی) در سطح پشتی و عقبی: رگ‌های کرونری در سطح پشتی قلب، به صورت اُریب قرار دارند ولی در سطح شکمی، به صورت عمودی هستند.

شکل نمای پشتی و شکمی قلب را می‌توانید به ترتیب در درسنامه‌های (۳) و (۵) ببینید. در درسنامهٔ (۷) هم می‌تونین شکل دیگه‌ای از سطح شکمی قلب رو ببینین.

تفاوت دیوارهٔ سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها: دیوارهٔ سیاهرگ‌ها ضخامت کم‌تری دارد ولی دیوارهٔ سرخرگ‌ها، ضخامت بیشتری دارد. اگر سرخرگ‌ها را با انگشت فشار دهیم و رها کنیم، دوباره به حالت اول برمی‌گردند ولی دیوارهٔ سیاهرگ‌ها روی هم خوابیده است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] سرخرگ‌ها دیوارهٔ محکم‌تری نسبت به سیاهرگ‌ها دارند و به همین علت، برخلاف سیاهرگ‌ها دهانهٔ آن‌ها حتی در نبود خون هم باز است اما دهانهٔ سیاهرگ‌ها در نبود خون بسته است.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

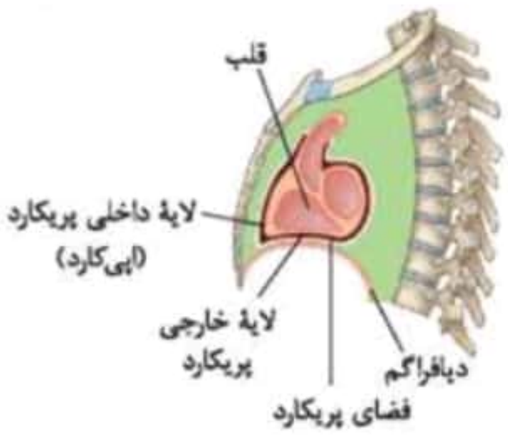
درسنامهٔ ۷

بافت‌شناسی قلب

لایهٔ خارجی قلب: کیسهٔ محافظت‌کنندهٔ قلب

قلب، اندامی **ماهیچه‌ای** است که درون قفسهٔ سینه قرار دارد. اطراف قلب را **کیسه‌ای محافظت‌کننده** احاطه می‌کند. لایهٔ داخلی این کیسه دقیقاً به بافت ماهیچه‌ای قلب چسبیده است و **اپی‌کارد (برون‌شامه)** نام دارد. لایهٔ خارجی نیز به دیوارهٔ قفسهٔ سینه متصل می‌باشد و **پریکارد (پیراشامه)** نام دارد.

برای این‌که رابطهٔ بین این کیسهٔ محافظت‌کننده و قلب را متوجه بشین، به شکل روبه‌رو دقت کنین. در این شکل، بادکنک معادل کیسهٔ محافظت‌کننده و مشت فرد، معادل قلبه. اگر به شکل دقت کنین، مشاهده می‌کنید که در این حالت، بادکنک ۲ دیواره داره؛ یک دیواره که با دست در تماس است و دیوارهٔ دیگه که با دست تماس نداره. کیسهٔ محافظت‌کننده نیز دارای دو لایه است.



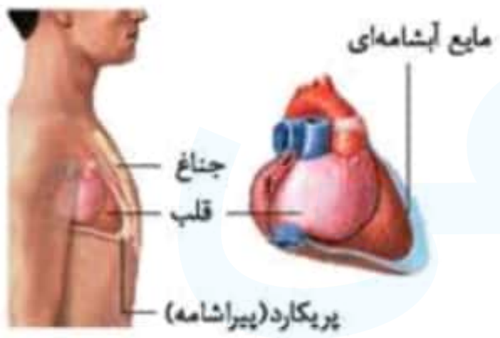
پریکارد، دارای **بافت پوششی سنگ‌فرشی ساده** و **بافت پیوندی رشته‌ای** می‌باشد. در اپی‌کارد نیز بافت **پوششی سنگ‌فرشی ساده** وجود دارد که توسط **بافت پیوندی رشته‌ای** پشتیبانی می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] بافت پیوندی رشته‌ای، نوعی بافت پیوندی متراکم می‌باشد. این بافت، رشته‌های پروتئینی زیاد (کلاژن) دارد و دارای نقش محافظت‌کنندگی است.

در لایهٔ اپی‌کارد (برون‌شامه)، **رگ‌ها** و **اعصاب قلبی** قرار می‌گیرند علاوه بر این، **بافت چربی احاطه‌کنندهٔ قلب** نیز در این لایه تجمع پیدا می‌کند.

نکته منظور از رگ‌های قلبی، رگ‌های کرونری (اکلیلی) می‌باشد، بنابراین، رگ‌های کرونری در لایهٔ اپی‌کارد قرار دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] در اطراف شش‌ها پردهٔ دولایهٔ جنب وجود دارد. بین لایهٔ داخلی و خارجی پردهٔ جنب، فضایی وجود دارد که توسط مایع جنب پر شده است.



بین پریکارد و اپی‌کارد فضایی است که با **مایعی آبکی (مایع آبشامه‌ای)** پر شده است. آبشامه، در **حفاظت از قلب** و کمک به **حرکات روان قلب** نقش دارد.

نکته پریکارد، فضای آبشامه‌ای و اپی‌کارد، مجموعاً لایهٔ خارجی قلب را می‌سازند.

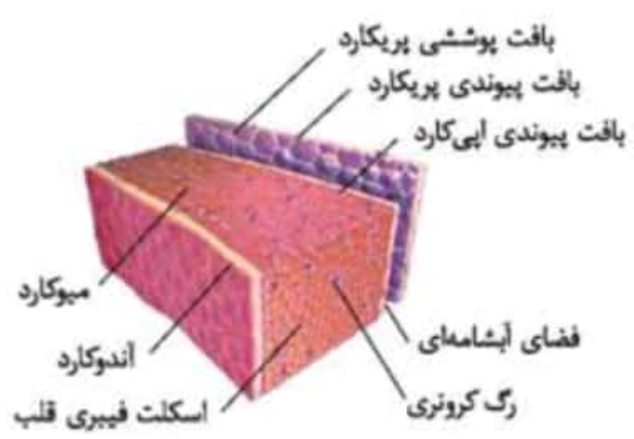
لایهٔ داخلی قلب: آندوکارد

در سطح داخلی حفره‌های قلبی، لایهٔ **نازکی** از بافت **پوششی سنگ‌فرشی ساده** وجود دارد. این لایه، **به‌طور مستقیم** با خون در ارتباط است؛ در نتیجه، می‌تواند اکسیژن و مواد مغذی خود را از خون دریافت کند و نیازی به خون‌رسانی توسط رگ‌های کرونری ندارد.

نکته در ساختار بافتی قلب، بافت پوششی سنگ‌فرشی ساده در ساختار پریکارد، اپی‌کارد و آندوکارد وجود دارد.

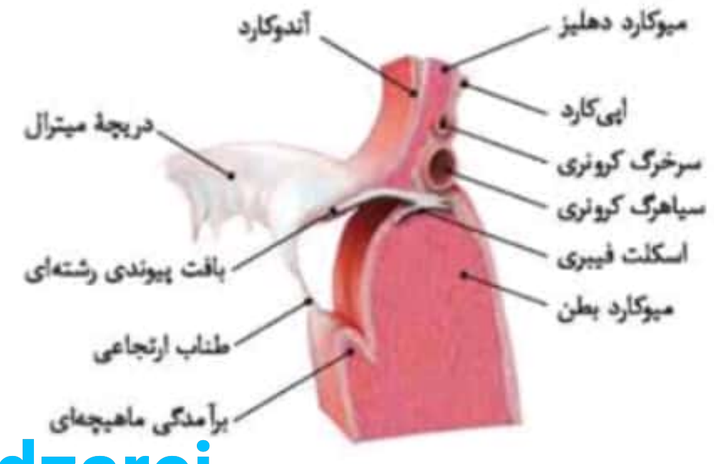
آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] بافت پوششی سنگ‌فرشی ساده در ساختار رگ‌های خونی و حبابک‌ها نیز وجود دارد.

نکته در گردش خون بسته، فقط سلول‌های داخلی قلب و رگ‌های خونی در تماس با خون قرار می‌گیرند؛ یعنی فقط سلول‌های بافت پوششی سنگ‌فرشی سادهٔ لایهٔ داخلی قلب و رگ.



کتاب درسی زیر ذره‌بین

نام‌گذاری شکل دریچه‌های قلبی در کتاب درسی اشتباه است. بخش مشخص‌شده به عنوان اسکلت فیبری، ماهیچهٔ قلب است و اسکلت فیبری، بخشی است که به اشتباه بافت پیوندی رشته‌ای نام‌گذاری شده است. به‌جای آندوکارد هم باید، بافت پیوندی رشته‌ای نوشته شود، آندوکارد نیز لایهٔ نازکی است که در سطح بافت پیوندی رشته‌ای قرار دارد.



دریچه‌های قلب: چین‌خوردگی لایهٔ آندوکارد، در تشکیل دریچه‌های قلب نقش دارد. در ساختار بافتی دریچه‌های قلبی، در قسمت مرکزی، **بافت پیوندی رشته‌ای** وجود دارد. این بافت پیوندی رشته‌ای، در دو طرف توسط بافت پوششی آندوکارد پوشیده شده است. در **قاعدهٔ** بافت پیوندی دریچه‌ها نیز، اتصال بافت پیوندی رشته‌ای به اسکلت (استخوانگان) فیبری وجود دارد.

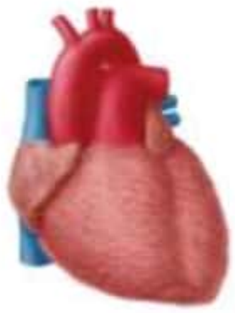
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته بین آندوکارد و میوکارد، بافت پیوندی رشته‌ای قرار دارد.

نکته در واقع دو نوع بافت رشته‌ای به استحکام دریچهٔ قلب کمک می‌کند. نوعی بافت رشته‌ای، بلافاصله در زیر بافت پوششی قرار دارد و بافت پیوندی رشته‌ای دیگر، مربوط به اسکلت فیبری است که در قاعدهٔ دریچه‌های قلبی قرار می‌گیرد.

بافت پوششی آندوکارد	بافت پیوندی رشته‌ای	اسکلت فیبری قلب

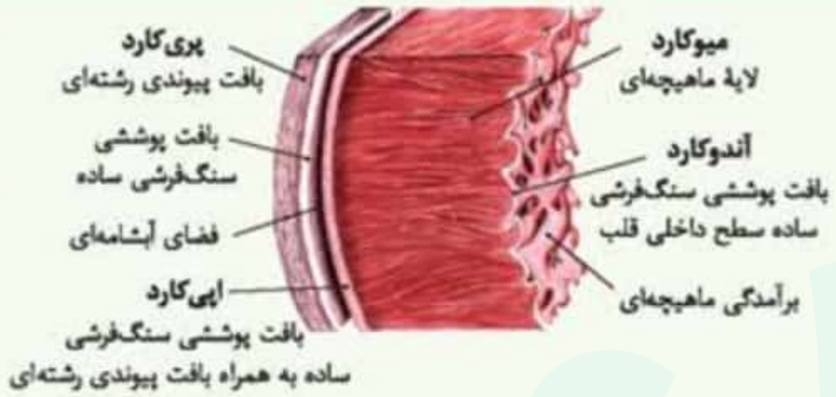
لایهٔ میانی قلب: میوکارد


میوکاردقلب

میوکارد یا ماهیچهٔ قلب، **ضخیم‌ترین** لایهٔ دیوارهٔ قلب می‌باشد. در ساختار **بخش عمدهٔ** میوکارد، سلول‌های ماهیچه‌ای قلبی مشاهده می‌شوند. فضای بین سلول‌های ماهیچهٔ قلبی را **نوعی بافت پیوندی رشته‌ای** پر می‌کند که به آن، **اسکلت (استخوانگان) فیبری** می‌گویند. در اسکلت فیبری، **رشته‌های کلاژن ضخیمی** وجود دارند که در **جهات مختلف** قرار می‌گیرند. بسیاری از سلول‌های ماهیچهٔ قلبی و هم‌چنین بافت پیوندی رشته‌ای دریچه‌های قلبی، به این اسکلت متصل می‌شوند؛ **استحکام لایهٔ میوکارد و دریچه‌ها**، وظیفهٔ اسکلت فیبری می‌باشد. علاوه بر اسکلت فیبری، **رشته‌های عصبی** نیز در بین سلول‌های لایهٔ میوکارد قرار دارند.

نکته در لایهٔ میوکارد (ماهیچهٔ قلب) فقط سلول‌های ماهیچه‌ای وجود ندارد. رشته‌های عصبی، بافت پیوندی (اسکلت فیبری) و هم‌چنین رگ‌های خونی نیز در این لایه وجود دارند. ولی اکثر سلول‌های این لایه، ماهیچهٔ قلبی می‌باشند.

شکل «ساختار بافتی قلب»



- ✓ ضخامت پریکارد قلب بیشتر از اپی‌کارد می‌باشد. ضخیم‌ترین لایهٔ قلب، لایهٔ میوکارد می‌باشد و نازک‌ترین لایه، لایهٔ آندوکارد است.
- ✓ در پریکارد، بافت پوششی در سمت داخل بافت پیوندی قرار دارد. در اپی‌کارد، بافت پوششی در سمت خارج بافت پیوندی قرار دارد. به عبارت دیگر، در هر دو لایه، بافت پوششی در مجاورت فضای آبشامه‌ای قرار دارد.
- ✓ در سطح داخلی آندوکارد می‌توان برآمدگی‌های ماهیچه‌ای را مشاهده کرد.
- ✓ ضخامت بافت پیوندی پریکارد بسیار بیشتر از بافت پیوندی اپی‌کارد است. ضخامت بافت پوششی پریکارد نیز بیشتر از بافت پوششی آندوکارد است.

جمع‌بندی

ساختار بافتی قلب

قفسهٔ سینه		
پریکارد (پیراشامه)	**بافت پیوندی رشته‌ای**	دارای رشته‌های کلاژن فراوان
	بافت پوششی	سنگ‌فرشی یک‌لایه‌ای
فضای آبشامه‌ای	**حاوی مایع آبشامه‌ای**	حفاظت از قلب و کمک به حرکات روان قلب
اپی‌کارد (برون‌شامه)	**بافت پوششی**	سنگ‌فرشی یک‌لایه‌ای
	بافت پیوندی رشته‌ای	دارای رشته‌های کلاژن فراوان دارای رگ‌های کرونری و اعصاب قلب محل تجمع بافت چربی احاطه‌کنندهٔ قلب
میوکارد	**سلول‌های ماهیچه‌ای**	بخش عمدهٔ میوکارد اغلب به صورت متصل به کلاژن
	اسکلت فیبری	در بین سلول‌های ماهیچه‌ای دارای رشته‌های کلاژن ضخیم در جهات مختلف کمک به استحکام دریچه‌های قلب
	رشته‌های عصبی و رگ‌های کرونری	پراکنده در بین سلول‌های ماهیچه‌ای
آندوکارد	**بافت پوششی**	سنگ‌فرشی یک‌لایه‌ای
سطح داخلی حفرات قلب		

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

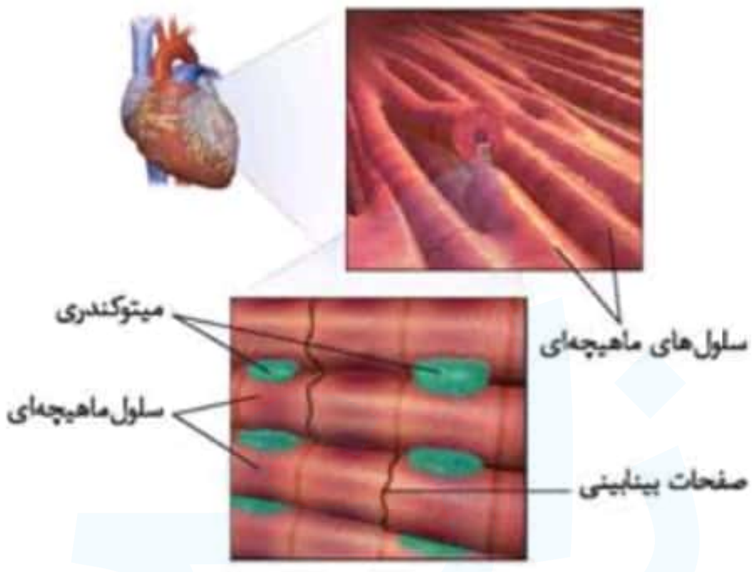
درسنامهٔ ۸ ماهیچهٔ قلبی

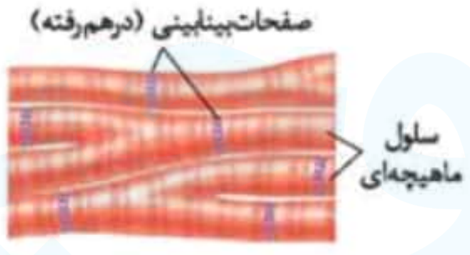
آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] در قلب، ماهیچهٔ قلبی وجود دارد. سلول‌های ماهیچهٔ قلبی، همانند ماهیچهٔ اسکلتی، ظاهر مخطط دارند و همانند ماهیچهٔ صاف، دارای فعالیت غیرارادی می‌باشند. سلول‌های ماهیچهٔ قلبی استوانه‌ای و انشعاب‌دار هستند.

نوع ماهیچه	شکل سلول‌ها	انشعاب سلول	اندازه	عمل	رنگ	تعداد هسته	محل هسته	مثال
قلبی	استوانه‌ای	سلول منشعب	نسبتاً کوچک	غیرارادی	قرمز	۱ یا ۲	مرکز سلول	میوکارد قلب

در سلول‌های ماهیچهٔ قلبی و اسکلتی، **واحدهای انقباضی** به‌طور **منظم** کنار هم قرار گرفته‌اند[1]. انقباض این واحدها، در مجموع، باعث **انقباض کل ماهیچه** می‌شود. هر سلول ماهیچهٔ قلبی، اندازهٔ **نسبتاً کوچکی** دارد و **یک یا دو هسته** دارد.

در بین سلول‌های ماهیچهٔ قلبی، **صفحات بینابینی (درهم‌رفته)** وجود دارند. سلول‌های ماهیچهٔ قلبی از این طریق با یک‌دیگر ارتباط برقرار می‌کنند و پیام انقباض و استراحت را در قلب به سرعت منتشر می‌کنند. در نتیجهٔ وجود این صفحات، انقباض و استراحت ماهیچهٔ قلبی، به صورت **هماهنگ** و به شکل **یک تودهٔ سلولی واحد** می‌باشد. البته انقباض تودهٔ سلولی دهلیز از بطن مجزا می‌باشد؛ زیرا در محل ارتباط میوکارد دهلیز و بطن، یک **بافت پیوندی عایق** وجود دارد. این بافت پیوندی عایق، جلوی انتشار تحریک از طریق صفحات بینابینی را می‌گیرد. در این محل‌ها، **فقط بافت هادی قلب** می‌تواند پیام را به بطن منتقل کند.





درسنامهٔ ۹ شبکهٔ هادی قلب

در لایهٔ ماهیچه‌ای قلب، **دو نوع سلول ماهیچه‌ای**[2] وجود دارد. حدود **یک درصد** سلول‌های ماهیچهٔ قلبی، برای **تحریک قلب** اختصاصی شده‌اند و سایر سلول‌های ماهیچه‌ای، **وظیفهٔ انقباض دهلیزها و بطن‌ها** را برعهده دارند. سلول‌های اختصاصی برای تحریک قلب، به صورت **شبکه‌ای از رشته‌ها و گره‌ها** در بین سایر سلول‌های ماهیچه‌ای قلب گسترده شده‌اند و به مجموعهٔ آن‌ها، **شبکهٔ هادی قلب** گفته می‌شود. بین سلول‌های شبکهٔ هادی و سایر سلول‌های ماهیچه‌ای قلب، ارتباط وجود دارد. شبکهٔ هادی، ضربان‌های قلب را شروع می‌کند و در سراسر ماهیچهٔ قلبی گسترش می‌دهد.

نکته شبکهٔ هادی قلب در لایهٔ میانی قلب (میوکارد) قرار دارد.

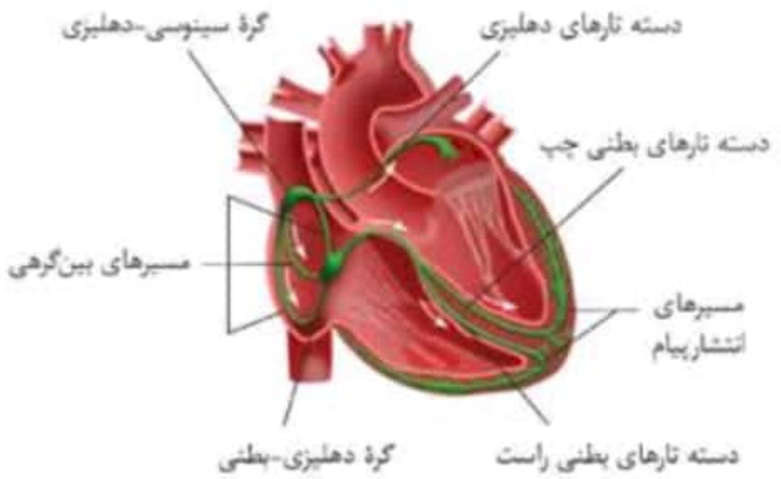
نکته سلول‌های شبکهٔ هادی، نوع خاصی از سلول‌های ماهیچهٔ قلبی می‌باشند که وظیفهٔ شروع انقباض‌های قلب و گسترش آن در سراسر میوکارد را دارند.

سلول‌های ماهیچه‌ای شبکهٔ هادی قلب، به صورت **۲ گره** و **دسته‌هایی از تارهای تخصص‌یافته** برای هدایت سریع جریان الکتریکی، در قلب قرار گرفته‌اند.

گره‌ها

دو گره در شبکهٔ هادی قلب وجود دارد: گرهٔ سینوسی ـ دهلیزی (پیشاهنگ) و گرهٔ دهلیزی ـ بطنی.

۱- گرهٔ سینوسی ـ دهلیزی (پیشاهنگ): در دیوارهٔ پشتی دهلیز راست و زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زبرین قرار دارد. این گره بزرگ‌تر از گرهٔ دهلیزی ـ بطنی است و شروع‌کنندهٔ تکانه‌های قلبی است؛ به‌همین دلیل به آن **پیشاهنگ** یا **ضربان‌ساز** می‌گویند.



۱- در سال بعد می‌خوانیم که به واحدهای انقباضی ماهیچه‌های قلبی و اسکلتی، سارکومر گفته می‌شود. ساختار سارکومرها باعث ظاهر مخطط این ماهیچه‌ها می‌شود.

۲- در واقع هر دو نوع سلول، سلول ماهیچه‌ای قلبی می‌باشند. در دوران جنینی، بعضی از سلول‌های ماهیچهٔ قلبی تمایز بیشتری پیدا می‌کنند و بخش عمدهٔ سلول‌های میوکارد را می‌سازند. سلول‌های ماهیچهٔ قلبی، شبکهٔ هادی قلب را ایجاد می‌کنند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۲- گرهٔ دهلیزی ـ بطنی: در دیوارهٔ پشتی دهلیز راست و بلافاصله در عقب دریچهٔ سه‌لختی قرار دارد. ارتباط بین گرهٔ دهلیزی ـ بطنی با گرهٔ پیشاهنگ، از طریق مسیرهای بین گرهی انجام می‌شود. این مسیرها، شامل تارهای تخصص‌یافته می‌باشد.

نکته بین گرهٔ پیشاهنگ و گرهٔ دهلیزی ـ بطنی، سه دسته تار مسیرهای بین‌گرهی را می‌سازند.

تارهای تخصص‌یافته

این تارها، سلول‌های ماهیچه‌ای خاصی هستند که با هم‌دیگر **ارتباط‌های سلولی تنگاتنگی** دارند؛ در نتیجه، می‌توانند **با سرعت** جریان الکتریکی ایجاد شده در گرهٔ سینوسی ـ دهلیزی را به گرهٔ دهلیزی ـ بطنی انتقال دهند. در محل اتصال دهلیز و بطن، بافت پیوندی عایق مانع از انتشار تحریک از طریق سلول‌های ماهیچه‌ای می‌شود. بنابراین، تارهای ماهیچه‌ای شبکهٔ هادی، تحریک را به دیوارهٔ بطن منتقل می‌کنند[1]. در دیوارهٔ بین دو بطن، **دسته‌های قطورتری** ایجاد شده‌اند که سرعت هدایت **بسیار بالایی** دارند. بعد از طی کردن **مسیری کوتاه** در دیوارهٔ بین دو بطن، دسته‌های تارها **دوشاخه** می‌شوند. هر دو شاخه **به سمت پایین تا نوک قلب** ادامه پیدا می‌کنند و سپس در دیوارهٔ بطن‌ها، **به سمت بالا و تا محل لایهٔ عایق بین بطن‌ها** و دهلیزها حرکت می‌کنند. با گسترش تارهای شبکهٔ هادی درون دیوارهٔ بطن‌ها، تحریک در سراسر بطن منتشر می‌شود.

نکته اولین انشعاب تار ماهیچه‌ای در دیوارهٔ بین دو بطن ایجاد می‌شود سپس در دیوارهٔ هر بطن، تارهای ماهیچه‌ای انشعابات بیشتر و باریک‌تری ایجاد می‌کنند.

نکته سرعت هدایت پیام در تارهای تخصص‌یافتهٔ شبکهٔ هادی با قطر تارها رابطهٔ مستقیم دارد. هر چه قطر تار بیشتر باشد، سرعت انتقال پیام بیشتر است.

فعالیت کتاب درسی

شبکهٔ هادی قلب

فرستادن پیام از گرهٔ دهلیزی ـ بطنی به درون بطن، با فاصلهٔ زمانی انجام می‌شود.

یعنی وقتی‌که پیام به گرهٔ دوم رسید، بلافاصله به بطن نمی‌رود و این انتقال، با تأخیر انجام می‌شود. دلیل این تأخیر این است که بطن‌ها فرصت پیدا کنند تا پر شوند. در این فاصلهٔ زمانی، خون از دهلیزها وارد بطن‌ها می‌شوند و بطن‌ها پر می‌شود سپس با انتشار تحریک به درون بطن‌ها، انقباض بطن‌ها و خروج خون از قلب آغاز می‌شود.

فعالیت کتاب درسی

انقباض بطن‌ها از قسمت پایین آن‌ها شروع می‌شود و به سمت بالا ادامه پیدا می‌کند.

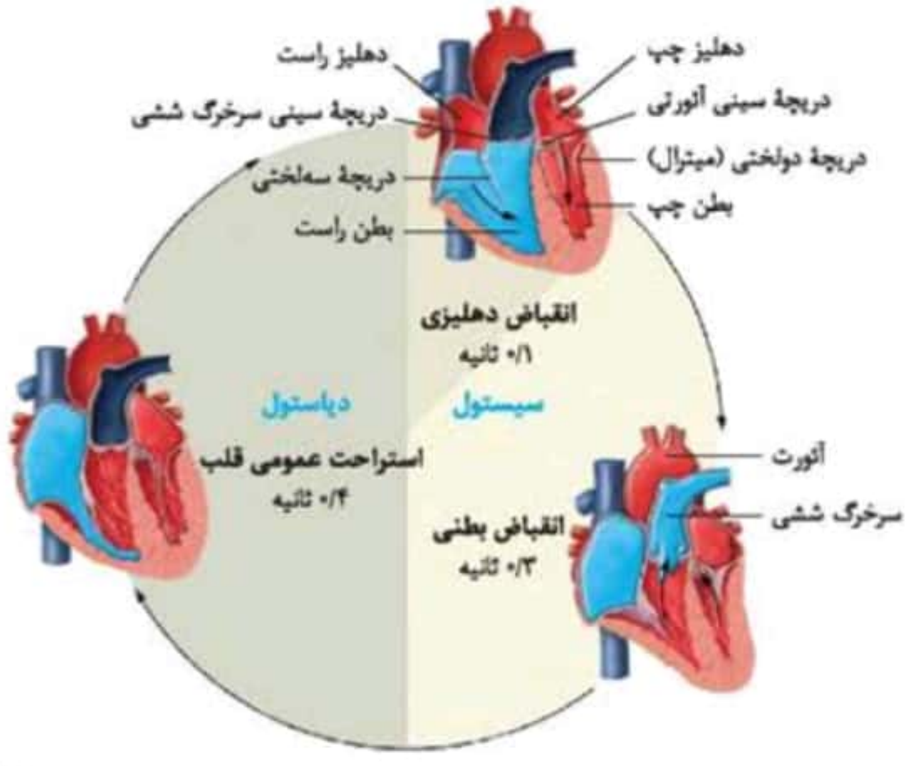
زیرا انتشار تحریک از پایین و نوک قلب، به سمت بالا انجام می‌شود. از آن‌جایی که سرخرگ‌ها در بالا قرار دارند و خون باید به سمت بالا حرکت کند، انقباض از پایین به بالا به تخلیهٔ خون کمک می‌کند.

این‌جا یه حالتی شبیه حرکت کرمی ایجاد میشه و فون وقتی داره میره بالا، توی هر لحظه، سلول‌های ماهیچه‌ای پایینش منقبض می‌شن. مثل اینه که بطری آب رو گرفتیم دستمون و دور تا دورش رو با دست می‌گیریم و از پایین فشار میدیم، میریم بالا. آب به تدریج از بطری خارج میشه.

درسنامهٔ ۱۰ چرخهٔ ضربان قلب

قلب در هر ثانیه، تقریباً یک ضربان دارد. یک فرد با عمر متوسط در طول عمر، نزدیک به سه میلیارد بار ضربان قلب دارد[2]. این درحالی است که ماهیچهٔ قلبی برخلاف ماهیچهٔ اسکلتی، نمی‌تواند **استراحتی پیوسته** داشته باشد[3].

هر چرخه (دورهٔ) قلبی، شامل **دیاستول (استراحت)** و **سیستول (انقباض)** قلب می‌باشد که به‌طور **متناوب** انجام می‌شوند. در هر چرخه، ابتدا قلب توسط خون **سیاهرگ‌ها** پر می‌شود. این مرحله به صورت **غیرفعال** است و در آن میوکارد منقبض نمی‌شود. پس از آن، **انقباض دهلیزها** خون را به صورت **فعال** وارد بطن می‌کند و در نهایت، انقباض **ماهیچهٔ بطنی**، خون را توسط **سرخرگ‌ها** به سراسر بدن می‌فرستد. در ادامه، هرکدام از این مراحل را بررسی می‌کنیم.



۱- سلول‌های ماهیچهٔ قلبی به دلیل داشتن صفحات بینابینی می‌توانند پیام را به صورت سلول به سلول منتشر کنند؛ یعنی هر سلول می‌تواند سلول بعدی خود را نیز تحریک کند اما در محل اتصال ماهیچهٔ دهلیز و بطن، بین سلول‌ها بافت پیوندی عایق قرار گرفته است؛ در نتیجه، در این محل انتشار تحریک به صورت سلول به سلول ممکن نیست. تارهای ماهیچه‌ای شبکهٔ هادی، تحریک را از دهلیز به بطن منتقل می‌کنند.

۲- اگر عمر متوسط را ۷۵ سال در نظر بگیریم و مدت زمان هر ضربان را ۰/۸ ثانیه، قلب انسان در ۷۵ سال (حدود ۲۷۳۷۵ روز)، ۲۹۵۶۵۰۰۰۰۰ ضربان خواهد داشت.

۳- به‌طور معمول، قلب در هر ۰/۸ ثانیه، حدود ۰/۴ ثانیه را استراحت می‌کند و در بقیهٔ زمان‌ها باید منقبض شود. این چرخهٔ استراحت و انقباض به‌طور دائمی تکرار می‌شود ولی ماهیچهٔ اسکلتی فقط زمانی که نیاز باشد منقبض می‌شود؛ مثلاً زمانی‌که خواب هستید، بسیاری از ماهیچه‌های اسکلتی در حال استراحت هستند ولی ماهیچهٔ قلبی هم‌چنان [illegible]

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

نکته **فعال بودن یا غیرفعال بودن جریان خون**

منظور از فعال بودن جریان خون این است که خون، تحت تأثیر انقباض ماهیچه جریان پیدا می‌کند. مثلاً زمانی که خون از بطن‌ها وارد سرخرگ‌ها می‌شود، لازم است که میوکارد بطنی منقبض شود. بنابراین، خروج خون از قلب و ورود آن به سرخرگ، به صورت فعال انجام می‌شود. ولی بازگشت خون سیاهرگ‌ها به قلب، بدون نیاز به انقباض ماهیچه می‌باشد[1] و در نتیجه، به صورت غیرفعال است. ورود خون دهلیزها به بطن‌ها نیز می‌تواند به صورت غیرفعال یا فعال باشد. در مرحلهٔ استراحت عمومی، میوکارد دهلیزها در حال استراحت است و خون به صورت غیرفعال وارد بطن می‌شود. اما در مرحلهٔ سیستول دهلیزی، میوکارد دهلیز منقبض می‌شود و ورود خون به درون بطن، به صورت فعال می‌باشد.

فعالیت کتاب درسی

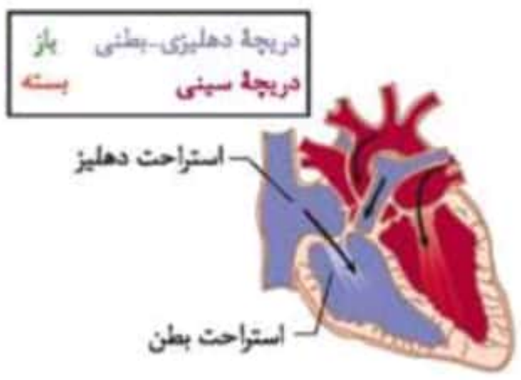
تعداد ضربان طبیعی قلب در دقیقه

با توجه به شکل بالا، به‌طور معمول، هر بار ضربان طبیعی قلب در حال استراحت، **حدود ۰/۸ ثانیه** طول می‌کشد بنابراین، در یک دقیقه، قلب **۷۵ ضربان** دارد.

مراحل چرخهٔ ضربان قلب

☐ استراحت عمومی (انبساط قلب؛ دیاستول)؛ ۰/۴ ثانیه

در این مرحله، میوکارد قلب در حال استراحت می‌باشد و انقباضی در آن مشاهده نمی‌شود. همان‌طور که گفتیم، بین سیاهرگ‌ها و دهلیزها، دریچه‌ای وجود ندارد. در نتیجه، ورود خون سیاهرگ‌ها به درون دهلیزها، انجام می‌شود؛ بنابراین، در تمام مراحل چرخهٔ ضربان قلب، خون بزرگ‌سیاهرگ‌ها و سیاهرگ‌های کرونری، وارد دهلیز راست می‌شود و خون سیاهرگ‌های ششی نیز به دهلیز چپ وارد می‌شود. در مرحلهٔ استراحت عمومی، دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی باز هستند و خون از درون دهلیزها وارد بطن‌ها می‌شود. این مرحله، به صورت غیرفعال است و در آن، میوکارد منقبض نمی‌شود.

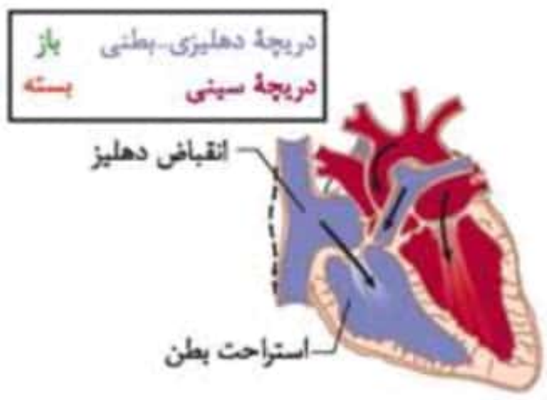


نکته در ابتدای مرحلهٔ دیاستول، صدای دوم قلب شنیده می‌شود که مربوط به بسته شدن دریچه‌های سینی است.

نکته در انتهای استراحت عمومی، انقباض سلول‌های ماهیچه‌ای شبکهٔ هادی شروع می‌شود اما منظور از استراحت و انقباض در چرخهٔ ضربان قلب، فعالیت سلول‌های ماهیچه‌ای مسئول انقباض دهلیزها و بطن‌ها می‌باشد.

☐ انقباض دهلیزی (سیستول دهلیز)؛ ۰/۱ ثانیه

در ادامهٔ مرحلهٔ قبلی، ورود خون از دهلیز به درون بطن ادامه پیدا می‌کند. در مرحلهٔ استراحت عمومی، پیام تحریک در دهلیز منتشر می‌شود و در نتیجه، در این مرحله، دهلیزها منقبض می‌شوند و تخلیهٔ خون دهلیزی به صورت فعال انجام می‌شود. مشابه مرحلهٔ قبلی، در این مرحله نیز دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی باز هستند و دریچه‌های سینی بسته می‌باشند. در پایان این مرحله، بطن‌ها با خون پر می‌شوند. هم‌چنین، در طول این مرحله، بطن‌ها برای انقباض آماده می‌شوند و پیام تحریکی در بطن منتشر می‌شود.



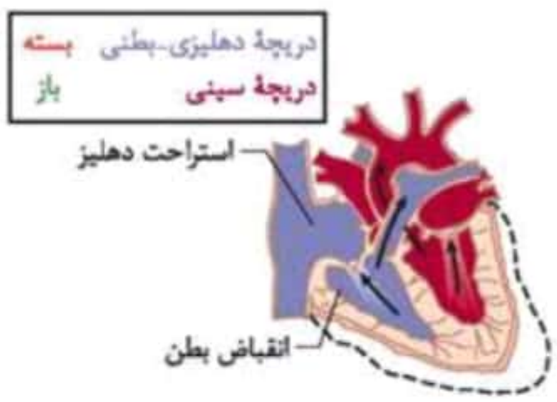
نکته همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، در مرحلهٔ سیستول دهلیزی حجم دهلیزها کاهش پیدا می‌کند. در ادامهٔ فصل می‌خوانیم که این کاهش حجم در اثر انقباض دهلیز، منجر به افزایش فشار خون درون دهلیز می‌شود.

نکته مرحلهٔ استراحت عمومی و انقباض دهلیزی، معادل با مرحلهٔ دیاستول بطنی می‌باشند.

نکته در مرحلهٔ استراحت عمومی و انقباض دهلیزی، هم ورود خون به درون دهلیزها وجود دارد و هم خروج خون از آن‌ها.

نکته در پایان مرحلهٔ سیستول دهلیزی، حجم خون درون دهلیزها به کم‌ترین مقدار خود می‌رسد و حجم خون درون بطن‌ها در بیشترین مقدار ممکن می‌باشد.

☐ انقباض بطنی (سیستول بطنی)؛ ۰/۳ ثانیه



گفتیم که در مرحلهٔ انقباض دهلیزها، پیام تحریک در بطن منتشر می‌شود. در نتیجه، در این مرحله، بطن‌ها می‌توانند منقبض شوند. در ابتدای این مرحله، بطن‌ها از خون پر شده‌اند و صدای اول قلب شنیده می‌شود که مربوط به بسته شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی است. در ادامه، با انقباض میوکارد بطنی، دریچه‌های سینی باز می‌شوند و خون از طریق سرخرگ‌ها از قلب خارج می‌شود تا به همهٔ قسمت‌های بدن ارسال شود؛ خون بطن راست از طریق سرخرگ ششی به شش‌ها می‌رود و خون بطن چپ، از طریق سرخرگ آئورت به سمت اندام‌های بدن می‌رود.

۱- در ادامهٔ فصل می‌خوانیم که انقباض ماهیچه‌های اسکلتی و فرایند تنفس، به بازگشت خون سیاهرگی به قلب کمک می‌کند ولی دقت داشته باشید که این فرایندها، جزء اعمال طبیعی هستند و هدف آن‌ها برگرداندن خون به قلب نیست. برای مثال، تنفس فرایندی است که به صورت دائمی انجام می‌شود و هدف آن جابه‌جا کردن هوا بین بدن و [illegible]

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته در مرحلهٔ سیستول بطنی، هم‌چنان ورود خون از سیاهرگ‌ها به درون دهلیزها انجام می‌شود.

نکته مرحلهٔ سیستول بطنی با شروع مرحلهٔ دیاستول دهلیزی هم‌زمان است.

نکته بیشترین حجم خون درون بطن‌ها، در ابتدای مرحلهٔ سیستول بطنی (پایان سیستول دهلیزی) می‌باشد و کم‌ترین حجم خون بطنی، در پایان سیستول بطنی (شروع استراحت عمومی) است.

نکته همان‌طور که در شکل بالا مشاهده می‌کنید، در مرحلهٔ سیستول بطنی حجم بطن‌ها کاهش پیدا می‌کند. این کاهش حجم در اثر انقباض بطن، منجر به افزایش فشار خون درون بطن می‌شود.

نکته **انتشار پیام الکتریکی در میوکارد قلب**

به‌طور کلی، انقباض و استراحت ماهیچه همراه با انتشار پیام الکتریکی مربوط به انقباض و استراحت است؛ در نتیجه، قبل از شروع انقباض یا استراحت ماهیچه، پیام الکتریکی مربوط به آن، در حفرهٔ دهلیزی یا بطنی منتشر می‌شود. مثلاً، استراحت عمومی قبل از سیستول (انقباض) دهلیز می‌باشد. بنابراین، باید در استراحت عمومی پیام الکتریکی مربوط به انقباض دهلیز در میوکارد دهلیز منتشر شود تا دهلیز بتواند منقبض شود. به همین ترتیب، پیام الکتریکی مربوط به انقباض بطن، در انتهای مرحلهٔ قبل از آن، یعنی سیستول دهلیزی، در میوکارد بطن منتشر می‌شود. پیام الکتریکی مربوط به استراحت بطن نیز در انتهای انقباض بطنی، در میوکارد منتشر خواهد شد. هم‌چنین، دقت داشته باشید که انتشار پیام الکتریکی مربوط به هر مرحله، از مرحلهٔ قبلی شروع می‌شود و در همان مرحله تمام می‌شود؛ برای مثال، انتشار پیام الکتریکی مربوط به مرحلهٔ انقباض بطنی، از مرحلهٔ قبلی آن یعنی انقباض دهلیز شروع می‌شود ولی در مرحلهٔ انقباض بطنی به پایان می‌رسد.

جمع‌بندی

ویژگی‌های مراحل مختلف چرخهٔ ضربان قلب

مرحله	استراحت عمومی	سیستول دهلیزی	سیستول بطنی
مدت زمان (در فرد بالغ و در حال استراحت)	۰/۴ ثانیه	۰/۱ ثانیه	۰/۳ ثانیه
حفرات در حال انقباض	هیچ‌کدام	دهلیزها	بطن‌ها
حفرات در حال استراحت	همهٔ حفرات (دهلیزها و بطن‌ها)	بطن‌ها	دهلیزها
ورود خون سیاهرگی به دهلیز	بله	بله	بله
ورود خون دهلیزی به بطن	بله	بله	خیر
ورود خون بطنی به سرخرگ	خیر	خیر	بله
وضعیت دریچه‌های سینی	بسته	بسته	باز
وضعیت دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی	باز	باز	بسته
صدای قلبی	صدای دوم قلب	—	صدای اول قلب

درسنامهٔ ۱۱ ارتباط فشار خون و چرخهٔ ضربان قلب

فعالیت کتاب درسی

نکته **میزان فشار خون در حفرات قلبی**

میزان فشار خون در دهلیز و بطن، به دو عامل اساسی بستگی دارد؛ میزان انقباض و حجم خون. هرچقدر که میزان انقباض یا حجم خون بیشتر باشد، فشار خون هم بیشتر است. البته باید دقت داشت که اثر انقباض بیشتر از اثر حجم خون است. یعنی مثلاً زمانی که انقباض میوکارد بطنی افزایش می‌یابد و حجم خون بطنی هم کم می‌شود (چون خون وارد سرخرگ می‌شود)، فشار خون بطنی در حال افزایش است. اگر تغییری در میزان انقباض میوکارد رخ ندهد، حجم خون تنها عامل مؤثر در تغییر فشار خون می‌باشد. مثلاً در طول سیستول بطنی، خون در دهلیزها تجمع می‌یابد و فشار خون دهلیزی زیاد می‌شود. در نهایت، دقت داشته باشید که افزایش یا کاهش شدید فشار خون در قلب، زمانی رخ می‌دهد که میزان انقباض میوکارد تغییر کند و میزان حجم خون، تأثیر چندانی بر فشار خون ندارد.

خب، می‌رسیم به یه سؤال خیلی مهم در فعالیت. برای فهمیدن این بخش، باید تسلط خوبی روی مطالبی که تا الان گفته شد، داشته باشین.

در جدول روبه‌رو، فشار خون در قسمت‌های مختلف، پس از گذشت زمان‌هایی نشان داده شده است. با توجه به جدول، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

زمان (s)	فشار خون KPa		
	آئورت	بطن چپ	دهلیز چپ
۰/۰	۱۰/۶	۰/۴	۰/۵
۰/۱	۱۰/۶	۰/۷	۱/۲
۰/۲	۱۰/۶	۶/۷	۰/۳
۰/۳	۱۶/۰	۱۷/۳	۰/۴
۰/۴	۱۲/۰	۸/۰	۰/۸

سؤال در چه زمانی خون به درون آئورت جریان پیدا می‌کند؟

همونجور که توی جدول می‌بینین، اطلاعاتی که ما داریم مربوط میشه به فشار خون در بخش‌های مختلف. کلید حل این سؤال یه جمله هست: «خون از جایی با فشار بیشتر به جایی با فشار کم‌تر می‌رود.»

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

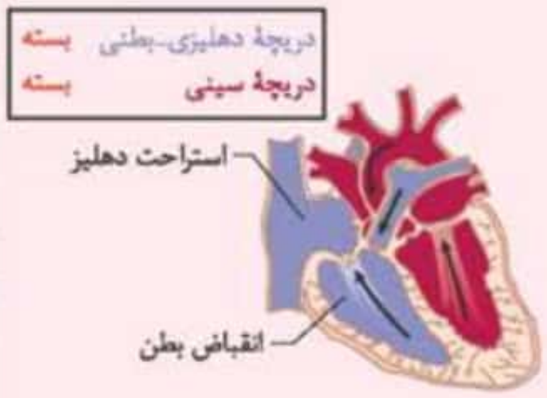
منظور از این سؤال، زمان آغاز ورود خون به آئورت است. از زمان ۰/۰ تا ۰/۲، فشار خون درون آئورت ثابت است اما پس از ۰/۳ ثانیه، فشار خون درون آئورت افزایش پیدا کرده است. این نشان می‌دهد که در فاصلهٔ زمانی بین ۰/۲ تا ۰/۳ ثانیه، جریان خون به درون آئورت شروع شده است. در این فاصلهٔ زمانی، فشار خون درون بطن در حال افزایش است. وقتی که فشار خون درون بطن، بیشتر از فشار خون درون آئورت شد، جریان خون به درون آئورت آغاز می‌شود. در زمان ۰/۳ ثانیه، هنوز هم فشار خون درون بطن بیشتر از درون آئورت می‌باشد؛ در نتیجه، تا مدت کوتاهی بعد از آن، جریان خون به درون آئورت ادامه پیدا می‌کند و سپس در فاصلهٔ بین ۰/۳ تا ۰/۴ ثانیه، جریان خون به درون آئورت متوقف می‌شود.

سؤال بین چه زمان‌هایی دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی بسته هستند؟

کلید حل این سؤال هم یه جمله است: «دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی زمانی بسته می‌شوند که فشار خون درون بطن‌ها بیشتر از فشار خون درون دهلیز شود.» در زمان‌های ۰/۰ و ۰/۱، فشار خون درون دهلیزها از فشار خون درون بطن‌ها بیشتر است؛ در نتیجه، خون از درون دهلیزها وارد بطن‌ها می‌شود. در زمانی بین ۰/۱ تا ۰/۲ ثانیه، فشار خون درون بطن‌ها بیشتر از فشار خون درون دهلیزها می‌شود. پس در فاصلهٔ زمانی بین ۰/۱ تا ۰/۲ ثانیه، دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی بسته می‌شوند پس از آن، تا ۰/۴ ثانیه، دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی بسته باقی می‌مانند؛ زیرا هم‌چنان فشار خون درون بطن‌ها بیشتر از فشار خون درون دهلیزها است.

سؤال در فاصلهٔ چه زمان‌هایی، هر دو دریچهٔ سینی و دولختی بسته هستند؟

در ارتباط با بسته شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی گفتیم که باید فشار خون درون بطن بیشتر از دهلیز بشه. اما در ارتباط با دریچه‌های سینی: «زمانی‌که فشار خون درون سرخرگ بیشتر از فشار خون درون بطن باشد، دریچه‌های سینی بسته هستند.»



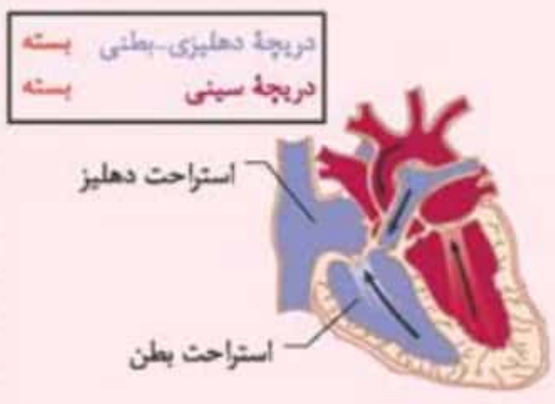
در سؤال قبلی، در ارتباط با دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی گفتیم که در فاصلهٔ بین ۰/۱ تا ۰/۲ ثانیه بسته می‌شوند و تا ۰/۴ ثانیه، بسته باقی می‌مانند. در زمان ۰/۲ و ۰/۴ ثانیه، فشار خون درون آئورت بیشتر از فشار خون درون بطن چپ است؛ بنابراین، در این دو زمان، دریچه‌های سینی نیز بسته هستند.

خب، با توجه به ۳ تا سؤال قبلی، الان باید براتون ۲ تا سؤال به‌وجود بیاد؛ اول این‌که ما گفتیم سیستول بطنی ۰/۳ ثانیه طول می‌کشه، اما با توجه به سؤال اول، کم‌تر از ۰/۳ ثانیه زمانی است که خون وارد آئورت میشه. دلیلش چیه؟

انقباض ماهیچهٔ بطنی، به دو صورت انجام می‌شود؛ یک نوع انقباض همراه با تغییر حجم بطن است که در آن، تخلیهٔ خون بطن انجام می‌شود. در انقباض نوع دوم، حجم بطن تغییری نمی‌کند بلکه فقط کشش دیوارهٔ بطن افزایش می‌یابد. همان‌طور که در شکل بالا می‌بینید، در این زمان، همهٔ دریچه‌های قلبی بسته هستند و در نتیجه، نه خون وارد بطن می‌شود و نه از آن خارج می‌شود. در نتیجهٔ انقباض میوکارد بطن، فشار خون درون بطن افزایش می‌یابد تا خون بتواند از درون بطن خارج شود بنابراین، در بخشی از سیستول بطنی، تخلیهٔ خون مشاهده نمی‌شود. این مرحله در جدول صفحهٔ قبل، معادل با فاصلهٔ بین ۰/۲ تا ۰/۳ ثانیه است؛ در این زمان، خون وارد بطن نمی‌شود و افزایش فشار خون درون بطن ناشی از انقباض میوکارد بطنی هست.

برای این‌که بفهمید افزایش کشش یعنی چی، یه طناب رو فرض کنین که بین دو تا میله بسته شده. این طناب رو ما معادل با یک سلول ماهیچهٔ میوکارد در نظر می‌گیریم. خب حالا اگه یه وزنه به طناب آویزون کنیم، مسلماً طول طناب تغییری نمی‌کنه و برابر با فاصلهٔ بین دو تا میله باقی می‌مونه اما طناب کشیده میشه و کشش طناب افزایش پیدا می‌کنه.

اما سؤال دوم؛ در جواب سؤال (۳) گفتیم که در دو قسمت، همهٔ دریچه‌های قلبی بسته هستند. می‌خوایم بدونیم که این قسمت‌ها، معادل کدوم بخش از چرخهٔ قلب است.



در ارتباط با زمان ۰/۲ ثانیه جدول که گفتیم همان زمانی است که بطن منقبض می‌شود ولی حجم آن کاهش پیدا نمی‌کند؛ بنابراین، در ابتدای سیستول بطنی همهٔ دریچه‌های قلبی بسته هستند (شکل قبلی، ابتدای سیستول بطنی را نشان می‌دهد). اما قسمت دوم (زمان ۰/۴ ثانیه جدول) مربوط به شروع استراحت عمومی قلب است. همان‌طور که قلب بدون کاهش حجم، منقبض می‌شود، شروع استراحت آن نیز بدون افزایش حجم است. در این زمان، کشش میوکارد بطنی کاهش پیدا می‌کند. پس از آن، استراحت بطنی همراه با افزایش حجم بطن می‌باشد بنابراین، در ابتدای سیستول بطنی و در ابتدای استراحت عمومی قلب، همهٔ دریچه‌های قلبی بسته هستند.

نکته در این دو زمانی‌که همهٔ دریچه‌های قلبی بسته هستند، صدای اول و دوم قلب شنیده می‌شوند.

حتماً حتماً این درسنامه و درسنامهٔ قبل رو با دقت بخونین. مطمئن باشید که توی همهٔ آزمونایی که از این فصل میدین، از این قسمت سؤال خواهید داشت. همین‌طور برای ادامهٔ فصل باید اول این بخش رو خوب یاد گرفته باشین.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

باز و بسته شدن دریچه‌های قلبی

نوع دریچه		دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی	دریچه‌های سینی
زمان شروع باز شدن		کمی پس از شروع استراحت عمومی	کمی پس از شروع سیستول بطن
		پایان ثبت موج T	پایان ثبت موج S
زمان‌هایی که باز هستند		کمی پس از شروع استراحت عمومی تا پایان سیستول دهلیز	کمی پس از شروع سیستول بطنی تا پایان سیستول بطنی
		پایان ثبت موج T تا کمی پس از ثبت موج R	از پایان موج S تا کمی پس از ثبت قلهٔ موج T
زمان بسته شدن		پایان سیستول دهلیز	پایان سیستول بطن
		کمی پس از ثبت موج R	کمی پس از ثبت قلهٔ موج T
صدای قلبی	نوع و ویژگی	صدای اول: قوی، گنگ و طولانی‌تر	صدای دوم: ضعیف، واضح و کوتاه‌تر
	زمان شنیده شدن	ابتدای سیستول بطنی	ابتدای استراحت عمومی
زمان‌هایی که بسته هستند		کل سیستول بطنی و ابتدای استراحت عمومی	کل استراحت عمومی و سیستول دهلیزی و شروع سیستول بطنی
		کمی پس از ثبت موج R تا پایان ثبت موج T	کمی پس از قلهٔ موج T تا پایان ثبت موج S
زمان‌هایی که همهٔ دریچه‌های قلبی بسته هستند		۱ـ ابتدای استراحت عمومی ۲ـ ابتدای سیستول بطنی	
		۱ـ کمی پس از ثبت قلهٔ موج T تا پایان موج T ۲ـ کمی پس از ثبت موج R تا پایان موج S	

درس‌نامهٔ ۱۲ برون‌ده قلبی

حجم خونی که در هر انقباض بطنی **از یک بطن** خارج، و وارد سرخرگ می‌شود، **حجم ضربه‌ای** نامیده می‌شود. اگر این مقدار را در تعداد ضربان قلب در دقیقه ضرب کنیم، **برون‌ده قلبی** به دست می‌آید.

حجم خونی که در هر انقباض بطنی، از یک بطن خارج می‌شود = **حجم ضربه‌ای**

تعداد ضربان قلب در دقیقه × حجم ضربه‌ای = **برون‌ده قلبی**

برون‌ده قلبی، **متناسب با سطح فعالیت بدن** تغییر می‌کند؛ مثلاً هنگام ورزش کردن، میزان برون‌ده قلبی افزایش می‌یابد.

عوامل زیر در میزان برون‌ده قلبی مؤثر هستند:

۱- **سوخت‌وساز پایهٔ بدن** ← رابطهٔ مستقیم ۲- **مقدار فعالیت بدنی** ← رابطهٔ مستقیم ۳- **اندازهٔ بدن** ← رابطهٔ مستقیم

۴- **سن** ← در سن‌های مختلف، متفاوت است [در ابتدا، با افزایش سن برون‌ده قلبی زیاد می‌شود و پس از آن، برون‌ده کاهش می‌یابد].

نکته در یک انسان بالغ، وقتی‌که فرد **در حالت استراحت** است، میزان برون‌ده قلبی **حدود پنج لیتر در دقیقه** است.

عامل مؤثر بر برون‌ده قلبی	تأثیر بر برون‌ده قلبی در صورت افزایش	مقدار برون‌ده قلبی
حالت طبیعی	ـــــ	حدود ۵ لیتر در دقیقه
سوخت‌وساز پایهٔ بدن	رابطهٔ مستقیم ← افزایش	بیش از ۵ لیتر در دقیقه
مقدار فعالیت بدنی	رابطهٔ مستقیم ← افزایش	بیش از ۵ لیتر در دقیقه
اندازهٔ بدن	رابطهٔ مستقیم ← افزایش	بیش از ۵ لیتر در دقیقه
سن	در سن‌های مختلف، متفاوت است.	ـــــ

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

فعالیت کتاب درسی

محاسبهٔ حجم ضربه‌ای برحسب میلی‌لیتر

گفتیم که مدت زمان هر ضربان طبیعی قلب، ۰/۸ ثانیه است. پس در یک دقیقه (۶۰ ثانیه)، تعداد ضربان ق لب از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\text{تعداد ضربان طبیعی قلب در یک دقیقه} = \frac{۶۰}{۰/۸} = ۷۵$$

اگر در فرمول «تعداد ضربان قلب در دقیقه × حجم ضربه‌ای = برون‌ده قلبی»، تعداد ضربان قلب و برون‌ده قلبی (۵ لیتر یا ۵۰۰۰ میلی‌لیتر) را جای‌گذاری کنیم، می‌توانیم حجم ضربه‌ای را به دست آوریم:

$$\text{حجم ضربه‌ای} \Rightarrow ۷۵ \text{ ضربان} \times \text{حجم ضربه‌ای} = ۵۰۰۰ \text{ میلی‌لیتر} \quad \frac{۵۰۰۰}{۷۵} \cong ۶۶$$

بنابراین، حجم ضربه‌ای بر حسب میلی‌لیتر، حدود ۶۶ میلی‌لیتر می‌باشد.

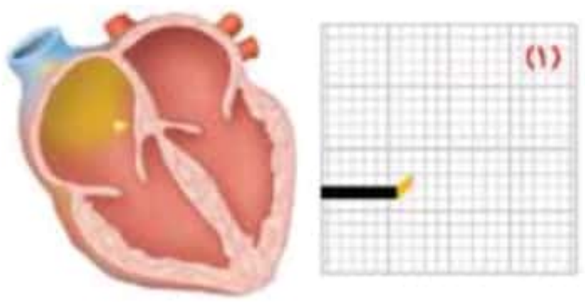
نکته اگر حجم ضربه‌ای را ۶۶ میلی‌لیتر در نظر بگیریم، در هر بار ضربان قلب، ۱۳۲ میلی‌لیتر خون **از قلب** خارج می‌شود. دقت داشته باشید که حجم ضربه‌ای معادل حجم خونی است که **از یک بطن** خارج می‌شود.

نکته حجم خونی که در هر دقیقه **از قلب** خارج می‌شود، ۱۰ لیتر می‌باشد؛ دقت داشته باشید که برون‌ده قلبی بر اساس حجم ضربه‌ای **یک بطن** محاسبه می‌شود.

درسنامهٔ ۱۳ الکتروکاردیوگرافی (الکتروقلب‌نگاری) یا نوار قلب

خب، می‌رسیم به یه مبحث فیلی طولانی، فیلی مهم، فیلی جالب و در عین حال، فیلی آسون. اگه این درسنامه رو خوب یاد بگیرین، تا روز کنکور دیگه خیالتون از بابت یه سؤال تضمینه! برای راحتی بیشتر، الکتروکاردیوگرام رو به ۳ قسمت تقسیم کردیم: نوار قلب طبیعی، نوار قلب غیرطبیعی و ارتباط نوار قلب با فشار خون، حجم خون و ...

برای انقباض قلب، پیام الکتریکی تولید می‌شود و سپس توسط سلول‌های ماهیچه‌ای قلب و شبکهٔ هادی، در سراسر قلب منتشر می‌شود. تعداد بالای سلول‌های میوکارد قلب، باعث می‌شود که این پیام الکتریکی به اندازهٔ کافی قوی باشد و حتی می‌توان آن را **در سطح پوست** نیز دریافت کرد. برای ثبت این نشانه‌ها، از **دستگاه الکتروکاردیوگراف (الکتروقلب‌نگار)** استفاده می‌شود. الکترودهای این دستگاه، بر روی قسمت‌های مختلف بدن قرار می‌گیرند[1] و **الکتروکاردیوگرام (ECG[2]؛ الکتروقلب‌نگاره یا نوار قلب)** بر روی **کاغذ** یا **صفحهٔ حساس نمایشگر** نمایش داده می‌شود. الکتروکاردیوگرام **طبیعی**، شامل **۳ موج** P، QRS و T[3] می‌باشد که در ادامه به بررسی آن‌ها می‌پردازیم.



نکته ثبت نوار قلب از سطح پوست نشان می‌دهد که بافت‌های بین قلب و پوست نیز می‌توانند جریان الکتریکی را انتقال دهند.

۱- شروع تحریک توسط گرهٔ ضربان‌ساز (پیشاهنگ): وقتی‌که گرهٔ سینوسی ـ دهلیزی تحریک می‌شود، پیام الکتریکی تولید می‌شود و انتشار آن در دیوارهٔ دهلیزها آغاز می‌شود. در این زمان، ثبت موج P آغاز می‌شود.

۲- انتشار تحریک در دهلیز و شروع انقباض دهلیزها: همزمان با ثبت قلهٔ منحنی P، انقباض دهلیزها آغاز می‌شود. در این زمان، انتشار پیام در میوکارد دهلیزی ادامه پیدا می‌کند و هم‌چنین به سمت گرهٔ دوم حرکت می‌کند.

۳- انقباض کل دهلیزها: وقتی‌که ثبت منحنی P به پایان می‌رسد، کل میوکارد دهلیزها تحریک شده است. در این زمان، تمام قسمت‌های میوکارد دهلیزی منقبض هستند و جریان خون به درون بطن‌ها انجام می‌شود.

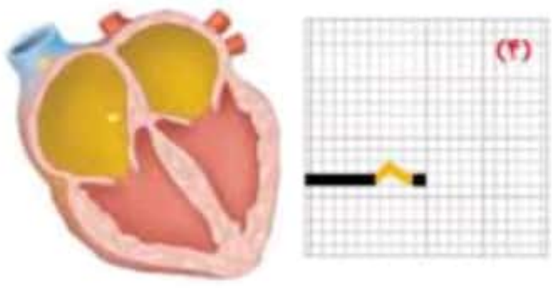
۱- ۶ الکترود به قفسهٔ سینه متصل می‌شود و ۴ الکترود نیز به دو دست و دو پا. مجموعاً ۱۰ الکترود برای ثبت نوار قلب استفاده می‌شود.

۲- شاید علاوه بر ECG، EKG رو هم دیده باشین. ECG مخفف معادل انگلیسی الکتروکاردیوگرام است و EKG مخفف معادل آلمانی الکتروکاردیوگرام. امروزه از ECG بیشتر استفاده می‌شود اما در مواردی نیز از EKG استفاده می‌شود مثلاً زمانی‌که در متنی EEG (نوار مغز) نیز وجود دارد، از EKG استفاده می‌شود؛ زیرا تلفظ ECG و EEG بسیار مشابه است.

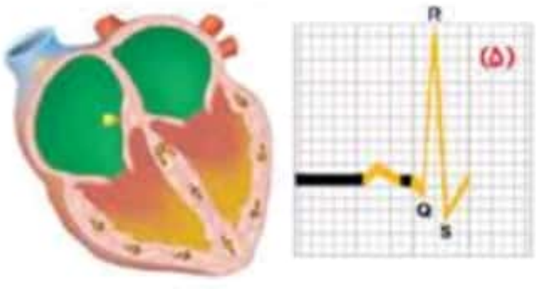
۳- چرا اسم موج‌ها این است؟ در حقیقت ECG را فیزیک‌دانان اولین بار ثبت کردند و در فیزیک، برای نام‌گذاری امواج از حروف P ، Q ، R ، S،T استفاده می‌شد. به همین خاطر، [illegible] استفاده می‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۴- انتقال تحریک به گرهٔ دوم: در فاصلهٔ منحنی P تا منحنی QRS، پیام الکتریکی به گرهٔ دهلیزی ـ بطنی می‌رسد. در این زمان، هنوز دهلیزها منقبض هستند و خون وارد بطن‌ها می‌شود.



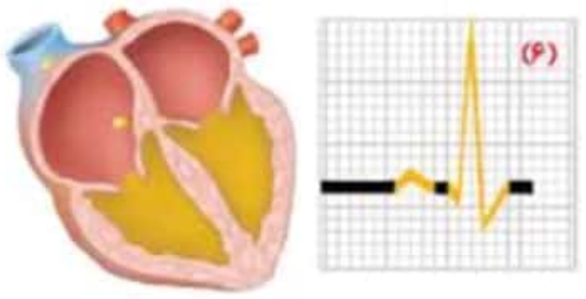
۵- شروع تحریک بطن‌ها و استراحت دهلیزها: پیام پس از رسیدن به گرهٔ دهلیزی ـ بطنی، به‌طور هم‌زمان به تعداد زیادی از سلول‌های دیوارهٔ بطن می‌رسد و در دیوارهٔ بطن منتشر می‌شود. در این زمان، موج QRS ثبت می‌شود. کمی پس از ثبت قلهٔ منحنی (موج R)، انقباض دهلیزها به پایان می‌رسد و سیستول بطنی شروع می‌شود. *همونجوری که انقباض میوکارد همراه با تولید جریان الکتریکی است، استراحت میوکارد هم یه جریان الکتریکی ایجاد می‌کنه که در شکل مقابل، با رنگ سبز نشون داده شده. البته موج مربوط به استراحت دهلیزها در الکتروکاردیوگرام مشخص نیست. اگه گفتین چرا؟*[1]



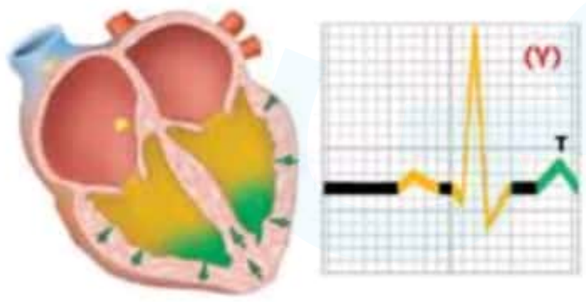
نکته قبلاً توضیح دادیم که در ابتدای سیستول بطنی، همهٔ دریچه‌های قلبی بسته هستند و خون از بطن خارج نمی‌شود. این بخش از چرخهٔ قلبی، معادل با شروع سیستول بطنی تا پایان ثبت موج S هست. یعنی تا الان، هنوز خونی از بطن خارج نشده است.

نکته در انتهای سیستول دهلیزی و هم‌زمان با شروع سیستول بطنی، دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی بسته می‌شوند و صدای اول قلب شنیده می‌شود. در این زمان، همهٔ دریچه‌های قلبی بسته می‌باشند.

نکته گفتیم که انقباض بطن‌ها از پایین به سمت بالا است. اگر به جهت انتشار تحریک نیز دقت کنید، متوجه می‌شوید که انتشار تحریک نیز از پایین به سمت بالا انجام می‌شود.



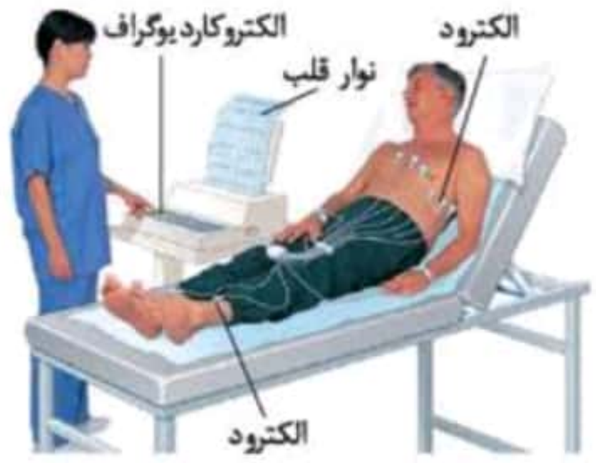
۶- شروع تخلیهٔ خون بطن: پس از ثبت موج S و در فاصلهٔ S تا T، دریچه‌های سینی باز می‌شوند و خون از بطن‌ها وارد سرخرگ‌ها می‌شود. در این زمان، پیام تحریکی در سراسر بطن منتشر شده است.



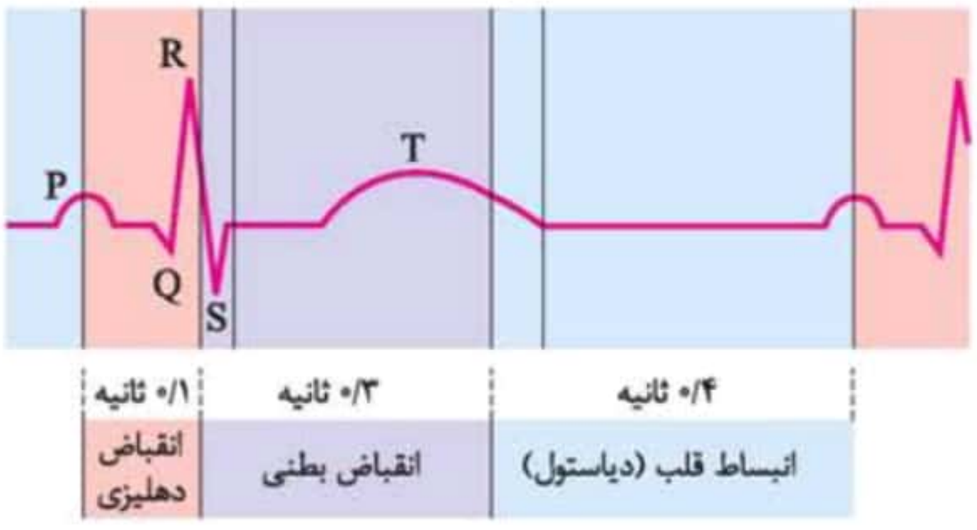
۷- ثبت موج استراحت بطن‌ها: وقتی‌که میوکارد بطن‌ها شروع به استراحت می‌کند، پیام الکتریکی تولیدشده توسط سلول‌های ماهیچه‌ای، به صورت موج T ثبت می‌شود. پس از قلهٔ موج T و در بخش پایین‌روی این موج، سیستول بطن‌ها تمام می‌شود و استراحت عمومی آغاز می‌شود.

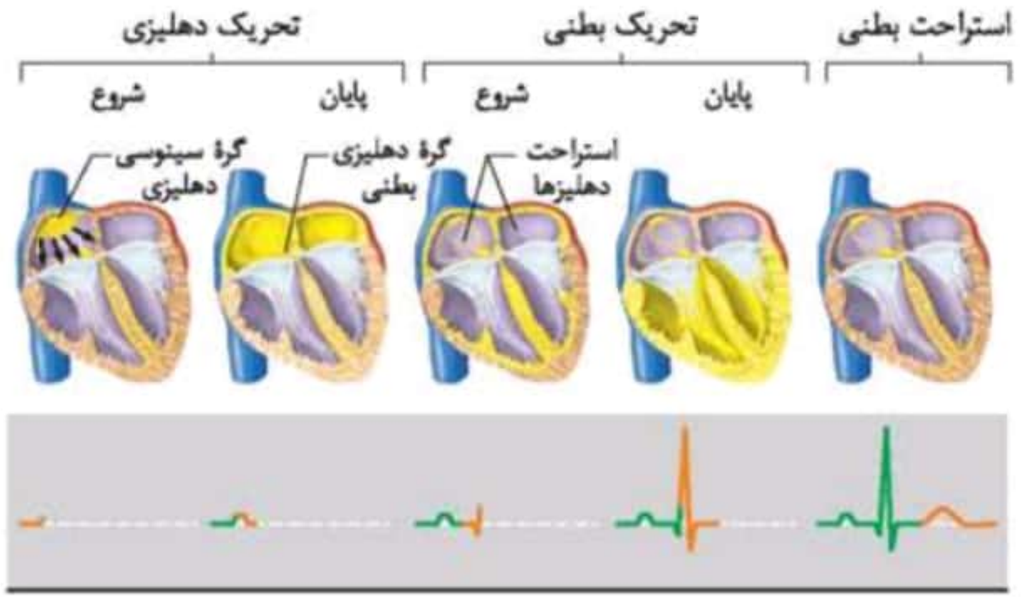
نکته در ابتدای استراحت عمومی قلب، همهٔ دریچه‌های قلبی بسته هستند و خونی وارد بطن‌ها نمی‌شود.

نکته در انتهای سیستول بطنی و هم‌زمان با شروع استراحت عمومی، دریچه‌های سینی بسته می‌شوند و صدای دوم قلب شنیده می‌شود.



شکل‌های زیر، خلاصه‌ای از کل چیزی است که گفتیم.





۱- *موج ایجاد شده هم‌زمان با موج سیستول بطنی ثبت میشه و توسط موج سیستول بطنی پوشیده میشه.*

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

نحوهٔ انتشار پیام الکتریکی در میوکارد قلب

مسیر پیام الکتریکی	زمان در چرخهٔ ضربان قلب	موقعیت در الکتروکاردیوگرام	هدف
شروع تکانهٔ قلبی در گرهٔ سینوس ـ دهلیزی	کمی قبل از انتهای استراحت عمومی	ابتدای موج P	انقباض دهلیزها
انتشار پیام در میوکارد دهلیز	انتهای استراحت عمومی	از ابتدای موج P تا قلهٔ موج P	
رسیدن پیام الکتریکی به همهٔ بخش‌های میوکارد دهلیزی	ابتدای سیستول دهلیز	از قلهٔ موج P تا پایان موج P	
انتقال پیام از گرهٔ دهلیزی ـ بطنی به میوکارد بین دو بطن	سیستول دهلیز	پایان موج P تا موج Q	انقباض بطن‌ها
انتشار پیام در دیوارهٔ بین دو بطن تا نوک قلب	سیستول دهلیز	شروع موج QR	
انتشار پیام از نوک قلب تا بالاترین قسمت میوکارد بطن‌ها	انتهای سیستول دهلیز و ابتدای سیستول بطن	ادامهٔ موج QRS	
شروع انتشار پیام استراحت بطن	انتهای سیستول بطن	ابتدای موج T تا کمی پس از قلهٔ موج T	استراحت بطن‌ها
پایان انتشار پیام استراحت بطن	ابتدای استراحت عمومی	کمی پس از قلهٔ موج T تا پایان آن	

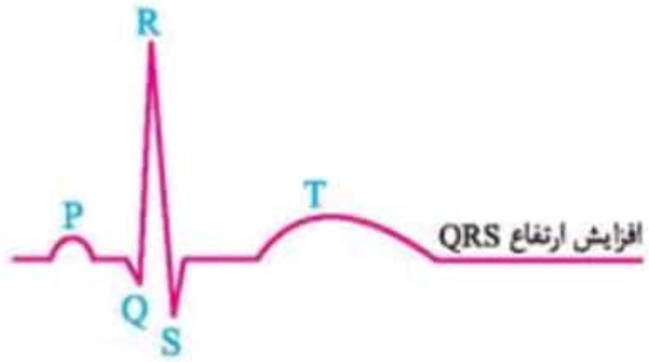
درسنامهٔ ۱۴ نوار قلب غیرطبیعی

خب حالا کاربرد نوار قلب چیه؟ تغییر در **شکل، ارتفاع** و **فاصلهٔ منحنی‌ها** می‌تواند نشان‌دهندهٔ مشکل در قلب باشد.

برای این‌که این مبحث رو شروع کنیم، اول باید خود نوار قلب طبیعی رو خوب بلد باشین. اگه احساس می‌کنین که هنوز خوب یاد نگرفتین، یه بار دیگه درسنامهٔ قبلی رو بخونین بعد بیاین این‌جا رو بخونین. برای این که اختلالات قلب رو بگیم، نوار قلب طبیعی رو با نوار قلب بیماری‌های مختلف بررسی می‌کنیم تا تفاوت‌ها و علت این تفاوت‌ها رو پیدا کنیم.

نوار قلب طبیعی

۱- افزایش ارتفاع QRS: ممکن است نشانهٔ **بزرگ‌شدن قلب** در اثر **فشار خون مزمن** یا **تنگی دریچه‌ها** باشد. وقتی‌که ارتفاع QRS افزایش پیدا کرده است، یعنی این‌که پیام الکتریکی **قوی‌تری** در سطح پوست ثبت می‌شود و این نشان می‌دهد که اندازهٔ قلب بزرگ‌تر شده است.



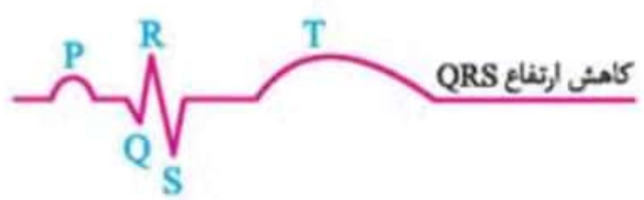
افزایش ارتفاع QRS

هرچی سلول بزرگ‌تر باشه، زورش بیشتره و پیام قوی‌تری رو می‌تونه تولید کنه. حالا این بزرگ شدن قلب چه ربطی به فشار خون مزمن یا تنگی دریچه‌ها داره؟ در این حالت‌ها، نیروی بیشتری برای خارج‌کردن خون از قلب لازم است. در نتیجهٔ تلاش بیشتر قلب برای خارج کردن خون، اندازهٔ سلول‌های قلبی افزایش می‌یابد.

مثل بدن‌سازیه، سلول‌های ماهیچه‌ای کلی زور می‌زنن تا خون رو خارج کنن و در نهایت، حسابی ورزیده و بزرگ می‌شن.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] افزایش LDL و چاقی، می‌تواند منجر به تنگ‌شدن سرخرگ‌ها و در نتیجه، افزایش فشار خون به صورت مزمن شود.

۲- کاهش ارتفاع QRS: ممکن است نشانهٔ **سکتهٔ قلبی** یا **انفارکتوس** باشد. در این حالت، چون‌که سلول‌های قلبی می‌میرند، تعداد سلول‌هایی که در تولید پیام الکتریکی نقش دارند کاهش می‌یابد و در نتیجه، ارتفاع QRS کاهش می‌یابد.



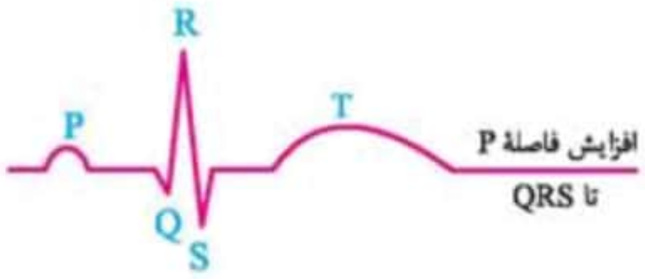
کاهش ارتفاع QRS

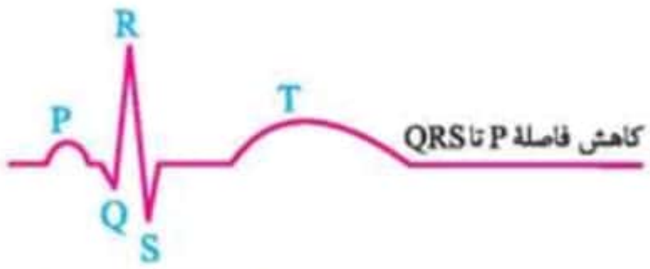
نکته انفارکتوس قلبی می‌تواند ناشی از بسته‌شدن رگ‌های کرونری و اختلال در خون‌رسانی قلب باشد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] افزایش میزان LDL در بدن انسان، می‌تواند احتمال انفارکتوس و کاهش ارتفاع QRS را افزایش دهد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] چاقی و بی‌اشتهایی عصبی، می‌توانند منجر به انفارکتوس قلبی و کاهش ارتفاع QRS شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی





۳- افزایش فاصلهٔ موج P تا QRS: می‌تواند نشان‌دهندهٔ **اشکال در مسیرهای بین‌گرهی** باشد. گفتیم که در این فاصله، پیام الکتریکی از گرهٔ پیشاهنگ به گرهٔ دوم می‌رسد. در نتیجه، اختلال در این مسیرها باعث می‌شود که پیام دیرتر به گرهٔ دوم برسد و فاصلهٔ P تا QRS افزایش پیدا کند. هم‌چنین **اشکال در خون‌رسانی رگ‌های کرونری (اکلیلی)** و **آسیب به بافت قلب** در اثر حملهٔ قلبی، باعث می‌شود که تعداد سلول‌های قلبی که می‌توانند پیام را هدایت کنند کاهش پیدا کند و در نتیجه، فاصلهٔ منحنی‌ها بیشتر شود.

۴- کاهش فاصلهٔ موج P تا QRS: می‌تواند مربوط به **تحریک پیش از موعد گره‌های بافت هادی** باشد مثلاً در صورتی‌که گرهٔ دهلیزی ـ بطنی زودتر از موعد تحریک شود و پیام را به بطن منتقل کند، موج QRS زودتر تشکیل می‌شود و در نتیجه، فاصلهٔ موج P تا موج QRS کاهش پیدا می‌کند.

جمع‌بندی

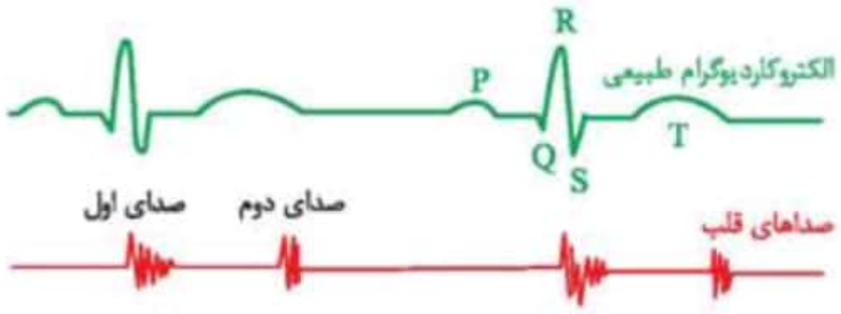
اختلالات نوار قلب

تغییر در الکتروکاردیوگرام	علت احتمالی	توضیح
افزایش ارتفاع QRS	فشار خون مزمن تنگی دریچه‌ها	افزایش اندازهٔ سلول‌های قلبی و تولید پیام قوی‌تر
کاهش ارتفاع QRS	سکتهٔ قلبی (انفارکتوس)	کاهش تعداد سلول‌های تولیدکنندهٔ پیام الکتریکی
افزایش فاصلهٔ P تا QRS	اشکال در مسیرهای بین‌گرهی اشکال در خون‌رسانی رگ‌های کرونری آسیب به بافت قلب	اختلال در انتقال پیام الکتریکی از گرهٔ اول به گرهٔ دوم
کاهش فاصلهٔ P تا QRS	تحریک پیش از موعد گره‌های بافت هادی	تشکیل موج QRS زودتر از زمان عادی

درسنامه ۱۵ روابط نوار قلب

تا این‌جا کل مطالب کتاب تموم شده اما هنوز این مبحث تموم نشده. می‌خوایم دوباره برگردیم روی نوار قلب طبیعی و دقیق بررسی کنیم که در هر نقطه چه اتفاقی می‌افته. شاید بشه گفت که این درسنامه مهم‌ترین درسنامهٔ این کتاب است؛ چون‌که شانس بسیار زیادی برای مطرح شدن سؤال داره.

صداهای قلب



صداهای قلبی، مربوط به بسته شدن دریچه‌های قلبی می‌باشند، صدای اول، قوی، گنگ و طولانی‌تر از صدای دوم می‌باشد و مربوط به بسته شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی می‌باشد. صدای دوم، مربوط به بسته شدن دریچه‌های سینی می‌باشد.

صدای اول، کمی پس از ثبت موج R شروع می‌شود و پس از ثبت موج S، تمام می‌شود.

صدای دوم، کمی پس از ثبت قلهٔ موج T شروع می‌شود و تا پایان ثبت موج T، ادامه دارد.

جمع‌بندی

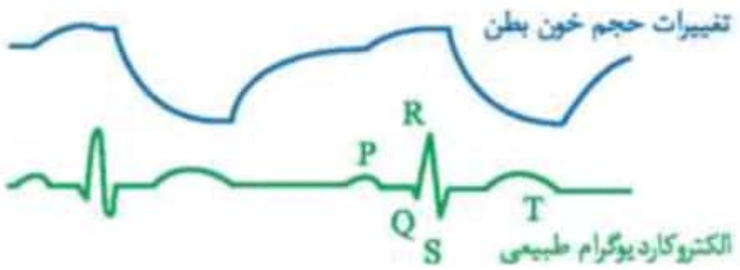
صداهای قلب

	علت ایجاد	ویژگی	زمان شروع	زمان پایان
صدای اول	بسته‌شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی	قوی، گنگ و طولانی‌تر	کمی پس از ثبت موج R	کمی پس از ثبت موج S
صدای دوم	بسته‌شدن دریچه‌های سینی	کوتاه‌تر و واضح	کمی پس از ثبت قلهٔ موج T	پایان ثبت موج T

حجم خون بطن

پس از ثبت موج S، دریچه‌های سینی باز می‌شوند و خون از بطن‌ها وارد سرخرگ‌ها می‌شود. پس از ثبت قلهٔ موج T و همزمان با توقف خروج خون از بطن‌ها، حجم خون درون بطن‌ها به کم‌ترین مقدار خود رسیده است و سپس تا پایان ثبت موج T، تغییری نمی‌کند. در پایان موج T، دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی باز می‌شوند و ورود خون دهلیزی به درون بطن‌ها آغاز می‌شود و حجم خون درون بطن‌ها افزایش می‌یابد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی



در قلهٔ موج P، انقباض دهلیزها شروع می‌شود و خون با شدت بیشتری وارد بطن‌ها می‌شود و در نتیجه، حجم بطن بیشتر افزایش می‌یابد. در فاصلهٔ ثبت موج R تا S (شروع سیستول بطنی)، همهٔ دریچه‌های قلبی بسته هستند و در نتیجه، حجم خون درون بطن نه زیاد می‌شود و نه کم.

نکته بیشترین حجم خون بطن‌ها، تا قبل از باز شدن دریچه‌های سینی است و کم‌ترین حجم خون بطن‌ها، در پایان سیستول بطنی است.

جمع‌بندی

میزان حجم خون در حفرات قلبی

نام حفره	افزایش حجم خون	بیشترین حجم خون	موقعیت در ECG	کاهش حجم خون	کم‌ترین حجم خون	موقعیت در ECG	عدم تغییر میزان حجم خون	موقعیت در ECG
دهلیز	از ابتدای سیستول بطنی تا کمی پس از شروع استراحت عمومی	کمی پس از شروع استراحت عمومی	پایان موج T	از کمی پس از شروع استراحت عمومی تا پایان سیستول دهلیزی	پایان سیستول دهلیزی	کمی پس از موج R	در مرحلهٔ استراحت عمومی، تقریباً ثابت است.	پایان ثبت موج T تا قلهٔ موج P
بطن	از کمی پس از شروع استراحت عمومی تا انتهای سیستول دهلیزی	انتهای سیستول دهلیزی (تا کمی پس از شروع سیستول بطنی)	کمی پس از موج R تا پایان ثبت موج S	از کمی پس از شروع سیستول بطنی تا پایان سیستول بطنی	پایان سیستول بطنی	کمی پس از قلهٔ موج T	در ابتدای سیستول بطنی که همهٔ دریچه‌های قلبی بسته هستند، ثابت است.	کمی پس از موج R تا پایان ثبت موج S

فشار بطن

فشار خون درون دهلیز یا بطن، به دو عامل بستگی دارد: ۱- انقباض میوکارد باعث افزایش فشار خون می‌شود[1]. ۲- حجم خون هر چه بیشتر باشد، فشار خون بیشتر است. البته بین این دو عامل، عامل اول نقش مهم‌تری دارد.

در سیستول بطنی، میزان انقباض میوکارد بطن افزایش می‌یابد و حجم خون درون آن کاهش می‌یابد. با توجه به تأثیر بیشتر انقباض بطنی، فشار خون درون بطن به شدت افزایش می‌یابد.

کمی پس از ثبت قلهٔ موج T که استراحت بطن‌ها شروع می‌شود و انقباض بطن‌ها متوقف می‌شود، حجم خون درون بطن‌ها به شدت افت می‌کند. در ادامه، خون وارد بطن می‌شود ولی چون حجم خونی که وارد بطن می‌شود کم است و حجم زیادی از بطن خالی است، تغییر محسوسی در فشار بطن ایجاد نمی‌شود. با انقباض دهلیزها، مقدار زیادی خون به‌طور ناگهانی وارد بطن‌ها می‌شود و فشار بطنی مقداری افزایش پیدا می‌کند و سپس سیستول بعدی بطن آغاز می‌شود.

نکته بیشترین فشار بطنی، در ابتدای ثبت موج T و قبل از قلهٔ آن می‌باشد و طبق جدول فعالیت، مقدار آن برابر با ۱۷/۳ کیلوپاسکال (*هرور ۱۳۰ میلی‌متر جیوه*) است.

نکته طبق جدول فعالیت، در ابتدای سیستول بطنی، فشار خون بطن چپ در حدود ۶/۷ کیلوپاسکال (*هرور ۵۰ میلی‌متر جیوه*) است و در پایان سیستول بطنی و قبل از باز شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی، مقدار آن به ۰/۴ کیلوپاسکال (*هرور ۳ میلی‌متر جیوه*) می‌رسد.

جمع‌بندی

فشار بطن

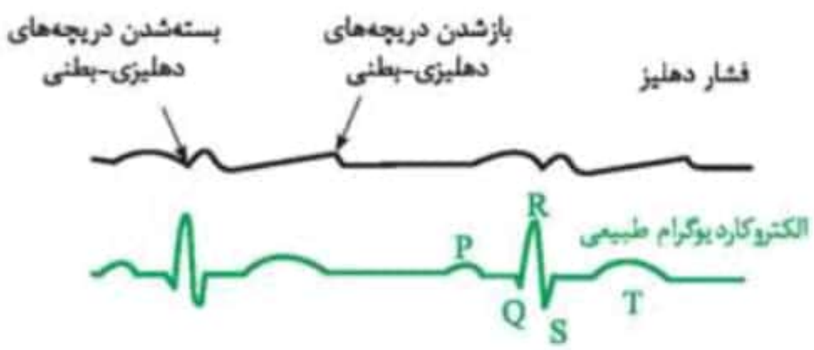
زمان	قبل از انقباض دهلیز	در پایان انقباض دهلیز	بیشترین فشار خون بطنی	در پایان سیستول بطنی	بلافاصله قبل از باز شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی
موقعیت در نوار قلب	قلهٔ موج P	کمی بعد از ثبت موج R	کمی قبل از قلهٔ موج T	کمی بعد از قلهٔ موج T	انتهای موج T
مقدار فشار خون (kPa)	۰/۷	۶/۷	۱۷/۳	۸/۰	۰/۴

[1] *با توجه به کتاب فیزیک دهم، گفتیم با کاهش حجم در یک مخفظهٔ بسته، فشار افزایش پیدا می‌کند؟*

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فشار دهلیز

وقتی‌که در استراحت عمومی، دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی باز می‌شوند، خون از دهلیزها خارج می‌شود ولی میزان خارج شدن خون از دهلیزها کم می‌باشد و علاوه بر این، خون به دهلیز وارد هم می‌شود. در نتیجه، تغییر محسوسی در حجم و فشار خون درون دهلیز ایجاد نمی‌شود. در قلهٔ موج P، انقباض دهلیزها آغاز می‌شود و حجم خون درون دهلیز به شدت کاهش می‌یابد. با توجه به این‌که اثر انقباض بیشتر از حجم خون می‌باشد، فشار خون درون دهلیز افزایش می‌یابد. کمی پس از ثبت موج R، دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی بسته می‌شوند و در این زمان، تحت تأثیر فشار خون بطن، دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی به مقدار بسیار کمی به سمت درون دهلیزها هل داده می‌شوند.



در نتیجه، حجم دهلیز کم می‌شود و فشار خون آن به مقدار کمی افزایش می‌یابد. در طول سیستول بطنی، دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی بسته هستند ولی خون سیاهرگی وارد دهلیزها می‌شود. نتیجهٔ تجمع خون سیاهرگ‌ها درون دهلیزها، افزایش خون دهلیزی می‌باشد.

نکته بیشترین حجم خون دهلیزها، قبل از باز شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی می‌باشد و کم‌ترین حجم خون دهلیزها، در پایان سیستول دهلیزها است.

نکته در ابتدای سیستول بطنی، کم‌ترین فشار خون دهلیزها مشاهده می‌شود که مقدار آن طبق جدول فعالیت، ۰/۳ کیلوپاسکال (*هدور ۲/۲۵ میلی‌متر جیوه*) است.

نکته در پی انقباض دهلیزها، بیشترین فشار خون در دهلیزها مشاهده می‌شود و طبق جدول فعالیت، مقدار آن برابر با ۱/۲ کیلوپاسکال (*هدور ۹ میلی‌متر جیوه*) است.

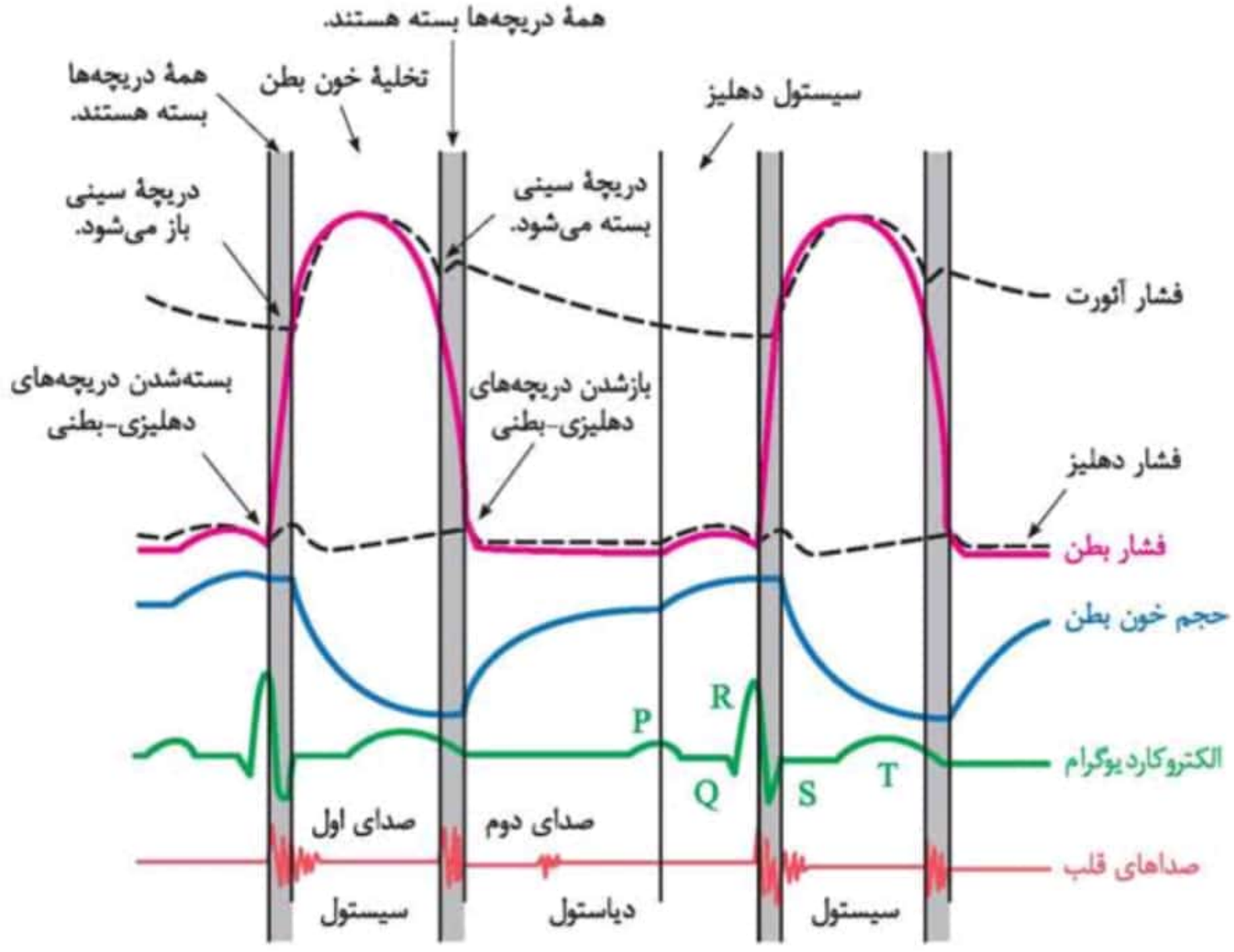
نکته در پایان سیستول بطنی که بیشترین حجم خون درون دهلیزها وجود دارد، فشار خون برابر با ۰/۸ کیلوپاسکال (*هدور ۶ میلی‌متر جیوه*) است.

جمع‌بندی

فشار دهلیز

زمان	قبل از انقباض دهلیز	بیشترین فشار خون دهلیزی	در پایان انقباض دهلیز	بلافاصله قبل از باز شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی
موقعیت در نوار قلب	قلهٔ موج P	در بین فاصلهٔ P تا Q	کمی بعد از ثبت موج R	انتهای موج T
مقدار فشار خون (kPa)	۰/۵	۱/۲	۰/۳	۰/۸

یه مورد دیگه هم می‌مونه و اونم فشار آئورت است ولی چون هنوز با ساختار سرفرک‌ها آشنا نشدیم، در ارتباط با تغییر فشار سرفرک آئورت پس از بررسی ساختار رگ‌ها صحبت می‌کنیم. در نهایت، یه شکل برای جمع‌بندی کل الکتروکاردیوگرام فواهیم داشت.

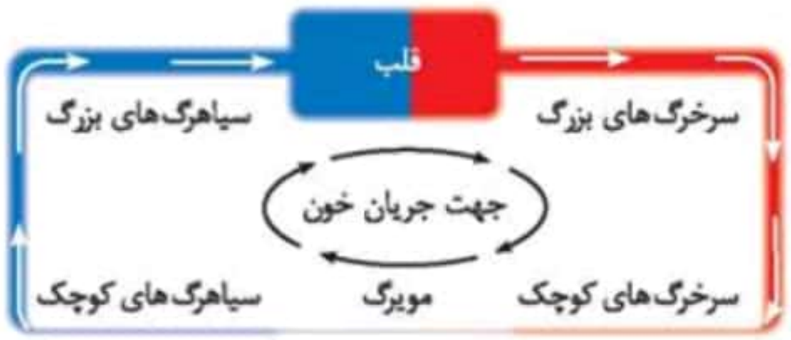


@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

رگ‌های خونی

درسنامهٔ ۱۶ رگ‌های خونی

انتقال خون در دستگاه گردش خون، توسط رگ‌های خونی انجام می‌شود. سه نوع رگ خونی، **شبکه‌ای مرتبط به هم** را به وجود می‌آورند که از قلب شروع می‌شود، خون‌رسانی بافت‌ها را انجام می‌دهد و دوباره به قلب برمی‌گردد. سرخرگ‌های بزرگ، خون را از قلب خارج می‌کنند و سرخرگ‌های کوچک‌تر، خون را وارد مویرگ‌ها می‌کنند؛ مویرگ‌ها، محل **تبادل مواد با مایع بین‌سلولی** هستند. خون از مویرگ‌ها به سیاهرگ‌های کوچک می‌ریزد. این سیاهرگ‌ها به یک‌دیگر می‌پیوندند و سیاهرگ‌های بزرگ‌تر را به وجود می‌آورند. در نهایت، بزرگ‌سیاهرگ‌ها خون را وارد قلب می‌کنند. ساختار هر رگ خونی، متناسب با کاری است که انجام می‌دهد.

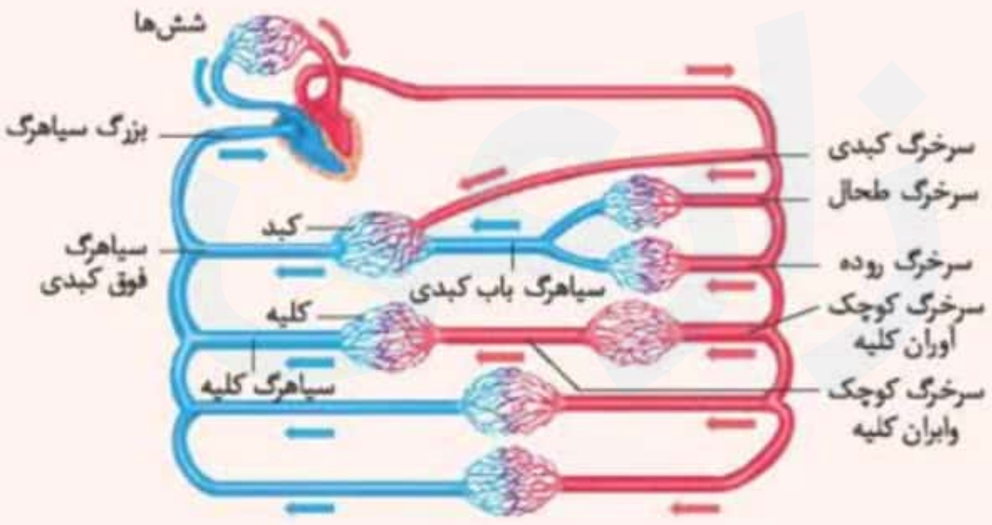


آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] ترکیب مواد در مایع بین‌سلولی، شبیه پلاسما (خوناب) است و مایع بین‌سلولی به‌طور دائم مواد مختلفی را با خون مبادله می‌کند.

همه چیز دربارهٔ

استثنائات گردش خون در انسان

۱ـ شبکهٔ مویرگی بین دو سیاهرگ [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] در کبد، شبکهٔ مویرگی بین دو سیاهرگ وجود دارد؛ سیاهرگ باب کبدی و سیاهرگ فوق‌کبدی. سیاهرگ باب، خون اندام‌های لولهٔ گوارش و خون طحال را به کبد می‌برد.



۲ـ شبکهٔ مویرگی بین دو سرخرگ [گفتار ۱- فصل ۵ دهم] در نفرون‌های کلیه، دو نوع شبکهٔ مویرگی وجود دارد که شبکهٔ مویرگی اول (گلومرول یا کلافک)، بین دو سرخرگ کوچک قرار دارد؛ سرخرگ آوران و سرخرگ وابران. در آبشش ماهی و در شبکهٔ مویرگی پوست کرم خاکی نیز مویرگ‌ها بین دو سرخرگ قرار گرفته‌اند. البته در نفرون کلیه، هر دو سرخرگ خون روشن دارند ولی در دو مورد دیگر، سرخرگ اول خون تیره و سرخرگ دوم خون روشن دارد.

۳ـ سرخرگ دارای خون تیره [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] سرخرگ ششی، خون تیره را از بطن راست به شش‌ها می‌برد.

۴ـ سرخرگ دارای خون تیره [گفتار ۳- فصل ۷ یازدهم] در بند ناف، دو سرخرگ وجود دارد که خون تیره را از جنین به جفت می‌برند.

۵ـ سیاهرگ دارای خون روشن [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] پس از تصفیهٔ خون تیره در شش‌ها، سیاهرگ‌های ششی خون روشن را از شش‌ها به دهلیز چپ انتقال می‌دهند.

۶ـ سیاهرگ دارای خون روشن [گفتار ۳- فصل ۷ یازدهم] در بند ناف، یک سیاهرگ وجود دارد که خون روشن را به جنین انتقال می‌دهد.

استثنائات گردش خون در جانوران

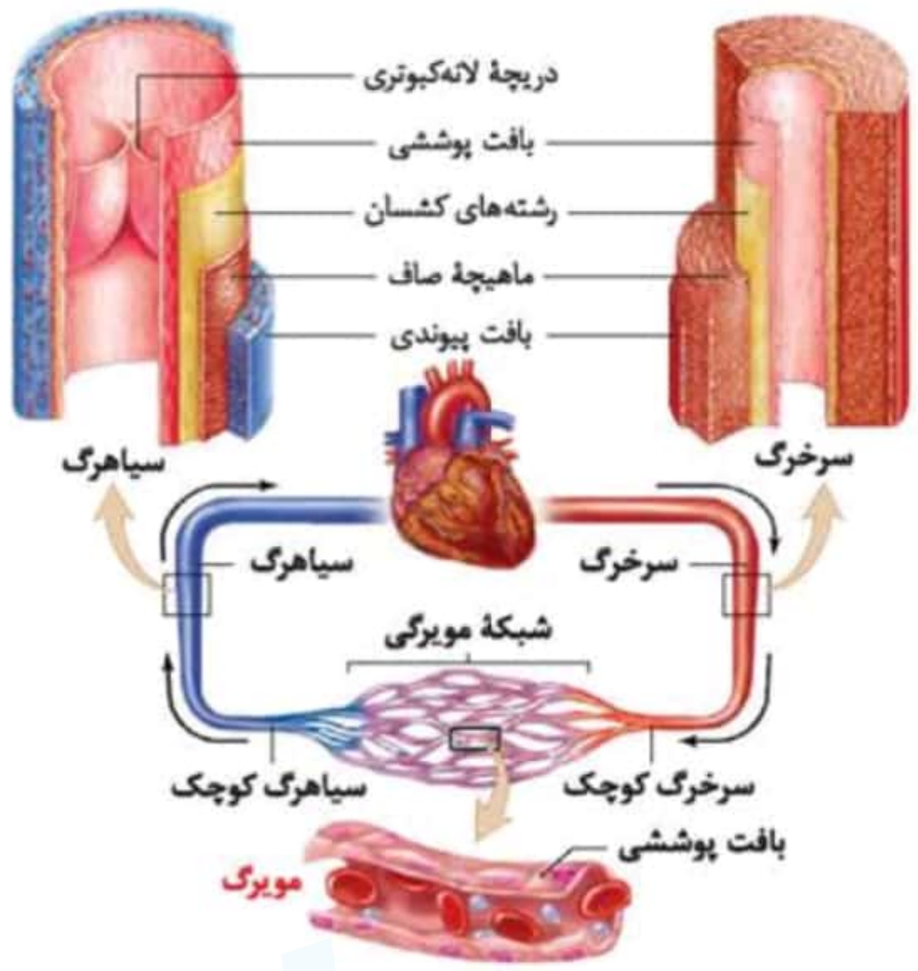
۷ـ سرخرگ دارای خون تیره [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] سرخرگ شکمی در ابتدای شبکهٔ مویرگی پوست کرم خاکی، سرخرگ ششی در مهره‌داران شش‌دار، سرخرگ شبکهٔ مویرگی زیرپوستی دوزیستان و سرخرگ شکمی در ماهی خون تیره را حمل می‌کنند.

۸ـ سیاهرگ دارای خون روشن [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] سیاهرگ ششی در همهٔ مهره‌داران شش‌دار و سیاهرگ شبکهٔ مویرگی زیرپوستی دوزیستان نیز حامل خون روشن است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

ساختار سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها

دیوارهٔ همهٔ **سرخرگ‌ها** و **سیاهرگ‌های** بدن، از سه لایه تشکیل شده است؛ داخلی‌ترین لایه که به‌طور مستقیم در تماس با خون است، **بافت پوششی سنگ‌فرشی ساده** دارد. غشای پایه، سلول‌های پوششی سنگ‌فرشی را به لایهٔ میانی رگ، یعنی **لایهٔ ماهیچه‌ای** متصل می‌کند. در این لایه، سلول‌های **ماهیچهٔ صاف** همراه با **رشته‌های کشسان (الاستیک)** وجود دارند. آخرین و خارجی‌ترین لایه نیز **نوعی بافت پیوندی** است.



آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] رشته‌های کشسان (الاستیک)، جزء رشته‌های پروتئینی موجود در فضای بین‌سلولی بافت پیوندی هستند بنابراین، در لایهٔ میانی سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها، هم بافت ماهیچه‌ای وجود دارد و هم بافت پیوندی.

نکته ترتیب لایه‌ها در سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها، مشابه ترتیب لایه‌ها در قلب می‌باشد.

همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، هر چند ساختار پایه‌ای سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها مشابه می‌باشد، اما تفاوت‌هایی نیز در ساختار این رگ‌ها مشاهده می‌شود:

۱- ضخامت لایهٔ ماهیچه‌ای و پیوندی: در سرخرگ بسیار بیشتر از سیاهرگ است. این ضخامت بیشتر باعث می‌شود که دیوارهٔ سرخرگ‌ها بتواند فشار زیاد وارد شده از سوی قلب را تحمل کند و خون را هدایت کنند. دیوارهٔ سیاهرگ‌ها، نازک‌تر می‌باشد.

۲- شکل مقطع عرضی: سرخرگ‌ها، گرد است؛ زیرا ضخامت زیاد لایهٔ ماهیچه‌ای و پیوندی، باعث استحکام دیواره می‌شود و ظاهری منظم به رگ می‌دهد درحالی‌که در برش عرضی، سیاهرگ‌ها ظاهری نامنظم دارند.

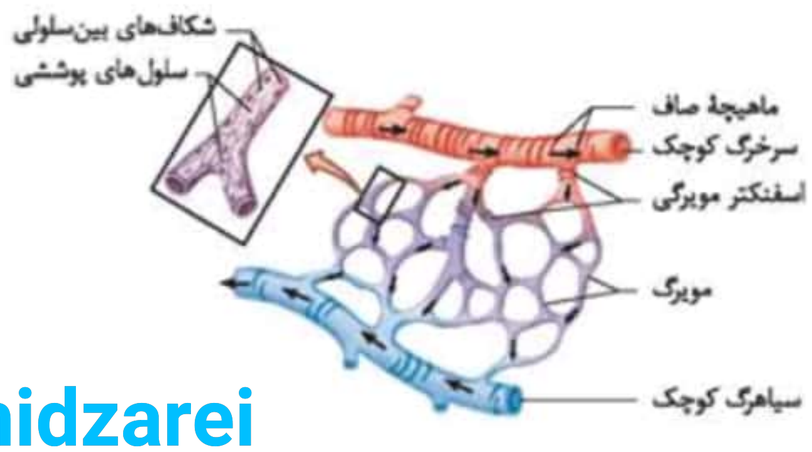
آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] دیوارهٔ سرخرگ‌ها همیشه، حتی در نبود خون، باز است؛ زیرا، دیوارهٔ محکمی دارند. دیوارهٔ سیاهرگ‌ها در نبود خون بسته می‌شود.

۳- حفرهٔ داخلی: سیاهرگ‌ها گسترده‌تر و بیشتر است؛ زیرا دیوارهٔ نازک‌تری دارند.

اگه یه سرخرگ و سیاهرگ هم‌اندازه داشته باشیم (یعنی قطر رگ با احتساب دیواره برابر باشه)، چون که ضخامت دیوارهٔ سرخرگ خیلی بیشتر از دیوارهٔ سیاهرگی هست، حفرهٔ داخلی سیاهرگ (○) بزرگ‌تر از سرخرگ (●) هست. دقت داشته باشید که در مقایسهٔ اندازهٔ حفرهٔ داخلی و ضخامت دیوارهٔ رگ، فقط باید رگ‌های هم‌اندازه مقایسه بشن؛ مثلاً اگه شما سرخرگ آئورت رو با یه سیاهرگ کوچک مقایسه کنید، مشخصه که حفرهٔ داخلی آئورت خیلی بزرگ‌تره.

۴- دریچه‌های لانه‌کبوتری: در بسیاری از سیاهرگ‌های بدن وجود دارند و جهت حرکت خون را یک‌طرفه می‌کنند.

ساختار مویرگ‌ها



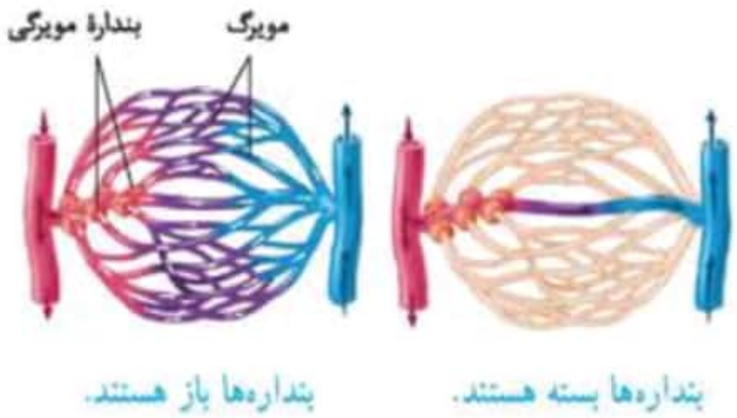
در دیوارهٔ مویرگ‌ها **فقط یک لایه** وجود دارد؛ بافت پوششی همراه با غشای پایه. در این رگ‌ها، لایهٔ ماهیچه‌ای و پیوندی وجود ندارد. ضخامت کم مویرگ‌ها، امکان تبادل مواد بین خون و مایع میان‌بافتی را فراهم می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] غشای پایه، بافت پوششی را به بافت‌های دیگر متصل می‌کند ولی غشای پایهٔ مویرگ‌ها نقشی در اتصال بافت پوششی و بافت‌های دیگر ندارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

تنظیم جریان خون در مویرگ‌ها، **بر اساس نیاز بافت به اکسیژن و مواد مغذی** انجام می‌شود. این تنظیم، به دو صورت انجام می‌گیرد:

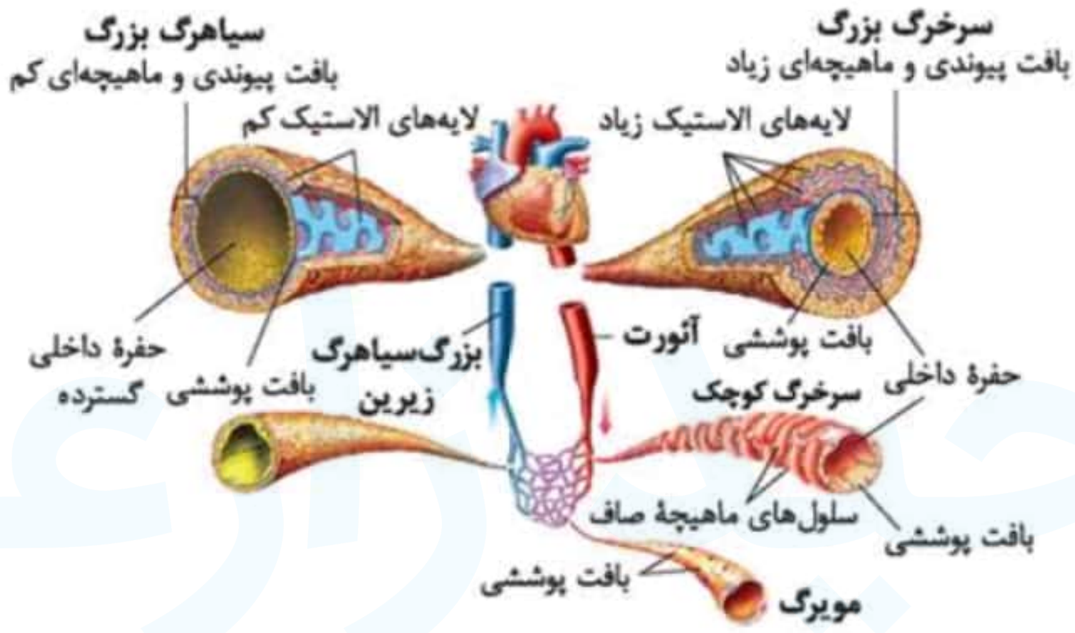
۱- اسفنکتر (بندارهٔ) مویرگی: که در ابتدای بعضی از مویرگ‌ها، مثل **مویرگ‌های روده** وجود دارد. این بنداره‌ها، به صورت **حلقه‌های ماهیچه‌ای** می‌باشند که فقط در ابتدای مویرگ (نه کل دیوارهٔ مویرگ) وجود دارند. با رفع انقباض این حلقهٔ ماهیچه‌ای، خون وارد مویرگ می‌شود.



نکته دقت داشته باشید که دیوارهٔ هیچ مویرگی، حتی مویرگ‌های اسفنکتردار مثل روده، لایهٔ ماهیچه‌ای ندارد.

۲- انقباض و انبساط سرخرگ‌های کوچک: نقش اصلی را در تنظیم جریان خون مویرگ‌ها برعهده دارد. با انقباض سرخرگ‌های کوچک، جریان خون مویرگ‌ها کاهش می‌یابد و با انبساط آن‌ها، خون بیشتری وارد مویرگ می‌شود.

تغییر		انقباض رگ	انبساط رگ	قطر رگ	فشار خون	میزان مقاومت	جریان خون
میزان نیاز به اکسیژن و مواد مغذی	افزایش	کم	زیاد	زیاد	کم	کم	زیاد
	کاهش	زیاد	کم	کم	زیاد	زیاد	کم



درسنامهٔ ۱۷ سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها

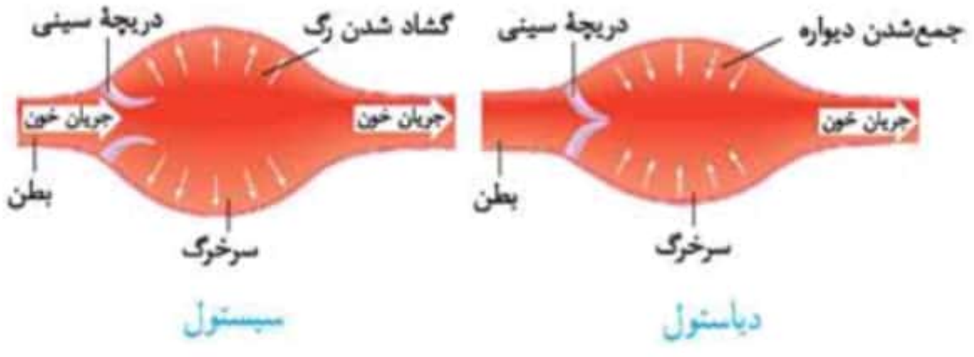
سرخرگ‌ها

قبلاً گفتیم که سرخرگ‌ها، رگ‌هایی هستند که **خون را از قلب خارج می‌کنند** و به بافت‌های بدن می‌رسانند. علاوه بر این، ساختار خاص دیوارهٔ سرخرگ‌ها، **پیوستگی جریان خون** را حفظ می‌کند و به هدایت آن در کل دستگاه گردش خون، کمک می‌کند. اما چگونه؟

❑ نبض و جریان پیوستهٔ خون

وقتی‌که بطن‌ها منقبض می‌شوند، مقدار زیادی خون و با فشار بالا، به درون سرخرگ پمپ می‌شود. در این حالت، سرخرگ‌ها **گشاد** می‌شوند تا بتوانند خون رانده‌شده از بطن را در خود جای دهند. در هنگام استراحت بطن، یعنی وقتی‌که دیگر خونی از قلب خارج نمی‌شود، سرخرگ‌ها **به حالت اولیه برمی‌گردند** و **خون را با فشار به جلو می‌رانند**. این موضوع ناشی از وجود **مقدار زیاد ماهیچهٔ صاف و بافت کشسان در دیوارهٔ رگ‌هاست**. *در واقع، دیوارهٔ رگ‌ها مثل یک فنر عمل می‌کنه. وقتی‌که خون وارد رگ شد، دیوارهٔ رگ باز میشه، مثل اینه که یک فنر را کشیدیم. وقتی‌که ورود خون متوقف میشه، انرژی ذخیره‌شده در دیواره آزاد میشه و خون را به جلو هُل میده، مثل زمانی‌که یک فنر کشیده‌شده را رها می‌کنیم*، در نتیجه، در طول دیاستول هم خون درون رگ‌ها حرکت می‌کند و جریان پیوستهٔ خون قطع نمی‌شود.

تغییر حجم سرخرگ، به دنبال هر انقباض بطن، به صورت یک موج در طول سرخرگ‌ها پیش می‌رود و به صورت **نبض** قابل احساس است.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ تنظیم جریان خون توسط سرخرگ‌های کوچک

خون از سرخرگ‌های بزرگ، به سرخرگ‌های کوچک‌تر می‌رسد. قطر این سرخرگ‌ها، با ورود خون تغییر زیادی نمی‌کند؛ زیرا میزان لایهٔ کشسان دیوارهٔ سرخرگ‌های کوچک‌تر، کم‌تر است ولی ضخامت لایهٔ ماهیچه‌ای صاف، بیشتر است *(در شکل زیر، رشته‌های آبی‌رنگی که در لایهٔ ماهیچه‌ای می‌بینید، رشته‌های الاستیک هستند. در سرخرگ کوچک، مقدار این رشته‌ها بسیار کمه)*. در نتیجه، سرخرگ‌های کوچک با وجود دهانهٔ باریکی که دارند می‌توانند **در برابر جریان خون مقاومت کنند**. سرخرگ‌های کوچک، با **تغییر میزان این مقاومت**، میزان ورود خون به مویرگ‌ها را تنظیم می‌کنند. وقتی‌که ماهیچه‌ها منقبض می‌شوند، قطر رگ کم می‌شود؛ در نتیجه، مقاومت رگ زیاد می‌شود و جریان خون کاهش پیدا می‌کند. با منبسط شدن ماهیچه‌ها، قطر رگ زیاد می‌شود؛ در نتیجهٔ افزایش قطر رگ، مقاومت کاهش می‌یابد و جریان خون افزایش می‌یابد. *طبیعی هست که هر چی رگ تنگ‌تر باشه، مقاومت بیشتره و خون سخت‌تر ازش عبور می‌کنه.*

وضعیت ماهیچه‌ها	قطر رگ	مقاومت رگ	جریان خون
منقبض	کم	زیاد	کم
منبسط	زیاد	کم	زیاد

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] تصلب شرایین ناشی از رسوب کلسترول LDL در دیوارهٔ سرخرگ‌ها، باعث می‌شود که قطر رگ (مسیر عبور خون) کاهش پیدا کند و در نتیجه، جریان خون با مشکل مواجه می‌شود. چاقی نیز می‌تواند باعث تنگ‌شدن سرخرگ‌ها بشود.

❑ فشار خون

یادآوری در علوم نهم خواندید که فشار، مقدار نیرویی است که به واحد سطح وارد می‌شود. فشار را می‌توان بر حسب پاسکال یا میلی‌متر جیوه اندازه‌گیری کرد. مقدار فشاری که از طریق خون بر دیوارهٔ رگ‌ها وارد می‌شود، **فشار خون** نامیده می‌شود. عامل اصلی فشار خون، **نیروی انقباضی بطن‌ها** است که این نیرو، از طریق خون به دیوارهٔ بطن‌ها وارد می‌شود. در طول دیاستول نیز **انقباض دیوارهٔ سرخرگ‌ها**، عامل ایجاد فشار خون می‌باشد. به دلیل نزدیک‌تر بودن سرخرگ‌ها به قلب و هم‌چنین اثر انقباض دیوارهٔ سرخرگ‌ها بر فشار خون، مقدار فشار خون در سرخرگ‌ها بسیار بیشتر از سیاهرگ‌ها می‌باشد. به همین دلیل، سرخرگ‌ها نسبت به سیاهرگ‌ها، **عمقی‌تر** هستند؛ زیرا در صورت بریده‌شدن سرخرگ‌ها، خون با سرعت زیاد از آن خارج می‌شود و بسیار خطرناک است البته این فشار خون بالا، برای کار طبیعی دستگاه گردش خون لازم است؛ به خصوص برای خون‌رسانی به اندام‌های فوقانی بدن مثل مغز که هدایت خون به سمت آن‌ها در خلاف جهت جاذبه انجام می‌شود.

نکته هرچه رگی تنگ‌تر باشد، فشار خون درون آن نیز بیشتر است ولی جریان خون آن کم‌تر است. *یعنی خون کم‌تری وارد رگ میشه اما همین خون کم‌تر، به مساحت کم‌تری هم نیرو وارد می‌کنه.* طبق رابطهٔ فشار ($\frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}}$)، *فشار خون در این حالت بیشتر هست.*

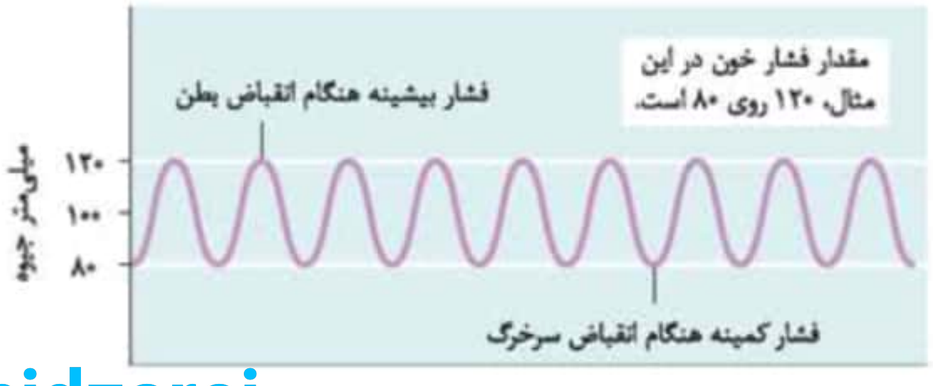
فعالیت کتاب درسی

اندازه‌گیری فشار خون

اندازه‌گیری فشار خون با کمک دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار خون انجام می‌شود. این دستگاه‌ها انواع مختلفی دارند؛ عقربه‌ای، جیوه‌ای و دیجیتال (رقمی)، انواعی از دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار خون هستند.

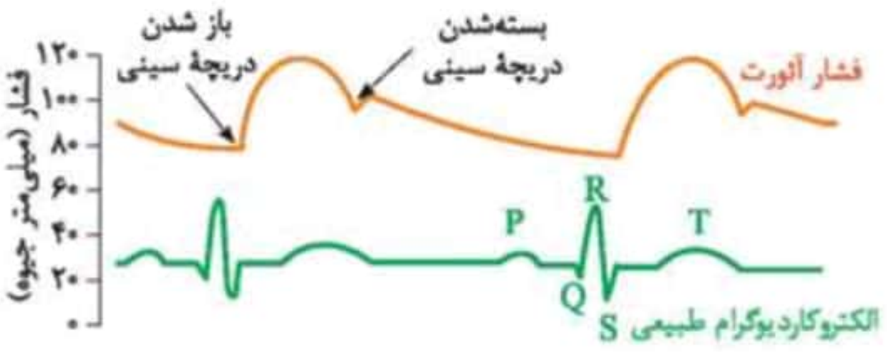
معمولاً فشار خون را با دو عدد بیان می‌کنند؛ مثلاً ۱۲۰ روی ۸۰، این دو عدد به ترتیب، معرف فشار بیشینه (حداکثر) و فشار کمینه (حداقل) برحسب میلی‌متر جیوه است.

حالا می‌خوایم ببینیم که تغییر فشار خون سرخرگ‌ها، چه ارتباطی به چرخهٔ ضربان قلب داره. برای همین، فشار خون آئورت رو بررسی می‌کنیم. پس از ثبت موج S، دریچه‌های سینی باز می‌شوند و خون وارد آئورت می‌شود. در نتیجهٔ ورود مقدار زیادی خون، فشار ناشی از انقباض بطنی بر دیوارهٔ سرخرگ وارد می‌شود و فشار خون آئورت افزایش می‌یابد تا به بیشترین مقدار خود یعنی ۱۲۰ میلی‌متر جیوه برسد. وقتی دریچه‌های سینی بسته می‌شوند، دیوارهٔ سرخرگ جمع می‌شود و نیروی انقباض دیوارهٔ



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سرخرگ به خون منتقل می‌گردد (*وقتی دریچهٔ سینی بسته میشه، برفورد ناگهانی خون به دریچهٔ سینی، باعث افزایش اندک فشار خون آئورت میشه*). انتقال نیروی انقباض دیوارهٔ سرخرگ به خون، باعث می‌شود که فشار خون با شیب کمی کاهش پیدا کند و تا قبل از باز شدن دریچهٔ سینی، به کم‌ترین مقدار خود یعنی ۸۰ میلی‌متر جیوه برسد. چاقی، تغذیهٔ نامناسب به ویژه مصرف چربی و نمک زیاد، دخانیات، استرس (فشار روانی) و سابقهٔ خانوادگی، از عوامل مؤثر بر فشار خون هستند.



مقدار فشار خون در آئورت		ماهیچهٔ بطن	ماهیچهٔ سرخرگ	قطر سرخرگ	عامل ایجاد
فشار بیشینه	۱۲۰ میلی‌متر جیوه	انقباض	استراحت	زیاد (گشاد شده)	فشار انقباض بطن بر روی سرخرگ
فشار کمینه	۸۰ میلی‌متر جیوه	استراحت	انقباض	کم	فشار وارد شده از طرف دیوارهٔ سرخرگ باز شده هنگام بسته شدن

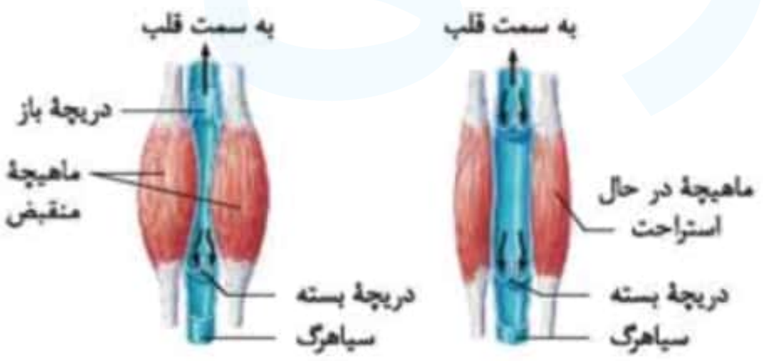
نکته مصرف قهوه یا نسکافه (قهوهٔ آماده)، در بیشتر موارد باعث افزایش فشار خون می‌شود؛ بنابراین، خوردن زیاد آن توصیه نمی‌شود ولی مقدار کم آن در روز می‌تواند مفید باشد.

سیاهرگ‌ها

گفتیم که ضخامت لایهٔ ماهیچه‌ای و پیوندی در دیوارهٔ سیاهرگ، بسیار کم‌تر از سرخرگ است، در نتیجه، **حفرهٔ داخلی سیاهرگ‌ها وسیع‌تر است و مقاومت دیوارهٔ آن‌ها کم‌تر است**، در نتیجه، سیاهرگ‌ها می‌توانند **بیشتر حجم خون** را در خود جای دهند[1].

هر چقدر مسافتی که خون پس از خروج از قلب طی می‌کنه بیشتر باشه، فشار خون کم‌تر میشه. وقتی‌که خون میرسه به سیاهرگ‌ها، فشار خون به شدت افت کرده. علاوه بر این، به دلیل موقعیت قلب، جریان خون در اکثر سیاهرگ‌های بدن به سمت بالا، یعنی در خلاف جهت جاذبه هست. پس باید یه سری عوامل به جریان خون در سیاهرگ‌ها کمک کنن. طبیعتاً سیاهرگ‌هایی که بالاتر از قلب هستن، این مشکل واسشون وجود نداره. چون حرکتشون در جهت نیروی جاذبه هست.

۱- تلمبهٔ ماهیچهٔ اسکلتی: حرکت خون در **سیاهرگ‌های اندام‌های پایین‌تر از قلب**، به مقدار زیادی به انقباض ماهیچه‌های اسکلتی وابسته است. انقباض ماهیچه‌های دست و پا، شکم و دیافراگم، به سیاهرگ‌های مجاور خود فشار وارد می‌کند و باعث حرکت خون در سیاهرگ به سمت قلب می‌شود. *فرض کنین یه رگ رو گرفتین تو دستتون و دارین بهش فشار وارد می‌کنین. این باعث میشه که خون بره بالا. چرا پایین نه؟ به خاطر دریچه‌های لانه‌کبوتری.*



۲- دریچه‌های کبوتری: این دریچه‌ها، در **سیاهرگ‌های اندام‌های پایین‌تر از قلب**، مثل دست و پا قرار دارند و مثل دریچه‌های قلبی، باعث جریان یک‌طرفهٔ خون به سمت بالا (قلب) می‌شوند. باز و بسته شدن این دریچه‌ها، به انقباض ماهیچه‌های اطراف سیاهرگ بستگی دارد؛ وقتی‌که ماهیچه منقبض می‌شود، دریچه‌های بالایی باز و دریچه‌های پایین، بسته می‌شوند.

۳- فشار مکشی قفسهٔ سینه: در فصل قبل گفتیم که هنگام دم، حجم قفسهٔ سینه زیاد می‌شود. در نتیجه، فشار از روی سیاهرگ‌ها برداشته می‌شود. این موضوع باعث می‌شود که فشار درون سیاهرگ‌ها کم و نیروی مکشی ایجاد شود. این نیروی مکشی، خون را به سمت قلب می‌کشد.

درسنامهٔ ۱۸ مویرگ‌ها

شاید براتون جالب باشه که بدونین افراد زیادی فکر می‌کنند که مویرگ‌ها، رگ نیستند! حالا استدلالشون واسه این قضیه چی هست، منم نمی‌دونم!

مویرگ‌ها، **کوچک‌ترین رگ‌های بدن** هستند که **معمولاً** پس از سرخرگ‌های کوچک قرار می‌گیرند و محل تبادل مواد بین خون و مایع بین‌سلولی هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] شبکهٔ مویرگی کبد، بین سیاهرگ باب و سیاهرگ فوقِ کبدی قرار دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ دهم] شبکهٔ مویرگی اول در نفرون‌های کلیه یا همان گلومرول (کلافک)، بین دو سرخرگ کوچک قرار دارد: سرخرگ آوران ← گلومرول ← سرخرگ وابران

۱- حدود ۶۰ درصد از کل خون بدن، درون سیاهرگ‌ها قرار دارند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

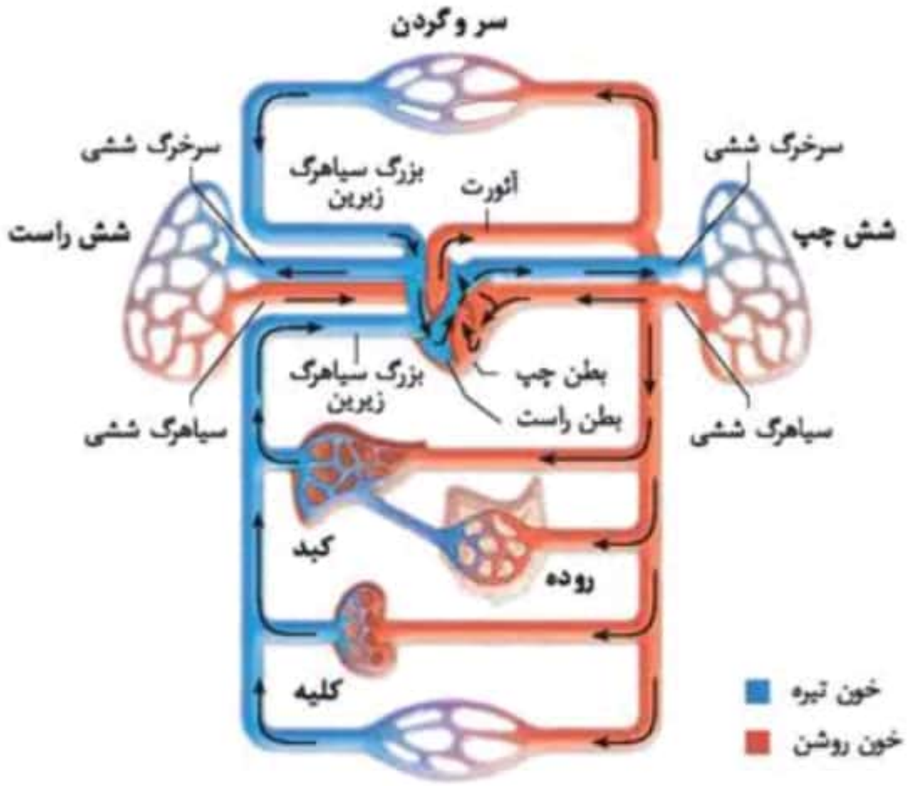
ویژگی‌های خاص مویرگ‌ها، مبادلهٔ سریع مولکول‌ها را از طریق انتشار، آسان‌تر می‌کند:

۱- دیوارهٔ نازک: دیوارهٔ مویرگ‌ها، فقط از یک لایهٔ بافت پوششی همراه با غشای پایه تشکیل شده است.

۲- جریان خون کند: مویرگ‌ها، بسیار باریک هستند و در نتیجه، مقاومت بسیار بالایی در برابر جریان خون دارند.

۳- شبکهٔ مویرگی وسیع: در هر بافت، مویرگ‌ها و انشعابات آن‌ها، شبکهٔ وسیعی از مویرگ‌ها را در بافت ایجاد می‌کنند.

۴- فاصلهٔ کم سلول‌ها تا مویرگ‌ها: فاصلهٔ بیشتر سلول‌های بدن تا مویرگ‌ها، حدود ۰/۰۲ میلی‌متر (۲۰ میکرومتر) است.



اندام‌های تحتانی

جند نوع شبکهٔ مویرگی در بدن انسان

انواع مویرگ‌ها

همان‌طور که گفتیم، دیوارهٔ مویرگ‌ها فقط از یک لایه سلول‌های پوششی سنگ‌فرشی ساده تشکیل شده است و لایهٔ ماهیچه‌ای ندارد. این موضوع، به تبادل مواد کمک می‌کند.

در سطح بیرونی این سلول‌های پوششی، غشای پایه وجود دارد. این غشا، نوعی **صافی مولکولی** می‌باشد و جلوی عبور **مولکول‌های بسیار درشت** را می‌گیرد. علاوه بر این، وجود منفذ در دیوارهٔ مویرگ‌ها، به تبادل مواد کمک می‌کند. تعداد و اندازهٔ این منافذ در بافت‌های مختلف، فرق می‌کند و در نتیجه، سه نوع مویرگ را می‌توان مشاهده کرد:

۱- مویرگ‌های پیوسته: در این مویرگ‌ها، منفذ وجود ندارد و سلول‌های پوششی **ارتباط تنگاتنگی** با یک‌دیگر دارند مثلاً مویرگ‌های مغز ممکن است **هیچ منفذی** نداشته باشند. در نتیجه، تبادل مواد در این مویرگ‌ها، به شدت کنترل می‌شود. مواد از شکاف بین سلول‌ها و از طریق خود سلول‌ها، می‌توانند بین خون و مایع بین‌سلولی مبادله شوند. این مویرگ‌ها را می‌توان در ماهیچه‌ها، شش‌ها، بافت چربی و دستگاه عصبی مرکزی مشاهده کرد.

نکته در اندام‌هایی که مویرگ‌های پیوسته دارند، مثل مغز، ورود و خروج مواد باید به شدت کنترل شود تا فقط مواد مورد نیاز وارد اندام شوند مثلاً مغز به اکسیژن و گلوکز نیاز دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] یاخته‌های بافت پوششی مویرگ‌های مغز به یکدیگر چسبیده‌اند و بین آن‌ها منفذی وجود ندارد. در نتیجه، بسیاری از مواد و میکروب‌ها در شرایط طبیعی نمی‌توانند به مغز وارد شوند. این عامل حفاظت‌کننده، سد خونی ـ مغزی نام دارد. البته، مولکول‌هایی مثل اکسیژن، گلوکز و آمینواسیدها و برخی داروها، می‌توانند از این سد عبور کنند و به مغز وارد شوند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] الکل در دستگاه گوارش به سرعت جذب می‌شود و چون در چربی محلول است، از غشای یاخته‌های عصبی بخش‌های مختلف مغز عبور و فعالیت‌های آن‌ها را مختل می‌کند.

۲- مویرگ‌های منفذدار: در مویرگ‌های منفذدار، **تعدادی منفذ کوچک** در سلول‌های پوششی وجود دارد. منافذ **گستردهٔ** این مویرگ‌ها، با **لایهٔ پروتئینی** پوشیده می‌شود که عبور مولکول‌های درشت مثل پروتئین‌ها را محدود می‌کند[1]. این مویرگ‌ها در کلیه‌ها، غدد درون‌ریز و روده وجود دارند. تبادل مواد در این مویرگ‌ها، علاوه بر شکاف‌های بین‌سلولی و خود سلول‌ها، از طریق منافذ نیز انجام می‌شود و در نتیجه، نفوذپذیری این مویرگ‌ها نسبت به مویرگ‌های پیوسته، بیشتر می‌باشد.

نکته مویرگ‌های منفذدار روده و کلیه، مقدار زیادی منفذ دارند ولی تبادل مواد از طریق این منافذ، کنترل‌شده می‌باشد.

۳- مویرگ‌های ناپیوسته: در این مویرگ‌ها، فاصلهٔ سلول‌های پوششی **بسیار زیاد** می‌باشد و لبهٔ سلول‌ها روی یک‌دیگر قرار می‌گیرند در نتیجه، در این مویرگ‌ها، منافذ بسیار بزرگی ایجاد می‌شوند که حتی مولکول‌های درشت نیز می‌توانند از آن‌ها بگذرند. منافذ درشت این مویرگ‌ها، به صورت **حفره‌هایی** در اندام دیده می‌شوند و نفوذپذیری بسیار بالایی دارند به همین دلیل در اندام‌هایی که مواد درشت را مبادله می‌کنند، مثل مغز استخوان، کبد و طحال، مشاهده می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] فضای بین سلول‌های بافت پوششی اندک است اما در مویرگ‌های ناپیوسته، فاصلهٔ بین سلول‌های پوششی زیاد است.

۱- به این لایهٔ پروتئینی [پروتئوگلیکانی]، دیافراگم می‌گویند. البته همهٔ مویرگ‌های منفذدار دیافراگم ندارند و منافذ بعضی از آن‌ها، بدون دیافراگم است.

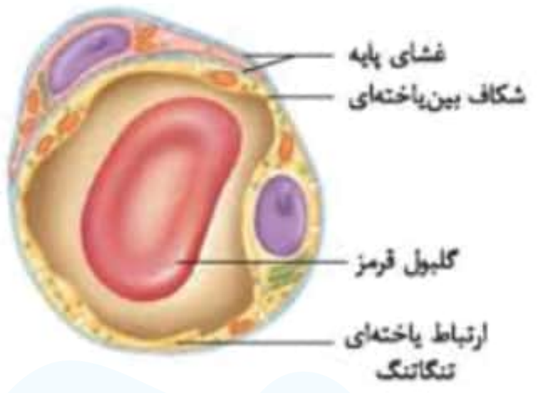
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته منافذ مویرگ‌های ناپیوسته، زیادتر و گشادتر می‌باشند؛ زیرا در این مویرگ‌ها لازم است که مواد زیادی بین اندام و مویرگ مبادله شوند. برای مثال، در مغز استخوان سلول‌های خونی تولید می‌شوند و سپس وارد مویرگ می‌شوند.

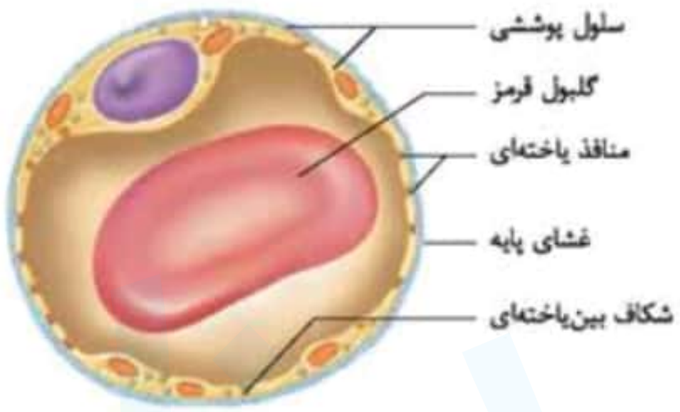
جمع‌بندی

انواع مویرگ‌های خونی

نوع مویرگ	پیوسته	منفذدار	ناپیوسته
مثال‌ها	ماهیچه‌ها، شش‌ها، بافت چربی و دستگاه عصبی	کلیه‌ها، غدد درون‌ریز و روده	مغز استخوان، کبد و طحال
میزان نفوذپذیری	کم	زیاد	بسیار زیاد
شکاف‌های بین‌سلولی	دارد	دارد	دارد
منفذ در سلول‌های پوششی	ندارد	دارد	ندارد
حفرهٔ بین‌سلولی	ندارد	ندارد	دارد
عبور مولکول‌های درشت	ندارد	ندارد	دارد



مویرگ پیوسته



مویرگ منفذدار

مویرگ ناپیوسته

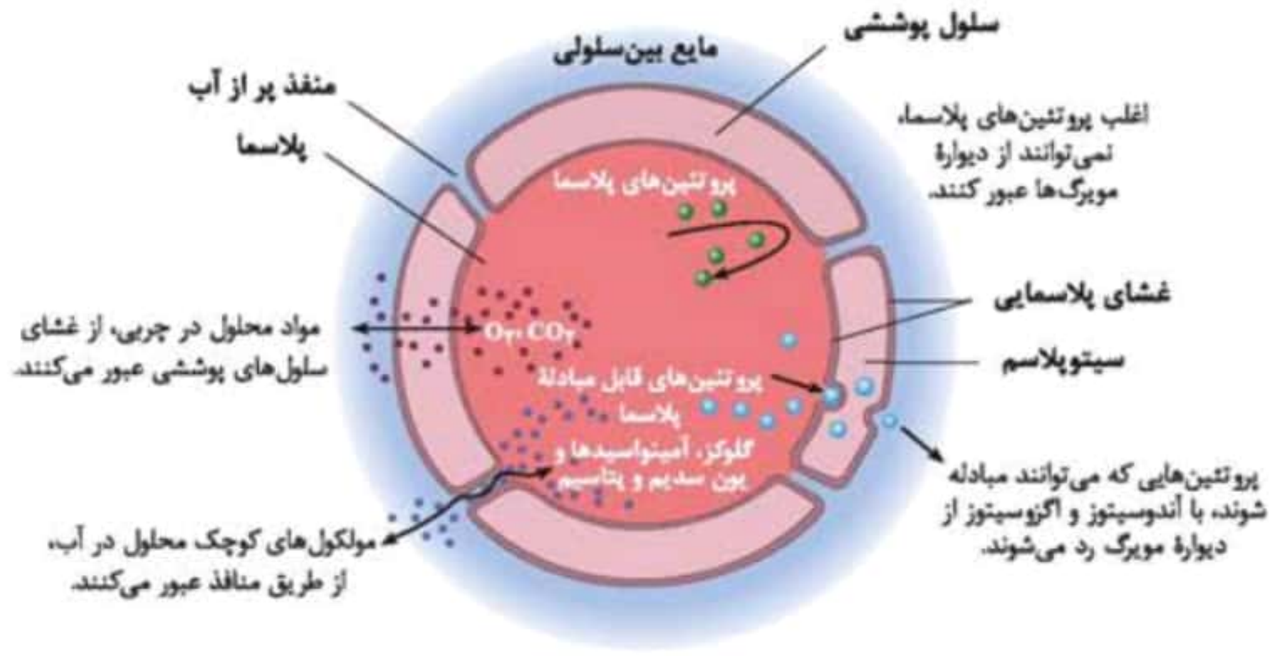
درس‌نامهٔ ۱۹

تبادل مواد در مویرگ‌ها

برای تبادل مواد در مویرگ‌ها، روش‌های مختلفی وجود دارد که در ادامه هر کدام از آن‌ها را بررسی می‌کنیم.

انتشار

تبادل بسیاری از مولکول‌های محلول در خون و مایع میان‌بافتی، از طریق انتشار می‌باشد. همان‌طور که قبلاً در فصل دوم گفتیم، انتشار در جهت شیب غلظت و بدون مصرف انرژی زیستی انجام می‌شود. انتشار مواد ممکن است از طریق منافذ مویرگ یا از طریق غشای سلول‌های پوششی انجام شود.



۱- **انحلال‌پذیری کم در لیپیدها:** اگر انحلال‌پذیری ماده‌ای در لیپیدها کم باشد (محلول در آب باشد)، از راه منافذ پر از آب دیوارهٔ مویرگ منتشر می‌شود. مولکول‌هایی مثل گلوکز، آمینواسیدها و یون‌های سدیم و پتاسیم، از طریق منافذ منتشر می‌شوند.

۲- **انحلال‌پذیری زیاد در لیپیدها:** وقتی انحلال‌پذیری ماده‌ای در لیپیدهای غشایی زیاد باشد، از غشای سلول عبور می‌کند. مولکول‌هایی مثل اکسیژن، دی‌اکسید کربن و ... می‌توانند از غشای سلول‌های پوششی مویرگ منتشر شوند.

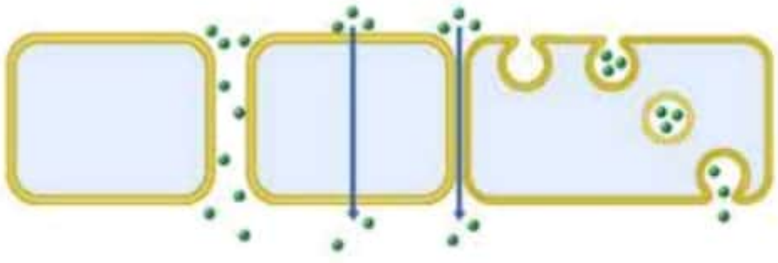
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته مولکول‌های آب نیز به دلیل کوچکی می‌توانند از لیپیدهای غشایی عبور کنند. انتشار آب از طریق منافذ نیز ممکن است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] انتشار آب از عرض غشایی با تراوایی نسبی، اسمز نامیده می‌شود. انتشار آب در محل منافذ مویرگ‌ها را نمی‌توان اسمز نامید.

آندوسیتوز (درون‌بری) و اگزوسیتوز (برون‌رانی)

گروهی از پروتئین‌های پلاسما، مبادله نمی‌شوند و درون مویرگ‌ها باقی می‌مانند. بعضی از پروتئین‌های پلاسما، می‌توانند از دیوارهٔ مویرگ عبور کنند. این پروتئین‌ها از طریق **آندوسیتوز (درون‌بری)** وارد سلول پوششی مویرگ می‌شوند و سپس از طریق غشای سمت دیگر سلول، با **اگزوسیتوز (برون‌رانی)** از سلول خارج می‌شوند.



انواع روش‌های مبادلهٔ مواد در مویرگ

جریان توده‌ای

در این روش، انتقال مواد از منافذ دیوارهٔ مویرگ‌ها انجام می‌شود. عامل جابه‌جایی مواد، اختلاف فشار میان درون و بیرون مویرگ است. دو نیروی فشاری در مویرگ‌ها وجود دارد:

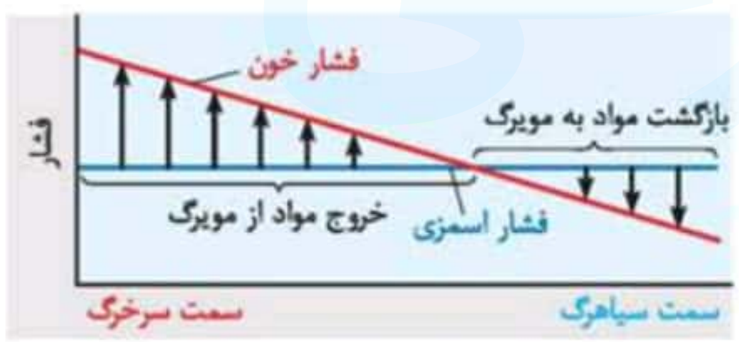
۱- **فشار تراوشی:** که در واقع باقی‌ماندهٔ فشار خون است. این نیرو در جهت بیرون راندن مواد از مویرگ‌ها عمل می‌کند.

۲- **فشار اسمزی:** ناشی از پروتئین‌های خون است. این نیرو، در جهت بازگشت توده‌ای مواد به مویرگ عمل می‌کند.

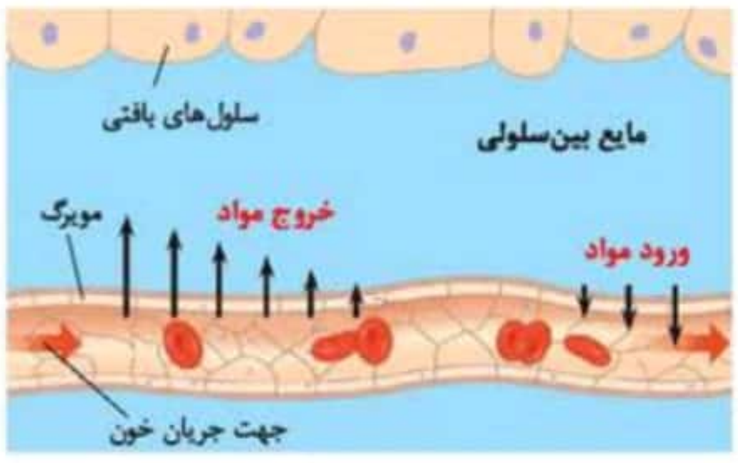
در حاشیه

فشار اسمزی یونی و فشار اسمزی کلوئیدی

در خون، دو نوع فشار اسمزی وجود دارد؛ فشار اسمزی یونی و فشار اسمزی کلوئیدی. فشار اسمزی یونی، ناشی از یون‌ها و ذرات کوچک محلول در خون می‌باشد ولی فشار اسمزی کلوئیدی، ناشی از پروتئین‌های خون و به‌خصوص پروتئین آلبومین می‌باشد. فشار اسمزی کلوئیدی، مولکول‌های آب را به سمت خود بازجذب می‌کند و عامل اصلی بازگشت مواد در طول مویرگ‌ها می‌باشد.



گفتیم که در یک شبکهٔ مویرگی، معمولاً مویرگ بین یک سرخرگ و یک سیاهرگ قرار دارد. وقتی‌که خون از سمت سرخرگی به سمت سیاهرگی مویرگ حرکت می‌کند، فشار خون (فشار تراوشی) کاهش پیدا می‌کند ولی در تمام طول مویرگ، فشار اسمزی ثابت است؛ زیرا میزان پروتئین‌های خون ثابت می‌باشد. *حالا ببینیم چه چیزی باعث می‌شه که مواد از مویرگ خارج بشن یا به مویرگ برگردن.*



به شکل نگاه کنید؛ همان‌طور که می‌بینید در سمت سرخرگیِ مویرگ، فشار تراوشی بیشتر از فشار اسمزی می‌باشد. در نتیجه، برایند نیروهای مؤثر در تبادل مواد بین مویرگ و مایع میان‌بافتی به نفع خروج مواد از مویرگ است. فشار تراوشی، باعث می‌شود که مواد به صورت توده‌ای از مویرگ خارج شوند. وقتی‌که مواد وارد مایع میان‌بافتی شدند، سلول‌ها مواد مورد نیاز خود را جذب می‌کنند. سایر مواد، باید مجدداً به درون مویرگ بازگردند. برای این‌که بازگشت مواد به درون مویرگ انجام شود، لازم است که فشار اسمزی مویرگ بیشتر از فشار تراوشی شود. در سمت سیاهرگی، این اتفاق می‌افتد. به دلیل افت فشار تراوشی[1]، در نهایت میزان فشار تراوشی کم‌تر از فشار اسمزی می‌شود؛ در نتیجه، بازگشت مواد به درون مویرگ انجام می‌شود. به این رفت و برگشت مواد، **جریان توده‌ای** می‌گویند. در پایان جابه‌جایی مواد در جریان توده‌ای، بخشی از مواد خارج‌شده از رگ‌های خونی نمی‌توانند به درون مویرگ بازگردند. این مواد، وارد مویرگ‌های لنفی می‌شوند که در درسنامهٔ بعدی با آن‌ها آشنا خواهیم شد.

خیز (اِدِم): اگر حجم مایع میان‌بافتی بیش از حد طبیعی شود، خیز یا اِدِم رخ می‌دهد. این حالت، ناشی از **تجمع بیش از حد مایعات در فضای بین‌سلولی** می‌باشد؛ بنابراین، اگر عاملی باعث افزایش ورود مایعات به فضای بین‌سلولی شود یا برعکس، عاملی مانع بازگشت مایع از فضای بین‌سلولی به درون مویرگ‌ها شود، خیز ایجاد می‌شود.

۱- هنگامی که فشار خون مسافت بیشتری را پس از خروج از قلب طی کند، فشار خون کم‌تر می‌شود.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

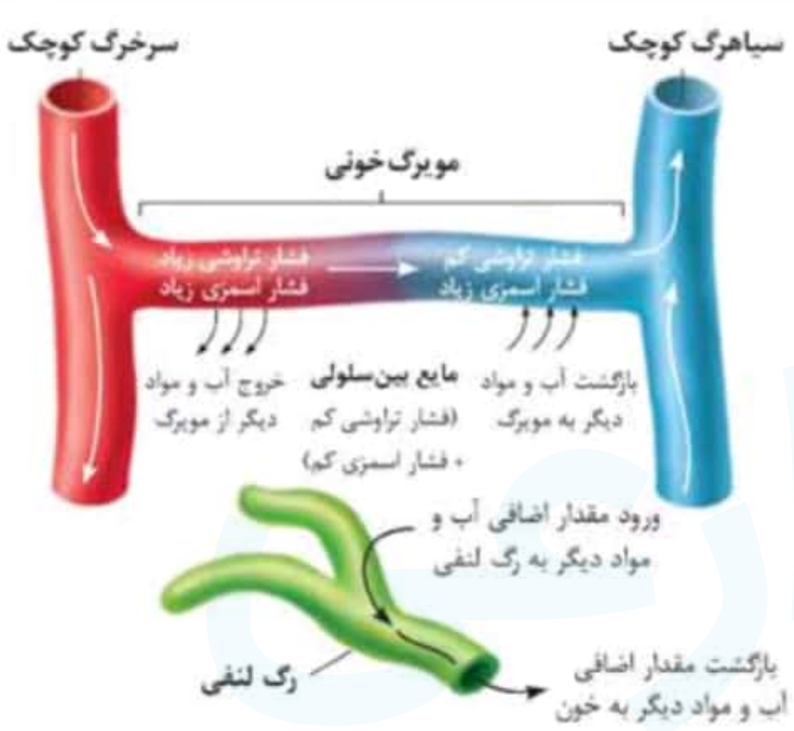
علائم: خیز باعث می‌شود که بخشی از بدن که در آن مایعات تجمع پیدا کرده‌اند، متورم شود. *البته خیز (ادم) اثرات دیگه‌ای هم داره که فراتر از کتاب هست و ما هم فعلاً ازش می‌گذریم.*

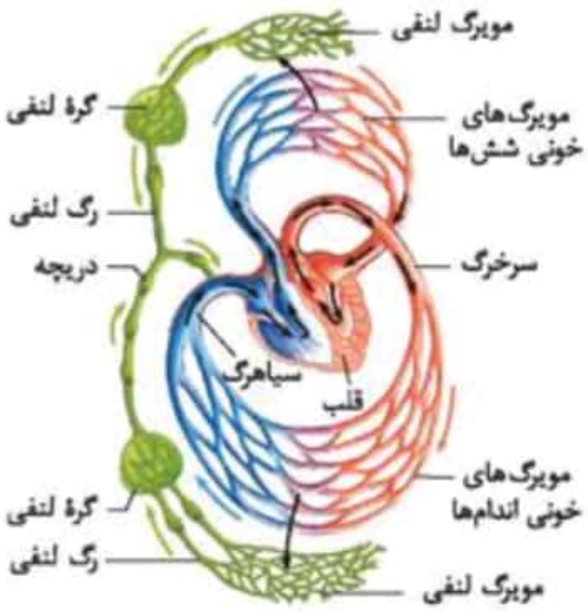
عواملی که باعث افزایش ورود مایعات به فضای بین‌سلولی می‌شوند		عواملی که مانع بازگشت مایع از فضای بین‌سلولی به درون مویرگ‌ها می‌شود	
عامل	دلیل	عامل	دلیل
مصرف زیاد نمک (افزایش سدیم خون)	افزایش فشار تراوشی	کمبود پروتئین‌های خون	کاهش فشار اسمزی خون
کمبود پروتئین‌های خون	افزایش اختلاف فشار اسمزی و تراوشی[1]	افزایش فشار خون درون سیاهرگ‌ها	کاهش اختلاف فشار اسمزی و تراوشی[1]
آسیب دیوارهٔ مویرگ	افزایش میزان نفوذپذیری	بسته شدن مویرگ‌های لنفی	نفوذناپذیری مویرگ لنفی
مصرف کم مایعات[2]	افزایش ذخیرهٔ آب در بدن		

درسنامهٔ ۲۰ دستگاه لنفی

تعریف لنف: در درسنامهٔ قبل گفتیم که در سمت سرخرگی مویرگ‌ها، مواد به صورت جریان توده‌ای از مویرگ خارج می‌شوند و در سمت سیاهرگی، بازگشت مواد به مویرگ انجام می‌شود. همان‌طور که گفتیم، بخشی از موادی که از مویرگ خارج شده‌اند، نمی‌توانند به مویرگ بازگردند و بنابراین، باید با روش دیگری از فضای بین‌سلولی جمع‌آوری شوند؛ اگر این مواد جمع‌آوری نشوند، در هر بار تبادل مویرگی حجم مایع میان‌بافتی افزایش می‌یابد و در نهایت، خیز (اِدِم) ایجاد می‌شود. آب و مواد دیگری که از مویرگ‌ها به فضای میان‌بافتی نشت پیدا کرده و نتوانسته‌اند به مویرگ برگردند، وارد رگ‌های لنفی می‌شوند. به مجموعهٔ مایعات و مواد واردشده به رگ‌های لنفی، **لنف** گفته می‌شود. دستگاه لنفی، علاوه بر رگ‌های لنفی در اندازه‌های مختلف، **گره‌های لنفی** و **اندام‌های لنفی** نیز دارد. علاوه بر **جمع‌آوری مواد موجود در مایع میان‌بافتی**، این دستگاه در **تصفیهٔ** این مواد نیز نقش دارد.

نکته هر چقدر میزان نشت مواد از مویرگ‌ها بیشتر باشد، حجم لنف نیز افزایش می‌یابد مثلاً در جریان ورزش و بعضی از بیماری‌ها، نشت مواد افزایش قابل توجهی پیدا می‌کند.





بازگشت لنف به دستگاه گردش خون: پس از ایجاد لنف، مویرگ‌های لنفی به رگ‌های لنفی بزرگ‌تر می‌پیوندد و **مجراهای لنفی چپ و راست** را ایجاد می‌کنند. مجرای لنفی چپ و راست، به‌ترتیب به **سیاهرگ‌های زیترقوه‌ای چپ و زیترقوه‌ای راست در ناحیهٔ سینه** متصل می‌شوند. این سیاهرگ‌ها نیز به **بزرگ‌سیاهرگِ زبرین** متصل می‌شوند و بدین ترتیب، محتویات آن‌ها از طریق بزرگ‌سیاهرگِ زبرین وارد دهلیز راست می‌شود بنابراین، لنف پس از تصفیه‌شدن در دستگاه لنفی، به سیاهرگ‌ها می‌ریزد و به دستگاه گردش خون بازمی‌گردد.

کمک به جذب چربی‌ها: وظیفهٔ دیگر دستگاه لنفی، انتقال چربی‌های جذب‌شده از دیوارهٔ رودهٔ کوچک به خون است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] کیلومیکرون‌های تولیدشده در سلول‌های پوششی روده و هم‌چنین ویتامین‌های محلول در چربی، به‌جای رگ‌های خونی وارد مویرگ‌های لنفی می‌شوند. این مولکول‌ها وارد جریان خون می‌شوند و سپس از طریق خون به کبد منتقل می‌شوند.

۱- میزان اختلاف فشار اسمزی و تراوشی، نشان‌دهندهٔ میزان مواد جابه‌جاشده می‌باشد. در سمت سرخرگی مویرگ، فشار تراوشی از فشار اسمزی بیشتر است. هر چقدر که اختلاف فشار تراوشی و اسمزی بیشتر باشد، مواد بیشتری از رگ خارج می‌شود. در سمت سیاهرگی، فشار اسمزی از فشار تراوشی بیشتر است. بنابراین، هر چقدر که فشار تراوشی بیشتر باشد، مواد کم‌تری از خون خارج می‌شوند. به‌طور کلی می‌توان گفت که افزایش فشار خون منجر به افزایش خروج مواد و کاهش بازجذب مواد می‌شود. افزایش فشار تراوشی، منجر به کاهش خروج مواد و افزایش بازجذب مواد می‌شود.

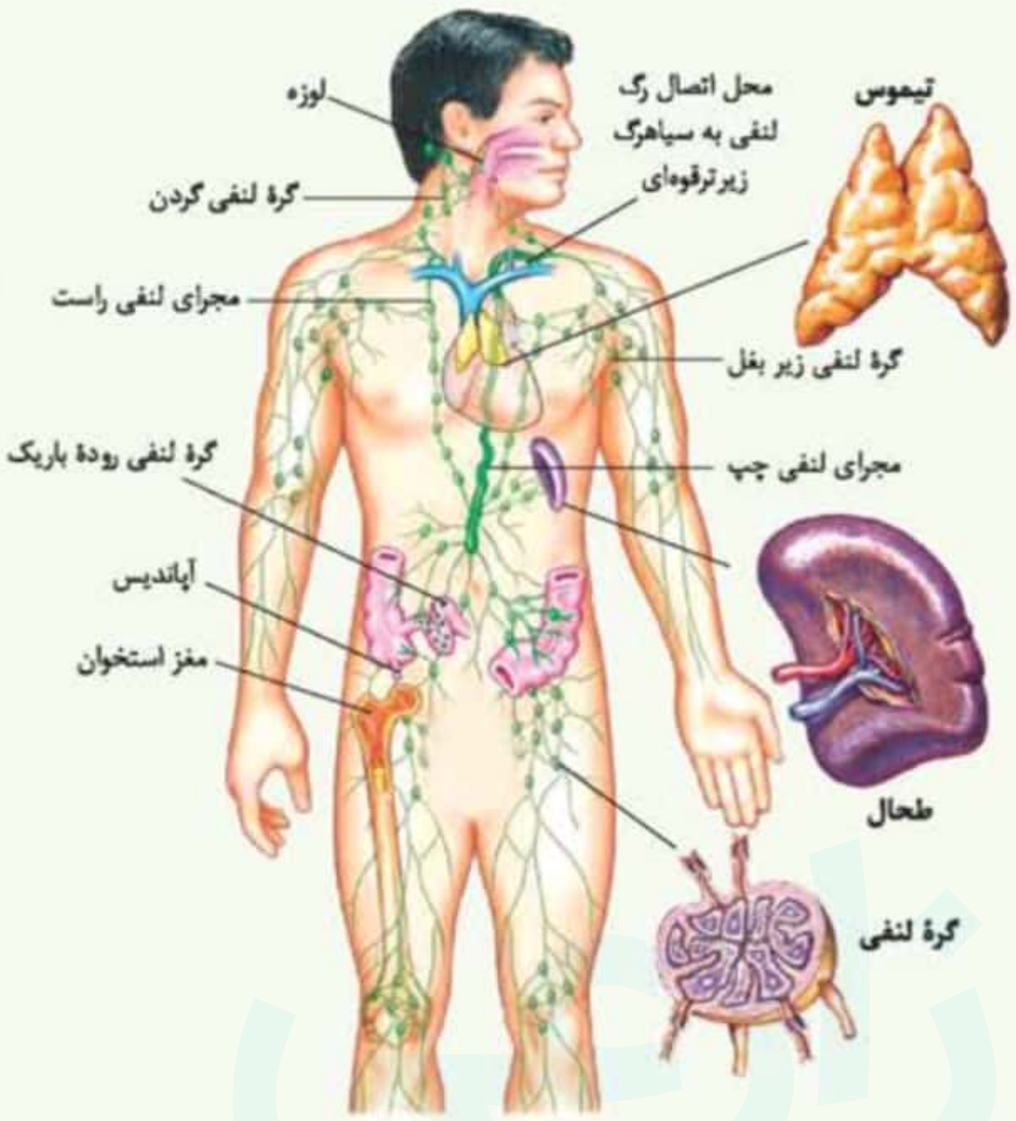
۲- *احتمالاً براتون تعجب‌آوره که چه‌جوری مصرف کم مایعات باعث تجمع مایعات در بدن می‌شود. دلیلش این است که آب برای ادامهٔ حیات بسیار ضروری است (رجوع کنید به درسنامهٔ (۱) فصل ۵) و به همین خاطر، بدن تلاش بسیاری می‌کنه تا مقدار آب در هر طبیعی باقی بمونه. وقتی‌که مصرف مایعات کم می‌شه، بدن تلاش می‌کنه تا مایعات بدن از دست نره و برای حفظ مایعات، در بدن تجمع پیدا می‌کنن و ادم ایجاد میشه.*

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

کمک به ایمنی بدن: در گره‌ها و اندام‌های لنفی، گروهی از گلبول‌های سفید به‌نام **لنفوسیت‌ها** تولید می‌شوند و سپس در این اندام‌ها مستقر می‌شوند. این سلول‌ها، **سلول‌های اصلی دستگاه ایمنی** هستند در نتیجه، دستگاه لنفی به از بین بردن عوامل بیماری‌زا نیز کمک می‌کند.

نکته اگرچه دستگاه لنفی در مقابله با عوامل بیماری‌زا نقش دارد، ولی با داشتن مویرگ‌های سوراخ‌دار در پخش سلول‌های سرطانی در قسمت‌های مختلف بدن نیز مؤثر است.

شکل «اجزای دستگاه لنفی»



- ✓ لوزه‌ها، تیموس، طحال و آپاندیس، اندام‌های لنفی می‌باشند.
- ✓ گره‌های لنفی در سراسر بدن وجود دارند ولی به‌طور عمده در کشالهٔ ران، زیر بغل و گردن به فراوانی یافت می‌شوند. در دیوارهٔ رودهٔ باریک نیز گره‌های لنفی وجود دارد.
- ✓ تیموس، از دو لوب (لَپ) تشکیل شده است. این اندام، دقیقاً در بالاترین بخش قلب و جلوتر از آن قرار گرفته است.
- ✓ طحال، اندامی است که در سمت چپ حفرهٔ شکمی قرار دارد. این اندام، در سمت چپ معده و بالاتر از کلیهٔ چپ قرار گرفته است. در فصل (۲) دیدیم که سیاهرگ طحال نیز به سیاهرگ باب می‌پیوندد.
- ✓ آپاندیس، در ساختار لولهٔ گوارش قرار دارد اما از نظر عملکردی، مربوط به دستگاه لنفی می‌باشد و به ایمنی بدن کمک می‌کند.
- ✓ لوزه‌ها، در انتهای دهان قرار گرفته‌اند.
- ✓ مجرای لنفی چپ نسبت به مجرای لنفی راست، ضخیم‌تر است.
- ✓ در ساختار درونی گره‌های لنفی، بخش‌های مختلف مشاهده می‌شود.
- ✓ هر گرهٔ لنفی به چند رگ لنفی متصل می‌باشد.

درسنامهٔ ۲۱ تنظیم دستگاه گردش خون

گفتیم که در حالت طبیعی، گرهٔ ضربان‌ساز (پیشاهنگ)، تکانه‌های منظمی را ایجاد و در قلب منتشر می‌کند. هر ۰/۸ ثانیه یک چرخهٔ ضربان قلب تکرار می‌شود تا در یک دقیقه، ۷۵ ضربان قلب ایجاد شود. در حالت طبیعی، این تعداد ضربان قلب و برون‌دهٔ قلبی ناشی از آن (حدود ۵ لیتر)، برای تأمین نیاز اندام‌های بدن به اکسیژن و مواد مغذی کافی است. در شرایط مختلف، مثل هنگام فعالیت ورزشی یا در حالت استراحت، برون‌دهٔ قلبی باید تغییر کند. عوامل عصبی، هورمونی و هم‌چنین مواد شیمیایی، در این تنظیم مؤثر هستند.

دستگاه عصبی

تنظیم قلب: با دستگاه عصبی خودمختار در فصل دوم آشنا شدیم. این بخش از دستگاه عصبی، فعالیت **غیرارادی** دارد و شامل **اعصاب سمپاتیک (هم‌حس)** و **پاراسمپاتیک (پادهم‌حس)** می‌باشد. اعصاب سمپاتیک، در **بین سلول‌های ماهیچه‌ای بطن‌ها** قرار دارد و اعصاب پاراسمپاتیک، به **گره‌های شبکهٔ هادی متصل هستند**. در قلب، اعصاب سمپاتیک باعث **افزایش** فعالیت قلب و تعداد ضربان‌ها می‌شوند. در حالی‌که اعصاب پاراسمپاتیک، تعداد ضربان‌ها و فعالیت قلب را **کاهش** می‌دهند.

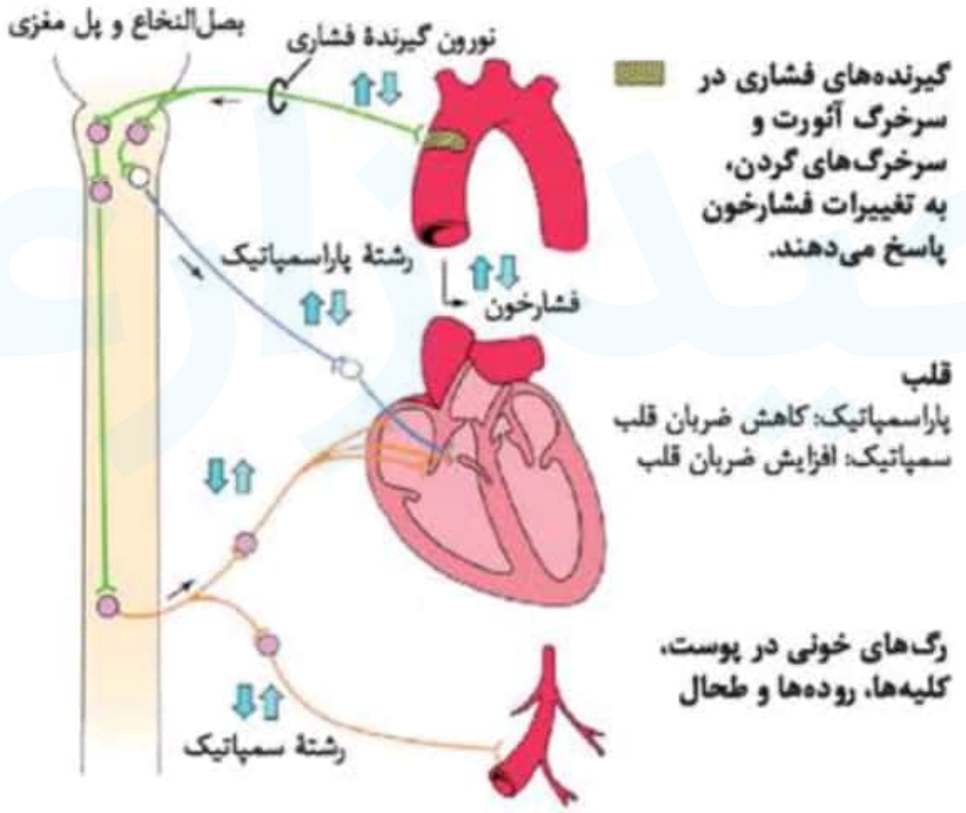
تنظیم رگ‌های خونی: اعصاب سمپاتیک، علاوه بر قلب، به رگ‌های خونی **کلیه‌ها، روده‌ها، طحال** و **پوست** نیز متصل هستند. هنگام **فعالیت یا فشار روانی**، رگ‌های این اندام‌ها تنگ می‌شود. در نتیجه، فشار خون افزایش و جریان خون، کاهش می‌یابد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

مرکز کنترل: مرکز هماهنگی اعصاب خودمختار تنظیم‌کنندهٔ دستگاه گردش خون، در **بصل‌النخاع و پل مغزی** و در **نزدیکی مرکز تنفس** قرار دارد. همکاری مراکز تنظیم گردش خون و مرکز تنفس، نیاز بدن به اکسیژن و مواد مغذی را تأمین می‌کند.

نوع اعصاب		اعصاب سمپاتیک	اعصاب پاراسمپاتیک
قلب	**محل قرارگیری**	بین سلول‌های ماهیچه‌ای بطن‌ها	متصل به گره‌های شبکهٔ هادی
	میزان فعالیت	افزایش	کاهش
	تعداد ضربان	افزایش	کاهش
	مدت زمان چرخهٔ ضربان قلب	کاهش	افزایش
رگ‌های خونی	**اندام‌هایی که رگ‌های خونی آن‌ها را عصب‌دهی می‌کند**	کلیه‌ها، روده‌ها، طحال و پوست	ــــ
	تأثیر	تنگ کردن	گشاد کردن
	میزان جریان خون	کاهش	افزایش
	فشار خون	افزایش	کاهش
مرکز کنترل		در بصل‌النخاع و پل مغزی در نزدیکی مرکز تنفس	

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۲ ـ فصل ۱ یازدهم] هیپوتالاموس و بصل‌النخاع، در تنظیم ضربان قلب و فشار خون نقش دارند.



تغییر فشارخون و تأثیر آن بر اعصاب		میزان فعالیت: اعصاب سمپاتیک	اعصاب پاراسمپاتیک	گیرندهٔ فشاری
⇧	افزایش فشارخون (هورمون فوق‌کلیه)	⇩	⇧	⇧
⇩	کاهش فشارخون (مواد گشادکنندهٔ رگی)	⇧	⇩	⇩

دستگاه هورمونی

هنگام فشارهای روانی مثل نگرانی، ترس و استرس، ترشح **بعضی از هورمون‌ها از غدد درون‌ریز مثل غدهٔ فوق‌کلیه** افزایش می‌یابد. این هورمون‌ها بر روی اندام‌های مختلفی مثل **قلب، کلیه** و **کبد**، تأثیر می‌گذارند و **فشار خون** و **ضربان قلب** را **افزایش** می‌دهند.

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۲- فصل ۵ یازدهم] به طور کلی، فشار خون با حجم آب خون رابطهٔ مستقیم دارد. هورمون آلدوسترون از غدهٔ فوق‌کلیه ترشح می‌شود و ضمن بازجذب آب از کلیه‌ها، فشار خون را افزایش می‌دهد. هورمون ضدادراری نیز از غدهٔ هیپوفیز (زیرمغزی) پسین ترشح می‌شود و با بازجذب آب، فشار خون را افزایش می‌دهد.

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] هورمون‌های اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین و آلدوسترون، که از بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه ترشح می‌شوند، فشار خون را افزایش می‌دهند.

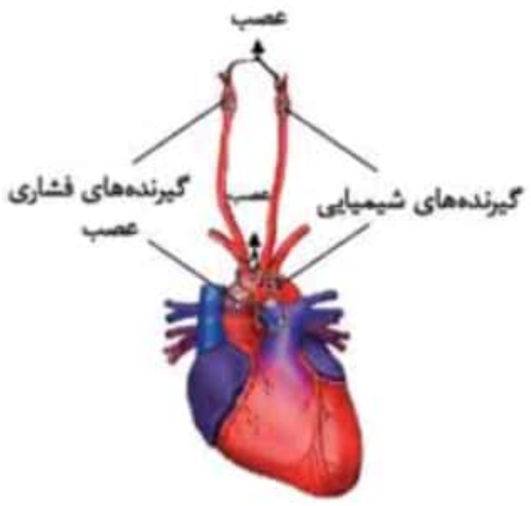
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

تنظیم موضعی جریان خون در بافت‌ها

هر عاملی که نشان‌دهندهٔ **افزایش میزان سوخت‌وساز در بافت باشد**، باعث **گشاد شدن رگ** و **افزایش جریان خون** می‌شود مثلاً **کربن دی‌اکسید** یکی از موادی است که در تنفس سلولی تولید می‌شود. افزایش تولید کربن دی‌اکسید، به معنای افزایش نیاز بافت به مواد مغذی و اکسیژن می‌باشد؛ در نتیجه، کربن دی‌اکسید بر ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ رگ‌ها تأثیر می‌گذارد و **سرخرگ‌های کوچک را گشاد و اسفنکترهای مویرگی را باز می‌کند**. گشاد شدن رگ، منجر به افزایش جریان خون می‌شود. **یون‌های پتاسیم** و **هیدروژن** نیز جزء **مواد گشادکنندهٔ رگی** محسوب می‌شوند.

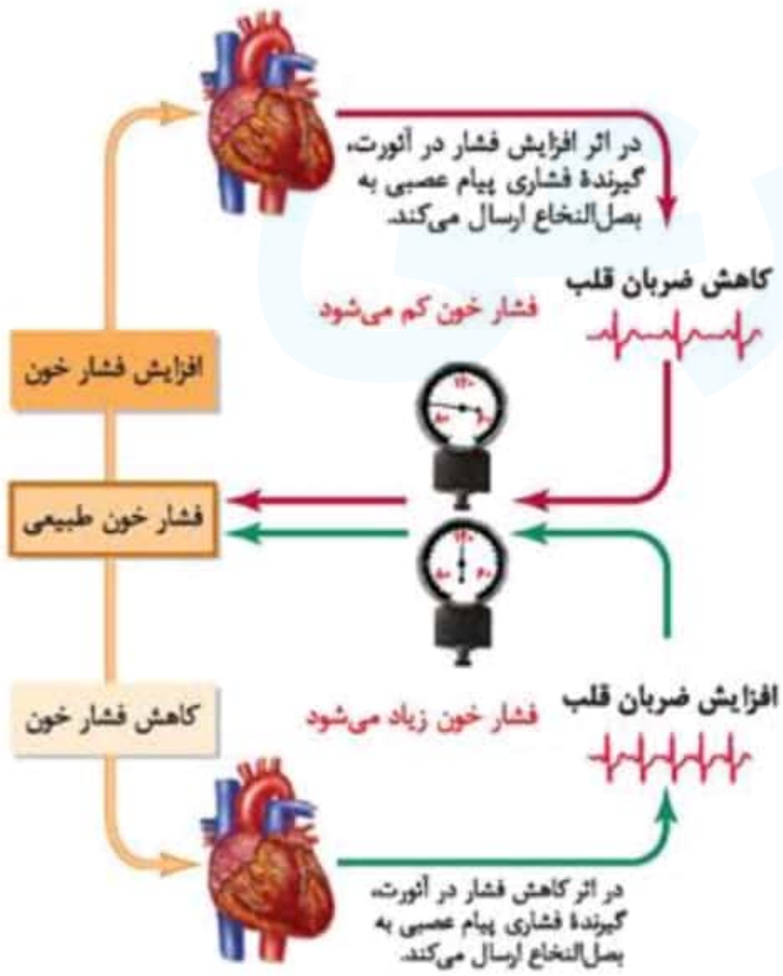
بعضی از مواد نیز باعث تنگ شدن رگ‌ها و کاهش میزان جریان خون می‌شوند مثلاً افزایش یون کلسیم در مایعات بدن، باعث تنگی رگ‌ها می‌شود.

سازوکارهای انعکاسی برای حفظ فشار سرخرگی



در بدن، به طور دائمی باید فشار سرخرگی در حد طبیعی حفظ شود و هم‌چنین در حدی باشد که نیازهای بدن را در شرایط خاص تأمین کند. برای تنظیم فشار سرخرگی، **گیرنده‌های فشاری** در دیوارهٔ سرخرگ‌های گردش عمومی قرار دارند؛ مثل سرخرگ آئورت و سرخرگ‌های گردن. هم‌چنین **گیرنده‌های شیمیایی حساس به کاهش فشار اکسیژن** و **حساس به افزایش کربن دی‌اکسید** و **یون هیدروژن** (میزان اسیدی بودن خون) در این سرخرگ‌ها وجود دارند. تحریک گیرنده‌های شیمیایی و فشاری، پیام عصبی را به مراکز عصبی ارسال می‌کند و بدین ترتیب، فشار خون تنظیم می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] گیرنده‌های شیمیایی و فشاری، پیام خود را به بصل‌النخاع می‌فرستند. بصل‌النخاع، در تنظیم فشار خون و تنفس نقش دارد.



نکته در سرخرگ آئورت، علاوه‌بر گیرنده‌های شیمیایی، گیرنده‌های فشاری نیز وجود دارند. تحریک گیرنده‌های فشاری، هم در هنگام افت شدید فشار خون مشاهده می‌شود و هم در هنگام افزایش فشار خون. هنگام کاهش فشار خون، تحریک گیرنده‌های فشاری منجر به افزایش ضربان قلب می‌شود و زمانی که فشار خون زیاد می‌شود، تحریک این گیرنده‌ها به کاهش ضربان قلب می‌انجامد. در هر دو حالت، فشار خون به حد طبیعی خود برمی‌گردد.

حالا یه سؤال؛ راجع به اکسیژن و کربن دی‌اکسید که مشخصه چرا تغییرشون نشون‌دهندهٔ افزایش فعالیت بدن هست اما دربارهٔ یون هیدروژن؛ قبلاً توی فصل ۳ خوندیم که وقتی کربن دی‌اکسید وارد خون میشه، توسط آنزیم کربنیک انیدراز، به کربنیک اسید تبدیل می‌شه. کربنیک اسید هم سریعاً به یون بیکربنات و یون هیدروژن تجزیه میشه. پس وقتی که فعالیت بدن زیاد بشه، یون هیدروژن هم زیاد میشه؛ به‌طوری که افزایش شدید کربن دی‌اکسید در خون، منجر به اسیدی‌شدن خون میشه. یه چیزه دیگه هم باعث افزایش یون هیدروژن هنگام فعالیت بدن میشه که در کتاب دوازدهم می‌خونین. وقتی که اکسیژن کافی به ماهیچه‌ها نرسه، تنفس بی‌هوازی انجام میشه. در تنفس بی‌هوازی ماهیچه‌ها، یک مادهٔ اسیدی به نام لاکتیک اسید تولید می‌شه که ورودش به خون، منجر به افزایش یون هیدروژن میشه. پس افزایش یون هیدروژن، می‌تونه نشون‌دهندهٔ کمبود اکسیژن در ماهیچه‌ها باشه.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

خون

درس‌نامهٔ ۲۲ خون

اجزای خون

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] در بدن انسان، شش نوع بافت پیوندی وجود دارد. خون یک نوع بافت پیوندی است.

خون، نوعی **بافت پیوندی** است. در این نوع بافت پیوندی، **مادهٔ زمینه‌ای مایع** وجود دارد که **پلاسما (خوناب)** نام دارد. بخش سلولی خون نیز شامل **گلبول (گویچهٔ) قرمز، گلبول سفید** و **پلاکت (گِرده)** می‌باشد. خون، بخشی از دستگاه گردش خون است و به‌طور **منظم** و **یک‌طرفه** در رگ‌های خونی جریان دارد.

☐ وظایف خون

۱- **ارتباط شیمیایی بین سلول‌های بدن:** خون مواد مختلفی از جمله مواد غذایی، اکسیژن، کربن دی‌اکسید و هورمون‌ها را در بدن منتقل می‌کند و **ارتباط شیمیایی بین سلول‌های بدن** را برقرار می‌کند.

۲- **تنظیم دمای بدن:** خون به **تنظیم دمای بدن** و **یکسان کردن دما در نواحی مختلف** بدن کمک می‌کند.

۳- **ایمنی بدن:** گلبول‌های سفید و بعضی از پروتئین‌های خون، در ایمنی و دفاع در برابر عوامل خارجی نقش اساسی دارند.

☐ جداسازی بخش‌های مختلف خون

اگر مقداری خون را در لولهٔ آزمایش بریزیم و **سانتریفیوژ (گریزانه)** کنیم، بخش‌های مختلف خون از هم جدا می‌شوند. در فرد سالم و بالغ، **۵۵ درصد** حجم خون را پلاسما (خوناب) و **۴۵ درصد** آن را سلول‌های خونی تشکیل می‌دهد. **بیش از ۹۰ درصد** پلاسما، **آب** است و درون آن، پروتئین‌ها، مواد غذایی، یون‌ها و مواد دفعی حل شده‌اند. بخش سلولی خون نیز شامل گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید و پلاکت‌ها (گِرده‌ها) هستند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

پروتئین‌های پلاسما: پروتئین‌های پلاسما، نقش‌های گوناگونی دارند:

۱- **حفظ فشار اسمزی خون و انتقال مواد:** آلبومین، در **حفظ فشار اسمزی خون** و **انتقال بعضی از داروها** مثل **پنی‌سیلین** نقش دارد.

۲- **انعقاد خون:** فیبرینوژن، در انعقاد خون نقش دارد.

۳- **ایمنی بدن:** گلوبین‌ها در ایمنی و مبارزه با عوامل بیماری‌زا اهمیت دارند.

۴- **تنظیم pH** : انواع گلوبولین‌ها و هموگلوبین با **جذب و انتقال یون‌ها** می‌توانند در تنظیم pH خون مؤثر باشند.

یون‌های پلاسما: یون‌های پلاسما در انجام اعمال سلول‌ها نقش دارند؛ مثل یون سدیم و پتاسیم که در فعالیت سلول‌های بدن نقش کلیدی دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] یون‌های سدیم و پتاسیم برای جذب گلوکز و آمینواسیدها اهمیت دارند. گلوکز و اغلب آمینواسیدها، با هم‌انتقالی و همراه با یون سدیم جذب می‌شوند.

مواد غذایی پلاسما: کربوهیدرات‌ها و آمینواسیدها، مواد غذایی پلاسما هستند.

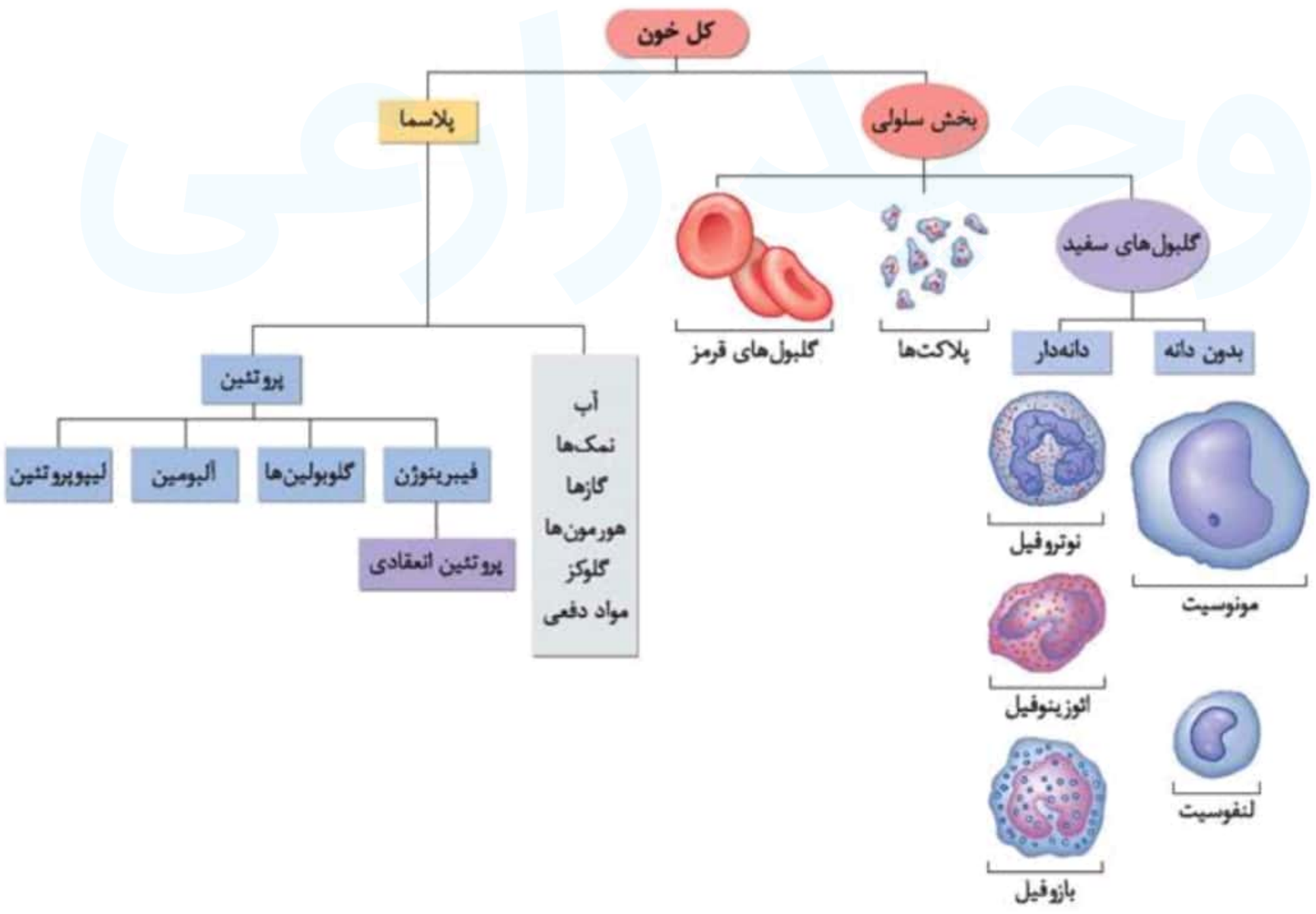
مواد دفعی پلاسما: اوره، کربن دی‌اکسید و لاکتیک‌اسید از جمله مواد دفعی پلاسما هستند.

هماتوکریت (خون‌بُهر)

درصد حجمی سلول‌های خونی[1]، **هماتوکریت** نامیده می‌شود. وقتی‌که تعداد سلول‌های خونی افزایش پیدا کند، هماتوکریت زیاد می‌شود؛ افزایش آن تا ۵۰ درصد بدون خطر است ولی اگر بیش از ۵۰ درصد خون را سلول‌های خونی تشکیل دهند، **افزایش بیش از حد غلظت خون** می‌تواند باعث ایجاد مشکل شود و خطرناک است.

نحوهٔ محاسبهٔ هماتوکریت: حجم سلول‌های خونی (یا حجم گلبول‌های قرمز) را بر حجم کل خون تقسیم می‌کنیم:

$$\text{هماتوکریت} = \frac{\text{حجم سلول‌های خونی}}{\text{حجم کل خون}}$$



تولید سلول‌های خونی

در دوران جنینی، سلول‌های خونی در اندام‌هایی مثل **کبد**، **طحال** و **مغز استخوان** ساخته می‌شوند اما در فرد **بالغ**، فقط **مغز استخوان** در ساخت سلول‌های خونی نقش دارد. سلول‌های خونی توسط سلول‌های بنیادی مغز استخوان ساخته می‌شود. این سلول‌ها، می‌توانند تقسیم شوند و چند نوع سلول مختلف را ایجاد کنند. در ابتدا، از تقسیم این سلول‌ها، دو نوع سلول تولید می‌شوند: سلول‌های **لنفوئیدی** که در جهت تولید لنفوسیت‌ها عمل می‌کنند و سلول‌های **میلوئیدی** که سایر اجزای بخش سلولی خون (سایر گلبول‌های سفید، پلاکت‌ها و گلبول‌های قرمز) را تولید می‌کنند. شکل بعدی، خلاصه‌ای از کل فرایند خون‌سازی در یک فرد بالغ را نشان می‌دهد.

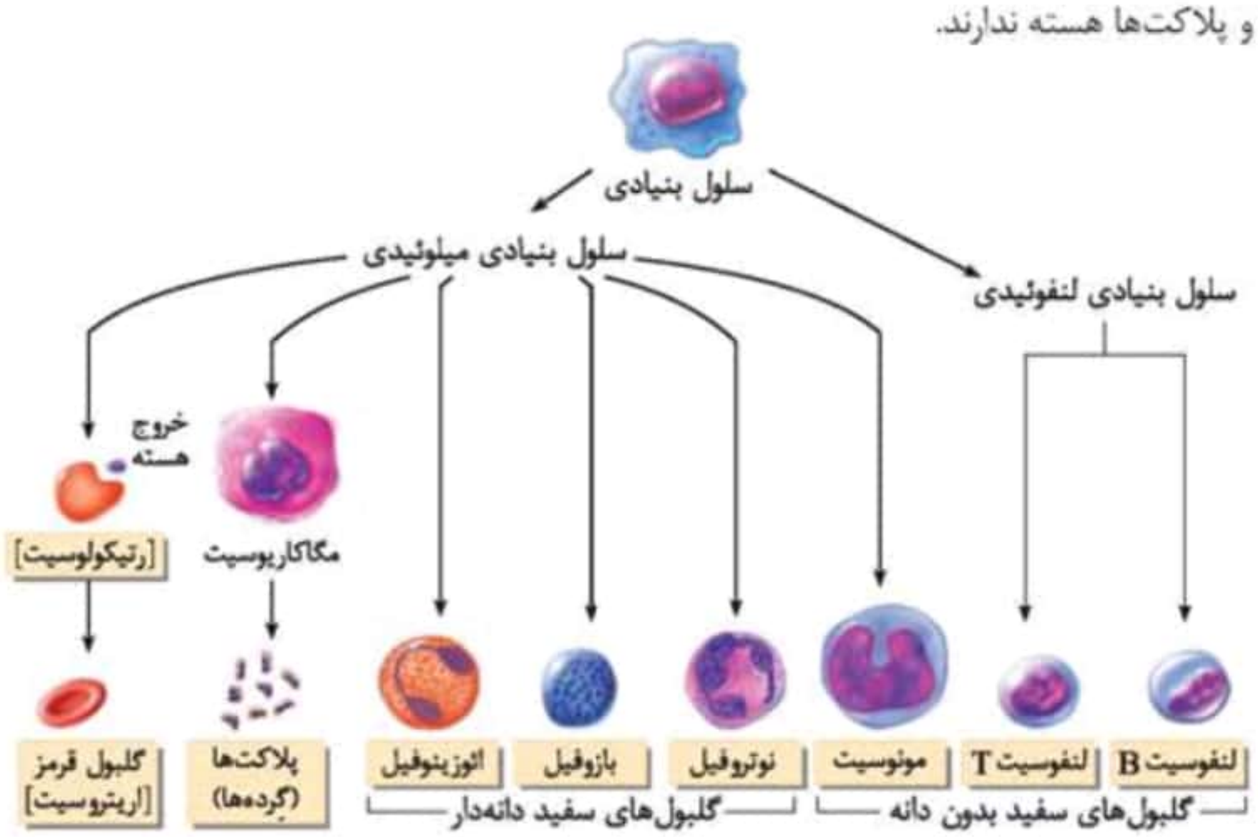
۱- البته تعریف دقیق‌تر هماتوکریت کمی متفاوت است: درصدی از حجم خون را که گلبول‌های قرمز خون اشغال می‌کنند، هماتوکریت می‌نامند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] مغز استخوان، بخش نرمی است که درون استخوان را پر می‌کند. مغز قرمز، فضای درون استخوان اسفنجی را پر می‌کند و محل تشکیل یاخته‌های خونی است. بیشتر مغز زرد نیز از چربی تشکیل شده است و در کم‌خونی‌های شدید، می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۶ یازدهم] یاخته‌های بنیادی در مغز استخوان، تقسیم میتوز انجام می‌دهند.

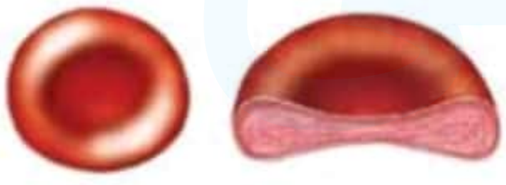
نکته گلبول‌های قرمز و پلاکت‌ها، از تغییر سلول‌های قبلی خود ایجاد می‌شوند نه تقسیم آن‌ها، پیش‌ساز گلبول‌های قرمز بالغ و پلاکت‌ها، دارای هسته می‌باشند ولی خود گلبول‌های قرمز بالغ و پلاکت‌ها هسته ندارند.



نکته لنفوسیت‌ها، گروهی از سلول‌های خونی هستند که توانایی تقسیم دارند و به همین دلیل، در خارج از مغز استخوان نیز تولید لنفوسیت‌ها ممکن است؛ مثلاً در اندام‌ها و گره‌های لنفی.

درسنامه ۲۳ گلبول‌های قرمز

گلبول‌های سفید و پلاکت‌ها، کم‌تر از ۱ درصد کل سلول‌های خونی می‌باشد و بیش از ۹۹ درصد سلول‌های خونی را گلبول‌های قرمز تشکیل می‌دهند؛ به همین دلیل خون انسان رنگ قرمز دارد[1]. این سلول‌ها، **کروی** می‌باشند و در هر دو طرف خود، **حالت فرورفته** دارند.



آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] گلبول‌های قرمز، با داشتن هموگلوبین و آنزیم انیدراز کربنیک، نقش اصلی را در انتقال گازهای تنفسی برعهده دارند.

فعالیت کتاب درسی

فرورفته بودن گلبول‌های قرمز

اگر گلبول قرمز فرورفته نبود، نمی‌توانست به آسانی خم شود. گلبول‌های قرمز در بعضی از مواقع، مثلاً هنگام عبور از مویرگ‌های باریک باید خم شوند.

فعالیت کتاب درسی

هموگلوبین

هموگلوبین، نوعی پروتئین محلول در آب است. اگر هموگلوبین در غشای گلبول قرمز محصور نبود و در پلاسما وجود داشت، در پلاسما حل می‌شد و فشار اسمزی خون بالا می‌رفت. هم‌چنین ممکن بود که هموگلوبین در پلاسما، تجزیه و دفع شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] هموگلوبین، دارای یک بخش پروتئینی و یک بخش غیرپروتئینی است. در بخش غیرپروتئینی هموگلوبین، گروه هم دارای آهن می‌باشد.

تولید و بلوغ گلبول‌های قرمز

گلبول‌های قرمز نابالغ در **مغز استخوان**، از سلول‌های بنیادی **میلوئیدی** تولید می‌شوند. گلبول‌های قرمز نابالغ، هستهٔ خود را از دست می‌دهند و درون سیتوپلاسم (میان‌یاختهٔ) آن‌ها از هموگلوبین پر می‌شود. سپس، سلول‌های بالغ به وجود می‌آیند که می‌توانند وارد جریان خون شوند.

نکته در مغز استخوان، مویرگ‌های ناپیوسته وجود دارند که دارای حفره‌های بین‌سلولی می‌باشند. گلبول‌های قرمز و سایر سلول‌های خونی می‌توانند از این حفره‌ها عبور کنند و وارد جریان خون شوند.

---

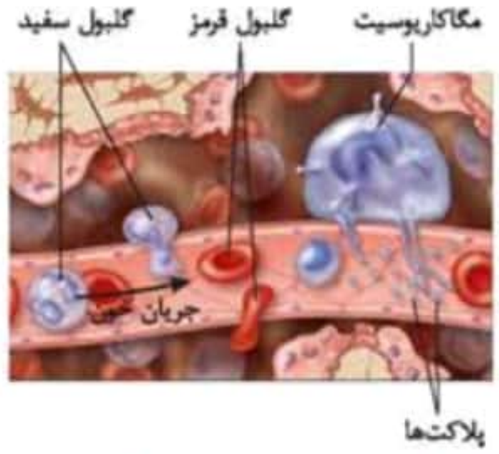
[1] نام دیگر گلبول‌های قرمز، اریتروسیت است؛ در زبان یونانی، «اریترو» به معنای قرمز و «سیت» معادل سلول است. اریتروسیت یعنی سلول قرمز.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

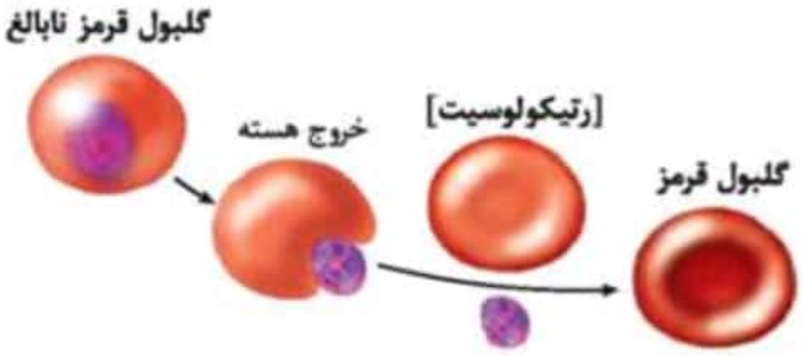
فعالیت کتاب درسی

بدون هسته بودن گلبول‌های قرمز

در انسان و بسیاری از پستانداران، گلبول‌های قرمز، هسته و بیشتر اندامک‌های خود را از دست می‌دهند تا بتوانند هموگلوبین بیشتری را در خود جای دهند. در بعضی از پستانداران، گلبول‌های قرمز هسته‌دار وجود دارد.



ورود سلول‌های خونی به درون مویرگ خونی نابیوسته



تولید و بلوغ گلبول‌های قرمز در مغز استخوان

مواد لازم برای تولید گلبول‌های قرمز

۱- **آهن:** در ساختار گروه هِم وجود دارد. گروه هِم به پروتئین گلوبین می‌چسبد و هموگلوبین را می‌سازد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] مولکول اکسیژن به اتم آهن در گروه هِم متصل می‌شود.

۲- **فولیک‌اسید:** نوعی ویتامین از خانوادهٔ B است که برای تقسیم طبیعی سلول‌ها لازم است. اگر فولیک‌اسید کم باشد، سلول‌های بنیادی مغز استخوان تقسیم نمی‌شوند و تعداد گلبول‌های قرمز کاهش می‌یابد. فولیک‌اسید و آهن، در سبزیجاتی که برگ سبز تیره دارند، حبوبات، گوشت قرمز و جگر وجود دارد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] کبد (جگر)، آهن جذب‌شده در رودهٔ باریک را ذخیره می‌کند.

۳- **ویتامین $B_{۱۲}$:** برای کارکرد صحیح فولیک‌اسید ضروری است. این ویتامین، **فقط در غذاهای جانوری** وجود دارد. در رودهٔ بزرگ نیز مقداری ویتامین $B_{۱۲}$ تولید می‌شود.

نکته افرادی که رژیم گیاه‌خواری دارند، اگر مکمل ویتامین $B_{۱۲}$ را مصرف نکنند، دچار کم‌خونی می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] حفظ و جذب ویتامین $B_{۱۲}$ در لولهٔ گوارش توسط فاکتور داخلی معده انجام می‌شود به همین دلیل آسیب یا برداشتن معده منجر به نوعی کم‌خونی خطرناک می‌شود. ویتامین $B_{۱۲}$ در رودهٔ باریک همراه با فاکتور داخلی به روش آندوسیتوز (درون‌بری) جذب می‌شود.

جمع‌بندی

مواد لازم برای تولید گلبول‌های قرمز

نام ماده	آهن	فولیک‌اسید	ویتامین $B_{۱۲}$
نقش	بخشی از ساختار هموگلوبین	تقسیم طبیعی سلول‌ها	کارکرد صحیح فولیک‌اسید
منبع	در سبزیجاتی که برگ سبز تیره دارند، حبوبات، گوشت قرمز و جگر		غذاهای جانوری و تولید در رودهٔ بزرگ
جذب در رودهٔ باریک	انتقال فعال	---	آندوسیتوز همراه با فاکتور داخلی معده

تنظیم تولید گلبول‌های قرمز

تنظیم میزان تولید گلبول‌های قرمز، به ترشح هورمونی به نام **اریتروپویتین**[۱] بستگی دارد.

محل تولید: گروه ویژه‌ای از سلول‌های کلیه و کبد این هورمون را به درون خون ترشح می‌کنند.

محل اثر: سلول‌های بنیادی مغز استخوان

عملکرد: تحریک و افزایش تولید گلبول‌های قرمز

۱- اریتروپویتین (erythropoietin) از ترکیب دو کلمهٔ erythros به معنای قرمز و poieo به معنی تولید و ساختن، ایجاد شده است. اریتروپویتین، هورمون محرک ساخت گلبول‌های قرمز است.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

تولید طبیعی: اریتروپویتین همیشه ترشح می‌شود ولی به‌طور طبیعی به مقدار کم ترشح می‌شود تا کاهش معمولی گلبول‌های قرمز (در اثر تخریب روزانهٔ گلبول‌های قرمز) را جبران کند.

محرک ترشح: کاهش اکسیژن‌رسانی بافت‌ها (در اثر کاهش اکسیژن خون یا هر عامل دیگر)؛ این وضعیت در حالت کم‌خونی، بیماری‌های تنفسی و قلبی، ورزش‌های طولانی یا قرار گرفتن در ارتفاعات، ممکن است رخ دهد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] در پی کاهش اکسیژن خون، علاوه بر افزایش تعداد گلبول‌های قرمز، مرکز تنفس نیز تعداد تنفس را افزایش می‌دهد تا اکسیژن بیشتری در اختیار بدن قرار بگیرد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۶ یازدهم] داروهای استفاده‌شده در شیمی‌درمانی، می‌توانند به یاخته‌های مغز استخوان، پیاز مو و پوشش دستگاه گوارش آسیب برسانند. مرگ این یاخته‌ها از عوارض جانبی شیمی‌درمانی است که باعث ریزش مو، تهوع و خستگی می‌شود. حتی بعضی افراد که تحت تأثیر تابش‌های شدید یا شیمی‌درمانی قوی قرار می‌گیرند، مجبور به پیوند مغز استخوان می‌شوند تا بتوانند یاخته‌های خونی مورد نیاز را بسازند.

نکته افزایش غیرطبیعی هورمون اریتروپویتین، باعث افزایش هماتوکریت می‌شود. افزایش شدید اریتروپویتین، می‌تواند باعث افزایش میزان هماتوکریت بیش از ۵۰ درصد شود که باعث غلیظ شدن خون و ایجاد خطر برای فرد می‌شود.

نکته حتی در صورتی‌که مقدار کافی از آهن، فولیک‌اسید و ویتامین B_{12} در بدن وجود داشته باشد، در صورتی‌که ترشح اریتروپویتین کم‌تر از مقدار طبیعی باشد، فرد دچار کم‌خونی می‌شود.

مرگ گلبول‌های قرمز

به‌طور معمول، یک گلبول قرمز **پس از ۱۲۰ روز (۴ ماه)** می‌میرد. هر روز **حدود یک درصد** از گلبول‌های قرمز می‌میرند و باید جایگزین شوند. تخریب گلبول‌های قرمز آسیب‌دیده و مرده در **طحال** و **کبد** انجام می‌شود. آهن آزادشده در این فرایند یا در کبد ذخیره می‌شود و یا همراه خون به مغز استخوان می‌رود تا دوباره برای ساخت گلبول‌های قرمز مورد استفاده قرار بگیرد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] وقتی سیاهرگ باب وارد کبد می‌شود، موادی مانند آهن و برخی ویتامین‌ها در کبد ذخیره می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] بیلی‌روبین، مادهٔ رنگی صفرا، در کبد و از تخریب هموگلوبین گلبول‌های قرمز به وجود می‌آید.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ــ فصل ۵ یازدهم] یکی از وظایف ماکروفاژها (درشت‌خوارها)، از بین بردن یاخته‌های مردهٔ بافت‌ها یا بقایای آن‌هاست. مثلاً در کبد و طحال، گویچه‌های قرمز مرده توسط ماکروفاژها پاکسازی می‌شوند.

نکته در هر میکرولیتر خون، حدود ۵ میلیون گلبول قرمز وجود دارد[1]. اگر حجم کل خون را پنج لیتر در نظر بگیریم، روزانه ۲۵۰ میلیارد گلبول قرمز تخریب می‌شوند و باید جایگزین شوند.

$$۲۵۰/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰ \xleftarrow{\text{۱ درصد} \times} ۲۵/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰ = ۵/۰۰۰/۰۰۰ \times ۵/۰۰۰/۰۰۰ \xleftarrow{\text{تعداد کل گلبول‌های قرمز}} \text{میکرولیتر } ۵/۰۰۰/۰۰۰ = \text{لیتر } ۵$$

درس‌نامهٔ ۲۴ گلبول‌های سفید، پلاکت‌ها و انعقاد خون

گلبول‌های سفید

گلبول‌های سفید، گروهی از سلول‌های خونی هستند که نقش اصلی آن‌ها، **دفاع از بدن در برابر عوامل خارجی** می‌باشد. گلبول‌های سفید برخلاف گلبول‌های قرمز و پلاکت‌ها، **هسته** دارند و هم‌چنین **می‌توانند از خون خارج شوند** و در بافت‌های مختلف بدن پراکنده شوند؛ مثلاً لنفوسیت‌ها می‌توانند به گره‌ها و اندام‌های لنفی بروند. **شکل هسته** در گلبول‌های سفید متفاوت است؛ بر اساس شکل هسته، می‌توان نوع گلبول سفید را تشخیص داد.

[1] در بدن انسان حدود ۲۵ تریلیون گلبول قرمز وجود دارد. تعداد کل سلول‌های بدن انسان، حدود ۱۰۰ تریلیون است؛ یعنی حدود ۲۵ درصد کل سلول‌های بدن انسان، گلبول‌های قرمز

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

نکته گروهی از گلبول‌های سفید **دانه‌دار**[1] هستند؛ **بازوفیل‌ها**، **ائوزینوفیل‌ها** و **نوتروفیل‌ها** دانه‌دار هستند. **مونوسیت‌ها** و **لنفوسیت‌ها**، گلبول‌های سفید **بدون دانه** هستند.

نکته لنفوسیت‌ها از تقسیم سلول‌های بنیادی لنفوئیدی به وجود می‌آیند. سایر گلبول‌های سفید از تقسیم سلول‌های بنیادی میلوئیدی ایجاد می‌شوند.

جدول زیر، خلاصهٔ ویژگی‌های گلبول‌های سفید می‌باشد:

داشتن دانه	نام گلبول سفید	هسته		سیتوپلاسم		محل تولید		محل گردش	
		تعداد قسمت‌ها	شکل	اندازهٔ دانه‌ها	رنگ دانه‌ها	مغز استخوان	سایر	در خون	خارج از خون
دانه‌دار	بازوفیل	۲ قسمتی	روی هم افتاده	درشت	تیره	میلوئیدی	ندارد	دارد	دارد
	ائوزینوفیل	۲ قسمتی	دمبلی	درشت	روشن				
	نوتروفیل	چند قسمتی	---	ریز	ریز				
بدون دانه	مونوسیت	۱ قسمتی	خمیده/ لوبیایی	دانه ندارد					
	لنفوسیت	۱ قسمتی	گرد / بیضی	دانه ندارد		لنفوئیدی	اندام‌ها و گره‌های لنفی		

نکته دقت داشته باشید که همهٔ گلبول‌های سفید تک‌هسته‌ای هستند ولی هستهٔ گلبول‌های سفید دانه‌دار، بیش از یک قسمت دارد.

شکل «گلبول‌های سفید»

✓ مونوسیت‌ها، بزرگ‌ترین اجزای بخش سلولی؛ سفید هستند. لنفوسیت‌ها، کوچک‌ترین سلول‌های خونی سفید هستند. نوتروفیل‌ها، بازوفیل‌ها و ائوزینوفیل‌ها، تقریباً هم‌اندازه هستند و اندازهٔ متوسط دارند. همهٔ گلبول‌های سفید از گلبول‌های قرمز و پلاکت‌ها بزرگ‌ترند.

✓ تقریباً کل حجم لنفوسیت‌ها توسط هسته پوشیده شده است. پس از لنفوسیت‌ها، نسبت حجم هسته به حجم سلول در مونوسیت‌ها از سایر گلبول‌های سفید بیشتر است.

حتماً نکات ترکیبی گلبول‌های سفید رو در فصل (۵) یازدهم بخونین.

پلاکت‌ها (گِرده‌ها)

رنگ: بی‌رنگ (رنگ پلاکت‌ها در شکل غیرواقعی است)

هسته: ندارند

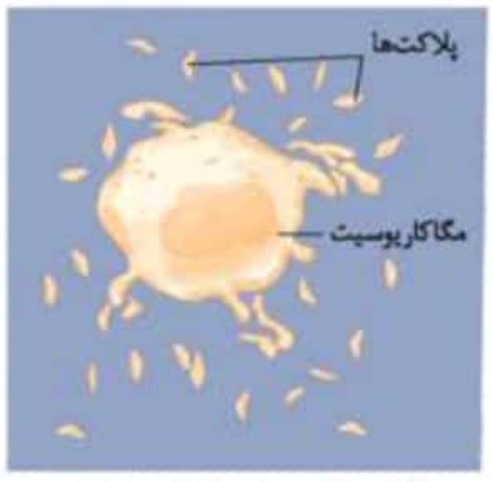
اندازه: کوچک‌ترین اجزای بخش سلولی خونی؛ از گلبول‌های سفید و قرمز کوچک‌تر هستند.

نحوهٔ تولید: پس از **قطعه‌قطعه شدن سیتوپلاسم** سلول‌های بزرگی به‌نام **مگاکاریوسیت**، تولید و وارد جریان خون می‌شوند. در واقع، پلاکت‌ها قطعات سلولی هستند و سلول محسوب نمی‌شوند.

نکته مگاکاریوسیت، برخلاف پلاکت‌ها، دارای هسته است. با توجه به شکل (۲۰) مشخص است که هستهٔ مگاکاریوسیت‌ها، یک هستهٔ چند قسمتی است.

دانه‌های سیتوپلاسمی: تعداد زیادی **دانه‌های کوچک** دارند؛ همانند گلبول‌های سفید دانه‌دار.

محتویات دانه‌ها: ترکیبات **فعالی** که پس از خروج از پلاکت‌ها و ورود به پلاسما، **فرایند انعقاد خون** را آغاز می‌کنند و منجر به **تشکیل لخته** در محل خونریزی می‌شوند.



قطعه‌قطعه شدن مگاکاریوسیت و تولید پلاکت‌ها

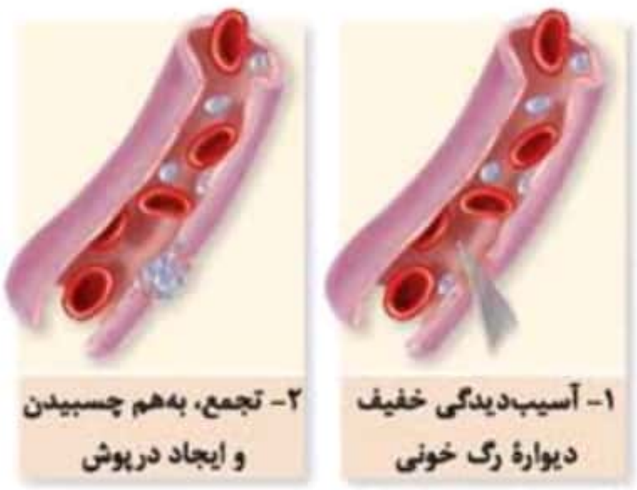
۱- در این سلول‌ها، تعداد زیادی کیسه‌های غشایی حاوی مواد ترشحی وجود دارند که باعث می‌شود سیتوپلاسم آن‌ها، حالت دانه‌دار داشته باشد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

□ روش‌های جلوگیری از خونریزی

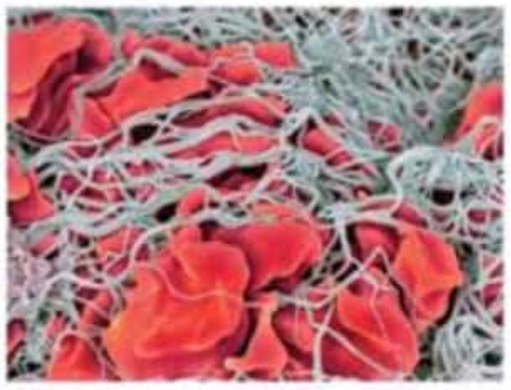
وقتی‌که در یک رگ خونی بریدگی ایجاد می‌شود، پلاکت‌ها به روش‌های مختلفی می‌توانند از هدر رفتن خون جلوگیری کنند:

۱- **ایجاد درپوش:** وقتی‌که **خونریزی محدود** و آسیب‌دیدگی دیوارهٔ رگ‌ها **جزئی** باشد، پلاکت‌ها در محل آسیب جمع می‌شوند، به هم می‌چسبند و ایجاد **درپوش** می‌کنند. این درپوش جلوی خروج خون از رگ آسیب‌دیده را می‌گیرد.


۱- آسیب‌دیدگی خفیف دیوارهٔ رگ خونی

۲- تجمع، به‌هم چسبیدن و ایجاد درپوش

۲- **انعقاد خون و تشکیل لخته:** در خونریزی‌های شدید، پلاکت‌ها **نقش اصلی** را در تولید لختهٔ خون برعهده دارند. در این فرایند، پلاکت‌ها **با ترشحات خود** و **با کمک پروتئین‌ها** و **سایر عوامل انعقادی**، لخته را ایجاد می‌کنند و جلوی خونریزی را می‌گیرند.



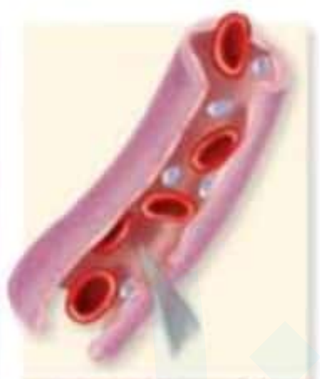
مراحل واکنش‌های انعقادی تشکیل لخته به ترتیب عبارت‌اند از:

۱- **ترشح پروترومبیناز:** سلول‌های بافتی رگ‌ها و پلاکت‌های آسیب‌دیده، یک **پروتئین آنزیمی** به‌نام **پروترومبیناز** را ترشح می‌کنند.

۲- **تبدیل پروترومبین به ترومبین:** آنزیم پروترومبیناز، **پروترومبین** را می‌شکند و آن را به **ترومبین** تبدیل می‌کند.

۳- **تبدیل فیبرینوژن به فیبرین:** ترومبین، **فرم فعال آنزیم** است و می‌تواند پروتئین **فیبرینوژن** را به پروتئین **فیبرین** تبدیل کند.

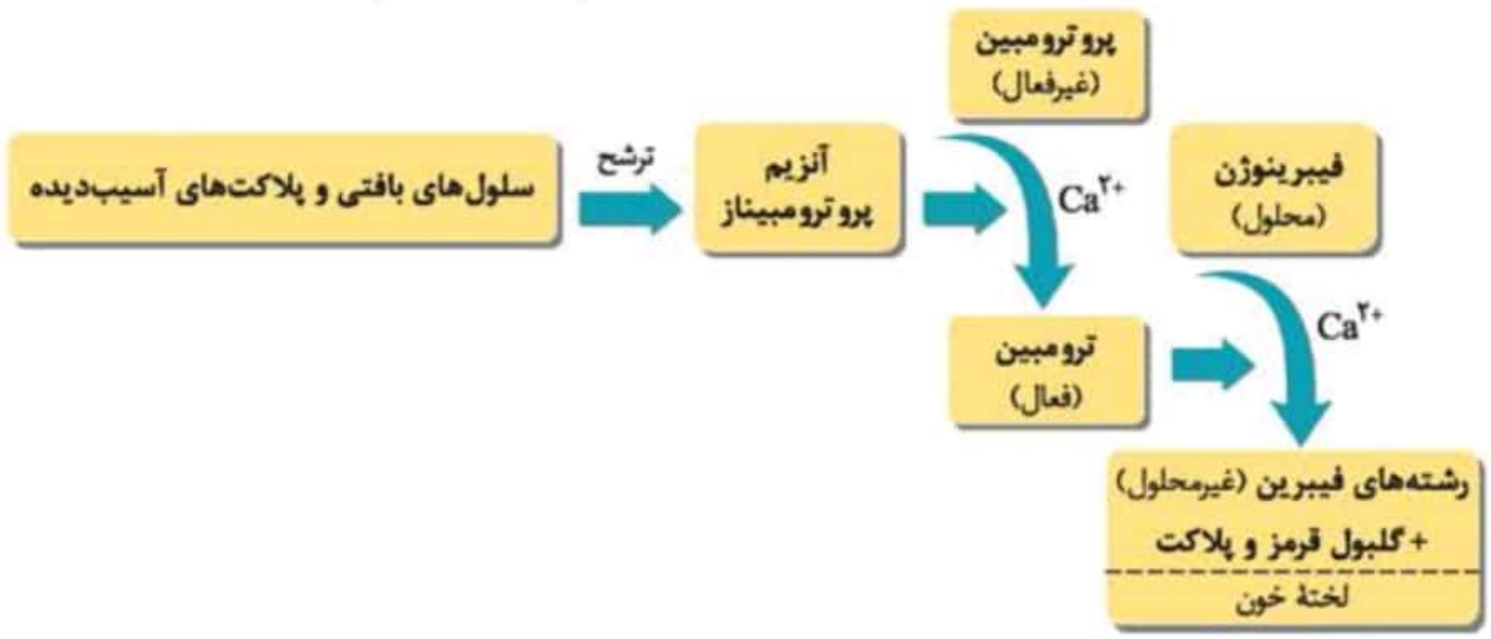
۴- **ایجاد لخته:** رشته‌های پروتئینی فیبرین، برخلاف فیبرینوژن، **نامحلول** هستند و رسوب می‌کنند. این رشته‌ها، گلبول‌های قرمز و پلاکت‌ها را نیز در برمی‌گیرند و **لخته** را تشکیل می‌دهند.


۱- آسیب‌دیدگی خفیف دیوارهٔ رگ خونی

۲- شروع واکنش‌های آنزیمی با ترشح پروترومبیناز از پلاکت‌ها و بافت آسیب‌دیده

۳- تشکیل لخته (تجمع گلبول‌های قرمز و فیبرین)

پس از تشکیل لخته و جلوگیری از خونریزی، پلاکت‌ها با کمک **پروتئین‌های انقباضی خود** (مثل اکتین و میوزین)، به **انقباض لخته** و **جمع‌شدن آن** کمک می‌کنند.



نکته وجود **ویتامین K و یون کلسیم** در انجام روند انعقاد خون و تشکیل لخته لازم است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] اختلال در جذب ویتامین K که می‌تواند ناشی از اختلال در جذب چربی‌ها باشد، منجر به اختلال در انعقاد خون می‌شود. عدم ترشح صفرا، عدم ترشح لیپاز پانکراس و بسته‌شدن رگ‌های لنفی روده، از عواملی هستند که می‌توانند جذب چربی‌ها را با مشکل مواجه کنند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] کلسیم در روده با روش انتقال فعال جذب می‌شود. اختلال در ساخت پروتئین‌های ناقل خون یا عدم وجود ATP کافی، جذب کلسیم را با مشکل مواجه می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] تنظیم میزان کلسیم خون، توسط دو هورمون کلسی‌تونین و پاراتیروئیدی انجام می‌شود. زمانی که میزان کلسیم خون افزایش می‌یابد، کلسی‌تونین ترشح می‌شود و منجر به کاهش میزان کلسیم خون می‌شود. ولی زمانی که میزان کلسیم خون کاهش می‌یابد، ترشح هورمون پاراتیروئیدی منجر به زیاد شدن میزان کلسیم در خون می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فعالیت کتاب درسی

آزمایش خون

در برگه‌های آزمایش خون، اطلاعات زیادی دربارهٔ سلول‌های خونی و ترکیبات خون وجود دارد:

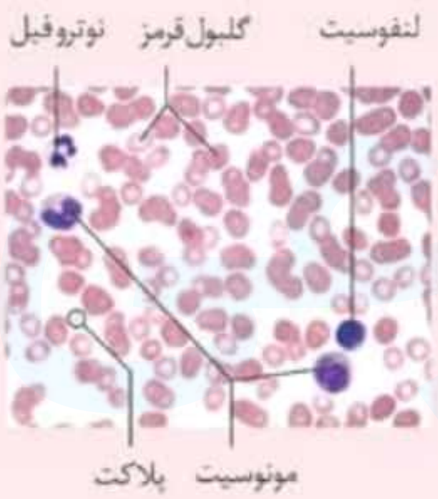
سلول‌های خونی (تعداد در هر میکرولیتر μL خون)		
گلبول‌های سفید (WBC)	گلبول‌های قرمز (RBC)	پلاکت‌ها (PLT)
۴ هزار تا ۱۰ هزار	۵ میلیون	۲۵۰ هزار

انواع چربی‌های خون $\frac{mg}{dL}$				
تری‌گلیسیرید	کلسترول	HDL	LDL	$\frac{LDL}{HDL}$
کم‌تر از ۲۰۰	کم‌تر از ۲۰۰	بیشتر از ۶۰	کم‌تر از ۱۳۰	کم‌تر از ۳

فعالیت کتاب درسی

تهیهٔ گسترش خونی

با تهیهٔ گسترش خونی، رنگ‌آمیزی آن و سپس مشاهدهٔ آن در زیر میکروسکوپ، می‌توان انواع سلول‌های خونی را مشاهده کرد. برای رنگ‌آمیزی سلول‌های خونی، می‌توان از رنگ‌هایی مثل **گیمسا** استفاده کرد.



گرفتن خون ← **قرار دادن یک قطره خون روی لام** ← **رنگ‌آمیزی** ← **مشاهده در زیر میکروسکوپ**

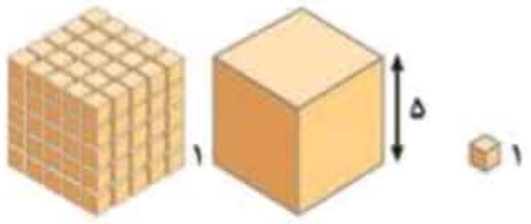
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۲۵ تبادل مواد بدون کمک خون در جانداران

تک‌سلولی‌ها (تک‌یاخته‌ای‌ها)

این درسنامه رو با یکم حاشیه شروع می‌کنیم. توصیه می‌کنم که حتماً این بخش رو بخونین، چون که داخل کتاب درسی بهش اشاره شده و کلاً هم خوبه که بدونین.

کم‌ترین اندازهٔ سلول‌ها باید به اندازه‌ای باشد که سلول بتواند همهٔ مواد مورد نیاز خود را درون خود نگه دارد. بیشترین اندازهٔ سلول نیز باید به حدی باشد که سطح کافی برای تأمین نیازهای خود را داشته باشد. در واقع، نسبت سطح به حجم، اندازهٔ سلول‌ها را محدود می‌کند. برای درک نسبت سطح به حجم، به شکل روبه‌رو دقت کنید. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، اگر یک سلول مکعبی بزرگ را به تعداد زیادی سلول مکعبی کوچک‌تر تقسیم کنیم، حجم کل ثابت باقی می‌ماند اما مساحت کل بیشتر می‌شود. در نتیجه، نسبت سطح به حجم نیز بیشتر می‌شود. هر چقدر سلولی کوچک‌تر باشد، نسبت سطح به حجم آن بیشتر است مثلاً در شکل روبه‌رو، با ۵ برابر شدن ابعاد سلول، نسبت سطح به حجم آن یک‌پنجم مقدار اولیه شده است.



مساحت کل مساحت هر وجه ×۶ تعداد کل مکعب‌ها	۶	۱۵۰	۷۵۰
حجم کل طول × ارتفاع × عرض = تعداد کل مکعب‌ها	۱	۱۲۵	۱۲۵
نسبت سطح به حجم مساحت کل تقسیم بر حجم	۶	۱/۲	۶

چون تک‌سلولی‌ها اندازهٔ کوچکی دارند، نسبت سطح به حجم آن‌ها زیاد است؛ در نتیجه، سطح آن‌ها برای تبادل گاز، تغذیه و دفع مواد کافی است و این اعمال، از سطح سلول انجام می‌شود.

برخلاف تک‌سلولی‌ها، **جانوران پرسلولی تعداد زیادی سلول دارند که فقط بعضی از آن‌ها با محیط بیرون ارتباط دارند.** به همین دلیل لازم است که پرسلولی‌ها دستگاهی برای تبادل مواد در بدن خود داشته باشند؛ با کمک این دستگاه، سلول‌ها نیازهای غذایی خود را تأمین می‌کنند و مواد زائد خود را دفع می‌کنند.

سامانهٔ گردش آب

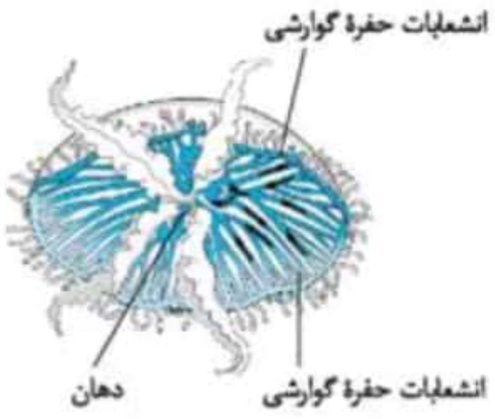
جانوران ابتدایی مثل **اسفنج‌ها**، از سامانهٔ گردش آب برای انتقال مواد استفاده می‌کنند. در این سامانه، در دیوارهٔ سطح بدن، سوراخ‌هایی وجود دارند که به یک یا چند حفره راه دارند. آب از طریق این سوراخ‌ها وارد حفرهٔ بدن می‌شود و سپس از طریق یک یا چند سوراخ بزرگ‌تر از بدن خارج می‌شود. حرکت آب در حفرهٔ بزرگ مرکزی با کمک **سلول‌های یقه‌دار** انجام می‌شود. این سلول‌ها، دارای **تاژک** هستند و زنش‌های تاژک آب را هدایت می‌کند.

انواعی از اسفنج‌ها

یادآوری در علوم نهم با اسفنج‌ها آشنا شدید. اسفنج‌ها، جانوران دریازی می‌باشند که حرکت نمی‌کنند (در جای خود ثابت هستند). بدن اسفنج‌ها، سوراخ‌دار است که این سوراخ‌ها، محل ورود آب می‌باشد. آب واردشده نیز از طریق سوراخ بزرگ بالای بدن خارج می‌شود. حرکت آب در بدن اسفنج، با کمک سلول‌های رشته‌دار (سلول‌های یقه‌دار) انجام می‌شود. این سلول‌ها، در جذب ذرات غذایی از آب و گوارش آن‌ها نیز نقش دارند. جریان آب در اسفنج‌ها به تنفس و دفع مواد زائد نیز کمک می‌کند و به همین دلیل، اسفنج‌ها هیچ دستگاهی در بدن خود ندارند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

حفرهٔ گوارشی[1]



گردش مواد در عروس دریایی

آن‌چه گذشت [گفتار ۴- فصل ۲ دهم] بی‌مهرگانی مانند **مرجان‌ها و برخی کرم‌های پهن**، مثل پلاناریا، حفرهٔ گوارشی دارند که فقط یک سوراخ برای ورود و خروج مواد دارد. گردش مواد نیز درون همین کیسه و انشعابات آن انجام می‌شود.

۱- **هیدر:** حفرهٔ گوارشی هیدر، **پر از مایعات** است و محل گردش مواد و گوارش جانور محسوب می‌شود.

۲- **عروس دریایی:** حفرهٔ گوارشی عروس دریایی دارای **انشعاب‌های متعددی** است که به گردش مواد در چتر و بازوهای جانور کمک می‌کند.

۳- **پلاناریا:** در کرم‌های پهن **آزادزی**[2]، انشعابات حفرهٔ گوارشی به **تمام قسمت‌های بدن** نفوذ می‌کند. در نتیجه، فاصلهٔ انتشار مواد تا سلول‌ها **بسیار کوتاه** می‌باشد.

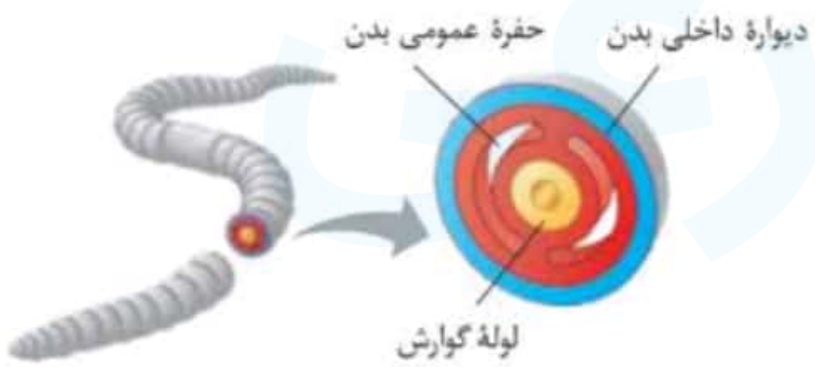
در همهٔ این موارد، حرکات بدن جانور، به جابه‌جایی مواد کمک می‌کند.

برای دیدن شکل حفرهٔ گوارشی هیدر و پلاناریا، به فصل (۲) مراجعه کنید.

یادآوری در علوم نهم خواندید که کیسه‌تنان، گروهی از بی‌مهرگان هستند که بدنی شبیه کیسه دارند. بزرگ‌ترین گروه کیسه‌تنان، مرجان‌ها هستند که اسکلت آهکی دارند و از تجمع اسکلت آن‌ها، جزایر مرجانی ایجاد می‌شود.

یادآوری کرم‌های پهن، ساده‌ترین گروه کرم‌ها هستند و بدنی پهن و دستگاه‌های عصبی و گوارش ساده‌ای دارند. کرم‌های پهن مانند کیسه‌تنان تنها یک راه برای ورود دارند ولی خروج مواد از سطح بدن انجام می‌شود. بیشتر کرم‌های پهن انگل هستند؛ مثل کرم کدو.

حفرهٔ عمومی بدن (سلوم)

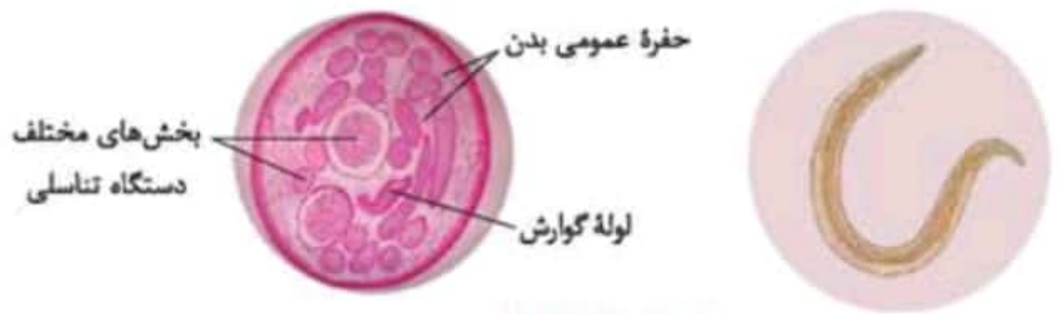


برش عرضی کرم لوله‌ای

حفرهٔ عمومی یا **سلوم**، در جانورانی وجود دارد که **لولهٔ گوارشی** دارند. در این جانوران، بین لولهٔ گوارشی و دیوارهٔ داخلی بدن، فضایی وجود دارد که به آن حفرهٔ عمومی گفته می‌شود مثلاً در انسان، فضایی که بین دیوارهٔ خارجی اندام‌های لولهٔ گوارش و دیوارهٔ شکم وجود دارد، بخشی از حفرهٔ عمومی را می‌سازد.

گردش مواد در بی‌مهرگانی مثل **کرم‌های لوله‌ای**، از طریق سلوم انجام می‌شود. در این جانوران، سلوم با **مایعی** پر می‌شود و از آن برای انتقال مواد استفاده می‌شود.

نکته حفرهٔ عمومی بدن جزئی از **محیط داخلی بدن** محسوب می‌شود اما حفرهٔ اندام‌های داخلی بدن، مثل حفرهٔ لولهٔ گوارش، جزء محیط داخلی نیست.



برش عرضی کرم لوله‌ای

مواد غذایی و دفعی سلول‌ها وارد حفرهٔ عمومی بدن می‌شه و درون این حفره، در کل بدن گردش می‌کنه. در واقع نقش مایع درون حفرهٔ عمومی کرم‌های لوله‌ای مثل هم‌ولنف در بی‌مهرگان دارای گردش خون باز هست. در درسنامهٔ بعدی بیشتر با هم‌ولنف آشنا میشیم.

یادآوری در علوم نهم خواندید که کرم‌های لوله‌ای دارای لولهٔ گوارش هستند. آسکاریس، کرمک و کرم قلاب‌دار، نمونه‌های انگل کرم‌های لوله‌ای هستند ولی کرم‌های لوله‌ای دارای زندگی آزاد نیز وجود دارند.

۱- نام لاتین این حفره Gastrovascular cavity می‌باشد که معادل فارسی آن حفرهٔ گوارشی ـ عروقی می‌باشد. با توجه به نقشی که این حفره در گردش مواد نیز برعهده دارد، بهتر است که به جای حفرهٔ گوارشی گفته شود حفرهٔ گوارشی ـ عروقی.

۲- منظور از زندگی آزاد این است که جاندار می‌تواند مستقل از سایر جانداران زندگی کند؛ به عبارت دیگر انگل نیست.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۳۶ دستگاه گردش خون در بی‌مهرگان

جانوران پیچیده، از مایعی مثل خون یا همولنف برای جابه‌جایی مواد استفاده می‌کنند. دو نوع سامانهٔ گردش خون وجود دارد؛ سامانهٔ گردشی باز و بسته.

کتاب درسی زیر ذره‌بین

در کتاب درسی می‌خوانیم که «در جانوران، دو نوع سامانهٔ گردش مواد مشاهده می‌شود». این جمله غلط است و به‌جای گردش مواد باید گفته شود گردش خون.

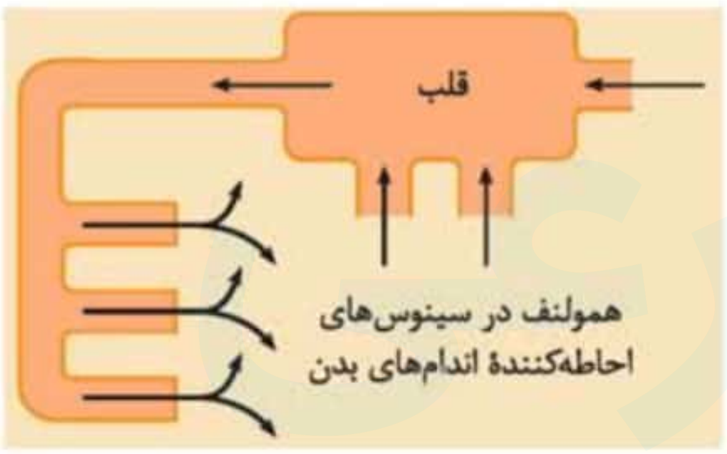
سامانهٔ گردشی باز

اغلب بی‌مهرگانی که دستگاه گردش خون دارند، دارای سامانهٔ گردشی باز هستند. در این جانوران، مویرگ وجود ندارد؛ در نتیجه، تبادل مواد بین همولنف و سلول‌ها **به‌طور مستقیم** انجام می‌شود. یعنی همولنف از رگ‌های بدن خارج می‌شود و مستقیماً وارد فضای بین‌سلولی می‌شود و پس از تبادل مواد با سلول‌ها، مجدداً به رگ‌ها برمی‌گردد. در این جانوران، یک مایع، هم نقش خون را برعهده دارد و هم مایع میان‌بافتی و لنف؛ به این مایع، **همولنف** گفته می‌شود. سامانهٔ گردشی باز را می‌توان در **بندپایان** و **بیشتر نرم‌تنان** مشاهده کرد.

نکته دقت داشته باشید که در سامانهٔ گردشی باز، همولنف وجود دارد و خون وجود ندارد.

خب، حالا سامانهٔ گردشی باز ملخ رو به عنوان نمونه بررسی می‌کنیم.

☐ سامانهٔ گردشی باز در ملخ



مراحل گردش همولنف در بدن ملخ، به ترتیب، عبارت‌اند از:

۱- انقباض قلب و پمپ شدن همولنف به درون سینوس‌ها (حفره‌های بدن)

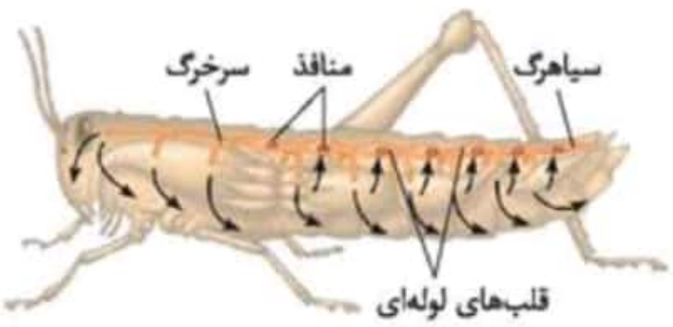
۲- تبادل مواد بین سلول‌ها و همولنف

۳- باز شدن دریچه‌های منافذ قلب

۴- بازگشت همولنف به قلب از طریق منافذ دریچه‌دار و رگ انتهایی بدن

حالا توضیح دقیق‌تر و نکات سامانهٔ گردشی باز ملخ که در واقع میشه نکات شکل‌های کتاب درسی.

ملخ، دارای **قلب‌های لوله‌ای** است. قلب‌های لوله‌ای به صورت **بخش‌های حجیم‌شدهٔ رگ پشتی** بدن ملخ مشاهده می‌شوند. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، در ملخ **فقط یک رگ پشتی** وجود دارد که تعدادی **رگ کناری** نیز به آن متصل هستند. همولنف از طریق یک **سرخرگ** به سمت سر می‌رود. هم‌چنین از طریق رگ‌های کناری به **سینوس‌ها** وارد می‌شود. سینوس‌ها، در واقع **حفره‌هایی** هستند که اندام‌های بدن را احاطه می‌کنند.



جهت **جریان همولنف در سینوس‌ها، از جلو (سر) به سمت عقب (دم)** است. همولنف از طریق **منافذ قلبی و سیاهرگ انتهایی بدن**، می‌تواند به رگ پشتی برگردد. منافذ قلبی **دریچه‌هایی** دارند که هنگام انقباض قلب بسته می‌شوند و هنگام استراحت قلب، باز می‌شوند. جهت **جریان همولنف در رگ پشتی، از عقب (دم) به سمت جلو (سر)** می‌باشد.

نکته رگ شکمی و قلب در ملخ، بالاتر از لولهٔ گوارشی و لوله‌های مالپیگی[1] قرار می‌گیرد.

نکته جلوترین قلب لوله‌ای ملخ، در محل اتصال کیسه‌های معده به معده قرار دارد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] در حشرات و صدپایان، سامانهٔ گردش مواد و سامانهٔ تنفسی مستقل از یک‌دیگر هستند بنابراین، به کاربردن عبارت‌هایی مانند همولنف تیره و روشن، همولنف غنی از اکسیژن و ... در ارتباط با حشرات و صدپایان صحیح نیست.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] حشرات گروهی از بندپایان هستند و دارای شش پا می‌باشند. پروانهٔ مونارک و ملخ، مثال‌هایی از حشرات می‌باشند که تاکنون با آن‌ها آشنا شده‌ایم.

---

[1] لوله‌های مالپیگی، لوله‌هایی مرتبط با روده می‌باشند که وظیفهٔ دفع مواد زائد را برعهده دارند. با لوله‌های مالپیگی در فصل پنجم بیشتر آشنا می‌شویم.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

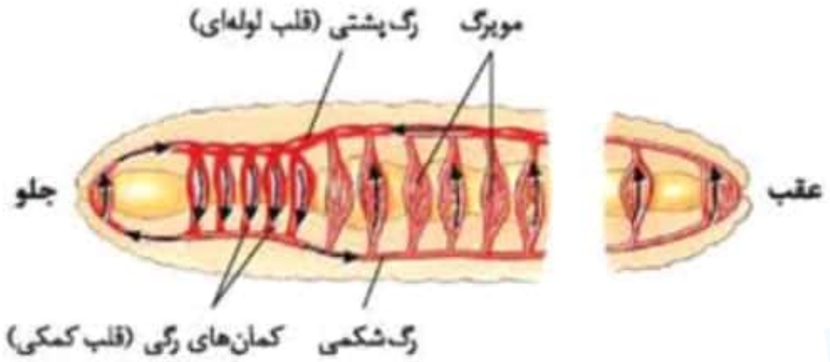
گردش خون بسته

همهٔ مهره‌داران و **کرم‌های حلقوی** نظیر **کرم خاکی**، گردش خون بسته دارند. در گردش خون بسته، بین سرخرگ‌های کوچک و سیاهرگ‌های کوچک، **مویرگ** تشکیل و **شبکهٔ مویرگی کامل**[1] ایجاد می‌شود. در این نوع سامانهٔ گردش خون، خون از درون رگ‌های خونی خارج نمی‌شود و فقط با سطح داخلی رگ‌های خونی و قلب در تماس است. در گردش خون بسته، تبادل مواد سلول‌ها، به‌طور مستقیم با مایع میان‌بافتی انجام می‌شود نه خون. مایع میان‌بافتی نیز در محل مویرگ‌ها، تبادل مواد را با خون انجام می‌دهد.

نکته همولنف فقط در جانورانی وجود دارد که سامانهٔ گردشی باز دارند. در جانورانی که گردش خون ندارند و هم‌چنین جانورانی که گردش خون بسته دارند، همولنف وجود ندارد.

☐ گردش خون بسته در کرم خاکی

کرم خاکی، **ساده‌ترین دستگاه گردش خون بسته** را دارد. در بدن کرم خاکی، رگ پشتی و رگ شکمی وجود دارد و بین رگ پشتی و رگ شکمی، شبکهٔ مویرگی وجود دارد. رگ پشتی، **قلب لوله‌ای** کرم خاکی است. خون در رگ پشتی به سمت کمان‌های رگی حرکت می‌کند. **۵ جفت کمان رگی** در قسمت **جلویی** بدن وجود دارند که **قلب‌های کمکی** کرم خاکی هستند. خون از قلب پشتی به کمان رگی وارد می‌شود. کمان رگی، خون را به سمت پایین و عقب می‌راند. بدین ترتیب خون در سراسر بدن توسط رگ شکمی گردش می‌کند و سپس به رگ پشتی باز می‌گردد.



نکته **ساده‌ترین دستگاه گردش مواد**، در اسفنج‌ها وجود دارد که سامانهٔ گردش آب دارند. **ساده‌ترین دستگاه گردش خون** در جانورانی وجود دارد که سامانهٔ گردشی باز دارند. کرم خاکی نیز **ساده‌ترین گردش خون بسته** را دارد.

نکاتی که در ادامه می‌خونین، مربوط به متن کتاب و شکل‌های کتاب درسی می‌باشد و فکر کنم لازم هم نباشه که بگم چقدر مهم هستند.

نکته در کرم خاکی همانند ملخ، قلب‌های لوله‌ای **بخش‌های حجیم‌شده‌ای از رگ پشتی** هستند.

نکته جهت جریان خون در کمان‌های رگی از بالا (ناحیهٔ پشتی) به سمت پایین (ناحیهٔ شکمی) می‌باشد ولی جهت جریان خون در شبکه‌های مویرگی از پایین (ناحیهٔ شکمی) به سمت بالا (ناحیهٔ پشتی) است.

نکته در رگ پشتی، جهت جریان خون می‌تواند از جلو به عقب یا از عقب به جلو باشد. در قسمت‌هایی که جلوتر از کمان‌های رگی قرار دارند، جهت جریان خون از جلو (سر) به سمت عقب (دم) می‌باشد. در قسمت‌هایی که عقب‌تر از کمان رگی قرار دارند، جهت جریان خون از عقب (دم) به سمت (سر) می‌باشد.

نکته در رگ شکمی، جهت جریان خون می‌تواند از جلو به عقب یا از عقب به جلو باشد. در قسمت‌هایی که جلوتر از کمان‌های رگی قرار دارند، جهت جریان خون از عقب (دم) به سمت (سر) می‌باشد. در قسمت‌هایی که عقب‌تر از کمان رگی قرار دارند، جهت جریان خون از جلو (سر) به سمت عقب (دم) می‌باشد.

به‌طور خلاصه بخوایم بگیم اینجوری میشه که در رگ پشتی، خون به کمان‌های رگی نزدیک میشه ولی در رگ شکمی، خون از کمان‌های رگی دور میشه.

نکته بخش‌هایی از رگ پشتی کرم خاکی که خون را وارد قلب می‌کنند، معادل سیاهرگ هستند. بخش‌هایی از رگ شکمی که خون را از قلب خارج می‌کنند، معادل سرخرگ هستند.

نکته همان‌طور که در شکل کتاب درسی مشاهده می‌کنید، در کرم خاکی بین سیاهرگ و قلب نیز یک دریچهٔ یک‌طرفه وجود دارد. بین قلب و سرخرگ نیز دریچه وجود دارد. در ملخ نیز بین سیاهرگ و قلب و بین قلب و سرخرگ دریچه وجود دارد.

نکته رگ‌های کرم خاکی اطراف لولهٔ گوارش را احاطه کرده‌اند. رگ پشتی بالاتر از لولهٔ گوارش قرار دارد و رگ شکمی، پایین‌تر از آن. کمان‌های رگی و شبکه‌های مویرگی نیز در کنار لولهٔ گوارش قرار دارند.

۱- معنی شبکه‌ای از رگ‌ها که علاوه بر سرخرگ و سیاهرگ کوچک، دارای مویرگ هم می‌باشد.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

نکته کمان‌های رگی کرم خاکی در اطراف مری قرار گرفته‌اند.

بالا (پشت)				
عقب (دم)	رگ پشتی (قلب اصلی)	← عقب به جلو	کمان‌های رگی (قلب کمکی)	→ جلو به عقب
	مویرگ	↑ پایین به بالا	↓ بالا به پایین	↑ پایین به بالا
	رگ شکمی	→ جلو به عقب	کمان‌های رگی (قلب کمکی)	← عقب به جلو
	پایین (شکم)			جلو (سر)

درسنامهٔ ۲۷ گردش خون در مهره‌داران

همهٔ مهره‌داران، گردش خون بسته دارند. گردش خون در مهره‌داران به صورت ساده یا مضاعف است.

گردش خون ساده

گردش خون ساده در **ماهی‌ها** و **نوزاد دوزیستان** وجود دارد. در این نوع گردش خون، خون تیره وارد قلب می‌شود و سپس به سمت آبشش‌ها فرستاده می‌شود. در آبشش، خون تصفیه می‌شود و سپس **بدون برگشت به قلب**، خون روشن به سمت اندام‌ها فرستاده می‌شود. خون پس از تبادل مواد در اندام‌ها، به سمت قلب بازمی‌گردد. به عبارتی دیگر، در گردش خون ساده، در هر بار گردش خون در بدن، خون **فقط یک بار از قلب دوحفره‌ای** جانور عبور می‌کند.

مزیت: انتقال یک‌بارهٔ خون اکسیژن‌دار به همهٔ اندام‌های بدن

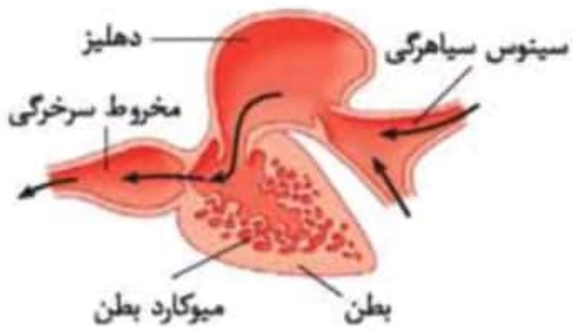
نکته در گردش خون ساده، قلب دوحفره‌ای می‌باشد و اندام تنفسی، آبشش است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان، آبشش دارند.

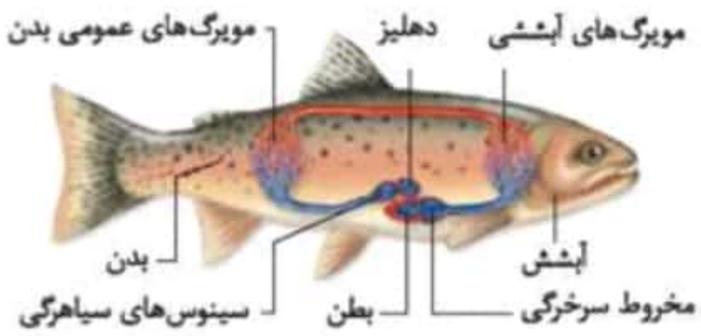
نکته **ساده‌ترین سامانهٔ گردش خون در مهره‌داران**، در ماهی‌ها و نوازد دوزیستان وجود دارد.

☐ گردش خون ساده در ماهی

در ماهی، قلب در ناحیهٔ **شکمی** بدن قرار دارد. قلب دو حفره دارد؛ **دهلیز** و **بطن**. در محل اتصال سیاهرگ و دهلیز، یک برآمدگی در رگ وجود دارد که به آن **سینوس سیاهرگی** گفته می‌شود. خون تیره ابتدا به سینوس سیاهرگی می‌ریزد و پس از عبور از دریچهٔ بین سیاهرگ و دهلیز، وارد دهلیز می‌شود.



پس از آن، خون دهلیزی از طریق دریچهٔ دهلیزی ـ بطنی، به بطن می‌رود. خون از طریق بطن وارد **مخروط سرخرگی** می‌شود. مخروط سرخرگی، برآمدگی مخروطی‌شکلی است که در ابتدای سرخرگ شکمی ماهی قرار دارد. سپس خون تیره از طریق سرخرگ شکمی به آبشش‌ها می‌رود. در آبشش‌ها، شبکهٔ مویرگی تشکیل می‌شود و خون تیره تصفیه می‌گردد. سرخرگ پشتی، خون را از آبشش خارج می‌کند و به سمت همهٔ اندام‌های بدن می‌برد. در نهایت، سیاهرگ شکمی خون تیره را جمع‌آوری می‌کند و مجدداً به قلب بازمی‌گرداند.



و حالا نکات گردش خون ماهی که از شکل کتاب درسی می‌توان برداشت کرد.

نکته در ناحیهٔ پشتی بدن ماهی، جریان خون هم از جلو به عقب و هم از عقب به جلو می‌باشد. دقت داشته باشید که لازم است انشعابی از سرخرگ پشتی، خون را به سمت ناحیهٔ سر ماهی ببرد که در این شکل نشان داده نشده است.

نکته از درون حفره‌های قلب ماهی خون تیره عبور می‌کند اما انشعابی از سرخرگ پشتی، خون روشن را به قلب می‌رساند. سلول‌های قلبی، مثل همهٔ سلول‌های دیگر بدن، برای انجام تنفس سلولی و سایر اعمال خود، نیاز به اکسیژن و مواد غذایی دارند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته جهت جریان خون در رگ شکمی ماهی از عقب به سمت جلو می‌باشد.

نکته سرخرگ شکمی ماهی، مثل سرخرگ ششی انسان، حاوی خون تیره است.

نکته در آبشش ماهی، شبکهٔ مویرگی بین دو سرخرگ شکل می‌گیرد؛ سرخرگ شکمی و پشتی. در فصل بعدی می‌خوانیم که در نفرون‌های کلیه نیز شبکهٔ مویرگی اول بین دو سرخرگ ایجاد می‌شود.

نکته بین سینوس سیاهرگی و دهلیز، بین دهلیز و بطن و هم‌چنین بین بطن و مخروط سرخرگی، دریچه وجود دارد.

گردش خون مضاعف

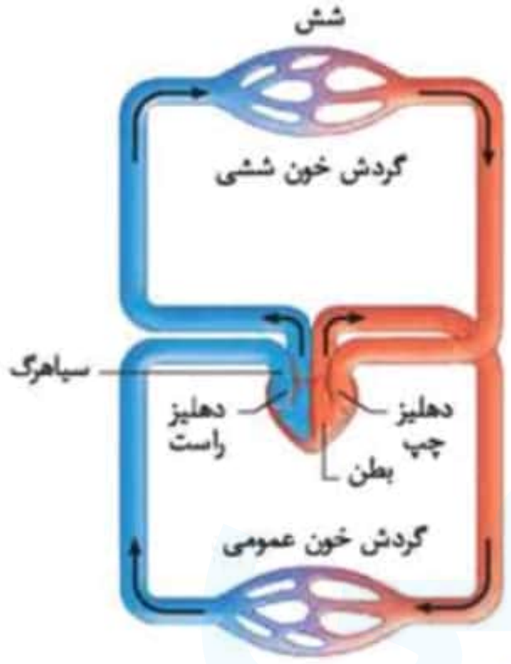
در مهره‌دارانی که شش دارند، گردش خون مضاعف وجود دارد؛ **دوزیستان بالغ**، **خزندگان**، **پرندگان** و **پستانداران**، دارای شش هستند. در گردش خون مضاعف، در هر بار گردش خون در بدن، خون **دو بار** از قلب عبور می‌کند. در بار اول، خون تیره وارد قلب می‌شود و به سمت سطح تنفسی (مثل شش‌ها) می‌رود. در بار دوم، خون روشن وارد قلب می‌شود و به کل بدن فرستاده می‌شود. با توجه به نزدیکی قلب به شش‌ها، بخشی از قلب که خون را به سمت شش‌ها می‌فرستد، فشار کم‌تری ایجاد می‌کند ولی سمتی که خون را به کل بدن می‌فرستد، یک تلمبهٔ ماهیچه‌ای با فشار زیاد برای گردش عمومی می‌باشد.

❑ گردش خون مضاعف در دوزیستان

ابتدایی‌ترین گردش خون مضاعف، در دوزیستان بالغ وجود دارد. در نوزاد دوزیستان، قلب دوحفره‌ای می‌باشد و اندام تنفسی آبشش است؛ در نتیجه، گردش خون ساده است. در طی فرایند بلوغ، قلب **سه‌حفره‌ای** می‌شود و **شش‌ها** و **پوست** وظیفهٔ تبادل گازها را برعهده می‌گیرند. در قلب سه‌حفره‌ای دوزیستان بالغ، دو دهلیز در بالا و یک بطن در سمت پایین قرار دارد. خون تیره از بطن‌ها به سمت شش‌ها و پوست می‌رود تا تبادلات گازی را انجام دهد. سپس خون روشن به دهلیز چپ برمی‌گردد و به بطن می‌ریزد. سپس در گردش خون عمومی، بطن خون روشن را به سمت کل بدن می‌فرستد. پس از تبادل مواد در اندام‌های بدن، خون تیره، به دهلیز راست می‌ریزد و یک بار گردش خون در بدن به پایان می‌رسد.

نکته در قلب دوزیستان، خون تیره و روشن به مقدار بسیار کمی مخلوط می‌شوند.

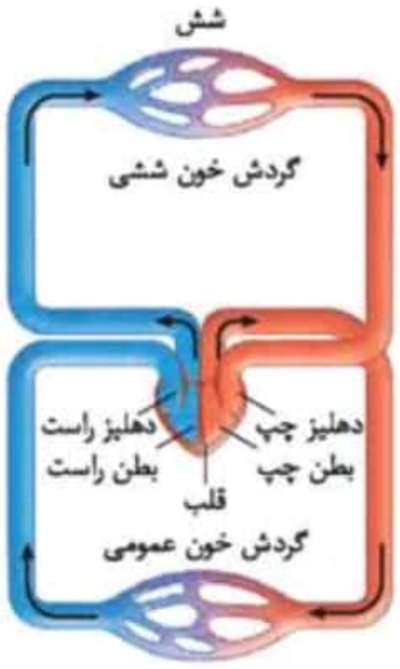
آن چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] بیشتر تبادلات گازی در دوزیستان، از طریق پوست انجام می‌شود.



گردش خون مضاعف در دوزیستان

❑ گردش خون مضاعف در پرندگان، پستانداران و خزندگان

در پرندگان، پستانداران و خزندگان، **قلب چهارحفره‌ای** وجود دارد. در **همهٔ پرندگان** و **پستانداران** و **برخی از خزندگان** مثل **کروکودیل‌ها**، بطن‌ها به‌طور کامل از یک‌دیگر جدا می‌شوند. در سایر خزندگان، بین بطن‌ها جدایی کامل وجود ندارد. مزیت جدایی کامل بطن‌ها این است که **حفظ فشار برای گردش مضاعف خون** را آسان می‌کند؛ زیرا دو سمت قلب به‌طور کاملاً مجزا عمل می‌کنند. یک سمت فقط خون را در گردش عمومی به گردش درمی‌آورد و سمت دیگر، خون را در گردش ششی. در جانورانی که انرژی زیادی نیاز دارند، مثل پرندگان، فشار خون بالا برای رساندن سریع مواد غذایی و خون روشن، اهمیت بسیار بالایی دارد.



گردش خون مضاعف در پرندگان، پستانداران و خزندگان

شاید الان بگین این‌که گفتیم در خزندگان قلب چهارحفره‌ای وجود داره، خارج از کتاب هست اما از جملهٔ کتاب میشه این رو برداشت کرد. اولاً کتاب در مورد کروکودیل که مستقیماً اشاره می‌کنه دو تا بطن داره. دوماً وقتی‌که کتاب می‌گه جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان، پستانداران و برخی از خزندگان مشاهده می‌شه، نشون می‌ده که مهره‌دارانی هم وجود دارند که بطن‌هاشون کاملاً جدا نیست. ماهی‌ها و دوزیستان که یه بطن دارن. همهٔ پرندگان و پستانداران هم که بطن‌هاشون کاملاً جدا هست. پس فقط می‌مونن خزندگان که برخیشون بطن‌های کاملاً جدا دارن و بقیشون بطن‌هایی دارن که کاملاً جدا نیست. بنابراین، نتیجه می‌گیریم که چیزی خارج از کتاب نگفتم و فقط خیلی دقیق یه جملهٔ کتاب رو بررسی کردیم! اینم آخرین درسنامهٔ فصل ۴ بود. بریم سراغ ادامهٔ تست‌ها و بعدشم فصل (۵).

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فصل ۵

سال دهم

«ماهیان آب شور، نیاز به جذب آب دارند.»

در آب شور، غلظت نمک‌ها این‌قدر زیاده که بدن ماهی می‌خواد آب خودش رو به دریا بده تا از شوری دربیاد؛ ولی ماهیا راه‌های مختلفی برای مقابله با این موضوع دارن. مثلاً کوسه‌ها، که غضروفی هستند، غدد راست‌روده‌ای دارن. ماهیای استخوانی، مثل «نِمو» هم مقدار زیادی آب می‌خورن تا کمبود آب جبران شه.

تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد

هومئوستازی! چیزی هست که کل این فصل درگیرشیم. شاید حتی بدون این‌که بفهمید، تا الان هم فقط درگیر هومئوستازی بودین. میگن کل بدن دارن کار می‌کنن تا فقط هومئوستازی بدن حفظ بشه. چرا؟ چون اگه هومئوستازی نباشه، مریض میشیم. هومئوستازی، مثل آب خوردنه؛ همه نسبت بهش بی‌توجهیم ولی این چیزی هست که تا امروز، ما رو زنده نگه داشته و خدا نکنه که روزی نباشه! و خب طبیعتاً، تنظیم آب بدن هم یکی از مهم‌ترین کارهاست که باعث میشه برسیم به کلیه‌ها.

تعریف هومئوستازی، شروع فصل هست که با ساختار کلیه‌ها ادامه پیدا می‌کنه. در گفتار (۲)، بیشتر راجع به عملکرد کلیه‌ها می‌خونیم، با ترکیب ادرار و دفع ادرار آشنا می‌شیم و نهایتاً، می‌رسیم به همون چیزی که از اول فصل دنبالش بودیم: تنظیم آب چه‌جوری انجام میشه؟ در آخر فصل هم هومئوستازی در بقیهٔ جانوران رو بررسی می‌کنیم. راستش مباحث این فصل با چیزی که در کتاب‌های قدیمی بوده، بیشتر از ۸۰ درصد تفاوت داره؛ بنابراین، سؤالات کنکور فصل دفع مواد قدیم، ربط زیادی به این فصل ندارن. با این وجود، مباحث جدیدی که در این فصل مطرح شدن، می‌تونن سؤالات خوبی داشته باشن؛ به‌خصوص در ارتباط با جانوران. در کل، این فصل نسبت به ۳ فصل قبلی و ۲ فصل بعدیش، اهمیت کم‌تری داره اما باز هم بیخیالش نشین که حرف واسه گفتن داره، اونم نه فقط تو کنکور! خدا نکنه که روزی کلیه‌هاتون مشکل پیدا کنن:

«سنگ کلیه که چسبیده به من مین کنه دست‌بردار نباشد گلگم تا نکنه»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکروطبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تستای این ۳ تا کتاب لذت ببری. 😊

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

هومئوستازی (هم‌ایستایی) و کلیه‌ها

درسنامهٔ ۱ هومئوستازی (هم‌ایستایی)

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] یکی از ویژگی‌های جانداران، هم‌ایستایی (هومئوستازی) می‌باشد. جانداران می‌توانند وضع درونی پیکر خود را در حد ثابتی نگه دارند.

مجموعه اعمالی را که برای پایدار نگه‌داشتن وضعیت درونی بدن انجام می‌شود، **هومئوستازی (هم‌ایستایی)** می‌نامند. وقتی هومئوستازی درست انجام نشود و تعادل وضعیت درونی بدن از بین برود، بدن با اختلال مواجه می‌شود؛ زیرا بعضی از مواد بیش از حد لازم یا کمتر از حد لازم به سلول‌ها (یاخته‌ها) می‌رسند.

برای درک بهتر هومئوستازی چند مثال را بررسی می‌کنیم:

۱- فرض کنید که در اثر ورزش کردن در یک روز گرم تابستانی، مقدار زیادی عرق می‌کنید. تعریق زیاد باعث می‌شود که حجم آب بدن کاسته شود ولی بدن این کاهش حجم آب را جبران می‌کند. چگونه؟ دفع آب از راه‌های دیگر، مثل ادرار کاهش پیدا می‌کند در نتیجه، حجم کل آب در بدن ثابت باقی می‌ماند. اگر آب زیادی از بدن خارج شود و کاهش آن جبران نشود، فشار اسمزی مایعات بدن افزایش می‌یابد. در نتیجه، آب از سلول‌ها خارج می‌شود و سلول‌ها آسیب می‌بینند.

۲- وقتی که مقدار زیادی غذای شور می‌خوریم، مقدار زیادی نمک (ترکیب یون سدیم و کلر) وارد جریان خون می‌شود در نتیجه، مقدار سدیم خون افزایش می‌یابد. در این حالت، دفع سدیم از بدن افزایش می‌یابد؛ مثلاً، مقدار سدیم در ادرار بیشتر می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] مصرف زیاد نمک، یکی از عواملی است که می‌تواند احتمال اِدِم را افزایش دهد. اگر بدن نتواند مقدار اضافی نمک را دفع کند، اِدِم رخ خواهد داد.

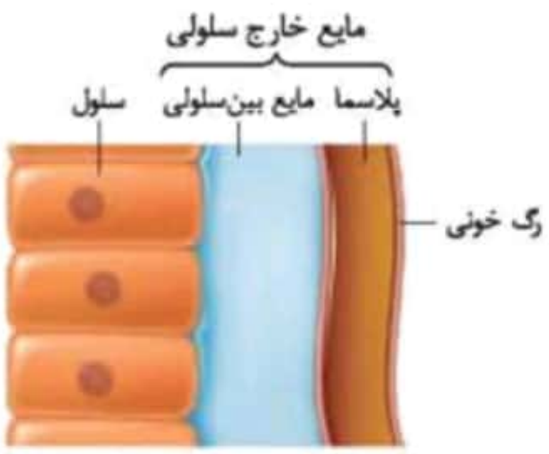
۳- **آن‌چه گذشت** [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] وقتی مقدار اکسیژن خون کاهش می‌یابد یا زمانی‌که مقدار کربن دی‌اکسید خون زیاد می‌شود، تنفس افزایش می‌یابد تا مقدار اکسیژن و کربن دی‌اکسید به حالت طبیعی خود برگردد. اختلال در این فرایند، می‌تواند حتی منجر به مرگ شود.

۴- وقتی‌که قند خون (گلوکز) افزایش می‌یابد، هورمون انسولین ترشح می‌شود تا مقدار قند خون را کاهش دهد. اگر اختلالی در ترشح انسولین ایجاد شود، بیماری **دیابت شیرین** ایجاد می‌شود. این بیماری می‌تواند عوارضی مثل **بیماری قلبی، نابینایی** و **نارسایی کلیه** داشته باشد.

نکته «بیماری، در اثر اختلال در هومئوستازی ایجاد می‌شود[۱].» **بسیاری از بیماری‌ها**، در نتیجهٔ برهم خوردن هومئوستازی (هم‌ایستایی) پدید می‌آیند.

تعریف دیگری از هومئوستازی: «اعمالی که برای پایداری و ثبات تقریبی محیط داخلی بدن انجام می‌شود[۲].» فهمیدن این تعریف، مستلزم شناخت کافی از محیط داخلی می‌باشد. هر چند محیط داخلی را در فصل دوم بررسی کردیم، در این‌جا به‌طور دقیق‌تر به بررسی مفهوم محیط داخلی می‌پردازیم.

محیط داخلی: بخش عمدهٔ بدن انسان، از مایعات تشکیل شده است. بخشی از این مایعات، درون سلول وجود دارند و بخشی دیگر، در خارج از سلول. **مایعات خارج‌سلولی**، شامل مایع بین‌سلولی، پلاسمای خون (خوناب) و لنف[۳] می‌باشد. مایع خارج‌سلولی، در سراسر بدن به گردش درمی‌آید و ترکیب مشابهی دارد. این مایع، تمام یون‌ها و مواد مغذی لازم برای رشد سلول‌ها را تأمین می‌کند بنابراین، می‌توان گفت که اساساً همهٔ سلول‌ها درون محیط یکسانی زندگی می‌کنند، یعنی مایع خارج‌سلولی. به همین دلیل، نام دیگر مایعات خارج‌سلولی، **محیط داخلی بدن** می‌باشد[۴].



نکته اگر به تعریف بالا خوب دقت کنید، متوجه می‌شوید که محیط داخلی فقط مربوط به پرسلولی‌ها می‌باشد و در جانداران تک‌سلولی، محیط داخلی وجود ندارد. هم‌چنین دقت داشته باشید که سیتوپلاسم سلول، جزء محیط داخلی محسوب نمی‌شود. البته دقت داشته باشید که مایعات خارج‌سلولی در جانداران مختلف، متفاوت هستند، مثلاً در گیاهان، خون و لنف وجود ندارد.

۱- فیزیولوژی گایتون؛ ویرایش سیزدهم، ۲۰۱۶.

۲- نخستین بار، یک فیزیولوژیست آمریکایی به نام والتر کانن، تعریف هومئوستازی را ارائه کرد. تعریف اولیهٔ هومئوستازی در ارتباط با انسان مطرح شد، اما هومئوستازی در همهٔ جانداران، حتی تک‌سلولی‌ها نیز مشاهده می‌شود.

۳- لنف هم در واقع همان پلاسمای خون است که وارد مایع میان‌بافتی می‌شود و سپس از طریق رگ‌های لنفی، مجدداً به گردش خون بازمی‌گردد.

۴- به ترجمهٔ قسمتی از متن فصل (۱) فیزیولوژی گایتون دقت کنید: «حدود یک‌سوم مایعات بدن، در خارج از سلول‌ها قرار دارند و مایع خارج‌سلولی را تشکیل می‌دهند. به مایع خارج سلولی، محیط داخلی بدن (internal environment یا milieu interieur) گفته می‌شود». این اصطلاح، نخستین بار بیش از ۱۵۰ سال پیش توسط فیزیولوژیست بزرگ فرانسوی، کلاود برنارد، به‌کار برده شد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

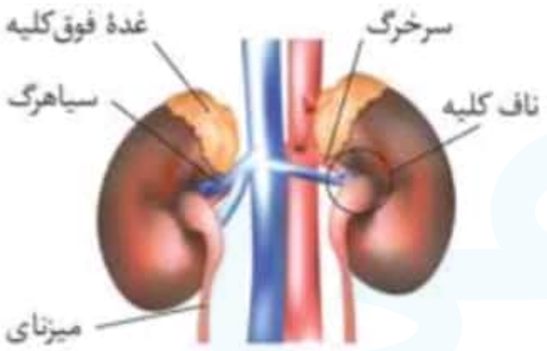
شاید اینجا براتون یه تناقض به‌وجود بیاد که سیتوپلاسم جزء محیط داخلی هست یا نه. دلیلش این جملهٔ کتاب در صفحهٔ ۴۴ فصل دوم است: «بسیاری از جانوران، درون بدن خود جایگاه ویژه‌ای برای گوارش غذا دارند. این جایگاه در خارج از محیط داخلی یعنی خارج از خون و سلول‌های بدن است.» برای رفع این تناقض، می‌تونین اول از همه به صفحهٔ ۲۲ کتاب درسی برید که یه تعریف درست‌تر از محیط داخلی می‌گه: «مجموعهٔ مایع بین‌یاخته‌ای یا بافت‌های بدن را که با خون در تبادل دائم است، محیط داخلی می‌نامند.» مشخصه که خود کتاب هم سیتوپلاسم رو جزء محیط داخلی در نظر نگرفته. برگردیم به صفحهٔ ۴۴: درون سلول جزء محیط داخلی نیست اما خب سلول‌ها دقیقاً وسط محیط داخلی قرار گرفتند. پس وقتی می‌گیم خارج از محیط داخلی، باید خارج از سلول‌ها هم باشه. بیاین یه مثال بزنیم؛ مسلماً واضح و آشکار هست که خون جزء رگ خونی نیست اما درون رگ خونی قرار داره. حالا وقتی می‌گیم در خارج از رگ‌های خونی، یعنی داخل خون هم نباید باشه. امیدوارم خوب متوجه شده باشید که محیط داخلی چی هست و برای همیشه، بحث در ارتباط با تعریف محیط داخلی تموم بشه.

این همه مقدمه گفتیم که بگیم کلیه‌ها فیلی خوبن و اگه نباشن، هومئوستازی داغون میشه. کلیه‌ها، با ساختن ادرار، در حفظ تعادل آب، اسید ـ باز، یون‌ها و نیز دفع مواد سمّی و مواد زائد نیتروژن‌دار، نقش دارند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۱ یازدهم] بعضی از یاخته‌های پشتیبان بافت عصبی، در حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف یاخته‌های عصبی (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) نقش دارند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۴ یازدهم] پرولاکتین، یکی از هورمون‌هایی است که از بخش پیشین هیپوفیز (زیرمغزی) ترشح می‌شود. این هورمون در حفظ تعادل آب در بدن انسان نقش دارد.

درسنامهٔ ۲ ساختار بیرونی کلیه‌ها



ظاهر: اندام‌های **لوبیایی‌شکل**

تعداد: ۲ عدد

محل قرارگیری: در **طرفین ستون مهره‌ها** و **پشت شکم**

اندازه: در **فرد بالغ**، تقریباً به اندازهٔ مشت بستهٔ فرد

مقایسهٔ کلیهٔ چپ و راست: کلیهٔ راست پایین‌تر است که دلیل آن، **موقعیت قرارگیری** و **شکل** کبد است.

شکل «موقعیت کلیه‌ها در انسان»

- ✓ این شکل، از نمای پشتی بدن انسان است.
- ✓ دنده‌ها در حفاظت از کلیهٔ چپ نقش بیشتری دارند؛ زیرا کلیهٔ چپ بالاتر است.
- ✓ فقط بخش بالایی کلیه‌ها توسط پایین‌ترین دنده‌ها محافظت می‌شوند.
- ✓ کلیهٔ چپ، توسط دو دندهٔ پایینی و کلیهٔ راست، توسط انتهایی‌ترین دنده حفاظت می‌شود.
- ✓ استخوان‌های ستون مهره، در ناحیهٔ کمر بزرگ‌تر از ناحیهٔ قفسهٔ سینه هستند.

رگ‌های خونی و لنفی، اعصاب و میزنای، از طریق **ناف کلیه** وارد آن می‌شوند. روی هر کلیه نیز **غدهٔ فوق‌کلیه** قرار دارد که در تنظیم کار کلیه مؤثر است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] غدهٔ فوق‌کلیه روی کلیه قرار دارد و از دو بخش قشری و مرکزی تشکیل شده است که از هم‌دیگر مستقل هستند. این غده، در پاسخ به شرایط تنش‌زا نقش دارد. بخش مرکزی، که ساختار عصبی دارد، هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین را ترشح می‌کند. بخش قشری نیز هورمون‌های کورتیزول، آلدوسترون و هم‌چنین مقدار کمی از هورمون‌های جنسی زنانه و مردانه را می‌سازد.

شکل «ناف کلیه»

- ✓ در محل ناف کلیه، انشعاب سرخرگ و سیاهرگ کلیه مشاهده می‌شود.
- ✓ در محل ناف کلیه، از جلو به عقب، به ترتیب، سیاهرگ کلیه، سرخرگ کلیه و میزنای قرار می‌گیرند.
- ✓ میزنای، پس از ناف کلیه به سمت پایین می‌رود ولی مسیر سیاهرگ و سرخرگ کلیه، تقریباً افقی می‌باشد. ضمناً قطر دیواره سرخرگ قطورتر از سیاهرگ کلیه است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

ساختارهای ناف کلیه

نام ساختار			وظیفه
رگ	خونی	سیاهرگ کلیه	خارج کردن خون سیاهرگی از کلیه و انتقال آن به بزرگ سیاهرگ زیرین
		سرخرگ کلیه	وارد کردن خون سرخرگی و دارای مقدار زیاد مواد زائد از سرخرگ آئورت به درون کلیه
	لنفی	رگ لنفی کلیه	جمع‌آوری لنف کلیه و برگرداندن آن به جریان خون
اعصاب کلیه			تنظیم کار کلیه
میزنای			دریافت ادرار از لگنچه و انتقال آن به مثانه

حفاظت از کلیه‌ها

سه عامل، در حفاظت از کلیه نقش دارند که شکل آن‌ها را نیز در پایین می‌بینید:

۱- **دنده‌ها**، از بخشی از کلیه **(بخش بالایی کلیه‌ها)** محافظت می‌کنند.

۲- **کپسول کلیه**، پردهٔ شفافی از جنس **بافت پیوندی رشته‌ای** است که اطراف هر کلیه را احاطه می‌کند. این پرده، **جلوی نفوذ میکروب‌ها به کلیه را می‌گیرد.**

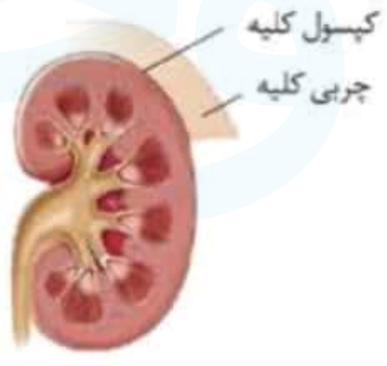
نکته بافت پیوندی رشته‌ای، نوعی بافت پیوندی متراکم می‌باشد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۴ دهم] در پری‌کارد، اپی‌کارد، اسکلت فیبری و هم‌چنین بین آندوکارد و میوکارد، بافت پیوندی رشته‌ای وجود دارد.

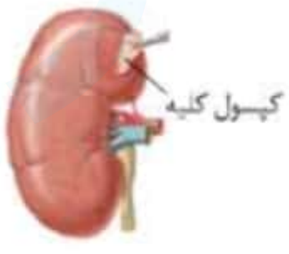
آن‌چه خواهیم خواند [فصل ۱، ۳ و ۵ یازدهم] غلاف پیوندی اطراف رشته‌های عصبی در یک عصب، غلاف اطراف تارها، دسته‌تارها و ماهیچه در ماهیچهٔ اسکلتی، زردپی، کپسول مفصلی در مفاصل متحرک، لایهٔ درونی (درم) پوست، دارای بافت پیوندی رشته‌ای هستند.

۳- **بافت چربی اطراف کلیه**، هم از کلیه **در برابر ضربه محافظت می‌کند** و هم در **حفظ موقعیت کلیه‌ها** نقش دارد.

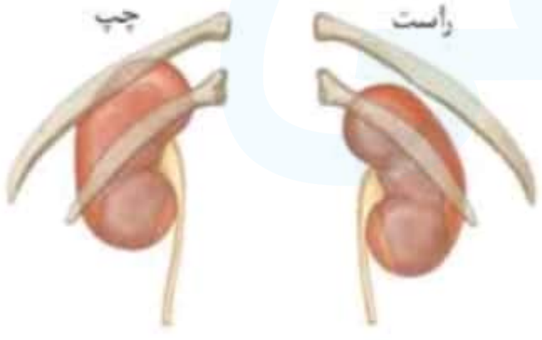
آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] یکی از وظایف بافت چربی، ضربه‌گیری است.



چربی، در ضربه‌گیری و حفظ موقعیت کلیه نقش دارد.



کپسول کلیه، جلوی نفوذ میکروب‌ها را می‌گیرد.



دنده‌ها، از بخش بالایی کلیه‌ها محافظت می‌کنند.

نکته حفاظت از کلیه‌ها در برابر ضربات مکانیکی، هم توسط دنده‌ها انجام می‌شود و هم توسط بافت چربی.

جمع‌بندی

حفاظت از کلیه

ساختار حفاظت‌کننده	جنس	حفاظت در برابر ضربه	جلوگیری از نفوذ میکروب‌ها	حفظ موقعیت کلیه
دندهٔ ۱۱ و ۱۲	بافت پیوندی استخوان	+	-	-
کپسول کلیه	بافت پیوندی رشته‌ای	-	+	-
بافت چربی	بافت پیوندی چربی	+	-	+

افتادگی کلیه

در افرادی که برنامهٔ **کاهش وزن شدید و سریع** را به‌کار می‌گیرند، بافت چربی اطراف کلیه **بیش از حد تحلیل می‌رود**. با توجه به نقش چربی در حفظ موقعیت کلیه‌ها، تحلیل بافت چربی منجر به **افتادگی نسبی کلیه‌ها** می‌شود. در این حالت، احتمال دارد **میزنای روی خود تا بخورد و بسته شود**. بسته شدن میزنای، منجر به **عدم تخلیهٔ مناسب ادرار از کلیه‌ها** و در نتیجه، **نارسایی کلیه** می‌شود.

نکته موقعیت اندام‌ها در برقراری هومئوستازی مؤثر است.

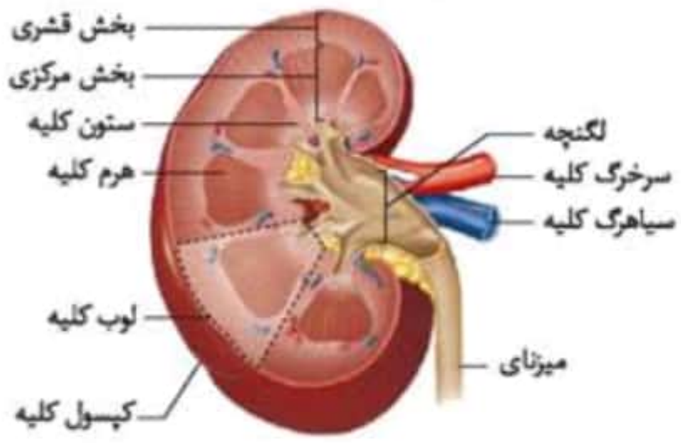
نکته زمانی که میزنای تا می‌خورد و بسته می‌شود، ادرار نمی‌تواند به‌سمت مثانه برود و به‌سمت کلیه برمی‌گردد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۳

ساختار درونی کلیه‌ها و خون‌رسانی کلیه

در **برش طولی** کلیه، سه بخش مشخص دیده می‌شود که از بیرون به درون عبارت‌اند از: بخش **قشری**، بخش **مرکزی** و **لگنچه**.



هرم‌های کلیه، ساختارهای هرمی‌شکل، بخش **مرکزی** کلیه هستند. نحوهٔ قرارگیری هرم‌ها به‌صورتی است که قاعدهٔ هرم به‌سمت **بخش قشری** و رأس آن‌ها به‌سمت **لگنچه** است. هرم‌ها به همراه ناحیهٔ قشری مرتبط به آن‌ها، **لوب (لَپ) کلیه** را تشکیل می‌دهند. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، انشعاباتی از بخش قشری نیز در بین هرم‌ها مشاهده می‌شود که به آن‌ها، **ستون‌های کلیه** گفته می‌شود.

پس از تولید ادرار در بخش قشری و مرکزی کلیه، ادرار وارد لگنچه می‌شود. لگنچه، ساختاری **قیف‌مانند** دارد و ادرار را جمع می‌کند و به **میزنای** وارد می‌کند.

شکل «برش طولی کلیه»

- ✓ درون کلیه، انشعابات باریک‌تری از رگ‌های خونی مشاهده می‌شوند.
- ✓ رگ‌های خونی کلیه و میزنای، مستقیماً به لگنچه متصل می‌شوند.
- ✓ بافت چربی، در محل اتصال لگنچه و بخش مرکزی کلیه هم مشاهده می‌شود.
- ✓ در ناف کلیه، از بالا به پایین به‌ترتیب سرخرگ، سیاهرگ و میزنای قرار دارند.

نفرون (گُردیزه[1])

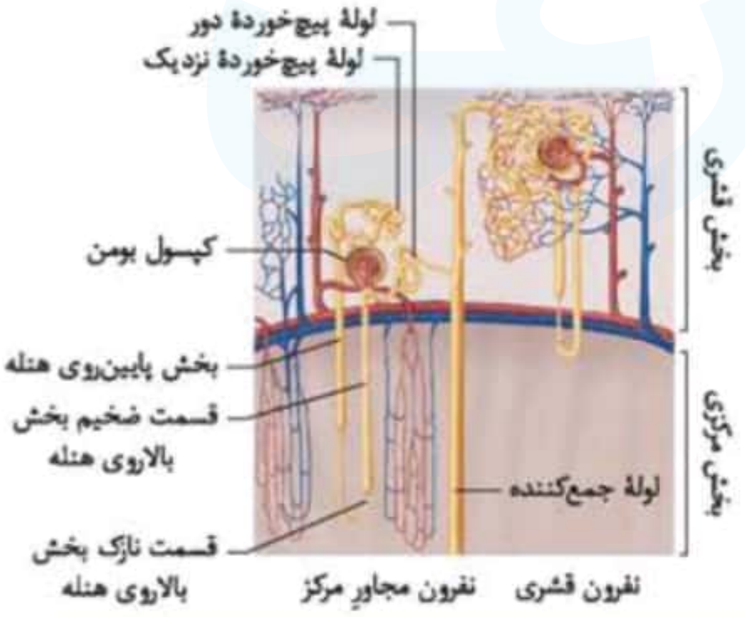
نفرون‌ها، **ساختارهای ادرارساز** موجود در کلیه هستند. هر کلیه، حدود یک میلیون نفرون دارد.

ابتدای نفرون که **قیف‌مانند** است، **کپسول بومن** نام دارد. در ادامهٔ کپسول بومن، **بخش‌های لوله‌ای‌شکل** وجود دارند. این بخش‌ها، به‌صورت **مستقیم** یا **پیچ‌خورده** وجود دارند و اسم‌های مختلفی دارند که به‌ترتیب عبارتند از: **لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک**، **قوس هنله** (بخش U شکل) و **لولهٔ پیچ‌خوردهٔ دور**. آخرین بخش نفرون، لولهٔ پیچ‌خوردهٔ دور است که به **لولهٔ جمع‌کنندهٔ ادرار** متصل می‌شود.

تفاوت در موقعیت قرارگیری نفرون‌ها در کلیه، دو نوع مختلف از نفرون‌ها را ایجاد کرده است:

۱- **نفرون‌های قشری** تقریباً به‌طور کامل در بخش قشری قرار دارند و **حدود ۸۰ درصد** از نفرون‌ها را شامل می‌شوند.

۲- **نفرون‌های مجاورِ مرکز** که در آن‌ها، **قوس هنلهٔ طولانی‌تری** وجود دارد. بخش بزرگی از قوس هنله **تا اعماق بخش مرکزی** ادامه دارد. این نفرون‌ها، **فقط ۲۰ درصد** از کل نفرون‌های کلیه می‌باشند.



نکته تنها بخشی از نفرون که در بخش مرکزی قرار می‌گیرد، لولهٔ هنله است.

شکل «نفرون (گردیزه) و مجرای جمع‌کننده»

- ✓ طویل‌ترین بخش نفرون، لولهٔ هنله می‌باشد.
- ✓ گشادترین بخش نفرون، بخش ابتدایی آن، یعنی کپسول بومن می‌باشد.
- ✓ نازک‌ترین بخش نفرون، انتهای بخش پایین‌روی هنله و ابتدای بخش بالاروی هنله می‌باشد.
- ✓ در لولهٔ هنله، دو بخش ضخیم وجود دارد. طول بخش ضخیم در قسمت بالارو بیشتر از طول بخش ضخیم قسمت پایین‌رو می‌باشد.
- ✓ طول لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک و میزان پیچ‌خوردگی‌های آن، بیشتر از لولهٔ پیچ‌خوردهٔ دور می‌باشد. هر دو لوله، دارای ضخامت تقریباً یکسانی با یکدیگر و با بخش‌های ضخیم لولهٔ هنله می‌باشند.
- ✓ در انتهای نفرون، لولهٔ پیچ‌خوردهٔ دور قرار دارد. این لوله، از طریق لولهٔ رابط ادرار را وارد مجرای جمع‌کنندهٔ ادرار می‌کند. هر مجرای جمع‌کنندهٔ ادرار، می‌تواند به چند لولهٔ رابط متصل شود و ادرار را از نفرون‌های مختلف دریافت کند. دقت داشته باشید که لولهٔ رابط و مجرای جمع‌کنندهٔ ادرار، جزء ساختار نفرون‌ها محسوب نمی‌شوند.

۱- همون‌طوری که قبلاً گفتیم، معیار تغییر واژه‌های لاتین کتاب درسی و انتخاب معادل‌های فارسی، کمک به درک بهتر این اصطلاحات است! بنابراین، حتماً شما می‌دونید که گردیزه، ترکیب [illegible] یعنی کلیه و گردیزه، یعنی کلیه‌مانند. بد نیست بدونین که تبار پیوند گرده!!! افراد مبتلا به نارسایی گرده‌ای! در ایران بیش از دو برابر تبار جهانی است!

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

گردش خون در کلیه

گردش خون در کلیه یعنی همه چی. با وجود اندازهٔ کوچک کلیه‌ها، حدود ۲۰ درصد از خون خروجی از قلب، به کلیه‌ها می‌رود.

ادرار، شامل مواد دفعی خون می‌باشد. در واقع، **منشأ ادرار، خون** است. پس ارتباط بین رگ‌های خونی و نفرون‌ها، نقش مهمی در تشکیل ادرار دارد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۱ دهم] *آیا بازم لازمه که بگیم این ارتباط بین رگ‌های خونی و نفرون‌ها، مربوط به نگرش کل‌نگری است؟ کلاً هر جا ارتباطی بین دو تا اندام بدن بود، مربوط به نگرش کل‌نگری هست.*

نفرون‌ها، با دو شبکهٔ مویرگی در ارتباط هستند که وظیفهٔ تبادل مواد را برعهده دارند:

۱- **گلومرول (کلافک)** که درون کپسول بومن قرار دارد.

۲- **شبکهٔ مویرگی دورِ لوله‌ای** که در اطراف بخش‌های لوله‌ای نفرون‌ها قرار می‌گیرد.

حالا باید این سؤالو بپرسید که این شبکه‌های مویرگی چجوری به‌وجود میان. قبلش یه نکتهٔ ترکیبی از فصل (۲) و (۴) بگیم.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] شبکهٔ مویرگی، شامل سرخرگ کوچک، مویرگ و سیاهرگ کوچک است.

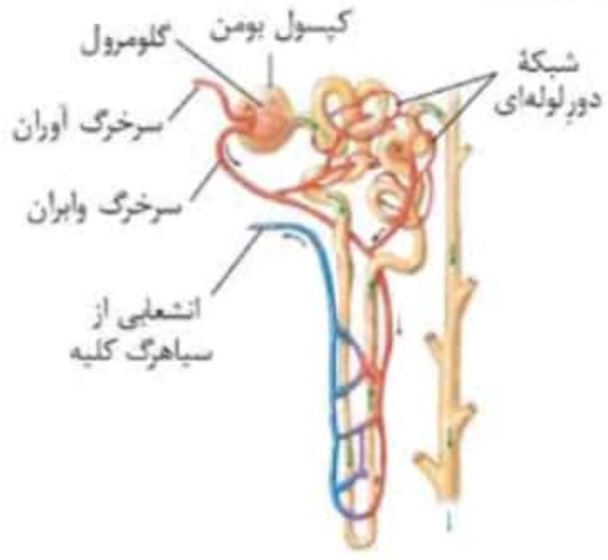
آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] در بعضی از قسمت‌های بدن، ممکن است شبکهٔ مویرگی بین سرخرگ و سیاهرگ نباشد؛ مثلاً در کبد، یک شبکهٔ مویرگی بین سیاهرگ باب کبد و سیاهرگ فوق‌کبدی تشکیل می‌شود.

یک انشعاب از سرخرگ آئورت، وارد هر کلیه می‌شود. درون کلیه، این سرخرگ کلیوی منشعب می‌شود و انشعابات باریکتری تشکیل می‌شوند. این انشعابات، از فواصل بین هرم‌ها (ستون‌های کلیه) عبور می‌کنند و به بخش قشری می‌روند. در بخش قشری، باز هم انشعابات کوچک‌تری تشکیل می‌شوند. در نهایت، نخستین مویرگ‌ها درون کپسول بومن تشکیل می‌شوند که گلومرول (کلافک) را ایجاد می‌کنند. سرخرگی که قبل از گلومرول قرار دارد و خون را وارد آن می‌کند، **سرخرگ آوران** نام دارد. برخلاف حالت معمول که انتظار می‌رود بعد از گلومرول سیاهرگ قرار بگیرد، **سرخرگ وابران** خون را از گلومرول خارج می‌کند.

نکته در کلیه، نوعی شبکهٔ مویرگی وجود دارد که بین دو سرخرگ قرار دارد. این شبکهٔ مویرگی، گلومرول می‌باشد و بین سرخرگ آوران و وابران قرار دارد.

نکته هم سرخرگ آوران و هم سرخرگ وابران، نوعی سرخرگ کوچک محسوب می‌شوند.

سرخرگ وابران و انشعابات آن، در اطراف لوله‌های پیچ‌خورده و قوس هنله قرار می‌گیرند و شبکهٔ مویرگی دوم (شبکهٔ دورِ لوله‌ای) را می‌سازند. در نهایت، مویرگ‌های شبکهٔ مویرگی دوم، سیاهرگ‌های کوچکی را در اطراف قوس هنله تشکیل می‌دهند. سیاهرگ‌های کوچک کلیه به یک‌دیگر می‌پیوندند و سیاهرگ‌های بزرگ‌تری را ایجاد می‌کنند. انشعابات سیاهرگی، از بخش قشری از طریق ستون‌های کلیه به بخش مرکزی و سپس به‌سمت لگنچه می‌روند و سرانجام، **سیاهرگ کلیه** را می‌سازند. سیاهرگ کلیه، خون را از کلیه خارج می‌کند و به بزرگ سیاهرگ زیرین می‌ریزد.



سرخرگ کلیه ← سرخرگ‌های بین‌هرمی ← سرخرگ آوران ← گلومرول ← سرخرگ وابران ← شبکهٔ مویرگی دورلوله‌ای ← سیاهرگ کنار هنلهٔ پایین‌رو ← سیاهرگ بین‌هرمی ← سیاهرگ کلیه

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

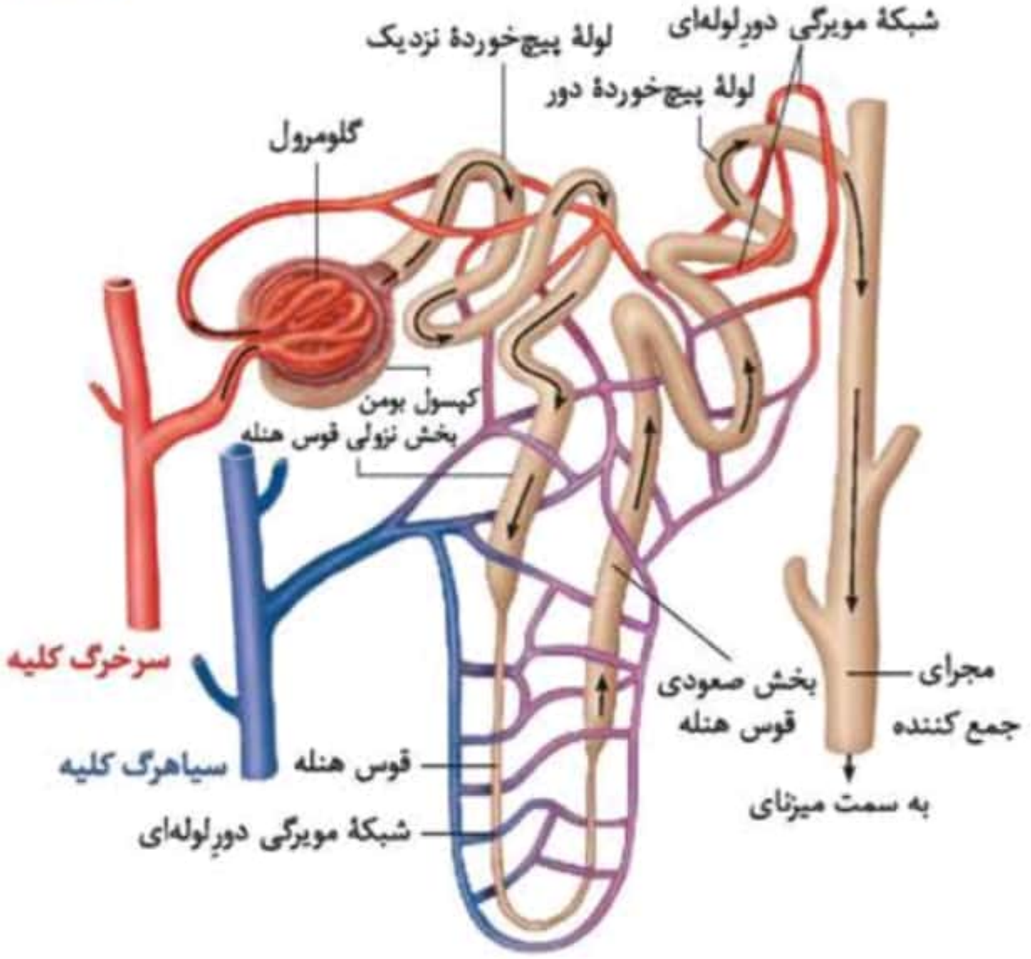
آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] مویرگ‌های کلیه از نوع **مویرگ‌های منفذدار** می‌باشند.

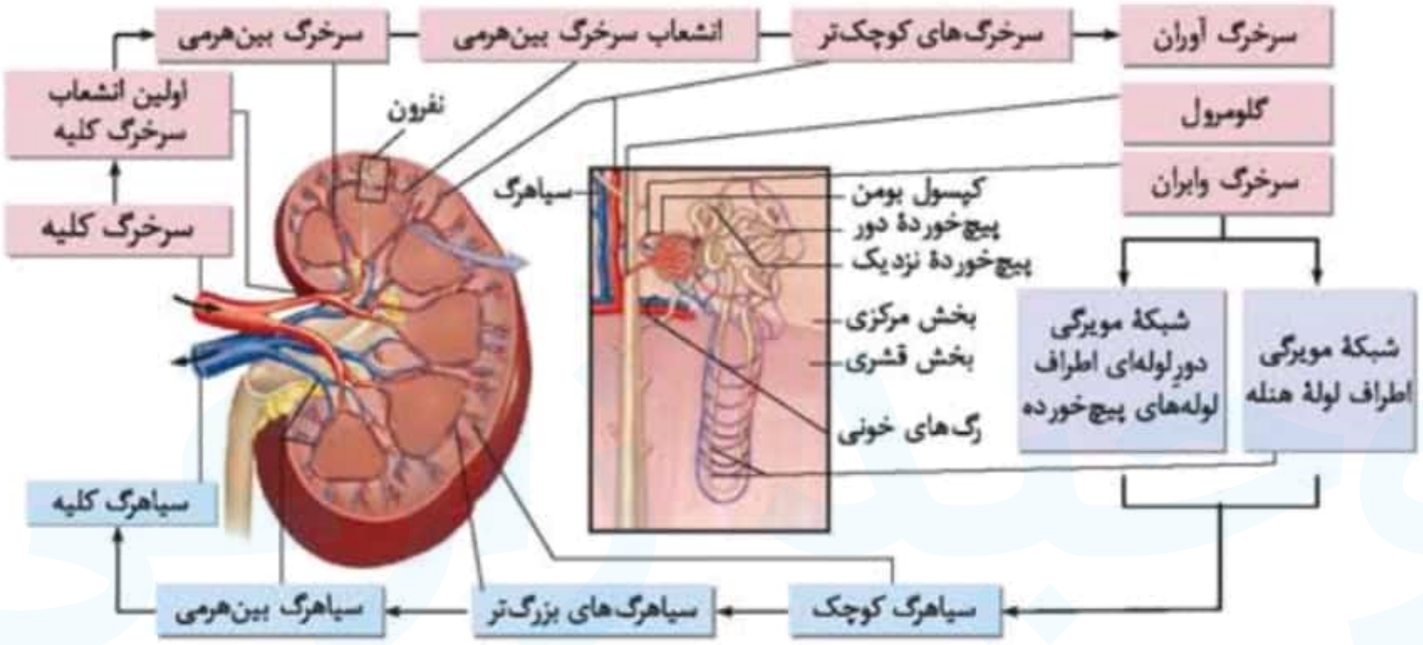
نکته از مویرگ‌های اطراف لوله‌های پیچ‌خورده، سرخرگ‌های کوچکی ایجاد می‌شوند که خون خود را به سرخرگ کوچک اطراف هنلهٔ بالارو می‌ریزند.

نکته در اطراف لولهٔ جمع‌کنندهٔ ادرار، شبکهٔ مویرگی وجود ندارد.

نکته در اطراف هنلهٔ بالارو، سرخرگ و در اطراف هنلهٔ پایین‌رو، سیاهرگ قرار می‌گیرد. در اطراف سایر بخش‌های نفرون، سیاهرگ وجود ندارد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] جریان مواد در لولهٔ هنله، برعکس جریان خون در رگ‌های اطراف آن است. همان‌طور که در فصل (۳) خواندیم، این جریان برعکس کارایی تبادل مواد را افزایش می‌دهد.





نکته **مسیر گردش خون برای تشکیل شبکهٔ مویرگی اول**

سرخرگ آئورت ← سرخرگ کلیه ← سرخرگ بین‌هرمی ← سرخرگ آوران ← **شبکهٔ مویرگی اول (گلومرول)** ← سرخرگ وابران

نکته **شبکهٔ مویرگی دورلوله‌ای**

سرخرگ وابران، بعد از خروج از کپسول بومن، به دو شاخه تقسیم می‌شود. یک انشعاب به سمت لولهٔ هنله می‌رود. انشعاب دیگر به سمت لوله‌های پیچ‌خورده می‌رود و با ایجاد انشعابات بیشتر، شبکهٔ مویرگی دورِ لولهٔ پیچ‌خورده را ایجاد می‌کند. پس از آن، یک سرخرگ کوچک تشکیل می‌شود که به انشعاب دیگر سرخرگ وابران می‌پیوندد. این انشعاب از سرخرگ وابران نیز، شبکهٔ مویرگی اطراف لولهٔ هنله را می‌سازد که در آن، مویرگ‌های خونی به سیاهرگ‌های کوچک ختم می‌شوند و در نهایت سیاهرگ کلیه را می‌سازند.

سرخرگ وابران ← شبکهٔ مویرگی دورلوله‌ای ← سیاهرگ‌های اطراف هنله ← سیاهرگ‌های بین‌هرمی ← سیاهرگ کلیه ← بزرگ سیاهرگ زیرین

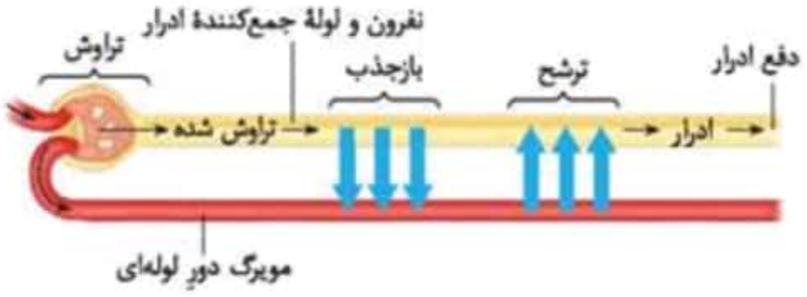
شکل «شبکه‌های مویرگی مرتبط با نفرون (گردیزه)»

- ✓ گلومرول، بین دو سرخرگ وجود دارد؛ سرخرگ آوران و سرخرگ وابران. درون گلومرول، فقط خون روشن وجود دارد.
- ✓ سرخرگ وابران، پس از خروج از کپسول بومن، منشعب می‌شود و دو سرخرگ باریک‌تر را ایجاد می‌کند. یک انشعاب به سمت لوله‌های پیچ‌خورده می‌رود و شبکهٔ مویرگی دورلوله‌ای را ایجاد می‌کند. انشعاب دیگر نیز به سمت بخش بالاروی هنله می‌رود.
- ✓ در شبکهٔ مویرگی دورِ لوله‌های پیچ‌خورده نیز فقط خون روشن وجود دارد. خون توسط مویرگ‌های این لوله‌ها، از طریق یک سرخرگ به سرخرگ اطراف لولهٔ هنله برده می‌شود.
- ✓ در اطراف لولهٔ هنلهٔ بالارو، سرخرگ دارای خون روشن وجود دارد ولی در اطراف لولهٔ هنلهٔ پایین‌رو، سیاهرگ دارای خون تیره وجود دارد.
- ✓ در اطراف مجرای جمع‌کنندهٔ ادرار، هیچ رگی وجود ندارد. این مجرا، تبادل مواد را با مایع بین‌سلولی اطراف خود انجام می‌دهد و مایع بین‌سلولی نیز مواد را با شبکهٔ مویرگی دورِ لولهٔ هنله مبادله می‌کند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فرایند تشکیل ادرار و تخلیهٔ آن

درسنامهٔ ۴ ساختار کپسول بومن و فرایند تراوش



فرایند تشکیل ادرار شامل سه مرحله است که عبارتند از: **تراوش**، **بازجذب** و **ترشح**.

تراوش، **نخستین مرحلهٔ تشکیل ادرار** است و **در کپسول بومن** انجام می‌شود. قبل از این‌که بیشتر راجع به فرایند تراوش صحبت کنیم، ابتدا به بررسی ساختار کپسول بومن می‌پردازیم.

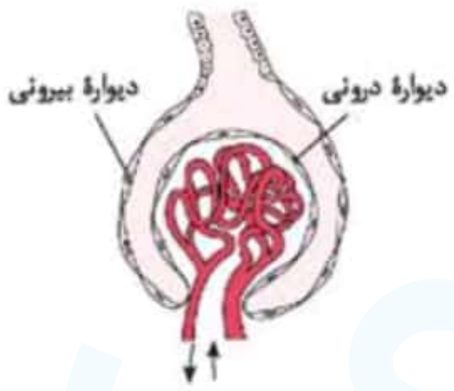
شکل «فرایند تشکیل ادرار»

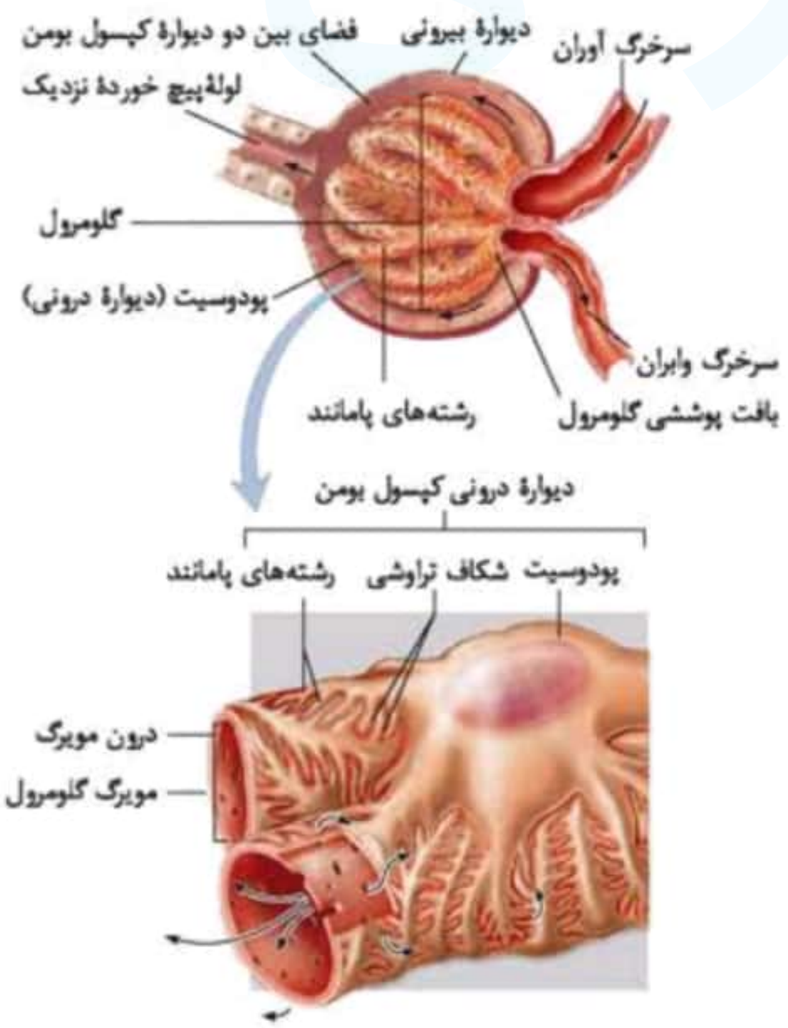
✓ سرخرگ آوران برخلاف سرخرگ وابران، انشعابی از سرخرگ کلیه می‌باشد.

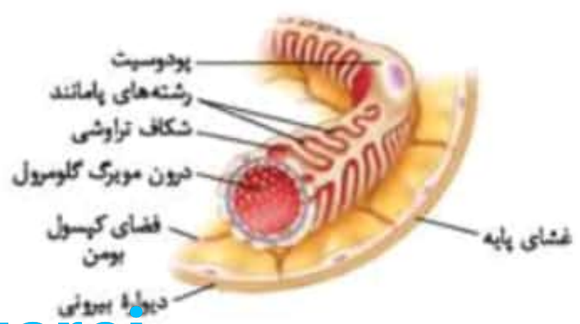
✓ تراوش، در کپسول بومن انجام می‌شود ولی بازجذب و ترشح، در بخش‌های لوله‌ای انجام می‌شوند.

✓ میزان بازجذب بیشتر از میزان ترشح می‌باشد. در نتیجه، حجم ادرار نسبت به مایع تراوش‌شده، کم‌تر است.

ساختار کپسول بومن







کپسول بومن، اطراف گلومرول (کلافک) را احاطه کرده است. این کپسول، دو دیواره دارد؛ **دیوارهٔ درونی** و **بیرونی**. به شکل مقابل نگاه کنید، همان‌طور که مشاهده می‌کنید، دیوارهٔ درونی و بیرونی به یک‌دیگر پیوسته هستند و علت نام‌گذاری آن‌ها، موقعیت قرارگیری آن‌ها می‌باشد. در واقع، دیوارهٔ درونی در اثر فرورفتگی دیوارهٔ کپسول بومن به‌سمت داخل ایجاد می‌شود.

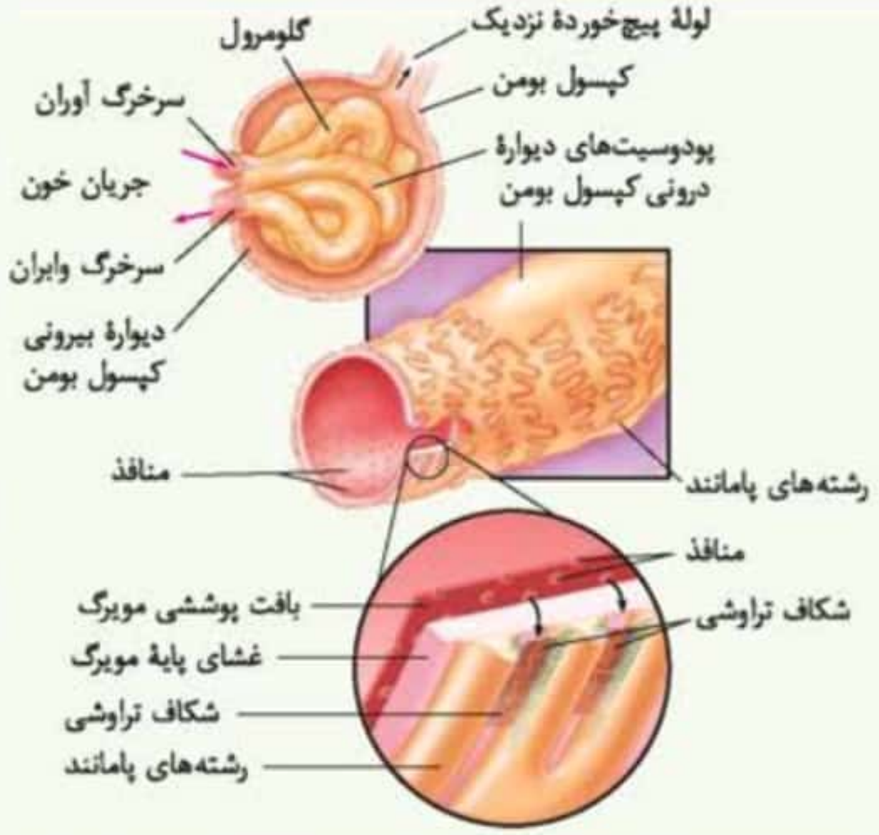
یه بادکنک کم‌باد رو در نظر بگیرین. اگه دستتون رو مشت کنین و به بادکنک فشار وارد کنین (تا حدی که نترکه)، بادکنک به‌سمت داخل میره و دور دستتون رو میگیره. اینجا هم گلومرول مثل یک مشت به وسط کپسول بومن رفته. خب حالا توی اون بادکنک، اون قسمتیش که با دستتون تماس داره، میشه دیوارهٔ درونی، اون قسمتی هم که با دستتون تماس نداره، دیوارهٔ بیرونی است.

دیوارهٔ بیرونی کپسول بومن، **سلول‌های پوششی سنگ‌فرشی ساده** دارد. این دیواره نقشی در تراوش مواد در کپسول بومن ندارد. دیوارهٔ درونی، **به‌طور مستقیم** با گلومرول تماس دارد و با داشتن **شکاف‌های فراوان**، در ورود مواد به نفرون (گردیزه) نقش دارد. دیوارهٔ درونی، نوع خاصی از سلول‌های پوششی به نام **پودوسیت** (Podocyte؛ به‌معنای سلول پادار) دارد. هر پودوسیت، **رشته‌های کوتاه** و **پامانندی** دارد که با آن‌ها، اطراف مویرگ‌های گلومرول را احاطه کرده است. در نتیجهٔ اتصال رشته‌های پامانند به دیوارهٔ مویرگ، **فاصلهٔ بین نفرون و گلومرول تقریباً از بین رفته است** و با کمک **شکاف‌های باریک متعدد** موجود در فواصل بین پاهای پودوسیت‌ها، تراوش مواد به درون کپسول بومن به آسانی انجام می‌شود.

به شکل پودوسیت دقت کنید. هر پودوسیت، یه بخش بزرگ داره که داخلش هستهٔ سلول قرار داره. از این بخش، تعداد زیادی رشتهٔ پامانند خارج میشه. هر کدوم از این رشته‌ها هم انشعابات کوچکتر دارن. بین این رشته‌های پامانند هم فاصله‌ای وجود داره که بهش میگن شکاف تراوشی.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «دیوارهٔ بیرونی و درونی کپسول بومن»



- ✓ شکاف‌های تراوشی، بین پاهای هر پودوسیت ایجاد می‌شوند.
- ✓ در سلول‌های پوششی گلومرول، تعداد فراوانی منفذ وجود دارد.
- ✓ غشای پایهٔ گلومرول، بین سلول‌های پوششی گلومرول و پودوسیت‌ها قرار می‌گیرد.
- ✓ پودوسیت‌ها، نسبت به سلول‌های سنگ‌فرشی، اندازهٔ بیشتر و هستهٔ بزرگ‌تری دارند.

شکل «گلومرول (کلافک) درون کپسول بومن»

- ✓ سرخرگ آوران نسبت به سرخرگ وابران، قطر بیشتری دارد.
- ✓ دیوارهٔ درونی کپسول بومن، در امتداد دیوارهٔ بیرونی کپسول بومن قرار دارد.
- ✓ دیوارهٔ بیرونی کپسول بومن، در امتداد دیوارهٔ لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک قرار دارد.
- ✓ سلول‌های پوششی لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک، دارای ریزپرز هستند.

جمع‌بندی

کپسول بومن

	نوع بافت	نوع سلول‌های پوششی	رشتهٔ پامانند	فضای بین‌سلولی	شکاف بین‌سلولی	ارتباط مستقیم با گلومرول
دیوارهٔ داخلی	پوششی یک‌لایه‌ای	پودوسیت (یاختهٔ پادار)	کوتاه و زیاد	اندک	شکاف‌های باریک و متعدد	دارد
دیوارهٔ خارجی	پوششی یک‌لایه‌ای	سنگ‌فرشی	ندارد	اندک	به مقدار خیلی کم	ندارد

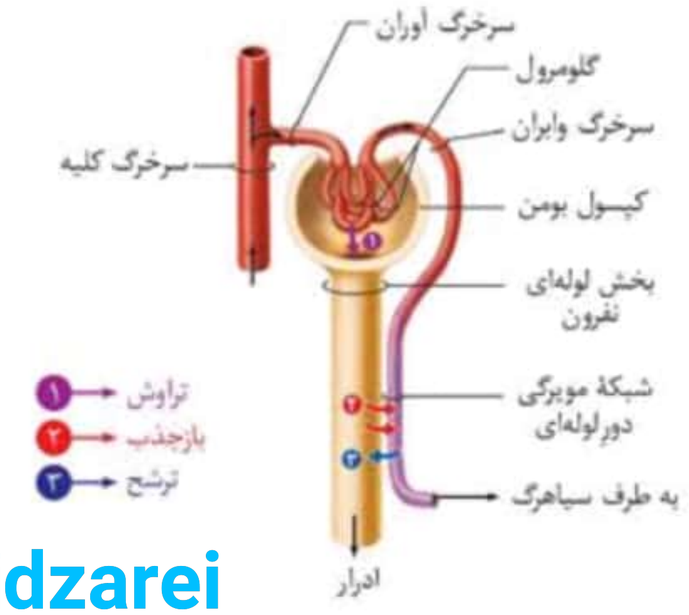
تراوش

تراوش، نخستین مرحلهٔ تشکیل ادرار است. در این مرحله، مواد موجود در پلاسمای خون (به جز پروتئین‌ها)، از گلومرول خارج می‌شوند و به کپسول بومن وارد می‌شوند. عامل حرکت مواد در این فرایند، **فشار خون** می‌باشد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] یکی از روش‌هایی که به مبادلهٔ مواد در مویرگ‌ها کمک می‌کند، جریان توده‌ای است. در این روش، انتقال مواد از منافذ دیوارهٔ مویرگ‌ها صورت می‌گیرد و عامل آن، اختلاف فشار میان درون و بیرون مویرگ است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] باقی‌ماندهٔ فشار خون که در **جریان توده‌ای** مؤثر است، **فشار تراوشی** نام دارد.

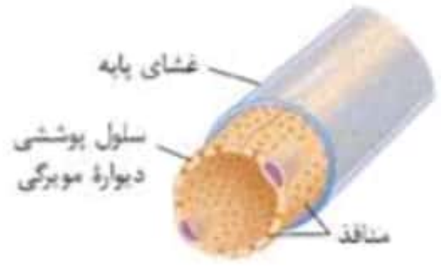
برای این‌که فشار تراوشی به حد کافی زیاد باشد و نیروی لازم برای خروج مواد تأمین شود، **قطر سرخرگ آوران بیشتر از سرخرگ وابران است** تا فشار تراوشی در مویرگ‌های گلومرول افزایش یابد.



این‌که چرا اختلاف قطر سرخرگ آوران و وابران منجر به افزایش فشار تراوشی گلومرول میشه، زیاد چیز سختی نیست و یکم فکر کنین خودتون دلیلشو می‌فهمین. اما منم بهتون می‌گم. مقدار زیادی خون از طریق سرخرگ آوران وارد گلومرول میشه. این خون باید از طریق سرخرگ وابران از گلومرول خارج بشه. اما مشکل اینجاست که سرخرگ وابران قطرش کمتر از سرخرگ آوران است و خون کم‌تری رو می‌تونه جابه‌جا کنه. پس سرعت ورود خون به گلومرول بیشتر از سرعت خروج خون از اون است. نتیجش اینه که خون توی گلومرول جمع میشه و فشار خون میره بالا. افزایش فشار خون هم باعث میشه، فشار تراوش زیاد بشه و نتیجه‌ش اینه که تراوش زیاد شه.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

حالا می‌رسیم به ساختار گلومرول. قبلاً راجع به سازگاری‌های کپسول بومن برای کمک به تراوش صحبت کردیم. حالا ببینیم گلومرول چه سازگاری‌ای داره.



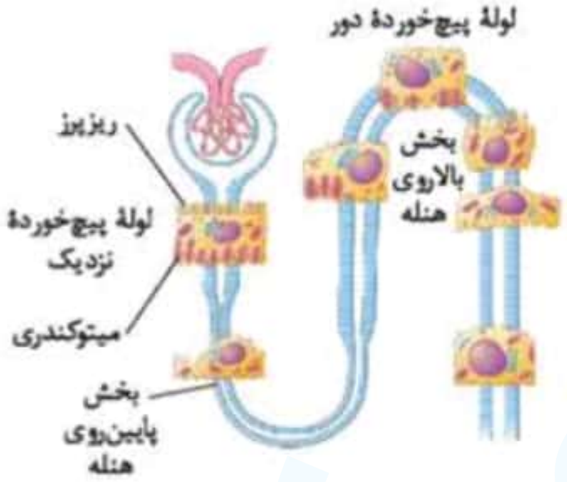
تراوش در گلومرول، **بر اساس اندازهٔ مواد** انجام می‌شود. مویرگ‌های گلومرول، **منافذ بزرگی** دارند که به خروج مواد از آن‌ها کمک می‌کند. البته پروتئین‌ها از این منافذ بزرگ‌تر هستند و نمی‌توانند از مویرگ خارج شوند. اگر هم به هر دلیلی (مثلاً آسیب دیوارهٔ گلومرول) پروتئین‌ها بتوانند از منافذ مویرگ‌ها عبور کنند، با سد دیگری در مقابل خود مواجه می‌شوند که همان غشای پایهٔ مویرگ‌های گلومرول می‌باشد.

غشای پایهٔ مویرگ‌های گلومرول، همانند همهٔ مویرگ‌های دیگر بدن زیر سلول‌های بافت پوششی قرار می‌گیرد ولی ضخامت آن در حدود **۵ برابر بیشتر از غشای پایه در سایر مویرگ‌ها** است. در نتیجه، در فرد سالم، خروج پروتئین از پلاسما و ورود آن به کپسول بومن، غیرممکن است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] در کلیه، مویرگ‌های منفذدار وجود دارند. این مویرگ‌ها، با داشتن منافذ گسترده مشخص می‌شوند. لایه‌ای پروتئینی، منافذ مویرگ را می‌پوشاند و جلوی عبور مولکول‌های درشت مثل پروتئین‌ها را می‌گیرد.

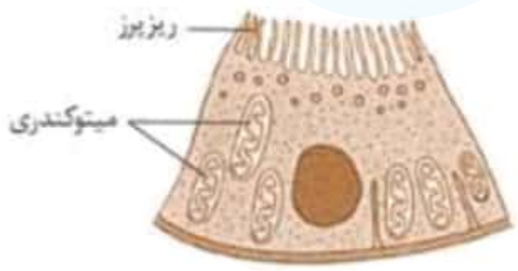
درسنامهٔ ۵ بازجذب و ترشح

بازجذب



گفتیم که در تراوش، خروج مواد از مویرگ‌ها به‌صورت فله‌ای و بر اساس اندازه می‌باشد. یعنی تراوش کاری نداره چیزی که داره خارج میکنه مفیده یا مضر. هرچی که اندازش کوچک‌تر از منافذ مویرگ باشه رو خارج می‌کنه. خب نتیجش چیه؟ مواد مفید و مورد نیاز بدن، مثل گلوکز و آمینواسیدها هم خارج می‌شن. اینجاست که بازجذب به داد بدن می‌رسه.

فرایند بازجذب در کلیه‌ها، مشابه فرایند جذب در رودهٔ باریک می‌باشد. سلول‌های پوششی نفرون، مواد مفید را از مایع تراوش‌شدهٔ درون نفرون می‌گیرند و وارد خود می‌کنند. از طریق غشای سمت دیگر سلول، این مواد به مایع بین‌سلولی وارد می‌شوند. در نهایت، مواد از طریق مایع بین‌سلولی به جریان خون مویرگ‌های دورِ لوله‌ای وارد می‌شوند.



نکته ورود مواد به درون سلول‌های پوششی نفرون (بازجذب)، **به‌طور معمول** با **انتقال فعال** و **صرف انرژی زیستی** انجام می‌شود. گاهی اوقات نیز بازجذب غیرفعال است؛ مثلاً آب همیشه به‌صورت غیرفعال و با اسمز جذب می‌شود.

بازجذب، به محض ورود مواد تراوش‌شده به لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک شروع می‌شود و در لولهٔ جمع‌کننده خاتمه می‌یابد. **بیشترین میزان بازجذب در لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک انجام می‌شود.** دیوارهٔ لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک، بافت پوششی **مکعبی یک‌لایه‌ای** و **ریزپرز** دارد. وجود ریزپزهای فراوان در این قسمت، سطح بازجذب را افزایش می‌دهد.

شکل «سلول‌های ریزپرزدار لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک»

- ✓ سلول‌های پوششی لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک، مکعبی‌شکل هستند.
- ✓ در سلول‌های پوششی لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک، تعداد فراوانی ریزپرز بلند وجود دارد.
- ✓ هسته و میتوکندری‌های سلول‌های پوششی لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک، در قاعدهٔ سلول قرار دارند.
- ✓ تعداد زیاد میتوکندری‌های درون سلول، نشان‌دهندهٔ نیاز فراوان سلول برای انجام اعمال خود می‌باشد.

نکته بازجذب باعث می‌شود که مقدار مواد در ادرار نسبت به مایع تراوش‌شده کاهش پیدا کند مثلاً، در فرد سالم، گلوکز و آمینواسیدها به‌طور کامل بازجذب می‌شوند و اصلاً در ادرار وجود ندارند ولی در مایع تراوش‌شده وجود دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] ریزپرزها، چین‌خوردگی‌های غشای سلول هستند. سلول‌های پوششی مخاط رودهٔ باریک و لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک، ریزپرز دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] بافت پوششی مکعبی یک‌لایه‌ای، در غدهٔ تیروئید و دیوارهٔ لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک وجود دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] هورمون پاراتیروئیدی در پاسخ به کاهش کلسیم پلاسمای خون (خوناب) ترشح می‌شود و در هم‌ایستایی کلسیم نقش دارد. این هورمون، بازجذب کلسیم را در کلیه افزایش می‌دهد.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

ترشح

پس از انجام فرایند تراوش، هنوز هم موادی وجود دارند که لازم است دفع شوند. ورود این مواد به درون نفرون از طریق فرایند ترشح انجام می‌شود. در این فرایند، سلول‌های پوششی نفرون، مواد دفعی موجود در **مویرگ‌های دورِ لوله‌ای** یا **داخل خود سلول** را به درون نفرون ترشح می‌کنند.

بعضی از سموم و داروها و هم‌چنین **یون‌هایی مثل هیدروژن** و **پتاسیم** اضافی، می‌توانند از طریق فرایند ترشح دفع شوند.

نکته ترشح، **معمولاً** به‌صورت **فعال** و با **صرف انرژی زیستی** (ATP) انجام می‌شود.

نکته در نتیجهٔ ترشح، مقدار مواد ترشح‌شده در ترکیب نهایی ادرار نسبت به مایع تراوش‌شده، افزایش می‌یابد زیرا بعد از فرایند تراوش (یعنی در طول نفرون و لولهٔ جمع‌کنندهٔ ادرار) نیز مقداری از مواد دفعی به مایع تراوش‌شده اضافه می‌شوند.

نکته تراوش، فقط در کپسول بومن انجام می‌شود ولی بازجذب و ترشح، در بخش‌های بعدی نفرون و هم‌چنین، لولهٔ جمع‌کنندهٔ ادرار انجام می‌شوند.

تنظیم pH خون

گفتیم که یکی از جنبه‌های هومئوستازی (هم‌ایستایی)، تنظیم اسید ـ باز می‌باشد و کلیه‌ها نیز در آن نقش دارند. کلیه‌ها این کار را از طریق **تغییر در میزان دفع یون هیدروژن و بیکربنات** انجام می‌دهند. یون هیدروژن، باعث اسیدی‌شدن خون می‌شود و یون بیکربنات، خون را قلیایی می‌کند. وقتی که pH خون کاهش می‌یابد (خون اسیدی‌تر می‌شود)، دفع یون هیدروژن افزایش می‌یابد و دفع بیکربنات کاهش می‌یابد. یعنی میزان ترشح یون هیدروژن و بازجذب یون بیکربنات بیشتر می‌شود. وقتی که pH خون افزایش می‌یابد (خون قلیایی‌تر می‌شود)، دفع یون هیدروژن کاهش می‌یابد و دفع بیکربنات افزایش می‌یابد. یعنی میزان ترشح یون هیدروژن و بازجذب یون بیکربنات کم‌تر می‌شود.

نکته در نفرون، بازجذب یون هیدروژن و ترشح یون بیکربنات نداریم.

جمع‌بندی

تنظیم pH خون

تغییر pH	کاهش (اسیدی‌تر شدن)		افزایش (قلیایی‌تر شدن)	
نام یون	هیدروژن	بیکربنات	هیدروژن	بیکربنات
تغییر غلظت در ادرار	افزایش	کاهش	کاهش	افزایش
تغییر غلظت در خون	کاهش	افزایش	افزایش	کاهش
مکانیسم تغییر غلظت	افزایش ترشح	افزایش بازجذب	کاهش ترشح	کاهش بازجذب

درس‌نامهٔ ۶ ترکیب شیمیایی ادرار

در ابتدای هر نفرون، مواد موجود در خون توسط گلومرول و طی فرایند تراوش، وارد کپسول بومن می‌شوند. مایع تراوش‌شده، وارد لوله‌های کلیوی و مجرای جمع‌کننده می‌شود و در این قسمت‌ها، تحت تأثیر فرایندهای بازجذب و ترشح، ترکیب آن تغییر می‌کند. در آخر، ترکیب نهایی ادرار در لولهٔ جمع‌کننده مشخص می‌شود و ادرار تشکیل می‌شود. لوله‌های جمع‌کننده، ادرار را به لگنچه می‌ریزند.

نکته با توجه به این‌که در کتاب درسی می‌خوانیم که ترکیب نهایی ادرار در لولهٔ جمع‌کننده مشخص می‌شود، می‌توان متوجه شد که در لولهٔ جمع‌کننده نیز فرایند بازجذب و ترشح وجود دارد.

ترکیب شیمیایی ادرار

مواد شیمیایی ادرار را می‌توان به دو دستهٔ معدنی و آلی تقسیم کرد. در ادامه، هر دسته را جداگانه بررسی می‌کنیم.

☐ مواد معدنی

۱- آب: **بخش عمدهٔ ادرار** (حدود ۹۵ درصد)، آب می‌باشد. دفع آب از طریق ادرار، یکی از راه‌های تنظیم مقدار آب بدن می‌باشد. البته مقداری آب نیز از طریق فرایندهای دیگر مثل دفع مدفوع، تعریق، اشک، تنفس و ... از بدن خارج می‌شود.

۲- یون‌ها: بخش مهمی از هومئوستازی یون‌ها، مربوط به فرایند دفع ادرار است. در ادرار، یون‌های مختلفی وجود دارند. مثل یون سدیم، پتاسیم، هیدروژن و بیکربنات. قبلاً گفتیم که میزان دفع یون هیدروژن و بیکربنات، در تنظیم اسید ـ باز خون نقش دارد. در ادامه نیز در ارتباط با اثر بازجذب سدیم بر فرایند تنظیم آب صحبت خواهیم کرد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] زمانی‌که مقدار یون سدیم در بدن زیاد می‌شود، مقدار اضافی آن از طریق ادرار از بدن خارج می‌شود. این فرایند نیز جزئی از [illegible] (هم‌ایستایی) محسوب می‌شود.

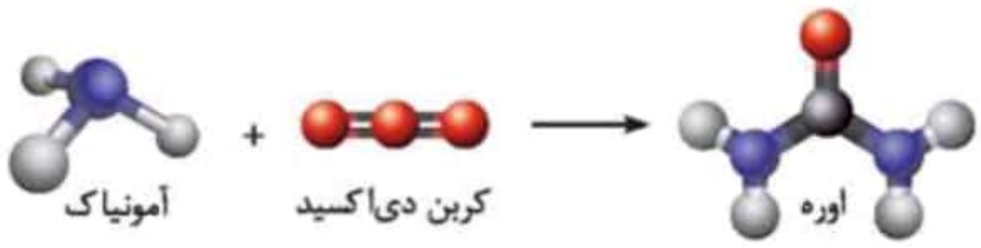
@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

❑ مواد آلی

انواعی از **مواد آلی نیتروژن‌دار سمی** در خون وجود دارند که باید توسط ادرار دفع شوند. این مواد توسط کلیه‌ها از خون گرفته می‌شوند و به ترکیب ادرار وارد می‌شوند.

۱- اوره: وقتی‌که **آمینواسیدها** و **نوکلئیک‌اسیدها** (مثلاً DNA) تجزیه می‌شوند، **آمونیاک** تولید می‌شود. آمونیاک ماده‌ای **بسیار سمی** است و تجمع آن در خون، **به‌سرعت** باعث مرگ می‌شود. این ماده به **کبد** می‌رود و توسط سلول‌های کبدی تغییر می‌کند. در کبد، آمونیاک با **کربن دی‌اکسید** ترکیب می‌شود و به **اوره** تبدیل می‌گردد. اوره، **فراوان‌ترین مادهٔ دفعی آلی** در ادرار انسان است. سمیت اوره از آمونیاک کم‌تر است و در نتیجه، این ماده می‌تواند در بدن **ذخیره** شود و **به‌صورت متناوب (با فاصلهٔ زمانی)** دفع شود.

تجزیهٔ آمینواسیدها و نوکلئیک‌اسیدها ← آمونیاک —(انتقال به کبد)→ کبد + کربن دی‌اکسید → اوره ← ذخیره در بدن ← دفع با فاصلهٔ زمانی



نکته فراوان‌ترین مادهٔ دفعی ادرار، آب است اما فراوان‌ترین مادهٔ دفعی آلی ادرار، اوره می‌باشد.

۲- کِرآتینین: در فصل‌های قبل خواندیم که منبع انرژی در سلول، ATP می‌باشد. ATP، در پی ترکیب ADP و فسفات به‌وجود می‌آید. در سلول‌های ماهیچه‌ای، **انرژی** و **فسفات** لازم برای تبدیل ADP به ATP، از نوعی **مادهٔ آلی پرانرژی** به‌نام **کِرآتین‌فسفات** تأمین می‌شود. در نتیجهٔ انتقال فسفات از **کِرآتین‌فسفات** به ADP، **کِرآتینین** کم‌انرژی تولید می‌شود.

خب، حالا به‌نظرتون انرژی کرآتینین بیشتر است یا کرآتین‌فسفات؟ کرآتین‌فسفات، ماده‌ای است، که انرژی و فسفات لازم برای تبدیل ADP به ATP را تأمین می‌کند. وقتی‌که کرآتین‌فسفات انرژی و فسفات خود را از دست داد، کرآتینین ایجاد می‌شود، پس می‌توان گفت که کرآتین‌فسفات نسبت به کرآتینین دارای فسفات و انرژی بیشتری است. دقت داشته باشید که در فرایند تولید ATP، کرآتین فسفات مصرف می‌شود و کرآتینین تولید می‌شود. به عبارت دیگر، کرآتینین در فرایند تولید ATP قابل استفاده نیست.

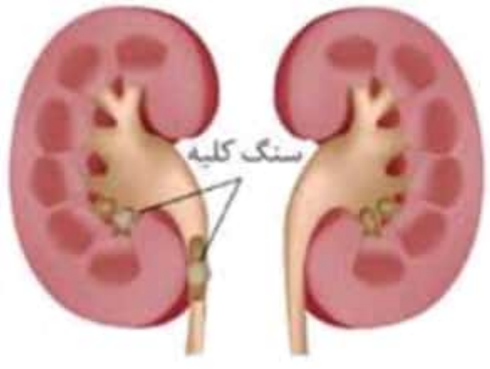
میزان انرژی و فسفات : کرآتینین < کرآتین‌فسفات

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۳ یازدهم] کراتین‌فسفات، ماده‌ای است که با دادن فسفات خود (طبق واکنش زیر)، می‌تواند مولکول ATP را به سرعت بازتولید کند.

$$ATP + C \text{ (کرآتین)} \rightarrow ADP + CP \text{ (کراتین‌فسفات)}$$

طی این واکنش، مولکول کرآتین تولید می‌شود که بعداً به کرآتینین تبدیل می‌شود. کرآتینین، نوعی مادهٔ دفعی نیتروژن‌دار است که از طریق ادرار از بدن دفع می‌شود.

۳- اوریک‌اسید: یکی از مواد نیتروژن‌دار دیگری که در اثر **سوخت‌وساز نوکلئیک‌اسیدها** به‌وجود می‌آید، **اوریک‌اسید** است. برخلاف اوره، اوریک‌اسید **انحلال‌پذیری بسیار کمی در آب** دارد؛ در نتیجه، می‌تواند **رسوب** کند و **بلورهای جامد** تشکیل دهد. رسوب بلورهای اوریک‌اسید در کلیه‌ها باعث ایجاد **سنگ کلیه** و در مفاصل، باعث بیماری **نقرس** می‌شود. نقرس، یک بیماری مفصلی است که همراه با **درد** و **التهاب مفاصل** می‌باشد.



رسوب اوریک‌اسید و ایجاد سنگ کلیه

التهاب مفاصل در بیماری نقرس

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] علاوه بر رسوب بلور اوریک‌اسید در مفاصل (بیماری نقرس)، آسیب غضروف مفصلی نیز می‌تواند منجر به بیماری مفصلی شود. بخش صیقلی غضروف‌های مفصلی در اثر کارکرد زیاد، ضربات، آسیب‌ها و بعضی بیماری‌ها تخریب می‌شود، ولی بدن دوباره آن را ترمیم می‌کند. زمانی که تخریب بیش از ترمیم باشد، می‌تواند باعث بیماری‌های مفصلی شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

مواد نیتروژن‌دار سمی

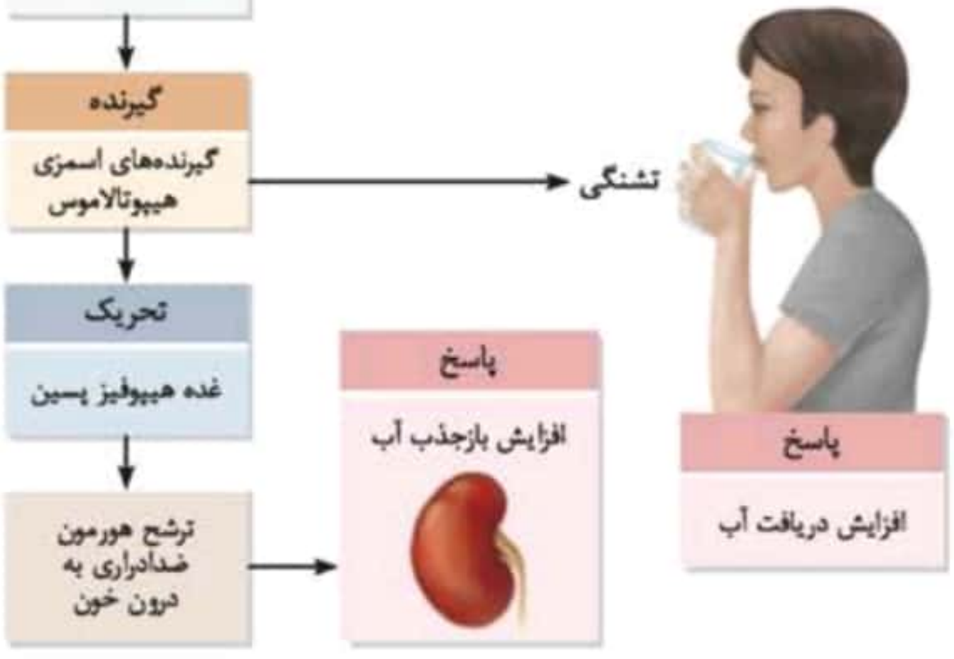
نوع مادهٔ نیتروژن‌دار	آمونیاک	اوره	اوریک اسید	کِرآتینین
سلول تولیدکننده	هر سلول دارای سوخت‌وساز پروتئین و نوکلئیک‌اسید، مثل کبد، ماهیچه و ...	سلول‌های کبدی	هر سلول دارای سوخت‌وساز نوکلئیک‌اسید، مثل کبد، ماهیچه و ...	سلول ماهیچه‌ای
روش تولید	حاصل سوخت‌وساز پروتئین و نوکلئیک‌اسیدها	حاصل ترکیب کربن دی‌اکسید و آمونیاک	حاصل سوخت‌وساز نوکلئیک‌اسیدها	تجزیهٔ کِرآتین‌فسفات
سمّیت	بسیار زیاد	بسیار کم‌تر از آمونیاک	بسیار کم‌تر از آمونیاک	—
انحلال‌پذیری در آب	بسیار زیاد	زیاد	بسیار کم	—
تمایل به رسوب و تشکیل بلور	ندارد	ندارد	دارد	—
قابلیت انباشته‌شدن و دفع با فواصل زمانی	ندارد	دارد	—	—
اثرات انباشته شدن در بدن	مرگ سریع	مشکلی ندارد	کلیه: سنگ کلیه مفاصل: نقرس؛ درد و التهاب مفاصل	—

درسنامهٔ ۷ تنظیم آب بدن

آب مایهٔ حیات است. بدون آب می‌میریم. انسان می‌تواند بدون غذا تا هفته‌ها زنده بماند اما بدون آب، ظرف چند روز و حداکثر یک هفته می‌میرد. دانشمندان نشان داده‌اند که اگر فردی مقدار کافی از آب و ویتامین‌های محلول در آب را دریافت کند، بدون غذا خوردن تا یک سال نیز می‌تواند زندگی کند. در ابتدای فصل هم گفتیم که سلول‌های بدن در یک محیط مایع زندگی می‌کنند، واکنش‌های بدن در محیط آبی انجام میشه و بیش از ۶۰ درصد از بدن رو آب تشکیل می‌ده. این مقدمه‌ای بود برای اینکه بدونین چقدر آب مهمه و اگه تنظیم آب درست انجام نشه، چه مشکلاتی ممکنه ایجاد بشه. در این درسنامه، به بررسی اثر «هورمون‌ها» در تنظیم مقدار آب بدن می‌پردازیم.

هورمون ضدادراری و مرکز تشنگی

اگه در محلولی با حجم ثابت (مثل پلاسمای خون)، غلظت مواد حل‌شده زیاد بشه، چه اتفاقی میفته؟ فشار اسمزی زیاد میشه. در کل افزایش غلظت، می‌تونه ناشی از کاهش حجم محلول (کاهش آب) یا افزایش مقدار حل‌شونده‌ها باشه.



افزایش بیش از حد فشار اسمزی خون، **گیرنده‌های اسمزی** در **هیپوتالاموس (زیرنهنج)** را تحریک می‌کند. هیپوتالاموس (زیرنهنج)، **مرکز تشنگی** در بدن است و هم‌چنین ترشح هورمون‌های **غدهٔ هیپوفیز (زیرمغزی)** را کنترل می‌کند. فعال‌شدن مرکز تشنگی، باعث می‌شود که فرد تشنه شده و آب بخورد و حجم آب خون افزایش یابد. **غدهٔ هیپوفیز (زیرمغزی) پسین** نیز **هورمون ضدادراری** را ترشح می‌کند. این هورمون، بر کلیه‌ها اثر گذاشته و در آن‌جا بازجذب آب را افزایش می‌دهد. در نتیجه، میزان دفع آب از طریق ادرار کاهش می‌یابد. در نتیجهٔ افزایش حجم آب در خون، فشار اسمزی به حالت طبیعی خود برمی‌گردد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] هیپوتالاموس (زیرنهنج) که در زیر تالاموس قرار دارد، دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، تشنگی، گرسنگی و خواب را تنظیم می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] غدهٔ هیپوفیز (زیرمغزی)، تقریباً به اندازهٔ یک نخود است و با ساقه‌ای به هیپوتالاموس متصل است. این غده درون یک گودی، در استخوانی از کف جمجمه جای دارد.

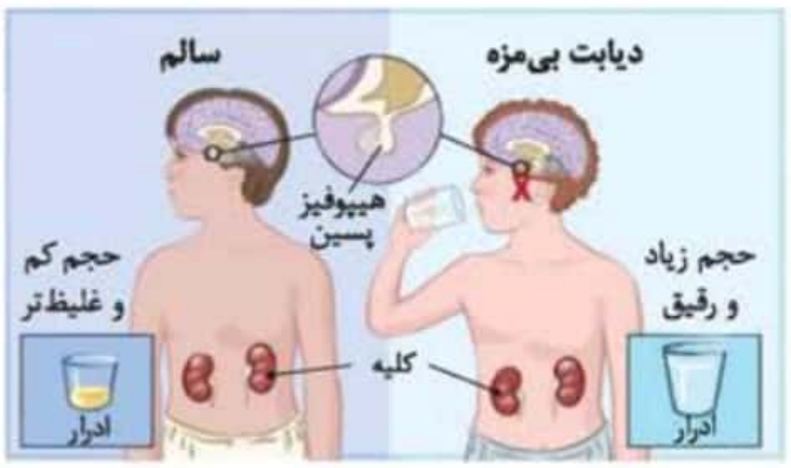
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] بخش پسین غدهٔ هیپوفیز، هیچ هورمونی نمی‌سازد. هورمون‌های بخش پسین در یاخته‌های عصبی هیپوتالاموس تولید می‌شوند. این هورمون‌ها که در جسم یاخته‌ای ساخته شده‌اند، از طریق آکسون‌ها به بخش پسین می‌رسند. دو هورمون به نام‌های ضد ادراری و اکسی‌توسین، در هیپوتالاموس ساخته و در بخش پسین هیپوفیز، ذخیره و ترشح می‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

دیابت بی‌مزه

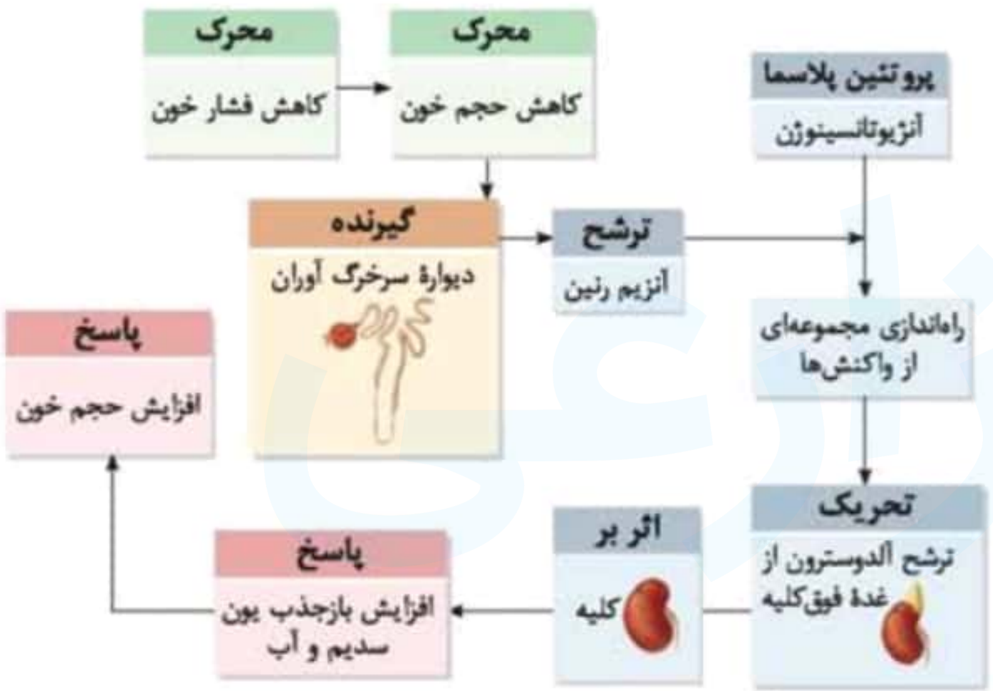
همهٔ شما حتماً اسم بیماری دیابت را شنیده‌اید. وقتی میگن دیابت، معمولاً منظورشون دیابت شیرین است. دیابت شیرین یا بیماری قند، یک بیماری است که در اثر افزایش بیش از حد قند خون ایجاد میشه. در نتیجهٔ افزایش بیش از حد گلوکز در خون، مقدار زیادی گلوکز به درون کپسول بومن تراوش میشه. بخشی از این گلوکز بازجذب میشه ولی برخلاف فرد سالم، بازجذب کامل گلوکز ممکن نیست. در نتیجه، قند وارد ادرار می‌شه و ادرار شیرین میشه! در افراد دیابتی، به دنبال گلوکز مقدار زیادی آب نیز دفع میشه. در نتیجه، حجم ادرار در افراد دیابتی افزایش پیدا می‌کنه.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] اگر یاخته‌ها نتوانند گلوکز را از خون بگیرند، غلظت گلوکز خون افزایش می‌یابد. به همین علت، گلوکز و به دنبال آن، آب وارد ادرار می‌شود. چنین وضعیتی به دیابت شیرین معروف است.



در دیابت بی‌مزه، همانند دیابت شیرین، حجم ادرار فرد افزایش می‌یابد. علت این بیماری، **کاهش شدید ترشح هورمون ضدادراری** است. کاهش مقدار این هورمون در خون، باعث می‌شود که بازجذب آب با مشکل مواجه شود و در نتیجه حجم ادرار افزایش می‌یابد، بنابراین فرد مقدار زیادی ادرار رقیق دفع می‌کند. در نتیجه، فشار اسمزی خون زیاد می‌شود و گیرنده‌های اسمزی هیپوتالاموس (زیرنهنج) را تحریک می‌کند. این امر موجب تحریک مرکز تشنگی می‌شود و فرد برای رفع تشنگی، مقدار زیادی آب می‌نوشد. در این بیماری، تعادل آب و یون‌ها در بدن به‌هم می‌خورد. *علت بی‌مزه بودنشم اینه که داخل ادرارشون قند وجود نداره.*

هورمون آلدوسترون



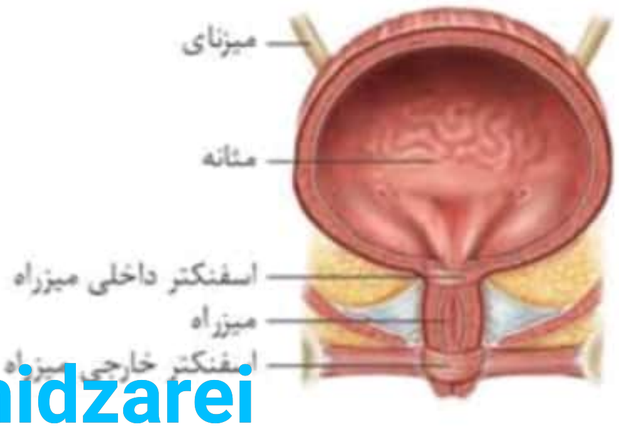
یکی از عوامل مؤثر بر فشار خون، حجم خون می‌باشد. هر چه حجم خون بیشتر باشد، نیروی بیشتری به دیوارهٔ رگ وارد می‌شود و در نتیجه، فشار خون افزایش می‌یابد. در نتیجهٔ کاهش مقدار آب خون و کاهش حجم خون، جریان و فشار خون در سرخرگ آوران کاهش می‌یابد. این وضعیت باعث می‌شود که دیوارهٔ سرخرگ آوران، آنزیمی به نام **رنین** را به درون خون ترشح کند. وقتی رنین وارد خون شد، بر روی یکی از پروتئین‌های پلاسما (خوناب) به نام **آنژیوتانسینوژن** تأثیر می‌گذارد. تحت تأثیر آنزیم رنین بر آنژیوتانسینوژن، مجموعه‌ای از واکنش‌ها راه‌اندازی می‌شوند که منجر به تحریک ترشح هورمون **آلدوسترون** از غدهٔ فوق‌کلیه می‌شود. آلدوسترون، هورمونی است که باعث **افزایش بازجذب سدیم** در کلیه‌ها می‌شود. وقتی‌که بازجذب سدیم افزایش یابد، فشار اسمزی در مویرگ‌های دورِ لوله‌ای افزایش می‌یابد؛ در نتیجه، آب به روش اسمز بازجذب می‌شود و حجم آن در ادرار کاهش می‌یابد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] افزایش یون سدیم در بدن، می‌تواند منجر به افزایش احتمال بروز خیز (اِدِم) شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] یکی از هورمون‌هایی که از بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه ترشح می‌شود، هورمون آلدوسترون است که بازجذب سدیم را از کلیه افزایش می‌دهد به دنبال بازجذب سدیم، آب هم بازجذب می‌شود و در نتیجه، فشار خون بالا می‌رود.

درسنامهٔ ۸ تخلیهٔ ادرار

میزنای، ادرار را از لگنچهٔ کلیه دریافت می‌کند و به‌سمت مثانه می‌برد. میزنای دارای دیوارهٔ ماهیچه‌ای است. **انقباضات کرمی** ماهیچه‌های صاف میزنای، ادرار را به‌سمت مثانه می‌برند. **دو میزنای**، ادرار را به درون مثانه تخلیه می‌کنند. در محل اتصال میزنای به مثانه، دریچه‌ای در اثر **چین‌خوردگی مخاط مثانه بر روی دهانهٔ میزنای** ایجاد شده است که پس از ورود ادرار به مثانه، جلوی بازگشت آن به میزنای را می‌گیرد.



مثانه، یک **کیسهٔ ماهیچه‌ای** است که به‌طور موقت ادرار را ذخیره می‌کند. با **افزایش حجم ادرار در مثانه**، کشیدگی دیوارهٔ مثانه نیز بیشتر می‌شود. وقتی‌که میزان کشیدگی دیوارهٔ مثانه از **حد مشخصی** بیشتر شود، **گیرنده‌های کششی** دیوارهٔ مثانه تحریک می‌شوند. این گیرنده‌ها، پیام‌هایی را به‌سمت **نخاع** ارسال می‌کنند تا **انعکاس تخلیهٔ ادرار** آغاز شود. مرکز عصبی تخلیهٔ ادرار در نخاع، ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ مثانه را وادار به انقباض می‌کند. با **افزایش شدت انقباضات** این ماهیچه‌ها، ادرار از مثانه خارج‌شده و به میزنا وارد می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] نخاع، مغز را به دستگاه عصبی محیطی متصل می‌کند و مسیر عبور پیام‌های حسی از اندام‌های بدن به مغز و ارسال پیام‌ها از مغز به نخاع است. علاوه‌بر آن، مغز برخی انعکاس‌های بدن است؛ مثل انعکاس تخلیهٔ مثانه.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۲ یازدهم] گیرنده‌های کششی دیوارهٔ مثانه، جزء گیرنده‌های مکانیکی محسوب می‌شوند.

میزراه، دارای دو اسفنکتر (بنداره) می‌باشد؛ **اسفنکتر داخلی**، ماهیچهٔ صاف دارد و غیرارادی است اما **اسفنکتر خارجی**، ماهیچهٔ مخطط دارد و به‌صورت ارادی عمل می‌کند. اسفنکتر داخلی میزراه، در محل اتصال مثانه و میزراه قرار دارد. وقتی‌که شدت انقباضات ماهیچه‌ای مثانه زیاد می‌شود و ادرار می‌خواهد به میزراه وارد شود، ماهیچه‌های صاف اسفنکتر داخلی شل می‌شوند تا ورود ادرار انجام شود. در نتیجه، ادرار در پشت اسفنکتر خارجی میزراه جمع می‌شود. شل شدن اسفنکتر خارجی میزراه، به‌طور ارادی و توسط پیام‌های عصبی مغز انجام می‌شود و در نتیجهٔ آن، خروج ادرار از بدن انجام می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] انقباض ماهیچه‌های صاف میزنای، مثانه و اسفنکتر (بندارهٔ) داخلی میزراه، توسط بخش خودمختار دستگاه عصبی محیطی (اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک)، تنظیم می‌شود.

نکته همان‌طور که گفتم، مرکز عصبی انعکاس تخلیهٔ ادرار در نخاع قرار دارد ولی کنترل ارادی اسفنکتر خارجی توسط مغز انجام می‌شود. در نوزادان و کودکان، هنوز ارتباط بین مغز و نخاع برقرار نشده است و در نتیجه، اسفنکتر خارجی نیز به‌صورت غیرارادی عمل می‌کند.

ماهیچه	عصب‌دهی		
	نوع	در زمان پرشدن مثانه	در زمان تخلیهٔ ادرار
ماهیچهٔ صاف دیوارهٔ مثانه	اعصاب خودمختار	مهار	تحریک
اسفنکتر داخلی میزراه (ماهیچهٔ صاف)	اعصاب خودمختار	تحریک	مهار
اسفنکتر خارجی میزراه (ماهیچهٔ مخطط)	(اعصاب پیکری)	تحریک	مهار

کتاب درسی زیر ذره‌بین

در کتاب درسی می‌خوانیم که «در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاع آنان به‌طور کامل برقرار نشده است، تخلیهٔ مثانه به‌صورت غیرارادی صورت می‌گیرد.» همان‌طور که گفتم، اسفنکتر داخلی مثانه از نوع ماهیچهٔ صاف است و فعالیت غیرارادی دارد. بنابراین، حتی در فرد بالغ هم خروج ادرار از مثانه به‌صورت غیرارادی انجام می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] در مجاری تنفسی، لولهٔ گوارش و مجاری ادراری ـ تناسلی، لایهٔ مخاطی وجود دارد؛ بنابراین، در میزنای، میزراه و مثانه، لایهٔ مخاطی دیده می‌شود. دقت داشته باشید که در نفرون، لایهٔ مخاطی وجود ندارد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] دفع ادرار، یکی از روش‌های دفاعی در نخستین خط دفاعی بدن است.

شکل «دستگاه دفع ادرار»

- ✓ کلیهٔ چپ بالاتر از کلیهٔ راست قرار دارد.
- ✓ سرخرگ آئورت در سمت چپ بدن قرار دارد؛ در نتیجه، سرخرگ کلیهٔ چپ کوتاه‌تر از سرخرگ کلیهٔ راست است.
- ✓ بزرگ سیاهرگ زیرین در سمت راست بدن قرار دارد؛ در نتیجه، سیاهرگ کلیهٔ راست کوتاه‌تر از سیاهرگ کلیهٔ چپ است.
- ✓ سیاهرگ‌های کلیه در جلوی سرخرگ‌ها و میزنای‌ها قرار دارند. در کلیهٔ راست، طول سیاهرگ کوتاه‌تر از سرخرگ است و در کلیهٔ چپ، طول سرخرگ کوتاه‌تر از طول سیاهرگ است.
- ✓ در حفرهٔ شکمی، بزرگ سیاهرگ زیرین جلوی سرخرگ آئورت قرار می‌گیرد اما در محل دوشاخه شدن آئورت، انشعابات آئورت جلوی شاخه‌های متصل به بزرگ سیاهرگ زیرین هستند.
- ✓ میزنای چپ نسبت به میزنای راست، طول بلندتری دارد. زیرا باید فاصلهٔ بیشتری را برای رسیدن به مثانه طی کند.
- ✓ سطح داخلی مثانه به دلیل چین‌خوردگی مخاط و ایجاد دریچه بر روی دهانهٔ میزنای، کاملاً صاف نیست.
- ✓ میزنای قبل از ورود به مثانه، ابتدا به سطح پشتی مثانه می‌رود و از طریق سطح پشتی مثانه، ادرار را وارد مثانه می‌کند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

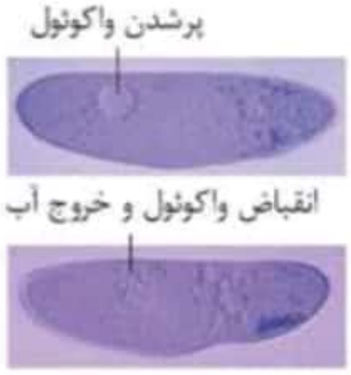
تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

درس‌نامهٔ ۹ دفع مواد و تنظیم اسمزی در تک‌سلولی‌ها و بی‌مهرگان

در تک‌سلولی‌ها (تک‌یاخته‌ای‌ها)

اول فصل گفتیم که در همهٔ جانداران، حتی تک‌سلولی‌ها، هومئوستازی وجود داره. این‌جا هم بحث تنظیم اسمزی رو با تک‌سلولی‌ها شروع می‌کنیم.

اغلب تک‌سلولی‌ها، تنظیم اسمزی را با کمک **انتشار آب** انجام می‌دهند. اما در **بعضی از** تک‌سلولی‌ها، مثل پارامسی، تنظیم اسمزی کمی پیچیده‌تر است. در این جانداران، اندامکی به نام **واکوئول (کریچهٔ) انقباضی** وجود دارد. اضافهٔ آبی که وارد سلول می‌شود و هم‌چنین مواد دفعی، به درون واکوئول انقباضی می‌رود. پس از پر شدن واکوئول، انقباض آن باعث خروج آب و مواد دفعی از سلول می‌شود.



نکته *اگه زرنگ باشین و قشنگ کتاب رو تحلیل کنین، الان باید بفهمین که محل زندگی پارامسی کجاست. چجوری؟* با توجه به این‌که آب وارد سلول پارامسی می‌شود، فشار اسمزی درون سلول پارامسی بیشتر از فشار اسمزی محیط آبی اطراف آن است. این نشان‌دهندهٔ این است که غلظت مواد در آب محیط اطراف پارامسی کم است؛ یعنی پارامسی‌ها می‌توانند در **آب شیرین**[1] زندگی کنند.

نکته ورود آب به درون سلول پارامسی، با اسمز و بدون مصرف انرژی زیستی است. اما خروج آب و مواد دفعی از سلول، نیازمند انقباض واکوئول و مصرف انرژی زیستی می‌باشد.

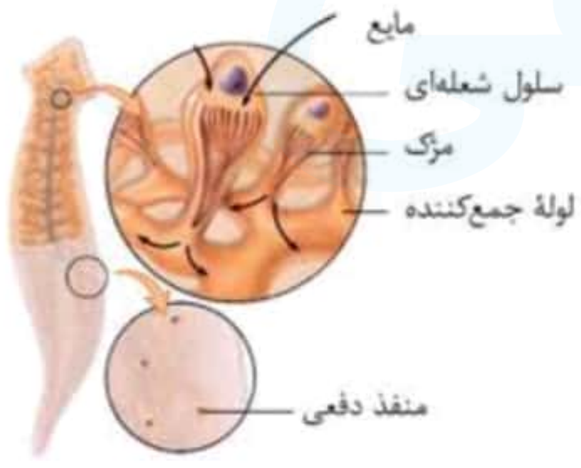
در بی‌مهرگان

می‌رسیم به بی‌مهره‌ها. بیشتر بی‌مهرگان، ساختار مشخصی برای دفع مواد و یا تنظیم اسمزی دارند. کتاب چند مورد رو اشاره کرده که تک‌تک بررسیشون می‌کنیم.

❑ نفریدی

یکی از ساختارهای دفعی در بی‌مهرگان، نفریدی است. نفریدی، **لوله‌ای** است که از طریق یک منفذ به محیط بیرون باز می‌شود و می‌تواند برای **دفع**، **تنظیم اسمزی** یا **هر دو**، مورد استفاده واقع شود. دو نوع نفریدی وجود دارد: ۱- پروتونفریدی ۲- متانفریدی.

❑ پروتونفریدی



تنظیم اسمزی در پلاناریا، توسط پروتونفریدی انجام می‌شود. کار اصلی پروتونفریدی، **دفع آب اضافی** است و دفع مواد زائد نیتروژن‌دار، **بیشتر** از طریق سطح پوست و با **انتشار** انجام می‌شود.

پروتونفریدی، **شبکه‌ای از کانال‌ها** می‌باشد که از طریق منافذ دفعی به محیط اطراف بدن راه می‌یابد. در طول کانال‌ها، **سلول‌های شعله‌ای** قرار دارند. هر سلول شعله‌ای در تماس با مایع خارج‌سلولی بدن است. طبق قوانین اسمز، آب وارد سلول‌های شعله‌ای می‌شود. **ضربان مژه‌ها (مژک‌ها)**، مایعات را به‌سمت **لولهٔ جمع‌کننده (کانال دفعی)** هدایت می‌کند. مایعات، از طریق کانال‌های دفعی به‌سمت **منفذ دفعی** برده می‌شوند تا از بدن خارج شوند.

آن‌چه گذشت [فصل‌های ۲ و ۳ دهم] پارامسی، سلول‌های مخاط مجاری تنفسی، سلول‌های شعله‌ای پروتونفریدی و قیف مژک‌دار متانفریدی، سلول‌های مژک‌داری هستند که در کتاب دهم به آن‌ها اشاره شده است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۴- فصل ۲ دهم] در پلاناریا، حفرهٔ گوارشی در مرکز بدن قرار دارد و پروتونفریدی‌ها، در دو طرف بدن می‌باشند.

نکته فشار اسمزی سلول‌های شعله‌ای بیشتر از مایعات بین‌سلولی است. به همین دلیل، حرکت مایعات به‌سمت درون سلول می‌باشد.

یادآوری در کتاب علوم نهم خواندیم که کرم‌های پهن، ساده‌ترین گروه کرم‌ها هستند. پلاناریا و کرم کدو، کرم‌های پهن می‌باشند.

خب بریم سراغ متانفریدی. متانفریدی همون پروتونفریدی هست، فقط یکم پیشرفته‌تر شده.

شکل «پروتونفریدی در پلاناریا»

- ✓ هر سلول شعله‌ای در پروتونفریدی، دارای چند مژک است و هستهٔ سلول، در قسمت رأسی قرار دارد.
- ✓ لوله‌های جمع‌کننده با یکدیگر ارتباط دارند.
- ✓ هر منفذ، با چند لولهٔ جمع‌کننده در ارتباط می‌باشد.
- ✓ هر لولهٔ جمع‌کننده، با چند سلول شعله‌ای و چند منفذ دفعی در ارتباط است.
- ✓ شبکهٔ کانال‌های پروتونفریدی در دو طرف بدن قرار دارد و در قسمت میانی بدن، حفرهٔ گوارشی قرار دارد.

۱- منظور از آب شیرین، آبی است که غلظت حل‌شونده‌ها در آن کم است. آب شور، مقدار زیادی حل‌شونده دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ متانفریدی

نوع پیشرفته‌تر پروتونفریدی، متانفریدی می‌باشد. **بیشتر کرم‌های حلقوی (مثل کرم خاکی)** و **نرم‌تنان (مثل حلزون و لیسه)**، متانفریدی دارند. در کرم خاکی، بدن دارای **حلقه‌هایی** می‌باشد که در هر کدام از آن‌ها، **یک جفت متانفریدی** وجود دارد.

در جلوی متانفریدی، بخشی به نام **قیف مژک‌دار** وجود دارد. قیف مژک‌دار، بخش **حجیم‌شده‌ای** از متانفریدی می‌باشد که دارای **تعدادی مژک** است و دهانهٔ آن، **به‌طور مستقیم** با مایعات بدن در ارتباط می‌باشد. مایعات دفعی از طریق قیف مژک‌دار وارد متانفریدی می‌شوند و در طول آن حرکت می‌کنند تا به انتهای آن برسند. در انتهای متانفریدی، **مثانه** وجود دارد که به **منفذ ادراری** در خارج از بدن ختم می‌شود.

شکل «متانفریدی در کرم خاکی»

- ✓ در اطراف متانفریدی، شبکهٔ مویرگی وجود دارد که می‌تواند مواد بازجذب‌شده از لوله‌ها را دریافت کند.
- ✓ هر متانفریدی، ساختاری بسیار پیچ‌خورده دارد.
- ✓ حجم متانفریدی در بخش‌های مختلف آن متفاوت است. گشادترین بخش متانفریدی، در نزدیکی بخش انتهایی آن قرار دارد.
- ✓ شبکه‌های مویرگی متانفریدی در اطراف بخش باریک لوله‌های نفریدی تشکیل می‌شوند.
- ✓ جلویی‌ترین قسمت متانفریدی کرم خاکی، قیف مژکدار است.
- ✓ قیف مژکدار برخلاف سلول شعله‌ای، در سطح خارجی خود مژک دارد.
- ✓ قیف مژکدار همانند سلول شعله‌ای، دارای چند مژک است.
- ✓ بخش قیف‌مانند پروتونفریدی نسبت به بخش بعدی خود ضخیم‌تر است. لولهٔ باریک متانفریدی، در نهایت به بخش ضخیمی ختم می‌شود که مثانه است. مثانه به منفذ دفعی در خارج از بدن ختم می‌شود.
- ✓ منفذ دفعی در متانفریدی کرم خاکی، در خارج از بدن قرار دارد.
- ✓ در اطراف لوله‌های باریک متانفریدی کرم خاکی، شبکهٔ مویرگی وجود دارد.
- ✓ هر متانفریدی، در دو حلقهٔ بدن قرار دارد؛ بخش ابتدایی متانفریدی (قیف مژکدار) نسبت به سایر قسمت‌ها، یک حلقه جلوتر است.

یادآوری در علوم نهم خواندیم که کرم‌های حلقوی، بدنی حلقه حلقه، نرم و ماهیچه‌ای دارند. کرم خاکی، نمونهٔ معروف کرم‌های حلقوی می‌باشد که وجود آن در زمین‌های کشاورزی اهمیت زیادی دارد.

یادآوری در علوم نهم خواندیم که نرم‌تنان، بدنی نرم و بدون حلقه دارند و در بیشتر آن‌ها، بخشی سفت به نام صدف، بدن را در برگرفته و از آن حفاظت می‌کند. حلزون، هشت‌پا، دوکفه‌ای، و ده‌پا (نرم‌تن مرکب)، مثال‌هایی از نرم‌تنان می‌باشند.

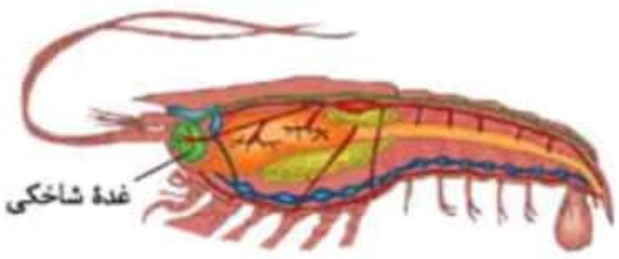
❑ غدد شاخکی

دفع مواد در سخت‌پوستان، به **دو روش** می‌تواند انجام شود.

۱- در سخت‌پوستان آبزی، مواد دفعی نیتروژن‌دار می‌توانند با **انتشار ساده** از طریق **آبشش‌ها** دفع شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] در بی‌مهرگانی که آبشش دارند (به‌جز خارپوستان)، آبشش‌ها به نواحی خاصی از بدن محدود می‌شوند.

۲- در **برخی از** سخت‌پوستان، مثل میگوها و خرچنگ‌ها، **غدد شاخکی** نیز وجود دارند. این غدد، در **نزدیکی شاخک‌های** جانور قرار دارند. مایعات دفعی از **حفرهٔ عمومی بدن** به درون این غده‌ها **تراوش** می‌شوند و از طریق منفذ دفعی، که آن هم در نزدیکی شاخک قرار دارد، از بدن خارج می‌شوند.



نکته میگو و خرچنگ، آبشش نیز دارند و در آن‌ها، دفع مواد از طریق آبشش‌ها هم انجام می‌شود.

❑ غدد پیش‌رانی

وقتی داشتم کتاب درسی رو می‌خوندم و به پاراگراف آخر صفحه رسیدم، با توجه به این‌که کتاب داشت دربارهٔ نفریدی صحبت می‌کرد انتظار داشتم یه مطلب دیگه راجع به نفریدی بخونم. بعدش دیدم راجع به عنکبوت هست و ربطی به نفریدی نداره. وقتی رسیدم به آخر جمله، با خودم گفتم «خب که چی؟». فکر کنم مؤلفای کتاب درسی یادشون رفته بقیهٔ این قسمت رو بنویسن و توضیحی راجع به غدد پیش‌رانی ندادن.

غدد پیش‌رانی، نوعی سامانهٔ دفعی در عنکبوت‌ها می‌باشند که در **محل اتصال پا به بدن** قرار دارند. این غدد، به‌شکل **کیسه‌های کروی‌شکل** هستند.

[مکانیسم عمل این غده‌ها، مشابه غدد شاخکی سخت‌پوستان می‌باشد.] این غده‌ها، مایعات دفعی بدن را [illegible] منفذ دفعی، از بدن خارج می‌کنند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ لوله‌های مالپیگی

در حشرات، مثل ملخ، دفع مواد زائد نیتروژن‌دار و تنظیم اسمزی، **با کمک دستگاه گوارش** انجام می‌شود. **ابتدای روده** به لوله‌هایی متصل می‌باشد که **لوله‌های مالپیگی** نام دارند. مکانیسم دفع مواد از طریق لوله‌های مالپیگی مطابق زیر است:

۱- **ترشح یون پتاسیم و کلر از همولنف به درون لوله‌های مالپیگی:** انتقال فعال و با مصرف ATP

۲- **افزایش فشار اسمزی در لوله‌های مالپیگی**

۳- **انتقال آب به درون لوله‌های مالپیگی از طریق اسمز:** انتقال غیرفعال و بدون نیاز به ATP

۴- **ترشح اوریک‌اسید به درون لوله‌های مالپیگی:** انتقال فعال و با مصرف ATP

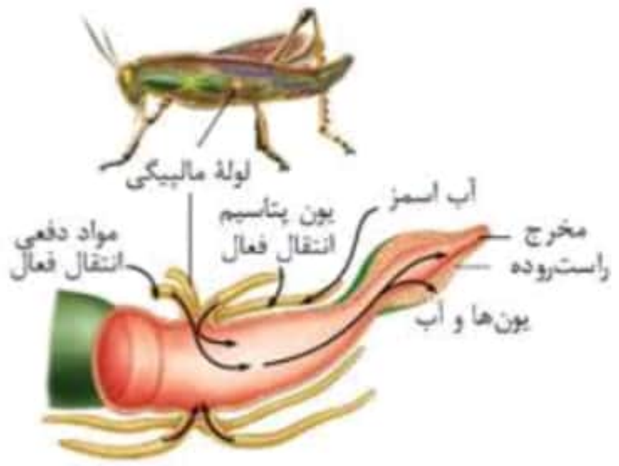
۵- **تخلیهٔ محتویات لوله‌های مالپیگی به روده:** فرایند غیرفعال و بدون نیاز به ATP

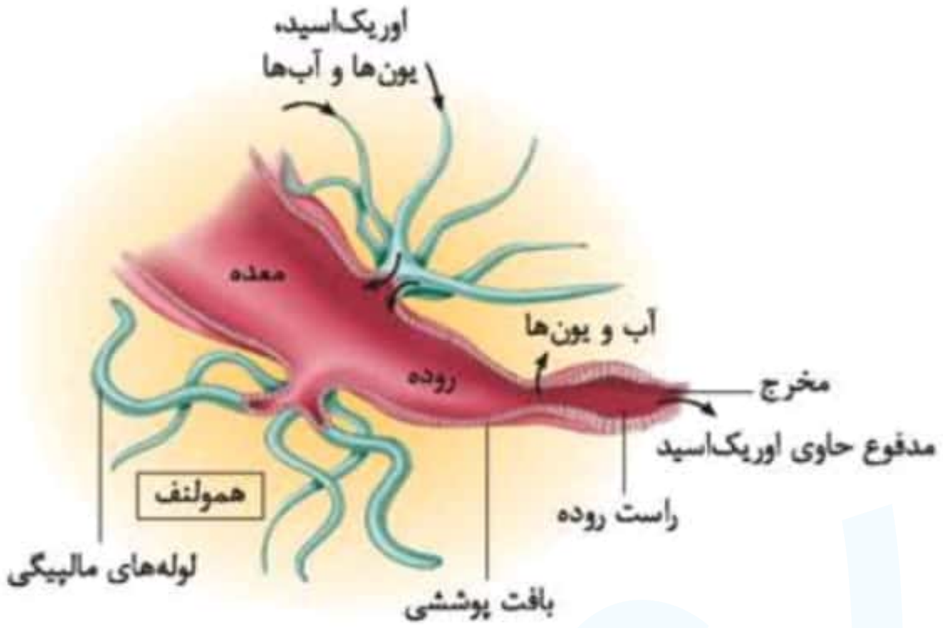
۶- **بازجذب یون‌ها و آب در راست‌روده**

۷- **دفع اوریک‌اسید همراه با مواد دفعی لولهٔ گوارش**

همان‌طور که در فصل دوم گفتیم، در حشرات نظیر ملخ، محل اصلی جذب مواد، معده می‌باشد و راست‌روده در جذب آب و یون‌ها نقش دارد. در راست‌روده، آب و یون‌های مواد موجود در لولهٔ گوارش بازجذب می‌شوند. در نهایت، اوریک‌اسید از طریق روده و همراه با مدفوع، از بدن خارج می‌شود.

نکته مادهٔ دفعی نیتروژن‌دار در حشرات، اوریک‌اسید می‌باشد. همان‌طور که گفتیم، اوریک‌اسید انحلال‌پذیری کمی در آب دارد و در نتیجه، دفع آن نیاز به آب چندانی ندارد.





شکل «لوله‌های مالپیگی در حشرات»

- ✓ لوله‌های مالپیگی، به بخش ابتدایی روده و محل اتصال معده و روده، متصل می‌شوند.
- ✓ در ملخ، هشت لولهٔ مالپیگی وجود دارد. چهار لولهٔ مالپیگی، به سطح بالایی (پشتی) روده متصل می‌شوند و چهار لولهٔ دیگر نیز به سطح شکمی روده متصل هستند.
- ✓ بازجذب آب و یون‌ها در رودهٔ حشرات، در راست‌روده انجام می‌شود.

یادآوری در علوم نهم خواندیم که بندپایان، بدن و اندام‌های حرکتی بندبند دارند. بندپایان را بر اساس تعداد زائده‌های بدن، به‌ویژه پاهای حرکتی، در چهار گروه طبقه‌بندی می‌کنند:

نام گروه	تعداد پاهای حرکتی	مثال
حشرات	۶	ملخ و پروانه
عنکبوتیان	۸	عنکبوت
سخت‌پوستان	۱۰	خرچنگ و میگو
هزارپایان	بیشتر از ۱۰ جفت	هزارپا و صدپا

درسنامهٔ ۱۰ دفع مواد و تنظیم اسمزی در مهره‌داران

همهٔ مهره‌داران کلیه و گردش خون بسته دارند. فشار خون در گردش خون بسته بیشتر از گردش خون باز است. این فشار، خون را از غشاها به درون کلیه **تراوش** می‌کند تا ادرار تشکیل شود. **علاوه بر تشکیل ادرار**، راهکارهای دیگری نیز برای تنظیم اسمزی در مهره‌داران وجود دارد ولی **بخش عمدهٔ تنظیم اسمزی** مهره‌داران در ارتباط با کلیه‌ها می‌باشد. همهٔ مهره‌داران کلیه دارند که **ساختار متفاوت**، ولی **عملکرد مشابهی** در میان آن‌ها دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

ماهیان

❑ ماهیان غضروفی

کوسه‌ها و **سفره‌ماهی‌ها**، مثالی از ماهیان غضروفی هستند. تنظیم اسمزی در ماهیان غضروفی، توسط **کلیه‌ها** و **غدد راست‌روده‌ای** انجام می‌شود. غدد راست‌روده‌ای، نوعی **محلول نمک (سدیم‌کلرید) بسیار غلیظ** را می‌سازند و به درون روده ترشح می‌کنند. این محلول، توسط دستگاه گوارش دفع می‌شود.

نکته همهٔ مهره‌داران اسکلت درونی دارند اما در ماهیان غضروفی، جنس اسکلت درونی از نوع غضروف است نه استخوان.

نکته در اثر دفع محلول غلیظ نمکی، فشار اسمزی مایعات بدن کاهش می‌یابد.

چرا باید محلول غلیظ نمکی از بدن ماهیان غضروفی دفع بشه؟ چون‌که مقدار زیادی نمک از طریق آبشش و همچنین از طریق آبی که بلعیده میشه، وارد بدن میشه و فشار اسمزی مایعات بدن رو میبره بالا. پس این نمک اضافی باید یه‌جوری از بدن دفع بشه.

یادآوری در علوم نهم خواندیم که دانشمندان بر اساس نوع اسکلت، ماهی‌ها را طبقه‌بندی می‌کنند. مهم‌ترین گروه‌های ماهی‌ها، ماهی‌های غضروفی و ماهی‌های استخوانی هستند. اره‌ماهی، کوسه و ماهی خاویار، از ماهی‌های غضروفی هستند. ماهی قزل‌آلا و شیرماهی، از ماهی‌های استخوانی هستند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] در مهره‌داران، طناب عصبی پشتی است و بخش جلویی آن برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد. طناب عصبی درون سوراخ مهره‌ها و مغز درون جمجمه‌ای غضروفی یا استخوانی جای گرفته است. در ماهیان غضروفی، مثل کوسه و سفره‌ماهی، جمجمه از جنس غضروف است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۳ یازدهم] مهره‌داران اسکلت درونی دارند. در انواعی از ماهی‌ها (ماهیان غضروفی) مانند کوسه‌ماهی و سفره‌ماهی، جنس این اسکلت از نوع غضروفی است. ولی در سایر مهره‌داران، اسکلت درونی از جنس استخوان است که غضروف نیز دارد.

❑ ماهیان آب شیرین

غلظت مواد حل‌شونده در آب شیرین کم است؛ در نتیجه، فشار اسمزی مایعات بدن ماهیان آب شیرین بیشتر از فشار اسمزی محیط آبی اطراف آن‌ها است. طبق قوانین اسمز، آب می‌تواند وارد بدن شود. علاوه بر این، ماهیان آب شیرین، لازم است که با فرایند انتقال فعال، نمک‌ها و یون‌ها را از طریق آبشش‌ها جذب کنند، زیرا یون‌ها نیز به دلیل غلظت بیشتر در بدن ماهی، تمایل دارند که از بدن خارج شوند و در نتیجه، غلظت یون‌ها در بدن کاهش می‌یابد. به دنبال جذب نمک‌ها و یون‌ها در آبشش، فشار اسمزی بالا می‌رود و آب نیز به روش اسمز وارد بدن می‌شود. برای مقابله با چنین مشکلی، ماهیان آب شیرین باید جلوی ورود مقدار زیاد آب را بگیرند و آب اضافی را نیز دفع کنند در نتیجه، سازگاری‌هایی در این ماهی‌ها ایجاد شده است:

۱- آب نوشیدن به مقدار کم: ماهیان آب شیرین **معمولاً** مقدار کمی آب می‌نوشند. در این ماهی‌ها، مثل ماهی قرمز، باز و بسته‌شدن دهان فقط برای عبور آب از آبشش‌ها و تبادلات گازی است نه آب نوشیدن.

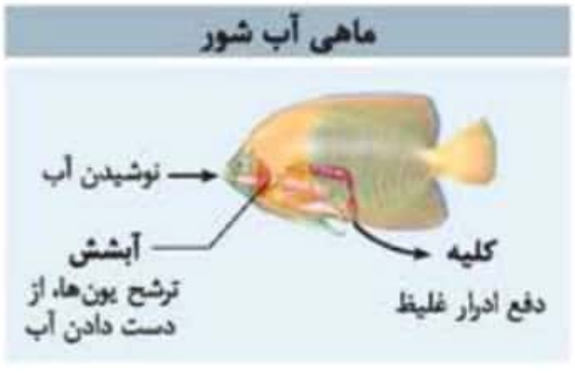
۲- مادهٔ مخاطی در سطح بدن: در سطح بدن ماهیان آب شیرین، مادهٔ مخاطی وجود دارد که جلوی ورود آب به بدن را می‌گیرد.

۳- دفع ادرار رقیق: ماهیان آب شیرین، **حجم زیادی از آب** را به‌صورت **ادرار رقیق** دفع می‌کنند؛ یعنی ادراری که غلظت حل‌شونده‌های آن کم است و مقدار زیادی آب دارد در نتیجه، مقدار اضافی آب، از بدن خارج می‌شود.

یادآوری در علوم نهم خواندیم که ماهی‌های آب شیرین از حشرات و لارو آن‌ها تغذیه می‌کنند.

❑ ماهیان آب شور

در ماهیان آب شور، برخلاف ماهیان آب شیرین، آب از بدن خارج می‌شود؛ زیرا غلظت حل‌شونده‌ها در آب شور محیط اطراف زیاد است و فشار اسمزی بالایی دارد در نتیجه، آب تمایل دارد از بدن جانور خارج شود. علاوه بر این، از آبشش‌های این ماهیان، یون‌ها به درون آب ترشح می‌شوند؛ زیرا، مقدار زیادی یون از طریق نوشیدن آب دریا وارد بدن می‌شود. در نتیجه، فشار اسمزی در آبشش کاهش پیدا می‌کند و آب از آن خارج می‌شود. بنابراین، ماهیان آب شور باید سازگاری‌هایی برای حفظ آب بدن داشته باشند:



نوشیدن مقدار زیاد آب: ماهیان آب شور برای جبران آب از دست‌رفته، مقدار زیادی آب می‌نوشند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

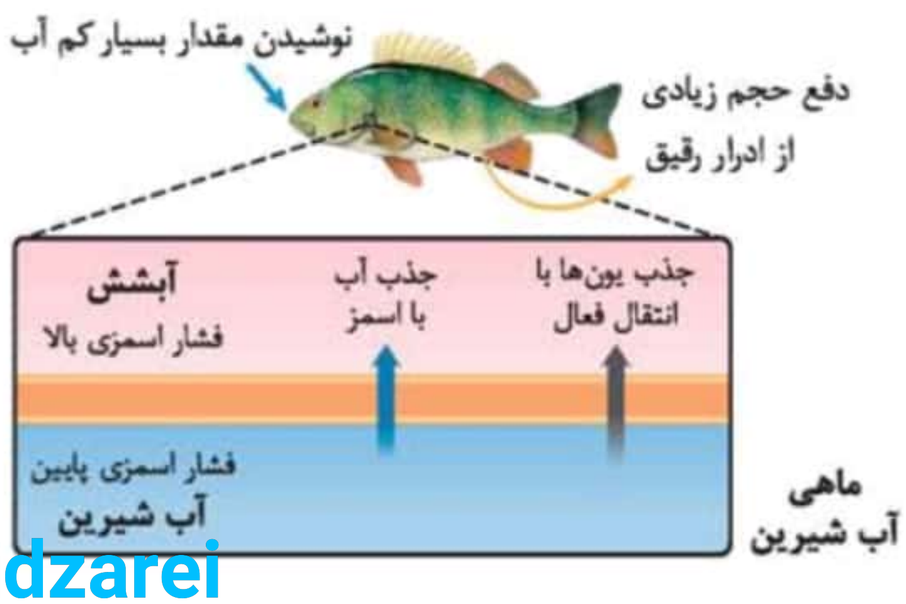
۲- دفع ادرار غلیظ: ماهیان آب شور، **حجم کمی از آب** را به‌صورت **ادرار غلیظ** دفع می‌کنند؛ یعنی ادراری که غلظت حل‌شونده‌های آن زیاد است و مقدار کمی آب دارد در نتیجه، آب درون بدن باقی می‌ماند و دفع آن کاهش می‌یابد و یون‌هایی که از طریق نوشیدن آب شور دریا وارد بدن شده بودند، دفع می‌شوند.

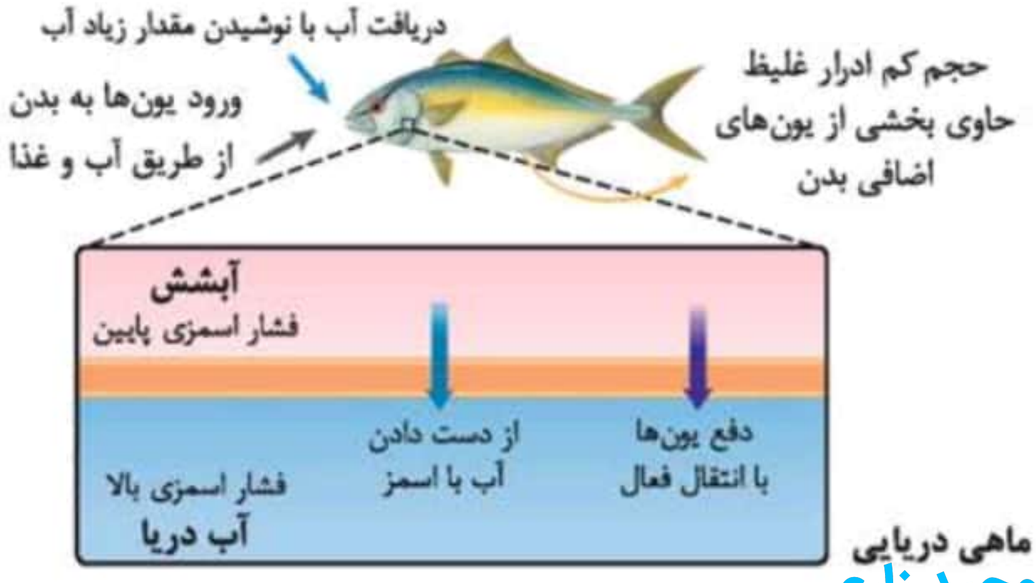
نکته دفع یون‌های اضافی از بدن ماهی آب شور، از طریق آبشش یا از طریق دفع ادرار غلیظ صورت می‌گیرد.

جمع‌بندی

تنظیم اسمزی در ماهیان

جنس اسکلت درونی	غضروف	استخوان	
نوع ماهی	ماهی غضروفی	ماهی دریایی	ماهی غضروفی
محل زندگی		آب شور	آب شیرین
فشار اسمزی و غلظت — فشار اسمزی آب و محیط داخلی		آب > محیط داخلی	آب < محیط داخلی
فشار اسمزی و غلظت — غلظت حل‌شونده‌ها در آب و محیط داخلی			
آب — جهت حرکت آب		خروج از بدن	ورود به بدن
آب — میزان نوشیدن آب	—	زیاد	کم
آب — حجم آب ادرار	—	کم	زیاد
یون‌ها — غلظت یون در ادرار	—	زیاد	کم
یون‌ها — تبادل یون در آبشش	—	دفع در آبشش	جذب در آبشش
یون‌ها — هدف	—	دفع یون‌های اضافی وارد شده به بدن توسط آب نوشیده‌شده	تأمین یون‌های مورد نیاز بدن
مادهٔ مخاطی		ندارد	دارد
غده‌های راست‌روده‌ای ترشح‌کننده محلول نمک غلیظ	دارد	ندارد	ندارد
هدف نهایی — تبادل آب		حفظ آب در بدن	دفع مقدار اضافی آب
هدف نهایی — تبادل یون‌ها	—	خروج یون‌های اضافی از بدن	ورود یون‌های مورد نیاز به بدن





@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

دوزیستان

نخستین مهره‌دارانی که به‌وجود آمدند، ماهی‌ها بودند. از تغییر ماهی‌ها، دوزیستان به‌وجود آمدند. دوزیستان، نخستین مهره‌دارانی بودند که وارد خشکی شدند.

کلیهٔ دوزیستان، **شباهت بسیاری** به کلیهٔ ماهیان **آب شیرین** دارد؛ زیرا، همانند ماهیان آب شیرین، دوزیستان نیز **بیشتر** دوران زندگی خود را در آب شیرین سپری می‌کنند. این جانوران، **ادراری بسیار رقیق** را تولید و دفع می‌کنند. در خشکی، نیز دوزیستان به‌طور معمول در **محیط مرطوب** زندگی می‌کنند اما اگر محیط اطراف دوزیستان خشک شود، دفع ادرار کم می‌شود تا آب در بدن حفظ شود. علاوه بر این، مثانه که **محل ذخیرهٔ آب و یون‌هاست**، بزرگ‌تر می‌شود تا بتواند آب بیشتری را ذخیره کند. آب ذخیره‌شده در مثانه، از طریق فرایند **بازجذب** به خون بازمی‌گردد.

نکته در افراد مبتلا به دیابت بی‌مزه هم ادرار رقیق دفع می‌شود.

نکته در دوزیستان برای حفظ آب بدن در حالت کم آبی، علاوه بر کلیه‌ها، در مثانه نیز بازجذب آب صورت می‌پذیرد.

خزندگان، پرندگان و پستانداران

پیچیده‌ترین شکل کلیه در خزندگان، پرندگان و پستانداران وجود دارد. کلیهٔ این جانوران، نقش اصلی را در **کنترل (واپایش) تعادل فشار اسمزی مایعات بدن** برعهده دارد.

خزندگان و پرندگان، نسبت به پستانداران نیاز بیشتری به حفظ آب دارند. در نتیجه، کلیه‌های خزندگان و پرندگان، **توانایی زیادی در بازجذب آب** دارند. علاوه بر این، در **بعضی از** خزندگان و پرندگان، **غدد نمکی** وجود دارند.

غدد نمکی

غدد نمکی، غده‌هایی هستند که در **نزدیکی چشم** یا **زبان** قرار دارند و می‌توانند نمک اضافی را از بدن خارج کنند. در این غده‌ها، نمک اضافی به‌صورت **قطره‌های غلیظ** درمی‌آید و از طریق مجراهایی از بدن خارج می‌شود. غدد نمکی در خزندگان و پرندگان **دریایی** و **بیابانی** مشاهده می‌شود؛ این جانوران **آب دریا** یا **غذای نمک‌دار** مصرف می‌کنند.

یادآوری در علوم نهم خواندیم که پوست خزندگان با پولک‌های ضخیم و سخت یا صفحات استخوانی، پوشیده شده است. این ساختار باعث می‌شوند که خزندگان بتوانند در خشکی زندگی کنند؛ آب بدنشان از دست نرود و در نتیجه، جانور کم‌تر به آب نیاز پیدا کند.

شکل «غدهٔ نمکی»

- ✓ غدهٔ نمکی پرندهٔ دریایی، در بخش بالایی استخوان جمجمه قرار دارد.
- ✓ ترشحات نمکی غلیظ، از طریق دهان از بدن خارج می‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سال دهم

فصل ۶

«گیاهان چوبی، رشد پسین دارند.»

برای این‌که یه گیاه بتونه بشه یه درخت و بشه رفت رو شاخش خوابید!!!، باید رشد پسین انجام بده. طی رشد پسین، یه سری سلول‌های مریستمی وجود دارن که میان کلی مواد چوبی می‌سازن و یه درخت قطور ایجاد میشه. اگه گیاه رشد پسین نکنه، مثل چمن‌هایی که می‌بینین علفی باقی می‌مونه.

از یاخته تا گیاه

تا این‌جا همش راجع به انسان و جانوران صحبت کردیم اما یه گروه دیگه از جانداران هستن که ما تو زندگی خیلی باهاشون سروکار داریم و زندگیمون بهشون وابسته هست. جاندارانی که اگه نبودن، الان کاغذ لازم برای چاپ این کتاب هم وجود نداشت. با این همه ما قدرشونو نمی‌دونیم و با بی‌مهری باهاشون برخورد می‌کنیم. این فصل بیشتر راجع به ساختار گیاهان و کاربرداشون صحبت می کنیم تا شاید از این به بعد، بفهمیم که بدون گیاهان، ما هم وجود نخواهیم داشت.

فصل رو از داخل گیاه شروع می‌کنیم، از پایین‌ترین سطح ساختاری حیاتشون، یعنی سلول‌ها. وقتی که با ویژگی‌های سلول گیاهی و تفاوتاش با سلول جانوری آشنا شدیم، می‌رسیم به سطح بعدی، یعنی بافت. در نهایت، این سؤال رو بررسی می‌کنیم که این بافت‌ها چه‌جوری در گیاه قرار می‌گیرن و چطوری ممکنه که از یک دانهٔ خیلی کوچیک، درختانی با اندازهٔ خیلی زیاد، حتی بیش از ۱۰۰ متر، به‌وجود بیاد. تو کل این فصل، ویژگی‌های خارق‌العادهٔ سلول‌های گیاهی رو می‌بینیم و متوجه می‌شیم که چقدر برای انجام دادن کارای سلول از خودگذشتگی دارن، حتی اگه به قیمت جونشون تموم بشه. شاید این باارزش‌ترین بخش زیست باشه که می‌شه با شناخت جانداران و رازهای آفرینششون، به یه شناخت خیلی والاتر رسید:

«برگ درختان سبز در نظر هوشیار — هر ورقش دفتری‌ست معرفت کردگار»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکروطبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تستای این ۳ تا کتاب لذت ببری. 😊

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

ویژگی‌های یاختهٔ گیاهی

درسنامهٔ ۱ فرمانروی گیاهان

یادآوری مطالب ابتدای این درسنامه، با توجه به کتاب علوم نهم نوشته شده‌اند و جزء مطالب کتاب درسی دهم نیستند، ولی به‌عنوان مقدمات مبحث گیاهی، بهتر است که آن‌ها را بدانید.

دانشمندان، جانداران را در پنج گروه مختلف قرار می‌دهند که هر گروه، **یک فرمانرو** نامیده می‌شود. **باکتری‌ها، آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان** و **جانوران**، ۵ فرمانروی جانداران می‌باشند. زندگی انسان و سایر جانوران، به گیاهان وابسته است، زیرا گیاهان در فرایند فتوسنتز، می‌توانند مواد غذایی تولید کنند.

انواع گیاهان

گیاهان را بر اساس داشتن یا نداشتن آوند، به دو گروه **گیاهان آونددار** و **گیاهان بدون آوند** تقسیم می‌کنند. **خزه‌ها**، گیاهان بدون آوند هستند. **سرخس‌ها، بازدانگان** و **نهان‌دانگان**، گیاهان آونددار هستند. در بین گیاهان آونددار، بازدانگان و نهان‌دانگان، گیاهانی هستند که می‌توانند با تولید دانه، تولیدمثل کنند.

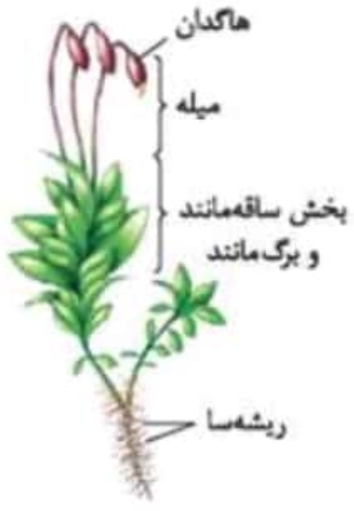
جدول زیر، خلاصه‌ای از رده‌بندی گیاهان را نشان می‌دهد.

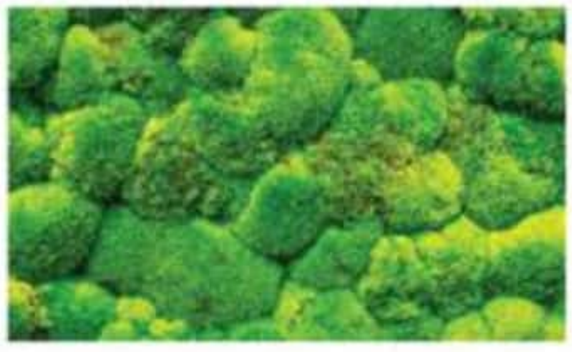
رده‌بندی گیاهان				مثال
بدون آوند	خزه‌ها		بدون دانه	خزه
آونددار	سرخس‌ها (نهان‌زادان آوندی)		بدون دانه	سرخس
آونددار	بازدانگان	مخروطیان	دانه‌دار	سرو و کاج
آونددار	نهان‌دانگان	تک‌لپه‌ای	دانه‌دار	ذرت و گندم
آونددار	نهان‌دانگان	دولپه‌ای	دانه‌دار	حبوبات (لوبیا، نخود و ...) و گل سرخ

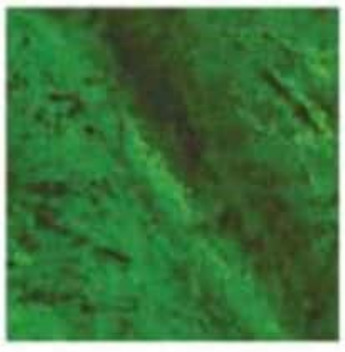
گیاهان بدون آوند

❑ خزه‌ها

اولین و **قدیمی‌ترین** گیاهان کرهٔ زمین، خزه‌ها می‌باشند. خزه‌ها، گیاهانی **کوتاه** می‌باشند که حداکثر چند سانتی‌متر ارتفاع دارند و فقط در **مکان‌های مرطوب** رشد می‌کنند. وجود این گیاهان در روی زمین، باعث ایجاد پوششی **مخمل‌مانند** می‌شود. برخلاف سایر گیاهان، خزه‌ها دارای برگ، ساقه و ریشهٔ حقیقی نیستند؛ زیرا، همهٔ اندام‌های گیاه از سلول‌های مشابهی تشکیل شده‌اند. تولیدمثل در خزه‌ها، با کمک **تولید هاگ** انجام می‌شود و توانایی تولید دانه، وجود ندارد. در رأس میلهٔ خزه، هاگدان قرار دارد که محل تولید هاگ‌های خزه می‌باشد. هاگ خزه، با قرارگیری در محل مرطوب، رشد می‌کند و خزهٔ جدید ایجاد می‌شود.




پوشش مخملی خزه‌ها


بارچهٔ مخملی

نکته همان‌طور که گفتیم، قسمت‌های مختلف خزه‌ها از سلول‌های مشابه ساخته شده‌اند؛ بنابراین خزه‌ها، برخلاف سایر گیاهان، بافت و سیستم بافتی ندارند.

نکته عدم وجود آوند و سیستم‌های بافتی، باعث می‌شود که توانایی رشد خزه‌ها محدود باشد و این گیاهان، اندازه‌ای کوچک داشته باشند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

گیاهان آوندار

☐ سرخس‌ها (نهان‌زادان آوندی)

سرخس‌ها هم مثل خزه‌ها، دانه ندارند و با تولید هاگ، تولیدمثل می‌کنند. اما سرخس‌ها، آوند دارند و **اولین گیاهان آوندی** محسوب می‌شوند. در سرخس‌ها، ساقه در زیر زمین قرار می‌گیرد و برگ‌های گیاه، توسط دمبرگ‌های طویل به ساقه متصل می‌شوند. این دمبرگ‌ها، ظاهری مشابه شاخه دارند و به همین دلیل به برگ‌های سرخس، برگ‌شاخه گفته می‌شود. در سطح پشتی برگ‌های سرخس، هاگدان‌ها تجمع پیدا می‌کنند و برآمدگی‌هایی به رنگ نارنجی یا قهوه‌ای ایجاد می‌کنند که به آن‌ها، **هاگینه** گفته می‌شود. در سرخس‌ها هم مثل خزه‌ها، هاگ‌ها پس از قرارگیری در محیط مرطوب، رشد می‌کنند و گیاه جدید را ایجاد می‌کنند.

هاگینه؛ اجتماع هاگدان‌های سرخس

☐ بازدانگان

بازدانگان و نهان‌دانگان، برای تولیدمثل، دانه تولید می‌کنند. البته، بازدانگان برخلاف نهان‌دانگان، گل و میوه ندارند. کاج و سرو، مثال‌های آشنای بازدانگان می‌باشند.

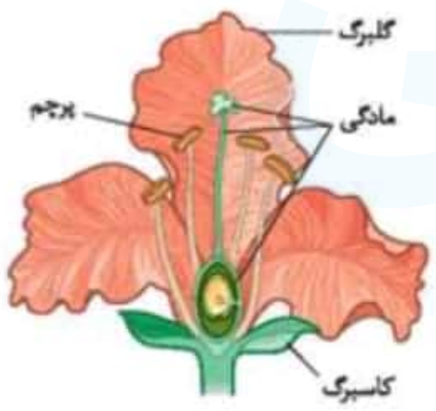
کاج و سرو، دارای مخروط‌های نر و ماده هستند. هر مخروط، اجتماع تعداد زیادی پولک می‌باشد. دانهٔ بازدانگان، روی پولک‌های مخروط ماده تشکیل می‌شود.

مخروط نر

مخروط ماده

نکته در نهان‌دانگان، دانه درون میوه تشکیل می‌شود ولی در بازدانگان، دانه روی پولک‌های مخروط ماده تشکیل می‌شود.

☐ نهان‌دانگان



نهان‌دانگان، گروهی از گیاهان دانه‌دار هستند که دارای گل می‌باشند. گل، بخش تولیدمثلی گیاه محسوب می‌شود که از بخش‌های مختلفی تشکیل شده است؛ کاسبرگ، گلبرگ، پرچم و مادگی، اجزای گل می‌باشند. در این گیاهان، دانه‌ها درون میوه قرار می‌گیرند و به همین دلیل، به آن‌ها نهان‌دانه گفته می‌شود. نهان‌دانگان، به دو گروه تک‌لپه‌ای و دولپه‌ای تقسیم می‌شوند. در دانهٔ تک‌لپه‌ای‌ها، فقط یک لپه وجود دارد ولی دانهٔ دولپه‌ای‌ها دارای دو لپه می‌باشد. علاوه بر این، گیاهان تک‌لپه و دولپه تفاوت‌های دیگری نیز دارند که در جدول صفحهٔ بعد مشخص شده‌اند. البته، آرایش دسته‌جات آوندی در ریشهٔ گیاهان تک‌لپه‌ای و دولپه‌ای نیز متفاوت است ولی در شکل نشان داده نشده است و در ادامهٔ فصل، راجع به آن صحبت خواهیم کرد.

نکته لپه، نوعی برگ تغییرشکل‌یافته در دانهٔ گیاهان می‌باشد و در تغذیهٔ رویان نقش دارد. در ارتباط با لپه‌ها، در سال آینده مطالب بیشتری می‌خوانیم.

خب، قبل از این‌که بریم سراغ ادامهٔ مطالب، بیاین یه جمع‌بندی راجع به چیزایی که تا اینجا گفتیم داشته باشیم.

نوع گیاه	آوند	ریشه، ساقه و برگ حقیقی	روش پراکنده‌شدن در محیط	تولید دانه	مخروط	گل	میوه
خزه	ندارد	ندارد	هاگ	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد
سرخس	+	+	هاگ	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد
بازدانه	+	+	دانه	+	+	ندارد	ندارد
نهان‌دانه	+	+	دانه	+	ندارد	+	+

تذکر مطالبی که از این به بعد گفته می‌شوند، مربوط به کتاب دهم می‌باشند.

امروزه، گیاهان آوندی، به‌ویژه نهان‌دانگان، **بیشترین گونه‌های گیاهی روی زمین** را تشکیل می‌دهند.

نکته کم‌ترین گونه‌های گیاهی روی زمین، مربوط به خزه‌ها می‌باشد.

گیاهان، مثل همهٔ جانداران دیگر، به ماده و انرژی نیاز دارند اما در جای خود ثابت هستند و نمی‌توانند برای تأمین نیازهای خود، در محیط جابه‌جا شوند. علاوه بر این، برای دفاع از خود در برابر جانداران دیگر نیز نمی‌توانند فرار کنند. با این وجود، گیاهان ویژگی‌هایی دارند که به آن‌ها کمک می‌کنند تا:

۱- بر محدودیت ساکن‌بودن در محیط غلبه کنند.
۲- به‌عنوان منبع اصلی غذایی انسان و جانوران باشند.
۳- مواد اولیهٔ صنایعی مانند داروسازی و پوشاک را تأمین کنند.
۴- در محیط‌های متفاوت زندگی کنند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] جانداران، ویژگی‌هایی دارند که برای سازش و ماندگاری در محیط، به آن‌ها کمک می‌کنند. داشتن این ویژگی‌ها، مربوط به توانایی سازش با محیط می‌باشد که یکی از ویژگی‌های مشترک جانداران است.

جمع‌بندی

ویژگی‌های گیاهان تک‌لپه و دولپه

نوع گیاه	تعداد لپه‌ها	برگ	ساقه	تعداد گلبرگ	ریشه
تک لپه‌ای		رگبرگ‌های موازی	دسته‌جات آوندی پراکنده	مضربی از ۳	ریشهٔ افشان
دو لپه‌ای		رگبرگ‌های منشعب	دسته‌جات آوندی منظم و بر روی یک حلقه	مضربی از ۴ یا ۵	ریشهٔ مستقیم

درس‌نامهٔ ۲ یاختهٔ گیاهی و جانوری

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] یاخته، مکان خاصی در سلسله مراتب سازمان‌یابی زیستی دارد؛ زیرا، ویژگی‌های حیات در این سطح، پدیدار می‌شود. یاخته، پایین‌ترین سطح ساختاری است که همهٔ فعالیت‌های زیستی در آن انجام می‌شود و همهٔ ویژگی‌های حیات را دارد. همهٔ جانداران، از یاخته تشکیل شده‌اند.

کشف سلول (یاخته)

کشف سلول و نام‌گذاری آن، نخستین بار توسط **رابرت هوک** انجام شد. رابرت هوک، نوعی **میکروسکوپ ابتدایی** ساخته بود و با کمک آن، **چوب‌پنبه**[1] را مشاهده کرد. تصویری که او در زیر میکروسکوپ مشاهده کرد، مجموعه‌ای حفره بودند که توسط دیواره‌ای از یک‌دیگر جدا شده‌اند. هوک، برای این حفره‌ها، که در واقع یاخته‌های مردهٔ بافت چوب‌پنبه بودند، نام سلول[2] (یاخته[3]) را انتخاب کرد. در بافت‌های مردهٔ گیاهی، دیوارهٔ سلولی (یاخته‌ای)، تنها بخش باقی‌مانده از یاختهٔ گیاهی است و چیزی هم که رابرت هوک مشاهده کرد، دیوارهٔ سلولی یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای بود.

میکروسکوپ رابرت هوک و تصویری که در زیر میکروسکوپ مشاهده کرد.

۱- چوب‌پنبه، نوعی ساختار نفوذناپذیر و مرده است که از پوست بعضی از درختان به دست می‌آید.

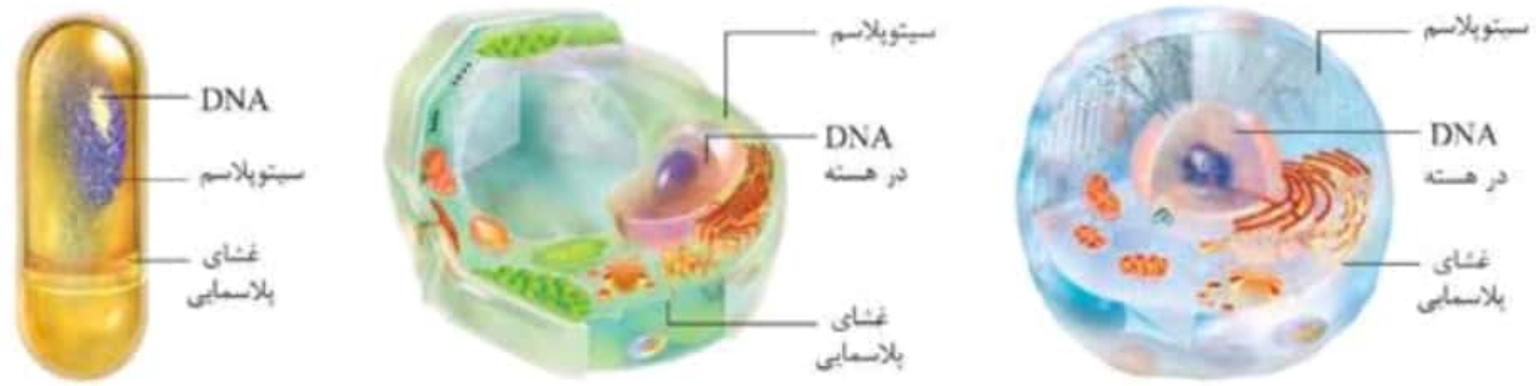
۲- Cell؛ این کلمه، از کلمهٔ لاتین cella ریشه گرفته است که به معنای اتاق کوچک می‌باشد.

۳- «واژهٔ یاخته، اولین بار با مشاهدهٔ چوب‌پنبه، وارد زیست‌شناسی شد.» این جملهٔ کتاب درسی کاملاً غلط است؛ چون واژه‌ای که اولین‌بار با مشاهدهٔ چوب‌پنبه وارد زیست‌شناسی شد، واژهٔ سلول بود نه یاخته. *اصلاً رابرت هوک چیزی از زبان فارسی نمی‌دونست که بخواد واژهٔ یاخته رو به‌کار ببره. علاوه بر این، این واژه عمرش به نیم‌قرن هم نمیرسه و بهتر بود که گفته می‌شد*، «واژهٔ یاخته، [illegible] این بار با تأسیس فرهنگستان، وارد زیست‌شناسی شد.» در کتاب‌های قدیمی ادبیات فارسی، یاخته، معادل با آخته یعنی شمشیر (از غلاف بیرون کشیده)، حجره و خانه، شبیه و مترادف [illegible]

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

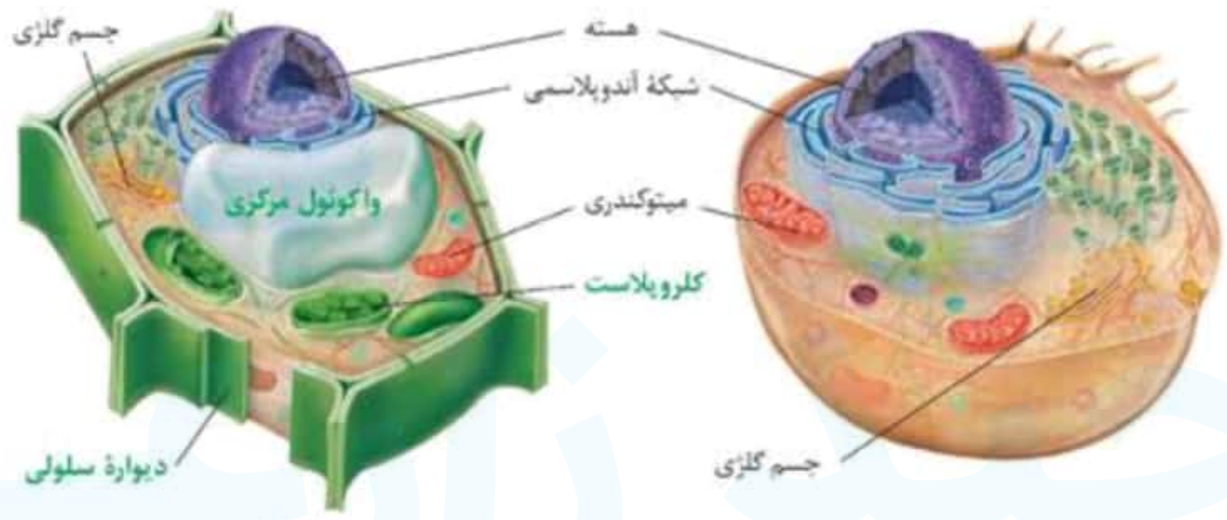
مقایسهٔ سلول گیاهی و جانوری

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] همهٔ سلول‌ها، دارای ویژگی‌های مشترکی هستند، مثلاً همگی غشای پلاسمایی، سیتوپلاسم (میان‌یاخته) و DNA دارند. در سلول‌های یوکاریوتی[1]، DNA درون هسته قرار می‌گیرد ولی در باکتری‌ها، DNA در سیتوپلاسم است. علاوه بر این، تفاوت دیگری که بین سلول‌های یوکاریوتی و باکتری وجود دارد، قرارداشتن اندامک‌ها در سیتوپلاسم سلول‌های یوکاریوتی است که به انجام وظایف سلول کمک می‌کنند. حال به شکل سلول جانوری و گیاهی دقت کنید:



سلول جانوری — سلول گیاهی — سلول باکتری

مقایسهٔ ساختار انواع سلول‌ها



سلول جانوری — سلول گیاهی

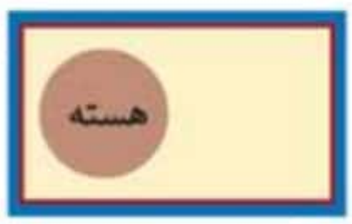
اندامک‌هایی مثل هسته، شبکهٔ آندوپلاسمی، میتوکندری و جسم گلژی، هم در سلول گیاهی وجود دارند و هم در سلول جانوری. علاوه بر این، ریبوزوم‌ها نیز در هر دو نوع سلول مشاهده می‌شوند اما در سلول‌های گیاهی، بخش‌هایی وجود دارند که در سلول‌های جانوری مشاهده نمی‌شوند؛ دیوارهٔ سلولی، پلاست‌ها و واکوئول مرکزی، مثال‌هایی از این بخش‌ها هستند. در درسنامه‌های بعدی، به بررسی دقیق‌تر این بخش‌ها می‌پردازیم.

درسنامهٔ ۳

پروتوپلاست و دیوارهٔ سلولی

بخش‌های مختلف سلول گیاهی

سلول‌های گیاهی زنده، از دو بخش مختلف تشکیل شده‌اند: **پروتوپلاست** و **دیوارهٔ سلولی**. پروتوپلاست، بخش زندهٔ سلول گیاهی است و شامل غشای پلاسمایی، سیتوپلاسم و هسته می‌باشد. در واقع، پروتوپلاست در گیاهان، هم‌ارز با سلول در جانوران است. دیوارهٔ سلولی، بخش غیرزندهٔ سلول است که اطراف پروتوپلاست را دربرمی‌گیرد.



بخش آبی، دیوارهٔ سلولی است و سایر قسمت‌ها، پروتوپلاست می‌باشند.

سلول زندهٔ گیاهی = پروتوپلاست + دیوارهٔ سلولی

نکته در بعضی از سلول‌های گیاهی، مثل سلول آوند آبکش، هسته وجود ندارد.

نکته در بافت‌های غیرزندهٔ گیاهان، پروتوپلاست وجود ندارد و تنها بخشی از سلول که باقی می‌ماند، دیوارهٔ سلولی است. علت ازبین‌رفتن پروتوپلاست در بافت‌های غیرزنده، افزایش ضخامت دیوارهٔ سلولی است. وقتی دیوارهٔ پسین تشکیل می‌شود و ضخامت دیواره بسیار زیاد می‌شود، پروتوپلاست از بین می‌رود.

سلول مردهٔ گیاهی = دیوارهٔ سلولی

بنابراین، همهٔ سلول‌های گیاهی (زنده و غیرزنده) دیوارهٔ سلولی دارند ولی سلول‌هایی که زنده نیستند، پروتوپلاست خود را از دست داده‌اند.

۱- سلول‌های یوکاریوتی، در جانداران فرمانروهای آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران مشاهده می‌شود. سلول‌های پروکاریوتی، شامل باکتری‌ها می‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

اجزای یک سلول گیاهی

پروتوپلاست (زنده)	دیوارهٔ سلولی (غیرزنده)
غشای پلاسمایی	تیغهٔ میانی
سیتوپلاسم	دیوارهٔ نخستین
(معمولاً) هسته	(گاهی) دیوارهٔ پسین

وظایف دیوارهٔ سلولی

به‌طور کلی، دیوارهٔ سلولی نسبت به غشای سلولی، ساختار بسیار ضخیم‌تر و مستحکم‌تری دارد. به‌همین دلیل، دیوارهٔ سلولی در **حفظ شکل سلول** و هم‌چنین **استحکام سلول و پیکر گیاه** نقش دارد. علاوه بر این، در بافت‌های زندهٔ گیاه، دیوارهٔ سلولی در **کنترل تبادل مواد** بین سلول‌ها و **جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا** نیز نقش دارد.

نکته وجود ساختارهایی به نام **لان** در دیوارهٔ سلولی، امکان واپایش تبادل مواد را ممکن می‌سازد. تبادل مواد بین سلول‌ها، از طریق پلاسمودسم‌هایی انجام می‌شود که از دیواره عبور می‌کنند. در ارتباط با این ساختارها، در ادامهٔ فصل بیشتر صحبت خواهیم کرد.

جمع‌بندی

وظایف دیوارهٔ سلولی

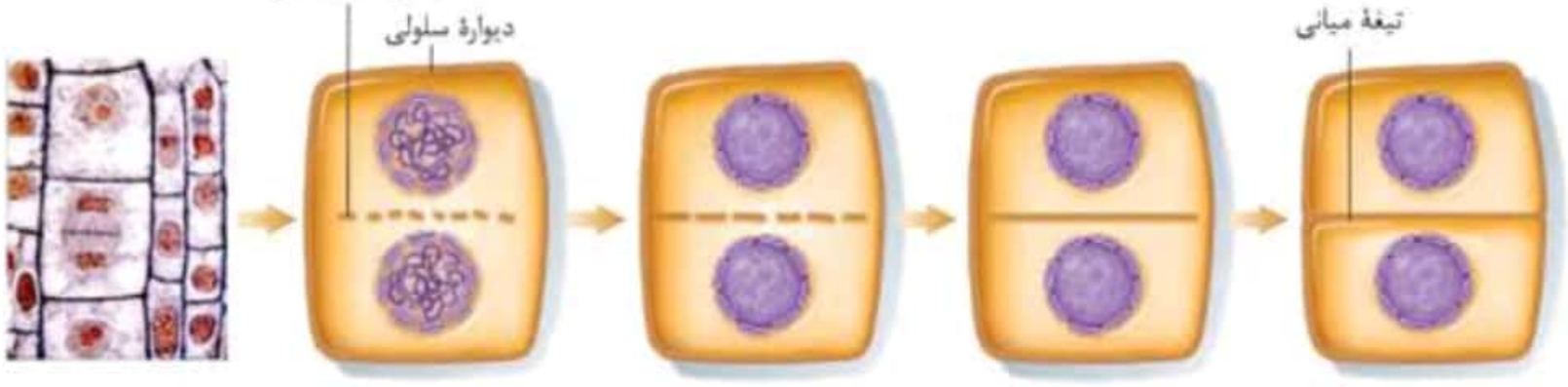
همهٔ سلول‌های دیواره‌دار	سلول‌های دیواره‌دار زنده
حفظ شکل	کنترل تبادل مواد بین سلول‌ها
استحکام‌بخشی به سلول و پیکر گیاه	جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا

ساختار دیوارهٔ سلولی و نحوهٔ تولید آن

❑ تیغهٔ میانی

زمانی‌که یک سلول گیاهی می‌خواهد تقسیم شود، ابتدا هستهٔ سلول تقسیم می‌شود و دو هستهٔ جدید به‌وجود می‌آید؛ پس از آن، بین دو هسته، لایه‌ای به نام **تیغهٔ میانی** تشکیل می‌شود که سیتوپلاسم سلول را به دو بخش تقسیم می‌کند و در نتیجه، دو سلول **مجزا** ایجاد می‌شود. جنس تیغهٔ میانی از نوعی **پلی‌ساکارید** به نام **پکتین** است. پکتین، ماده‌ای چسبناک است و دو سلول گیاهی را در کنار هم نگه می‌دارد.

تشکیل تیغهٔ میانی



نکته تیغهٔ میانی، بین دو سلول گیاهی مجاور، مشترک است؛ در واقع، دو سلولی که در کنار هم قرار دارند، یک تیغهٔ میانی دارند. بنابراین، بین دو سلول گیاهی، حداقل یک بخش از دیوارهٔ سلولی، یعنی تیغهٔ میانی وجود دارد. دقت داشته باشید که تیغهٔ میانی فقط در وسط[1] دو سلول تشکیل می‌شود و سایر قسمت‌های سلول، از قبل دارای دیواره هستند؛ این دیواره‌ها، در واقع دیوارهٔ سلول اولیه می‌باشند که تقسیم می‌شود.

نکته تیغهٔ میانی، قدیمی‌ترین و نازک‌ترین لایهٔ دیوارهٔ سلولی است و اولین بخش از دیوارهٔ سلولی است که ساخته می‌شود. همان‌طور که گفتم، بین دو سلول گیاهی حتماً تیغهٔ میانی وجود دارد.

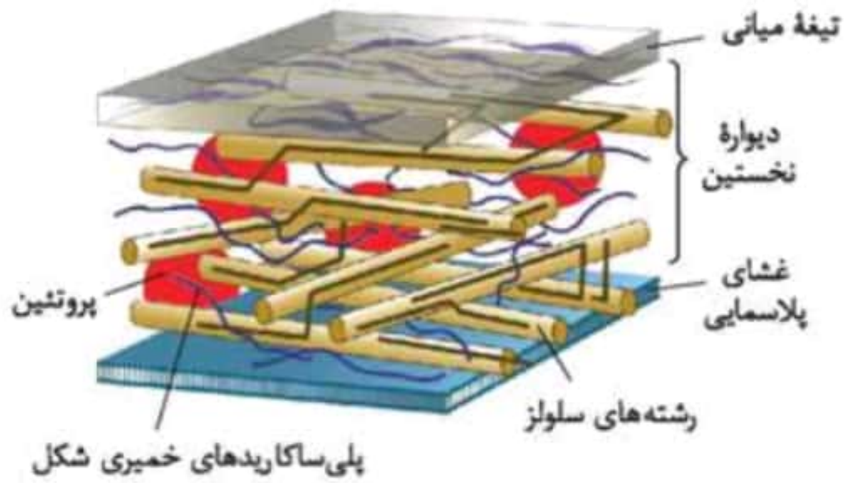
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۶ یازدهم] در یاخته‌های گیاهی، تقسیم سیتوپلاسم بدون تشکیل حلقهٔ انقباضی انجام می‌شود. در این یاخته‌ها، نخست ساختاری به نام صفحهٔ یاخته‌ای در محل تشکیل دیوارهٔ جدید، ایجاد می‌شود. این صفحه با تجمع ریزکیسه‌های دستگاه گلژی و به‌هم‌پیوستن آن‌ها تشکیل می‌شود. این ریزکیسه‌ها، دارای پیش‌سازهای تیغهٔ میانی و دیوارهٔ یاخته‌ای هستند. با اتصال این صفحه به دیوارهٔ یاختهٔ مادری، دو یاختهٔ جدید از هم جدا می‌شوند.

۱- در سال آینده می‌خوانیم که در گروهی از سلول‌های گیاهی، تقسیم سیتوپلاسم به‌طور مساوی انجام نمی‌شود. در این سلول‌ها، تیغهٔ میانی در وسط دو سلول جدید تشکیل نمی‌شود اما باز هم بین دو سلول قرار دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ دیوارهٔ نخستین

پس از آن‌که دو سلول جدید تشکیل شدند، **پروتوپلاست** هر یک از سلول‌ها، لایهٔ بعدی دیواره را می‌سازند که دیوارهٔ نخستین نام دارد. دیوارهٔ نخستین، از نوعی **پلی‌ساکارید رشته‌ای** به نام **سلولز** ساخته شده است. سلولز در زمینه‌ای از **پروتئین‌ها** و **پلی‌ساکاریدهای غیررشته‌ای (خمیری‌شکل)** قرار می‌گیرد. دیوارهٔ نخستین، مانند قالبی پروتوپلاست را دربرمی‌گیرد و در شکل‌دهی به سلول نقش دارد.



نکته با توجه به متن کتاب درسی، دیوارهٔ نخستین می‌تواند یک یا چند لایه باشد.

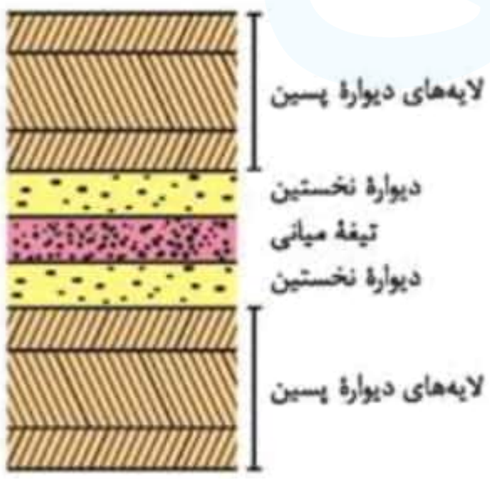
نکته در دیوارهٔ نخستین، **چندین نوع پلی‌ساکارید** وجود دارد. بخش اصلی دیواره، توسط پلی‌ساکاریدهای رشته‌ای (سلولز) ساخته شده است و در زمینهٔ دیواره، پلی‌ساکاریدهای غیررشته‌ای (خمیری‌شکل) قرار دارند.

نکته دیوارهٔ نخستین، قابلیت گسترش و کشش دارد و در نتیجه، مانع رشد سلول گیاهی نمی‌شود؛ در واقع، زمانی‌که پروتوپلاست رشد می‌کند، ترکیبات دیوارهٔ سلولی نیز ساخته می‌شوند و با اضافه‌شدن آن‌ها به دیواره، اندازهٔ دیوارهٔ سلولی نیز افزایش می‌یابد.

نکته دیوارهٔ نخستین، از تیغهٔ میانی جدیدتر است. از آن‌جایی که دیوارهٔ نخستین در سطح داخلی تیغهٔ میانی ساخته می‌شود، دیوارهٔ نخستین به اجزای زندهٔ سلول (غشای پلاسمایی، سیتوپلاسم و اندامک‌های آن و هسته) نزدیک‌تر می‌باشد. در واقع، با تشکیل دیواره‌های نخستین و پسین، تیغهٔ میانی از پروتوپلاست دور می‌شود. علاوه بر این، تشکیل لایه‌های جدید دیوارهٔ سلولی باعث می‌شود که حجم پروتوپلاست سلول کاهش پیدا کند.

نکته دیوارهٔ سلولی نسبت به غشای پلاسمایی، خارجی‌تر است؛ زیرا مواد سازندهٔ دیوارهٔ سلولی، در پروتوپلاست ساخته می‌شوند و به خارج از غشای سلولی هدایت می‌شوند. عبور این مولکول‌های درشت از غشای سلولی، با روش **اگزوسیتوز (برون‌رانی)** انجام می‌شود.

❑ دیوارهٔ پسین



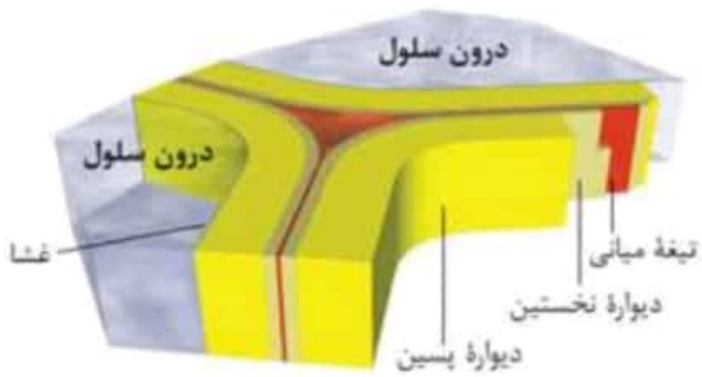
در بعضی سلول‌های گیاهی، پروتوپلاست لایه‌ای دیگر نیز می‌سازد که به آن دیوارهٔ پسین گفته می‌شود. جنس دیوارهٔ پسین مشابه دیوارهٔ نخستین است، اما رشته‌های سلولزی دیوارهٔ پسین، به‌صورت **زاویه‌دار** نسبت به یک‌دیگر قرار می‌گیرند؛ در نتیجه، **استحکام** و **تراکم** دیوارهٔ پسین **بیشتر** از دیوارهٔ نخستین است. دیوارهٔ پسین، برخلاف دیوارهٔ نخستین، قابلیت گسترش و کشش ندارد و با کامل‌شدن دیوارهٔ پسین، رشد سلول گیاهی متوقف می‌شود.

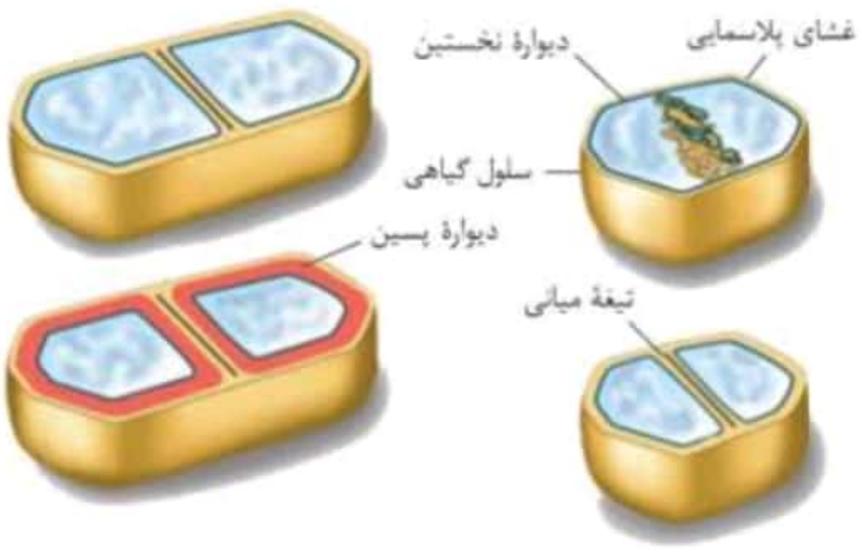
نکته همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، دیوارهٔ پسین دارای چند لایه می‌باشد و به‌همین دلیل، ضخیم است. رشته‌های سلولزی در هر لایه، با هم موازی می‌باشند، ولی در لایه‌های مختلف دیوارهٔ پسین، با هم فرق می‌کنند.

نکته همهٔ لایه‌های دیوارهٔ سلولی، توسط پروتوپلاست ساخته می‌شوند.

نکته در همهٔ لایه‌های دیوارهٔ سلولی، پلی‌ساکارید وجود دارد، ولی مواد پروتئینی فقط در دیوارهٔ نخستین و پسین وجود دارند. هم‌چنین، رشته‌های سلولزی مختص دیوارهٔ نخستین و پسین هستند و در تیغهٔ میانی یافت نمی‌شوند.

نکته دیوارهٔ پسین، ضخیم‌ترین، جدیدترین و داخلی‌ترین لایهٔ دیوارهٔ سلولی است. برای این‌که ترتیب لایه‌ها و موقعیت آن‌ها نسبت به داخل سلول را بهتر متوجه شوید، به دو شکل زیر دقت کنید:





۱- تشکیل تیغهٔ میانی

۲- رشد سلول و تشکیل دیوارهٔ

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

بخش‌های مختلف دیوارهٔ یاخته‌ای

نام بخش	تیغهٔ میانی	دیوارهٔ نخستین	دیوارهٔ پسین
سن	قدیمی‌ترین بخش	جدیدتر از تیغهٔ میانی	جدیدترین بخش
زمان تشکیل	هنگام تقسیم سیتوپلاسم	هنگام رشد یاخته	در یاختهٔ مسن
ضخامت	کم	متوسط	زیاد
تعداد لایه‌ها	یک لایه	یک یا چند لایه	چند لایه
جنس	پکتین	پلی‌ساکاریدهای رشته‌ای (سلولز) و غیررشته‌ای (خمیری‌شکل)	
ویژگی	اتصال دو یاختهٔ گیاهی	قالب دربرگیرندهٔ یاخته	ضخیم‌ترین و محکم‌ترین بخش
تأثیر بر رشد یاخته	گسترش همراه با رشد یاخته		توقف رشد یاخته
مثال	همهٔ یاخته‌ها		یاخته‌های اسکلرانشیمی، آوند چوبی و چوب‌پنبه‌ای

خب، تا این‌جا به‌طور کامل با ساختار دیوارهٔ سلولی آشنا شدیم و فهمیدیم که لایه‌های مختلف دیواره، از چی ساخته شدن و کارشون چیه. در دو تا درسنامهٔ بعد، می‌خوایم بیشتر راجع به وظایف دیواره و تغییرات ساختارش صحبت بکنیم. قبل از این‌که برسیم به اون مبحث، دو تا شکل بالا رو هم ببینین که مال کتاب درسی هستن و نکاتش رو بخونین تا برسیم به درسنامهٔ بعدی.

شکل «لایه‌های دیوارهٔ سلولی»

- ✓ بین دو سلول گیاهی مجاور، حداقل یک بخش از دیوارهٔ سلولی و حداکثر ۵ بخش از دیوارهٔ سلولی وجود دارد.
- ✓ دیوارهٔ سلولی در سمت خارج غشای پلاسمایی تشکیل می‌شود و نسبت به غشای سلول، از سیتوپلاسم دورتر است.
- ✓ تیغهٔ میانی، بخشی از دیوارهٔ سلولی است که بین دو سلول مجاور، مشترک می‌باشد. تیغهٔ میانی، از سایر لایه‌های دیواره مسن‌تر و قدیمی‌تر است. هم‌چنین با توجه به شکل، تیغهٔ میانی می‌تواند در بخش‌هایی از خود، بین سه سلول مجاور قرار بگیرد.
- ✓ جدیدترین بخش دیوارهٔ سلولی، یعنی دیوارهٔ پسین، نسبت به قدیمی‌ترین بخش، یعنی تیغهٔ میانی، به پروتوپلاست نزدیک‌تر می‌باشد.

درسنامهٔ ۴ ارتباط سلول‌های گیاهی

در یک جاندار پرسلولی، سلول‌ها برای ادامهٔ حیات خود نیاز به برقراری ارتباط با سایر سلول‌ها دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] در یک سامانهٔ پیچیده مثل گیاه یا جانور، ارتباط بین اجزاء نیز مانند خود اجزاء در تشکیل جاندار مؤثر است و کل، چیزی بیشتر از اجزاء است. در واقع، بدون این ارتباط‌ها، هر یک از اجزای بدن جاندار به‌تنهایی گیاه یا جانور به‌شمار نمی‌روند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۱ دهم] از وظایف خون، انتقال مواد غذایی، اکسیژن، کربن دی‌اکسید، هورمون‌ها و مواد دیگر است و از همین طریق، ارتباط همه‌یابی بین یاخته‌های بدن را امکان‌پذیر می‌سازد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

خب، تا این‌جا فهمیدیم که سلول‌ها باید با هم در ارتباط باشن، اما حالا سؤال اینه که چه‌جوری؟ اونم وقتی‌که دیوارهٔ سلولی دور تادور سلول رو گرفته! قبل از این‌که جواب این سؤال رو بدم، به یه نکته دقت کنین: تیغهٔ میانی، سلول‌های مجاور رو به هم می‌چسبونه.

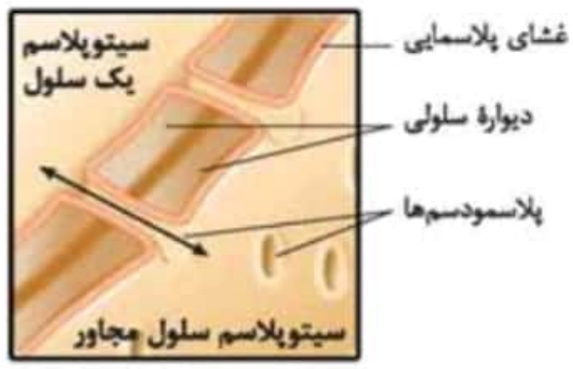
در قسمت‌هایی از دیوارهٔ سلولی بین دو سلول مجاور، منافذی در دیواره وجود دارند. از این منافذ، **کانال‌های سیتوپلاسمی** به‌نام **پلاسمودسم** عبور می‌کنند. پلاسمودسم‌ها، با مشاهدهٔ بافت‌های گیاهی توسط میکروسکوپ الکترونی کشف شدند. در واقع، بین دو سلول مجاور یه منافذی وجود داره و از درون این منافذ، جریان باریکی از سیتوپلاسم وجود داره که بهش میگن پلاسمودسم.

باکمک پلاسمودسم‌ها، مواد غذایی و ترکیبات شیمیایی دیگر می‌توانند از یک سلول به سلول مجاور منتقل شوند و ارتباط شیمیایی بین سلول‌ها برقرار می‌شود.

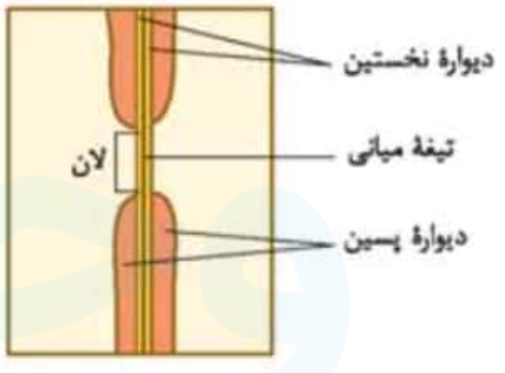
نکته پلاسمودسم‌ها به‌طور یکنواخت در دیوارهٔ سلولی پخش نشده‌اند، بلکه در بخش‌هایی از دیواره به‌نام لان، به فراوانی وجود دارند. لان، قسمتی از دیوارهٔ سلولی است که در آن قسمت، دیوارهٔ سلولی نازک باقی مانده است. این‌که نازک باقی مونده، یعنی بعد از این‌که تیغهٔ میانی تشکیل شد، پروتوپلاست اصلاً دیواره‌ای اون‌جا تشکیل نداده یا کمتر از جاهای دیگه تشکیل شده و در نتیجه، ضخامتش کمتر از جاهای دیگه هست.

نکته لان، قسمتی از دیوارهٔ سلولی است و بخش غیرزنده محسوب می‌شود. هر سلول گیاهی که دیوارهٔ سلولی دارد، لان نیز دارد.

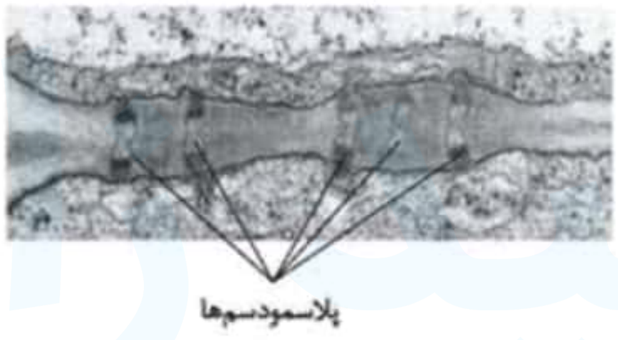
نکته پلاسمودسم، بخشی زنده است و فقط در بافت‌های زندهٔ گیاهی می‌توان پلاسمودسم را مشاهده کرد.



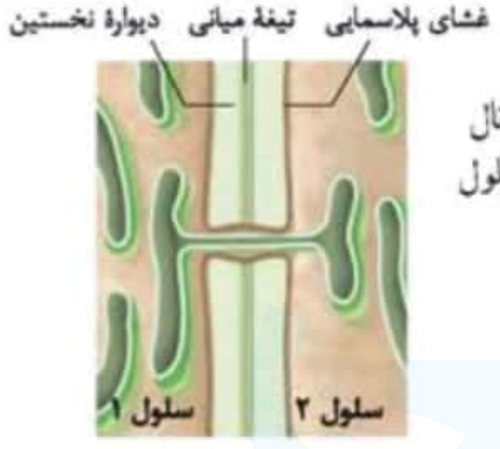
پلاسمودسم، در منافذ دیوارهٔ سلولی جریان می‌یابد.



لان در دیوارهٔ سلولی



پلاسمودسم، نوعی کانال سیتوپلاسمی بین دو سلول مجاور است.



تصویر میکروسکوپ الکترونی از پلاسمودسم

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۶ یازدهم] ساختارهایی مانند لان و پلاسمودسم، در هنگام تشکیل دیوارهٔ جدید، پایه‌گذاری می‌شوند.

درسنامهٔ ۵ تغییر ترکیب شیمیایی دیوارهٔ سلولی

پس از آن‌که دیوارهٔ سلولی تشکیل شد، متناسب با نوع کاری که سلول انجام می‌دهد، ممکن است ترکیب شیمیایی دیوارهٔ سلولی تغییر کند. حتی در طول عمر یک سلول نیز ممکن است ترکیب شیمیایی دیوارهٔ سلولی تغییر کند. تغییرات مختلفی ممکن است در تغییر ترکیب شیمیایی دیوارهٔ سلولی مشاهده شود.

نکته کار سلول و سن آن، عوامل مؤثر بر تغییر ترکیب شیمیایی دیوارهٔ سلولی می‌باشند.

☐ چوبی‌شدن

لیگنین یا **چوب**، نوعی مادهٔ آلی است[1] که توسط پروتوپلاست بعضی از سلول‌های گیاهی ساخته می‌شود و به دیوارهٔ سلولی اضافه می‌شود. چوبی‌شدن دیوارهٔ سلولی، استحکام آن را افزایش می‌دهد. در نتیجه، گیاهانی که ارتفاع بسیار زیادی دارند، می‌توانند استحکام خود را با کمک سلول‌های دارای دیوارهٔ چوبی حفظ کنند.

نکته چوبی‌شدن دیواره، اغلب سبب مرگ پروتوپلاست سلول می‌شود. اما چرا؟ گفتیم که لایه‌های جدید دیوارهٔ سلولی به‌سمت داخل سلول ساخته می‌شوند؛ در نتیجه، با تشکیل لایه‌های جدید دیوارهٔ سلولی، حجم پروتوپلاست کاهش پیدا می‌کند و به‌تدریج، فضای پروتوپلاست به‌حدی کم می‌شود که سلول می‌میرد؛ بنابراین، چوبی‌شدن دیواره توسط یک سلول زنده انجام می‌شود و با پایان آن، سلول می‌میرد. البته، ممکن است دیوارهٔ سلولی چوبی شود و سلول نیز زنده بماند.

نکته چوبی‌شدن در سلول‌های بافت آوند چوبی و بافت اسکلرانشیمی (سلول‌های اسکلرئید و فیبر) مشاهده می‌شود.

نکته در فرایند چوبی‌شدن رسوب لیگنین در سطح داخلی دیوارهٔ پسین انجام می‌شود. در واقع، هر سلولی که دیوارهٔ چوبی دارد، قطعاً دیوارهٔ پسین نیز دارد.

۱- لیگنین، ماده‌ای از نوعی الکل است و پس از سلولز، فراوان‌ترین ترکیب آلی طبیعت می‌باشد. لیگنین، آبگریز است و این خاصیت، به عملکرد سلول‌های دارای لیگنین، مثل آوندها و [illegible]

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

❑ کانی‌شدن

اضافه‌شدن ترکیبات کانی به دیوارهٔ سلولی را کانی‌شدن می‌نامند. مثلاً در دیوارهٔ سلول‌های سطحی (روپوست) برگ یا ساقهٔ گیاه گندم، **سیلیس** وجود دارد که باعث **زبری سطح برگ و ساقهٔ گندم** می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۹ یازدهم] دیوارهٔ یاخته‌ای محکم است و عبور از آن کار آسانی نیست. وجود ترکیباتی مانند لیگنین یا سیلیس در دیواره، به سخت‌شدن آن و در نتیجه، افزایش توان این سد فیزیکی کمک می‌کند. با این حال، عوامل بیماری‌زا می‌توانند با عبور از منافذ روزنه‌ها یا فضای بین یاخته‌ها، از این سد بگذرند و وارد گیاه شوند.

❑ ژله‌ای‌شدن

همان‌طور که گفتیم، تیغهٔ میانی از نوعی پلی‌ساکارید به‌نام پکتین ساخته شده‌است[1]. پکتین، پس از جذب آب، متورم و ژله‌ای می‌شود. به این تغییر، ژله‌ای شدن می‌گویند. مقدار پکتین در بعضی گیاهان به‌قدری فراوان است که از آن‌ها برای تولید **ژله‌های (لعاب‌های) گیاهی** استفاده می‌کنند؛ مثلاً، در دانه‌های **بِه و تخم شربتی**، مقدار فراوانی ترکیبات پکتینی وجود دارد و خیساندن آن‌ها در آب، باعث ایجاد ژله می‌شود.

تخم شربتی، مقدار زیادی ترکیبات پکتینی دارد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] موسین، نوعی گلیکوپروتئین است که از سلول‌های لایهٔ مخاطی در بخش‌هایی از بدن مثل لولهٔ گوارشی و مجرای تنفسی ترشح می‌شود. موسین، پس از جذب آب، نوعی ترکیب چسبناک و ژله‌ای به‌نام مادهٔ مخاطی تولید می‌کند.

نکته کانی‌شدن و ژله‌ای‌شدن، حاصل اضافه‌شدن ترکیبات معدنی به دیوارهٔ سلولی می‌باشند. بنابراین، در این دو نوع تغییر، ماده‌ای که به دیوارهٔ سلولی اضافه می‌شود، توسط پروتوپلاست ساخته نشده است.

❑ کوتینی‌شدن و چوب‌پنبه‌ای شدن

کوتین و چوب‌پنبه[2]، نوعی لیپید می‌باشند. در فصل (۲) خواندیم که لیپیدها، ترکیباتی آبگریز هستند. به‌همین دلیل، اضافه‌شدن کوتین و چوب‌پنبه به دیوارهٔ سلولی، در کاهش از دست دادن آب و جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا به گیاه نقش دارد.

نکته در چوبی‌شدن، کوتینی‌شدن و چوب‌پنبه‌ای شدن، ترکیبات آلی به دیوارهٔ سلولی اضافه می‌شوند ولی در کانی‌شدن و ژله‌ای‌شدن، ترکیبات معدنی به دیوارهٔ سلولی اضافه می‌شوند.

جمع‌بندی

تغییرات دیوارهٔ یاخته‌ای

نوع تغییر	نوع مادهٔ اضافه‌شده	مادهٔ اضافه‌شده	مکانیسم تغییر	مثال
چوبی‌شدن	آلی	چوب (لیگنین)	ساخته‌شدن توسط پروتوپلاست و اضافه‌شدن به دیواره	بافت آوند چوبی بافت اسکلرانشیمی
کوتینی‌شدن		کوتین		سلول‌های روپوست ساقه و برگ
چوب‌پنبه‌ای شدن		چوب‌پنبه		بافت چوب‌پنبه‌ای
کانی‌شدن	معدنی	ترکیبات کانی مثل سیلیس	جذب توسط گیاه و اضافه‌شدن به دیواره	سیلیس در روپوست برگ و ساقهٔ گندم
ژله‌ای‌شدن		آب	جذب آب توسط پکتین تیغهٔ میانی	دانهٔ بِه و تخم شربتی

فعالیت کتاب درسی

تغییرات بسیاری در میوه‌های نارس روی می‌دهد که نتیجهٔ آن، رسیدن میوه است.

تغییراتی که در میوه‌های نارس در ارتباط با دیوارهٔ یاخته‌ای رخ می‌دهد، مربوط به یکی از تغییرات ژله‌ای‌شدن یا چوبی‌شدن می‌تواند باشد. در گیاهانی که میوهٔ رسیدهٔ آن‌ها نرم‌تر است، آب توسط پکتین تیغهٔ میانی جذب شده است و میوه نرم‌تر می‌شود. در گیاهانی که میوهٔ رسیدهٔ سخت‌تر دارند، تغییری که در دیوارهٔ سلولی رخ داده است، از نوع چوبی‌شدن می‌باشد؛ در نتیجهٔ اضافه‌شدن لیگنین به دیواره، سختی دیوارهٔ سلولی افزایش می‌یابد.

۱- البته، در دیوارهٔ نخستین هم پکتین وجود دارد ولی در کتاب درسی به آن اشاره‌ای نشده است.

۲- چوب‌پنبه نوعی ماده چربی به‌نام سوبرین (Suberin) می‌باشد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۶ **واکوئول (کریچه)**

ساختار واکوئول

یکی دیگر از اندامک‌هایی که در سلول گیاهی وجود دارد، **واکوئول** است. درون واکوئول، مایعی وجود دارد که به آن، شیرهٔ واکوئولی (کریچه‌ای) گفته می‌شود. این شیره، ترکیبی از آب و مواد دیگر است. در واقع، واکوئول مشابه کیسه‌ای درون سلول است که می‌تواند مواد مختلفی را در خود ذخیره کند. مقدار و نوع مواد ذخیره‌شده در شیرهٔ واکوئول، در گیاهان مختلف و حتی بافت‌های مختلف یک گیاه، متفاوت است.

در بعضی از سلول‌های گیاهی، واکوئول درشتی در سلول وجود دارد که بیشتر حجم سلول را اشغال می‌کند و به آن، واکوئول مرکزی می‌گویند.

ساختار یک واکوئول و واکوئول مرکزی در یک سلول گیاهی

ترکیبات واکوئول

همان‌طور که گفتیم، در واکوئول، مایعی به نام شیرهٔ واکوئولی قرار دارد که ترکیبات مختلفی در آن به صورت محلول وجود دارند. آب، ترکیبات پروتئینی، اسیدی و رنگی، موادی هستند که ممکن است در شیرهٔ واکوئول وجود داشته باشند. این مواد در گیاه ساخته می‌شوند و سپس در واکوئول ذخیره می‌شوند. در ادامه، به بررسی هر یک از این مواد می‌پردازیم. در ارتباط با آب نیز در درسنامهٔ بعدی، به‌طور مفصل صحبت خواهیم کرد.

❑ مواد رنگی

آنتوسیانین، یکی از ترکیبات رنگی است که در واکوئول ذخیره می‌شود. آنتوسیانین، در **ریشهٔ چغندر قرمز**، **کلم بنفش** و میوه‌هایی مانند **پرتقال توسرخ** به مقدار فراوان وجود دارد. بنابراین، می‌توان متوجه شد که آنتوسیانین، به‌طور معمول رنگ **قرمز** یا **بنفش** دارد.

یکی از ویژگی‌های جالب رنگ آنتوسیانین این است که در pHهای مختلف، تغییر رنگ می‌دهد. در نتیجه، تفاوت pH کلم بنفش با pH ریشهٔ چغندر قرمز و پرتقال توسرخ، باعث تفاوت در رنگ آن‌ها شده است. *جدول زیر و شکل مقابل، رنگ آنتوسیانین در pHهای مختلف رو نشون میدن. این جدول واسه اطلاعات خودتون نوشته شده و نیازی به حفظ اون نیست.*

رنگ آنتوسیانین در pHهای مختلف

pH	۲	۴	۶	۸	۱۰	۱۲
رنگ	سرخ	زرشکی	بنفش	آبی	آبی ـ سبز	زرد

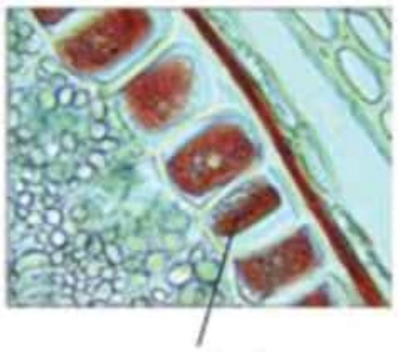
فعالیت کتاب درسی

غشای کریچه‌مانند غشای یاخته، ورود مواد به کریچه و خروج از آن را کنترل می‌کند.

وقتی‌که برگ کلم در آب جوشانده می‌شود، حرارت زیاد باعث می‌شود که غشاهای زیستی تخریب شوند. در نتیجهٔ تخریب غشای واکوئول، مواد رنگی درون آن آزاد می‌شوند و وارد آب می‌شوند. با ورود آنتوسیانین به آب، رنگ آب تغییر می‌کند و بنفش می‌شود. اگر همین آزمایش را در آبی با دمای معمولی انجام دهیم، تغییر چندانی در رنگ آب ایجاد نمی‌شود، البته در این حالت هم مقداری آنتوسیانین وارد آب می‌شود که علت آن، آسیب غشاهای زیستی هنگام برش کلم با چاقو می‌باشد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۷ دهم] در غشای سلول و کریچه، پروتئینی به نام آکواپورین وجود دارد که به‌صورت اختصاصی برای انتشار آب عمل می‌کند. ساخت آکواپورین‌ها هنگام کم‌آبی افزایش می‌یابد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی



سلول‌های ذخیره‌کنندهٔ گلوتن

❑ ترکیبات پروتئینی

یکی از پروتئین‌هایی که در واکوئول گیاهان ذخیره می‌شود، **گلوتن** است. گلوتن، در **بذر گیاه گندم و جو** وجود دارد. هنگام رویش بذر، رویان از گلوتن برای رشد و نمو خود استفاده می‌کند. این پروتئین، برای انسان ارزش غذایی دارد، ولی بعضی افراد نسبت به آن **حساسیت** دارند. مصرف فراورده‌های گلوتن‌دار در این افراد، منجر به **اختلالات رشد** و **مشکلات جدی در سلامت** می‌شود. **تشخیص قطعی** حساسیت به گلوتن، با کمک **آزمایش‌های پزشکی** صورت می‌گیرد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] حساسیت به پروتئین گلوتن، بیماری سلیاک نام دارد. در اثر گلوتن، یاخته‌های روده تخریب می‌شوند و ریزپرزها و حتی پرزها از بین می‌روند؛ در نتیجه، سطح جذب مواد، کاهش شدیدی پیدا می‌کند و بسیاری از مواد مغذی موردنیاز بدن جذب نمی‌شوند. این موضوع، منجر به اختلال در رشد فرد می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۹ یازدهم] رویان غلات در هنگام رویش دانه، مقدار فراوانی جیبرلین می‌سازند. این هورمون بر خارجی‌ترین لایهٔ آندوسپرم (لایهٔ گلوتن‌دار) اثر می‌گذارد و سبب تولید و رهاشدن آنزیم‌های گوارشی در دانه می‌شود. این آنزیم‌ها، دیوارهٔ یاخته‌ها و ذخایر آندوسپرم را تجزیه می‌کنند. نشاسته یکی از این ذخایر است که بر اثر آنزیم آمیلاز به گلوکز مورد نیاز برای رشد رویان تجزیه می‌شود.

❑ ترکیبات اسیدی

چای با شیر (در حاشیه)

در واکوئول سلول‌های برگ چای، ماده‌ای به‌نام اگزالیک‌اسید ذخیره می‌شود. اگزالیک‌اسید، تمایل دارد که با یون‌های کلسیم واکنش دهد و بلورهای کلسیم‌اگزالات را تشکیل دهد. اگزالیک‌اسید با کلسیم شیر تشکیل بلورهای جامدی می‌دهد که رسوب می‌کنند. به‌همین دلیل، ریختن چای در شیر باعث می‌شود که شیر کدر شود و هم‌چنین به‌دلیل رسوب کلسیم، مانع از جذب کلسیم در روده می‌شود.

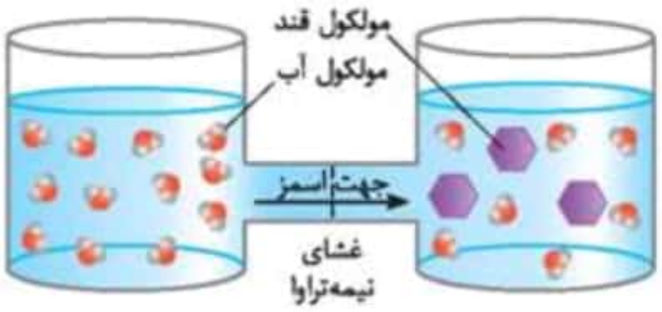
❑ آب

آب، یکی از مهم‌ترین ترکیباتی است که در واکوئول ذخیره می‌شود. در درسنامهٔ بعدی، در ارتباط با ذخیرهٔ آب در واکوئول گیاهان صحبت می‌کنیم.

درسنامهٔ ۷ تورژسانس و پلاسمولیز در گیاهان

مطالب این درسنامه، کاملاً با مبحث اسمز در فصل (۲) مرتبط هستن. بنابراین، بهتره که قبل از خوندن این درسنامه، برگردین و یه مروری روی اسمز در فصل (۲) داشته باشین. اگه حوصلتون نمیکشه، فقط یه نگاهی به خلاصهٔ زیر بندازین تا بریم سراغ ادامهٔ بحث.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] به انتشار **آب** از درون غشایی با **تراوایی نسبی، اسمز** می‌گویند. در اسمز، **جابه‌جایی خالص آب** وجود دارد که دلیل آن، اختلاف غلظت محلول‌های آبی در دو سمت غشایی با نفوذپذیری انتخابی است. «فشار لازم برای **توقف کامل** اسمز، **فشار اسمزی** محلول نام دارد که **عامل پیش‌برندهٔ اسمز** است.» علت ایجاد فشار اسمزی، **اختلاف غلظت در دو سوی غشا** است. سمتی که میزان حل‌شوندهٔ آن بیشتر باشد، فشار اسمزی بیشتری دارد و آب را به‌سمت خود می‌کشد. هرچه اختلاف فشار اسمزی بیشتر باشد، سرعت اسمز (جابه‌جایی آب) بیشتر است.



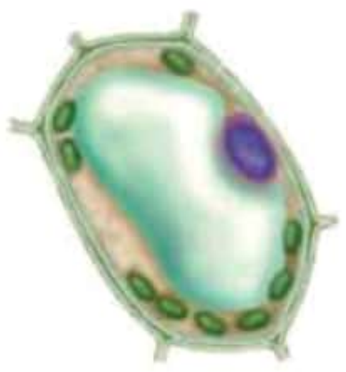
	محلول دارای مقدار زیاد حل‌شونده	محلول دارای مقدار کم حل‌شونده
غلظت حل‌شونده	زیاد	کم
فشار اسمزی	زیاد	کم
پتانسیل آب	کم	زیاد
تغییر حجم پس از اسمز	افزایش حجم	کاهش حجم
جهت حرکت آب	⟵	

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

حالا بریم سراغ ادامهٔ مبحث از فصل (۶).

❑ تورژسانس

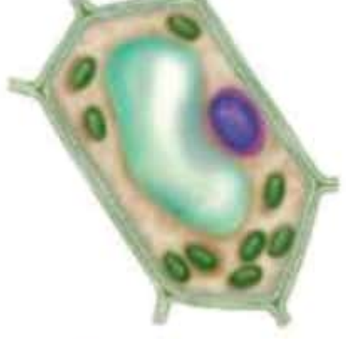
وقتی که مقدار آب در محیط بیشتر از مقدار آن درون سلول باشد، آب تمایل دارد که با روش اسمز، وارد سلول شود. در نتیجهٔ ورود آب به سلول، واکوئول‌ها حجیم و پرآب می‌شوند. افزایش حجم واکوئول‌ها، باعث می‌شود که پروتوپلاست به دیواره بچسبد و به آن فشار آورد. تحت تأثیر این فشار، دیوارهٔ سلولی تا حدی کشیده می‌شود اما میزان کشیدگی در حدی نیست که دیواره پاره شود. به این وضعیت در سلول گیاهی، **تورژسانس** یا **تورم** می‌گویند. تورژسانس سلول‌های بافت‌های گیاهی، باعث می‌شود که اندام‌های غیرچوبی گیاه، مثل برگ و گیاهان علفی، استوار باقی بماند.



تورژسانس (تورم)

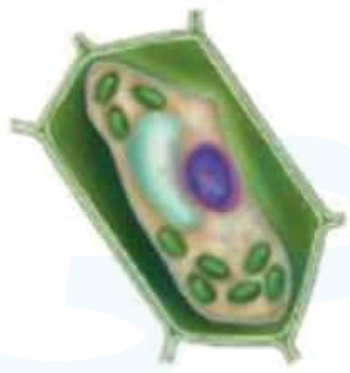
❑ پلاسمولیز و پژمردگی

وقتی‌که مقدار آب در محیط کمتر از مقدار آن درون سلول باشد، آب تمایل دارد که با روش اسمز، از سلول خارج شود. در نتیجه، آب از واکوئول خارج می‌شود و به محیط اطراف سلول می‌رود. نتیجهٔ کاهش حجم واکوئول، فاصله گرفتن پروتوپلاست از دیواره و جمع شدن آن می‌باشد. به این حالت، **پلاسمولیز** گفته می‌شود. پلاسمولیز، باعث می‌شود که اندام‌های غیرچوبی گیاه، استواری خود را از دست بدهند و برگ‌ها، حالت چروکیده پیدا کنند. البته، پلاسمولیز، **برگشت‌پذیر** است.



شروع پلاسمولیز

اگر سلول گیاهی را که حالت پلاسمولیز دارد در محیطی با آب فراوان قرار دهیم، آب مجدداً وارد سلول می‌شود و حالت پلاسمولیز از بین می‌رود. البته، اگر پلاسمولیز برای مدتی طولانی ادامه پیدا کند، حالت **پژمردگی** رخ می‌دهد. در این حالت، سلول‌های گیاهی می‌میرند و حتی با آبیاری فراوان هم امکان رفع پژمردگی وجود ندارد. به‌دنبال پژمردگی، اندام‌های غیرچوبی گیاه کاملاً افتاده می‌شوند و برگ‌ها کاملاً چروکیده خواهند شد.



پژمردگی

نکته تاکنون با دو عامل مرگ سلول‌های گیاهی آشنا شدیم؛ چوبی‌شدن و پلاسمولیز طولانی‌مدت.

فعالیت کتاب درسی

آب بر اساس اسمز می‌تواند از غشای پروتوپلاست و کریچه، آزادانه و بدون صرف انرژی عبور کند.

عملکرد روپوست پیاز قرمز در آب مقطر و محلول ۱۰ درصد نمک: در آب مقطر، غلظت مواد حل‌شونده کم‌تر از آب معمولی می‌باشد. بنابراین، فشار اسمزی بسیار پایینی دارد. برای تهیهٔ محلول ۱۰ درصد نمک، مقداری نمک با حجم ۱۰ میلی‌لیتر را در ظرفی می‌ریزیم و سپس ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه می‌کنیم. محلول نمک ۱۰ درصد، فشار اسمزی بالایی دارد.

الف) آب مقطر: وقتی سلول گیاهی در آب مقطر قرار می‌گیرد، فشار اسمزی درون سلول بیشتر از فشار اسمزی محیط اطراف سلول است. با توجه به این‌که آب تمایل دارد به جایی با فشار اسمزی بالا برود، آب مقطر وارد سلول می‌شود و حجم واکوئول‌ها افزایش می‌یابد. در این حالت، تورژسانس سلول گیاهی مشاهده می‌شود و فشار بر روی دیواره زیاد است. پس به‌طور خلاصه، در آب مقطر، جهت حرکت آب به سمت درون سلول می‌باشد و حالت تورژسانس ایجاد می‌شود.

ب) محلول ۱۰ درصد نمک: وقتی سلول گیاهی در محلول ۱۰ درصد نمک قرار می‌گیرد، فشار اسمزی درون سلول کم‌تر از فشار اسمزی بیرون سلول است. در نتیجه، آب از واکوئول‌ها خارج می‌شود و به محیط اطراف سلول می‌رود. در این حالت، پروتوپلاست از دیواره فاصله می‌گیرد و حالت پلاسمولیز ایجاد می‌شود. به‌طور خلاصه، در محلول ۱۰ درصد نمک، جهت حرکت آب به سمت خارج سلول می‌باشد و حالت پلاسمولیز ایجاد می‌شود.

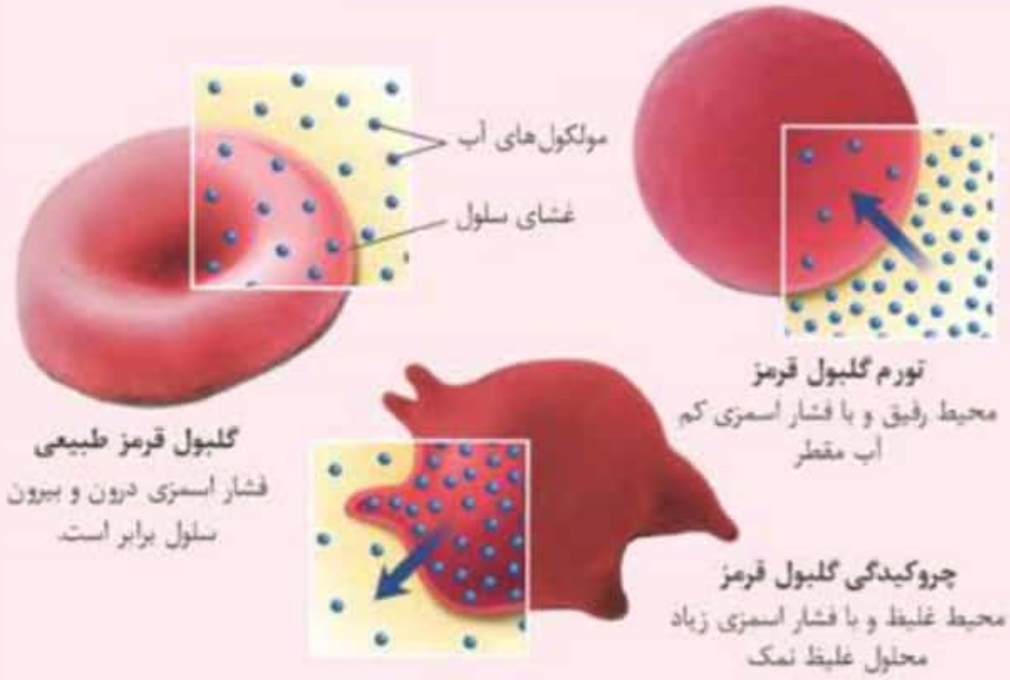
هنگام استفاده از آب معمولی به‌جای آب مقطر، یاخته‌ها درجه‌ای از حالت پلاسمولیز را نشان می‌دهند.

عملکرد روپوست پیاز در آب معمولی به‌جای آب مقطر: همان‌طور که گفتیم، غلظت مواد حل‌شونده در آب معمولی بیشتر از آب مقطر است. در نتیجه، فشار اسمزی در آب معمولی، بیشتر از فشار اسمزی آب مقطر است. وقتی‌که سلول گیاهی در آب معمولی قرار می‌گیرد، فشار اسمزی درون سلول کم‌تر از فشار اسمزی بیرون سلول است. در نتیجه، آب از سلول خارج می‌شود. در این شرایط، پروتوپلاست از دیواره فاصله می‌گیرد و درجه‌ای از حالت پلاسمولیز ایجاد می‌شود. دقت داشته باشید که شدت پلاسمولیز در محلول ۱۰ درصد نمک بیشتر از آب معمولی می‌باشد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

به‌دلیل وجودنداشتن دیواره در سلول‌های جانوری، مقاومت این سلول‌ها در برابر اسمز، کم‌تر از سلول‌های گیاهی است.

عملکرد یاختهٔ جانوری در محیط با فشار اسمزی کم: روش انجام این آزمایش، مشابه با آزمایش اسمز در تخم مرغ (نوعی سلول جانوری) می‌باشد که در فصل (۲) با جزئیات آن آشنا شدیم. دقت داشته باشید که منظور از محیط با فشار اسمزی کم، آب مقطر می‌باشد که غلظت حل‌شونده‌های آن کم است. وقتی‌که تخم مرغ در آب مقطر قرار می‌گیرد، چون فشار اسمزی درون سلول بیشتر از فشار اسمزی بیرون سلول است، آب وارد سلول می‌شود. در این حالت، سلول متورم می‌شود و فشار بر غشای سلول زیاد می‌شود. به‌تدریج، به‌حدی این فشار زیاد می‌شود که غشای سلول پاره می‌شود و سلول می‌ترکد. بنابراین، برخلاف سلول‌های گیاهی که ورود آب به درون آن‌ها برای سلول مفید است، سلول جانوری پس از ورود مقدار زیاد آب به درون خود، می‌ترکد. علت این موضوع، عدم وجود دیوارهٔ سلولی در اطراف سلول است. در گیاهان، دیوارهٔ سلولی در برابر فشار ناشی از تورم، مقاومت می‌کند و در نتیجه، سلول نمی‌ترکد. برای همین است که جاندارانی که در آب شیرین زندگی می‌کنند، مکانیسم‌هایی برای دفع آب اضافی واردشده به پیکر خود دارند.



یاخته‌های گیاه بر اساس تفاوت فشار اسمزی پروتوپلاست و محیط اطراف، به حالت تورژسانس یا پلاسمولیز درمی‌آیند. پلاسمولیز و تورژسانس یاخته‌ها، سبب تغییر در اندازه و وزن بافت گیاهی می‌شود.

تغییر اندازه و وزن بافت‌های گیاهی در اثر پلاسمولیز و تورژسانس: روپوست یک پیاز قرمز را به قطعات مختلفی با اندازهٔ برابر تقسیم می‌کنیم. هر یک از قطعات را به ترتیب در محلول غلیظ نمک، آب معمولی و آب مقطر قرار می‌دهیم. دقت داشته باشید که وزن ظرف‌ها، حجم محلول‌ها، دمای آب و سایر شرایط برای هر سه ظرف باید یکسان باشد. در این آزمایش، ظرف حاوی آب معمولی را به عنوان شاهد در نظر می‌گیریم. در ابتدای آزمایش، وزن هر قطعهٔ روپوست را اندازه‌گیری می‌کنیم. دقت داشته باشید که وزن قطعات مختلف هم باید یکسان باشد. پس از مدتی، اسمز انجام می‌شود. سپس مجدداً اندازه و وزن بافت‌ها را بررسی می‌کنیم.

۱- **ظرف آب معمولی (شاهد):** یاخته‌ها در ظرف آب معمولی به حالت پلاسمولیز درمی‌آیند. البته، میزان پلاسمولیز در آب معمولی کم است و در نتیجه، اندازه و وزن بافت به مقدار بسیار کمی کاهش پیدا می‌کند.

۲- **ظرف آب مقطر:** قطعه‌ای از پیاز که در آب مقطر قرار داشته است، به‌حالت تورژسانس درآمده است. در نتیجهٔ ورود آب به این قطعه، وزن و اندازهٔ بافت نسبت به حالت اولیه افزایش پیدا کرده است.

۳- **ظرف محلول غلیظ نمک:** در این ظرف، پلاسمولیز شدید بافت گیاهی رخ می‌دهد و آب از یاخته‌ها خارج می‌شود. در نتیجه، وزن و اندازهٔ بافت نسبت به حالت اولیه، کاهش پیدا کرده است. *جدول زیر، خلاصه‌ای از کل مطالبی هست که در این فعالیت بررسی کردیم.*

حالت		تورژسانس (تورم)	پلاسمولیز
فشار اسمزی و غلظت حل‌شونده‌ها	درون سلول	زیاد	کم
	محیط اطراف سلول	کم	زیاد
پتانسیل آب	درون سلول	کم	زیاد
	محیط اطراف سلول	زیاد	کم
تغییر حجم سلول		افزایش	کاهش
تغییر اندازه و وزن سلول		افزایش	کاهش
تأثیر بر سلول	گیاهی	**تورژسانس (تورم)** استوارماندن اندام‌های غیرچوبی مانند برگ و گیاهان علفی	**پلاسمولیز** کوتاه‌مدت: رفع می‌شود. طولانی‌مدت: منجر به مرگ سلول می‌شود.
	جانوری	**تورم سلول** ترکیدن سلول	**چروکیده‌شدن سلول** مرگ سلول

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۸ انواع پلاست‌های گیاهان

یکی دیگر از ویژگی‌های یاخته‌های گیاهی، داشتن اندامکی به‌نام **دیسه (پلاست)** است. انواعی از پلاست‌ها در گیاهان وجود دارند که توانایی ذخیرهٔ مواد مختلفی مثل رنگیزه‌ها و نشاسته را دارند.

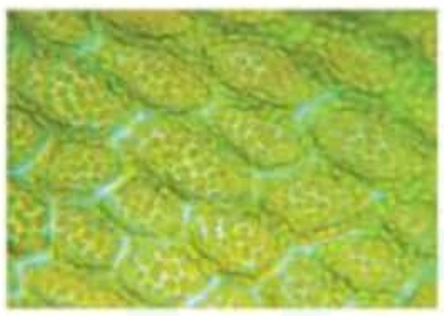
نکته انواعی از رنگ‌ها در گیاهان وجود دارند. بعضی از مواد رنگی گیاهان، مثل آنتوسیانین، در واکوئول ذخیره می‌شوند ولی بعضی از مواد رنگی دیگر، در پلاست‌ها ذخیره می‌شوند.

پلاست ذخیره‌کنندهٔ رنگیزه

دو نوع پلاست ذخیره‌کنندهٔ رنگ در گیاهان وجود دارد: **کلروپلاست** و **کروموپلاست**. پلاست‌هایی که سبز هستند و کلروفیل (سبزینه) دارند، کلروپلاست نامیده می‌شوند. سایر پلاست‌های رنگی، کروموپلاست می‌باشند.

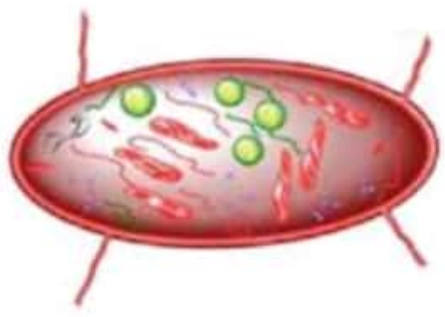
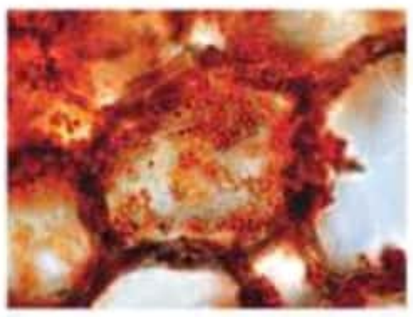
❑ کلروپلاست (سبزدیسه)

در کلروپلاست، مقدار فراوان رنگیزهٔ کلروفیل (سبزینه) وجود دارد. این رنگیزه، سبز است و به‌همین دلیل گیاهان سبز دیده می‌شوند. البته، علاوه بر کلروفیل، کاروتنوئید نیز در کلروپلاست وجود دارد. کاروتنوئید، رنگیزه‌ای است که باعث ایجاد رنگ‌های پاییزی می‌شود. در شرایط طبیعی، مقدار کلروفیل به‌حدی زیاد است که رنگ زرد و نارنجی کاروتنوئیدها مشخص نیست. در پاییز، کاهش طول روز و کم‌شدن نور، باعث می‌شود که کلروفیل در برگ تجزیه شود و در نتیجه، مقدار آن در کلروپلاست کاهش پیدا کند. در این زمان، مقدار کاروتنوئید افزایش می‌یابد و کلروپلاست به کروموپلاست تبدیل می‌شود. دقت داشته باشید که تغییر ساختار کلروپلاست در فصل پاییز، فقط در بعضی از گیاهان (گیاهان برگ‌ریز) مشاهده می‌شود.



❑ کروموپلاست (رنگ‌دیسه)

کروموپلاست‌ها، پلاست‌هایی هستند که مقدار کاروتنوئیدها در آن بسیار فراوان است. انواع مختلفی از کروموپلاست وجود دارد که در آن‌ها، **انواع مختلفی از کاروتنوئیدها** ذخیره می‌شوند. در ریشهٔ هویج، مقدار فراوانی **کاروتن** وجود دارد که باعث رنگ نارنجی (یا زرد) ریشه می‌شود. در گلبرگ‌های زرد، رنگیزهٔ **گزانتوفیل** وجود دارد. رنگ قرمز گوجه‌فرنگی نیز ناشی از **لیکوپن** است.

نکته رنگ نارنجی و زرد برگ‌ها در پاییز، ناشی از کاروتن می‌باشد، اما رنگ زرد گلبرگ‌ها ناشی از گزانتوفیل است.

نکته ترکیبات رنگی موجود در واکوئل‌ها و کروموپلاست‌ها، ترکیبات شیمیایی **آنتی‌اکسیدان (پاداُکسنده)**[1] هستند. ترکیبات آنتی‌اکسیدان در پیشگیری از سرطان و بهبود کارکرد مغز و اندام‌های دیگر نقش مثبتی دارند.

۱- در کتاب شیمی فوندین که اتم‌ها تمایل دارن الکترون‌هاشون رو جفت کنن و با این کار، به پایداری برسن. یه سری از مواد هستن که الکترون جفت‌نشده دارن. وجود الکترون جفت‌نشده، باعث میشه که تمایل این مواد برای واکنش خیلی زیاد باشه. این مواد که رادیکال آزاد نام دارن، می‌تونن با مولکول‌های بدن، مثل DNA واکنش بدن و اونارو تخریب کنن. آسیب DNA هم می‌تونه منجر به سرطان بشه. ترکیبات آنتی‌اکسیدان، موادی هستن که میان با رادیکال‌های آزاد واکنش می‌دن و نمی‌ذارن که این رادیکال‌ها، تاثیری بر روی مولکول‌های بدن [illegible]

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

نکته آنتوسیانین و لیکوپن، دو نوع رنگیزهٔ قرمز در گیاهان می‌باشند. آنتوسیانین، در واکوئول ذخیره می‌شود و در ریشهٔ چغندر قرمز، کلم بنفش و پرتقال توسرخ وجود دارد. لیکوپن، در کروموپلاست ذخیره می‌شود و در گوجه‌فرنگی مشاهده می‌شود.

فعالیت کتاب درسی

گوجه‌فرنگی، در ابتدا سبزرنگ است و با گذشت زمان و رسیدگی میوه، رنگ آن تغییر می‌کند و قرمز می‌شود.

وقتی لیکوپن در کلروپلاست زیاد شود و مقدار کلروفیل کاهش پیدا کند، کلروپلاست به کروموپلاست تغییر می‌کند و رنگ سبز آن به قرمز تغییر می‌یابد.

جمع‌بندی

انواع پلاست ذخیره‌کنندهٔ رنگ در گیاهان

نوع پلاست	کلروپلاست	کروموپلاست		
رنگیزهٔ اصلی	کلروفیل	کاروتنوئید		
نام رنگیزه		کاروتن	گزانتوفیل	لیکوپن
رنگ رنگیزه	سبز	زرد یا نارنجی	زرد	قرمز
مثال	همهٔ بخش‌های سبز گیاهان مثل برگ	برگ‌های پاییزی ریشهٔ هویج	گلبرگ‌های زرد	گوجه‌فرنگی

فعالیت کتاب درسی

برگ بعضی گیاهان، بخش‌های غیرسبز مثلاً سفید، زرد، قرمز یا بنفش دارند. دیده می‌شود که کاهش نور در محیط اطراف چنین گیاهانی، سبب افزایش مساحت بخش‌های سبز می‌شود.

وجود بخش‌هایی با رنگی غیر از سبز در برگ گیاه، ناشی از وجود کروموپلاست‌ها می‌باشد. وقتی‌که مقدار نور در محیط اطراف این گیاهان کم می‌شود، سلول‌های برگ برای جذب نور با مشکل مواجه می‌شوند. در نتیجه، لازم است که توانایی سلول‌ها برای جذب نور افزایش پیدا کند. به‌همین دلیل، کروموپلاست‌ها به کلروپلاست تبدیل می‌شوند؛ یعنی، مقدار کلروفیل در کروموپلاست افزایش می‌یابد و مقدار کاروتنوئیدها (مثل لیکوپن در بخش‌های قرمز برگ)، کاهش می‌یابد. تغییر در ساختار کروموپلاست، باعث تبدیل آن به کلروپلاست می‌شود و توانایی سلول را برای جذب نور افزایش می‌دهد. این سازگاری باعث می‌شود که گیاه در نور کم هم بتواند به بقای خود ادامه دهد و انرژی مورد نیاز خود را جذب کند.

نکته تا این‌جا، با چند نوع تبدیل در کروموپلاست و کلروپلاست آشنا شدیم.

۱- تبدیل کلروپلاست به کروموپلاست در فصل پاییز: در پاییز، به دلیل کاهش نور، مقدار کلروفیل در پلاست کاهش می‌یابد و کاروتنوئیدها زیاد می‌شوند. در نتیجه، کلروپلاست به کروموپلاست تبدیل می‌شود و رنگ سبز برگ‌ها به رنگ‌های پاییزی مثل زرد و نارنجی تغییر می‌کند. البته گفتیم که این تغییر فقط در گیاهان برگ‌ریز انجام می‌شود. در گیاهان همیشه‌سبز، مثل کاج و سرو، برگ‌های درختان همیشه سبز باقی می‌مانند. همان‌طور که در شکل مقابل می‌بینید، تبدیل کلروپلاست به کروموپلاست آغاز شده است و در بخش‌هایی از برگ، این تبدیل هنوز انجام نشده است.

۲- تبدیل کلروپلاست به کروموپلاست هنگام رسیدن میوه: میوهٔ نارس بعضی از گیاهان مثل گوجه‌فرنگی، سبز می‌باشد؛ یعنی در میوهٔ نارس، مقدار کلروپلاست‌ها زیاد است. طی فرایند رسیدن میوه، مقدار کلروفیل درون پلاست‌ها کاهش می‌یابد و مقدار کاروتنوئیدها، مثل لیکوپن زیاد می‌شود. نتیجه این است که کلروپلاست به کروموپلاست تبدیل می‌شود و رنگ میوهٔ رسیده نیز دیگر سبز نیست.

تغییر رنگ گوجه‌فرنگی در فرایند رسیدن میوه

۳- تبدیل کروموپلاست به کلروپلاست هنگام کمبود نور: در بعضی از گیاهان، بخش‌های غیرسبز در برگ مشاهده می‌شوند. مثلاً، ممکن است بخش‌های سفید، زرد، قرمز یا بنفش در برگ وجود داشته باشد. گفتیم که گیاهان برای انجام فتوسنتز، نیاز به جذب انرژی نورانی خورشید دارند. بنابراین، زمانی‌که مقدار نور در محیط کاهش می‌یابد، گیاه برای مقابله با مشکل کمبود نور، کروموپلاست‌های خود را به کلروپلاست تبدیل می‌کند. در این حالت، بخش‌های غیرسبز در برگ کاهش می‌یابند و مساحت بخش‌های سبز زیاد می‌شود. نتیجهٔ این تبدیل، افزایش توانایی برگ برای جذب نور خورشید می‌باشد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

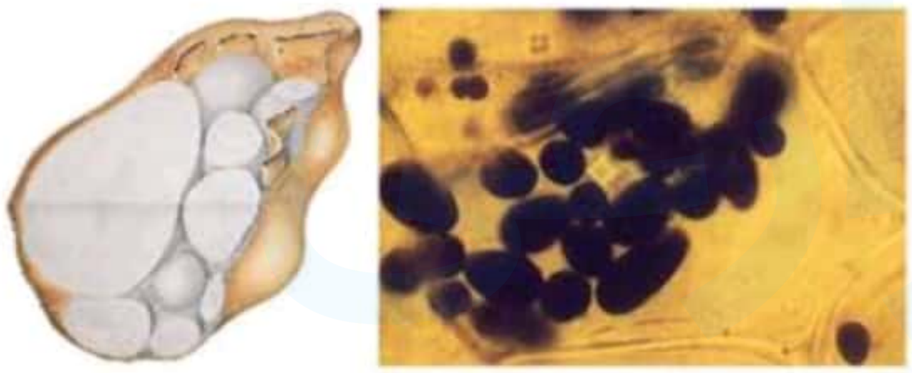
جمع‌بندی

تغییر رنگ در ساختارهای گیاهی

نام گیاه	چگونگی تغییر رنگ	علت محیطی تغییر	علت گیاهی تغییر
گوجه فرنگی	تغییر رنگ سبز میوه‌ها به قرمز	رشد گوجه فرنگی و افزایش میزان رسیدگی میوه‌های آن	تبدیل‌شدن سبزدیسه‌ها به رنگ‌دیسه طی تجزیهٔ سبزینه و هم‌چنین افزایش لیکوپن
گیاهان برگ‌ریز	تغییر رنگ سبز برگ‌ها به زرد و نارنجی	کاهش طول روز و کم‌شدن نور در فصل پاییز	تبدیل شدن سبزدیسه‌ها به رنگ‌دیسه طی تجزیهٔ سبزینه و هم‌چنین افزایش کاروتنوئیدها
گیاهان دارای برگ‌هایی با بخش‌های غیرسبز	افزایش مساحت بخش‌های سبزرنگ برگ	کاهش نور در محیط	تبدیل‌شدن رنگ‌دیسه‌ها به سبزدیسه طی افزایش سبزینه و هم‌چنین تجزیهٔ کاروتنوئیدها
گل ادریسی	تغییر رنگ صورتی گلبرگ‌ها به آبی	رشد گیاه در خاک‌های اسیدی	تجمع آلومینیم در کریچه‌های یاخته‌های گلبرگ
چغندر قرمز، کلم بنفش و پرتقال توسرخ	تغییر رنگ بین قرمز تا بنفش	تغییر pH محیط	تغییر رنگ آنتوسیانین ذخیره‌شده در کریچه‌ها

❑ آمیلوپلاست (نشادیسه)

آمیلوپلاست، پلاست ذخیره‌کنندهٔ نشاسته است، مثلاً، در پلاست‌های سلول‌های بخش خوراکی سیب‌زمینی، مقدار فراوانی نشاسته وجود دارد. جوانه‌های روی سیب‌زمینی، هنگام رشد، از این ذخیرهٔ نشاسته استفاده می‌کنند و پایه‌های جدید از گیاه سیب‌زمینی را تشکیل می‌دهند.



نکته در دانهٔ گندم و جو، از گلوتن ذخیره‌شده در واکوئول‌ها برای رشد و نمو رویان استفاده می‌شود. رویان سیب‌زمینی، از نشاستهٔ ذخیره‌شده در آمیلوپلاست برای رشد خود استفاده می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۸ یازدهم] غده، ساقه‌ای زیرزمینی است که به علت ذخیرهٔ مادهٔ غذایی در آن متورم شده است. سیب‌زمینی چنین ساقه‌ای است. هر یک از جوانه‌های تشکیل‌شده در سطح غدهٔ سیب‌زمینی، به یک گیاه تبدیل می‌شود. برای تکثیر سیب‌زمینی، آن را به قطعه‌های جوانه‌دار تقسیم می‌کنند و در خاک می‌کارند.

فعالیت کتاب درسی

چگونه می‌توان وجود نشادیسه در بخش خوراکی سیب‌زمینی را نشان داد؟

این سؤالی است که در کتاب درسی پرسیده شده است. برای تشخیص نشادیسه، نیاز به مادهٔ معرفی داریم که بتواند وجود نشاسته را نشان دهد. معرف لوگول (نوعی ترکیب دارای ید)، زمانی که در معرض نشاسته قرار بگیرد، باعث ایجاد رنگ بنفش می‌شود. بنابراین، اگر مقداری لوگول را روی نشاسته بریزیم، بنفش‌شدن رنگ سیب‌زمینی، نشان‌دهندهٔ وجود نشاسته در آن می‌باشد.

درسنامهٔ ۹ ترکیبات گیاهی

گیاهان، علاوه بر مواد غذایی، ترکیبات دیگری نیز تولید می‌کنند که ممکن است مفید یا مضر باشند. ترکیبات مضر گیاهان، در مقادیر متفاوت، ممکن است سرطان‌زا، مسموم‌کننده یا حتی کشنده باشند. بنابراین، توجه به این نکته ضروری است که هر محصول گیاهی، الزاماً محصول مفیدی نیست.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] این عقیده که «مصرف مواد اعتیادآوری که از گیاهان به دست می‌آیند، خطر چندانی ندارد»، نادرست است. مواد اعتیادآور گیاهان نیز بر سلامت روان و جسم فرد تأثیر می‌گذارند و خطرناک هستند. مواد اعتیادآور زیادی از مشتقات ترکیبات گیاهی به دست می‌آیند

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

❑ مواد غذایی

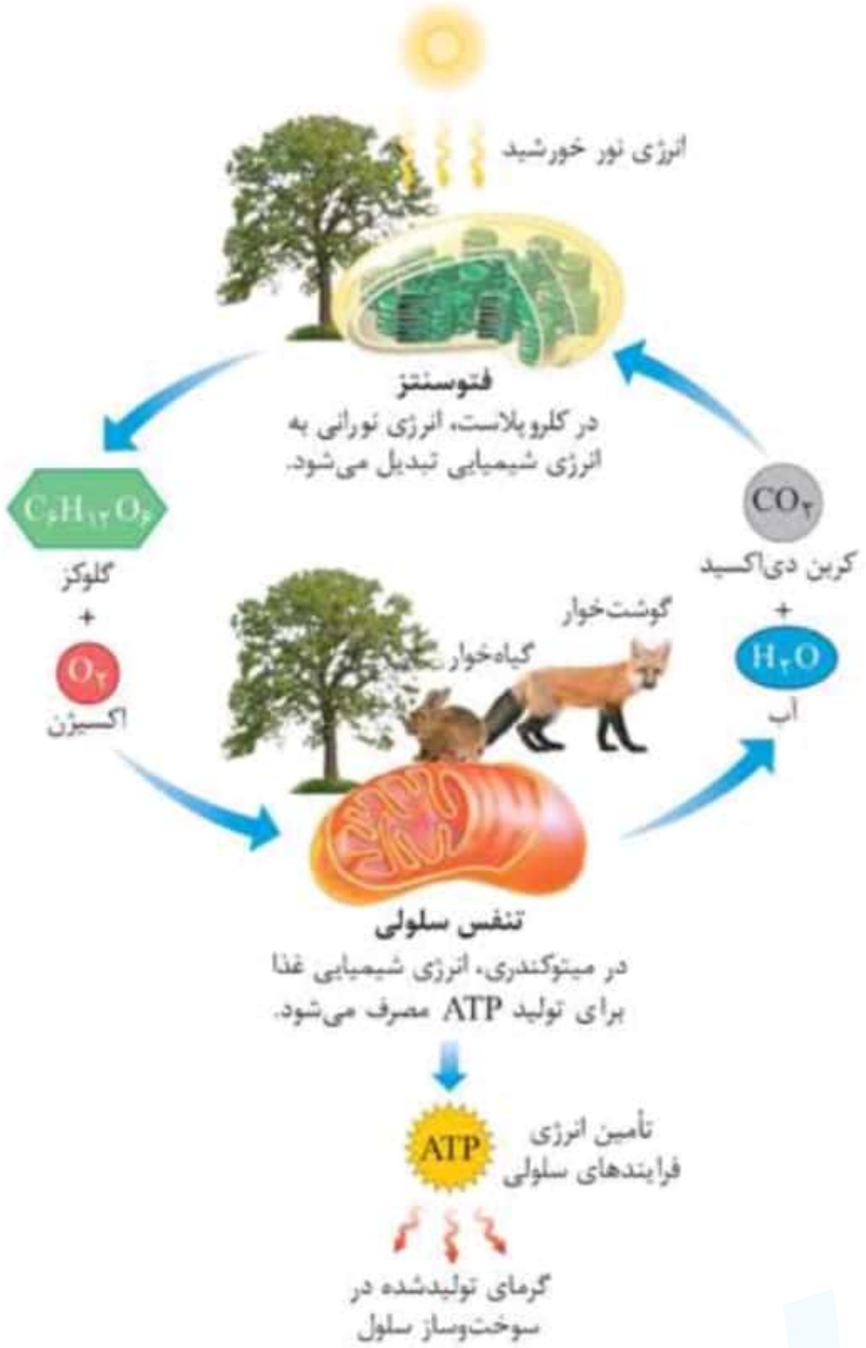
گیاهان، جانداران غذاساز هستند. این جانداران، در طی فرایند فتوسنتز و با کمک کلروپلاست، مواد غذایی را می‌سازند و در سلول‌های خود ذخیره می‌کنند.

نکته گیاهان مواد غذایی را توسط کلروپلاست تولید می‌کنند و به صورت نشاسته، در آمیلوپلاست ذخیره می‌کنند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۱ دهم] غذای انسان به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، از گیاهان به‌دست می‌آید. انسان، می‌تواند مستقیماً از منابع گیاهی (مثل میوه و سبزیجات) استفاده کند یا از محصولات جانوران گیاه‌خوار مثل گاو، بهره‌مند شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۱ دهم] اصلاح ژنتیکی گیاهان، یکی از راه‌های افزایش کیفیت و کمیت غذایی است که انسان از گیاهان به دست می‌آورد.

آن‌چه گذشت [فصل ۱ و ۲ دهم] گروهی از جانوران، گیاه‌خوار هستند و غذای خود را مستقیماً از منابع گیاهی تأمین می‌کنند. لارو پروانهٔ مونارک، ملخ، گروهی از پرندگان نظیر پرندهٔ دانه‌خوار، نشخوارکنندگان و اسب، مثال‌هایی از این جانوران هستند.



❑ مواد رنگی

گفتیم که در واکوئول و کروموپلاست گیاهان، مواد رنگی ذخیره می‌شوند. تا قبل از تولید رنگ‌های شیمیایی، از این مواد رنگی برای **رنگ‌آمیزی الیاف** استفاده می‌شد. مثلاً **ریشهٔ گیاه روناس** که **رنگ قرمز** دارد[1]، برای رنگ‌آمیزی الیاف فرش مورد استفاده قرار می‌گرفت.

❑ ترکیبات معطر (اسانس)

از گیاهانی مانند **نعنا** و **گل‌محمدی**، ترکیبات معطر به دست‌می‌آورند. این ترکیبات، علاوه بر صنعت **عطرسازی**، در صنعت **داروسازی** نیز به کار می‌روند.

برگ گیاه نعنا

گل محمدی

شیرابه

شیرابه، مایعی با حالت **شیری** است که از بعضی از گیاهان به دست می‌آید. شیرابه‌ها انواع مختلفی دارند که می‌توانند مفید یا مضر باشند.

نکته شیرابه‌ها ترکیبات متفاوتی دارند و ممکن است سمی نیز باشند، مثلاً شیرابهٔ خشخاش دارای ترکیبات آلکالوئیدی اعتیادآور (تریاک) است.

❑ شیرابهٔ انجیر

هنگام برش دمبرگ انجیر یا جدا کردن میوهٔ تازهٔ انجیر از شاخه، از محل برش، شیرهٔ سفید رنگی خارج می‌شود که به آن شیرابه می‌گویند. شیرابهٔ انجیر حاوی **ترکیبات آنزیمی** است.

❑ ساخت لاستیک

لاستیک برای اولین بار از شیرابهٔ نوعی درخت [هِوِا] ساخته شد.

---

[1] رنگ قرمز ریشهٔ گیاه روناس، ناشی از وجود نوعی رنگیزه به‌نام آلیزارین (Alizarin) می‌باشد که به آن، جوهر روناس نیز گفته می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ آلکالوئیدها

آلکالوئیدها، نوعی ترکیب گیاهی هستند که در شیرابهٔ بعضی از گیاهان، مثل گیاه خشخاش، به فراوانی وجود دارند. این ترکیبات، در گیاهان دارای **نقش دفاعی** هستند [آلکالوئیدها مزهٔ تلخی دارند و چون جانوران تمایلی به خوردن غذای تلخ ندارند، از گیاهان دارای آلکالوئیدها دوری می‌کنند].

اما آلکالوئیدها برای انسان، می‌توانند هم مفید باشند هم مضر. از آلکالوئیدها، در ساختن داروهایی مثل مسکن‌ها، آرامبخش‌ها و داروهای ضدسرطان استفاده می‌شود و این کاربرد مفید آلکالوئیدها محسوب می‌شود. کاربرد مضر آلکالوئیدها به این دلیل است که بعضی از آلکالوئیدها [مثل تریاک]، اعتیادآور هستند. مصرف این مواد، سلامت و امنیت افراد را تهدید می‌کند و به‌همین دلیل، از معضلات بسیاری از کشورها محسوب می‌شود.

نکته رنگ‌های موجود در کروموپلاست‌ها و واکوئل‌ها، آنتی‌اکسیدان هستند و در پیشگیری از سرطان نقش دارند. آلکالوئیدها نیز در تولید داروهای ضدسرطان نقش دارند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۹ یازدهم] آلکالوئیدها در دورکردن گیاه‌خواران نقش دارند. نیکوتین که از آلکالوئیدهاست، چنین نقشی در گیاه تنباکو دارد.

جمع‌بندی

ترکیبات گیاهی

ترکیب	مواد غذایی	مواد رنگی	ترکیبات معطر (اسانس)	شیرابه		
				آنزیمی	لاستیک	آلکالوئید
کاربرد	صنایع خوراکی	صنایع رنگ	صنایع عطرسازی و داروسازی	خوراکی	تولید لاستیک	مواد مسکن، آرامش‌بخش و داروهای ضدسرطان مواد اعتیادآور نقش دفاعی در گیاه
منشأ	تولیدشده توسط کلروپلاست	واکوئول و پلاست	—	مواد شیری تولیدشده در گیاه		
مثال	نشاسته، گلوتن	آنتوسیانین، کاروتنوئید، گزانتوفیل، لیکوپن	گیاه گل‌محمدی و نعنا	انجیر	—	خشخاش

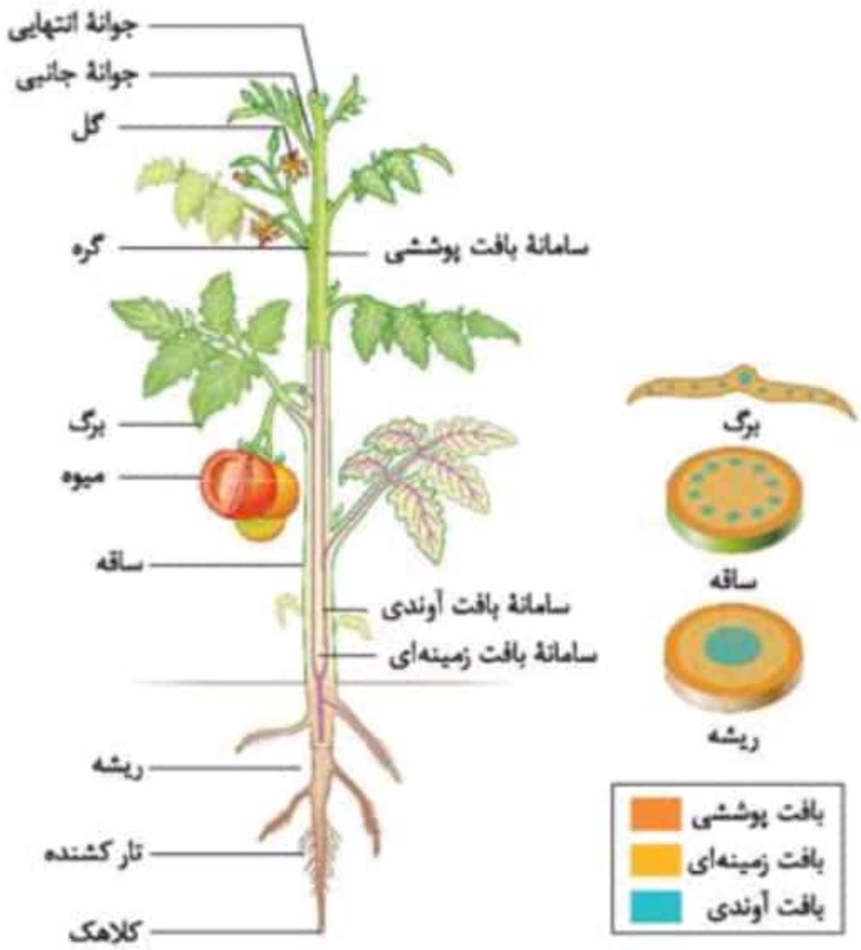
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۰ سامانهٔ بافتی در گیاهان

آن‌چه گذشت [فصل ۱ و ۲ دهم] تعدادی یاخته با یک‌دیگر همکاری می‌کنند و یک بافت را به‌وجود می‌آورند. هر بافت، از یاخته‌ها و مواد موجود در فضای بین یاخته‌ها تشکیل می‌شود.

تذکر مطالبی که در ادامهٔ فصل گفته می‌شود، مشخصاً در ارتباط با گیاهان نهان‌دانه می‌باشد و بعضی از آن‌ها، در ارتباط با سایر گیاهان صدق نمی‌کند.

در گیاهان نیز همانند جانوران، بافت‌های مختلفی وجود دارند. هر بافت، از اجتماع تعدادی سلول تشکیل شده است و وظیفهٔ خاصی را برعهده دارد. تفاوتی که بین گیاهان و جانوران وجود دارد این است که در گیاهان، بافت‌های مختلف در کنار یک‌دیگر قرار می‌گیرند و **سامانهٔ بافتی** را ایجاد می‌کنند. در واقع، هر سامانهٔ بافتی از بافت‌ها و سلول‌های گوناگون تشکیل شده است. سه نوع سامانهٔ بافتی در گیاهان قابل مشاهده است: **سامانهٔ بافتی پوششی، زمینه‌ای و آوندی**. اگر ریشه، ساقه و برگ نهان‌دانگان را برش دهیم، این سه سامانه به صورت بخش‌های مجزا در آن‌ها قابل تشخیص می‌باشند. هر سامانهٔ بافتی، عملکرد خاصی دارد:



۱- سامانهٔ بافت پوششی، سراسر اندام گیاه را می‌پوشاند و آن را در برابر عوامل بیماری‌زا و تخریب‌گر، حفظ می‌کند. در واقع، این سامانه، معادل با پوست در جانوران است.

۲- سامانهٔ بافت زمینه‌ای، فضای بین سامانهٔ پوششی و آوندی را پر می‌کند و وظایف مختلفی مثل ذخیرهٔ مواد، فتوسنتز و استحکام گیاه را بر عهده دارد.

۳- سامانهٔ بافت آوندی، ترابری مواد در گیاه را برعهده دارد.

شکل «سه سامانهٔ بافتی در گیاه»

- ✓ گیاه گوجه‌فرنگی، یک گیاه دولپه می‌باشد.
- ✓ در گیاهان دولپه، ریشهٔ مستقیم وجود دارد.
- ✓ برگ گیاهان دولپه، پهن و دارای رگبرگ‌های منشعب است.
- ✓ محل اتصال برگ‌ها به ساقه، گره نام دارد.
- ✓ نحوهٔ قرارگیری بافت‌های آوندی در ساقه، به صورت موازی با یکدیگر می‌باشد.

درسنامهٔ ۱۱ سامانهٔ بافت پوششی

همان‌طور که در درسنامهٔ قبل خواندیم، سامانهٔ بافت پوششی، مشابه پوست در جانوران است و سطح گیاه را می‌پوشاند. این سامانه، عملکردهای مختلفی دارد که در ادامه به بررسی آن‌ها می‌پردازیم.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] پوست یکی از اندام‌های بدن است که لایه‌های بیرونی و درونی آن در جلوگیری از ورود میکروب‌ها به بدن نقش دارند.

روپوست و پیراپوست

❑ روپوست

در یک گیاه جوان و علفی، سامانهٔ بافت پوششی در برگ، ساقه و ریشه، **روپوست** نامیده می‌شود. روپوست، معمولاً از یک لایه یاخته تشکیل شده است.

در سطح بیرونی یاخته‌های روپوست برگ و ساقه، لایه‌ای قرار دارد که **پوستک** نامیده می‌شود. یاخته‌های روپوستی انواع مختلفی از ترکیبات لیپیدی، مثل کوتین را می‌سازند و به سطحی از روپوست که در مجاورت هوا است، ترشح می‌کنند. این ترشحات در سطح روپوست، پوستک را می‌سازند. پوستک، عملکردهای مختلفی دارد:

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۱- جلوگیری از نفوذ آب: پوستک، از ترکیبات لیپیدی ساخته شده است. این ترکیبات، آبگریز هستند و در نتیجه، پوستک نسبت به آب، نفوذناپذیر است.

۲- جلوگیری از ورود نیش حشرات و عوامل بیماری‌زا: پوستک، مشابه یک سد فیزیکی در برابر عوامل آسیب‌رسان به گیاه قرار می‌گیرد.

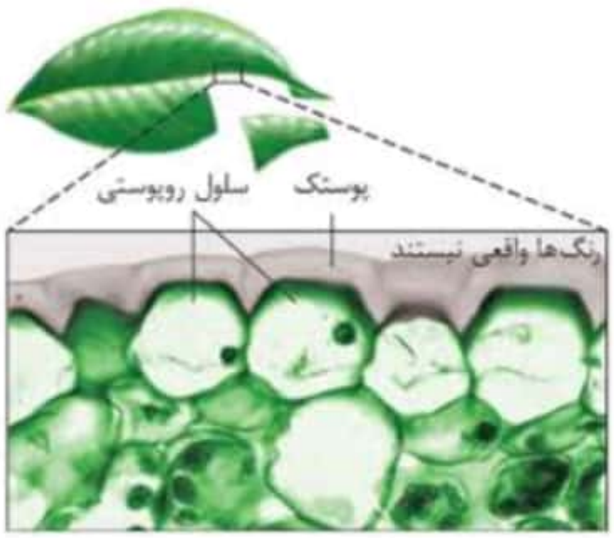
۳- حفظ گیاه در برابر سرما: پوستک، با ایجاد یک لایهٔ عایق در اطراف گیاه، گیاه را گرم نگه می‌دارد.

۴- کاهش تبخیر آب: پوستک، با ایجاد یک لایهٔ اضافی در اطراف روپوست، اثر گرما بر آب درون گیاه را کاهش می‌دهد و هم‌چنین، عبور مولکول‌های بخار آب را کاهش می‌دهد. در نتیجه، میزان تبخیر آب از سطح گیاه کاهش می‌یابد. در بعضی از گیاهان، پوستک ضخیم وجود دارد تا بیشتر جلوی تبخیر آب گرفته شود.

نکته تشکیل پوستک در سطح روپوست گیاه، در واقع همان کوتینی‌شدن دیوارهٔ سلول‌های روپوست گیاه می‌باشد.

نکته در پوستک، انواع مختلفی از ترکیبات لیپیدی وجود دارند که کوتین، فقط یکی از آن‌ها می‌باشد.

نکته روپوست ریشه، پوستک ندارد؛ زیرا پوستک در برابر آب نفوذناپذیر است و جلوی ورود آب به گیاه را می‌گیرد، در حالی‌که وظیفهٔ ریشه، جذب آب از خاک می‌باشد در نتیجه، در اطراف ریشه نباید پوستک وجود داشته باشد.



آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۹ یازدهم] روپوست، خارجی‌ترین سامانهٔ بافتی در بخش‌های جوان گیاه است و در بخش‌های هوایی گیاه، با پوستک پوشیده شده است. پوستک، تا حدودی مانع از نفوذ عوامل بیماری‌زا به گیاه می‌شود.

❑ پیراپوست (پریدرم)

در ادامهٔ فصل می‌خوانیم که در گیاهان دولپه‌ای مسن، ریشه و ساقه رشد پسین انجام می‌دهند. در نتیجهٔ رشد پسین، روپوست از بین می‌رود و پیراپوست (پریدرم) جایگزین آن می‌شود. بنابراین، سامانهٔ بافت پوششی در ساقه و ریشهٔ جوان، از نوع روپوست می‌باشد ولی در ساقه و ریشهٔ مسن، که در گیاهان دولپه قابل‌مشاهده می‌باشند، پیراپوست وجود دارد.

نکته سامانهٔ بافت پوششی در برگ، همواره از نوع روپوست می‌باشد.

نکته پیراپوست، فقط در گیاهان چوبی مشاهده می‌شود اما روپوست، در همهٔ گیاهان نهان‌دانه وجود دارد.

نکته پوستک، فقط در سطح روپوست قرار دارد و در سطح پیراپوست، پوستک مشاهده نمی‌شود. بنابراین، ساقه‌های مسن برخلاف ساقه‌های جوان، فاقد پوستک می‌باشند. دقت داشته باشید که برگ، همواره پوستک دارد و ریشه، هیچ‌گاه پوستک تشکیل نمی‌دهد.

تمایز سلول‌های روپوستی

بعضی از یاخته‌های روپوستی، می‌توانند به یاخته‌های مختلفی تمایز پیدا کنند. نوع سلول‌های تمایزیافته در اندام‌های مختلف گیاه، فرق می‌کند.

❑ ریشه

تار کشنده، در ریشه‌های جوان، از تمایز یاخته‌های روپوست ایجاد می‌شود. دقت داشته باشید که ریشه‌های مسن، روپوست ندارند و در نتیجه، تمایز یاخته‌های روپوست به تار کشنده نیز در آن‌ها مشاهده نمی‌شود. تارهای کشنده در جذب آب از خاک نقش دارند و با عملکرد آن‌ها، در فصل آینده بیشتر آشنا خواهیم شد.

❑ برگ و ساقه (اندام‌های هوایی گیاه)

۱- یاخته‌های ترشحی: گروهی از سلول‌های روپوستی، به سلول‌های ترشحی تمایز می‌یابند. همان‌طور که از اسم سلول مشخص است، وظیفهٔ این سلول‌ها ترشح مواد خاصی است.

۲- کُرک: کُرک‌ها در کاهش تبخیر آب از سطح برگ نقش دارند و نور خورشید را بازتاب می‌دهند. در نتیجه، در جلوگیری از افزایش دمای برگ نیز نقش دارند. بعضی کُرک‌ها، ترکیبات معطر یا ترکیبات دیگر دارند.

نکته کُرک، در روپوست ساقه و برگ وجود دارد.

کُرک: برآمدگی مومانند سطح برگ

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۹ یازدهم] کرک و خار در دفاع از گیاهان نقش دارند. مثلاً حشره‌های کوچک نمی‌توانند روی برگ‌های کرک‌دار به راحتی حرکت کنند. هم‌چنین اگر گیاه مواد چسبناک ترشح کند، حرکت حشره دشوارتر و گاه غیرممکن می‌شود. گل رز، دارای خار است.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

۳- یاختهٔ نگهبان روزنه: گروهی از سلول‌های روپوست می‌باشند که مقدار ورود و خروج گازها و بخار آب را تنظیم می‌کنند. در ارتباط با عملکرد این سلول‌ها، در فصل آینده بیشتر خواهیم خواند. ویژگی جالب سلول‌های نگهبان روزنه که آن را از سایر سلول‌های روپوستی متمایز می‌کند، داشتن کلروپلاست می‌باشد. در واقع، سلول‌های نگهبان روزنه تنها سلول‌های روپوستی می‌باشند که دارای کلروپلاست هستند و می‌توانند فتوسنتز کنند.

سطح روپوستی

درس‌نامهٔ ۱۲ سامانهٔ بافت زمینه‌ای

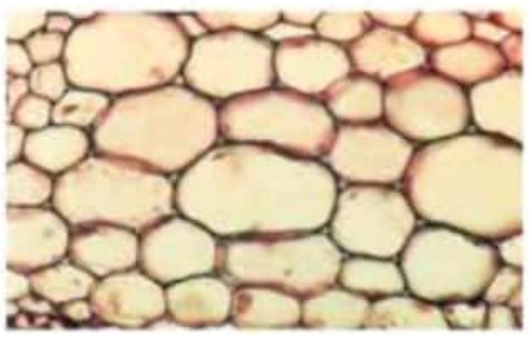
سامانهٔ بافت زمینه‌ای، فضای بین روپوست و بافت آوندی را پر می‌کند. این سامانه، از سه نوع بافت مختلف تشکیل شده است: نرم‌آکنه‌ای (پارانشیمی)، چسب‌آکنه‌ای (کلانشیمی) و سخت‌آکنه‌ای (اسکلرانشیمی). در ادامه، به بررسی هر یک از این بافت‌ها می‌پردازیم.

بافت نرم‌آکنه‌ای (پارانشیمی)

دیوارهٔ سلولی: دیوارهٔ نخستین نازک و چوبی‌نشده؛ نفوذپذیر نسبت به آب

وظیفه: ترمیم گیاه هنگام زخمی‌شدن، ذخیرهٔ مواد و فتوسنتز

رایج‌ترین نوع بافت در سامانهٔ بافت زمینه‌ای، بافت پارانشیمی است. دیوارهٔ سلول‌های این بافت، **نخستین** و **نازک** است. سلول‌های این بافت، **توانایی تقسیم** دارند. هنگامی‌که بخشی از گیاه زخمی می‌شود، سلول‌های بافت پارانشیمی تقسیم می‌شوند و سلول‌های جدید، جایگزین سلول‌های آسیب‌دیده می‌شوند. علاوه بر ترمیم بافت‌های آسیب‌دیده، سلول‌های پارانشیمی در **ذخیرهٔ مواد** و **فتوسنتز** نیز نقش دارند. بعضی از سلول‌های بافت پارانشیمی، دارای کلروپلاست هستند و می‌توانند فتوسنتز کنند؛ این سلول‌ها، به فراوانی در اندام‌های سبز گیاه، مانند برگ وجود دارند.



نکته ضخامت و جنس دیواره، در میزان نفوذپذیری به آب مؤثر می‌باشد. با افزایش ضخامت دیوارهٔ سلولی، نفوذپذیری آن نسبت به آب کاهش پیدا می‌کند. علاوه بر این، چوبی‌شدن، کوتینی‌شدن و چوب‌پنبه‌ای شدن، تغییراتی در دیوارهٔ سلولی هستند که نفوذپذیری نسبت به آب را کاهش می‌دهند.

نکته تقسیم سلولی، به‌طور عمده مربوط به مناطق مریستمی می‌باشد اما بعضی از سلول‌های بافت زمینه‌ای، یعنی سلول‌های پارانشیمی، توانایی تقسیم‌شدن و ترمیم بافت را دارند.

نکته علاوه بر سلول‌های پارانشیمی سبزینه‌دار، سلول‌های نگهبان روزنه هم توانایی فتوسنتز دارند.

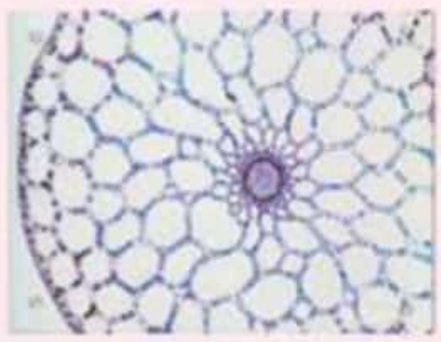
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۶ یازدهم] در گیاهان در محل آسیب‌دیده، نوعی عامل رشد تولید می‌شود تا با تقسیم سریع یاخته‌ها، تودهٔ یاخته‌ای ایجاد شود؛ این تودهٔ یاخته‌ای، مانع نفوذ میکروب‌ها می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۸ یازدهم] از فن کشت‌بافت برای تولید گیاهان با ویژگی‌های مطلوب و تولید انبوه آن‌ها در آزمایشگاه استفاده می‌شود. در این فن، یاخته یا قطعه‌ای از بافت گیاهی در محیط کشت گذاشته می‌شود و گیاهان جدید تولید می‌شوند. در این روش، می‌توان از یاخته‌های مجزای پارانشیمی (نرم‌آکنه‌ای) استفاده کرد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۹ یازدهم] بعضی گیاهان در پاسخ به زخم، ترکیباتی ترشح می‌کنند که در محافظت از آن‌ها نقش دارند. گاه حجم این ترکیبات آن‌قدر زیاد است که حشره در آن به دام می‌افتد. با سخت‌شدن این ترکیبات، سنگواره‌هایی ایجاد می‌شود که حشره در آن حفظ شده است.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

فعالیت کتاب درسی



سامانهٔ بافت زمینه‌ای در گیاهان آبزی، از پارانشیمی ساخته می‌شود که فاصلهٔ فراوانی بین یاخته‌های آن وجود دارد. این فاصله‌ها با هوا پر شده‌اند.

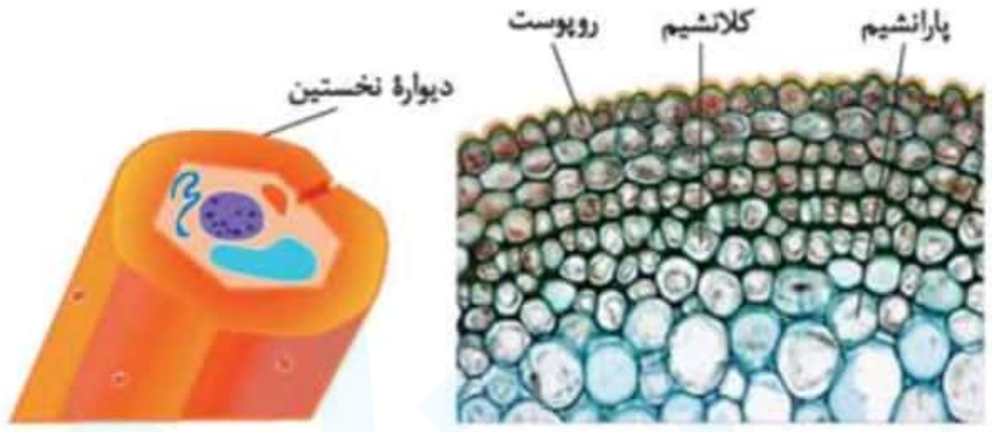
وجود هوا در فاصلهٔ زیاد بین سلول‌های پارانشیمی گیاهان آبزی، دو فایده دارد؛ اولاً، وجود هوا باعث می‌شود که اندام گیاهی سبک شود و مقاومت در برابر جریان‌های آبی کاهش پیدا کند. دوماً، هوا در تأمین اکسیژن مورد نیاز اندام‌های گیاهی نقش دارد. در ارتباط با این گیاهان، در انتهای فصل بیشتر خواهیم خواند.

بافت چسب آکنه‌ای (کلانشیمی)

دیوارهٔ سلولی: دیوارهٔ نخستین ضخیم؛ مستحکم و انعطاف‌پذیر

وظیفه: استحکام بخش‌های جوان گیاه

نداشتن دیوارهٔ پسین و ضخامت بالای دیوارهٔ نخستین، باعث می‌شود که سلول‌های کلانشیمی هم در **انعطاف‌پذیری** اندام نقش داشته باشند و هم در **استحکام** آن. علاوه بر این، این سلول‌ها مانع رشد گیاه نمی‌شوند؛ زیرا دیوارهٔ پسین ندارند. بنابراین، در بخش‌های جوان و در حال رشد گیاه مشاهده می‌شوند. یاخته‌های کلانشیمی، معمولاً در زیر روپوست قرار می‌گیرند.



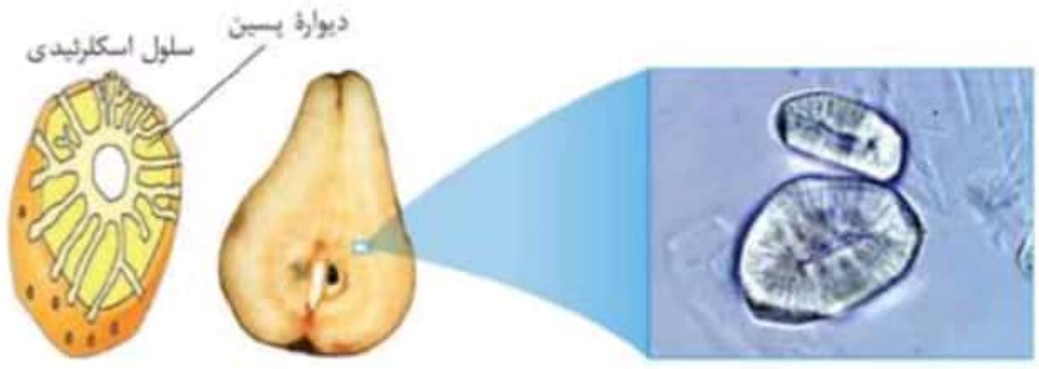
در ارتباط با شکل دقت داشته باشید که برای مشاهدهٔ نمونه‌های زیستی در زیر میکروسکوپ، لازم است که نمونه رنگ‌آمیزی شود. مثلاً در فصل (۴) دیدیم که برای مشاهدهٔ سلول‌های خونی، از رنگ گیمسا استفاده می‌شود تا سلول‌های خونی در زیر میکروسکوپ دیده شوند. در این‌جا هم برای مشاهدهٔ سلول‌های بافت گیاهی، از نوعی روش رنگ‌آمیزی استفاده شده است. در این روش رنگ‌آمیزی، دیوارهٔ سلول‌ها رنگ مشکی می‌گیرد. در واقع، قسمت‌های مشکی موجود در بافت کلانشیمی، فضای بین‌سلولی نیست و نشان‌دهندهٔ دیوارهٔ سلولی می‌باشد. اگر به شکل دقت کنید، می‌بینید که ضخامت دیوارهٔ سلولی در پارانشیم، بسیار کم‌تر از کلانشیم است.

بافت سخت آکنه‌ای (اسکلرانشیمی)

دیوارهٔ سلولی: دیوارهٔ پسین ضخیم و چوبی‌شده

وظیفه: استحکام اندام

چوبی‌شدن دیوارهٔ پسین در بافت **اسکلرانشیمی**، اغلب باعث مرگ پروتوپلاست سلول می‌شود. سلول‌های این بافت، با داشتن **دیوارهٔ چوبی ضخیم**، به **استحکام** گیاه کمک می‌کنند.

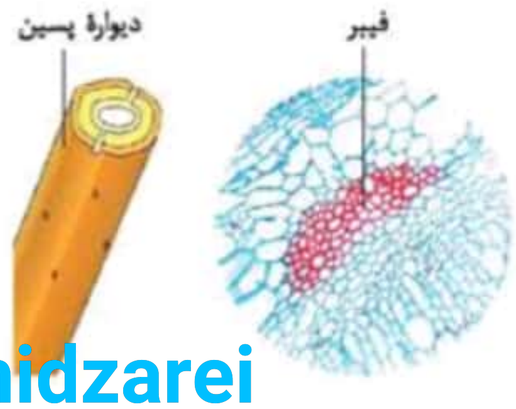


نکته بعضی از سلول‌های اسکلرانشیمی که دیوارهٔ پسین چوبی دارند، زنده هستند.

دو نوع سلول اسکلرانشیمی وجود دارد:

۱- **اسکلرئیدها:** این سلول‌ها، **کوتاه** هستند. ذره‌های سختی که هنگام خوردن گلابی در زیر دندان حس می‌شوند، ناشی از وجود این سلول‌ها می‌باشد.

۲- **فیبرها:** سلول‌های **درازی** هستند که در قسمت‌های مختلف گیاه، مثلاً در اطراف بافت‌های آوندی، مشاهده می‌شوند. از فیبرها، در **تولید طناب** و **پارچه** استفاده می‌شود.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «سامانهٔ بافت زمینه‌ای»

- ✓ سلول‌های بافت پارانشیمی، از نظر شکل ظاهری، مشابه سلول‌های اسکلرئید هستند. این سلول‌ها، کوتاه می‌باشند.
- ✓ سلول‌های بافت کلانشیمی، از نظر شکل ظاهری، مشابه سلول‌های فیبر می‌باشند. این سلول‌ها، دراز هستند.
- ✓ در بافت پارانشیمی، فضای بین‌سلولی زیادی وجود دارد ولی در بافت کلانشیمی، فضای بین‌سلولی کم است.
- ✓ در سلول‌های اسکلرئیدی، انشعاباتی در دیوارهٔ پسین قابل مشاهده می‌باشد.

جمع‌بندی

یاخته‌های سامانهٔ بافت پوششی

نوع یاخته		محل	ویژگی	نقش
رویپوست	رویپوست	رویپوست تمام اندام‌های جوان	دارای دیوارهٔ نخستین نازک	محافظت از گیاه و کاهش تبخیر آب (تعرق)
	کرک	رویپوست اندام‌های هوایی به ویژه برگ‌ها	بعضی دارای ترکیبات معطر یا ترکیبات دیگر	کاهش تبخیر آب (تعرق) و بازتاب کردن نور خورشید برای جلوگیری از افزایش دمای برگ
	نگهبان روزنه	رویپوست ساقه و برگ	دارای سبزدیسه و توانایی فتوسنتز ضخیم‌تر بودن بخش شکمی دیوارهٔ آن نسبت به بخش پشتی وجود آرایش شعاعی سلولز مانند کمربندی دور دیوارهٔ آن	تنظیم ورود و خروج گازها و بخار آب و تنظیم میزان تعرق در روزنه‌های هوایی
	یاخته‌های ترشحی	رویپوست ساقه و برگ	درشت و کروی شکل	ترشح ترکیبات لیپیدی از جمله کوتین برای تشکیل پوستک
	تار کشنده	رویپوست ریشه‌های جوان	دارای نسبت سطح به حجم زیاد	افزایش سطح جذب مواد از خاک
رویپوست	چوب پنبه	سطح بیرونی بن‌لاد چوب‌پنبه‌ساز در پیراپوست ساقه و ریشه	دارای دیوارهٔ چوب‌پنبه‌ای شده و نفوذناپذیر نسبت به آب و گازها	کاهش از دست دادن آب و جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا به گیاه
	پارانشیم	سطح داخلی بن‌لاد چوب‌پنبه‌ساز در پیراپوست ساقه و ریشه	دارای دیوارهٔ نخستین نازک	ذخیرهٔ مواد غذایی و ترمیم گیاه هنگام زخمی‌شدن

درسنامهٔ ۱۳ سامانهٔ بافت آوندی

این سامانهٔ بافتی، با داشتن بافت آوند چوبی و بافت آوند آبکشی، ترابری مواد در گیاه را برعهده دارد.

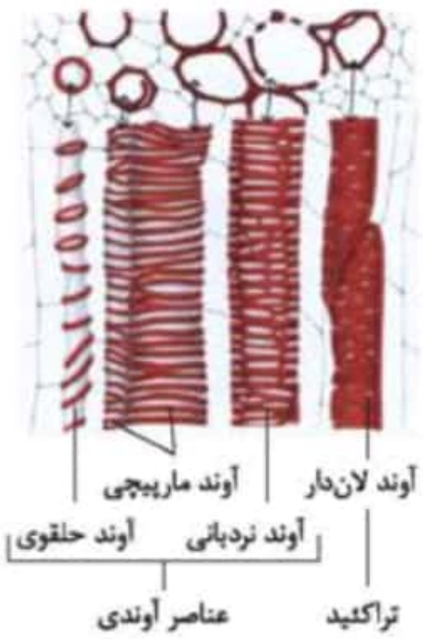
یادآوری در علوم نهم خواندیم که از تفاوت‌های اساسی آوندهای چوبی و آبکش این است که، آوندهای چوبی آب و مواد معدنی را از ریشه به اندام‌های دیگر می‌برند؛ در حالی که آوندهای آبکشی مواد ساخته‌شده در اندام‌های فتوسنتزکننده را به سراسر گیاه می‌برند. علاوه بر این، دیوارهٔ آوندهای چوبی بخش‌هایی از جنس چوب دارند و بیشتر قطر ساقه و ریشهٔ درختان را نیز تشکیل می‌دهند.

سلول‌های اصلی سامانهٔ بافت آوندی، سلول‌هایی هستند که آوندها را می‌سازند. این سلول‌ها، در بافت آوند چوبی، شیرهٔ خام (آب و املاح) را جابه‌جا می‌کنند و در بافت آوند آبکشی، شیرهٔ پرورده (مواد آلی) را در گیاه انتقال می‌دهند. به‌جز سلول‌های آوندی، سلول‌های **پارانشیمی** و **فیبر** نیز در سامانهٔ بافت آوندی مشاهده می‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آوندهای چوبی

همان‌طور که از اسم این سلول‌ها مشخص است، دیوارهٔ سلولی در آن‌ها چوبی شده است. چوبی‌شدن دیوارهٔ سلولی باعث می‌شود که پروتوپلاست از بین برود و سلول‌های آوند چوبی، همگی سلول‌های مرده هستند. در واقع، تنها بخشی از سلول‌های آوند چوبی که باقی مانده است، دیوارهٔ پسین چوبی است. شکل رسوبات لیگنینی در دیوارهٔ آوندهای مختلف، فرق می‌کند و بنابراین، آوندها را بر اساس **تزئینات لیگنین** نام‌گذاری می‌کنند.

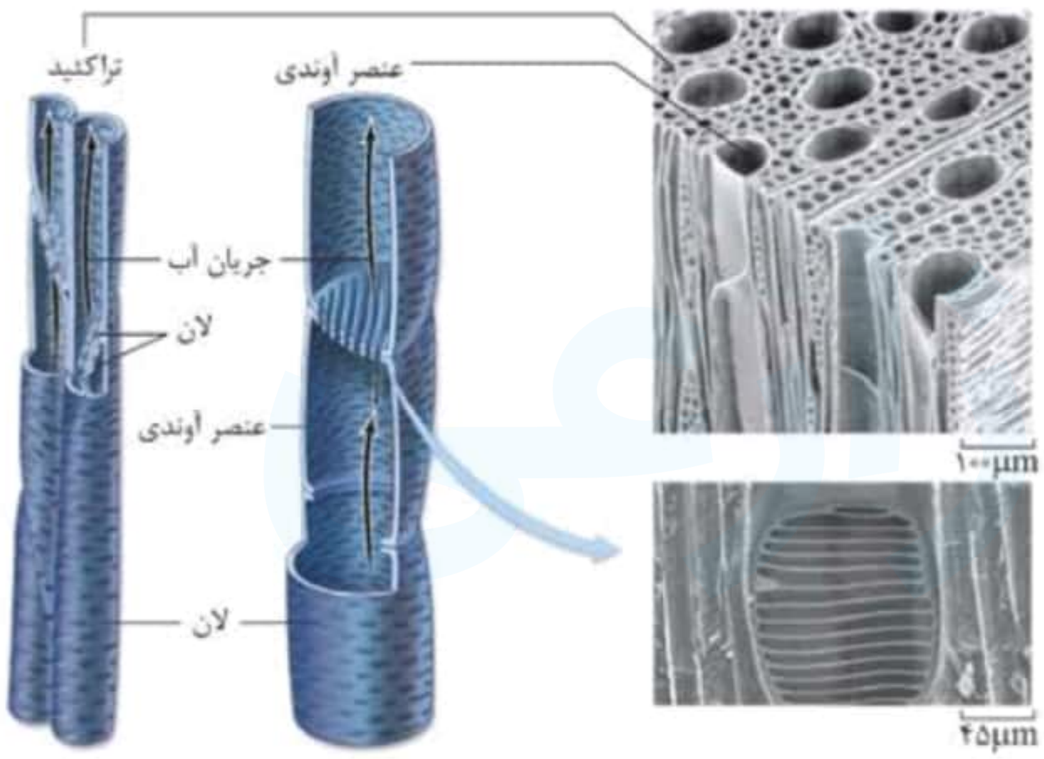


همان‌طور که در شکل می‌بینید، کم‌ترین میزان لیگنین در دیوارهٔ آوندهای حلقوی مشاهده می‌شود و بیشترین میزان آن، مربوط به آوندهای لان‌دار است. در آوندهای لان‌دار، تمامی قسمت‌های دیواره، به‌جز در محل لان‌ها، چوبی شده‌اند اما در سایر آوندها، علاوه بر محل لان‌ها، بخش‌های دیگری هم وجود دارند که چوبی نشده‌اند. همان‌طور که در شکل می‌بینید، آوندهای لان‌دار، دارای انتهای مخروطی‌شکل هستند و در این شکل، دو آوند لان‌دار از انتهای مخروطی خود به هم متصل شده‌اند. سایر آوندها، انتهای گرد دارد و دهانهٔ آن‌ها گشاد است. البته، قطر دهانه در آوند حلقوی، کم‌تر از آوند لان‌دار می‌باشد. بر اساس این تفاوت‌ها، آوندهای چوبی را به دو دستهٔ تراکئید و عناصر آوندی تقسیم می‌کنند. همهٔ تراکئیدها، آوندهای لان‌دار هستند اما عناصر آوندی شامل آوند نردبانی، مارپیچی و حلقوی می‌شوند.

❑ تراکئید (نایدیس)

تراکئیدها، سلول‌های **دوکی‌شکل** و **دراز** هستند که انتهای **مخروطی‌شکل** دارند و دهانهٔ آن‌ها از عناصر آوندی باریک‌تر است. هم‌چنین تراکئیدها از عناصر آوندی درازتر هستند و هر تراکئید، طولی معادل با چند عنصر آوندی دارد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] قبلاً هم سلول‌هایی با ظاهر دوکی‌شکل و دراز را دیده بودیم. سلول‌های ماهیچهٔ صاف، سلول‌های دوکی‌شکل هستند و سلول‌های فیبر، دراز می‌باشند.

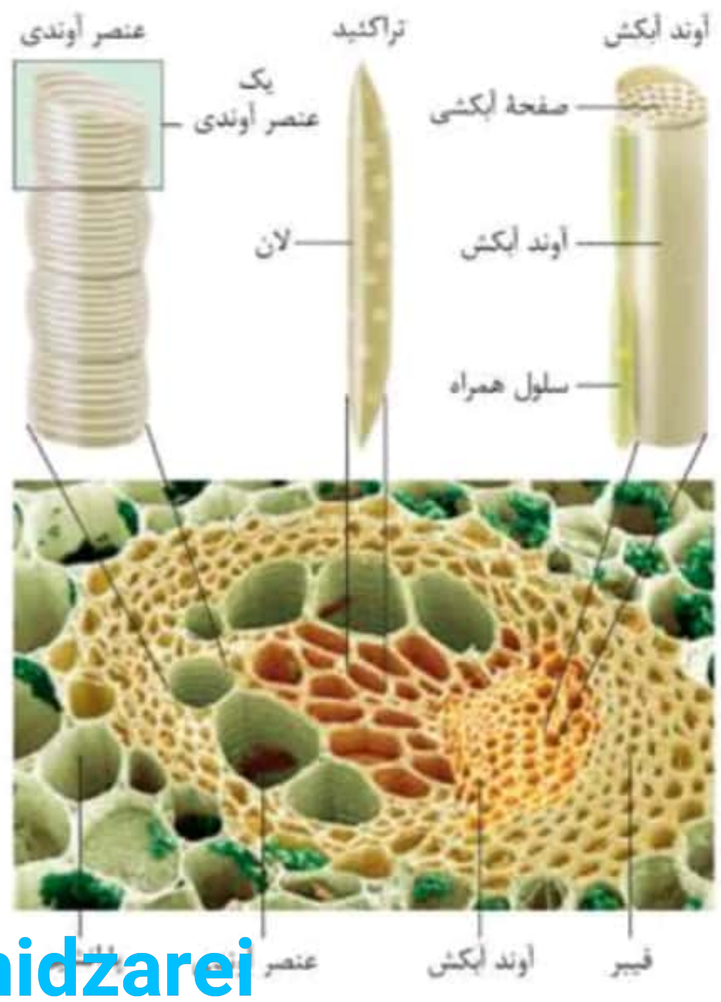


❑ عناصر آوندی

این سلول‌ها، **کوتاه** هستند و **انتهای گرد** دارند. برخلاف تراکئیدها، در عناصر آوندی دیوارهٔ عرضی از بین رفته است و **لولهٔ پیوسته‌ای** تشکیل شده است. همان‌طور که در شکل مقابل می‌بینید، سه عنصر آوندی وجود دارند که بین آن‌ها، دیوارهٔ عرضی وجود ندارد.

آوند آبکش

سلول‌های آوندی در این بافت، دیوارهٔ نخستین سلولزی دارند و در نتیجه، زنده می‌باشند. دیوارهٔ عرضی در آوندهای آبکشی، به صورت صفحه‌ای است که مانند ظرف **آبکش سوراخ‌دار** است و علت نام‌گذاری آوندهای آبکش می‌باشد. گفتیم که سلول‌های آوندی بافت آبکش، زنده هستند ولی هسته ندارند؛ البته، سیتوپلاسم در این سلول‌ها از بین نرفته است. در نهان‌دانگان، در کنار آوندهای آبکش، سلول‌های همراه قرار دارند. این سلول‌ها، به آوندهای آبکش برای ترابری شیرهٔ پرورده کمک می‌کنند. همان‌طور که در شکل مقابل می‌بینید، دسته‌های فیبر، مجموعهٔ کل آوندهای چوبی و آبکشی را دربرگرفته‌اند. هم‌چنین در شکل مشخص است که قطر آوندهای آبکش بسیار کم‌تر از آوندهای چوبی می‌باشد و بیشتر حجم یک دستهٔ آوندی را آوندهای چوبی اشغال کرده‌اند.



نکته در یک دستهٔ آوندی، تراکئیدها در بین عناصر آوندی و آوندهای آبکش قرار می‌گیرند. در ادامهٔ فصل خواهیم دید که آوندهای آبکش نسبت به آوندهای چوبی، خارجی‌تر هستند. بنابراین، از سمت خارج به داخل، به‌ترتیب آوند آبکش، تراکئید و عنصر آوندی قرار می‌گیرند. سلول‌های فیبر، مشابه یک حلقه، دورتادور دستهٔ آوندی را احاطه می‌کنند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

انواع آوندها

نوع آوند	آوند چوبی		آوند آبکش
	تراکئید	عنصر آوندی	
پروتوپلاست	ندارد	ندارد	شامل غشای یاخته و میان‌یاخته
هسته	ندارد	ندارد	ندارد
دیواره	دیوارهٔ پسین چوبی‌شده	دیوارهٔ پسین چوبی‌شده	دیوارهٔ نخستین سلولزی
شکل یاخته	دراز، دوکی‌شکل و دارای انتهای مخروطی	کوتاه و دارای انتهای گرد	کوتاه و به طور پیوسته در امتداد یکدیگر
قطر دهانه	متوسط	معمولاً زیاد	کم
دیوارهٔ عرضی	دیوارهٔ منفذدار	ندارد	دیوارهٔ منفذدار به صورت صفحهٔ آبکشی
نقش	ترابری شیرهٔ خام (آب و مواد معدنی)	ترابری شیرهٔ خام (آب و مواد معدنی)	ترابری شیرهٔ پرورده (آب و مواد آلی)
جهت ترابری مواد	فقط به سمت بالا	فقط به سمت بالا	در تمام جهات

فعالیت کتاب درسی

مقدار بافت آوند چوبی در ساقهٔ چوبی‌شده، به مراتب بیشتر از بافت آوند آبکشی است.

نقش آب در انجام اعمال سلول‌های گیاهی، مهم‌تر از نقش مواد آلی موجود در شیرهٔ پرورده است. علاوه بر این، گردش آب در گیاه نیازمند تبخیر حجم عظیمی از آب موجود در گیاه می‌باشد. در نتیجه، نیاز گیاه به آوندهای چوبی بیشتر از آوندهای آبکشی می‌باشد. علاوه بر این، بخش عمدهٔ گیاه، توانایی غذاسازی را دارد و فقط به آب و املاح اولیه برای فتوسنتز نیاز دارد.

مقایسهٔ سه سامانهٔ بافتی و انواع یاخته‌های سامانهٔ بافت زمینه‌ای

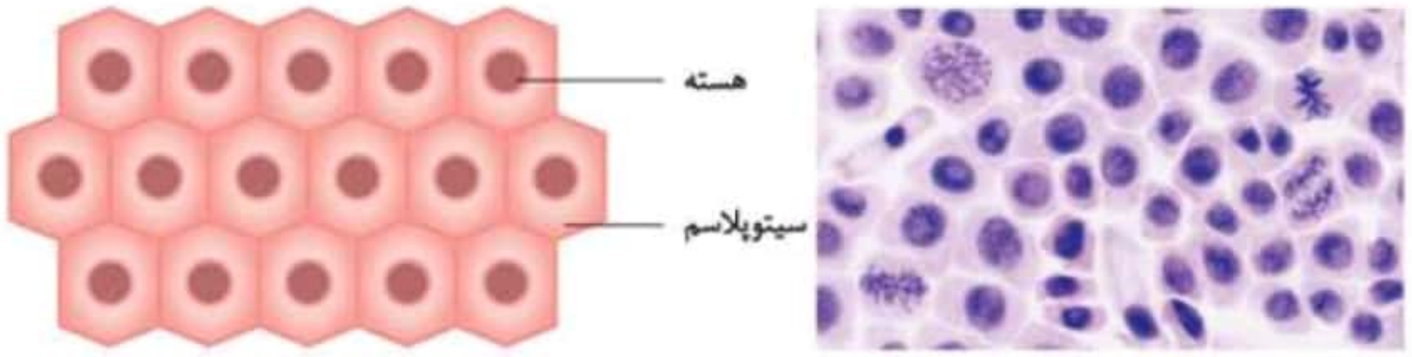
سامانه	بافت	سلول	دیوارهٔ سلولی	پروتوپلاست	محل قرارگیری	وظیفه
پوششی	رویوست	تار کشنده	نخستین و نازک	زنده	فقط در ریشه	جذب آب از خاک
		کرک			برگ و ساقه	کاهش تبخیر از سطح برگ
		سلول ترشحی			اندام‌های هوایی گیاه	ترشح مواد
		نگهبان روزنه			اندام‌های هوایی گیاه	کنترل باز و بسته شدن منافذ ـ فتوسنتز
		رویوست			کل سطح اندام‌های جوان	محافظت از گیاه و کاهش تبخیر آب
	پیراپوست	چوب‌پنبه	پسین و چوب‌پنبه‌ای	مرده	ساقه و ریشهٔ مسن	محافظت از گیاه و کاهش تبخیر آب
زمینه‌ای	پارانشیمی	سبزینه‌دار	نخستین و نازک	زنده	اندام‌های سبز گیاه	فتوسنتز
		سایر			همهٔ بخش‌های گیاه	ترمیم بافت آسیب‌دیده ـ ذخیرهٔ مواد
	کلانشیم	کلانشیم	نخستین و ضخیم	زنده	بیشتر در زیر رویوست	استحکام و انعطاف‌پذیری اندام‌های جوان
	اسکلرانشیم	اسکلرئید	پسین ضخیم و چوبی	اغلب مرده	قسمت‌های سخت میوه	استحکام گیاه
		فیبر			در مجاورت بافت آوندی	
آوندی	چوبی	تراکئید	پسین ضخیم و با مقدار زیاد لیگنین	مرده	دسته‌های آوندی	انتقال شیرهٔ خام
		عنصر آوندی	پسین ضخیم و چوبی‌شده			
	آبکش	آوند آبکش	نخستین نازک	زنده	دسته‌های آوندی	انتقال شیرهٔ پرورده
		سلول همراه				کمک به انتقال شیرهٔ پرورده در آوند آبکش

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

ساختار گیاهان

درس‌نامهٔ ۱۴ رشد گیاهان

در جانوران، سلول‌های قسمت‌های مختلف بدن می‌توانند تقسیم شوند و بافت‌های جدید را به‌وجود بیاورند. اما در گیاهان، تقسیم سلولی و تولید بافت‌ها، در مناطق خاصی از گیاه انجام می‌شود که به آن‌ها، **مریستم (سَرلاد)** گفته می‌شود. مریستم‌ها، سلول‌هایی دارند که به‌طور دائمی تقسیم می‌شود و سلول‌های لازم برای تولید سامانه‌های بافتی را ایجاد می‌کنند. سلول‌های مریستمی، **به‌هم فشرده** هستند و **فاصلهٔ بین‌سلولی کمی** دارند. در هر سلول مریستمی، **یک هستهٔ درشت** وجود دارد که در **مرکز سلول** قرار می‌گیرد.



مریستم‌ها، به‌طور کلی به دو نوع تقسیم می‌شوند: ۱- مریستم‌های نخستین و ۲- مریستم‌های پسین. مریستم‌های نخستین، در رشد نخستین گیاه نقش دارند و در همهٔ گیاهان وجود دارند. این مریستم‌ها، در تشکیل ساختارهای نخستین گیاه نقش دارند. مریستم‌های پسین، فقط در گیاهان دولپهٔ چوبی به‌وجود می‌آیند و مسئول رشد پسین گیاه می‌باشند. در ادامه، به بررسی هر یک از این مریستم‌ها می‌پردازیم.

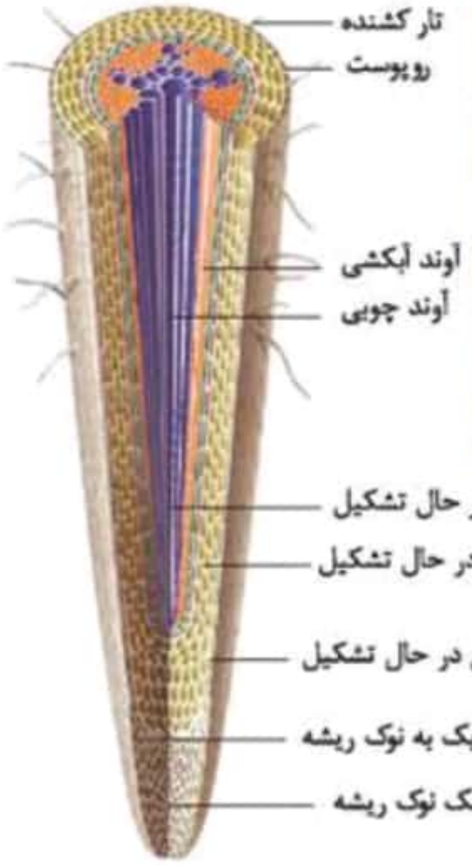
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۶ یازدهم] بعضی از یاخته‌های بدن جانداران، مانند یاخته‌های بنیادی مغز استخوان و یاخته‌های مریستمی (سرلادی) گیاهان می‌توانند دائماً تقسیم شوند. همین یاخته‌ها در شرایط خاصی، مثلاً در شرایط نامساعد محیطی یا افزایش بیش از حد تعداد یاخته‌ها، تقسیم خود را کاهش می‌دهند و یا متوقف می‌کنند.

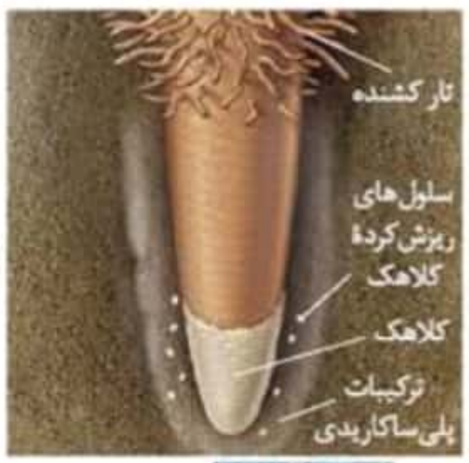
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۹ یازدهم] سیتوکینین‌ها با تحریک تقسیم یاخته‌ای و در نتیجه ایجاد یاخته‌های جدید، پیرشدن اندام‌های هوایی گیاه را به تأخیر می‌اندازند.

درس‌نامهٔ ۱۵ مریستم‌های نخستین گیاهان

مریستم نخستین ریشه

در نوک ریشه، بخش انگشتانه‌مانندی[1] به‌نام **کلاهک** وجود دارد. کمی بالاتر، نزدیک به انتهای ریشه، مریستم نخستین ریشه قرار دارد. این مریستم، سامانه‌های بافتی مختلف را به سمت نواحی بالاتر تشکیل می‌دهد.





کلاهک در نوک ریشه، دو نقش مهم برعهده دارد:

۱- آسان‌تر کردن نفوذ ریشه در خاک: بعضی از سلول‌های کلاهک، زنده هستند و می‌توانند **ترکیبات پلی‌ساکاریدی** ترشح کنند. این ترکیبات، باعث لزج شدن سطح کلاهک می‌شوند و در نتیجه، نفوذ ریشه در خاک را آسان می‌کنند.

۲- محافظت از مریستم نزدیک به نوک ریشه: بعضی از سلول‌های کلاهک، سلول‌های مرده‌ای هستند که به‌طور مداوم می‌ریزند و با سلول‌های جدید جانشین می‌شوند. این سلول‌ها، که در سطح بیرونی کلاهک قرار گرفته‌اند، از مریستم نزدیک به نوک ریشه، در برابر آسیب‌های محیطی محافظت می‌کنند.

در کتاب درسی، در جاهای مختلفی به‌جای مریستم نزدیک به نوک ریشه، گفته شده مریستم نوک ریشه. هواستون باشه که در تمامی این موارد، منظور نزدیک به نوک ریشه است.

۱- با ظاهری مشابه انگشت

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

مریستم نخستین ساقه

بیشتر مریستم‌های نخستین ساقه، در **جوانه‌ها** قرار دارند. هر جوانه، مجموعه‌ای از سلول‌های مریستمی و برگ‌های بسیار جوان می‌باشد. رشد جوانه‌ها، باعث افزایش طول ساقه می‌شود و علاوه بر این، باعث ایجاد شاخه‌ها و برگ‌های جدیدی نیز می‌شود. جوانه‌ها، بر اساس محل قرارگیری در ساقه، در دو گروه جوانهٔ انتهایی و جوانهٔ جانبی قرار می‌گیرند.

علاوه بر مریستم‌های نخستین موجود در جوانه‌ها، **مریستم‌های میان‌گرهی** نیز در ساقه وجود دارند. هر **گره**، محلی است که در آن، برگ به ساقه متصل می‌شود. میان‌گره، فاصلهٔ بین دو گرهٔ ساقه می‌باشد. مریستم میان‌گرهی، نوعی مریستم نخستین ساقه است که در میان‌گره قرار دارد.

نکته اتصال برگ به ساقه، از طریق دمبرگ انجام می‌شود. محلی که دمبرگ در آن به ساقه اتصال دارد، گره نام دارد. در محل گره‌های ساقه، جوانه‌های جانبی وجود دارند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۸ یازدهم] روی ریشهٔ درخت آلبالو، زمین‌ساقهٔ زنبق و غدهٔ سیب‌زمینی، جوانه وجود دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۸ یازدهم] در تولیدمثل غیرجنسی به روش خوابانیدن، بخشی از ساقه یا شاخه را که دارای گره است، با خاک می‌پوشانند. بعد از مدتی از محل گره، ریشه و ساقهٔ برگدار ایجاد می‌شود که با جدا کردن از گیاه مادر، پایهٔ جدیدی را ایجاد می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۸ یازدهم] ساقهٔ رونده، به‌طور افقی روی خاک رشد می‌کند. گیاه توت‌فرنگی ساقهٔ رونده دارد. گیاهان توت‌فرنگی جدیدی در محل گره‌ها، ایجاد می‌شوند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۹ یازدهم] به اثر بازدارندگی جوانهٔ رأسی بر رشد جوانه‌های جانبی، چیرگی رأسی می‌گویند. با قطع جوانهٔ رأسی، مقدار سیتوکینین در جوانه‌های جانبی افزایش و مقدار اکسین آن‌ها کاهش می‌یابد. در نتیجه، جوانهٔ جانبی رشد می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۹ یازدهم] گیاهان هر دمایی را نمی‌توانند تحمل کنند. مثلاً سرمای شدید می‌تواند مانع از رویش دانه‌ها و جوانه‌ها شود. برگ بعضی درختان با کاهش دما در فصل پاییز می‌ریزد و جوانه‌ها با برگ‌های پولک‌مانندی حفظ می‌شوند.

جمع‌بندی

انواع مریستم نخستین

انواع مریستم نخستین		محل حضور	عامل محافظت‌کننده	نقش
مریستم ریشه		نزدیک نوک ریشه	کلاهک در نوک ریشه	افزایش طول و تا حدودی عرض ریشه وایجاد انشعابات جدید ریشه
مریستم ساقه	جوانه‌ها	جوانه‌های انتهایی و جوانه‌های جانبی	برگ‌های جوان	افزایش طول و تا حدودی عرض ساقه و شاخه، ایجاد انشعابات جدید ساقه و تشکیل برگ‌های جدید
	مریستم میان‌گرهی	در فاصلهٔ بین گره‌ها	-	ایجاد انشعابات جدید ساقه

درسنامهٔ ۱۶ ساختارهای نخستین ساقه و ریشه

جمع‌بندی

مقایسهٔ گیاهان تک‌لپه‌ای و دولپه‌ای

تعداد لپه	برگ	گلبرگ	ساقه		ریشه		
			آرایش آوندها	مغز	آرایش آوندها	مغز	ظاهر
تک‌لپه	برگ نواری با رگبرگ‌های موازی	مضربی از ۳	قرارگرفتن دسته‌های آوندی به صورت پراکنده	—	قرارگرفتن منظم دسته‌های آوندی روی یک حلقه	دارد	اتصال انشعابات ریشه به محل اتصال ریشه و ساقه
دولپه	برگ پهن با رگبرگ‌های منشعب	مضربی از ۲ یا ۵	قرارگرفتن منظم دسته‌های آوندی روی یک حلقه	دارد	قرارگرفتن آوندهای چوبی به صورت ساختار ستاره‌ای‌شکل در وسط و آوندهای آبکشی در اطراف آن‌ها	—	اتصال انشعابات ریشه به یک ریشهٔ مستقیم

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فعالیت کتاب درسی

در ابتدای فصل، مقایسه‌ای در ارتباط با ساختارهای نخستین ریشه و ساقهٔ گیاهان تک‌لپه و دولپه داشتیم. در این قسمت، می‌خوایم به‌طور دقیق‌تری این موضوع رو بررسی کنیم. دقت داشته باشید که این درسنامه، بررسی فعالیت کتاب درسی می‌باشد. *قبل از اون، لازمه که چند تا اصطلاح رو بررسی کنیم و بعدش، بیشتر هرکدوم رو توضیح می‌دیم.*

استوانهٔ آوندی، استوانه‌ای است که بافت‌های آوندی در آن قرار دارند.

مغز ساقه، بافت پارانشیمی و بخشی از سامانهٔ بافت زمینه‌ای است که در دولپه‌ای‌ها دیده می‌شود.

مغز ریشه، بافت پارانشیمی است و در تک‌لپه‌ای‌ها دیده می‌شود.

نکته برای مشاهدهٔ چگونگی قرارگیری سه سامانهٔ بافتی در ساختار نخستین گیاه، باید از ریشه و ساقه، برش تهیه کنیم.

نکته برای مشاهدهٔ بهتر برش‌های بافتی در زیر میکروسکوپ، می‌توان برش‌ها را با یک یا دو رنگ، رنگ‌آمیزی کرد. برای این کار، محلول رنگ‌بر یا سفیدکننده، استیک‌اسید یک درصد (سرکه)، رنگ کارمن زاجی و آبی متیل نیاز است. برای رنگ‌آمیزی، برش‌ها را باید به ترتیب در هر یک از محلول‌های زیر قرار داد:

۱- آب مقطر
۲- محلول رنگ‌بر: ۱۵ تا ۲۰ دقیقه
۳- آب مقطر
۴- استیک‌اسید: ۱ تا ۲ دقیقه
۵- آب مقطر
۶- آبی‌متیل: ۱ تا ۲ دقیقه
۷- آب مقطر
۸- کارمن زاجی: ۲۰ دقیقه
۹- آب مقطر

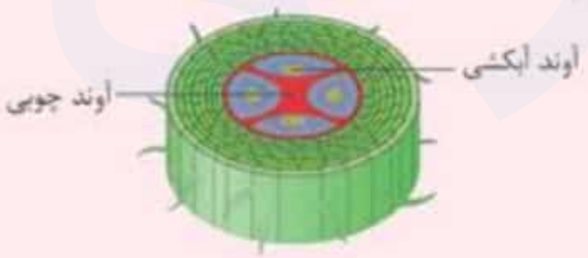
آبی متیل، دیواره‌های چوبی را به رنگ آبی درمی‌آورد. در نتیجه، دیوارهٔ آوندهای چوبی با رنگ آبی مشخص می‌شود. **کارمن زاجی،** دیوارهٔ سلولزی را قرمز می‌کند. بنابراین، می‌توان دیوارهٔ آوند آبکش را با رنگ قرمز مشاهده کرد. در نهایت، محدودهٔ آوندهای چوبی و آبکشی مشخص می‌شود.

نام محلول	محلول رنگ‌بر	استیک‌اسید (سرکه)	آبی متیل	کارمن زاجی
مدت زمان	۱۵ تا ۲۰ دقیقه	۱ تا ۲ دقیقه	۱ تا ۲ دقیقه	۲۰ دقیقه

ریشهٔ تک‌لپه و دولپه

خب، اینو می‌دونیم که در هر اندام، سه سامانهٔ بافتی وجود داره. می‌خوایم بدونیم این سامانه‌های بافتی کجا قرار دارن.

در برش عرضی ریشه، سه بخش مشخص روپوست، پوست و استوانهٔ آوندی قابل مشاهده است.



روپوست، مربوط به سامانهٔ بافت پوششی ریشه است. در روپوست ریشه، سلول‌های تمایزیافته‌ای به‌نام تار کشنده وجود دارند. روپوست ریشه، برخلاف ساقه و برگ، پوستک، سلول نگهبان روزنه و کرک ندارد.

پوست، دارای سامانهٔ بافت زمینه‌ای است. پوست در ریشه، ضخامت نسبتاً زیادی دارد و هم‌چنین، ضخامت پوست در ریشهٔ دولپه بیشتر از ریشهٔ تک‌لپه می‌باشد.

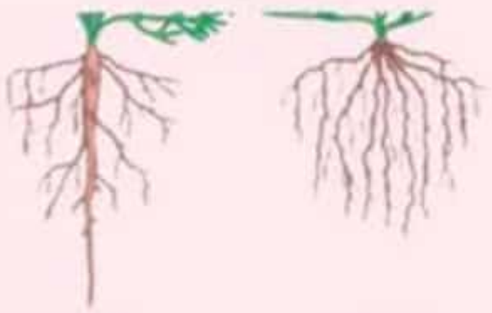
در ارتباط با ساختار پوست و ارتباطش با استوانهٔ آوندی، تو فصل بعدی بیشتر می‌خونیم.

استوانهٔ آوندی، محل قرارگیری بافت‌های آوندی است. نحوهٔ قرارگیری بافت‌های آوندی در استوانهٔ آوندی ریشهٔ تک‌لپه‌ای و دولپه‌ای متفاوت است.

در ریشهٔ گیاه تک‌لپه، دسته‌های آوندی به صورت منظم و بر روی یک حلقه در استوانهٔ آوندی قرار گرفته‌اند. در هر دستهٔ آوندی، آوند آبکش در سمت خارج آوند چوبی قرار می‌گیرد. در ریشهٔ گیاه دولپه، آوندهای چوبی در بخش مرکزی استوانهٔ آوندی قرار گرفته‌اند و ساختاری ستاره‌ای‌شکل را به‌وجود آورده‌اند. در اطراف این ستاره، آوندهای آبکش قرار گرفته‌اند.

تفاوت دیگری که بین استوانهٔ آوندی ریشهٔ تک‌لپه و دولپه وجود دارد، وجود مغز در ریشهٔ تک‌لپه است. گفتیم که در بخش مرکزی استوانهٔ آوندی ریشهٔ دولپه، آوندهای چوبی قرار دارند اما در بخش مرکزی استوانهٔ آوندی ریشهٔ تک‌لپه، آوندی وجود ندارد. به‌جای بافت آوندی، بافت پارانشیمی در وسط استوانهٔ آوندی ریشهٔ تک‌لپه قرار می‌گیرد که به آن، مغز ریشه گفته می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

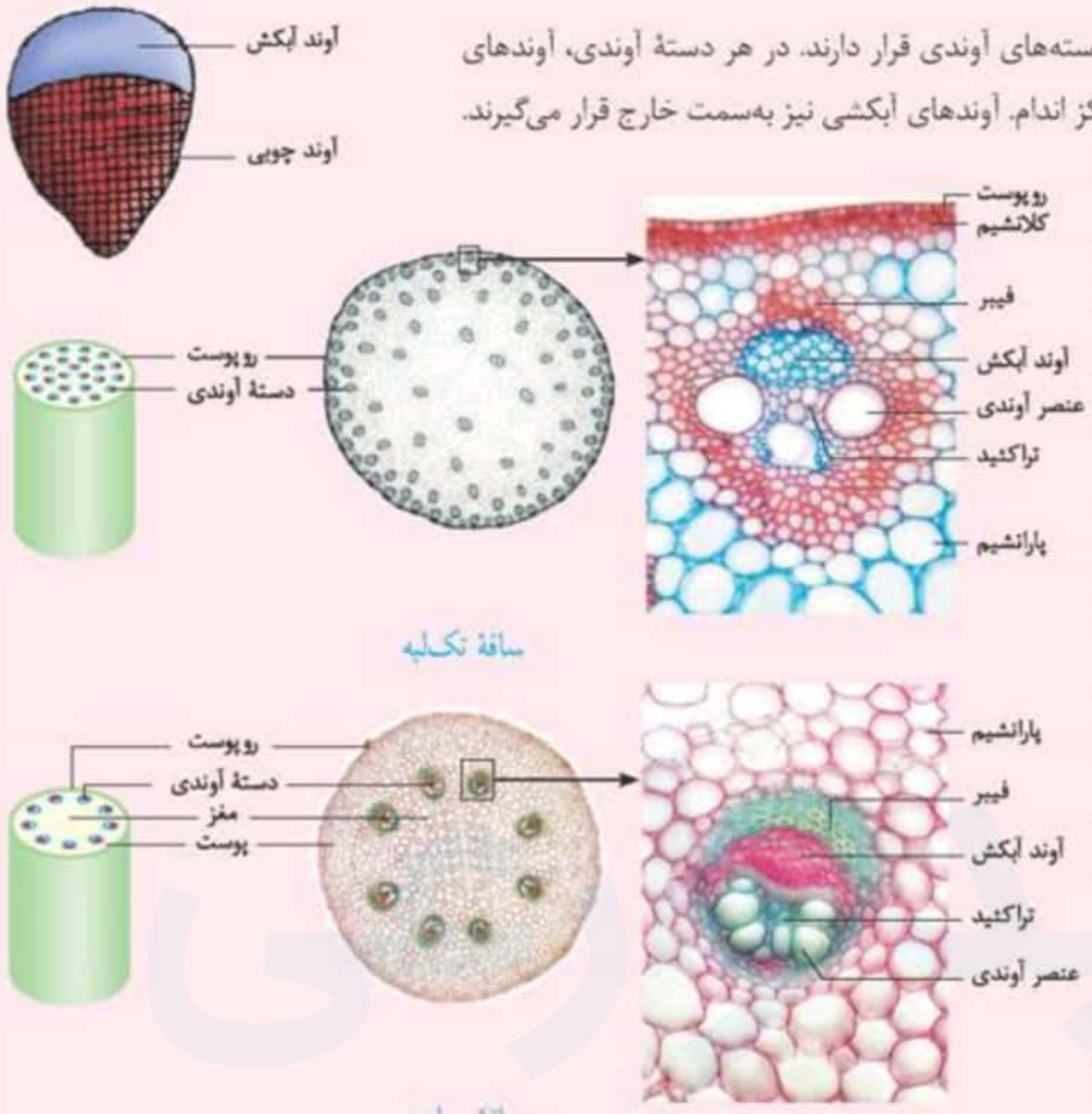


علاوه بر این که ساختار بافتی ریشهٔ تک‌لپه و دولپه تفاوت دارد، ظاهر ریشهٔ تک‌لپه و دولپه نیز با یک‌دیگر متفاوت است. قبلاً در ابتدای فصل گفتیم که ریشهٔ تک‌لپه، یک ریشهٔ افشان است که در آن، انشعابات متعدد همگی به ساقه متصل هستند ولی در دولپه‌ای‌ها، یک ریشهٔ مستقیم وجود دارد که انشعابات ریشه به آن متصل می‌شوند. دقت داشته باشید که در گیاهان چوبی دولپه، ریشه چوبی‌شده است.

ساقهٔ تک‌لپه و دولپه

در همهٔ ساقه‌های علفی، بافت‌های آوندی به صورت دسته‌های آوندی قرار دارند. در هر دستهٔ آوندی، آوندهای چوبی در سمت داخل قرار می‌گیرند، یعنی به سمت مرکز اندام. آوندهای آبکشی نیز به‌سمت خارج قرار می‌گیرند.

نکتهٔ مهمی که در ارتباط با ساقه وجود دارد این است که یا ضخامت پوست بسیار کم است یا اصلاً پوست وجود ندارد. در ساقهٔ تک‌لپه، پوست مشاهده نمی‌شود و استوانهٔ آوندی نیز وجود ندارد. دسته‌های آوندی، به صورت پراکنده در سراسر قسمت‌های ساقه وجود دارند. اما در ساقهٔ دولپه، یک پوست نازک وجود دارد. استوانهٔ آوندی نیز در ساقهٔ دولپه وجود دارد. در این استوانهٔ آوندی، دسته‌های آوندی به صورت منظم بر روی یک حلقه قرار گرفته‌اند و در بخش مرکزی آن، بافت پارانشیمی، مغز ساقه را تشکیل می‌دهد. به‌طور خلاصه می‌توان گفت که ساختار استوانهٔ آوندی در ساقهٔ دولپه، شباهت بسیار زیادی به ساختار استوانهٔ آوندی در ریشهٔ تک‌لپه دارد.



نکته در ساقهٔ تک‌لپه و ریشهٔ دولپه، مغز وجود ندارد.

نکته دقت داشته باشید که مغز در استوانهٔ آوندی، بخشی از سامانهٔ بافت زمینه‌ای محسوب می‌شود.

در ارتباط با روپوست نیز باید دقت داشت که در ساقهٔ جوان تک‌لپه و دولپه روپوست وجود دارد ولی در ساقهٔ مسن دولپه، روپوست از بین می‌رود و به جای آن، پیراپوست وجود دارد. هم‌چنین، می‌توان پوستک، سلول نگهبان روزنه و سلول ترشحی را در روپوست ساقه مشاهده کرد.

سافتار برگ، گلبرگ و دانهٔ تک‌لپه و دولپه هم متفاوت است که در اول فصل راجع بهش صحبت کردیم و می‌تونین برگردین بخونین.

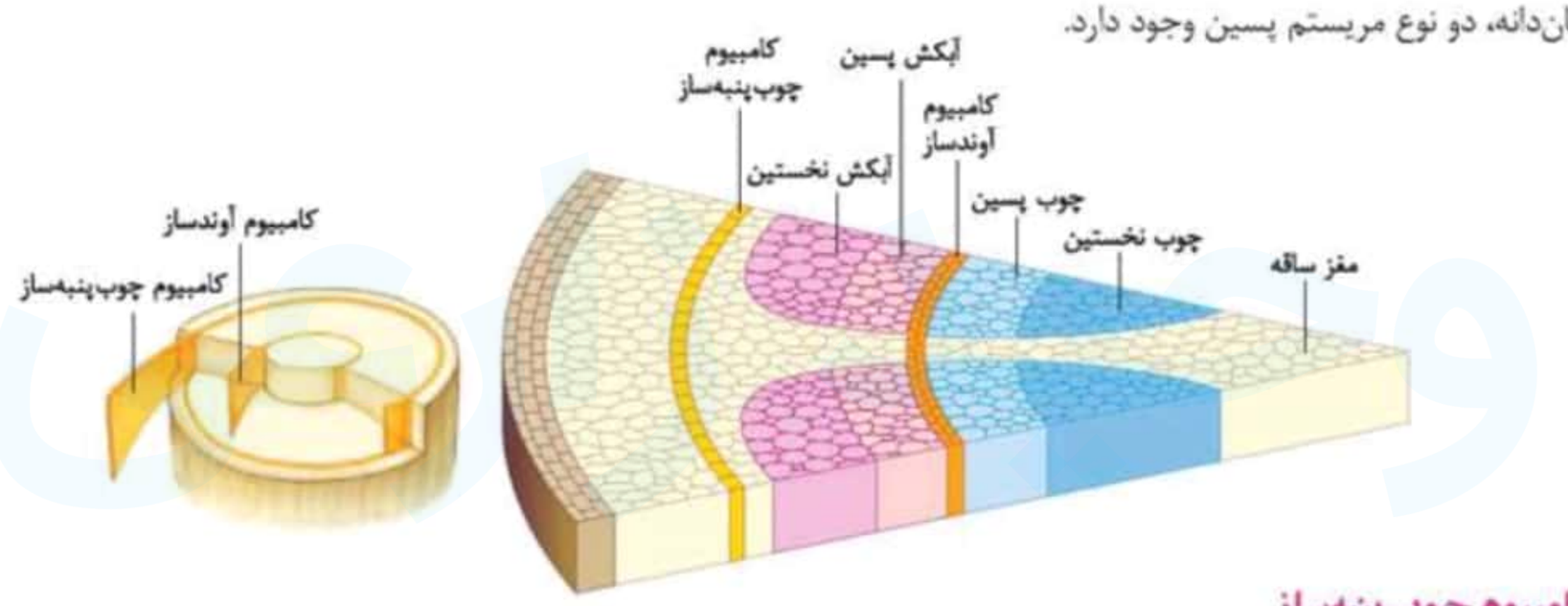
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نوع اندام		پوست	استوانهٔ آوندی	مغز	آرایش آوندها
تک‌لپه‌ای	ساقه	ندارد	ندارد	ندارد	دسته‌های آوندی پراکنده در ساقه
	ریشه	+	+	+	دسته‌های آوندی به صورت منظم بر روی یک حلقه
دولپه‌ای	ساقه	+	+	+	دسته‌های آوندی به صورت منظم بر روی یک حلقه
	ریشه	+	+	ندارد	آوندهای چوبی (ستاره‌ای) در مرکز ریشه و آوندهای آبکش در اطراف آوند چوبی (آوندها به صورت متناوب هستند)

درسنامهٔ ۱۷ مریستم‌های پسین و رشد پسین در گیاهان

تا این‌جا با ساختارهای نخستین گیاه آشنا شدیم. حالا بریم ببینیم ساختارهای پسین چی هستن و چه‌جوری به‌وجود میان.

قبلاً گفتیم که مریستم نخستین، تا حد کمی در افزایش قطر ساقه و ریشه نقش دارد. ولی ما در محیط اطراف خود، درختانی می‌بینیم که ساقهٔ بسیار قطوری دارند. مشخص است که رشد قطری کمِ ناشی از مریستم‌های نخستین، نمی‌تواند این ساقه‌های قطور و چوبی را ایجاد کرده باشد. این افزایش قطر، ناشی از وجود نوعی از مریستم‌ها است که به آن‌ها **مریستم‌های پسین** یا **کامبیوم (بَن‌لاد)** گفته می‌شود. مریستم‌های پسین، فقط در **نهان‌دانگان دولپه‌ای** وجود دارند و نهان‌دانگان تک‌لپه‌ای، فاقد این مریستم‌ها هستند. بنابراین، رشد قطری در نهان‌دانگان تک‌لپه، فقط با کمک مریستم‌های نخستین و در اثر افزایش حجم سلول‌های حاصل از فعالیت این مریستم‌ها می‌باشد. رشد قطری در نهان‌دانگان دولپه، می‌تواند ناشی از فعالیت مریستم‌های نخستین و یا رشد پسین باشد. در گیاهان نهان‌دانه، دو نوع مریستم پسین وجود دارد.



کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز

کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز، در بافت زمینه‌ای ساقه و ریشه، یعنی در پوست این اندام‌ها تشکیل می‌شود. کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز، دو نوع سلول تولید می‌کند؛ **سلول‌های پارانشیمی** به سمت درون، یعنی به سمت مرکز اندام، ساخته می‌شوند و **سلول‌های چوب‌پنبه‌ای**، به سمت بیرون، یعنی به سمت سطح اندام، تولید می‌شوند. سلول‌های چوب‌پنبه‌ای، در ابتدا زنده هستند ولی پس از تولید دیوارهٔ پسین، دیوارهٔ آن‌ها چوب‌پنبه‌ای می‌شود. چوب‌پنبه‌ای شدن دیواره، منجر به از بین رفتن پروتوپلاست و مردن سلول می‌شود، در نتیجه بافت چوب‌پنبهٔ بالغ، نوعی بافت مرده است.

نکته سلول‌های چوب‌پنبه‌ای، نخستین سلول‌هایی بودند که رابرت هوک با میکروسکوپ خود مشاهده کرد.

نکته تولید سلول‌های چوب‌پنبه‌ای ناشی از نوعی تغییر در دیواره به‌نام چوب‌پنبه‌ای شدن می‌باشد. دیوارهٔ چوب‌پنبه‌ای، در کاهش از دست دادن آب و جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا به گیاه نقش دارد. چوب‌پنبه، نوعی ترکیب لیپیدی است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۹ یازدهم] بافت چوب‌پنبه‌ای در پیراپوست اندام‌های مسن گیاهان، علاوه بر حفظ آب، مانعی در برابر عوامل آسیب‌رسان است.

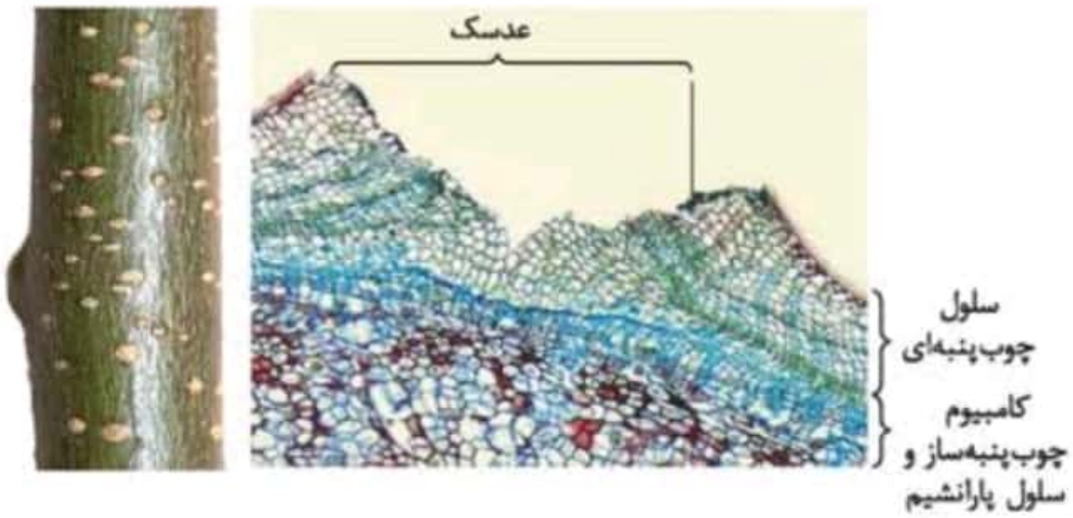
قبلاً گفتیم که در ساقه و ریشهٔ جوان گیاهان دولپه، سامانهٔ بافت پوششی از نوع روپوست است ولی در ساقه و ریشهٔ مسن، **پیراپوست (پریدرم)** جایگزین روپوست می‌شود. پیراپوست، در واقع **مجموعهٔ کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز و سلول‌های تولیدشده توسط آن** می‌باشد. پس پیراپوست، فقط در ساقه و ریشهٔ مسن گیاهان دولپه وجود دارد. برگ گیاهان دولپهٔ مسن، همهٔ اندام‌های جوان دولپه‌ای‌ها و همهٔ اندام‌های تک‌لپه‌ای‌ها، روپوست دارند. پس ترتیب لایه‌ها در پیراپوست، از خارج به داخل، به‌ترتیب عبارت است از:

سلول‌های چوب‌پنبه‌ای ← کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز ← سلول‌های پارانشیمی

نکته در پیراپوست، هم سلول‌های زنده وجود دارند و هم سلول‌های مرده؛ سلول‌های چوب‌پنبه‌ای مرده هستند ولی سلول‌های مریستم پسین و سلول‌های پارانشیمی، سلول‌های زندهٔ پیراپوست می‌باشند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سلول‌های چوب‌پنبه‌ای موجود در پیراپوست، **نسبت به گازها نفوذناپذیر** هستند؛ در نتیجه، گاز اکسیژن نمی‌تواند از آن‌ها عبور کند و وارد گیاه شود. قبلاً در فصل (۳) خواندیم که این گاز، برای انجام تنفس سلولی در گیاه لازم است. بنابراین، برای تأمین اکسیژن موردنیاز سلول‌هایی که در سمت داخل سلول‌های چوب‌پنبه‌ای قرار دارند و زنده می‌باشند، ساختارهایی به‌نام عدسک ایجاد شده‌اند. عدسک‌ها، در سطح اندام به صورت برآمدگی‌هایی مشاهده می‌شوند. در این محل‌ها، سلول‌های چوب‌پنبه‌ای از هم فاصله گرفته‌اند و فضایی برای عبور گازها ایجاد شده است.



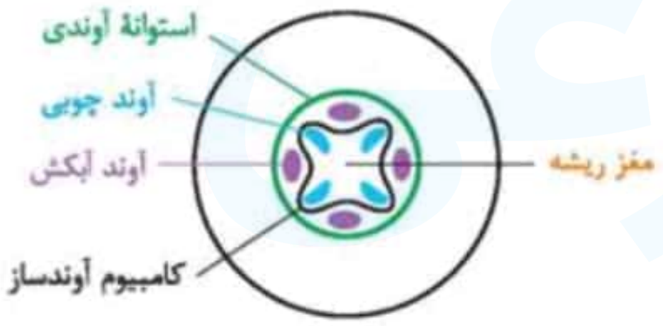
کامبیوم آوندساز

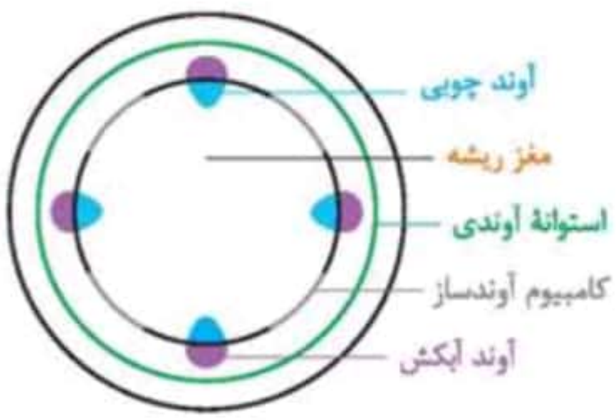
این کامبیوم، آوندهای پسین را می‌سازد. محل قرارگیری کامبیوم آوندساز، در ساقه و ریشه، در بین آوندهای چوبی و آبکش می‌باشد. قبلاً گفتیم که آوندهای آبکشی نسبت به آوندهای چوبی، خارجی‌تر هستند. به‌همین دلیل، کامبیوم آوندساز به سمت خارج، آوندهای آبکش را می‌سازد و به سمت داخل، آوندهای چوبی. مقدار بافت آوند چوبی که این کامبیوم می‌سازد، بسیار بیشتر از بافت آوند آبکشی است. به‌همین دلیل، در ساقه یا ریشهٔ یک گیاه دولپهٔ مسن، بخش اعظم ضخامت اندام متعلق به بافت آوند چوبی می‌باشد.

خب، قبل از این‌که بیشتر راجع به نحوهٔ ساخت آوندهای پسین صحبت کنیم، اول ببینیم کامبیوم‌های ریشه و ساقه چه‌جوری هستن و کی میسازتشون.

❑ کامبیوم آوندساز در ریشه

گفتیم که آوندهای چوبی در ریشهٔ دولپه، ساختار ستاره‌ای‌شکل دارند و در سمت خارج این آوندهای چوبی، بافت آوند آبکش وجود دارد. هم‌چنین گفتیم که کامبیوم آوندساز، بین بافت آوند چوبی و بافت آوند آبکشی ساخته می‌شود. با توجه به این توضیحات، ساختار کامبیوم آوندساز در ریشهٔ دولپه، مشابه شکل روبه‌رو است. در واقع، کامبیوم آوندساز نیز ساختاری ستاره‌ای‌شکل در ریشه ایجاد می‌کند.





منشأ کامبیوم آوندساز در ریشه، سلول‌های مریستمی می‌باشند. در واقع، مریستم‌های نخستین ریشه، کامبیوم آوندساز را به‌وجود می‌آورند.

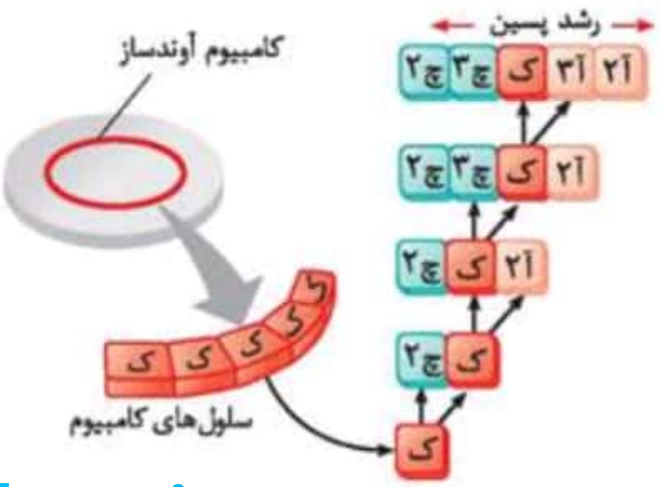
❑ کامبیوم آوندساز در ساقه

گفتیم که کامبیوم آوندساز، بین بافت آوند چوبی و بافت آوند آبکشی ساخته می‌شود. چون دسته‌های آوندی در ساقه، به صورت منظم بر روی یک حلقه قرار دارند، کامبیوم آوندساز در ساقه، به صورت یک استوانهٔ کامل می‌باشد.

منشأ کامبیوم آوندساز در ساقه، بستگی به محل قرارگیری آن دارد. در بخش‌هایی که کامبیوم آوندساز درون دستهٔ آوندی و بین آوند چوبی و آبکش تشکیل می‌شود، سلول‌های مریستمی موجود در بین آوندها، کامبیوم آوندساز را می‌سازند. علاوه بر این، سلول‌های پارانشیمی که فضای بین دسته‌های آوندی را پر می‌کنند، می‌توانند تمایززدایی کنند. یعنی به نوعی سلول مریستمی تبدیل می‌شوند و سپس، سلول‌های کامبیوم آوندساز را می‌سازند.

❑ فعالیت کامبیوم آوندساز

کامبیوم آوندساز، بین آبکش و چوب نخستین تشکیل می‌شود. این کامبیوم، به‌سمت داخل، چوب پسین را می‌سازد و به‌سمت خارج، آبکش پسین. وقتی‌که چوب پسین ساخته می‌شود، چوب نخستین را به‌سمت داخل هل می‌دهد. بنابراین، هر بار که چوب پسین ساخته می‌شود، فاصلهٔ چوب نخستین تا کامبیوم آوندساز افزایش می‌یابد. وقتی‌که آبکش پسین ساخته می‌شود، آبکش نخستین را به سمت خارج هل می‌دهد. پس هر بار که آبکش پسین ساخته می‌شود، آبکش نخستین از مرکز ساقه یا ریشه هم‌جنس از کامبیوم آوندساز، دورتر می‌شود.



تذکر: آوندهای نخستین در شکل نشان

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

به طور خلاصه، می‌توان گفت که نزدیک‌ترین آوندها به کامبیوم آوندساز، جدیدترین آوندها می‌باشند، مثلاً در یک درخت پنج ساله، چوب سال پنجم نسبت به چوب سال دوم، خارجی‌تر و به کامبیوم آوندساز نزدیک‌تر است. هم‌چنین در مقایسهٔ آبکش سال پنجم و آبکش سال سوم، آبکش سال پنجم، داخلی‌تر و به کامبیوم آوندساز نزدیک‌تر می‌باشد. *خلا به‌نظرتون، در مقایسهٔ آبکش و چوب سال دوم، کدومشون به کامبیوم آوندساز نزدیک‌ترن؟* جواب آبکش سال دوم هست. مقدار بافت چوبی ساخته‌شده توسط کامبیوم آوندساز، بسیار بیشتر از مقدار بافت آوند آبکش پسین است. بنابراین، در هر سال، آوندهای چوبی بیشتر از کامبیوم آوندساز دور می‌شوند.

اگر بخواهیم ترتیب لایه‌ها در ساقهٔ چوبی یک گیاه دوساله را بنویسیم، از خارج به داخل، به ترتیب به صورت زیر است:

پیراپوست (سلول‌های چوب‌پنبه‌ای) ← کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز ← سلول‌های پارانشیمی) ← آبکش نخستین سال اول ← آبکش پسین سال دوم ← کامبیوم آوندساز ← چوب پسین سال دوم ← چوب نخستین سال اول ← مغز ساقه

پس هنگام مقایسهٔ آوندهای هم‌نوع، جدیدترین آوند *(که بالاترین سال رو داره)*، به کامبیوم آوندساز نزدیک‌تر است. هنگام مقایسهٔ آوند چوبی و آبکش هم‌سن، آوند آبکشی به کامبیوم آوندساز نزدیک‌تر است.

خب، تا این‌جا فهمیدیم که کامبیوم‌ها چه‌جوری فعالیت می‌کنن و دیدیم که در اثر فعالیت این مریستم‌ها، لایه‌های سلولی جدیدی ساخته میشن که باعث افزایش قطر ساقه و ریشه میشن. می‌رسیم به بخش آخر این درسنامه؛ پوست درخت چیه؟

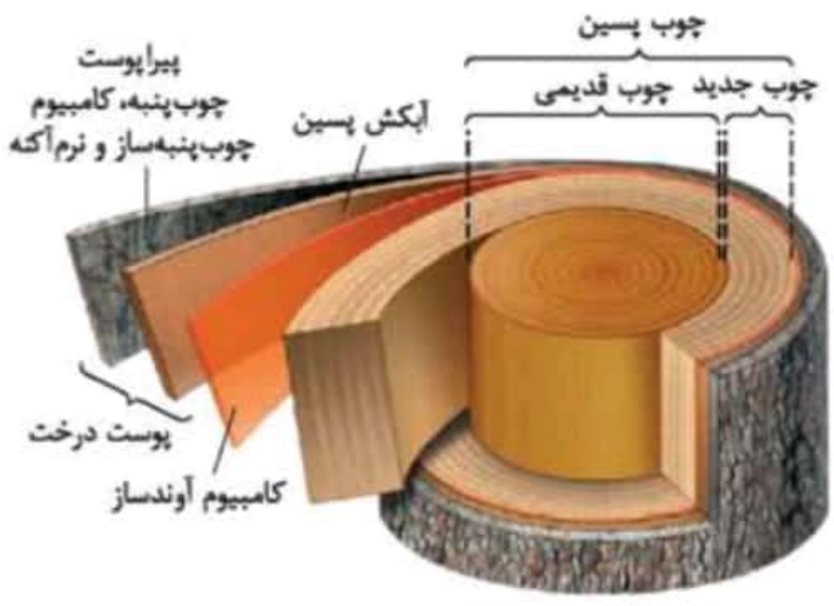
جمع‌بندی

انواع کامبیوم‌ها

نوع کامبیوم		بن‌لاد آوندساز	بن‌لاد چوب‌پنبه ساز
محل تشکیل		بین آوندهای چوبی و آبکشی نخستین ریشه و ساقه	درون سامانهٔ بافت زمینه‌ای پوست ریشه و ساقه
خاستگاه	در ریشه	یاخته‌های سرلادی نخستین	یاخته‌های سرلادی نخستین
	در ساقه	یاخته‌های سرلادی بین آوندهای چوبی و آبکشی نخستین بازگشت یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای بین دسته‌های آوندی به حالت سرلادی	یاخته‌های سرلادی نخستین
ساختارهای حاصل	به سمت داخل	آوندهای چوبی پسین شامل تراکئیدها و عناصر آوندی	یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای
	به سمت خارج	آوندهای آبکشی پسین و یاخته‌های همراه	یاخته‌های چوب‌پنبه

پوست درخت

مجموعهٔ لایه‌های بافتی که از آبکش پسین شروع می‌شود و تا سطح اندام ادامه دارد، پوست درخت نامیده می‌شود. در واقع، همهٔ قسمت‌های خارجی‌تر از کامبیوم آوندساز، جزء پوست درخت هستند. تنها بخش‌هایی از ساقه که جزء پوست درخت محسوب نمی‌شوند، کامبیوم آوندساز، آوندهای چوبی و مغز ساقه می‌باشند. پوست درخت، از کامبیوم آوندساز در برابر آسیب‌های محیطی حفاظت می‌کند و در نتیجه، کندن پوست درخت می‌تواند موجب آسیب دیدن کامبیوم آوندساز و اختلال در تولید آوندهای پسین شود. یک‌بار دیگر به ترتیب لایه‌ها در ساقهٔ چوبی یک گیاه دوساله دقت کنید؛ بخش‌هایی که با رنگ **قرمز** مشخص شده‌اند، جزء پوست درخت می‌باشند و بخش‌های **آبی**، جزء پوست درخت نیستند.



پیراپوست (سلول‌های چوب‌پنبه‌ای ← کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز ← سلول‌های پارانشیمی) ← آبکش نخستین سال اول ← آبکش پسین سال دوم ← کامبیوم آوندساز ← چوب پسین سال دوم ← چوب نخستین سال اول ← مغز ساقه

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته *یه نگاه به شکل بندازین. سؤالی که ازتون دارم اینه که چه چیزی رو نمی‌بینین؟ اگه خوب دقت کنین، می‌بینین که آبکش و چوب نخستین در شکل وجود ندارن. بنابراین، می‌رسیم به یه نکته:* در اثر رشد پسین، به‌تدریج، آوندهای آبکش و چوب نخستین از بین می‌روند.

نکته دقت کنید که پوست درخت با پوستی که در ساقهٔ جوان گیاه مشاهده می‌شود، متفاوت است. در یک ساقهٔ جوان، پوست بخش‌های دارای سامانهٔ بافت زمینه‌ای است ولی در پوست درخت، سامانهٔ بافت پوششی، سامانهٔ بافت زمینه‌ای و هم‌چنین سامانهٔ بافت آوندی وجود دارد.

نکته در پوست درخت، به‌جز سلول‌های چوب‌پنبه‌ای، همهٔ سلول‌های دیگر زنده هستند.

در نهایت، شکل بالا، خلاصه‌ای است از کل چیزی که راجع به رشد پسین گفتیم. یه مروری روی شکل داشته باشین تا بعدش برسیم به آفرین درسنامهٔ این فصل.

فعالیت کتاب درسی

مقایسهٔ مریستم‌های نخستین و پسین از نظر محل تشکیل و عملکرد

محل تشکیل: مریستم‌های نخستین در جوانهٔ انتهایی ساقه، جوانه‌های جانبی ساقه، در فاصلهٔ میان‌گرهی و نزدیک به نوک ریشه تشکیل می‌شوند. ولی کامبیوم آوندساز، درون استوانهٔ آوندی و همچنین در فاصلهٔ بین آوند چوبی و آبکش تشکیل می‌شود. کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز نیز در سامانهٔ بافت زمینه‌ای تشکیل می‌شود. علاوه بر این، مریستم‌های پسین فقط در نهان‌دانگان دولپه وجود دارند ولی مریستم‌های نخستین، در همهٔ نهان‌دانگان وجود دارند.

عملکرد: مریستم‌های نخستین در افزایش طول، ایجاد برگ‌های جدید و انشعابات جدید ساقه و ریشه و تا حدودی رشد قطری نقش دارند. مریستم‌های پسین، در رشد قطری مؤثر هستند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۶ یازدهم] زیتون، دارای درخت است؛ بنابراین، رشد پسین و ساقهٔ چوبی‌شده دارد و نوعی گیاه دو لپه‌ای است. یاخته‌های پیکری درخت زیتون، مانند انسان، ۴۶ کروموزوم دارند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۸ یازدهم] معمولاً طول عمر درختانی که سرلاد پسین دارند از علفی‌ها (غیردرختی) بیشتر است. درخت‌ها و درختچه‌ها از گیاهان چندساله‌اند که ممکن است حتی تا چند قرن زندگی کنند.

درسنامهٔ ۱۸ سازش با محیط

سازش با خشکی

مساحت پهناوری از سرزمین ایران را مناطق خشک و کم‌آب تشکیل می‌دهند. این مناطق، دارای چند ویژگی هستند:

۱- **کم‌بودن آب**

۲- **پوشش گیاهی اندک**، که ناشی از کم‌بودن آب است.

۳- **تابش شدید نور خورشید و دمای بالا، به‌ویژه در روز**

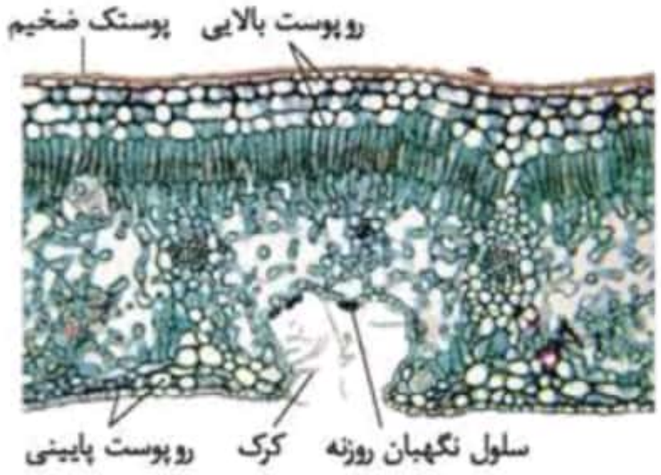
بنابراین، مشکل اصلی گیاهان برای زندگی در چنین محیط‌هایی، مربوط به هومئوستازی آب می‌باشد. گیاهانی می‌توانند در این مناطق رشد کنند که **توانایی بالایی در جذب آب** داشته باشند و هم‌چنین دارای **سازوکارهایی برای کاهش تبخیر آب** باشند.

گل خرزهره

با توجه به مشکل کم‌آبی در ایران، شناخت ساختار گیاهان، نقش مهمی در انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب برای کشاورزی و توسعهٔ فضای سبز دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ روزنه‌های فرورفته و کرک



خرزهره، یکی از گیاهانی است که به‌طور **خودرو** می‌تواند در مناطق خشک و کم‌آب رشد کند. در این گیاه، سازگاری‌هایی وجود دارند که امکان زندگی در محیط خشک و کم‌آب را فراهم کرده‌اند:

۱- روزنه‌های گیاه در **فرورفتگی‌های غارمانندی** قرار می‌گیرند.

۲- بیشتر روزنه‌ها در **روپوست پایینی برگ** قرار دارند.

۳- **تعداد فراوانی کرک** در فرورفتگی‌های غارمانند خرزهره وجود دارند که رطوبت هوا را به دام می‌اندازند. در نتیجه، اتمسفر مرطوبی در اطراف روزنه‌ها ایجاد می‌شود که جلوی خروج بیش از حد آب از برگ را می‌گیرد.

۴- **پوستک** در برگ‌های این گیاه **ضخیم** است و میزان تبخیر آب را کاهش می‌دهد.

۵- قبلاً گفتیم که روپوست، معمولاً یک لایهٔ سلولی است. همان‌طور که در شکل برگ خرزهره مشخص است، روپوست در این گیاه **بیش از یک لایهٔ سلولی** دارد. وجود چندین لایهٔ سلولی در روپوست، باعث می‌شود که میزان تبخیر آب از سطح گیاه کاهش پیدا کند.

نکته همان‌طور که در شکل گل خرزهره مشخص است، هر گل این گیاه دارای ۵ گلبرگ است. بنابراین، نوعی گیاه دولپه محسوب می‌شود.

❑ ذخیرهٔ آب در گیاهان

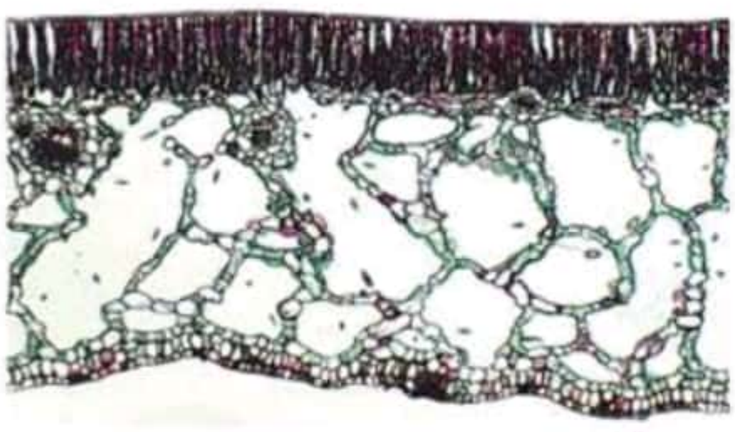
بعضی از گیاهان مناطق خشک و کم‌آب، ترکیبات پلی‌ساکاریدی در واکوئل‌های خود ذخیره می‌کنند. این ترکیبات، مقدار فراوانی آب جذب می‌کنند و سبب می‌شوند تا آب فراوانی در واکوئل‌ها ذخیره شود. گیاه در دوره‌های کم‌آبی، از این آب استفاده می‌کند.

زندگی در آب

همیشه هم *مشکل گیاهان کم‌آبی نیست. بعضی وقتا آب زیادی هست که واسشون دردسرساز میشه. چون در این شرایط، خفه میشن.*

بعضی گیاهان، در آب‌ها و یا در جاهایی زندگی می‌کنند که زمان‌هایی از سال با آب پوشیده می‌شوند. این گیاهان، با مشکل کمبود اکسیژن مواجه هستند. به‌همین علت، برای زیستن در چنین محیط‌هایی سازش‌هایی دارند.

❑ پارانشیم هوادار



وجود پارانشیم هوادار در **ریشه، ساقه و برگ**، یکی از سازش‌های گیاهان آبزی است. قبلاً توضیح دادیم که وجود هوا در فاصلهٔ زیاد بین سلول‌های پارانشیمی گیاهان آبزی، دو فایده دارد؛ اولاً، وجود هوا باعث می‌شود که اندام گیاهی سبک شود و مقاومت در برابر جریان‌های آبی کاهش پیدا کند. دوماً، هوا در تأمین اکسیژن مورد نیاز اندام‌های گیاهی نقش دارد.

❑ شش‌ریشه

یکی از **بوم‌سازگان‌های ارزشمند ایران** که در سواحل استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان قرار دارد، **جنگل‌های حرا** می‌باشد. ریشه‌های درختان حرا، **در آب و گِل** قرار دارد. برای مقابله با کمبود اکسیژن، این درختان ریشه‌هایی دارند که از آب بیرون آمده‌اند. این ریشه‌ها، مشابه شش در مهره‌داران، اکسیژن مورد نیاز جاندار را جذب می‌کنند و در اختیار سلول‌ها قرار می‌دهند. به‌همین دلیل، به این ریشه‌ها **شُش‌ریشه** گفته می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

و اما می‌رسیم به آخرین فعالیت فصل (۶). این فعالیت، بیشتر جنبهٔ پژوهشی داره و ارزش امتحانی خاصی نداره.

فعالیت کتاب درسی

ویژگی‌های درخت حرا، وضعیت جنگل‌های حرا در ایران، نقش این جنگل‌ها در حفظ گونه‌های جانوری و زندگی مردم محلی

ویژگی‌های درخت حرا: حرا نام درختی است در اندازه‌های ۳ تا ۶ متر با شاخ و برگ‌های سبز و روشن که در آب‌های شور زندگی می‌کند و نام علمی‌اش (Avicennia Marina) منسوب است به ابوعلی سینا دانشمند ایرانی. حرا، گیاهی از تیره شاه‌پسند است. دانه آن روی درخت مادر می‌روید و نهال تولید می‌کند. سپس از درخت جدا می‌شود و داخل مرداب می‌افتد. جنگل حرا بر دریا و آب شور قرار دارد و این سازش با آب شور و شرایط نامناسب، از حرا یک گیاه استثنایی ساخته است.

وضعیت جنگل‌های حرا در ایران: منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا و تالاب بین‌المللی خورخوران، مجموعه جنگل‌های درختان سرسبز ساحلی مانگرو یا حرا است که در حوالی جزیرهٔ قشم، بندرپل، جزیرهٔ هرمز و بندر خمیر در استان هرمزگان قرار دارد که آبراهه‌های آن با پرندگان زیبا و طبیعت بکر وحشی‌اش از منابع توریستی و دیدنی استان هرمزگان می‌باشد؛ و هر ساله افراد زیادی را برای تماشا به‌سوی خود جلب می‌کند و یکی از نقاط دیدنی استان هرمزگان در جنوب ایران است. این جنگل‌ها معمولاً تحت حفاظت سازمان محیط زیست قرار دارند و مجموعهٔ حرای شمال غربی قشم به‌دلیل اهمیت بین‌المللی به‌عنوان ذخیره‌گاه حرا شناخته می‌شود.

جنگل حرا در سواحل جنوبی ایران، مهد انواع گوناگون آبزیان، پرندگان و دوزیستان است. از پرندگان می‌توان به مرغ ماهیخوار یا حواصیل، لک‌لک، مرغ سقا، مرغابی و مرغ دریایی و از آبزیان به خرچنگ، مار دریایی، شیلو، کلینگ (نوعی از صدف) و انواع مختلف قورباغه اشاره کرد.

نقش جنگل‌های حرا در حفظ گونه‌های جانوری و زندگی مردم محلی: گیاه حرا که گاه به عنوان علوفه خشک برای خوراک چهارپایان استفاده می‌شود، فواید شگفت‌انگیزی دارد. بافت ساقه، تنه و ریشه این درخت به گونه‌ای است که آب شور دریا را تصفیه و مواد مورد نیاز آن را جذب و بقیه مواد را دفع می‌کند. پوست حرا بر باسیل هانزن که موجب جذام می‌شود، مؤثر است. شیرهٔ درون آوندهای آن بر بیماری خشکی (که بیماری پوستی شایع در منطقهٔ هرمزگان است) تأثیری قابل توجه دارد. در صنعت از تانن موجود در حرا، برای تولید جوهر مازو استفاده می‌شود. چسب تخته و خمیر چوب از دیگر مصارف صنعتی آن است.

جمع‌بندی

سازش گیاهان

نوع گیاه	سازش	عملکرد	نتیجه
خرزهره	وجود پوستک ضخیم در سطح رویوست برگ‌ها	کاهش خروج بخار آب از سطح برگ‌ها	جلوگیری از خروج بیش از حد آب گیاه و کاهش تعرق
	قرارگرفتن روزنه‌های برگ در فرورفتگی‌های غارمانند دارای کرک‌های فراوان	به دام انداختن رطوبت هوا و ایجاد اتمسفر مرطوب در اطراف روزنه‌ها	
بعضی گیاهان ساکن مناطق خشک	وجود ترکیبات پلی‌ساکاریدی در کریچه‌ها	افزایش فشار اسمزی درون کریچه‌ها و تحریک ذخیرهٔ آب فراوان در آن‌ها	استفاده گیاه از ذخیرهٔ آب کریچه‌ها در دوره‌های کم‌آبی
درختان جنگل حرا	وجود شش‌ریشه	بیرون‌زدن ریشه‌ها از سطح آب برای جذب اکسیژن	تامین اکسیژن برای ریشه‌های موجود در آب و گل و جلوگیری از مرگ آن‌ها
گیاهان آب‌زی	وجود نرم‌آکنهٔ هوادار با فاصلهٔ زیاد بین یاخته‌ها در سامانهٔ بافت زمینه‌ای ریشه، ساقه و برگ	ذخیره‌کردن هوا در فاصلهٔ بین یاخته‌های پارانشیمی	۱. تامین اکسیژن برای اندام‌های گیاهی ۲. سبک‌شدن و کاهش مقاومت اندام‌ها در برابر جریان آب

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سال دهم

فصل ۷

«بعضی از گیاهان فتوسنتزکننده، گوشتخوار هستند.»

گیاهی که در شکل می‌بینین، اسمش گیاه دیونه (یا ونوس) هست. همون‌طور که می‌بینین، این گیاه واقعاً دیونه هست و حشرات بی‌گناه رو شکار می‌کنه. البته مجبوره این کار رو بکنه چون تو خاک محل زندگیش نیتروژن کمه. این گیاه، برگ‌هایی داره که وقتی حشره میره داخلشون، تا می‌شن و حشره رو به دام میندازن.

جذب و انتقال مواد در گیاهان

یه وقت از عکس این فصل نترسیدا! برخلاف ظاهر خشنش، شاید یکی از بهترین فصل‌های کتاب همین باشه. فصلی که مطالب متنوعی رو بررسی می‌کنه اما سعی کرده هر مبحث رو کامل بررسی کنه و شکل‌های خوبش، درک مطلب رو بهتر کرده. ما هم واسهٔ این فصل سنگ تموم گذاشتیم و یه درسنامهٔ خفن و کلی شکل گذاشتیم، تا راحت از پس سؤالای مختلف بربیاین. راستی یادم رفت که بگم فصل راجع به غذا خوردن گیاهانه. البته نه اون غذا خوردن؛ این‌جا یه جور دیگست.

خب، فصل رو می‌تونیم به سه تا قسمت نسبتاً مستقل تقسیم کنیم. قسمت اول، نیاز گیاهان به تغذیه و اهمیتش رو توضیح میده. قسمت دوم، یکم بیشتر راجع به نحوهٔ تغذیه در گیاهان و انواع روش‌هاش توضیح میده؛ این‌جاست که با گیاهان گوشتخوار هم آشنا می‌شیم. و بخش اصلی، قسمت سوم هست. جایی که راجع به نحوهٔ انتقال مواد در گیاهان می‌خونیم. از انتقال بین دو تا سلول گرفته تا انتقال در فاصلهٔ بیش از ۱۰۰ متر. مباحث این فصل، بیشتر به‌صورت ترکیبی با فصلای دیگه، به خصوص مباحث گیاهی یازدهم و دوازدهم اهمیت پیدا می‌کنن و در بین مباحث گیاهی، جزء مباحث مهم محسوب می‌شن. دیدن همکاری گیاهان با جانوران دیگه برای به‌دست آوردن غذا و تلاش زیاد گیاهان برای جذب غذا از اعماق زمین و انتقال اون تا بلندای آسمون، باعث میشه که به زیبایی طبیعت و زندگی پی ببریم:

«باور ندارم که روزی سروده‌ای را ببینم که به زیبایی یک درخت باشد / درختی که دهان گرسنه‌اش به سینهٔ جاری شیرین زمین فشرده است / درختی که تمامی روز رو به خدا دارد و بازوان پربرگ خود را به دعا می‌افرازد...»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکروطبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تستای این ۳ تا کتاب لذت ببری. 😊

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درس‌نامهٔ ۱ چرا جانداران به تغذیه نیاز دارند؟

خب، بالاخره رسیدیم فصل آخر. می‌خوایم این فصل رو با یه مقدمه شروع کنیم که داخل کتاب دهم بهش اشاره‌ای نشده و فقط برای درک بیشتر خودتون هست. قراره بررسی کنیم که اصلاً چرا جانداران نیاز به تغذیه دارن؟ البته، هواستون باشه که منظور از تغذیه در اینجا جذب مواد هست و با اون غذا خوردنی که توی جانوران دیدیم، فرق می‌کنه. این مطالب رو به‌صورت کامل‌تر در کتاب دوازدهم می‌خونید.

نیاز به مواد آلی

چه موادی، آلی هستند؟ مواد آلی، ترکیبات دارای کربن می‌باشند که توسط سلول‌های زنده ساخته می‌شوند[1]. همهٔ سلول‌ها، توانایی ساختن مواد آلی را دارند اما منشأ کربن لازم برای تولید مواد آلی در جانداران مختلف، فرق می‌کند.

به‌طور کلی، جانداران به دو دستهٔ **هتروتروف** و **اتوتروف** تقسیم می‌شوند. جانداران اتوتروف، جاندارانی هستند که توانایی غذاسازی دارند؛ مثلاً، گیاهان می‌توانند فتوسنتز کنند و با استفاده از انرژی نور خورشید و مواد معدنی، مواد آلی موردنیاز خودشان را بسازند. برعکس اتوتروف‌ها، هتروتروف‌ها توانایی غذاسازی ندارند و مواد آلی موردنیاز خود را با تغذیه به‌دست می‌آورند. مثلاً، جانوران هتروتروف هستند. جانوران، مواد آلی را از محیط اطراف خود با روش‌های مختلف جذب می‌کنند و سپس با کمک مونومرهای جذب‌شده، سایر مواد آلی موردنیاز خود را می‌سازند.

پس به‌طور کلی بخوایم بگیم، تفاوت تو منشأ مواد آلی است. اگه جاندار مواد آلی رو با کمک مواد معدنی بتونه بسازه، میشه جاندار اتوتروف. اگه برای تولید مواد آلی، مجبور باشه از واحدهای سازندهٔ مواد آلی دیگه استفاده کنه، میشه هتروتروف.

همان‌طور که در شکل می‌بینید، رابطهٔ بین اتوتروف‌ها و هتروتروف‌ها، یک رابطهٔ متقابل است. اتوتروف‌ها، مواد آلی و اکسیژن را تولید می‌کنند. این مواد، توسط جانداران هتروتروف مصرف می‌شود و کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. کربن دی‌اکسید، مجدداً توسط اتوتروف‌ها برای تولید مواد آلی مصرف می‌شود.

جمع‌بندی اتوتروف‌ها، می‌توانند مواد آلی خود را مستقیماً از مواد معدنی بسازند اما هتروتروف‌ها، فقط با استفاده از مواد آلی دیگر می‌توانند مواد آلی موردنیاز خود را بسازند.

سؤال **آیا هر اتوتروفی فتوسنتزکننده است؟** برخلاف انتظاری که دارید، جواب خیر است. اتوتروف‌ها می‌توانند فتوسنتزکننده باشند که در این صورت به آن‌ها، فتواتوتروف گفته می‌شود. فتواتوتروف‌ها، انرژی موردنیاز خود را از نور خورشید کسب می‌کنند. اتوتروف‌های دیگری هم وجود دارند که انرژی لازم برای تولید مواد آلی را از مواد شیمیایی به‌دست می‌آورند. به این جانداران، **شیمیواتوتروف** گفته می‌شود.

سؤال **آیا هر فتوسنتزکننده‌ای گیاه است؟** باز هم جواب خیر است. علاوه بر گیاهان، آغازیان و باکتری‌ها نیز می‌توانند انواع فتوسنتزکننده داشته باشند. مثلاً، در همین فصل با سیانوباکتری‌ها آشنا می‌شویم که باکتری‌های فتوسنتزکننده می‌باشند. همهٔ جانوران و قارچ‌ها، هتروتروف می‌باشند[2].

سؤال **آیا همهٔ گیاهان فتوسنتزکننده هستند؟** خیر! در کتاب درسی می‌خوانید که بیشتر گیاهان می‌توانند با فتوسنتز، مواد آلی مورد نیاز خود مانند کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها و بعضی مواد آلی دیگر تولید کنند. در ادامهٔ فصل خواهیم گفت که بعضی گیاهان، مثل گیاه سس و گل جالیز، انگل هستند و مواد آلی مورد نیاز خود را از سایر گیاهان به‌دست می‌آورند.

از اینجا به بعد، مطالبی که میگیم مربوط به خود فصل (۷) هستن.

نیاز به مواد معدنی

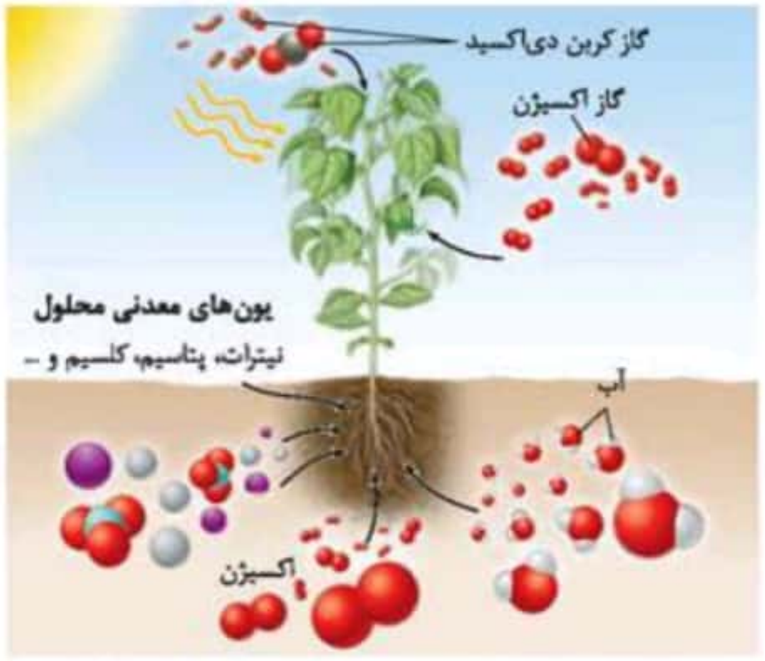
چه موادی، معدنی هستند؟ طبیعتاً هر ماده‌ای که آلی نباشد، معدنی است. در نتیجه، همهٔ موادی که عنصر کربن را ندارند، مواد معدنی می‌باشند؛ مثل آب، اکسیژن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آلومینیم و غیره. هم‌چنین، **کربن دی‌اکسید، کربنیک‌اسید، بیکربنات و کربن مونوکسید، ترکیبات کربن‌داری هستند که معدنی محسوب می‌شوند**. سلول‌ها، نمی‌توانند مستقیماً مواد معدنی را تولید کنند. اگر مادهٔ معدنی هم در سلول تولید شود، در اثر تجزیهٔ ترکیب آلی بوده است. مثلاً، تولید کربن دی‌اکسید در سلول‌ها، ناشی از واکنش سوختن گلوکز می‌باشد و از تجزیهٔ گلوکز حاصل می‌شود.

۱- هر ترکیب کربن‌داری که در سلول‌ها ساخته می‌شود، آلی نیست؛ مثلاً کربن دی‌اکسید، کربنیک اسید و بیکربنات، ترکیبات معدنی هستند که درون سلول‌ها تولید می‌شوند. البته، هر ترکیب آلی حتماً کربن‌دار است. هم‌چنین دقت داشته باشید که ترکیبات آلی ممکن است در خارج از سلول‌ها نیز تولید شوند. مثلاً، متان به‌عنوان گاز شهری استفاده می‌شود و در رودهٔ بزرگ انسان هم توسط باکتری‌ها ساخته می‌شود.

۲- البته، جدیداً گونه‌ای جانوری یافت شده است که کلروپلاست دارد و می‌تواند فتوسنتز کند. این جانور، گوسفند دریایی نام دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

همهٔ جانداران، چه اتوتروف باشند و چه هتروتروف، باید مواد معدنی را از محیط اطراف خود جذب کنند. زیرا، **هیچ جانداری، توانایی تولید مواد معدنی را ندارد**. مواد معدنی، برای اعمال مختلفی در بدن جانداران لازم می‌باشند. موادی مثل نیتروژن، گوگرد و فسفر، در ساختار مولکول‌های زیستی شرکت می‌کنند. سایر عناصر نیز یا در ساختار مولکول‌های زیستی وجود دارند و یا به اعمال سلول کمک می‌کنند. مثلاً، پتاسیم در تنظیم فشار اسمزی سلول‌ها و تنظیم مقدار آب درون سلول نقش دارد.



مواد معدنی اصلی مورد نیاز گیاهان و روش جذب آن‌ها

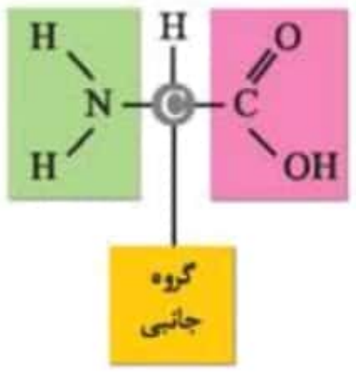
آن‌چه گذشت [فصل‌های ۲، ۳، ۴ و ۵ دهم] سدیم و پتاسیم، یون‌هایی هستند که در خون وجود دارند و در فعالیت سلول‌های بدن، نقش کلیدی دارند. مثلاً، سدیم برای جذب گلوکز و اغلب آمینواسیدها در رودهٔ باریک لازم است. در کلیه‌ها، بازجذب سدیم تحت تأثیر هورمون آلدوسترون، باعث افزایش بازجذب آب و افزایش فشار خون می‌شود. هم‌چنین، یون کلسیم برای انقباض سلول‌های ماهیچه‌ای استفاده می‌شود. یون‌های هیدروژن و بیکربنات موجود در خون نیز در تنظیم pH خون مؤثر هستند.

خب، با نکتهٔ ترکیبی قبل، تا حدودی گفتیم که عناصر معدنی در انسان چه کاربردهایی دارن. حالا می‌خوایم نقش بعضی عناصر معدنی مورد نیاز گیاهان رو بررسی کنیم. نقش این عناصر، در جدول (۱) فصل (۷) گفته شده.

نام عنصر	نقش در گیاهان
نیتروژن	شرکت در ساختار پروتئین‌ها و نوکلئیک‌اسیدها و هم‌چنین، غشا و ATP
گوگرد	شرکت در ساختار بعضی آمینواسیدها
فسفر	شرکت در ساختار نوکلئیک‌اسیدها، غشا و ATP
پتاسیم و کلر	دخالت در تنظیم مقدار آب یاخته
کلسیم	استحکام دیوارهٔ یاخته‌های گیاهی
منیزیم	شرکت در ساختار سبزینه

در ادامه، می‌خواهیم هر کدام از موارد جدول بالا را دقیق‌تر بررسی کنیم. همهٔ موارد، به‌طور کامل توضیح داده شدند ولی مواردی که خارج از کتاب هستند و فقط برای اطلاع بیشتر ذکر شدند، *به این صورت نوشته شدند* تا از سایر مطالب متن، متمایز باشند. در ضمن، بخشی از مطالبی که اینجا گفته می‌شود، یادآوری از فصل (۲) می‌باشند و برای مطالعهٔ کامل‌تر می‌توانید به آن‌جا مراجعه کنید.

☐ شرکت در ساختار پروتئین‌ها



شکل مقابل، ساختار کلی همهٔ آمینواسیدها را نشان می‌دهد. دقت داشته باشید که آمینواسیدها، واحد سازندهٔ پروتئین‌ها هستند.

الف) نیتروژن

همان‌طور که در شکل مشخص است، همهٔ آمینواسیدها دارای اتم نیتروژن در ساختار خود می‌باشند. بنابراین، تولید آمینواسیدها و پروتئین‌ها نیازمند حضور نیتروژن می‌باشد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] سوختن پروتئین‌ها و نوکلئیک‌اسیدها، منجر به تولید مواد زائد نیتروژن‌دار مثل اوره می‌شود.

نکته نیتروژن، در ساختار نوکلئیک‌اسیدها، غشاهای سلولی و ATP نیز مشاهده می‌شود.

نکته نیتروژن، به‌صورت نیترات از خاک جذب می‌شود.

ب) گوگرد

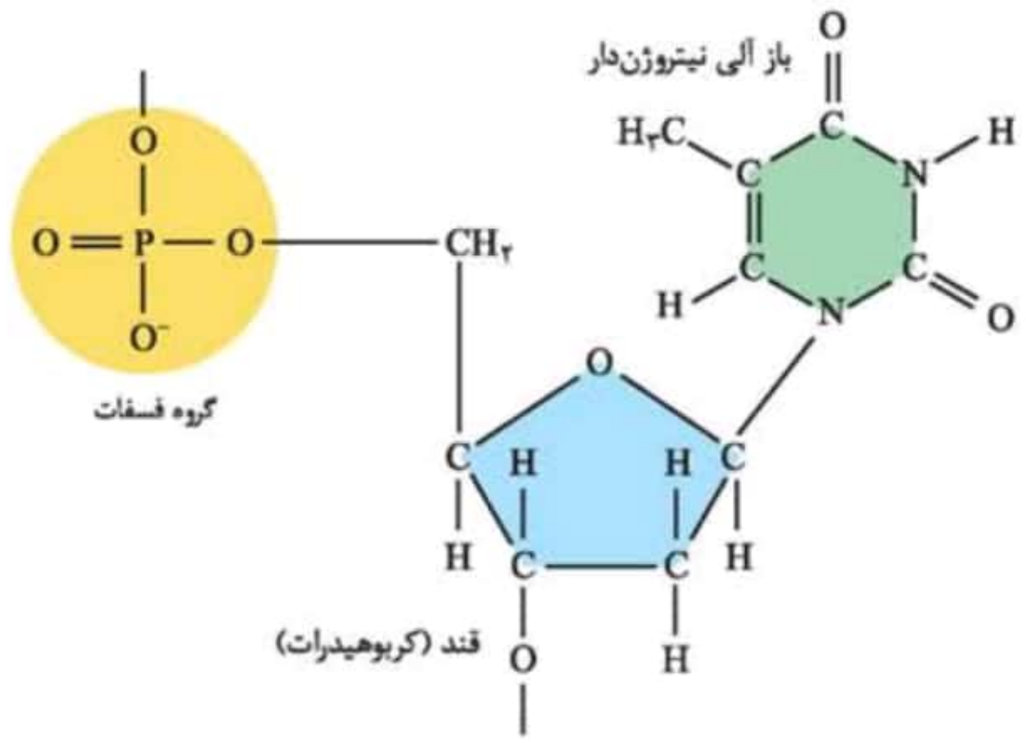
همان‌طور که در شکل قبلی مشخص است، در آمینواسیدها یک زنجیرهٔ جانبی وجود دارد. در واقع، تفاوت آمینواسیدهای مختلف، ناشی از تفاوت در گروه جانبی آن‌ها می‌باشد. گروه جانبی در بعضی از آمینواسیدها، اتم گوگرد دارد.

نکته نیتروژن در ساختار همهٔ آمینواسیدها وجود دارد ولی گوگرد، فقط در بعضی از آمینواسیدها دیده می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ شرکت در ساختار نوکلئیک‌اسیدها و ATP

DNA و RNA، نوکلئیک‌اسیدهای موجود در سلول‌ها هستند. *نوکلئیک‌اسیدها، از مونومرهایی به نام نوکلئوتید تشکیل می‌شوند. ساختار کلی نوکلئوتیدها، در شکل زیر نشان داده‌شده است.*



الف) نیتروژن

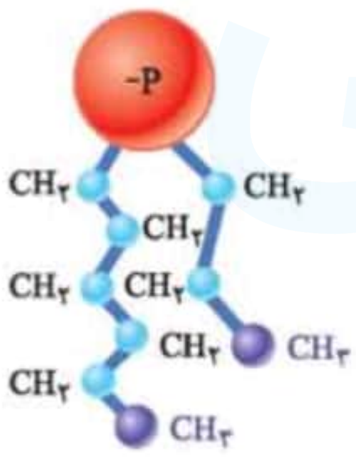
همان‌طور که در شکل مشخص است، در ساختار باز آلی نیتروژن‌دار، اتم نیتروژن وجود دارد. بنابراین، نیتروژن برای ساخت نوکلئیک‌اسیدها لازم است.

ب) فسفر

در گروه فسفات نوکلئوتیدها، اتم فسفر وجود دارد. بنابراین، فسفر نیز برای ساخت نوکلئیک‌اسیدها لازم است. *هم‌چنین، ATP، که انرژی رایج سلول‌ها محسوب می‌شود، نوعی نوکلئوتید محسوب می‌شود.* بنابراین، در ساختار ATP هم فسفر وجود دارد. در فصل (۳) خواندیم که تولید ATP، در اثر اضافه‌شدن فسفات به ADP رخ می‌دهد. طبیعتاً برای تولید ATP، نیتروژن هم لازم است.

❑ شرکت در ساختار غشا

فسفر و نیتروژن



آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۲ دهم] در ساختار غشا، مولکول‌های لیپیدی، پروتئینی و کربوهیدراتی وجود دارند. بخش اعظم غشای سلول، توسط فسفولیپیدها ساخته می‌شود.

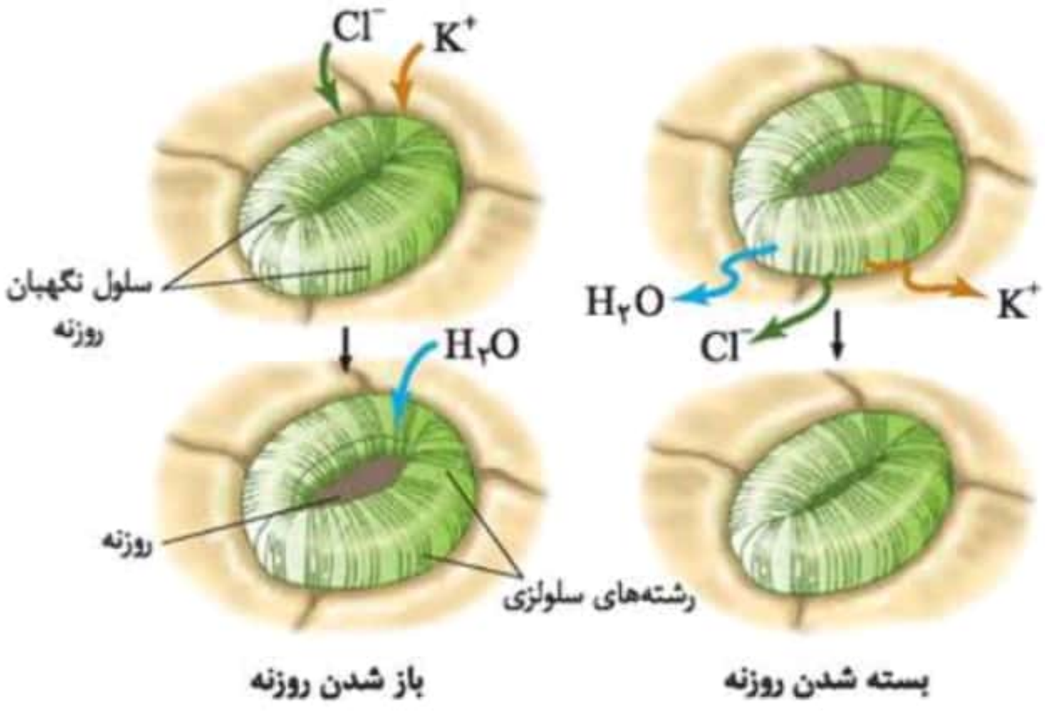
شکل مقابل، ساختار یک فسفولیپید را نشان می‌دهد. همان‌طور که از اسم این مولکول‌ها نیز مشخص است، لیپیدهایی هستند که دارای فسفر می‌باشند. بنابراین، تولید فسفولیپیدهای غشایی نیز نیازمند فسفر است. از آن‌جایی که در ساختار غشا، پروتئین هم وجود دارد، نیتروژن نیز در ساختار غشا وجود دارد.

نکته فسفر، به‌صورت فسفات از خاک جذب می‌شود.

نکته نیتروژن و فسفر دو عنصر مهمی هستند که در ساختار پروتئین‌ها و مولکول‌های وراثتی شرکت می‌کنند. گیاهان، این دو عنصر را بیشتر از خاک جذب می‌کنند. کمبود این عناصر در گیاه، منجر به محدود شدن رشد آن می‌شود.

❑ دخالت در تنظیم مقدار آب یاخته

پتاسیم و کلر



وقتی غلظت یون پتاسیم در سلولی زیاد شود، فشار اسمزی سلول زیاد می‌شود. در نتیجهٔ افزایش فشار اسمزی سلول، آب وارد سلول می‌شود و مقدار آب درون سلول زیاد می‌شود. برعکس، زمانی که غلظت یون پتاسیم در سلول کم شود، فشار اسمزی سلول، کم می‌شود. کاهش فشار اسمزی، باعث می‌شود که آب از سلول خارج شود و مقدار آب درون سلول کاهش یابد. این موضوع، به‌خصوص در **باز و بسته شدن روزنه‌ها توسط سلول‌های نگهبان روزنه** مؤثر می‌باشد. همان‌طور که در شکل مشخص است، علاوه‌بر یون پتاسیم، **یون کلر** نیز در تنظیم مقدار آب درون سلول نقش دارد.

نکته مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم، در اغلب خاک‌ها محدود است. به همین دلیل، در بیشتر کودها این یون‌ها وجود دارند.

ارتباط با کنکور و نیازمندی، چیزی جز همون که تو جدول بود نمی‌گیم. چون دیگه زیادی خارج از کتابه و به هیچ دردتون نمی‌خوره.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جذب مواد معدنی

حالا که این همه از فوبیای مواد معدنی گفتیم، بریم ببینیم که چجوری جذب میشن. گیاهان، مواد معدنی را از سه راه مختلف جذب می‌کنند: ۱- هوا، ۲- آب و ۳- خاک. مواد مختلف، از راه‌های مختلفی می‌توانند جذب شوند.

❑ کربن دی‌اکسید

کربن دی‌اکسید، ماده‌ای است که برای فتوسنتز لازم است. همان‌طور که در بخش‌های قبلی توضیح دادیم، این عنصر در ساختار همهٔ مواد آلی وجود دارد و بنابراین، **جزء عناصر اساسی موردنیاز گیاه** می‌باشد. کربن دی‌اکسید، به دو طریق جذب می‌شود.

۱- به صورت مولکول‌های گازی: گاز کربن دی‌اکسید، همراه با سایر گازها، می‌تواند از طریق **فضاهای موجود در بین سلول‌ها**، وارد گیاه شود. در اندام‌های جوان و علفی گیاه، مثل برگ، این فضاها در بین سلول‌های روپوست قرار دارند. مثلاً، گفتیم که در برگ و ساقه، در فضای بین سلول‌های نگهبان، روزنه‌هایی وجود دارند که گازها از طریق آن‌ها، می‌توانند وارد گیاه شوند. در اندام‌های چوبی گیاه، تبادل گازها از طریق عدسک‌ها انجام می‌شود.

نکته کربن دی‌اکسید، مولکولی است که در فتوسنتز مصرف می‌شود. بنابراین، فقط برای فعالیت اندام‌های سبز گیاه لازم است. در نتیجه، اندام‌های چوبی نیازی به جذب CO_2 ندارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۶ دهم] سلول‌های نگهبان روزنه، وظیفهٔ تنظیم ورود و خروج گازها و بخار آب را دارند.

۲- به صورت بیکربنات: در فصل (۳) گفتیم که کربن دی‌اکسید می‌تواند با آب ترکیب شود و کربنیک اسید را تولید کند. کربنیک اسید، بلافاصله به یون هیدروژن و بیکربنات تجزیه می‌شود. کربن دی‌اکسید می‌تواند به‌صورت یون بیکربنات، وارد گیاه شود.

یون بیکربنات + یون هیدروژن ← کربنیک اسید ← آب + کربن دی‌اکسید

جذب بیکربنات، توسط **برگ‌ها یا ریشه‌ها** انجام می‌شود. مثلاً، در باران، کربن دی‌اکسید به‌صورت بیکربنات وجود دارد و این بیکربنات، می‌تواند توسط برگ‌ها جذب شود. هم‌چنین در خاک اطراف ریشه، مقدار زیادی آب وجود دارد که کربن دی‌اکسید پس از واکنش با آن، می‌تواند یون بیکربنات را ایجاد کند.

جمع‌بندی

کربن دی‌اکسید در گیاه

نام ماده	روش‌های جذب	محل مصرف	کاربرد در گیاه
کربن دی‌اکسید	۱- به صورت مولکول‌های گازی از فضاهای بین‌یاخته‌ای ۲- به صورت یون بیکربنات توسط برگ و ریشه	پارانشیم سبزینه‌دار و سلول‌های نگهبان روزنه در اندام‌های سبز گیاه	در فتوسنتز، برای تولید مواد آلی مصرف می‌شود.

❑ اکسیژن

اکسیژن، مولکولی است که در تنفس سلولی مصرف می‌شود. بنابراین، برای **تولید انرژی در سلول‌های گیاهی** لازم است. اکسیژن، به‌صورت **مولکول‌های گازی** و از طریق فضاهای بین‌یاخته‌ای جذب می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۶ دهم] در ریشه و ساقهٔ مسن، پیراپوست جایگزین روپوست می‌شود. بافت چوب‌پنبه‌ای پیراپوست، نسبت به گازها نفوذناپذیر است. به همین دلیل، در اندام‌های دارای پیراپوست، ساختارهایی به‌نام عدسک وجود دارند و جذب اکسیژن در این محل‌ها صورت می‌گیرد.

جمع‌بندی

اکسیژن در گیاه

نام ماده	روش‌های جذب	محل مصرف	کاربرد در گیاه
اکسیژن	به صورت مولکول‌های گازی از فضاهای بین‌یاخته‌ای	همهٔ سلول‌های زندهٔ گیاه (به‌جز آوند آبکشی)	در تنفس سلولی، برای تولید انرژی مصرف می‌شود.

❑ آب

آب، ماده‌ای است که برای ادامهٔ حیات هر سلول زنده لازم است. واکنش‌های مختلف سلول، در محیط آبی انجام می‌شوند. هم‌چنین استوار ماندن اندام‌های علفی و جوان گیاه، وابسته به حضور آب است. در ارتباط با روش‌های جذب آب، در گفتار (۳) به‌طور مفصل صحبت خواهیم کرد.

❑ سایر مواد معدنی

جذب سایر مواد مغذی مثل نیتروژن و فسفر، بیشتر از طریق خاک می‌باشد. در درسنامه‌های بعدی، ابتدا دربارهٔ خاک صحبت می‌کنیم و سپس به بررسی روش جذب نیتروژن و فسفر توسط گیاه می‌پردازیم.

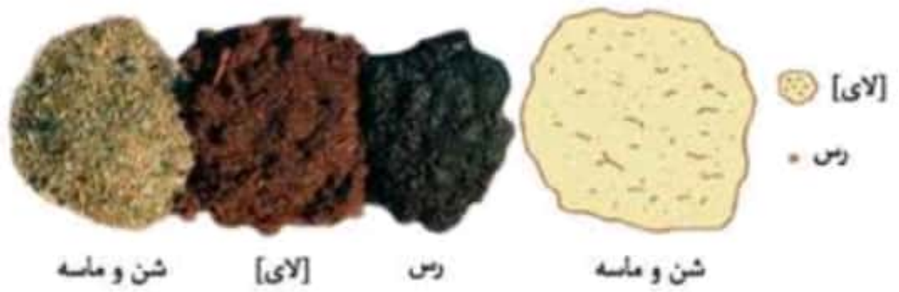
@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۲ نقش خاک در تغذیهٔ گیاهی

خاک، ترکیبی از سه جزء است: ۱- مواد آلی، ۲- مواد غیرآلی و ۳- ریزاندامگان‌ها (میکروارگانیسم‌ها). مقدار این اجزا در خاک‌های مختلف متفاوت است. در نتیجه، خاک‌های مناطق مختلف، توانایی‌های متفاوتی در نگهداری آب، مقدار هوای خاک، pH و مواد معدنی دارند. در ادامه به بررسی هر یک از این موارد می‌پردازیم.

❑ مواد غیرآلی خاک

مواد غیرآلی خاک، در اثر **تخریب سنگ‌ها** ایجاد می‌شوند. تخریب سنگ‌ها، به دو صورت **فیزیکی** و **شیمیایی** انجام می‌شود و **هوازدگی** نام دارد. ذرات غیرآلی خاک، اندازه‌های متفاوتی دارند که از اندازهٔ بسیار کوچک (رس) تا بسیار درشت (شن و ماسه) را شامل می‌شود.



فعالیت کتاب درسی

وجود ذرات با اندازه‌های مختلف در خاک، توانایی خاک‌ها برای نگهداری آب، هوا و مواد معدنی را متفاوت کرده است.

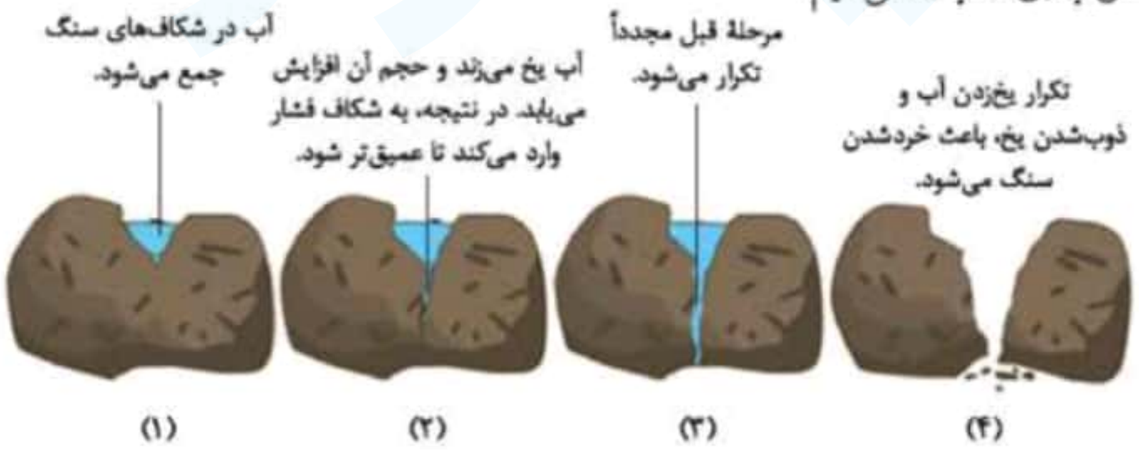
شن و ماسه: به دلیل اندازهٔ بزرگ ذرات شن و ماسه، فاصلهٔ بین ذرات آن‌ها زیاد می‌باشد و نفوذپذیری بالایی دارند. به دلیل نفوذپذیری بالا، مقدار زیادی آب و هوا می‌توانند وارد خاک شوند؛ به عبارتی دیگر، میزان زه‌کشی آب و تهویهٔ هوا بالا است. ولی میزان مواد غذایی در این نوع خاک کم است.

رس: ذرات رس، اندازهٔ کوچکی دارند و فاصلهٔ کمی بین ذرات خود دارند. به همین دلیل، نفوذپذیری رس کم می‌باشد. در نتیجه، مقدار کمی آب و هوا وارد خاک می‌شود (زه‌کشی و تهویهٔ پایین). البته، در چنین خاکی میزان مواد غذایی زیاد است.

خاک مناسب: بهترین خاک، خاکی است که مخلوطی از رس و شن باشد. زیرا، هم مقدار آب و هوای آن کافی است (به دلیل وجود ذرات شن) و هم می‌تواند مواد غذایی بیشتری را در خود نگه دارد (به دلیل وجود ذرات رس).

هوازدگی فیزیکی: تغییرات متناوب یخ‌زدن آب و ذوب شدن یخ، که باعث خرد شدن سنگ‌ها می‌شود، نمونه‌ای از هوازدگی فیزیکی است. وقتی که آب یخ می‌زند، حجم آن افزایش می‌یابد و باعث ایجاد شکاف در سنگ می‌شود. هر بار که یخ ذوب می‌شود و آب دوباره منجمد می‌شود، تغییر حجمی در اثر انجماد رخ می‌دهد که باعث می‌شود شکافتگی سنگ بیشتر شود و در نهایت، خرد شود.

در ارتباط با هوازدگی شیمیایی در بخش بعدی صحبت می‌کنیم.



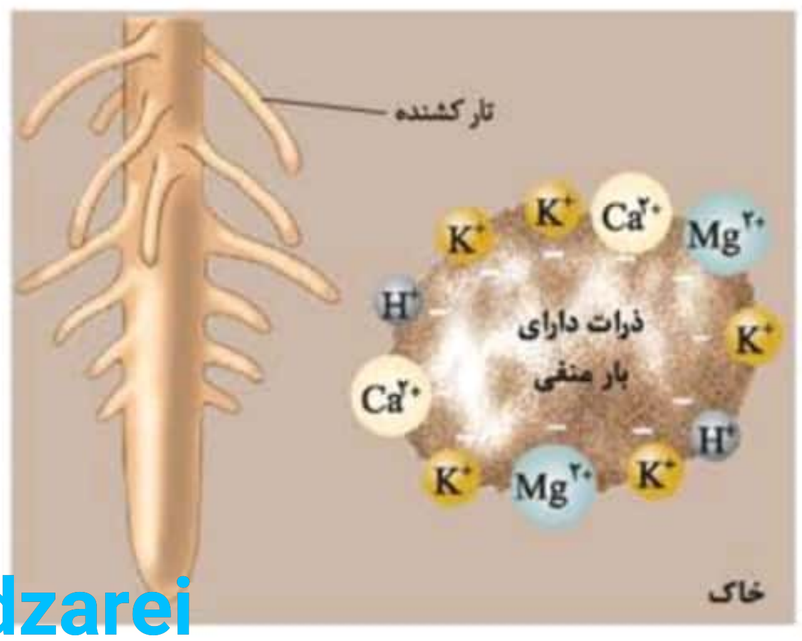
کتاب درسی زیر ذره‌بین

در کتاب درسی می‌خوانیم که هوازدگی فیزیکی، در اثر یخ زدن و ذوب شدن آب رخ می‌دهد. البته، آب ذوب نمی‌شود و بهتر است جملهٔ کتاب درسی مشابه جمله‌ای می‌بود که در اینجا نوشته شده است.

❑ مواد آلی خاک

بخش آلی خاک، **گیاخاک** یا **هوموس** نامیده می‌شود. منشأ مواد آلی، **به‌طور عمده** از بقایای جانداران و **به‌ویژه** اجزای در حال تجزیهٔ آن‌ها می‌باشد. در گیاخاک، بقایای جانداران مختلف مانند گیاهان و جانوران، وجود دارد. گیاخاک، نقش‌های مختلفی دارد.

۱- جلوگیری از شسته شدن یون‌ها: بعضی از اجزای گیاخاک، می‌توانند **مواد اسیدی** تولید کنند. این مواد اسیدی دارای بار منفی هستند و می‌توانند یون‌های مثبت را جذب کنند و در سطح خود نگه دارند. *چرا؟ یون بارهای ناهمنام همدیگرو جذب می‌کنن.* این کار باعث می‌شود که جریان آب، نتواند یون‌های خاک را بشوید و با خود ببرد. در نتیجه، می‌توان گفت که گیاخاک، باعث **اسیدی‌تر شدن pH خاک** و هم‌چنین **افزایش توانایی در نگهداری مواد معدنی** می‌شود.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته **بیشتر** اجزایی که ترکیبات اسیدی را تولید می‌کنند، **منشأ گیاهی** دارند.

نکته هم اجزای گیاهی و هم اجزای غیرگیاهی، می‌توانند ترکیبات اسیدی را تولید کنند.

۲- نرمی خاک: گیاخاک، باعث نرمی خاک می‌شود. این موضوع، به نفوذ ریشه در خاک کمک می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۶ دهم] در نوک ریشه، کلاهک وجود دارد. کلاهک، ترکیب پلی‌ساکاریدی را ترشح می‌کند که باعث لزج شدن سطح آن می‌شود و نفوذ ریشه در خاک را آسان می‌کند.

۳- هوازدگی شیمیایی: اسیدهای تولیدشده توسط بعضی از جانداران و نیز ریشهٔ گیاهان می‌توانند هوازدگی شیمیایی ایجاد کنند.

نکته هوازدگی شیمیایی، می‌تواند ناشی از ترکیبات اسیدی جانداران زنده باشد و یا ناشی از ترکیبات اسیدی اجزای مردهٔ گیاخاک.

نکته در هوازدگی شیمیایی، ترکیب شیمیایی اجزای سنگ‌ها تغییر می‌کند.

نکته علاوه‌بر گیاخاک و جانداران خاک، ریشهٔ گیاهان نیز می‌تواند ترکیبات اسیدی تولید کند. در فصل قبل خواندیم که ریشه، ترکیبات پلی‌ساکاریدی نیز ترشح می‌کند.

❑ ریزاندامگان (میکروارگانیسم‌ها)

منظور از میکروارگانیسم‌ها، میکروب‌هایی هستند که در خاک زندگی می‌کنند. مثال‌هایی از این جانداران، قارچ‌ها و باکتری‌ها هستند که در ادامهٔ فصل، با آن‌ها آشنا می‌شویم.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۱ دهم] میکروارگانیسم‌ها، تعامل‌های مختلفی با گیاهان می‌توانند برقرار کنند که ممکن است مفید یا مضر باشند.

تعامل مفید	کمک به تأمین مواد مغذی محافظت از گیاه در برابر آفت‌ها و بیماری‌ها
تعامل مضر	بیماری‌زایی در گیاهان

مقایسهٔ ویژگی خاک‌های مختلف

در ابتدای درسنامه گفتیم که خاک‌های مختلف، از نظر توانایی نگهداری آب، مقدار هوای خاک، pH و مواد معدنی تفاوت دارند. می‌خواهیم بررسی کنیم که این تفاوت در خاک‌های مختلف به چه صورت است.

۱- توانایی نگهداری آب: هر چه‌قدر میزان شن و ماسه در خاک بیشتر و مقدار رس کم‌تر باشد، توانایی خاک برای نگهداری آب بیشتر است.

۲- مقدار هوای خاک: هر چه‌قدر میزان شن و ماسه در خاک بیشتر و مقدار رس کم‌تر باشد، مقدار هوای خاک بیشتر است.

ویژگی خاک	مقدار ذرات شن و ماسه	مقدار ذرات رس
توانایی نگهداری آب	رابطهٔ مستقیم	رابطهٔ معکوس
مقدار هوای خاک	رابطهٔ مستقیم	رابطهٔ معکوس

۳- میزان pH: هر چه‌قدر میزان گیاخاک بیشتر باشد، pH خاک اسیدی‌تر است. هم‌چنین ترشحات اسیدی جانداران و ریشه‌ها، می‌توانند منجر به اسیدی‌تر شدن pH خاک شوند.

نکته در ادامهٔ فصل می‌خوانیم که مقدار یون آلومینیم در خاک‌های اسیدی زیاد است.

۴- مقدار مواد معدنی: وجود مواد معدنی و غذایی در خاک، به‌عوامل مختلفی بستگی دارد. ترکیبات اسیدی گیاخاک، یون‌ها را در سطح خود نگه می‌دارند و مقدار مواد معدنی خاک را افزایش می‌دهند. جریان آب، یون را می‌شوید و مقدار مواد معدنی خاک را کاهش می‌دهد. هم‌چنین هر چه‌قدر میزان رس در خاک بیشتر باشد و مقدار شن و ماسه کم‌تر باشد، مقدار مواد معدنی بیشتر است.

ویژگی خاک	ترکیبات اسیدی گیاخاک	جریان آب	مقدار ذرات شن و ماسه	مقدار ذرات رس
مقدار مواد معدنی	رابطهٔ مستقیم	رابطهٔ معکوس	رابطهٔ معکوس	رابطهٔ مستقیم

نکته اضافه کردن کود به خاک، منجر به افزایش میزان مواد مغذی موجود در خاک می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

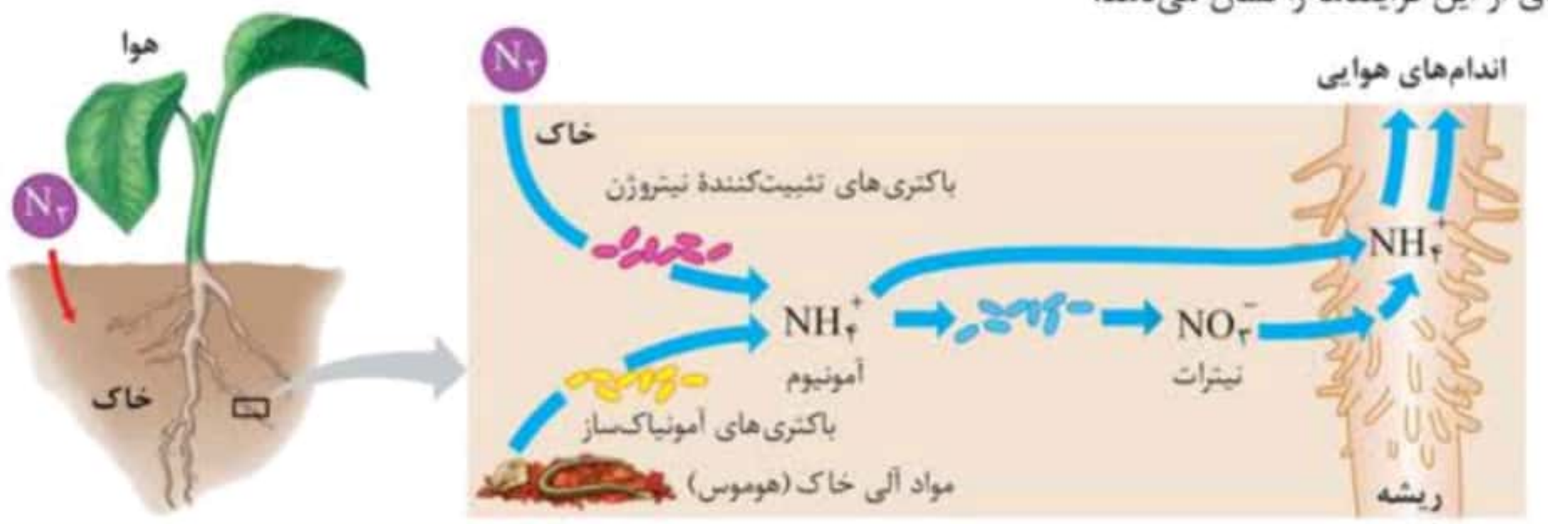
درسنامهٔ ۳

جذب نیتروژن و فسفر در گیاهان

نیتروژن و فسفر، دو عنصر مهمی هستند که در ساختار پروتئین‌ها و مولکول‌های وراثتی شرکت می‌کنند. گیاهان این دو عنصر را **به‌طور عمده** از **خاک** جذب می‌کنند. کمبود این عنصرها در گیاهان، منجر به محدود شدن رشد می‌شود.

جذب نیتروژن

۷۸ درصد جوّ زمین، از شکل مولکولی نیتروژن یعنی N_2 تشکیل شده است. با این وجود، گیاهان قادر به جذب شکل مولکولی نیتروژن نیستند. **بیشتر** نیتروژن مورد استفادهٔ گیاهان، به‌صورت **یون آمونیوم** (NH_4^+) یا **نیترات** (NO_3^-) است. این ترکیبات، بیشتر در خاک و توسط میکروارگانیسم‌های آن تولید می‌شوند. شکل زیر، خلاصه‌ای از این فرایندها را نشان می‌دهد.



شکل «تغییرات مواد نیتروژن‌دار و چگونگی جذب آن‌ها از خاک»

- ✓ فقط باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن می‌توانند نیتروژن مولکولی جو را مصرف و آمونیوم تولید کنند.
- ✓ هم باکتری‌های آمونیاک‌ساز و هم باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن، می‌توانند آمونیوم تولید کنند.
- ✓ باکتری‌های آمونیاک‌ساز و باکتری‌های نیترات‌ساز، از مواد آلی نیتروژن‌دار برای تولید آمونیوم یا نیترات استفاده می‌کنند.
- ✓ ریشهٔ گیاهان توانایی جذب آمونیوم و نیترات را دارد ولی فقط آمونیوم به اندام‌های هوایی گیاه منتقل می‌شود.
- ✓ در ریشهٔ گیاه، نیترات به آمونیوم تبدیل می‌شود و سپس، آمونیوم به اندام‌های هوایی گیاه منتقل می‌شود.

اما این‌که چجوری آمونیوم و نیترات تولید میشه، چیزی هست که در ادامه می‌خوایم راجع بهش صحبت کنیم.

آمونیوم

❑ تولید

آمونیومی که در خاک تولید می‌شود، دو منشأ دارد: ۱- نیتروژن مولکولی که از جو وارد خاک می‌شود و ۲- مواد نیتروژن‌داری که در بخش آلی خاک (هوموس) وجود دارند.

۱- تبدیل نیتروژن جو به آمونیوم: به تبدیل نیتروژن جو به نیتروژن قابل استفادهٔ گیاهان (به‌صورت آمونیوم)، **تثبیت نیتروژن** می‌گویند. **بخشی از** نیتروژن تثبیت‌شده در خاک، حاصل **عملکرد زیستی بعضی از باکتری‌ها** است. گروهی از باکتری‌های خاک، **باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن** هستند. این باکتری‌ها، می‌توانند نیتروژن مولکولی را جذب و آن را به آمونیوم تبدیل کنند.

باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن، به دو صورت در خاک یافت می‌شوند: ۱- به‌صورت **آزاد در خاک** و ۲- به صورت **همزیست با گیاهان**. سیانوباکتری‌ها و ریزوبیوم‌ها، از جمله باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن هستند که با گیاهان، رابطهٔ همزیستی برقرار می‌کنند.

پس از این‌که نیتروژن توسط باکتری‌ها تثبیت شد، دو راه برای ورود آمونیوم به خاک وجود دارد: ۱- باکتری‌ها، مقدار زیادی از آمونیوم را **دفع** و وارد خاک می‌کنند. ۲- پس از **مرگ باکتری‌ها** و از بین رفتن سلول آن‌ها، آمونیوم موجود درون سلول آزاد و به خاک وارد می‌شود.

نکته امروزه تلاش‌های زیادی برای انتقال ژن‌های مؤثر در تثبیت نیتروژن به گیاهان در جریان است تا بدون نیاز به این باکتری‌ها، نیتروژن مورد نیاز در اختیار گیاه قرار گیرد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۱ دهم] اطلاعات لازم برای زندگی یاخته‌ها، از جمله توانایی تثبیت نیتروژن، در DNA ذخیره می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۱ دهم] زیست‌شناسان، با اصلاح ژنتیکی گیاهان، تلاش می‌کنند که سرعت رشد، کیفیت و کمیت محصولات گیاهی را

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۲- تبدیل مواد نیتروژن‌دار گیاخاک (هوموس) به آمونیوم: گروهی دیگر از باکتری‌های خاک، **باکتری‌های آمونیاک‌ساز** هستند. *البته، برفلاف اسمشون، آمونیاک تولید نمی‌کنن بلکه آمونیوم تولید می‌کنند و بهتر بود اسمشون رو میذاشتن باکتری‌های آمونیوم‌ساز.* این باکتری‌ها، مواد نیتروژن‌دار موجود در گیاخاک، مثل آمینواسیدها را به آمونیوم تبدیل می‌کنند.

جمع‌بندی

منشأ آمونیوم در خاک

منشأ آمونیوم	ترکیب اولیه	منشأ ترکیب اولیه	جاندار تولیدکننده
آلی	**ترکیبات آلی نیتروژن‌دار** مثل آمینواسیدها، نوکلئیک‌اسیدها	**بخش آلی خاک** گیاخاک (هوموس)	**باکتری آمونیاک‌ساز**
غیرآلی	**نیتروژن مولکولی N_2**	**جو**	**جانداران تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن** مثل بعضی باکتری‌ها (نظیر ریزوبیوم و بعضی سیانوباکتری‌ها)

❑ جذب

آمونیومی که توسط باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن و آمونیاک‌ساز تولید می‌شود، دو سرنوشت متفاوت دارد: ۱- ممکن است **مستقیماً** توسط ریشه جذب شود و مورد استفادهٔ گیاه قرار بگیرد. ۲- ممکن است توسط گروهی دیگر از باکتری‌ها، به‌نام **باکتری‌های نیترات‌ساز** مصرف شود.

نیترات

❑ تولید

بعد از این‌که باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن و آمونیاک‌ساز، آمونیوم را تولید کردند، بخشی از آن توسط گیاه جذب می‌شود و بخشی دیگر، توسط باکتری‌های نیترات‌ساز مصرف می‌شود. باکتری‌های نیترات‌ساز، آمونیوم را به **نیترات** تبدیل می‌کنند.

❑ جذب

نیترات تولیدشده توسط باکتری‌های نیترات‌ساز، توسط گیاه جذب می‌شود. وقتی که نیترات وارد گیاه شد، **درون ریشه به آمونیوم تبدیل می‌شود** و سپس آمونیوم به اندام‌های هوایی گیاه منتقل می‌شود.

نکته فقط آمونیوم از ریشه به اندام‌های هوایی منتقل می‌شود.

نیتروژن مولکولی و مواد نیتروژن‌دار گیاخاک ←(باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن و آمونیاک‌ساز) آمونیوم ←(باکتری‌های نیترات‌ساز) نیترات ←(جذب توسط ریشه) تبدیل به آمونیوم ← انتقال آمونیوم به اندام‌های هوایی

جمع‌بندی

تولید نیتروژن مورد نیاز گیاهان در خاک

نوع باکتری	مادهٔ مصرفی	مادهٔ تولیدی	محل مصرف مادهٔ تولیدی در گیاه
نیترات‌ساز	**آمونیوم** غیرآلی	**نیترات** غیرآلی	**فقط ریشه** تبدیل به آمونیوم
تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن	**نیتروژن مولکولی (N_2)** غیرآلی	**آمونیوم** غیرآلی	**همهٔ اندام‌های گیاهی** برای ساخت پروتئین‌ها و نوکلئیک‌اسیدها
آمونیاک‌ساز	**ترکیبات نیتروژن‌دار گیاخاک** آلی	**آمونیوم** غیرآلی	**همهٔ اندام‌های گیاهی** برای ساخت پروتئین‌ها و نوکلئیک‌اسیدها

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جذب فسفر

فسفر یکی دیگر از عناصر معدنی است که گیاهان به آن نیاز دارند و کمبود آن، رشد گیاه را محدود می‌کند. مقدار **فسفات در خاک فراوان است** ولی **اغلب** برای گیاهان **غیرقابل دسترس** می‌باشد. یکی از دلایل آن، این است که فسفات به بعضی از ترکیبات معدنی خاک، به‌طور محکمی متصل می‌شود. *فسفات بار منفی داره و به ترکیبات دارای بار مثبت متصل میشه.* یکی از سازگاری‌های گیاهان برای جذب فسفر، که در برخی از آن‌ها مشاهده می‌شود، ایجاد **شبکهٔ گسترده‌تری از ریشه‌ها** و یا **ریشه‌های دارای تار کشندهٔ بیشتر** است. *یعنی یا انشعابات ریشه رو بیشتر می‌کنن یا تارهای کشندهٔ هر انشعاب ریشه.* افزایش انشعابات ریشه و تارهای کشنده، سطح ریشه را افزایش می‌دهد و امکان جذب مقادیر بیشتر فسفر را فراهم می‌کند.

نکته اغلب گیاهان آوندی از قارچ ریشه‌ای برای جذب فسفر کمک می‌گیرند.

درسنامهٔ ۴ تأثیر افزایش بیش از حدّ مواد معدنی بر گیاه

اگه تا الان فکر می‌کردین که مسمومیت فقط مخصوص انسان و جانوران است، باید بگم که اشتباه می‌کردین. کلاً هر ماده‌ای که مقدارش خیلی زیاد و بیش از حد مجاز بشه، ماده‌ای سمی محسوب میشه. همونجور که قبلاً گفتیم حتی آب و اکسیژن هم زیادیشون سمیه. حالا ببینیم مسمومیت گیاهان چجوریه.

افزایش بیش از حد بعضی مواد در خاک، می‌تواند باعث مسمومیت گیاه و توقف رشد آن شود. پس هم کمبود مواد معدنی می‌تواند منجر به کاهش رشد گیاه شود و هم افزایش بیش از حد مواد معدنی.

البته، بعضی از گیاهان سازگاری‌هایی کسب کرده‌اند که توانایی آن‌ها برای زندگی در خاک‌های دارای مقدار زیاد مواد معدنی را افزایش می‌دهد. مثلاً، بعضی از گیاهان می‌توانند **غلظت‌های زیادی از مواد معدنی را درون خود به‌صورت ایمن نگه‌داری کنند**. در ادامه، به بررسی این گیاهان می‌پردازیم.

❑ آرسنیک

آرسنیک، نوعی مادهٔ سمی برای گیاهان است. **نوعی سرخس** می‌تواند آرسنیک را در خود جمع کند. *یادتون هست که فصل قبلی گفتیم سرخس‌ها نوعی گیاه توندی هستند.*

❑ آلومینیم

مقدار آلومینیم در خاک‌های اسیدی زیاد است. بعضی گیاهان، نظیر **گیاه گل ادریسی**، می‌توانند آلومینیم را در **بافت‌ها و کریچه‌های خود** ذخیره کنند. مثلاً، وقتی که گیاه گل ادریسی در خاک‌های اسیدی رشد می‌کند، آلومینیم در **گلبرگ‌ها** تجمع می‌یابد. تجمع آلومینیم در گلبرگ‌ها، منجر به **تغییر رنگ گلبرگ‌ها** از صورتی به آبی‌رنگ می‌شود.

رنگ صورتی گلبرگ‌ها در خاک قلیایی — رنگ آبی گلبرگ‌ها در خاک اسیدی

❑ نمک‌ها

بعضی گیاهان، با جذب و ذخیرهٔ بعضی مواد مانند نمک‌ها، موجب کاهش شوری خاک می‌شوند.

درسنامهٔ ۵ بهبود خاک

تفاوت در ویژگی خاک‌های مناطق مختلف، می‌تواند مربوط به تفاوت در مقدار مواد معدنی خاک باشد. ممکن است در خاک، مقدار برخی مواد بسیار زیاد یا بسیار کم باشد. با **اصلاح خاک**، مقدار مواد معدنی موجود در خاک به شرایط مناسب برای کشت گیاه می‌رسد.

افزایش مواد معدنی در خاک

کمبود مواد معدنی در خاک را با **افزودن کود** جبران می‌کنند. کودهای مهم، در سه نوع مختلف وجود دارند: ۱- کودهای آلی، ۲- کودهای شیمیایی و ۳- کودهای زیستی (بیولوژیک).

نکته مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم، در اغلب خاک‌ها محدود است. به همین دلیل، در بیشتر کودها این عناصر وجود دارند.

❑ کودهای آلی

اجزا: بقایای درحال تجزیهٔ جانداران

نحوهٔ آزاد کردن مواد معدنی: به آهستگی مواد معدنی خود را آزاد می‌کنند.

مزایا: چون به نیازهای جانداران شباهت بیشتری دارند، استفادهٔ بیش از حد آن‌ها به گیاهان آسیب کم‌تری می‌زند (نه این‌که کلاً آسیبی نزند).

معایب: [illegible] به عوامل بیماری‌زا

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ کودهای شیمیایی

اجزا: عناصر معدنی

نحوهٔ آزاد کردن مواد معدنی: به سرعت مواد معدنی خود را وارد خاک می‌کنند.

مزایا: ۱- عناصر معدنی آن به راحتی در اختیار گیاه قرار می‌گیرند. ۲- به‌سرعت، کمبود مواد مغذی خاک را جبران می‌کند.

معایب مصرف بیش از حد:

۱- **تخریب بافت خاک:** آسیب‌های زیادی به خاک و محیط زیست وارد می‌کنند که باعث تخریب بافت خاک می‌شود.

۲- **افزایش مرگ‌ومیر جانوران آبزی:** با شسته شدن توسط باران، وارد آب‌ها می‌شوند. چون این کودها مواد شیمیایی زیادی دارند، باعث رشد سریع باکتری‌ها، جلبک‌ها و گیاهان آبزی می‌شوند. تجمع این جانداران در آب، باعث می‌شود که میزان کافی نور و اکسیژن به آب نفوذ نکند و در نتیجه، جانوران آبزی می‌میرند.

❑ کودهای بیولوژیک (زیستی)

اجزا: باکتری‌هایی که برای خاک مفید هستند.

نحوهٔ آزاد کردن مواد معدنی: با فعالیت و تکثیر خود، بعضی مواد معدنی خاک را افزایش می‌دهند.

مزایا: ۱- استفاده از این کودها، بسیار ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر است. ۲- فاقد معایب کودهای شیمیایی و آلی می‌باشند.

روش استفاده: معمولاً همراه کودهای شیمیایی به خاک افزوده می‌شوند.

جمع‌بندی

انواع کودها

نوع کود	آلی	شیمیایی	زیستی (بیولوژیک)
اجزا	بقایای در حال تجزیهٔ جانداران	عناصر معدنی	باکتری‌های مفید برای خاک
نحوهٔ آزاد کردن مواد معدنی	به آهستگی	به سرعت	با فعالیت و تکثیر خود
مزایا	آسیب کم‌تر به گیاهان	دسترسی راحت و سریع گیاهان به عناصر معدنی	استفادهٔ ساده و کم‌هزینه و نداشتن معایب کودهای دیگر
معایب	احتمال آلودگی به عوامل بیماری‌زا	تخریب بافت خاک و افزایش مرگ و میر جانوران آبزی	—

کاهش مواد معدنی در خاک

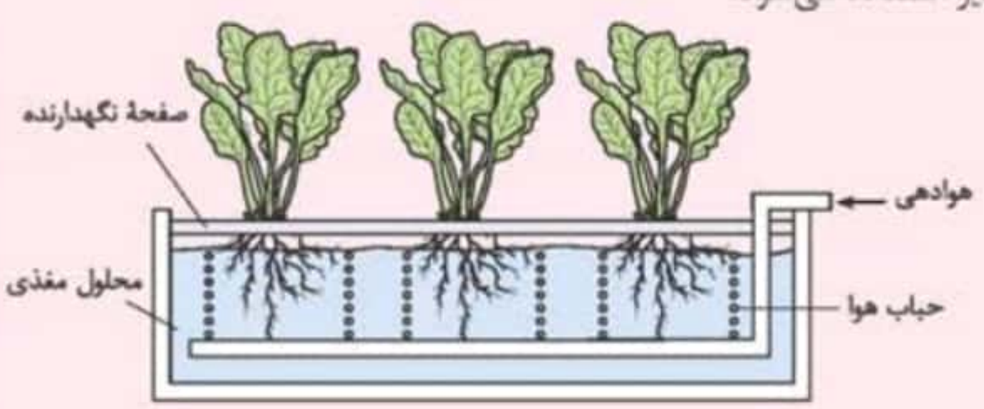
گفتیم که بعضی گیاهان می‌توانند نمک‌های موجود در خاک را جذب و ذخیره کنند. این کار، منجر به کاهش شوری خاک می‌شود. کاشت و برداشت این گیاهان در چند سال پی‌درپی، می‌تواند باعث کاهش این مواد و بهبود کیفیت خاک شود.

فعالیت کتاب درسی

کاهش یا افزایش مواد معدنی، در رشد و نمو گیاه مؤثر است.

زیست‌شناسان، برای تشخیص نیازهای تغذیه‌ای گیاهان، آن‌ها را در محلول‌های مغذی رشد می‌دهند. این محلول‌ها، آب و عناصر مغذی محلول را به مقدار معینی دارند. از این شیوه، برای تشخیص اثرات عناصر بر رشد و نمو گیاهان نیز استفاده می‌شود.

شکل مقابل، دستگاه ساده‌ای را نشان می‌دهد که برای کشت گیاهان در محلول‌های مغذی استفاده می‌شود. در این دستگاه، ریشهٔ گیاهان در محلول مغذی قرار می‌گیرد و هوا نیز توسط لوله‌ای، وارد محلول می‌شود. ریشهٔ گیاهان، مواد معدنی را از محلول جذب می‌کنند و برای رشد و نمو خود، مورد استفاده قرار می‌دهند.



بررسی اثر عناصر معدنی بر رشد و نمو گیاهان:

برای این کار، کافی است محلول‌های یکسانی را تهیه کرد و گیاهان را در آن‌ها قرار داد. برای بررسی تأثیر هر عنصر، فقط مقدار آن عنصر را در محلول تغییر می‌دهیم و تأثیر آن بر رشد گیاه را بررسی می‌کنیم. مثلاً فرض کنید که می‌خواهیم تأثیر کاهش نیتروژن را بر رشد گیاه بررسی کنیم. دو محلول یکسان آماده می‌کنیم که مقدار عناصر آن‌ها، با یک‌دیگر برابر است. فقط در یکی از محلول‌ها، مقدار نیتروژن را کم‌تر از مقدار آن در محلول دیگر می‌کنیم. سپس هر گیاه را در یکی از محلول‌ها قرار می‌دهیم و پس از مدتی، تأثیر آن بر رشد گیاه را می‌بینیم. گیاهی که به نیتروژن کم‌تری دسترسی داشته است، کم‌تر رشد می‌کند.

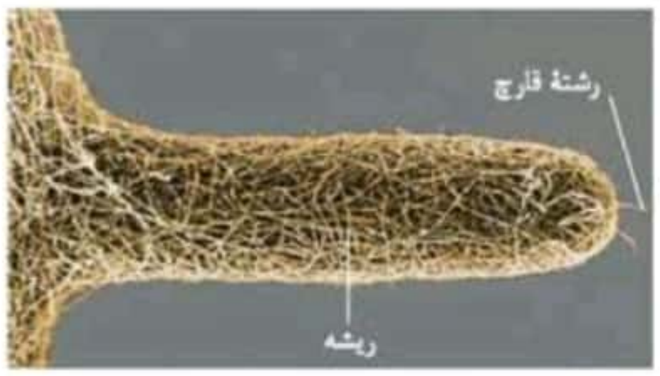
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جانداران مؤثر در تغذیهٔ گیاهی

درسنامهٔ ۶ همزیستی گیاهان با قارچ‌ها

همزیستی چیست؟ وقتی دو جاندار از دو گونهٔ مختلف با یک‌دیگر رابطهٔ زیستی برقرار می‌کنند، به آن رابطهٔ همزیستی گفته می‌شود. انواع مختلفی از روابط همزیستی وجود دارد. در نوعی رابطهٔ همزیستی، هر دو جاندار از یک‌دیگر سود می‌برند. به این رابطه، **همیاری** می‌گویند. در این درسنامه و درسنامهٔ بعدی، می‌خواهیم روابط همیاری گیاهان با قارچ‌ها و باکتری‌ها را بررسی کنیم.

قارچ‌ریشه‌ای (میکوریزا)

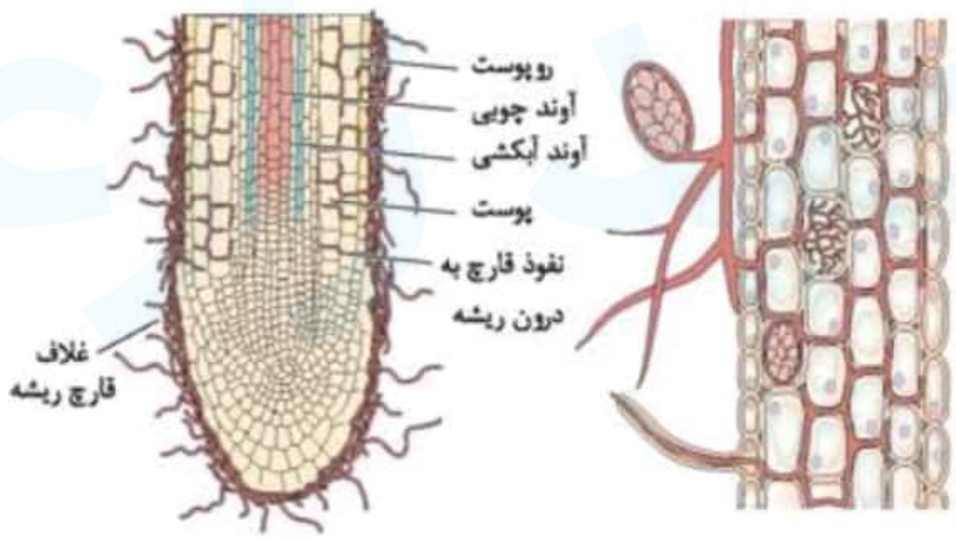


حدود ۹۰ درصد **گیاهان دانه‌دار** (بازدانگان و نهاندانگان) با قارچ‌ها همزیستی از نوع قارچ‌ریشه‌ای دارند. قارچ‌ریشه‌ای، یکی از معمول‌ترین سازگاری‌های گیاهان برای جذب آب و مواد مغذی است. قارچ‌ریشه‌ای‌ها، به دو صورت مشاهده می‌شوند:

۱- ممکن است قارچ‌ها **درون ریشه** قرار داشته باشند.

۲- ممکن است قارچ‌ها به‌صورت **غلافی در سطح ریشه** زندگی کنند. در این حالت، قارچ‌ها رشته‌های ظریفی را به درون ریشه می‌فرستند که امکان تبادل بین آن‌ها و ریشه را فراهم می‌کند.

نقش قارچ‌ها در قارچ‌ریشه‌ای: قارچ‌ها، پیکر **رشته‌ای** و **بسیار ظریف** دارند. به همین دلیل، نسبت به ریشهٔ گیاه، با سطح بیشتری از خاک در تماس هستند. در نتیجه، توانایی قارچ برای جذب مواد معدنی، بیشتر از ریشه می‌باشد. قارچ‌ها، مواد معدنی و **به خصوص فسفات** را از خاک جذب می‌کنند و در اختیار گیاه قرار می‌دهند.



نقش گیاه در قارچ‌ریشه‌ای: گیاهان، برخلاف قارچ‌ها، فتوسنتزکننده هستند و می‌توانند مواد آلی را تولید کنند. گیاه، با کمک مواد معدنی جذب‌شده توسط قارچ، مواد آلی را تولید می‌کند و سپس بخشی از مواد آلی تولیدشده در گیاه، توسط قارچ جذب می‌شود. بدین‌ترتیب، در قارچ‌ریشه‌ای، هم گیاه سود می‌کند و هم قارچ؛ گیاه، مواد معدنی مورد نیاز خود را با کمک قارچ تأمین می‌کند و قارچ هم مواد آلی را از گیاه می‌گیرد. این موضوع، باعث می‌شود که در وضعیت برابر محیطی، گیاهانی که قارچ‌ریشه‌ای دارند، بیشتر رشد کنند. حتی در خاک‌های فقیر، توانایی بالای قارچ‌ریشه‌ای در جذب سریع مواد و انتقال آن به ریشهٔ گیاه، سبب می‌شود که گیاهانی شاداب مشاهده شوند.

درسنامهٔ ۷ همزیستی گیاهان با باکتری‌ها

گفتیم که گیاهان نمی‌توانند نیتروژن مورد نیاز خود را به‌صورت مولکولی از جو بگیرند. برای حل این مشکل، باکتری‌های خاک نیتروژن مورد استفادهٔ گیاهان، یعنی آمونیوم و نیترات را تولید می‌کنند. تولید آمونیوم، توسط باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن و باکتری‌های آمونیاک‌ساز صورت می‌گیرد. بعضی از باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن، در خاک آزاد هستند ولی گروهی دیگر، با گیاهان رابطهٔ همزیستی از نوع همیاری دارند. هدف گیاهان از تشکیل این رابطهٔ همزیستی، به دست آوردن نیتروژن بیشتر است. دو گروه مهم باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن، عبارت‌اند از: ۱- ریزوبیوم‌ها و ۲- سیانوباکتری‌ها.

نکته ریزوبیوم را با ریبوزوم قاطی نکنین. ریزوبیوم، نوعی باکتری تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن هست ولی ریبوزوم، نوعی ساختار درون سلول هست که در پروتئین‌سازی نقش داره. اتفاقاً ریزوبیوم‌ها هم ریبوزوم دارند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

ریزوبیوم

قبل از این‌که راجع به فور ریزوبیوم‌ها صحبت کنیم، بیاین راجع به تناوب کشت حرف بزنیم. در تناوب کشت، گیاهان زراعی مختلف به‌صورت پی‌درپی کشت می‌شوند. هدف از این کار تقویت خاک است. *حالا چجوری؟ مثلاً یه گیاهی کاشته میشه که میاد مقدار مواد معدنی مفید خاک رو زیاد می‌کنه یا برعکس، مقدار مواد معدنی مضر رو کم می‌کنه. مثلاً قبلاً گفتیم که بعضی گیاهان، نمک‌های خاک رو جذب می‌کنن و باعث میشن که شوری خاک کم بشه. خب کشاورزا چیکار می‌کنن؟ میان یه سال این گیاهان رو می‌کارن تا شوری خاک کم بشه. آخر سال این گیاهان رو که برداشت کنن، خاکی باقی می‌مونه که دیگه شور نیست و حالا می‌تونن گیاهای دیگه رو داخلش بکارن. بعد از مدتی، دوباره خاک شور میشه و دوباره همون گیاه‌های جذب‌کنندهٔ نمک کاشته میشن. این روند به‌طور متناوب تکرار میشه تا خاک برای زراعت مناسب باشه. حالا، یکی از گیاهانی که برای تناوب کشت استفاده میشن، گیاهان تیرهٔ[1] پروانه‌واران هستند. بریم ببینیم اینا دیگه کین؟*

سویا، نخود، عدس، لوبیا، شبدر و یونجه، از گیاهان مهم زراعی **تیرهٔ پروانه‌واران** هستند. علت نام‌گذاری این گیاهان این است که گل‌های شبیه به پروانه دارند. ویژگی مهم این گیاهان که باعث شده است در تناوب کشت مورد استفاده قرار بگیرند، این است که می‌توانند با ریزوبیوم‌ها همزیستی داشته باشند.

در ریشهٔ گیاهان تیرهٔ پروانه‌واران، برجستگی‌هایی به‌نام **گرهک** وجود دارند. در این برجستگی‌ها، ریزوبیوم‌ها زندگی می‌کنند. ریزوبیوم‌ها، باکتری‌های هتروتروف می‌باشند (یعنی توانایی غذاسازی ندارند).

نقش ریزوبیوم در رابطهٔ همزیستی: ریزوبیوم‌ها، نیتروژن جو را به آمونیوم تبدیل می‌کنند و بدین ترتیب، در تأمین نیتروژن موردنیاز گیاهان نقش دارند.

نقش گیاهان در رابطهٔ همزیستی: گیاهان، با استفاده از آمونیوم، مواد آلی را تولید می‌کنند. ریزوبیوم‌ها، از این مواد آلی استفاده می‌کنند. دقت داشته باشید که ریزوبیوم‌ها، هتروتروف هستند؛ *یعنی خودشون نمی‌تونن با کمک مواد معدنی، مواد آلی رو بسازن.*

حالا این چجوری برای تناوب کشت مفیده؟ وقتی که گیاهان می‌میرند یا بخش‌های هوایی آن‌ها برداشت می‌شود، گرهک‌های آن‌ها در خاک باقی می‌ماند. این گرهک‌ها سرشار از نیتروژن هستند و در نتیجه، باعث **ایجاد گیاخاک غنی از نیتروژن** می‌شوند.

جمع‌بندی

همزیستی با ریشهٔ گیاهان

نوع گیاه	جاندار همزیست	جزء فتوسنتزکننده	جزء غیرفتوسنتزکننده	هدف اصلی
اغلب گیاهان دانه‌دار	انواعی از قارچ‌ها	گیاه	قارچ	تأمین فسفر
گیاهان تیرهٔ پروانه‌واران	باکتری ریزوبیوم	گیاه	باکتری	تأمین نیتروژن

سیانوباکتری

همهٔ سیانوباکتری‌ها، باکتری‌های **فتوسنتزکننده** می‌باشند. **بعضی از** این باکتری‌ها، علاوه‌بر فتوسنتز، قادر به **تثبیت نیتروژن** نیز هستند. این باکتری‌ها، می‌توانند با گیاهان رابطهٔ همزیستی برقرار کنند.

نکته سیانوباکتری‌ها، برای فتوسنتز، باید سبزینه داشته باشند. البته، دقت داشته باشید که باکتری‌ها اندامک ندارند و بنابراین، در سیانوباکتری‌ها، سبزدیسه (کلروپلاست) وجود ندارد.

نقش سیانوباکتری‌ها در رابطهٔ همزیستی: سیانوباکتری‌ها، نیتروژن جو را به آمونیوم تبدیل می‌کنند و در تأمین نیتروژن موردنیاز گیاهان نقش دارند.

نقش گیاهان در رابطهٔ همزیستی: گیاهان، با استفاده از آمونیوم، مواد آلی را تولید می‌کنند. سیانوباکتری‌ها، بخشی از مواد آلی موردنیاز خود را از گیاهان به دست می‌آورند. دقت داشته باشید که سیانوباکتری‌ها فتوسنتزکننده هستند و می‌توانند بخشی از مواد آلی موردنیاز خود را بسازند.

---

[1] راسته: رده‌بندی که تیره، یکی از سطوح رده‌بندی جانداران است. هر تیره، از چند سرده تشکیل شده است و هر سرده، شامل چند گونه می‌باشد.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

❑ همزیستی آزولا با سیانوباکتری‌ها

آزولا[1]، نوعی گیاه **بسیار کوچک** است که بومی ایران محسوب نمی‌شود ولی سال‌ها قبل، برای تقویت مزارع برنج، به تالاب‌های شمالی کشور وارد شد. آزولا، با سیانوباکتری‌ها همزیستی دارد و نیتروژن تثبیت‌شدهٔ آن را دریافت می‌کند. این گیاه دارای **رشد سریعی** است و به همین دلیل، باعث **کاهش اکسیژن آب** می‌شود؛ در نتیجه، منجر به **مرگ بسیاری از آبزیان** می‌شود. آزولا، اکنون تبدیل به معضلی برای این تالاب‌ها شده است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳ – فصل ۶ دهم] در گیاهان آبزی، مشکل کمبود اکسیژن وجود دارد. به همین دلیل، پارانشیم (نرم‌آکنه) هوادار وجود دارد که می‌تواند اکسیژن موردنیاز سلول‌ها را تأمین کند.

❑ همزیستی گونرا با سیانوباکتری‌ها

گونرا، گیاهی است که در **مناطق غیرحاصلخیز** و **فقیر از نظر نیتروژن** رشد می‌کند ولی با این وجود، گیاهی بزرگ است و برگ‌های بسیار بزرگی دارد. رشد زیاد این گیاهان، ناشی از همزیستی آن‌ها با سیانوباکتری‌ها می‌باشد. سیانوباکتری‌ها، در **حفره‌های کوچک شاخه و دمبرگ** گیاه زندگی می‌کنند و نیتروژن موردنیاز گیاه را تأمین می‌کنند.

درسنامهٔ ۸ گیاهان گوشتخوار و انگل

گیاهان گوشتخوار

گیاهان گوشتخوار، **فتوسنتزکننده** هستند ولی در مناطقی زندگی می‌کنند که از نظر بعضی از مواد معدنی، مانند نیتروژن، فقیر هستند. این گیاهان، با قارچ‌ها و باکتری‌ها نیز رابطهٔ همزیستی برقرار نمی‌کنند و به همین دلیل، مجبورند نیتروژن موردنیاز خود را از راه‌های دیگری تأمین کنند. در این گیاهان، ساختارهای لازم برای شکار و گوارش جانوران کوچک نظیر حشرات ایجاد شده است. مثلاً، برخی از برگ‌های این گیاهان، برای شکار و گوارش تغییر کرده است. این گیاهان، جانوران را شکار می‌کنند و پس از گوارش بدن آن‌ها، نیتروژن موردنیاز خود را از بافت‌های گیاهی به‌دست می‌آورند.

در کتاب درسی، فقط در ارتباط با گیاه توبره‌واش توضیح کامل داده شده ولی در زیرنویس شکل (۸)، راجع به نحوهٔ شکار سایر جانوران نشان داده‌شده در شکل هم سؤال پرسیده شده. به همین خاطر، ما همهٔ گیاهان نشان داده‌شده در شکل (۸) رو بررسی می‌کنیم.

❑ توبره‌واش

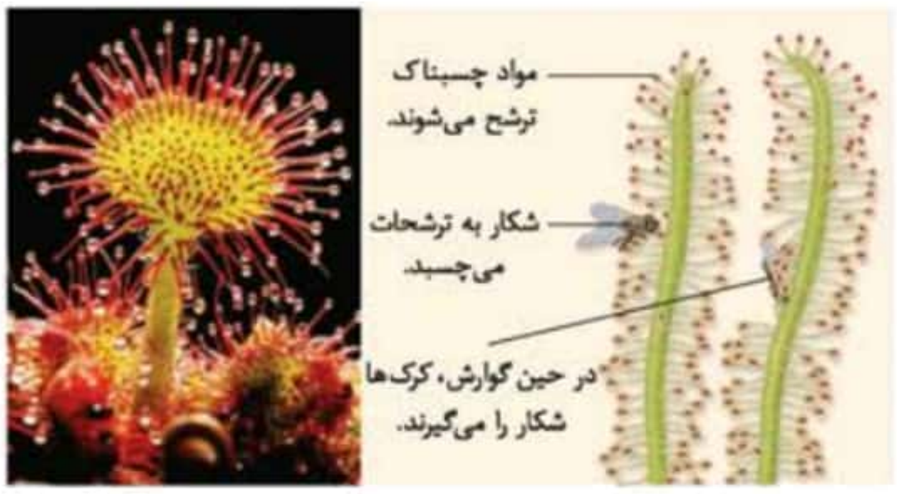
این گیاه، در تالاب‌های شمال کشور زندگی می‌کند. در این گیاه، بخش کوزه‌مانندی وجود دارد. گیاه، به‌سرعت حشرات و لاروی آن‌ها را به درون بخش کوزه‌مانند می‌کشد و سپس با کمک شیرهٔ گوارشی، آن‌ها را هضم می‌کند.

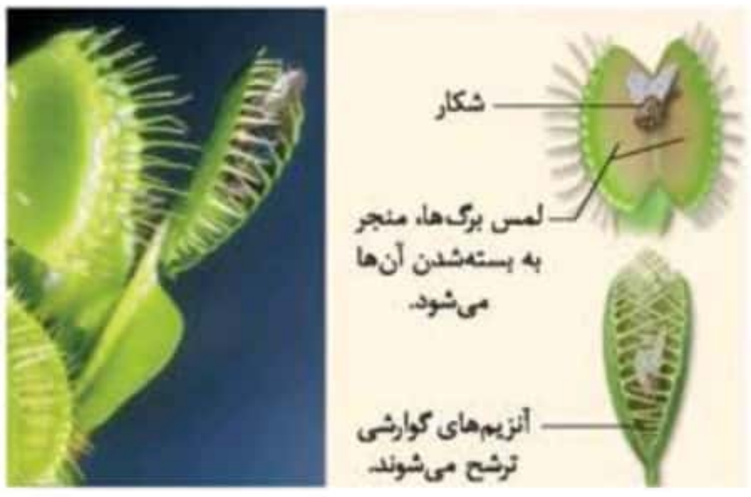
---

[1] آزولا با سرخس آب (Azolla filiculoides)، بومی مناطق معتدل و گرمسیری آمریکا و بخش‌هایی از آسیا و استرالیا می‌باشد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

برای سایر انواع گیاهان گوشتخوار که کتاب توضیح نداده، فقط شکل گذاشتیم و توضیحات هم داخل شکل است.





آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ - فصل ۹ یازدهم] برگ تله‌مانند گیاه گوشت‌خوار کرک‌هایی دارد که با برخورد حشره آن‌ها تحریک و پیام‌هایی را به راه می‌اندازند که سبب بسته‌شدن برگ و در نتیجه، به‌دام افتادن حشره می‌شود.

گیاهان انگل

این گیاهان، **همه** یا **بخشی از** آب و مواد غذایی خود را از گیاهان فتوسنتزکننده دریافت می‌کنند. بنابراین، گیاهان انگل، یا فاقد توانایی فتوسنتز هستند (بخش‌های سبز ندارند)، یا اگر توانایی فتوسنتز را هم داشته باشند، از تولید بخشی از مواد موردنیاز خود ناتوان هستند. بنابراین، به سایر گیاهان وابسته می‌باشند. در کتاب درسی، با دو نوع گیاه انگل آشنا می‌شویم:

۱- گیاه سس[1] و ۲- گل جالیز.

نکته راه‌های تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاهان

الف) گیاهان انگل: این گیاهان، با ارسال اندام‌های مکنده به درون بافت‌های آوندی گیاه، می‌توانند مواد معدنی و آلی مورد نیاز خود را دریافت کنند.

ب) گیاهان فتوسنتزکننده

۱- **از طریق خاک:** گروهی از گیاهان، یون آمونیوم و نیترات موجود در خاک را جذب می‌کنند. آمونیوم، توسط تثبیت‌کننده‌های نیتروژن و باکتری‌های آمونیاک‌ساز تولید می‌شود. نیترات نیز حاصل عملکرد زیستی باکتری‌های نیترات‌ساز است.

۲- **همزیستی با ریزوبیوم:** ریشهٔ گیاهان تیرهٔ پروانه‌واران، با ریزوبیوم رابطهٔ همزیستی برقرار می‌کند. ریزوبیوم، باکتری تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن است و نیتروژن مورد نیاز گیاه را فراهم می‌کند.

۳- **همزیستی با سیانوباکتری‌ها:** گروهی از گیاهان، برای تأمین نیتروژن مورد نیاز خود، با سیانوباکتری‌ها رابطهٔ همزیستی دارند. سیانوباکتری‌های همزیست با این گیاهان، از نوع سیانوباکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن هستند و نیتروژن مورد نیاز گیاه را تأمین می‌کنند.

۴- **شکار جانوران کوچک مثل حشرات:** بعضی از گیاهان فتوسنتزکننده، گوشت‌خوار هستند و می‌توانند جانوران کوچک را شکار کنند. گیاه، با ترشح آنزیم‌های گوارشی و هضم پیکر جانور شکار شده، نیتروژن مورد نیاز خود را به‌دست می‌آورد.

☐ گیاه سس

این گیاه، ریشه ندارد و ساقهٔ آن نارنجی یا زرد رنگ است. بنابراین، هم برای **جذب آب** و هم برای **جذب مواد غذایی**، به سایر گیاهان وابسته است. گیاه سس، به دور ساقهٔ گیاه سبز میزبان خود می‌پیچد و **بخش‌های مکنده** ایجاد می‌کند. بخش‌های مکنده، وارد بافت‌های آوندی گیاه می‌شوند و آب و مواد غذایی را جذب می‌کنند.

☐ گل جالیز

شاعر میگه: «عذاب هرزه‌رویی رو گل جالیز میدونه.» چرا گل جالیز میدونه؟ چون انگله.

گل جالیز، همانند گیاه سس، اندام مکنده ایجاد می‌کند و آن را به درون ریشهٔ گیاهان جالیزی، نظیر گوجه‌فرنگی، می‌فرستد. بدین‌ترتیب، گل جالیز می‌تواند مواد غذایی را دریافت کند.

نکته دقت داشته باشید که گل جالیز انگل است ولی گیاهان جالیزی[2]، فتوسنتزکننده هستند و انگل نمی‌باشند.

شکل «گیاهان انگل»

- ✓ گیاه سس، ساقهٔ نارنجی یا زرد رنگی دارد که دور ساقهٔ گیاه میزبان می‌پیچد.
- ✓ بوتهٔ گوجه‌فرنگی، نوعی گیاه جالیزی است که گل جالیز می‌تواند مواد مغذی مورد نیاز خود را از آن دریافت کند.

۱- متعلق به سردهٔ Cescuta

۲- [illegible] و هندوانه، جزء گیاهان جالیزی می‌باشند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

انتقال مواد در گیاهان

درس‌نامهٔ ۹ انتقال مواد از خاک به برگ

گفتیم که گیاهان برای انجام فعالیت‌های زیستی خود، نیاز به عناصر معدنی دارند. مواد معدنی برای این‌که بتوانند در گیاه جابه‌جا شوند، باید **به‌صورت محلول در آب** باشند. آب و سایر مواد مورد نیاز گیاه، **اغلب از خاک اطراف ریشه‌ها** جذب می‌شوند و در مسیرهای مختلفی به سمت ساقه و برگ می‌روند. البته، همهٔ آب جذب‌شده توسط گیاه مصرف نمی‌شود. بخش زیادی از آب جذب‌شده، از سطح برگ‌ها تبخیر می‌شوند. خروج بخار آب از سطح اندام‌های هوایی گیاه، **تعرق** نام دارد. در ادامهٔ فصل می‌خوانیم که تعرق، نقش بسیار مهمی در جابه‌جایی آب و مواد معدنی به برگ دارد.

جابه‌جایی مواد در گیاهان را می‌توان در دو مسیر کوتاه و بلند بررسی کرد:

۱- در مسیر کوتاه که در آن، مواد بین دو سلول یا چند سلول جابه‌جا می‌شوند. ۲- در مسیر بلند که در آن، جابه‌جایی مواد در مسیرهای طولانی، حتی بیش از ۱۰۰ متر انجام می‌شود. در هر دو مسیر، آب به‌عنوان انتقال‌دهندهٔ مواد، نقش اساسی دارد که ناشی از ویژگی‌های آب می‌باشد. عامل اصلی حرکت آب در این مسیرها، **پتانسیل آب** است که در ادامه، راجع به آن صحبت می‌کنیم.

پتانسیل آب

تعریف انرژی پتانسیل: انرژی پتانسیل، انرژی ذخیره‌شده در ماده یا سامانه است. مثلاً، وقتی که فنری را فشار و آن را فشرده می‌کنیم، در آن انرژی پتانسیل ذخیره می‌شود. وقتی که فنر را رها می‌کنیم، فشردگی فنر از بین می‌رود. یا اگر توپی در ارتفاع قرار بگیرد، دارای انرژی پتانسیل است و وقتی که رها می‌شود، حرکت می‌کند و انرژی پتانسیل آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. در تعریفی دیگر، انرژی پتانسیل توانایی انجام کار است.

مواد تمایل دارند از جایی با انرژی پتانسیل بیشتر به جایی با انرژی پتانسیل کم‌تر بروند. *مثلاً، در شکل بالا، انرژی پتانسیل توپ در بالای تپه، بیشترین مقدار و در پایین تپه، کم‌ترین مقدار رو داره. حالا وقتی توپ رو ول می‌کنیم، توپ به سمت پایین حرکت می‌کنه؛ یعنی از جایی با انرژی پتانسیل بیشتر به جایی با انرژی پتانسیل کم‌تر.*

پتانسیل آب: آب نیز می‌تواند دارای انرژی پتانسیل باشد. یکی از عوامل مهم مؤثر در تعیین مقدار پتانسیل آن، غلظت مواد حل‌شونده در آن است. هر چه‌قدر غلظت مواد حل‌شونده بیشتر باشد، پتانسیل آب کم‌تر است. *می‌تونیم بگیم که پتانسیل آب، نشون‌دهندهٔ سهمی است که آب در تشکیل یک محلول داره. هر چه‌قدر سهم آب بیشتر باشه، پتانسیل آن بیشتره. حالا فرض کنین دو تا محلول با حجم برابر داریم. طبیعتاً در محلولی که غلظت حل‌شونده‌هاش کم‌تره، مقدار آب بیشتره. پس پتانسیل آبش هم بیشتره.*

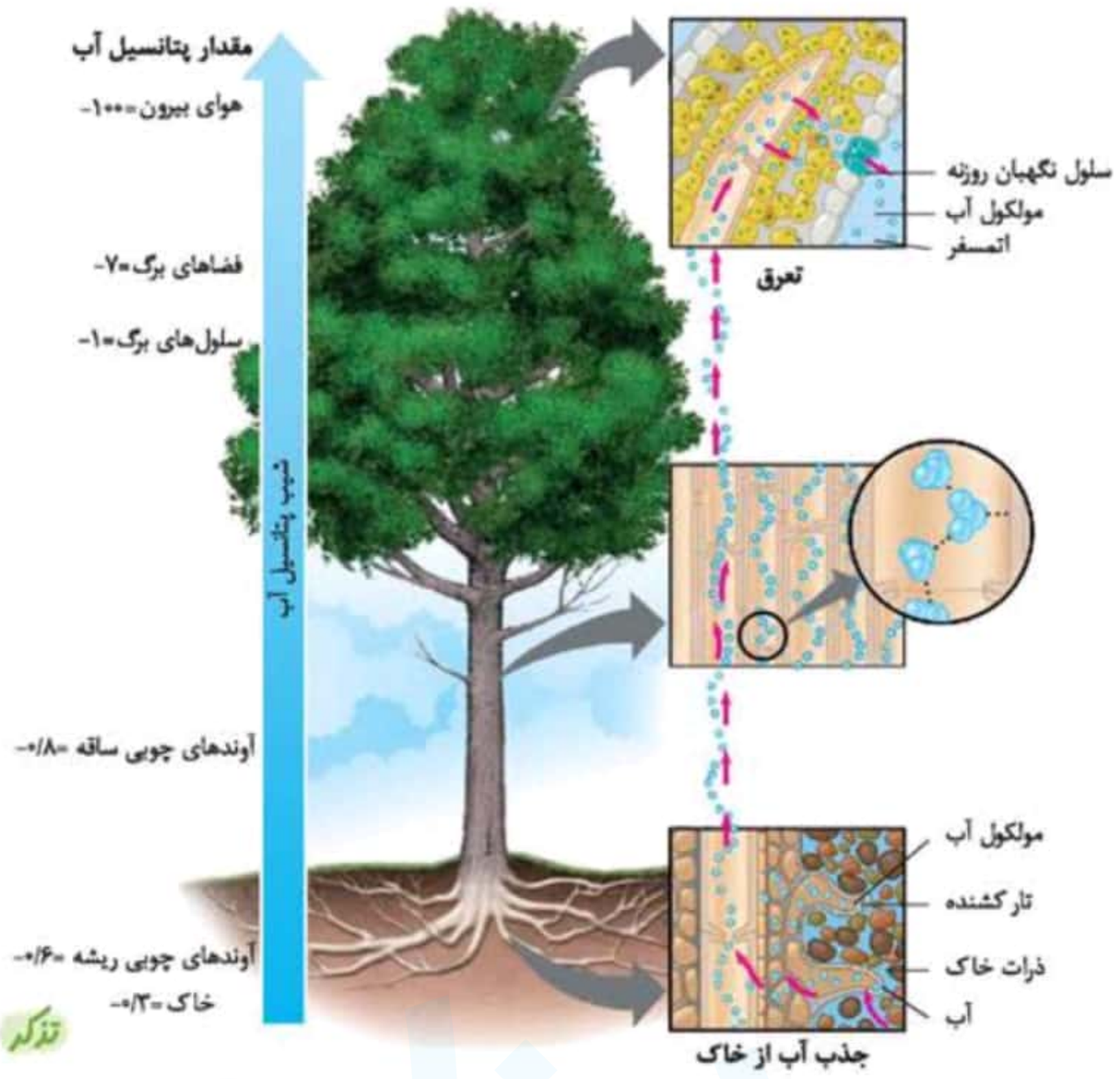
همان‌طور که گفتیم، مواد تمایل دارند که از جایی با پتانسیل بیشتر به جایی با پتانسیل کم‌تر بروند. به همین دلیل، اختلاف پتانسیل آب بین دو نقطه است که جهت حرکت آب را تعیین می‌کند.

بیاین یکم برگردیم عقب؛ توی فصل (۲) به‌طور مفصل راجع به اسمز صحبت کردیم و حالا می‌خوایم یه خلاصه‌ای ازش بگیم. چون تو این فصل خیلی بهش نیاز داریم و به شما هم توصیه می‌کنم اگه یادتون رفته، یه مروری رو مبحث اسمز داشته باشین.

گفتیم که اسمز، در واقع انتشار آب از عرض یک غشای نیمه‌تراوا است. هدف نهایی انتشار، یکسان کردن غلظت مواد در کل محیط انتشار است. البته، انتشار آب بدون اسمز هم امکان‌پذیر است. در همهٔ حالات، انتشار هر ماده باعث کاهش اختلاف غلظت در محیط انتشار می‌شود. بنابراین، جهت شروع انتشار آب از

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جایی است که نسبتاً مقدار آب بیشتری دارد. جایی که نسبت آب در آن بیشتر است، همان‌جایی است که پتانسیل آب در آن بیشتر است. پس آب از جایی با پتانسیل بیشتر به جایی با پتانسیل کم‌تر می‌رود.



تذکر نیازی به یادگیری عددهای شکل نیست.

حالا پتانسیل آب در گیاه چجوری است؟ پتانسیل آب، در شروع محل انتشار آب از همه‌جا بیشتر است و در محل پایان آن، به کم‌ترین مقدار خود می‌رسد. شروع انتشار آب، از خاک است و پایان آن در برگ‌ها، بنابراین، بیشترین پتانسیل آب در خاک وجود دارد و کم‌ترین پتانسیل آن، در برگ. پس می‌توان گفت که جهت حرکت گیاه، از پایین (خاک) به سمت بالا (برگ) است. در مسیر انتشار، پتانسیل آب کاهش پیدا می‌کند. به‌طور کلی، هر چه‌قدر که فاصلهٔ آب تا خاک بیشتر می‌شود، پتانسیل آن کم‌تره می‌شود. *اگه پتانسیل آب خاک از ریشه کم‌تر بود، چی می‌شد؟ جهت حرکت آب برعکس می‌شد. چون آب می‌خواد به جایی بره که پتانسیل آبش کم‌تر است.*

	مبدأ انتشار آب	مقصد انتشار آب
فشار اسمزی	کم	زیاد
غلظت مواد حل‌شونده	کم	زیاد
پتانسیل آب	زیاد	کم
نوع محلول	رقیق	غلیظ

دقت داشته باشید که در ارتباط با آب، هر چه‌قدر محلول رقیق‌تر باشد، مقدار آب بیشتر است.

تعیین مقدار پتانسیل آب: برای تعیین مقدار پتانسیل آب، پتانسیل آب خالص (آب مقطر، فاقد هر گونه مادهٔ حل‌شونده) صفر در نظر گرفته می‌شود. زمانی که ماده‌ای در آب حل می‌شود، فشار اسمزی آن زیاد می‌شود و پتانسیل آب محلول کاهش می‌یابد. بنابراین، می‌توان گفت که هر چه‌قدر غلظت مواد حل‌شونده در محلولی بیشتر باشد، پتانسیل آب آن کم‌تر و منفی‌تر است و فشار اسمزی آن، بیشتر می‌باشد.

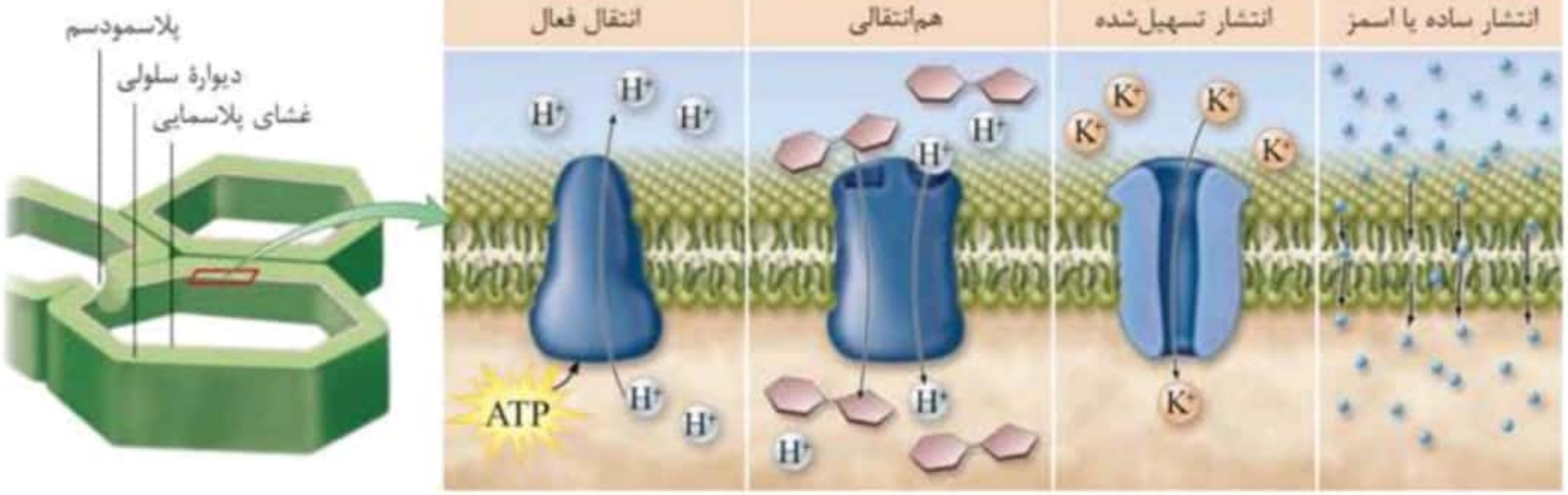
درسنامهٔ ۱۰ جابه‌جایی مواد در مسیر کوتاه : سطح یاخته‌ای

منظور از جابه‌جایی مواد در سطح سلولی (یاخته‌ای)، همان روش‌های عبور مواد از غشای سلول می‌باشد که در فصل (۲) راجع به آن‌ها کامل صحبت کردیم. یعنی، مواد می‌توانند با فرایندهای غیرفعال (مثل انتشار) یا فرایندهای انرژی‌خواه و فعال (مثل انتقال فعال)، از یک سلول به سلول دیگر بروند. *بنابراین، چیزی که تو این درسنامه می‌خوایم بگیم، مروری است بر روش‌های عبور مواد از غشای سلول که در فصل (۲) خوندیم. بهتره که برید روی اون مباحث یه مروری داشته باشید و گرنه اوضاعتون نمیشه، فقط همین درسنامه رو بخونین.*

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

روش‌های عبور مواد از غشا

شکل زیر، انواع روش‌های عبور مواد از غشای سلول را نشان می‌دهد[1]. فرایندهای عبور مواد، به‌صورت فعال یا غیرفعال می‌باشند. از دو منظر، می‌توان این دو نوع فرایند را مقایسه کرد:



۱- در فرایندهای غیرفعال، مواد در جهت شیب غلظت خود جابه‌جا می‌شوند. نتیجهٔ نهایی این فرایندها، یکسان‌شدن غلظت در دو سوی غشا می‌باشد.

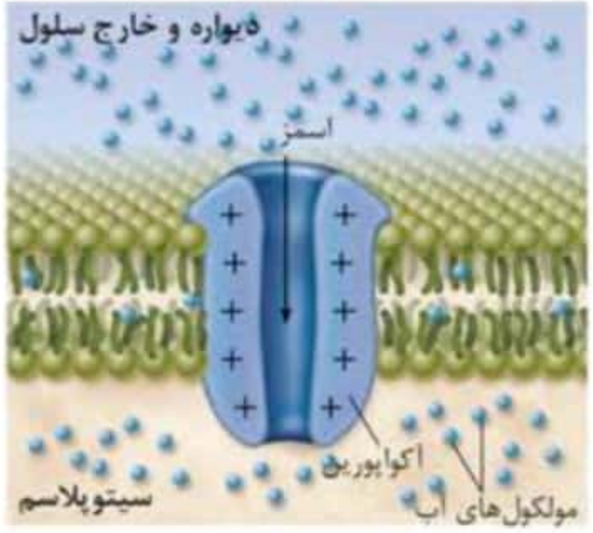
۲- در فرایندهای غیرفعال، انرژی زیستی مصرف نمی‌شود و انرژی جنبشی عامل حرکت مولکول‌هاست. در فرایندهای فعال، مصرف انرژی زیستی (مثل ATP) برای عبور مواد از غشا لازم است.

انتقال فعال، نوعی فرایند عبور مواد از غشای سلولی است که با کمک پروتئین‌های غشایی، مثل پمپ سدیم ـ پتاسیم، انجام می‌شود. هم‌انتقالی، نوع خاصی از انتقال فعال است که در آن، دو ماده به‌طور هم‌زمان و در یک جهت از غشا عبور می‌کنند[2].

فرایندهای غیرفعال، به‌صورت انتشار می‌باشند که ممکن است ساده یا تسهیل‌شده باشند[3]. فرق انتشار تسهیل‌شده و انتشار ساده در این است که در انتشار تسهیل‌شده، عبور مولکول‌ها از عرض غشا با کمک پروتئین‌های سراسری غشا انجام می‌شود. انتشار تسهیل‌شده، بیشتر در ارتباط با یون‌ها می‌باشد اما مولکول‌های آب نیز می‌توانند انتشار تسهیل‌شده داشته باشند.

❑ آکواپورین[4]

آکواپورین، نوعی کانالی اختصاصی در غشا است که وظیفهٔ آن، عبور دادن مولکول‌های آب از عرض غشا می‌باشد.



آکواپورین، در فرایندهای غیرفعال نقش دارد و بنابراین، عبور آب از آن، بدون مصرف انرژی زیستی و در جهت شیب غلظت انجام می‌شود. *در واقع، این کانال‌ها فضای بیشتری رو برای عبور مولکول‌های آب ایجاد می‌کنند و باعث میشن که سرعت انتشار افزایش پیدا بکنه.* چون این نوع انتشار با کمک پروتئین‌های کانالی غشا انجام می‌شود، انتشار تسهیل‌شده می‌باشد. هم‌چنین، با توجه به این‌که در آن، جابه‌جایی خالص آب از عرض یک غشای نیمه‌تراوا وجود دارد، نوعی اسمز می‌باشد. بنابراین، اسمز با کمک کانال‌های پروتئینی هم می‌تواند انجام شود. آکواپورین، هم در غشای سلول‌های گیاهی و جانوری و هم در غشای کریچه‌های گیاهان وجود دارد و سرعت جریان آب به درون سلول و کریچه را افزایش می‌دهد. در شرایط کم‌آبی، تولید پروتئین‌های آکواپورین درون سلول زیاد می‌شود.

شکل «پروتئین آکواپورین در غشا»

- ✓ آکواپورین، نوعی کانال پروتئینی در غشا است که به طور اختصاصی، آب را عبور می‌دهد.
- ✓ آکواپورین‌ها، مانند سایر کانال‌های غشایی، پروتئین‌های سراسری هستند و در سراسر عرض غشا قرار دارند.
- ✓ در سطح داخلی آکواپورین، بار مثبت وجود دارد.

۱- درون‌بری (آندوسیتوز) و برون‌رانی (اگزوسیتوز) در این شکل نشان داده نشده‌اند.

۲- برای توضیح کامل فرایند هم‌انتقالی، به فصل (۲) مراجعه کنید.

۳- [illegible] می‌شود.

۴- Aquaporin، آکوا (aqua)، به معنای آب است و پور (pore)، معادل منفذ و سوراخ می‌باشد.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

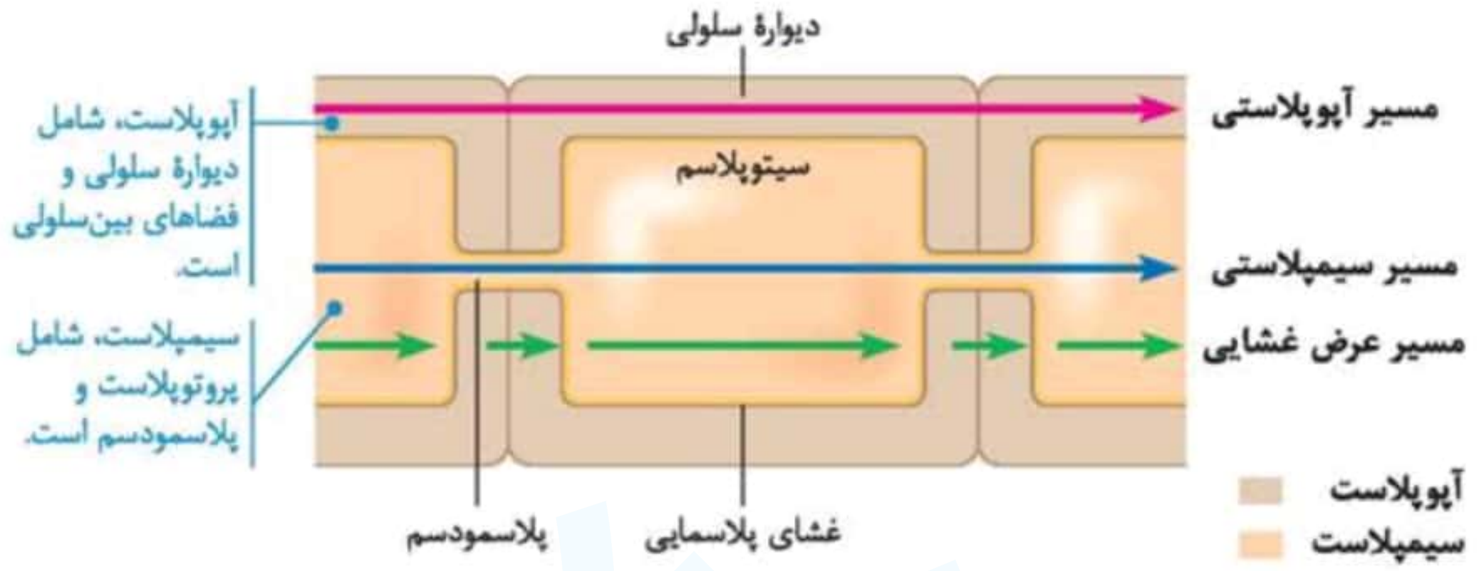
درسنامهٔ ۱۱ جابه‌جایی مواد در مسیر کوتاه: در عرض ریشه

قبل از این‌که این مبحث رو شروع کنیم، می‌خوایم بازم برگردیم عقب. اما این بار نه خیلی عقب، فقط تا فصل (۶).

در فصل (۶) خواندیم که در ریشه، بافت‌های آوندی در استوانهٔ آوندی قرار می‌گیرند. در فاصلهٔ بین استوانهٔ آوندی و روپوست، پوست قرار دارد. آب و مواد معدنی که توسط تارهای کشندهٔ لایهٔ روپوست جذب می‌شوند، ابتدا باید از پوست عبور کنند تا بتوانند وارد استوانهٔ آوندی شوند.

روش‌های عبور مواد از عرض ریشه

پس برای این‌که آب و مواد معدنی به آوند چوبی برسند، لازم است که عرض ریشه را طی کنند. حرکت مواد در عرض ریشه، نوعی جابه‌جایی مواد در مسیر کوتاه است؛ زیرا در آن، مواد فقط از چند سلول عبور می‌کنند. برای این‌که بتوانیم نحوهٔ انتقال مواد در عرض ریشه را بررسی کنیم، ابتدا باید بدانیم که مواد با چه روشی می‌توانند در عرض ریشه حرکت کنند. سه روش مختلف برای انتقال مواد در عرض ریشه وجود دارد:



۱- مسیر عرض غشایی: در این مسیر، مواد از عرض غشا و دیوارهٔ سلولی عبور می‌کنند تا بتوانند وارد سلول بعدی شوند. عبور مواد از غشا در این روش، مشابه همان روش‌های عبور مواد از غشا است. دقت داشته باشید که سلول‌هایی که در مسیر عرض غشایی قرار می‌گیرند، دیوارهٔ نخستین نازک دارند. این دیواره، نسبت به آب نفوذپذیر است و آب می‌تواند به راحتی از آن عبور کند. در این مسیر، مواد از پروتوپلاست و غشا عبور می‌کنند ولی از منافذ دیوارهٔ سلولی عبور نمی‌کنند بلکه از فضای بین ترکیبات شیمیایی دیواره رد می‌شوند.

۲- مسیر سیمپلاستی: سیمپلاست، به‌معنی **پروتوپلاست همراه با پلاسمودسم‌ها** است. در این مسیر، مشابه مسیر عرض غشایی، مواد از پروتوپلاست عبور می‌کنند ولی برخلاف مسیر عرض غشایی، عبور مواد از غشای سلول و دیوارهٔ سلولی رخ نمی‌دهد؛ بلکه، آب و مواد معدنی از طریق پلاسمودسم از یک سلول به سلول دیگر وارد می‌شوند. در فصل قبل گفتیم که پلاسمودسم‌ها، **کانال‌های سیتوپلاسمی** هستند که از یک سلول به سلول دیگر کشیده می‌شوند. منافذی که پلاسمودسم‌ها از آن‌ها عبور می‌کنند، بسیار بزرگ هستند؛ به حدی که حتی پروتئین‌ها، نوکلئیک‌اسیدها و ویروس‌های گیاهی نیز می‌توانند از آن‌ها عبور کنند.

۳- مسیر آپوپلاستی: آپوپلاست، شامل **دیوارهٔ سلولی و فضاهای بین‌سلولی** است. در مسیر آپوپلاستی، مواد وارد پروتوپلاست نمی‌شوند و فقط از دیوارهٔ سلولی و فضاهای موجود در بین سلول‌ها عبور می‌کنند.

نکته عبور مواد در مسیر عرض غشایی نسبت به مسیر سیمپلاستی و آپوپلاستی، دشوارتر است. به همین دلیل، حرکت مواد در عرض ریشه معمولاً به روش آپوپلاستی و سیمپلاستی است.

شکل «شیوه‌های انتقال مواد در مسیرهای کوتاه»

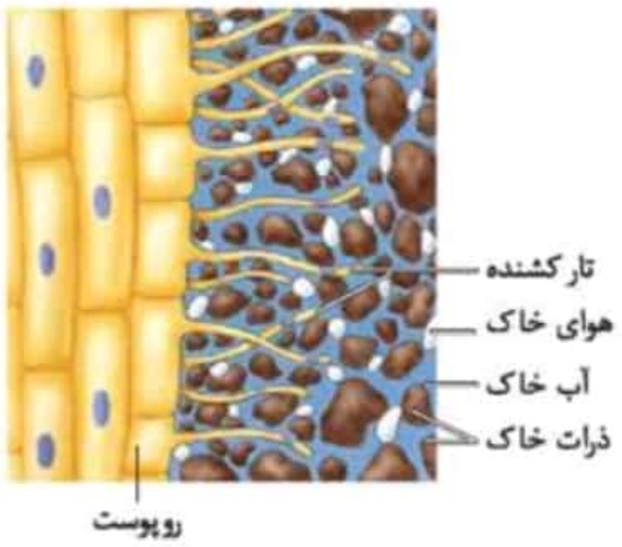
- ✓ در مسیر عرض‌غشایی و آپوپلاستی، مواد از دیوارهٔ یاخته‌ای عبور می‌کنند.
- ✓ فقط در مسیر عرض غشایی، مواد از غشای یاخته عبور می‌کنند.
- ✓ در مسیر سیمپلاستی، مواد نه از غشا عبور می‌کنند و نه از دیوارهٔ یاخته‌ای.
- ✓ در مسیر سیمپلاستی و عرض‌غشایی، مواد از درون سیتوپلاسم (و واکوئول) عبور می‌کنند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

حرکت مواد در عرض ریشه

گفتیم که ریشه شامل سه بخش روپوست، پوست و استوانهٔ مرکزی است. حرکت مواد در این بخش‌ها نیز بیشتر به‌صورت آپوپلاستی و سیمپلاستی است. به همین دلیل، در ادامهٔ این درسنامه حرکت مواد با این دو روش در هر یک از بخش‌های ریشه را بررسی می‌کنیم.

❑ روپوست

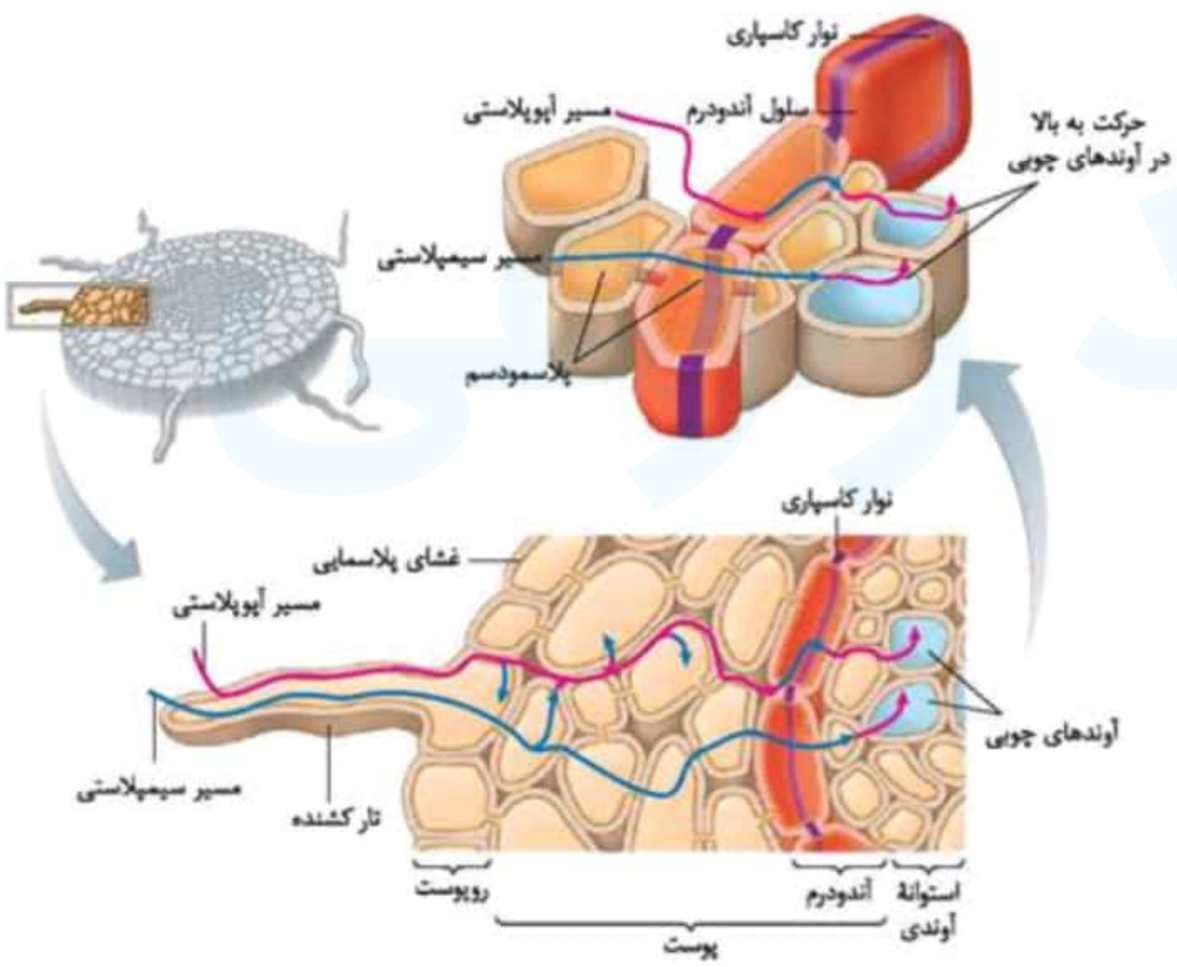


گروهی از سلول‌های روپوست ریشه، تمایز می‌یابند و تارهای کشنده را به‌وجود می‌آورند. تارهای کشنده، سلول‌هایی از روپوست هستند که بخشی از سلول آن‌ها، به‌صورت یک رشته به سمت سطح خارجی ریشه گسترش پیدا کرده است. دقت داشته باشید که این رشته، بخشی از سلول است و مثل سایر بخش‌ها، دارای پروتوپلاست و دیوارهٔ سلولی است. وجود تارهای کشنده در سطح ریشه، باعث می‌شود که سطح جذبی بیشتری در اختیار ریشه قرار بگیرد. درون این سلول‌ها واکوئول‌های بزرگی وجود دارند که بیشتر حجم سلول را اشغال می‌کنند. وجود این واکوئول بزرگ، متناسب با وظیفهٔ جذب آب توسط این سلول‌ها می‌باشد.

پتانسیل آب در سلول‌های روپوستی نسبت به خاک اطراف ریشه، کم‌تر است. در نتیجه، آب از خاک وارد ریشه می‌شود. ورود آب به درون تار کشنده، با هر یک از روش‌های عرض غشایی، سیمپلاستی یا آپوپلاستی ممکن است.

نکته ورود مواد به درون یاخته‌های روپوستی، مربوط به جابه‌جایی مواد در مسیر کوتاه و در سطح یاخته‌ای می‌باشد.

❑ پوست



پوست، از لایهٔ سلولی زیر روپوست شروع می‌شود و تا **درون‌پوست (آندودرم)** ادامه دارد. درون‌پوست، **داخلی‌ترین لایهٔ پوست** است. این لایه، استوانه‌ای ظریف از سلول‌ها می‌باشد که سلول‌های آن **کاملاً به هم چسبیده‌اند** و سدی را در مقابل آب و مواد محلول ایجاد می‌کنند.

آب و مواد معدنی در عرض ریشه، با مسیرهای آپوپلاستی و سیمپلاستی حرکت می‌کنند تا به لایهٔ آندودرم می‌رسند. در این لایه، حرکت مواد در مسیر سیمپلاستی می‌تواند ادامه پیدا کند اما مسیر آپوپلاستی متوقف می‌شود. علت این امر، وجود **نوار کاسپاری** در لایهٔ آندودرم است.

نوار کاسپاری چیست؟ همان‌طور که در شکل می‌بینید، در لایهٔ آندودرم، نوار کاسپاری وجود دارد. سلول‌های این لایه، حالت مکعبی دارند و دارای شش وجه می‌باشند. در دیواره‌های جانبی، یعنی دیوارهٔ چپ، راست، بالا و پایین، نواری از جنس **چوب‌پنبه (سوبرین)** وجود دارد. سوبرین، نوعی **مادهٔ لیپیدی** است و در نتیجه، جلوی عبور آب را می‌گیرند. به همین دلیل، در آندودرم، مسیر آپوپلاستی نمی‌تواند ادامه پیدا کند. چون برای حرکت مواد در دیوارهٔ سلولی، لازم است که آب و مواد محلول در آن از دیواره‌های جانبی عبور کنند ولی عبور از دیواره‌های جانبی به دلیل وجود نوار کاسپاری ممکن نیست. در سلول‌های آندودرم، فقط دیوارهٔ پشتی و جلویی فاقد سوبرین هستند. بنابراین، همهٔ مواد باید از دیوارهٔ جلویی وارد آندودرم شوند و سپس از طریق دیوارهٔ پشتی، به استوانهٔ آوندی بروند.

چرا نوار کاسپاری به‌وجود می‌آید؟ وقتی که آب از پروتوپلاست سلول عبور می‌کند، محتویات آن کنترل می‌شوند و جلوی عبور مواد ناخواسته یا مضر گرفته می‌شود. بنابراین، در مسیر سیمپلاستی و عرض غشایی، مواد مضر نمی‌توانند به لایهٔ آندودرم برسند. اما در مسیر آپوپلاستی، کنترلی بر روی حرکت مواد صورت نمی‌گیرد. زیرا، حرکت مواد فقط در بخش‌هایی انجام می‌شود که زنده نیستند. وقتی که در آندودرم، جلوی حرکت مواد در مسیر آپوپلاستی گرفته می‌شود، آب و مواد محلول در آن مجبورند از مسیر سیمپلاستی وارد آندودرم شوند. در نتیجه، سلول‌های آندودرم می‌توانند انتقال مواد در مسیر آپوپلاستی را کنترل کنند. این سلول‌ها، مشابه یک صافی عمل می‌کنند و **مواد مضر را برگشت می‌دهند**. هم‌چنین، آندودرم باعث **یکطرفه‌شدن انتقال مواد** می‌شود. موادی که به استوانهٔ آوندی وارد شده‌اند، دیگر نمی‌توانند از آن خارج شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

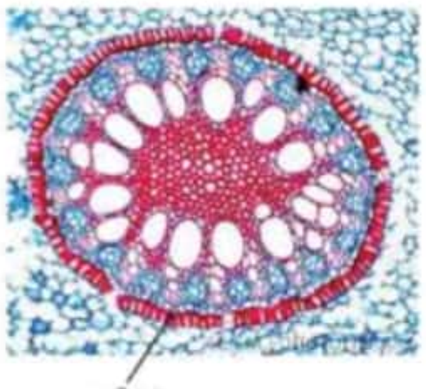
پس به‌طور خلاصه، تا لایهٔ آندودرم، حرکت مواد هم در مسیر آپوپلاستی ممکن است هم مسیر سیمپلاستی اما وقتی که مواد به آندودرم میرسن، فقط مسیر سیمپلاستی میتونه به راه خودش ادامه بده. موادی هم که در مسیر آپوپلاستی بودند، مجبورند وارد مسیر سیمپلاستی بشن و از پروتوپلاست آندودرم عبور کنند.

چرا در بعضی از ریشه‌ها، سلول‌های معبر به‌وجود می‌آیند؟

بعضی وقتا، اوضاع برای ریشه یکم پیچیده‌تر میشه، چون دیگه فقط چهار تا از سطح‌های آندودرم نوار کاسپاری ندارن و یه سطح جدید هم اضافه می‌شه.

در ریشهٔ بعضی از گیاهان، در سلول‌های آندودرم، علاوه‌بر دیواره‌های جانبی، دیوارهٔ پشتی نیز نوار کاسپاری دارد. در نتیجه، ورود مواد به درون این سلول‌ها هنوز امکان‌پذیر است و اما دیگر انتقال مواد از این سلول‌ها به استوانهٔ آوندی ممکن نیست. برای همین، سلول‌های درون‌پوستی ویژه‌ای به‌نام **سلول‌های معبر** در لایهٔ درون‌پوست وجود دارند. این سلول‌ها، نوار کاسپاری ندارند و بنابراین، می‌توانند مواد را به استوانهٔ آوندی انتقال دهند. دقت داشته باشید که در این گیاهان نیز مسیر آپوپلاستی در آندودرم متوقف می‌شود و همهٔ مواد وارد مسیر سیمپلاستی می‌شوند.

نکته سلول‌های آندودرمی دارای نوار کاسپاری در این گیاهان، در زیر میکروسکوپ ظاهر نعلی یا U شکل دارند که در شکل مشخص است.



☐ استوانهٔ آوندی

در خارجی‌ترین بخش استوانهٔ آوندی، **لایهٔ ریشه‌زا** قرار دارد. وقتی مواد از آندودرم وارد لایهٔ ریشه‌زا می‌شوند، می‌توانند حرکت خود را در هر دو مسیر سیمپلاستی و آپوپلاستی ادامه دهند. نهایتاً، مواد در طی فرایندی به‌نام **بارگیری چوبی**، به آوندهای چوبی منتقل می‌شوند. پس از ورود مواد به آوندهای چوبی، مسیرهای بلند انتقال مواد شروع می‌شوند.

شکل زیر، خلاصه‌ای است از کل مطالبی که در این درسنامه گفتیم.

درسنامهٔ ۱۲ انتقال آب و مواد معدنی در مسیرهای بلند

روش‌های عبور مواد از غشای سلول، می‌توانند مواد را فقط تا چند میلی‌متر در روز جابه‌جا کنند، درحالی‌که در گیاه، ممکن است نیاز به حرکت مواد تا ده‌ها متر وجود داشته باشد. بنابراین، روش دیگری برای جابه‌جایی مواد در فاصله‌های طولانی وجود دارد. جابه‌جایی مواد در مسیرهای طولانی، توسط **جریان توده‌ای** انجام می‌شود که می‌تواند مواد را تا چندین متر در روز جابه‌جا کند. جریان توده‌ای، **حرکت گروهی** مواد از جایی با فشار بیشتر به جایی با فشار کم‌تر است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۴ دهم] تبادل مواد در محل مویرگ‌ها نیز می‌تواند بر اساس جریان توده‌ای انجام شود.

همان‌طور که قبلاً گفتیم، عامل اصلی حرکت آب در گیاه، پتانسیل آب است. آب از جایی با پتانسیل بیشتر به جایی با پتانسیل کم‌تر می‌رود. بنابراین، حرکت مواد از ریشه به سمت برگ‌ها خواهد بود. در حالت طبیعی انتظار می‌رود که پس از مدتی، پتانسیل آب در برگ به حدی زیاد شود که با پتانسیل آب در آوندهای چوبی برابر شود؛ اما دو عامل، باعث می‌شوند که پتانسیل آب در آوندهای چوبی همیشه بیشتر از برگ باشد. این دو عامل، **فشار ریشه‌ای** و **تعرق** می‌باشند که با همراهی **خواص ویژهٔ آب (هم‌چسبی و دگرچسبی)**، باعث ایجاد جریان توده‌ای می‌شوند.

فشار ریشه‌ای

خب از اسمش معلومه دیگه. یه فشاری توی ریشه ایجاد میشه که باعث میشه موادی که توی آوند چوبی هستن به سمت بالا هل داده بشن. حالا چجوری؟

گفتیم که آب از جایی با پتانسیل آب بیشتر (فشار اسمزی کم‌تر) به جایی با پتانسیل آب کم‌تر (فشار اسمزی بیشتر) می‌رود. بنابراین، هر چه‌قدر محلولی غلیظ‌تر باشد، پتانسیل آبش کم‌تر است و تمایل بیشتری برای جذب آب دارد. سلول‌های **درون‌پوست** و **سلول‌های زندهٔ درون استوانهٔ آوندی ریشه**، با **انتقال فعال** (همراه با مصرف انرژی ATP و باکمک پروتئین‌های غشایی) یون‌های معدنی را به درون آوندهای چوبی منتقل می‌کنند. افزایش غلظت یون‌ها در آوندهای چوبی، باعث می‌شود که فشار اسمزی در آوند چوبی زیاد شود و پتانسیل آب کاهش پیدا کند. در نتیجه، آب بیشتری وارد آوند چوبی می‌شود. تجمع آب و یون‌ها در آوند چوبی، باعث افزایش فشار در آوند و ایجاد فشار ریشه‌ای می‌شود. فشار ریشه‌ای، باعث هل دادن شیرهٔ خام به سمت بالا می‌شود. *خب نگاه کنین، فشار ریشه‌ای باعث میشه که مقدار زیادی آب بره داخل یه لولهٔ آوندی به‌نام آوند چوبی. خب آبی که اینجا جمع میشه، باید حرکت کنه تا باز هم آب بتونه وارد شه. حالا در کدوم جهت حرکت میکنه؟ پایین‌ترش که چیزی نیست، کناره‌هاشم که دیواره‌های آوند چوبی هستند و کاملاً محکم جلوی آب وایسادن. میمونه بالا؛ تنها جایی که آب می‌تونه بره. پس اینجوری آب [illegible]*

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته در بیشتر گیاهان، فشار ریشه‌ای در صعود شیرهٔ خام نقش کمی دارد و در بهترین حالت، می‌تواند چند متر آن را به بالا بفرستد. **عامل اصلی ایجاد جریان توده‌ای، تعرق است.**

تعرق

تعرق یعنی عرق کردن. یعنی بخارهای آب از سطح گیاه خارج بشن. تعرق، یه راهی برای هومئوستازی آب در گیاه است. ولی چجوری و کجا انجام میشه؟

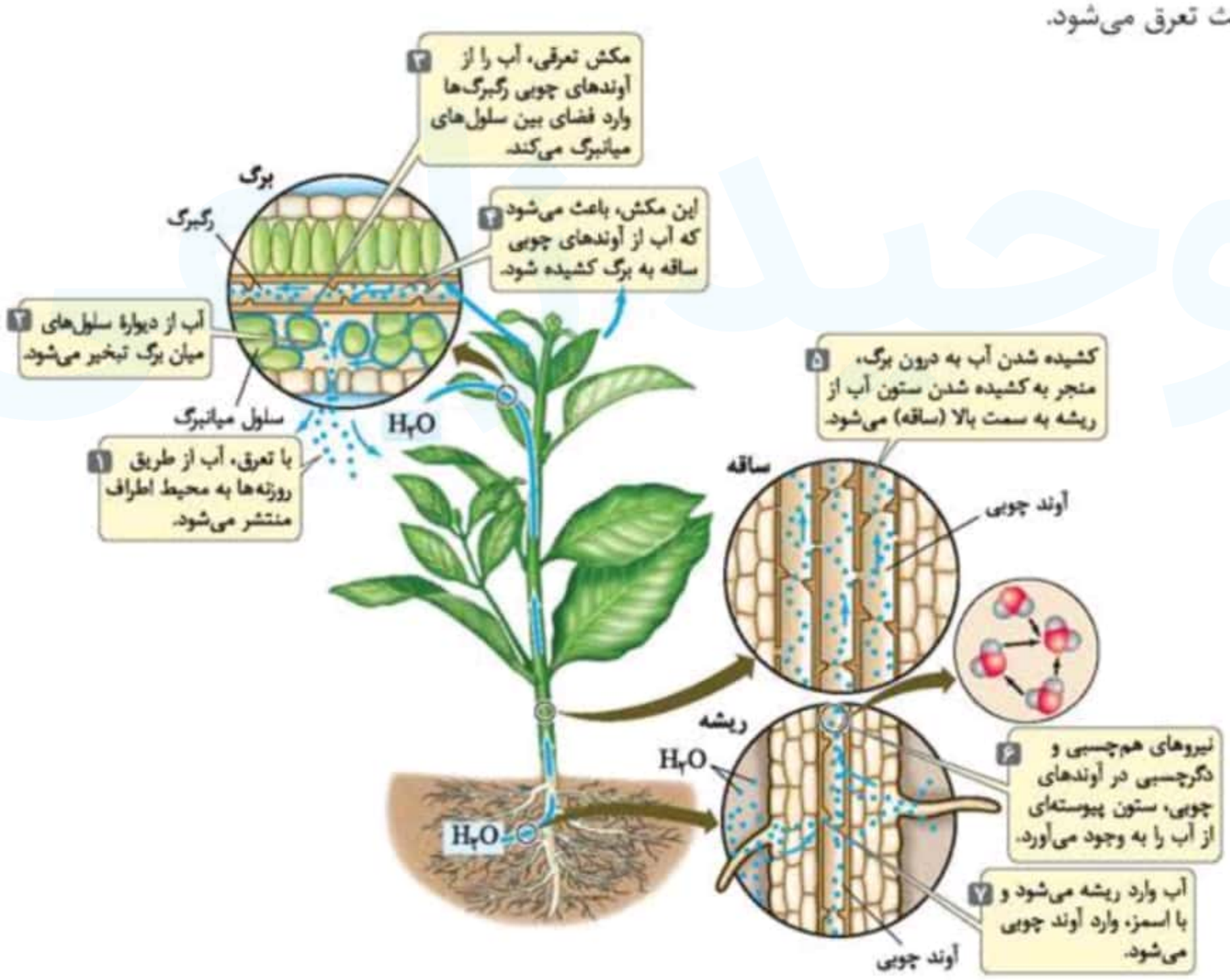
در **اندام‌های هوایی گیاه (برگ و ساقه)**، تحت تأثیر تابش نور خورشید، آب تبخیر و به بخار آب تبدیل می‌شود. بخار آب تمایل دارد از سطح برگ و ساقه وارد اتمسفر شود؛ زیرا پتانسیل آب در برگ و ساقه بیشتر از پتانسیل آب در هوای اطراف گیاه است و آب هم تمایل دارد از جایی با پتانسیل بیشتر به جایی با پتانسیل کم‌تر برود. به خروج **بخار آب** از سطح بخش‌های **هوایی** گیاه، **تعرق** می‌گویند.

تعرق، باعث می‌شود که یک نیروی کشش در آوند چوبی ایجاد شود و ستون آب به سمت بالا کشیده شود. نیروی مکش تعرق آن‌قدر زیاد است که در یک روز گرم، می‌تواند باعث **کاهش قطر تنهٔ یک درخت** شود. هرچند این کاهش اندک است. اگر دیوارهٔ آوندهای چوبی استحکام کافی نداشت، به‌راحتی در اثر مکش تعرق، له می‌شدند.

نکته در یک روز گرم، نیروی مکش تعرق بیشتر است؛ زیرا، آب بیشتری تبخیر می‌شود و میزان تعرق بیشتر می‌باشد.

خب، حالا تعرق چجوری باعث کشیده شدن آب به سمت بالا میشه؟ بیشتر تعرق گیاهان، از روزنه‌های برگ انجام می‌شود. وقتی که آب از سطح برگ تبخیر و وارد محیط اطراف می‌شود، مقدار آب در برگ کاهش می‌یابد و پتانسیل آب در سلول‌های میانبرگ کم می‌شود. کاهش این پتانسیل آب باعث می‌شود که پتانسیل آب در آوند چوبی رگبرگ بیشتر از پتانسیل آن در سلول‌های میانبرگ شود. بنابراین، آب از آوند چوبی به میانبرگ وارد می‌شود. در نتیجه، پتانسیل آب در آوند چوبی برگ کم می‌شود و آب از ساقه وارد برگ می‌شود. پس از آن، پتانسیل آب در ساقه هم کم می‌شود و آب از ریشه به ساقه می‌رود. در نهایت، در ریشه، پتانسیل آب در استوانهٔ آوندی کم می‌شود و آب می‌تواند وارد استوانهٔ آوندی ریشه شود. **پیوستگی ستون آب در آوند چوبی** به دلیل وجود **خواص ویژهٔ آب** یعنی هم‌چسبی و دگرچسبی مولکول‌های آب است.

نکته بافت‌های آوندی در برگ، به‌صورت **رگبرگ** قرار می‌گیرند. هم‌چنین بافت‌های زمینه‌ای، **میانبرگ** را تشکیل می‌دهند. دیوارهٔ میانبرگ‌ها، دارای آب می‌باشد که تبخیر شدن آن، باعث تعرق می‌شود.



هم‌چسبی و دگرچسبی رو کتاب زیاد توضیح نداده و چون بیشتر مربوط به فیزیک هستن، منم زیاد توضیح نمیدم اما اگه دوست دارین بدونین چین، هم‌چسبی که مشخصه، نیروی بین مولکول‌های آب، باعث میشه که این مولکول‌ها دوست داشته باشن به همدیگه بچسبن و کنار هم بمونن. دگرچسبی یعنی مولکول‌های آب به یه چیزه دیگه بچسبن که اون چیز اینجا آوند چوبی هست. حالا دگرچسبی چجوری عمل می‌کنه؟ مکانیسمش تقریباً مشابه اون چیزی هست که راجع به کشش سطحی در فصل (۳) گفتیم. اگه می‌خواین، می تونین برگردین اونجا رو بخونین.

نکته تعرق، احتمال گسستگی ستون آب را افزایش می‌دهد ولی فشار ریشه‌ای، تعریق، هم‌چسبی و دگرچسبی، در حفظ پیوستگی ستون آب، تأثیر مثبت دارند.

پس کشش تعرقی باعث کشیده شدن آب به سمت بالا می‌شود ولی فشار ریشه‌ای، آب را به سمت بالا هل می‌دهد. *اگه می‌خواین این مبحث رو خوب یاد بگیرین، به پتانسیل آب زیاد توجه کنین. توی هر دو مورد، عامل حرکت آب اختلاف پتانسیل است. برای این‌که آب بتونه به یه جایی بره، باید پتانسیل آب اونجا کم بشه. حالا پتانسیل آب چجوری کم میشه؟ یا غلظت حل‌شونده‌ها زیاد میشه (فشار ریشه‌ای) یا مقدار آب کم میشه (کشش تعرقی). باز هم دقت داشته باشید که حرکت دائمی آب، باعث میشه که همیشه پتانسیل آب هر سلول از سلول بعدیش بیشتر باشه. مثلاً آوندهای چوبی رگبرگ، آب رو وارد میانبرگ میکنن اما هیچ‌وقت پتانسیل میانبرگ و آوند چوبی برابر نمیشه. چرا؟ چون که آب دائماً داره از سطح برگ تبخیر میشه و پتانسیل آب میانبرگ رو کم نگه می‌داره*

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۳ باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی

تا اینجا فهمیدیم که آب چجوری در گیاه حرکت می‌کنه و فهمیدیم که عامل اصلی انتقال شیرهٔ خام، نیروی مکش تعرقی است. حالا می‌خوایم ببینیم تعرق چجوری انجام میشه و چه چیزی تنظیمش می‌کنه.

تعرق

تعرق، می‌تواند از طریق روزنه‌های هوایی، عدسک‌ها و پوستک‌ها انجام شود. گفتیم که بیشترین میزان تعرق، در برگ‌ها و از طریق روزنه‌های هوایی انجام می‌شود.

میزان تعرق: روزنه‌های هوایی برگ > روزنه‌های هوایی ساقه > عدسک‌های ساقهٔ مسن > پوستک برگ و ساقه

روزنهٔ هوایی چیست؟ فصل قبل گفتیم که در روپوست، سلول‌های تمایزیافته‌ای وجود دارند به‌نام **سلول‌های نگهبان روزنه**. سلول‌های نگهبان روزنه، همیشه به‌صورت جفت مشاهده می‌شوند. یعنی، همیشه دو سلول نگهبان روزنه در کنار هم قرار می‌گیرند. در بین این دو سلول نگهبان روزنه، فضایی به‌وجود می‌آید که به آن، روزنه می‌گویند. *پس ما وقتی دو تا سلول نگهبان کنار هم داریم، این دو تا کاملاً به هم نچسبیدن و وسطشون یه فاصله‌ای هست که بهش می‌گن روزنه. حواستون باشه که روزنه، سلول نداره ولی بین دو سلول قرار گرفته و به همین خاطر، باز و بسته شدنش بستگی به فعالیت این دو سلول داره.*

فعالیت کتاب درسی

مشاهدهٔ روزنه‌های سطح پشتی برگ تره

نکته روپوست، به‌صورت غشایی و بی‌رنگ در سطح برگ قرار دارد.

نکته سلول‌های نگهبان روزنه، برخلاف سایر سلول‌های روپوست، دارای کلروپلاست (سبزدیسه) می‌باشند که هنگام مشاهدهٔ نمونهٔ برگ در زیر میکروسکوپ، قابل مشاهده می‌باشد.

شمارش تعداد روزنه‌ها در سطح برگ: برای این کار، تعداد روزنه‌ها را در میدان دید در زیر میکروسکوپ شمارش می‌کنیم. پس از آن، با توجه به نسبت مساحت میدان دید به مساحت کل برگ، می‌توان تعداد روزنه‌ها در کل سطح برگ را به‌صورت تقریبی تخمین زد.

مقایسهٔ روزنه‌های تره، میخک و شمعدانی: گاهی علاوه‌بر سلول‌های نگهبان روزنه، سلول‌های اطراف آن‌ها نیز تمایز پیدا می‌کنند و نوعی سلول را به‌وجود می‌آورند که به آن‌ها **سلول‌های همراه** گفته می‌شود.

در **برگ تره**، سلول‌های روپوستی دراز و کشیده هستند ولی سلول‌های همراه وجود ندارند. سلول‌های نگهبان روزنه نیز در این گیاه، کشیده هستند.

در **شمعدانی**، سلول‌های همراه وجود دارند و به‌صورت شعاعی در اطراف سلول‌های نگهبان قرار دارند.

در **میخک** هم سلول‌های همراه وجود دارند و عمود بر محور طولی سلول‌های نگهبان قرار می‌گیرند.

میخک — شمعدانی — تره

نام گیاه	یاختهٔ نگهبان	یاختهٔ همراه
تره	دراز و کشیده	ندارد
شمعدانی	———	به صورت شعاعی در اطراف یاخته‌های نگهبان
میخک	———	به صورت عمود بر محور یاخته‌های نگهبان

تعرق چگونه تنظیم می‌شود؟ با باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی. هر وقت روزنه‌ها باز باشند، میزان تعرق زیاد است. بسته‌شدن روزنه‌ها، میزان تعرق را کم می‌کند. البته، دقت داشته باشید که حتی اگر همهٔ روزنه‌ها بسته شوند، باز هم تعرق انجام می‌شود. چون بخشی از تعرق از طریق پوستک و عدسک‌هاست. میزان تعرق، فقط در روزنه‌های هوایی قابل تغییر است و کنترلی بر روی میزان تعرق از پوستک و عدسک انجام نمی‌شود.

باز و بسته‌شدن روزنه‌ها

روزنه‌ها چگونه باز و بسته می‌شوند؟ با تغییر حجم سلول‌های نگهبان روزنه. سلول‌های نگهبان روزنه، ساختار خاصی پیدا کردند که تغییر در حجم آن‌ها، باعث باز یا بسته شدن روزنه می‌شود. تغییر حجم در روزنه‌ها، به‌دلیل تغییر در میزان **فشار تورژسانسی**[1] آن‌هاست. به عبارتی دیگر، حجم آب درون سلول، که در اثر فرایند اسمز تغییر می‌کند، عامل تغییر در حجم سلول و باز و بسته شدن روزنه‌ها می‌باشد.

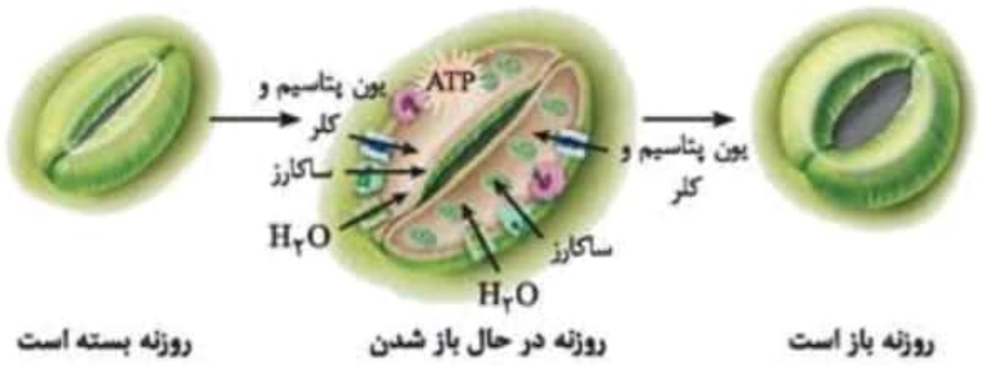
---

۱. گفتیم که در اثر اسمز، حجم پروتوپلاست زیاد می‌شود و به دیوارهٔ سلولی فشار وارد می‌کند. این فشار، معادل با فشار تورژسانسی است.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

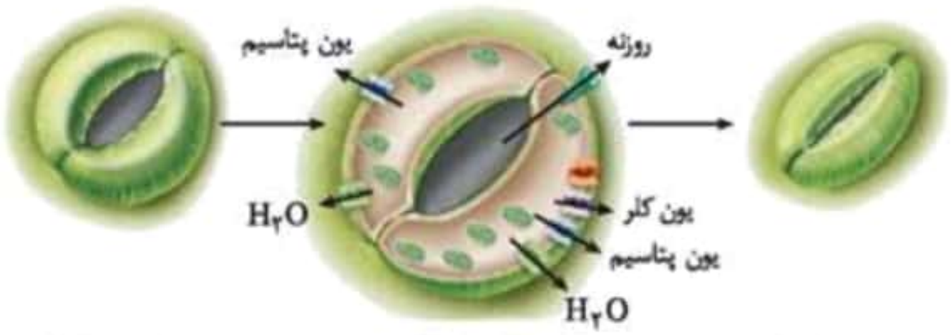
❑ باز شدن روزنه‌ها

اول فصل گفتیم که یون‌های پتاسیم و کلر، در تنظیم مقدار آب سلول نقش دارند. زمانی که نیاز باشد روزنه‌ها باز باشند، یون‌های پتاسیم و کلر و هم‌چنین ساکارز[1]، از سلول‌های روپوستی مجاور سلول‌های نگهبان روزنه، با انتقال فعال (با مصرف ATP و توسط پروتئین‌های غشایی) وارد سلول‌های نگهبان می‌شوند. افزایش غلظت مواد درون سلول‌های نگهبان، منجر به کاهش پتانسیل آب و افزایش فشار اسمزی می‌شود. بنابراین، تمایل سلول برای جذب آب افزایش می‌یابد. آب وارد سلول می‌شود و فشار تورژسانسی در سلول زیاد می‌شود. در این زمان، افزایش حجم سلول‌های نگهبان و هم‌چنین ساختار ویژهٔ این سلول‌ها، منجر به باز شدن روزنه‌ها می‌شود.



❑ بسته‌شدن روزنه‌ها

بسته شدن روزنه‌ها، برعکس باز شدن آن‌ها می‌باشد. یعنی در این حالت، ساکارز، یون پتاسیم و یون کلر، با انتقال فعال از سلول نگهبان روزنه به سلول‌های روپوستی مجاور می‌روند. در نتیجه، پتانسیل آب در سلول‌های نگهبان روزنه زیاد می‌شود و در سلول‌های مجاور، کاهش می‌یابد. این امر باعث می‌شود که آب در جهت شیب پتانسیل خود، از سلول‌های نگهبان روزنه به سلول‌های روپوستی مجاور برود. کاهش فشار تورژسانسی در سلول‌های نگهبان، منجر به کاهش حجم آن‌ها و بسته‌شدن روزنه می‌شود.



ساختار سلول‌های نگهبان روزنه

دو عامل باعث می‌شود که هنگام تورژسانس سلول‌های نگهبان روزنه، باز شود:

۱- ضخامت غیریکنواخت دیوارهٔ سلولی: در محل تماس دو سلول، یعنی در بخش شکمی، ضخامت دیوارهٔ سلولی بیشتر است.

۲- آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی: در سلول‌های نگهبان روزنه، علاوه‌بر رشته‌های سلولزی دیوارهٔ سلولی، رشته‌های سلولزی دیگری هم وجود دارد که مانند کمربندی دور سلول‌های نگهبان روزنه قرار دارند.

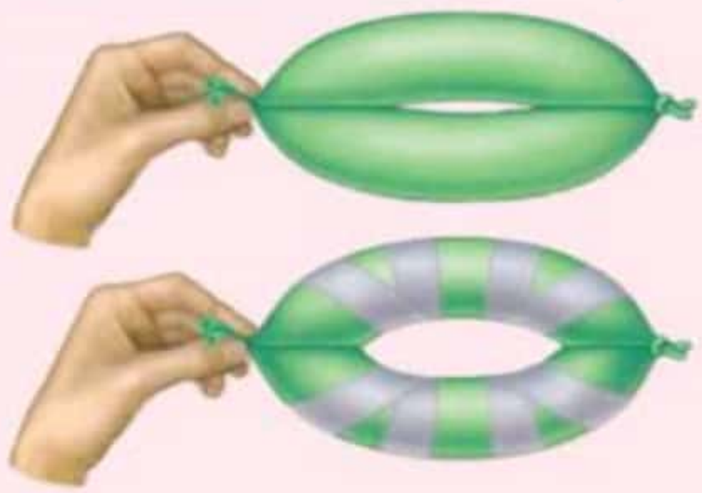
خالا این عوامل، چجوری باعث میشن دیواره باز بشه؟ بیاین اول فعالیت کتاب رو بررسی کنیم.

فعالیت کتاب درسی

بررسی باز و بسته شدن روزنه با کمک بادکنک

فرض کنین که مثل شکل روبه‌رو، دو تا بادکنک نسبتاً مسطح داریم که در دو انتهای فور به هم چسبیدن و محکم گره خوردن. بعد شروع می‌کنیم به باد کردن بادکنک‌ها. چه اتفاقی میفته؟ بادکنک‌ها تمایل دارن طولشون زیاد بشه ولی علاوه‌بر افزایش طول، عرضشون هم زیاد می‌شه. چون دو انتهای بادکنک‌ها به همدیگه متصل هست، برای اینکه بتونن حجم بیشتری رو اشغال کنن، به مقدار خم میشن و فضای خیلی باریکی بینشون ایجاد میشه.

خالا فرض‌کنین بادکنک‌هایی که داریم مثل شکل روبه‌رو باشن. همون بادکنک‌های قبلی فقط این بار دورشون چسب پیچیده شده. کار چسب چیه؟ جلوی افزایش عرض بادکنک‌ها رو می‌گیره.



خالا چی میشه؟ این بار وقتی بادکنک‌ها رو باد می‌کنیم، مثل دفعهٔ قبل طولشون زیاد میشه اما این بار عرضشون زیاد نمیشه. باز هم مثل قبل، چون که دو انتهاشون ثابت هست، وقتی که حجمشون زیاد میشه یکم از هم فاصله می‌گیرن. این بار منفذی که بین دو بادکنک ایجاد میشه بزرگتر هست. چرا؟ چون دیگه بادکنک‌ها افزایش عرض ندارند. خالا بریم سراغ سلول‌های نگهبان روزنه.

هنگام تورژسانس، آب وارد سلول‌های نگهبان روزنه می‌شود و باعث می‌شود که حجم سلول‌های نگهبان افزایش پیدا کند. در این زمان، دو اتفاق مهم رخ می‌دهد:

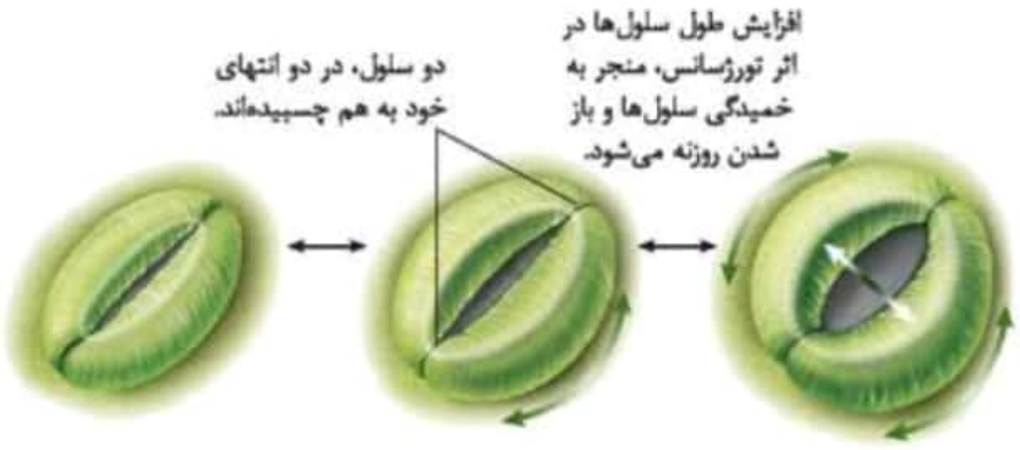
۱- گفتیم که دیوارهٔ پشتی، ضخامت کم‌تری دارد. بنابراین، به مقدار بیشتری می‌تواند انبساط (افزایش طول) داشته باشد. پس در اثر تورژسانس، طول دیوارهٔ پشتی بیشتر افزایش پیدا می‌کند.

۲- رشته‌های سلولزی که دور سلول‌ها می‌پیچند، جلوی رشد عرضی سلول را می‌گیرند. بنابراین، سلول‌ها فقط در جهت طولی می‌توانند رشد کنند.

خب، دو تا سلول داریم که دو انتهاشون به هم چسبیده است و داره طولشون زیاد میشه ولی عرضشون زیاد نمیشه. چه اتفاقی میفته؟ سلول‌ها خمیدگی پیدا می‌کنن. نگاه کنین، دو تا دیواره هر سلول داره که اینا ادامهٔ همدیگه هستن. یعنی دیوارهٔ پشتی و شکمی نمی‌تونن از هم جدا باشن و به یه نقطه متصل هستند که همون محل اتصال دو سلول هست. پس طول کل سلول، بستگی به طول دیوارهٔ شکمی داره. چون این دیواره هست که طول کم‌تری داره. مثلاً اگه فاصلهٔ بین دو انتهای دیوارهٔ شکمی، ۱۰ میکرومتر باشه،

۱- ساکارز یا قند نیشکر، دی‌ساکاریدی است که از ترکیب گلوکز و فروکتوز به‌وجود می‌آید.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی



طول سلول هم باید ۱۰ میکرومتر باشه. مشکل اینجا چیه؟ دیوارهٔ پشتی می‌خواد بیشتر رشد کنه. راه‌حلش اینه که سلول خم بشه. وقتی سلول خم بشه، دیوارهٔ پشتی می‌تونه طول بیشتری از دیوارهٔ شکمی داشته باشه. اگه سلول خم نشه و مسطح باقی بمونه، یعنی دیوارهٔ پشتی و شکمی با هم موازی باشن، چون محل اتصال دو انتهای هر دیواره یکسان هست، قاعدتاً باید طول دو دیواره هم همیشه برابر باشه تا سلول مسطح بمونه. پس فهمیدیم که چرا سلول‌ها خم میشن و چجوری آرایش رشته‌های سلولزی باعث میشه که اندازهٔ روزنه بزرگتر باشه. بریم سراغ بحث آخر این درسنامه.

جمع‌بندی

وضعیت روزنه‌ها و یاخته‌های نگهبان از سه دید مختلف

وضعیت روزنه	اندازهٔ روزنه	یاختهٔ نگهبان		یاختهٔ روپوستی مجاور یاختهٔ نگهبان	
		تغییر نهایی طول دیواره	تغییر نهایی پتانسیل آب	تغییر نهایی طول دیواره	تغییر نهایی پتانسیل آب
باز	زیاد	افزایش	افزایش	کاهش	کاهش
بسته	کم	کاهش	کاهش	افزایش	افزایش

وضعیت روزنه	یاختهٔ نگهبان			یاختهٔ روپوستی مجاور یاختهٔ نگهبان		
	حالت یاخته	تغییر فشار تورژسانسی	فاصلهٔ پروتوپلاست و دیواره	حالت یاخته	تغییر فشار تورژسانسی	فاصلهٔ پروتوپلاست و دیواره
باز	تورژسانس	افزایش	کاهش	پلاسمولیز	کاهش	افزایش
بسته	پلاسمولیز	کاهش	افزایش	تورژسانس	افزایش	کاهش

وضعیت روزنه	یاختهٔ نگهبان		یاختهٔ روپوستی مجاور یاختهٔ نگهبان	
	تغییر اولیه غلظت ساکارز و یون کلر و پتاسیم	تأخیر بر حجم آب یاخته	تغییر اولیه غلظت ساکارز و یون کلر و پتاسیم	تأثیر بر حجم آب یاخته
باز	افزایش	افزایش	کاهش	کاهش
بسته	کاهش	کاهش	افزایش	افزایش

عوامل محیطی و درونی مؤثر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها

☐ عوامل درونی

هورمون‌های گیاهی: بعضی از هورمون‌های گیاهی، بر باز و بسته شدن روزنه‌ها تأثیر می‌گذارند. با این هورمون‌ها، سال بعد آشنا می‌شویم.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۹ یازدهم] شرایط نامساعد محیط مانند خشکی، تولید آبسیزیک اسید را در گیاهان تحریک می‌کند. آبسیزیک اسید سبب بسته‌شدن روزنه‌ها و در نتیجه حفظ آب گیاه می‌شود و هم‌چنین مانع رویش دانه و رشد جوانه‌ها در شرایط نامساعد می‌شود. به طور کلی، آبسیزیک اسید رشد گیاهان را در پاسخ به شرایط نامساعد کاهش می‌دهد.

میزان آب در گیاه: زمانی‌که میزان آب در گیاه کم باشد، میزان تعرق کاهش می‌یابد تا آب درون گیاه حفظ شود.

☐ عوامل محیطی

تغییرات مقدار نور، دما، رطوبت و کربن دی‌اکسید از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر حرکات روزنه‌های هوایی هستند.

نور: افزایش مقدار نور تا حدی معین، می‌تواند باعث باز شدن روزنه‌ها در گیاهان شود. البته رفتار روزنه‌ای برخی گیاهان نواحی خشک مانند بعضی کاکتوس‌ها، در حضور نور متفاوت است و سبب می‌شود در طول روز که تابش شدید نور خورشید و دمای بالا وجود دارد، روزنه‌ها بسته بمانند و از هدر رفتن

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

فعالیت کتاب درسی

برای مشاهدهٔ باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی می‌توان از روپوست تره یا کاهو استفاده کرد.

برای بررسی باز و بسته شدن روزنه‌ها، نمونه‌های روپوست را ۱۵ دقیقه در محلول‌های ۰/۵ درصد KCl (پتاسیم‌کلرید)، آب خالص و آب‌نمک ۴ درصد قرار می‌دهیم. تعدادی از نمونه‌ها را در نور قرار می‌دهیم و تعدادی دیگر را در تاریکی. پس از ۱۵ دقیقه، هر یک از نمونه‌ها را در زیر میکروسکوپ مشاهده می‌کنیم.

نمونه‌هایی که در نور قرار دارند: میزان باز و بسته بودن روزنه‌ها وابسته به فشار تورژسانسی آن‌ها می‌باشد. بنابراین، فشار اسمزی محیط اطراف تعیین می‌کند که روزنه‌ها باز شوند یا بسته.

محلول **آب خالص**، بیشترین میزان پتانسیل آب را دارد. بنابراین، آب وارد سلول می‌شود و فشار تورژسانسی سلول‌ها افزایش می‌یابد و روزنه‌ها باز می‌شوند.

در محلول **آب‌نمک ۴ درصد**، آب از سلول‌ها خارج می‌شود و حالت پلاسمولیز ایجاد می‌شود. در نتیجه، روزنه‌ها بسته هستند.

در محلول **۰/۵ درصد KCl**، روزنه‌ها تا حدی باز می‌شوند. زیرا، پروتئین‌های غشایی پتاسیم و کلر را وارد سلول می‌کنند و باعث افزایش فشار اسمزی درون سلول می‌شوند. در نتیجه، آب وارد سلول می‌شود و حالت تورژسانس ایجاد می‌شود. دقت داشته باشید که تعداد روزنه‌هایی که باز می‌شوند، در آب خالص بیشتر است.

نمونه‌هایی که در تاریکی قرار دارند: در گیاهانی که در تاریکی قرار دارند، همهٔ روزنه‌ها بسته هستند. علت این موضوع، عملکرد پمپ‌های پتاسیم و کلر است که در تاریکی، غیرفعال هستند، هم‌چنین تجمع بعضی قندها در سلول‌های نگهبان روزنه، مانع باز شدن روزنه‌ها می‌شود.

دما: افزایش دما تا حدی معین، باعث می‌شود که روزنه‌ها باز شوند. در دمای بالا و نور شدید، روزنه‌ها بسته می‌شوند تا جلوی از دست رفتن آب را بگیرند.

جمع‌بندی

تأثیر نور بر وضعیت روزنه‌ها

شدت نور	وضعیت روزنه	علت
صفر (عدم تابش نور و تاریکی)	بسته	غیرفعال‌شدن پمپ‌ها و تجمع بعضی قندها در یاخته‌های نگهبان
نور کم	باز	شرایط طبیعی و مناسب برای تبادل گازها
نور متوسط	باز (افزایش روزنه‌های باز نسبت به نور کم)	بهترین شرایط برای تبادل گازها
نور شدید	بسته	کاهش تبادلات گازی و حفظ آب در گیاه

تأثیر دما بر وضعیت روزنه‌ها

دما	وضعیت روزنه	علت
دمای بسیار کم	بسته	میزان تبخیر آب و تبادلات گازی در دمای پایین، کم است.
دمای کم	باز	شرایط طبیعی و مناسب برای تبادل گازها
دمای متوسط	باز (افزایش روزنه‌های باز نسبت به نور کم)	بهترین شرایط برای تبادل گازها
دمای بسیار زیاد	بسته	کاهش تبادلات گازی و حفظ آب در گیاه

کربن دی‌اکسید: کاهش کربن دی‌اکسید تا حدی معین، باعث باز شدن روزنه‌ها در گیاهان می‌شود. در این شرایط گیاه برای این‌که بتواند کربن دی‌اکسید مورد نیاز خود را تأمین کند، روزنه‌های بیشتری را باز می‌کند تا کربن دی‌اکسید بیشتری وارد گیاه شود.

رطوبت: افزایش رطوبت، باعث می‌شود که میزان تعرق کاهش پیدا کند.

☐ سازوکارهای گیاهان برای کاهش تعرق

۱- **قرارگیری بیشتر روزنه‌ها در روپوست پایینی برگ:** روپوست پایینی برگ، کم‌تر در معرض تابش نور خورشید قرار دارد. بنابراین، قرارگیری روزنه‌ها در روپوست پایینی، منجر به کاهش تبخیر آب و تعرق می‌شود.

۲- **کاهش تعداد روزنه‌ها:** هر چه‌قدر تعداد روزنه‌ها کم‌تر باشد، میزان تعرق کم‌تر است.

۳- **کاهش تعداد یا سطح برگ‌ها**

۴- **ایجاد پرزهای کرکی، ۵- روزنه‌های قرارگرفته در فرورفتگی‌های غارمانند و ۶- پوشیده شدن برگ از کرک‌ها.**

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۴ تعریق

تعریق چیست؟ تعریق یعنی **خروج آب** به‌صورت **قطرات مایع** از گیاه. درحالی‌که تعرق، خروج آب به‌صورت گازی می‌باشد.

چه زمانی تعریق رخ می‌دهد؟ تعریق زمانی رخ می‌دهد که مقدار آبی که در اثر فشار ریشه‌ای به برگ‌ها می‌رسد از مقدار تعرق آن از سطح برگ بیشتر باشد. در این حالت، مقدار اضافی آب با تعریق از گیاه دفع می‌شود.

در چه شرایط محیطی تعریق مشاهده می‌شود؟ هر شرایطی که باعث **کاهش میزان تعرق** شود یا باعث **افزایش میزان آب در گیاه** شود. مثلاً، در هنگام **شب** یا در **هوای بسیار مرطوب**، شدت تعرق کم می‌شود ولی جذب آب هم‌چنان ادامه دارد. هم‌چنین، سلول‌های درون‌پوست به پمپ کردن یون‌های معدنی به درون آوندهای چوبی ادامه می‌دهند و باعث ایجاد فشار ریشه‌ای می‌شوند. در نتیجه، مقدار زیادی آب درون آوندهای چوبی وجود دارد که به برگ وارد می‌شود. این مقدار اضافی آب، با تعریق از گیاه خارج می‌شود.

تعریق توسط چه ساختارهایی انجام می‌شود؟ **روزنه‌های آبی**. روزنه‌های آبی، برخلاف روزنه‌های هوایی، **همیشه باز** هستند. پس در ارتباط با آن‌ها، نمی‌توان باز و بسته شدن را مطرح کرد. محل روزنه‌های آبی در **انتها یا لبهٔ برگ‌ها** است.

نکته تعریق را نباید با شبنم اشتباه گرفت؛ هرچند شرایط محیطی لازم برای ایجاد این دو پدیده، یکسان است.

درسنامهٔ ۱۵ حرکت شیرهٔ پرورده در گیاه

رسیدیم به آخرین درسنامهٔ فصل (۷).

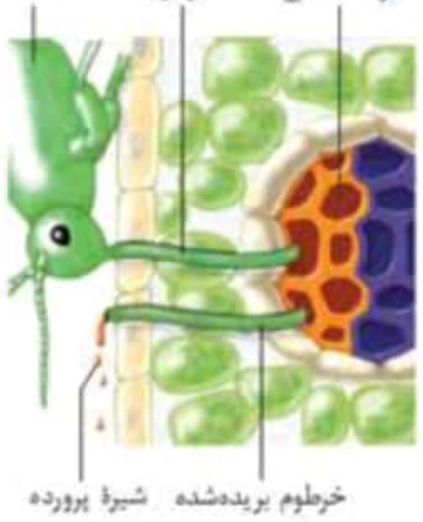
حرکت شیرهٔ پرورده

در فصل قبل گفتیم که **شیرهٔ پرورده** توسط **آوندهای آبکشی** در گیاه جابه‌جا می‌شود. تفاوت شیرهٔ پرورده با شیرهٔ خام این است که **دارای مواد آلی است** و برخلاف شیرهٔ خام، فقط از ریشه به سمت برگ‌ها نمی‌رود بلکه در **همهٔ جهات** حرکت می‌کند.

بخشی از گیاهان که ترکیبات آلی موردنیاز بخش‌های دیگر گیاه را تأمین می‌کند، **محل منبع** نامیده می‌شود. بخش‌هایی از گیاه که فتوسنتز می‌کنند، مثل برگ‌ها، محل منبع هستند. بخشی از گیاه که ترکیبات آلی را دریافت می‌کند و در خود، ذخیره یا مصرف می‌کند، **محل مصرف** است.

نکته **بخش‌های ذخیره‌کنندهٔ مواد آلی**، می‌توانند به‌عنوان محل منبع و محل مصرف باشند. زمانی که این اندام‌ها مواد آلی را دریافت می‌کنند و در خود ذخیره می‌کنند، محل مصرف می‌باشند اما زمانی که مواد آلی را آزاد می‌کنند تا در اختیار سایر بخش‌های گیاه قرار بگیرند، محل منبع محسوب می‌شوند.

حرکت ترکیبات آلی در گیاه از محل منبع به محل مصرف، **جابه‌جایی** نامیده می‌شود. برای تعیین **سرعت جابه‌جایی** و **ترکیب شیرهٔ پرورده**، می‌توان از شته‌ها استفاده کرد. شته‌ها، حشراتی هستند که در سطح **ساقه‌های جوان** قرار می‌گیرند و مواد آلی موردنیاز خود را از شیرهٔ پروردهٔ درون آوندهای آبکشی به‌دست می‌آورند. برای این کار، شته‌ها اندام مکنده‌ای به‌نام **خرطوم** دارند. حشره، خرطوم خود را وارد آوند آبکشی می‌کند و مواد آلی درون آن را می‌مکد. زیست‌شناسان، می‌توانند شته را بی‌حس کنند و خرطوم آن را ببرند. خرطوم درون آوند آبکشی باقی می‌ماند و شیرهٔ پرورده از آن به بیرون **تراوش** می‌کند. با بررسی این شیرهٔ پرورده، می‌توان ترکیب شیرهٔ پرورده را مشخص کرد.



چگونگی حرکت شیرهٔ پرورده

سلول‌های آوند آبکشی، برخلاف آوندهای چوبی زنده هستند. حرکت شیرهٔ پرورده، از درون سیتوپلاسم (میان‌یاخته) این سلول‌ها انجام می‌شود. چون سلول‌های آبکشی زنده هستند، حرکت شیرهٔ پرورده در این سلول‌ها، نسبت به حرکت شیرهٔ خام در آوند چوبی، **کندتر** و **پیچیده‌تر** است. حرکت شیرهٔ پرورده در گیاهان بر اساس الگوی **جریان فشاری (جریان توده‌ای)** است که نخستین بار توسط ارنست مونش ارائه شد.

☐ الگوی جریان فشاری

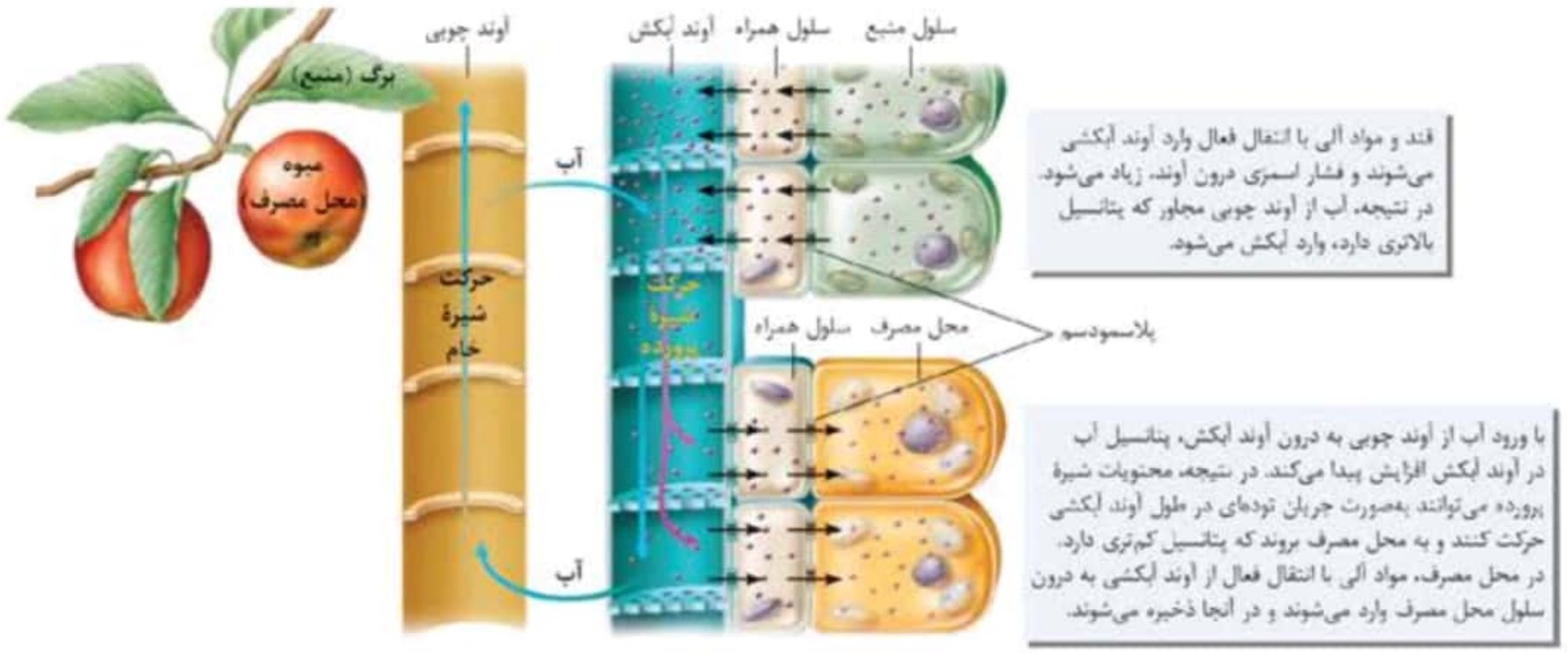
مرحلهٔ ۱) بارگیری آبکشی: در محل منبع، قند و مواد آلی با روش انتقال فعال (با مصرف انرژی و توسط پروتئین‌های غشایی) وارد سلول‌های آبکشی می‌شوند. انتقال فعال مواد، با کمک سلول‌های همراه انجام می‌شود. به این عمل، بارگیری آبکشی می‌گویند.

مرحلهٔ ۲) ورود آب به آوند آبکشی: با افزایش مقدار مواد آلی و به‌ویژه قند ساکارز در آوند آبکشی، پتانسیل آب آوندهای آبکشی کاهش پیدا می‌کند. در نتیجه، آب می‌تواند از سلول‌های آوند چوبی مجاور، که پتانسیل آب بالاتری دارند، وارد آوند آبکش شود.

مرحلهٔ ۳) حرکت شیرهٔ پرورده: پس از ورود آب به آوند آبکشی، فشار در آوند آبکشی افزایش پیدا می‌کند و از فشار در محل مصرف بیشتر می‌شود. در نتیجه شیرهٔ پرورده می‌تواند به سمت محل مصرف حرکت کند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

مرحلهٔ ۴) باربرداری آبکشی: در محل مصرف، مواد آلی شیرهٔ پرورده با روش انتقال فعال و با همکاری سلول‌های همراه، وارد سلول‌های محل مصرف می‌شوند تا در آن ذخیره یا مصرف شوند. به این عمل، باربرداری آبکشی می‌گویند. در نتیجهٔ کاهش مقدار مواد آلی در آوند آبکشی، پتانسیل آب در آوند آبکش افزایش پیدا می‌کند و از پتانسیل آب آوند چوبی بیشتر می‌شود. در نتیجه، آب به درون آوند چوبی برمی‌گردد. شکل، خلاصه‌ای از کل مراحل حرکت شیرهٔ پرورده می‌باشد.



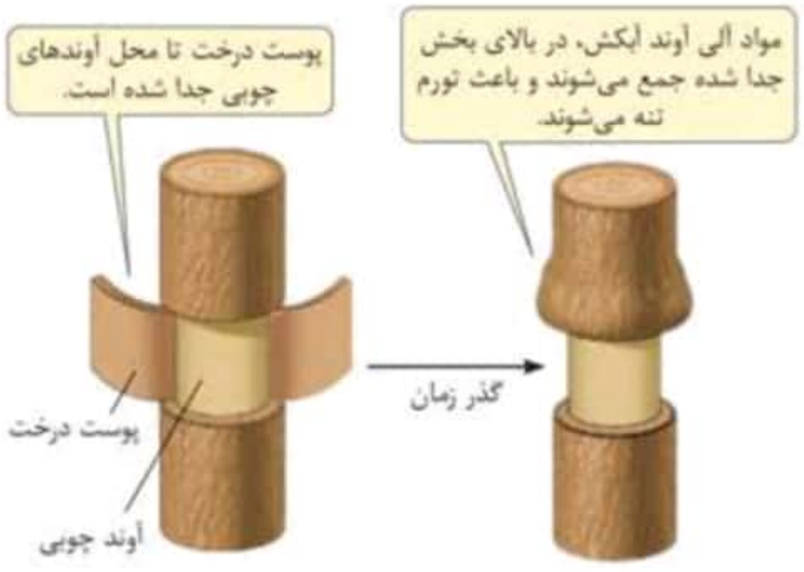
جمع‌بندی

انتقال شیرهٔ پرورده در گیاهان

مرحله	با مصرف انرژی ATP	بدون مصرف انرژی ATP		تغییر فشار در آوند آبکش
	انتقال فعال مواد آلی	انتقال آب	جریان توده‌ای در آوند آبکش	
۱	**بارگیری آبکشی** (از محل منبع به آوند آبکش)	از محل منبع به آوند آبکش (همراه با مواد آلی)	ندارد	افزایش
۲	ندارد	از آوند چوبی به آوند آبکش	ندارد	افزایش
۳	ندارد	همراه با جریان توده‌ای	دارد (آب و مواد آلی)	—
۴	**باربرداری آبکشی** (از آوند آبکش به محل مصرف)	از آوند آبکش به آوند چوبی	ندارد	کاهش

☐ **نشان دادن محل آوند آبکش و جهت حرکت شیرهٔ پرورده**

برای این کار، مطابق شکل روبه‌رو، در بخشی از تنه یک درخت، پوست درخت را به‌طور کامل جدا می‌کنیم. همان‌طور که در فصل قبل گفتیم، بافت آبکش پسین در پوست درخت وجود دارد. بنابراین، در بخشی که پوست درخت جدا شده است، آوند آبکش وجود ندارد و فقط آوندهای چوبی پسین باقی می‌مانند. پس از مدتی، در بخش بالایی یا پایینی (با توجه به جهت حرکت شیرهٔ پرورده) این قسمت، تورمی در تنه مشاهده می‌شود. علت آن این است که حرکت شیرهٔ پرورده در بالای این بخش (یا پایین آن) متوقف می‌شود و تجمع مواد آلی موجود در آوندهای آبکشی در این بخش، منجر به تورم ساقه می‌شود. این موضوع نشان می‌دهد که شیرهٔ پرورده نمی‌تواند توسط آوندهای چوبی جابه‌جا شود و هم‌چنین نشان‌دهندهٔ این است که آوندهای آبکشی، در پوست درخت قرار دارند.



تنظیم تولید و مصرف مواد آلی

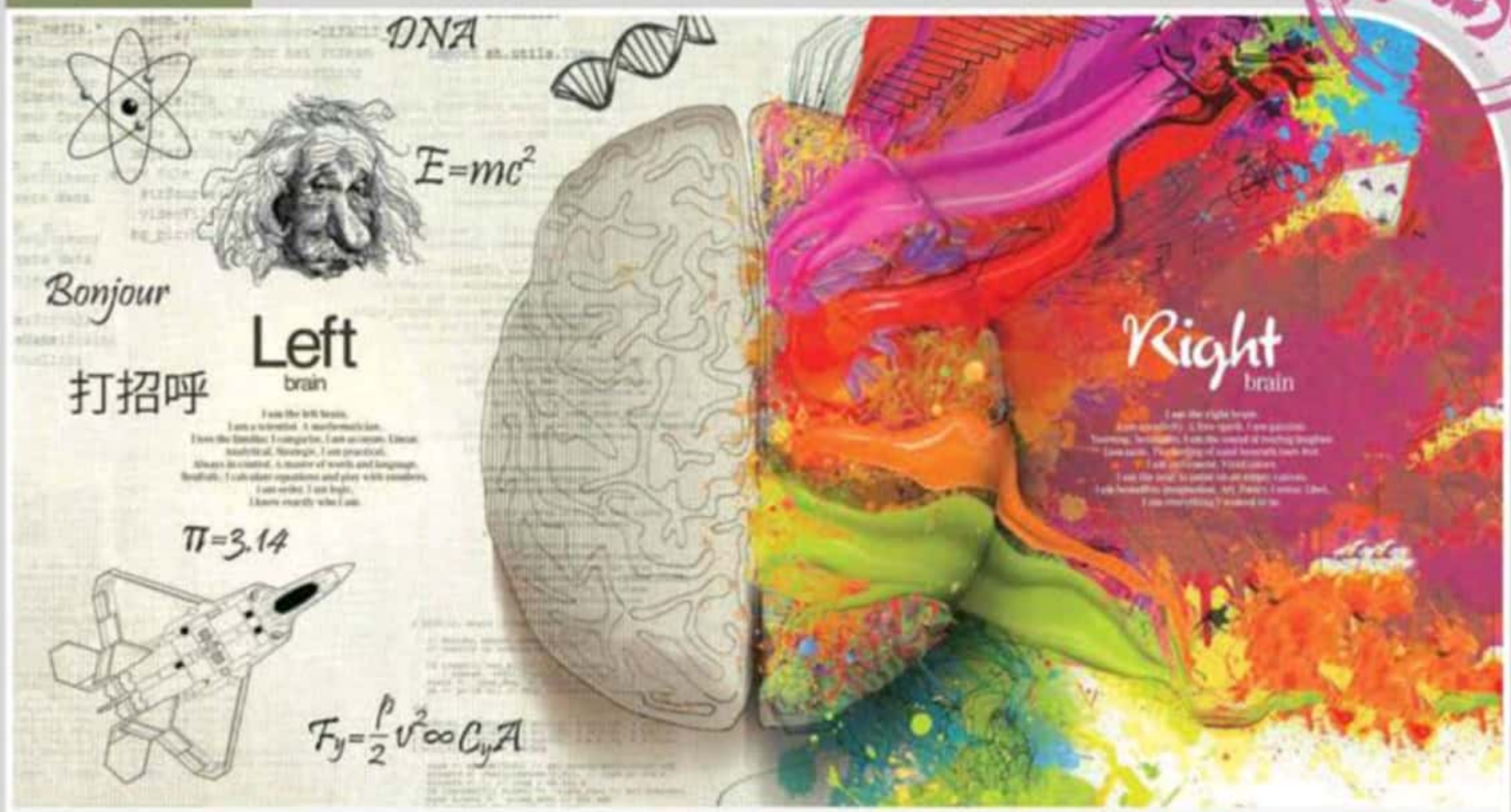
مقدار تولید و مصرف مواد آلی در گیاهان تنظیم می‌شود. برای مثال، در هنگام تولید میوه یا در زمان گلدهی، تعداد محل‌های مصرف گیاه زیاد می‌شود و نیاز به مواد آلی در گیاه افزایش پیدا می‌کند. در این شرایط، محل‌های منبع قادر به تأمین نیاز همهٔ محل‌های مصرف نیستند. برای همین، ممکن است که گیاه اقدام به حذف بخش‌هایی از خود، مانند بعضی گل‌ها، دانه‌ها یا میوه کند. در نتیجه، تعداد محل‌های مصرف کاهش پیدا می‌کند و مقدار کافی مواد آلی به محل‌های مصرف باقی‌مانده می‌رسد.

در باغبانی، برای داشتن میوه‌های درشت‌تر، تعدادی از گل‌ها یا میوه‌های جوان را می‌چینند؛ این کار باعث می‌شود که مقدار بیشتری مواد قندی به میوه‌های باقی‌مانده وارد و درشت‌تر شوند. در نتیجه، درختان میوه‌های کم‌تر ولی درشت‌تری تولید می‌کنند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فصل ۱

سال یازدهم



«هر یک از نیمکره‌های مخ، وظایف خاصی دارند.»

دو نیمکرهٔ مخ، به‌طور همزمان از همهٔ بدن اطلاعات را دریافت و پردازش می‌کنند تا بخش‌های مختلف بدن به‌طور هماهنگ فعالیت کنند. هر نیمکره، کارهای اختصاصی نیز دارد؛ بخش‌هایی از نیمکرهٔ چپ به توانایی در ریاضیات و استدلال مربوط هستند و نیمکرهٔ راست در مهارت‌های هنری تخصص یافته است.

تنظیم عصبی

«مرگ مغزی، نابودی و برگشت‌ناپذیری اعمال عالیهٔ مغز انسان است. با دانش امروزی بشر، در صورتی که وقوع مرگ مغزی در کسی احراز شود، مرگ وی قطعی است. مرگ سلول‌های مغزی بر وجود مرگ قطعی صحّه می گذارد.» این بخشی از کتاب پزشکی قانونی بود که طبق اون، مرگ مغزی و مرگ قطعی، تقریباً معادل هستن. یعنی حتی اگه فردی همهٔ اندام‌هاش به‌طور عالی عمل کنن، ولی مغزش کار نکنه، اون فرد مرده! پس شاید اصلاً اشتباه باشه که ما برای بررسی حیات یک فرد، نفس کشیدن و ضربان قلب رو چک می‌کنیم؛ چون ممکنه کسی نفس بکشه و قلبشم بزنه، اما مرده باشه. پس می‌ریم که با مهم‌ترین دستگاه بدن آشنا بشیم.

این فصل رو در یک نگاه کلی، میشه به دو قسمت تقسیم کرد: بافت عصبی و ساختار دستگاه عصبی. اما هر کدوم از این بخش‌ها، زیرمجموعه‌هایی هم دارند. به نظر من، این فصل یکی از بهترین فصل‌هایی هست که هر کنکوری می‌تونه بخونه. چون هم تعداد زیادی سؤال ازش میاد هم سؤالاتش همیشه ساده و مشخص هستند. ما همیشه تأکید کردیم که سؤالات کنکور کاملاً از متن کتاب هستن، اما در این فصل، تأکیدمون چند برابر هست. باید حتی به بدیهی‌ترین و ساده‌ترین قسمت‌های این فصل هم دقت کنین؛ البته اگه می‌خواین حتماً به سؤالاتش جواب بدین. در این فصل ابتدا با ساختار بافت عصبی و عملکرد نورون‌ها آشنا می‌شیم. بعد از اون، قسمت‌های مختلف دستگاه عصبی از جمله مغز، نخاع و دستگاه عصبی محیطی رو بررسی می‌کنیم و در نهایت، می‌رسیم به دستگاه عصبی جانوران. و در آخر یادتون نره که این مغز هست که تفاوت بین آدم‌های مختلف رو ایجاد می‌کنه نه ظاهر یا زور بازو؛ هر کی پرمغزتر، بهتر:

«هر آن کس که اندر سرش مغز نیست همه رای و گفتار او نغز نیست»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکروطبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تستای این ۳ تا کتاب لذت ببری. 😊

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

یاخته‌های بافت عصبی

درسنامهٔ ۱ یاخته‌های بافت عصبی

این فصل خیلی فصل مهمیه. هرچند اکثر سؤالاتش حفظی هستند، اما به هر حال مباحث بسیار سفت هم داره! پس از اولش با دقت بخونین تا کامل یاد بگیرین.

بافت عصبی

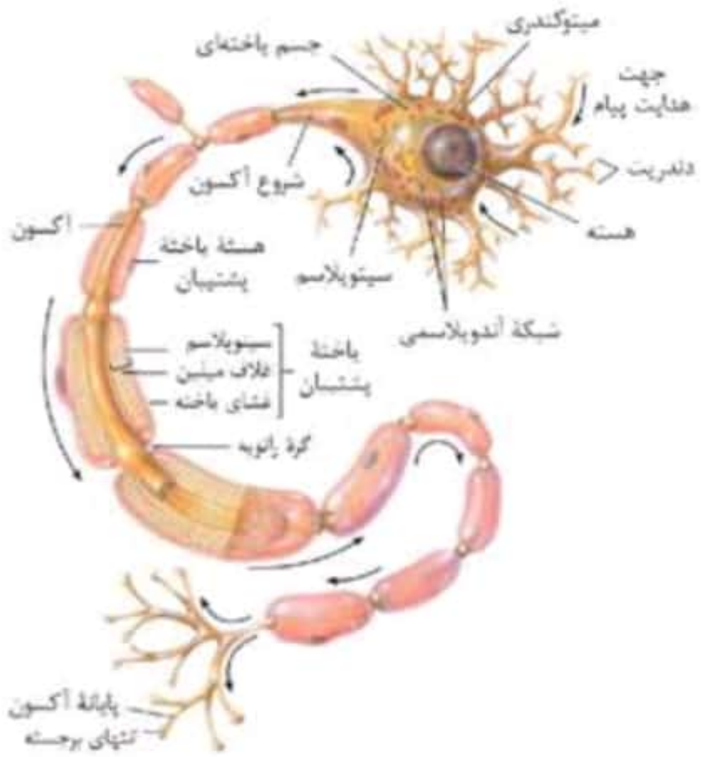
آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] یاخته‌های عصبی (نورون‌ها)[1]، **یاخته‌های اصلی** بافت عصبی هستند. این یاخته‌ها، با یاخته‌های بافت‌های دیگر مانند یاخته‌های ماهیچه ارتباط دارند.

یادآوری در علوم هشتم خواندیم که در بافت عصبی، یاخته‌هایی وجود دارند که فعالیت عصبی ندارند و به نورون‌ها کمک می‌کنند. به این یاخته‌ها، **یاخته‌های پشتیبان** می‌گویند.

پس در بافت عصبی، دو نوع یاخته وجود دارد:

۱- یاخته‌های عصبی، که یاخته‌های اصلی بافت محسوب می‌شوند.

۲- یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها)، که فراوان‌ترین یاخته‌های بافت عصبی هستند و به عملکرد یاخته‌های عصبی کمک می‌کنند.



نورون‌ها

☐ ساختار نورون‌ها

گفتیم که بافت عصبی از یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) و یاخته‌های پشتیبان تشکیل شده است. هر نورون، از سه بخش تشکیل شده است:

۱- جسم یاخته‌ای: محل قرارگیری هسته است. به جسم یاخته‌ای، رشته‌هایی متصل هستند که دندریت (دارینه) و آکسون (آسه) نام دارند. هم‌چنین، جسم یاخته‌ای بیشتر اندامک‌های نورون را دارد و **محل اصلی انجام سوخت و ساز** یاخته‌های عصبی است.

نکته جسم یاخته‌ای در هر نورون، مقدار زیادی از سیتوپلاسم یاخته را به خود اختصاص می‌دهد.

نکته اغلب اندامک‌های نورون، در جسم یاخته‌ای قرار دارند؛ البته بعضی از اندامک‌ها مثل هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی، فقط در جسم یاخته‌ای دیده می‌شوند و در رشته‌های نورون نیستند. با توجه به کتاب درسی می‌دانیم که در پایانهٔ آکسون، تعداد فراوانی میتوکندری وجود دارد.

نکته به‌طور کلی، دو نوع رشته به جسم یاخته‌ای متصل می‌شوند: ۱- دندریت که پیام را وارد جسم یاخته‌ای می‌کند و ۲- آکسون که پیام را از جسم یاخته‌ای تا انتهای خود هدایت می‌کند.

پس در واقع، جسم یاخته‌ای مرکز فرماندهی یاخته است و بخش اصلی سوخت‌وساز یاخته رو هم انجام می‌ده. یکی از اعمال سوخت‌وسازی که جسم یاخته‌ای انجام می‌ده، تولید ناقل عصبی است که آخر همین گفتار راجع بهش صحبت می‌کنیم.

نکته جسم یاخته‌ای می‌تواند پیام عصبی را از دندریت دریافت کند. هم‌چنین، در محل سیناپس، جسم یاخته‌ای می‌تواند پیام عصبی را از پایانهٔ آکسون یک نورون دیگر دریافت کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۶ یازدهم] بعضی از یاخته‌ها، به‌طور موقت یا دائم، توانایی تقسیم را ندارند و وارد مرحلهٔ G_0 چرخهٔ یاخته‌ای می‌شوند. نورون‌ها، جزء این یاخته‌ها هستند. در واقع، نورون‌ها به ندرت تقسیم می‌شوند.

۲- دندریت‌ها: رشته‌هایی هستند که پیام عصبی را دریافت و به جسم یاخته‌ای وارد می‌کنند.

۳- آکسون‌ها: رشته‌هایی هستند که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای تا انتهای خود هدایت می‌کنند. در انتهای آکسون، بخش‌های برجسته‌ای وجود دارند که به آن‌ها، **پایانهٔ آکسونی** گفته می‌شود. در محل پایانهٔ آکسون، نورون با یک یاختهٔ دیگر ارتباط برقرار می‌کند و پیام عصبی از نورون به یاختهٔ بعدی منتقل می‌شود.

نکته انتقال پیام عصبی از یک نورون به یک یاختهٔ دیگر، فقط در محل پایانهٔ آکسون انجام می‌شود. ولی هر سه بخش نورون می‌توانند پیام عصبی را از یاخته‌های دیگر دریافت کنند. حتی آکسون هم می‌تواند پیام را از جسم یاخته‌ای یا در محل سیناپس از یک یاختهٔ عصبی دیگر دریافت کند.

نکته جهت هدایت پیام عصبی در نورون، همواره **یک طرفه** است و به سمت پایانهٔ آکسون می‌باشد.

۱- به طور کلی، متن درسنامه‌ها با استفاده از معادل‌های اصلی و علمی کلمات نوشته شده است، ولی جهت آشنایی با معادل‌های فارسی، حداقل یک بار هر معادل به کار رفته است. در تست‌ها نیز، فقط سؤالات کنکور و آزمون با معادل‌های فارسی نوشته شده‌اند و در پاسخ‌نامهٔ این سؤالات هم، هر دو معادل فارسی و لاتین استفاده شده‌اند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

هواستون باشه که پیام از هر بخشی از نورون می‌تونه شروع بشه اما در هر صورت به سمت پایانهٔ آکسون می‌ره. یعنی مثلاً ممکنه که پیام از دندریت شروع بشه و به پایانهٔ آکسون برسه یا اینکه حتی از وسط آکسون شروع بشه و به سمت پایانهٔ آکسون بره. چیزی که مهمه اینه که مقصد همه یکیه!

دندریت ← جسم یاخته‌ای ← آکسون ← **پایانهٔ آکسون**

□ عملکردهای نورون‌ها

یاخته‌های عصبی، دارای سه عملکرد خاص هستند:

۱- تحریک‌پذیری و تولید پیام عصبی: یاخته‌های عصبی، تحت تأثیر محرک‌ها، تحریک می‌شوند و پیام عصبی تولید می‌کنند.

نکته تحریک‌پذیری فقط ویژگی یاخته‌های عصبی نیست و در بعضی از یاخته‌های دیگر بدن هم دیده می‌شود. مثلاً یاخته‌های بافت هادی قلب، خاصیت تحریک‌پذیری دارند. علاوه‌بر این، در فصل بعد با انواعی از گیرنده‌های حسی آشنا می‌شویم که یاختهٔ عصبی نیستند ولی می‌توانند پیام عصبی را تولید و هدایت کنند.

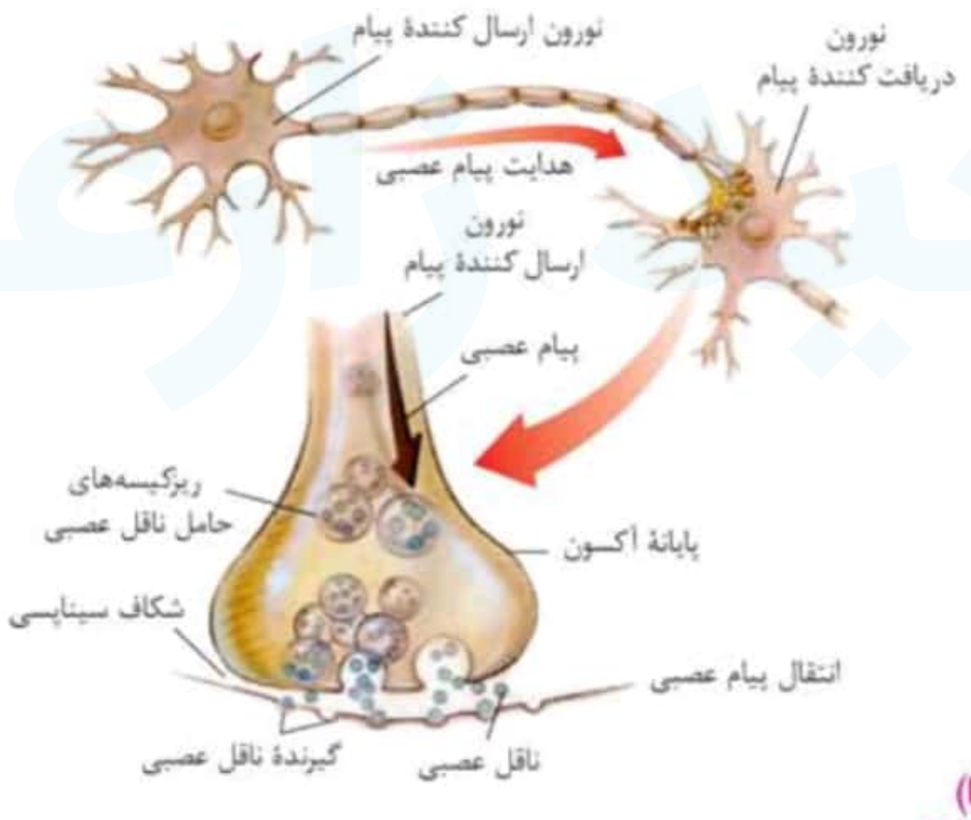
۲- هدایت پیام عصبی: پیام عصبی، در طول نورون‌ها هدایت می‌شود و به سمت پایانهٔ آکسون می‌رود.

۳- انتقال پیام عصبی: در محل پایانهٔ آکسون، نورون با یاختهٔ دیگری ارتباط برقرار می‌کند و پیام خود را به یاختهٔ بعدی منتقل می‌کند.

نکته هدایت پیام عصبی، **در طول یک نورون** انجام می‌شود اما انتقال پیام عصبی **از یک نورون به یک یاختهٔ دیگر** می‌باشد. یاختهٔ دریافت‌کنندهٔ پیام عصبی، می‌تواند یک نورون دیگر، یک یاختهٔ ماهیچه‌ای یا یک یاختهٔ غده باشد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۲ یازدهم] گیرندهٔ حسی، یاخته یا بخشی از آن است که اثر محرک را دریافت کرده، می‌تواند آن را به پیام عصبی تبدیل و سپس، به دستگاه عصبی مرکزی ارسال کند. پس گیرنده‌های حسی هم سه عملکرد تحریک‌پذیری، هدایت پیام و انتقال پیام را دارند. البته، گروهی از گیرنده‌های حسی در اصل یاختهٔ عصبی هستند، نه غیر عصبی.

تحریک نورون | تولید پیام عصبی | هدایت پیام عصبی در طول نورون | انتقال پیام عصبی به یاختهٔ بعدی



یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا)

این یاخته‌های عصبی ما، فعالیت همه‌جای بدن رو کنترل می‌کنن و یه‌جوری میشه گفت فرماندهٔ کل بدن هستن. اما خودشون به تنهایی نمی‌تونن کاراشون رو انجام بدن و نیاز به پشتیبان دارن! گفتیم که در بافت عصبی، به‌جز یاخته‌های عصبی، یاخته‌های غیرعصبی یا همان یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا) نیز وجود دارند.

نکته تعداد نوروگلیاها چند برابر نورون‌هاست و انواع مختلفی دارند که هر کدام، وظیفهٔ خاصی را برعهده دارند.

یاخته‌های پشتیبان، وظایف مختلفی را در بافت عصبی برعهده دارند:

۱- ایجاد داربست برای استقرار یاخته‌های عصبی: برای این‌که نورون‌ها در جای مربوط به خودشان مستقر شوند، لازم است که گروهی از نوروگلیاها، داربستی برای قرارگیری آن‌ها ایجاد کنند. در واقع، این داربست محل قرارگیری هر نورون را مشخص می‌کند.

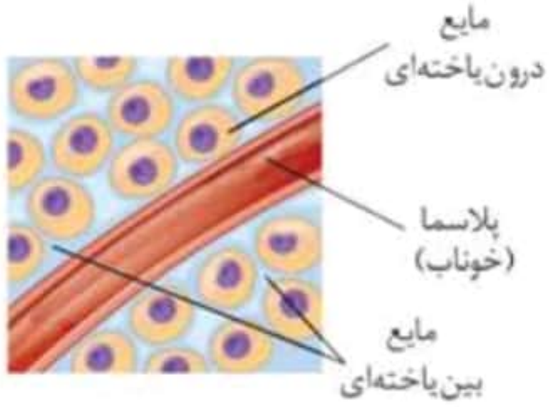
۲- دفاع از یاخته‌های عصبی در برابر عوامل بیماری‌زا[1]

۳- حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف یاخته‌های عصبی: در ادامهٔ فصل می‌خوانیم که فعالیت نورون‌ها، وابسته به یون‌های موجود درون یاخته و بیرون یاخته است. بنابراین، لازم است که مقدار یون‌ها در مایع بین‌یاخته‌ای تنظیم شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] محیط جانداران همواره در تغییر است؛ اما جاندار می‌تواند وضع درونی پیکر خود را در حد ثابتی نگه دارد. این توانایی، مربوط به یکی از ویژگی‌های مشترک حیات به‌نام هم‌ایستایی (هومئوستازی) است.

۱- یاخته‌های میکروگلیا، گروهی از نوروگلیاها هستند که در دفاع بافت عصبی نقش دارند. این سلول‌ها، در واقع ماکروفاژهایی هستند که از تمایز مونوسیت‌ها در بافت عصبی ایجاد می‌شوند.

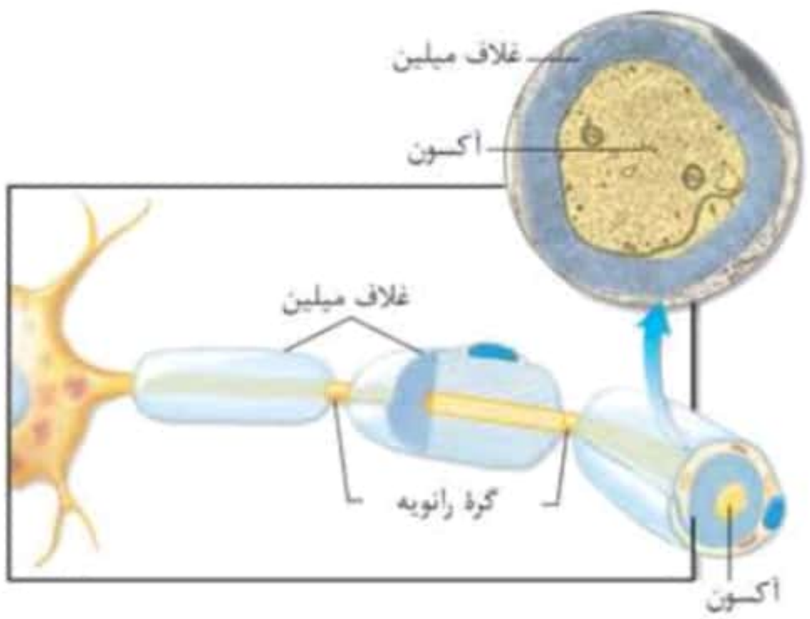
@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی



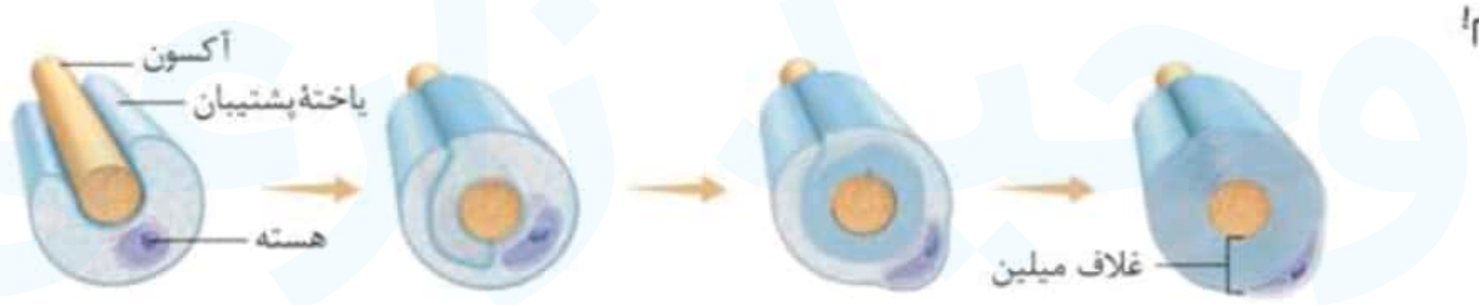
آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] فضای بین یاخته‌های بدن انسان را **مایع بین‌یاخته‌ای** پر کرده است. این مایع، محیط زندگی یاخته‌هاست. یاخته‌ها، مواد لازم (اکسیژن و مواد مغذی) را از این مایع دریافت می‌کنند و مواد دفعی مانند کربن دی‌اکسید را به آن می‌دهند تا به کمک خون از بدن دفع شود. ترکیب مواد در مایع بین‌یاخته‌ای، شبیه خوناب (پلاسما) است و مایع بین‌یاخته‌ای به‌طور دائم مواد مختلفی را با خون مبادله می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۵ دهم] حفظ وضعیت درونی بدن در **محدوده‌ای ثابت**، برای تداوم حیات، ضرورت دارد. مجموعه اعمالی را که برای **پایدار نگه‌داشتن وضعیت درونی جاندار** انجام می‌شود، **هم‌ایستایی (هومئوستازی)** می‌نامند. هم‌ایستایی از **ویژگی‌های اساسی همهٔ موجودات زنده** است.

۴- ساخت غلاف میلین: در اطراف دندریت و آکسون **بسیاری از نورون‌ها**، غلاف میلین وجود دارد. غلاف میلین، پوششی در اطراف نورون‌هاست که آن‌ها را عایق‌بندی می‌کند. در دندریت یا آکسونی که میلین دارد، قسمت‌هایی از رشته فاقد غلاف میلین هستند که به آن‌ها، **گرهٔ رانویه** گفته می‌شود. راجع به عملکرد غلاف میلین، آخر همین گفتار بیشتر صحبت می‌کنیم.



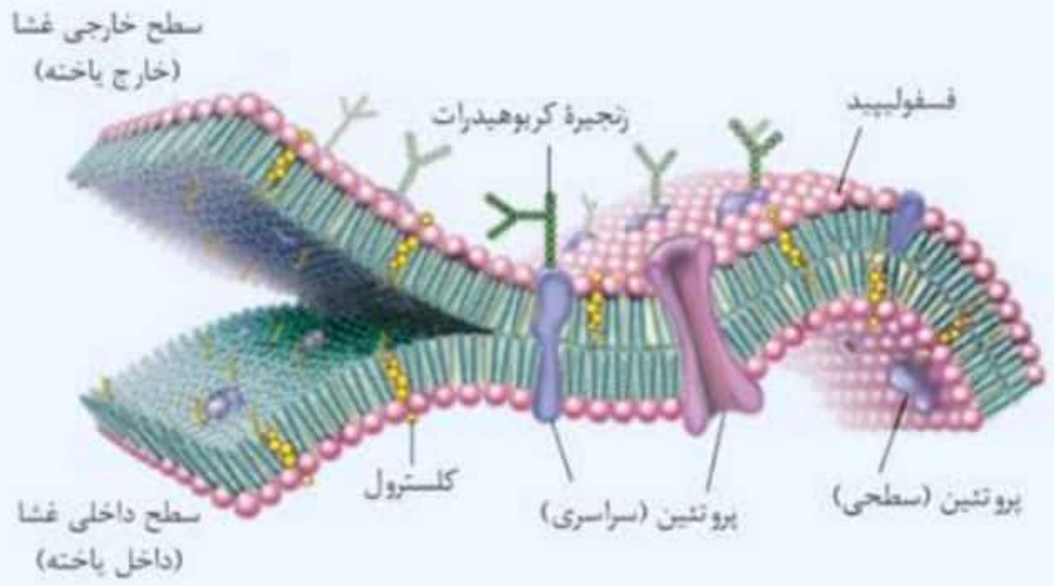
غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان می‌سازند. برای ساخت غلاف میلین، یاختهٔ پشتیبان چندین دور به دور رشتهٔ یاختهٔ عصبی می‌پیچد. برای درک بیشتر به شکل توجه کنید. *در واقع غلاف میلین، همون غشای یاختهٔ پشتیبان است. یاختهٔ پشتیبان، چندین بار دور غشای آکسون یا دندریت می‌پیچه و یک عایق ایجاد می‌کنه. بنابراین، جنس غلاف میلین از جنس غشای یاخته است. ایشالا یادتون هست که جنس غشا چی بود؟ اگه نه، آن‌چه گذشت زیر رو بخونین از کتاب میکرو دهم!*



نکته غلاف میلین، پوششی چندلایه (نه یک‌لایه) در اطراف غشای آکسون یا دندریت است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] **ساختار غشای یاخته:** غشا از مولکول‌های لیپیدی، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها تشکیل شده است.

بخش لیپیدی غشا، از مولکول‌های فسفولیپید و کلسترول تشکیل شده است. فسفولیپیدها، **فراوان‌ترین مولکول‌های غشا** هستند و در بین آن‌ها، مولکول‌های کلسترول قرار گرفته‌اند. همانطور که در شکل مشخص است، بخش لیپیدی غشا به‌صورت **دولایه** قرار دارد و پروتئین‌ها نیز در بین فسفولیپیدها قرار می‌گیرند.



بخش پروتئینی غشا، شامل دو گروه پروتئین است. گروهی از پروتئین‌ها در سراسر عرض غشا وجود دارند. گروهی دیگر از پروتئین‌های غشا، فقط در یک سطح غشا قرار دارند و کل عرض غشا را طی نمی‌کنند.

بخش کربوهیدراتی غشا، فقط در سطح خارجی قابل مشاهده است. در این سطح، کربوهیدرات‌ها، به‌صورت **زنجیره‌ای از مونوساکاریدها** (واحدهای سازندهٔ مولکول‌های قندی) با مولکول‌های فسفولیپیدی و پروتئینی در تماس هستند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

انواع یاخته‌های بافت عصبی

نوع یاختهٔ بافت عصبی	یاختهٔ عصبی (نورون)	یاختهٔ غیرعصبی (نوروگلیا یا پشتیبان)
تحریک‌پذیری و تولید، هدایت و انتقال پیام عصبی	دارد	ندارد
رشته‌های سیتوپلاسمی	دندریت + آکسون	ندارد
توانایی تولید غلاف میلین	ندارد	دارد
فراوانی در بافت عصبی	کمترین	بیشترین
توانایی تقسیم	ندارد[1]	دارد

درس‌نامهٔ ۲ انواع نورون‌ها

انواع نورون‌ها، **از نظر کاری که انجام می‌دهند**، به سه نوع مختلف تقسیم می‌شوند:

۱- **نورون‌های حسی:** این نورون‌ها، پیام‌های حسی را از گیرنده‌های حسی دریافت می‌کنند و به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند.

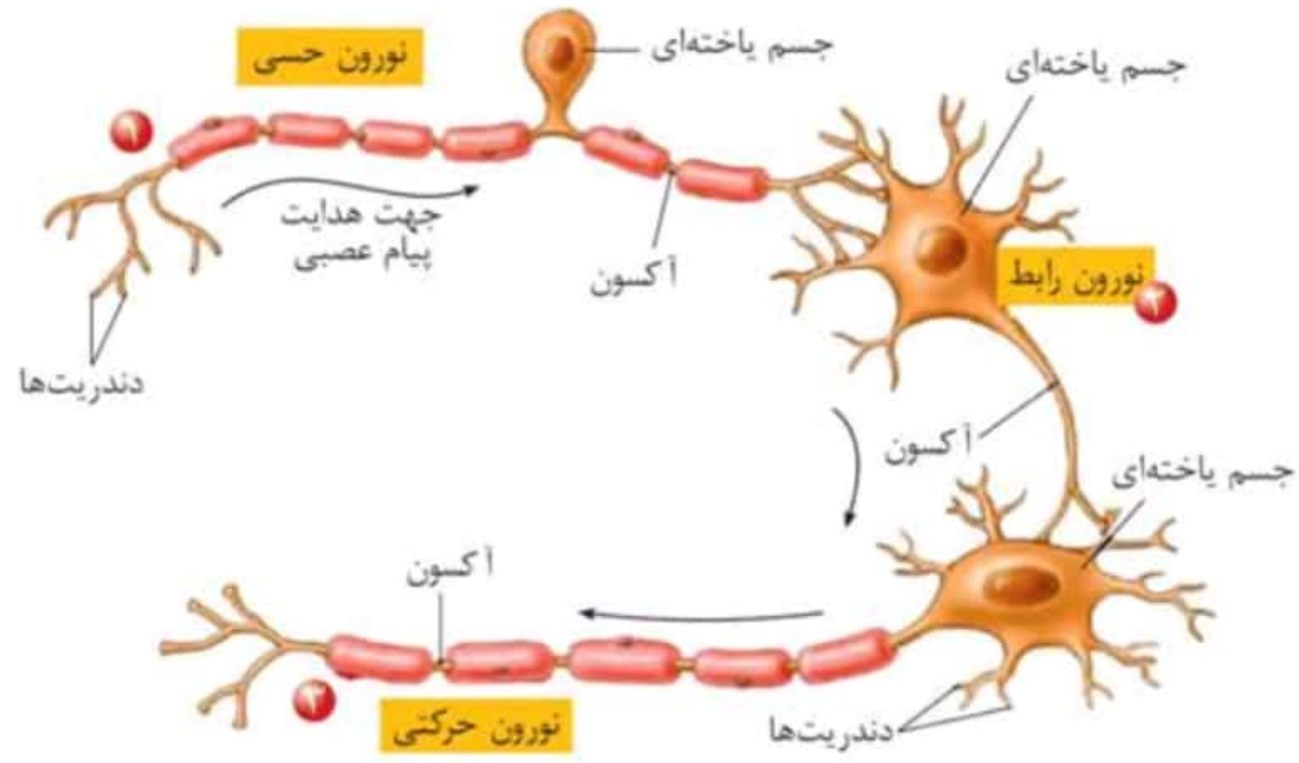
ما تا الان کلی گیرندهٔ حسی می‌شناسیم! از کجا؟ از کتاب دهم! خُب احتمالاً یادتون نیست پس بریم برگردیم عقب!

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل‌های ۳ و ۴ دهم] گیرنده‌های فشاری و همچنین گیرنده‌های حساس به تغییرات اکسیژن، کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن، انواعی از گیرنده‌های حسی هستند که پیام عصبی را به بصل‌النخاع در مغز وارد می‌کنند.

۲- **نورون‌های حرکتی:** پیام‌ها را از بخش مرکزی به سوی اندام‌ها مانند ماهیچه‌ها می‌برند. *کلاً هر نورونی که تا الان خوندیم که می‌رفته یه جایی از بدن تاثیر می‌گذاشته، نورون حرکتی بوده! مثلاً نورون‌های حرکتی که از بصل‌النخاع خارج می‌شدن و باعث انقباض ماهیچه‌های دمی می‌شدن.*

۳- **نورون‌های رابط:** این نورون‌ها، **فقط در دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع)** قرار دارند و ارتباط لازم بین نورون‌های حسی و حرکتی را برقرار می‌کنند.

خُب حالا اول یه نگاه به شکل زیر بندازین تا بعد چند تا نکته راجع به انواع این نورون‌ها بگیم.



نکته هر نورون رابط، همواره در ارتباط با **دو نوع نورون دیگر** است؛ نورون حسی و حرکتی.

نکته نورون حسی و حرکتی، بخشی در خارج از دستگاه عصبی مرکزی دارند و بخشی هم در دستگاه عصبی مرکزی. اما نورون رابط فقط در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد. در نورون حسی، جسم یاخته‌ای و دندریت کاملاً خارج از دستگاه عصبی مرکزی هستند ولی بخشی از آکسون وارد دستگاه عصبی مرکزی می‌شود. در نورون حرکتی، دندریت و جسم یاخته‌ای به‌طور کامل در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارند. فقط بخش ابتدایی آکسون نورون حرکتی نیز در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد و ادامهٔ آکسون، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی است.

نکته نورون رابط معمولاً کوتاه‌تر از نورون حسی و حرکتی است.

۱- به جز یاخته‌هایی که یاخته‌های عصبی معمولاً قدرت تقسیم ندارند و به ندرت ممکن است تقسیم شوند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

فعالیت کتاب درسی

ساختار نورون‌ها

چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی بین ساختار سه نوع یاختهٔ عصبی وجود دارد؟

۱- **غلاف میلین:** در نورون حسی و حرکتی، غلاف میلین وجود دارد ولی در نورون رابط، غلاف میلین دیده نمی‌شود. در نورون حسی، هم دندریت و هم آکسون میلین دارند ولی در نورون حرکتی، فقط آکسون میلین دارد.

۲- **دندریت:** در نورون حسی، دندریت طویل و میلین‌دار وجود دارد. در نورون حرکتی و رابط، دندریت‌های کوتاه و بدون میلین دیده می‌شوند. دندریت‌های نورون رابط، انشعابات زیادی دارند.

نکته در نورون حرکتی و رابط، چندین دندریت وجود دارد ولی در نورون حسی، فقط یک دندریت وجود دارد. البته ابتدای دندریت نورون حسی هم دارای انشعاب است.

۳- **جسم یاخته‌ای:** اندازهٔ جسم یاخته‌ای در نورون حسی کم‌ترین و در نورون حرکتی، بیشترین است. جسم یاخته‌ای نورون رابط و حرکتی، در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد ولی جسم یاخته‌ای نورون حسی، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی است.

۴- **آکسون:** در نورون رابط و حرکتی، آکسون بلندترین رشتهٔ نورون است ولی در نورون حسی، طول آکسون از دندریت کم‌تر است. به‌طور کلی، در نورون حسی و رابط، آکسون کوتاه و در نورون حرکتی، آکسون بلند وجود دارد. آکسون در نورون حرکتی و حسی دارای میلین است ولی در نورون رابط، میلین ندارد.

نکته در انتهای آکسون، تعدادی انشعاب وجود دارد که به هر یک از آن‌ها، پایانهٔ آکسون گفته می‌شود.

نکته در هر یاختهٔ عصبی، همواره فقط یک آکسون و فقط یک جسم یاخته‌ای وجود دارد. تعداد دندریت می‌تواند یک (در نورون حسی) یا چند تا (در نورون حرکتی و رابط) باشد.

۵- **عملکرد:** نورون حسی، پیام را به دستگاه عصبی مرکزی نزدیک می‌کند و نورون حرکتی، پیام را از دستگاه عصبی مرکزی خارج می‌کند. نورون رابط، ارتباط بین نورون حسی و حرکتی را برقرار می‌کند و فقط درون دستگاه عصبی مرکزی مشاهده می‌شود.

جمع‌بندی

انواع نورون‌ها

نوع یاختهٔ عصبی	حسی	رابط	حرکتی
غلاف میلین	در دندریت و آکسون	ندارد	فقط در آکسون
تعداد دندریت	۱ (در ابتدا منشعب)	تعداد زیاد (پرانشعاب)	تعداد زیاد
انشعابات دندریت	کم	فراوان	متوسط
طول یاختهٔ عصبی	نسبتاً بلند	کوتاه	نسبتاً بلند
طول رشتهٔ یاختهٔ عصبی	دندریت بلند + آکسون کوتاه	آکسون و دندریت کوتاه (آکسون > دندریت)	دندریت کوتاه + آکسون بلند
عملکرد	انتقال پیام از اندام حس به CNS*	برقراری ارتباط بین نورون حسی و حرکتی	انتقال پیام از CNS به اندام‌ها
محل حضور	دستگاه عصبی مرکزی و محیطی	فقط دستگاه عصبی مرکزی	دستگاه عصبی مرکزی و محیطی

* CNS : دستگاه عصبی مرکزی

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۳ فعالیت الکتریکی نورون (۱): پتانسیل آرامش

این قسمت جزء مباحثی است که خیلی ازش سؤال میاد و معمولاً بچه‌ها هم توش مشکل دارن! برای همین خیلی مفصل و کامل توضیح دادیم تا دیگه همه‌چیز رو بفهمین. پس لطفاً خیلی خوب به متن و شکل دقت کنین تا کامل براتون جا بیفته.

پیام عصبی **در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاختهٔ عصبی** به‌وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا یکسان نیست، در دو سوی غشای یاختهٔ عصبی، مقدار بار الکتریکی متفاوت است و در نتیجه، بین دو سوی آن، **اختلاف پتانسیل الکتریکی** وجود دارد. *تا این‌جا بفوایم به طور ساده بگیم این‌جوری میشه که درون و بیرون یاخته، یون‌هایی وجود دارند که بار الکتریکی ایجاد می‌کنن. این بار الکتریکی، باعث ایجاد پتانسیل الکتریکی می‌شه و چون مقدار بارها در دو سوی غشا یکسان نیست و بینشون اختلاف وجود داره، بوش اختلاف پتانسیل الکتریکی می‌گن.*

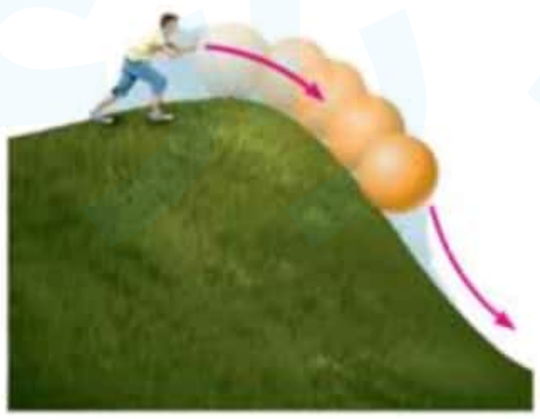
روش اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی نورون

برای اندازه‌گیری پتانسیل نورون، از دو الکترود استفاده می‌شود. یک الکترود، در داخل غشای نورون قرار می‌گیرد و الکترود دیگر، در محیط اطراف نورون. الکترودها، به یک ولت‌متر بسیار حساس متصل می‌شوند که می‌تواند پتانسیل‌های الکتریکی در حد میلی‌ولت را نیز اندازه‌گیری کند. با استفاده از این دستگاه، می‌توان پتانسیل الکتریکی نورون در لحظه‌های مختلف را ثبت کرد. *بریم ببینیم این دستگاه پی واسمون ثبت کرده!*

پتانسیل الکتریکی چیست؟

تعریف انرژی پتانسیل: انرژی پتانسیل، انرژی ذخیره‌شده در ماده یا سامانه است. مثلاً، وقتی که فنری را فشار می‌دهیم و آن را فشرده می‌کنیم، در آن انرژی پتانسیل ذخیره می‌شود. وقتی که فنر را رها می‌کنیم، فشردگی فنر از بین می‌رود. یا اگر توپی در ارتفاع قرار بگیرد، دارای انرژی پتانسیل است و وقتی که رها می‌شود، حرکت می‌کند و انرژی پتانسیل آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. در تعریفی دیگر، انرژی پتانسیل توانایی انجام کار است.

انرژی پتانسیل توپ به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.



انرژی پتانسیل در توپ ذخیره می‌شود.

مواد تمایل دارند از جایی با انرژی پتانسیل بیشتر به جایی با انرژی پتانسیل کم‌تر بروند. *مثلاً، در شکل بالا، انرژی پتانسیل توپ در بالای تپه، بیشترین مقدارش هست و در پایین تپه، انرژی پتانسیلش کم‌ترین مقدار اون هست. حالا وقتی توپ رو ول می‌کنیم، توپ به سمت پایین حرکت می‌کنه؛ از جایی با انرژی پتانسیل بیشتر به جایی با انرژی پتانسیل کم‌تر.*

پتانسیل الکتریکی: وقتی بین دو محل (مثلاً درون یاخته و بیرون یاخته)، اختلاف غلظت بارهای الکتریکی وجود داشته باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد می‌شود. مثلاً، اگر درون یاخته ۱۰۰ بار مثبت وجود داشته باشد و بیرون یاخته ۲۰۰ بار مثبت، پتانسیل الکتریکی درون یاخته نسبت به بیرون آن، ۱۰۰ واحد منفی‌تر است. *دقت کنین که هم بیرون هم داخل، مثبت هستن ولی بار مثبت بیرون بیشتره. پس وقتی می‌خوایم اختلاف پتانسیل رو حساب کنیم می‌گیم:*

اختلاف پتانسیل درون نسبت به بیرون

$$(-100) = (+200) - (+100)$$

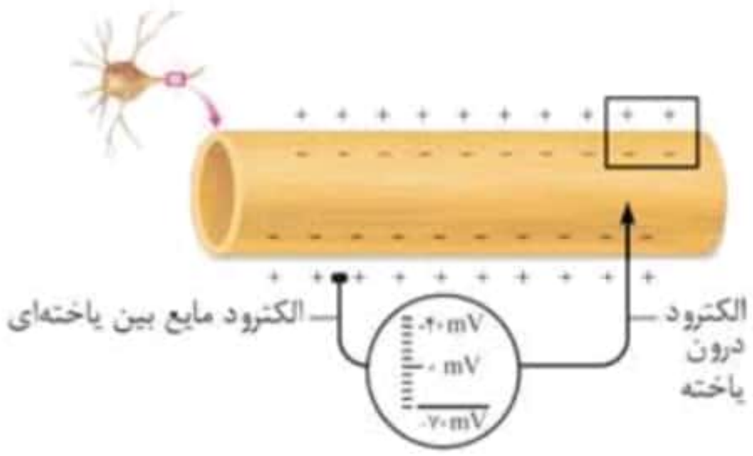
بار بیرون — بار درون

خلاصه بخوایم بگیم، اختلاف پتانسیل یه چیز نسبی هست و پتانسیل الکتریکی، مطلق! یعنی مثلاً می‌تونیم بگیم که پتانسیل درون یاخته ۱۰۰+ هست و پتانسیل بیرون یاخته، ۲۰۰+. در این حالت، اختلاف پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون یاخته، ۱۰۰- است. چیزی که ما باهاش کار داریم، این اختلاف پتانسیل هست. اون دستگاه ولت‌سنج هم برای ما اختلاف پتانسیل رو حساب می‌کنه. اما خب هواستون باشه که در این مبحث، لفظ «پتانسیل» به‌جای «اختلاف پتانسیل» کاربرد داره. اما هر جا می‌گیم پتانسیل، منظورمون همون اختلاف پتانسیل هست. مثلاً، پتانسیل آرامش یعنی اختلاف پتانسیل درون یاختهٔ عصبی نسبت به بیرون یاختهٔ عصبی در حالتی آرامش یافته (وقتی فعالیت عصبی نداره). توضیحات بیشتر رابع به پتانسیل الکتریکی رو هم توی فیزیک می‌فونین.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

پتانسیل آرامش یاخته عصبی

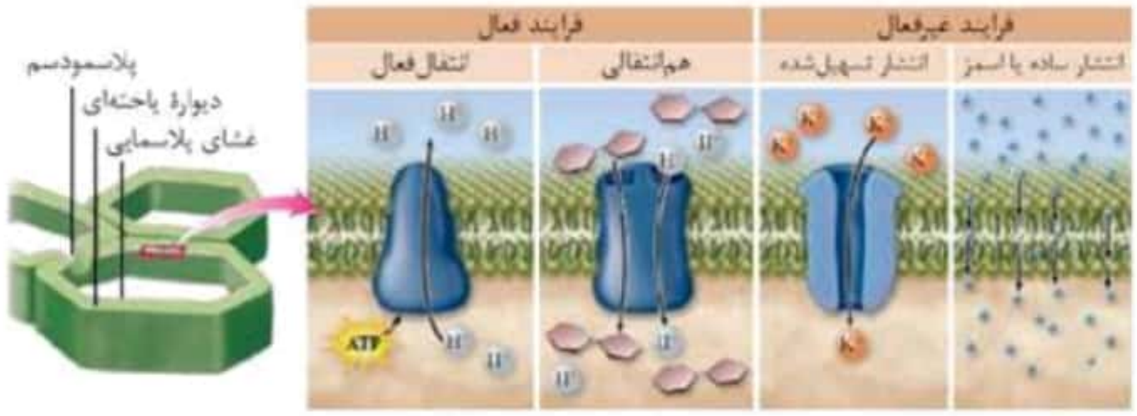
وقتی نورون فعالیت عصبی ندارد، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت برقرار است. به این اختلاف پتانسیل، پتانسیل آرامش می‌گویند. *اما چرا این اختلاف پتانسیل ایجاد میشه؟ چرا غلظت یون‌ها در دو سمت به تعادل نمی‌رسه تا اختلاف پتانسیل صفر بشه؟ این چیزی هست که در ادامه می‌خوایم راجع بهش صحبت کنیم. راستی، اینجا ما نیاز زیادی به روش‌های انتقال مواد از عرض غشا داریم. لطفاً برگردین و از فصل (۲) دهم، این مبحث رو مطالعه کنین. در زیر هم خلاصه‌ای از این مبحث رو از کتاب میکرو دهم آوردیم.*



ثبت پتانسیل آرامش نورون

□ روش‌های عبور مواد از غشا

شکل زیر، انواع روش‌های عبور مواد از غشای یاخته را نشان می‌دهد. فرایندهای عبور مواد، به‌صورت فعال یا غیرفعال می‌باشند. از دو منظر، می‌توان این دو نوع فرایند را مقایسه کرد:



۱- **جهت حرکت مواد:** در فرایندهای غیرفعال، مواد در جهت شیب غلظت خود جابه‌جا می‌شوند. نتیجهٔ نهایی این فرایندها، یکسان‌شدن غلظت در دو سوی غشا می‌باشد.

۲- **مصرف انرژی زیستی:** در فرایندهای غیرفعال، انرژی زیستی مصرف نمی‌شود و انرژی جنبشی عامل حرکت مولکول‌هاست. در فرایندهای فعال، مصرف انرژی زیستی (مثل ATP) برای عبور مواد از غشا لازم است.

انتقال فعال، نوعی فرایند عبور مواد از غشای یاخته است که با کمک پروتئین‌های غشایی، مثل پمپ سدیم ـ پتاسیم، انجام می‌شود. هم‌انتقالی، نوع خاصی از انتقال فعال است که در آن، دو ماده به‌طور همزمان و در یک جهت از غشا عبور می‌کنند.

فرایندهای غیرفعال، به‌صورت انتشار می‌باشند که ممکن است ساده یا تسهیل‌شده باشند. فرق انتشار تسهیل‌شده و انتشار ساده در این است که در انتشار تسهیل‌شده، عبور مولکول‌ها از عرض غشا با کمک پروتئین‌های سراسری غشا انجام می‌شود.

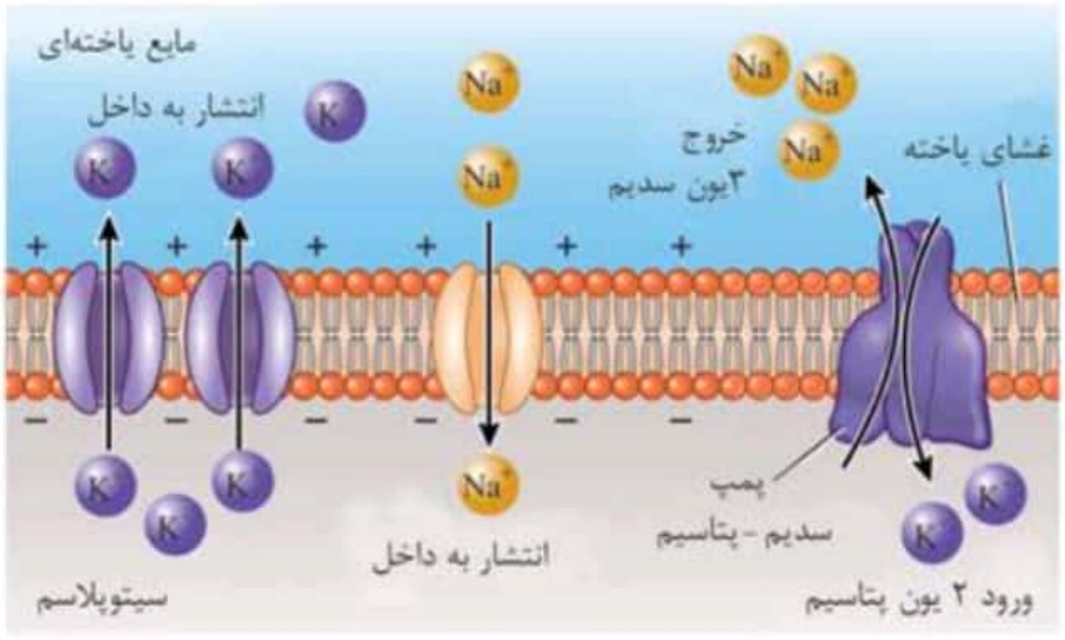
□ وضعیت غلظت یون‌ها در مایع بین یاخته‌ای و درون یاخته

برای بررسی پتانسیل الکتریکی نورون‌ها، ما دو تا یون برامون اهمیت داره: سدیم و پتاسیم.

۱- **یون سدیم (Na^+):** غلظت یون‌های سدیم در بیرون غشا (مایع بین یاخته‌ای) بیشتر از داخل یاخته است. در نتیجه، یون‌های سدیم تمایل دارند در جهت شیب غلظت خود، وارد یاختهٔ عصبی شوند.

۲- **یون پتاسیم (K^+):** غلظت یون‌های پتاسیم در داخل یاخته، بیشتر از مایع بین یاخته‌ای است. در نتیجه، یون‌های پتاسیم تمایل دارند در جهت شیب غلظت خود، از یاختهٔ عصبی خارج شوند.

نکته در حالت استراحت، نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم بیشتر از نفوذپذیری آن نسبت به یون سدیم است. به همین دلیل، مقدار یون سدیمی که وارد یاخته می‌شود، کم‌تر از مقدار یون پتاسیمی است که از یاخته خارج می‌شود؛ پس می‌توان گفت که به‌طور خالص، بار مثبت از یاخته خارج می‌شود و درون یاخته، نسبت به بیرون آن، منفی‌تر می‌شود. شکل، وضعیت یون‌ها در دو سوی غشا، میزان نفوذپذیری غشا به هر یون و فرایندهای مؤثر در جابه‌جایی یون‌ها در حالت آرامش را نشان می‌دهد.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته **انتشار تسهیل‌شدهٔ یون‌ها با کمک کانال‌های یونی**

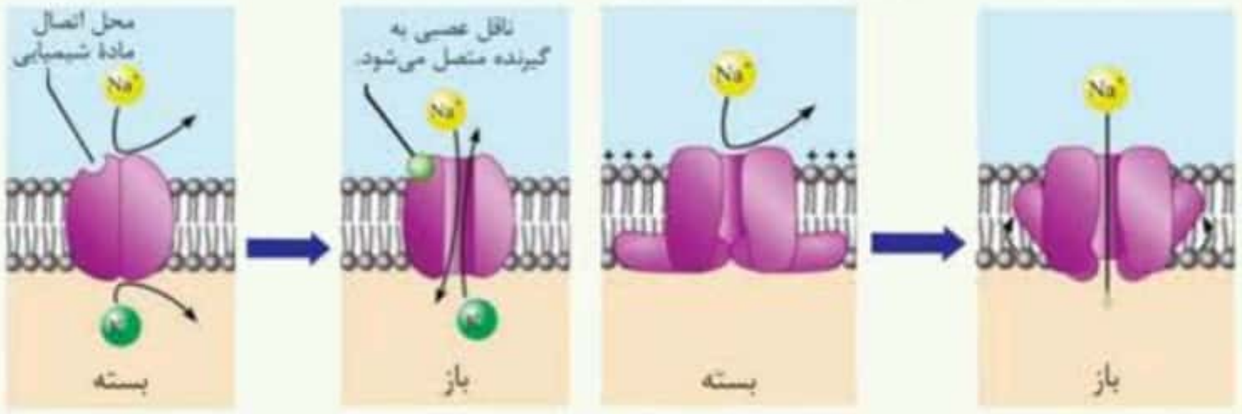
انتشار یون‌های سدیم و پتاسیم در عرض غشای یاخته، با روش **انتشار تسهیل‌شده** انجام می‌شود. در این روش، یون‌ها با کمک پروتئین‌های غشایی جابه‌جا می‌شوند. پروتئین‌هایی که یون‌ها را در انتشار تسهیل‌شده جابه‌جا می‌کنند، کانال نام دارند. دو نوع کانال در غشای یاخته وجود دارد:

۱- **کانال‌های نشتی (همیشه باز):** این کانال‌ها، همیشه باز و فعال هستند. بنابراین، یون‌ها می‌توانند به‌صورت دائمی از طریق آن‌ها منتشر شوند.

۲- **کانال‌های دریچه‌دار:** کانال‌های دریچه‌دار، همیشه باز نیستند و فقط در شرایط خاصی باز می‌شوند. دو نوع کانال دریچه‌دار داریم:

۱- کانال دریچه‌دار ولتاژی زمانی باز می‌شود که اختلاف پتانسیل معینی در یاخته وجود داشته باشد.

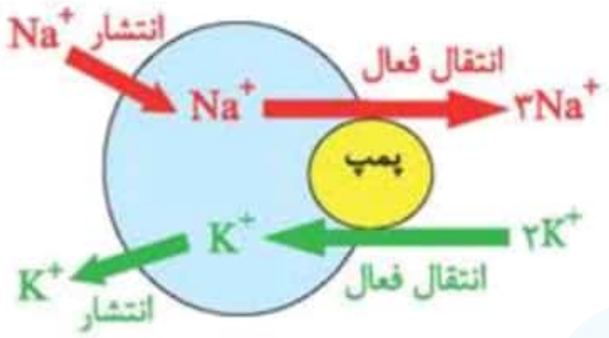
۲- کانال دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی که در پاسخ به مواد شیمیایی باز یا بسته می‌شوند و در غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی وجود دارد.



کانال‌های دریچه‌دار ولتاژی　　کانال‌های دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی

دو عامل، در منفی‌تر بودن پتانسیل درون یاخته در حالت آرامش نقش دارند:

۱- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم و ۲- پمپ سدیم ـ پتاسیم



۱- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم

تأثیر انتشار پتاسیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، یون‌های پتاسیم از طریق کانال‌های نشتی از یاخته خارج می‌شوند. نتیجهٔ خروج پتاسیم از درون یاخته، منفی‌تر شدن درون یاخته است. مثلاً، فرض کنید که در حالت طبیعی، ۲۰۰ یون پتاسیم درون یاخته وجود دارد و بیرون یاخته یون پتاسیمی وجود ندارد. اختلاف پتانسیل یاخته برابر است با[1]:

(+۲۰۰) = (۰) − (+۲۰۰)

اگر انتشار یون‌های پتاسیم تا زمان رسیدن به حالت تعادل ادامه پیدا کند، غلظت یون‌های پتاسیم در دو سمت یاخته برابر می‌شود. بنابراین، اختلاف پتانسیل برابر است با:

(۰) = (+۱۰۰) − (+۱۰۰)

حال اگر تفاوت اختلاف پتانسیل اولیه و ثانویه را محاسبه کنیم، داریم:

(−۲۰۰) = (+۲۰۰) − (۰)

در واقع در حالت دوم نسبت به حالت اول، پتانسیل یاخته منفی‌تر شده است. بنابراین، خروج یون‌های پتاسیم از درون یاخته، باعث منفی‌تر شدن پتانسیل درون یاخته می‌شود.

تأثیر انتشار سدیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، یون‌های سدیم از طریق کانال‌های نشتی به یاخته وارد می‌شوند. نتیجهٔ ورود سدیم به درون یاخته، مثبت‌تر شدن درون یاخته است[2]. مثلاً، فرض کنین که در حالت طبیعی، ۴۰۰ یون سدیم بیرون یاخته وجود دارد و درون یاخته یون سدیمی وجود ندارد. اختلاف پتانسیل یاخته برابر است با:

(−۴۰۰) = (+۴۰۰) − (۰)

نکته *به اشتباهی که بعضیا می‌کنن این هست که فکر می‌کنن در غشای یافته فقط کانال نشتی پتاسیم وجود داره و این کانال، هم سدیم و هم پتاسیم رو عبور می‌ده ولی پتاسیم بیشتری عبور می‌ده! خب این تفکر کاملاً اشتباه هست.* در غشا هم کانال نشتی سدیم و هم کانال نشتی پتاسیم وجود دارد. هر کانال نیز به‌طور اختصاصی عمل می‌کند و یک نوع یون را عبور می‌دهد.

اگر انتشار یون‌های سدیم تا زمان رسیدن به حالت تعادل ادامه پیدا کند، غلظت یون‌های سدیم در دو سمت یاخته برابر می‌شود. بنابراین، اختلاف پتانسیل برابر است با:

(۰) = (+۲۰۰) − (+۲۰۰)

حال اگر تفاوت اختلاف پتانسیل اولیه و ثانویه را محاسبه کنیم، داریم:

(+۴۰۰) = (−۴۰۰) − (۰)

در واقع در حالت دوم نسبت به حالت اول، پتانسیل یاخته مثبت‌تر شده است. بنابراین، ورود یون‌های سدیم به درون یاخته، باعث مثبت‌تر شدن پتانسیل درون یاخته می‌شود.

۱- تمامی اعداد ذکرشده فرضی و فقط برای درک بهتر هستند. علاوه‌بر این، اختلاف پتانسیل محاسبه‌شده نیز فرضی و فقط بر اساس مقایسهٔ تعداد بارها می‌باشد.

۲- دقت داشته باشید که سدیم و پتاسیم، هر دو بار مثبت دارند. بنابراین، ورود سدیم به درون یاخته باعث مثبت‌تر شدن درون یاخته می‌شود. خروج پتاسیم (بار مثبت) از درون یاخته نیز باعث منفی‌تر شدن درون یاخته می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

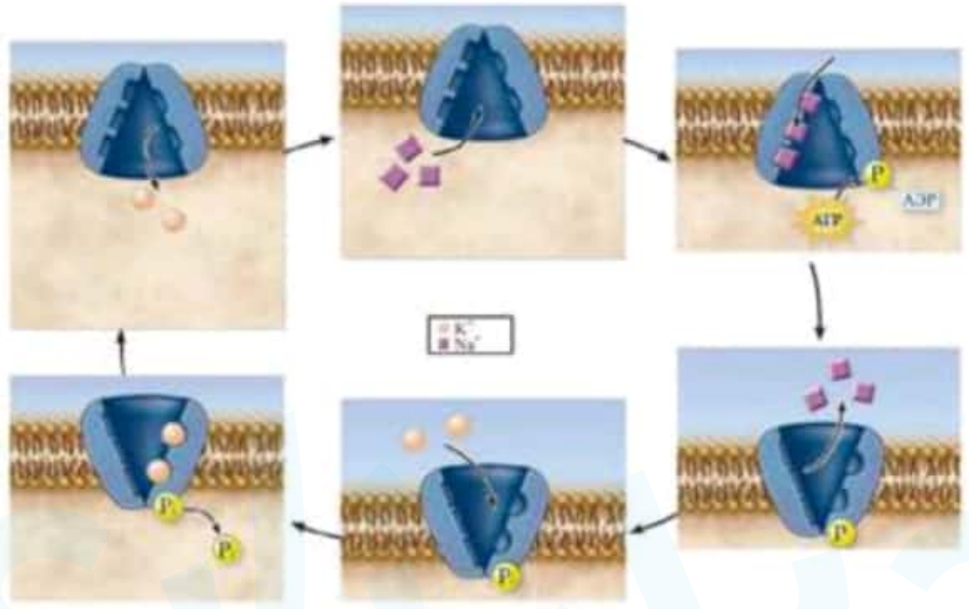
بررسی همزمان تأثیر انتشار سدیم و پتاسیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، تأثیر پتاسیم بر اختلاف پتانسیل یاخته بیشتر است و بنابراین، درون یاخته منفی‌تر است؛ زیرا، نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های پتاسیم بیشتر می‌باشد. مثلاً، اگر انتشار پتاسیم، پتانسیل یاخته را ۱۷۰ واحد منفی کند، انتشار سدیم فقط ۱۰۰ واحد[1] پتانسیل درون یاخته را مثبت می‌کند. بنابراین، اختلاف پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون یاخته برابر است با:

$$(-۱۷۰) + (+۱۰۰) = (-۷۰)$$

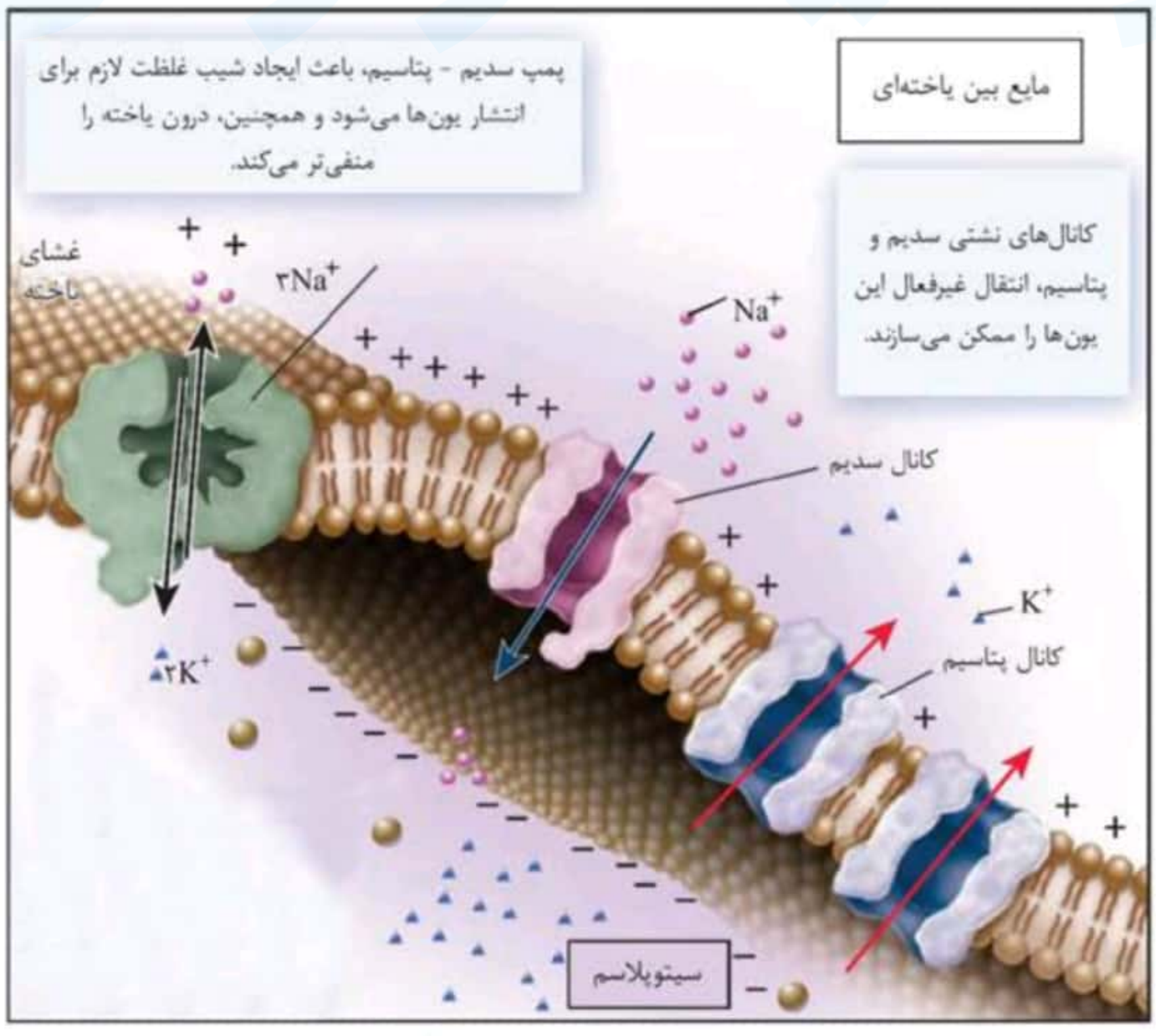
به این پتانسیل ۷۰- میلی‌ولت، پتانسیل آرامش می‌گویند. یک عامل دیگر نیز در ایجاد اختلاف پتانسیل نقش دارند. *اما چه عاملی باعث میشه که غلظت یون‌ها در دو سمت غشا به تعادل کامل نرسه؟ پمپ سدیم ـ پتاسیم!*

۲- پمپ سدیم ـ پتاسیم

پمپ سدیم ـ پتاسیم، پروتئینی است که در غشای یاخته وجود دارد و وظیفهٔ جابه‌جایی یون‌های سدیم و پتاسیم **در خلاف جهت شیب غلظت** را دارد. در واقع، انتقال یون‌ها از طریق این پمپ، با روش **انتقال فعال** و همراه با **مصرف انرژی زیستی (ATP)** است. در هر بار فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم، سه یون سدیم از یاخته خارج و دو یون پتاسیم، وارد یاخته می‌شوند. بنابراین، می‌توانیم بگوییم که **به‌طور خالص، یک بار مثبت از درون یاخته خارج می‌شود** و پتانسیل درون یاخته، منفی‌تر می‌شود.



پمپ سدیم ـ پتاسیم



عوامل مؤثر در ایجاد پتانسیل آرامش

[1] به این معنا نیست که تمامی این اعداد فرضی هستند و مقدار واقعی اعداد متفاوت است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فعالیت کتاب درسی

پتانسیل آرامش

چه تفاوتی بین کار پمپ سدیم ـ پتاسیم و کانال‌های نشتی وجود دارد؟

۱- **نیاز به مصرف انرژی:** پمپ سدیم ـ پتاسیم، با مصرف انرژی ATP یون‌ها را جابه‌جا می‌کند ولی عبور یون‌ها از کانال‌های نشتی، بدون مصرف انرژی زیستی است.

۲- **نوع روش عبور مواد از غشا:** پمپ، جابه‌جایی مواد را با انتقال فعال انجام می‌دهد ولی کانال، با روش انتشار تسهیل‌شده.

۳- **جهت حرکت یون‌ها:** جابه‌جایی یون‌ها با کمک پمپ، در خلاف جهت شیب غلظت انجام می‌شود ولی انتشار یون‌ها از طریق کانال‌های نشتی، در جهت شیب غلظت است. بنابراین، سدیم از طریق کانال وارد یاخته ولی پتاسیم از یاخته خارج می‌شود. اما پمپ، سدیم را از یاخته خارج و پتاسیم را وارد می‌کند.

پمپ سدیم ـ پتاسیم، با مصرف ATP، یون‌ها را جابه‌جا می‌کند. انرژی لازم برای عبور یون‌ها از کانال‌های نشتی چگونه تأمین می‌شود؟

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] انتشار، جریان مواد از جای پرغلظت به جای کم‌غلظت (در جهت شیب غلظت) است. در این روش، مواد به دلیل داشتن انرژی جنبشی می‌توانند منتشر شوند.

چرا در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته‌های عصبی از بیرون آن‌ها کم‌تر است؟

دو عامل، در کم‌تر بودن بار مثبت درون یاخته نسبت به بیرون آن، نقش دارند:

۱- نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم بیشتر است. در نتیجه، تعداد یون‌های پتاسیم خارج‌شده از یاخته بیشتر از سدیم‌های واردشده است.

۲- در هر بار فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم، سه یون سدیم از یاخته خارج می‌شود و دو یون پتاسیم وارد یاخته می‌شوند. بنابراین، به‌طور خالص یک بار مثبت از یاخته خارج می‌شود.

حالا که تا اینجا اومدیم و دیگه تموم شده پتانسیل آرامش، یه چند تا نکتهٔ ترکیبی با کتاب دهم بگیم. این نکات، رابع به سدیم و پتاسیم هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] لوزالمعده، مقدار زیادی بیکربنات **سدیم** ترشح می‌کند. بیکربنات، اثر اسید معده را خنثی و درون دوازدهه را قلیایی می‌کند. به این ترتیب دیوارهٔ دوازدهه از اثر اسید حفظ و محیط مناسب برای فعالیت آنزیم‌های لوزالمعده فراهم می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] جذب گلوکز و بیشتر آمینواسیدها در رودهٔ باریک، همراه با **سدیم** و با روش هم‌انتقالی است. در این روش، **سدیم** از طریق انتشار تسهیل‌شده وارد یاخته می‌شود و انرژی لازم برای ورود گلوکز به درون یاخته نیز از انرژی شیب غلظت سدیم تأمین می‌شود. شیب غلظت **سدیم**، با فعالیت پمپ **سدیم ـ پتاسیم** حفظ می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] برای تبادل مواد در مویرگ‌ها، مولکول‌هایی که انحلال آن‌ها در لیپیدهای غشا، کم است، مثل گلوکز و یون‌های **سدیم** و **پتاسیم**، از طریق منافذ منتشر می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] مصرف زیاد نمک (افزایش **سدیم**)، می‌تواند به خیز منجر شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] وجود یون‌های **سدیم** و **پتاسیم** در خوناب (پلاسما)، اهمیت زیادی دارد؛ چون در فعالیت یاخته‌های بدن نقش کلیدی دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] در نفرون‌ها، بعضی از سموم، داروها، یون‌های هیدروژن و **پتاسیم** اضافی به‌وسیلهٔ ترشح دفع می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] غدهٔ فوق‌کلیه، هورمون آلدوسترون را ترشح می‌کند. هورمون آلدوسترون با اثر بر کلیه‌ها، بازجذب **سدیم** را باعث می‌شود. در نتیجهٔ بازجذب **سدیم**، بازجذب آب هم در کلیه‌ها افزایش می‌یابد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۷ دهم] در غشای یاخته‌های نگهبان روزنه، پمپ‌هایی وجود دارند که یون **پتاسیم** را جابه‌جا می‌کنند. تغییر غلظت پتاسیم در یاخته‌های نگهبان روزنه، منجر به تغییر حجم یاخته و در نتیجه، باز و بسته‌شدن روزنه می‌شود.

تا اینجا فکر می‌کنم دیگه بسه سدیم و پتاسیم! بریم ادامهٔ بحث هورمون.

درسنامهٔ ۴

فعالیت الکتریکی نورون (۲) : پتانسیل عمل

اگه تا اینجاشو خوب فهمیده باشین، دیگه بقیش کاری نداره! پس لطفاً اول مباحث قبلی رو خوب مسلط بشین بعد بیاین اینجا.

پتانسیل عمل چیست؟

وقتی که نورون تحریک می‌شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا **به‌طور ناگهانی** تغییر می‌کند و داخل یاخته از بیرون آن، **مثبت‌تر** می‌شود. به این تغییر، **پتانسیل عمل** می‌گویند. پس از مدت کوتاهی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برمی‌گردد. *پس وقتی که یاخته عصبی تحریک میشه، در واقع اختلاف فقط کم داخل یاخته مثبت‌تر میشه. حالا قبل از این‌که ادامهٔ متن رو بخونین، به این فکر کنین که چه چیزی بود که باعث می‌شد درون [illegible]*

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

پتانسیل عمل چگونه ایجاد می‌شود؟

۱- **پتانسیل آرامش:** گفتیم که در غشای یاخته، **کانال‌های نشتی** و **کانال‌های دریچه‌دار** وجود دارند. گروهی از کانال‌های دریچه‌دار، با تغییر اختلاف پتانسیل باز می‌شوند و یون‌ها را عبور می‌دهند. گروهی دیگر از کانال‌ها نیز تحت تأثیر مواد شیمیایی (مثل ناقل‌های عصبی) باز می‌شوند.

در حالت آرامش، کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند و فقط کانال‌های نشتی غشا می‌توانند انتشار تسهیل‌شدهٔ یون‌ها را انجام دهند. در نتیجهٔ نفوذپذیری غشا برای پتاسیم نسبت به سدیم و هم‌چنین فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم، اختلاف پتانسیل غشا در حالت آرامش، **مقداری منفی و برابر با ۷۰- میلی‌ولت است.**

۲- **شروع پتانسیل عمل:** وقتی که غشای نورون تحریک می‌شود، **ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیم باز می‌شوند** و یون‌های سدیم فراوانی وارد یاخته می‌شوند. گفتیم که ورود یون سدیم به درون یاخته، منجر به مثبت‌تر شدن درون یاخته می‌شود. بنابراین، با ورود سدیم به درون یاخته، پتانسیل الکتریکی درون یاخته مثبت‌تر می‌شود.

۳- **رسیدن به قلهٔ پتانسیل عمل:** در نتیجهٔ ورود شدید یون سدیم به درون یاختهٔ عصبی، تراکم یون سدیم (دارای بار مثبت) درون یاختهٔ عصبی افزایش می‌یابد و پتانسیل درون غشا مثبت‌تر می‌شود. زمانی که **حداکثر مقدار بارهای مثبت درون یاختهٔ عصبی** وجود داشته باشد (حداکثر مقدار یون سدیم درون یاختهٔ عصبی)، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا برابر با ۳۰+ میلی‌ولت می‌شود.

نکته کانال‌های دریچه‌دار سدیمی برای **مدت کوتاهی باز هستند** و پس از رسیدن اختلاف پتانسیل غشا به ۳۰+ میلی‌ولت بسته می‌شوند.

نکته زمانی که اختلاف پتانسیل غشای یاخته به ۳۰+ میلی‌ولت می‌رسد، برای یک لحظه، همهٔ کانال‌های دریچه‌دار غشای یاخته بسته هستند.

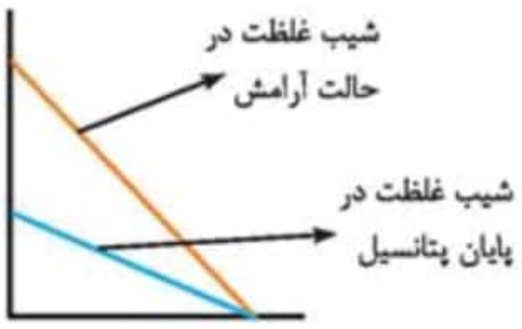
نکته دقت داشته باشید که در اختلاف پتانسیل ۳۰+ میلی‌ولت، فقط کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و نمی‌توان گفت که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی هم بسته می‌شوند؛ *چون کانال‌های پتاسیمی از قبل بسته هستن و چیزی هم که بسته هست، دوباره بسته نمیشه!*

سپس، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم باز می‌شوند و یون‌های پتاسیم از یاخته خارج می‌شوند. گفتیم که نتیجهٔ خروج یون پتاسیم از درون یاخته، منفی‌تر شدن درون یاخته است. بنابراین، **با فعالیت این کانال‌ها، پتانسیل درون یاخته منفی‌تر می‌شود و مجدداً به حالت آرامش برمی‌گردد.**

تا اینجا همه‌چی به نظر خوب میاد. یاخته تحریک شده، پتانسیل عملشو ایجاد کرده و دوباره برگشته به آرامش اولیه‌اش! اما اگه یکم فکر کنین می‌بینین که یه مشکلی وجود داره: تعادل اولیهٔ یون‌های سدیم و پتاسیم از بین رفته! الان سدیم به‌شدت درون یاخته انباشته شده و تراکم پتاسیم درون یاخته هم به‌شدت کم شده. پس اینجا باید یه چیزی باشه که بیاد سدیم اضافی رو بریزه بیرون و پتاسیم‌ها رو برگردونه درون یاخته. پس باز میریم سراغ پمپ سدیم ـ پتاسیم.

در **پایان پتانسیل عمل** (یعنی زمانی که پتانسیل عمل تمام شده است و پتانسیل غشا به حالت آرامش بازگشته است.)، فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم موجب می‌شود که **شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برگردد و تعادل اولیهٔ یون‌ها ایجاد شود.**

سؤال منظور از بازگشت شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش چیست؟



بذارین با یه مثال بررسی کنیم. فرض کنین در حالت آرامش، بیرون یاخته ۱۴۰ تا یون سدیم وجود داره و درون یاخته، ۴ تا یون سدیم. در پتانسیل عمل تراکم یون سدیم درون یاخته بیشتر می‌شه و مثلاً مقدارش میرسه به ۴۴؛ پس بیرون ۱۰۰ تا یون سدیم می‌مونه. همونطور که می‌بینین، در هر دو حالت مقدار یون سدیم در بیرون یاخته بیشتر از درون یاخته است و جهت شیب غلظت به سمت درون یاخته است ولی مقدار شیب غلظت تغییری نکرده؟ چرا؛ مقدار شیب غلظت کم‌تر شده. در واقع چون اختلاف غلظت یون‌ها کم‌تر شده، مقدار شیب غلظت هم کم‌تر شده و در این زمان، یون‌ها تمایل کم‌تری برای ورود به درون یاخته دارن.

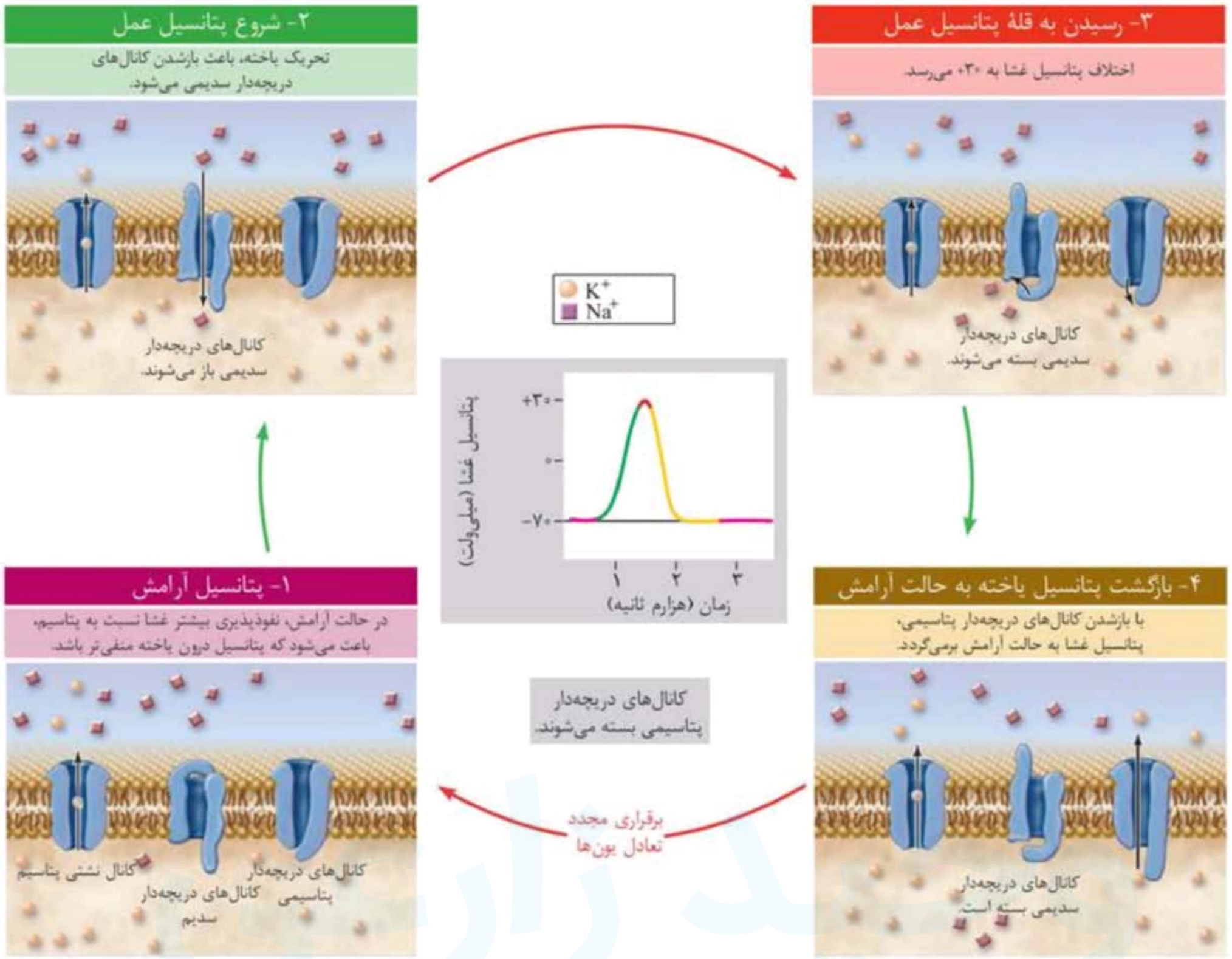
بذارین یه مثال دیگه بزنم. به شکل دقت کنین. در حالت آرامش، فرض می‌کنیم درون یاخته ۱۴۰ یون پتاسیم و بیرون یاخته، ۱۴ یون پتاسیم وجود داشته باشه. در پایان پتانسیل عمل، این مقدار تغییر می‌کنه و مثلاً میشه ۱۰۰ یون پتاسیم درون یاخته و ۵۴ یون پتاسیم در بیرون یاخته. در هر دو حالت، مقدار پتاسیم درون یاخته بیشتر از بیرون یاخته است اما میزان اختلاف غلظت یون‌ها و هم‌چنین نسبت مقدار یون‌های درون و بیرون یاخته تفاوت می‌کنه. کار پمپ سدیم ـ پتاسیم این هست که بیاد مقدار این اختلاف غلظت رو برگردونه به همون میزانی که در حالت آرامش بوده.

با توجه به این توضیحات، به نکتهٔ زیر دقت کنین:

نکته بازگشت پتانسیل یاخته به حالت آرامش، در نتیجهٔ باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی و خروج پتاسیم از یاخته انجام می‌شود. پمپ سدیم ـ پتاسیم، [illegible] غلظت یون‌ها (نه پتانسیل غشا) را به حالت آرامش بر می‌گرداند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

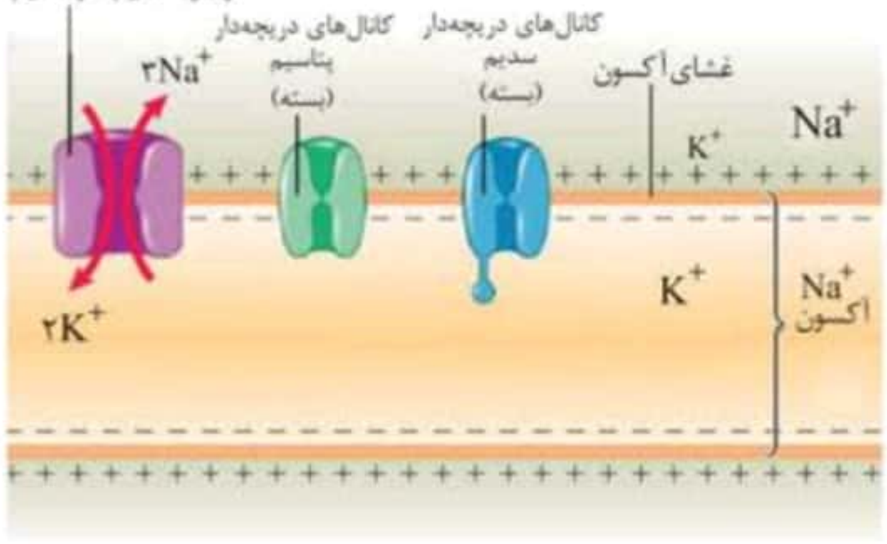
gajmarket.com



نگاهی دقیق‌تر به پتانسیل عمل

❑ پتانسیل آرامش: ۷۰- میلی‌ولت

در این حالت، کانال‌های نشتی، باز هستند! در نتیجه، سدیم وارد یاخته می‌شود و پتاسیم از یاخته خارج می‌شود. گفتیم که نفوذپذیری غشا نسبت به پتاسیم بیشتر است و خروج بیشتر پتاسیم، سبب منفی‌تر شدن درون یاخته می‌شود. در حالت آرامش، پمپ سدیم ـ پتاسیم نیز در غشا فعال است. این پمپ، ۳ یون سدیم را از یاخته خارج می‌کند و ۲ یون پتاسیم را وارد یاخته می‌کند. در نتیجه، یک بار مثبت از درون یاخته کم می‌شود و هم‌چنین، شیب غلظت سدیم و پتاسیم نیز حفظ می‌شود. دقت داشته باشید که در این حالت، کانال‌های دریچه‌دار سدیم و پتاسیم بسته هستند. در نتیجهٔ فعالیت کانال‌های نشتی و پمپ، پتانسیل غشا در حالت آرامش، ۷۰- میلی‌ولت است.



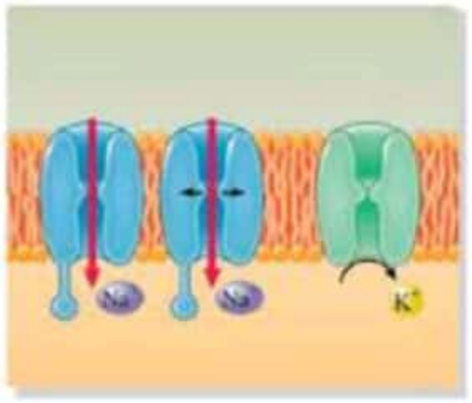
بچه‌ها ما از این‌جا به بعد، چیزی دیگه رابع به کانال‌های نشتی و پمپ سدیم ـ پتاسیم نمی‌گیم. چون این پروتئین‌ها همیشه فعال هستند. بنابراین، ما همیشه ورود و خروج سدیم و پتاسیم رو از طریق کانال و پمپ داریم. یعنی مثلاً پتاسیم با انتشار تسهیل‌شده از طریق کانال نشتی از یاخته خارج میشه و با انتقال فعال، توسط پمپ سدیم ـ پتاسیم به یاخته وارد می‌شه. بنابراین یک نکته:

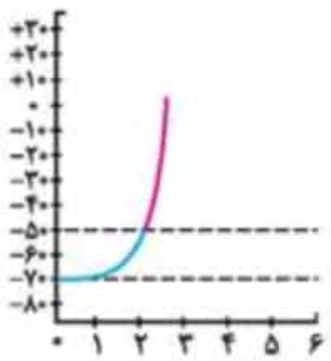
نکته در هر زمانی، هم ورود سدیم به درون یاخته مشاهده می‌شود و هم خروج آن. ورود سدیم به‌صورت غیرفعال است و خروج آن، به‌صورت فعال. در مورد پتاسیم نیز همیشه ورود آن به درون یاخته و خروج از یاخته وجود دارد. ولی ورود پتاسیم به‌صورت فعال است و خروج آن، به‌صورت غیرفعال.

پتانسیل آرامش	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
	۷۰- میلی‌ولت	بسته	بسته

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

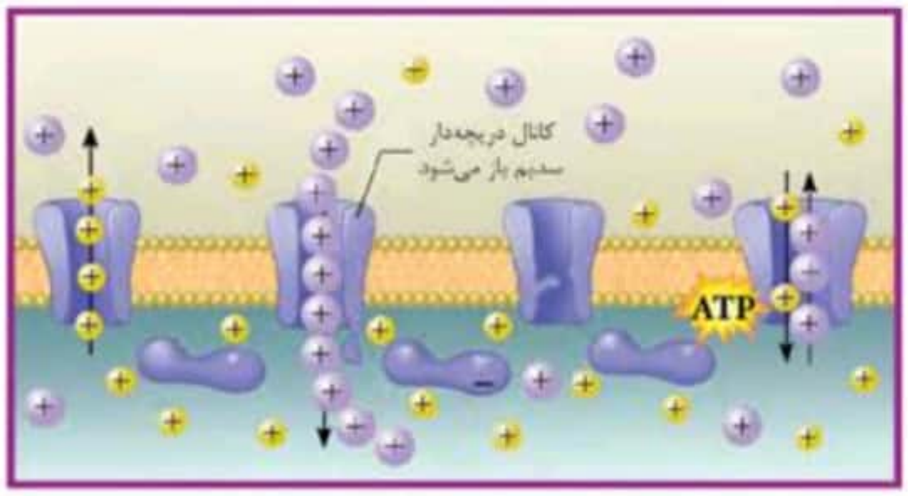
□ شروع پتانسیل عمل: (۷۰- ← ۳۰+) میلی‌ولت



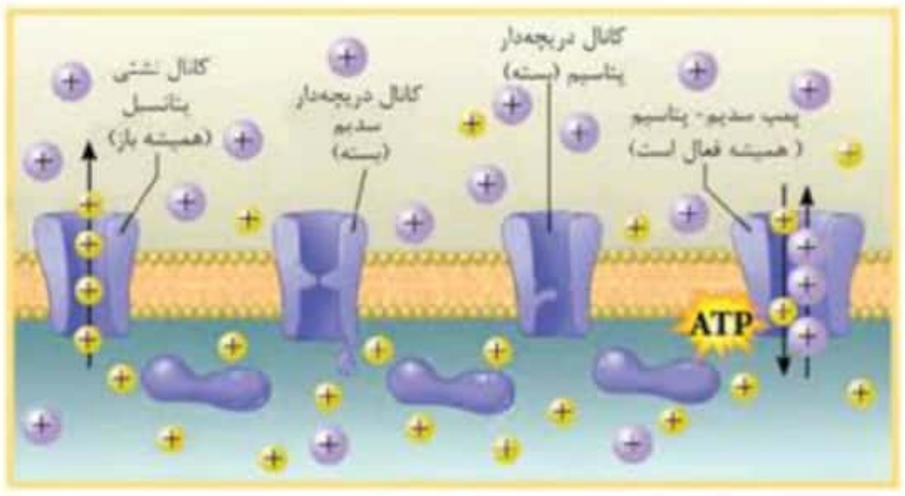


در پی تحریک یاخته عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند. در نتیجه، تعداد زیادی یون سدیم به‌طور ناگهانی وارد یاختهٔ عصبی می‌شوند. ورود یون‌های سدیم به درون یاخته باعث می‌شود که پتانسیل یاخته مثبت‌تر شود و پتانسیل یاخته از ۷۰- میلی‌ولت به ۳۰+ میلی‌ولت برسد. دقت داشته باشید که در این زمان، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی هنوز بسته هستند.

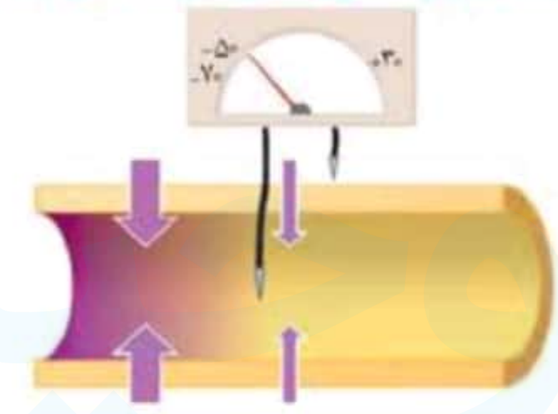
نکته گفتیم که در حالت آرامش، نفوذپذیری غشا برای پتاسیم نسبت به سدیم، بیشتر است. همین بیشتر بودن نفوذپذیری غشا برای پتاسیم، عامل اصلی در منفی‌ترشدن پتانسیل غشا در حالت آرامش است. اما در مرحلهٔ بالاروی پتانسیل عمل، باز شدن تعداد زیادی کانال دریچه‌دار سدیمی در غشای یاخته باعث می‌شود که نفوذپذیری غشا نسبت به یون سدیم، بیشتر از نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم شود. این عامل باعث می‌شود که اختلاف پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون غشا، مثبت‌تر شود.

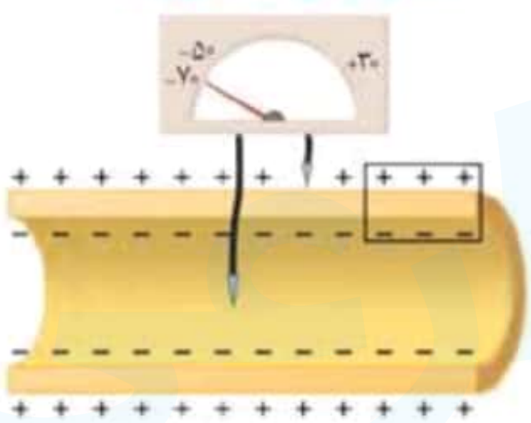


مرحلهٔ بالاروی منحنی پتانسیل عمل(۵۰- میلی ولت)



پتانسیل آرامش(۷۰- میلی ولت)





شروع پتانسیل عمل	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
	(۷۰- ← ۳۰+) میلی‌ولت	باز	بسته

□ قلهٔ پتانسیل عمل: ۳۰+ میلی‌ولت

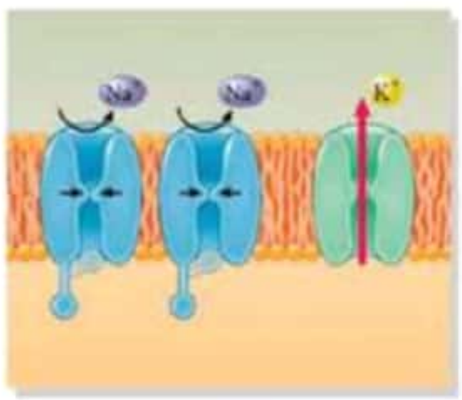
وقتی پتانسیل یاخته به ۳۰+ میلی‌ولت می‌رسد، کانال‌های سدیمی بسته می‌شوند. در این زمان، همهٔ کانال‌های دریچه‌دار یاخته بسته هستند.

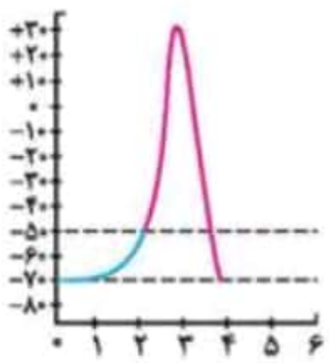
نکته حداکثر غلظت یون سدیم درون یاختهٔ عصبی (= حداقل غلظت بیرون یاختهٔ عصبی)، در قلهٔ پتانسیل عمل دیده می‌شود.

نکته حداکثر مقدار بارهای مثبت درون یاختهٔ عصبی (= حداقل مقدار بارهای مثبت بیرون یاختهٔ عصبی)، در قلهٔ پتانسیل عمل دیده می‌شود.

قلهٔ پتانسیل عمل	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
	۳۰+ میلی‌ولت	بسته	بسته

□ بازگشت به حالت آرامش: (۳۰+ ← ۷۰-) میلی‌ولت

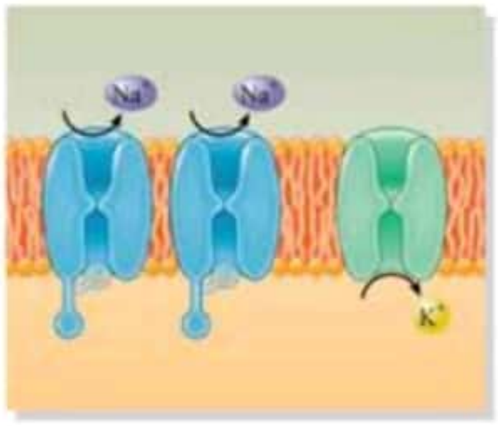


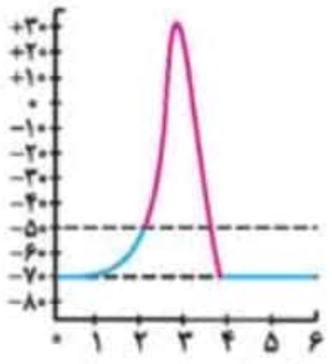


پس از بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند. در این زمان، یون‌های پتاسیم از یاخته خارج می‌شوند و پتانسیل درون یاخته منفی‌تر می‌شوند. در نتیجه، پتانسیل یاخته دوباره منفی می‌شود و به حالت آرامش برمی‌گردد. دقت داشته باشید که در این زمان، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته هستند.

بازگشت به حالت آرامش	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
	(۳۰+ ← ۷۰-) میلی‌ولت	بسته	باز

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی





❑ بعد از پایان پتانسیل عمل: ۷۰- میلی‌ولت

در پایان پتانسیل عمل، پتانسیل یاخته به حالت آرامش برگشته است. در این زمان، همهٔ کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند ولی تعادل یون‌های سدیم و پتاسیم در دو طرف غشا، با حالت اولیه (آرامش) تفاوت دارد. برای برقراری مجدد تعادل یون‌های سدیم و پتاسیم، پمپ سدیم ـ پتاسیم با مصرف انرژی ATP یون‌ها را جابه‌جا می‌کند تا شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش برگردد.

بعد از پایان پتانسیل عمل	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
	۷۰- میلی‌ولت	بسته	بسته

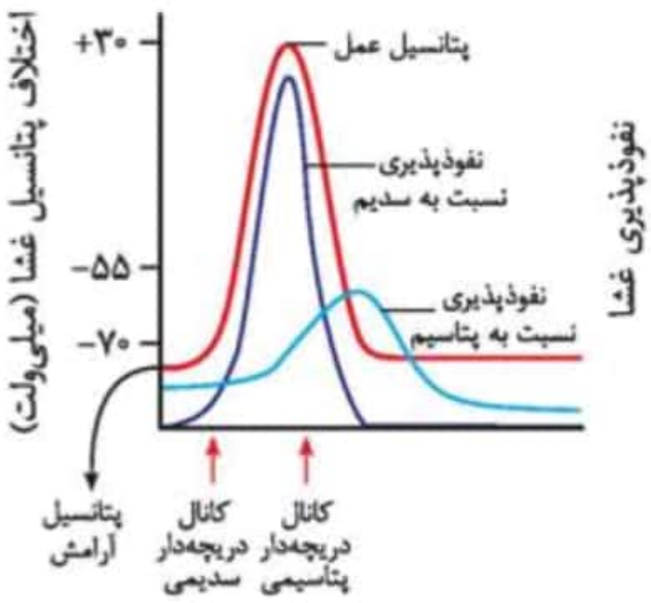
حالا می‌خوام چند تا سؤال ازتون بپرسم. اول سعی کنین خودتون روی سؤالات فکر کنین و حتی اگه لازم شد برگردین عقب و به شکل‌ها نگاه کنین. در نهایت، پاسخ سؤالات رو با دقت بخونین تا آخرین نکات این مبحث رو هم یاد بگیرید.

سؤال زمانی که پتانسیل یاخته ۲۰+ میلی‌ولت است، کدام کانال‌های دریچه‌دار باز هستند؟ *اگه جوابتون سدیمی هست، باید بگم که اشتباه کردین! اگه جوابتون پتاسیمی هست، باز هم اشتباه کردین!!! یک بار دیگه به نمودار نگاه کنین.* برای پتانسیل‌های بین ۷۰- میلی‌ولت تا ۳۰+ میلی‌ولت (یعنی از ۶۹- میلی‌ولت تا ۲۹+ میلی‌ولت)، دو نقطه در نمودار پتانسیل عمل وجود دارد: ۱ـ بخش صعودی پتانسیل عمل و ۲- بخش نزولی پتانسیل عمل. *بنابراین، باید در سؤال مشخص بشه که کدوم بخش مد نظر هست.*

سؤال زمانی که پتانسیل یاخته از ۲۰+ به صفر میلی‌ولت می‌رسد، کدام کانال‌های دریچه‌دار باز هستند؟ *اینجا دیگه جواب مشخصه! فکر نکنین باز هم دو حالت داره‌ها! سؤال داره می‌گه که پتانسیل از ۲۰+ به صفر می‌رسه، یعنی بخش نزولی پتانسیل عمل. پس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند و کانال‌های سدیمی بسته هستند.*

سؤال در کدام بخش از پتانسیل عمل، ورود یون سدیم به درون یاخته مشاهده می‌شود؟ *اگه جوابتون بخش صعودی پتانسیل عمل، یعنی زمانی که پتانسیل از ۷۰- میلی‌ولت به ۳۰+ میلی‌ولت می‌رسه، هست، باید بگم باز هم اشتباه کردین!* قبلاً گفتیم که در غشای یاخته، کانال‌های نشتی وجود دارند و بنابراین، به‌طور دائمی ورود یون سدیم به درون یاخته مشاهده می‌شود. هم‌چنین، خروج یون پتاسیم از طریق کانال‌های نشتی نیز همواره انجام می‌شود.

سؤال در طول پتانسیل عمل، یون‌های پتاسیم از یاخته خارج می‌شوند یا به آن وارد می‌شوند؟ *ایشالا که گفتین هر دو مورد! اگه هم نگفتین یعنی باز هم بی‌دقتی کردین و بهتره که یه باره دیگه این درسنامه رو بخونین.* گفتیم که خروج یون پتاسیم از یاخته، به‌صورت دائمی از طریق کانال‌های نشتی انجام می‌شود. ورود پتاسیم به درون یاخته نیز به‌صورت دائمی انجام می‌شود؛ زیرا، پمپ سدیم ـ پتاسیم همواره فعال است و دائماً یون‌های سدیم را از یاخته خارج و پتاسیم را به یاخته وارد می‌کند. بنابراین، همواره هم ورود و هم خروج یون‌های سدیم و پتاسیم مشاهده می‌شود.



سؤال در طول پتانسیل عمل، میزان نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های سدیم و پتاسیم، چه تغییری می‌کند؟ گفتیم که در طول پتانسیل آرامش، نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های پتاسیم بیشتر است و به همین دلیل، پتانسیل درون یاخته منفی‌تر می‌باشد. اما در پتانسیل عمل، در پی باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیم، نفوذپذیری غشا نسبت به سدیم بیشتر می‌شود و این موضوع باعث می‌شود که پتانسیل درون یاخته مثبت‌تر شود. بنابراین، در بخش صعودی پتانسیل عمل، نفوذپذیری غشا نسبت به یون سدیم، بیشتر از یون پتاسیم می‌شود. پس از آن، در بخش نزولی پتانسیل عمل، به‌علت باز بودن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم و بسته بودن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، مجدداً نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم بیشتر می‌شود و پتانسیل درون یاخته به حالت آرامش برمی‌گردد.

سؤال بیشترین اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا، در چه زمانی مشاهده می‌شود؟ *احتمالاً جوابتون قلهٔ پتانسیل عمل، یعنی پتانسیل ۳۰+ است. اما ما گفتیم اختلاف پتانسیل نه پتانسیل! حالا یعنی چی؟* وقتی که اختلاف پتانسیل یاخته ۷۰- میلی‌ولت است، بیشترین اختلاف پتانسیل وجود دارد. یعنی در این زمان، ۷۰ واحد اختلاف بین پتانسیل الکتریکی درون یاخته و بیرون یاخته وجود دارد. اما وقتی که اختلاف پتانسیل ۳۰+ میلی‌ولت است، ۳۰ واحد اختلاف بین پتانسیل الکتریکی درون یاخته و بیرون یاخته وجود دارد. *حالا ۷۰ بیشتره یا ۳۰ ؟ شاید الان براتون این سؤال پیش بیاد که ۳۰+ از ۷۰- بیشتره.* اما باید دقت داشته باشید که علامت (+) و (-) فقط نشان‌دهندهٔ این است که درون یاخته نسبت به بیرون آن، منفی‌تر است یا مثبت‌تر. بنابراین، در پتانسیل آرامش، بیشترین اختلاف بین پتانسیل الکتریکی درون و بیرون یاخته وجود دارد اما بیشترین مقدار پتانسیل الکتریکی درون یاخته، در قلهٔ پتانسیل عمل است؛ زیرا در این زمان، پتانسیل الکتریکی درون یاخته افزایش پیدا کرده است و حتی از بیرون یاخته بیشتر شده است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سؤال کمترین اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا، در چه زمانی مشاهده می‌شود؟ *با توجه به توضیحات سؤال قبلی، مطمئناً دیگه جوابتون نباید ۷۰- میلی‌ولت باشه؛ اما آیا جوابتون درست هست؟* گفتیم که اختلاف پتانسیل، ناشی از اختلاف مقدار بارهای الکتریکی در دو سوی غشا است. بنابراین، اگر مقدار بارهای الکتریکی در دو سوی غشا برابر باشد، اختلاف پتانسیل صفر می‌شود. در دو زمان از منحنی پتانسیل عمل، اختلاف پتانسیل غشا صفر می‌شود. در این زمان‌ها، مقدار بارهای الکتریکی در درون و بیرون غشا با یکدیگر برابر است. *البته حواستون باشه که گفتیم همیشه سدیم در بیرون یافته بیشتر هست و پتاسیم در درون یافته. چیزی که اینجا برابره، مجموع مقدار بارها در بیرون و مجموع مقدار بارها در درون هست.*

می‌دونم خسته شدین! قول می‌دم سؤال بعدی آخریش باشه و بعدشم یه جمع‌بندی داشته باشیم و بریم سراغ مبحث بعدی.

سؤال زمانی که اختلاف پتانسیل بیرون غشا نسبت به درون ۳۰- میلی‌ولت است، کدام کانال‌های دریچه‌دار باز هستند؟ *امیدوارم دیگه این بار دقت کرده باشید. گفتیم اختلاف پتانسیل بیرون غشا نسبت به درون نه درون غشا نسبت به بیرون!* پس در این حالت، اختلاف پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون آن، ۳۰+ میلی‌ولت می‌باشد و منظور قلهٔ پتانسیل عمل است. در قلهٔ پتانسیل عمل، همهٔ کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند.

خُب بالاخره رسیدیم به آخر درسنامه. اینجا بعد از یه درسنامهٔ عالی! واستون یه جمع‌بندی عالی‌تر آماده کردیم!

جمع‌بندی

پتانسیل آرامش و پتانسیل عمل

روش انتقال	انتشار تسهیل‌شده				انتقال فعال	مقدار پتانسیل (میلی‌ولت)
مصرف انرژی ATP	ندارد				دارد	
نوع پروتئین غشایی	سدیم		پتاسیم		پمپ سدیم ـ پتاسیم	
	کانال نشتی	کانال دریچه‌دار	کانال نشتی	کانال دریچه‌دار		
پتانسیل آرامش	باز	بسته	باز	بسته	فعال	۷۰-
بخش صعودی پتانسیل عمل	باز	باز	باز	بسته	فعال	۷۰- ← ۳۰+
قلهٔ پتانسیل عمل	باز	بسته	باز	بسته	فعال	۳۰+
بخش نزولی پتانسیل عمل	باز	بسته	باز	باز	فعال	۳۰+ ← ۷۰-
بعد از پایان پتانسیل عمل	باز	بسته	باز	بسته	فعال	۷۰-

درسنامهٔ ۵

فعالیت الکتریکی نورون (۳): هدایت و انتقال پیام عصبی

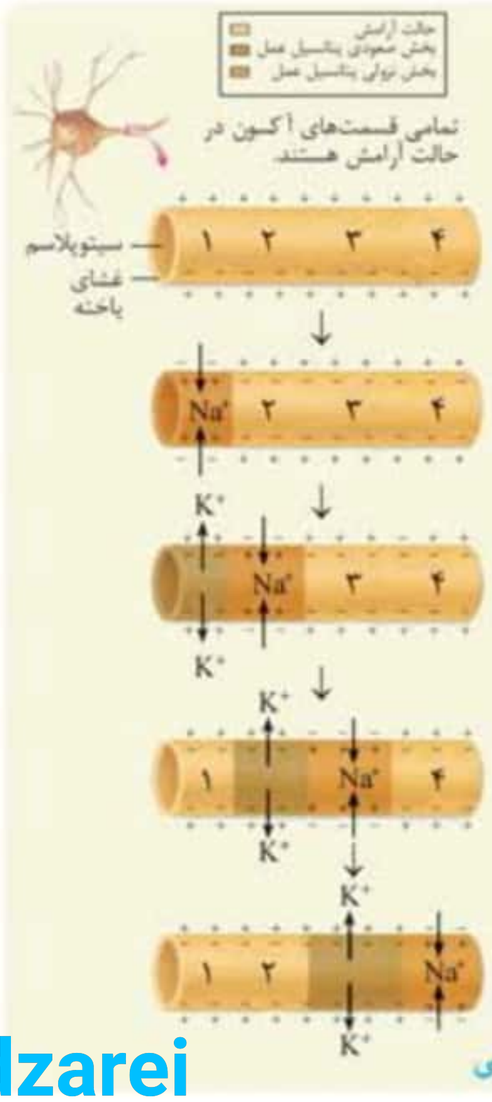
تا اینجا فهمیدیم که وقتی یک نقطه از نورون تحریک میشه، در همون نقطه پتانسیل عمل ایجاد میشه. اما حالا باید پیام عصبی در طول نورون هدایت بشه و به انتهای نورون برسه و بعد از اون، به یافتهٔ بعدی انتقال پیدا کنه. پس در این درسنامه، راجع به هدایت و انتقال پیام عصبی صحبت می‌کنیم.

پیام عصبی و هدایت آن

وقتی که پتانسیل عمل در یک نقطه از یاختهٔ عصبی ایجاد می‌شود، **نقطه به نقطه** پیش می‌رود تا به انتهای رشتهٔ عصبی برسد. این جریان پتانسیل عمل را **پیام عصبی** می‌نامند.

پس وقتی که یک نقطه از یافتهٔ عصبی تحریک می‌شه، در اون نقطه اختلاف پتانسیل غشا مثبت‌تر میشه که به این می‌گن پتانسیل عمل. حالا اگه این پتانسیل عمل به‌صورت یک جریان الکتریکی در طول نورون هدایت بشه، بهش می‌گن پیام عصبی.

برای هدایت پیام عصبی، در هر نقطه‌ای که تحریک می‌شود، یون‌های سدیم وارد نورون می‌شوند و سپس، یون‌های پتاسیم خارج می‌شوند. پس از پایان پتانسیل عمل، مقدار یون‌ها با فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم به حالت آرامش باز می‌گردد. ایجاد پتانسیل عمل در هر نقطه، باعث تحریک نقطهٔ مجاور و باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیم در آن نقطه می‌شود. بنابراین، در نقطهٔ بعدی نیز پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و همزمان، پتانسیل نقطهٔ اولیه به حالت آرامش برمی‌گردد.



در نقطهٔ «۱»، تحریک ایجاد می‌شود و بخش بالارویِ پتانسیل عمل آغاز می‌شود.

پتانسیل عمل از نقطهٔ «۱» به نقطهٔ «۲» می‌رسد و همزمان، بخش پایین‌رویِ پتانسیل عمل در نقطهٔ «۱» دیده می‌شود.

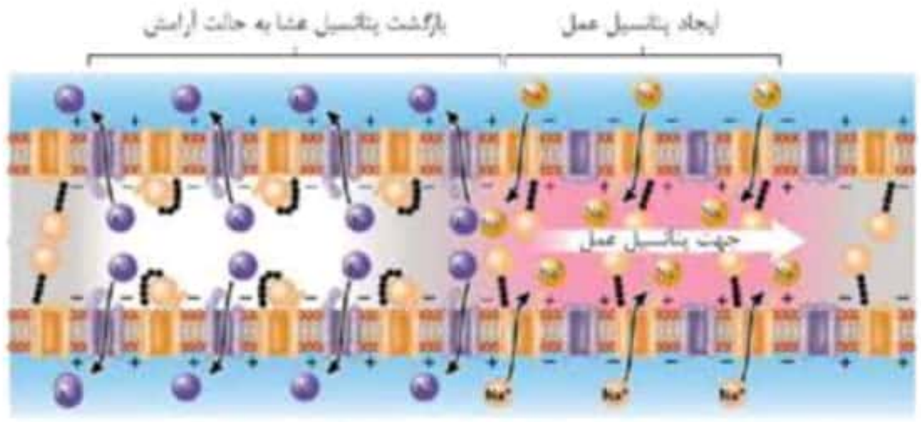
در نقطهٔ «۱» پتانسیل به حالت آرامش بازگشته است. در نقطهٔ «۲» پتانسیل در حالت بازگشت به حالت آرامش است. در نقطهٔ «۳» پتانسیل عمل ایجاد می‌شود.

در نقطهٔ «۲» نیز پتانسیل به حالت آرامش بازگشته است. در نقطهٔ «۳» پتانسیل در حال بازگشت به آرامش است. در نقطهٔ «۴» نیز پتانسیل عمل ایجاد می‌شود.

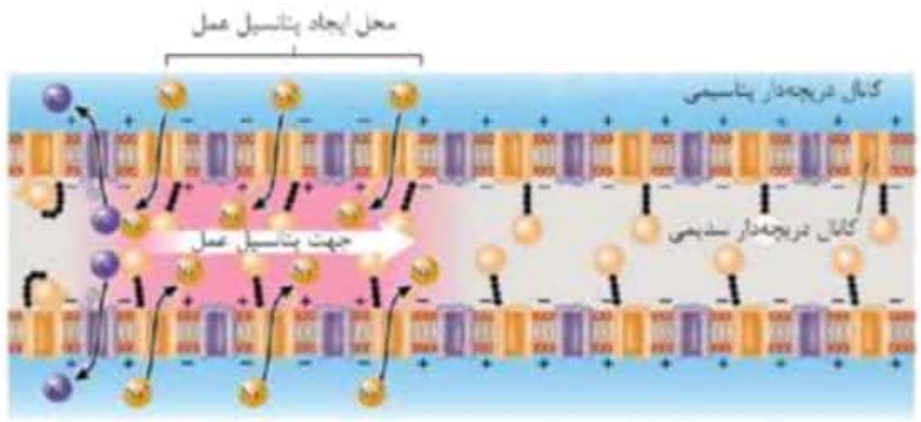
هدایت پیام عصبی

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

این فرایند، در طول نورون تکرار می‌شود و ایجاد پتانسیل عمل در هر نقطه، باعث تحریک نقطهٔ مجاور و ایجاد پتانسیل عمل در آن می‌شود. در نهایت، پتانسیل عمل به انتهای پایانهٔ آکسونی می‌رسد و در این زمان، انتقال پیام به یاختهٔ بعدی انجام می‌شود.



با حرکت پتانسیل عمل در طول نورون در نقاط قبلی، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند و پتانسیل غشا در نقاط قبلی به حالت آرامش باز می‌گردند.



پتانسیل عمل در طول نورون هدایت می‌شود تا به پایانهٔ آکسون برسد. در هر زمان، در هر محل ایجاد پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شود و یون سدیم وارد یاختهٔ عصبی می‌شود.

رشتهٔ عصبی چیست؟ به آکسون‌ها و دندریت‌های بلند، رشتهٔ عصبی می‌گویند. مثل آکسون نورون حرکتی و دندریت نورون حسی.

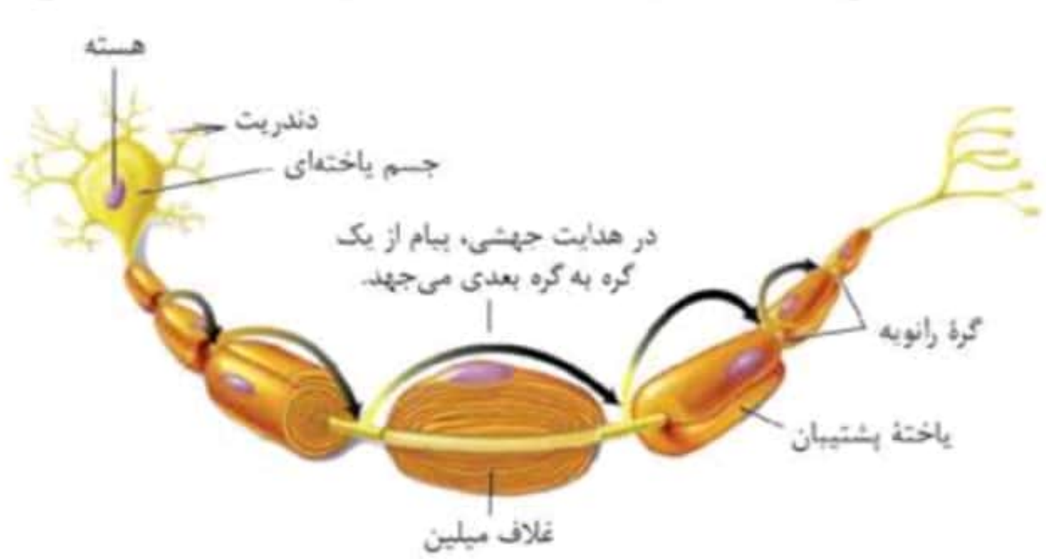
سؤال **آیا هر رشتهٔ عصبی، میلین‌دار است؟** جواب منفی است. همان‌طور که گفتیم، طبق توضیحاتی که قبلاً دربارهٔ انواع یاختهٔ عصبی دادیم، آکسون بلند در نورون حرکتی دیده می‌شود و دندریت بلند، در نورون حسی. هم‌چنین گفتیم که آکسون نورون حرکتی و دندریت نورون حسی، میلین‌دار هستند؛ بنابراین، انتظار داریم که همهٔ رشته‌های عصبی، میلین‌دار باشند اما در واقعیت چنین نیست. *هالا اینو از کجای کتاب درسی می‌فهمیم؟ یه سری شاهد در کتاب درسی وجود داره که به ما می‌گن که رشته‌های عصبی بدون میلین هم وجود دارن:* ۱- در گفتار بعدی می‌خوانیم که در مادهٔ خاکستری، رشته‌های عصبی بدون میلین وجود دارد. ۲- در مبحث هدایت جهشی، کتاب درسی از «رشته‌های عصبی میلین‌دار» و «رشته‌های بدون میلین» استفاده کرده است. ۳- در ادامه می‌گوییم که هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلین‌دار، به‌صورت جهشی است ولی در این قسمت خواندیم که در یک رشتهٔ عصبی، پیام عصبی می‌تواند نقطه به نقطه (نه جهشی) منتقل شود. پس رشتهٔ عصبی بدون میلین هم داریم.

نکته رشته‌های عصبی معمولاً دارای میلین هستند ولی ممکن است رشتهٔ عصبی فاقد میلین باشد.

نکته هدایت پیام عصبی در یک رشتهٔ عصبی، می‌تواند به‌صورت نقطه به نقطه (در رشتهٔ بدون میلین) یا جهشی (در رشتهٔ میلین‌دار) باشد.

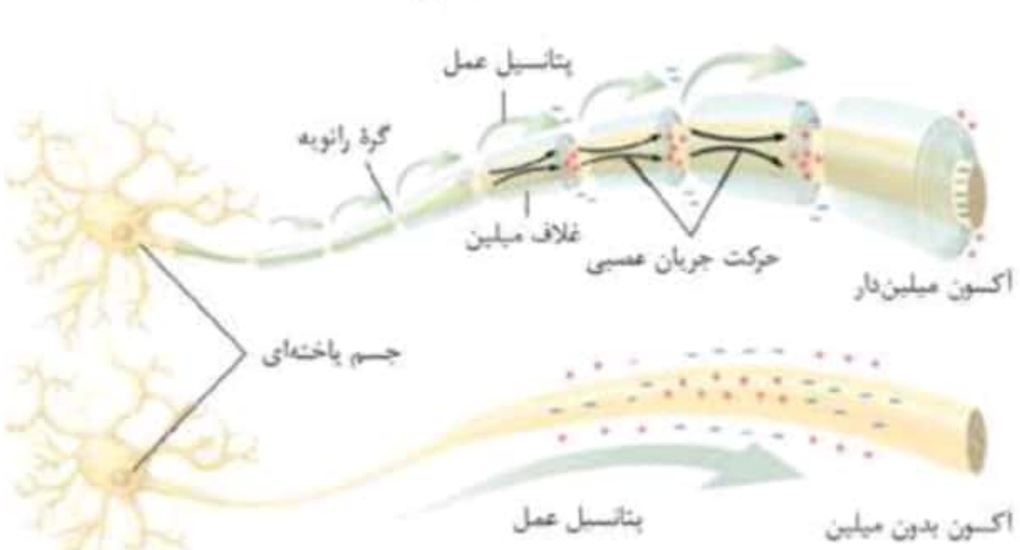
❑ هدایت جهشی

دو عامل، در سرعت هدایت پیام عصبی در طول نورون نقش دارند: **۱- قطر رشته** و **۲- وجود غلاف میلین**. در بین رشته‌هایی که قطر یکسانی دارند، سرعت هدایت پیام در رشته‌های عصبی میلین‌دار بیشتر است. *چطوری ممکنه میلینی که عایق است و جلوی عبور یون‌ها از غشا رو می‌گیره، سرعت هدایت پیام عصبی در نورون رو افزایش بده؟* گفتیم که در رشته‌های دارای غلاف میلین، بخش‌هایی وجود دارند که فاقد میلین هستند و گرهٔ رانویه نام دارند. در محل گره‌های رانویه، غلاف میلین وجود ندارد و **رشتهٔ عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد.** اما در محل‌هایی که غلاف میلین وجود دارد، جلوی عبور یون‌ها از غشا گرفته می‌شود. بنابراین، در محل غلاف میلین پتانسیل عمل ایجاد نمی‌شود و فقط در گره‌های رانویهٔ رشتهٔ عصبی پتانسیل عمل به‌وجود می‌آید. پس از ایجاد پتانسیل عمل، هدایت پیام عصبی در طول رشتهٔ عصبی دیگر **به‌صورت نقطه به نقطه انجام نمی‌شود؛** بلکه از یک گرهٔ رانویه به گرهٔ رانویهٔ بعدی می‌رود (می‌جهد). به این نوع هدایت پیام عصبی، **هدایت جهشی** می‌گویند. *مثل اینه که یه نفر بخواد تک‌تک پله‌ها رو بالا بره یا این‌که از هر پله بپره دو تا پله بالاتر. حالت اول می‌شه هدایت نقطه به نقطه و حالت دوم، هدایت جهشی.*



نکته برای انقباض ماهیچه‌های اسکلتی، سرعت ارسال پیام اهمیت زیادی دارد. بنابراین، نورون‌های حرکتی ماهیچه‌های اسکلتی میلین‌دار است. *بازم هواستون باشه که بیشتر نورون‌های حرکتی میلین‌دار هستن نه همهٔ اونا.*

نکته نورون رابط برخلاف نورون حسی و حرکتی، غلاف میلین ندارد و قطر کم‌تری هم دارد. به همین دلیل، سرعت هدایت پیام در نورون رابط، کم‌تر از نورون حسی و حرکتی است. *شکل، مقایسهٔ هدایت پیام در نورون میلین‌دار و بدون میلین رو نشون می‌ده:*



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فعالیت کتاب درسی

تولید پتانسیل عمل و هدایت آن

۱- وضعیت کانال‌های غشای یاختهٔ عصبی در چهار مرحلهٔ فعالیت یاختهٔ عصبی چگونه است؟

اینو توی جدول جمع‌بندی آخر درسنامهٔ قبلی به‌طور کامل توضیح دادیم. این‌جا هم واستون به‌صورت خلاصه می‌گیم چجوری هست ولی اگه توضیحات دقیق‌تر می‌خواین، باید برگردین همون جدول رو بخونین.

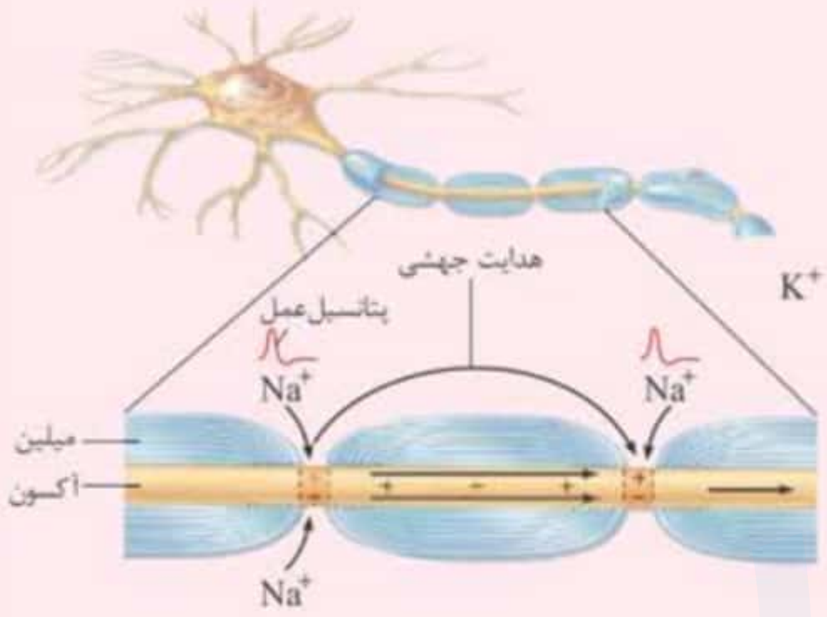
الف- پتانسیل آرامش (۷۰-): کانال دریچه‌دار سدیمی: بسته، کانال دریچه‌دار پتاسیمی: بسته، کانال‌های نشتی: باز

ب- بخش صعودی پتانسیل عمل (۷۰- ← ۳۰+): کانال دریچه‌دار سدیمی: باز، کانال دریچه‌دار پتاسیمی: بسته، کانال‌های نشتی: باز

ج- بخش نزولی پتانسیل عمل (۳۰+ ← ۷۰-): کانال دریچه‌دار سدیمی: بسته، کانال دریچه‌دار پتاسیمی: باز، کانال‌های نشتی: باز

د- پایان پتانسیل عمل (۷۰- میلی‌ولت): کانال دریچه‌دار سدیمی: بسته، کانال دریچه‌دار پتاسیمی: بسته، کانال‌های نشتی: باز

۲- گفته می‌شود در گره‌های رانویه، تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد. ولی در فاصلهٔ بین گره‌ها، این کانال‌ها وجود ندارند. این موضوع، با هدایت جهشی چه ارتباطی دارد؟



همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید، در گرهٔ رانویه تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد ولی در فاصلهٔ بین این گره‌ها (یعنی در جاهایی که غلاف میلین وجود دارد)، کانال دریچه‌دار مشاهده نمی‌شود؛ زیرا، پتانسیل عمل فقط در محل گره‌های رانویه ایجاد می‌شود و در قسمت‌هایی که غلاف میلین وجود دارد و ارتباط رشته با محیط بیرون قطع شده است، پتانسیل عمل به‌وجود نمی‌آید. بنابراین، زمانی که در یک گرهٔ رانویه پتانسیل عمل ایجاد می‌شود، نقطهٔ مجاور آن گره نمی‌تواند پتانسیل عمل ایجاد کند. اولین نقطهٔ بعدی که در آن امکان تولید پتانسیل عمل وجود دارد، گرهٔ رانویهٔ بعدی است که دارای کانال‌های دریچه‌دار می‌باشد. در نتیجه، پتانسیل عمل از یک گره به گرهٔ دیگر می‌رود و به این نوع هدایت پیام در طول یک رشتهٔ عصبی، هدایت جهشی می‌گویند.

تغییر در میزان غلاف میلین نورون‌ها

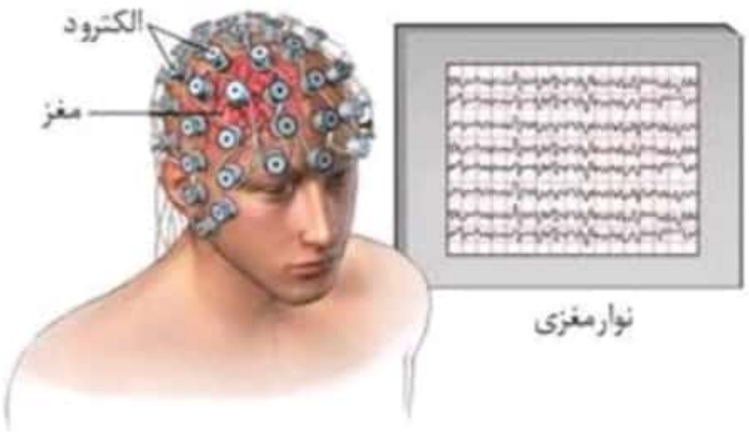
کاهش یا **افزایش** میزان میلین، به بیماری منجر می‌شود؛ مثلاً، در بیماری **مالتیپل اسکلروزیس (MS)**، یاخته‌های پشتیبانی که در **سیستم عصبی مرکزی** میلین می‌سازند، از بین می‌روند. در نتیجه، ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود؛ بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود.

نکته علائم بیماری MS بستگی به محل آسیب دارد. مثلاً مرکز اصلی تنظیم تعادل و حرکت، مخچه می‌باشد و اگر غلاف میلین نورون‌های مخچه آسیب ببینند، اختلالات حرکتی رخ می‌دهد. یا مثلاً در فصل بعد می‌خوانیم که مرکز پردازش پیام‌های بینایی، لوب پس‌سری می‌باشد و در نتیجه، آسیب غلاف میلین نورون‌های لوب پس‌سری باعث اختلال در بینایی می‌شود.

نکته در بیماری MS، غلاف میلین یاخته‌های عصبی در دستگاه عصبی مرکزی (یعنی مغز و نخاع) آسیب می‌بینند و نه در دستگاه عصبی محیطی.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۵ یازدهم] مالتیپل اسکلروزیس، نوعی **بیماری خودایمنی** است. در این بیماری، غلاف میلین اطراف یاخته‌های عصبی **مغز و نخاع**، مورد حملهٔ دستگاه ایمنی قرار می‌گیرد. در نتیجه، **ارتباط بین دستگاه عصبی مرکزی با بخش‌های دیگر بدن، مختل می‌شود.** در این بیماری، دستگاه ایمنی یاخته‌های پشتیبان میلین‌ساز را بیگانه تلقی می‌کند و به آن‌ها حمله می‌کند.

نوار مغزی چیست؟

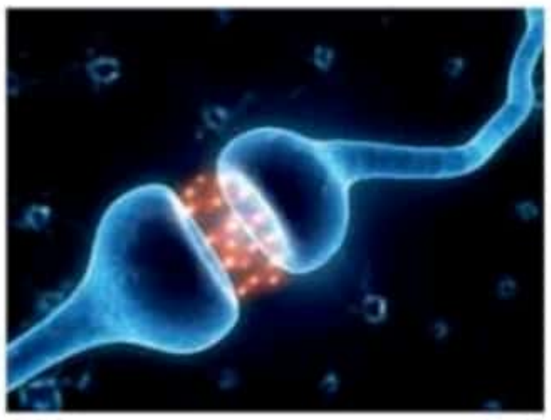


کتاب درسی نوار مغزی رو در اولین صفحهٔ فصل توضیح می‌ده اما چون اونجا هنوز با جریان عصبی آشنا نبودین، ما ترجیح دادیم که اینجا راجع بهش توضیح بدیم. خیلی ساده بخوایم بگیم، نوار مغزی یه چیزی مثل نوار قلب هست. برای تهیه نوار قلب، ما میایم یه سری الکترود رو روی بدن قرار می‌دیم تا جریان الکتریکی تولیدشده توسط یاخته‌های قلبی رو از سطح بدن دریافت کنیم. برای تهیهٔ نوار مغزی هم میایم یه تعدادی الکترود رو روی مغز قرار می‌دیم و جریان الکتریکی یاخته‌های عصبی رو از سطح سر دریافت می‌کنیم. وقتی جریان‌های عصبی از نواحی مختلف مغز دریافت می‌شوند و به‌صورت منحنی نوار مغزی رسم می‌شوند، ما می‌توانیم متوجه شویم که میزان جریان عصبی در قسمت‌های مختلف مغز چقدر است. از نوار مغزی، برای بررسی فعالیت‌های مغز استفاده می‌شود و متخصصان مغز و اعصاب، می‌توانند با استفاده از نوار مغزی به بعضی از اختلالات مغز پی ببرند.

نکته دقت داشته باشید که نوار مغزی فقط مربوط به مغز است و ارتباطی به نخاع ندارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سیناپس و انتقال پیام عصبی



گفتیم که یکی از ویژگی‌های یاخته‌های عصبی، انتقال پیام عصبی است. وقتی که پیام عصبی در یک یاختهٔ عصبی ایجاد می‌شود، به یاختهٔ بعدی منتقل می‌شود تا بتواند فعالیت آن یاخته را تغییر دهد. *مثلاً نورون حرکتی ماهیچهٔ دو سر بازو تحریک میشه؛ این نورون، باید پیام عصبیش رو به ماهیچهٔ دو سر بازو انتقال بده تا اون ماهیچه منقبض بشه.*

برای انتقال پیام عصبی، یاختهٔ عصبی باید با یک یاختهٔ دیگر **ارتباطی ویژه** برقرار کند که به آن **سیناپس** می‌گویند.

سیناپس (همایه): به محل ارتباط ویژهٔ یک نورون با یاختهٔ دیگر (مثل یک نورون دیگر)، سیناپس می‌گویند. در بین یاخته‌ها در محل سیناپس، فاصله‌ای وجود دارد که به آن، **فضای سیناپسی** گفته می‌شود.

یاختهٔ پیش‌سیناپسی و یاختهٔ پس‌سیناپسی: در محل سیناپس، دو یاخته را می‌توان مشاهده کرد؛ یاختهٔ اول که پیام عصبی در آن هدایت شده است و می‌خواهد پیام را به یاختهٔ بعدی انتقال دهد، یاختهٔ **پیش‌سیناپسی** نام دارد و یاختهٔ دوم که پیام عصبی را دریافت می‌کند، یاختهٔ **پس‌سیناپسی** است.

نکته یاختهٔ پس‌سیناپسی می‌تواند یک نورون، یک ماهیچه یا یک غده باشد. مثلاً نورون حسی می‌تواند نورون رابط را تحریک کند، نورون حرکتی می‌تواند باعث انقباض ماهیچه شود یا نورون حرکتی در دستگاه گوارش، می‌تواند باعث ترشح بزاق از غدد بزاقی شود.

ناقل عصبی: در محل سیناپس، ماده‌ای از یاختهٔ پیش‌سیناپسی آزاد می‌شود که به آن، **ناقل عصبی** گفته می‌شود. ناقل عصبی، بر روی یاختهٔ پس‌سیناپسی تأثیر می‌گذارد و پیام عصبی را به یاختهٔ پس‌سیناپسی منتقل می‌کند.

نکته انتقال پیام عصبی به‌صورت شیمیایی انجام می‌شود نه الکتریکی. اما برای هدایت پیام عصبی، جریان الکتریکی در طول رشته حرکت می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۴ یازدهم] پیک شیمیایی مولکولی است که پیامی را منتقل می‌کند. پیک کوتاه‌برد، بین یاخته‌هایی ارتباط برقرار می‌کند که در نزدیکی هم هستند و حداکثر چند یاخته با هم فاصله دارند. ناقل عصبی یک پیک کوتاه‌برد است. این پیک از یاختهٔ پیش‌سیناپسی ترشح و بر یاختهٔ پس‌سیناپسی اثر می‌کند.

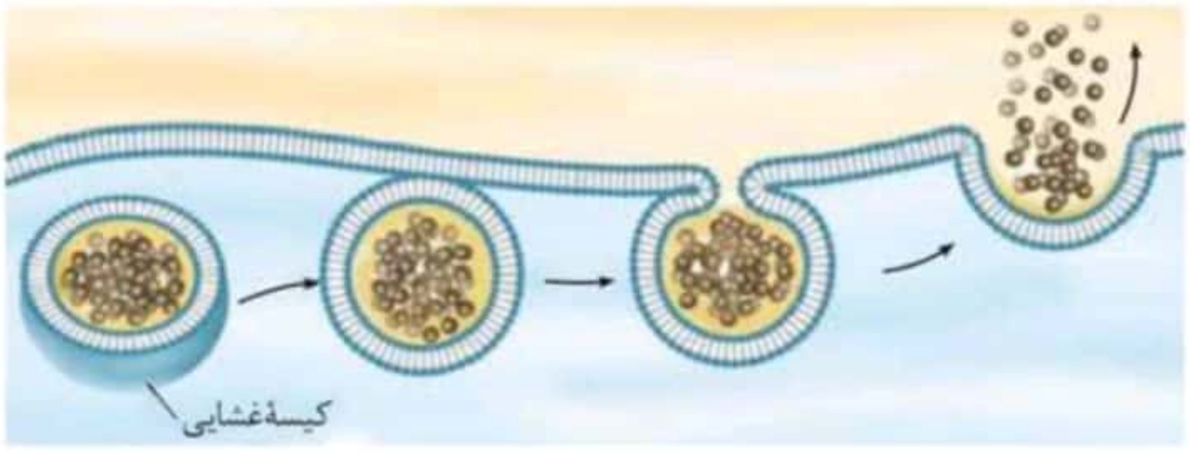
در مورد جنس ناقل‌های عصبی کتاب درسی صحبتی نکرده و بنابراین، لازم نیست که بدونین اما چون دیدم که در بعضی از کتاب‌ها و آزمون‌های آزمایشی این موضوع اشتباه گفته شده، یه توضیح خلاصه و در حاشیه می‌گم که اصلاً نیازی هم نیست بخونینش! ناقل‌های عصبی انواع مختلفی دارن که به‌طور کلی شامل: ۱- استیل کولین، ۲- آمین‌ها، ۳- آمینواسیدها، ۴- گازها و ۵- پپتیدها می‌شن. همونطور که می‌بینین، هیچ‌کدوم از ناقل‌های عصبی پروتئینی نیستن. دوپامین و اپی‌نفرین که اسم آن‌ها در کتاب درسی ذکر شده است، جزء گروه خاصی از آمین‌ها به نام کاته‌کول‌آمین‌ها (Catecholamine) هستن.

تولید و ذخیرهٔ ناقلین عصبی: ناقل عصبی، در **جسم یاخته‌ای نورون‌ها** ساخته می‌شود و سپس، درون کیسه‌های کوچکی ذخیره می‌شوند. این کیسه‌ها، در طول آکسون هدایت می‌شوند و سپس، در پایانهٔ آکسون جمع و ذخیره می‌شوند.

نکته تولید ناقل‌های عصبی همواره انجام می‌شود نه فقط هنگام انتقال پیام عصبی.

☐ مکانیسم انتقال پیام عصبی

۱- آزادسازی ناقل عصبی: وقتی که پیام عصبی به پایانهٔ آکسون می‌رسد، کیسه‌های حاوی ناقلین عصبی با غشای پایانهٔ آکسون ادغام می‌شوند و محتویات خود را با روش **برون‌رانی** آزاد می‌کنند. بدین‌ترتیب، ناقلین عصبی وارد فضای سیناپسی می‌شوند.



آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] برون‌رانی (اگزوسیتوز)، فرایند خروج ذره‌های بزرگ از یاخته است. این فرایند، با تشکیل کیسه‌های غشایی همراه است و به انرژی ATP نیاز دارد.

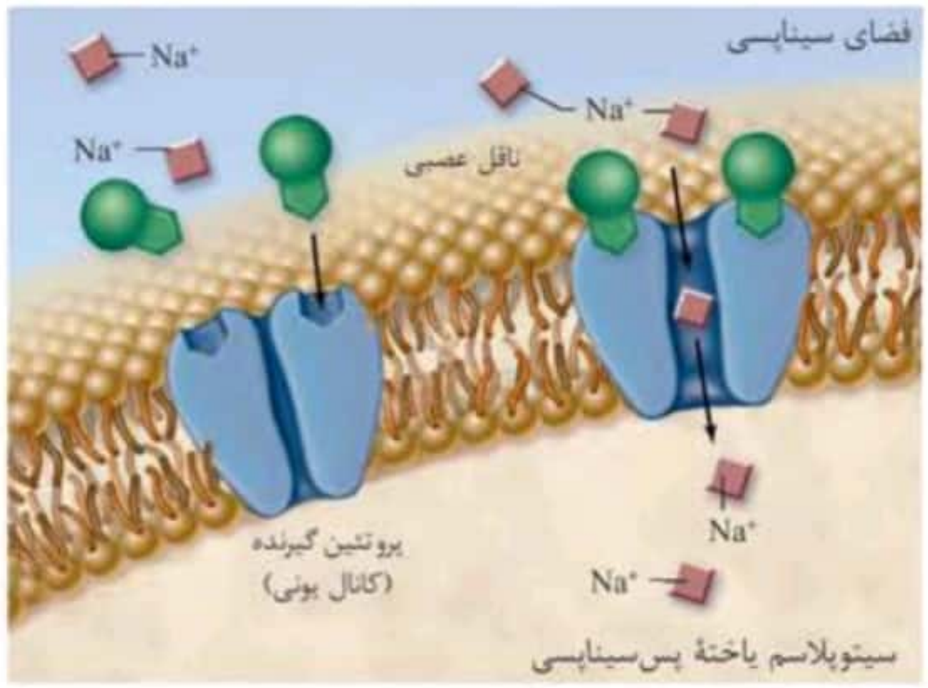
نکته در فرایند برون‌رانی (اگزوسیتوز)، ریزکیسه‌ها از یاخته خارج نمی‌شوند بلکه محتویات آن‌ها از یاخته خارج می‌شود. بنابراین، در فضای سیناپسی، ناقل عصبی مشاهده می‌شود اما ریزکیسهٔ حاوی ناقل عصبی وجود ندارد.

۲- حرکت ناقل عصبی در فضای سیناپسی: ناقل عصبی، به دلیل انرژی جنبشی خود، در فضای سیناپسی منتشر می‌شود تا به غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی برسد.

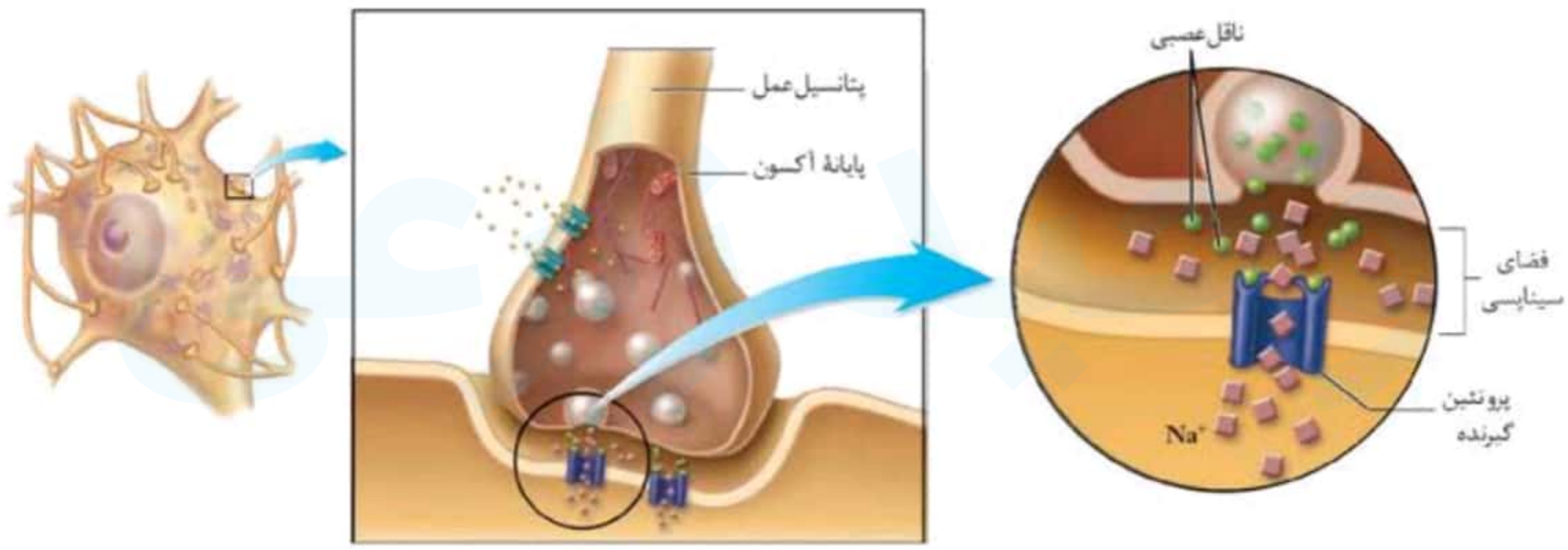
۳- اتصال به گیرنده: ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی، به **پروتئینی** به نام **گیرنده** متصل می‌شود. پروتئین گیرنده، در واقع نوعی **کانال دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی** است. پس از اتصال ناقل عصبی به گیرنده، دریچهٔ کانال باز می‌شود.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

نکته گفتیم که کانال‌های دریچه‌دار به دو گروه وابسته به ولتاژ (اختلاف پتانسیل) و وابسته به مواد شیمیایی تقسیم می‌شوند. کانال‌های دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی زمانی باز می‌شوند که یک مادهٔ شیمیایی به آن‌ها متصل شود. در واقع، این نوع کانال‌ها مشابه یک گیرنده نیز عمل می‌کنند و ساختار شیمیایی آن‌ها به‌صورتی است که بخشی مکمل با ساختار شیمیایی ناقل عصبی دارد. در نتیجه، زمانی که ناقل عصبی به گیرندهٔ خود متصل می‌شود، شکل سه‌بعدی پروتئین گیرنده تغییر می‌کند و امکان عبور یون‌ها از کانال فراهم می‌شود.



۴- تغییر نفوذپذیری غشا: در اثر اتصال ناقل عصبی به گیرنده و باز شدن دریچهٔ کانال، نفوذپذیری غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی نسبت به یون‌ها تغییر می‌کند. در نتیجه، پتانسیل الکتریکی یاختهٔ پس‌سیناپسی نیز تغییر می‌کند. این تغییر ممکن است در جهت **تحریک** فعالیت یاختهٔ پس‌سیناپسی یا **مهار** آن باشد.



نکته هر زمان که ناقل عصبی به گیرندهٔ خود در یاختهٔ پس‌سیناپسی متصل می‌شود، قطعاً نوعی کانال دریچه‌دار در غشای یاخته باز می‌شود و در نتیجهٔ تغییر نفوذپذیری غشا، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشا تغییر می‌کند، چه سیناپس تحریکی باشد و چه مهاری.

۵- تخلیهٔ ناقل‌های عصبی باقی‌مانده: پس از آن‌که ناقل عصبی بر روی یاختهٔ پس‌سیناپسی تأثیر گذاشت، ناقل‌های باقی‌مانده باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند. دو دلیل برای تخلیهٔ ناقل‌های عصبی از فضای سیناپسی وجود دارد:

۱- جلوگیری از انتقال بیش از حد پیام: مثلاً اگر یاخته ماهیچه‌ای بیش از حد تحریک شود، به‌شدت منقبض می‌شود و منجر به گرفتگی عضلات می‌شود.

۲- امکان انتقال پیام‌های عصبی جدید: مثلاً ممکن است پس از تحریک یاختهٔ ماهیچه‌ای و انقباض آن، لازم باشد که انقباض یاختهٔ ماهیچه‌ای متوقف شود.

لذا لازم است که ناقل‌های تحریک‌کنندهٔ ماهیچه از سیناپس جمع‌آوری شده باشند تا ناقل‌های مهاری بتوانند تأثیر خود را اعمال کنند.

برای تخلیهٔ ناقل‌های عصبی از فضای سیناپسی، دو راه وجود دارد: ۱- ناقل عصبی توسط یاختهٔ پیش‌سیناپسی جذب شود و یا ۲- آنزیم‌های خاصی که از یاخته‌ها ترشح می‌شوند، ناقل عصبی را تجزیه کنند.

نکته تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی، به بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی منجر می‌شود.

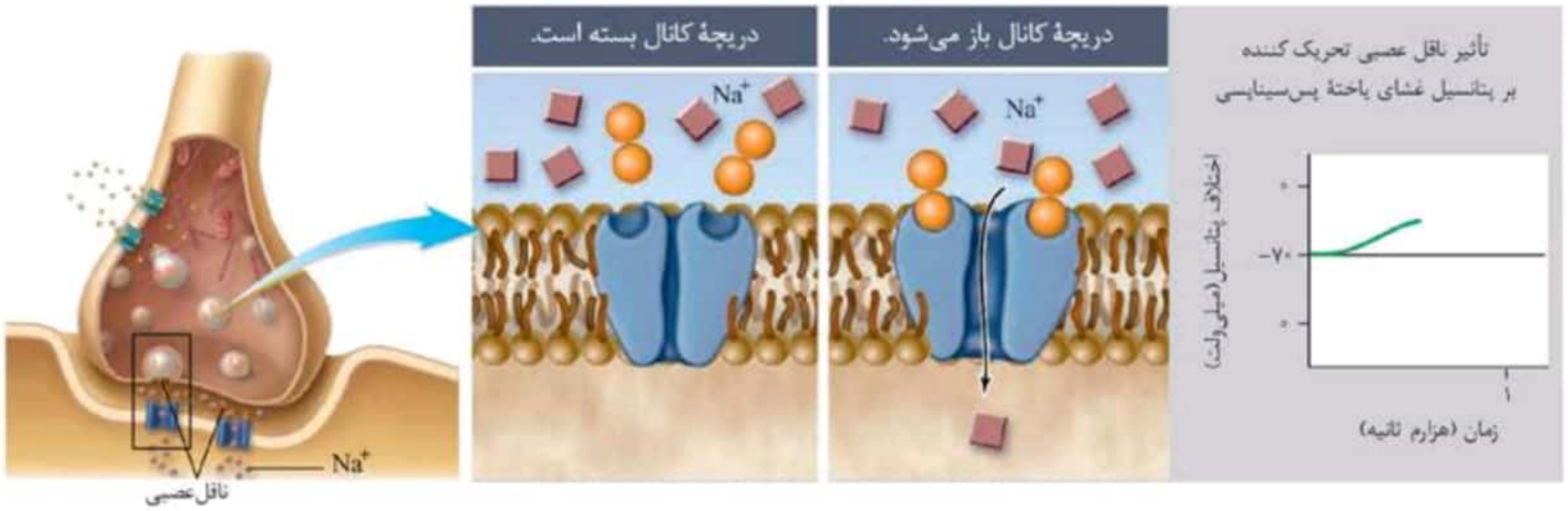
☐ مثالی از تحریک یاختهٔ پس‌سیناپسی توسط نورون پیش‌سیناپسی

گفتیم که گیرندهٔ ناقل عصبی، در واقع نوعی کانال دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی است. وقتی که ناقل عصبی به گیرنده متصل می‌شود، دریچهٔ کانال باز می‌شود و نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌ها تغییر می‌کند.

مثلاً، اگر ناقل عصبی تحریکی باشد، دریچهٔ کانال‌های سدیمی باز می‌شود. در اثر باز شدن دریچه‌های سدیمی، یون‌های سدیم وارد یاخته می‌شوند و پتانسیل درون یاخته، مثبت‌تر می‌شود؛ در واقع، در اثر باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، پتانسیل عمل ایجاد می‌شود. بدین‌ترتیب، یاختهٔ پس‌سیناپسی تحریک می‌شود و پیام عصبی می‌تواند در طول نورون، هدایت شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

این چیزی که الان می‌فوام بگم، یکم خارج از کتابه و نیازی نیست بلد باشین اما بد نیست بدونین که در سیناپس مهاری، پتانسیل درون یافته منفی‌تر میشه و در سیناپس تحریکی، پتانسیل درون یافته، مثبت‌تر. تحریکی رو که توضیح دادیم اما راجع به مهاری؛ وقتی که پتانسیل درون یافته منفی‌تر بشه، سخت‌تر می‌تونه به پتانسیل‌های مثبت برسه و بنابراین، احتمال ایجاد پتانسیل عمل داخلش کم‌تر میشه. اینجوریه که یاختهٔ پس‌سیناپسی مهار میشه.



نکته همان‌طور که در شکل می‌بینید، در پایانهٔ آکسون، تعداد زیادی میتوکندری وجود دارد. دلیل وجود تعداد زیاد میتوکندری، تأمین انرژی لازم برای برون‌رانی کیسه‌های حاوی ناقل عصبی است.

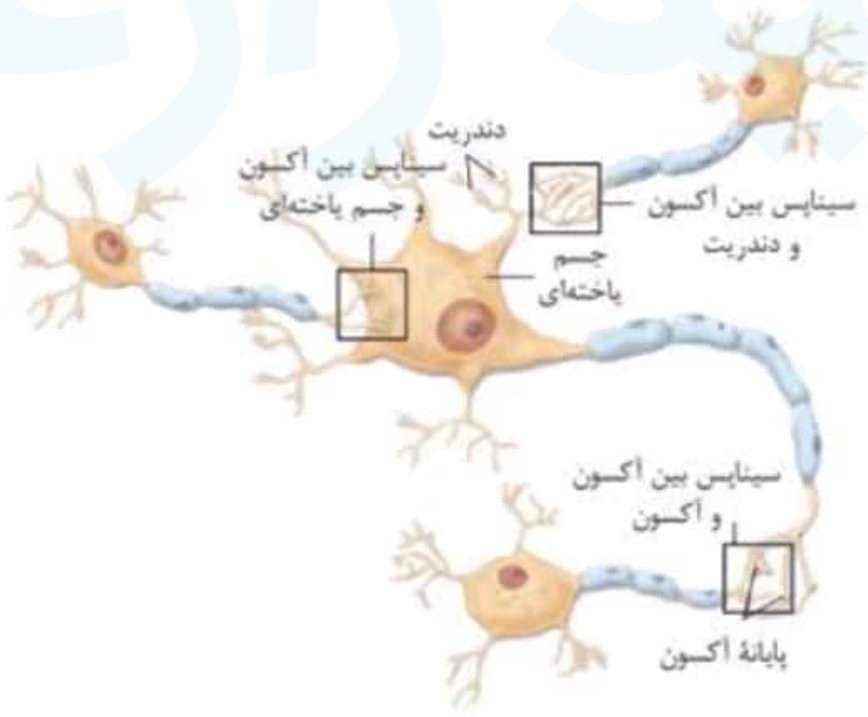
نکته همان‌طور که قبلاً نیز گفتیم، پایانهٔ آکسون، بخش برجسته‌ای در انتهای آکسون است.

نکته آنزیمی که ناقل عصبی را تجزیه می‌کند، نوعی آنزیم برون‌یاخته‌ای محسوب می‌شود.

نکته ترشح ناقل عصبی از یاختهٔ پیش‌سیناپسی، با روش اگزوسیتوز و جذب دوبارهٔ آن به یاختهٔ پیش‌سیناپسی، با روش آندوسیتوز است.

محل‌های ارتباط سیناپسی بین نورون‌ها

همانطور که قبلاً هم گفتیم، انتقال پیام همیشه از پایانهٔ آکسون انجام می‌شود اما محل دریافت پیام می‌تواند هر یک از بخش‌های یک نورون پس‌سیناپسی باشد. شکل زیر، انواع سیناپس‌های بین نورون‌ها را نشان می‌دهد.



جمع‌بندی

هدایت و انتقال پیام عصبی

پس از ایجاد پتانسیل عمل در یک نقطهٔ رشتهٔ عصبی (آکسون یا دندریت بلند)، جریان الکتریکی به‌صورت نقطه به نقطه یا جهشی در طول رشته حرکت می‌کند تا به پایانهٔ آکسون برسد. در رشته‌های میلین‌دار، کانال‌های دریچه‌دار فقط در گره‌های رانویه وجود دارند و پتانسیل عمل فقط در گره‌های رانویه ایجاد می‌شود و به همین دلیل، هدایت پیام به‌صورت جهشی است. اگر تغییری در میزان میلین رشته‌های عصبی ایجاد شود، می‌تواند منجر به بیماری شود. مثلاً در بیماری MS، غلاف میلین نورون‌های دستگاه عصبی مرکزی آسیب می‌بیند و علائمی مانند اختلال در بینایی و حرکت، بی‌حسی و لرزش به‌وجود می‌آید. وقتی که پیام عصبی به پایانهٔ آکسون می‌رسد، به یاختهٔ بعدی انتقال پیدا می‌کند. انتقال پیام از طریق سیناپس انجام می‌شود. سیناپس، محلی است که در آن یاختهٔ عصبی ارتباط ویژه‌ای با یاخته‌ای دیگر برقرار می‌کند. ناقل‌های عصبی در جسم یاخته‌ای تولید می‌شوند و در پایانهٔ آکسون ذخیره می‌شوند. پس از رسیدن پیام به پایانهٔ آکسون، ناقل‌های عصبی با برون‌رانی وارد فضای سیناپسی (فاصلهٔ بین یاختهٔ پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی) می‌شوند. ناقل عصبی به گیرندهٔ پروتئینی خود در یاختهٔ پس‌سیناپسی متصل می‌شود که نوعی کانال دریچه‌دار است. با باز شدن این کانال، نفوذپذیری غشا و در نتیجه، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا تغییر می‌کند و یاخته تحریک یا مهار می‌شود. ناقل‌های عصبی نیز توسط یاختهٔ پیش‌سیناپسی جذب یا توسط آنزیم تجزیه می‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

به سری مطلب تکمیلی می‌فوایم این‌جا بگیم تا دیگه هیچ نکته‌ای جا نمونده باشه. داخل این گفتار، اکثر شکل‌ها فودشون یه درسنامهٔ کامل داشتن، مثل شکل انواع یافته‌های عصبی، شکل پتانسیل عمل و ...؛ ما نکات این شکل‌ها رو داخل درسنامه کامل گفتیم. اما بعضی از نکات از شکل‌ها هم موندن که در کادر زیر می‌تونین بفونین.

نکات تکمیلی شکل‌های گفتار ۱

شکل «یاختهٔ عصبی»

✓ قطر آکسون نسبت به قطر دندریت بیشتر است.

✓ دندریت و پایانهٔ آکسون، منشعب هستند. میزان انشعابات دندریت بیشتر است.

شکل «غلاف میلین و چگونگی ساخت آن»

✓ در مقطع عرضی رشتهٔ عصبی میلین‌دار، غلاف میلین بخش خارجی را تشکیل می‌دهد.

✓ یاختهٔ پشتیبان سازندهٔ غلاف میلین، هسته دارد. برای ساخت غلاف میلین، یاختهٔ پشتیبان چند بار دور رشتهٔ عصبی می‌پیچد.

✓ بخش‌هایی از رشتهٔ عصبی که در آن‌ها غلاف میلین قطع می‌شود، گرهٔ رانویه نام دارد. بیشتر طول رشتهٔ عصبی میلین‌دار، دارای میلین است.

شکل «انواع یاخته‌های عصبی»

✓ شکل ظاهری جسم یاخته‌ای در یاختهٔ عصبی حسی، با یاختهٔ عصبی رابط و حرکتی متفاوت است.

✓ در یاختهٔ عصبی حسی، برخلاف یاختهٔ عصبی رابط و حرکتی، دندریت طویل و میلین‌دار وجود دارد.

✓ در یاختهٔ عصبی حسی، یک رشته پیام را به جسم یاخته‌ای وارد می‌کند اما در یاختهٔ عصبی رابط و حرکتی، **چندین** دندریت، پیام را وارد جسم یاخته‌ای می‌کنند.

✓ در یاختهٔ عصبی حسی، جسم یاخته‌ای بین دو رشتهٔ بلند قرار دارد. اما در یاختهٔ عصبی رابط و حرکتی، جسم یاخته‌ای بین چند رشتهٔ کوتاه (دندریت) و یک رشتهٔ بلند (آکسون) قرار دارد.

شکل «چگونگی کار پمپ سدیم ـ پتاسیم»

✓ در پمپ سدیم ـ پتاسیم، ۵ جایگاه برای اتصال یون‌ها وجود دارد؛ ۳ جایگاه برای اتصال سدیم و ۲ جایگاه برای اتصال پتاسیم.

✓ پس از ورود یون‌های پتاسیم به درون یاخته، یون‌های سدیم به جایگاه ویژهٔ خود متصل می‌شوند.

✓ پس از اتصال یون‌های Na^+ به جایگاه خود، ATP توسط پمپ به ADP و فسفات (Pi) تجزیه می‌شود، ساختار سه‌بعدی پمپ تغییر می‌کند و یون‌های سدیم از یاخته خارج می‌شوند.

✓ پس از خروج یون‌های سدیم از یاخته، یون‌های پتاسیم به جایگاه ویژهٔ خود متصل می‌شوند.

شکل «اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشای یاختهٔ عصبی»

✓ برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو سوی غشای یاختهٔ عصبی، از دو الکترود استفاده می‌شود؛ یک الکترود درون یاخته قرار می‌گیرد و الکترود دیگر در مایع اطراف یاخته.

شکل «چگونگی ایجاد پتانسیل عمل»

✓ دریچهٔ کانال‌های سدیمی به سمت بیرون یاخته و دریچهٔ کانال‌های پتاسیمی، به سمت درون یاخته باز می‌شود.

✓ در دو زمان، همهٔ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی بسته هستند؛ قبل از شروع پتانسیل عمل و بعد از پایان پتانسیل عمل. در هر دو زمان، پتانسیل آرامش وجود دارد.

شکل «هدایت پیام عصبی»

✓ در یک رشتهٔ عصبی، در هر زمان، فقط در یک نقطه پتانسیل عمل ایجاد می‌شود.

✓ در هنگام هدایت پیام عصبی در طول رشتهٔ عصبی، سه وضعیت مختلف قابل مشاهده است: ۱- در یک نقطه، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند. ۲- در نقطهٔ قبلی آن، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند و ۳- در نقطهٔ بعدی آن، همهٔ کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند.

شکل «تصویر سیناپس با میکروسکوپ الکترونی»

✓ جسم یاخته‌ای، پیام را از یاخته‌های عصبی دیگر دریافت می‌کند.

✓ هر جسم یاخته‌ای، به‌طور همزمان می‌تواند توسط چند یاختهٔ عصبی دیگر تحریک شود.

شکل «آزاد شدن ناقل و اثر آن بر یاختهٔ پس‌سیناپسی»

✓ در پروتئین گیرندهٔ ناقل، دو جایگاه برای اتصال ناقل وجود دارد.

✓ گیرندهٔ ناقل عصبی، نوعی کانال دریچه‌دار است. کانال نشان داده‌شده در این شکل، مربوط به یون سدیم است.

✓ ناقل‌های عصبی با برون‌رانی به فضای سیناپسی آزاد می‌شوند. در این فرایند، سطح غشای یاختهٔ پیش‌سیناپسی زیاد می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

ساختار دستگاه عصبی

درس‌نامهٔ ۶ اجزای دستگاه عصبی (۱) : دستگاه عصبی مرکزی

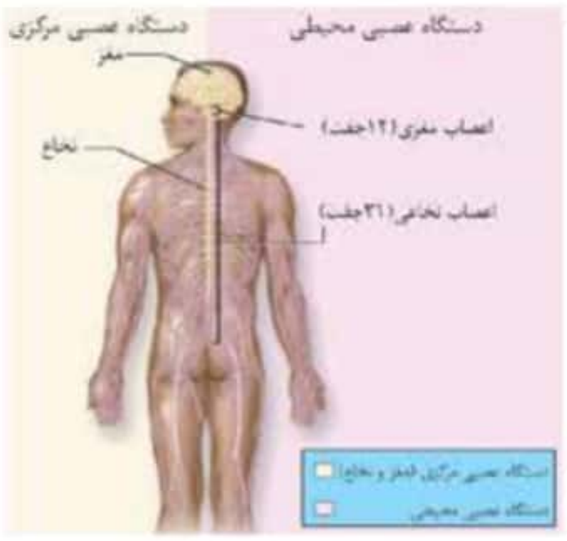
تا این‌جا فهمیدیم که هر نورون چجوری کار می‌کنه. اما بدن ما شبکه‌ای از میلیاردها نورون رو داره. می‌خوایم ببینیم که این نورون‌ها چجوری سازمان‌یابی میشن.

ساختار دستگاه عصبی

در بدن انسان، دستگاه عصبی دارای دو بخش **مرکزی** و **محیطی** است. بخش مرکزی دستگاه عصبی، شامل **مغز** و **نخاع** است. بخش محیطی نیز شامل اعصابی هست که در سراسر بدن پراکنده می‌شود و به دستگاه عصبی مرکزی اتصال دارند.

نکته همانطور که در شکل مشخص است، نخاع از ناحیهٔ گردن شروع می‌شود و تا کمر ادامه دارد.

نکته اغلب اعصاب محیطی، ابتدا به نخاع متصل می‌شوند و پیام آن‌ها، از طریق نخاع به مغز می‌رود. ولی پیام‌های عصبی ناحیهٔ صورت، مستقیماً و بدون عبور از نخاع، وارد مغز می‌شوند.



دستگاه عصبی مرکزی

گفتیم که دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است. مغز و نخاع، اطلاعات حسی دریافتی از درون بدن و محیط اطراف را تفسیر می‌کنند و به آن‌ها پاسخ می‌دهند. بدین‌ترتیب، مغز و نخاع می‌توانند فعالیت‌های بدن را کنترل کنند و لذا، **مراکز نظارت بر فعالیت‌های بدن** محسوب می‌شوند.

در ساختار مغز و نخاع، دو بخش متمایز وجود دارد:

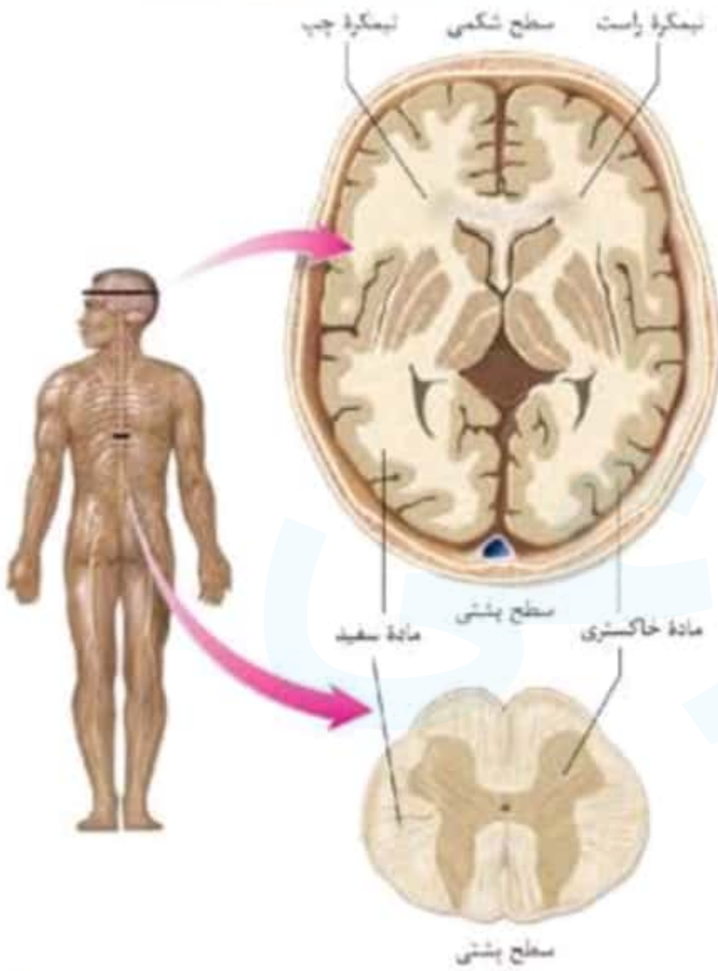
۱- مادهٔ سفید: اجتماع **رشته‌های دارای غلاف میلین**، بخش‌های سفیدی را در مغز و نخاع ایجاد می‌کند. در نخاع، مادهٔ سفید در قسمت‌های کناری قرار گرفته است ولی در مغز، بخش مرکزی دارای مادهٔ سفید است.

نکته در مادهٔ سفید، آکسون نورون حرکتی و آکسون و دندریت نورون حسی وجود دارد.

۲- مادهٔ خاکستری: شامل **جسم یاخته‌ای نورون‌ها** و **رشته‌های عصبی بدون میلین** است. در نخاع، بخش مرکزی دارای مادهٔ خاکستری است. ولی در مغز، بخش‌های قشری (خارجی) دارای مادهٔ خاکستری می‌باشند.

نکته نورون‌های رابط، در مادهٔ خاکستری قرار دارند.

نکته در قسمت‌هایی از بخش میانی مغز نیز مادهٔ خاکستری دیده می‌شود.



شکل «برش عرضی مغز و نخاع»

- ✓ در نخاع، مادهٔ خاکستری به‌صورت یک ساختار H (پروانه، X)مانند، در بخش مرکزی قرار دارد و سایر بخش‌ها، مادهٔ سفید دارند.
- ✓ در مغز، بخش‌های قشری دارای مادهٔ خاکستری هستند و مادهٔ سفید در بخش‌های مرکزی قرار می‌گیرد. البته قسمت‌هایی از بخش‌های مرکزی مغز نیز دارای مادهٔ خاکستری است.
- ✓ هم در مغز و هم در نخاع، یک شیار جلویی و عقبی وجود دارد.

درس‌نامهٔ ۷ حفاظت از دستگاه عصبی مرکزی

محافظت از مغز و نخاع به‌عنوان اندام‌هایی که فعالیت کل بدن رو تنظیم می‌کنن، بسیار مهم است و این رو همه می‌دونن. در بدن انسان، راه‌های مختلفی برای محافظت از مغز و نخاع در نظر گرفته شده.

☐ استخوان‌های جمجمه و ستون مهره‌ها

همانطور که در شکل مقابل می‌بینید، مغز و نخاع توسط **محفظه‌ای استخوانی** محافظت می‌شوند. در اطراف مغز، استخوان‌های جمجمه قرار دارند و در اطراف نخاع، استخوان‌های ستون مهره‌ها.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] یکی از وظایف استخوان‌ها، حفاظت از اندام‌های درونی است. اسکلت استخوانی، بخش‌های حساسی مانند مغز، نخاع، قلب و شش‌ها را احاطه می‌کند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] استخوان‌ها، اشکال مختلفی دارند. استخوان‌های جمجمه، از استخوان‌های پهن هستند. استخوان‌های ستون مهره از نوع استخوان‌های نامنظم هستند.

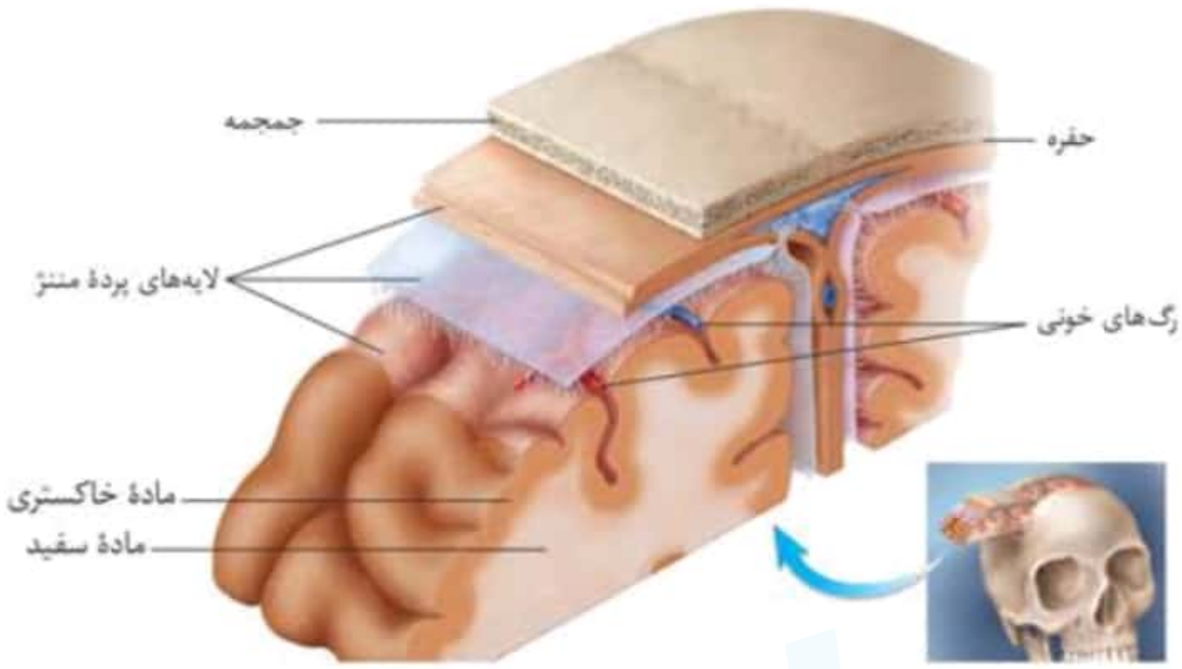
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] مفصل بین استخوان‌های جمجمه از نوع مفصل ثابت و مفصل بین استخوان‌های ستون مهره، از نوع مفصل لغزنده است.

□ پرده‌های مننژ

سه پرده از جنس **بافت پیوندی**، مغز و نخاع را احاطه کرده و از آن‌ها، محافظت می‌کنند. این پرده‌ها، **پرده‌های مننژ** نام دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] بافت پیوندی از انواع یاخته‌ها، رشته‌های پروتئینی به نام رشته‌های کلاژن و رشته‌های کشسان (ارتجاعی) و مادهٔ زمینه‌ای که یاخته‌های این بافت، آن را می‌سازند، تشکیل شده است. این بافت، یاخته‌ها و بافت‌های مختلف را به هم پیوند می‌دهد. در انواع بافت پیوندی، مقدار و نوع رشته‌ها و مادهٔ زمینه‌ای متفاوت است.

مایع مغزی ـ نخاعی: در فضای بین پرده‌های مننژ، مایعی وجود دارد که به آن، **مایع مغزی ـ نخاعی** گفته می‌شود. این مایع، نقش **ضربه‌گیری** دارد و از دستگاه عصبی مرکزی در برابر ضربه محافظت می‌کند. *مثلاً وقتی که سرتون رو تکون می‌دین، مغز داخل سرتون تکون می‌خوره و حتی ممکنه که به استخوان جمجمه برخورد داشته باشه یا مثلاً زمانی که ضربهٔ محکمی به سرتون وارد میشه. در این حالت‌ها، اگه شدت ضربه زیاد نباشه، معمولاً آسیبی به مغز وارد نمیشه که علتش مایع مغزی ـ نخاعی است. مثل این هست که مغز رو انداخته باشیم داخل یه ظرف آب و بعد به سطح آب مشت بزنیم! مغز چیزیش میشه؟*



شکل «پرده‌های مننژ»

- ✓ پردهٔ مننژ سه لایه است. خارجی‌ترین لایه، ضخیم‌ترین لایه و داخلی‌ترین لایه، نازک‌ترین لایه است.
- ✓ رگ‌های خونرسان مغز، در داخلی‌ترین پردهٔ مننژ قرار دارند. بنابراین، سد خونی ـ مغزی در لایهٔ داخلی مغز تشکیل می‌شود. لایهٔ داخلی پردهٔ مننژ در مغز، درون چین‌خوردگی‌های بخش قشری مخ نیز قرار دارد.
- ✓ در مغز، لایهٔ داخلی در تماس با مادهٔ خاکستری قرار دارد ولی در نخاع، در تماس با مادهٔ سفید.
- ✓ در اطراف پردهٔ میانی، تارهایی [مانند تار عنکبوت] وجود دارد.
- ✓ در پردهٔ خارجی مننژ، حفراتی وجود دارد که بعضی از رگ‌های خونی لایهٔ میانی وارد آن‌ها می‌شوند. بخشی از خارجی‌ترین پرده، وارد شیار بین دو نیمکرهٔ مخ می‌شود.

□ سد خونی ـ مغزی

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] اندازه و تعداد منافذ مویرگی، در بافت‌های مختلف بسیار متفاوت است. مثلاً مویرگ‌های مغزی ممکن است هیچ منفذی نداشته باشند. مویرگ‌های دستگاه عصبی مرکزی، از نوع **مویرگ‌های پیوسته** هستند. در مویرگ‌های پیوسته، یاخته‌های بافت پوششی با همدیگر **ارتباط تنگاتنگی** دارند و **ورود و خروج مواد به‌شدت تنظیم می‌شود.**

گفتیم که یاخته‌های بافت پوششی مویرگ‌های مغز به یکدیگر چسبیده‌اند و بین آن‌ها منفذی وجود ندارد. در نتیجه، بسیاری از مواد و میکروب‌ها در شرایط طبیعی نمی‌توانند به مغز وارد شوند. به این سد حفاظتی، **سد خونی ـ مغزی** می‌گویند. البته، این سد **کاملاً نفوذناپذیر نیست** و مولکول‌های مفیدی مانند اکسیژن، گلوکز، آمینواسیدها و برخی داروها می‌توانند از این سد عبور کنند و به مغز وارد شوند.

نکته در برخی بیماری‌ها و یا هنگام آسیب دیوارهٔ مویرگ‌های مغزی، نفوذپذیری مویرگ‌ها افزایش می‌یابد و مواد غیرضروری برای مغز، وارد آن می‌شوند.

نکته با توجه به اینکه در کتاب دهم خوانده‌ایم که مویرگ‌ها در دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) از نوع پیوسته هستند، می‌توان متوجه شد که عامل حفاظتی مشابه سد خونی ـ مغزی در اطراف نخاع نیز وجود دارد[1].

---

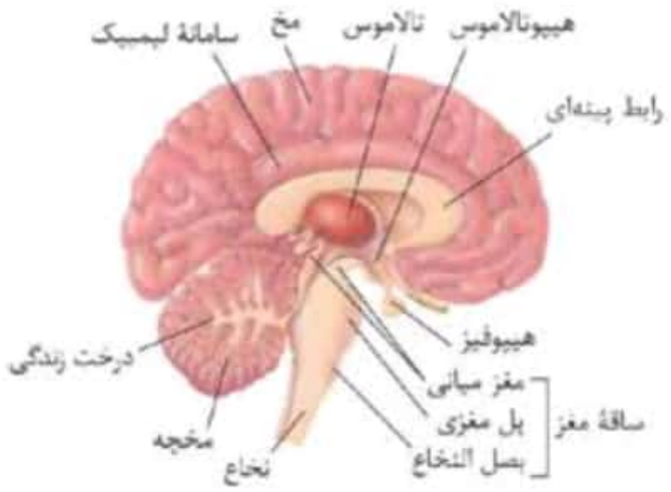
[1] در برخی منابع به این سد، سد خونی ـ مغزی نخاعی گفته می‌شود. البته دقت داشته باشید که سد خونی ـ مغزی نخاعی با سد خونی ـ مغزی متفاوت است.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۸

ساختار مغز (۱): مخ، مخچه و ساقهٔ مغز

اجزای مغز



مغز، قسمتی از دستگاه عصبی مرکزی است که در ناحیهٔ سر و درون جمجمه قرار دارد. مغز، **از سه بخش اصلی مخ، مخچه و ساقهٔ مغز تشکیل شده است.** علاوه‌بر این سه بخش، ساختارهای دیگری نیز در مغز و در زیر قشر مخ وجود دارند که در اعمال مغز نقش مهمی دارند. تالاموس، هیپوتالاموس و سامانهٔ لیمبیک، جزء این بخش‌ها هستند.

شکل مقابل، ساختار مغز را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشخص است، **مخ، بزرگترین بخش مغز است.** ساقهٔ مغز، پایین‌ترین بخش مغز است و مغز را به نخاع متصل می‌کند. در پشت ساقهٔ مغز، مخچه قرار دارد. سایر ساختارهای مغزی نیز در این شکل مشخص هستند. در ادامه، به بررسی دقیق‌تر هر یک از این بخش‌ها می‌پردازیم.

لوب‌های مخ

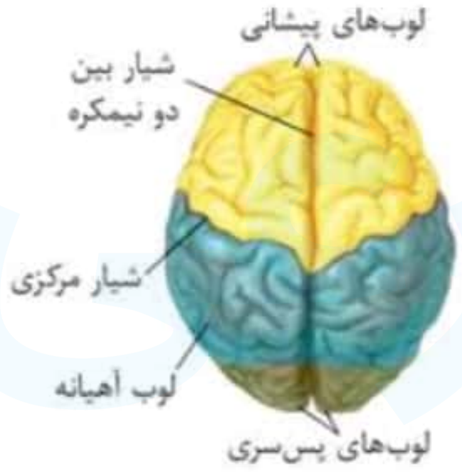
شیارهای عمیق، هر یک از نیمکره‌های مخ را به چهار لوب پس‌سری، گیجگاهی، آهیانه و پیشانی تقسیم می‌کنند.

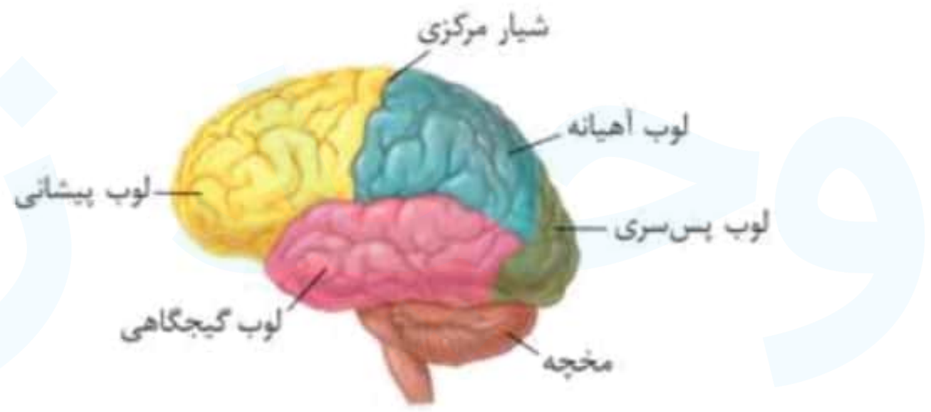
نکته به شیار بین لوب آهیانه و لوب پیشانی، شیار مرکزی می‌گویند.

نکته شیار بین دو نیمکره (شیار عقبی ـ جلویی) با همهٔ لوب‌های مخ در ارتباط است.

نکته لوب پیشانی، بزرگترین لوب مخ و لوب پس‌سری، کوچک‌ترین لوب هستند.

نکته در کل مخ، ۸ لوب و در هر نیمکره، ۴ لوب وجود دارد. هر لوب، توسط شیار بین دو نیمکره از لوب مشابه خود جدا شده است.





آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۲ یازدهم] لوب پس‌سری، مرکز پردازش پیام‌های بینایی است.

شکل «لوب‌های مخ انسان»

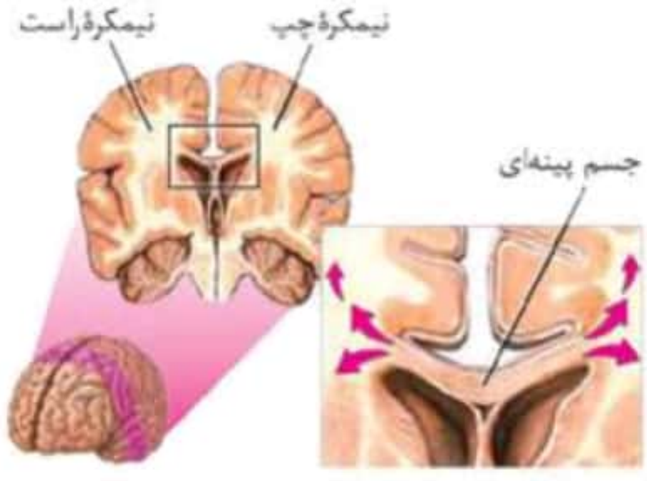
- ✓ شیار مرکزی، شیاری عمیق در بین لوب پیشانی و آهیانه است. شیار عقبی ـ جلویی، بین دو نیمکرهٔ مخ قرار دارد.
- ✓ لوب گیجگاهی، پایین‌ترین لوب مخ است. لوب گیجگاهی و پس‌سری، مستقیماً در بالای مخچه قرار دارند.
- ✓ ارتباط مستقیمی بین لوب‌های پیشانی و پس‌سری وجود ندارد. به‌جز این، هر لوب با سایر لوب‌های مخ ارتباط مستقیم دارد.
- ✓ در هر نیمکره، لوب آهیانه و لوب گیجگاهی، با سه لوب مرز مشترک دارند. اما لوب پس‌سری و لوب پیشانی، فقط دو مرز مشترک دارند.

راستی! همونطور که داخل شکل می‌بینین، در مخ تعداد زیادی شیار وجود دارد. بعضی از این شیارها عمیق نیستند و چین‌خوردگی‌های قشر مخ رو ایجاد می‌کنن. درحالی‌که بعضی دیگه از شیارها که عمیق هستن، میان لوب‌های مخ رو به‌وجود میارن. عمیق‌ترین شیار هم که بین دو نیمکرهٔ مخ قرار داره.

مخ

همانطور که در شکل دیدیم، مخ بیشتر حجم مغز را تشکیل می‌دهد. شیاری عمیق در وسط مخ، آن را به دو نیمکرهٔ چپ و راست تقسیم کرده است. دو نیمکره، با رشته‌های عصبی به هم متصل شده‌اند؛ **رابط پینه‌ای و رابط سه‌گوش (مثلثی)، رابط‌های سفیدرنگی هستند که ارتباط بین دو نیمکرهٔ مخ را برقرار می‌کنند.**

نکته از آن‌جایی که رابط‌های بین نیمکره‌های مخ سفید رنگ هستند، متوجه می‌شویم که دارای رشته‌های عصبی میلین‌دار می‌باشند.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

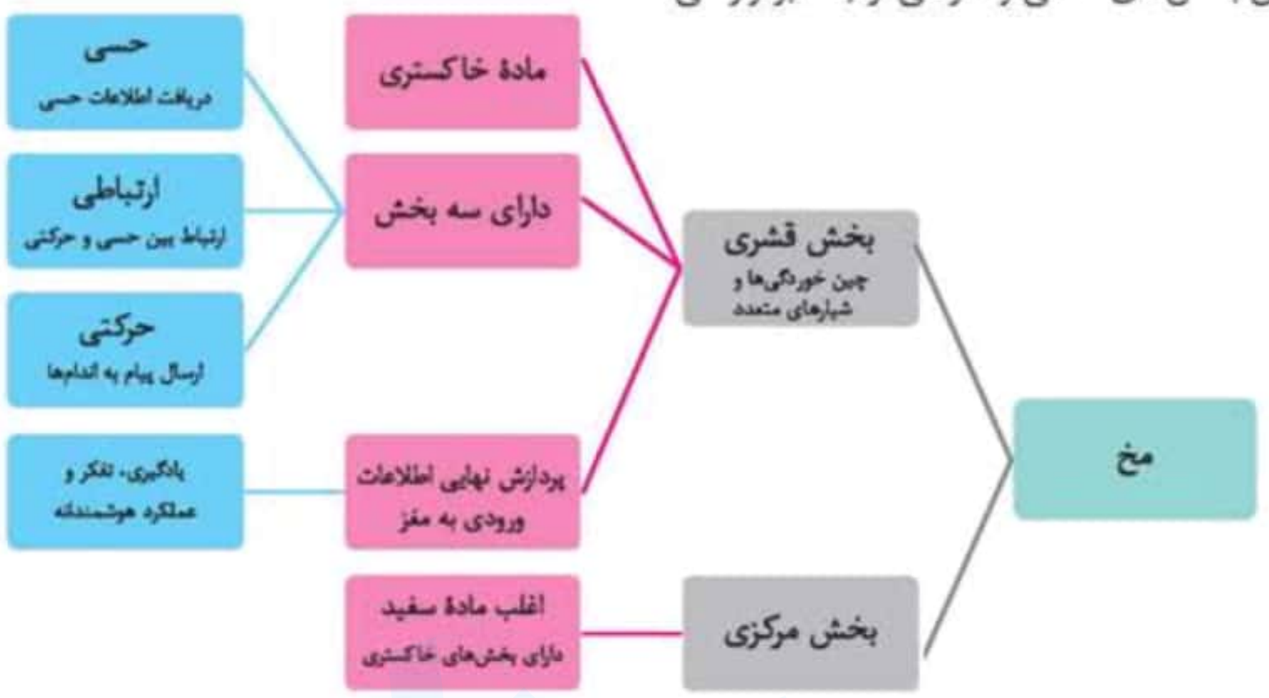
❑ نیمکره‌های مخ

دو نیمکرهٔ مخ، **به طور همزمان از همهٔ بدن اطلاعات را دریافت و پردازش می‌کنند** تا بخش‌های مختلف بدن به طور هماهنگ فعالیت کنند. هر نیمکره، فعالیت‌های اختصاصی نیز دارند؛ *(رجوع کنید به شکل ورودی فصل)*

۱- **نیمکرهٔ چپ:** بخش‌هایی مربوط به توانایی در ریاضیات و استدلال دارد. ۲- **نیمکرهٔ راست:** بخش‌هایی تخصص‌یافته برای مهارت‌های هنری دارد.

❑ قشر مخ

بخش خارجی و سطحی نیمکره‌های مخ، **قشر مخ** نام دارد که از **مادهٔ خاکستری** تشکیل شده است. **چین‌خوردگی‌ها و شیارهای متعدد** قشر مخ، سطح وسیعی با ضخامت چند میلی‌متر را تشکیل می‌دهد. در ساختار قشر مخ، بخش‌های **حسی، حرکتی** و **ارتباطی** وجود دارد؛ بخش حسی، پیام اندام‌های حسی را دریافت می‌کند. بخش حرکتی، به ماهیچه‌ها و غده‌ها پیام می‌فرستد. بخش ارتباطی، بین بخش‌های حسی و حرکتی ارتباط برقرار می‌کنند.



نکته قشر مخ، **جایگاه پردازش نهایی اطلاعات ورودی به مغز** است که نتیجهٔ آن، **یادگیری، تفکر** و **عملکرد هوشمندانه** است.

مخچه

در پایین نیمکره‌های مخ و در پشت ساقهٔ مغز، مخچه قرار دارد. مخچه، **مرکز اصلی تنظیم وضعیت بدن و تعادل آن** است. برای این کار، مخچه به‌طور پیوسته از بخش‌های دیگر مغز و نخاع و اندام‌های حسی (مثل پوست، چشم و گوش)، پیام‌هایی را دریافت و بررسی می‌کند. با پردازش این پیام‌ها، مخچه می‌تواند **فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن را در حالت‌های گوناگون هماهنگ کند.**

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱ و ۲ - فصل ۲ یازدهم] برای حفظ تعادل، مغز باید از گیرنده‌های حسی مانند گیرنده‌های تعادل در مجاری نیم‌دایرهٔ گوش داخلی و گیرنده‌های حس وضعیت در ماهیچه‌های اسکلتی، پیام دریافت کند.

فعالیت کتاب درسی

اعمال مغز

۱- وقتی که کسی ورزش می‌کند، چگونه تعادل خود را حفظ می‌کند؟

مخچه، به‌طور مدام پیام‌هایی را از بخش‌های دیگر مغز، نخاع و اندام‌های حسی دریافت می‌کند و در هر لحظه، حرکت بعدی را پیش‌بینی می‌کند. بدین‌ترتیب، تعادل فرد حفظ می‌شود.

۲- هنگام راه رفتن با چشمان بسته، چه تغییری در راه رفتن فرد ایجاد می‌شود؟

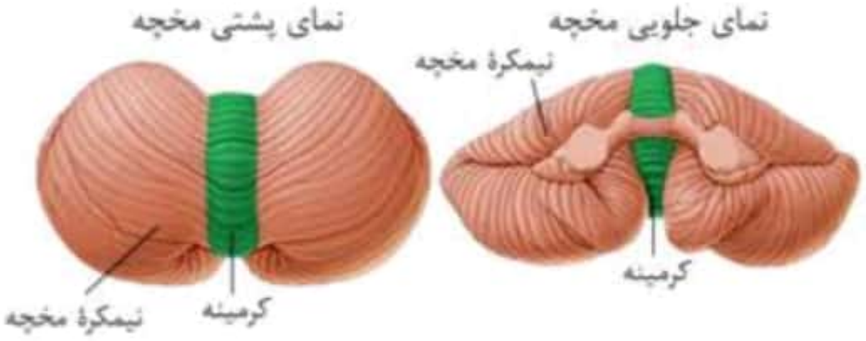
یکی از اندام‌هایی که پیام حسی به مخچه ارسال می‌کند، چشم است. وقتی که چشم بسته باشد، میزان اطلاعات دریافتی توسط مخچه کم‌تر می‌شود و به عبارتی، هماهنگی حرکات بدن و حفظ تعادل، با مشکل مواجه می‌شود. البته با توجه به این‌که مخچه از بخش‌های دیگر نیز پیام‌های حسی دریافت می‌کند، فرد می‌تواند حرکت کند و تا حدودی نیز تعادل خود را حفظ کند.

نکته علاوه‌بر مغز، نخاع، گوش، پوست و گیرنده‌های حس وضعیت، پیام‌های بینایی نیز در تغییر فعالیت مخچه نقش دارند.

۳- چگونه ممکن است با وجود سلامت کامل چشم‌ها، فرد قادر به دیدن نباشد؟

پس از این‌که نور توسط گیرنده‌های نوری در چشم تشخیص داده شد، پیام حسی باید به مغز ارسال شود و سپس در بخش‌های مربوط به بینایی در مغز، پردازش پیام بینایی صورت بگیرد تا فرد بتواند تصویر را ببیند. هر بخشی از این مسیر که آسیب ببیند، بینایی فرد از بین می‌رود. بنابراین، اختلال در بینایی فقط به‌دلیل آسیب در چشم نیست؛ مثلاً، ممکن است چشم و مسیر ارسال پیام کاملاً سالم باشد ولی مرکز پردازش پیام بینایی (در لوب پس‌سری مغز)، آسیب دیده باشد و فرد بینایی خود را از دست داده باشد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی



نکته مخچه نیز مانند مخ، از دو نیمکره تشکیل شده است و دو نیمکرهٔ مخچه، توسط رابطی به نام کرمینه به یکدیگر متصل شده‌اند. *همونطور که داخل شکل می‌بینین، شکل ظاهری این رابط شبیه یه کرم هست.* در مخچه نیز مانند مخ بخش‌های سفید و خاکستری وجود دارند. قشر مخچه چین‌خورده و خاکستری است و مادهٔ سفید، در بخش مرکزی قرار دارد. شکل ظاهری مادهٔ سفید مخچه مانند یک درخت است و از این رو، به آن درخت زندگی گفته می‌شود.

ساقهٔ مغز

ساقهٔ مغز، از بالا به پایین، شامل مغز میانی، پل مغزی و بصل‌النخاع است و پایین‌ترین بخش مغز محسوب می‌شود.

❑ مغز میانی

بالاترین بخش ساقهٔ مغز است و در بالای پل مغزی قرار دارد. نورون‌های مغز میانی، در تنظیم فعالیت‌های مختلف از جمله **شنوایی**، **بینایی** و **حرکت** نقش دارند.

نکته گفتیم که بخش‌هایی از مغز، پیام‌هایی را به مخچه ارسال می‌کنند. با توجه به نقش مغز میانی در حرکت، یکی از بخش‌هایی که پیام به مخچه ارسال می‌کند، مغز میانی است.

نکته **برجستگی‌های چهارگانه** بخشی از مغز میانی هستند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۲ یازدهم] پردازش نهایی اطلاعات بینایی در لوب پس‌سری انجام می‌شود. اما بخش‌های دیگری از مغز مثل مغز میانی نیز در پردازش این اطلاعات نقش دارند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] اپی‌فیز، یکی از غدد درون‌ریز مغز است که در بالای برجستگی‌های چهارگانه قرار دارد و هورمون ملاتونین را ترشح می‌کند.

❑ پل مغزی

در تنظیم فعالیت‌های مختلف از جمله ترشح **بزاق**، **اشک** و **تنفس** نقش دارد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] وقتی که به غذا فکر می‌کنیم، بزاق ترشح می‌شود. با فعالیت دستگاه عصبی خودمختار، پیام عصبی مغز (پل مغزی) به غده‌های بزاقی می‌رسد و بزاق به شکل انعکاسی ترشح می‌شود. دیدن غذا و بوی آن نیز باعث افزایش ترشح بزاق می‌شود. *حالا با توجه به این چیزی که گفتیم، چند تا نکته داریم:*

نکته جسم یاخته‌ای اعصاب خودمختار مربوط به تنظیم ترشح بزاق، در پل مغزی قرار دارد.

نکته مرکز عصبی ترشح بزاق در پل مغزی، از چشم و بینی نیز پیام‌های حسی دریافت می‌کند.

نکته ترشح بزاق، نوعی فعالیت انعکاسی و غیرارادی است که توسط پل مغزی کنترل می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] آنزیم لیزوزیم در بزاق و نمک و لیزوزیم در اشک بخش‌هایی از نخستین خط دفاع غیراختصاصی بدن هستند. پل مغزی، در تنظیم ترشح این مواد نقش دارد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] مرکز تنفس در پل مغزی، می‌تواند مدت زمان دم را تنظیم کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] مرکز عصبی اعصاب خودمختار تنظیم‌کنندهٔ فعالیت قلب، در بصل‌النخاع و پل مغزی قرار دارد.

❑ بصل‌النخاع

پایین‌ترین بخش مغز است. بصل‌النخاع، در **تنظیم تنفس**، **فشار خون** و **ضربان قلب** نقش دارد. هم‌چنین، مرکز انعکاس‌هایی مانند **عطسه**، **بلع** و **سرفه** است. *ما با بصل‌النخاع خاطرات زیادی از کتاب دهم داریم؛ بریم یه مرور کنیم ببینیم چیا خوندیم رابع بهش.*

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] انجام فعالیت‌های گوارشی باید با فعالیت‌های بخش‌های دیگر بدن نیز هماهنگ شود. مثلاً، هنگام بلع و عبور غذا از حلق، مرکز بلع در بصل‌النخاع، فعالیت مرکز تنفس را که در نزدیک آن قرار دارد، مهار می‌کند. در نتیجه، نای بسته و تنفس برای زمانی کوتاه متوقف می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] چنانچه ذرات خارجی یا گازهایی که ممکن است مضر یا نامطلوب باشند، به مجاری تنفسی وارد شوند، باعث واکنش سرفه یا عطسه می‌شود؛ در این حالت، هوا با فشار از راه دهان (سرفه) یا بینی و دهان (عطسه) همراه با مواد خارجی به بیرون رانده می‌شود. مرکز عصبی تنظیم سرفه و عطسه، در بصل‌النخاع قرار دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] عطسه و سرفه، جزء مکانیسم‌های دفاعی نخستین خط دفاع غیراختصاصی بدن هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] انقباض ماهیچه‌های تنفسی، تحت کنترل مرکز تنفس در بصل‌النخاع است. تنفس مرکز دیگری هم دارد که در پل مغزی واقع است و با اثر بر مرکز تنفس در بصل‌النخاع، دم را خاتمه می‌دهد. مرکز تنفس در پل مغزی، می‌تواند مدت زمان دم را تنظیم کند. ارسال پیام از ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ نایژه‌ها و نایژک‌ها هنگام پر شدن بیش از حد شش‌ها، عامل دیگری در تغییر فعالیت بصل‌النخاع است که باعث می‌شود بلافاصله ادامهٔ دم متوقف شود. علاوه‌بر این، بصل‌النخاع از گیرنده‌های حساس به افزایش کربن دی‌اکسید در خود بصل‌النخاع، و گیرنده‌های حساس به کاهش اکسیژن در سرخرگ آئورت و سرخرگ‌های ناحیهٔ گردن نیز پیام عصبی دریافت می‌کند و آهنگ تنفس را تغییر می‌دهد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] افزایش و کاهش فعالیت قلب متناسب با شرایط، به‌وسیلهٔ اعصاب دستگاه عصبی خودمختار انجام می‌شود. مرکز هماهنگ‌کنندهٔ اعصاب در بصل‌النخاع و پل مغزی و در نزدیکی مرکز تنظیم تنفس قرار دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه گذشت [کفتار ۲- فصل ۴ دهم] گیرنده‌های فشاری و گیرنده‌های شیمیایی سرخرگ‌های بدن، پس از تحریک، به مراکز عصبی تنظیم فشار خون در بصل‌النخاع، پیام عصبی می‌فرستند تا فشار سرخرگی در حد طبیعی حفظ، و نیازهای بدن در شرایط خاص تأمین شود. سازوکار حفظ فشار سرخرگی نیز نوعی فرایند انعکاسی است.

جمع‌بندی

بخش‌های اصلی مغز (مخ، مخچه و ساقهٔ مغز)

مخ، حجیم‌ترین بخش مغز است که توسط یک شیار عمیق جلویی ـ عقبی به دو نیمکرهٔ چپ و راست تقسیم شده است. دو رابط سفید رنگ (دارای رشته‌های میلین‌دار) به نام‌های پینه‌ای و سه‌گوش (مثلثی)، دو نیمکرهٔ مخ را به یکدیگر متصل می‌کنند. نیمکره‌های مخ، اطلاعات را از سراسر بدن دریافت می‌کند و اعمال بدن را هماهنگ می‌کنند. علاوه‌بر این، نیمکرهٔ راست برای مهارت‌های هنری و نیمکرهٔ چپ برای ریاضیات و استدلال تخصص‌یافته‌اند. قشر خاکستری مخ نیز دارای چین‌خوردگی‌ها و شیارهای متعدد است و مرکز پردازش نهایی اطلاعات حسی می‌باشد. نتیجهٔ این پردازش، تفکر، یادگیری و عملکرد هوشمندانه است. مخچه نیز مانند مخ، توسط شیاری عمیق به دو نیمکره تقسیم شده است که توسط کرمینه به یکدیگر متصل می‌شوند. مخچه، مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل است و پس از دریافت پیام از مغز، نخاع و اندام‌های حسی، پیام‌ها را پردازش می‌کند و فرمان حرکتی را صادر می‌کند تا فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن در حالت‌های گوناگون تنظیم شوند. ساقهٔ مغز، در زیر مخ و جلوی مخچه قرار دارد و از سه بخش مغز میانی، پل مغزی و بصل‌النخاع تشکیل شده است. مغز میانی، در بینایی، شنوایی و حرکت نقش دارد و در آن، برجستگی‌های چهارگانه نیز قرار دارند. پل مغزی در تنظیم ترشح بزاق و اشک نقش دارد و هم‌چنین با همکاری بصل‌النخاع، تنفس را نیز تنظیم می‌کند. علاوه‌بر تنظیم تنفس، بصل‌النخاع مرکز برخی انعکاس‌های بدن (عطسه، بلع و سرفه) است و با همکاری هیپوتالاموس، فشار خون و ضربان قلب را تنظیم می‌نماید.

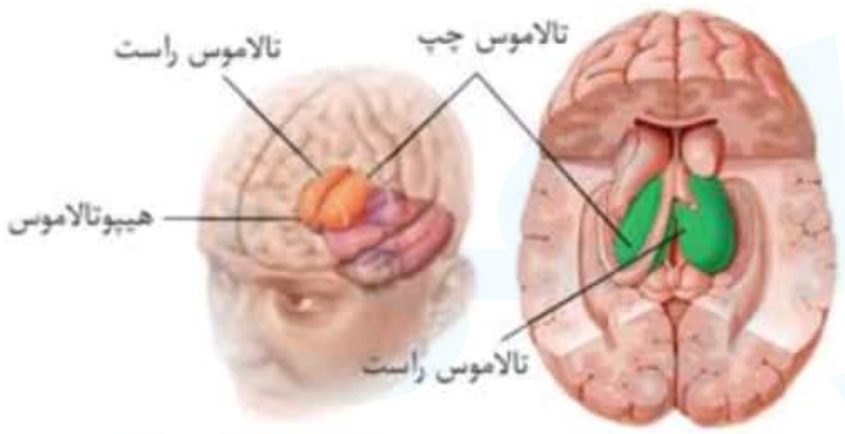
درس‌نامهٔ ۹

ساختار مغز (۲) : تالاموس، هیپوتالاموس و سامانهٔ لیمبیک

تا اینجا، با بخش‌های اصلی مغز آشنا شدیم و فهمیدیم که هر کدوم چه کاری انجام میدن. اما ساختارهای دیگه‌ای هم وجود دارن که در کارهای مغز نقش دارن.

تالاموس، هیپوتالاموس و سامانهٔ لیمبیک، ساختارهایی در مغز هستند که به فعالیت‌های مغزی کمک می‌کنند.

تالاموس (نهنج)



محل قرارگیری: زیر رابط‌های نیمکره‌های مخ و در ارتباط با سامانهٔ لیمبیک

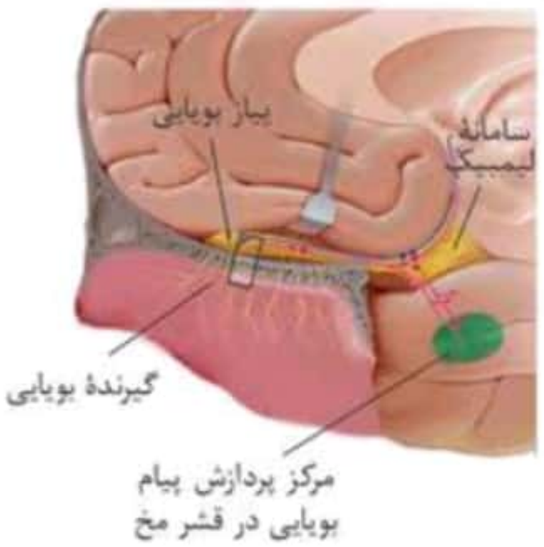
وظیفه: (۱- پردازش اولیه و ۲- تقویت) اغلب اطلاعات حسی ورودی به مغز

اغلب پیام‌های حسی (به جز حس بویایی) که وارد مغز می‌شوند، در تالاموس‌ها گرد هم می‌آیند و پس از تقویت‌شدن توسط تالاموس‌ها و انجام پردازش اولیه، به بخش مربوطه در قشر مخ ارسال می‌شوند. گفتیم که قشر مخ، محل پردازش نهایی اطلاعات حسی است.

نکته در مغز، دو عدد تالاموس وجود دارند که توسط رابطی به یکدیگر متصل شده‌اند.

سؤال چرا اغلب (نه همهٔ) اطلاعات حسی وارد تالاموس‌ها می‌شوند؟

۱- پیام‌های بویایی: در فصل (۲) می‌بینیم که گیرنده‌های بویایی بینایی، دقیقاً در زیر پیازهای بویایی قرار گرفته‌اند. وقتی که پیام بویایی توسط این گیرنده‌ها تولید می‌شود، آکسون گیرنده‌های بویایی از منافذ استخوان جمجمه عبور می‌کنند و وارد پیاز بویایی می‌شوند. سپس، پیام از پیاز بویایی و از طریق سامانهٔ لیمبیک، به بخش مربوطه در قشر مخ ارسال می‌شود. همان‌گونه که مشاهده کردید، پیام بویایی بدون عبور از تالاموس، وارد قشر مخ می‌شود.



۲- پیام‌های ساقهٔ مغز: علاوه‌بر پیام‌های بویایی، بعضی از پیام‌ها اصلاً وارد قشر مخ نمی‌شوند و لذا به تالاموس نیز نمی‌روند. مثلاً مرکز تنظیم تنفس در بصل‌النخاع و پل مغزی است و پیام‌های مربوط به تنظیم تنفس، وارد بصل‌النخاع می‌شوند. این پیام‌ها، به تالاموس نمی‌روند.

هیپوتالاموس (زیرنهنج)

محل قرارگیری: در زیر تالاموس

وظیفه: ۱- برقراری ارتباط بین دستگاه‌های عصبی و هورمونی برای حفظ هم‌ایستایی بدن، ۲- تنظیم دمای بدن، ۳- تنظیم ضربان قلب، ۴- تنظیم فشار خون، ۵- تنظیم تشنگی و گرسنگی، ۶- تنظیم خواب

نکته علاوه‌بر هیپوتالاموس، بصل‌النخاع نیز در تنظیم ضربان قلب و فشار خون نقش دارد. پل مغزی نیز در تنظیم فعالیت قلب نقش دارد.

آن‌چه گذشت [کفتار ۲- فصل ۴ دهم] مرکز هماهنگی اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک قلب در بصل‌النخاع و پل مغزی و در نزدیکی مرکز تنظیم تنفس قرار دارد. همکاری این مراکز، نیاز بدن به مواد مغذی و اکسیژن را در شرایط خاص به‌خوبی تأمین می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] علاوه‌بر هیپوتالاموس، اپی‌فیز نیز در تنظیم خواب مؤثر است. اپی‌فیز با ترشح هورمون ملاتونین در پاسخ به تاریکی، در ایجاد ریتم‌های شبانه‌روزی مؤثر است.

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] هیپوتالاموس، با ترشح هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده، فعالیت ترشحی بخش پیشین هیپوفیز را [illegible]، هورمون‌های ضدادراری و اکسی‌توسین توسط هیپوتالاموس تولید و سپس در هیپوفیز پسین ذخیره می‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

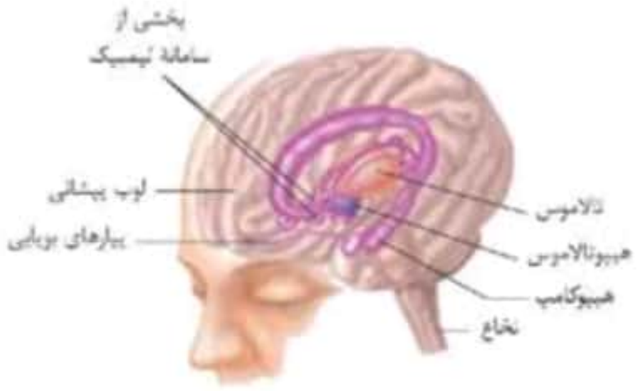
آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] اگر غلظت مواد حل‌شده در خوناب (پلاسما) از یک حد مشخص فراتر رود، گیرنده‌های اسمزی در زیرنهنج تحریک می‌شوند. در نتیجهٔ تحریک این گیرنده‌ها، از یک سو مرکز تشنگی در هیپوتالاموس فعال می‌شود و از سوی دیگر، هورمون ضدادراری از غدهٔ هیپوفیز پسین ترشح می‌شود. اگر بنا به عللی هورمون ضدادراری ترشح نشود، بیماری دیابت بی‌مزه ایجاد می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۵ یازدهم] یکی از نشانه‌های بیماری‌های میکروبی، تب است. با ورود میکروب به بدن، بعضی از ترشحات آن‌ها از طریق خون به هیپوتالاموس می‌رسند و هیپوتالاموس، دمای بدن را بالا می‌برد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۲ یازدهم] گیرنده‌های دمایی، دندریت‌های یاخته‌های عصبی حسی هستند. این گیرنده‌ها، در پوست و سیاهرگ‌های بزرگ بدن قرار دارند و به‌ترتیب، به تغییرات دمای محیط و خون حساس هستند. تنظیم دمای بدن، توسط هیپوتالاموس انجام می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] غدهٔ پینه‌آل (اپی‌فیز)، یکی از غدد درون‌ریز مغز است که هورمون ملاتونین را ترشح می‌کند. به‌نظر می‌رسد که این هورمون با ریتم‌های شبانه‌روزی ارتباط داشته باشد و همانند هیپوتالاموس، در تنظیم خواب مؤثر است.

سامانهٔ لیمبیک (سامانهٔ کناره‌ای)

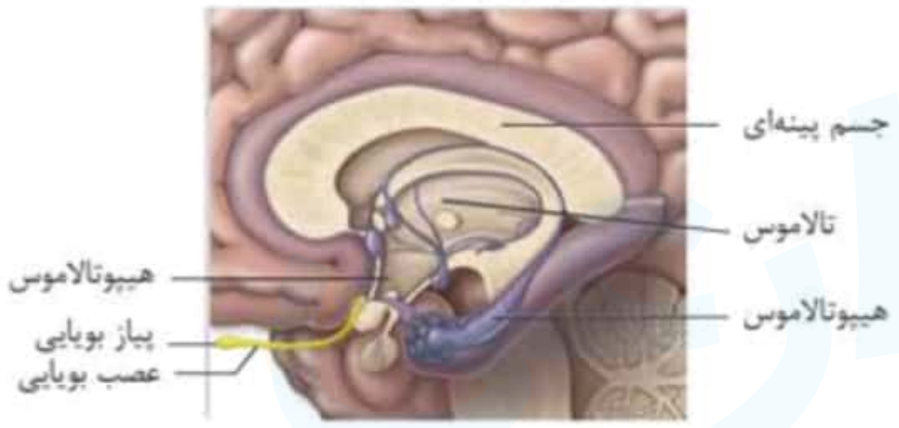


تعریف: سامانهٔ لیمبیک، مجموعه‌ای از ساختارهایی است که با قشر مخ، تالاموس و هیپوتالاموس ارتباط دارند که یکی از این ساختارها، هیپوکامپ می‌باشد.

وظیفه: سامانهٔ لیمبیک در ایجاد احساساتی مانند ترس، خشم، لذت مؤثر است و هیپوکامپ لیمبیک نیز در حافظه و یادگیری نقش دارد. *مثلاً وقتی یه خاطرهٔ خوب یادتون میاد و خوشحال می‌شین، زیر سر سامانهٔ لیمبیک است.*

نکته همانطور که در شکل مشخص است، پیازهای بویایی به سامانهٔ لیمبیک متصل هستند اما جزئی از سامانهٔ لیمبیک محسوب نمی‌شوند.

سؤال لوب بویایی یا پیاز بویایی؟ مسئله اینست!



گفتیم که هر نیمکرهٔ مخ، توسط شیارهای عمیق به چهار لوب تقسیم می‌شوند: پیشانی، آهیانه، گیجگاهی و پس‌سری. قشر خاکستری هرکدام از این لوب‌ها، وظایف اختصاصی دارند. مثلاً، پردازش پیام‌های بینایی در لوب پس‌سری انجام می‌شود. اما بخش قشری مربوط به پردازش پیام بویایی، در لوب گیجگاهی قرار دارد. بنابراین، وقتی گفته می‌شود لوب بویایی (Olfactory Lobe)، منظور همان بخشی از لوب پیشانی است که در پردازش پیام بویایی نقش دارد. البته از نظر آناتومی، لوب بویایی چندان کاربرد ندارد و به جای آن، بیشتر قشر بویایی (Olfactory Cortex) به کار می‌رود. اما پیاز بویایی (Olfactory Bulb)، بخشی متصل به سامانهٔ لیمبیک است که مستقیماً پیام عصبی را از بینی دریافت می‌کند و به قشر بویایی منتقل می‌کند. پس قسمتی که ما در شکل این فصل به‌عنوان لوب بویایی می‌خوانیم، در واقع همان پیاز بویایی است که در فصل (۲) خواندیم و شکل کتاب در فصل (۱)، باید اصلاح شود.

❑ هیپوکامپ[1] (اسبک مغز)

وظیفه: هیپوکامپ، بخشی از سامانهٔ لیمبیک است که در **تشکیل حافظه و یادگیری** نقش دارد. هیپوکامپ، در **ایجاد حافظهٔ کوتاه‌مدت و تبدیل آن به حافظهٔ بلندمدت** نقش دارد. *وقتی چیز جدیدی رو می‌خوایم وارد حافظه کنیم، ابتدا وارد حافظهٔ کوتاه‌مدت میشه. مثلاً شما اسم یک نفر رو می‌شنوین؛ این اسم وارد حافظهٔ کوتاه‌مدت میشه و شما تا مدتی این اسم رو یادتون هست. اما برای این‌که بعداً هم یادتون بیاد، باید وارد حافظهٔ بلندمدتتون بشه. اونجاست که دیگه توی حافظتون می‌مونه و شما بعداً هم یادتون میاد[2]. خُب، حالا هیپوکامپ در حافظهٔ کوتاه‌مدت و انتقال اون به حافظهٔ بلندمدت نقش داره اما مسئول نگه‌داری اطلاعات حافظهٔ بلندمدت نیست. به‌نظرتون اگه هیپوکامپ آسیب ببینه، چه اتفاقی می‌افته؟*

آسیب هیپوکامپ: اگر هیپوکامپ آسیب ببیند یا با جراحی برداشته شود[3]، حافظهٔ فرد با مشکل مواجه می‌شود. این فرد، اطلاعات جدید را حداکثر فقط برای چند دقیقه در ذهن دارد و سپس فراموش می‌کند؛ مثلاً، این افراد نمی‌توانند نام افراد جدید را حتی اگر هر روز با آن‌ها در تماس باشند، به‌خاطر بسپارند. البته، چون حافظهٔ بلندمدت این افراد آسیب ندیده است، به یاد آوردن خاطرات مربوط به قبل از آسیب‌دیدگی، مشکل چندانی ندارد. *مثلاً اگر هیپوکامپ یک فرد ۳۰ساله آسیب ببینه، فرد خاطرات قبل از ۳۰سالگیشو یادش هست اما بعد از اون، دیگه چیزی یادش نمی‌مونه. هر روز که بیدار میشه، همه‌چی واسش مثل روز قبل است و ریستارت میشه[4].*

۱- Hippocampus: هیپوکامپ، به معنای اسب دریایی است و علت نام‌گذاری این ساختار، شباهت ظاهری آن به اسب دریایی است.

۲- اگه از سخت‌افزارهای کامپیوتر اطلاع داشته باشید، مثل رابطهٔ RAM و هارد دیسک است. وقتی که کامپیوتر روشن است، اطلاعاتی که همون لحظه استفاده و پردازش می‌شن، در RAM قرار دارند که معادل با حافظهٔ کوتاه‌مدت است. وقتی که شما کامپیوتر رو خاموش می‌کنین، حافظهٔ RAM پاک میشه و در استفادهٔ بعدی قابل‌استفاده نیست. اما اطلاعات ذخیره‌شده در هارد دیسک، که معادل با حافظهٔ بلندمدت است، بعداً نیز قابل‌استفاده هستند و حذف نمی‌شن.

۳- مثلاً به دلیل وجود نوعی تومور در هیپوکامپ

۴- به این نوع فراموشی، Anterograde Amnesia یعنی فراموشی پس‌گستر می‌گویند. فیلم «چپ‌دست» ساختهٔ آرش معیریان، بر اساس این بیماری ساخته شده است.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

پس به‌طور خلاصه، در حالت طبیعی اطلاعات در حافظهٔ کوتاه‌مدت ما ذخیره می‌شن که این کار هیپوکامپ هست. حافظهٔ کوتاه‌مدت باعث میشه که ما هر چیزی رو برای مدت کوتاهی یادمون باشه. مثلاً وقتی اسم کسی رو می‌پرسین، تا چند دقیقه این اسم در حافظهٔ شما هست. اما برای این‌که برای مدت طولانی‌تری یادتون بمونه، باید وارد حافظهٔ بلندمدت بشه که اینم کار هیپوکامپ هست. وقتی اطلاعات وارد حافظهٔ بلندمدت بشن، شما برای مدت خیلی زیادی اون اطلاعات رو یادتون می‌مونه؛ مثلاً همهٔ شما اسم پدر و مادرتون رو می‌دونین، چون در حافظهٔ بلندمدتتون هست. حالا اگه هیپوکامپ آسیب ببینه، دیگه این اطلاعات وارد حافظهٔ بلندمدت نمی‌شن. شما هر چیزی که رو برای مدت کوتاهی یادتون هست و بعد از اون برای همیشه یادتون می‌ره. طبیعی هست که اطلاعات قبل از آسیب هیپوکامپ رو یادتون می‌مونه؛ چون اونا دیگه از هیپوکامپ خارج شدن و رفتن توی حافظهٔ بلندمدت.

نکته تکرار اطلاعات برای چندین بار، باعث ذخیره‌سازی آن اطلاعات در حافظهٔ بلندمدت می‌شود. به همین خاطر هست که می‌گن اگه می‌خواین چیزی رو حفظ کنین، باید اون رو چند بار مرور کنین. پس از امروز برای این‌که اطلاعات زیستی در ذهنتون ثبت بشن و برن توی حافظهٔ بلندمدتتون، حتماً مرور روزانهٔ درس زیست رو انجام بدین.

درسنامهٔ ۱۰ تشریح مغز گوسفند

بررسی بخش‌های خارجی مغز

☐ مشاهدهٔ سطح پشتی

روی مغز بقایای پردهٔ مننژ وجود دارد. وقتی که این پرده‌ها را جدا کنیم، می‌توانیم شیارهای مغز را بهتر ببینیم. در این سطح، از بالا به پایین به‌ترتیب، بخش‌های لوب‌های بویایی، نیمکره‌های مخ، نیمکرهٔ مخچه، کرمینهٔ مخچه و نخاع دیده می‌شوند.

☐ مشاهدهٔ سطح شکمی

وقتی که مغز را برگردانیم و بقایای پردهٔ مننژ را جدا کنیم، از بالا به پایین بخش‌هایی که دیده می‌شوند عبارتند از: لوب‌های بویایی، کیاسمای بینایی، مغز میانی، پل مغزی، مخچه، بصل‌النخاع و نخاع.

سطح شکمی مغز

سطح پشتی مغز

مشاهدهٔ بخش‌های درونی مغز

۱- برای مشاهدهٔ سطح پشتی، مغز را طوری در ظرف تشریح قرار می‌دهیم که سطح پشتی آن را ببینیم. سپس با انگشتان شست، به آرامی دو نیمکره را از محل شیار بین آن‌ها از یکدیگر فاصله می‌دهیم و بقایای پردهٔ مننژ را از بین دو نیمکره خارج می‌کنیم. در این حالت، نوار سفیدرنگ رابط پینه‌ای را می‌بینیم.

۲- سپس با چاقوی جراحی در جلوی رابط پینه‌ای برش کم‌عمقی ایجاد می‌کنیم و رابط سه‌گوش را در زیر رابط پینه‌ای می‌بینیم.

نکته رابط سه‌گوش و پینه‌ای، دو رابط سفیدرنگ بین دو نیمکرهٔ مخ هستند. رابط سه‌گوش، در زیر رابط پینه‌ای قرار دارد.

۳- در دو طرف رابط‌های نیمکره‌های مخ، فضای بطن‌های ۱ و ۲ مغز قرار دارد که در داخل آن‌ها، اجسام مخطط قرار دارند.

نکته شبکه‌های مویرگی که مایع مغزی ـ نخاعی را ترشح می‌کنند، درون بطن‌های ۱ و ۲ قرار دارند.

نکته منشأ مایع مغزی ـ نخاعی، خوناب است.

۴- با ایجاد یک برش طولی در رابط سه‌گوش، می‌توانیم تالاموس‌ها را در زیر رابط سه‌گوش ببینیم.

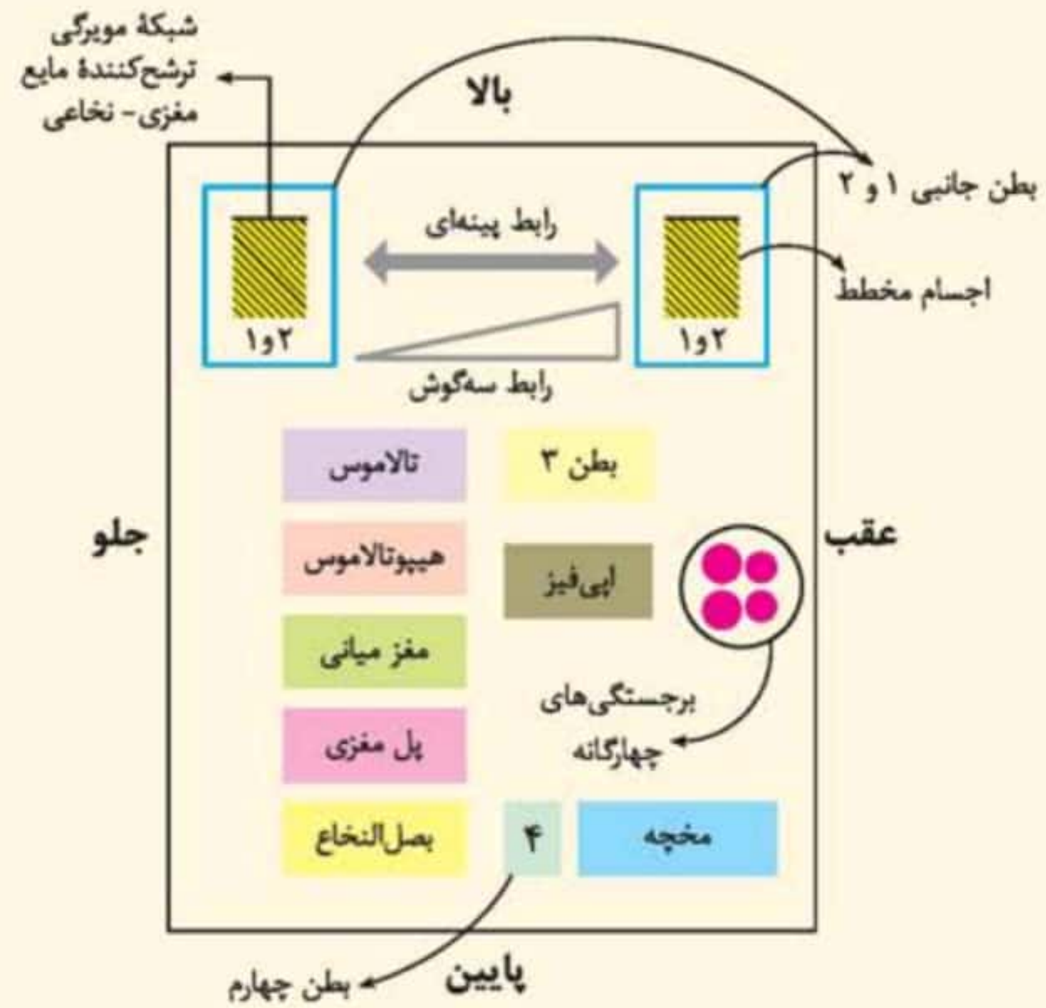
نکته بین دو تالاموس، رابطی وجود دارد که محکم نیست؛ در نتیجه، تالاموس‌ها با کم‌ترین فشار از هم جدا می‌شوند.

۵- در عقب تالاموس‌ها، بطن سوم و در لبهٔ پایین آن‌ها، غدهٔ اپی‌فیز قرار دارد. در عقب اپی‌فیز نیز برجستگی‌های چهارگانه قرار دارند. در نهایت، می‌توانیم کرمینهٔ مخچه را در امتداد شیار بین دو نیمکرهٔ مخچه برش دهیم تا درخت زندگی و بطن چهارم مغز را ببینیم.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

مغز گوسفند



درسنامهٔ ۱۱

اعتیاد و تأثیر آن بر مغز

اعتیاد انواع مختلفی داره؛ اعتیاد به سیگار، مواد مخدر، الکل، تلگرام، اینستاگرام و ...؛ متأسفانه همهٔ اینا به‌شدت خطرناک هستند. مثلاً دو مورد آخر، ریسک بالایی برای نارسایی کلیوی دارن. البته انواع مفیدی از اعتیاد هم وجود داره؛ مثل اعتیاد به خوندن کتاب‌های زیست‌شناسی گاج که حتی توصیه هم میشه!

اعتیاد چیست؟

تعریف: وابستگی همیشگی به مصرف یک ماده یا انجام یک رفتار است که ترک آن، مشکلات جسمی و روانی برای فرد به‌وجود می‌آورد.

مثال ۱- **اعتیاد رفتاری:** اعتیاد به اینترنت و بازی‌های رایانه‌ای ۲- **اعتیاد به مصرف مواد مخدر، الکل و ...** .

عوارض: اعتیاد، نه فقط سلامت جسمی و روانی فرد معتاد، بلکه سلامت خانوادهٔ او و نیز افراد دیگر اجتماع را به‌خطر می‌اندازد. خشونت، دزدی و قتل، مثال‌هایی از عوارض اجتماعی اعتیاد است.

تأثیر مواد اعتیادآور بر مغز

بار اول مصرف مواد اعتیادآور، اختیاری است؛ اما مصرف مکرر مواد اعتیادآور، تغییراتی را در مغز ایجاد می‌کند. بنابراین، علاوه‌بر **وابستگی روانی** فرد به مواد اعتیادآور، **وابستگی جسمی** نیز ایجاد می‌شود و فرد نمی‌تواند با میل شدید برای مصرف مواد مقابله کند.

نکته تغییرات ناشی از مواد اعتیادآور در مغز، ممکن است دائمی باشند و به همین علت، اعتیاد را **بیماری**[1] **برگشت‌پذیر** می‌دانند؛ یعنی، حتی سال‌ها پس از ترک اعتیاد، فرد در خطر مصرف دوباره قرار دارد.

چرا فرد معتاد تمایل به مصرف مواد اعتیادآور دارد؟

بیشتر مواد اعتیادآور، بر **بخشی از سامانهٔ لیمبیک** اثر می‌گذارند. گفتیم که این سامانه، در احساسات نقش دارد و تحت تأثیر مواد اعتیادآور، ناقل‌های عصبی مثل **دوپامین** آزاد می‌کند. دوپامین، در فرد احساس لذت و سرخوشی ایجاد می‌کند. در نتیجه، فرد میل شدیدی به مصرف دوبارهٔ آن ماده دارد.

نکته در اعتیاد، سامانهٔ لیمبیک بیش از یک نوع ناقل عصبی آزاد می‌کند و یکی از انواع ناقل‌های عصبی آزادشده، دوپامین است.

نکته دوپامین نوعی پیک کوتاه‌برد (ناقل عصبی) است که در بروز گروهی از احساسات مثل لذت نقش دارد.

چرا پس از مدتی، میزان مصرف مواد اعتیادآور افزایش می‌یابد؟

با ادامهٔ مصرف مواد اعتیادآور، **دوپامین کم‌تری آزاد می‌شود** و به فرد، احساس کسالت، بی‌حوصلگی و افسردگی دست می‌دهد. برای رهایی از این حالت و دستیابی به حالت سرخوشی اولیه، فرد مجبور است مادهٔ اعتیادآور بیشتری مصرف کند.

---

۱. بیماری یعنی معتاد، بیمار است نه مجرم!

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

بخش‌های اصلی مغز (مخ، مخچه و ساقهٔ مغز)

مصرف اولیهٔ مادهٔ اعتیادآور ← ترشح دوپامین در لیمبیک ← ایجاد احساس لذت و سرخوشی

ادامهٔ مصرف مادهٔ اعتیادآور ← ↓ ترشح دوپامین در لیمبیک ← ایجاد احساس کسالت، بی‌حوصلگی و افسردگی ← **افزایش مصرف**

تأثیر مواد اعتیادآور بر مغز

تأثیر بر بخش‌هایی از قشر مخ ← ↓ توانایی قضاوت، تصمیم‌گیری و خودکنترلی فرد **(به‌ویژه در مغز نوجوانان)**

ایجاد تغییرات برگشت‌ناپذیر در مغز ← غیرقابل بهبود یا نیازمند زمان طولانی **(به‌ویژه در بخش‌های پیشین مغز)**

ایجاد تغییرات دائمی در مغز ← برگشت‌پذیری اعتیاد ← احتمال مصرف دوباره، حتی سال‌ها پس از ترک مواد

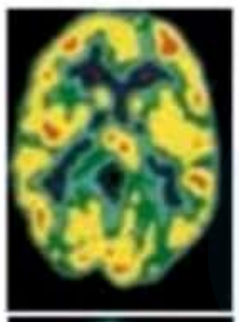
تأثیرات مضر ناشی از مصرف مواد اعتیادآور بر مغز

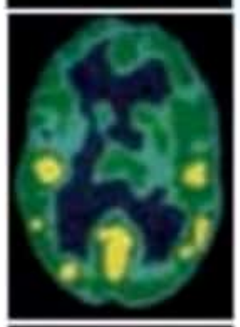
تا این‌جا به‌نظر میاد مواد اعتیادآور بد که نیستن هیچی، خوبم هستن؛ چون باعث میشن که فرد سرخوش بشه! البته بگذریم از این‌که مصرف این مواد، علاوه‌بر هزینه‌های معنوی، هزینه‌های مادی زیادی رو هم داره. و البته ترشح غیرطبیعی ناقل‌های عصبی هم برای مغز خوب نیست. اما ببینیم که چه تأثیرات مضر دیگه‌ای بر روی مغز دارن که اینقدر مواد اعتیادآور بد هستن.

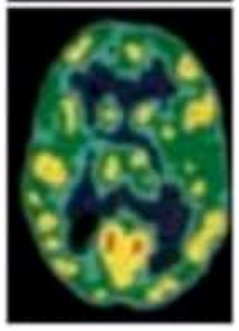
مواد اعتیادآور، بر بخش‌هایی از قشر مخ اثر می‌کنند و **توانایی قضاوت، تصمیم‌گیری و خودکنترلی فرد را کاهش می‌دهند.** این اثرات به‌ویژه در مغز نوجوانان شدیدتر است. *این چیزا هست که باعث میشه مصرف مواد اعتیادآور بد باشه. مثلاً ظرف مواد مصرف می‌کنه بعد بدون این که فورش بفهمه، میره آدم میکشه! و اینجاست که دیگه راه برگشتی نیست. پس چه بهتر که از همون اول آدم وارد این راه و مسیر نشه.*

❑ تأثیر مصرف کوکائین بر فعالیت مغز

از سال قبل به یاد داریم که یاخته‌ها برای انجام فعالیت‌های خود نیاز به انرژی زیستی دارند و برای تأمین انرژی مورد نیاز خود نیز در فرایند تنفس یاخته‌ای، گلوکز را مصرف می‌کنند. بنابراین، بین میزان فعالیت یاخته‌ها و مصرف گلوکز، رابطهٔ مستقیم وجود دارد. *حالا می‌خوایم بررسی کنیم که مصرف کوکائین، چه تاثیری بر مصرف گلوکز در یافته‌های مغزی می‌ذاره.*







الف ـ مصرف گلوکز در یک مغز طبیعی: شکل مقابل، میزان مصرف گلوکز در بخش‌های مختلف مغز را نشان می‌دهد. قسمت‌های زرد و قرمز، نشان‌دهندهٔ مصرف بالای گلوکز توسط یاخته‌های مغز است. در هر قسمتی که تراکم ناحیه‌های زرد و قرمز بیشتر باشد، میزان مصرف گلوکز نیز بیشتر است؛ در نتیجه، میزان فعالیت مغز نیز در آن ناحیه بیشتر است.

ب ـ مصرف گلوکز در مغز، ۱۰ روز پس از آخرین مصرف کوکائین: مصرف مواد اعتیادآور مانند کوکائین باعث می‌شود که میزان مصرف گلوکز توسط یاخته‌های مغزی کاهش پیدا کند. همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید، تراکم نواحی زرد و قرمز در مغز کم‌تر شده است که نشان‌دهندهٔ کاهش مصرف گلوکز توسط مغز است؛ در نتیجه، میزان فعالیت‌های مغز نیز کم‌تر می‌شود. همچنین در شکل مشخص است که بیشترین میزان تغییر در فعالیت پس از مصرف کوکائین، در بخش‌های جلویی مغز (لوب پیشانی) اتفاق می‌افتد.

ج ـ مصرف گلوکز در مغز، ۱۰۰ روز پس از آخرین مصرف کوکائین: با گذشت زمان نسبتاً طولانی از آخرین مصرف کوکائین، میزان مصرف گلوکز در یاخته‌های مغزی افزایش پیدا می‌کند که این موضوع، نشان‌دهندهٔ بهبود عملکرد مغز است. با این حال، میزان مصرف گلوکز هنوز هم کم‌تر از حالت طبیعی است؛ بنابراین، بهبود فعالیت مغز پس از مصرف قطع مواد مخدر، نیازمند زمان طولانی است و همچنین ممکن است که تغییرات برگشت‌ناپذیری در مغز رخ دهد و بعضی از بخش‌های مغز، اصلًا بهبود پیدا نکنند.

نکته با توجه به شکل مشخص است که سرعت بهبود علائم و افزایش فعالیت مغز، در بخش‌های عقبی مغز بیشتر از بخش‌های پیشین است.

اعتیاد به الکل

یکی دیگر از مواد اعتیادآور، الکل هست. علت مصرف الکل در افراد مختلف، می‌تواند ناشی از تصور نادرست برای احساس سرخوشی، فرار از بحران‌های روحی و یا فشار افراد نزدیک و هم‌سن باشد.

نکته مقدار الکل (اتانول)، در نوشیدنی‌های الکلی متفاوت است و حتی کم‌ترین مقدار الکل، بدن را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

تأثیر الکل بر مغز: وقتی الکل وارد دستگاه گوارش می‌شود، در آن‌جا به سرعت جذب و وارد جریان خون می‌شود. چون الکل در چربی محلول است، می‌تواند از غشای یاخته‌های عصبی بخش‌های مختلف مغز عبور کند و باعث اختلال در فعالیت آن‌ها شود. این اختلال، با تأثیر بر فعالیت انواعی از ناقل‌های عصبی تحریک‌کننده و بازدارنده، مثل دوپامین، رخ می‌دهد.

اثرات ناشی از مصرف کوتاه‌مدت الکل: الکل باعث می‌شود که فعالیت‌های بدنی کاهش پیدا کند و فرد احساس خواب‌آلودگی داشته باشد. علاوه‌بر این، موجب آرام‌سازی (کاهش انقباض) ماهیچه‌ها و ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن می‌شود. اختلال در گفتار، کاهش درد و اضطراب، اختلال در حافظه، گیجی و کاهش هوشیاری، از دیگر تأثیرات مصرف کوتاه‌مدت الکل است.

نکته مرکز تنظیم خواب، هیپوتالاموس است. الکل می‌تواند باعث اختلال در فعالیت هیپوتالاموس شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۳ یازدهم] در انقباض ماهیچه‌ها، پل‌های اتصالی بین رشته‌های اکتین و میوزین تشکیل می‌شود. الکل باعث می‌شود که تعداد این پل‌های اتصالی کاهش پیدا کند و انقباض ماهیچه کم شود.

نکته مرکز تنظیم تعادل و وضعیت بدن، مخچه است. الکل با تأثیر بر مخچه، باعث ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۲ یازدهم] درد یک سازوکار حفاظتی است. هرگاه یاخته‌ها در معرض تخریب قرار گیرند، درد ایجاد و موجب می‌شود که فرد برای برطرف کردن عامل ایجاد درد، واکنش مناسب نشان دهد. کاهش درد تحت تأثیر مصرف الکل، این سازوکار حفاظتی را مختل می‌کند و احتمال بروز آسیب‌های بافتی را افزایش می‌دهد.

نکته هیپوکامپ جزوی از دستگاه لیمبیک است که در حافظه و قشر مخ در عملکرد هوشمندانه نقش دارند و اختلال عملکرد آن‌ها، منجر به اختلال حافظه و کاهش هوشیاری می‌شود.

نکته الکل فعالیت مغز را کند می‌کند و در نتیجه، زمان واکنش فرد به محرک‌های محیطی افزایش پیدا می‌کند.

اثرات ناشی از مصرف بلندمدت الکل: مشکلات کبدی، سکتهٔ قلبی و انواع سرطان از پیامدهای مصرف بلندمدت الکل است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] یاخته‌های کبد، صفرا را می‌سازند. صفرا در گوارش و ورود چربی‌ها به محیط داخلی نقش دارد. در نتیجه، مشکلات کبدی می‌تواند منجر به اختلال در جذب چربی‌ها و ویتامین‌های محلول در چربی و هم‌چنین بیماری‌هایی مانند یرقان شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۴ دهم] وقتی به بخشی از ماهیچهٔ قلب اکسیژن نرسد، یاخته‌های آن می‌میرند که به آن، سکته یا حملهٔ قلبی گفته می‌شود. در سکتهٔ قلبی، ارتفاع موج QRS در نوار قلب کاهش می‌یابد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۶ یازدهم] تومور توده‌ای است که در اثر تقسیمات تنظیم‌نشده ایجاد می‌شود. تومورها به دو نوع خوش‌خیم و بدخیم تقسیم می‌شوند که به نوع بدخیم، سرطان گفته می‌شود. توده‌های سرطانی توانایی متاستاز دارند. وراثت و محیط (مثل مصرف الکل) هر دو در ایجاد سرطان نقش دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] علاوه‌بر مصرف الکل، مصرف غذاهای چرب و شیرین و بروز علائم چاقی نیز می‌تواند سبب ایجاد انواعی از سرطان‌ها و افزایش احتمال سکتهٔ قلبی شود.

تا این‌جا راجع به انواع تاثیرات اعتیاد صحبت کردیم. اما ما یه سری نکتهٔ ترکیبی دیگه هم راجع به الکل و دخانیات داریم توی کتابا. بریم ببینیم چیا هستن.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] سیگار کشیدن، مصرف نوشابه‌های الکلی، رژیم غذایی نامناسب و استفادهٔ بیش از اندازه از غذاهای آماده و تنش و اظطراب، از علت‌های برگشت اسید معده به مری (ریفلاکس) هستند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] کمبود ویتامین D و کلسیم غذا، مصرف نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات، با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۶ یازدهم] عوامل محیطی نیز می‌توانند موجب اختلال در تقسیم میوز شوند. مصرف دخانیات، نوشیدنی‌های الکلی، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی‌ها نیز می‌توانند در روند جدا شدن کروموزوم‌ها در هر دو جنس، اختلال ایجاد کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۷ یازدهم] عوامل بیماری‌زا و موادی مانند نیکوتین، کوکائین و الکل می‌توانند از جفت عبور کنند و بر روی رشد و نمو جنین تأثیر سوء بگذارند.

فعالیت کتاب درسی

اعتیاد

درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

۱- استفاده از قلیان به اندازهٔ سیگار خطرناک نیست.

نادرست: هر وعدهٔ قلیان، معادل با کشیدن ۲۰ عدد سیگار است و ضررهای بسیار بیشتری دارد که مربوط به دود بیشتر، رطوبت دود و ... است.

۲- فرد با یک بار مصرف مادهٔ اعتیادآور، معتاد نمی‌شود.

نادرست: اصولاً قدرت اعتیادزایی مواد مخدر با هم فرق می‌کند. به طوری که کوکائین، هروئین و مورفین بالاترین قدرت اعتیادزایی را دارند و با یک بار مصرف نیز می‌توانند باعث اعتیاد شود.

۳- مصرف تنباکو با سرطان دهان، حنجره و شش ارتباط مستقیم دارد.

درست: مواد سمی و جهش‌زای شیمیایی همراه با دود تنباکو وارد دهان شخص می‌شوند. مصرف تنباکو، با سرطان‌های دهان، حنجره و شش، ارتباط مستقیم دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ـ فصل ۹ یازدهم] آلکالوئیدها در دور کردن گیاهخواران نقش دارند. نیکوتین که از آلکالوئیدهاست، چنین نقشی در گیاه تنباکو دارد.

۴- مصرف مواد اعتیادآوری که از گیاهان به‌دست می‌آیند، خطر چندانی ندارد.

نادرست: مواد اعتیادآور گیاهان نیز بر سلامت روان و جسم فرد تأثیر می‌گذارند و خطرناک هستند. مواد اعتیادآور زیادی از مشتقات ترکیبات گیاهی به‌دست می‌آیند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ ـ فصل ۶ دهم] آلکالوئیدها از ترکیبات گیاهی هستند و در شیرابهٔ بعضی گیاهان به مقدار فراوانی وجود دارند. بعضی از آلکالوئیدها اعتیادآور هستند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

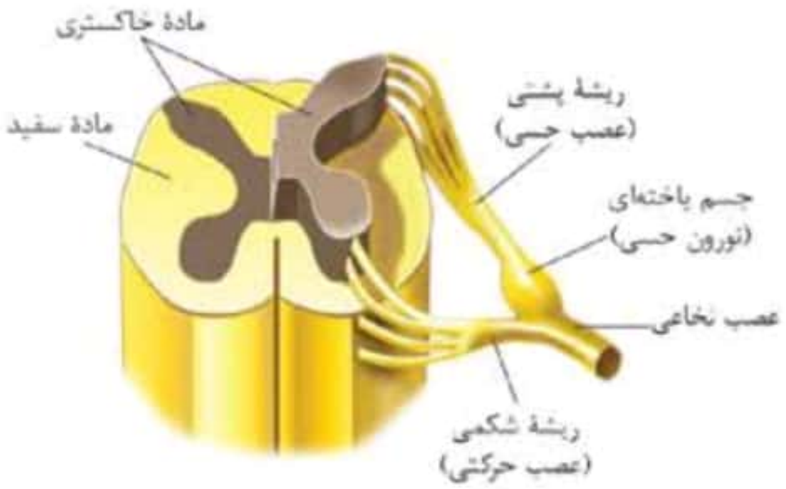
درسنامهٔ ۱۲ ساختار نخاع

نخاع، بخشی از دستگاه عصبی مرکزی است که **ارتباط بین مغز و دستگاه عصبی محیطی را برقرار می‌کند.** پیام حسی از اندام‌های بدن از طریق نخاع به مغز می‌روند و سپس، پیام‌های حرکتی مغز از طریق نخاع به اندام‌ها می‌رسد.

نکته پیام‌های حسی صورت، مستقیماً و بدون دخالت نخاع به مغز می‌روند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاع آنان به‌طور کامل شکل نگرفته است، تخلیهٔ مثانه به‌صورت غیرارادی صورت می‌گیرد. این موضوع نشان‌دهندهٔ این است که پس از تولد، ارتباط بین مغز و نخاع کامل نیست و مدتی طول می‌کشد تا این ارتباط تکمیل شود.

همانطور که قبلاً گفتیم، در ساختار نخاع، مادهٔ خاکستری در قسمت میانی قرار دارد و مادهٔ سفید آن را احاطه کرده است. بخش خاکستری نخاع، **ساختاری H شکل** را ایجاد کرده است که به آن، **ریشه‌های شکمی و پشتی اعصاب نخاعی** متصل می‌شوند. ریشهٔ پشتی، محل اتصال **عصب نخاعی حسی** است و اطلاعات حسی را به نخاع وارد می‌کند. ریشهٔ شکمی، محل اتصال **عصب نخاعی حرکتی** است و پیام‌های حرکتی را از نخاع خارج می‌کند.



علاوه‌بر ارتباط مغز و دستگاه عصبی محیطی، نخاع، **مرکز برخی از انعکاس‌های بدن** است.

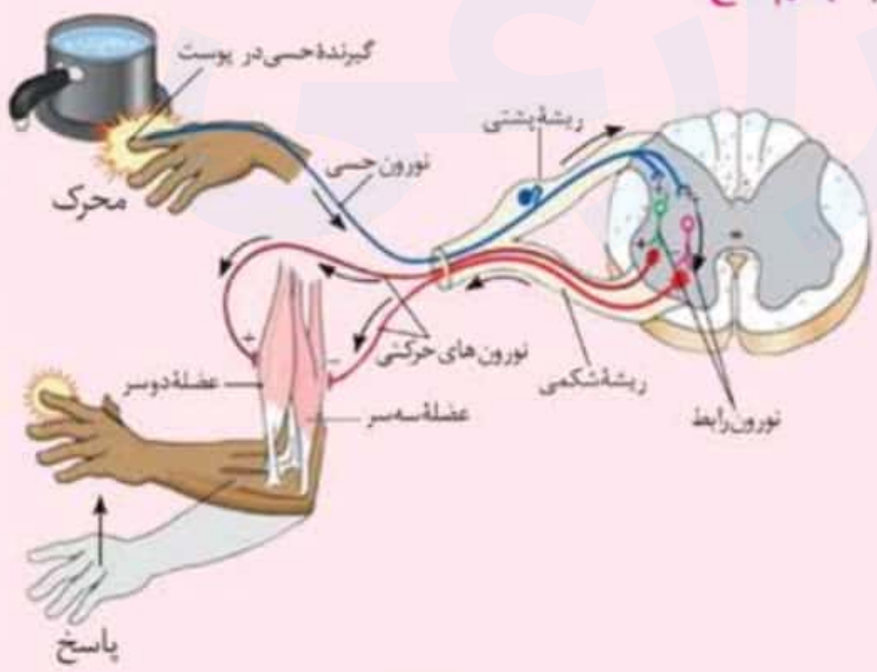
انعکاس نخاعی

انعکاس، **پاسخ ناگهانی و غیرارادی ماهیچه‌ها به محرک‌ها** است. مرکز بیشتر انعکاس‌های بدن، مثل بلع، سرفه و عطسه، مغز است. ولی برخی از انعکاس‌ها در نخاع انجام می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] چنانچه حجم ادرار جمع‌شده در مثانه از حد مشخصی فراتر رود، کشیدگی دیوارهٔ مثانه باعث تحریک گیرنده‌های کششی و فرستادن پیام عصبی به نخاع می‌شود و بدین‌ترتیب، انعکاس تخلیهٔ ادرار فعال می‌شود. نخاع با فرستادن پیام عصبی به مثانه، ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ مثانه را منقبض می‌کند.

فعالیت کتاب درسی

بررسی مسیر یک انعکاس نخاعی: انعکاس عقب کشیدن دست پس از برخورد به جسم داغ



پس از برخورد دست به جسمی داغ و احساس درد، دست خود را عقب می‌کشیم. این فرایند، نوعی انعکاس نخاعی است.

۱- برای بروز این انعکاس، چه رویدادهایی رخ می‌دهد؟

الف- انتقال پیام حسی به نخاع: وقتی که پس از برخورد دست با جسم داغ، گیرندهٔ حسی در پوست تحریک می‌شود، پیام حسی توسط یک نورون حسی و از طریق ریشهٔ پشتی نخاع، وارد نخاع می‌شود. این نورون حسی، دو نورون رابط را تحریک می‌کند:

۱- نورون رابطی که نورون حرکتی ماهیچهٔ دوسر جلوی بازو را تحریک می‌کند.

۲- نورون رابطی که نورون حرکتی ماهیچهٔ سه‌سر پشت بازو را مهار می‌کند.

ب- تغییر فعالیت نورون‌های حرکتی متصل به نخاع: نورون رابطی که با نورون حرکتی ماهیچهٔ جلوی بازو (عضلهٔ دو سر) سیناپس دارد، نوعی ناقل عصبی تحریکی را آزاد و نورون حرکتی را تحریک می‌کند. نورون حرکتی نیز ماهیچهٔ دو سر را تحریک می‌کند و در نتیجه، ماهیچهٔ دو سر منقبض می‌شود و دست را بالا می‌کشد. نورون رابطی که با نورون حرکتی ماهیچهٔ پشت بازو (عضلهٔ سه سر) سیناپس دارد، نورون حرکتی را مهار می‌کند. در نتیجه، عضلهٔ سه سر نیز تحریک نمی‌شود و در حالت استراحت قرار می‌گیرد.

۲- نقش هر بخش درگیر در انعکاس عقب کشیدن دست چیست؟

گیرنده‌های حسی موجود در پوست دست، پیام حسی را دریافت و آن را به نخاع منتقل می‌کنند. در نخاع، پردازش پیام انجام می‌شود و سپس، پیام حرکتی لازم برای انقباض عضلات جلوی بازو، ارسال می‌شود. با انقباض عضلهٔ جلوی بازو و استراحت عضلهٔ پشت بازو، دست بالا می‌رود و از جسم داغ دور می‌شود.

۳- در انعکاس عقب کشیدن دست، کدام سیناپس‌ها تحریک‌کننده و کدام مهارکننده هستند؟

الف- سیناپس‌های تحریک‌کننده: سیناپس بین نورون حسی و نورون‌های رابط درون نخاع، سیناپس بین نورون رابط و نورون حرکتی ماهیچهٔ جلوی بازو، سیناپس بین نورون حرکتی ماهیچهٔ جلوی بازو و خود ماهیچهٔ جلوی بازو

ب- سیناپس مهارکننده: سیناپس بین نورون رابط و نورون حرکتی ماهیچهٔ پشت بازو

ج- سیناپس غیرفعال: سیناپس بین نورون حرکتی ماهیچهٔ پشت بازو و خود ماهیچهٔ پشت بازو. این سیناپس، غیرفعال است؛ زیرا، نورون حرکتی مهار می‌شود و پتانسیل عملی در آن تشکیل نمی‌شود. در نتیجه، پیام عصبی به پایانهٔ آکسون نمی‌رسد و انتقال پیام نیز صورت نمی‌گیرد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نگاهی دقیق‌تر به انعکاس عقب کشیدن دست

❑ ارسال پیام حسی به نخاع

وقتی که دست به جسم داغی برخورد می‌کند، گیرنده‌های درد در پوست تحریک می‌شوند و پیام عصبی به دستگاه عصبی مرکزی ارسال می‌کنند. حس درد، در ایجاد سازوکارهای حفاظتی (مثل انعکاس) نقش دارد و رسیدن پیام درد به نخاع، باعث آغاز فرایند انعکاس می‌شود.

نکته پیام درد، علاوه‌بر نخاع، به مغز نیز ارسال می‌شود. دقت داشته باشید که ادراک حس درد توسط مغز انجام می‌شود ولی انجام انعکاس عقب کشیدن دست، توسط نخاع کنترل می‌شود.

نکته جسم یاخته‌ای نورون حسی، در ریشهٔ پشتی نخاع قرار دارد و به‌صورت یک بخش برجسته در ریشهٔ پشتی قابل‌مشاهده است.

❑ انتقال پیام از نورون حسی به نورون‌های رابط

وقتی که آکسون نورون حسی وارد مادهٔ خاکستری نخاع می‌شود، با دندریت‌های نورون‌های رابط واقع در مادهٔ خاکستری سیناپس تشکیل می‌دهند. در این انعکاس، دو نورون رابط مؤثر هستند: ۱- یک نورون رابط، با نورون حرکتی ماهیچهٔ دو سر بازو سیناپس تشکیل می‌دهد و ۲- نورون رابط دیگر، با نورون حرکتی ماهیچهٔ سه سر بازو سیناپس تشکیل می‌دهد.

از پایانهٔ آکسون نورون حسی، نوعی ناقل عصبی تحریک‌کننده آزاد می‌شود. ناقل عصبی به گیرندهٔ خود در دندریت نورون‌های رابط متصل می‌شود و باعث تحریک این نورون‌ها و ایجاد پتانسیل عمل در آن‌ها می‌شود. بدین‌صورت، پیام عصبی در نورون‌های رابط ایجاد می‌شود.

نکته نورون حسی، با دو نورون رابط، سیناپس تشکیل می‌دهد. هر دو سیناپس نورون حسی، تحریکی هستند؛ در واقع، هر دو نورون رابط مسیر انعکاس تحریک می‌شوند و پتانسیل عمل تولید می‌کنند.

نکته هر کدام از نورون‌های رابط مسیر انعکاس، با نورون حرکتی یکی از ماهیچه‌های بازو سیناپس تشکیل می‌دهند.

❑ انتقال پیام از نورون‌های رابط به نورون‌های حرکتی

۱- نورون حرکتی ماهیچهٔ دو سر بازو: این نورون توسط نورون رابط قبلی خود تحریک می‌شود و پتانسیل عمل تولید می‌کند.

۲- نورون حرکتی ماهیچهٔ سه سر بازو: این نورون، توسط نورون رابط قبلی خود مهار می‌شود؛ در نتیجه، تولید پتانسیل عمل و پیام عصبی در این نورون حرکتی مشاهده نمی‌شود و غیرفعال است.

نکته سیناپس بین نورون حرکتی ماهیچهٔ سه سر بازو و نورون رابط، یک سیناپس مهاری است. این سیناپس، تنها سیناپس مهاری مسیر انعکاس می‌باشد. در این سیناپس، ناقل عصبی بازدارنده باعث می‌شود که نورون حرکتی ماهیچهٔ سه سر بازو پتانسیل عمل تولید نکند.

نکته دقت داشته باشید که نورون حرکتی ماهیچهٔ سه سر بازو نیز تحت تأثیر ناقل عصبی بازدارنده، پتانسیل الکتریکی غشای خود را تغییر می‌دهد ولی این تغییر در جهت منفی‌تر شدن پتانسیل است نه تولید پتانسیل عمل.

❑ انقباض ماهیچهٔ دو سر بازو و عقب کشیدن دست

گفتیم که نورون حرکتی ماهیچهٔ دو سر بازو توسط نورون رابط تحریک می‌شود؛ در نتیجه، در نورون حرکتی پتانسیل عمل ایجاد می‌شود. وقتی که پتانسیل عمل به پایانهٔ آکسون نورون حرکتی می‌رسد، ناقل عصبی از پایانهٔ آکسون آزاد می‌شود. ناقل عصبی که از پایانهٔ آکسون نورون حرکتی ماهیچهٔ دو سر آزاد می‌شود، نوعی ناقل عصبی تحریک‌کننده است. تحت تأثیر این ناقل تحریک‌کننده، ماهیچهٔ دو سر بازو تحریک و منقبض می‌شود. با انقباض ماهیچهٔ دو سر بازو، دست بالا می‌رود و احتمال آسیب دیدن آن توسط جسم داغ کاهش می‌یابد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ــ فصل ۳ یازدهم] با رسیدن پیام از مراکز عصبی، تحریک از طریق سیناپس ویژه‌ای از یاختهٔ عصبی به یاختهٔ ماهیچه‌ای می‌رسد و ناقل عصبی از پایانهٔ یاختهٔ عصبی آزاد می‌شود. با اتصال این ناقلین به گیرنده‌های خود در سطح یاختهٔ ماهیچه‌ای، یک موج تحریکی در طول غشای یاخته ایجاد می‌شود. با تحریک یاختهٔ ماهیچه‌ای، سرهای پروتئین‌های میوزین به رشته‌های اکتین متصل می‌شوند و ماهیچه منقبض می‌شود.

نکته سیناپس بین ماهیچهٔ دو سر بازو و نورون حرکتی آن، یک سیناپس تحریک‌کننده است.

❑ سیناپس ماهیچهٔ سه سر بازو با نورون حرکتی آن

گفتیم که نورون حرکتی ماهیچهٔ سه سر بازو توسط نورون رابط مهار می‌شود و در نتیجه، پتانسیل عمل تولید نمی‌کند. بنابراین، سیناپسی که نورون حرکتی ماهیچهٔ سه سر بازو با ماهیچه تشکیل می‌دهد، نوعی سیناپس غیرفعال (نه مهاری) است؛ یعنی در آن اصلاً ناقل عصبی آزاد نمی‌شود. *این که گفتیم یعنی چی؟ وقتی که در یک یاختهٔ عصبی، پیام عصبی تولید میشه، پیام به سمت پایانهٔ آکسون حرکت می‌کنه. وقتی که پیام به پایانهٔ آکسون رسید، ناقل عصبی از پایانه آزاد می‌شه. حالا اگه ناقل مهاری باشه، به سیناپس می‌کن مهاری و اگه ناقل تحریک‌کننده باشه، به سیناپس هم می‌کن تحریکی. اما زمانی که پتانسیل عمل در یاختهٔ عصبی ایجاد نشه و به پایانهٔ آکسون نرسه، اصلاً ناقل عصبی آزاد نمیشه. بنابراین، هیچ تغییری هم در فعالیت یاختهٔ پس‌سیناپسی ایجاد نمی‌شه. در این حالت، گفته می‌شه که سیناپس غیرفعال است و در اون، انتقال پیام انجام نمی‌شه.*

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

انعکاس عقب کشیدن دست پس از برخورد دست با جسم داغ

محل سیناپس	یاختهٔ پیش‌سیناپسی	یاختهٔ پس‌سیناپسی	نوع سیناپس
مادهٔ خاکستری نخاع	یاختهٔ عصبی حسی	یاختهٔ عصبی رابط مرتبط با یاختهٔ عصبی حرکتی ماهیچهٔ دوسر	تحریک‌کننده
مادهٔ خاکستری نخاع	یاختهٔ عصبی حسی	یاختهٔ عصبی رابط مرتبط با یاختهٔ عصبی حرکتی ماهیچهٔ سه‌سر	تحریک‌کننده
مادهٔ خاکستری نخاع	یاختهٔ عصبی رابط مرتبط با یاختهٔ عصبی حرکتی ماهیچهٔ دوسر	یاختهٔ عصبی حرکتی ماهیچهٔ دوسر	تحریک‌کننده
مادهٔ خاکستری نخاع	یاختهٔ عصبی رابط مرتبط با یاختهٔ عصبی حرکتی ماهیچهٔ سه‌سر	یاختهٔ عصبی حرکتی ماهیچهٔ سه‌سر	بازدارنده
خارج از نخاع	یاختهٔ عصبی حرکتی ماهیچهٔ دوسر	ماهیچهٔ دوسر بازو	تحریک‌کننده
خارج از نخاع	یاختهٔ عصبی حرکتی ماهیچهٔ سه‌سر	ماهیچهٔ سه‌سر بازو	غیرفعال

نوع یاختهٔ عصبی	پتانسیل عمل	انتقال پیام		محل قرارگیری
یاختهٔ عصبی حسی	+	تحریک‌کننده	۲ سیناپس با نورون‌های رابط	ریشهٔ پشتی نخاع
یاختهٔ عصبی رابط مرتبط با یاختهٔ عصبی حرکتی ماهیچهٔ دوسر	+	تحریک‌کننده	۱ سیناپس با نورون حرکتی	مادهٔ خاکستری نخاع
یاختهٔ عصبی رابط مرتبط با یاختهٔ عصبی حرکتی ماهیچهٔ سه‌سر	+	بازدارنده (مهارکننده)	۱ سیناپس با نورون حرکتی	مادهٔ خاکستری نخاع
یاختهٔ عصبی حرکتی ماهیچهٔ دو سر	+	تحریک‌کننده	۱ سیناپس با ماهیچه	ریشهٔ شکمی نخاع
یاختهٔ عصبی حرکتی ماهیچهٔ سه سر	ندارد	ندارد (غیرفعال)	۱ سیناپس با ماهیچه	ریشهٔ شکمی نخاع

درسنامهٔ ۱۳ اجزای دستگاه عصبی (۲): دستگاه عصبی محیطی

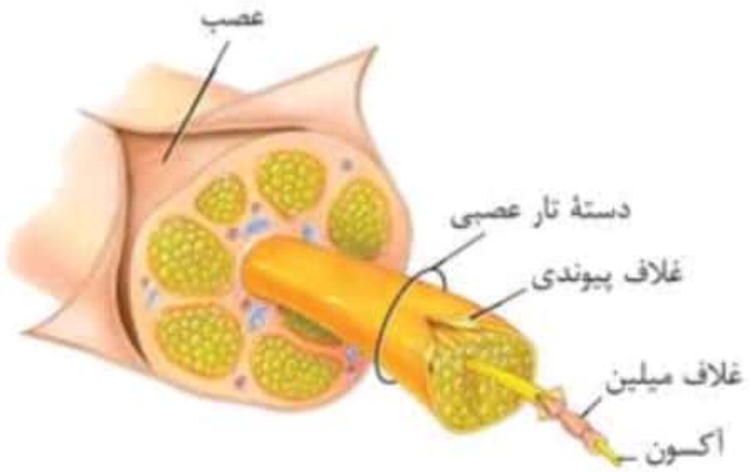
بخشی از دستگاه عصبی که مغز و نخاع را به بخش‌های دیگر مرتبط می‌کند، **دستگاه عصبی محیطی** نام دارد.

اعصاب مغزی و نخاعی

دستگاه عصبی محیطی، شامل ۴۳ جفت (۸۶ عدد) عصب است: ۱۲ جفت عصب مغزی و ۳۱ جفت عصب نخاعی. این اعصاب، دستگاه عصبی مرکزی را به بخش‌های دیگر بدن مانند اندام‌های حسی و ماهیچه‌ها مرتبط می‌کنند.

عصب چیست؟ هر عصب، مجموعه‌ای از رشته‌های عصبی است که درون غلافی از جنس بافت پیوندی قرار گرفته‌اند. *خُب الان براتون سؤال پیش میاد که رشته (تار) عصبی چی هست؟*

نکته *هواستون باشه که یاختهٔ عصبی، رشتهٔ عصبی و عصب تفاوت دارن:*



۱- **یاختهٔ عصبی:** نوعی یاختهٔ بافت عصبی است و از سه بخش دندریت، آکسون و جسم یاخته‌ای تشکیل شده است.

۲- **رشتهٔ (تار) عصبی:** آکسون **بلند** یا دندریت **بلند** است. مثل دندریت یاختهٔ عصبی حسی یا آکسون یاختهٔ عصبی حرکتی.

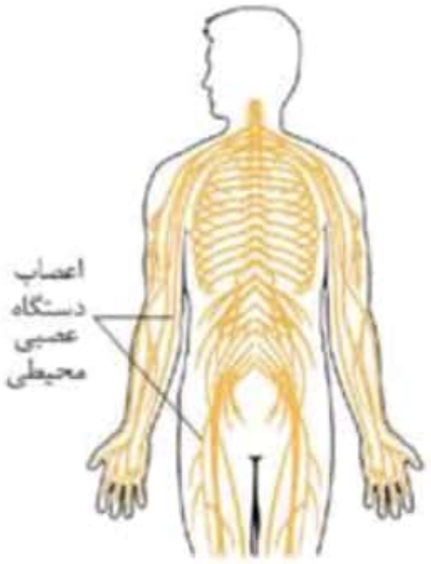
۳- **عصب:** وقتی تعدادی از رشته‌های عصبی در کنار یکدیگر قرار بگیرند و توسط غلافی پیوندی احاطه شوند، عصب تشکیل می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۲ ـ فصل ۳ یازدهم] در ماهیچهٔ اسکلتی نیز مجموعهٔ رشته‌های ماهیچه‌ای توسط غلاف پیوندی احاطه شده‌اند.

اجزای دستگاه عصبی محیطی

دستگاه عصبی محیطی، شامل بخش حسی و حرکتی است. بخش حسی، شامل **اندام‌ها و گیرنده‌های حسی** است که در فصل بعدی با آن‌ها آشنا خواهیم [illegible] رشته‌های حرکتی را از دستگاه عصبی مرکزی به اندام‌هایی مانند ماهیچه‌ها منتقل می‌کند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی



خود بخش حرکتی، شامل دو بخش **پیکری** و **خودمختار** است. بخش پیکری، پیام‌های حرکتی را به ماهیچه‌های اسکلتی می‌رساند و **معمولاً** فعالیت‌های ارادی را کنترل می‌کند.

نکته در بعضی از فعالیت‌ها، مثل انعکاس‌های نخاعی، ماهیچه‌های اسکلتی دارای عمل غیرارادی هستند. در این فرایندها، اعصاب پیکری فعالیت‌های غیرارادی ماهیچه‌ها را نیز کنترل می‌کنند. به‌عبارت دیگر، پیام‌های اعصاب پیکری معمولاً مربوط به فعالیت‌های ارادی ماهیچه‌های اسکلتی است اما می‌تواند پیام مربوط به فعالیت غیرارادی این ماهیچه‌ها را نیز حمل می‌کند. در هر دو حالت، کنترل ماهیچه‌های اسکلتی بدن توسط اعصاب پیکری صورت می‌گیرد نه اعصاب خودمختار.

☐ بررسی مقایسه‌ای انواع انعکاس‌ها

۱- **مرکز تنظیم:** مرکز بسیاری از انعکاس‌های بدن، مغز و مرکز برخی از آن‌ها، نخاع است.

۲- **نوع ماهیچه‌ها:** انعکاس می‌تواند مربوط به ماهیچهٔ اسکلتی (مثل انعکاس عقب کشیدن دست) یا صاف (مثل تخلیهٔ مثانه) باشد.

۳- **عملکرد غیرارادی:** همهٔ انعکاس‌ها به صورت غیرارادی انجام می‌شوند. البته، بعضی از انعکاس‌ها مثل تخلیهٔ مثانه را می‌توان به‌صورت ارادی مهار یا تسهیل (نه کنترل) کرد.

۴- **اعصاب درگیر:** اگر انعکاس، مربوط به ماهیچهٔ اسکلتی باشد تحت کنترل اعصاب پیکری است. اما اگر انعکاس مربوط به ماهیچهٔ صاف باشد، توسط اعصاب خودمختار تنظیم می‌شود.

اعصاب خودمختار

بخش خودمختار دستگاه عصبی حرکتی، **فعالیت‌های غیرارادی** مانند فعالیت‌های مربوط به ماهیچه‌های صاف، ماهیچهٔ قلبی و نیز غده‌های بدن را به صورت غیرارادی و نا آگاهانه کنترل می‌کند. این بخش دستگاه عصبی، همواره فعال است و از دو قسمت **سمپاتیک (هم‌حس)** و **پاراسمپاتیک (پاد هم‌حس)** تشکیل شده است.

نکته اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک، **معمولاً** برخلاف یکدیگر کار می‌کنند. *یعنی مثلاً اگه جایی اعصاب سمپاتیک باعث افزایش فعالیت بشن، اعصاب پاراسمپاتیک برعکسش عمل می‌کنن و فعالیت رو کم می‌کنن. حالا چرا اینجوریه؟ برای اینکه فعالیت‌های حیاتی بدن در شرایط مختلف تنظیم شود.*

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] تنظیم عصبی دستگاه گوارش را بخشی از دستگاه عصبی به نام دستگاه عصبی خودمختار انجام می‌دهد. این دستگاه، با شبکهٔ عصبی روده‌ای نیز ارتباط دارد و بر عملکرد آن تأثیر می‌گذارد. معمولاً، اعصاب پاراسمپاتیک فعالیت دستگاه گوارش را زیاد و اعصاب سمپاتیک، فعالیت دستگاه گوارش را کاهش می‌دهند.

☐ اعصاب پاراسمپاتیک

فعالیت پاراسمپاتیک، باعث **برقراری حالت آرامش در بدن** می‌شود. در این حالت، فشار خون کاهش یافته و ضربان قلب کم می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] اعصاب پاراسمپاتیک، به گره‌های شبکهٔ هادی قلب متصل هستند. تحریک این اعصاب، فعالیت قلب را کاهش می‌دهد.

☐ اعصاب سمپاتیک

هنگام هیجان و استرس، بخش سمپاتیک بر پاراسمپاتیک غلبه دارد و بدن را در حالت آماده‌باش نگه می‌دارد. در این حالت، بخش سمپاتیک سبب افزایش فشار خون، ضربان قلب و تعداد تنفس می‌شود و جریان خون را به سوی قلب و ماهیچه‌های اسکلتی هدایت می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] اعصاب سمپاتیک، در بین یاخته‌های ماهیچه‌ای بطن پخش هستند و تحریک این اعصاب، فعالیت قلب را افزایش می‌دهد. اعصاب سمپاتیک، همچنین به رگ‌های خونی کلیه‌ها، روده‌ها، طحال و پوست متصل هستند تا در حالت فعالیت یا فشار روانی، رگ‌های خونی این اندام‌ها را تنگ کنند.

جمع‌بندی

اعصاب خودمختار

نوع فعالیت		اعصاب سمپاتیک	اعصاب پاراسمپاتیک
ماهیچه‌ها	جریان خون ماهیچه‌ها (اسکلتی و قلبی)	↑	↓
	فعالیت انقباضی (اسکلتی و قلبی)	↑	↓
دستگاه گردش خون	فشار خون	↑	↓
	ضربان قلب	↑	↓
	زمان هر دورهٔ کار قلبی	↓	↑
دستگاه تنفسی	تعداد تنفس	↑	↓
	حجم جاری در هر بار تنفس	↔	↔
	حجم تنفسی در هر دقیقه	↑	↓
سطح هوشیاری		↑	↓

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

اجزای دستگاه عصبی

این شما و اینم کامل‌ترین جمع‌بندی اجزای دستگاه عصبی. برید حالشو ببرین.

بخش	محل	اجزا			وظیفه
دستگاه عصبی مرکزی (مراکز نظارت بر فعالیت‌های بدن)	مغز	در سر و درون جمجمه	اصلی	مخ (دارای رابط پینه‌ای و سه‌گوش)		دریافت اطلاعات از همهٔ بدن و پردازش نهایی ← یادگیری، تفکر و عملکرد هوشمندانه
				مخچه (دارای کرمینه و درخت زندگی)		مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل آن ← هماهنگی فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن
				مغز میانی (دارای برجستگی‌های چهارگانه)	ساقهٔ مغز	فعالیت‌های مختلف از جمله شنوایی، بینایی و حرکت
				پل مغزی		تنظیم تنفس، ترشح بزاق و اشک
				بصل‌النخاع		تنظیم تنفس، فشار خون، ضربان قلب و برخی انعکاس‌ها (عطسه، بلع و سرفه)
			فرعی	تالاموس		پردازش اولیه و تقویت اغلب اطلاعات حسی ← ارسال به قشر مخ برای پردازش نهایی
				هیپوتالاموس		تنظیم دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، تشنگی، گرسنگی و خواب
				سامانهٔ لیمبیک (دارای هیپوکامپ)		احساساتی مانند ترس، خشم، لذت + ایجاد حافظهٔ کوتاه‌مدت و تبدیل آن به بلندمدت
				اپی‌فیز		تنظیم ریتم‌های شبانه‌روزی (ترشح هورمون ملاتونین در پاسخ به تاریکی)
				هیپوفیز		تنظیم فعالیت‌های بدن با ترشح هورمون
				پیاز بویایی		محل اولیهٔ ورود پیام‌های بویایی از بینی
	نخاع	در ستون مهره‌ها، از بصل‌النخاع تا مهرهٔ دوم کمر		بخش قشری (مادهٔ سفید)		مسیر عبور پیام‌های حسی از اندام‌های بدن (به‌جز صورت) به مغز و ارسال پیام‌ها از مغز به اندام‌ها + مرکز برخی انعکاس‌های بدن (مثل تخلیهٔ ادرار، عقب کشیدن دست)
				بخش مرکزی (مادهٔ خاکستری)		
دستگاه عصبی محیطی (۱۲ جفت عصب مغزی + ۳۱ جفت عصب نخاعی)	حسی	گیرنده‌های حسی				دریافت اثر محرک‌های خارجی، تبدیل اثر آن‌ها به پیام عصبی و ارسال پیام عصبی به دستگاه عصبی مرکزی
	حرکتی	پیکری (اغلب ارادی، در انعکاس‌ها غیرارادی)				تنظیم فعالیت ماهیچه‌های اسکلتی
			خودمختار (همواره غیرارادی)	سمپاتیک (هم‌حس)		تنظیم فعالیت ماهیچه‌های صاف، قلبی و غدد: افزایش فشار خون، ضربان قلب و تعداد تنفس + افزایش جریان خون قلب و ماهیچهٔ اسکلتی ← حالت آماده‌باش
				پاراسمپاتیک (پادهم‌حس)		تنظیم فعالیت ماهیچه‌های صاف، قلبی و غدد: کاهش فشار خون، ضربان قلب و افزایش فعالیت‌های گوارشی ← برقراری حالت آرامش در بدن

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۴ ساختار دستگاه عصبی جانوران

تا این‌جا با ساختار دستگاه عصبی انسان آشنا شدیم. در ادامه، با ساختار دستگاه عصبی جانوران آشنا خواهیم شد.

دستگاه عصبی بی‌مهرگان

❑ هیدر

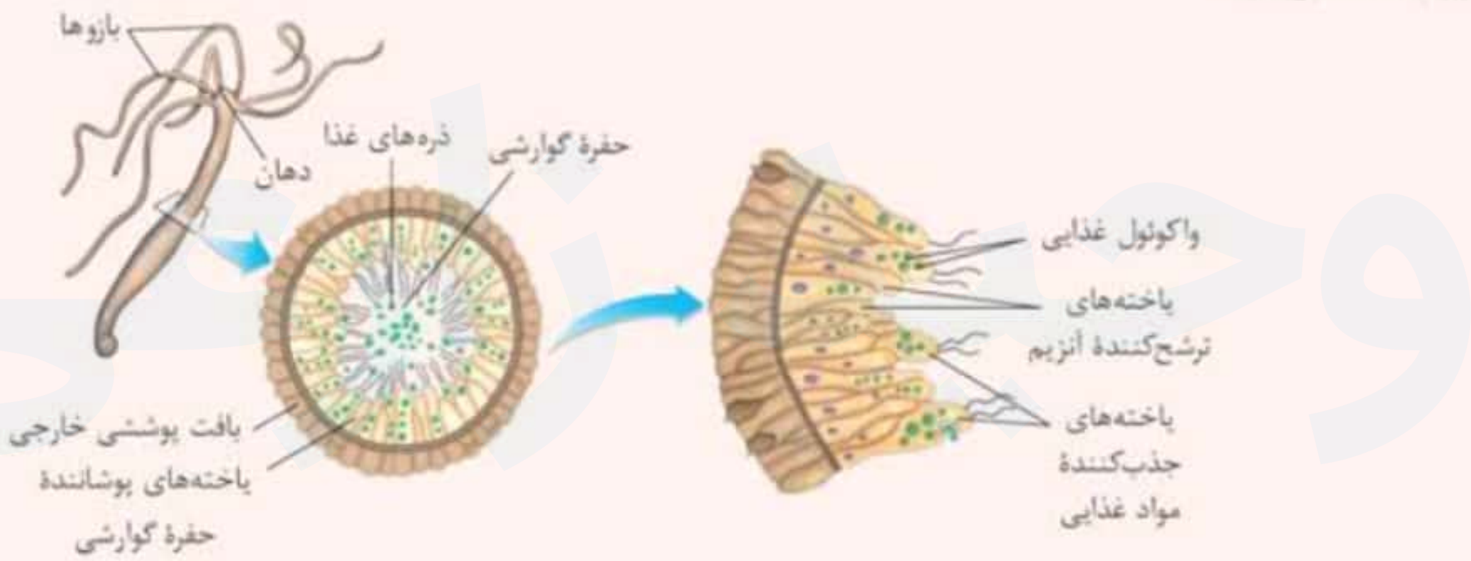
ساده‌ترین ساختار عصبی، شبکهٔ عصبی در هیدر است. شبکهٔ عصبی، **مجموعه‌ای از نورون‌های پراکنده در دیوارهٔ بدن** هیدر است که با هم ارتباط دارند. **تحریک هر نقطه از بدن جانور، در همهٔ سطح آن منتشر می‌شود.** شبکهٔ عصبی، یاخته‌های ماهیچه‌ای بدن را تحریک می‌کند.

نکته در هیدر، دستگاه عصبی فاقد تقسیم‌بندی مرکزی و محیطی است.

همه چیز دربارهٔ

هیدر

گوارش در حفرهٔ گوارشی [گفتار ۴- فصل ۲ دهم] گوارش در بی‌مهرگانی مانند مرجان‌ها، در کیسهٔ منشعبی به نام حفرهٔ گوارشی انجام می‌شود. این حفره، فقط یک سوراخ برای ورود و خروج مواد دارد. یاخته‌هایی در این حفره، آنزیم‌هایی ترشح می‌کنند که فرایند گوارش برون‌یاخته‌ای را آغاز می‌کنند. یاخته‌های این حفره، ذره‌های غذایی را با فاگوسیتوز دریافت می‌کنند. فرایند گوارش درون‌یاخته‌ای در کریچه‌های غذایی ادامه می‌یابد. ذرات غذایی با درون‌بری وارد یاخته می‌شوند.



تبادلات گازی [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] در تک‌یاخته‌ای‌ها و جانورانی مثل کرم پهن یا هیدر آب شیرین، گازها می‌توانند بین یاخته‌ها و محیط مبادله شوند. تبادل گازهای تنفسی در این جانداران، به روش انتشار انجام می‌شود.

نکته هیدر، جانوری از گروه مرجانیان است و به شاخهٔ کیسه‌تنان تعلق دارد.

گردش مواد در حفرهٔ گوارشی [گفتار ۴ - فصل ۴ دهم] در مرجانیان، مثل هیدر آب شیرین، کیسهٔ گوارشی پر از مایعات، علاوه‌بر گوارش، وظیفهٔ گردش مواد را نیز برعهده دارد.

نکته هیدر در آب شیرین زندگی می‌کند.

خدا نگه‌دار هیدر مهربان! بریم سراغ پلاناریا.

❑ پلاناریا

در پلاناریا، دستگاه عصبی، شامل دو بخش **مرکزی** و **محیطی** است. بخش مرکزی دستگاه عصبی، شامل مغز و ۲ طناب عصبی موازی است. مغز، شامل **دو (نه چند) گرهٔ عصبی** در سر جانور است. هر گرهٔ عصبی، مجموعه‌ای از جسم یاخته‌ای نورون‌هاست. **دو طناب عصبی موازی،** بخش دیگری از دستگاه عصبی مرکزی را تشکیل می‌دهند. دو طناب عصبی موازی، با رشته‌هایی به هم متصل شده‌اند و **ساختار نردبان‌مانندی** را ایجاد کرده‌اند. رشته‌های کوچکتر متصل به طناب‌ها، بخش محیطی دستگاه عصبی را تشکیل می‌دهند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

همه چیز دربارهٔ

پلاناریا

گوارش در حفرهٔ گوارشی [گفتار ۴- فصل ۲ دهم] در برخی کرم‌های پهن، نظیر پلاناریا، گوارش با کمک حفرهٔ گوارشی انجام می‌شود. در حفرهٔ گوارشی پلاناریا، ابتدا حلق و سپس دهان وجود دارد. این حفرهٔ گوارشی، در سراسر طول بدن کشیده شده است. مراحل گوارش نیز مشابه مرجانیان است؛ یعنی ابتدا گوارش برون‌یاخته‌ای انجام می‌شود و سپس با فاگوسیتوز، ذرات وارد یاخته‌های حفره می‌شوند تا گوارش به‌صورت درون‌یاخته‌ای ادامه یابد.

تبادلات گازی [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] در تک‌یاخته‌ای‌ها و جانورانی مثل کرم پهن یا هیدر آب شیرین، گازها می‌توانند بین یاخته‌ها و محیط مبادله شوند. تبادل گازهای تنفسی در این جانداران، با روش انتشار انجام می‌شود.

نکته پلاناریا نوعی کرم پهن است.

گردش مواد در حفرهٔ گوارشی [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] در کرم‌های پهن آزادزی مثل پلاناریا، انشعابات حفرهٔ گوارشی به تمام نواحی بدن نفوذ می‌کند. به‌طوری که فاصلهٔ انتشار مواد تا یاخته‌ها بسیار کوتاه است. در این جانوران، حرکات بدن به جابه‌جایی مواد کمک می‌کند.

نکته پلاناریا، نوعی کرم پهن است که زندگی آزاد دارد و با کمک حفرهٔ گوارشی، می‌تواند به گردش مواد و گوارش غذا بپردازد.

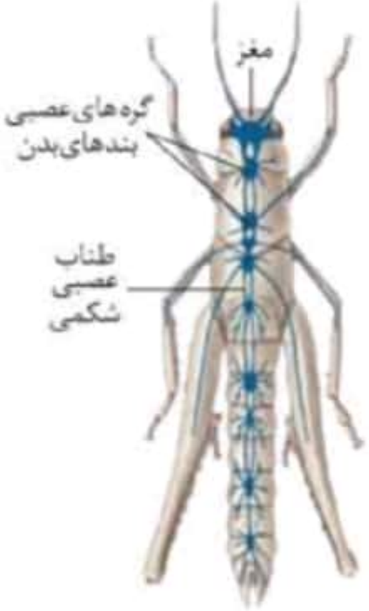
دفع و تنظیم اسمزی با پروتونفریدی [گفتار ۳- فصل ۵ دهم] بیشتر بی‌مهرگان، دارای ساختار مشخصی برای دفع هستند. یکی از این ساختارها نفریدی است که برای دفع، تنظیم اسمزی یا هر دو مورد به کار می‌رود.

نفریدی لوله‌ای است که با منفذی به بیرون باز می‌شود و ساده‌ترین نوع آن، پروتونفریدی، در پلاناریا وجود دارد. پروتونفریدی، شبکه‌ای از کانال‌هاست که از طریق منافذ دفعی به خارج بدن راه می‌یابند. کار اصلی پروتونفریدی در پلاناریا، دفع آب اضافی است و بیشتر دفع نیتروژن، از طریق سطح بدن انجام می‌شود. در طول کانال‌های پروتونفریدی، یاخته‌های شعله‌ای قرار دارند. مایعات بدن از فضای بین‌یاخته‌ای به یاخته‌های شعله‌ای وارد می‌شوند و ضربان مژه‌های این یاخته، مایعات را به کانال‌های دفعی هدایت، و از منافذ دفعی خارج می‌کند.

اینم از پلاناریا. حشرات و بقیهٔ مهره‌داران از این فصل می‌مونن که تا آخر خط باهامون هستن.

نکته دقت داشته باشید که در پلاناریا، دستگاه عصبی محیطی همان رشته‌های باریک و کوتاه بین دو طناب عصبی موازی و سایر رشته‌های کوچک متصل به این طناب می‌باشد.

☐ حشرات



در حشرات، دستگاه عصبی مرکزی شامل **مغز و طناب عصبی شکمی** است. مغز، از **چند گرهٔ به هم جوش‌خورده** تشکیل شده است. طناب عصبی شکمی، در طول بدن کشیده شده است و **در هر بند از بدن، یک گرهٔ عصبی دارد.** رشته‌های دستگاه عصبی محیطی نیز به گره‌های عصبی طناب عصبی شکمی متصل هستند. **هر گرهٔ طناب عصبی، فعالیت ماهیچه‌های آن بند از بدن را تنظیم می‌کند.**

نکته در حشرات و هیدر، رشته‌های عصبی در زائده‌های بدن (مثل پاها و بازوها) نیز گسترش پیدا کرده‌اند.

نکته در طناب عصبی حشرات و مهره‌داران، جسم یاخته‌ای وجود دارد.

نکته مغز حشرات، از چند گرهٔ به هم جوش‌خورده تشکیل شده است ولی مغز پلاناریا شامل دو گرهٔ جدا از هم است.

دستگاه عصبی مهره‌داران

در مهره‌داران، **طناب عصبی، پشتی** است و **بخش جلویی آن برجسته شده** و مغز را تشکیل می‌دهد. طناب عصبی درون سوراخ مهره‌ها و مغز درون جمجمه‌ای **غضروفی** یا **استخوانی** جای گرفته است. در مهره‌داران نیز دستگاه عصبی شامل دستگاه عصبی مرکزی و محیطی است. در بین مهره‌داران، اندازهٔ نسبی مغز پستانداران و پرندگان (نسبت به وزن بدن) از بقیه بیشتر است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ـ فصل ۳ یازدهم] مهره‌داران اسکلت درونی دارند. در انواعی از ماهی‌ها مانند کوسه‌ماهی و سفره‌ماهی، جنس این اسکلت از ماده غضروفی است ولی در سایر مهره‌داران، استخوانی است که غضروف نیز دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سال یازدهم

فصل ۲

«چشم، یکی از اندام‌های حس ویژه است.»

بیشتر اطلاعات محیط پیرامون را از راه دیدن و با کمک اندام حس بینایی، یعنی چشم دریافت می‌کنیم. بخش رنگین چشم، عنبیه است که جزئی از لایهٔ میانی چشم است. در وسط عنبیه نیز سوراخ مردمک وجود دارد. چشم، انسان دوربینی بسیار قوی است و قدرت تفکیک آن ۵۷۶ مگاپیکسل است.

حواس

چشماتونو ببندین و راه برین. سخته نه؟ امیدوارم نخورده باشین زمین! با این وجود کسایی هستن که هر لحظه چشماشون بسته هست و زندگی با این شرایط رو یاد گرفتن تا شما قدر سلامتیتون رو بدونین. فکر کنم همهٔ انسان‌ها قبول دارن که حواس نقش تعیین‌کننده‌ای در زندگی دارن. بدون حواس، ارتباط ما با دنیای اطراف قطع میشه و دیگه نمی‌فهمیم چه چیزی در اطراف ما در جریانه. چشم فقط یکی از چیزایی هست که زندگی بدون اون سخته، اما حس‌های دیگه‌ای هم وجود دارن که اگه نباشن، حتی ممکنه بمیریم! مثل گیرنده‌های فشار خون، گیرنده‌های دما و ...؛ پس حواس مهم‌تر از چیزی هست که فکرشو می‌کردیم.

دومین فصل کتاب، از ۳ گفتار تشکیل شده است. در اولین گفتار، ما با تعریف کلی از حواس، عملکرد گیرنده‌ها و انواع حواس آشنا می‌شیم. در این بخش، انواع حواس پیکری رو می‌خونیم. این گفتار، به‌تنهایی زیاد مورد سؤال نیست، اما پایهٔ کل مبحث حواس هست و نمیشه به‌سادگی ازش گذشت. گفتار دوم، مهم‌ترین گفتار فصل است و ترتیب مطالب در این گفتار، به‌ترتیب اهمیتشون هست. بخش چشم که طولانی‌ترین بخش فصل است، تقریباً هر سال در کنکور سؤال دارد. توجه به شکل‌ها و فعالیت‌های این فصل، لازمهٔ پاسخگویی به سؤالات کنکور است. در نهایت، به بخش جانوری در گفتار ۳ می‌رسیم که مطالب ساده و بسیار خلاصه‌ای دارد؛ به همین دلیل، میزان سؤالات مستقیم از این قسمت کم هست، ولی نکات این قسمت، به‌خصوص دربارهٔ حشرات، می‌توانند در سؤالات ترکیبی مورد استفاده قرار بگیرند. یادتون باشه که این حواس رو فقط برای کنکور یاد نمی‌گیریم، بلکه یاد می‌گیریم تا بفهمیم در زندگی، از کدوم حس‌ها و چگونه استفاده کنیم؛ و همونطور که می‌دونیم، چشم‌ها، مهم‌ترین هستند:

«یک مکاهت به من آموخت که در حرف زدن چشم‌ها بیشتر از خجره‌ها می‌فهمند»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکروطبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تست‌های این ۳ تا کتاب لذت ببری. 🙂

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

گیرنده‌های حسی

درس‌نامهٔ ۱ انواع گیرنده‌های حسی و کار آن‌ها

گیرندهٔ حسی چیست؟

گیرندهٔ حسی، **یک یاخته** یا **بخشی از یک یاخته** است که می‌تواند **اثر محرک را دریافت کند** و آن را به **پیام عصبی** تبدیل کند. *مثلاً، گیرنده‌های نوری چشم، یک یاختهٔ کامل هستند ولی گیرنده‌های درد در پوست، دندریت‌های یک یاختهٔ عصبی حسی هستند.*

۱- انتهای دندریت آزاد یک یاختهٔ عصبی

۲- انتهای دندریت، درون پوششی از بافت پیوندی

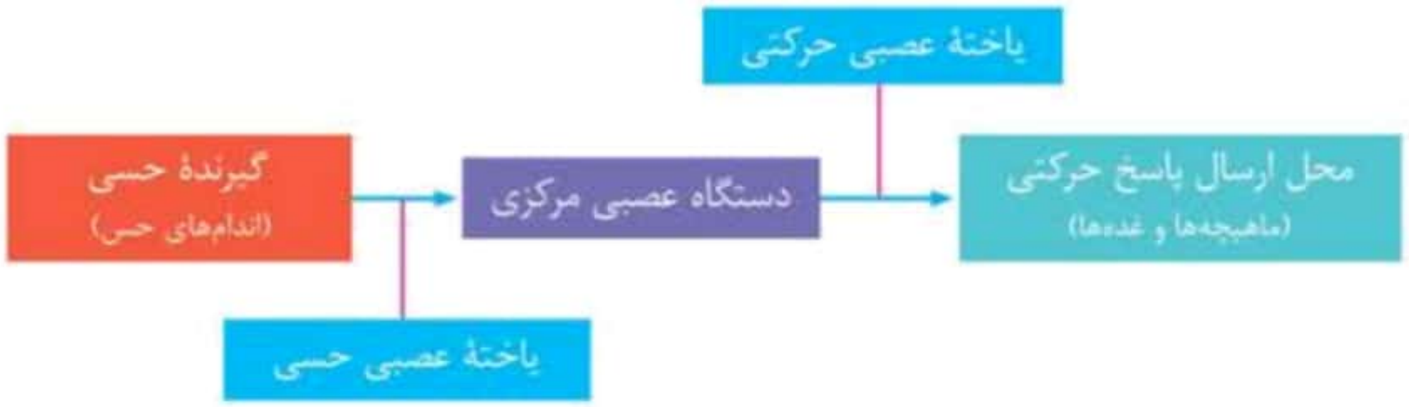
۳- یک یاختهٔ تمایزیافته

ساختار کلی انواع گیرنده‌های حسی

حالا به نکتهٔ ترکیبی زیر دقت کنید:

آن‌چه گذشت [گفتار۱- فصل ۱ یازدهم] وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از یاخته ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود. این جریان را پیام عصبی می‌نامند.

پس گیرندهٔ حسی، می‌تواند تحت تأثیر محرک، پتانسیل عمل ایجاد کند. علاوه بر این، می‌تواند پتانسیل عمل را در طول خود هدایت کند. طبیعتاً، توانایی انتقال پیام عصبی را هم دارد؛ چون باید پیام خود را به یاخته‌های عصبی مغز انتقال دهد تا در آن‌جا، پردازش پیام حسی انجام شود.



تولید و پردازش پیام‌های حسی

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ یازدهم] در حالت آرامش، بار مثبت درون غشا از بیرون آن کم‌تر است. وقتی یاختهٔ حسی تحریک می‌شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا به‌طور ناگهانی تغییر می‌کند و داخل یاخته از بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود. این تغییر را پتانسیل عمل می‌نامند.

نکته گیرنده‌های حسی، خاصیت **تحریک‌پذیری** و **تولید پیام عصبی**، **هدایت** پیام عصبی و هم‌چنین، **انتقال** آن را دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار۲- فصل ۱ یازدهم] گیرنده‌های حسی، بخش حسی دستگاه عصبی محیطی را تشکیل می‌دهند. پیام حسی از طریق این گیرنده‌ها و نورون‌های حسی، به دستگاه عصبی مرکزی انتقال می‌یابد تا در آن‌جا، پردازش پیام صورت بگیرد.

حالا بر اساس این توضیحات، می‌تونیم نحوهٔ کار گیرنده‌های حسی رو توضیح بدیم. اما قبل از اون، باید با انواع گیرنده‌های حسی آشنا بشیم.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

انواع گیرنده‌های حسی

گیرنده‌های حسی در انسان گوناگون هستند و هر کدام، به **محرک‌های خاصی** پاسخ می‌دهند. گیرنده‌ها را **بر اساس نوع محرک**، در پنج دستهٔ کلی طبقه‌بندی می‌کنند: ۱- مکانیکی، ۲- شیمیایی، ۳- دمایی، ۴- نوری و ۵- درد.

اما برسیم به اولین فعالیت فصل (۲). در این‌جا کتاب فقط راجع به ۷ تا از گیرنده‌های حسی بدن سؤال پرسیده، اما ما کل گیرنده‌های بدن رو بررسی می‌کنیم.

فعالیت کتاب درسی

انواع گیرنده‌های حسی

هر کدام از گیرنده‌های حسی بدن انسان، جزء کدام گروه از گیرنده‌های حسی هستند؟

۱- **گیرنده‌های مکانیکی:** گیرندهٔ فشار خون دیوارهٔ رگ‌ها (فشارخون)، گیرنده‌های فشار اسمزی در هیپوتالاموس[1] (حساس به افزایش فشار اسمزی)، گیرنده‌های دیوارهٔ سرخرگ آوران (حساس به کاهش جریان خون در رگ[2])، گیرنده‌های تماسی (تماس، فشار، ارتعاش)، گیرنده‌های حس وضعیت (تغییر طول ماهیچه)، گیرنده‌های حلزون گوش (حس شنوایی)، گیرنده‌های مجاری نیم‌دایره (حس تعادل)

نکته در خط جانبی ماهی‌ها و روی پاهای جلویی جیرجیرک، گیرنده‌های مکانیکی وجود دارند.

۲- **گیرنده‌های شیمیایی:** گیرنده‌های بصل‌النخاع (حساس به افزایش CO_2)، گیرنده‌های سرخرگ‌های گردش عمومی (حساس به کاهش اکسیژن یا افزایش کربن دی‌اکسید و هیدروژن[3])، گیرنده‌های چشایی (مزه)، گیرنده‌های بویایی بینی (بو)

نکته در موهای حسی پای مگس، گیرنده‌های شیمیایی وجود دارند. هم‌چنین در زبان مار نیز گیرنده‌های شیمیایی حساس به فرومون‌ها [فصل ۴] وجود دارد.

۳- **گیرنده‌های دمایی:** گیرنده‌های دمایی پوست (تغییرات دمای سطح بدن)، گیرنده‌های دمایی سیاهرگ‌های بزرگ (تغییرات دمای درون بدن)

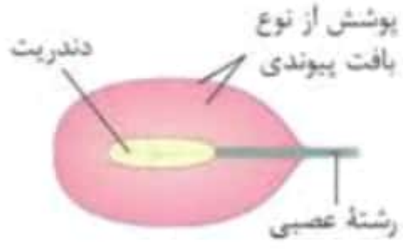
۴- **گیرنده‌های نوری:** گیرنده‌های استوانه‌ای شبکیهٔ چشم (حساس به نور کم)، گیرنده‌های مخروطی شبکیهٔ چشم (حساس به نور زیاد)

نکته در چشم مرکب حشرات، چشم مار زنگی و سوراخ‌های جلوی چشم مار زنگی نیز گیرنده‌های نوری وجود دارند.

۵- **گیرنده‌های درد:** در پوست و بخش‌های گوناگون بدن[4] مثل دیوارهٔ سرخرگ‌ها (آسیب بافتی در اثر عوامل مکانیکی، دمایی و افزایش برخی مواد شیمیایی مثل لاکتیک‌اسید)

گیرنده‌های حسی چگونه کار می‌کنند؟

تا این‌جا فهمیدیم که عوامل مختلفی مثل فشار، مواد شیمیایی، تغییر دما و ... باعث تحریک گیرندهٔ حسی می‌شن. اینو هم گفتیم که وقتی گیرنده تحریک می‌شه، پتانسیل عمل ایجاد می‌کنه؛ یعنی در محل تحریک، نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌ها و در نتیجه پتانسیل غشا، تغییر می‌کنه. حالا می‌خوایم ایجاد پیام عصبی به‌وسیلهٔ یک گیرندهٔ فشار رو بررسی کنیم. براساس شکل اول درسنامه گیرندهٔ فشار، جزء اون گیرنده‌هایی بود که دندریتش توسط پوششی از بافت پیوندی احاطه می‌شه. تغییر شکل این پوشش در اثر فشار، باعث تحریک گیرنده و ایجاد پتانسیل عمل میشه. حالا بریم سراغ توضیحات کامل‌تر.



ساختار گیرندهٔ فشار پوست: گیرندهٔ فشار در پوست، **انتهای دندریت یک یاختهٔ عصبی حسی** است که **درون پوششی چندلایه** و **انعطاف‌پذیر** از نوع **بافت پیوندی** قرار دارد.

آن‌چه خواهیم خواند [فصل ۱ و ۳ یازدهم] در اطراف رشته‌های عصبی و دسته تارهای ماهیچه‌ای، غلاف پیوندی وجود دارد.

تحریک گیرندهٔ فشار: وقتی فشاری به پوست وارد شود، پوشش پیوندی اطراف گیرنده فشرده می‌شود و رشتهٔ دندریت را تحت فشار قرار می‌دهد. این فشار، باعث تغییر در دندریت و تحریک آن می‌شود.

تبدیل اثر محرک به پیام عصبی: در پی تحریک دندریت، کانال‌های دریچه‌دار یونی غشای گیرنده باز می‌شوند و پتانسیل الکتریکی غشا تغییر می‌کند. بدین‌ترتیب، در دندریت پیام عصبی ایجاد می‌شود. رشتهٔ عصبی متصل به گیرنده، پیام عصبی را به دستگاه عصبی مرکزی انتقال می‌دهد.

نکته در پی باز شدن کانال‌های یونی غشا، نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌ها و در نتیجه، پتانسیل غشا تغییر می‌کند.

۱- مکانیسم دقیق عملکرد گیرنده‌های اسمزی شناسایی نشده است و زیست‌شناسان معتقد هستند که این گیرنده‌ها، نسبت به ویژگی‌های مکانیکی یا شیمیایی مایع اطراف خود حساس هستند. مؤلف این کتاب، با مکانیکی بودن عملکرد گیرنده‌های اسمزی موافق‌تر است.

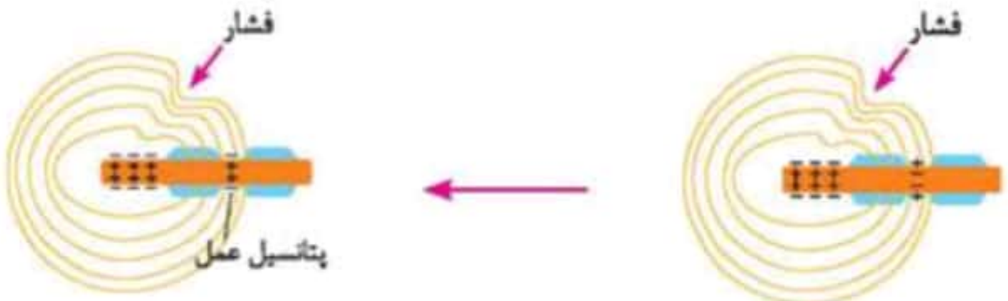
۲- گیرنده‌های سرخرگ آوران، علاوه‌بر پاسخ نسبت به کاهش جریان خون در سرخرگ آوران، به کاهش NaCl در سرخرگ آوران نیز حساس هستند. بنابراین، محرک آن‌ها شیمیایی هم می‌تواند باشد ولی در کتاب درسی، فقط به مورد اول اشاره شده است.

۳- گیرنده‌های شیمیایی که در سرخرگ آئورت قرار دارند و به آن‌ها، جسم آئورتی (Aortic Body) گفته می‌شود، نسبت به تغییرات اکسیژن و کربن دی‌اکسید حساس هستند ولی نسبت به افزایش یون هیدروژن، حساس نیستند. اما گیرنده‌های شیمیایی که در سرخرگ‌های گردن قرار دارند و جسم کاروتید (Carotid Body) نامیده می‌شوند، می‌توانند تغییرات اکسیژن، کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن را شناسایی و پیام عصبی تولید کنند. البته، در سطح کتاب درسی، برای گیرنده‌های شیمیایی سرخرگ آئورت نیز حساسیت به هیدروژن درنظر گرفته می‌شود.

۴- در بعضی از بافت‌های بدن، مثل مغز، گیرندهٔ درد وجود ندارد.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ یازدهم] دو راه کلی برای باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی وجود دارد: ۱- اتصال ناقل عصبی تحریک‌کننده به گیرندهٔ ویژهٔ خود در یاختهٔ پس‌سیناپسی و ۲- تحریک گیرندهٔ حسی توسط یک محرک، مثل فشار.



۲ ـ تبدیل اثر محرک به پیام عصبی ۱ـ تحریک گیرنده

سازش[1] گیرنده‌های حسی

حتی همین الان که دارین این متن رو می‌خونین، بعضی از گیرنده‌های حسی شما سازش پیدا کردن. مثلاً برای همین هست که وجود لباس روی بدن رو حس نمی‌کنین. بنابراین، می‌تونیم بگیم که سازش گیرنده‌ها، جزء جدایی‌ناپذیری از زندگی هست. اما سازش گیرنده‌ها یعنی چی و چه فایده‌ای داره؟

وقتی که یک گیرندهٔ حسی، **برای مدتی** در معرض یک **محرک ثابت** *(از همه نظر، مثل شدت، موقعیت و ...)* قرار بگیرد، **پیام عصبی کم‌تری ایجاد می‌کند یا اصلاً پیامی ارسال نمی‌کند.** *در واقع، یه محرک اولش می‌تونه توجه گیرنده رو جلب کنه و باعث تولید پیام عصبی بشه. اما اگه هیچ تغییری نکنه، واسه گیرنده تکراری و یکنواخت میشه. گیرنده‌های ما هم که تنوع‌طلب؛ نسبت به اون محرک اولیه بی‌توجهی می‌کنن و دیگه براش پیام عصبی تولید نمی‌کنن. تا کی؟ تا وقتی که اون محرک یه تغییری توی خودش ایجاد کنه؛ مثلاً با شدت بیشتری اعمال بشه. حالا سازش چه فایده‌ای داره؟*

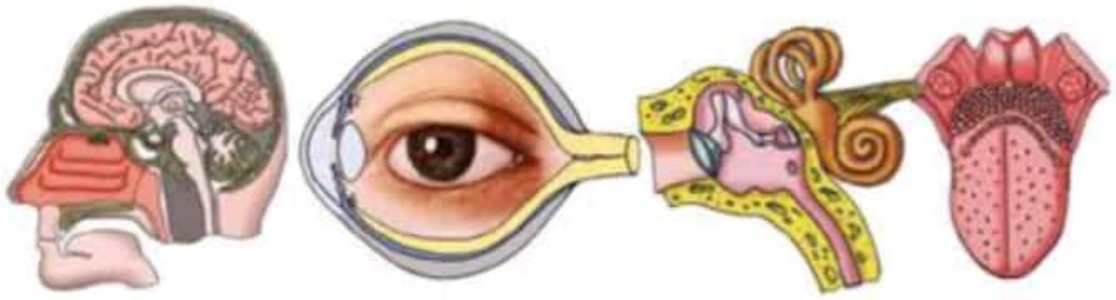
سازش باعث می‌شود که مغز، **اطلاعات مهم‌تر را پردازش کند** و پردازش اطلاعات بی‌اهمیت انجام نشود. مثلاً گفتیم که در پی سازش گیرنده‌های تماسی پوست، وجود لباس را روی بدن احساس نمی‌کنیم. در نتیجه، اطلاعات کم‌تری به مغز ارسال می‌شود و مغز می‌تواند پیام‌های مهم‌تر را پردازش کند. *خیلی منطقیه! مثلاً این‌که ما ۲۴ ساعته احساس کنیم لباس تنمون هست، به چه دردمون می‌خوره؟ هیچی. پس بهتره که اصلاً حس نشه. تازه اگه قرار بود همهٔ این چیزا رو همیشه حس کنیم، واقعاً زندگی سفت می‌شد. مثلاً فرض کنین همیشه سنگینی ساعت رو روی مچ دستتون احساس می‌کردین. یا مثلاً وقتی بوی بدی در محیط وجود داره، تمام مدت اون رو حس می‌کردین. یا خیلی چیزای دیگه که الان متوجه شدین به‌خاطر سازش گیرنده‌ها هستن.*

نکته **میزان سازش گیرنده‌های حسی، متفاوت است.** مثلاً، بعضی از گیرنده‌ها فقط پیام عصبی کم‌تری به مغز ارسال می‌کنند. در حالی‌که بعضی دیگر از گیرنده‌ها، اصلاً پیام عصبی ارسال نمی‌کنند. **گیرندهٔ درد سازش پیدا نمی‌کند.**

درسنامهٔ ۲ حواس پیکری

حواس پیکری و حواس ویژه

حواس ویژه: گروهی از گیرنده‌های حسی، در **اندام‌های حسی ویژه‌ای** قرار گرفته‌اند و حواس ویژه را ایجاد می‌کنند؛ مثل گیرنده‌های نوری در چشم، گیرنده‌های شنوایی و تعادلی در گوش، گیرنده‌های بویایی در بینی و گیرنده‌های چشایی در زبان و دهان. *یعنی ما نور رو فقط با چشمامون احساس می‌کنیم که اندام ویژهٔ بینایی است یا حس بویایی، فقط از طریق بینی به‌دست میاد. اما حواس پیکری اینجوری نیستند.*



حواس ویژه در انسان

محل گیرنده‌های حواس ویژه: اندام‌های حسی ویژه، **همگی در سر قرار دارند.** گیرنده‌های بویایی، در سقف حفرهٔ بینی قرار دارند. گیرنده‌های نوری، در شبکیهٔ چشم هستند. گیرنده‌های حس شنوایی و تعادل، به‌ترتیب در حلزون و مجاری نیم‌دایرهٔ گوش درونی واقع هستند. گیرنده‌های چشایی نیز در جوانه‌های چشایی زبان و دهان قرار دارند. *تا اینجای درسنامه، یه بخشیش مال گفتار بعدی بود، ولی باید اینجا گفته می‌شد. حالا بریم سراغ ادامهٔ همین گفتار.*

حواس پیکری: گیرنده‌های حسی مربوط به حواس پیکری، **در قسمت‌های مختلف بدن پراکنده هستند** و فقط مربوط به یک اندام خاص نمی‌شوند. مثل گیرنده‌های تماسی پوست، گیرنده‌های دمایی پوست و رگ‌های خونی، گیرنده‌های حس وضعیت ماهیچه‌های اسکلتی و گیرنده‌های درد پوست و بخش‌های مختلف بدن. *این گیرنده‌ها، ویژهٔ یه اندام خاص نیستن و جاهای مختلف بدن وجود دارن. وقتی چشمای کسی رو در بیارن، می‌گیم اون طرف حس بینایی رو از دست داره؛ چون بینایی یه حس ویژه هست و فقط مربوط به چشمه. اما مثلاً اگه دست‌های یکی رو قطع کنیم، نمی‌تونیم بگیم دیگه احساس درد نداره؛ چون درد، یه حس پیکری است و در قسمت‌های مختلف بدن، میشه درد رو احساس کرد.*

[1] Adaptation

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته در اندام‌های دارای گیرنده‌های حواس ویژه، گیرنده‌های حواس پیکری هم وجود دارند. مثلاً، در زبان گیرنده‌های درد وجود دارند[1].

نکته هر گیرندهٔ نوری انسان، مربوط به یک حس ویژه است.

نکته هر گیرندهٔ درد و دمایی انسان، مربوط به یک حس پیکری است.

نکته گیرندهٔ مکانیکی، می‌تواند مربوط به حواس پیکری یا ویژه باشد. گیرنده‌های شنوایی و حس تعادل گوش گیرنده‌های مکانیکی مربوط به حواس ویژه هستند. گیرنده‌های تماسی مربوط به حواس پیکری هستند.

انواع حواس پیکری در انسان

در بخش‌های گوناگون بدن، مانند پوست، ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها، رگ‌های خونی و ...، گیرنده‌هایی وجود دارند که اطلاعات حسی را به دستگاه عصبی مرکزی ارسال می‌کنند. به این گیرنده‌ها، گیرنده‌های حس‌های پیکری گفته می‌شود.

انواع حس‌های پیکری عبارت‌اند از: ۱- حس تماس، ۲- حس دما، ۳- حس وضعیت و ۴- حس درد.

در ارتباط با گیرنده‌های شیمیایی دقت داشته باشید که گیرنده‌های حساس به مواد شیمیایی در رگ‌های خونی، مثل گیرندهٔ حساس به کاهش اکسیژن در آئورت، جزء حواس پیکری و ویژه محسوب نمی‌شوند. در واقع، گروهی از گیرنده‌های حسی بدن، جزء هیچ‌کدام از دو گروه حواس پیکری و ویژه نیستند. گیرنده‌های حساس به فشار خون نیز جزء این گروه هستند.

ساختار گیرنده‌های حس پیکری: همان‌طور که قبلاً هم گفتیم، گیرنده‌های حواس پیکری، به دو شکل یافت می‌شوند: ۱- انتهای دندریت آن‌ها آزاد است. مثل گیرندهٔ درد و گیرندهٔ قاعدهٔ مو ۲- انتهای دندریت آن‌ها توسط پوششی از بافت پیوندی احاطه شده‌اند. مانند: گیرندهٔ فشار.

❑ گیرنده‌های تماسی

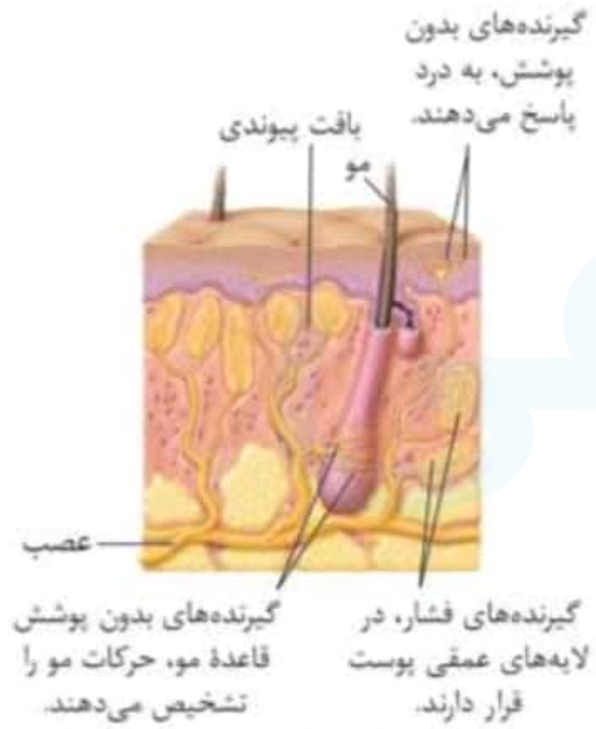
محرک: مکانیکی؛ مثل تماس، فشار و ارتعاش

محل گیرنده: پوست و بافت‌های دیگر

حساسیت نسبت به محرک‌های تماسی: تعداد گیرنده‌های تماس، در پوست بخش‌های گوناگون بدن، متفاوت است. در بخش‌هایی که تعداد گیرنده‌ها بیشتر است، مثل نوک انگشتان و لب‌ها، حساسیت بیشتری وجود دارد. *یعنی محرک‌ها رو دقیق‌تر و سریع‌تر شناسایی می‌کنن.*

نکته همان‌طور که در شکل مشخص است، گیرنده‌های درد، سطحی‌ترین گیرنده‌های پوست هستند و گیرنده‌های فشار، عمقی‌ترین گیرنده‌ها.

نکته در پوست انسان، انواعی از گیرنده‌های تماسی وجود دارند که نسبت به انواع مختلفی از محرک‌های مکانیکی حساس هستند.



بعضی از گیرنده‌های حسی پوست

شکل «گیرنده‌های پوست»

✓ گیرندهٔ درد، در سطح پوست قرار دارد و سطحی‌ترین گیرندهٔ پوست است. گیرندهٔ فشار، در عمق پوست قرار دارد و عمقی‌ترین گیرندهٔ پوست است.

✓ به‌جز گیرندهٔ درد، گیرندهٔ قاعدهٔ مو نیز فاقد پوشش پیوندی است.

✓ به‌جز گیرندهٔ درد و گیرندهٔ قاعدهٔ مو، سایر گیرنده‌های پوست دارای پوشش پیوندی هستند.

❑ گیرنده‌های دمایی

محرک: دما؛ تغییرات دمای سطح بدن و درون بدن

محل گیرنده: بخش‌هایی از درون بدن (مثل **برخی** سیاهرگ‌های بزرگ) و پوست

نکته در سرخرگ‌ها، مویرگ‌ها، سیاهرگ‌های کوچک و بسیاری از سیاهرگ‌های بزرگ بدن، گیرنده‌های دمایی وجود ندارند.

تفاوت گیرنده‌های درونی و گیرنده‌های پوست: گیرنده‌های درون بدن، تغییرات دمای درون بدن را تشخیص می‌دهند. اما گیرنده‌های دمایی پوست، به تغییرات دمای سطح بدن حساس هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] هیپوتالاموس، مرکز تنظیم دمای بدن است.

۱- شاید براتون عالی باشه که بدونین احساس مزهٔ تندی، مربوط به تحریک گیرنده‌های درد هست و ما چیزی به نام گیرندهٔ چشایی تندی نداریم.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۳ یازدهم] فعالیت‌های سوخت‌وساز در یاخته‌های ماهیچه‌ای، باعث ایجاد گرمای زیادی می‌شود که می‌تواند در حفظ دمای مناسب بدن مؤثر باشد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] جریان خون در بدن، به تنظیم دمای بدن و یکسان کردن دما در نواحی مختلف بدن کمک می‌کند.

☐ گیرنده‌های حس وضعیت

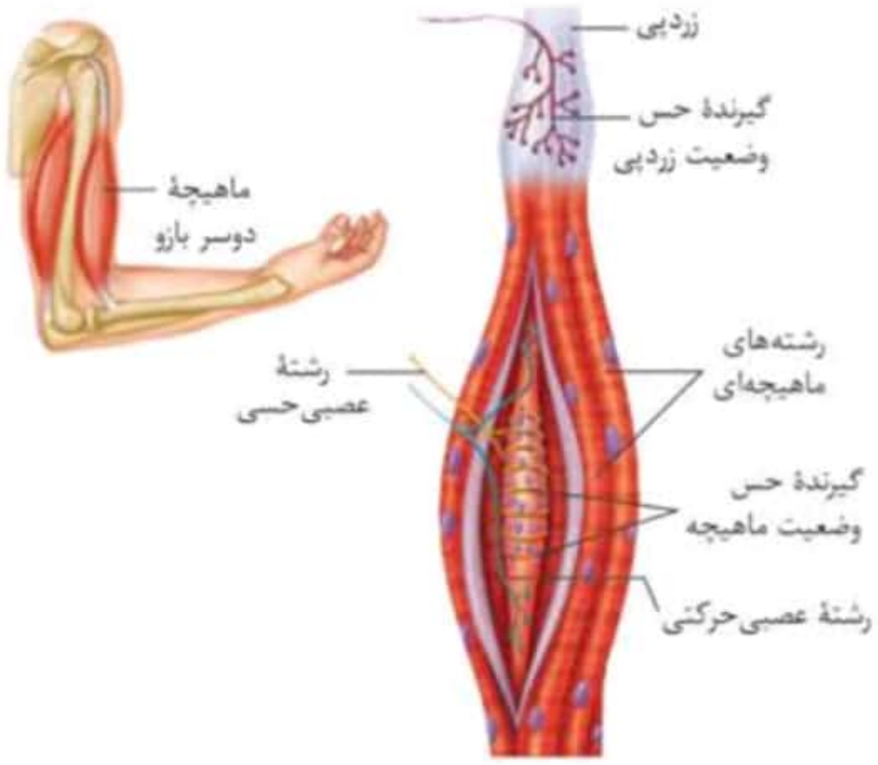
محرک: مکانیکی؛ تغییر طول ماهیچه

محل قرارگیری: ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول پوشانندهٔ مفصل‌ها

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۳ یازدهم] در ماهیچهٔ اسکلتی، دستهٔ تارهای ماهیچه‌ای توسط غلافی از بافت پیوندی رشته‌ای محکم، احاطه شده‌اند. این غلاف‌های پیوندی، در انتها، به‌صورت طناب یا نواری محکم به نام زردپی در می‌آیند. زردپی‌های دو انتهای ماهیچه، به استخوان‌های مختلف متصل می‌شوند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] در مفصل‌های متحرک، استخوان‌ها توسط کپسولی از جنس بافت پیوندی رشته‌ای احاطه شده‌اند.

کاربرد: فعالیت این گیرنده‌ها، موجب می‌شود که مغز از **چگونگی قرارگیری قسمت‌های مختلف بدن نسبت به‌هم**، هنگام **سکون** و **حرکت** اطلاع یابد.



گیرندهٔ حس وضعیت در ماهیچهٔ اسکلتی و زردپی

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] مخچه، مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل آن است این اندام، به‌طور پیوسته از بخش‌های دیگر مغز، نخاع و اندام‌های دیگر (مانند گوش‌ها و گیرنده‌های حس وضعیت)، پیام دریافت و بررسی می‌کند تا فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن را در حالت‌های گوناگون هماهنگ کند.

مثال گیرنده‌های وضعیت درون ماهیچه‌های اسکلتی، به **تغییر طول ماهیچه‌ها** حساس هستند. مثلاً، وقتی دست خود را حرکت می‌دهید، طول ماهیچه تغییر می‌کند و گیرنده‌های درون ماهیچه تحریک می‌شوند.

نکته تغییر طول ماهیچه، می‌تواند مربوط به منقبض شدن ماهیچه باشد یا مربوط به زمانی باشد که ماهیچه به حالت استراحت در می‌آید.

شکل «گیرنده‌های حس وضعیت در ماهیچهٔ اسکلتی و زردپی»

- ✓ یاخته‌های ماهیچه‌ای، در ارتباط با رشته‌های عصبی حسی و حرکتی هستند.
- ✓ گیرنده‌های حس وضعیت، در بخش میانی ماهیچه‌ها و در بین یاخته‌های ماهیچه‌ای قرار گرفته‌اند.
- ✓ گیرنده‌های حس وضعیت در ماهیچه، نوعی ساختار دوکی‌شکل را تشکیل می‌دهند.

☐ گیرنده‌های درد

محرک: آسیب بافتی؛ در اثر عوامل مکانیکی (مثل بریدگی)، دمایی (سرما یا گرمای شدید) و برخی مواد شیمیایی (مثل لاکتیک اسید)

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۵ یازدهم] التهاب، پاسخی موضعی است که به دنبال آسیب بافتی بروز می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۳ یازدهم] در فعالیت‌های شدید که اکسیژن کافی به ماهیچه‌ها نمی‌رسد، تجزیهٔ گلوکز به‌صورت بی‌هوازی انجام می‌شود. در اثر این واکنش‌ها، لاکتیک اسید تولید می‌شود که در ماهیچه‌ها انباشته شده و پس از تمرینات ورزشی طولانی، باعث گرفتگی و درد ماهیچه‌ای می‌شود.

نکته دقت داشته باشید که محرک گیرندهٔ درد، آسیب بافتی است. این آسیب بافتی، می‌تواند در اثر عوامل مختلفی ایجاد شود. مثلاً گرمای شدید، می‌تواند باعث آسیب بافتی شود، بدن با کمک گیرندهٔ درد، این آسیب بافتی را به صورت درد احساس می‌کند. اما احساس گرما، توسط گیرندهٔ دما انجام می‌شود.

محل قرارگیری: پوست و بخش‌های گوناگون بدن (مثل دیوارهٔ سرخرگ‌ها)

نکته در دیوارهٔ سرخرگ‌ها، گیرنده‌های فشار خون، گیرنده‌های شیمیایی، گیرنده‌های فشار اسمزی و گیرنده‌های درد وجود دارند. در دیوارهٔ سیاهرگ‌های بزرگ بدن، گیرنده‌های دما وجود دارند.

سازش‌ناپذیری گیرنده‌های درد: گیرنده‌های درد سازش پیدا نمی‌کنند. در نتیجه، این پدیده کمک می‌کند تا زمانی که محرک آسیب‌رسان وجود دارد، فرد از وجود محرک، اطلاع داشته باشد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

کاربرد حس درد: درد، یک **سازوکار حفاظتی** است. هرگاه یاخته‌ها در معرض تخریب قرار گیرند، درد ایجاد شده و موجب می‌شود که فرد برای برطرف کردن عامل ایجاد درد، واکنش مناسب نشان دهد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] پس از برخورد جسم داغ به انگشتان دست، انعکاس عقب کشیدن دست رخ می‌دهد.

مثال نشستن طولانی مدت ممکن است موجب آسیب دیدن بافت پوست در محل نشیمن‌گاه (باسن) شود[1]. بنابراین، **فرد به‌طور ناخودآگاه تغییر وضعیت می‌دهد؛** در غیر این صورت، پوست در نقاط تحت فشار تخریب می‌شود[2].

حالا که رسیدیم به آخر گفتار (۱)، یه جدول برای جمع‌بندی این گفتار بررسی کنیم بد نیست.

جمع‌بندی

حواس پیکری

نوع گیرنده	تماسی	دمایی	حس وضعیت	درد
محل قرارگیری	پوست و بافت‌های دیگر	پوست و برخی سیاهرگ‌های بزرگ	ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول مفصلی	پوست و سرخرگ‌ها
محرک	تماس، فشار و ارتعاش	تغییر دما	تغییر طول ماهیچه	آسیب بافتی
سازش‌پذیری	دارد	دارد	دارد	ندارد
محتوای پیام ارسالی	—	تغییرات دمایی	وضعیت قسمت‌های مختلف بدن نسبت به هم هنگام سکون و حرکت	آسیب بافتی
توضیحات	در نوک انگشتان و لب‌ها بیشترند	پیام را به هیپوتالاموس می‌فرستند.	پیام را به مخچه می‌فرستد.	باعث ایجاد یک سازوکار حفاظتی می‌شود.

۱- وجود ماهیچه‌های شرینی و همچنین مقدار زیاد چربی زیرپوستی در باسن، باعث می‌شود که نشستن تسهیل شود. با این وجود، نشستن به‌مدت طولانی، باعث آسیب به این بافت‌ها می‌شود. لذا، لازم است که هنگام نشستن، تغییر در وضعیت بدن ایجاد شود تا جلوی تخریب این بافت‌ها گرفته شود.

۲- زخم بستر (Bedsore) به آسیب بافتی بدن (در پوست و ماهیچه)، در اثر فشار درازمدت بر یک یا چند نقطه از بدن گفته می‌شود. باسن، جزء محل‌های شایع بروز زخم بستر است. زخم بستر اغلب در نقاط برجسته استخوانی بدن ایجاد می‌شود؛ زیرا در این قسمت‌ها فشار بیشتری بر پوست وارد می‌شود و چربی کم‌تری برای محافظت وجود دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۳ ساختار چشم

بینایی، یکی از مهم‌ترین حواس بدن انسان است. اهمیت بینایی، نیازی به توضیح ندارد. کافی است برای چند دقیقه چشمان خود را ببندید و سعی کنید کارهای خود را بدون دیدن انجام دهید. **بیشتر اطلاعات محیط پیرامون را از راه دیدن و با کمک چشم دریافت می‌کنیم.** همین موضوع، نشان می‌دهد که بینایی، چه نقش مهمی در انجام همهٔ اعمال روزمرهٔ ما دارد.

محل قرارگیری چشم

کرهٔ چشم، در حفرهٔ استخوانی کاسهٔ چشم[1] قرار دارد. ماهیچه‌هایی که به کرهٔ چشم متصل هستند، آن را حرکت می‌دهند. *منظور اینه که می‌تونین چشمتون رو در جهت‌های مختلف حرکت بدین. مثلاً، می‌تونین بدون این‌که سرتون رو تکون بدین، با حرکت کرهٔ چشم، این متن رو بخونین.* پلک‌ها، مژه‌ها و بافت چربی روی کرهٔ چشم و هم‌چنین اشک، همراه با اسکلت استخوانی از چشم حفاظت می‌کنند.

محل قرارگیری کرهٔ چشم در کاسهٔ چشم

نکته بافت چربی، بین ماهیچه‌های اطراف کرهٔ چشم و خود کرهٔ چشم قرار دارد. یعنی از خارج به داخل، به ترتیب، ماهیچه‌های اطراف کرهٔ چشم، بافت چربی و کرهٔ چشم قرار دارد.

نکته ماهیچه‌های اطراف کرهٔ چشم، از نوع ماهیچهٔ اسکلتی هستند و توسط اعصاب پیکری کنترل می‌شوند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] اشک، با داشتن نمک و آنزیم لیزوزیم، از چشم محافظت می‌کند.

ساختار کرهٔ چشم

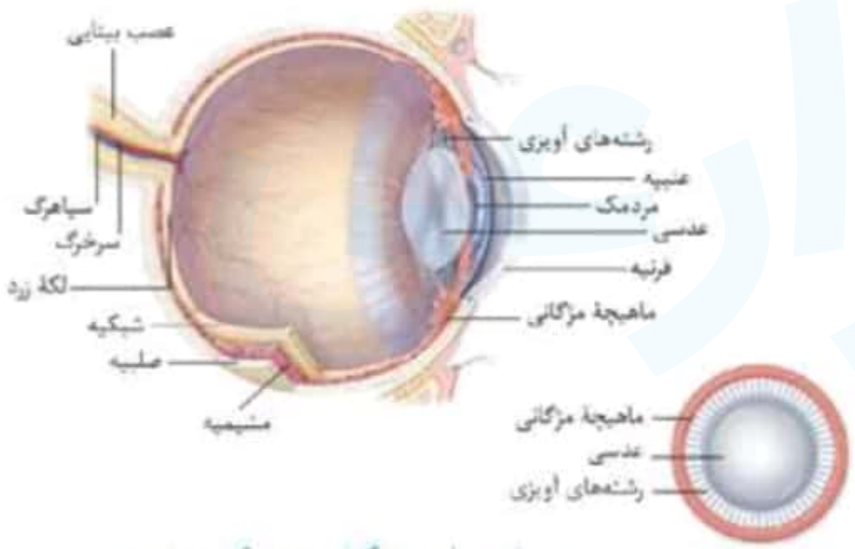
چشم، از سه لایه تشکیل شده است:

۱- خارجی‌ترین لایه شامل صلبیه و قرنیه است. **صلبیه**، در پشت کرهٔ چشم است و در جلوی کرهٔ چشم، بخشی شفاف به نام **قرنیه** وجود دارد.

۲- لایهٔ میانی کرهٔ چشم، شامل مشیمیه، جسم مژگانی و عنبیه است. **مشیمیه**، در پشت کرهٔ چشم و **عنبیه** در جلوی آن قرار دارد. بین مشیمیه و عنبیه، **جسم مژگانی** قرار دارد. جسم مژگانی، توسط تارهای آویزی، به عدسی متصل می‌شود.

خواستون باشه که تارهای آویزی، جزئی از جسم مژگانی هستن. در واقع، منظور کتاب درسی از این جمله اینه که جسم مژگانی، توسط تارهای آویزی خود به عدسی متصل می‌شود نه جای دیگش.

۳- **شبکیه**، داخلی‌ترین لایهٔ کرهٔ چشم و محل قرارگیری گیرنده‌های نوری و یاخته‌های عصبی است.



بخش‌های تشکیل‌دهندهٔ کرهٔ چشم

این یه خلاصه‌ای از لایه‌های کرهٔ چشم بود. حالا بریم هر کدوم رو دقیق‌تر بررسی کنیم.

شکل «بخش‌های تشکیل‌دهندهٔ کرهٔ چشم»

- ✓ جسم مژگانی، بین عنبیه و مشیمیه قرار دارد.
- ✓ عنبیه، در وسط مایع زلالیه قرار دارد و زلالیه، از طریق مردمک بین فضای جلوی عنبیه و پشت آن جابه‌جا می‌شود.
- ✓ تعدادی از رگ‌های خون‌رسان شبکیه، از طریق نقطهٔ کور وارد کرهٔ چشم می‌شوند.
- ✓ در نقطهٔ کور، مشیمیه در اطراف آکسون‌های عصب‌های بینایی قرار ندارد.
- ✓ صلبیه، ضخیم‌ترین لایه و شبکیه، نازک‌ترین لایهٔ چشم است.
- ✓ عدسی چشم، در هر دو سمت خود محدب است.
- ✓ قرنیه، بخش شفاف و برآمدهٔ جلوی چشم است.
- ✓ جسم مژگانی، به صورت یک حلقه، دورتا دور عدسی قرار دارد.

۱- Orbital Cavity: حفره‌ای در استخوان جمجمه که محل قرارگیری کرهٔ چشم است. رگ‌ها و اعصاب خون‌رسان چشم، از طریق سوراخ‌های جمجمه، وارد کاسهٔ چشم می‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ صلبیه و قرنیه

صلبیه، پرده‌ای سفید رنگ و محکم و **قرنیه،** پردهٔ شفاف جلوی چشم است.

نکته قرنیه، اولین بخشی از کرهٔ چشم است که نور از آن عبور می‌کند. پلک‌ها و اشک، در تماس با قرنیه قرار می‌گیرند.

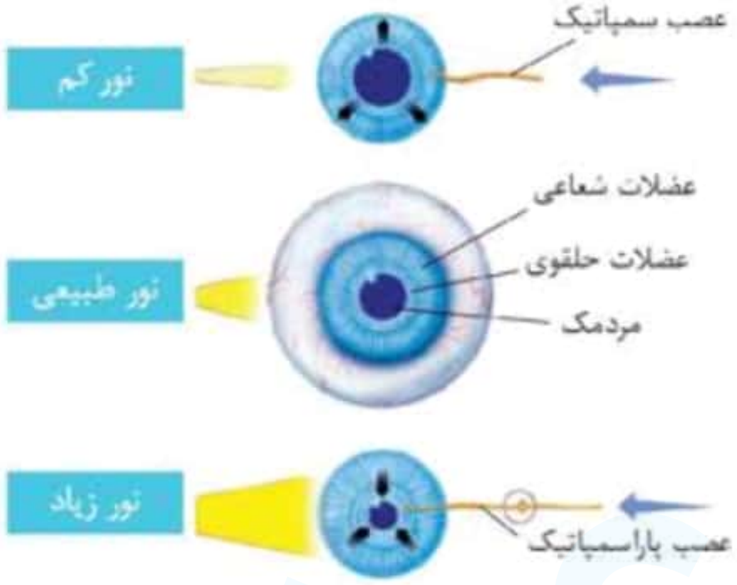
❑ مشیمیه، جسم مژگانی و عنبیه

مشیمیه، لایه‌ای رنگدانه‌دار و پر از مویرگ‌های خونی است و وظیفهٔ آن، **تغذیهٔ شبکیهٔ چشم** است. در جلو، لایهٔ میانی کرهٔ چشم عنبیه را تشکیل می‌دهد. **عنبیه،** بخش رنگین چشم است و در پشت قرنیه قرار دارد. *یعنی اینکه مثلاً می‌گن یکی چشماش آبیه، یعنی داخل عنبیهٔ چشمش، رنگدانه‌های آبی وجود داره. حالا اون چیز سیاهی که وسط عنبیه هست، چیه؟ مردمک! مردمک، در واقع هیچی نیست. خالیه.* در واقع، مردمک سوراخی است که در وسط عنبیه قرار دارد. تغییر قطر مردمک، باعث تغییر میزان نور ورودی به چشم می‌شود. *مردمک که یک سوراخه و هیچی نداره، چجوری قطرش تغییر می‌کنه؟ یه‌جورایی مثل همون اسفنکترهای لولهٔ گوارش است. فرض کنین مردمک یک لوله هست (هواستون باشه که گفتیم مردمک هیچی نیست و چیزی که این‌جا می‌گیم، فقط یه فرضه!) که نور ازش عبور می‌کنه و عنبیه، دست ما هست که دور لوله قرار داره. حالا اگه ما با دستمون لوله رو فشار بدیم، قطر لوله کم میشه و بعدش اگه دستمون رو شل بگیریم، قطرش بیشتر میشه و به حالت اولیه بر می‌گرده. اینجا هم همینجوریه. در واقع چیزی که باعث تغییر قطر مردمک میشه، تغییر اندازهٔ عنبیه است. وقتی عنبیه بزرگتر میشه، مردمک کوچیک میشه و برعکس. این کار هم با کمک ماهیچه‌های عنبیه انجام میشه.* عنبیه، ماهیچه‌های **حلقوی (تنگ‌کننده) و شعاعی (گشادکننده)**[1] دارد. وقتی که نور در محیط زیاد باشد، ماهیچه‌های حلقوی توسط **اعصاب پاراسمپاتیک** تحریک می‌شوند. در پی تحریک این ماهیچه‌ها، مردمک تنگ‌تر می‌شود و نور کم‌تری وارد چشم می‌شود. برعکس، زمانی که نور در محیط کم باشد، **اعصاب سمپاتیک** ماهیچه‌های شعاعی را تحریک می‌کنند. با تحریک این ماهیچه‌ها، قطر مردمک زیاد می‌شود تا نور بیشتری وارد چشم شود.

مردمک؛ سوراخی در وسط عنبیه

نور زیاد: اعصاب پاراسمپاتیک —تحریک→ ماهیچه‌های حلقوی —انقباض→ تنگ شدن مردمک

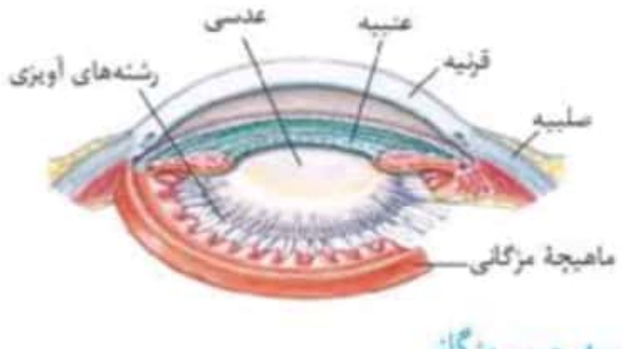
نور کم: اعصاب سمپاتیک —تحریک→ ماهیچه‌های شعاعی —انقباض→ گشاد شدن مردمک

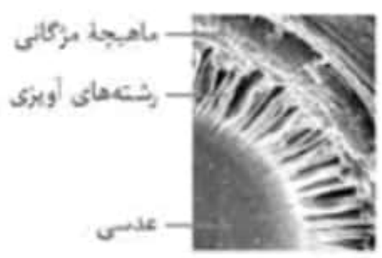


تأثیر نور بر قطر مردمک

نکته ماهیچه‌های عنبیه، ماهیچه‌های صاف هستند و توسط اعصاب خودمختار کنترل می‌شوند.

بین مشیمیه و عنبیه، حلقه‌ای به نام **جسم مژگانی** وجود دارد که شامل ماهیچه‌های مژگانی است.



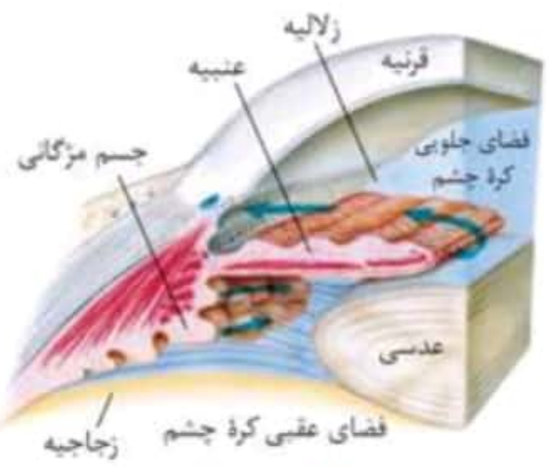


اتصال عدسی به جسم مژگانی

رشته‌هایی به نام **تارهای آویزی،** عدسی چشم را به جسم مژگانی متصل می‌کنند. **عدسی چشم،** نوعی عدسی **همگرا و انعطاف‌پذیر** است. *یعنی مثلاً مثل عدسی عینک نیست که هیچ تغییری نکنه؛ بلکه می‌تونه تغییر اندازه بده و بر همین اساس، توانایی‌ش در همگرایی نور تغییر می‌کنه.*

نکته عدسی چشم، جزء هیچ‌یک از سه لایهٔ اصلی چشم نیست.

فضای جلو و پشت عدسی چشم: در کرهٔ چشم، دو فضا در جلو و پشت عدسی چشم تشکیل شده است. فضای جلویی عدسی چشم، توسط **مایعی شفاف** به نام **زلالیه** پر شده است. زلالیه، **که از مویرگ‌های خونی ترشح می‌شود،** وظیفهٔ تغذیهٔ عدسی و قرنیه و همچنین، جمع‌آوری مواد دفعی این دو را برعهده دارد. در فضای پشت عدسی چشم، **مادهٔ ژله‌ای و شفاف** به نام **زجاجیه** وجود دارد. زجاجیه، **شکل کروی چشم را حفظ می‌کند.** دقت داشته باشید که هم عدسی و هم قرنیهٔ چشم، ساختار یاخته‌ای دارند و بنابراین، نیازمند تغذیه و هم‌چنین، دفع مواد زاید هستند. *یعنی منظورم اینه که یه وقت فکر نکنین که مثلاً یه عدسی شیشه‌ای توی چشم هست؛ عدسی چشم، ساختار زنده هست و یاخته داره! پس همهٔ ویژگی‌های یاخته‌های زنده رو هم داره.*



زلالیه و زجاجیه

نکته زلالیه، حالت مایع دارد و زجاجیه، نوعی مادهٔ ژله‌ای است. هم زلالیه و هم زجاجیه، شفاف هستند.

نکته عنبیه، دارای مویرگ‌های خونی است و مواد غذایی مورد نیاز خود را از خون دریافت می‌کند نه زلالیه. اما عدسی و قرنیه، رگ خونی ندارند.

نکته عدسی، عنبیه، قرنیه، ماهیچهٔ مژگانی و تارهای آویزی، مستقیماً در تماس با زلالیه هستند. عدسی، ماهیچهٔ مژگانی، تارهای آویزی و شبکیه نیز مستقیماً در تماس با زجاجیه قرار دارند.

۱- منظور از ماهیچهٔ حلقوی و شعاعی، این است که سلول‌های ماهیچه‌ای به‌صورت حلقوی یا شعاعی آرایش یافته‌اند؛ مشابه حالتی که در لولهٔ گوارش وجود دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته ۴ محیط شفاف چشم عبارتند از: ۱- قرنیه، ۲- زلالیه، ۳- زجاجیه، ۴- عدسی

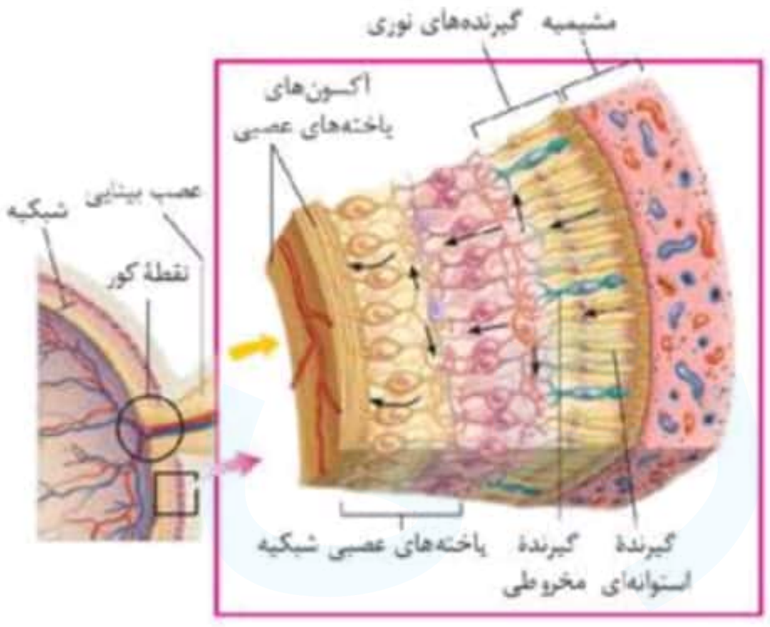
نکته زلالیه، از پلاسمای خون منشأ می‌گیرد و بنابراین، ترکیب شیمیایی آن مشابه پلاسمای خون است. مثل مایع میان‌بافتی و لنف که منشأ آن‌ها هم پلاسمای خون است.

جمع‌بندی

مقایسهٔ زلالیه و زجاجیه

نوع مادهٔ شفاف	زلالیه	زجاجیه
محل قرارگیری	فضای جلوی عدسی	فضای پشت عدسی
منشأ	مویرگ‌های خونی عنبیه	ـــــ
جنس	مایع شفاف	مادهٔ ژله‌ای شفاف
وظیفه	تغذیهٔ قرنیه و عدسی + جمع‌آوری مواد زائد قرنیه و عدسی	حفظ شکل کروی چشم
ساختارهایی که در تماس با آن هستند	عدسی، عنبیه، قرنیه و جسم مژگانی (ماهیچهٔ مژگانی و تارهای آویزی)	عدسی، جسم مژگانی (ماهیچهٔ مژگانی و تارهای آویزی) و شبکیه
توضیحات	از مردمک عبور می‌کند و در دو طرف عنبیه قرار می‌گیرد	ـــــ

❑ شبکیه



داخلی‌ترین لایهٔ کرهٔ چشم، شبکیه است. در شبکیه، **گیرنده‌های نوری** و **یاخته‌های عصبی** قرار دارند. پرتوهای نور، **با عبور از لایه‌های شبکیه**، به گیرنده‌های نوری برخورد می‌کنند. این گیرنده‌ها، **مادهٔ حساس به نور** دارند. وقتی که نور به این مواد برخورد کند، گیرنده‌های نوری تحریک می‌شوند و پیام عصبی تولید می‌کنند. در نهایت، **آکسون یاخته‌های عصبی**، عصب بینایی را تشکیل می‌دهند و پیام بینایی را از چشم خارج می‌کنند. محلی که در آن، عصب بینایی از شبکیه خارج می‌شود، **نقطهٔ کور** نام دارد.

نکته لایهٔ دارای گیرنده‌های نوری در شبکیه، آخرین لایه‌ای از شبکیه است که نور به آن می‌رسد. قبل از این لایه، لایه‌هایی از یاخته‌های عصبی وجود دارند.

نکته گیرنده‌های نوری، نوعی یاختهٔ عصبی تمایزیافته هستند ولی نمی‌توانیم آن‌ها را یاختهٔ عصبی درنظر بگیریم.

نکته در یاخته‌های عصبی شبکیه، مادهٔ حساس به نور وجود ندارد و این ماده، فقط در گیرنده‌های نوری دیده می‌شود.

نکته عصب بینایی، یک عصب حسی می‌باشد که توسط آکسون یاخته‌های عصبی حسی تشکیل می‌شود.

نکته در نقطهٔ کور، هیچ گیرندهٔ نوری وجود ندارد.

نکته وقتی نور به شبکیه می‌رسد، از لایه‌های مختلف آن عبور می‌کند تا به لایهٔ آخر برسد، یعنی لایه‌ای که در آن، گیرنده‌های نوری وجود ندارد. پس از برخورد نور به این گیرنده‌ها، مادهٔ حساس به نور در گیرنده‌ها تجزیه می‌شود و در نتیجهٔ تجزیهٔ این ماده، واکنش‌هایی راه‌اندازی می‌شوند که نتیجهٔ آن‌ها تغییر پتانسیل الکتریکی غشای گیرنده است.

شکل «گیرنده‌های نوری و یاخته‌های عصبی شبکیه»

- ✓ شبکیهٔ چشم، از چند لایه تشکیل شده است که در هر لایه، یاختهٔ عصبی یا گیرندهٔ نوری وجود دارد.
- ✓ گیرنده‌های نوری، در آخرین لایهٔ شبکیه و در مجاورت مشیمیه قرار دارند.
- ✓ اولین لایه‌ای از شبکیه که نور به آن می‌رسد، لایه‌ای است که آکسون‌های عصب بینایی را تشکیل می‌دهد و آخرین لایه‌ای که نور به آن می‌رسد، محل قرارگیری گیرنده‌های نوری است.
- ✓ در شبکیه، تعداد یاخته‌های استوانه‌ای بیشتر از یاخته‌های مخروطی است.
- ✓ در مرز هر دو لایهٔ شبکیه، تعدادی یاخته‌های عصبی به صورت افقی قرار گرفته‌اند.
- ✓ در شبکیه، ۴ نوع یاختهٔ عصبی و ۲ نوع گیرندهٔ نوری وجود دارد.
- ✓ بین مشیمیه و گیرنده‌های نوری، یک لایهٔ یاخته‌ای قرار دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۴ عملکرد چشم

برای این‌که یک جسم را بتوانیم ببینیم، باید پرتوهای نوری **بازتابی از آن جسم**، به لایهٔ شبکیهٔ چشم برسند. پرتوهای نوری، ابتدا از قرنیه عبور می‌کنند و به علت انحنای آن، همگرا[1] می‌شوند. پس از آن، پرتوهای نوری از زلالیه و سوراخ مردمک عبور می‌کنند تا به عدسی برسند. عدسی، پرتوهای نوری را **بیشتر همگرا** می‌کند تا نور بتواند بر روی شبکیه و گیرنده‌های نوری آن، متمرکز شود. پس از عدسی، نور از زجاجیه عبور می‌کند و نهایتاً، به گیرنده‌های نوری شبکیه می‌رسد. نمودار زیر، مسیر عبور نور در چشم را نشان می‌دهد.

قرنیه ← زلالیهٔ جلوی عنبیه ← مردمک ← زلالیهٔ پشت عنبیه ← عدسی ← زجاجیه ← لایه‌های حاوی نورون‌های شبکیه ← گیرنده‌های نوری

نکته عامل اصلی همگرایی نور در چشم انسان، عدسی است.

حالا دو تا سؤال اینجا پیش میاد: ۱- چجوری هر نوری که وارد چشم میشه، می‌افته روی شبکیه و اگه نیفته، چی میشه؟ و ۲- نور چه اثری روی شبکیه داره؟

تذکر مطلبی که در ادامه دربارهٔ تطابق می‌خوانید، بر اساس متن و پاسخ فعالیت کتاب درسی نوشته شده است.

تطابق

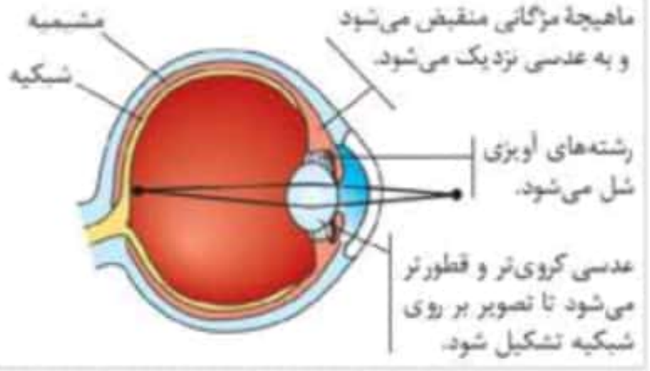
برای اینکه بتوانیم هم اشیای نزدیک و هم اشیای دور را واضح ببینیم، باید پرتوهای نوری در هر دو حالت، بر روی نقطه‌ای از شبکیه متمرکز شوند. بدین منظور، لازم است که قطر عدسی، و در نتیجه همگرایی آن، تغییر کند تا تصویر بر روی شبکیه تشکیل شود. به فرایندهایی که **با تغییر همگرایی عدسی**، منجر به تشکیل تصویر بر روی شبکیه می‌شوند، **تطابق** گفته می‌شود.

❑ دیدن اشیای نزدیک

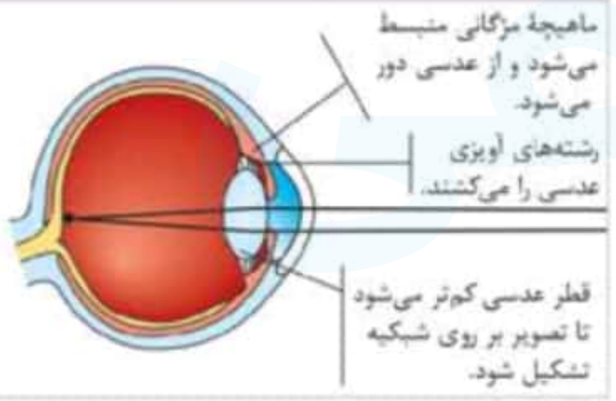
برای دیدن اشیای نزدیک، لازم است که همگرایی عدسی افزایش پیدا کند. لذا، قطر عدسی بیشتر می‌شود. هنگامی که نور از یک شیء نزدیک به چشم می‌رسد، ماهیچه‌های مژگانی منقبض می‌شوند. گفتیم که جسم مژگانی، یک حلقهٔ ماهیچه‌ای در اطراف عدسی تشکیل می‌دهد. وقتی که این ماهیچه‌ها منقبض می‌شوند، *مثل حالتی که یک اسفنکتر منقبض میشه*، فاصلهٔ جسم مژگانی تا عدسی کم‌تر می‌شود و تارهای آویزی شل می‌شوند. *فرض کنین که یک طناب رو به یه دیوار بستین و اون رو محکم می‌کشین. وقتی که به دیوار نزدیک‌تر بشین، طناب شل‌تر می‌شه. اینجا هم همین‌طوریه. وقتی که حلقهٔ ماهیچه‌ای منقبض می‌شه، حلقه بسته‌تر میشه و به عدسی نزدیک‌تر می‌شه. در نتیجه، فاصلش تا عدسی کم میشه و تارها شل می‌شن.*

خُب، ما یه عدسی داریم که تارهای آویزی از همه طرف دارن محکم می‌کشنش. وقتی که تارهای آویزی شل می‌شن، عدسی هم خودش رو راحت می‌کنه و کروی‌تر و قطورتر می‌شه. پس هنگام دیدن اشیای نزدیک، با انقباض ماهیچه‌های مژگانی، عدسی ضخیم می‌شود.

دیدن اشیای نزدیک



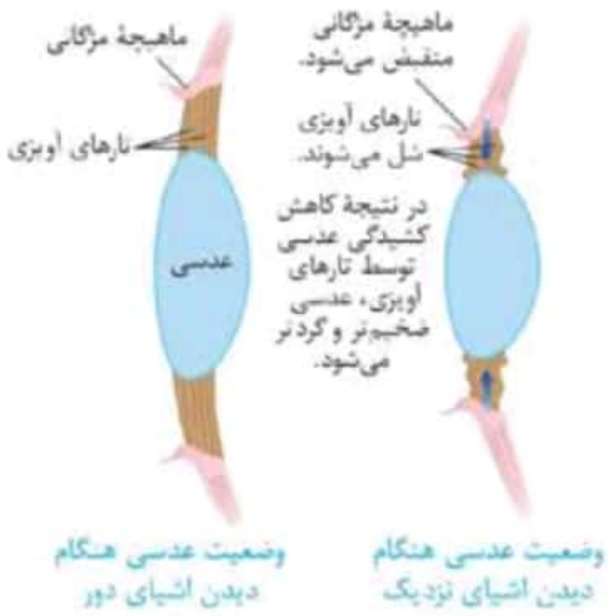
دیدن اشیای دور



تطابق، با تغییر قطر عدسی، باعث می‌شود که تصویر بر روی شبکیه تشکیل شود.

❑ دیدن اشیای دور

وقتی به یک شیء دور نگاه می‌کنیم، اتفاقاتی که رخ می‌دهد، برعکس حالت قبل است. در این حالت، ماهیچه‌های مژگانی به‌حالت استراحت در می‌آیند[2] و در نتیجه، فاصلهٔ آن‌ها تا عدسی زیاد می‌شود. این باعث می‌شود که تارهای آویزی کشیده‌تر شوند و عدسی را به سمت خود بکشند. در نتیجه، عدسی باریک‌تر می‌شود و همگرایی آن کاهش پیدا می‌کند.



۱- یعنی به هم نزدیک می‌شوند. در مقابل آن، واگرایی وجود دارد که به معنای دور شدن پرتوهای نوری از یکدیگر است.

۲- تطابق فقط برای دیدن اشیای نزدیک مطرح می‌شود؛ زیرا برای دیدن اشیای دور، کافی است که عدسی به حالت اول خود برگردد و انقباض ماهیچه لازم نیست. پس برای چشم، دیدن اجسام دور [illegible] می‌کند، تا اشیای نزدیک.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

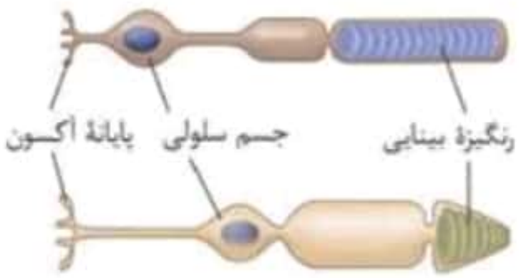
نکته اختلال در فرایند تطابق، می‌تواند باعث بروز بیماری‌های چشم شود.

جمع‌بندی

تطابق

فاصلهٔ جسم تا چشم	وضعیت ماهیچهٔ مژگانی	وضعیت تارهای آویزی	وضعیت عدسی	محل تشکیل تصویر
نزدیک	منقبض	شُل	ضخیم	روی شبکیه
دور	در حال استراحت	کشیده	باریک	روی شبکیه

اثر نور بر شبکیهٔ چشم



گفتیم که در گیرنده‌های نوری، مادهٔ حساس به نور وجود دارد. وقتی که نور به این گیرنده‌ها برخورد می‌کند، مادهٔ حساس به نور (رنگیزهٔ بینایی) **تجزیه می‌شود** و واکنش‌هایی را به راه می‌اندازد که نهایتاً، منجر به تولید پیام عصبی می‌شوند.

نکته ویتامین A، برای ساخت مادهٔ حساس به نور لازم است.

به طور کلی، در شبکیه دو نوع گیرندهٔ نوری وجود دارد: ۱- یاخته‌های استوانه‌ای و ۲- یاخته‌های مخروطی. **یاخته‌های استوانه‌ای**، در نور کم تحریک می‌شوند. **یاخته‌های مخروطی**، در نور زیاد تحریک می‌شوند.

نکته حساسیت یاخته‌های استوانه‌ای نسبت به نور، بیشتر از یاخته‌های مخروطی است.

نکته تعداد یاخته‌های استوانه‌ای، بسیار بیشتر از یاخته‌های مخروطی است.

شکل «گیرنده‌های نوری»

- ✓ گیرنده‌های نوری، نوعی یاختهٔ عصبی تمایزیافته هستند.
- ✓ دندریت یاختهٔ استوانه‌ای، بلندتر از دندریت یاختهٔ مخروطی است. آکسون یاختهٔ مخروطی، بلندتر از آکسون یاختهٔ استوانه‌ای است.

☐ لکهٔ زرد

گیرنده‌های مخروطی، **تشخیص رنگ و جزئیات اجسام** را امکان‌پذیر می‌کنند. به همین دلیل، در بخشی از شبکیه که **در امتداد محور نوری کرهٔ چشم**[1] قرار دارد، **گیرنده‌های مخروطی فراوان‌تر هستند**[2]. به این بخش، **لکهٔ زرد** می‌گویند. لکهٔ زرد، در **دقت و تیزبینی** نقش دارد.

نکته فراوانی گیرنده‌های نوری در بخش‌های مختلف شبکیه یکسان نیست. در لکهٔ زرد، گیرنده‌های مخروطی فراوان‌تر هستند. علاوه‌بر این، دقت داشته باشید که در نقطهٔ کور، هیچ گیرندهٔ نوری وجود ندارد.

نکته با توجه به فراوانی زیاد گیرنده‌های مخروطی در لکهٔ زرد و نقش لکهٔ زرد در دقت و تیزبینی، می‌توان متوجه شد که گیرنده‌های مخروطی، در دقت و تیزبینی اهمیت دارند.

شکل «مشاهدهٔ شبکیه از مردمک با دستگاه ویژه»

- ✓ با استفاده از دستگاه ویژه‌ای، می‌توان شبکیه را از طریق مردمک مشاهده کرد.
- ✓ از نقطهٔ کور، تعدادی رگ خونی وارد کرهٔ چشم می‌شوند.
- ✓ هنگام مشاهدهٔ شبکیه از طریق مردمک، لکهٔ زرد به صورت بخشی تیره و نقطهٔ کور به صورت بخشی روشن دیده می‌شوند.

درسنامهٔ ۵ بیماری‌های چشم

گفتیم که برای دیدن درست اجسام، لازمه که تصویر بر روی یک نقطه از شبکیه تشکیل بشه. برای این کار، لازم است که قرنیه، عدسی و کرهٔ چشم شکل ویژه‌ای داشته باشند تا پرتوهای نور به‌طور دقیق روی شبکیه متمرکز شوند. در ادامه، می‌خوایم چهار تا بیماری رو بررسی کنیم که در اون‌ها، یک یا تعداد بیشتری از این اجزاء مشکل پیدا کردن و تصویر به‌درستی تشکیل نمیشه.

۱- به‌طور ساده، یعنی محوری که بیشتر پرتوهای نوری در آن متمرکز می‌شوند.

۲- نظرات مختلف در مورد لکهٔ زرد وجود داره. درست‌ترین نظر به عقیدهٔ من این هست که در لکهٔ زرد، فقط یاخته‌های مخروطی وجود دارند و یاخته‌های استوانه‌ای دیده نمی‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نزدیک‌بینی و دوربینی

همون‌طوری که از اسم بیماری‌ها مشخصه، در این بیماری‌ها فرد جسم نزدیک یا دور رو درست می‌بینه ولی برای دیدن سایر اجسام، مشکل داره.

❑ نزدیک‌بینی

مشکل	علت	محل تشکیل تصویر اجسام دور	محل تشکیل تصویر اجسام نزدیک	اصلاح
واضح ندیدن اجسام دور	بزرگ‌تر بودن کرهٔ چشم از اندازهٔ طبیعی **یا** افزایش غیرطبیعی همگرایی عدسی	جلوی شبکیه	درست و بر روی شبکیه	عدسی واگرا

توضیح خودمونی نزدیک‌بینی: بیاین فرض کنیم که پرتوهای نوری، مثل یک توپ هستن که باید برسن به یه میله که این‌جا همون شبکیهٔ چشم است. این وسط، یه مانعی وجود داره به نام عدسی که میاد سرعت توپ رو کم می‌کنه. حالا فرض کنین یه فرد سالم و یه فرد نزدیک‌بین داریم. در هر دو فرد، یه توپ از فاصلهٔ دور و با سرعت یکسان پرتاب میشه به سمت میله (همون شبکیه!). چجوری ممکنه که توپ به میله نرسه؟ یا مانع بیشتر بشه (عدسی بزرگ‌تر بشه و همگراییش زیاد شه) یا میله بره عقب (کرهٔ چشم بزرگ‌تر بشه و شبکیه بره عقب).

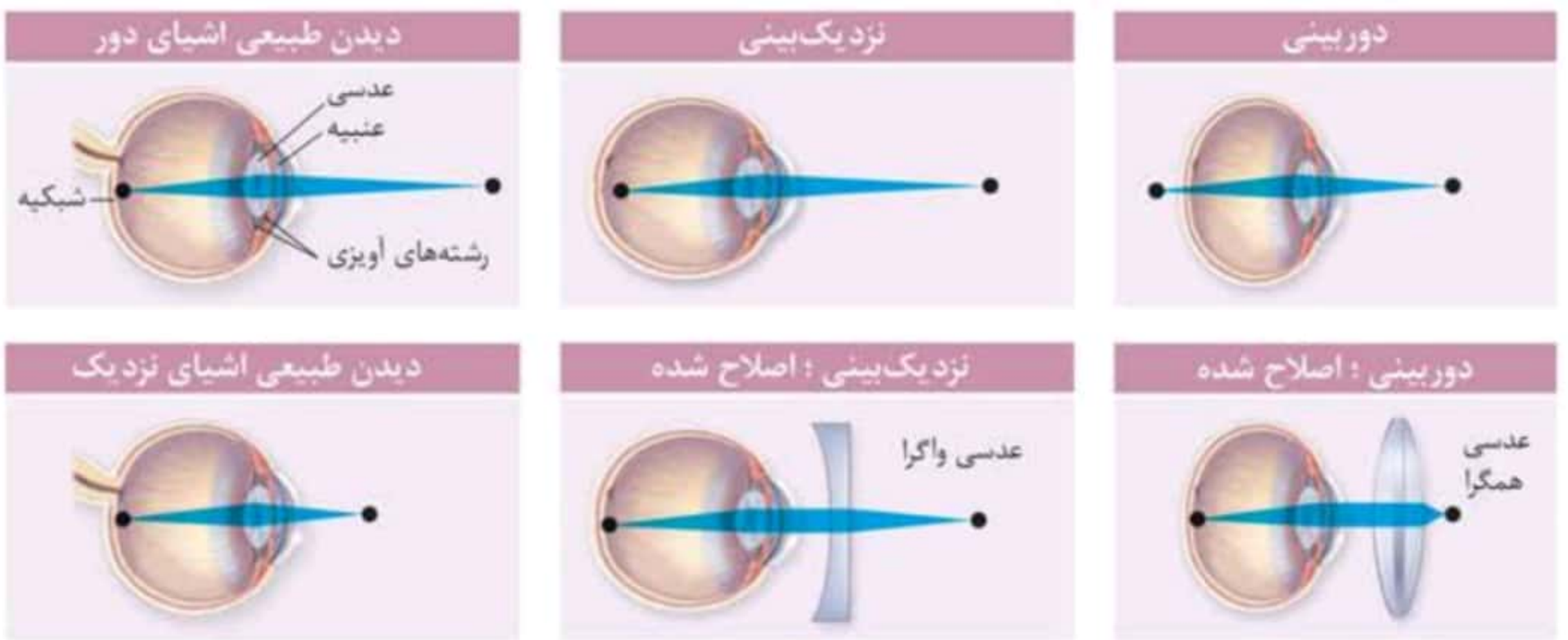
❑ دوربینی

مشکل	علت	محل تشکیل تصویر اجسام دور	محل تشکیل تصویر اجسام نزدیک	اصلاح
واضح ندیدن اجسام نزدیک	کوچک‌تر بودن کرهٔ چشم از اندازهٔ طبیعی **یا** کاهش غیرطبیعی همگرایی عدسی	درست و بر روی شبکیه	پشت شبکیه	عدسی همگرا

توضیح خودمونی دوربینی: برای دوربینی، برعکس هست. دو تا توپ از فاصلهٔ نزدیک پرتاب میشن و این بار یا مانع کم میشه (عدسی کوچک‌تر میشه و همگراییش کم میشه) یا میله میاد جلو (کرهٔ چشم کوچک‌تر میشه و شبکیه میاد جلوتر)؛ پس پرتوها از شبکیه رد میشن و تصویر پشت شبکیه تشکیل میشه.

مقایسهٔ خودمونی نزدیک‌بینی و دوربینی: حالا برای این‌که بفهمین در کدوم حالت، تصویر جلو تشکیل میشه و در کدوم حالت پشت شبکیه، دو تا فرد بیمار رو در نظر بگیرین که دو تا توپ رو از فاصلهٔ دور و نزدیک اما با سرعت یکسان به سمت میلهٔ مذکور پرتاب می‌کنن و البته هیچ‌کدوم به میله نمی‌خوره. یکی رد میشه و یکی اصلاً نمی‌رسه، حالا به‌نظرتون مال کدوم نمی‌رسه؟ طبیعتاً اونی که از دور پرتاب کرده نمی‌رسه؛ پس برای دیدن اشیای دور مشکل داره و فرد نزدیک‌بین هست! امیدوارم این شبیه‌سازی، باعث بشه همیشه این بیماری‌ها رو خوب یاد بگیرین.

اصلاح نزدیک‌بینی و دوربینی، باز هم خودمونی: گفتیم که در نزدیک‌بینی، تصویر اجسام دور جلوی شبکیه تشکیل میشه. پس ما باید یه‌کاری کنیم که این پرتوهای نوری ما دیرتر به هم برسن و روی شبکیه به هم برسن. چی‌کار کنیم؟ از عدسی واگرا استفاده می‌کنیم که پرتوها رو از هم دور می‌کنه. برای دوربینی، باید تصویر اشیای نزدیک، که پشت شبکیه تشکیل می‌شه، زودتر تشکیل بشه. پس باید از عدسی همگرا استفاده کنیم که پرتوها رو زودتر به هم می‌رسونه.



فقط یه مورد دیگه می‌مونه. اونم این‌که شاید براتون سؤال پیش اومده باشه وقتی می‌گیم مثلاً تصویر پشت شبکیه تشکیل میشه یعنی چی؟ باید هواستون باشه که این یه فرض تئوری است نه عملی. یعنی اگه شبکیه رو به‌عنوان یه محل فرضی (نه یه پردهٔ دریافت‌کنندهٔ نور) در نظر بگیریم، در فرد دوربین، پرتوهای نوری که از جسم نزدیک میان، در پشت شبکیه به هم خواهند رسید. ولی حالا که شبکیه وجود داره، پرتوها قبل از اینکه بتونن به هم برسن، به شبکیه می‌رسن. نتیجش چیه؟ به‌جای این‌که پرتوها فقط بر یک نقطه متمرکز بشن، بیش از یک نقطهٔ شبکیه تحریک می‌شه و تصویر واضح دیده نمی‌شه. نزدیک‌بینی هم همینجوریه.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

فعالیت کتاب درسی

نزدیک‌بینی و دوربینی

۱- نزدیک‌بینی و دوربینی با استفاده از کدام عدسی اصلاح می‌شوند؟ نزدیک‌بینی، با عدسی واگرا و دوربینی، با عدسی همگرا.

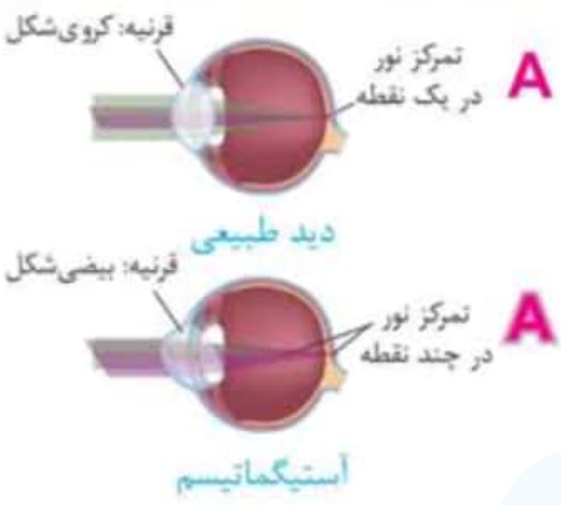
۲- در برخی افراد، علت نزدیک‌بینی و دوربینی، تغییر همگرایی عدسی چشم است. تغییر در همگرایی عدسی در چشم، چگونه موجب نزدیک‌بینی و دوربینی می‌شود؟ همان‌طور که توضیح دادیم، افزایش همگرایی عدسی در افراد نزدیک‌بین و کاهش همگرایی عدسی در افراد دوربین، باعث می‌شود که به‌ترتیب، تصویر اجسام دور و نزدیک بر روی شبکیه تشکیل نشود.

آستیگماتیسم

مشکل	علت	محل تشکیل تصویر اجسام دور	محل تشکیل تصویر اجسام نزدیک	اصلاح
واضح ندیدن تصویر اجسام دور و نزدیک	کاملاً کروی و صاف نبودن سطح عدسی یا قرنیه یا هر دو	بر روی بیش از یک نقطه از شبکیه	بر روی بیش از یک نقطه از شبکیه	عینک جبران‌کنندهٔ عدم یکنواختی انحنای عدسی یا قرنیه یا هر دو

کل متنی که این‌جا داریم، توی جدول هست. هوصلتون نمیشه، نمی‌خوار بخونینش. در افراد مبتلا به آستیگماتیسم، **سطح عدسی یا قرنیه کاملاً کروی و صاف نیست؛** در نتیجه، پرتوهای نور به‌طور **نامنظم** به هم می‌رسند و روی یک نقطه از شبکیه متمرکز نمی‌شوند. در نتیجه، تصویر واضحی تشکیل نمی‌شود. برای اصلاح دیدن این فرد، از عینکی استفاده می‌شود که عدسی آن، عدم یکنواختی انحنای قرنیه یا عدسی را جبران می‌کند.

نکته در آستیگماتیسم، برخلاف نزدیک‌بینی و دوربینی، هم دیدن اشیای نزدیک با مشکل مواجه است و هم دیدن اشیای دور.



پیرچشمی

مشکل	علت	محل تشکیل تصویر اجسام دور	محل تشکیل تصویر اجسام نزدیک	اصلاح
واضح ندیدن اجسام نزدیک	افزایش سن ← کاهش انعطاف‌پذیریِ عدسی چشم ← اختلال در تطابق	[درست و بر روی شبکیه]	[پشت شبکیه]	عینک‌های ویژه

توضیح بیشتر و تقریباً خارج از کتاب!: افراد مبتلا به پیرچشمی، در واقع دوربینی دارند. زیرا، تطابق در اصل برای دیدن اجسام نزدیک است نه اجسام دور[1]. همان‌طور که در مبحث تطابق گفتیم، هنگام دیدن اشیای دور، عدسی در حالت اولیهٔ خود است و ماهیچه‌های مژگانی، در حالت استراحت هستند. بنابراین، افراد پیرچشم مشکلی برای دیدن اجسام دور ندارند و اجسام نزدیک را واضح نمی‌بینند.

نکته همهٔ بیماری‌های چشمی ذکرشده در کتاب، می‌توانند ناشی از اختلال در عدسی باشند. البته، پیرچشمی قطعاً ناشی از اختلال در عدسی است.

فعالیت کتاب درسی

تشریح چشم گاو

الف) بررسی ویژگی‌های ظاهری چشم

۱- **تشخیص بالا و پایین چشم:** برای تشخیص بالا و پایین چشم، فاصلهٔ عصب بینایی تا قرنیه را بررسی می‌کنیم. سطحی که در آن، فاصلهٔ عصب بینایی تا روی قرنیه بیشتر است، بالای چشم و سطح دیگر، پایین آن است. (شکل ۱)

۲- **تشخیص چشم چپ و راست:** ابتدا، لازم است که چشم را طوری در دست بگیریم که سطح بالایی آن، رو به بالا باشد. دو راه برای تشخیص چشم چپ و راست وجود دارد؛ راه اول این است که مسیر خروج عصب بینایی پس از خروج از کرهٔ چشم را بررسی کنیم. اعصاب بینایی، پس از خروج از چشم، به سمت مخالف خم می‌شوند. یعنی مثلاً عصب چشم راست، به سمت چپ می‌رود[2]. (شکل ۲)

۱- دقیق‌تر بخواهیم بگوییم، در افراد مبتلا به پیرچشمی، تطابق کاهش پیدا می‌کند و با توجه به میزان کاهش تطابق عدسی، این افراد فقط فاصلهٔ مشخصی را به‌طور واضح می‌بینند. در نتیجه، فاصله‌های دورتر یا نزدیک‌تر از آن را نمی‌توانند به‌صورت واضح ببینند. هر چند پیرچشمی معمولاً نوعی دوربینی محسوب می‌شود، اما ممکن است این افراد در دیدن اشیای دور هم مشکل داشته باشند. لذا، از عدسی دو کانونی برای این افراد استفاده می‌شود. *عدسی دو دید یا دو کانونی اصطلاحاً در چشم‌پزشکی، به نوعی عدسی عینک گفته می‌شود که از دو نمره متفاوت تشکیل شده است. این نوع عدسی مختص کسانی است که هم در دید دور فوت مشکل دارند و هم در دید نزدیک و هم‌چنین مایل نیستند از دو عینک استفاده نمایند. در عدسی دووید، از بخش فوقانی، جهت دید دور و از قطعهٔ پایین عدسی، برای دید نزدیک استفاده می‌شود.*

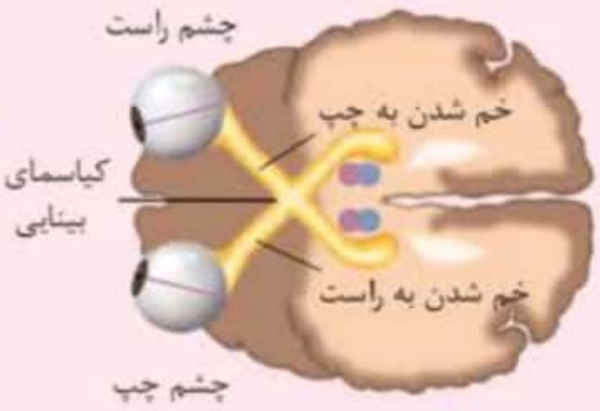
۲- در محل برخورد عصب بینایی چشم چپ و راست، ساختاری X مانند تشکیل می‌شود که به آن کیاسمای بینایی گفته می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

راه دوم این است که شکل ظاهری قرنیه را بررسی کنیم. قرنیه، به شکل تخم‌مرغ دیده می‌شود. در این حالت، بخش پهن‌تر قرنیه به سمت بینی و بخش باریک‌تر آن به سمت گوش قرار دارد. *به این فکر کنین که فیلی از کنکوریا فکر می‌کنن بینیشون فیلی پهن هست و بعد از کنکور می‌خوان عملش کنن. پس قرنیه هم بخش پهنش میفته سمت بینی.* (شکل ۳)

۳- **بافت‌های احاطه‌کنندهٔ کرهٔ چشم:** در اطراف صلبیه، بافت چربی وجود دارد. بعد از چربی، ماهیچه‌های کرهٔ چشم قرار دارند. گفتیم که این ماهیچه‌ها، وظیفهٔ حرکت دادن کرهٔ چشم را برعهده دارند. (شکل ۴)

شکل ۱: تشخیص بالا و پایین چشم



شکل ۲: خم‌شدن عصب بینایی

شکل ۳: چشم راست

شکل ۴: چربی و ماهیچه

در ادامه، می‌خوایم راجع به بخش‌های مختلف چشم صحبت کنیم. مراحل و نحوهٔ تشریح رو تیتروار می‌گیم و فقط ویژگی‌ها رو بررسی می‌کنیم.

ب) تشریح

۱- **جدا کردن ماهیچه‌ها از کرهٔ چشم** (شکل ۵)

۲- **برش کرهٔ چشم (شکل ۶):** لایهٔ شبکیه، بسیار نازک است و ممکن است جمع شود. (شکل ۷)

۳- **بررسی عدسی:** در کنار عدسی، اجسام مژگانی، شامل ماهیچه‌ها و تارهای آویزی، عدسی را احاطه کرده‌اند. (شکل ۸)

شکل ۵: برش ماهیچه

شکل ۶: کرهٔ چشم برش‌خورده

شکل ۷: شبکیهٔ جمع‌شده

شکل ۸: عدسی و جسم مژگانی

۴- **خارج کردن عدسی و بررسی زلالیه و زجاجیه:** در این حالت، زلالیه، به‌طور کامل شفاف نیست؛ زیرا، مقداری از دانه‌های سیاه ملانین از بخش‌های رنگدانه‌دار چشم (مثل عنبیه)، در آن رها شده‌اند.

نکته ملانین، نوعی رنگیزهٔ سیاه است که در مشیمیه و عنبیه یافت می‌شود. ملانین را با ملاتونین، که هورمون مترشحه از اپی‌فیز است، اشتباه نگیرید.

۵- **بررسی جسم مژگانی و عنبیه:** جسم مژگانی، به شکل حلقه‌ای دور محل استقرار عدسی قرار دارد. درون این حلقه، عنبیه قرار دارد که نازک‌تر و شامل ماهیچه‌های صاف حلقوی (تنگ‌کنندهٔ مردمک) و شعاعی (گشادکنندهٔ مردمک) است. سوراخ وسط عنبیه، همان مردمک است.

۶- **جداسازی جسم مژگانی و عنبیه و دیدن قرنیه:** در زیر جسم مژگانی و عنبیه، قرنیه به‌صورت شفاف و برآمده دیده می‌شود.

پرسش‌های فعالیت:

۱- ویژگی‌های هر یک از سه لایهٔ چشم و بخش‌های تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها را بیان کنید.

شبکیه: نازک‌ترین لایهٔ کرهٔ چشم و بی‌رنگ است. **مشیمیه:** لایهٔ میانی کرهٔ چشم، به‌دلیل داشتن ملانین، به رنگ آبی تیره و مشکی دیده می‌شود. **صلبیه:** پرده‌ای سفید رنگ و ضخیم‌ترین لایهٔ کرهٔ چشم است. *بقیهٔ ویژگی‌ها رو هم قبلاً دربارهٔ چشم انسان گفتیم.*

۲- زجاجیه و زلالیه را با یکدیگر مقایسه کنید.

زجاجیه، مادهٔ ژله‌ای و شفاف است که در فضای پشتی عدسی قرار دارد. اما زلالیه، مایعی شفاف است و در جلوی عدسی قرار می‌گیرد.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامه ۶ ساختار گوش

گوش، اندامی است که هم در شنوایی و هم در تعادل نقش دارد. گوش، از سه بخش بیرونی، میانی و درونی تشکیل شده است.

نکته گوش، اندام مربوط به دو نوع حس ویژه است: ۱- شنوایی و ۲- تعادل.

گوش بیرونی

لالهٔ گوش و **مجرای شنوایی**، بخش بیرونی گوش را تشکیل می‌دهند. لالهٔ گوش، امواج صوتی را جمع‌آوری و مجرای شنوایی، آنها را به **بخش میانی** منتقل می‌کند. برای جلوگیری از نفوذ ذرات خارجی به بخش‌های داخلی گوش، دو راه حفاظتی در مجرای شنوایی وجود دارد: ۱- **موهای کرک‌مانندی** که مواد خارجی را به دام می‌اندازند و ۲- **مواد ترشح‌شده** توسط غده‌های درون مجرا. علاوه‌بر این، گوش در برابر آسیب‌های مکانیکی نیز حفاظت می‌شود. استخوان گیجگاهی، که بخشی از جمجمه است، انتهای مجرای شنوایی و همچنین بخش‌های میانی و درونی گوش را حفاظت می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] ابتدای مسیر ورود هوا در بینی، از پوست نازکی پوشیده شده است که موهای آن، مانعی در برابر ورود ناخالصی‌های هوا ایجاد می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] موهای کرک‌مانند و مواد ترشح‌شده توسط غده‌های مجرای شنوایی، بخشی از نخستین خط دفاع غیراختصاصی محسوب می‌شوند.

نکته لالهٔ گوش و بخش‌های ابتدایی مجرای شنوایی، توسط استخوان گیجگاهی محافظت نمی‌شوند.

گوش میانی

گوش میانی، **محفظه‌ای استخوانی** و **پر از هوا** است که وظیفهٔ آن، انتقال امواج صوتی از گوش بیرونی به گوش درونی است. بین گوش میانی و گوش بیرونی، **پردهٔ صماخ** قرار دارد. پردهٔ صماخ، بخشی در انتهای مجرای شنوایی است و در پشت آن، سه استخوان کوچک به نام‌های **چکشی**، **سندانی** و **رکابی** قرار گرفته و به هم متصل شده‌اند. با ارتعاش پردهٔ صماخ توسط امواج صوتی، استخوان‌های گوش میانی نیز می‌لرزند. در انتهای گوش میانی، **پردهٔ نازکی** به نام **دریچهٔ بیضی** قرار دارد. ارتعاش استخوان‌های گوش میانی، از طریق این دریچه، به گوش درونی منتقل می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] استخوان‌های کوچک گوش، در شنیدن دقیق مؤثر هستند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] مفصل، محل اتصال استخوان‌ها با هم است.

برای این‌که پردهٔ صماخ به‌درستی به لرزش در بیاید، لازم است که فشار هوا در دو طرف آن برابر باشد. *اصلاً اگه برابر نباشه، پاره میشه. مثلاً فرض کنین فشار هوا در مجرای شنوایی بیشتر از گوش میانی باشه؛ نتیجش اینه که هوای مجرای شنوایی فشار میاره به پردهٔ صماخ و میزنه پردهٔ صماخ رو داغون می‌کنه. پس باید در هر دو طرف پردهٔ صماخ، فشار یکسانی وجود داشته باشه.* چجوری؟ گوش میانی، توسط مجرایی به نام شیپور استاش، با حلق در ارتباط است. هوا، از راه این مجرا به گوش میانی منتقل می‌شود و در نتیجه، فشار هوا در دو طرف پردهٔ صماخ برابر می‌شود. *تا پارسال می‌گفتیم که حلق مثل یه چهارراه هست. حالا فهمیدیم که بیشتر از چهارراه است و شیپوراستاش هم با حلق در ارتباطه.*

نکته فقط بخش ابتدایی شیپور استاش توسط استخوان محافظت می‌شود. بخش‌های پایین‌تر آن که به حلق می‌رسد، توسط استخوان حفاظت نمی‌شود. *مشخصم هست؛ دیگه جمجمه که تا حلق ادامه نداره!*

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] حلق، گذرگاهی است ماهیچه‌ای که هم هوا و هم غذا از آن عبور می‌کند. انتهای حلق، به یک دوراهی ختم می‌شود. در این دوراهی، حنجره در جلو و مری در پشت قرار دارد. حلق، با دهان و بینی نیز در ارتباط است.

گوش درونی

گوش درونی، محل قرارگیری گیرنده‌های حس شنوایی و تعادل است. دو بخش حلزونی و دهلیزی، گوش درونی را تشکیل می‌دهند. بخش حلزونی، در شنوایی نقش دارد. بخش دهلیزی نیز شامل مجاری نیم‌دایره است و در تعادل نقش دارد.

می‌رسیم به یه فعالیت خیلی ساده که می‌تونست اصلاً نباشه! ما جواب هر سه سؤال رو قبلاً داریم و فقط برای اینکه جواب فعالیت‌ها رو مرتب داشته باشین، گفتیم که کار فعالیت صفحهٔ بعد رو بررسی کنیم!

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فعالیت کتاب درسی

ساختار گوش

۱- بین بخش بیرونی و میانی گوش، کدام ساختار قرار دارد؟ پردهٔ صماخ

۲- استخوان‌های کوچک گوش، در کدام بخش گوش قرار دارند؟ گوش میانی

۳- حلزون گوش، در کدام بخش آن قرار دارد؟ گوش درونی

درس‌نامهٔ ۷ عملکرد گوش

بخش حلزونی: شنوایی

وقتی که امواج صوتی از مجرای شنوایی عبور می‌کنند، به پردهٔ صماخ برخورد می‌کنند و آن را به ارتعاش در می‌آورند. همانطور که در شکل ساختار گوش دیدیم، **دستهٔ استخوان چکشی** بر روی پردهٔ صماخ چسبیده است. در نتیجه، با ارتعاش پردهٔ صماخ، استخوان چکشی نیز می‌لرزد. از آن‌جایی که استخوان چکشی با استخوان سندانی مفصل تشکیل می‌دهد، این لرزش از استخوان چکشی به استخوان سندانی منتقل می‌شود. استخوان سندانی نیز استخوان رکابی را به لرزش در می‌آورد. **کف استخوان رکابی**، طوری روی دریچهٔ بیضی قرار گرفته است که لرزش آن، دریچه را نیز می‌لرزاند.

نکته گوش میانی، توسط دو پرده، از گوش درونی و بیرونی جدا می‌شود. بین گوش درونی و میانی، دریچهٔ بیضی قرار دارد و بین گوش میانی و بیرونی، پردهٔ صماخ. انتقال لرزش از یک بخش گوش به بخش دیگر، توسط همین پرده‌ها انجام می‌شود.

در پشت دریچهٔ بیضی، بخش حلزونی گوش قرار دارد. درون حلزون گوش، توسط نوعی مایع پر شده است. وقتی که دریچهٔ بیضی می‌لرزد، این مایع نیز به لرزش در می‌آید و بدین ترتیب، ارتعاش به گوش درونی منتقل می‌شود. *بیاین تا اینجا بررسی کنیم که چه مسیری رو طی کردیم تا رسیدیم به گوش درونی. از همون اول، یعنی لالهٔ گوش شروع می‌کنیم.*

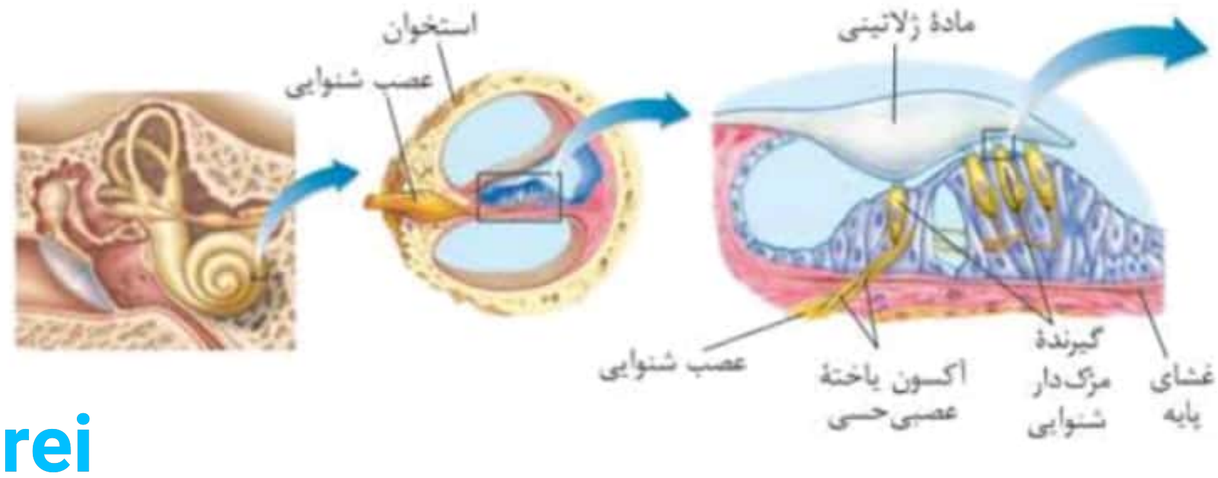
لالهٔ گوش ← مجرای شنوایی ← پردهٔ صماخ ← استخوان چکشی ← استخوان سندانی ← استخوان رکابی ← دریچهٔ بیضی ← مایع حلزون

گفتیم که گیرنده‌های شنوایی، در بخش حلزونی گوش قرار دارند. گیرنده‌های شنوایی، **یاخته‌های مژک‌داری** هستند که مژک‌های آن‌ها، در تماس با **پوششی ژلاتینی** است. وقتی که مایع درون حلزون گوش می‌لرزد، مژک‌های گیرنده‌های شنوایی خم و این یاخته‌ها تحریک می‌شوند. *یادتون هست که گفتیم تحریک گیرندهٔ حسی به‌معنای ایجاد پتانسیل عمل در اون هست؟ خُب حالا بگین ببینم پتانسیل عمل چجوری ایجاد می‌شد؟* در اثر خم شدن مژک‌های گیرنده‌ها، کانال‌های یونی غشای آن‌ها باز و در این یاخته‌ها، پتانسیل عمل ایجاد می‌شود. در نهایت، عصب شنوایی، پیام عصبی ایجاد شده را به مغز می‌برد تا پردازش پیام صورت بگیرد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ یازدهم] هرجا یک گیرندهٔ حسی تحریک شده کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند و در گیرنده، پتانسیل عمل ایجاد می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] تالاموس، محل پردازش اولیه و تقویت اطلاعات حسی است. اغلب پیام‌های حسی در تالاموس گرد هم می‌آیند تا به بخش‌های مربوط در قشر مخ، جهت پردازش نهایی فرستاده شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] مغز میانی، در بالای پل مغزی قرار دارد و یاخته‌های عصبی آن، در فعالیت‌های مختلف از جمله شنوایی، بینایی و حرکت نقش دارند.



تصویر میکروسکوپ الکترونی از گیرنده‌های شنوایی در بخش حلزونی گوش درونی

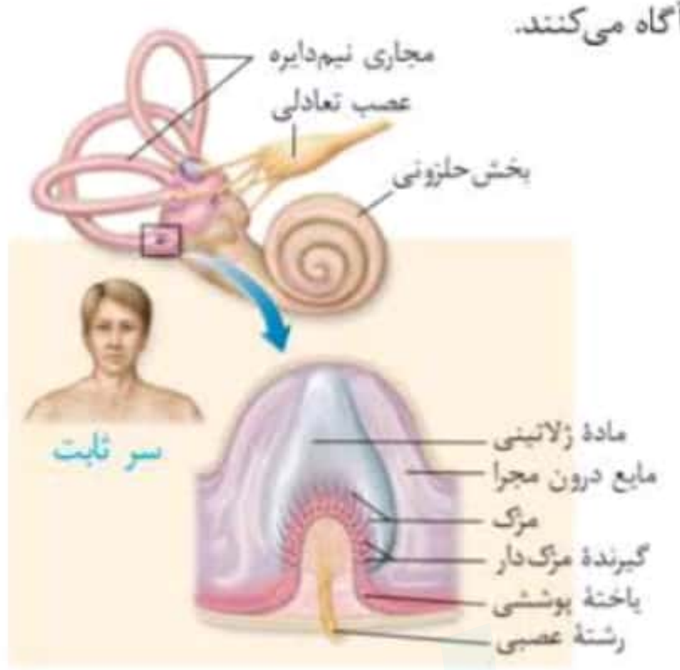
@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

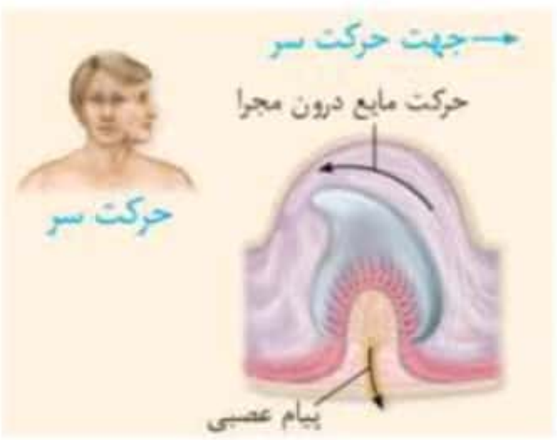
بخش دهلیزی: تعادل

مکانیسم عمل گیرنده‌های حس تعادل هم مثل گیرنده‌های شنوایی هست. پس اگه بخش قبلی رو خوب فهمیدین، دیگه همین الان تعادل رو هم فهمیدین. اگه هم بخش قبلی رو خوب متوجه نشدین، این قسمت رو با دقت بخونین تا هر دو تا بخش رو با هم یاد بگیرین.

در بخش دهلیزی گوش درونی، **سه مجرای نیم‌دایره‌ای و عمود بر هم** (در سه جهت فضا[1]) وجود دارند. درون این مجاری نیم‌دایره، گیرنده‌های تعادل وجود دارند. گیرنده‌های تعادلی، مثل گیرنده‌های شنوایی، **یاخته‌های مژک‌دار** هستند و در تماس با **نوعی مادهٔ ژلاتینی** قرار دارند. باز همانند حلزون گوش، مایعی اطراف مادهٔ ژلاتینی را احاطه می‌کند.

وقتی که سر حرکت می‌کند، مایع درون مجرا نیز به حرکت در می‌آید و مادهٔ ژلاتینی را به یک طرف خم می‌کند. در پی خم‌شدن مادهٔ ژلاتینی، مژک‌های گیرنده‌ها نیز خم می‌شوند. *مثل قبل، وقتی که مژک‌ها خم می‌شن، یاخته تحریک میشه، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شن و پتانسیل عمل ایجاد میشه.* **آکسون** یاخته‌های عصبی حسی، پیام تعادل را به مغز می‌برند و مغز را از موقعیت سر آگاه می‌کنند.





نکته *خواستون باشه که خم شدن مژک‌ها، در اثر حرکت پوشش ژلاتینی اطرافشون هست. حرکت پوشش ژلاتینی هم ناشی از حرکت مایع در مجاری بخش حلزونی یا دهلیزی است. پس ارتعاش مایع، به‌طور غیرمستقیم باعث خم شدن مژک‌ها و تحریک گیرنده‌ها می‌شود.*

نکته عصب گوش، از دو بخش شنوایی و تعادلی تشکیل شده است. آکسون‌های عصب حسی خارج‌شده از بخش دهلیزی گوش، بخش تعادلی عصب شنوایی را تشکیل می‌دهند. *متأسفانه اینجا به یه مشکل بزرگ بر می‌خوریم! توصیه می‌کنم کادر «کتاب درسی زیر ذره‌بین» بعدی رو بخونین.*

کتاب درسی زیر ذره‌بین

اگه یادتون باشه، در فصل (۱) گفتیم که یاختهٔ عصبی حسی، یک دندریت طویل و یک آکسون طویل داره. خُب این از نظر علمی غلط هست ولی چون کتاب درسی اینجوری گفته، ما پذیرفتیمش و اعتراضی هم نکردیم. در واقع، در یاختهٔ عصبی حسی، فقط رشته‌های کوتاه و بدون میلین ابتدایی، دندریت محسوب می‌شوند و کل رشته‌های میلین‌دار، آکسون هستند. یعنی ما در یاختهٔ عصبی حسی، یک آکسون محیطی داریم که پیام رو به جسم یاخته‌ای میاره و یک آکسون مرکزی داریم که پیام رو از جسم یاخته‌ای دور می‌کنه. مشکل این‌جا ایجاد میشه که کتاب درسی میگه آکسون یاخته‌های عصبی حسی پیام تعادلی رو از بخش دهلیزی خارج می‌کنن و عصب تعادلی رو تشکیل می‌دن. پس میشه گفت که اینجا، کتاب آکسون محیطی رو در نظر گرفته ولی در فصل اول، این کار رو نکرده. طبیعتاً الان براتون این سؤال پیش میاد که باید در امتحانات چی‌کار کنیم؟ نظر من این هست که اولویت رو به فصل (۱) کتاب بدیم. یعنی اون رشتهٔ طویل و میلین‌دار قبل از جسم یاخته‌ای رو هم دندریت حساب کنیم. البته با توجه به توضیحات کتاب، مشخصه که مؤلف هم همین منظور رو داشته و فقط اینجا از دستش در رفته. خلاصه اینکه، اگه جایی دیدین که همچین توضیحی راجع به یاختهٔ عصبی حسی وجود داشت، بدونین که از نظر علمی درست هست ولی از نظر کتاب درسی، نه! و در چنین مواردی، باز هم شما رو ارجاع می‌دم به بخش «هر غلطی، غلط نیست» در مقدمهٔ کتاب میکرو دهم گاج.

نکته گیرنده‌های شنوایی و تعادلی، نوعی گیرندهٔ مکانیکی هستند.

شکل «بخش دهلیزی و حلزونی گوش»

- ✓ بیشتر یاخته‌های بخش دهلیزی و حلزونی گوش، یاخته‌های پوششی هستند.
- ✓ یاخته‌های مژکدار بخش دهلیزی و حلزونی گوش، در بین یاخته‌های پوششی قرار دارند.
- ✓ مژک‌های گیرنده‌های مژکدار، درون پوششی ژلاتینی قرار دارند. این پوشش ژلاتینی، توسط مایع درون مجرا احاطه شده است.

۱- در یک صفحهٔ مختصات دوبعدی، از دو محور x و y، برای نشان دادن دو بعد استفاده می‌شود. در یک فضای سه‌بعدی، علاوه‌بر محورهای x و y، محور z نیز وجود دارد. هر کدام از این محورها [illegible] در فضا و نشان‌دهندهٔ طول، عرض و ارتفاع هستند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ تنظیم تعادل

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] مخچه، در پشت ساقهٔ مغز قرار دارد و مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل آن است. مخچه، به‌طور پیوسته از بخش‌های دیگر مغز، نخاع و اندام‌های حسی، مانند گوش‌ها پیام دریافت و بررسی می‌کند تا فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن را در حالت‌های گوناگون هماهنگ کند.

نقش گیرنده‌های حسی در تنظیم تعادل: با توجه به نکتهٔ ترکیبی بالا، پیام‌های حس تعادل، به مخچه می‌روند و در آن‌جا، پردازش می‌شوند. اما مخچه، علاوه‌بر بخش دهلیزی گوش، از گیرنده‌های حسی دیگری نیز اطلاعات دریافت می‌کند. مثلاً، در فعالیت فصل اول متوجه شدیم که بینایی هم در تعادل مؤثر است و بنابراین، از چشم‌ها نیز پیام عصبی به مخچه می‌رود. گیرنده‌های حس وضعیت در ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول مفصلی نیز به مخچه پیام ارسال می‌کنند. اختلال در هر کدام از این بخش‌ها، می‌تواند منجر به اختلال در تعادل شود.

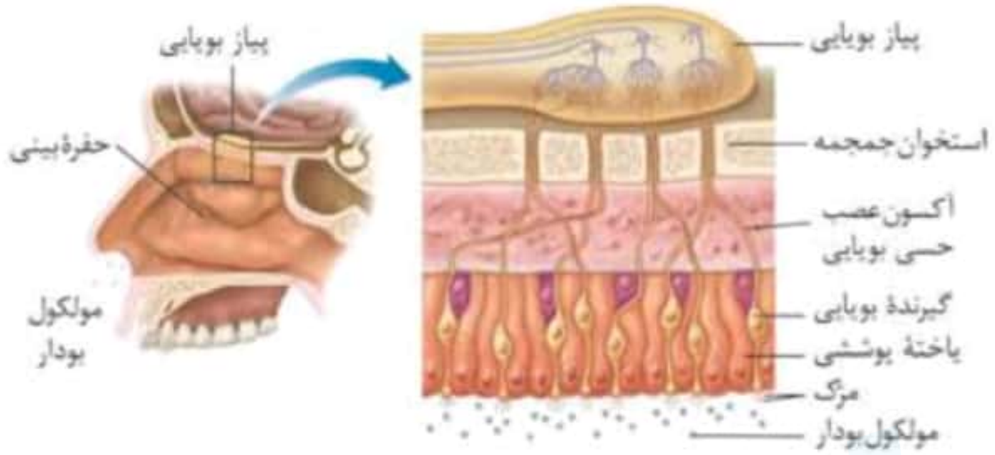
نکته مغز میانی، تالاموس، مخچه و قشر مخ، بخش‌هایی از مغز هستند که هم از گوش و هم از چشم، پیام دریافت می‌کنند.

نکته علاوه بر مخچه، مغز میانی هم در حرکت نقش دارد.

درسنامهٔ ۸ بویایی

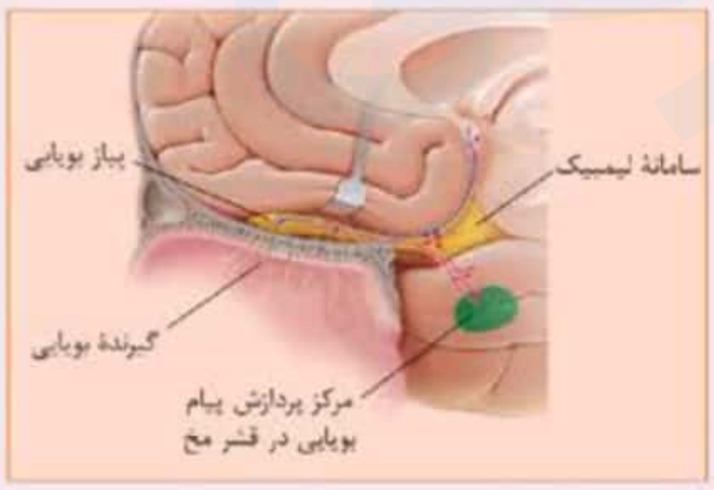
بینی، اندامی است که هم در تنفس و هم در حس بویایی نقش دارد. در **سقف حفرهٔ بینی**، گیرنده‌های بویایی قرار دارند. این گیرنده‌ها، نوعی **یاختهٔ عصبی تمایزیافته** هستند که در آن‌ها، **دندریت‌های مژک‌دار** وجود دارد. وقتی مولکول‌های بودار به مژک‌های این گیرنده‌ها متصل می‌شوند، یاختهٔ عصبی تحریک می‌شود و پیام عصبی تولید می‌کند.

پیام بویایی، از طریق **آکسون یاخته‌های گیرنده**، پس از عبور از **منافذ استخوان جمجمه**، وارد مغز می‌شود و ابتدا، پیام‌های خود را به پیاز بویایی منتقل می‌کند. سرانجام، این پیام‌ها برای پردازش نهایی، به قشر مخ ارسال می‌شوند.



کتاب درسی زیر ذره‌بین

فرق پیاز بویایی با لوب بویایی چی هست؟ شاید بگین هیچی یا شاید بوتون گفته باشن هیچی. خب مشکل کجاست؟ مشکل اینه که یادتونه در فصل (۱)، بخش جلویی سامانهٔ لیمبیک ۲ تا لوب بویایی بود؟ اونا لوب بویایی نیستن! پیاز بویایی هستند. در واقع، اون چیزی که توی این شکل می‌بینین به‌عنوان پیاز بویایی، همون چیزی هست که جلوی سامانهٔ لیمبیک بود. لوب بویایی چی هست؟ ما زیاد از این اصطلاح استفاده نمی‌کنیم و بیشتر می‌گیم قشر بویایی. در واقع قشر بویایی همون بخشی از قشر خاکستری مخ هست که در پردازش پیام بویایی نقش داره. بعضی جاها، به لوبی از مخ که قشر بویایی رو داره، لوب بویایی هم میگن.



نکته در سقف حفرهٔ بینی، فقط گیرنده‌های بویایی مژک‌دار هستند و یاخته‌های پوششی، بدون مژک هستند. اما در کف حفرهٔ بینی، به‌جز بخش ابتدایی که پوست مودار دارد، در سایر قسمت‌ها، مخاط مژکدار دیده می‌شود.

نکته گیرنده‌های شیمیایی بینی و گیرنده‌های مکانیکی بخش دهلیزی و حلزونی گوش درونی، یاخته‌های مژکدار هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] اغلب پیام‌های حسی، در تالاموس گرد هم می‌آیند تا به بخش‌های مربوط در قشر مخ، جهت پردازش نهایی فرستاده شوند. پیام‌های بویایی، مستقیماً وارد پیاز بویایی می‌شوند و از تالاموس عبور نمی‌کنند. پیام‌ها بعد از پیاز بویایی نیز به قشر بویایی می‌روند.

شکل «گیرنده‌های بویایی»

- ✓ در سقف حفرهٔ بینی، بیشتر یاخته‌ها، یاخته‌های پوششی هستند. یاخته‌های پوششی مژک ندارند.
- ✓ بیش از یک نوع یاختهٔ پوششی در سقف حفرهٔ بینی قرار دارد.
- ✓ گیرنده‌های مژکدار بویایی، در بین یاخته‌های پوششی قرار دارند.
- ✓ آکسون بلند گیرنده‌های بویایی، از طریق منافذ استخوان جمجمه، وارد پیاز بویایی می‌شود.
- ✓ در پیاز بویایی، انواع مختلفی از یاخته‌های عصبی وجود دارند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

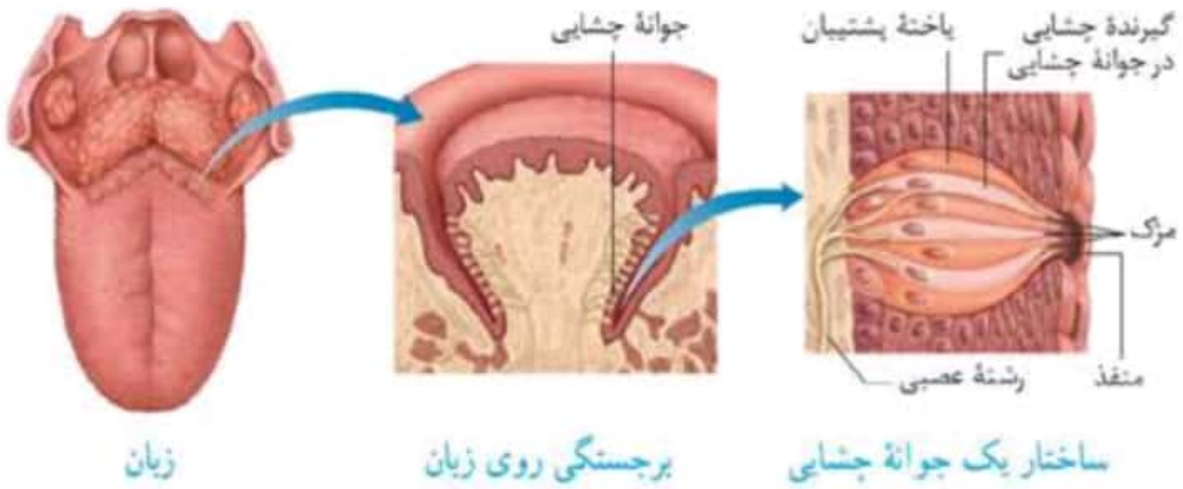
درسنامهٔ ۹ چشایی

چشایی، با کمک گیرنده‌های چشایی ایجاد می‌شود. این گیرنده‌ها، یاخته‌هایی هستند که در **جوانه‌های چشایی** قرار دارند. جوانه‌های چشایی، شامل چند یاختهٔ گیرنده هستند و در **دهان** و **برجستگی‌های زبان** قرار دارند. همان‌طور که در شکل کتاب درسی مشخص است به جز یاخته‌های گیرنده، یاخته‌های دیگری نیز در جوانه وجود دارند، مانند یاختهٔ پشتیبان.

برای تشخیص مزهٔ غذا، لازم است که **ابتدا غذا در بزاق حل شود**. سپس، این ذرات غذایی توسط مژک‌های [ریزپرزهای] گیرنده‌های چشایی تشخیص داده می‌شوند و گیرنده تحریک می‌شود. پیام عصبی، توسط رشتهٔ عصبی به مغز برده می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] سه جفت غدهٔ بزاقی بزرگ و غده‌های بزاقی کوچک، بزاق ترشح می‌کنند. بزاق، ترکیبی از آب، یون‌هایی مانند بیکربنات و انواعی از آنزیم‌ها و موسین است.

نکته حس بویایی، در درک درست مزهٔ غذا تأثیر دارد. مثلاً، هنگام سرماخوردگی و گرفتگی بینی، مزهٔ غذاها به‌درستی تشخیص داده نمی‌شود. بنابراین، اختلال در حس چشایی، ممکن است هیچ ارتباطی با گیرنده‌های چشایی نداشته باشد و ناشی از اختلال در بویایی باشد.



ساختار یک جوانهٔ چشایی — برجستگی روی زبان — زبان

کتاب درسی زیر ذره‌بین

یاخته‌های گیرنده‌های چشایی، ریزپرز دارند نه مژک. در شکل کتاب درسی نیز کاملاً مشخص است که این یاخته‌ها، مژک ندارند بلکه، چین‌خوردگی‌های غشایی دارند که همان ریزپرز است.

نکته *هواستون باشه هر یاختهٔ پشتیبانی، نوروگلیا نیست. مانند یاخته‌های پشتیبان جوانهٔ چشایی.*

شکل «جوانهٔ چشایی»

- ✓ در هر جوانهٔ چشایی، مژک‌ها در منفذ چشایی قرار دارند.
- ✓ یاخته‌های پشتیبان، گیرندهٔ چشایی و نوعی یاختهٔ دیگر، یاخته‌های سازندهٔ جوانهٔ چشایی هستند.
- ✓ بیشتر یاخته‌های هر جوانهٔ چشایی، یاخته‌های پشتیبان هستند.
- ✓ گیرنده‌های چشایی، مژک دارند.
- ✓ یاخته‌های پشتیبان، بزرگ‌تر از گیرنده‌های چشایی هستند.

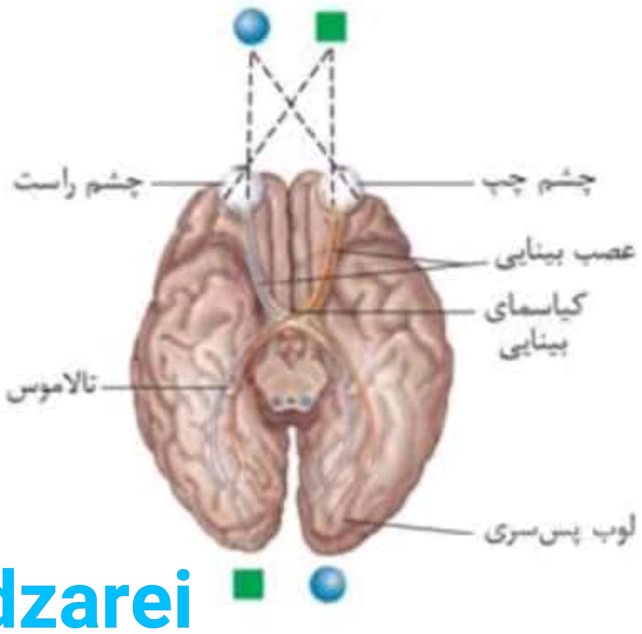
۵ مزهٔ اصلی

شیرینی، شوری، ترشی، تلخی و مزهٔ اومامی، **پنج مزهٔ اصلی** هستند که توسط انسان تشخیص داده می‌شوند. اومامی، کلمه‌ای ژاپنی و به معنای لذیذ است. این کلمه، برای توصیف **یک مزهٔ مطلوب** که با چهار مزهٔ دیگر تفاوت دارد، به کار می‌رود. **بیشتر غذاهایی که آمینواسید گلوتامات دارند**، دارای مزهٔ اومامی هستند؛ مثل **عصارهٔ گوشت**.

درسنامهٔ ۱۰ پردازش اطلاعات حسی

گفتیم که هر گیرنده، وقتی که تحریک میشه، پیام عصبی تولید می‌کنه و می‌فرسته به مغز. در مغز، پردازش پیام‌های حسی انجام می‌شه و ما می‌فهمیم که اون مغز چی بوده. اما مغز چجوری تشخیص می‌ده که چه مغزی تحریک شده؟ در واقع، چون ماهیت پیام‌های عصبی یکسان است، باید راهی وجود داشته باشه تا مغز بتونه هر پیام رو به شکل‌های متفاوت تفسیر کنه. منظورمون از ماهیت پیام عصبی این است که همهٔ پیام‌های عصبی، به‌صورت یک جریان الکتریکی هستند که به مغز می‌رسند و در اونجا، با انتقال پیام، یافته‌ای در مغز رو تحریک می‌کنن. مثلاً اینجوری نیست که چشم، نور رو به مغز بفرسته و گوش، صدا. همهٔ پیام‌های عصبی، ماهیت یکسان دارند. اما این مسأله در مغز، حل‌شده است.

در مغز، **بخش یا بخش‌های ویژه‌ای** برای پردازش هر پیام عصبی وجود دارد. یعنی، پیام‌هایی که از گیرنده‌های حسی ارسال می‌شوند، به بخش یا بخش‌های ویژه‌ای از دستگاه عصبی مرکزی و قشر مخ وارد می‌شوند.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

مثلاً، قبلاً گفتیم که مخچه در حفظ تعادل نقش دارد، پیام‌های بویایی، به پیاز بویایی می‌روند، پل مغزی در ترشح اشک، بزاق و تنظیم تنفس نقش دارد و ... ؛ پس هر بخش از مغز، از یک یا چند گیرندهٔ خاص پیام دریافت می‌کند و پیام‌های همان گیرنده را تفسیر می‌کند. *به جور تقسیم کار صورت گرفته. فرض کنین مثل یک مدرسه ابتدایی که تعداد زیادی کلاس داره و هر کلاس، مختص یک پایه هست. دبیر هر کلاس، می‌دونه که باید به دانش‌آموزاش، درس‌های پایهٔ خودشون رو بگه و دانش‌آموزا هم می‌دونن که باید برن سر کلاس خودشون. اینجا، مدرسه معادل با مغز است و هر کلاس، یکی از بخش‌های مغز. دانش‌آموزا، پیام عصبی هستند و دبیر هر کلاس، همون یافته‌های عصبی مغز هستند که کار پردازش پیام رو انجام می‌دن.*

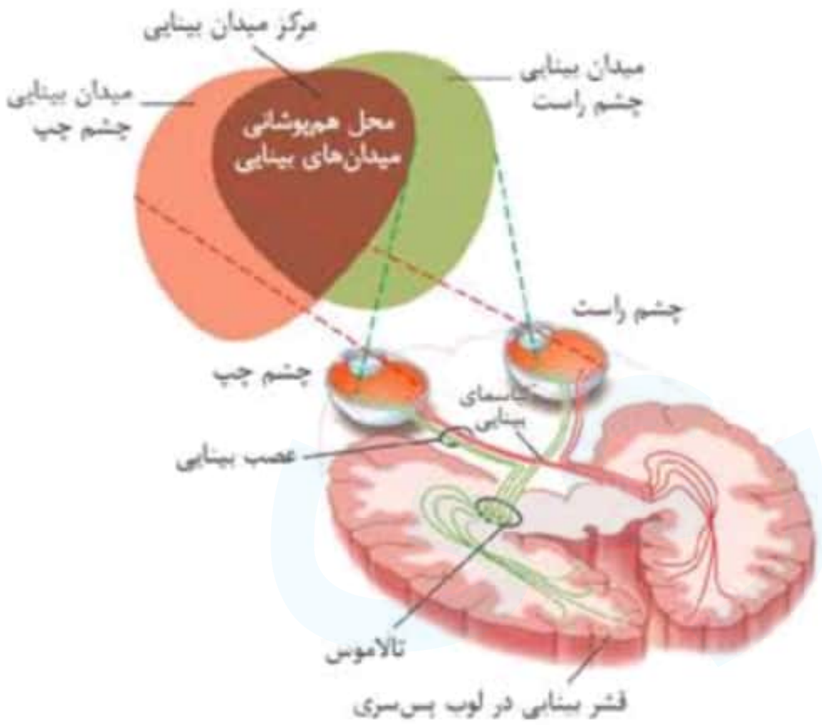
مثال در شکل، مسیر ارسال پیام‌های بینایی به قشر مخ نشان داده شده است. همان‌طور که می‌بینید، پیام‌های بینایی قبل از رسیدن به قشر مخ، از بخش‌های دیگری از مغز مثل تالاموس می‌گذرند. در محل تقاطع اعصاب بینایی، کیاسمای[1] بینایی تشکیل می‌شود. کیاسمای (چلیپا) بینایی، در واقع محلی است که در آن، بخشی از آکسون‌های یک عصب بینایی یک چشم، به نیم‌کرهٔ مخ مقابل می‌روند. پیام‌های بینایی، سرانجام به لوب‌های پس‌سری قشر مخ وارد و در آنجا پردازش می‌شوند.

نکته از هر چشم، دو دسته آکسون خارج می‌شود؛ یک دسته، به نیم‌کرهٔ مخ مقابل می‌روند و دستهٔ دیگر، به نیم‌کرهٔ مخ همان سمت می‌روند.

نکته پیام‌های بینایی، در تالاموس، مخچه، قشر لوب پس‌سری و مغز میانی، پردازش می‌شوند.

چیزی که در ادامه می‌خوایم بگیم، خارج از کتاب هست و اگه نفونینش هم ضرری نکردین. فقط برای درک بهتر شکل کتاب درسی، این توضیحات ارائه شده.

به شکل زیر نگاه کنید. این شکل، نسخهٔ کامل شکل کتاب درسی است که در آن، میدان‌های بینایی نیز نمایش داده شده‌اند. منظور از میدان بینایی، فضایی از محیط جلوی هر چشم است که آن چشم، می‌تواند ببیند. مثلاً، اگر چشم چپ خود را ببندید، بخشی از محیط را که قبلاً می‌توانستید در سمت چپ خود ببینید، دیگر نمی‌توانید ببینید. اما نکتهٔ جالب این است که در این حالت باز هم بخشی از فضای سمت چپ خود را می‌بینید. حال دلیل چیست؟ همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید، میدان‌های بینایی دو چشم، در وسط با یکدیگر هم‌پوشانی دارند. بنابراین، هر چشم، علاوه‌بر اطلاعات میدان بینایی خود، بخشی از اطلاعات میدان بینایی چشم مقابل را هم دریافت می‌کند. مثلاً، چشم راست می‌تواند قسمت‌هایی از سمت چپ مرکز میدان بینایی انسان را ببیند. بنابراین، دو گروه رشتهٔ عصبی از هر چشم خارج می‌شود. گروه اول، رشته‌های عصبی هستند که اطلاعات منحصر به میدان بینایی همان چشم را به مغز انتقال می‌دهند؛ مثل رشته‌های عصبی که اطلاعات مربوط به میدان بینایی چشم راست را از چشم راست خارج می‌کنند (رشته‌های سبز رنگ در شکل). گروه دوم، رشته‌های عصبی هستند که اطلاعات مربوط به بخشی از میدان بینایی چشم مقابل را به مغز انتقال می‌دهند. مثل رشته‌های قرمز رنگی که از چشم راست خارج می‌شوند و در واقع، اطلاعات مربوط به سمت چپ مرکز میدان بینایی را به مغز انتقال می‌دهند. از آن‌جایی که به‌طور معمول اطلاعات حسی مربوط به هر سمت بدن، در نیمکرهٔ مقابل مخ پردازش می‌شوند، تقاطعی در محل حرکت رشته‌های عصبی بینایی از چشم‌ها به سمت قشر مخ ایجاد می‌شود. به این محل، کیاسمای بینایی گفته می‌شود. در کیاسمای بینایی، رشته‌های عصبی که اطلاعات مربوط به سمت چپ مرکز میدان بینایی را حمل می‌کنند (رشته‌های قرمز رنگ)، به نیمکرهٔ راست مخ می‌روند و رشته‌هایی که اطلاعات مربوط به سمت راست مرکز میدان بینایی را انتقال می‌دهند (رشته‌های سبز رنگ)، به نیمکرهٔ چپ مخ می‌روند. به همین دلیل است که در کیاسمای بینایی، بخشی از رشته‌های عصبی هر چشم، با بخشی از رشته‌های عصبی چشم مقابل همراه می‌شوند و در ادامهٔ مسیر خود، آن‌ها را همراهی می‌کنند.



شکل «پردازش پیام بینایی»

- ✓ هر عصب بینایی دارای دو گروه رشتهٔ عصبی است. بعضی از رشته‌های عصبی، به لوب پس‌سری همان سمت می‌روند و بعضی دیگر، به لوب پس‌سری سمت مقابل می‌روند.
- ✓ همهٔ رشته‌های عصبی یک عصب بینایی، از تالاموس عبور می‌کنند؛ بعضی از تالاموس همان سمت و بعضی از تالاموس سمت مقابل.
- ✓ نوع پیام‌های عصبی بعضی از رشته‌های یک چشم، با نوع پیام عصبی رشته‌های چشم مقابل مشابه هست[2].
- ✓ محل تقاطع آکسون‌های عصب‌های بینایی و تشکیل کیاسمای بینایی، قبل از تالاموس‌ها است.

۱- در زبان یونانی، کیاسما به معنای ساختار X شکل است. علت نام‌گذاری کیاسمای بینایی نیز شکل آن است.

۲- [illegible] از راست یکسانی از میدان دید به مغز می‌فرستند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

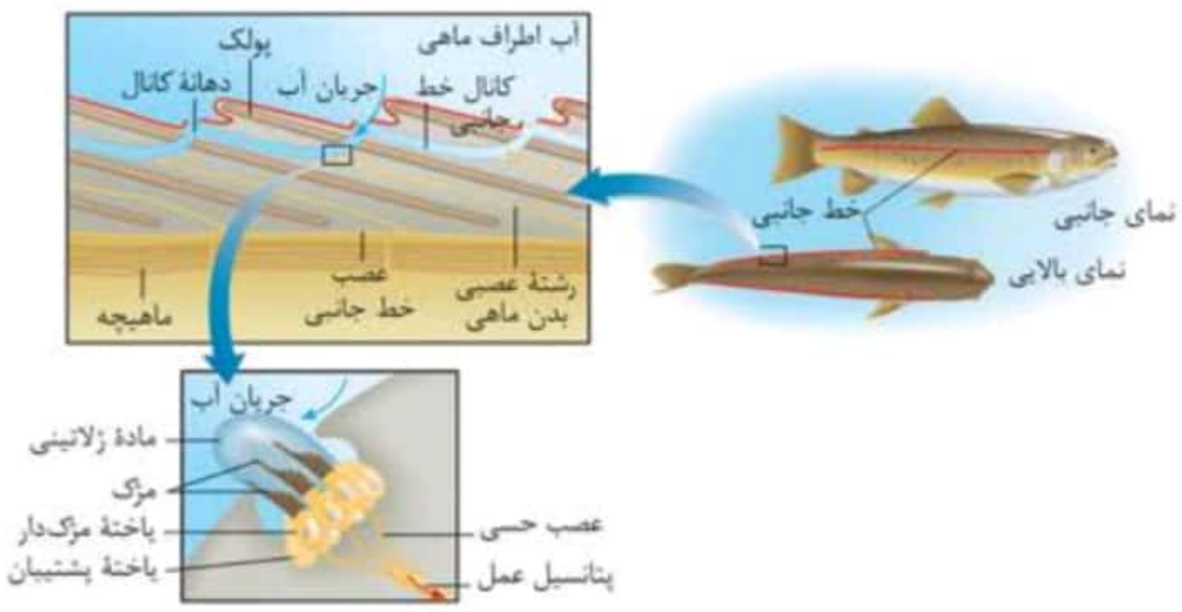
گیرنده‌های حسی جانوران

درس‌نامهٔ ۱۱ حواس در ماهی

گفتیم که در انسان، انواع مختلفی گیرنده‌های حسی وجود دارن که هر کدوم، می‌تونن محرک خاصی رو شناسایی کنند. اما محرک‌هایی هم هستن که انسان، گیرنده‌ای برای اونا نداره. مثلاً، ما پرتوهای فرابنفش رو نمی‌تونیم تشخیص بدیم اما برخی از حشرات، مثل زنبورها، این پرتوها رو تشخیص می‌دن. در ادامه، می‌خوایم برخی از حواس جانوران رو بررسی کنیم. در این گفتار، حواس در ماهی‌ها، حشرات و مار زنگی رو بررسی می‌کنیم.

خط جانبی

خط جانبی چیست؟ در **دو سوی بدن** ماهی‌ها، ساختاری به نام خط جانبی وجود دارد. خط جانبی، **کانالی در زیر پوست** جانور است که از راه **سوراخ‌هایی** با محیط بیرونی ارتباط دارد. درون این کانال‌ها، **گیرنده‌های مکانیکی** وجود دارند.



ساختار گیرنده‌های خط جانبی: ساختار و عملکرد گیرنده‌های خط جانبی، مثل گیرنده‌های شنوایی و تعادلی در انسان است. یعنی، ما در اینجا گیرنده‌هایی داریم که مژک‌دار هستند و مژک‌های آن‌ها، با ماده‌ای ژلاتینی در تماس است. گیرنده‌های خط جانبی، **نسبت به ارتعاش آب حساس هستند.**

عملکرد گیرنده‌های خط جانبی: وقتی که آب وارد کانال می‌شود و در آن جریان پیدا می‌کند، مادهٔ ژلاتینی را به حرکت در می‌آورد. با حرکت مادهٔ ژلاتینی، مژک‌های گیرنده‌ها خم می‌شوند و این یاخته‌ها، تحریک می‌شوند. پیام عصبی، توسط رشته‌های عصبی، به مغز ارسال می‌شود.

کاربرد خط جانبی: با کمک خط جانبی، ماهی از وجود اجسام و جانوران دیگر (شکار و شکارچی) در پیرامون خود آگاه می‌شود. *چون وقتی که مثلاً یک جانور دیگه در اطراف ماهی حرکت می‌کنه، آب رو به ارتعاش در میاره. ماهی، این ارتعاش آب رو احساس می‌کنه و از این طریق، می‌فهمه که یک جانوری در اطرافش هست که داره حرکت می‌کنه.*

فعالیت کتاب درسی

خط جانبی

خط جانبی در ماهی‌ها، با کدام ساختارها در انسان شباهت دارد؟

همان‌طور که توضیح دادیم، خط جانبی در ماهی‌ها مشابه با گیرنده‌های شنوایی و تعادلی در انسان است و این گیرنده‌ها، ساختار و عملکرد مشابهی دارند.

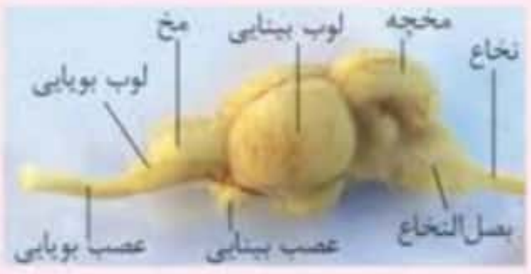
مغز ماهی

فعالیت کتاب درسی

مغز ماهی

لوب‌های بویایی، محل دریافت پیام‌های عصبی از گیرنده‌های بویایی هستند. لوب‌های بویایی ماهی، از لوب‌های بویایی انسان بزرگ‌تر هستند. این مطلب، چه واقعیتی را دربارهٔ حس بویایی ماهی نشان می‌دهد؟

در ماهی، بخش بیشتری از مغز به پردازش پیام‌های بویایی اختصاص دارد. این موضوع، نشان‌دهندهٔ این است که بویایی در زندگی ماهی‌ها اهمیت بالاتری دارد و هم‌چنین حس بویایی در ماهی، قوی‌تر از انسان است.



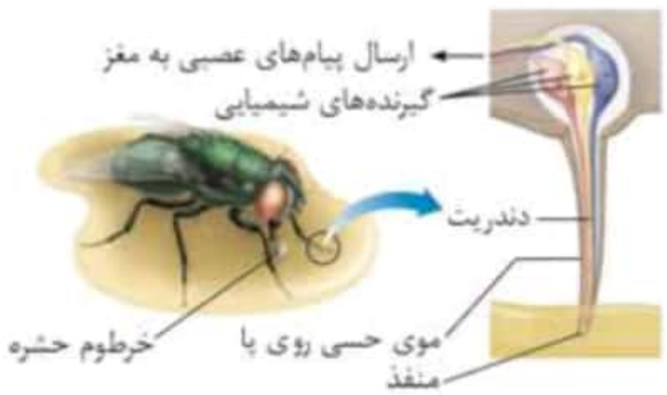
جواب سؤال بالا که خیلی آسون بود و زیاد هم مهم نبود. اما شما باید موقعیت قرارگیری بخش‌های مختلف مغز ماهی رو بدونین. مثل همون چیزایی که راجع به مغز گوسفند گفتیم. مثلاً، ممکنه بهتون شکل بدن و ازتون اسم اجزا رو بخوان یا مثل سؤال کنکور، راجع به اندام معادل در انسان سؤال کنن.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۲ **حواس در حشرات**

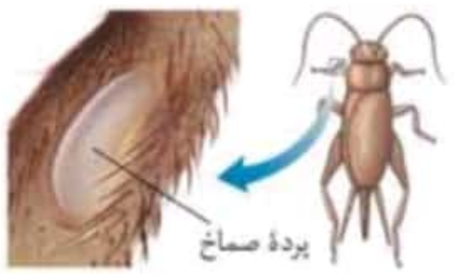
شیمیایی: تشخیص مزه

مگس‌ها، برای تشخیص مزه‌ها، از زبون استفاده نمی‌کنن. بلکه با پاشون مزه‌ها رو تشخیص می‌دن. در پای مگس، **تعدادی موی حسی** وجود دارد. هر موی حسی، دارای تعدادی گیرندهٔ شیمیایی است. وقتی مثلاً پای حشره در مایعی قرار می‌گیرد، دندریت‌های این گیرنده‌ها از طریق منفذ انتهای موی حسی، مولکول‌ها را تشخیص می‌دهند و بدین‌ترتیب، مگس می‌تواند مزه‌ها را تشخیص دهد.



مکانیکی: تشخیص صدا

تا این‌جا فهمیدیم که پای حشرات، به‌جز راه رفتن، برای تشخیص مزه هم خوبه! اما این آخرش نیست. حشرات از پاهاشون برای شنیدن هم استفاده می‌کنن. مثلاً، روی **پاهای جلویی** جیرجیرک، یک محفظهٔ هوا وجود دارد (مثل محفظهٔ هوای گوش میانی انسان). روی این محفظه، پردهٔ صماخ کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی متصل به پرده را تحریک کرده و جانور صدا را دریافت می‌کند.



نوری: بینایی

حشرات، برای دیدن دیگه از پاهاشون استفاده نمی‌کنن. این دفعه مثل بچهٔ آدم، چشم دارن. البته، چشماشونم عجیب‌غریبه. به چشم حشرات، **چشم مرکب** گفته می‌شود؛ زیرا، از **تعداد زیادی واحد بینایی** تشکیل شده است. واحدهای بینایی، از **قرنیه، عدسی و چند یاختهٔ گیرندهٔ نور** تشکیل شده‌اند. هر واحد بینایی، **تصویر کوچکی از بخشی از میدان بینایی** را ایجاد می‌کند. دستگاه عصبی این جانور، اطلاعات را یکپارچه می‌کند و تصویری موزائیکی ایجاد می‌شود.

واحد بینایی — سر پشه

فرض کنین که ما می‌خوایم یک تصویری از برج میلاد با مساحت یک متر مربع درست کنیم. می‌تونیم بیایم روی یک کاغذی با مساحت یک متر مربع، این تصویر رو چاپ کنیم؛ مثل کاری که چشم انسان انجام می‌ده. یا اینکه بیایم اون تصویر رو تقسیم بکنیم به ۱۰۰۰۰تا تصویر کوچیک با ابعاد یک سانتی‌متر مربع و بعد، این قطعات کوچک رو مثل پازل بچینیم کنار هم؛ مثل کاری که حشرات می‌کنن. در هر دو حالت، ما کل تصویر رو داریم اما تفاوتش دقیقاً مثل تصویری که شما در یک پازل می‌بینین با یک تصویر یکپارچه هست. شکل مقابل، تصویری از یک پروانه رو نشون می‌ده. در سمت راست، شما تصویری رو می‌بینین که چشم انسان می‌بینه و سمت چپ، همون تصویر با چشم موزائیکی است.

الف) گل قاصد آن‌طور که ما می‌بینیم.

ب) آن‌طور که زنبور می‌بیند.

نکته گیرنده‌های نوری برخی حشرات مانند زنبور، پرتوهای فرابنفش را نیز دریافت می‌کنند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۸ یازدهم] زنبورهای عسل گل‌هایی را گرده‌افشانی می‌کنند که شهد آن‌ها، قند فراوانی داشته باشد؛ هم‌چنین این گل‌ها علائمی دارند که فقط در نور فرابنفش دیده می‌شوند و زنبور عسل را به سوی شهد گل هدایت می‌کنند.

فعالیت کتاب درسی

چشم مرکب

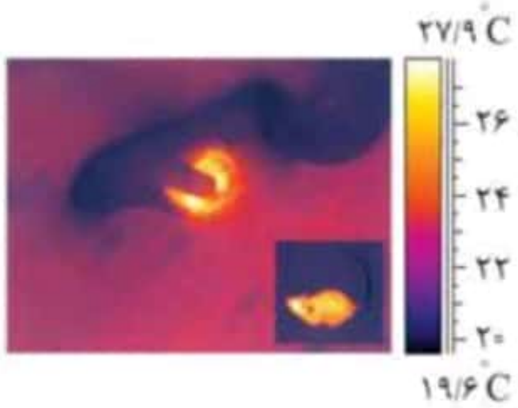
ساختار و عملکرد چشم مرکب و چشم انسان را مقایسه کنید.

۱- در چشم انسان، واحدهای بینایی متعدد وجود ندارد و کل پرتوهای نوری، بر روی بخشی از شبکیه متمرکز می‌شوند. ۲- در چشم مرکب، بخش‌هایی مثل عنبیه، مردمک، شبکیه و مشیمیه وجود ندارد. ۳- در هر دو چشم، گیرنده‌های نور پیام عصبی را تولید می‌کنند و سپس، پیام به مغز ارسال می‌شود. ۴- چشم انسان، یک تصویر واحد و یکپارچه را تشکیل می‌دهد اما چشم موزائیکی، تصویری موزائیکی از بخش‌های مختلف میدان بینایی ایجاد می‌کند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۳ حواس در مار زنگی

برخی از مارها، علاوه بر گیرندهٔ نوری، گیرندهٔ فروسرخ هم دارند. یعنی فقط با چشماشون دنبال غذا نمی‌گردن بلکه می‌تونن اشعهٔ فروسرخ رو هم تشخیص بدن و دیگه اینجوری، حتی تو تاریکی هم شکار رو پیدا می‌کنن. حالا اصلاً فروسرخ چیه؟ نگاه کنین، هر جانداری، در بدنش یه گرمایی تولید میشه. برای همینم هست که مثلاً دمای بدن انسان، حدود ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد هست. خب این گرمایی که ایجاد میشه، باعث تولید امواج فروسرخ میشه. ما این امواج رو به‌صورت گرما احساس می‌کنیم. اما با داشتن گیرندهٔ فروسرخ، میشه اطلاعات بیشتری دریافت کرد.



در **جلو** و **زیر** هر چشم مار زنگی، یک سوراخ وجود دارد که محل قرارگیری گیرنده‌های پرتوهای فروسرخ می‌باشد. به کمک این گیرنده‌ها، مار می‌تواند پرتوهای فروسرخ تابیده از بدن شکار را دریافت و محل آن را در تاریکی تشخیص دهد. مثلاً داخل این شکلی که با دوربین حساس به پرتوی فروسرخ گرفته شده، می‌بینین که یک مار، در حال خوردن یک موشه. نکتهٔ جالب، تفاوت دمای بدن مار و موش هست که حدود ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد با هم تفاوت داره. چیزی که مار با گیرندهٔ فروسرخش احساس می‌کنه، یک جسم داغ و خوشمزه است و در نتیجه، میره اونو می‌خوره!

وحید زارعی
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سال یازدهم

فصل ۳

«حرکت کردن، برای ادامهٔ حیات لازم است.»

استفادهٔ ما از دست و پا به قدری است که تصور زندگی بدون آن‌ها برایمان بسیار سخت است. استخوان‌ها و ماهیچه‌های اسکلتی ما، تقریباً در هر کاری که می‌خوایم بکنیم نقش دارن. حتی همین الان که دارین این متنو می‌خونین، دستگاه حرکتی نقش داره. زندگی بدون دستگاه حرکتی، غیرممکن است.

دستگاه حرکتی

برای اینکه به اهمیت دستگاه حرکتی پی ببرین، یه آزمایش ساده کافی هست. ازتون می‌خوام که فقط چند ثانیه (هر چقدر که می‌تونین)، از دستگاه حرکتی استفاده نکنین. خُب انجام بدین. چند ثانیه شد؟ متأسفانه باید بهتون بگم که فکر نمی‌کنم یک ثانیه هم شده باشه. تنفس، تکلم، شنوایی، نشستن یا ایستادن و خیلی از چیزای دیگه، مربوط به دستگاه حرکتی است. حتی پس از مرگ هم ماهیچه‌های ما در حالت انقباض هستن و باعث سختی جسد می‌شن. خلاصه بگم؛ هر کاری که سعی کنین انجام بدین تا از دستگاه حرکتی استفاده نکنین، در واقع دارین از بخش دیگه‌ای از دستگاه حرکتی استفاده می‌کنین و شما بهش وابسته‌این!

این فصل جزء فصل‌های ساده و کم‌حجم هست. قبلنا جزء فصل‌های نسبتاً پرسؤال بود، اما با توجه به تغییراتی که کرده، تعداد تست‌هاشم کم‌تر میشه. البته بازم نباید نسبت به قسمت ماهیچه‌ها و به‌خصوص انقباض ماهیچه‌ها بی‌توجه بود؛ چون جزء سؤالات حتمی کنکور است. بر خلاف اون، استخوان‌ها زیاد مورد توجه طراحان کنکور نبودن. اما شاید الان تشکیل و تخریب استخوان‌ها، با تمام نکات ترکیبیش، بتونه بیشتر بافت‌شناسی استخوان رو در کنکور مطرح کنه. خود بافت‌شناسی هم هر چند سال یه بار در کنکور پیداش میشه و اگه خوب خونده باشین کتابو، راحت می‌تونین جواب بدین. اما باز هم تأکید می‌کنم توجه ویژه‌ای به ساختار و انقباض ماهیچه داشته باشید. البته، مبحث انرژی و انواع ماهیچه‌ها هم نکات ترکیبی بسیار زیادی داره و حتماً حتماً به‌صورت ترکیبی با مبحث متابولیسم در کنکور مطرح خواهد شد. جانوری هم که نکات ترکیبی خودش رو داره. پس متوجه شدین که این فصل، بیشتر از این که سؤالات مستقیمش مهم باشه، سؤالات ترکیبیش مهمه، به‌خصوص ترکیب با دوازدهم.

«نه در رفتن حرکت بود / نه در ماندن سکونی / شاخه‌ها را از ریشه جدایی نبود / و باد سخن چین / با برگ‌ها رازی چنان نگفت / که بشاید.»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکروطبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تست‌های این ۳ تا کتاب لذت ببری. 😊

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

استخوان‌ها و اسکلت

درسنامهٔ ۱ دستگاه حرکتی در انسان

چرا حرکت می‌کنیم؟ تقریباً برای هر کاری که می‌خوایم انجام بدیم، حرکت کردن لازمه. مثلاً همین الان که دارین این متنو می‌خونین، باید سرتون رو تکون بدید تا بتونین کل متنو بخونین. حتی وقتی که حرف می‌زنین، نفس می‌کشین یا برای غذا خوردن تروارهاتون رو تکون می‌دین. اینا فقط مثال‌هایی از حرکت هستن. بنابراین، فکر نمی‌کنم نیازی باشه راجع به اهمیت حرکت صحبتی بکنیم.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ ـ فصل ۶ دهم] گیاهان برخلاف جانوران نمی‌توانند برای تأمین ماده و انرژی مورد نیاز خود از جایی به جای دیگر بروند و با احساس خطر، فرار یا به عامل خطر حمله کنند.

اسکلت استخوانی و ماهیچه‌های اسکلتی، مجموعاً **دستگاه حرکتی** انسان را می‌سازند. همکاری ماهیچه‌ها و استخوان‌ها، **تحت تأثیر دستگاه عصبی**، می‌تواند منجر به حرکت در بخش‌های مختلف بدن شود. علاوه‌بر این، استخوان‌ها و ماهیچه‌ها وظایف دیگری نیز دارند که به حرکت ارتباطی ندارد. مثلاً، استخوان‌ها در محافظت از اندام‌های حیاتی بدن نقش دارند.

نکته امروزه افراد دارای نقص عضو می‌توانند با استفاده از اعضای مصنوعی تا حدودی بر محدودیت‌های حرکتی چیره شوند. **بعضی اندام‌های مصنوعی حتی از اعضای طبیعی بهتر و کارآمدتر هستند.**

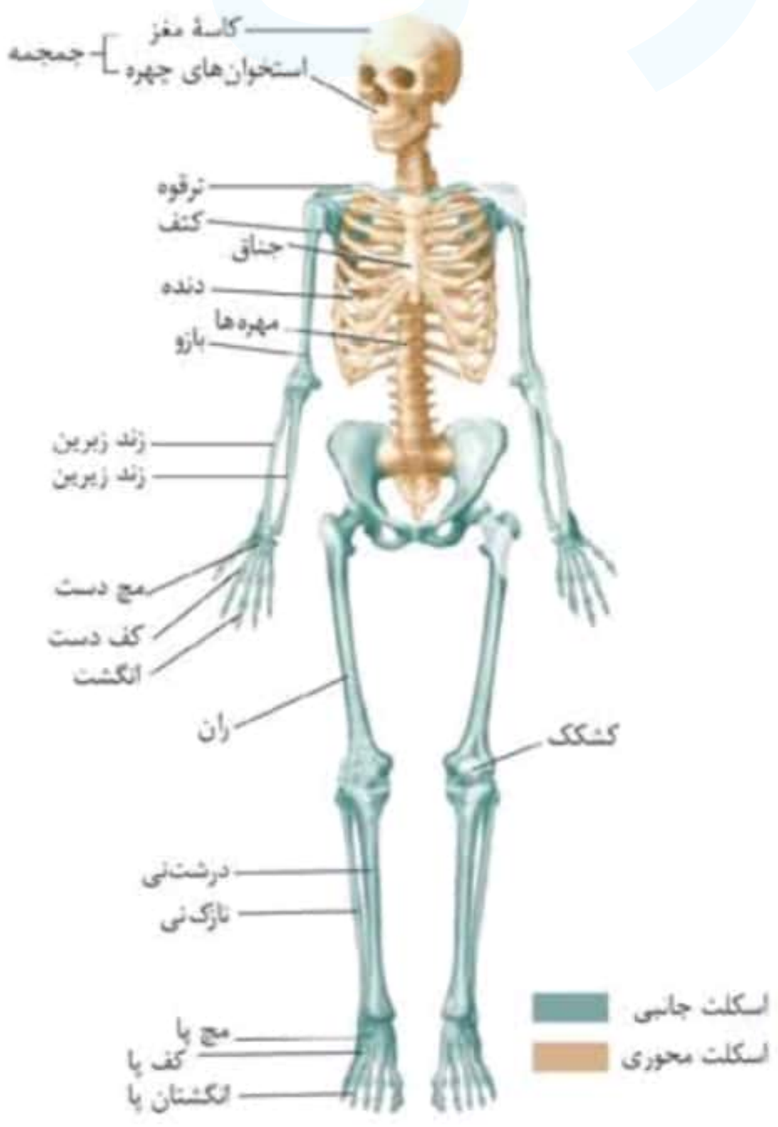
اجزای دستگاه حرکتی انسان

درسنامهٔ ۲ اسکلت استخوانی و اعمال آن

اسکلت استخوانی انسان

بدن انسان شامل یک اسکلت استخوانی است. این اسکلت، دارای دو بخش **محوری** و **جانبی** است. اسکلت محوری، شامل جمجمه، ستون مهره‌ها و قفسهٔ سینه (جناغ + دنده‌ها) است. سایر استخوان‌های بدن، به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم به اسکلت محوری متصل می‌شوند.

خب حالا از این شکل چه چیزایی رو باید بلد باشین؟ اول از همه، نام‌گذاری استخوان‌ها رو بلد باشید. خیلی بعیده که در کنکور سؤالی از نام‌گذاری اجزای شکل مطرح بشه، اما به هر حال، ممکنه! مورد دومی که باید بلد باشین، نحوهٔ اتصال استخوان‌ها به یکدیگر هست. مثلاً باید بدونین که زند زبرین با استخوان‌های مچ دست مفصل[1] تشکیل می‌ده. اما یه سری نکات دیگه هم هست که ممکنه بهشون دقت نکنین :



شکل «اسکلت انسان»: اجزا

✓ جمجمه شامل دو بخش است: کاسهٔ مغز و استخوان‌های چهره؛ *البته کتاب درسی، جمجمه رو معادل با کاسهٔ مغز در نظر گرفته و استخوان‌های چهره رو جزء جمجمه محسوب نکرده. این یکی از اشتباهات کتاب درسی هست و شما بهتره که در این مورد، هر دو حالت رو در ذهن داشته باشین.*

✓ دنده‌ها در جلو به جناغ و در عقب به ستون مهره‌ها متصل می‌شوند. البته، دنده‌های یازدهم و دوازدهم، فقط به ستون مهره‌ها متصل می‌شوند و در جلو به جناغ اتصال ندارند.

✓ استخوان ران، بزرگ‌ترین و درازترین استخوان بدن است[2] و استخوان‌های گوش میانی، کوچک‌ترین استخوان‌های بدن هستند.

۱- به محل اتصال استخوان‌ها به یکدیگر، مفصل می‌گویند. در ادامهٔ فصل، با مفصل‌ها بیشتر آشنا می‌شویم.

۲- استخوان ران، سنگین‌ترین و محکم‌ترین استخوان بدن هم هست.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

✓ بعضی از استخوان‌ها، فقط در سطح جلویی اسکلت قرار دارند؛ مثل بعضی از استخوان‌های جمجمه، جناغ و کشکک. بعضی دیگر از استخوان‌ها، فقط در سطح عقبی اسکلت یافت می‌شوند؛ مثل بعضی از استخوان‌های جمجمه، ستون مهره‌ها و کتف. بعضی از استخوان‌ها هم در هر دو سطح بدن قرار دارند؛ مثل دنده‌ها، بازو، زند زیرین و زبرین، ران، درشت‌نی و نازک‌نی، نیم‌لگن و ...؛ *آیا مهمه که کدوم استخوان رو از جلو می‌بینیم، کدومو از عقب؟ جواب از نظر من منفی هست! چون اگه به شکل دقت کنین، به‌جز مهره‌های سینه‌ای و جناغ و بعضی از استخوان‌های جمجمه و مچ پا، که فقط در یک سطح از بدن دیده میشن، همهٔ استخوان‌های دیگه رو ما هم از جلو و هم از پشت می‌تونیم ببینیم. زیاد هم جنبهٔ علمی نداره این بحث و بهتره وقتتون رو براش تلف نکنین.*

✓ ستون مهره‌ها از ناحیهٔ گردن شروع می‌شود و تا لگن ادامه دارد. *البته حتماً یادتون هست که نخاع تا مهرهٔ دوم کمر ادامه داره؟ یعنی هر جا نخاع هست، ستون مهره هم هست اما بعد از مهرهٔ دوم کمر، ستون مهره هنوز هم ادامه داره اما نخاع دیگه نیست.*

شکل «اسکلت انسان»؛ ارتباط استخوان‌ها

الف) روش تشخیص استخوان‌ها

۱- **زند زیرین و زند زبرین:** در ساعد دست، استخوانی که به انگشت شست نزدیک‌تر است، استخوان زند زبرین می‌باشد. استخوان دیگر، استخوان زند زیرین است.

۲- **درشت‌نی و نازک‌نی:** در ساق پا، استخوانی که پهن‌تر است، درشت‌نی می‌باشد. استخوان نازک‌تر، نازک‌نی است.

۳- **مچ، کف و انگشت دست و پا:** در دست و پا، انتهایی‌ترین استخوان‌ها، انگشتان هستند. استخوان‌هایی که مستقیماً به انگشتان متصل هستند، کف را تشکیل می‌دهند. استخوان‌هایی که از یک طرف به استخوان‌های کف و از طرف دیگر به استخوان‌های ساعد دست یا ساق پا متصل می‌باشند، مچ دست را می‌سازند. *حالا اینکه هر انگشت چند تا بند داره و اینجور چیزا، هم خارج از کتاب هست، هم توی شکل درست مشخص نیست و هم اصلاً به درد کنکور نمی‌خوره!*

۴- **کتف و ترقوه:** کتف در پشت بدن قرار دارد و ترقوه، در جلو. علاوه بر این، ترقوه استخوانی نازک است که به استخوان کتف متصل می‌شود. کتف، استخوانی پهن است که از پشت به بازو متصل می‌شود. کتف با ترقوه هم مفصل تشکیل می‌دهد.

کشکک هم که خیلی مشخصه! نیازی به توضیح داره؟

ب) مفصل‌های مهم اسکلت انسان

۱- استخوان ران و درشت‌نی مفصل لولایی تشکیل می‌دهند. ران با نازک‌نی مفصل تشکیل نمی‌دهد و نازک‌نی، به درشت‌نی متصل می‌شود. استخوان‌های درشت‌نی و نازک‌نی، در پایین، به استخوان‌های مچ پا متصل می‌شوند.

۲- استخوان ران، با استخوان نیم‌لگن، مفصل گوی و کاسه تشکیل می‌دهد.

۳- زند زیرین و زبرین، در بالا با یکدیگر و استخوان بازو مفصل تشکیل می‌دهند. در پایین نیز به یکدیگر و استخوان‌های مچ دست متصل می‌شوند.

۴- استخوان بازو و ترقوه با استخوان کتف مفصل تشکیل می‌دهند، ولی ترقوه و بازو با یکدیگر مفصل تشکیل نمی‌دهند. ترقوه، با استخوان جناغ نیز مفصل تشکیل می‌دهد.

اعمال استخوان‌ها

وظیفه	توضیح	مثال
حرکت	اتصال ماهیچه‌های اسکلتی به استخوان‌ها و انقباض آن‌ها، منجر به انتقال نیرو به استخوان و حرکت می‌شود.	استخوان‌های متصل به ماهیچه (تقریباً همه)
حفاظت از اندام‌های درونی	محافظت از اندام‌های حیاتی مثل مغز، نخاع، قلب و شش‌ها	جمجمه، ستون مهره‌ها و قفسهٔ سینه
پشتیبانی	تعیین شکل بدن[1] چارچوبی برای استقرار ساختارهای بدن جلوگیری از جمع‌شدن اندام‌ها به علت نیروی جاذبه	کل اسکلت استخوانی
تولید یاخته‌های خونی	تولید اجزای بخش یاخته‌ای (گویچهٔ قرمز، گویچهٔ سفید و گِرده) در مغز قرمز استخوان	بیشتر استخوان‌ها
ذخیرهٔ مواد معدنی	ذخیرهٔ مواد معدنی مثل کلسیم و فسفات	همهٔ استخوان‌ها
کمک به شنیدن	با کمک استخوانچه‌های گوش	استخوانچهٔ چکشی، سندانی و رکابی
کمک به تکلم و جویدن	حرکت دادن آروارهٔ پایین برای تکلم و جویدن	استخوان‌های مؤثر در جابه‌جایی آروارهٔ پایین

۱- *یعنی اگه بخوام مثلاً برای من کن استخوان‌بندی، مثلاً شاید شنیده باشین که می‌گن فلانی استخوان‌بندیش درشته.*

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۴ دهم] در یک فرد بالغ، تولید یاخته‌های خونی و گرده‌ها (پلاکت‌ها) در مغز قرمز استخوان انجام می‌شود. در مغز استخوان، یاخته‌های بنیادی وجود دارند که با تقسیمات خود، بخش یاخته‌ای خون را تولید می‌کنند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ یازدهم] دستهٔ استخوان چکشی روی پردهٔ صماخ چسبیده و با ارتعاش آن می‌لرزد و استخوان‌های سندانی و رکابی را نیز به ارتعاش در می‌آورد. کف استخوان رکابی طوری روی دریچه‌ای به نام دریچهٔ بیضی قرار گرفته است که لرزش آن، دریچه را می‌لرزاند. لرزش دریچهٔ بیضی، مایع درون حلزون را به لرزش درمی‌آورد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] در فرایند تکلم، پرده‌های صوتی صدا را تولید می‌کنند. واژه‌سازی به وسیلهٔ لب‌ها و دهان (شامل زبان و دندان‌ها) صورت می‌گیرد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] دستگاه گوارش طی فرایند گوارش مکانیکی، غذا را آسیاب می‌کند. با ورود غذا به دهان، جویدن غذا و گوارش مکانیکی آن آغاز می‌شود.

درسنامهٔ ۳ انواع استخوان و ساختار بافتی آن‌ها

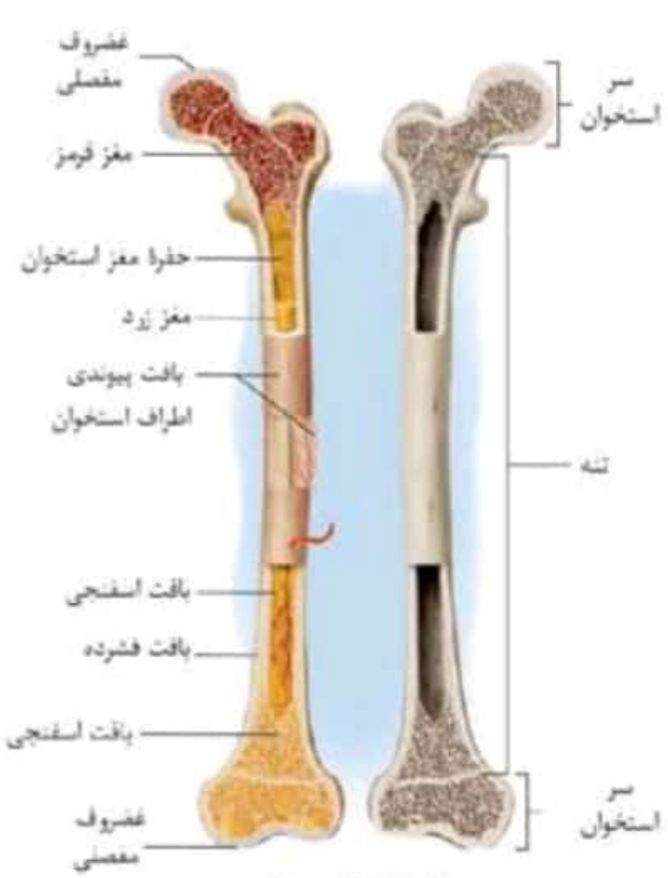
تا اینجا، با مقدمه‌ای از فصل (۳) کتاب یازدهم آشنا شدیم و حالا می‌خوایم بریم سراغ چیزای اصلی‌تر. اول از همه، تقسیم‌بندی استخوان‌ها.

استخوان‌ها را از نظر **شکل ظاهری** و **ویژگی‌های بافتی** که دارند، به چهار نوع استخوان **دراز** (مثل ران و بازو)، استخوان **کوتاه**[1] (مثل استخوان‌های مچ) و استخوان **پهن** (مثل جمجمه) و **نامنظم** تقسیم‌بندی می‌کنند. **استخوان‌های ستون مهره جزء استخوان‌های نامنظم هستند.** *حالا اینکه هر کدوم از این استخوان‌ها چه ویژگی‌هایی دارن، جزء بحث ما نیست و کاری بهش نداریم. اما خب می‌دونیم که هر استخوان، از دو نوع بافت استخوانی تشکیل شده؛ بافت استخوانی فشرده و بافت استخوانی اسفنجی. بریم ببینیم این بافت‌ها چجوری هستند.*

نوع	دراز	کوتاه	پهن	نامنظم
مثال	ران، بازو، زند زیرین، زند زبرین، درشت‌نی، نازک‌نی، کف دست، کف پا، انگشتان دست و پا	استخوان‌های مچ دست و مچ پا	استخوان جمجمه، کتف و جناغ	مهره‌ها

نحوهٔ سازمان‌یابی بافتی در انواع استخوان‌های بدن

هر استخوان از دو نوع بافت استخوانی **فشرده** و **اسفنجی** تشکیل شده است. **مقدار این بافت‌ها** و **محل قرارگیری آن‌ها** در انواع استخوان متفاوت است. مثلاً، در شکل زیر محل قرارگیری بافت اسفنجی و فشرده در سه استخوان دراز، پهن و کوتاه نشان داده شده است. *شکل استخوان دراز رو که باید کامل و دقیق بلد باشین. چون توی همین فصل، مفصل راجع بهش صحبت می‌کنیم. شکل استخوان پهن رو هم باید بلد باشین چون توی فصل (۱) یازدهم شکلشو دارین.*



استخوان دراز

استخوان کوتاه

استخوان پهن

۱- ملاک تقسیم‌بندی استخوان‌های دراز و کوتاه، طول آن‌ها نیست، بلکه ساختار استخوان اهمیت دارد. مثلاً، بند انگشتان جزء استخوان‌های دراز محسوب می‌شوند؛ زیرا ساختار بافتی و آناتومیکی [illegible] دارند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ مغز استخوان

مغز استخوان، **بافت نرمی** است که فضاهای درون استخوان را پر می‌کند. همانطور که در شکل استخوان دراز مشاهده می‌کنید، دو نوع مغز استخوان در این نوع استخوان مشاهده می‌شود:

۱- **مغز زرد:** در بخش میانی تنهٔ استخوان دراز، دور تا دور استخوان توسط بافت فشرده احاطه شده است. **در سطح درونی بافت فشرده، بافت استخوانی اسفنجی قرار دارد.** در مرکز تنه، یک مجرای مرکزی وجود دارد. این مجرای مرکزی، محل قرارگیری مغز زرد استخوان است. بیشتر مغز زرد از **بافت چربی** تشکیل شده است.

سؤال آیا در بافت اسفنجی تنهٔ استخوان ران، مغز استخوان وجود دارد؟ اگر بله، آیا مغز بافت اسفنجی تنه، قرمز است؟

پاسخ: در سطح کتاب درسی، در بافت اسفنجی تنهٔ استخوان دراز، مغز قرمز وجود دارد.

۱- بیاین اول تکلیف حفرهٔ مرکزی رو مشخص کنیم. در تنهٔ استخوان دراز، از خارج به داخل به ترتیب بافت پیوندی رشته‌ای، بافت استخوانی متراکم، بافت استخوانی اسفنجی و حفرهٔ مرکزی قرار دارن. حواستون باشه که حفرهٔ مرکزی جزء بافت اسفنجی نیست و فقط توسط بافت اسفنجی احاطه شده. بنابراین، مغز زرد حفرهٔ مرکزی ارتباطی با استخوان اسفنجی اطرافش نداره.

۲- آیا استخوان اسفنجی تنهٔ استخوان دراز، مغز دارد؟ بذارین یه‌جور دیگه بپرسم. چرا نباید استخوان اسفنجی تنهٔ استخوان دراز، مغز داشته باشه؟ از کدوم جمله کتاب چنین برداشتی می‌شه؟ آیا می‌تونیم بگیم چون نباید مغز زرد و قرمز کنار هم باشن، پس اینجا مغز قرمز نداره، مغز زرد هم که نمی‌تونه داشته باشه؟ جواب مسلماً نه هست! همچین حرفی نه تنها اساس علمی ندارد، در هیچ‌کجای کتاب درسی نیز ذکر نشده است. بنابراین، حداقل در سطح کتاب درسی ما دلیلی مبنی بر عدم وجود مغز در استخوان اسفنجی تنه نداریم و تا اینجا می‌پذیریم که دارای مغز استخوان است.

۳- آیا مغز استخوان اسفنجی تنه، قرمز است یا زرد؟ بستگی داره از نظر علمی به این قضیه نگاه کنیم یا از نظر کتاب درسی. کدوم برای ما ارزش داره؟ مسلماً کتاب درسی. باز در کتاب درسی اشاره‌ای نشده است که در تنهٔ استخوان دراز فقط مغز زرد وجود دارد. دقت داشته باشید که کتاب درسی گفته مغز زرد در حفرهٔ مرکزی تنهٔ استخوان وجود داره. آیا از این جمله میشه برداشت کرد که در تنهٔ استخوان فقط مغز زرد وجود داره؟ نه! از این جمله میشه برداشت کرد که در حفرهٔ مرکزی، مغز زرد است و اگه با یکم ارفاق به قضیه نگاه کنیم، می‌تونیم بگیم که یعنی در جایی به‌جز حفرهٔ مرکزی هم مغز زرد نیست. پس این جمله هیچ ارتباطی به بافت اسفنجی تنه نداره.

۴- در کتاب درسی می‌خونیم که مغز قرمز حفرات بافت اسفنجی را پر می‌کند. آیا در این جمله استثنایی دیده می‌شود؟ باز هم خیر! کتاب به طور واضحی اشاره کرده است که در استخوان اسفنجی، مغز قرمز وجود دارد. باز در هیچ‌جای کتاب درسی نمی‌تونین مفهومی پیدا کنین که نشون بده بافت اسفنجی می‌تونه مغز زرد داشته باشه، یا چیزی که بگه همه جا بافت اسفنجی مغز زرد نداره.

اما نتیجه: *این موضوع مثال بارزی از بحث همیشگی ما هست: «هر غلطی، غلط نیست» و «هر فارغی، فقط برای فارغ!» درست است که از نظر علمی، جواب این سؤال چیز دیگری است اما در سطح کتاب درسی و کنکور، جواب متفاوت است. در نظر بگیرین که سؤالی در این باره در کنکور مطرح شود و طبق کتاب درسی، نظر طراح کنکور وجود مغز قرمز در بافت اسفنجی است. در این حالت چه کسی برده است؟ کسی که مطلب درست خارج از کتاب را می‌داند یا کسی که مطلب غلط کتاب درسی را پذیرفته است؟*

۲- **مغز قرمز:** در فضاهای موجود در **بافت اسفنجی**، مغز قرمز مشاهده می‌شود. **مغز قرمز، محل تشکیل یاخته‌های خونی است.**

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] در یک فرد بالغ، تولید یاخته‌های خونی و گِرده‌ها در مغز قرمز استخوان انجام می‌شود. در مغز استخوان، یاخته‌های بنیادی وجود دارند که با تقسیمات خود، بخش یاخته‌ای خون را تولید می‌کنند. مغز قرمز استخوان توسط هورمون اریتروپویتین تحریک می‌شود و سریع‌تر یاخته‌های خونی را تولید می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] در مغز استخوان، مویرگ‌های ناپیوسته یافت می‌شوند. فاصلهٔ یاخته‌های بافت پوششی در این مویرگ‌ها آن‌قدر زیاد است که به صورت حفره‌هایی در اندام دیده می‌شود. یاخته‌های خونی تولیدشده در مغز استخوان، از طریق این حفرات وارد جریان خون می‌شوند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

نکته **در هنگام کم‌خونی‌های شدید، مغز زرد می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود** و سرعت تولید یاخته‌های خونی افزایش پیدا کند. همانطور که در کتاب دهم خواندیم، در شرایط کم‌خونی، تولید هورمون اریتروپویتین نیز افزایش می‌یابد[1].

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] یاخته‌های کناری غده‌های معده، کلریدریک اسید و **عامل داخلی** ترشح می‌کنند. **عامل داخلی، برای جذب ویتامین B_{12} در رودهٔ باریک ضروری است.** اگر این یاخته‌ها تخریب شوند یا معده برداشته شود، علاوه بر ساخته نشدن کلریدریک اسید، فرد به **کم‌خونی خطرناکی** دچار می‌شود؛ زیرا ویتامین B_{12} که برای ساختن گویچه‌های قرمز در مغز استخوان لازم است، جذب نمی‌شود و زندگی فرد به خطر می‌افتد.

آن‌چه گذشت [فصل‌های ۲ و ۴ دهم] برای ساخته‌شدن گویچه‌های قرمز در مغز استخوان، وجود **آهن، فولیک اسید** و **ویتامین B_{12}** لازم است. یکی از عوارض بی‌اشتهایی عصبی، کاهش دریافت مواد معدنی مورد نیاز، نظیر آهن، است که منجر به کم‌خونی می‌شود. فولیک اسید نیز برای تقسیم طبیعی یاخته‌ای لازم است و کمبود آن باعث می‌شود که یاخته‌ها، به ویژه در مغز استخوان، تکثیر نشوند و تعداد گویچه‌های قرمز کاهش یابد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ - فصل ۶ یازدهم] شیمی‌درمانی و پرتودرمانی در افراد مبتلا به سرطان، می‌توانند به یاخته‌های مغز استخوان آسیب برسانند و منجر به کم‌خونی شوند. حتی بعضی افراد که تحت اثر تابش‌های شدید یا شیمی‌درمانی قوی قرار می‌گیرند، مجبور به پیوند مغز استخوان می‌شوند تا بتوانند یاخته‌های خونی مورد نیاز خود را بسازند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳ - فصل ۵ یازدهم] دفاع اختصاصی به‌وسیلهٔ لنفوسیت‌های B و T انجام می‌شود که هر دو آن‌ها، در مغز استخوان به‌صورت نابالغ تولید می‌شوند. لنفوسیت‌های B نابالغ، در همان مغز استخوان بالغ می‌شود.

ساختار بافتی استخوان‌های دراز

در ادامهٔ این درسنامه، ساختار بافت‌شناسی استخوان‌های دراز رو بررسی می‌کنیم. البته ویژگی‌های بافتی استخوان فشرده و اسفنجی در همهٔ استخوان‌ها مشابه هست و فقط میزان و محل قرارگیری اونا هست که متفاوته. هر استخوان دراز، از دو بخش تشکیل شده است:

۱- **سر استخوان:** بخش انتهایی و برآمدهٔ استخوان است. **بخش اعظم سر استخوان‌های دراز، توسط بافت اسفنجی پر شده است.** این بافت اسفنجی، توسط بافت استخوانی فشرده احاطه شده است. در واقع، در سر استخوان، بافت اسفنجی در قسمت میانی قرار می‌گیرد و در اطراف آن (نزدیک به سطح استخوان)، بافت استخوانی فشرده قرار دارد.

نکته دقت داشته باشید که هم در سر استخوان و هم در تنهٔ استخوان، هر دو نوع بافت اسفنجی و متراکم وجود دارد.

۲- **تنه:** بخش میانی استخوان دراز است. **بخش اعظم تنهٔ استخوان‌های دراز، دارای بافت استخوانی فشرده است** و در سطح داخلی تنه نیز بافت اسفنجی قرار دارد.

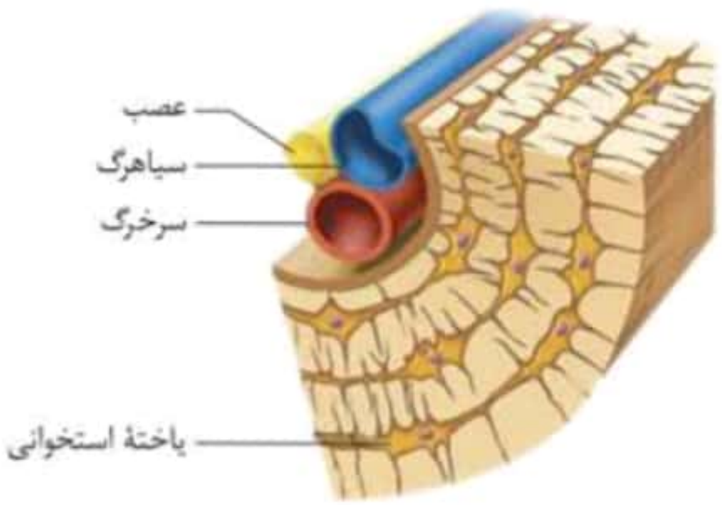
۳- **سطح خارجی استخوان:** سطح خارجی استخوان ران توسط **بافت پیوندی (رشته‌ای)** احاطه شده است و رگ‌ها و اعصاب از راه مجراهایی به بیرون ارتباط دارند.

ویژگی‌های انواع بافت‌های استخوانی

اگه قرار بشه از مبحث استخوان در کنکور سؤالی مطرح بشه، احتمال بسیار زیاد، از همین‌جا هست.

❑ بافت استخوانی فشرده (متراکم)

بافت فشرده، از اجتماع تعدادی **سامانهٔ هاورس**[2] تشکیل شده است. **هر سامانهٔ هاورس، شامل مجرای هاورس، یاخته‌های استخوانی، مادهٔ زمینه‌ای و رشته‌های پروتئینی است.**



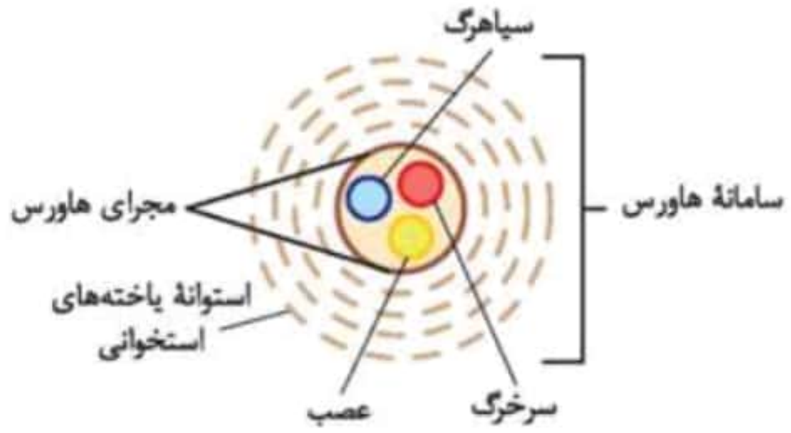
۱- **یاخته‌های استخوانی:** در سامانهٔ هاورس، یاخته‌های استخوانی به‌صورت **منظم** بر روی **حلقه‌هایی هم‌مرکز** مشاهده می‌شوند. در واقع، هر سامانه از تعدادی استوانهٔ استخوانی هم‌مرکز تشکیل شده است. همان‌طور که در شکل مشخص است، **یاخته‌های استخوانی توسط رشته‌هایی به یکدیگر متصل هستند.** در مرکز هر استوانهٔ استخوانی، مجرای هاورس قرار دارد.

۱- البته خود کم‌خونی ممکن است ناشی از کمبود هورمون اریتروپویتین باشد. مثلاً، در نارسایی مزمن کلیه، تولید هورمون اریتروپویتین توسط کلیه کم می‌شود و در نتیجه، میزان تولید یاخته‌های خونی نیز کاهش می‌یابد. به همین دلیل، افراد دارای نارسایی کلیوی، کم‌خونی نیز دارند.

۲- سامانهٔ هاورسی (Osteon) نیز گفته می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۲- مجرای هاورس: *استخوان، مثل همهٔ بافت‌های دیگه، زنده هست و طبیعتاً مثل اون بافت‌ها، یه سری نیازها هم داره. به همین دلیل، لازمه که یافته‌های استخوانی فون‌رسانی و عصب‌رسانی داشته باشن.* در بخش میانی حلقهٔ استخوانی سامانهٔ هاورس، مجرایی وجود دارد. *گفتیم که هر سامانهٔ هاورس، از تعدادی استوانهٔ هم‌مرکز تشکیل شده. مرکز این استوانه‌ها، مجرای هاورس است.* درون این مجرا، **رگ‌های خونی، رگ‌های لنفی و اعصاب** مورد نیاز استخوان قرار گرفته‌اند.



۳- مادهٔ زمینه‌ای و رشته‌های پروتئینی: در فاصلهٔ بین یاخته‌های استخوانی، **رشته‌های پروتئینی** (مثل کلاژن) و همچنین **مادهٔ زمینه‌ای استخوان** شامل **مواد معدنی (مثل نمک‌های کلسیم و فسفات)** وجود دارند.

کتاب درسی زیر ذره‌بین

در کتاب دهم گفتیم که بافت پیوندی، شامل یاخته‌های پیوندی، مادهٔ زمینه‌ای و رشته‌های پروتئینی است. همچنین گفتیم که رشته‌های پروتئینی بافت پیوندی جزء مادهٔ زمینه‌ای نیستند. اما در این قسمت می‌خوانیم که «مادهٔ زمینه‌ای، از پروتئین‌هایی مانند کلاژن و مواد معدنی تشکیل شده است.» مطابق توضیحات ذکرشده، کلاژن جزء مادهٔ زمینه‌ای نیست[1].

سؤال در بافت پیوندی، آیا رشته‌های پروتئینی مثل کلاژن جز ماده زمینه‌ای محسوب می‌شوند؟

پاسخ: خیر، رشته‌های پروتئینی بافت پیوندی (مثل کلاژن و رشته‌های الاستیک) جزء ماده‌ی زمینه‌ای محسوب نمی‌شوند.

۱- در کتاب دهم می‌خونیم که «بافت پیوندی از انواع یاخته‌ها، رشته‌های پروتئینی ... و ماده‌ی زمینه‌ای ... تشکیل شده است». «در انواع بافت پیوندی، مقدار و نوع رشته‌های و ماده‌ی زمینه‌ای متفاوت است». مشخصاً در کتاب دهم ماده‌ی زمینه‌ای از رشته‌های پروتئینی مجزا است. همچنین در نام‌گذاری شکل‌ها و مقایسه‌ی بافت پیوندی متراکم و سست نیز این دو جزء از هم جدا در نظر گرفته شده‌اند.

۲- اما مشکل از جایی شروع میشه که در کتاب یازدهم می‌خونیم: «ماده‌ی زمینه‌ای استخوان از پروتئین‌هایی مانند کلاژن و مواد معدنی تشکیل شده است.» مشخصاً کتاب یازدهم با کتاب دهم تناقض دارد و تنها یکی از آن‌ها می‌تونن درست باشن. اما جالب‌تر اینجاست که در فعالیت کتاب یازدهم، با استناد به مطالب کتاب درسی دهم، راجع به اجزای بافت پیوندی سؤال پرسیده شده است. بنابراین، مؤلف کتاب یازدهم هم مطالب کتاب دهم را قبول دارد.

۳- **اما چرا این تناقض وجود داره؟** در منابع علمی می‌خوانیم که «سلول‌های استوانه‌ای توسط ماتریکس استخوانی احاطه می‌شوند». ماتریکس استخوانی، در واقع همان مایع بین‌سلولی در بافت استخوانی است (که البته در اینجا بیشتر حالت جامد دارد). بنابراین، ماتریکس استخوانی همان چیزی است که در کتاب درسی یازدهم، به‌اشتباه به آن ماده‌ی زمینه‌ای گفته شده است. ماتریکس استخوانی شامل دو بخش ماده‌ی زمینه‌ای و رشته‌های پروتئینی است و اصولاً رشته‌های پروتئینی بافت پیوندی جزء مادهٔ زمینه‌ای نیستند.

۴- **اما تکلیف چیست؟** اساساً طراحان کنکور نباید از تناقضات کتاب‌های درسی سؤالی مطرح کنند. اما اگر سؤالی هم مطرح شود، باید بر اساس مطلب صحیح‌تر و علمی‌تر باشد. علاوه‌بر این، توضیحات کتاب دهم اختصاصاً در مورد بافت پیوندی هست و لذا، بیشتر مورد قبول است. پس نتیجهٔ کلی این است: **رشته‌های پروتئینی بافت پیوندی، جزء مادهٔ زمینه‌ای محسوب نمی‌شوند.**

فعالیت کتاب درسی

مادهٔ زمینه‌ای استخوان

بافت پیوندی، از چه بخش‌هایی تشکیل شده است و مادهٔ زمینه‌ای استخوان توسط چه بخشی ساخته می‌شود؟

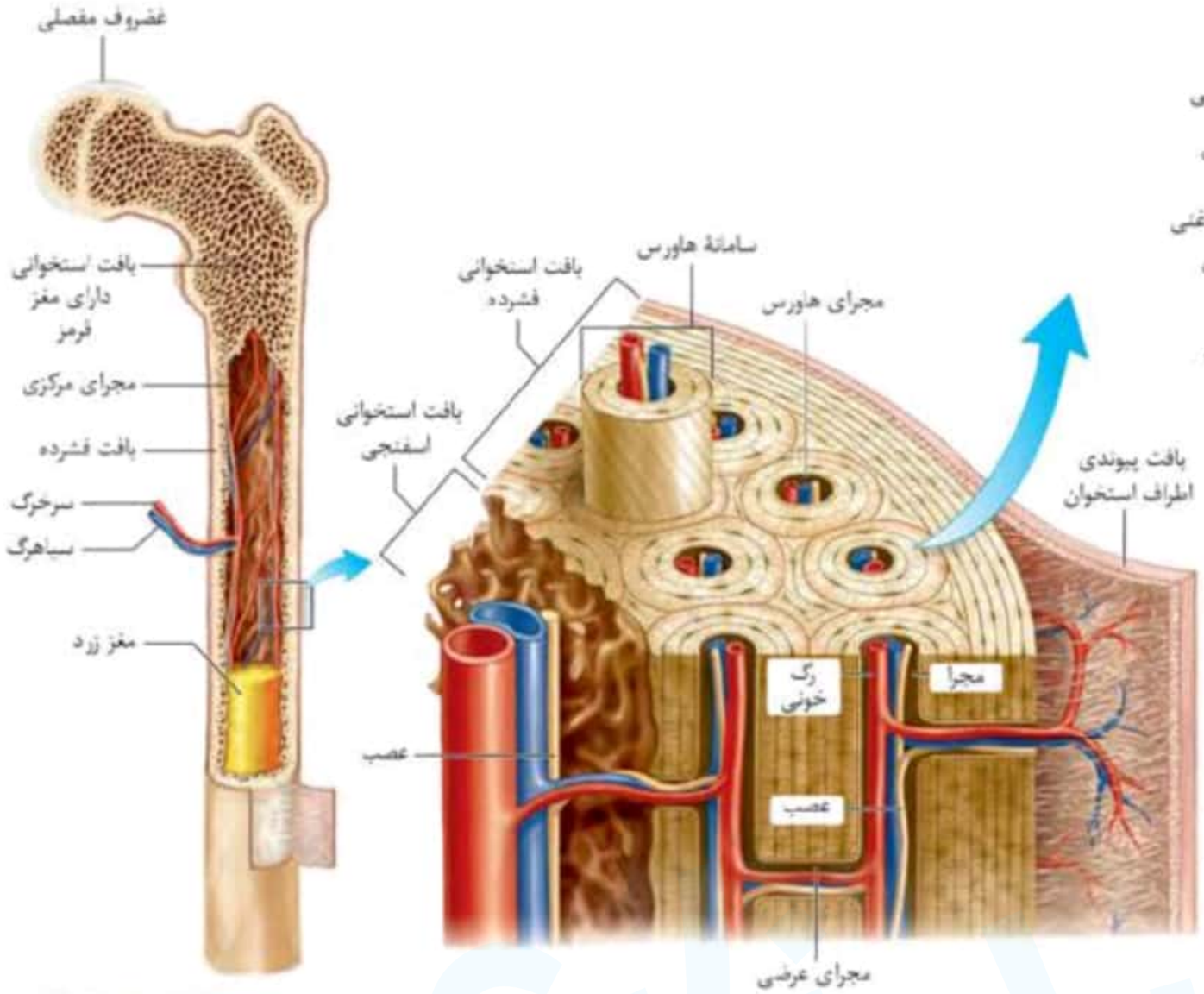
آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] بافت پیوندی، شامل یاخته‌های پیوندی، رشته‌های پروتئینی و مادهٔ زمینه‌ای است. مادهٔ زمینه‌ای، توسط یاخته‌های بافت پیوندی ساخته می‌شود و در انواع بافت پیوندی، مقدار و ویژگی‌های آن، متفاوت است.

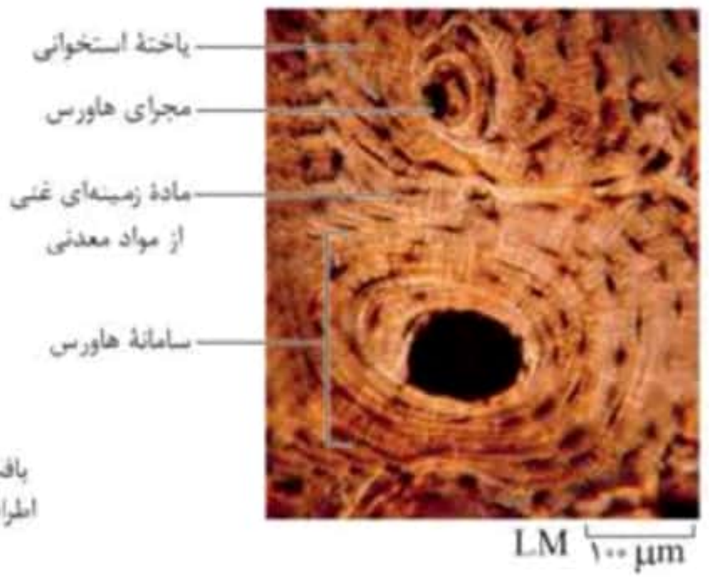
۱- برای توضیحات بیشتر، می‌توانید به درسنامهٔ «بافت پیوندی» در فصل دوم کتاب میکرو دهم مراجعه کنید.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

❑ بافت استخوانی اسفنجی

گفتیم که در سطح درونی تنهٔ استخوان دراز و هم‌چنین دو سر استخوان دراز، بافت استخوانی اسفنجی وجود دارد. همانطور که در شکل زیر مشخص است، بافت اسفنجی از **تعداد زیادی تیغهٔ استخوانی نامنظم** تشکیل شده است و در این بافت، **حفره‌های متعددی** وجود دارند. در فاصلهٔ بین این حفرات، **رگ‌های خونی و مغز قرمز استخوان** وجود دارد.





جمع‌بندی

مقایسهٔ بافت استخوانی اسفنجی و متراکم

نوع بافت استخوانی	بافت اسفنجی	بافت متراکم
ساختار بافتی	تیغه‌های استخوانی نامنظم	اجتماع سامانه‌های هاورس
نحوهٔ قرارگیری سلول‌ها	به صورت نامنظم	منظم بر روی استوانه‌های استخوانی
فاصلهٔ بین سلول‌ها	زیاد	کم
مغز استخوان	قرمز	ندارد
محل قرارگیری در استخوان	سطح داخلی بافت متراکم	قسمت خارجی استخوان

شکل «ساختار بخشی از تنهٔ یک استخوان دراز و اجزای آن»

✓ به طور کلی، در بافت استخوانی فشرده، یاخته‌ها به‌صورت منظم قرار دارند، ولی در بافت استخوانی اسفنجی، به‌صورت نامنظم.

✓ سطح خارجی استخوان توسط نوعی بافت پیوندی احاطه شده است. رگ‌ها و اعصاب خونی که درون مجرای هاورس قرار دارند، از طریق مجراهایی عرضی به سمت سطح خارجی استخوان می‌روند و پس از عبور از بافت پیوندی اطراف استخوان، از آن خارج می‌شوند.

✓ یاخته‌های استخوانی، شکل نامنظم دارند و توسط رشته‌هایی به یکدیگر متصل می‌شوند.

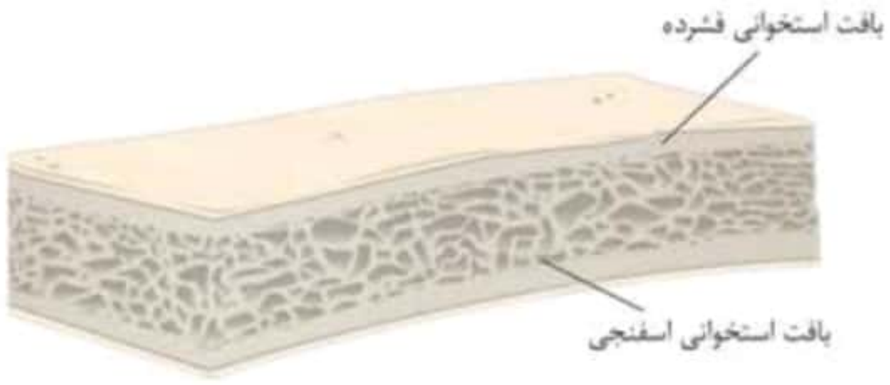
✓ رگ‌های خونی و اعصاب، پس از عبور از بافت پیوندی اطراف استخوان، از طریق مجراهای عرضی (ارتباطی) وارد مجرای هاورس می‌شوند. رگ‌های خونی موجود در مجرای هاورس، علاوه‌بر اینکه به صورت عمودی در مجرا حرکت می‌کنند، از طریق مجراهای عرضی به مجراهای دیگر نیز می‌روند. در نهایت، رگ‌های خونی و اعصاب از طریق مجراهای عرضی، به مجاری هاورس وارد و از آن‌جا وارد حفرات بافت استخوانی اسفنجی می‌شوند.

✓ در تنهٔ استخوان دراز، در هر سامانهٔ هاورس، یک مجرا در مرکز سامانه قرار دارد که مجرای هاورس است. اما دقت داشته باشید که مجرای مرکزی، که حفرهٔ مغز زرد استخوان است، در بخش میانی تنهٔ استخوان قرار دارد و جزء سامانهٔ هاورس نیست.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

ساختار بافتی استخوان‌های پهن

استخوان جمجمه، نوعی استخوان پهن هست و شکلش رو توی فصل (۱) یازدهم داشتیم. بنابراین، باید ساختار بافتیش رو بلد باشین.



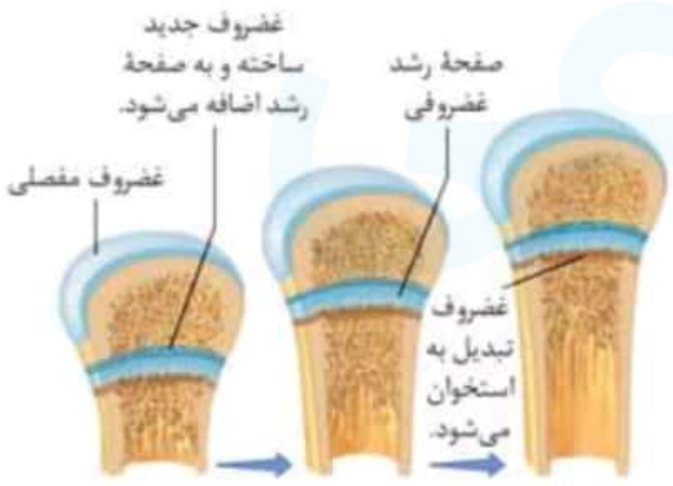
در استخوان‌های پهن، در سراسر استخوان، بافت اسفنجی در قسمت مرکزی قرار می‌گیرد و بافت فشرده در قسمت‌های کناری قرار دارد. *میشه گفت که استخوان پهن مثل یک ساندویچ هست که نونش، بافت استخوانی فشرده است و داخل این ساندویچ، بافت استخوانی اسفنجی قرار گرفته. همین دیگه. ساختار بافت استخوانی فشرده و اسفنجی هم که قبلاً گفتیم و اینجا هم هیچ فرقی نمی‌کنه.*

درسنامهٔ ۴ تشکیل و تخریب استخوان‌ها

تشکیل استخوان‌ها

حالا که فومیدیم ساختار استخوان چجوری هست، می‌خوایم ببینیم چجوری ساخته میشه. نکتهٔ جالبی که وجود داره این هست که شما داخل این فصل، تشکیل استخوان رو به‌صورت یه مقدمه می‌خونین و کتاب درسی، تشکیل استخوان رو داخل فصل هورمون‌ها توضیح داده. از اونجایی که مکانیسم تشکیل استخوان بیشتر مربوط به این فصل میشه، ما کل مطالب مربوط به این فرایند رو همین‌جا توضیح می‌دیم و دیگه بعداً توی فصل (۴)، خبری از این توضیحات نیست! تشکیل استخوان رو در دو بخش بررسی می‌کنیم: ۱- تشکیل یاخته‌های استخوانی که مربوط به فصل (۴) هست و ۲- تشکیل مادهٔ زمینه‌ای استخوان که مربوط به همین فصل هست.

☐ ساخت یاخته‌های استخوانی



در نزدیکی دو انتهای استخوان دراز، در مرز بین تنه و سر استخوان، **صفحهٔ رشد غضروفی** قرار دارد. **این صفحات، محل ساخت یاخته‌های غضروفی جدید هستند.** در این صفحات، غضروف جدید ساخته می‌شود و به یک سمت صفحهٔ رشد اضافه می‌شود. **در سمت مقابل صفحهٔ رشد، یاخته‌های استخوانی جانشین یاخته‌های غضروفی قدیمی‌تر می‌شوند.** پس به‌طور خلاصه می‌توان گفت که:

۱- تشکیل یاخته‌های غضروفی در یک سمت صفحهٔ رشد و افزایش طول استخوان

۲- جانشینی یاخته‌های غضروفی قدیمی‌تر در سمت مقابل صفحهٔ رشد با یاخته‌های استخوانی

پس به طور خلاصه این‌جوری هست که یاخته‌های غضروفی قدیمی‌تر، تبدیل میشن به یاخته‌های استخوانی. در سمت مقابل صفحهٔ رشد، یاخته‌های غضروفی جدید تولید میشن. این روند، بارها و بارها تکرار میشه و رشد استخوان‌ها این‌جوری انجام میشه.

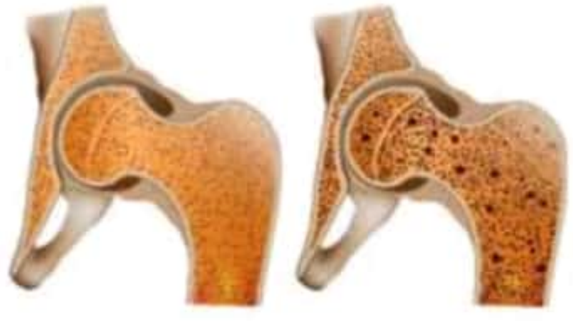
نکته چند سال بعد از سن بلوغ، **صفحهٔ رشد استخوانی می‌شود** و اصطلاحاً گفته می‌شود که «**صفحهٔ رشد بسته شده است.**» در این حالت، **رشد استخوان متوقف می‌شود** و دیگر امکان افزایش طول استخوان وجود ندارد. بنابراین، افزایش قد فقط تا چند سال پس از بلوغ و تا قبل از بسته‌شدن صفحات رشد استخوان امکان‌پذیر است.

نکته بخش پیشین غدهٔ زیرمغزی، هورمونی به نام «هورمون رشد» می‌سازد. این هورمون، تا قبل از بسته‌شدن صفحات رشد، بر روی آن‌ها اثر می‌گذارد و ساخت استخوان‌ها را تحریک می‌کند. در نتیجه، بر رشد طولی استخوان‌ها و افزایش قد فرد مؤثر است.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

❑ ساخت مادهٔ زمینه‌ای استخوان

در دوران جنینی، استخوان‌ها از **بافت‌های نرمی** تشکیل شده‌اند. به‌تدریج، **نمک‌های کلسیم (و فسفات)** به استخوان اضافه می‌شوند و استخوان سخت می‌شود. **ساخت و ترشح مادهٔ زمینه‌ای، تا اواخر سن رشد ادامه می‌یابد** و تودهٔ استخوانی افزایش می‌یابد. **پس از سن رشد، فعالیت یاخته‌های استخوانی کم می‌شود** و تودهٔ استخوانی به‌تدریج کاهش می‌یابد.



استخوان با جگالی کم استخوان با جگالی طبیعی

کاهش جگالی استخوان‌ها در فضانوردان

خواستون باشه که وقتی می‌گیم فعالیت یاخته‌های استخوانی کم میشه، یعنی هم تولید یاخته‌های استخوانی جدید کم میشه و هم تولید مادهٔ زمینه‌ای. مجموع این دو اتفاق، باعث میشه که تودهٔ استخوانی هم کم بشه.

نکته **ضخامت، استحکام و جگالی استخوان‌ها، با میزان استفاده از آن‌ها رابطهٔ مستقیم دارد.** به همین دلیل، فعالیت بدنی مانند ورزش، باعث ضخیم‌تر شدن و محکم‌تر شدن استخوان می‌شود. در فضانوردان، که در محیط بی‌وزنی قرار دارند، جگالی استخوان‌ها کاهش می‌یابد و استخوان‌ها ظریف‌تر می‌شوند.

نکته گفتیم که استخوان‌ها در ذخیرهٔ مواد معدنی مثل کلسیم و فسفات نقش دارند. ذخیرهٔ این مواد، در مادهٔ زمینه‌ای استخوان و به‌صورت نمک‌های کلسیم و فسفات انجام می‌شود.

نکته در پایان سن رشد، تولید تودهٔ استخوانی جدید و همچنین یاخته‌های استخوانی جدید، متوقف می‌شود. در نتیجه، **جگالی استخوان‌ها کم می‌شود و افزایشی در طول آن‌ها نیز مشاهده نمی‌شود.** *این کم شدن جگالی استخوان رو یادتون باشه. آخر همین درسنامه دوباره میایم سراغش تا رابع به پوکی استخوان حرف بزنیم.*

تخریب استخوان‌ها

شکستگی استخوان‌ها به دو صورت وجود دارد: ۱- شکستگی‌های میکروسکوپی و ۲- شکستگی‌های ماکروسکوپی.

❑ شکستگی‌های میکروسکوپی

به‌طور طبیعی، **هنگام حرکات معمول بدن،** شکستگی‌های میکروسکوپی در استخوان‌ها ایجاد می‌شود. این شکستگی‌ها، **دائماً** در استخوان‌ها ایجاد و سپس ترمیم می‌شوند. بنابراین، مشکلی برای بدن ایجاد نمی‌کنند و **رخ دادن آن‌ها، طبیعی** است.

❑ شکستگی‌های ماکروسکوپی

اما چیزی که ما از اون به عنوان شکستگی استخوان یاد می‌کنیم، شکستگی‌های ماکروسکوپی هستند. **هنگام صدمه دیدن استخوان‌ها،** مثل آسیب‌های مکانیکی، شکستگی استخوان رخ می‌دهد. در این حالت، **یاخته‌های نزدیک محل شکستگی، یاخته‌های استخوانی جدید را می‌سازند** که جایگزین یاخته‌های آسیب‌دیده می‌شود. پس از چند هفته، تشکیل بافت استخوانی به پایان می‌رسد و شکستگی بهبود می‌یابد.

پس اینجا یه نکته رو متوجه شدیم و اونم اینکه، حتی بعد از پایان سن رشد هم امکان تولید یاخته‌های استخوانی جدید وجود داره. کی؟ وقتی که شکستگی در استخوان رخ بده. بنابراین، اینجوری نیست که فقط تولید یاخته‌های استخوانی مربوط به سن رشد باشه اما طبیعیش اینه که فقط تا آخر سن رشد باشه و بعد از اون، در شرایطی رخ میده که استخوان آسیب دیده باشه و هدف از تولید یاختهٔ استخوانی هم دیگه رشد استخوان نیست بلکه ترمیم استخوان هست.

شکل «شکستگی ناشی از صدمه در سر استخوان ران»

- ✓ احتمال شکستگی در بخش‌های مختلف استخوان ران وجود دارد.
- ✓ در تصویر رادیوگرافی، بافت استخوانی سفیدتر از بافت‌های اطراف دیده می‌شود. بافت استخوانی متراکم نیز سفیدتر از بافت استخوانی اسفنجی دیده می‌شود. می‌توان گفت که به‌طور کلی، هرچقدر تراکم بافت بیشتر باشد، در تصویر رادیوگرافی سفیدتر دیده می‌شود.

تأثیر هورمون‌ها بر ساخت و تخریب استخوان

استخوان‌ها، در **پاسخ به علائم هورمونی** ساخته و تخریب می‌شوند. *این که دقیقاً این هورمون‌ها چی هستند و چی‌کار می‌کنن و چرا ترشح می‌شن، واسه فصل (۴) هست و فعلاً کاری بهش نداریم. اینجا فقط یه اشاره‌ای به هورمون‌های مؤثر در این فرایند می‌کنیم و باز هم توضیحات کاملش بمونه واسه جای خودش.*

❑ افزایش مادهٔ زمینه‌ای استخوان

کلسی‌تونین: این هورمون، رسوب کلسیم در استخوان را افزایش می‌دهد و منجر به زیاد شدن جگالی استخوان می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۷ یازدهم] معمولاً در زن‌های سالم، در سن ۴۵ تا ۵۰ سالگی، یائسگی رخ می‌دهد. در یائسگی، تخمدان‌ها غیرفعال می‌شوند و در نتیجه، ترشح هورمون‌های جنسی از تخمدان‌ها متوقف می‌شود. به همین دلیل و با توجه به نقش هورمون‌های جنسی در ساخت استخوان، احتمال بروز پوکی استخوان در زنان یائسه بیشتر است.

☐ کاهش مادهٔ زمینه‌ای استخوان

هورمون پاراتیروئیدی: هنگامی که مقدار کلسیم خون کم شده باشد، هورمون پاراتیروئیدی، میزان تخریب بافت استخوانی را افزایش می‌دهد. در نتیجه، کلسیم مادهٔ زمینه‌ای استخوان وارد خون می‌شود و مقدار آن در خون زیاد می‌شود.

☐ پوکی استخوان

در حالت طبیعی، لازم است که بین ساخت و تخریب استخوان تعادل وجود داشته باشد. اگر این تعادل بر هم بخورد و میزان تخریب استخوان زیاد شود، استخوان **ضعیف و شکننده** می‌شود. به این حالت، پوکی استخوان می‌گویند.

سؤال چه عواملی در تخریب استخوان مؤثر هستند؟

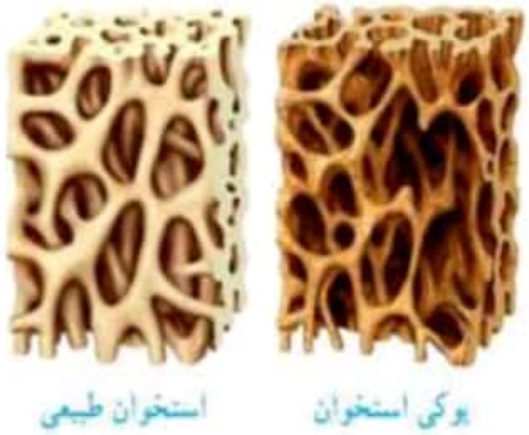
هر عاملی که میزان کلسیم در دسترس استخوان‌ها را کاهش دهد یا منجر به تخریب بافت استخوانی شود:

۱- کمبود ویتامین D و کلسیم در رژیم غذایی: منجر به کاهش جذب کلسیم در رودهٔ باریک می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] ویتامین D، جذب کلسیم در روده را افزایش می‌دهد و در نتیجه، کمبود آن منجر به کاهش جذب کلسیم در روده می‌شود. فعال‌شدن ویتامین D، تحت تأثیر هورمون پاراتیروئیدی انجام می‌شود و به همین دلیل، کاهش ترشح هورمون پاراتیروئیدی در کاهش جذب کلسیم در روده مؤثر است.

۲- مصرف نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات: جلوی رسوب کلسیم در استخوان‌ها را می‌گیرد.

۳- مصرف نوشابه‌های گازدار: نیز منجر به تخریب بافت استخوانی می‌شود.



پوکی استخوان — استخوان طبیعی

نکته در پوکی استخوان، چگالی استخوان کاهش می‌یابد و **اندازهٔ حفرات موجود در بافت استخوانی افزایش می‌یابد.**

شکل «مقایسهٔ استخوان طبیعی با استخوان دچار پوکی»

✓ در استخوان مبتلا به پوکی نسبت به استخوان طبیعی، اندازهٔ حفرات بافت اسفنجی بیشتر و مقدار ماده‌ی زمینه‌ای کم‌تر است.

فعالیت کتاب درسی

تراکم تودهٔ استخوانی

به‌طور کلی، تراکم تودهٔ استخوانی در زنان و مردان با هم تفاوت دارد.

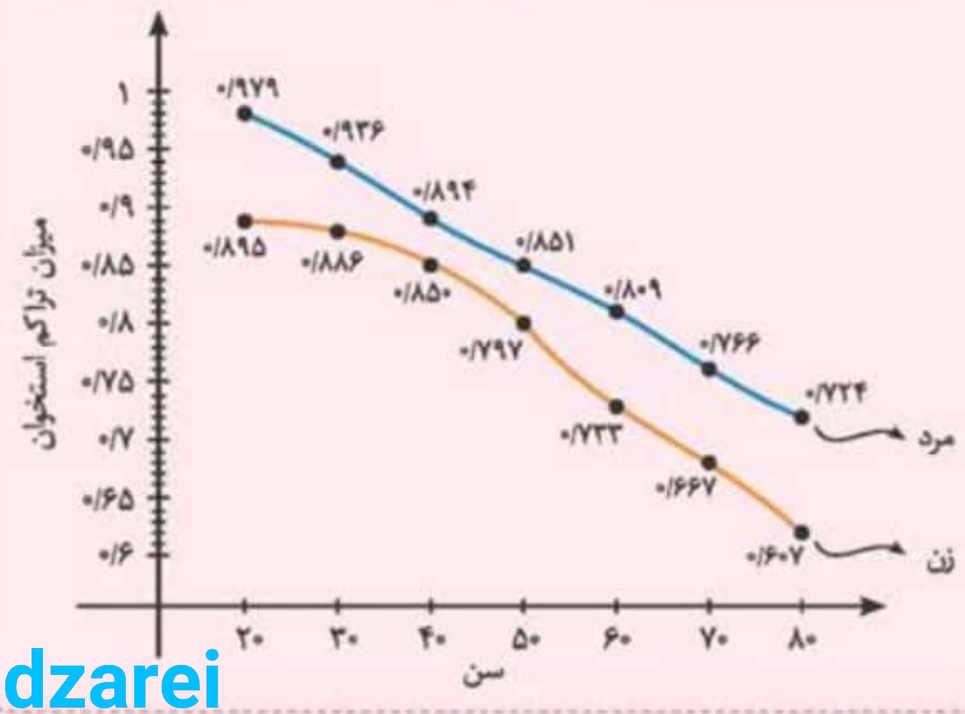
با توجه به جدول:

میانگین تراکم استخوان		
سن	زن	مرد
۲۰	۰/۸۹۵	۰/۹۷۹
۳۰	۰/۸۸۶	۰/۹۳۶
۴۰	۰/۸۵۰	۰/۸۹۴
۵۰	۰/۷۹۷	۰/۸۵۱
۶۰	۰/۷۳۳	۰/۸۰۹
۷۰	۰/۶۶۷	۰/۷۶۶
۸۰	۰/۶۰۷	۰/۷۲۴

۱- منحنی تغییر تراکم تودهٔ استخوانی را در دو جنس رسم کنید.

۲- در کدام جنس، تراکم استخوان بالاتر است؟ مردان

۳- بین سنین ۲۰ تا ۵۰ سالگی، شدت تغییرات تراکم استخوان در مردان بیشتر است یا زنان؟ مردان



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۵ مفصل‌ها، محل اتصال استخوان‌ها

به **محل اتصال استخوان‌ها** به یکدیگر، **مفصل** گفته می‌شود. مفصل‌ها به دو دستهٔ **متحرک** و **ثابت** تقسیم می‌شوند.

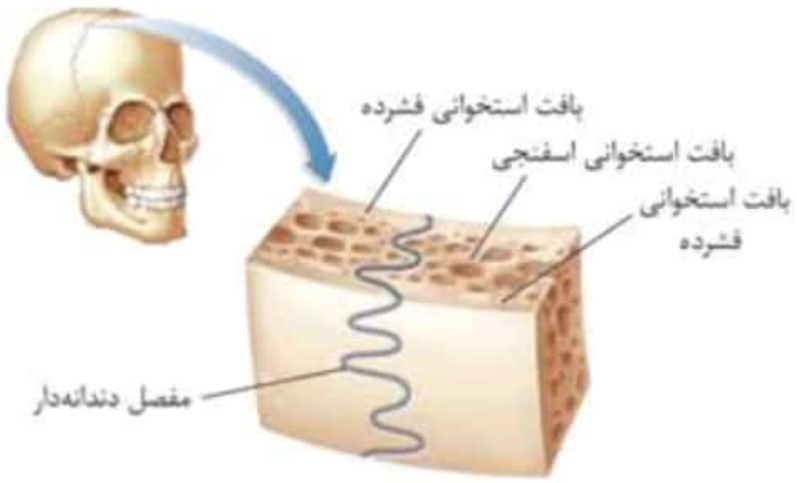
یادآوری در علوم هشتم خواندیم که مفصل‌ها در بدن انواع متفاوتی دارند. بعضی از مفصل‌ها در جهت‌های مختلفی می‌چرخند؛ مانند مفصل بین بازو و شانه. بعضی از آن‌ها فقط در یک جهت خاص حرکت می‌کنند؛ مثل آرنج. بعضی از مفصل‌ها، حرکات محدودی دارند؛ مثل مفصل بین دنده‌ها و ستون مهره‌ها بعضی از مفصل‌ها نیز حرکت ندارند و کاملاً ثابت‌اند؛ مثل مفصل بین استخوان‌های جمجمه.

مفصل‌های غیرمتحرک (ثابت)

مثال **مفصل استخوان‌های جمجمه**

جمجمه، از چندین استخوان تشکیل شده است که لبه‌های دندانه‌دار آن‌ها در هم فرو رفته و محکم شده‌اند[1].

نکته تنها مفصل متحرک در جمجمه، مربوط به آروارهٔ پایین است[2].



شکل «مفصل ثابت در استخوان‌های جمجمه»

- ✓ جمجمهٔ انسان، ساختاری استخوانی است که از چند (نه یک) استخوان تشکیل شده است.
- ✓ استخوان‌های چهره، جزء استخوان‌های جمجمه محسوب می‌شوند.
- ✓ در جمجمهٔ انسان، حداقل ۱۰ نوع استخوان وجود دارد[3].

مفصل‌های متحرک

مفصل‌های **لغزنده** (بین مهره‌ها)، مفصل‌های **لولایی** (زانو و انگشتان) و مفصل‌های **گوی و کاسه** (بین ران و لگن)، انواعی از مفصل‌های متحرک هستند.

نکته اتصال استخوان‌ها به یکدیگر در محل مفصل‌ها، توسط کپسول مفصلی (در مفصل‌های متحرک)، رباط‌ها و همچنین زردپی انجام می‌شود.

نکته رباط نوعی بافت پیوندی رشته‌ای محکم است که استخوان‌ها را به یکدیگر متصل می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ ـ فصل ۲ دهم] بافت پیوندی رشته‌ای، نوعی بافت پیوندی متراکم است. بافت پیوندی متراکم، نوعی بافت پیوندی است که در آن، میزان رشته‌های کلاژن زیاد است، ولی تعداد یاخته‌ها و میزان مادهٔ زمینه‌ای کم است. مقاومت این بافت در مقابل کشش، از بافت پیوندی سست بیشتر است.

نکته بیشتر مفصل‌ها قابلیت حرکت دارند و تعداد مفصل‌های ثابت در بدن انسان، کم است.

شکل «انواع مفصل متحرک»

- ✓ در مفصل گوی و کاسه، احتمال حرکت در جهات مختلف (نه همهٔ جهات) وجود دارد.
- ✓ در مفصل لولایی، فقط حرکت در دو جهت امکان‌پذیر است.
- ✓ در مفصل لغزنده، استخوان‌ها در چهار جهت روی یکدیگر می‌لغزند.

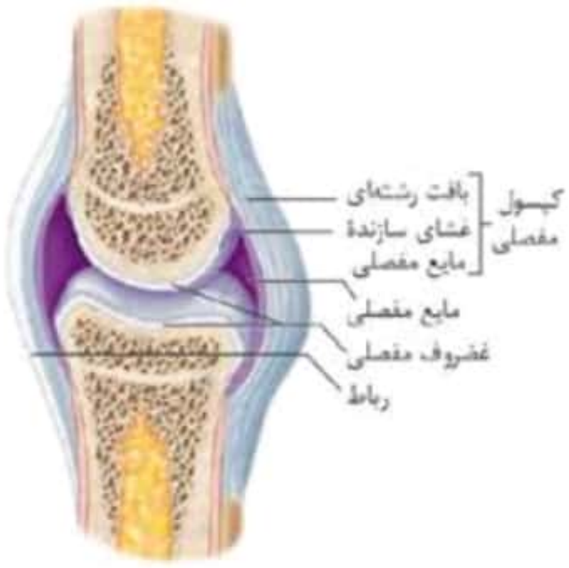
۱- به مفصل بین استخوان‌های جمجمه، Suture گفته می‌شود. Suture به‌معنای بخیه است و علت نام‌گذاری آن، شکل محل اتصال استخوان‌های جمجمه است.

۲- مفصل آروارهٔ پایین، نوعی مفصل ترکیبی (Combination Joint) است. ویژگی‌های این مفصل در کتاب درسی ذکر نشده است و توضیح دربارهٔ آن، خارج از بحث کتاب درسی است.

۳- [illegible]

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سؤال چه عواملی، به حرکت استخوان‌ها در مفصل‌های متحرک، کمک می‌کند؟



۱- کپسول رشته‌ای: کپسولی از جنس **بافت پیوندی رشته‌ای**، استخوان‌ها را احاطه و آن‌ها را به هم وصل می‌کند. درون این کپسول، توسط **مایع مفصلی لغزنده** پر شده است. این مایع مفصلی، اصطکاک استخوان‌ها را کاهش می‌دهد و **حرکت آن‌ها بر روی یکدیگر را تسهیل می‌کند.**

نکته غشای سازندهٔ مایع مفصلی، جزئی از کپسول مفصلی است و در سطح داخلی آن قرار دارد.

۲- سطح صیقلی غضروف روی استخوان: سطح صیقلی غضروف‌ها نیز مشابه مایع مفصلی لغزنده، با کاهش اصطکاک بین استخوان‌ها، حرکت آن‌ها در مفصل را آسان‌تر می‌کند.

نکته مایع مفصلی و سطح صیقلی غضروف، با جلوگیری از ساییدگی استخوان‌ها بر روی یکدیگر، به استخوان‌ها امکان می‌دهد سالیان متمادی در مجاور هم حرکت کنند.

برای این‌که بهتر بفهمین کار غضروف چیه، متن زیر رو می‌تونین بخونین. البته خارج از کتاب است و فقط برای اطلاع بیشتر آوردیم.

آرتروز، نوعی بیماری مفصلی است که علت آن، تخریب پیش‌رونده در غضروف مفاصل است.

مفصل لولایی: نوعی مفصل متحرک

در بیماری آرتروز غضروف‌ها نازک شده و به تدریج در برخی نواحی از بین می‌رود که باعث می‌شود استخوان‌های زیر غضروفها به همدیگر ساییده شوند. نهایتاً درد، التهاب و کاهش حرکت در مفصل به وجود آید. به مرور زمان، مفصل شکل طبیعی خودش را از دست می‌دهد و زواندی استخوانی در لبه‌های آن ایجاد می‌گردد که خود باعث درد و ناراحتی بیشتر می‌شود.

نکته کارکرد زیاد، ضربات، آسیب‌ها و بعضی بیماری‌ها، منجر به تخریب سطح صیقلی غضروف مفصلی می‌شود. در حالت معمول، بدن می‌تواند این آسیب را ترمیم کند، ولی اگر سرعت تخریب بیشتر از ترمیم باشد، می‌تواند منجر به بیماری‌های مفصلی شود.

التهاب مفصل در بیماری نقرس

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۵ دهم] اوریک‌اسید، یکی از مواد دفعی نیتروژن‌دار در انسان است. اوریک‌اسید انحلال‌پذیری زیادی در آب ندارد. بنابراین، تمایل آن به رسوب‌کردن و تشکیل بلور، زیاد است. رسوب بلورهای اوریک‌اسید در مفاصل، باعث بیماری نقرس می‌شود. نقرس یکی از بیماری‌های مفصلی است که با دردناک‌شدن مفاصل و التهاب آن‌ها همراه است.

شکل «بخش‌های تشکیل‌دهندهٔ مفصل»

- ✓ پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی، در سطح داخلی کپسول مفصلی قرار دارد.
- ✓ بر روی دو سر استخوان دراز، یک غضروف مفصلی قرار دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

ماهیچه و حرکت

درسنامه ۶ ماهیچه‌ها و وظایف آن‌ها

رسیدیم به بخش خیلی مهم‌تر فصل. بیشتر سؤالات این فصل از همین قسمت مطرح می‌شن و یه مقداری هم اینجا سفت‌تره. ولی تضمین می‌کنیم که اگه درسنامه رو با دقت بخونین، آخرش دیگه همهٔ سؤالا رو راحت جواب بدین. اول از همه یه نگاهی به کتاب سال پیش داشته باشیم.

آن‌چه گذشت [فصل‌های ۲ و ۴ دهم] در بدن انسان، ۳ نوع بافت ماهیچه‌ای وجود دارد: ماهیچهٔ صاف، ماهیچهٔ قلبی و ماهیچهٔ اسکلتی. جدول زیر، خلاصه‌ای از ویژگی‌های این بافت‌های ماهیچه‌ای را بیان می‌کند.

نام بافت	اسکلتی (مخطط)	قلبی	صاف
ساختار	سلول‌های استوانه‌ای‌شکل	سلول‌های استوانه‌ای‌شکل منشعب	سلول‌های دوکی‌شکل
عمل	ارادی (و گاهی غیرارادی)	غیرارادی	غیرارادی
رنگ	قرمز	قرمز	سفید ـ صورتی
تعداد هسته	چندهسته‌ای	یک یا چند هسته	معمولاً تک‌هسته‌ای
محل هسته	حاشیهٔ سلول	مرکز سلول	مرکز سلول
مثال	ماهیچه‌های متصل به استخوان، دیافراگم، ماهیچه‌های ابتدای مری و اسفنکتر خارجی مخرج و ...	لایهٔ میانی قلب (میوکارد)	اندام‌های داخلی بدن که فعالیت غیرارادی دارند (به‌جز قلب)؛ مثل دستگاه گوارش

در بدن انسان، بیش از ۶۰۰ ماهیچهٔ اسکلتی وجود دارد. بسیاری از حرکات بدن، در نتیجهٔ انقباض این ماهیچه‌ها ایجاد می‌شوند. شکل زیر، بعضی از مهم‌ترین ماهیچه‌های اسکلتی بدن را نشان می‌دهد.

شکل «ماهیچه‌های اسکلتی بدن انسان»

- ماهیچهٔ دو سر هم در بازو و هم در ران وجود دارد. در بازو، ماهیچهٔ دو سر در سطح جلویی قرار دارد ولی در ران، ماهیچهٔ دو سر در سطح پشتی قرار دارد.
- ماهیچه‌های توأم، دو سر ران، سه سر بازو و سرینی در سطح پشتی بدن قرار دارند.
- ماهیچه‌های چهار سر ران، دو سر بازو، سینه‌ای و شکمی در سطح شکمی بدن قرار دارند.
- ماهیچه‌های ذوزنقه‌ای و دلتایی هم در سطح پشتی و هم جلویی دیده می‌شوند.

اعمال ماهیچه‌های اسکلتی

وظیفه	توضیح	مثال
حرکات ارادی	انقباض ماهیچه‌ها، باعث حرکت استخوان‌ها می‌شود.	اکثر ماهیچه‌های اسکلتی
ارتباطات	نوشتن، تکلم، رسم کردن و ایجاد حالات چهره، از راه‌های ارتباطی هستند که با کمک ماهیچه‌های اسکلتی انجام می‌شوند.	زبان، ماهیچه‌های صورت، ماهیچه‌های دست
کنترل دریچه‌های بدن	کنترل بعضی از حفرات بدن، ارادی است.	دهان، بندارهٔ خارجی مخرج، بندارهٔ خارجی میزراه، پلک‌ها
حفظ حالت بدن	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها و انقباض خود، باعث اتصال استخوان‌ها به هم و نگهداری بدن به‌صورت قائم می‌شوند.	مثل ماهیچه‌های گردن[1]
حفظ دمای بدن	سوخت‌وساز در یاخته‌های ماهیچه‌ای، باعث ایجاد گرمای زیادی می‌شود که می‌تواند در حفظ دمای مناسب بدن اثرگذار باشد.	همهٔ ماهیچه‌ها

۱- انقباض خفیفی که در ماهیچه‌ها، در حالت آرامش، وجود دارد و باعث سختی نسبی آن‌ها می‌شود، تونوس ماهیچه‌ای خوانده می‌شود. تونوس ماهیچه‌های گردن و تنه، باعث حفظ وضعیت سر و تنه می‌شود. تونوس ماهیچه‌ها، هنگام به خواب رفتن متوقف می‌شود. به این دلیل، هنگام به خواب رفتن، گرد و پلک‌ها به پایین می‌افتند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] جانداران انرژی می‌گیرند؛ از آن برای انجام فعالیت‌های زیستی خود استفاده می‌کنند و بخشی از آن را به صورت گرما از دست می‌دهند؛ مثلاً گنجشک غذا می‌خورد و از انرژی آن، برای گرم کردن بدن و نیز برای پرواز و جست‌وجوی غذا استفاده می‌کند.

نکته همهٔ ماهیچه‌های اسکلتی باعث حرکت استخوان نمی‌شوند. مثلاً، ماهیچه‌های اطراف چشم، در باز و بسته کردن چشم یا جابه‌جایی کرهٔ چشم نقش دارند. همچنین ماهیچه‌های اسکلتی بندارهٔ‌های خارجی میزراه و مخرج، در باز و بسته کردن بنداره مؤثر هستند، نه حرکت استخوان‌ها.

عملکرد ماهیچه‌های متقابل

بسیاری از ماهیچه‌های اسکلتی بدن انسان، به صورت جفت و متقابل سازمان‌یابی شده‌اند. حرکت متقابل این ماهیچه‌ها، منجر به حرکت اندام می‌شود. منظور از حرکت متقابل این است که در هر زمان، فقط یکی از این ماهیچه‌ها منقبض می‌شود و ماهیچهٔ متقابل، در حالت استراحت است. *چرا ماهیچه‌های اسکلتی باید به‌صورت جفت عمل کنند؟*

گفتیم که ماهیچه‌های اسکلتی به استخوان متصل هستند و با انقباض خود، منجر به حرکت استخوان‌ها می‌شوند. وقتی ماهیچه منقبض می‌شود، طول آن کوتاه می‌شود و **استخوان را در جهتی خاص می‌کشد، اما ماهیچه قادر به هل دادن ماهیچه نیست.** در نتیجه، بازگشت استخوان به حالت اولیهٔ خود، با کمک ماهیچهٔ متقابل انجام می‌شود. وقتی که ماهیچهٔ متقابل منقبض می‌شود، استخوان را به سمت خود می‌کشد. چون نحوهٔ قرارگیری ماهیچهٔ متقابل و اتصال آن به استخوان برعکس ماهیچهٔ اول است، **حرکت استخوان توسط ماهیچهٔ متقابل نیز در جهت معکوس ماهیچهٔ اول انجام می‌شود** و استخوان به حالت اولیهٔ خود برمی‌گردد.

مثال **بالا و پایین رفتن استخوان ساق پا توسط ماهیچه‌های چهار سر و پشت ران**[1]

وقتی که ماهیچهٔ روی ران (ماهیچهٔ چهار سر) منقبض می‌شود، ساق پا را به سمت بالا می‌کشد ولی نمی‌تواند آن را به سمت پایین هل دهد. با انقباض ماهیچهٔ عقب ران، ساق پا به سمت پایین کشیده می‌شود.

نکته هنگامی که یکی از جفت ماهیچه‌های متقابل در حال انقباض است، ماهیچهٔ دیگر در حالت استراحت است.

شکل «عملکرد ماهیچه‌های متقابل»

- ✓ در هنگام انقباض ماهیچهٔ دو سر جلوی بازو، ساعد دست بالا می‌آید. هنگام انقباض ماهیچهٔ سه سر پشت بازو، ساعد دست پایین می‌رود.
- ✓ زمانی که ماهیچهٔ سه سر بازو در حالت انقباض است، ساعد و بازو در یک راستا قرار می‌گیرند.

---

۱. بالا و پایین رفتن ساق پا) توسط ماهیچه‌های (همسترینگ) Hamstring در پشت ران انجام می‌شود.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

انعکاس

در ابتدای درسنامه گفتیم که ماهیچه‌های صاف و قلبی، فقط عمل غیرارادی دارند. **ماهیچه‌های اسکلتی تحت کنترل ارادی هستند، اما می‌توانند به‌صورت غیرارادی هم منقبض شوند.** مثلاً، دیافراگم نوعی ماهیچهٔ اسکلتی است که کنترل آن به صورت ارادی نیز ممکن است *(شک دارین روی این موضوع؟ امتحانش ساده است. اول از همه یک نفس عمیق بکشین! خُب همین دم عمیق نشون داد که شما می‌تونین دیافراگم رو کنترل کنید.)* اما معمولاً به صورت غیرارادی منقبض می‌شود. به طور کلی، **انعکاس‌های ماهیچه‌ای شامل انقباضاتی می‌شوند که به‌صورت غیرارادی انجام می‌شوند.** مثلاً وقتی که جسم داغی به انگشتانتان برخورد می‌کند، سریع دست خود را عقب می‌کشید. این عقب کشیدن دست، نوعی انعکاس حفاظتی است که شما در انجام آن هیچ اراده‌ای ندارید.

مثال بلع، استفراغ، دفع مدفوع، تنفس، سرفه، عطسه و تخلیهٔ مثانه، نمونه‌ای از انعکاس‌های بدن هستند. *همونطور که مشخصه، ماهیچه‌های صاف هم در انعکاس‌ها می‌تونن نقش داشته باشن؛ مثل انعکاس تخلیهٔ مثانه.*

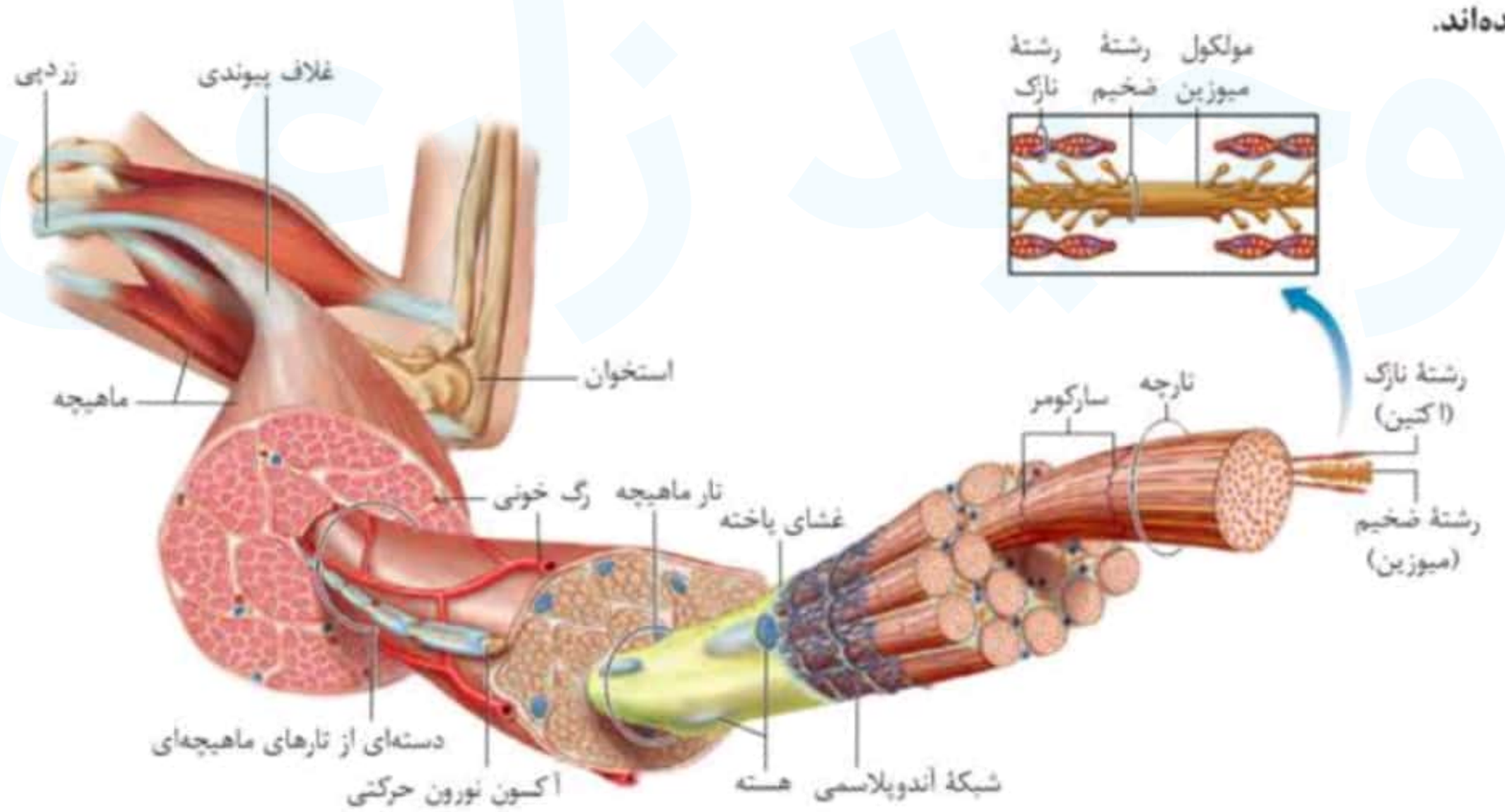
درسنامهٔ ۷ بافت‌شناسی ماهیچهٔ اسکلتی

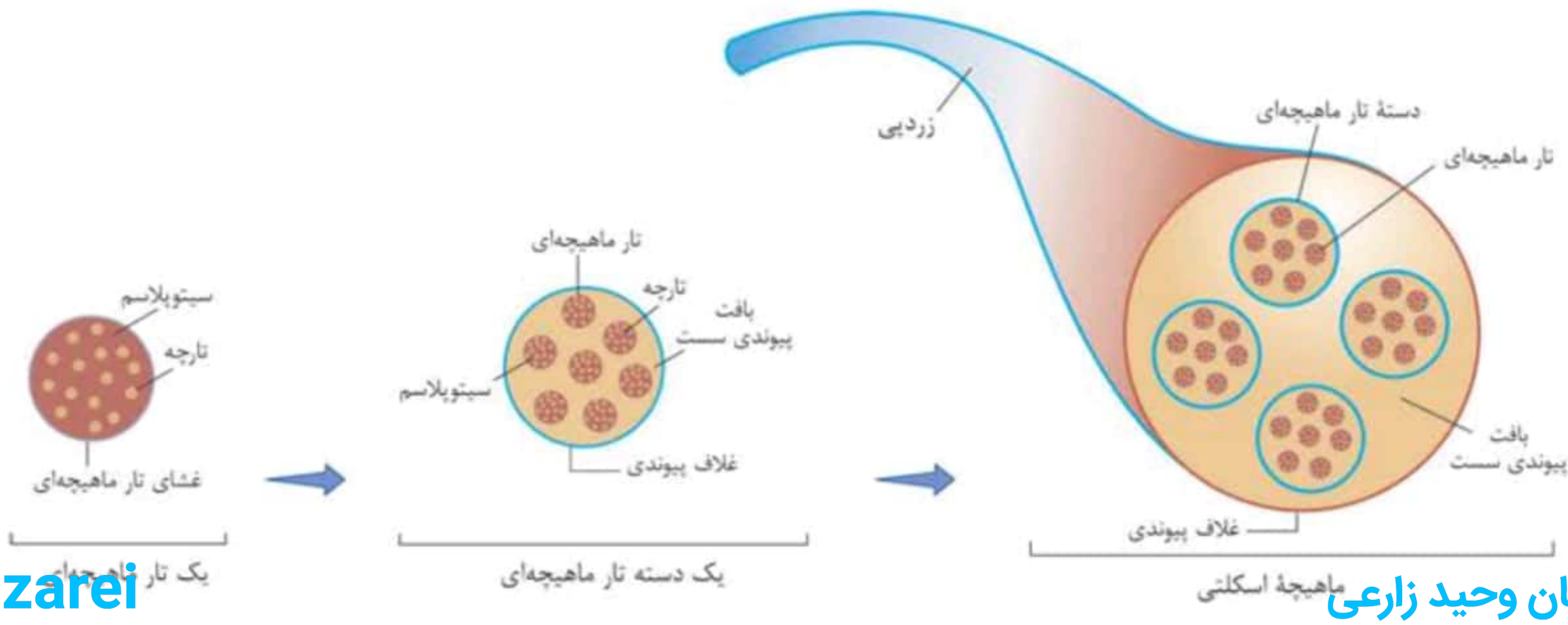
نمی‌دونم این فصل چرا اینجوریه که هرچی می‌ریم جلوتر، سخت‌تر و مهم‌تر میشه. از اینجا به بعد، باید خیلی به شباهت‌ها و تفاوت‌ها دقت کنید. اینجا می‌خوایم ساختار بافتی ماهیچه‌های اسکلتی رو بررسی کنیم. برای همین، از سطح یاخته شروع می‌کنیم و می‌ریم بالا.

۱- تار ماهیچه‌ای: به هر یاختهٔ ماهیچه‌ای، یک تار ماهیچه‌ای گفته می‌شود.

۲- دسته تار ماهیچه‌ای: در ساختار ماهیچهٔ اسکلتی، تعدادی تار ماهیچه‌ای در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و یک دسته تار ماهیچه‌ای را ایجاد می‌کنند. بنابراین، هر دسته تار، شامل تعدادی تار ماهیچه‌ای است و **اطراف این تارها، غلافی از بافت پیوندی وجود دارد.**

۳- ماهیچه: دسته‌های تارهای ماهیچه‌ای در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و ماهیچه را به‌وجود می‌آورند. **این دسته تارها، با غلافی از بافت پیوندی رشته‌ایِ محکم احاطه شده‌اند.**





@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

زردپی

غلاف‌های پیوندی اطراف ماهیچه، در انتها به‌صورت **طناب (نوار) محکمی** به نام **زردپی** درمی‌آیند. زردپی‌های دو انتهای ماهیچه، به دو استخوان مختلف متصل می‌شوند. با انقباض ماهیچه، **نیروی انقباض توسط زردپی‌ها به استخوان منتقل می‌شود** و دو استخوان، به سمت یکدیگر کشیده می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ـ فصل ۲ دهم] زردپی، نوعی بافت پیوندی رشته‌ای (متراکم) است.

نکته زردپی‌ها، در اتصال ماهیچه به استخوان و هم‌چنین، اتصال استخوان‌ها به یکدیگر نقش دارند. دقت داشته باشید که **زردپی فقط منحصر به ماهیچهٔ اسکلتی است** و در ارتباط ماهیچهٔ صاف و قلبی دیده نمی‌شود.

نکته نحوهٔ اتصال ماهیچه به استخوان طوری است که معمولاً با **تغییر کوتاهی در طول ماهیچه، استخوان فاصلهٔ زیادی جابه‌جا می‌شود.** مثلاً، با کوتاه شدن حدود یک سانتی‌متر از طول ماهیچهٔ جلوی بازو، ساعد دست فاصلهٔ زیادی را حرکت می‌کند.

تا الان فهمیدیم که ساختار ماهیچه چجوری هست. حالا می‌خوایم بدونیم داخل خود یافتهٔ ماهیچه‌ای چه خبره.

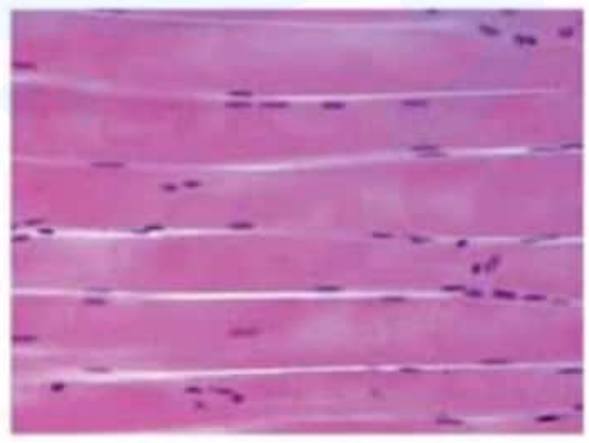
شکل «ساختار ماهیچهٔ اسکلتی»

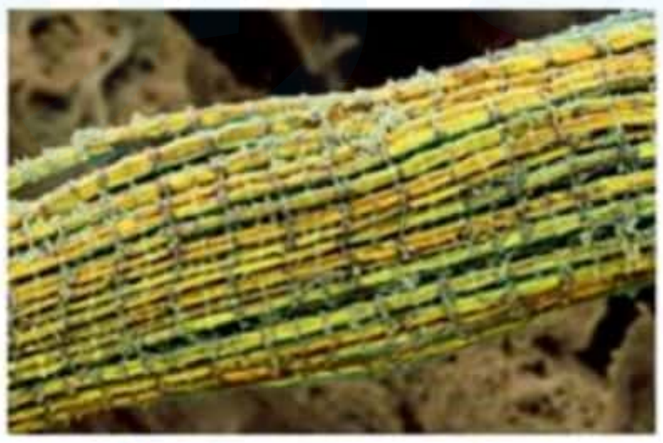
- ✓ در اطراف هر تار ماهیچه‌ای، بافت پیوندی قرار دارد.
- ✓ در اطراف هر دسته تار ماهیچه‌ای، بافت پیوندی رشته‌ای قرار دارد.
- ✓ مجموعهٔ دسته تارهای ماهیچه‌ای، توسط غلافی از بافت پیوندی رشته‌ای احاطه شده است.
- ✓ زردپی، نوعی بافت پیوندی است که در ادامهٔ غلاف پیوندی رشته‌ای ماهیچه قرار دارد و ماهیچه را به استخوان متصل می‌کند.

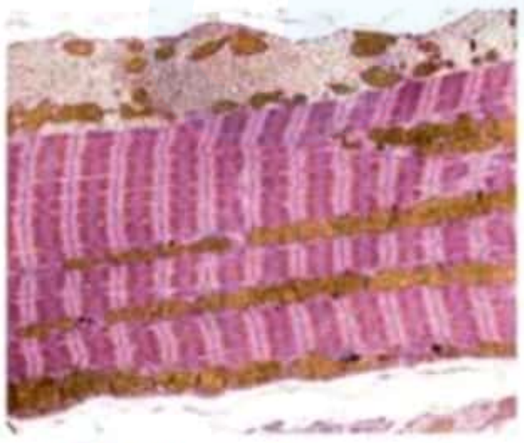
درس‌نامهٔ ۸ ساختار یافتهٔ ماهیچه‌ای

اول این گفتار، راجع به ویژگی‌های انواع ماهیچه‌ها صحبت کردیم، اما حالا می‌خوایم یه بار دیگه چند تا از ویژگی‌های ماهیچهٔ اسکلتی رو بررسی کنیم و این بار، توضیح بدیم که چرا این ویژگی‌ها وجود دارند. آماده‌این؟

نکته اگر یک یافتهٔ ماهیچهٔ اسکلتی را با میکروسکوپ الکترونی بررسی کنیم، یافته‌های ماهیچه‌ای مانند نواری با چندین هسته دیده می‌شوند.


میکروسکوپ نوری (LM)


میکروسکوپ الکترونی (SEM)


میکروسکوپ الکترونی (TEM)

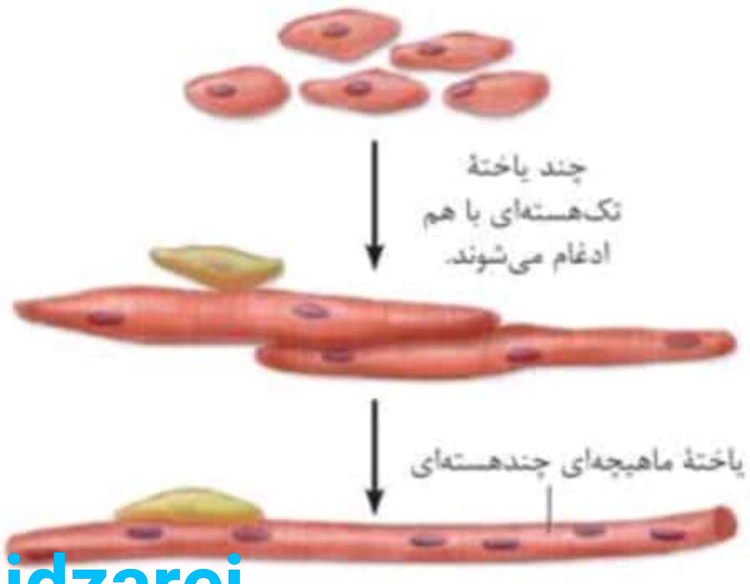
تذکر رنگ‌ها در شکل‌های میکروسکوپی نشان داده‌شده، واقعی نیستند و فقط برای درک بهتر می‌باشند.

نکته یافته‌های ماهیچهٔ اسکلتی، ظاهر نواری (استوانه‌ای شکل) دارند.

۱- یافته‌های ماهیچهٔ اسکلتی، چندهسته‌ای می‌باشند.

در دوران جنینی، یافته‌های ماهیچهٔ اسکلتی به هم می‌پیوندند و یافته‌های چندهسته‌ای را به‌وجود می‌آورند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ـ فصل ۶ یازدهم] گروهی از یافته‌ها، بیش از یک هسته دارند. این حالت، می‌تواند ناشی از تقسیم میتوز بدون تقسیم سیتوپلاسم باشد. یا مشابه حالتی که در ماهیچهٔ اسکلتی وجود دارد، یافته‌های تک‌هسته‌ای به یکدیگر بپیوندند و یافته‌های چندهسته‌ای را پدید آورند.



۲- یافته‌های ماهیچهٔ اسکلتی، برای انقباض، تخصص‌یافته شده‌اند.

درون هر تار ماهیچه‌ای، تعداد زیادی رشته، به نام **تارچهٔ ماهیچه‌ای** وجود دارد که **موازی هم در طول تار ماهیچه‌ای** قرار گرفته‌اند. **تارچه‌ها، دارای پروتئین‌های انقباضی اکتین و میوزین هستند.**

نکته تار ماهیچه‌ای را با تارچه اشتباه نکنید. تار ماهیچه‌ای، همان یافتهٔ ماهیچه‌ای است و تارچه‌ها، ساختارهایی هستند که درون تار ماهیچه‌ای قرار می‌گیرند و در انقباض ماهیچه نقش دارند.

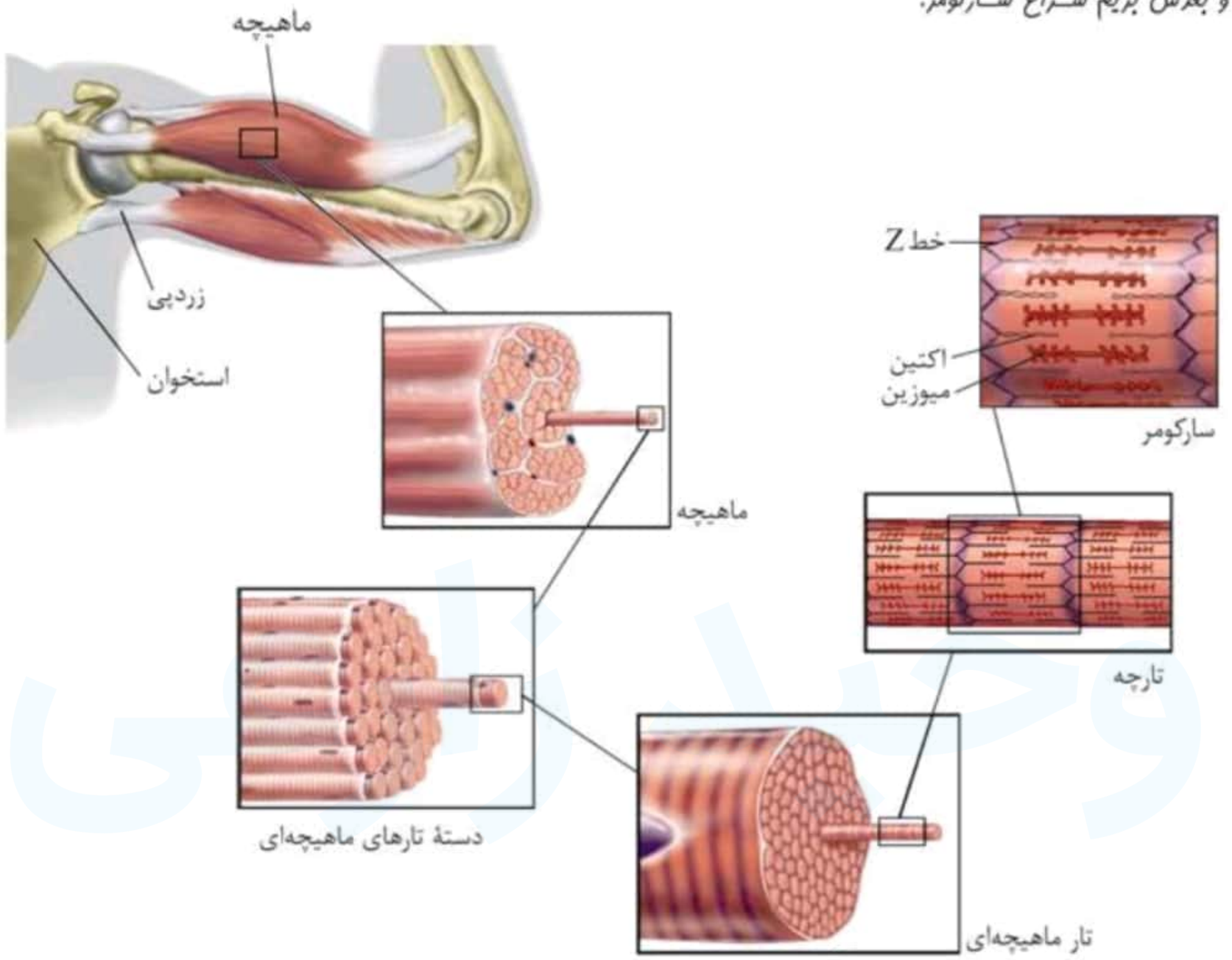
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۳- تارهای ماهیچهٔ اسکلتی، ظاهر مخطط دارند و دارای خط‌های تیره و روشن هستند.

رسیدیم به حساس‌ترین و مهم‌ترین بخش. از اینجا به بعد رو خیلی دقیق بخونین؛ چون حتماً داخل کنکور ازش سؤال میاد. اول یه نکته از دهم.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۴ دهم] یاختهٔ ماهیچهٔ قلبی همانند ماهیچهٔ اسکلتی، دارای ظاهری مخطط است که در آن، واحدهای انقباضی به طور منظم کنار هم قرار گرفته‌اند و انقباض آن‌ها در مجموع، باعث انقباض ماهیچه می‌شود.

حالا این نکته‌ای که گفتیم چه ربطی به اینجا داره؟ خیلی ربط داره! چون می‌خوایم بگیم که اون واحد انقباضی چی هست. هر تارچه، از واحدهای تکراری به نام سارکومر تشکیل شده است که به تار ماهیچه‌ای، ظاهر مخطط می‌دهد. سارکومر، واحد انقباضی ماهیچه است. *اینم ربطش! یه شکل ببینیم و بعدش بریم سراغ سارکومر.*



ساختار سارکومر

در ساختار هر سارکومر، **بخش‌هایی تیره و روشن** دیده می‌شوند که بین دو خط Z قرار دارند. بنابراین، می‌توان گفت که **هر سارکومر، بخش میان دو خط Z است.**

کتاب درسی زیر ذره‌بین

در کتاب درسی، خواسته شده است که با توجه به شکل سارکومر، علت نامگذاری خط Z را حدس بزنید. احتمالاً مؤلف محترم مد نظرش بوده است که شکل ظاهری این خطوط، مشابه حرف Z لاتین است. یا ممکن است به این نکته اشاره داشته باشد که خط Z، انتهای سارکومر قرار دارد و حرف Z نیز آخرین حرف انگلیسی می‌باشد (که البته احتمال بسیار زیاد، مؤلف مورد اول را مد نظر داشته است). اما هر دو حالت، غلط است و علت نام‌گذاری خط Z را به هیچ عنوان نمی‌توان از روی شکل حدس زد. در زبان آلمانی، Zwischenscheibe به معنای حد واسط دو چیز است. حرف اول این کلمه، برای نامگذاری خط Z انتخاب شده است؛ زیرا، دو سارکومر متوالی را از هم جدا می‌کند و بین آن‌ها قرار می‌گیرد.

❑ اکتین و میوزین

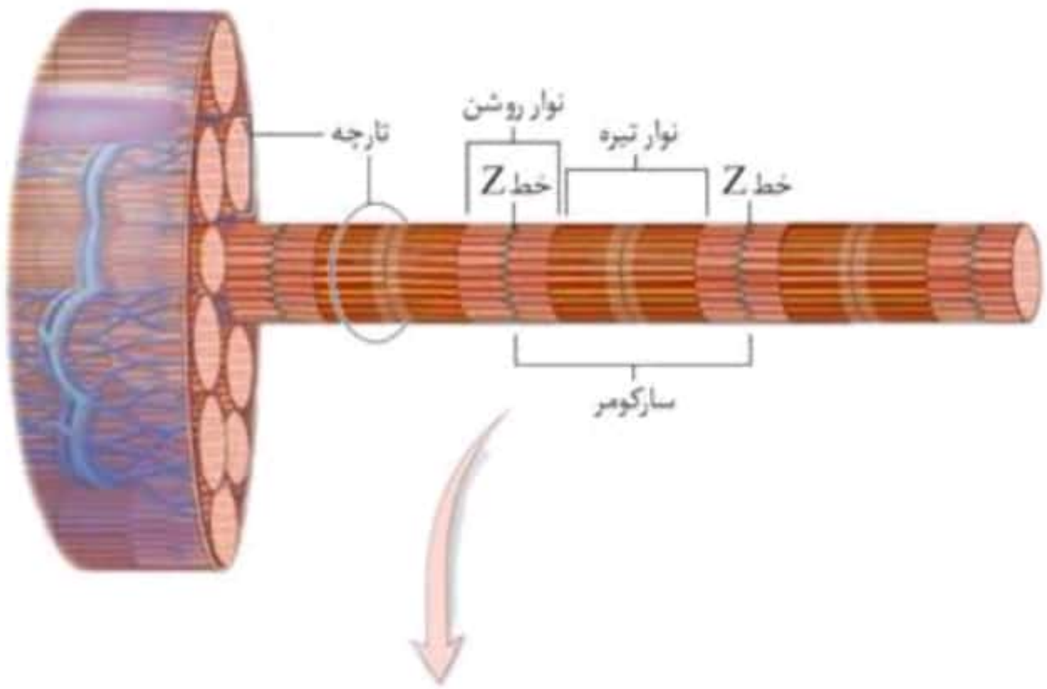
علت ظاهر مخطط سارکومرها، دو نوع رشتهٔ پروتئینی به نام اکتین و میوزین است.

رشته‌های اکتین: **نازک** هستند و از یک طرف **به خط Z متصل می‌شوند.** این رشته‌ها، از انتهای سارکومر به درون سارکومر کشیده شده‌اند.

رشته‌های میوزین: **ضخیم** هستند و **بین رشته‌های اکتین قرار گرفته‌اند.**

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

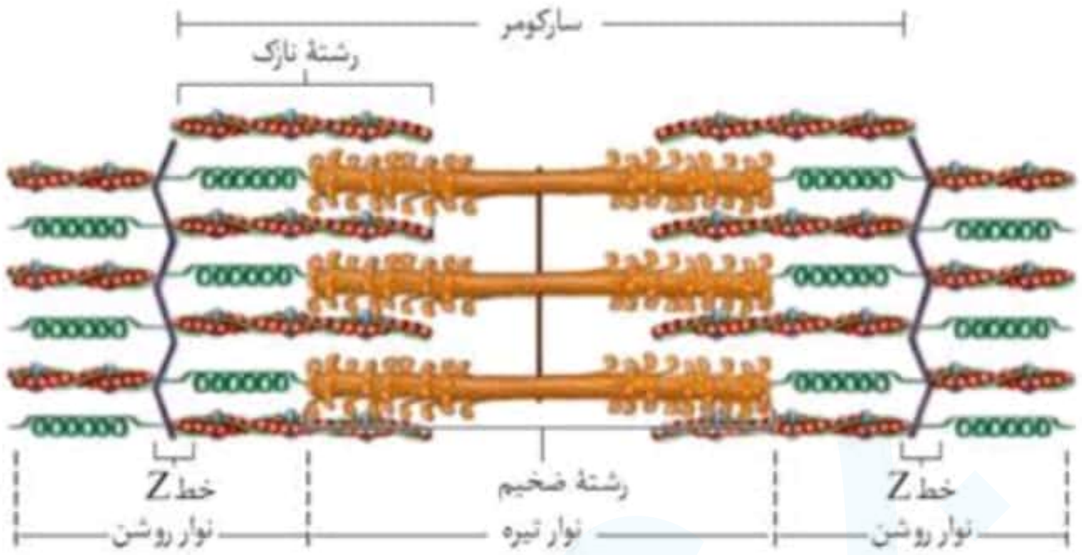
سؤال با توجه به نحوهٔ قرارگیری رشته‌های اکتین و میوزین، علت تیره و روشن دیده‌شدن سارکومرها چیست؟

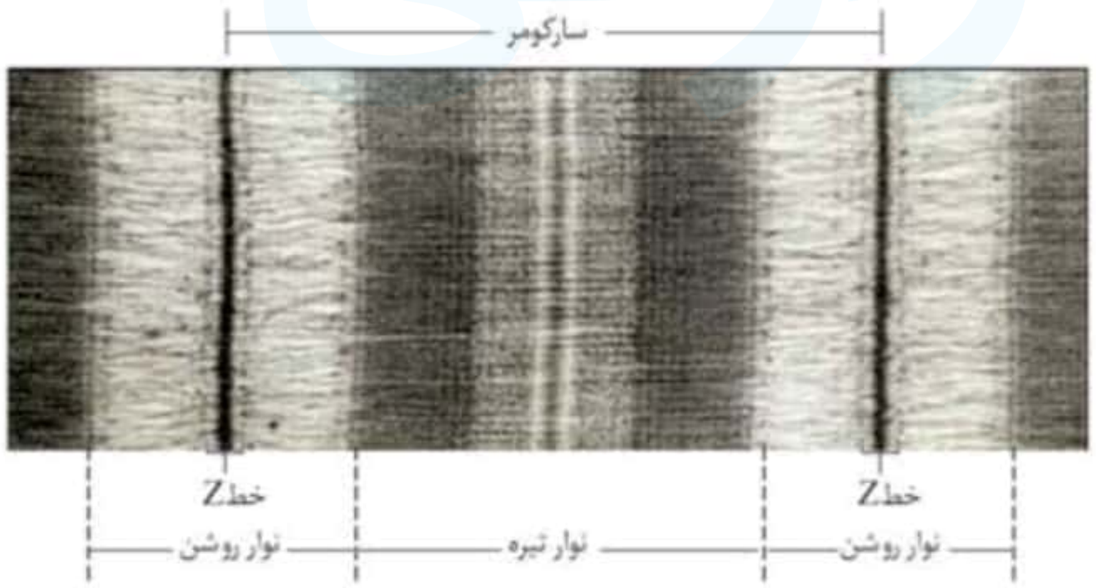


گفتیم که **خطوط Z، در دو انتهای سارکومر قرار می‌گیرند** و بین آن‌ها، رشته‌های نازک اکتین و ضخیم میوزین قرار دارند.

همانطور که در شکل مشخص است، رشته‌های اکتین، مستقیماً به خط Z متصل می‌شوند و در انتهای سارکومر قرار دارند، اما **رشتهٔ میوزین، بین رشته‌های اکتین و در بخش میانی سارکومر قرار دارد.** به همین دلیل، در بخش‌هایی از سارکومر، بین رشته‌های نازک و ضخیم هم‌پوشانی وجود دارد و در بخش‌های دیگر، این هم‌پوشانی وجود ندارد. *خُب، حالا از یه خط Z شروع به حرکت می‌کنیم تا برسیم به خط بعدی. ببینیم وسط راه چیا هست.*

بلافاصله در مجاورت خط Z، نوار روشن قرار دارد. علت روشن بودن این نوار این است که، در آن فقط رشته‌های نازک اکتین وجود دارد. *خُب مشخصه دیگه، چون رشته‌ها نازک هستند و ضخامت کمی دارن، روشن‌تر دیده می‌شن.* **بعد از نوار روشن، نوار تیره قرار دارد.** در دو انتهای نوار تیره، رشته‌های نازک و ضخیم با هم هم‌پوشانی دارند و به همین دلیل، این بخش‌ها تیره دیده می‌شوند. *تا اینجاش که ظاهراً مشکلی نیست. اما وسط نوار تیره، ما فقط میوزین داریم و اینجا تکلیفش چیه؟ اول از همه، اگه به شکل میکروسکوپ الکترونی نگاه کنین، می‌بینین که نسبت به نوار روشن، اینجا تیره‌تر هست، ولی نسبت به بخش‌های دیگهٔ نوار تیره، روشن‌تره. دوماً، راجع به این بخش در کتاب درسی توضیحی داده نشده و هم فیلی مختصر می‌گیم.* در وسط نوار تیره، یک صفحهٔ روشن وجود دارد. در وسط این صفحهٔ روشن نیز یک خط تیره [خط M] قرار دارد[1]. بعد از صفحهٔ روشن، ادامهٔ نوار تیره قرار دارد و بعد از آن، دوباره نوار روشن و سپس، خط Z دیده می‌شود.

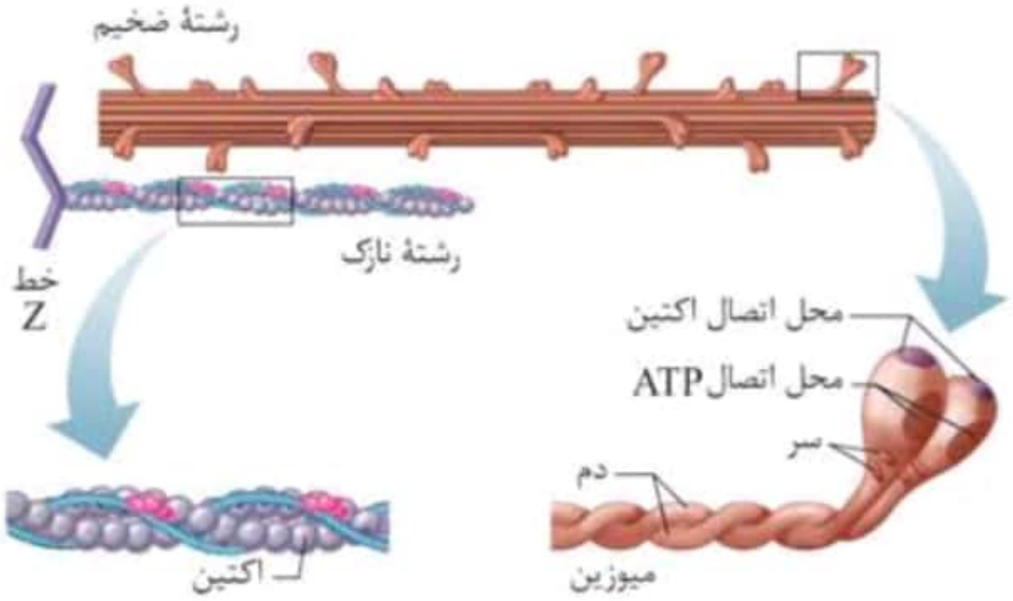




□ بررسی ساختار مولکول اکتین و میوزین

۱- اکتین: در رشتهٔ نازک سارکومر، اکتین وجود دارد. **دو زنجیره** از پروتئین‌های **کروی**، دور یکدیگر پیچیده‌اند و رشتهٔ نازک را ایجاد کرده‌اند. در رشتهٔ نازک، **محل‌هایی برای اتصال سر میوزین** وجود دارد.

۲- میوزین: در ساختار مولکول میوزین، دو بخش متمایز **سر** و **دم** مشاهده می‌شود. میوزین نیز مانند اکتین، از **دو زنجیره** تشکیل شده است. این دو زنجیره در قسمت دم میوزین، دور یکدیگر پیچیده‌اند. در سر میوزین، محلی برای اتصال ATP و محلی برای اتصال اکتین وجود دارد.



۱- حاوی وجود صفحهٔ روشن [هنسن] و خط تیرهٔ M، تفاوت در نحوهٔ آرایش مولکول‌های پروتئینی سازندهٔ این قسمت‌ها می‌باشد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «اجزای یک تار و تارچهٔ ماهیچه‌ای» و «تصویر میکروسکوپی از ساختار ماهیچهٔ مخطط و سارکومر»

- ✓ تمامی قسمت‌هایی از یک سارکومر که در آنجا رشتهٔ ضخیم میوزین قرار دارد، نوار تیره است. حتی اگر قسمت میانی آن که در زیر میکروسکوپ الکترونی، روشن دیده شود، بخشی از نوار تیره است.
- ✓ هر نوار روشن، از دو بخش تشکیل شده است. نیمی از نوار روشن، در یک سارکومر قرار دارد و نیمهٔ دیگر، در سارکومر مجاور قرار دارد. خط Z، در بین این دو نیمه دیده می‌شود.
- ✓ خط Z، ساختاری مشابه رشتهٔ اکتین دارد و نازک است، ولی در زیر میکروسکوپ، به‌صورت یک خط تیره دیده می‌شود. بنابراین، خط Z، نوار تیره و خط تیرهٔ وسط نوار تیره، قسمت‌های تیرهٔ سارکومر هستند.
- ✓ سر مولکول‌های میوزین، فقط در قسمت‌هایی دیده می‌شوند که میوزین و اکتین با یکدیگر هم‌پوشانی دارند. در واقع در صفحهٔ روشن وسط نوار تیره، سر میوزین وجود ندارد.

دیگه ساختار ماهیچه بسه؟ خسته شدین؟ اوکی! دیگه بریم سراغ انقباض ماهیچه. راستی، واسهٔ این درسنامه هیچ جمع‌بندی قرار ندادیم؛ چون بسیار مهم است و باید حتماً کامل بخونیدش!

درسنامهٔ ۹ انقباض در ماهیچهٔ اسکلتی

مکانیسم انقباض ماهیچه رو به دو صورت بررسی می‌کنیم. بار اول، به‌صورت کلی می‌گیم که چه اتفاقی باید بیفته تا طول یافتهٔ ماهیچه‌ای کم بشه. بعد از اون، میایم در سطح مولکولی این فرایند رو بررسی می‌کنیم و توضیح می‌دیم که چجوری این اتفاق می‌افته. پس با ما همراه باشید.

□ شروع انقباض

ماهیچه از کجا میفهمه که کی باید منقبض بشه؟ چه چیزی باعث میشه که ماهیچه‌ها شروع به انقباض کنن؟ برای اینکه یک یافتهٔ ماهیچه‌ای بخواد منقبض بشه، باید تحریک بشه. توسط کی؟ دستگاه عصبی. البته هورمون‌ها هم میتونن باعث تحریک انقباض یافته‌های ماهیچه‌ای بشن ولی در اینجا، کتاب فقط به دستگاه عصبی اشاره میکنه. پس:

۱- تحریک یاختهٔ ماهیچه‌ای: انقباض ماهیچه‌های اسکلتی، پس از تحریک توسط یاختهٔ عصبی آغاز می‌شود. در محل سیناپس، انتقال‌دهندهٔ عصبی از پایانهٔ آکسون یاختهٔ عصبی آزاد و به گیرندهٔ خود در سطح یاختهٔ ماهیچه‌ای متصل می‌شود. در پی اتصال ناقل عصبی به گیرندهٔ خود، **یک موج الکتریکی در طول غشای یاختهٔ ماهیچه‌ای ایجاد می‌شود.**

در فصل (۱) یازدهم گفتیم که وقتی ناقل عصبی به گیرندهٔ خودش در یافتهٔ پس‌سیناپسی (مثل یافتهٔ ماهیچه‌ای در اینجا) متصل میشه، نوعی کانال پروتئینی در غشای یافته باز میشه. در نتیجه، نفوذپذیری غشا تغییر میکنه. تغییر نفوذپذیری غشا همانا و تغییر پتانسیل الکتریکی هم، همان! این پتانسیل الکتریکی، به صورت یک موج الکتریکی، در طول غشای یافتهٔ ماهیچه‌ای به وجود میاد.

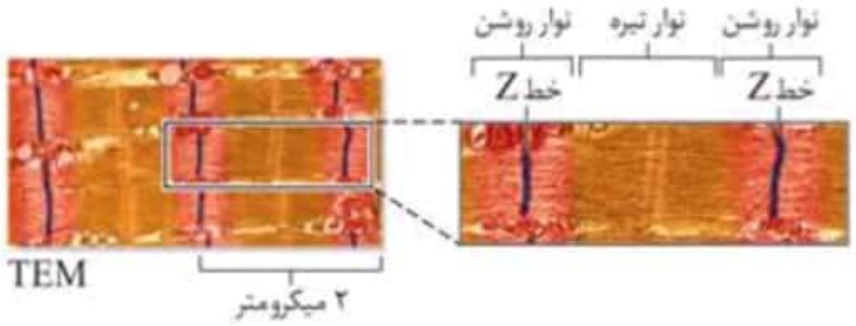
خُب، حالا یافته تحریک شده و میخواد منقبض بشه، چجوری؟

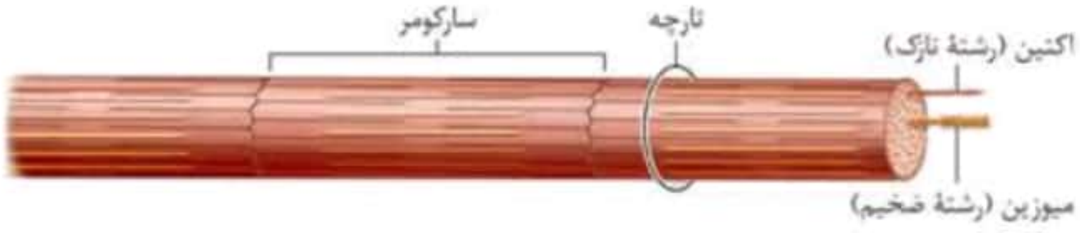
□ انقباض ماهیچه

گفتیم که سارکومرها، واحد انقباضی ماهیچه هستن و از رشته‌های پروتئینی به نام اکتین و میوزین تشکیل شدن. انقباض ماهیچه و کوتاه شدن طول سارکومر، وابسته به برهم‌کنش این مولکول‌هاست:

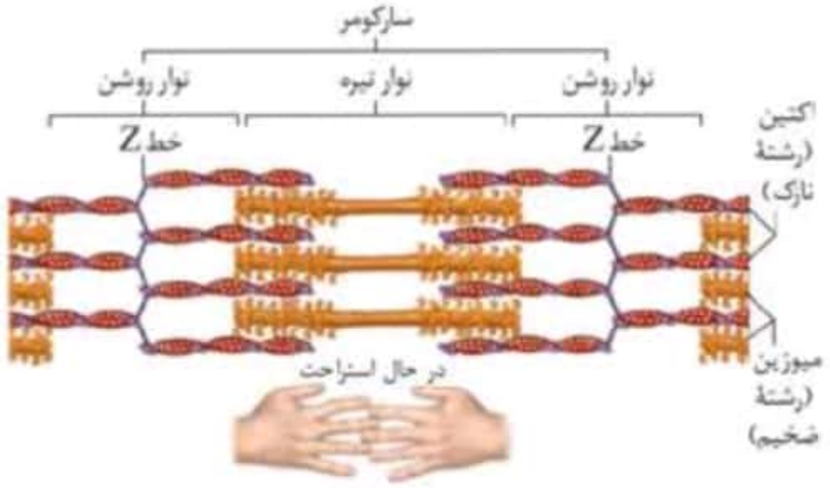
۲- آزاد شدن یون کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی: در پی تحریک یاختهٔ ماهیچه‌ای، یون‌های کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی آزاد می‌شوند.

کلسیم، در انقباض ماهیچه‌ها نقش کلیدی داره، اونم نه فقط ماهیچهٔ اسکلتی. مثلاً یادتون هست که کلسیم باعث انقباض ماهیچهٔ صاف رگها و تنگ شدن رگ می‌شد؟ کلسیم در انعقاد خون هم مؤثر بود و در مادهٔ زمینه‌ای استخوان ذخیره می‌شد.





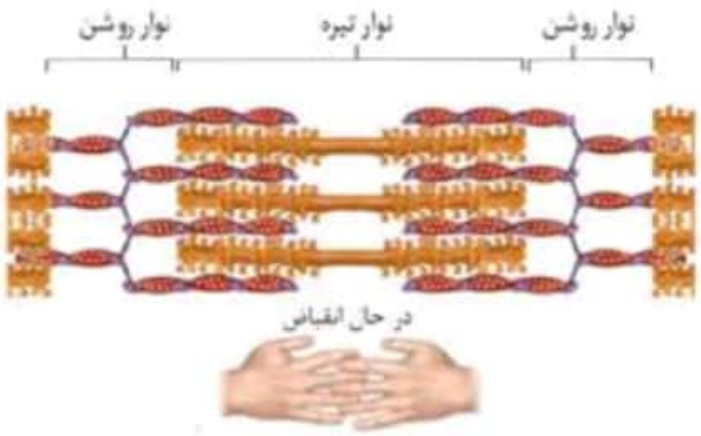
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی



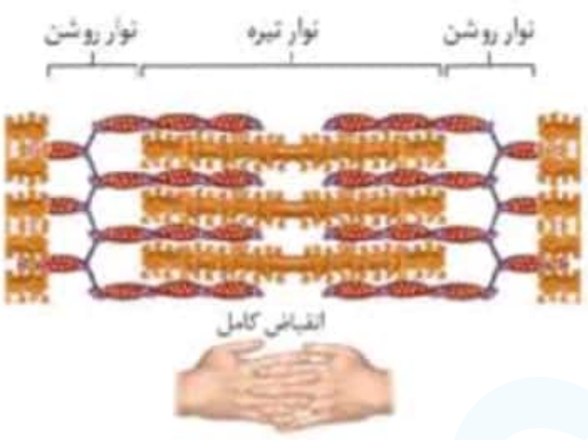
۳- اتصال میوزین به اکتین و تغییر شکل آن: *وقتی اتفاقای قبلی رخ میده و یه‌سری اتفاقای دیگه که در هر کتاب درسی نیست، شکل میوزین تغییر میکنه.* در نتیجهٔ **تغییر شکل میوزین و لغزیدن میوزین و اکتین در مجاورت هم، نهایتاً دو خط Z سارکومر به یکدیگر نزدیک می‌شوند.** با نزدیک شدن خطوط Z به یکدیگر، **طول سارکومر کاهش می‌یابد** و در نتیجه، طول کل یاختهٔ ماهیچه‌ای نیز کم می‌شود.

❑ توقف انقباض ماهیچه

انقباض هم تموم شد! اما قرار نیست که ماهیچه همیشه منقبض باشه. بالأخره، هر چیزی یک پایانی داره! بنابراین، پس از اینکه ماهیچه منقبض شد و کارش رو کرد، باید فرایندهای مربوط به توقف انقباض ماهیچه انجام بشه.



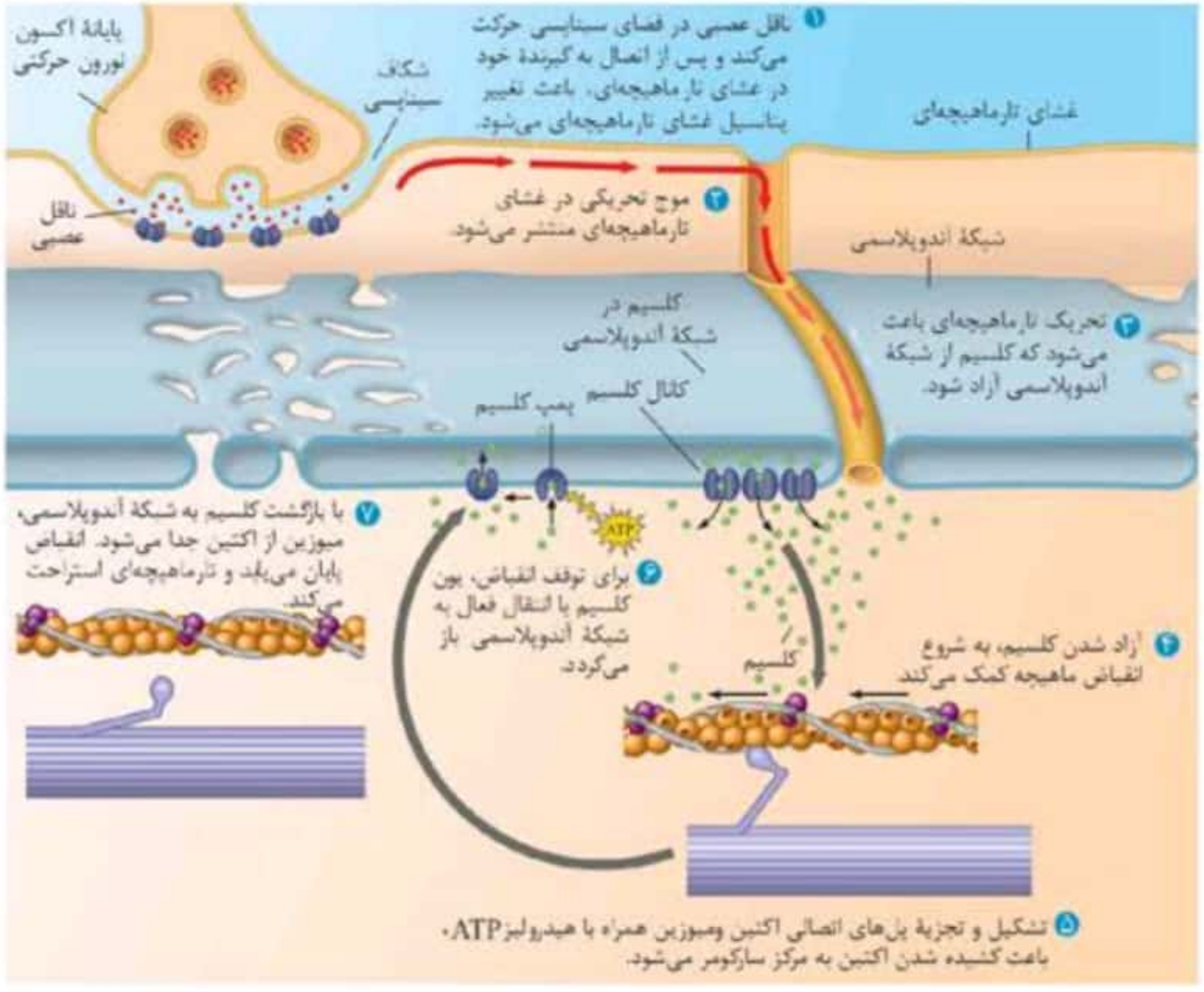
۴- توقف انقباض: پس از آزاد شدن کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی، این یون‌ها به سرعت، با روش **انتقال فعال** به **شبکهٔ آندوپلاسمی** بازگردانده می‌شوند. در نتیجه، اکتین از میوزین جدا می‌شود. **در این حالت، سارکومر تا زمان رسیدن پیام عصبی بعدی در حالت استراحت می‌ماند.**



آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] انتقال فعال، نوعی روش عبور مواد از غشای یاخته است که در آن، مواد در خلاف جهت شیب غلظت و با مصرف انرژی زیستی، جابه‌جا می‌شوند.

شکل «طرح ساده‌ای از انقباض سارکومرها»

- ✓ در هنگام انقباض ماهیچه، طول نوار تیره ثابت باقی می‌ماند ولی طول نوار روشن کاهش می‌یابد.
- ✓ در انقباض ماهیچه، دو خط Z هر سارکومر به یکدیگر نزدیک می‌شوند.
- ✓ سرهای مولکول‌های میوزین، در دو انتهای نوار تیره (نه وسط نوار تیره) قرار دارند.
- ✓ اکتین مستقیماً به خط Z متصل است ولی میوزین به خط Z متصل نمی‌شود.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

بررسی انقباض ماهیچه در سطح مولکولی

اتصال اکتین و میوزین به یکدیگر و لغزیدن آن‌ها بر روی هم، به انرژی نیاز دارد. برای این کار، لازم است که به‌صورت مداوم، **پل‌های اتصال (پل‌های عرضی) بین اکتین و میوزین تشکیل شود**. سپس با حرکتی مانند پارو زدن (لغزیدن)، رشته‌های نازک به سمت درون سارکومر کشیده شوند.

☐ نقش ATP و ADP در انقباض ماهیچه

مرحلهٔ ۱؛ استراحت ماهیچه: وقتی که ماهیچه در حال انقباض نیست، مولکول ATP به سر میوزین متصل است. در این حالت، انرژی سر میوزین کم است و پل اتصالی بین میوزین و اکتین تشکیل نشده است. این که در حالت استراحت، ATP به میوزین وصله یا ADP، یکی از چالش‌های اساسی این فصل هست. برای بررسی این چالش، به آخر درسنامه مراجعه کنین.

❶ در ابتدا، زمانی که سر میوزین به اکتین متصل نیست، مولکول ATP به سر میوزین متصل است. در این زمان، تار ماهیچه‌ای در حالت استراحت است و پل اتصالی بین اکتین و میوزین تشکیل نمی‌شود.

مرحلهٔ ۲؛ هیدرولیز ATP: سر میوزین، مولکول ATP را هیدرولیز می‌کند. پس از هیدرولیز ATP، مولکول ADP به سر میوزین متصل باقی می‌ماند. در پی آزاد شدن انرژی موجود در مولکول ATP، ساختار سه‌بعدی سر میوزین تغییر می‌کند.

❷ سر میوزین، مولکول ATP را تجزیه می‌کند. آزاد شدن انرژی ATP باعث تغییر ساختار سر میوزین می‌شود. این تغییر ساختار، باعث آماده‌سازی سر میوزین برای اتصال به مولکول اکتین می‌شود. در این زمان، هنوز پل اتصالی بین اکتین و میوزین تشکیل نشده است.

مرحلهٔ ۳؛ تشکیل پل اتصالی بین سر میوزین و اکتین: همزمان که ADP به سر میوزین متصل است، با رسیدن پیام انقباض و آزاد شدن یون کلسیم، سر میوزین به اکتین متصل و یک پل اتصالی تشکیل می‌شود.

❸ در حالی که هنوز ADP به سر میوزین متصل است، سر میوزین (رشتهٔ ضخیم) به مولکول اکتین (رشتهٔ نازک) متصل می‌شود. تشکیل‌شدن این پل اتصالی بین اکتین و میوزین، زمینه را برای لغزیدن این دو مولکول در کنار یکدیگر فراهم می‌کند.

مرحلهٔ ۴؛ لغزیدن میوزین و اکتین در مجاورت یک‌دیگر و کوتاه‌شدن سارکومر: با جدا شدن ADP از سر میوزین، مولکول میوزین در مجاورت اکتین می‌لغزد. این لغزیدن، که مشابه حرکت پارو زدن است، باعث می‌شود که مولکول اکتین به سمت مرکز سارکومر کشیده شود. از آن‌جایی که اکتین به خط Z متصل است، **با کشیده‌شدن اکتین به سمت مرکز سارکومر، خط Z نیز به سمت مرکز سارکومر کشیده می‌شود**. این اتفاق باعث می‌شود که **فاصلهٔ بین دو خط Z یک سارکومر کم‌تر شود** و طول سارکومر، کاهش یابد. بدین‌ترتیب، طول ماهیچه نیز کوتاه‌تر می‌شود.

❹ پس از تشکیل پل اتصالی، مولکول ADP نیز از سر میوزین جدا می‌شود. با جدا شدن ADP از سر میوزین، میوزین در مجاورت اکتین می‌لغزد و اکتین به سمت مرکز سارکومر کشیده می‌شود. اکتین نیز خط Z را همراه با خود به مرکز سارکومر می‌کشد و سارکومر کوتاه‌تر می‌شود.

مرحلهٔ ۵؛ جدا شدن میوزین از اکتین، توقف انقباض: برای پایان انقباض و جدا شدن اکتین از میوزین، **مولکول ATP مجدداً به سر میوزین متصل می‌شود**. این اتفاق باعث می‌شود که ساختار سه‌بعدی میوزین تغییر کند و **پل اتصالی بین میوزین و اکتین از بین برود**[1]. سپس، مراحل فوق تکرار می‌شود و میوزین، به قسمت جلوتر اکتین متصل می‌شود. این مراحل، صدها مرتبه در ثانیه تکرار می‌شوند تا ماهیچه کوتاه‌تر شود.

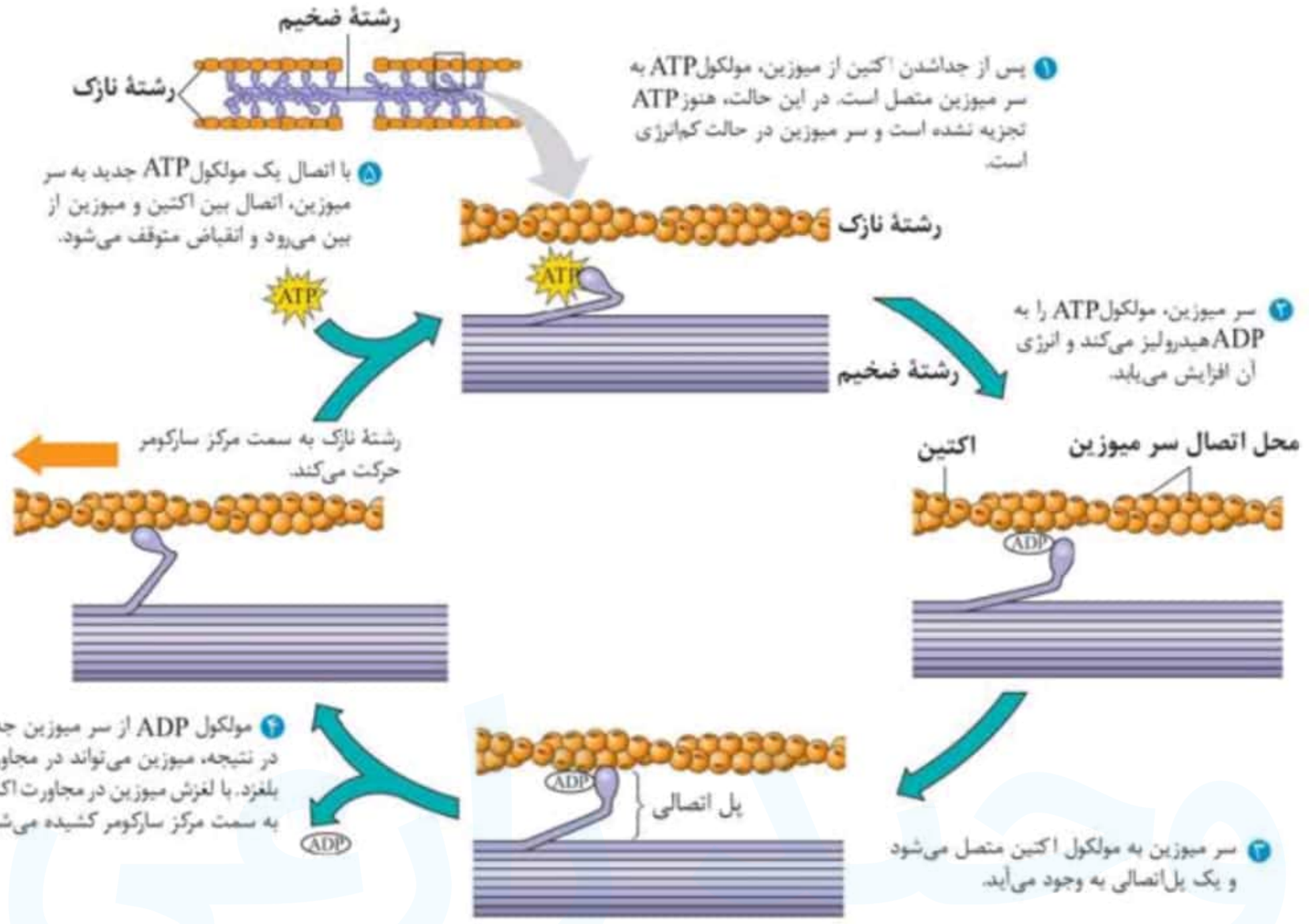
❺ با اتصال مجدد یک مولکول ATP به سر میوزین، سر میوزین از اکتین جدا می‌شود. بدین ترتیب، انقباض پایان می‌یابد. در صورتی که این مراحل باز تکرار شوند، طول سارکومر باز هم کوتاه‌تر می‌شود.

۱- گفتیم که برای جدا شدن پل‌های اتصالی میوزین و اکتین لازم است که ATP مجدداً به سر میوزین متصل شود. پس از مرگ، تنفس یاخته‌ای متوقف می‌شود و در نتیجه، تولید ATP در یاخته نیز متوقف می‌شود. در نتیجه، پل‌های اتصالی میوزین و اکتین از یکدیگر جدا نمی‌شوند و ماهیچه‌ها در حالت انقباض باقی می‌مانند. این انقباض، باعث می‌شود که بدن جسد پس از مرگ، سخت باشد. به این حالت، جمود نعشی می‌گویند. سرعت بروز جمود نعشی در ماهیچه‌های مختلف بدن فرق می‌کند؛ به‌طوری که ۲ تا ۴ ساعت پس از مرگ از چانه و گردن آغاز می‌شود و ۸ تا ۱۲ ساعت پس از مرگ، تکمیل می‌شود. از این ویژگی، برای تعیین زمان مرگ در پزشکی قانونی استفاده می‌شود؛ مثلاً اگر زیر بغل متوفا گرم باشد و بدن دچار جمود نعشی شده باشد به گمان [illegible] ساعت پیش روی داده‌است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

☐ نقش یون کلسیم در انقباض ماهیچه

گفتیم که **برای اتصال میوزین به اکتین، وجود یون کلسیم لازم است.** پس از آزاد شدن یون کلسیم از **شبکهٔ آندوپلاسمی**، این یون‌ها **به‌سرعت** و با **انتقال فعال** به شبکهٔ آندوپلاسمی برمی‌گردند. **ATP نیز مجدداً به سر میوزین متصل می‌شود** و پل‌های اتصالی بین اکتین و میوزین از بین می‌روند. در نتیجه، سارکومر می‌تواند به حالت اول خود برگردد و انقباض ماهیچه تمام می‌شود. در این حالت، تا زمان رسیدن پیام انقباض بعدی، ماهیچه در حالت استراحت است. *اینم پایان انقباض ماهیچه! شکل بعدی به همراه بقیهٔ شکل‌های این درسنامه، خلاصهٔ کل مطالب درسنامه هستن و اگه حوصلتون نمیشه کل متن رو بخونین، فقط همین شکل‌ها رو بخونین.*



شکل «نحوهٔ انقباض ماهیچه»

- ✓ در هنگام استراحت ماهیچه، ATP به سر میوزین متصل است.
- ✓ با هیدرولیز ATP توسط سر میوزین، ساختار سه‌بعدی سر میوزین تغییر می‌کند.
- ✓ پل اتصالی بین اکتین و میوزین زمانی تشکیل می‌شود که ADP به سر میوزین متصل است.
- ✓ پس از جدا شدن ADP از سر میوزین، اکتین و میوزین در مجاورت یکدیگر می‌لغزند.
- ✓ برای توقف انقباض و جدا شدن سر میوزین از اکتین، ATP به سر میوزین متصل می‌شود.

سؤال در هنگام استراحت ماهیچه، ATP به سر میوزین متصل است یا ADP؟

پاسخ: طبق کتاب درسی، در زمان استراحت ماهیچه، ATP به سر میوزین متصل است. اما *بررسیش:*

الف) تعریف کتاب از توقف انقباض: پس از آزادشدن کلسیم از شبکه‌ی آندوپلاسمی، این یون‌ها به‌سرعت با انتقال فعال به شبکه‌ی آندوپلاسمی بازگردانده و در نتیجه، اکتین و میوزین از هم جدا می‌شود. در این حال، سارکومر تا زمان رسیدن پیام عصبی بعدی، در حالت استراحت است.

ب) طبق تعریف کتاب درسی، جدا شدن سر میوزین از اکتین، به‌معنای شروع انقباض است. چه زمانی میوزین از اکتین جدا می‌شود؟

همانطور که در شکل کتاب درسی مشخص است، وقتی که ATP به سر میوزین متصل می‌شود، پل اتصالی بین اکتین و میوزین از بین می‌رود. بنابراین، استراحت ماهیچه شروع می‌شود.

ج) به ترجمه بخشی از کتاب فیزیولوژی گایتون دقت کنید:

۱ـ «قبل از اینکه انقباض شروع می‌شود، سرهای پل‌های اتصالی به مولکول ATP متصل می‌شوند»

۲ـ «اتصال ATP به سر میوزین، باعث جدا شدن آن از اکتین می‌شود.»

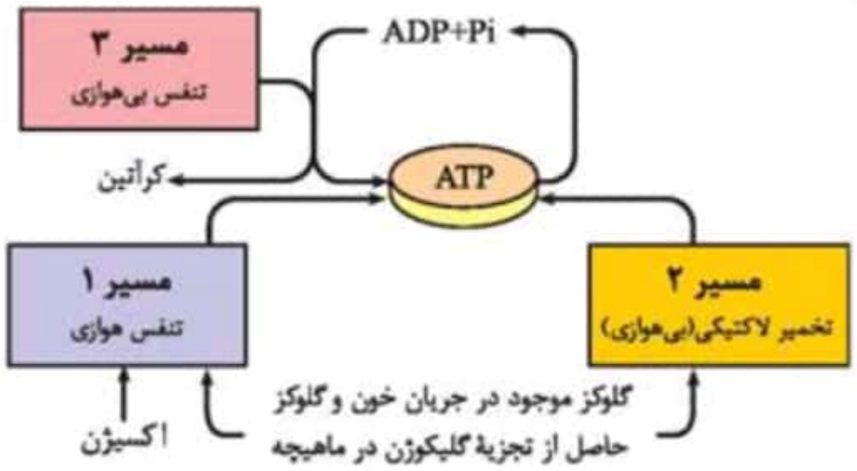
۳ـ «پس از اینکه سر میوزین جدا شد، مولکول ATP جدید تجزیه می‌شود تا چرخه‌ی انقباض بعدی شروع شود.»

با توجه به توضیحات ذکرشده، نتیجه می‌گیریم که هنگام استراحت سارکومر، ATP به سر میوزین متصل می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۰ تأمین انرژی انقباض ماهیچه

تا الان فهمیدیم که انقباض ماهیچه‌ها چجوری انجام میشه. حالا می‌خوایم ببینیم که این ماهیچه‌ها، انرژیشونو از کجا میارن. به‌نظر من، این درسنامه خیلی خیلی مهم است و جزء سؤال‌خیزترین بخش‌های کنکور است. به‌خصوص، به‌صورت ترکیبی با دوازدهم.



شکل مقابل، سه مسیر مختلف برای تأمین انرژی در ماهیچه‌ها را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است، مادهٔ اولیه در مسیر (۱) و (۲)، گلوکز است. گلوکز موجود در یاختهٔ ماهیچه‌ای، دو منشأ دارد:

۱- جریان خون: وقتی که غذا می‌خوریم، مقداری گلوکز در روده جذب و وارد خون می‌شود. در حالت طبیعی، همیشه مقداری گلوکز (قند) در خون وجود دارد که یاخته‌ها می‌توانند آن را برداشت و در تنفس یاخته‌ای، مصرف کنند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ـ فصل ۴ یازدهم] انسولین، هورمونی است که از بخش درون‌ریز پانکراس ترشح می‌شود. این هورمون، در پاسخ به افزایش گلوکز در خون ترشح و باعث ورود گلوکز به یاخته‌ها می‌شود. بدین‌ترتیب، قند خون کاهش می‌یابد و گلوکز در اختیار یاخته‌ها قرار می‌گیرد.

۲- گلیکوژن ذخیره‌شده در ماهیچه: یاخته‌های ماهیچه‌ای، گلوکز را به‌صورت **نوعی پلی‌ساکارید** به‌نام **گلیکوژن** ذخیره می‌کنند. وقتی که یاخته نیاز به انرژی دارد، گلیکوژن به گلوکز تجزیه می‌شود و از گلوکز در تأمین انرژی استفاده می‌شود.

نکته در مسیر (۳)، مادهٔ اولیه کراتین‌فسفات است.

تذکر شمارهٔ ذکرشده برای مسیرها در این درسنامه، فقط برای درک و یادگیری بیشتر ذکر شده است و هیچ نیازی به یادگیری آن‌ها نیست.

حالا بریم ببینیم که هر کدوم از این مسیرها چجوری کار می‌کنن.

□ مسیر ۱: سوختن گلوکز در حضور اکسیژن (تنفس هوازی)

سوختن کامل گلوکز در حضور اکسیژن، می‌تواند تا **چند دقیقه** انرژی لازم برای ساخت ATP را فراهم کند.

نکته اگر لازم باشد که ماهیچه برای **مدت طولانی‌تر** منقبض شود، از **اسیدهای چرب موجود در خون** برای تأمین انرژی استفاده می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ـ فصل ۳ دهم] انرژی فرایندهای یاخته‌ای، مستقیماً از ATP تأمین می‌شود، نه از مواد مغذی. بنابراین، انرژی مواد مغذی، مثل گلوکز، باید ابتدا به انرژی نهفته در ATP تبدیل شود. واکنش خلاصه‌شدهٔ این تبدیل، به صورت زیر است:

تنفس یاخته‌ای: ATP + آب + کربن دی‌اکسید ← ADP و فسفات + اکسیژن + گلوکز

آن‌چه گذشت [گفتار ۳ـ فصل ۴ دهم] اریتروپویتین، هورمونی است که از کبد و کلیه ترشح می‌شود و با تأثیر بر مغز استخوان، سرعت تولید گویچه‌های قرمز را افزایش می‌دهد. ورزش‌های طولانی، یکی از عوامل مؤثر بر تحریک ترشح هورمون اریتروپویتین است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ـ فصل ۲ دهم] بافت چربی، نوعی بافت پیوندی است که در آن یاخته‌های سرشار از چربی فراوان است. این بافت، بزرگ‌ترین ذخیرهٔ انرژی بدن است.

□ مسیر ۲: سوختن گلوکز در عدم حضور اکسیژن (تنفس بی‌هوازی)

در فعالیت‌های شدید که اکسیژن کافی به ماهیچه‌ها نمی‌رسد، تجزیهٔ گلوکز به‌صورت بی‌هوازی[1] انجام می‌شود. در اثر این واکنش‌ها، ماده‌ای به نام **اسید لاکتیک** تولید و در ماهیچه‌ها جمع می‌شود. تجمع لاکتات[2] پس از تمرینات ورزشی طولانی باعث **گرفتگی و درد ماهیچه‌ای** می‌شود. **لاکتات اضافی به‌تدریج تجزیه می‌شود** و اثرات درد و گرفتگی ماهیچه‌ای کاهش می‌یابد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ـ فصل ۳ دهم] کاهش اکسیژن خون و افزایش کربن دی‌اکسید خون، منجر به تحریک مرکز عصبی تنفس در بصل‌النخاع می‌شود. در اثر این تحریک، آهنگ تنفس افزایش می‌یابد تا اکسیژن بیشتری وارد بدن شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ـ فصل ۴ دهم] در هنگام فعالیت شدید، تغییراتی در دستگاه گردش خون انجام می‌شود تا اکسیژن‌رسانی کافی به اندام‌های فعال مثل ماهیچه‌ها انجام شود. مثلاً، اعصاب هم‌حس رگ‌های خونی کلیه‌ها، روده‌ها، طحال و پوست را تنگ می‌کنند تا خون بیشتری به ماهیچه‌ها برسد. همچنین، افزایش کربن دی‌اکسید، یون‌های پتاسیم و هیدروژن در اطراف رگ‌های خونی ماهیچه‌های اسکلتی، منجر به کاهش انقباض ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ سرخرگ‌های کوچک و نیز باز شدن بنداره‌های مویرگی می‌شود. در نتیجه، خون بیشتری به ماهیچه‌های اسکلتی می‌رسد.

۱- سال آینده، با تنفس هوازی و بی‌هوازی و تفاوت‌های آن‌ها، بیشتر آشنا می‌شویم.

۲- لاکتات، نمک لاکتیک‌اسید است؛ یعنی فرمی از لاکتیک‌اسید که هیدروژن اسیدی ندارد. در pH محیط داخلی بدن انسان، لاکتات مشاهده می‌شود، نه لاکتیک‌اسید.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

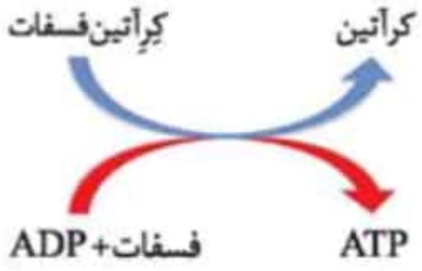
آن‌چه گذشت [گفتار ۳ـ فصل ۴ دهم] اوره، کربن دی‌اکسید و لاکتیک‌اسید، از جمله مواد دفعی موجود در خوناب (پلاسما) هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ـ فصل ۲ یازدهم] در پوست و بخش‌های گوناگون بدن مثل دیوارهٔ سرخرگ‌ها، گیرنده‌های درد قرار دارند. گیرنده‌های درد، به آسیب بافتی پاسخ می‌دهند. آسیب بافتی در اثر عوامل مکانیکی، سرما یا گرمای شدید و برخی مواد شیمیایی مثل لاکتیک‌اسید ایجاد می‌شود.

نکته **بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه‌ها، از سوختن گلوکز به‌دست می‌آید؛** بر این اساس، اهمیت راه‌های مختلف تأمین انرژی در ماهیچه‌ها مطابق زیر است:

سوختن چربی‌ها (انقباض طولانی) > سوختن هوازی گلوکز (انقباض کوتاه) > سوختن بی‌هوازی گلوکز در تخمیر لاکتیکی (فعالیت شدید) > مصرف کرآتین‌فسفات

□ مسیر ۳: تولید ATP با مصرف کرآتین‌فسفات



کرآتین‌فسفات، نوعی ترکیب فسفات‌دار است که **در ماهیچه‌ها برای تولید انرژی مصرف می‌شود.** با تجزیهٔ کرآتین‌فسفات، انرژی و فسفات لازم برای تبدیل ADP به ATP فراهم می‌شود. طی این فرایند، **کرآتین‌فسفات به کرآتین تبدیل می‌شود.**

نکته تجزیهٔ کرآتین‌فسفات و تبدیل ADP به ATP، **به‌سرعت** انجام می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ـ فصل ۵ دهم] در سلول‌های ماهیچه‌ای، فسفات لازم برای تبدیل ADP به ATP، از نوعی مادهٔ آلی پرانرژی به‌نام کِراتین‌فسفات تأمین می‌شود. در نتیجهٔ انتقال فسفات از کِرآتین‌فسفات به ADP، کِرآتینین تولید می‌شود. کِرآتینین، نوعی مادهٔ سمی و نیتروژن‌دار است که از طریق ادرار دفع می‌شود.

همونجور که دیدین، این قسمت فیلی نکات ترکیبی داشت، اما هنوز نکات ترکیبی اصلیش مونده که سال دیگه می‌خونین. این بخش رو فیلی با دقت بخونین چون به احتمال بسیار زیاد، به‌صورت ترکیبی با مبحث انقباض در همین فصل، نکات ترکیبیش در کتاب دهم و مهم‌تر از همه، مبحث تنفس یافته‌ای در کتاب دوازدهم، مورد سؤال قرار می‌گیره.

روش تأمین انرژی	مادهٔ اولیه	محصول	فرایند مرتبط	توضیحات
سوختن اسیدهای چرب	اسیدهای چرب خون	—	انقباض طولانی‌مدت ماهیچه	فقط در انقباض‌های طولانی
سوختن هوازی گلوکز	گلوکز	آب و CO_2	انقباض کوتاه‌مدت (تا چند دقیقه)	فقط در حضور مقدار کافی اکسیژن
سوختن بی‌هوازی گلوکز	گلوکز	لاکتات	فعالیت شدید	عامل گرفتگی و درد ماهیچه‌ای
مصرف کرآتین فسفات	کرآتین‌فسفات	کرآتین	—	کرآتینین: نوعی مادهٔ دفعی نیتروژن‌دار

درسنامهٔ ۱۱ یاختهٔ ماهیچه‌ای تند و کند

در ماهیچه‌های اسکلتی بدن انسان، دو نوع تار ماهیچه‌ای وجود دارد: تار ماهیچه‌ای کند و تار ماهیچه‌ای تند. تقسیم‌بندی این تارها به دو دستهٔ کند و تند، **بر اساس سرعت انقباض** است.

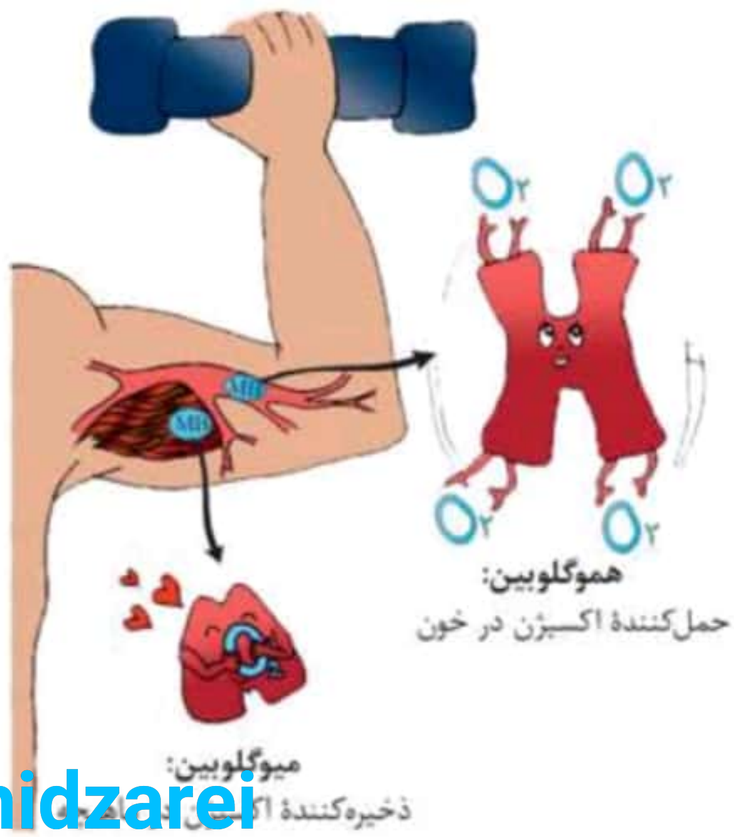
نکته **بسیاری از ماهیچه‌های بدن**، هر دو نوع یاخته را دارند.

تارهای ماهیچه‌ای کند (قرمز)

تخصص: حرکات استقامتی مانند شنا کردن

میوگلوبین: در این نوع تارها، مقدار زیادی **رنگدانهٔ قرمز** به نام میوگلوبین وجود دارد. میوگلوبین، **توانایی ذخیرهٔ اکسیژن** را دارد.

روش تنفس: با کمک میوگلوبین، تارهای ماهیچه‌ای کند می‌توانند **بیشتر انرژی خود را به روش هوازی و با مصرف اکسیژن به‌دست آورند.**



نکته میوگلوبین، نوعی مولکول پروتئینی است که **ساختاری شبیه هموگلوبین** دارد و دارای آهن است. البته، میوگلوبین در یاخته‌های ماهیچه‌ای وجود دارد و هموگلوبین، در گویچه‌های قرمز.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ـ فصل ۳ دهم] هموگلوبین، پروتئینی است که از چهار رشتهٔ پلی‌پپتیدی تشکیل شده است. هر رشته، به یک گروه غیرپروتئینی به نام هِم متصل است. هر گروه هِم یک اتم آهن دارد که می‌تواند به‌طور برگشت‌پذیر به یک مولکول اکسیژن متصل شود.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

تارهای ماهیچه‌ای تند (سفید)

تخصص: انقباضات سریع مثل دو سرعت و بلند کردن وزنه

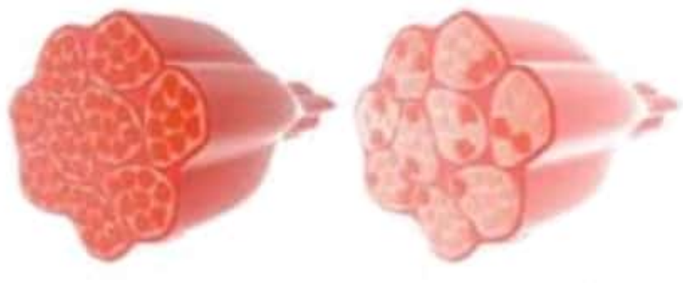
میوگلوبین: مقدار کم‌تری میوگلوبین نسبت تارهای کند دارند و به همین دلیل، کم‌رنگ‌تر هستند.

روش تنفس: تعداد میتوکندری‌های این تارها کم‌تر است و **انرژی خود را بیشتر از راه بی‌هوازی به‌دست می‌آورند.**

نکته تارهای تند، سریع انرژی خود را از دست می‌دهند و خسته می‌شوند. به همین دلیل، **در فعالیت‌های طولانی‌مدت و استقامتی، کاربرد ندارند.**

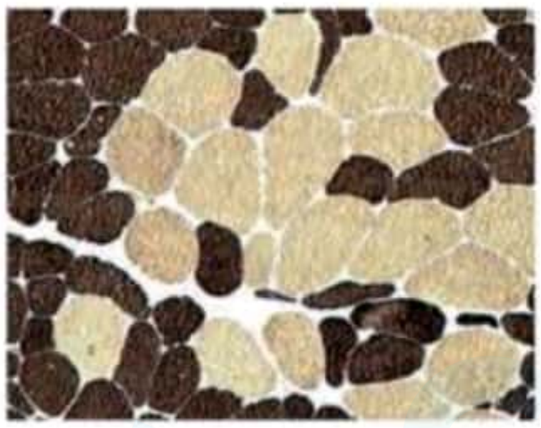
نکته در افراد کم‌تحرک، تعداد تارهای ماهیچه‌ای تند بیشتر است. **با ورزش، تارهای نوع تند به نوع کند تبدیل می‌شوند.**

نوع تار ماهیچه‌ای	تار کند	تار تند
رنگ	قرمز	سفید
میوگلوبین	زیاد	کم
میتوکندری	زیاد	کم
روش اصلی تنفس	هوازی	بی‌هوازی
کاربرد	حرکات استقامتی؛ مثل شنا و دوی ماراتن	انقباضات سریع؛ مثل دوی سرعت و وزنه‌برداری
رابطه با میزان فعالیت بدنی	در افراد ورزشکار بیشتر است.	در افراد کم‌تحرک بیشتر است.
توضیحات	نیاز بیشتری به اکسیژن دارند.	سریع انرژی خود را از دست می‌دهند و خسته می‌شوند.



ماهیچه تند (سفید)
میتوکندری و میوگلوبین کم

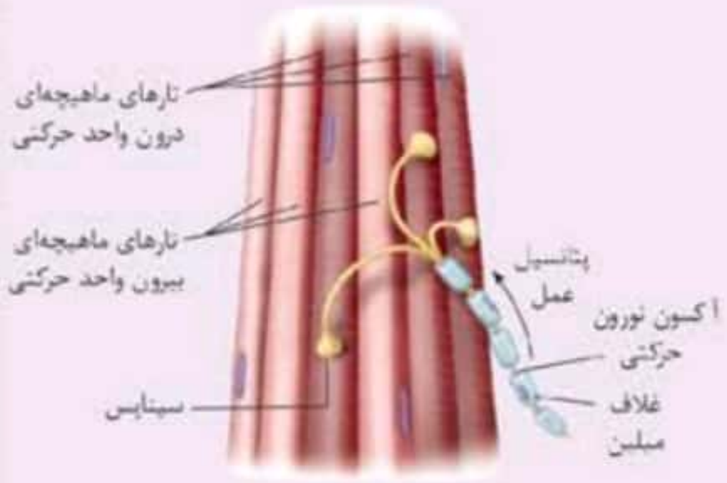
ماهیچه کند (قرمز)
میتوکندری و میوگلوبین زیاد



تار ماهیچه‌ای سفید و قرمز

کتاب درسی زیر ذره‌بین

کتاب درسی برای شکل تارهای ماهیچه‌ای تند و کند، از شکلی استفاده کرده است که در اصل نشان‌دهندهٔ «واحدهای حرکتی» است. هر واحد حرکتی[1]، شامل انشعابات آکسون حرکتی و تارهای ماهیچه‌ای مرتبط با آن است. واحدهای حرکتی که تعداد تارهای ماهیچه‌ای آن‌ها کم است، مربوط به حرکات ظریف‌تر و دقیق‌تر بدن (مثل حرکت چشم‌ها برای مطالعهٔ کتاب) هستند و برعکس، واحدهای حرکتی که تعداد زیادی تار ماهیچه‌ای دارند، مربوط به حرکت غیرظریف (مثل پرتاب توپ) هستند. *راستی، تفاوت رنگ تارهای ماهیچه‌ای در این شکل، ربطی به سفید یا قرمز بودن تار ماهیچه‌ای نداره و برای متمایز کردن تارهای ماهیچه‌ای دو واحد حرکتی مختلف، از دو رنگ استفاده شده است.*



فعالیت کتاب درسی

تفاوت تارهای ماهیچه‌ای در دوندگان دوی سرعت صدمتر و دوی ماراتن[2]

۱- چه تفاوت‌هایی از نظر تعداد و درصد تارهای ماهیچه‌ای تند و کند، بین دوندگان دوی سرعت و ماراتن وجود دارد؟

تعداد تارهای ماهیچه‌ای تند (سفید) در دوندگان دوی سرعت صدمتر، بیشتر هستند. برعکس، در دوندگان دوی ماراتن (استقامت)، تارهای ماهیچه‌ای کند (قرمز) بیشتر می‌باشند.

۱- Motor Unit

۲- ماراتن یکی از انواع دو استقامت است که در مسافت ۴۲ کیلومتر و ۱۹۵ متر و معمولاً بر روی جاده برگزار می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۲- مقدار میوگلوبین ماهیچه‌های مؤثر در ورزش حرفه‌ای این ورزشکاران چه تفاوتی دارد؟

در تارهای ماهیچه‌ای قرمز نسبت به تارهای ماهیچه‌ای سفید، مقدار میوگلوبین بیشتر است.

۳- کدام گروه، هنگام فعالیت ورزشی حرفه‌ای خود، نیاز به اکسیژن بیشتری دارند؟

در فعالیت‌های استقامتی، تارهای قرمز مؤثر هستند که انرژی خود را بیشتر از طریق تنفس هوازی به‌دست می‌آورند، اما در دوی سرعت، تارهای سفید فعالیت می‌کنند که بیشتر انرژی خود را از تنفس بی‌هوازی تأمین می‌کنند. بنابراین، دوندگان دوی ماراتن، نسبت به دوندگان دوی سرعت، نیاز به اکسیژن بیشتری دارند.

درس‌نامهٔ ۱۲ حرکت در جانوران

چه جانورانی حرکت می‌کنند؟ همهٔ جانوران، **حداقل در بخشی از زندگی خود** حرکت می‌کنند. *یعنی ممکنه که یه زمانی یه جانوری ساکن باشه اما این جانور ساکن هم حتماً یه زمانی حرکت داشته و الان به این وضع افتاده.*

شیوه‌های حرکتی: شیوه‌های حرکتی در جانوران بسیار متنوع است. شنا کردن، پرواز کردن، دویدن و خزیدن نمونه‌هایی از شیوه‌های حرکتی جانوران هستند.

اساس حرکتی در جانوران: اساس حرکت در همهٔ جانوران مشابه است؛ برای حرکت در یک سو، جانور باید نیرویی در خلاف آن وارد کند. **یعنی مثلاً** *اگه شما می‌خواین برین جلو، باید نیرویی به سمت عقب وارد کنین. این دقیقاً همون کاری هست که موقع راه رفتن انجام می‌دین و می‌تونین به‌صورت عملی امتحان کنین.*

ساختارهای لازم برای حرکت: برای انجام حرکت، جانوران نیازمند **ساختارهای اسکلتی** و **ماهیچه‌ای** هستند.

ساختار اسکلت در جانوران مختلف است و می‌توان آن را به سه دستهٔ کلی **آب‌ایستایی**، **بیرونی** و **درونی** طبقه‌بندی کرد.

❑ اسکلت آب‌ایستایی

اسکلت آب‌ایستایی در اثر **تجمع مایع درون بدن** تشکیل می‌شود. این اسکلت، در **شکل‌دهی به بدن** و همچنین **حرکت جانور** نقش دارد.

مثلاً در **عروس دریایی**، اسکلت **آب‌ایستایی** وجود دارد. در این جانور، آب وارد بدن می‌شود و پس از آن، با **فشار جریان آب به بیرون، جانور به سمت مخالف حرکت می‌کند.** *این حالت رو فور کتاب درسی با یه مثال خیلی خوب توضیح داده؛ مثل زمانی است که هوای داخل بادکنک خالی میشه و باعث رانده‌شدن بادکنک در خلاف جهت خروج هوا می‌شود.*

❑ اسکلت بیرونی

در **حشرات و حلزون‌ها**، اسکلت بیرونی وجود دارد. در این جانوران، اسکلت درون بدن قرار ندارد بلکه در اطراف بدن است.

این اسکلت، علاوه‌بر **کمک به حرکت، وظیفهٔ حفاظتی** هم دارد. مثل یه *زره‌ای هست که در اطراف بدن قرار داره و از بدن محافظت می‌کنه.*

اسکلت خارجی می‌تواند باعث **محدودیت در اندازهٔ جانور** شود؛ زیرا وقتی که جانور بزرگ می‌شود، اسکلت خارجی نیز باید بزرگ و ضخیم شود. نتیجهٔ افزایش اندازهٔ اسکلت خارجی، افزایش وزن آن است. این افزایش وزن، باعث ایجاد محدودیت در حرکت جانور می‌شود. بنابراین، **اندازهٔ جانوران از حد خاصی نباید بیشتر شود** تا محدودیت بیش از حدی در حرکت جانور ایجاد نشود.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

نکته اسکلت آب‌ایستایی و اسکلت درونی، درون بدن تشکیل می‌شوند. اما اسکلت بیرونی، درون بدن نیست.

نکته اسکلت درونی و بیرونی، در حفاظت از جانور نقش دارند.

نکته اسکلت درونی و بیرونی می‌توانند همراه با رشد جانور، بزرگ شوند.

همه چیز دربارهٔ

حلزون

حلزون، نوعی نرم‌تن است.

تنفس ششی: [گفتار ۳ـ فصل ۳ دهم] نرم‌تنانی مانند حلزون و لیسه از بی‌مهرگان خشکی‌زی هستند که برای تنفس، از شش استفاده می‌کنند.

سامانهٔ گردشی باز: [گفتار ۴ـ فصل ۴ دهم] در سامانهٔ باز، قلب مایعی به نام همولنف را به حفره‌های بدن پمپ می‌کند. همولنف نقش‌های خون، لنف و آب میان‌بافتی را برعهده دارد. این جانوران مویرگ ندارند و همولنف مستقیماً به فضای بین یاخته‌های بدن وارد می‌شود و در مجاورت آن‌ها جریان می‌یابد. بندپایان و بیشتر نرم‌تنان سامانهٔ گردشی باز دارند.

دفع مواد با متانفریدی: [گفتار ۳ـ فصل ۵ دهم] پیشرفته‌ترین نوع نفریدی، متانفریدی است. متانفریدی لوله‌ای است که در جلو، قیف مژکدار و در نزدیک انتها، دارای مثانه است که به منفذ ادراری در خارج از بدن ختم می‌شود. دهانهٔ این قیف به طور مستقیم با مایعات بدن ارتباط دارد. بیشتر کرم‌های حلقوی (نظیر کرم خاکی) و نرم‌تنان، سامانهٔ دفعی متانفریدی دارند.

❑ اسکلت درونی

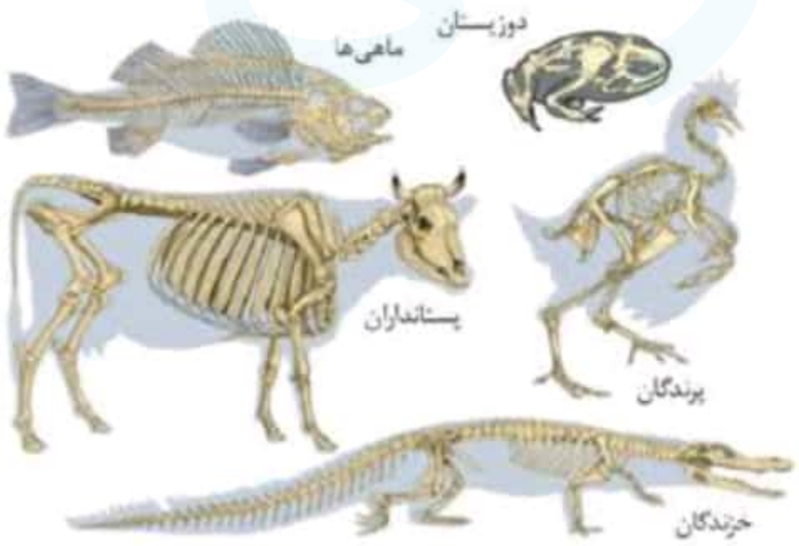
اسکلت درونی، **فقط در مهره‌داران** وجود دارد و **همهٔ مهره‌داران، اسکلت درونی دارند.**

جنس اسکلت درونی در مهره‌داران بر دو نوع است:

۱- غضروفی: در **انواعی از ماهی‌ها مانند کوسه‌ماهی**، اسکلت غضروفی وجود دارد.

آن چه گذشت [گفتار ۳ ـ فصل ۵ دهم] کوسه‌ها و سفره‌ماهی‌ها، ماهی‌های غضروفی هستند. ماهیان غضروفی، علاوه‌بر کلیه‌ها، دارای غدد راست‌روده‌ای هستند که محلول نمک (سدیم‌کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می‌کنند.

۲- استخوانی همراه با غضروف: در سایر ماهی‌ها و همچنین دوزیستان، خزندگان، پرندگان و پستانداران، اسکلت استخوانی وجود دارد. البته در این اسکلت استخوانی هم غضروف وجود دارد.



نکته در همهٔ مهره‌داران، غضروف وجود دارد ولی در بعضی از ماهی‌ها (مثل ماهی‌های غضروفی)، استخوان وجود ندارد.

نکته ساختار استخوان در مهره‌داران دارای اسکلت استخوانی، بسیار شبیه ساختار استخوان انسان است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فصل ۴

سال یازدهم

«هورمون‌ها، توسط خون در بدن جابه‌جا می‌شوند.»

یکی از مهم‌ترین وظایف خون، انتقال مواد گوناگون به بخش‌های مختلف بدن هست. یکی از این مواد، هورمون‌ها هستند؛ پیک‌های شیمیایی که توسط خون در بدن جابه‌جا می‌شن تا برسن به سلول هدف خودشون و تأثیر خودشون رو بذارن. اینبوری هورمون‌ها، مثل دستگاه عصبی، در تنظیم فعالیت‌های بدن نقش دارند.

تنظیم شیمیایی

احتمالاً تا الان اسم «آدرنالین» رو شنیدین؛ مثلاً شاید بدونین که سر امتحان، وقتی که یه کار هیجان‌انگیز می‌کنین یا حتی هنگام ترس و شرایط تنش‌زا، مقدار آدرنالین خونتون زیاد میشه؟ اما تا حالا می‌دونستین که آدرنالین یک هورمون است؟ البته دیگه الان بهش می‌گن اپی‌نفرین! کلاً هورمون‌ها تأثیر زیادی روی زندگی ما می‌ذارن؛ وقتی غذا می‌خورین، انسولین خونتون میره بالا، وقتی که فعالیت می‌کنین، کلی هورمون زیاد میشن تا شرایط لازم برای فعالیت بدنی رو تأمین کنن، وقتی که به دنیا میاین، هورمون‌ها نمو بدن رو کنترل می‌کنن و این فرایند ادامه پیدا می‌کنه؛ بلوغ، آخر عمر و ... همه با هورمون‌ها ربط دارن.

به‌طور کلی، این فصل ۲ قسمت داره؛ بیشتر سؤالات فصل مربوط به قسمت دوم هست اما تا قسمت اول رو نفهمید، درک قسمت دوم سخته! پس در شروع فصل، باید خوب بفهمید که هورمون چی هست، چجوری بر سلول هدف تأثیر می‌ذاره و در نهایت، چطوری تنظیم میشه؟ پس از این که اینا رو فهمیدیم، با انواع هورمون‌های بدن انسان و فعالیت این هورمون‌ها آشنا می‌شیم. اینجا خیلی مهمه که بتونیم عملکرد هورمون‌ها بر بخش‌های مختلف بدن رو بلد باشیم و باید بدونین که اکثر این سؤالات، به‌صورت ترکیبی با فصل‌های دیگه مطرح میشن. پس باید خیلی خوب مطالب ترکیبی رو هم بلد باشین. البته واسه شما نگرانی وجود نداره، چون کل نکات ترکیبی با کتاب دهم و بقیهٔ فصل‌های همین کتاب رو کامل نوشتیم. علاوه‌بر این، کلی شکل و نمودار برای جمع‌بندی هورمون‌ها داریم که باعث میشه خیلی سریع، همهٔ مطالب رو مرور کنید. در نهایت می‌رسیم به یک بیماری خیلی مهم به نام دیابت؛ بیماری‌ای که حتی شاعرای ما رو هم درگیر کرده:

«با احترام به تشخیص پزشکان سرطان زاست خندیدن او عامل بیماری قند است»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکروطبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تستای این ۳ تا کتاب لذت ببری. 😊

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

ارتباط شیمیایی

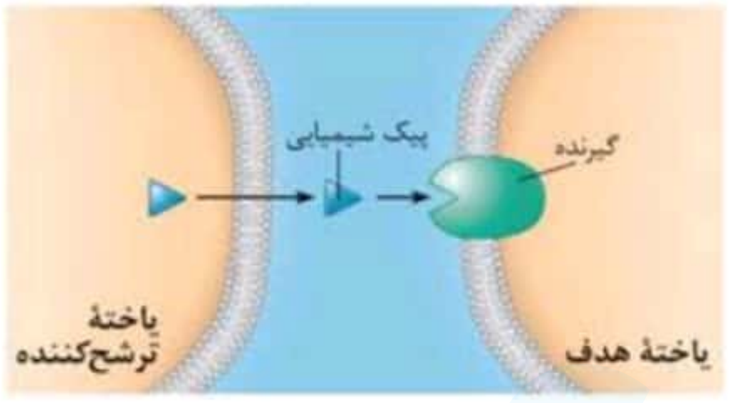
درس‌نامهٔ ۱ انواع پیک‌های شیمیایی

برای این‌که یاخته‌های بدن بتوانند **به طور هماهنگ عمل کنند** و **پاسخ مناسبی را در برابر محرک‌های مختلف ایجاد کنند**، لازم است که **با یکدیگر در ارتباط** باشند و فعالیت آن‌ها تنظیم شود. برقراری ارتباط بین یاخته‌های مختلف و تنظیم عملکرد آن‌ها، توسط دستگاه عصبی و دستگاه درون‌ریز (هورمونی) انجام می‌شود. در این گفتار، با نقش مولکول‌ها در انتقال پیام بین یاخته‌ها صحبت می‌کنیم.

نکته پیک‌های شیمیایی، در انتقال پیام بین یاخته‌های بدن نقش دارند.

پیک شیمیایی

پیک شیمیایی، مولکولی است که پیام را از یک نقطه، به نقطهٔ دیگر می‌برد. *در واقع پیامی که قراره منتقل بشه، مثل یک نامه و پیک شیمیایی، نامه‌بر است. این پیک، میاد پیام رو انتقال میده به مقصد، یعنی یاخته‌ای که باید پیام رو دریافت کنه.* به یاخته‌ای که تحت تأثیر مولکول پیک قرار می‌گیرد، **یاختهٔ هدف** می‌گویند.



حالا پیک شیمیایی از کجا می‌فهمه که پیامشو به چه یاخته‌ای باید انتقال بده؟ در سطح یاختهٔ هدف، **گیرنده** وجود دارد. مولکول پیک، فقط بر یاخته‌ای اثر می‌کند که گیرندهٔ مخصوص آن پیک را دارد. در واقع، یاختهٔ هدف همان یاخته‌ای است که گیرندهٔ پیک شیمیایی را دارد. *همونطور هم که داخل شکل می‌بینین، ساختار شیمیایی پیک شیمیایی جوری است که با گیرنده مکمل (نه مشابه) هست و نمی‌تونه به گیرندهٔ سایر پیک‌های شیمیایی متصل بشه.*

نکته ساختار پیک شیمیایی و گیرندهٔ آن، مکمل یکدیگر می‌باشد.

نکته جنس گیرندهٔ پیک شیمیایی، پروتئینی است. بنابراین، واحدهای سازندهٔ آن آمینواسید هستند و در ساختار گیرنده، پیوند پپتیدی وجود دارد.

نکته گیرندهٔ پروتئینی پیک شیمیایی، می‌تواند به‌صورت یک پروتئین در غشای یاختهٔ هدف باشد.

❑ پیک‌های کوتاه‌بُرد و دوربُرد

پیک‌های شیمیایی را **بر اساس مسافتی که طی می‌کنند** تا از یاختهٔ ترشح‌کننده به یاختهٔ هدف برسند، به دو گروه **کوتاه‌برد** و **دوربرد** تقسیم می‌کنند.

پیک دوربرد: زمانی که **فاصلهٔ یاختهٔ ترشح‌کننده تا یاختهٔ هدف زیاد باشد**، پیک شیمیایی **وارد خون می‌شود** و توسط جریان خون به یاختهٔ هدف می‌رسد. به این نوع پیک شیمیایی، پیک دوربرد می‌گویند.

مثال هورمون‌ها

نکته هورمون‌ها، فقط یک گروه از پیک‌های دوربرد هستند. با سایر پیک‌های دوربرد، در فصل‌های بعد آشنا می‌شویم.

آن‌چه خواهیم خواند [فصل ۵ تا ۷ یازدهم] **مثال‌هایی از پیک‌های شیمیایی دوربرد:**

۱- اینترفرون نوع I و نوع II، ۲- هیستامین تولیدشده توسط ماستوسیت‌ها و بازوفیل‌ها، ۳- پیک‌های شیمیایی که توسط یاخته‌های دیوارهٔ مویرگ‌ها و بیگانه‌خوارهای بافتی تولید می‌شوند و گویچه‌های سفید خون را به موضع آسیب فرا می‌خوانند. ۴- هورمون تستوسترون، ۵- هورمون استروژن، ۶- هورمون پروژسترون، ۷- هورمون HCG

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

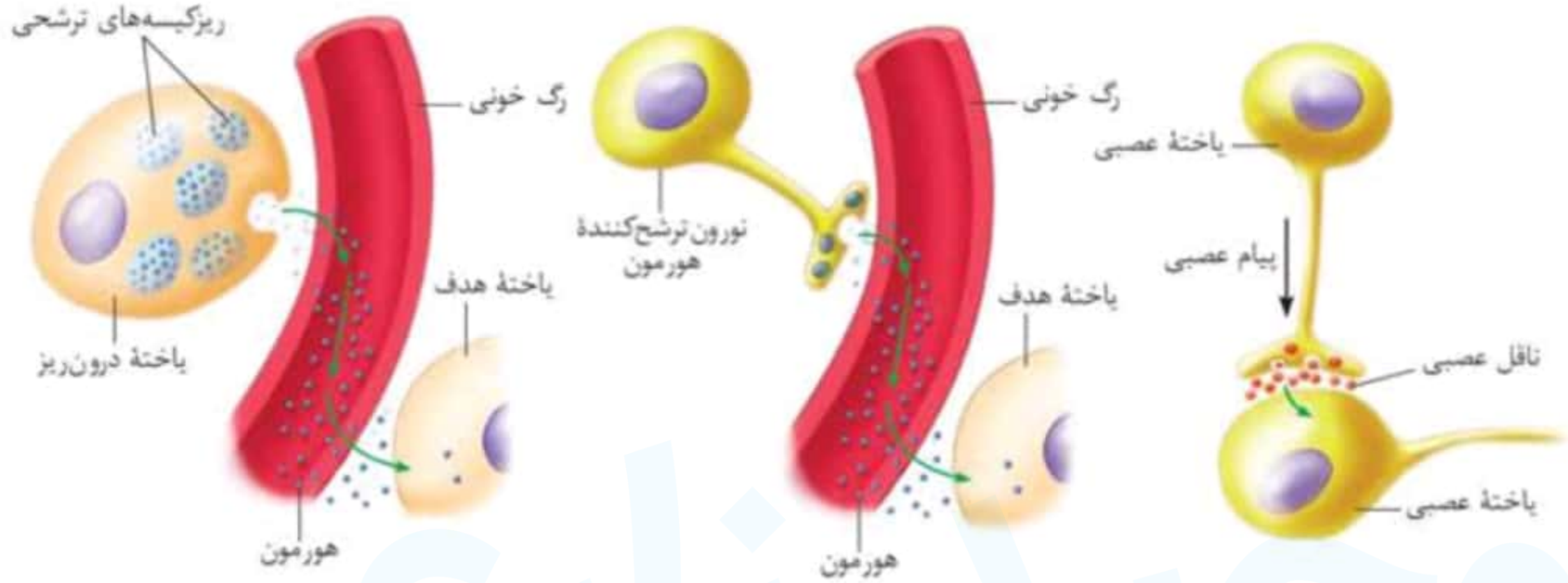
آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] از وظایف خون، انتقال مواد غذایی، اکسیژن، کربن دی‌اکسید، هورمون‌ها و مواد دیگر است و از همین طریق، ارتباط شیمیایی بین یاخته‌های بدن را امکان‌پذیر می‌سازد.

پیک کوتاه‌برد: این نوع پیک، بین یاخته‌هایی ارتباط برقرار می‌کند که در **نزدیکی یکدیگر قرار دارند** و **حداکثر چند یاخته** با هم فاصله دارند. در این حالت، نیازی نیست که پیک شیمیایی وارد جریان خون شود.

مثال ناقل عصبی، از یاختهٔ پیش‌سیناپسی ترشح و پس از طی کردن فضای سیناپسی، بر یاختهٔ پس‌سیناپسی اثر می‌کند.

نکته **نورون‌ها نیز می‌توانند هورمون ترشح کنند.** در واقع، زمانی که پیک شیمیایی ساخته‌شده توسط نورون‌ها وارد جریان خون می‌شود، به آن هورمون گفته می‌شود، نه ناقل عصبی.

مثال هورمون اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین ترشح‌شده توسط یاخته‌های عصبی بخش مرکزی غدهٔ فوق‌کلیه، هورمون اکسی‌توسین و ضدادراری تولیدشده توسط جسم یاخته‌های عصبی هیپوتالاموس، هورمون‌های آزادکننده و مهارکنندهٔ ترشح‌شده توسط یاخته‌های عصبی هیپوتالاموس، هورمون ملاتونین ترشح‌شده توسط یاخته‌های غدهٔ اپی‌فیز (رومغزی)[1]



شکل «مقایسهٔ هورمون و ناقل عصبی»

- ✓ هورمون‌ها، برخلاف ناقل‌های عصبی، برای رسیدن به یاختهٔ هدف خود باید وارد جریان خون شوند.
- ✓ پیک‌های شیمیایی، در ریزکیسه‌های ترشحی یاختهٔ سازندهٔ خود ذخیره می‌شوند و در موقع لزوم، از یاخته آزاد می‌شوند.
- ✓ گیرندهٔ هورمون می‌تواند در سطح یاخته یا درون یاخته باشد. اگر گیرندهٔ هورمون درون یاخته باشد، هورمون از غشای یاختهٔ هدف عبور می‌کند و وارد آن می‌شوند.
- ✓ هورمون‌ها، همانند ناقل‌های عصبی، ابتدا وارد مایع میان‌بافتی می‌شوند. پس از آن، هورمون وارد جریان خون می‌شود و ناقل عصبی، با طی کردن فضای سیناپسی، به یاختهٔ هدف خود می‌رسد.

نام پیک شیمیایی	نوع پیک	سلول سازنده	محل ورود پیک	سلول هدف
ناقل عصبی	کوتاه‌برد	سلول عصبی (نورون)	فضای سیناپسی	سلول پس‌سیناپسی
هورمون	دوربرد	سلول درون‌ریز	مایع میان بافتی ← خون	وابسته به نوع هورمون

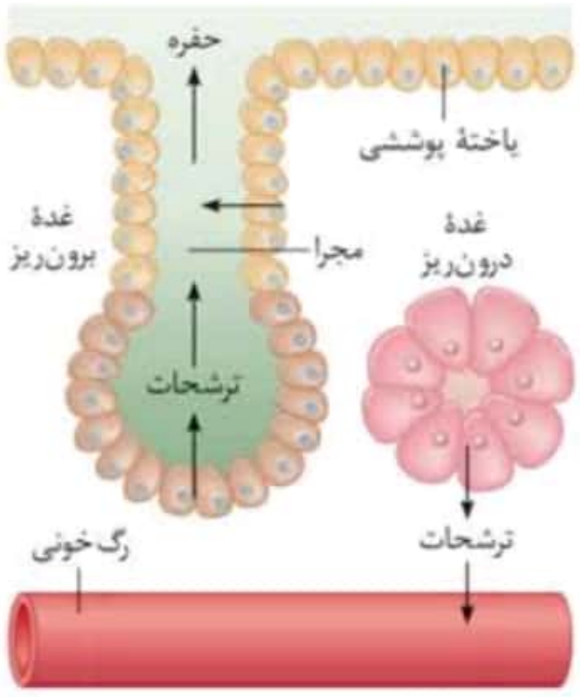
درسنامهٔ ۲ یاخته‌های بافت عصبی اجزای دستگاه درون‌ریز

یاخته‌های درون‌ریز

به یاخته‌هایی که هورمون ترشح می‌کنند، **یاخته‌های درون‌ریز** گفته می‌شود. *چرا درون‌ریز؟ چون ترشحات خودشون رو می‌ریزن داخل محیط درونی بدن؛ یادتون هست که خون جزء محیط درونی بدن محسوب میشه؟* یاخته‌های درون‌ریز، ممکن است به دو صورت در بدن یافت شوند:

۱- سلول‌های پینه‌آلوسیت، سلول‌هایی هستند که در غدهٔ اپی‌فیز (پینه‌آل) قرار دارند و هورمون ملاتونین را ترشح می‌کنند. این سلول‌ها، از اپی‌تلیوم عصبی جنینی منشأ می‌گیرند و سلول‌های

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی



مقایسهٔ غدهٔ درون‌ریز و غدهٔ برون‌ریز

۱- پراکنده در اندام‌ها: ممکن است که یاخته‌های درون‌ریز **در بین یاخته‌های دیگر اندام‌های مختلف بدن** وجود داشته باشند:

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] در بخش‌های مختلف **معده و روده**، یاخته‌هایی وجود دارند که هورمون می‌سازند. **سکرتین**، یکی از این هورمون‌هاست که از دوازدهه ترشح می‌شود. **گاسترین**، هورمون دیگری است که از دیوارهٔ معده در مجاورت پیلور ترشح می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] در **کبد و کلیه**، یاخته‌های درون‌ریزی وجود دارند که می‌توانند هورمون **اریتروپویتین** را ترشح کنند. این هورمون، با اثر بر مغز استخوان، تولید گویچه‌های قرمز را تنظیم می‌کند.

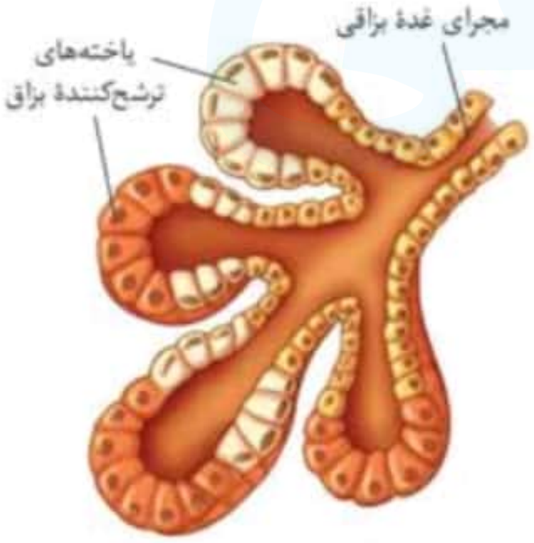
۲- غده‌های درون‌ریز: ممکن است یاخته‌های درون‌ریز **کنار هم جمع شوند** و غدهٔ درون‌ریز را تشکیل دهند. غدهٔ درون‌ریز، غده‌ای است که کار اصلی آن، ترشح هورمون است. ترشحات غدد درون‌ریز، **به خون وارد می‌شود.**

□ بررسی یک چالش؛ گاسترین و غدهٔ معده:

شاید در تست‌ها با این عبارت مواجه شوید: «یاخته‌های درون‌ریز غدد معده، هورمون گاسترین را ترشح می‌کنند.» *به‌نظرتون این عبارت درسته یا غلطه؟ شاید در نگاه اول بگین که در معده، یاخته‌های درون‌ریز پراکنده هورمون ترشح می‌کنند نه غدهٔ درون‌ریز و بنابراین، این عبارت غلطه. هرچند توضیح شما درست هست، اما این دلیلی بر غلط بودن این عبارت نیست و در واقع، این عبارت کاملاً درسته. می‌خواین بدونین چرا؟ باید مروری داشته باشیم روی فصل (۲) زیست دهم. اصلاً غدهٔ معده چی هست؟* در معده، بافت پوششی مخاط به سمت بافت پیوندی سست زیر آن فرورفتگی پیدا کرده است. این فرورفتگی‌ها در معده، حفرات و غدد معده را تشکیل می‌دهند. در واقع، بخش پایینی هر فرورفتگی، یک غدهٔ معده است. در غدد معده، یاخته‌های مختلفی وجود دارند. در غده‌های معده که در مجاورت پیلور قرار دارند، یاخته‌های درون‌ریز نیز وجود دارند. این یاخته‌های درون‌ریز، هورمون گاسترین را ترشح می‌کنند. *پس غدد معده، غدد برون‌ریز هستن نه درون‌ریز. ولی در بعضی از غدد معده، یافته‌های درون‌ریز هم وجود دارن که کارشون ترشح هورمونه.* این نکته، دربارهٔ سکرتین و غدهٔ روده نیز صدق می‌کند.

نکته گاسترین و سکرتین، توسط یاخته‌های درون‌ریزی تولید می‌شوند که به‌ترتیب، در غدهٔ معده و غدهٔ روده (دوازدهه) قرار دارند.

□ تفاوت غدهٔ درون‌ریز و برون‌ریز چیست؟



غدهٔ بزاقی

غدهٔ درون‌ریز، هورمون‌ها را به خون ترشح می‌کند، اما غدهٔ برون‌ریز، **ترشحات خود را به سطح بدن یا حفرات بدن می‌ریزد.** انتقال مواد از غدهٔ برون‌ریز به سطح بدن یا حفرات، توسط **مجرای خاصی** انجام می‌شود.

مثال غده‌های گوارشی (غده‌های بزاقی، کبد، پانکراس و غده‌های دیوارهٔ روده و معده)، غدهٔ چربی و عرق پوست، غده‌های مجرای گوش خارجی، غده‌های سازندهٔ مخاط در مجاری تنفسی و ادراری ـ تناسلی، غده‌های پیازی میزراهی، وزیکول‌های سمینال و غدهٔ پروستات.

نکته همهٔ غده‌های برون‌ریز بدن انسان، از جنس **بافت پوششی** هستند. اغلب غده‌های درون‌ریز نیز از جنس بافت پوششی هستند. در زیرنهنج (هیپوتالاموس) و بخش مرکزی غدهٔ فوق‌کلیه، یاخته‌های درون‌ریز از نوع یاخته‌های عصبی هستند، نه پوششی.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] بافت پوششی در برخی از بخش‌های بدن، غده تشکیل می‌دهد؛ مثلاً در غده‌های بزاقی، یاخته‌های پوششی بزاق را می‌سازند و به درون مجراهایی که به دهان راه دارند، ترشح می‌کنند. معده و روده نیز غده‌ها و یاخته‌های ترشحی از نوع بافت پوششی دارند که موادی را می‌سازند و به فضای درون این اندام‌ها ترشح می‌کنند.

دستگاه درون‌ریز

به مجموع یاخته‌های درون‌ریز، غده‌های درون‌ریز و هورمون‌ها، دستگاه درون‌ریز گفته می‌شود. دستگاه درون‌ریز و دستگاه عصبی، فعالیت بدن را تنظیم می‌کنند و **نسبت به محرک‌های درونی و بیرونی پاسخ می‌دهند.**

□ یاخته‌های درون‌ریز

۱- معده: هورمون گاسترین

۲- دوازدهٔ رودهٔ باریک: هورمون سکرتین

کلیه و کبد: هورمون اریتروپویتین

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

gajmarket.com

□ غده‌های درون‌ریز (بر اساس تعداد و محل قرارگیری)

مغز: ۱- هیپوتالاموس (زیرنهنج) (×۱)، ۲- هیپوفیز (زیرمغزی) (×۱) و ۳- اپی‌فیز (رومغزی) (×۱)

گردن: ۱- تیروئید (سپردیس) (×۱) و ۲- پاراتیروئید (×۴)

پشت جناغ و نای: ۱- تیموس (×۱)

حفرهٔ شکمی: ۱- غدهٔ فوق‌کلیه (×۲) و ۲- پانکراس (×۱)

غدد جنسی: ۱- بیضه (×۲) و ۲- تخمدان (×۲)

ترتیب غده‌ها از بالا به پایین:

اپی‌فیز

↓

هیپوتالاموس

↓

هیپوفیز

↓

تیروئید (+ پاراتیروئید)

↓

تیموس

↓

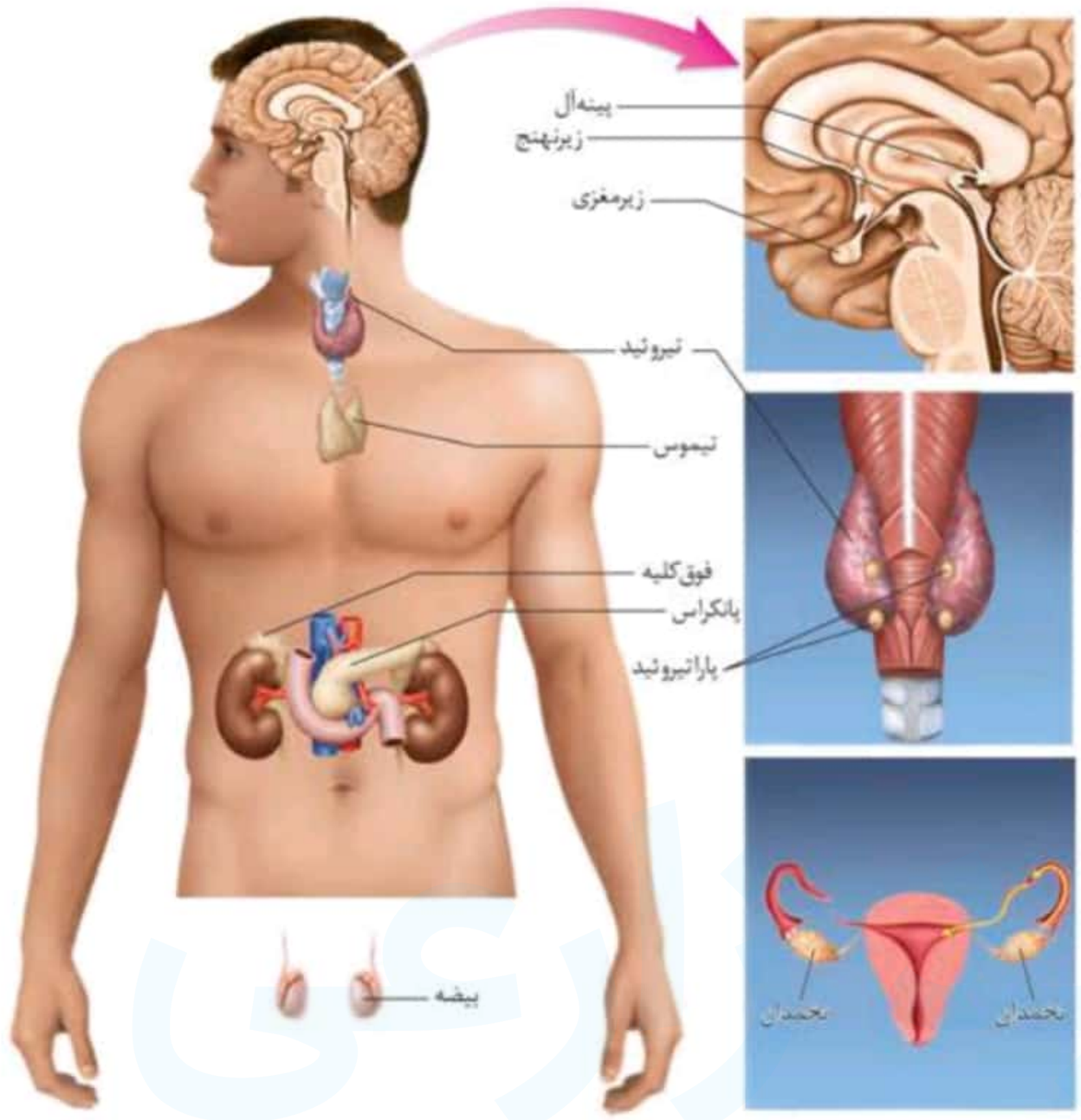
فوق‌کلیه

↓

پانکراس

↓

تخمدان یا بیضه



غده‌های درون‌ریز بدن انسان

شکل «غدهٔ درون‌ریز و برون‌ریز»

✓ غدهٔ برون‌ریز نشان داده‌شده در شکل، غدهٔ عرق است که ترشحات خود را به سطح پوست وارد می‌کند. در ترشحات غدهٔ عرق، آنزیم لیزوزیم و نمک وجود دارد که در ایجاد نخستین خط دفاعی بدن مؤثر هستند.

✓ گروهی از غدد درون‌ریز بدن، سلول‌های پوششی دارند. ترشحات این سلول‌ها، که هورمون می‌باشند، وارد مویرگ‌های خونی می‌شوند.

شکل «غدد درون‌ریز اصلی»

✓ غدهٔ اپی‌فیز، بالاترین غدهٔ درون‌ریز بدن انسان است[1].

✓ در بدن هر انسان، غدد جنسی، پایین‌ترین غدد درون‌ریز هستند؛ در زنان، تخمدان‌ها و در مردان، بیضه‌ها، پایین‌ترین غدد درون‌ریز می‌باشند.

✓ از بین غدد درون‌ریز بدن انسان، تعدادی از غدد به‌صورت منفرد (تکی) در بدن وجود دارند: اپی‌فیز، هیپوتالاموس، هیپوفیز، تیروئید، تیموس و پانکراس، غدد درون‌ریزی هستند که فقط یک عدد از آن‌ها در بدن وجود دارد.

✓ در بدن انسان، ۲ غدهٔ فوق‌کلیه، ۲ تخمدان و ۲ بیضه وجود دارد. در مورد غدد پاراتیروئیدی[2] نیز دقت داشته باشید که ۴ غدهٔ پاراتیروئیدی در بدن انسان وجود دارد.

✓ پانکراس، غده‌ای است که در حفرهٔ شکمی، بین دو کلیه قرار گرفته است و پایین‌تر از غدد فوق‌کلیه قرار دارد.

۱- هرچند غدهٔ اپی‌فیز نیز جزء غدد درون‌ریز اصلی بدن انسان است و در شکل نیز نشان داده شده است، ولی نام‌گذاری آن انجام نشده است که جزء ایرادات کتاب درسی می‌باشد. با توجه به این موضوع، دقت داشته باشید که ممکن است طراح کنکور نیز اپی‌فیز را جزء غدد درون‌ریز اصلی بدن حساب نکند که در این صورت، هیپوتالاموس، بالاترین غدهٔ درون‌ریز اصلی بدن محسوب می‌شود.

۲- پاراتیروئید جزء غدد درون‌ریز اصلی بدن محسوب می‌شوند ولی چون در پشت غدهٔ تیروئید قرار دارند، در شکل قابل‌مشاهده نیستند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نام غده	نام هورمون	محرک ترشح	سلول هدف	اثر
اپی‌فیز	ملاتونین	در پاسخ به تاریکی	ـــــ	تنظیم ریتم‌های شبانه‌روزی
هیپوتالاموس	هورمون‌های آزادکننده	بازخورد منفی هورمون‌ها	هیپوفیز پیشین	افزایش ترشح هورمون‌های هیپوفیز پیشین
	هورمون‌های مهارکننده		هیپوفیز پیشین	کاهش ترشح هورمون‌های هیپوفیز پیشین
	ضدادراری	افزایش فشار اسمزی هیپوتالاموس	نفرون‌های کلیه	افزایش بازجذب آب در کلیه
	اکسی‌توسین	انقباضات رحم و مکیدن شیر	ماهیچهٔ صاف رحم و غدد شیری	تحریک انقباض ماهیچهٔ صاف
هیپوفیز پیشین	هورمون رشد	هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموس	صفحهٔ رشد استخوان دراز	رشد طولی استخوان دراز
	پرولاکتین	هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموس	غدد شیری	تحریک تولید شیر / + تنظیم تعادل آب و نقش در دستگاه تولیدمثل مرد و دستگاه ایمنی
	محرک تیروئیدی	هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموس	غدد تیروئید	ترشح هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4)
	محرک فوق‌کلیه	هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموس	بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه	ترشح کورتیزول، آلدوسترون و ...
	محرک غدد جنسی (FSH و LH)	هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموس	غدد جنسی	ترشح هورمون‌های جنسی و ...
تیروئید	هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4)	هورمون محرک تیروئیدی	همهٔ سلول‌های بدن	افزایش تجزیهٔ گلوکز + تنظیم انرژی در دسترس بدن
	کلسی‌تونین	افزایش کلسیم پلاسمای خون	استخوان	جلوگیری از برداشت کلسیم از مادهٔ زمینه‌ای استخوان
پاراتیروئید	هورمون پاراتیروئیدی	کاهش کلسیم پلاسمای خون	استخوان / کلیه	آزادسازی کلسیم از استخوان / افزایش بازجذب کلسیم در کلیه / فعال کردن ویتامین D ← افزایش جذب کلسیم در رودهٔ باریک
تیموس	تیموسین	ـــــ	لنفوسیت T نابالغ	تمایز لنفوسیت T و ایجاد لنفوسیت T بالغ
فوق‌کلیه — مرکزی	اپی‌نفرین و نور اپی‌نفرین	تنش کوتاه‌مدت: تنظیم توسط دستگاه عصبی خودمختار	شبکهٔ هادی قلب / ماهیچهٔ صاف رگ‌ها / ماهیچهٔ صاف نایژک‌ها	افزایش ضربان قلب و فشار خون / کاهش خون‌رسانی به لولهٔ گوارش و افزایش خون‌رسانی قلب و ماهیچه‌های اسکلتی / باز شدن نایژک‌ها / افزایش قند خون
فوق‌کلیه — قشری	کورتیزول	تنش بلندمدت: هورمون محرک فوق‌کلیه	ـــــ	افزایش قند خون / تضعیف دستگاه ایمنی در صورت ترشح طولانی‌مدت
	آلدوسترون	سیستم رنین - آنژیوتانسینوژن / هورمون محرک فوق‌کلیه	نفرون‌های کلیه	افزایش بازجذب سدیم و به دنبال آن، افزایش بازجذب آب ← افزایش فشار خون
پانکراس	انسولین	افزایش گلوکز پلاسمای خون	اغلب سلول‌های بدن / کبد	افزایش برداشت گلوکز توسط سلول‌ها از خون / تولید گلیکوژن از گلوکز
	گلوکاگون	کاهش گلوکز پلاسمای خون	کبد	تجزیهٔ گلیکوژن و آزاد شدن گلوکز به خون
تخمدان	استروژن	هورمون LH و FSH	توضیحات این قسمت را در فصل (۷) یازدهم می‌خوانید.	
	پروژسترون	هورمون LH و FSH		
بیضه	تستوسترون	هورمون LH		

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

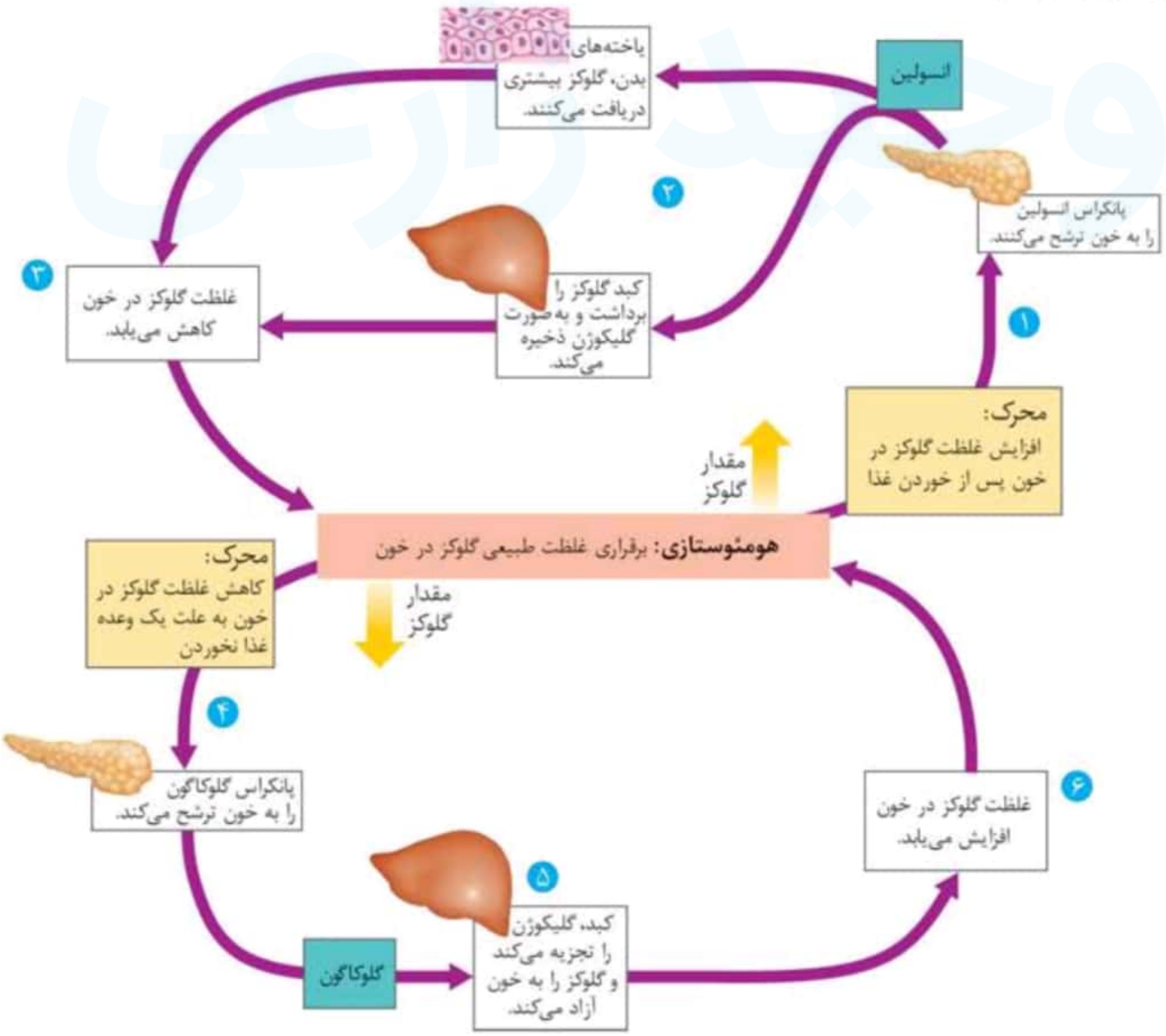
درسنامهٔ ۳ گوناگونی پاسخ یاخته‌ها به هورمون

توی این درسنامه و درسنامهٔ بعد، یکم بیشتر با نحوهٔ عمل هورمون‌ها و تنظیم مقدار ترشح اونا آشنا می‌شیم. توی این دو تا درسنامه، مثال‌هایی از عملکرد هورمون‌ها رو هم می‌فونین، ولی اینجا فقط برای توضیح موضوع بحثمون گفته شدن و در درسنامه‌های بعدی، عملکرد هورمون‌ها به‌طور کامل و مفصل توضیح داده میشه.

پاسخی که هورمون در یاختهٔ هدف ایجاد می‌کند، به **نوع هورمون** و **نوع یاختهٔ هدف** بستگی دارد. ممکن است یک یاخته چند هورمون را دریافت کند یا اینکه چند یاخته، یک هورمون را دریافت کنند. *یعنی ممکن است که یک نوع یافته، گیرندهٔ چند نوع هورمون رو داشته باشه؛ مثلاً یافته‌های ماهیچه‌ای برای هورمون‌های مختلفی مثل هورمون تیروئیدی، هورمون انسولین و ... گیرنده دارن. علاوه بر این، ممکن است که چند نوع یافتهٔ بدن، گیرندهٔ یک نوع هورمون رو داشته باشن؛ به عبارت دیگه، ممکن است که یک نوع هورمون، در انواع مختلفی از یافته‌های بدن گیرنده داشته باشه.* بر اساس نوع هورمون و نوع یاختهٔ هدف، **پیام پیک به عملکرد خاصی تفسیر می‌شود.**

☐ یک یاخته، نسبت به هورمون‌های مختلف، پاسخ‌های متنوعی ایجاد می‌کند.

یک یاخته ممکن است برای چند هورمون گیرنده داشته باشد: این یاخته، با توجه به پیام هر هورمون، عملکرد خاصی را بروز می‌دهد. مثلاً، در یاخته‌های کبدی، انسولین باعث می‌شود که گلوکز وارد یاخته شود و به گلیکوژن تبدیل شود. اما هورمون گلوکاگون، باعث می‌شود که گلیکوژن در کبد تجزیه شود و گلوکز تولیدشده، وارد جریان خون شود.



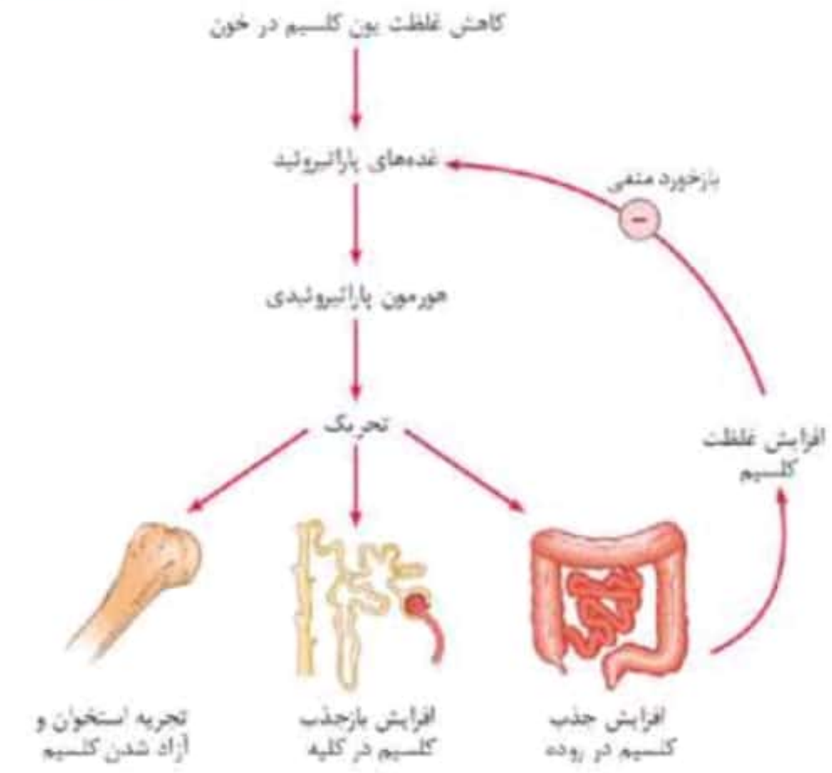
یک یاخته (یاختهٔ کبدی)؛ پاسخ‌های متنوع نسبت به هورمون‌های مختلف

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

□ یک هورمون، در یاخته‌های مختلف، پاسخ‌های متنوعی ایجاد می‌کند.

توی حالت قبلی گفتیم که هورمون‌های مختلف، پاسخ‌های مختلفی هم در یک یاخته ایجاد می‌کنن. خُب این چیز مشخصی بود. حالا می‌خوایم بگیم که یک هورمون هم در جاهای مختلف، پاسخ‌های متنوعی ایجاد می‌کنه. **یک هورمون، ممکن است برای یاخته‌های مختلفی، گیرنده داشته باشد.** بنابراین، امکان دارد که هر یاخته، عملکرد خاصی نسبت به پیام هورمون داشته باشد. مثلاً، هورمون پاراتیروئید در کلیه، بازجذب کلسیم را زیاد می‌کند، اما در استخوان، باعث تجزیهٔ استخوان و آزادسازی کلسیم به جریان خون می‌شود. *البته این امکان هم وجود داره که یک یاخته نسبت به چند هورمون، پاسخ یکسانی داشته باشه و یا یک هورمون، پاسخ‌های یکسانی در چند نوع یاخته ایجاد کنه. مثلاً، انسولین در انواع یاخته‌های بدن، برداشت گلوکز رو افزایش می‌ده.*

نکته چند هورمون، می‌توانند یک اثر مشترک را ایجاد کنند؛ مثلاً هم اپی‌نفرین و هم کورتیزول، باعث افزایش قند خون می‌شوند[1].



یک هورمون؛ پاسخ‌های متنوع در یاخته‌های مختلف

نکته هورمون‌های یک غدهٔ درون‌ریز، ممکن است اثرات کاملاً متفاوت داشته باشند؛ مثلاً، پانکراس دو هورمون ترشح می‌کند: ۱- انسولین که باعث کاهش قند خون می‌شود و ۲- گلوکاگون که باعث افزایش قند خون می‌شود.

نکته یک هورمون، ممکن است در اندام‌های مختلف بدن، پاسخ‌های متفاوت ایجاد کند؛ مثلاً، پرولاکتین باعث تحریک تولید شیر در غدد شیری می‌شود و در عین حال، بر فرایندهای دستگاه تولیدمثل مردان نیز مؤثر است.

نکته یک اندام، ممکن است در پاسخ به هورمون‌های مختلف، پاسخ‌های یکسان ایجاد کند؛ مثلاً، هم آلدوسترون و هم هورمون ضدادراری، می‌توانند باعث افزایش بازجذب آب در کلیه‌ها شوند.

درسنامهٔ ۴ تنظیم بازخوردی ترشح هورمون‌ها

هورمون‌ها، **در مقادیر خیلی کم ترشح می‌شوند**، اما با همین مقدار کم، اثرات خود را بر جای می‌گذارند. بنابراین، **تغییر هر چند کم در مقدار ترشح هورمون‌ها، اثرات قابل‌ملاحظه‌ای در پی خواهد داشت.** به همین علت، ترشح هورمون‌ها باید به دقت تنظیم شود.

چرخهٔ تنظیم بازخوردی، **رایج‌ترین روش تنظیم ترشح هورمون‌هاست** و با دو روش بازخورد منفی و بازخورد مثبت انجام می‌شود.

□ روش بازخورد منفی

در این روش، افزایش مقدار **یک هورمون** یا **تأثیرات آن**، سرانجام باعث کاهش ترشح هورمون می‌شود و **بالعکس**.

نکته بیشتر هورمون‌ها، توسط بازخورد منفی تنظیم می‌شوند.

مثال تنظیم انسولین، مثالی از یک بازخورد منفی است. *برای اینکه بهتر بفهمید بازخورد منفی چی هست، به شکل زیر دقت کنید:*

بیاین به صورت ساده‌تر ببینیم که چه اتفاقی می‌افته تا انسولین غلظت گلوکز خون رو کاهش بده:

محرک: افزایش گلوکز خون ← ↑ ترشح انسولین ← برداشت گلوکز توسط یاخته‌ها ← کاهش گلوکز خون ← ↓ ترشح انسولین

[1] البته وجود این ویژگی در گیرنده‌ها، لزوماً به این معنی نیست که مکانیسم ایجاد این تغییر متفاوت باشد.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

همونطور که می‌بینین، افزایش غلظت انسولین، سرانجام باعث کاهش ترشح انسولین شد. این یعنی بازخورد منفی. بیاین یه مثال دیگه بررسی کنیم.

محرک: افزایش کلسیم خون ← ↑ ترشح کلسی‌تونین ← ذخیرهٔ کلسیم در استخوان ← کاهش کلسیم خون ← **↓ ترشح کلسی‌تونین**

اینم شد بازخورد منفی. حالا یه نکتهٔ خیلی مهم که معمولاً بچه‌ها اشتباه می‌کنن؛

نکته بازخورد منفی، همواره باعث کاهش ترشح هورمون نمی‌شود. بلکه، می‌تواند باعث افزایش ترشح هورمون نیز شود. به مثال زیر دقت کنید:

↓ ترشح اریتروپویتین ← کاهش تولید گویچه‌های قرمز ← کاهش اکسیژن‌رسانی بافت‌ها ← **↑ ترشح اریتروپویتین**

تو این مثال دیدین که کاهش ترشح یک هورمون، سرانجام باعث افزایش ترشح یک هورمون شد و به اینم می‌گن بازخورد منفی. پس به‌طور خلاصه، هر وقت تغییر اولیه و نهایی ترشح یک هورمون، برعکس همدیگه باشه، بهش می‌گن بازخورد منفی.

☐ روش بازخورد مثبت

در این روش، افزایش **مقدار یک هورمون** یا **تأثیرات آن**، باعث افزایش ترشح هورمون می‌شود و **بالعکس**. مثال‌های این روش بازخورد را در فصل (۷) می‌خوانیم و برای یادگیری بهتر، یک نمونه را در اینجا بررسی می‌کنیم:

محرک: انقباض دیوارهٔ رحم ← ↑ ترشح اکسی‌توسین ← اثر بر ماهیچه‌های صاف رحم ← افزایش انقباضات ← **↑ ترشح اکسی‌توسین**

توی این مثال دیدین که افزایش یک هورمون، سرانجام باعث افزایش ترشح همون هورمون شد. به این می‌گن بازخورد مثبت. یعنی تغییر ترشح اولیه و نهایی، در یک جهت است. البته، روش بازخورد مثبت و منفی فقط برای هورمون‌ها نیست و در جاهای دیگهٔ بدن هم دیده می‌شه؛ مثل نمونهٔ زیر:

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] پروتئازهای معده را به‌طور کلی پپسینوژن می‌نامند. پپسینوژن در اثر کلریدریک اسید به پپسین تبدیل می‌شود. پپسین، خود با اثر بر پپسینوژن، تبدیل آن را سریع‌تر می‌کند. تأثیر پپسین بر پپسینوژن و تسریع تبدیل آن، مثالی از بازخورد مثبت است.

تأثیر HCl بر پپسینوژن ← ↑ غلظت پپسین ← اثر پپسین بر پپسینوژن ← تبدیل پپسینوژن به پپسین ← **↑ غلظت پپسین**

درسنامه ۵ غده‌های درون‌ریز مغز

تا الان فهمیدیم که هورمون چی هست، کجا ساخته می‌شه و چجوری اثر می‌ذاره. به‌طور خلاصه هم فهمیدیم که غدد درون‌ریز بدن انسان چی هستن. اما هنوز هیچی نگفتیم و تازه می‌خوایم بریم سر اصل مطلب. داخل این گفتار، می‌فهمیم که غدد درون‌ریز بدن، چه هورمون‌هایی ترشح می‌کنن و کار هر هورمون چی هست. راستش اینجا یکم مفهومی و ترکیبی است، پس با دقت خیلی زیادی بخونین. راستی، اینجا یکم ترتیب مطالب رو تغییر دادیم و بر اساس محل قرارگیری غده‌ها، بررسی کردیم.

ویژگی ظاهری و محل قرارگیری

غده‌های هیپوفیز، هیپوتالاموس و اپی‌فیز، در مغز قرار دارند.

۱- هیپوفیز: تقریباً به اندازهٔ **یک نخود** است و **با ساقه‌ای از هیپوتالاموس آویزان است**. نمی‌دونین یه غدهٔ نخودی چقدر واسه آدم کار انجام می‌ده! شکل مقابل هم موقعیت این غده‌ها رو نشون می‌ده.

غدهٔ هیپوفیز، درون **یک گودی در استخوانی از کف جمجمه** قرار دارد. این غده، سه بخش دارد: ۱- بخش پیشین، ۲- بخش میانی و ۳- بخش پسین.

نکته عملکرد هیپوفیز میانی در انسان شناخته‌شده نیست و اعمال درون‌ریز این غده، در ارتباط با بخش پیشین و پسین است.

نکته غدهٔ هیپوفیز توسط استخوان جمجمه حفاظت می‌شود.

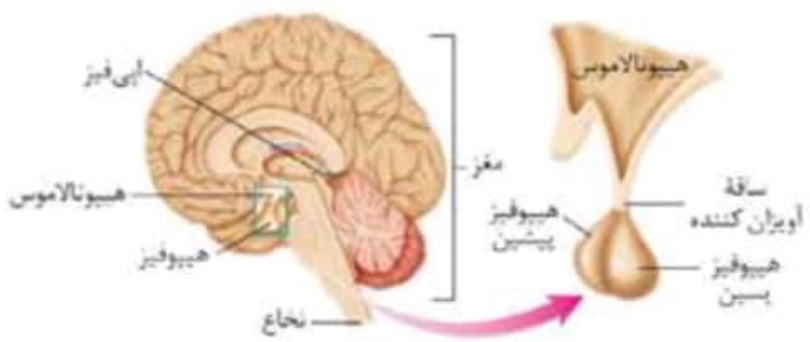
غدهٔ هیپوفیز

۲- هیپوتالاموس: **ساختار عصبی** دارد و در ارتباط با هیپوفیز است. ارتباط هیپوتالاموس با بخش پسین غدهٔ هیپوفیز، **توسط نورون‌ها** انجام می‌شود، اما ارتباط بین هیپوتالاموس و بخش پیشین هیپوفیز، **از طریق خون** است.

نکته ارتباط بین هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین، ارتباط خونی است در حالی‌که ارتباط بین هیپوتالاموس و هیپوفیز پسین، توسط یاخته‌های عصبی برقرار می‌شود و دارای ارتباط خونی نیستند.

۳- اپی‌فیز: در بالای **برجستگی‌های چهارگانه** قرار دارد.

شکل مقابل، موقعیت غده‌های درون‌ریز مغز را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشخص است، غدهٔ هیپوفیز و هیپوتالاموس، **مستقیماً با یکدیگر اتصال دارند** و در **جلوی ساقهٔ مغز** قرار دارند. اپی‌فیز نیز در **پشت ساقهٔ مغز و بالاتر از مخچه** قرار دارد. لازم به ذکر است که هیپوتالاموس، **پایین‌تر از تالاموس‌ها** قرار دارد و علت نامگذاری آن نیز همین است.



غده‌های درون‌ریز مغز

حالا بریم ببینیم هر کدوم از این غده‌ها چی هست.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

عملکرد غده‌های درون‌ریز مغز

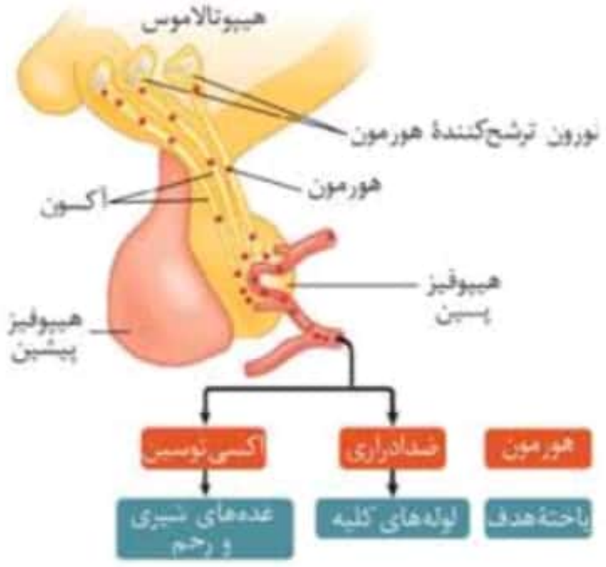
☐ غدهٔ هیپوتالاموس

این غده، هورمون‌های آزادکننده، مهارکننده، ضدادراری و اکسی‌توسین را می‌سازد.

هورمون ضدادراری و اکسی‌توسین: این هورمون‌ها، در **جسم سلولی نورون‌های هیپوتالاموس** ساخته می‌شوند و سپس از **طریق آکسون نورون‌ها**، به هیپوفیز پسین می‌روند و در آنجا **ذخیره می‌شوند**.

نکته در هیپوفیز پسین، یاختهٔ هدف هورمون ضدادراری و اکسی‌توسین وجود ندارد. بنابراین، یاخته‌های هیپوفیز پسین نمی‌توانند گیرنده‌های مربوط به این هورمون‌ها را بسازند.

نکته **در هیپوفیز پسین، یاخته‌های تولیدکنندهٔ هورمون وجود ندارد** اما یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون یافت می‌شوند.



ارتباط عصبی هیپوفیز پسین و هیپوتالاموس

هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده: این هورمون‌ها، ترشح هورمون‌های **بخش پیشین هیپوفیز** را تنظیم می‌کنند. هورمون آزادکننده، باعث افزایش ترشح هورمون‌های غدهٔ هیپوفیز پیشین می‌شود و برعکس، هورمون‌های مهارکننده، ترشح هورمون‌های بخش پیشین را متوقف می‌کنند.

نکته انتقال هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده از هیپوتالاموس به هیپوفیز، توسط جریان خون انجام می‌شود. یاختهٔ هدف این هورمون‌ها، در غدهٔ هیپوفیز پیشین قرار دارد و پاسخ یاختهٔ هدف به این هورمون‌ها، به‌صورت افزایش یا توقف ترشح یک هورمون است.

نکته هیپوتالاموس، **نقش مهمی در تنظیم سایر غده‌ها** برعهده دارد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۱ یازدهم] هیپوتالاموس که در زیر تالاموس قرار دارد، دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، تشنگی، گرسنگی و خواب را تنظیم می‌کند.

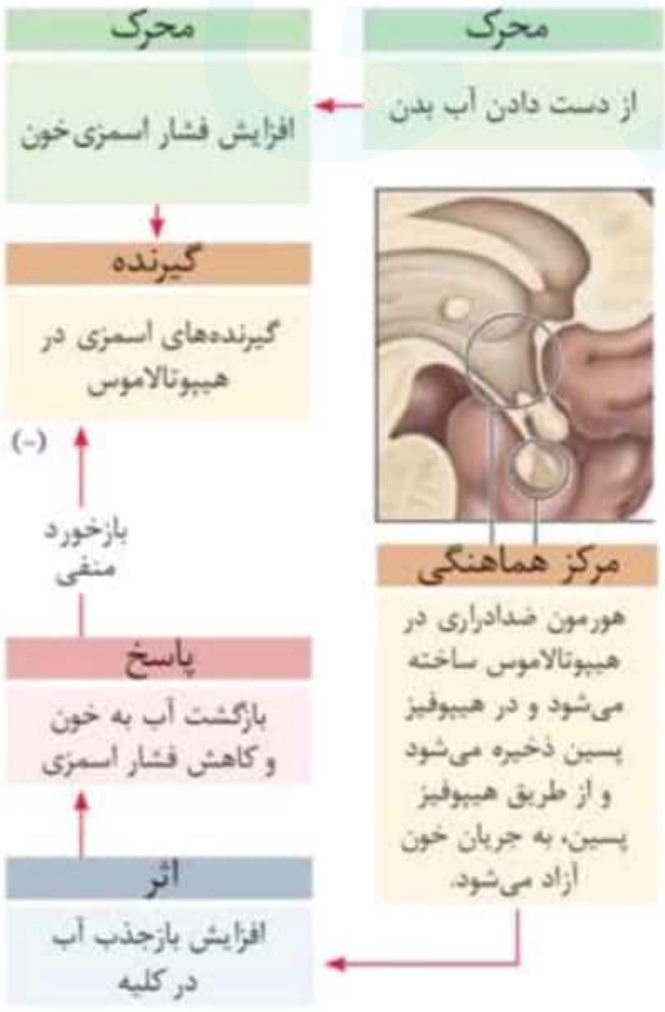
☐ بخش پسین غدهٔ هیپوفیز

در بخش پسین غدهٔ هیپوفیز، **هیچ هورمونی تولید نمی‌شود**؛ بلکه، هورمون‌های ضدادراری و اکسی‌توسین **تولیدشده در هیپوتالاموس**، در این بخش ذخیره می‌شوند و **در موقع لزوم، ترشح می‌شوند**.

نکته غدهٔ هیپوفیز پسین، توانایی تولید هورمون را ندارد، ولی دو هورمون اکسی‌توسین و ضدادراری را به خون ترشح می‌کند. این دو هورمون، توسط نورون‌های هیپوتالاموس ساخته می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۵ دهم] **هورمون ضدادراری:** اگر غلظت مواد حل‌شده در خوناب از یک حد مشخص فراتر رود، گیرنده‌های اسمزی در هیپوتالاموس تحریک می‌شوند. در نتیجهٔ تحریک این گیرنده‌ها از یک سو، مرکز تشنگی در هیپوتالاموس فعال می‌شود و از سوی دیگر، هورمون ضدادراری از غدهٔ هیپوفیز پسین ترشح می‌شود. این هورمون، با اثر بر کلیه‌ها، بازجذب آب را افزایش می‌دهد و به این ترتیب، دفع آب را توسط ادرار کاهش می‌دهد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۷ یازدهم] **اکسی‌توسین:** هنگام زایمان، اکسی‌توسین ماهیچه‌های دیوارهٔ رحم را تحریک می‌کند تا انقباض آغاز شود و در ادامه، دفعات و شدت انقباض را مرتباً بیشتر می‌کند. هورمون اکسی‌توسین، علاوه‌بر تأثیر در زایمان، ماهیچهٔ صاف در غدد شیری را نیز منقبض می‌کند تا خروج شیر انجام شود.



عملکرد هورمون ضدادراری

☐ بخش پیشین غدهٔ هیپوفیز

بخش پیشین غدهٔ هیپوفیز، **شش نوع هورمون** ترشح می‌کند. تنظیم ترشح هورمون‌های هیپوفیز پیشین، توسط هورمون‌های آزادکننده و مهارکنندهٔ هیپوتالاموس انجام می‌شود. هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده، در هیپوتالاموس ساخته می‌شوند و سپس توسط رگ‌های خونی، وارد هیپوفیز پیشین می‌شوند و ترشح هورمون‌های غدهٔ هیپوفیز را تنظیم می‌کنند. هورمون‌هایی که توسط هیپوفیز پیشین ترشح می‌شوند، عبارت‌اند از:

۱- هورمون رشد، ۲- پرولاکتین، ۳- هورمون محرک تیروئید، ۴- هورمون محرک فوق‌کلیه، ۵ و ۶- هورمون محرک غدد جنسی (LH و FSH)

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

هورمون رشد

قبلاً در فصل (۳) گفتیم که هورمون رشد، تا قبل از بسته‌شدن صفحات رشد، بر روی آن‌ها اثر می‌گذارد و باعث **رشد قدی** می‌شود. *توضیحات کامل این فرایند رو توی فصل (۳) یازدهم گفتیم و دیگه تکرارش نمی‌کنیم. همین الان برگردین فصل (۳) و این قسمت رو مطالعه کنید.*

نکته افزایش قد، مربوط به رشد طولی **استخوان‌های دراز** است و هورمون رشد، با اثر بر صفحات رشد استخوان‌های دراز، منجر به افزایش قد می‌شود.

پرولاکتین

پس از تولد نوزاد، هورمون پرولاکتین در بدن مادر بر روی **غدد شیری** اثر می‌گذارد و آن‌ها را **وادار به تولید شیر می‌کند.**

نکته امروزه شواهدی مبنی بر اثر هورمون پرولاکتین در حفظ تعادل آب (مشابه هورمون ضدادراری و آلدوسترون) و دستگاه ایمنی (مشابه هورمون تیموسین) به دست آمده است.

نکته در مردان، هورمون پرولاکتین در **تنظیم فرایندهای دستگاه تولیدمثل** نقش دارد. هورمون‌های LH، FSH و تستوسترون نیز در تنظیم فرایندهای دستگاه تولیدمثل مرد نقش دارند.

نکته هورمون پرولاکتین و اکسی‌توسین بر روی غدد شیری تأثیر می‌گذارند. پرولاکتین، بر روی یاخته‌های تولیدکنندهٔ شیر تأثیر می‌گذارد و تولید شیر را تحریک می‌کند. اما اکسی‌توسین، بر روی یاخته‌های ماهیچهٔ صاف تأثیر می‌گذارد و با تحریک انقباض آن‌ها، منجر به خروج شیر می‌شود.

هورمون‌های محرک

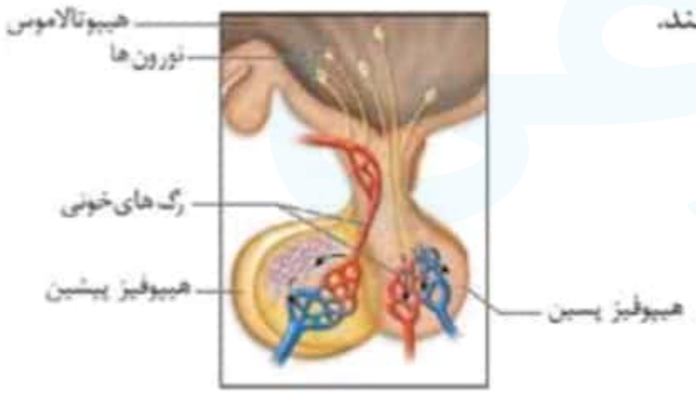
علاوه‌بر دو هورمون ذکرشده، بخش پیشین هیپوفیز چهار نوع هورمون محرک تولید می‌کند. این هورمون‌ها، در تنظیم فعالیت سایر غده‌های بدن نقش دارند.

۱- **هورمون محرک تیروئید:** فعالیت غدهٔ تیروئید و ترشح هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4) را تحریک می‌کند. دقت داشته باشید که کلسی‌تونین هم از غدهٔ تیروئید ترشح می‌شود ولی جزء هورمون‌های تیروئیدی نیست و ترشح آن، تحت تأثیر هورمون محرک تیروئیدی قرار نمی‌گیرد.

۲- **هورمون محرک فوق‌کلیه:** بر بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه تأثیر می‌گذارد و ترشح هورمون‌های این بخش، از جمله کورتیزول و آلدوسترون را تحریک می‌کند.

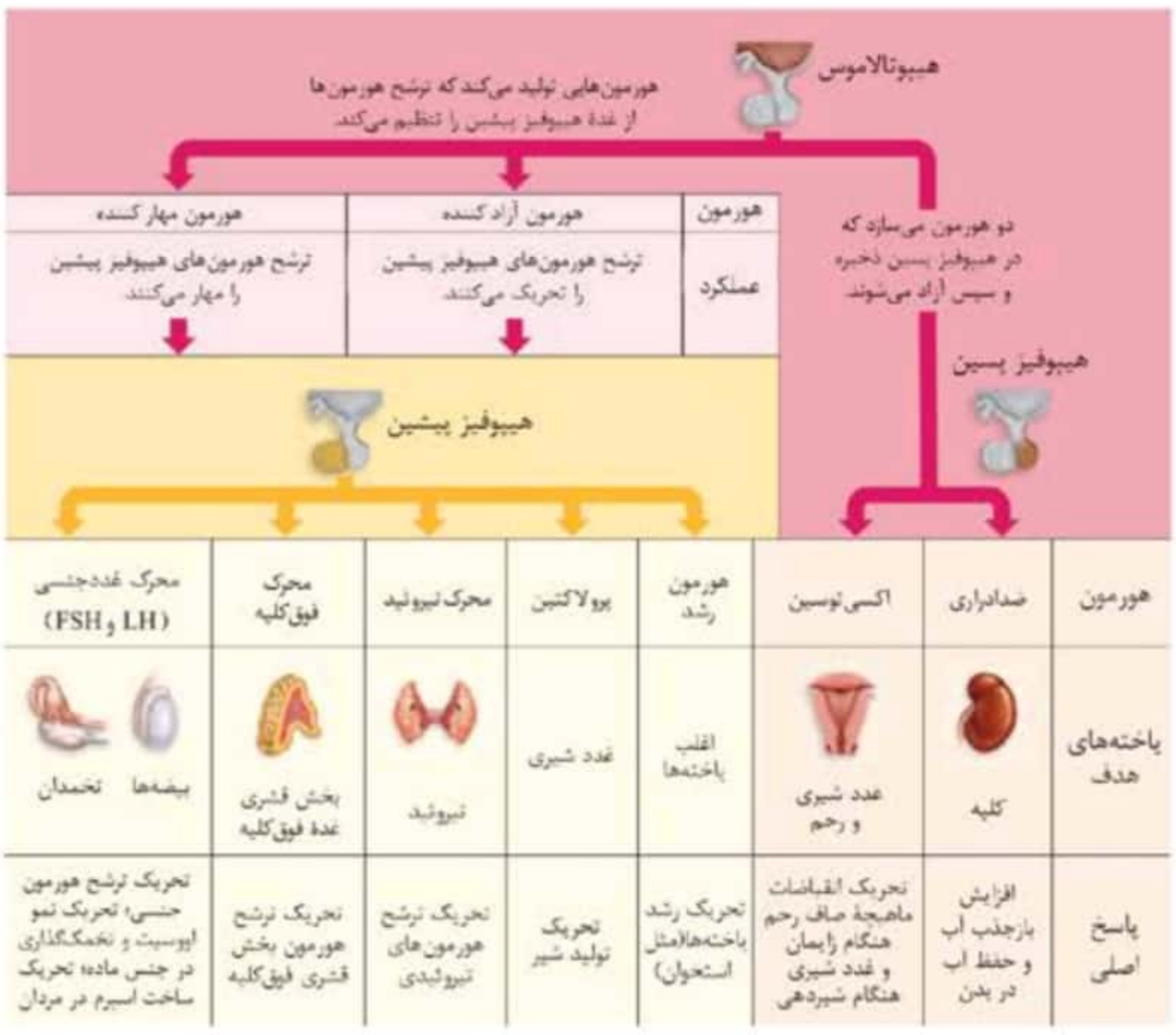
۳- **هورمون‌های محرک غدد جنسی:** LH و FSH هستند که کار غدد جنسی (تخمدان و بیضه) را تنظیم می‌کنند.

با عملکرد این هورمون‌ها، در فصل (۷) آشنا می‌شویم.



نکته هیپوفیز پیشین، با ترشح هورمون‌های محرک، در تنظیم فعالیت سایر غده‌های درون‌ریز بدن نقش دارد. هیپوتالاموس نیز از طریق ترشح هورمون‌های مهارکننده و آزادکننده، ترشح هورمون‌های هیپوفیز پیشین را تنظیم می‌کند و در تنظیم فعالیت غدد درون بدن نقش دارد.

شکل بعدی، خلاصه‌ای از کل هورمون‌های غده‌های هیپوتالاموس و هیپوفیز هست.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

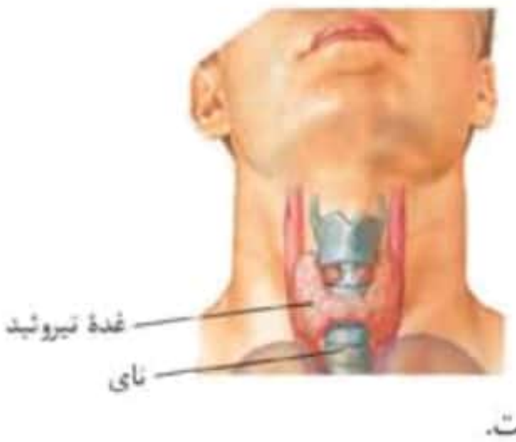
□ غدهٔ اپی‌فیز (رو مغزی)

همانطور که گفتیم، غده اپی‌فیز نیز **درون مغز** و در **بالای برجستگی‌های چهارگانه** قرار دارد. این غده، هورمون **ملاتونین** (نه ملانین) را ترشح می‌کند. عملکرد این هورمون در انسان به خوبی معلوم نیست، اما به‌نظر می‌رسد با **ریتم‌های شبانه‌روزی** در ارتباط باشد. مقدار ترشح این هورمون در **شب به حداکثر** و در **نزدیکی ظهر، به حداقل** می‌رسد.

درسنامهٔ ۶ غده‌های ناحیهٔ گردن: تیروئید و پاراتیروئید

در ناحیهٔ گردن، غده‌های تیروئید و پاراتیروئید وجود دارند.

غدهٔ تیروئید



تیروئید در **زیر حنجره** واقع است. این غده، **هورمون‌های تیروئیدی** (T_3 و T_4) و **کلسی‌تونین** را ترشح می‌کند.

نکته منظور از هورمون‌های تیروئیدی، فقط T_3 و T_4 است. در واقع، به هورمون‌های یددار تیروئید؛ یعنی T_3 و T_4، اصطلاحاً گفته می‌شود هورمون‌های تیروئیدی. بنابراین، حواستان باشد که اگر در سؤالی هورمون‌های تیروئیدی دیدید، کلسی‌تونین را در نظر نگیرید.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] بافت پوششی غده‌ای در تیروئید، از نوع بافت پوششی مکعبی یک‌لایه‌ای است.

□ عملکرد هورمون‌های تیروئیدی

ساختار: هورمون‌های تیروئیدی، دو هورمون یددار به نام‌های T_3 و T_4 هستند.

وظیفه

۱- تنظیم میزان تجزیهٔ گلوکز: این هورمون‌ها، میزان **تجزیهٔ گلوکز** و **انرژی در دسترس بدن** را تنظیم می‌کنند. هورمون‌های تیروئیدی با اثر بر یاخته‌های هدف، میزان تجزیهٔ گلوکز در این یاخته‌ها را افزایش می‌دهند.

نکته تجزیهٔ گلوکز طی تنفس یاخته‌ای، در همهٔ یاخته‌های بدن رخ می‌دهد. پس همهٔ یاخته‌های بدن، گیرندهٔ این هورمون‌ها را دارند و یاختهٔ هدف هورمون‌های تیروئیدی محسوب می‌شوند. مطابق فصل (۳) دهم، تجزیهٔ گلوکز در تنفس یاخته‌ای، طی واکنش زیر انجام می‌شود:

$$ATP + \text{آب} + \text{کربن دی‌اکسید} \rightarrow ADP + \text{فسفات} + \text{اکسیژن} + \text{گلوکز}$$

۲- نمو دستگاه عصبی مرکزی: در دوران **جنینی و کودکی**، هورمون T_3 (نه T_4) برای نمو دستگاه عصبی مرکزی لازم است. بنابراین، فقدان T_3 یا ترشح ناکافی آن، منجر به اختلالات نمو دستگاه عصبی و در نتیجه، **عقب‌ماندگی ذهنی** و **جسمی** می‌شود.

گواتر ناشی از کمبود ید

به **بزرگ‌شدن غیرطبیعی غدهٔ تیروئید**، گواتر گفته می‌شود. گواتر، می‌تواند ناشی از **کمبود ید** در غذا باشد. وقتی مقدار ید در دسترس غدهٔ تیروئید کم باشد، هورمون‌های تیروئیدی به اندازهٔ کافی ساخته نمی‌شوند. غدهٔ تیروئید برای دریافت ید بیشتر به‌منظور تولید هورمون‌های تیروئیدی، بزرگ‌تر می‌شود و به این بزرگ‌شدن، گواتر گفته می‌شود. *حالا ببینیم چرا گواتر ناشی از کمبود ید ایجاد میشه. به بازفورد زیر دقت کنید.*

محرک: کمبود T_3 و T_4 خون ← ↑ ترشح محرک تیروئید ← رشد بیشتر تیروئید ← بزرگ‌شدن تیروئید ←

ما طرح بازفوردی رو کامل ننوشتیم. قبل از اینکه ادامشو بفونین، یکم فکر کنین ببینین اینجا بازفورد منفی داریم یا مثبت؟

← ناتوانی در تولید مقدار کافی T_3 و T_4 به دلیل کمبود ید ← ↑ ترشح محرک تیروئید ← رشد بیشتر تیروئید ← بزرگ‌شدن تیروئید ...

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

در گواتر ناشی از کمبود ید، مقدار هورمون‌های تیروئیدی در خون کم است و در نتیجه، غدهٔ هیپوفیز پیشین، هورمون محرک تیروئید را ترشح می‌کند. این هورمون، باعث رشد بیشتر غدهٔ تیروئید می‌شود تا توانایی بیشتری برای جذب ید داشته باشد. در نتیجهٔ فعالیت بیشتر غدهٔ تیروئید، اندازهٔ غده بزرگ‌تر می‌شود. اما باز هم به دلیل کمبود ید در بدن، مقدار ترشح هورمون‌های تیروئیدی به مقدار کافی نمی‌رسد. در نتیجه، ترشح هورمون محرک تیروئید باز هم ادامه می‌یابد. *افزایش ترشح یک هورمون، باعث افزایش ترشح همان هورمون می‌شود؛ این یعنی بازخورد مثبت.* در نتیجه، غدهٔ تیروئید بزرگ و بزرگ‌تر می‌شود و گواتر ایجاد می‌شود. *فکر کنم اینو اینجا متوجه شده باشین که بازخورد مثبت به‌صورت غیرطبیعی، باعث ایجاد بیماری و بدتر شدن شرایط میشه و همون بهتر که بیشتر بازخوردهای ما منفی هستن!*

منابع ید: ید در **غذاهای دریایی** فراوان است. مقدار ید موجود در فراورده‌های کشاورزی و دامی یک منطقه، **به مقدار ید خاک بستگی دارد.** در خاک کشور ما همانند بسیاری از کشورهای دیگر، مقدار ید در خاک کم است و به همین دلیل، برنامه‌هایی غذایی که متکی بر فراورده‌های غیردریایی (فراورده‌های کشاورزی و دامی) باشند، نمی‌توانند ید مورد نیاز بدن را فراهم کنند.

فعالیت کتاب درسی

نمک‌های یددار

استفاده از نمک یددار می‌تواند ید مورد نیاز بدن را تأمین کند.

۱- نمک‌های یددار، در چه شرایطی خواص خود را حفظ می‌کنند؟ برای حفظ ید در نمک یددار، باید نمک را در مدت کمتر از یک سال مصرف کرد. آن را دور از نور و رطوبت، و در ظرف‌های در بستهٔ پلاستیکی، چوبی، سفالی و یا شیشه‌ای تیره نگهداری کرد. همچنین هنگام پخت غذا، بهتر است نمک در انتهای پخت اضافه شود تا ید آن تا حد امکان حفظ شود.

۲- چه غذاهایی مانع جذب ید می‌شوند؟ غذاهایی مثل کلم، ذرت و سویا

❑ عملکرد هورمون کلسی‌تونین

محرک ترشح کلسی‌تونین، **افزایش غلظت یون کلسیم در خون** است. وقتی کلسیم در خوناب (پلاسما) زیاد باشد، کلسی‌تونین بر روی یاخته‌های استخوانی اثر می‌گذارد و **جلوی برداشت کلسیم از استخوان‌ها را می‌گیرد.**

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] کمبود ویتامین D و کلسیم غذا و نیز مصرف نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات، جلوی رسوب کلسیم در استخوان‌ها را می‌گیرند و جزء عوامل بروز پوکی استخوان هستند.

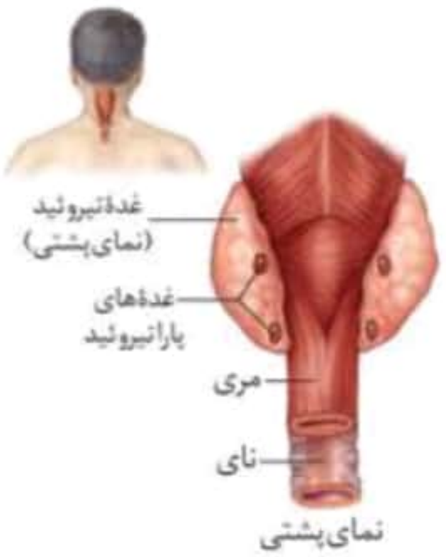
آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] در دوران جنینی، استخوان‌ها از بافت‌های نرمی تشکیل می‌شوند و به‌تدریج، با افزوده‌شدن نمک‌های کلسیم سخت می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] ورود بعضی مواد مانند یون کلسیم به درون مایعات بدن، باعث تنگی رگ‌ها می‌شود. یون کلسیم، در فرایند انعقاد خون نیز نقش دارد.

غده‌های پاراتیروئید

برای اینکه بتونیم از تیروئید برسیم به پاراتیروئید، نیازی نیست که راه زیادی رو بریم. فقط کافیه تیروئید رو برگردونیم.

در پشت غدهٔ تیروئید، **۴ غدهٔ پاراتیروئید** وجود دارد: ۲ غده در سمت راست و دو غده در سمت چپ. غدد پاراتیروئیدی، هورمون پاراتیروئیدی را ترشح می‌کنند. هورمون پاراتیروئیدی همانند هورمون کلسی‌تونین، در **تنظیم مقدار کلسیم خون (هم‌ایستایی کلسیم)** نقش دارد.



❑ عملکرد هورمون پاراتیروئیدی

وقتی که **مقدار کلسیم در خوناب کاهش یابد،** ترشح هورمون پاراتیروئیدی زیاد می‌شود.

نکته کلسی‌تونین در پاسخ به افزایش کلسیم خوناب ترشح می‌شود، ولی هورمون پاراتیروئیدی، در پاسخ به کاهش کلسیم خوناب.

۱- **تجزیهٔ مادهٔ زمینه‌ای استخوان:** برخلاف هورمون کلسی‌تونین، هورمون پاراتیروئیدی **کلسیم را از مادهٔ زمینه‌ای استخوان جدا و آزاد می‌کند.**

۲- **افزایش بازجذب کلسیم:** در کلیه‌ها، هورمون پاراتیروئیدی **بازجذب یون کلسیم** را افزایش می‌دهد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] در کلیه‌ها، یاخته‌های دیوارهٔ گردیزه (نفرون)، مواد مفید را از مواد تراوش‌شده می‌گیرند و آن‌ها را در سمت دیگر خود (سمت خارج گردیزه)، رها می‌کنند. این مواد، توسط مویرگ‌های دورلوله‌ای دوباره جذب و به این ترتیب، به خون وارد می‌شوند.

۳- **فعال کردن ویتامین D:** در حالت طبیعی، ویتامین D به‌صورت غیرفعال در بدن وجود دارد. تحت تأثیر هورمون پاراتیروئیدی، فرم غیرفعال ویتامین D به شکل فعال آن تبدیل می‌شود. ویتامین D فعال، می‌تواند در روده، جذب کلسیم را افزایش دهد. در نتیجه، کمبود ویتامین D باعث کاهش جذب کلسیم [illegible]

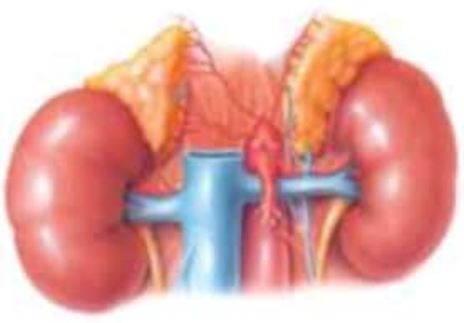
@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

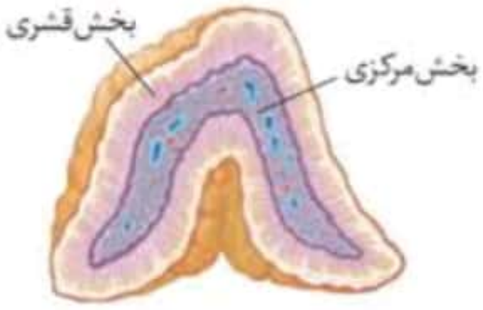
آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] در رودهٔ باریک، کلسیم و آهن با انتقال فعال جذب می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] ویتامین‌های محلول در چربی (A، K، E، D)، مانند چربی‌ها و همراه آن‌ها، جذب می‌شوند. بنابراین، اختلال در ترشح صفرا و عملکرد آن، ممکن است به سوءجذب این ویتامین‌ها و کمبود آن‌ها در بدن منجر شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ یازدهم] یون کلسیم در انقباض یاخته‌های ماهیچه‌ای نقش دارد. علاوه‌بر این، در ساختار مادهٔ زمینه‌ای بافت استخوانی نیز یون کلسیم وجود دارد.

در ساعهٔ ۷ غده‌های حفرهٔ شکمی (۱): فوق‌کلیه





غدهٔ فوق‌کلیه، روی کلیه قرار دارد! *چشم‌بسته غیب گفتیم!!!* غدهٔ فوق‌کلیه از دو بخش **قشری** و **مرکزی** تشکیل شده است که از هم‌دیگر **مستقل** هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] روی هر کلیه، غدهٔ فوق‌کلیه قرار دارد که در تنظیم کار کلیه نقش مهمی ایفا می‌کند.

بخش مرکزی غدهٔ فوق‌کلیه

بخش مرکزی غدهٔ فوق‌کلیه، **ساختار عصبی** دارد.

نکته هیپوتالاموس، هیپوفیز پسین، اپی‌فیز و بخش مرکزی غدهٔ فوق‌کلیه، ساختار عصبی دارند؛ بنابراین، یاخته‌های هورمون‌ساز در این غده‌ها، نورون هستند نه یاختهٔ پوششی.

□ عملکرد بخش مرکزی

وقتی فردی در **شرایط تنش** قرار می‌گیرد، این بخش دو هورمون به نام‌های **اپی‌نفرین** و **نوراپی‌نفرین** ترشح می‌کند. این هورمون‌ها، **ضربان قلب، فشار خون** و **گلوکز خوناب** را **افزایش** می‌دهند و **نایژک‌ها را در شش‌ها باز می‌کنند**. چنین تغییراتی، بدن را برای پاسخ‌های کوتاه‌مدت آماده می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] **تأثیر هورمون‌ها بر شبکهٔ هادی قلب:** شبکهٔ هادی قلب، شامل دو گره و دسته‌هایی از تارهای تخصص‌یافته برای هدایت سریع جریان الکتریکی است. گرهٔ اول یا گرهٔ سینوس دهلیزی، در دیوارهٔ پشتی دهلیز راست و زیر منفذ بزرگ سیاهرگ بالایی قرار دارد. این گره بزرگ‌تر است و شروع‌کنندهٔ تکانه‌های قلبی است. افزایش ضربان قلب، به‌معنای افزایش تحریکات گرهٔ ضربان‌ساز در قلب است. بنابراین، اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین بر روی گرهٔ ضربان‌ساز قلب مؤثر هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] **نقش هورمون‌ها در حالت‌های ویژهٔ فشار روانی:** در هنگام فشار روانی، مثل نگرانی، ترس و استرس امتحان، ترشح بعضی از هورمون‌ها از غدد درون‌ریز مثل فوق‌کلیه افزایش می‌یابد. این هورمون‌ها با اثر روی بعضی اندام‌ها مثل قلب، کبد و کلیه، فشار خون و ضربان قلب را افزایش می‌دهند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] با باز شدن نایژک‌ها، هوای بیشتری وارد شش‌ها می‌شود و حجم تنفسی افزایش می‌یابد. البته، اگر شش‌ها بیش از حد پر شوند، آن‌گاه ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ نایژه‌ها و نایژک‌ها بیش از حد کشیده می‌شوند که خطرناک است. در این صورت، از این ماهیچه‌ها پیامی توسط یاخته‌های عصبی حسی به مرکز تنفس در بصل‌النخاع ارسال می‌شود که بلافاصله ادامهٔ دم را متوقف می‌کند.

بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه

وقتی که فردی **تنش طولانی‌مدت داشته باشد،** مثل غم از دست دادن نزدیکان، ترشح **کورتیزول** موجب ایجاد **پاسخ دیرپا** می‌شود. بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه، هورمون آلدوسترون را نیز ترشح می‌کند.

نکته بخش مرکزی غدهٔ فوق‌کلیه، در هنگام تنش‌های کوتاه‌مدت فعالیت می‌کند، ولی بخش قشری، کورتیزول را در هنگام تنش‌های طولانی‌مدت ترشح می‌کند و پاسخ دیرپا نسبت به تنش ایجاد می‌کند.

نکته هم در زنان و هم در مردان، بخش قشری، مقدار کمی از هورمون جنسی زنانه و مردانه را ترشح می‌کند. *یعنی مثلاً داخل بدن یه مرد، هورمون جنسی زنانه (استروژن و پروژسترون) نیز وجود داره که منشأ اون بخش قشری فوق‌کلیه است.*

□ عملکرد بخش قشری

کورتیزول، **گلوکز خون را افزایش می‌دهد.** اگر تنش‌ها مدت زیادی ادامه یابد، کورتیزول **دستگاه ایمنی را تضعیف می‌کند.**

نکته *وقتی می‌گیم که دستگاه ایمنی ضعیف می‌شه، یعنی همهٔ فعالیت‌های دستگاه ایمنی کم می‌شن و فعالیت یاخته‌های ایمنی هم کم میشه. مثلاً، ترشح پادتن، فعالیت لنفوسیت‌های T، پاسخ التهابی، بیگانه‌خواری، تراگذری (دیاپدز) و ...*[1].

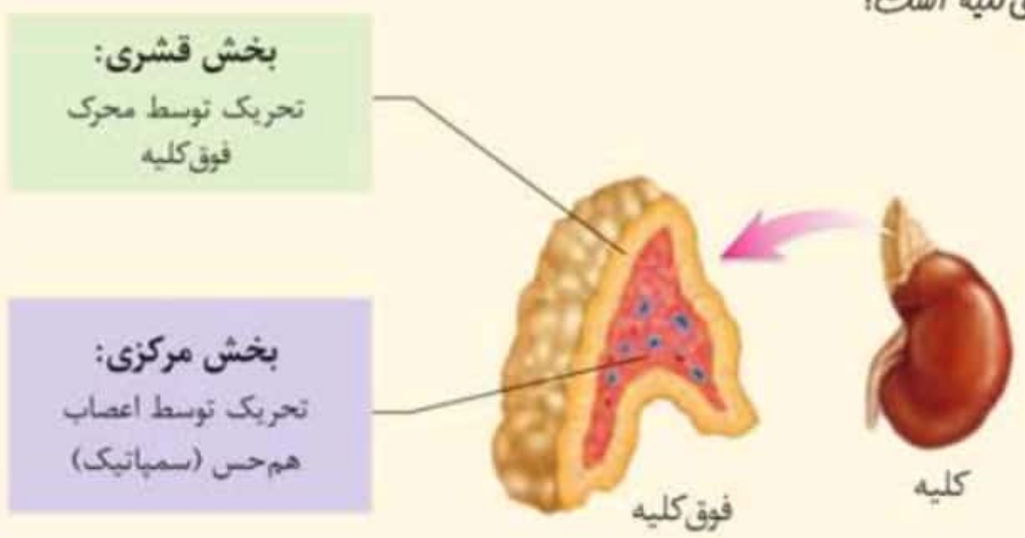
---

[1] البته در واقعیت، کورتیزول روی همهٔ دستگاه ایمنی تأثیر نمی‌ذاره ولی خُب در سطح کتاب درسی، هر چیزی که گفتن رو شما باید بپذیرین.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

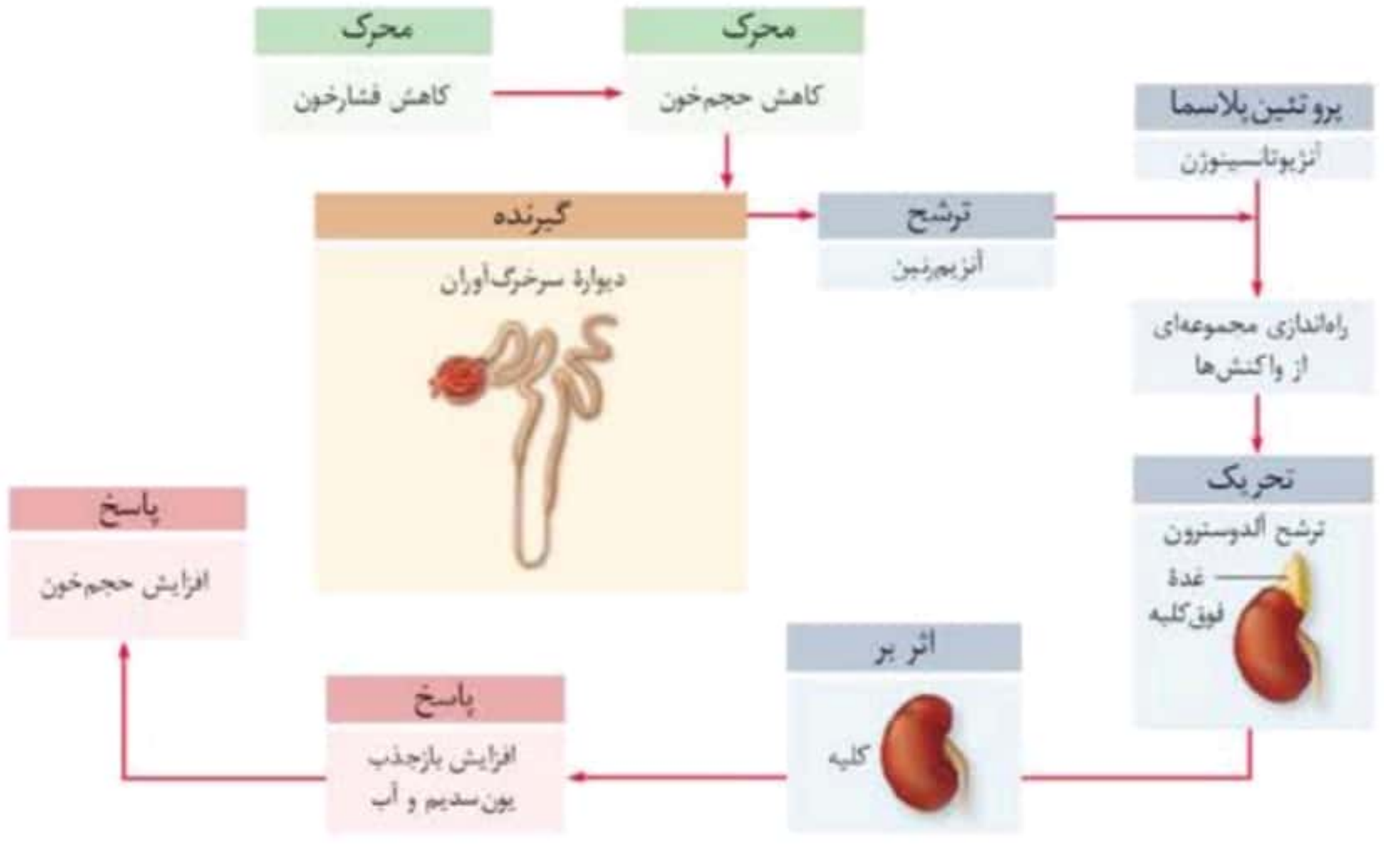
شکل زیر هم جمع‌بندی کلی غدهٔ فوق‌کلیه است:



نام غده	بخش مرکزی فوق‌کلیه	بخش قشری فوق‌کلیه	
	تنش‌های کوتاه‌مدت	تنش‌های بلندمدت	
هورمون	اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین	آلدوسترون	کورتیزول
پاسخ اصلی	افزایش ضربان قلب، فشار خون و گلوکز خوناب، بازشدن نایژک‌ها در شش‌ها	افزایش بازجذب سدیم و به دنبال آن آب، افزایش فشار خون	افزایش گلوکز خون و تضعیف دستگاه ایمنی

هورمون دیگری که از بخش قشری ترشح می‌شود، آلدوسترون است. این هورمون، **بازجذب سدیم را از کلیه افزایش می‌دهد**. به دنبال بازجذب سدیم، **آب هم بازجذب می‌شود** و در نتیجه، **فشار خون بالا می‌رود**.

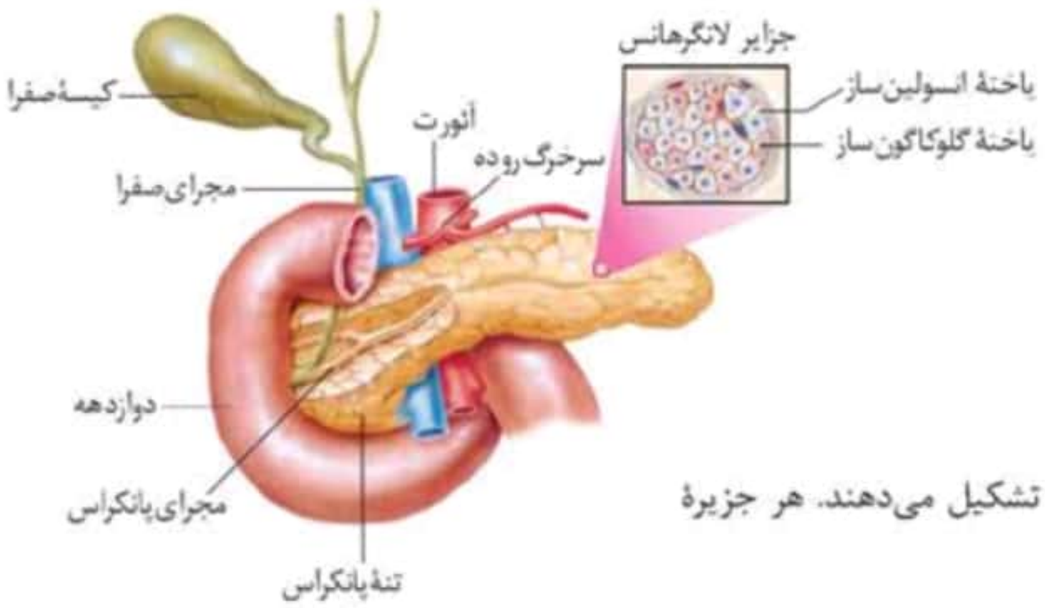
آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] یکی از عوامل مؤثر بر فشار خون، حجم خون می‌باشد. هر چه حجم خون بیشتر باشد، نیروی بیشتری به دیوارهٔ رگ وارد می‌شود و در نتیجه، فشار خون افزایش می‌یابد. در نتیجهٔ کاهش مقدار آب خون و کاهش حجم آن، جریان و فشار خون در سرخرگ آوران کاهش می‌یابد. این وضعیت باعث می‌شود که دیوارهٔ سرخرگ آوران، آنزیمی به نام **رنین** را به درون خون ترشح کند. وقتی رنین وارد خون شد، بر روی یکی از پروتئین‌های پلاسما (خوناب) تأثیر می‌گذارد. تحت تأثیر آنزیم رنین، مجموعه‌ای از واکنش‌ها راه‌اندازی می‌شوند که منجر به تحریک ترشح هورمون **آلدوسترون** از غدهٔ فوق‌کلیه می‌شود. آلدوسترون، هورمونی است که باعث **افزایش بازجذب سدیم** در کلیه‌ها می‌شود. وقتی که بازجذب سدیم افزایش یابد، فشار اسمزی در مویرگ‌های دورِ لوله‌ای افزایش می‌یابد؛ در نتیجه، آب به روش اسمز بازجذب می‌شود و حجم آن در ادرار کاهش می‌یابد.



آلدوسترون، هورمون ضدادراری و پرولاکتین، در تنظیم آب بدن نقش دارند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۸ غده‌های حفرهٔ شکمی (۲): پانکراس



پانکراس از دو قسمت برون‌ریز و درون‌ریز تشکیل شده است. بخش برون‌ریز، شیرهٔ پانکراس (شامل آنزیم‌های گوارشی و بیکربنات) را ترشح می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] پانکراس در زیر و موازی با معده قرار گرفته است و انواع مواد را ترشح می‌کند. آنزیم‌ها و بیکربنات پانکراس از راه مجرایی به دوازدهه می‌ریزند. در شیرهٔ پانکراس، قوی‌ترین آنزیم‌های گوارشی وجود دارند که برای گوارش انواع مواد شیمیایی کاربرد دارند.

در بین یاخته‌های بخش برون‌ریز، یاخته‌های درون‌ریز **جزایر لانگرهانس** را تشکیل می‌دهند. هر جزیرهٔ لانگرهانس، **اجتماعی از یاخته‌های درون‌ریز** است.

هورمون‌های بخش درون‌ریز پانکراس

بخش درون‌ریز پانکراس، هورمون‌های **انسولین** و **گلوکاگون** را می‌سازد. این هورمون‌ها، در **تنظیم قند خون (گلوکز)** نقش دارند.

نکته همانطور که در شکل مشخص است، در جزایر لانگرهانس **۳ نوع یاخته** وجود دارد. بنابراین، **۳ نوع هورمون** نیز در پانکراس ساخته می‌شود که کتاب درسی، فقط به دو مورد از آن‌ها اشاره کرده است.

☐ عملکرد هورمون انسولین

وقتی که قند خون افزایش می‌یابد، مثلاً بعد از غذا خوردن، انسولین **در پاسخ به افزایش گلوکز خون** ترشح می‌شود. انسولین، باعث **ورود گلوکز به یاخته‌های بدن** می‌شود و بدین‌ترتیب، قند خون را کاهش می‌دهد.

نکته بیشتر یاخته‌های جزایر لانگرهانس، سازندهٔ هورمون انسولین هستند.

نکته انسولین و هورمون‌های تیروئیدی، مصرف گلوکز توسط یاخته‌های بدن را افزایش می‌دهند.

☐ عملکرد هورمون گلوکاگون

وقتی که قند خون کاهش می‌یابد، مثلاً وقتی که فرد برای مدت زیادی غذا نخورده است، گلوکاگون **در پاسخ به کاهش قند خون** ترشح می‌شود. اثر این هورمون بر یاخته‌های هدف به این صورت است که **گلیکوژن ذخیره‌شده در این یاخته‌ها، تجزیه (آبکافت) و گلوکز تولید می‌شود.** گلوکز وارد جریان خون می‌شود و قند خون افزایش می‌یابد.

نکته کورتیزول، اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین و گلوکاگون، هورمون‌هایی هستند که قند خون را افزایش می‌دهند.

دیابت شیرین

سال گذشته فهمیدیم که دیابت بی‌مزه چی هست؛ دیابتی[1] بود که داغلش ادرار شیرین نبود، چون قند نداشت. حالا امسال می‌خوایم با دیابت شیرین آشنا بشیم؛ یعنی بیماری‌ای که داغلش ادرار پر از قند و شیرینه[2]! حالا چرا ادرار شیرین و پرقند میشه و اصلاً چرا بهش می‌گن دیابت؟

در دیابت شیرین، یاخته‌ها نمی‌توانند گلوکز را از خون دریافت کنند. در نتیجه، غلظت گلوکز در خون افزایش می‌یابد. سال قبل گفتیم که هنگام تراوش پلاسما (خوناب) در نفرون‌ها (گُردیزه‌ها)، مواد مفید خون مثل گلوکز نیز تراوش می‌شوند. در بخش‌های بعدی نفرون، مواد مفید بازجذب می‌شوند و به خون بازمی‌گردند. در دیابت شیرین، مقدار گلوکز خون زیاد است و در نتیجه، غلظت گلوکز تراوش‌شده به درون نفرون بیشتر از فرد سالم است. کلیه‌ها، قادر به بازجذب این مقدار اضافی گلوکز تراوش‌شده نیستند و در نتیجه، **گلوکز به‌طور کامل بازجذب نمی‌شود و به ادرار وارد می‌شود.** به‌دنبال گلوکز، **آب بیشتری نیز وارد ادرار می‌شود.** در نتیجه، **حجم ادرار فرد بیشتر است و در آن، گلوکز وجود دارد.** به این وضعیت که در آن حجم ادرار فرد زیاد است، دیابت گفته می‌شود و به دلیل وجود گلوکز در ادرار، دیابت شیرین نام دارد. *حالا یه مروری هم رو کتاب دهم داشته باشیم، ببینیم که دیابت بی‌مزه چی بود؟*

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] اگر بنا به عللی هورمون ضدادراری ترشح نشود، مقدار زیادی ادرار رقیق (دارای حجم زیاد آب) از بدن دفع می‌شود. چنین حالتی به دیابت بی‌مزه معروف است. مبتلایان به این بیماری، احساس تشنگی می‌کنند و مجبورند مایعات زیادی بنوشند. این بیماری، به علت برهم زدن توازن آب و یون‌ها در بدن، نیازمند توجه جدی است.

۱- دیابت، از یک کلمهٔ لاتین گرفته شده است و معنی آن، زیاد شدن حجم ادرار است. بنابراین، معادل «بیماری قند» برای دیابت، اشتباه است.

۲- یکی از اولین کسانی که به شیرین بودن ادرار در دیابت شیرین پی بردند، پزشکان هندی بودند. البته، اون‌ها از طریق چشیدن! نفهمیدن بلکه دیدن مورچه‌ها دور ادرار افراد دیابتی جمع می‌شدند. به این خاطر، به دیابت، madhumeha به‌معنای «ادرار عسلی» رو بر روی ادرار افراد دیابتی گذاشتن.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحیدزارعی

نکته عوارض دیابت بی‌مزه، در دیابت شیرین هم مشاهده می‌شود؛ زیرا در هر دو بیماری، مقدار زیادی آب از طریق ادرار از بدن دفع می‌شود. بنابراین، افراد مبتلا به دیابت شیرین نیز احساس تشنگی می‌کنند و مجبورند مایعات زیادی بنوشند. علاوه‌بر این، دفع مقدار زیاد آب می‌تواند منجر به برهم خوردن توازن آب و یون‌ها و مشکلات جدی در بدن شود.

❑ عوارض دیابت شیرین

تا الان، بعضی از عوارض دیابت شیرین رو فهمیدیم؛

۱- افزایش حجم ادرار و وجود گلوکز در آن

۲- احساس تشنگی و نوشیدن مایعات زیاد

۳- امکان برهم خوردن توازن آب و یون‌ها

حالا می‌خوایم ببینیم این کم شدن ورود گلوکز به یاخته‌ها، چه تاثیری روی یاخته‌ها داره؟ اصلاً چرا اینقدر گلوکز مهمه؟ بذارین یه نگاهی به دهم بکنیم؛

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] انرژی فرایندهای یاخته‌ای، مستقیماً از ATP تأمین می‌شود نه از مواد مغذی. بنابراین، انرژی مواد مغذی، مثل گلوکز، باید ابتدا به انرژی نهفته در ATP تبدیل شود. واکنش خلاصه‌شدهٔ این تبدیل، به این صورت است:

ATP + آب + کربن دی‌اکسید ← ADP و فسفات + اکسیژن + گلوکز

حالا می‌تونیم بفهمیم که چرا یاخته‌ها نیاز به گلوکز دارند و همینطور می‌فهمیم که چرا در شرایط تنش، هورمون‌ها میان گلوکز خون رو زیاد می‌کنن؛ برای اینکه تنفس یاخته‌ای انجام شود و یاخته‌ها بتوانند انرژی مورد نیاز خود را تأمین کنند، نیاز به گلوکز دارند. بنابراین، در بیماری دیابت، یاخته‌ها برای دریافت انرژی خود با مشکل مواجه می‌شوند. *حالا چجوری مشکل رو حل می‌کنن؟* **در دیابت، یاخته‌ها مجبورند انرژی مورد نیاز خود را از چربی‌ها یا حتی پروتئین‌ها به‌دست آورند که به کاهش وزن می‌انجامد.** *پس مشکلات بعدی اینا هستن؛*

۴- کاهش وزن به دلیل مصرف چربی‌ها

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] بافت چربی نوعی بافت پیوندی است که از تعداد زیادی یاختهٔ چربی تشکیل شده است. یاخته‌های چربی، مقدار زیادی مادهٔ چربی در خود ذخیره دارند. این بافت، بزرگ‌ترین ذخیرهٔ انرژی در بدن است.

۵- اسیدی‌شدن خون، اِغما و مرگ: بر اثر تجزیهٔ چربی‌ها، **محصولات اسیدی** تولید می‌شوند و **pH خون کاهش می‌یابد.** اگر این وضعیت درمان نشود، به اِغما و مرگ منجر خواهد شد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] تغییر pH خون باعث تغییر ساختار پروتئین‌ها می‌شود که می‌تواند عملکرد پروتئین‌ها را مختل کند. از آن‌جا که بسیاری از فرایندهای یاخته‌ای را پروتئین‌ها انجام می‌دهند، از بین رفتن عملکرد پروتئین‌ها اختلال گسترده‌ای را در کار یاخته‌ها و بافت‌ها ایجاد می‌کند. کاهش pH خون، در اثر افزایش کربن دی‌اکسید در خون نیز مشاهده می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] کلیه‌ها، در تنظیم pH خون نقش دارند. وقتی که pH خون کاهش می‌یابد، کلیه‌ها یون هیدروژن را ترشح می‌کنند.

۶- کاهش مقاومت و ایمنی بدن: در اثر تجزیهٔ پروتئین‌ها، **مقاومت بدن کاهش می‌یابد.** در نتیجه، افراد مبتلا به دیابت باید بهداشت را بیشتر از افراد سالم رعایت کنند و مراقب زخم‌ها و سوختگی‌های هرچند کوچک باشند.

نکته در دیابت شیرین، فعالیت دستگاه ایمنی مختل می‌شود.

نکته کاهش ترشح انسولین و افزایش ترشح کورتیزول، می‌تواند منجر به اختلال فعالیت دستگاه ایمنی شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۵ یازدهم] در بیماری ایدز هم فعالیت دستگاه ایمنی مختل می‌شود و مقاومت بدن کاهش می‌یابد.

هنوز تموم نشده؛ دوباره باید یه سری به کتاب دهم بزنیم؛

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۵ دهم] **بعضی از عوارض دیابت شیرین:** اگر وضعیت درونی بدن از تعادل خارج شود (هم‌ایستایی برهم بخورد)، بعضی از مواد، بیش از حد لازم یا کمتر از حد لازم (مثل گلوکز در دیابت) به یاخته‌ها می‌رسند. بسیاری از بیماری‌ها، در نتیجهٔ برهم خوردن هم‌ایستایی پدید می‌آیند. برای مثال، در دیابت شیرین، مقدار قند خون افزایش می‌یابد که عوارضی جدی دارد:

۷- بیماری قلبی

۸- نابینایی

۹- نارسایی کلیه

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۴ دهم] **اثر دیابت شیرین بر ماهیچهٔ قلبی و نوار قلب:** در دیابت شیرین، یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی نمی‌توانند گلوکز کافی را به‌دست بیاورند. در نتیجه، به دلیل اختلال در تولید مقدار کافی انرژی در یاخته‌های ماهیچه‌ای، یاخته‌ها می‌میرند[1] که به این حالت، سکتهٔ قلبی یا انفارکتوس می‌گویند. سکتهٔ قلبی، باعث می‌شود که ارتفاع موج QRS در نوار قلب کاهش یابد.

۱- مشابه حالتی که به دلیل بسته‌شدن رگ‌های کرونری و نرسیدن اکسیژن کافی به ماهیچه‌ها رخ می‌دهد؛ نرسیدن مقدار کافی گلوکز به یاخته‌ها نیز مانند کمبود اکسیژن، منجر به اختلال در [illegible] انرژی لازم برای فعالیت یاخته‌های ماهیچه‌ای می‌شود. در نتیجه، یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی می‌میرند و سکتهٔ قلبی (انفارکتوس) رخ می‌دهد.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

❑ انواع دیابت: دیابت نوع I و نوع II

دیابت نوع I

این بیماری، **نوعی بیماری خودایمنی** است: دستگاه ایمنی، **یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ انسولین در جزایر لانگرهانس را از بین می‌برد.** در نتیجه، در افراد مبتلا به دیابت نوع I، **انسولین ترشح نمی‌شود یا به اندازهٔ کافی ترشح نمی‌شود.** به علت کمبود انسولین در خون این افراد، **ورود گلوکز به یاخته‌های بدن کاهش می‌یابد** و قند خون زیاد می‌شود.

نکته دیابت نوع I با تزریق انسولین کنترل (واپایش) می‌شود.

دیابت نوع II

در دیابت نوع II، مشکل از انسولین نیست و **مقدار کافی انسولین در خون وجود دارد.** در این افراد، **مشکل مربوط به گیرنده‌های انسولین است** و گیرنده‌ها، به انسولین پاسخ نمی‌دهند. در نتیجه، ورود گلوکز به یاخته‌ها کاهش می‌یابد و قند خون زیاد می‌شود.

دیابت نوع II، از **حدود ۴۰ سالگی به بعد** و در نتیجهٔ چاقی و عدم تحرک در افرادی ظاهر می‌شود که **زمینهٔ ارثی بیماری** را دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] چاقی سلامت فرد را به خطر می‌اندازد و احتمال ابتلا به بیماری‌هایی مانند دیابت نوع II، انواعی از سرطان، تنگ‌شدن سرخرگ‌ها، سکتهٔ قلبی و سکتهٔ مغزی را افزایش می‌دهد.

نکته تمام عوارضی که در قسمت قبلی در ارتباط با دیابت شیرین گفتیم، در ارتباط با هر دو نوع دیابت صحیح است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] امروزه بسیاری از بیماری‌ها مانند بیماری‌های قند (دیابت) و افزایش فشار خون که حدود صد سال پیش به مرگ منجر می‌شدند، مهار شده‌اند و به علت روش‌های درمانی و داروهای جدید، دیگر مرگ‌آور نیستند.

درسنامهٔ ۹ سایر غدد درون‌ریز بدن

می‌مونه غدهٔ تیموس و غدد جنسی. کتاب زیاد دیگه اینا رو دوس نداشته.

غدهٔ تیموس

از تیموس، هورمونی به نام **تیموسین** ترشح می‌شود. تیموسین، در تمایز **لنفوسیت‌ها** نقش دارد. *حالا کدوم لنفوسیت‌ها؟* 👇

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۵ یازدهم] در مغز استخوان، لنفوسیت‌های B و T، به صورت نابالغ ساخته می‌شوند؛ یعنی توانایی شناسایی عامل غیرخودی را ندارند. لنفوسیت‌های T نابالغ، به تیموس وارد می‌شوند و در آن‌جا بالغ می‌شوند؛ بدین ترتیب، لنفوسیت‌های T توانایی شناسایی عامل غیرخودی را به دست می‌آورند. بنابراین، تیموسین بر روی تمایز لنفوسیت T اثر می‌گذارد.

غدد جنسی

در مردان، بیضه‌ها و در زنان، تخمدان‌ها، غدد جنسی هستند. این غدد، هورمون‌های جنسی را ترشح می‌کنند و بدین‌ترتیب، فرایندهای دستگاه تولیدمثل را تنظیم می‌کنند.

در مردان، بیضه‌ها هورمون تستوسترون را ترشح می‌کنند. ترشح این هورمون، تحت تأثیر هورمون LH انجام می‌شود. در زنان، هورمون‌های جنسی استروژن و پروژسترون در تخمدان‌ها ساخته می‌شوند. این هورمون‌ها، وقایع چرخهٔ تخمدانی و رحمی را کنترل می‌کنند. *حالا این که چرفه‌ها چی هستن و این هورمون‌ها دقیقاً چه کاری دارن، بمونه واسه فصل (۷).*

قبلاً یه جمع‌بندی روی هورمون‌های هیپوتالاموس و هیپوفیز داشتیم، حالا اینجا جمع‌بندی هورمون‌های بقیهٔ غدد رو داریم.

نام غده	تیروئید		پاراتیروئید	مرکز فوق‌کلیه	قشر فوق‌کلیه		پانکراس		اپی‌فیز
هورمون	T_3 و T_4	کلسی‌تونین	هورمون پاراتیروئیدی	اپی‌نفرین و نورایپی نفرین	آلدوسترون	کورتیزول	انسولین	گلوکاگون	ملاتونین
یاخته‌های هدف	همه‌یاخته‌ها	استخوان	استخوان و کلیه		کلیه		همه یاخته‌ها به‌جز یاخته‌های مغز	کبد	
پاسخ اصلی	نمو عصبی در جنین و افزایش تجزیهٔ گلوکز در یاخته‌ها	افزایش رسوب کلسیم در استخوان	تجزیهٔ مادهٔ زمینه‌ای استخوان، جذب کلسیم در روده و بازجذب کلسیم در کلیه	افزایش ضربان قلب، فشارخون و گلوکز خون، باز شدن نایژک‌ها در شش‌ها	افزایش بازجذب سدیم و به دنبال آن آب، افزایش فشارخون	افزایش گلوکز خون و تضعیف دستگاه ایمنی	افزایش ورود گلوکز به یاخته‌ها	تجزیهٔ گلیکوژن به گلوکز و افزایش قند خون	تنظیم ریتم‌های شبانه‌روزی

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

این فصل، زیاد شکل مهمی نداره. برای همین هم زیاد کادر نکات شکل نداشتیم. کادر بعدی، نکات کل شکل‌های گفتار (۲) هست.

نکات شکل‌های گفتار ۲

- ✓ هیپوفیز پیشین از هیپوفیز پسین بزرگ‌تر است. هیپوفیز میانی، کوچک‌ترین بخش غدهٔ هیپوفیز است.
- ✓ اندازهٔ صفحهٔ رشد و فاصلهٔ تقریبی آن تا سر استخوان دراز، تقریباً ثابت است.
- ✓ دسته‌های آکسونی یاخته‌های عصبی هیپوتالاموس، تا بخش پسین هیپوفیز ادامه می‌یابند.
- ✓ غدهٔ تیروئید، در جلوی نای و زیر غضروف حنجره قرار دارد.
- ✓ ۴ غدهٔ کوچک پاراتیروئید، در پشت تیروئید قرار گرفته‌اند.
- ✓ بیشتر حجم غدهٔ فوق‌کلیه، توسط بخش مرکزی آن اشغال شده است.
- ✓ در جزایر لانگرهانس، سه نوع یاختهٔ درون‌ریز وجود دارد.
- ✓ سر پانکراس، در پشت دوازدهه قرار دارد و تنهٔ پانکراس، در جلوی قسمت انتهایی دوازدهه است.
- ✓ دو مجرا از بخش برون‌ریز پانکراس به دوازدهه متصل می‌شود. یکی از این مجراها، با مجرای صفرا یکی می‌شود و علاوه‌بر ترشحات برون‌ریز پانکراس، صفرا را نیز وارد دوازدهه می‌کند.

درسنامهٔ ۱۰ ارتباط شیمیایی در جانوران

تا الان، راجع به ارتباط شیمیایی بین یاخته‌ها صحبت کردیم. اما ارتباط شیمیایی فقط بین یاخته‌ها نیست.

جانوران، از مواد شیمیایی برای **برقراری ارتباط با افراد دیگر** نیز استفاده می‌کنند. به مواد شیمیایی که در یک فرد ترشح می‌شوند و در فرد یا افراد دیگری از همان گونه، **پاسخ‌های رفتاری** ایجاد می‌کنند، **فرومون** می‌گویند. در ادامه، چند مثال از فرومون‌ها را بررسی می‌کنیم:

زنبور؛ اعلام خطر حضور شکارچی: زنبورها از فرومون‌ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می‌کنند. *یعنی وقتی که یه شکارچی داره نزدیک کندوی زنبورها میشه، اون زنبوری که شکارچی رو می‌بینه، فرومون ترشح می‌کنه. بقیهٔ زنبورها این فرومون رو تشخیص می‌دن و می‌فهمن که شکارچی داره نزدیک می‌شه.*

مار؛ آگاهی از وجود جانوران در اطراف خود: بر **روی زبان مارها**، گیرنده‌های شیمیایی حساس به فرومون وجود دارد. مارها، با کمک این گیرنده‌ها، فرومون‌های موجود در هوا را تشخیص می‌دهند و از وجود جانوران در اطراف خود آگاه می‌شوند. *پس هواستون باشه؛ به جز گیرندهٔ فروسرخ در مار زنگی، با یه گیرندهٔ شیمیایی هم در مارها آشنا شدیم که مارها با کمک اون، می‌تونن جانوران اطرافشون رو شناسایی کنن.*

نکته در تعریف فرومون گفتیم که فرومون، مادهٔ شیمیایی است که در یک فرد ترشح می‌شود و در فرد یا افراد دیگری «از همان گونه» پاسخ‌های رفتاری ایجاد می‌کند. اما در ارتباط با مار دیدیم که استفاده از فرومون‌ها، می‌تواند مربوط به افراد گونه‌های مختلف نیز باشد.

گربه؛ تعیین قلمرو: *یعنی گربه میاد اونجاهایی که مربوط به قلمرو خودش هست، فرومون ترشح می‌کنه. وقتی گربه‌های دیگه وارد این قلمرو می‌شن، می‌فهمن که مربوط به یه گربهٔ دیگه هست و برای این‌که دعوا نشه، می‌رن دنبال یه جای دیگه!*

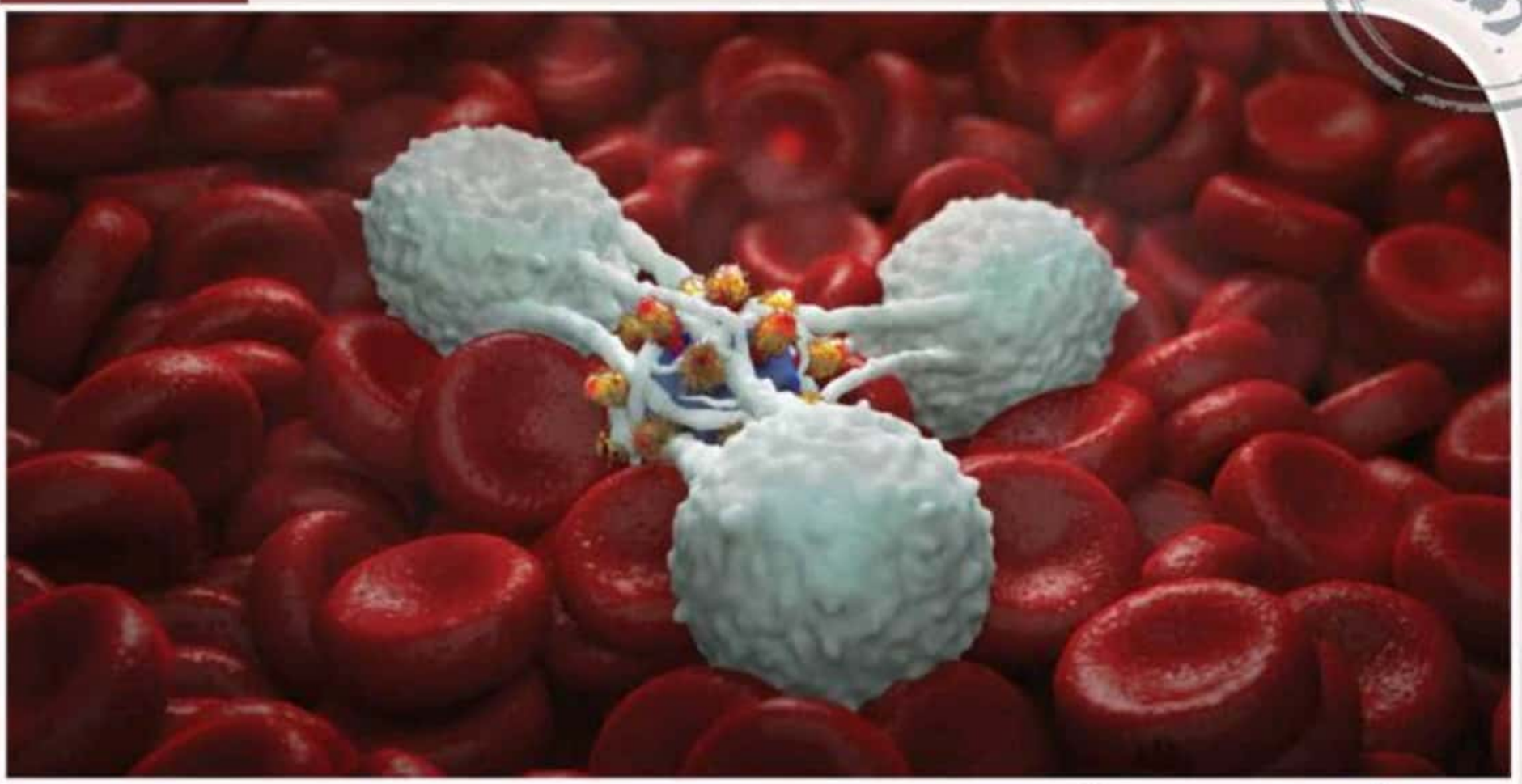
جدول زیر، جمع‌بندی ارتباط شیمیایی در جانوران است.

نام جانور	استفاده از فرومون	ترشح فرومون	شناسایی فرومون
زنبور	اعلام خطر حضور شکارچی	زنبور شناسایی‌کنندهٔ شکارچی	سایر زنبورها
مار	تشخیص جانوران در اطراف خود	جانوران موجود در اطراف مار	گیرنده‌های شیمیایی زبان مار
گربه	تعیین قلمرو	گربهٔ صاحب قلمرو	افراد دیگری که وارد قلمرو می‌شوند

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

فصل ۵

سال یازدهم



«فاگوسیت‌ها، عوامل بیگانه را از بین می‌برند.»

یکی از مهم‌ترین سلول‌های دستگاه ایمنی، فاگوسیت‌ها هستن. فاگوسیت‌ها، سلول‌هایی هستن که به میکروب و سایر عوامل بیگانه حمله می‌کنن و اون رو می‌خورن. فاگوسیت‌ها در جاهای مختلف بدن حضور دارن و انواع مختلفی هم دارن. ماکروفاژها، بزرگترین و مهم‌ترین فاگوسیت‌های بدن هستند.

ایمنی

ما در دنیایی زندگی می‌کنیم که توسط انواع میکروب‌ها احاطه شدیم. در مقابل تعداد میکروب‌ها، ۷/۶ میلیارد انسان، عدد خیلی ناچیزی هست! این رو وقتی بهتر درک می‌کنین که بدونین دانشمندان تخمین می‌زنن حدود ۱۰۰۰ میلیارد گونهٔ میکروبی در زمین وجود داره و ۹۹/۹۹ درصد اونا هنوز شناخته نشدن! یعنی فقط تعداد گونه‌های میکروبی بیشتر از تعداد کل افراد گونهٔ انسان است! البته باید خدا رو شکر کنیم که خیلی از این میکروب‌ها بیماری‌زا نیستن، اما همون تعداد باقی‌مونده هم برای کشتن انسان کافی هستن. پس چرا ما هنوز زنده هستیم؟ به‌خاطر دستگاه ایمنی. دستگاه ایمنی از خطوط مختلفی تشکیل شده. هر کدوم از این خطوط هم از راه‌های مختلفی به مبارزهٔ بدن در برابر میکروب‌ها کمک می‌کنن. در این کتاب، ما هر یک از خطوط رو به‌صورت جداگانه بررسی می‌کنیم و با ویژگی‌های اونا آشنا می‌شیم. فصل ایمنی، به‌خصوص با تغییراتی که در کتاب جدید داشته، جزء مباحثی هست که در آینده، زیاد از اون در کنکور خواهیم شنید. حتماً این فصل رو با دقت زیاد بخونین و از مقایسهٔ اجزا، بررسی شباهت‌ها و تفاوت‌ها و کلاً هر ترکیبی بین بخش‌های مختلف فصل، غافل نشین. در نهایت می‌رسیم به بررسی اختلالات دستگاه ایمنی و صحبت کوتاهی هم راجع به ایمنی در جانوران می‌کنیم. در این بخش، با بیماری‌های حساسیت و خودایمنی آشنا می‌شیم، و البته ایدز؛ بیماری ویروسی که اسمش برای خیلی‌ها ترسناکه، ولی امروزه پیشرفت‌هایی هم در درمانش وجود داشته. البته بعضی ویروس‌ها هستن که هیچ‌وقت درمان نمی‌شن و درمانی هم براش وجود نداره؛ مثل ویروس «عشق» که معمولاً از راه چشم منتقل میشه!

«آه چشم‌طوسی، آه چشم ویروسی / بعد از این به هر دردی مبتلا بشم خوبه / مبتلا بشم مردم، مبتلا نشم مردم»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکروطبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تست‌های این ۳ تا کتاب لذت ببری. 😊

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نخستین خط دفاعی: ورود ممنوع

درسنامهٔ ۱ دستگاه ایمنی و دفاع اختصاصی و غیراختصاصی

عوامل بیماری‌زا و نقش دستگاه ایمنی در مبارزه با آن‌ها

با کشف میکروسکوپ، میکروب‌ها نیز کشف شدند. ابتدا، تصور می‌شود موجوداتی به این سادگی و ریزی، نمی‌توانند برای انسان بیماری‌زایی کنند. به تدریج، شواهدی به دست آمد که منجر به ارائهٔ «**نظریهٔ میکروبی بیماری‌ها**» در قرن نوزدهم شد. **طبق این نظریه، میکروب‌ها می‌توانند بیماری‌زایی کنند.**

یکم بریم در حاشیه و بگیم که میکروب‌ها اصلاً چی هستن. همون‌طور که از اسم میکروب مشخصه، اندازهٔ کوچکی دارن و با میکروسکوپ دیده می‌شن. البته، بعدها میکروب‌های بزرگ و غیرمیکروسکوپی هم پیداشدن؛ مثل بعضی از قارچ‌ها. به‌طور کلی، میکروب‌ها شامل چهار گروه ویروس‌ها، باکتری‌ها، آغازیان و قارچ‌ها می‌شن. البته همهٔ میکروب‌ها بیماری‌زا نیستن و بعضیاشونم مفیدن. مثلاً، می‌دونیم که در لولهٔ گوارش انسان، میکروب‌های مفید وجود دارن. از بین چهار گروه میکروب که گفتیم، ویروس‌ها زنده نیستند، ولی می‌تونن بیماری‌زایی کنند. علاوه‌بر میکروب‌ها، عوامل بیماری‌زای دیگه‌ای هم وجود دارن؛ مثل بیماری‌زاهای انگلی نظیر کرم کدو. تازه ما بیماری‌هایی هم داریم که اصلاً توسط عوامل خارجی ایجاد نمی‌شن. مثلاً، کم‌خونی یک بیماری هست که به خاطر کمبود آهن یا عوامل وراثتی ممکنه رخ بده. هم‌چنین قبلاً با بیماری‌هایی نظیر بیماری‌های چشم، بیماری‌های دستگاه هورمونی و ... هم آشنا شدیم که ارتباطی با عوامل بیماری‌زا نداشتن.

بعضی از عوامل بیماری‌زا برای انسان

اما بدن انسان، توانایی دفاع از خود در برابر عوامل بیماری‌زا را دارد. در بدن انسان، **چند خط دفاعی وجود دارد** که با روش‌های مختلفی، در برابر میکروب‌ها ایمنی ایجاد می‌کنند. دو روش دفاعی اصلی در بدن انسان عبارت است از:

۱- **جلوگیری از ورود میکروب‌ها** که مربوط به نخستین خط دفاعی بدن است.

۲- **مبارزه با میکروب‌ها و نابودی آن‌ها** که بیشتر در دومین و سومین خط دفاعی بدن دیده می‌شود.

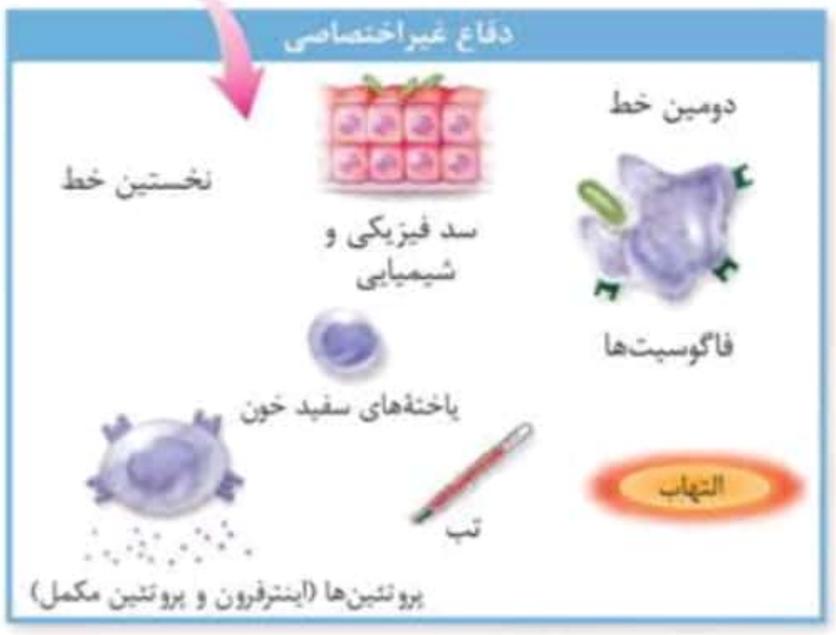
نکته علاوه‌بر خط دوم و سوم دفاعی بدن انسان، در خط اول نیز امکان نابودی میکروب‌ها وجود دارد؛ مثلاً، آنزیم لیزوزیم موجود در مایع مخاطی، عرق، اشک و بزاق می‌تواند باکتری‌ها را نابود کند.

اما خطوط دفاعی بدن انسان، چیا هستن؟

دفاع اختصاصی و غیراختصاصی

در بدن انسان، **دو خط دفاع غیراختصاصی** و **یک خط دفاع اختصاصی** وجود دارد. زمانی که میکروب‌ها وارد بدن می‌شوند، ابتدا با اولین خط دفاع غیراختصاصی مواجه می‌شوند. اگر میکروبی بتواند از نخستین خط عبور کند، آن‌گاه دومین خط دفاع غیراختصاصی و **خط دفاعی سوم، که همان دفاع اختصاصی است**، وارد عمل می‌شوند. در دفاع غیراختصاصی، روش‌هایی به کار گرفته می‌شوند که در برابر **طیف وسیعی از میکروب‌ها** مؤثر هستند. *یعنی در دفاع غیراختصاصی بدن کاری نداره که چه میکروبی می‌خواد وارد بشه؛ هر کسی که بیگانه باشه و مجوز ورود نداشته باشه، جلوش گرفته می‌شه. اما دفاع اختصاصی، اینجوری نیست.* در دفاع اختصاصی، پاسخی که در برابر **نوع خاصی میکروب** ایجاد می‌شود، **فقط بر همان نوع میکروب** مؤثر است و بر انواع دیگر تأثیری ندارد.

عوامل بیماری‌زا



روش‌های دفاعی در دفاع غیراختصاصی

مثال مثلاً در دفاع اختصاصی، یک لنفوسیت در برابر باکتری کزاز ایمنی ایجاد می‌کند و لنفوسیت دیگر در برابر باکتری عامل گلودرد. اما در دفاع غیراختصاصی، آنزیم لیزوزیم می‌تواند بر روی انواع مختلفی از باکتری‌ها تأثیر بگذارد؛ یا فاگوسیت‌ها بدون توجه به نوع باکتری، به آن حمله می‌کنند و سعی می‌کنند آن را از بین ببرند.

❑ خطوط دفاع غیراختصاصی

در نخستین خط دفاع غیراختصاصی، پوست و مخاط، سدی فیزیکی و شیمیایی در برابر نفوذ میکروب‌ها ایجاد می‌کنند. در دومین خط دفاع غیراختصاصی، روش‌های مختلفی برای مبارزه با میکروب‌ها وجود دارد: ۱- فاگوسیتوز (بیگانه‌خواری)، ۲- یاخته‌های خونی سفید، ۳- پروتئین‌های ضدمیکروبی، ۴- پاسخ التهابی و ۵- پاسخ دمایی (تب). *این یه مقدمه‌ای راجع به دستگاه ایمنی بود. حالا بریم هر خط رو بررسی کنیم.*

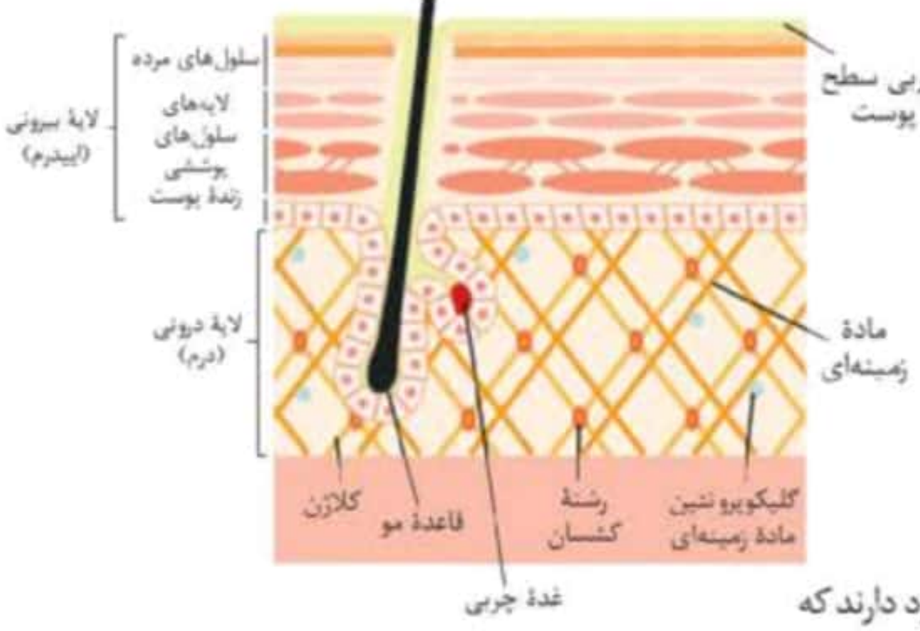
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۲ روش‌های دفاعی نخستین خط دفاعی بدن

قبل از این‌که بریم سراغ نخستین خط دفاع غیراختصاصی، اول یه نگاهی به نمودار زیر بندازین. این نمودار، خلاصه‌ای از کل چیزایی هست که قراره در ادامهٔ این گفتار بگیم. بعداً هم به‌عنوان جمع‌بندی می‌تونین ازش استفاده کنین.

پوست

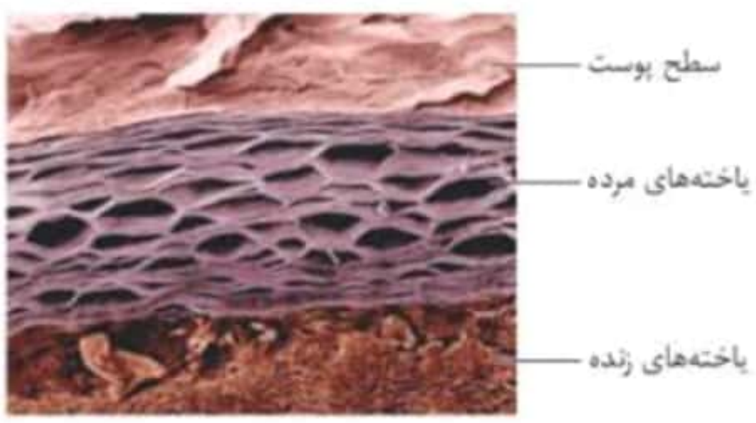
پوست، یکی از اندام‌های بدن است که **نخستین روش دفاعی بدن در برابر عوامل بیگانه** را ایجاد می‌کند. *پوست، مثل دیوار یک قلعه است که دور تا دور قلعه رو گرفته و از اون محافظت می‌کنه. اما این سد، فقط فیزیکی نیست؛ در این دیوار، سربازهایی (غدد چربی و عرق) وجود دارند که با اسلحه‌های خودشون می‌تونن جلوی نفوذ بیگانگان رو بگیرند. جلوی این سد، دوستای ما هم هستن (میکروب‌های غیربیماری‌زا) که کس دیگه‌ای رو به جمعشون راه نمی‌دن.*



□ سد فیزیکی پوست

لایه‌های بیرونی و درونی پوست، در جلوگیری از ورود میکروب‌ها به بدن نقش دارند.

لایهٔ بیرونی پوست (اپیدرم): در لایهٔ بیرونی پوست، **چند لایه یاخته‌های پوششی** وجود دارند که **خارجی‌ترین یاخته‌های آن، مرده هستند**. یاخته‌های مرده، **به تدریج می‌ریزند** و به این ترتیب، میکروب‌هایی را که به آن چسبیده‌اند، از بدن دور می‌کنند. *میکروب‌ها میان از پوست عبور کنن، می‌بینن که یه سری یاختهٔ مرده سر راهشون هستن. این یاخته‌ها، یه سد محکم رو جلوی میکروب‌ها ایجاد می‌کنن و میکروب‌های بدبخت، گیر می‌افتن. بعد این یاخته‌های مرده از پوست کنده می‌شن و میکروب‌ها رو هم همراه خودشون از پوست دور می‌کنن. اما حالا بعضی از میکروب‌ها قوی‌تر هستن و می‌تونن از یاخته‌های مرده عبور کنن.*



نکته در پوست، بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایه وجود دارد که سطحی‌ترین یاخته‌های آن، مرده هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایه، در دهان، حلق و مری نیز وجود دارد. در این قسمت‌ها، برخلاف پوست، یاخته‌های سطحی زنده هستند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته **بعضی از ویژگی‌های بافت پوششی پوست:**

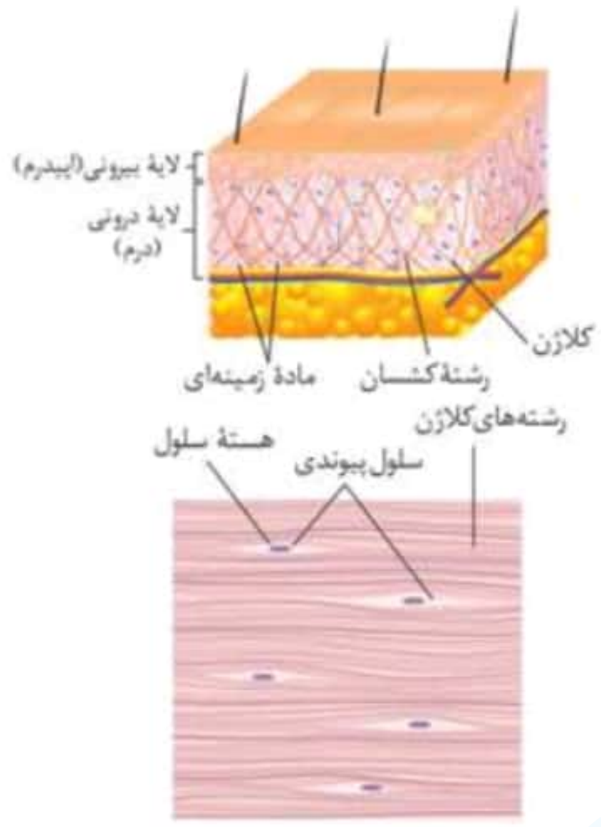
۱- عمقی‌ترین سلول‌ها، بر روی غشای پایه (شبکه‌ای از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی) قرار دارند.

۲- غشای پایه، بافت پوششی پوست را از بافت پیوندی رشته‌ای جدا می‌کند.

۳- در بافت پوششی، برخلاف بافت پیوندی، فاصلهٔ بین سلول‌ها کم است.

۴- در بافت پوششی، مادهٔ زمینه‌ای و رشته‌های کلاژن و کشسان وجود ندارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ و ۳- فصل ۶ دهم] در گیاهان، سامانهٔ بافت پوششی مشابه پوست در جانوران است. روپوست، نوعی سامانهٔ پوششی است که در آن، سلول‌های سطحی زنده هستند. روپوست می‌تواند یک‌لایه یا چندلایه باشد. پیراپوست (پریدرم)، نوعی سامانهٔ پوششی چندلایه است که در آن، سطحی‌ترین سلول‌ها، چوب‌پنبه‌ای شده‌اند و مرده هستند. سامانهٔ بافت پوششی گیاهان نیز در جلوگیری از ورود میکروب‌ها نقش دارد.



لایهٔ درونی پوست (درم): در لایهٔ درونی، **بافت پیوندی رشته‌ای** وجود دارد که رشته‌ها در آن، به طرز محکمی به هم تابیده‌اند. این لایه، **محکم و بادوام** است *(یعنی مثل لایهٔ بیرونی نیست که مدام یافته‌هاش بریزن)* و سدی محکم و غیرقابل نفوذ ایجاد می‌کند. *مثل یه اتاق هست که توش کلی طناب وجود داره. میکروب‌ها اگه بخوان این اتاق عبور کنن، باید از بین کلی طناب هم رد بشن. دیگه خودتون تصور کنین که چقدر این کار سفته.*

نکته چرم که از پوست جانوران درست می‌شود، مربوط به لایهٔ درونی پوست است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] بافت پیوندی متراکم (رشته‌ای)، نوعی بافت پیوندی است که میزان رشته‌های کلاژن آن از بافت پیوندی سست بیشتر، تعداد یاخته‌های آن کم‌تر و مادهٔ زمینه‌ای آن نیز اندک است. مقاومت این بافت در مقابل کشش از بافت پیوندی سست بیشتر، ولی انعطاف‌پذیری آن کم‌تر است. در اسکلت فیبری لایهٔ میوکارد قلب و پریکارد و اپی‌کارد قلب نیز بافت پیوندی رشته‌ای وجود دارد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] در ابتدای بینی، پوست مودار وجود دارد. موهای بینی، در جلوگیری از ورود ناخالصی‌ها (مانند میکروب‌ها و ذرات گرد و غبار) به مجاری تنفسی پایین‌تر نقش دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] گیرندهٔ درد، در لایهٔ بیرونی پوست قرار دارد ولی سایر گیرنده‌های حس پیکری پوست (مثل گیرندهٔ فشار) در لایهٔ درونی قرار دارند. غدهٔ چربی، غدهٔ عرق و تعداد زیادی رگ خونی و هم‌چنین اعصاب، در لایهٔ درونی قرار دارند.

شکل «لایه‌های مختلف پوست»

- ✓ ضخامت لایهٔ درونی پوست نسبت به لایهٔ بیرونی آن، بیشتر است.
- ✓ مجرای غدد برون‌ریز پوست، به سطح پوست راه دارد.
- ✓ در لایهٔ درونی پوست، انواعی از رشته‌های پروتئینی وجود دارند.
- ✓ در زیر لایهٔ درونی پوست، بافت چربی وجود دارد.

تا این‌جا فهمیدیم که پوست، چه‌بوری یه سد فیزیکی رو ایجاد می‌کنه. دیدین که خیلی هم آسون بود. یعنی اصلاً نیازی نبود که پوست کاری کنه، فقط کافیه که وجود داشته باشه! اما گفتیم که پوست، فقط یک سد فیزیکی نیست؛ بلکه، سدی شیمیایی هم در برابر نفوذ میکروب‌ها ایجاد می‌کنه. خُب، قبل از این‌که بریم سراغ این سد شیمیایی، اول نکتهٔ زیر رو بفونین.

نکته بهترین راه در امان ماندن از میکروب‌ها، جلوگیری از ورود آن‌ها به بدن است. بدن ما، به وسیلهٔ سدهایی در اطراف خود، محافظت می‌شود. پوست و مخاط، سد محکمی در برابر ورود میکروب‌ها ایجاد می‌کنند.

☐ سد شیمیایی پوست

در پوست، ترشحات مختلفی وجود دارند که جلوی نفوذ میکروب‌ها به بدن را می‌گیرند.

۱- چربی پوست: سطح پوست را ماده‌ای چرب می‌پوشاند. این ماده، **به علت داشتن اسیدهای چرب، خاصیت اسیدی دارد.** میکروب‌های بیماری‌زا، در این محیط اسیدی نمی‌توانند زندگی کنند.

نکته در سطح پوست، میکروب‌های غیربیماری‌زایی وجود دارند که توانایی زندگی در محیط اسیدی سطح پوست را دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] همان‌طور که در شکل کتاب درسی مشخص است، در زیر لایهٔ درم، بافت چربی وجود دارد. البته، این بافت چربی با غدهٔ چربی ترشح‌کنندهٔ چربی سطح پوست، متفاوت است. بافت چربی، نوعی بافت پیوندی است که از تعداد زیادی یاختهٔ چربی (یاخته‌ای که مقدار زیادی مادهٔ چربی در خود ذخیره دارد)، تشکیل شده است. این بافت، بزرگ‌ترین ذخیرهٔ انرژی بدن است و در بخش‌هایی از بدن، مانند کف دست‌ها و پاها، نقش ضربه‌گیری دارد و به عنوان عایق حرارتی نیز عمل می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] تری‌گلیسیرید یا چربی، نوعی لیپید است که در ساختار آن، سه اسید چرب و یک گلیسرول وجود دارد.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

فعالیت کتاب درسی

چربی پوست

۱- علاوه‌بر ایجاد یک سد شیمیایی، چربی سطح پوست، چه فواید دیگری دارد؟

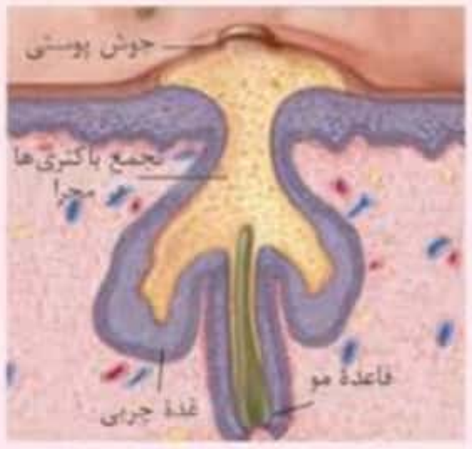
الف ـ ایجاد عایق: چربی به عنوان یک عایق عمل می‌کند و جلوی از دست‌رفتن آب و ورود بیش از حد آب به یاخته‌های بدن را می‌گیرد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۶ دهم] پوستک نسبت به آب نفوذناپذیر است؛ زیرا از ترکیبات لیپیدی مانند کوتین ساخته‌شده است. در نتیجه، پوستک به کاهش تبخیر آب از سطح برگ کمک می‌کند. بعضی گیاهان (مانند خرزهره)، پوستک ضخیم دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] کوتینی‌شدن و چوب‌پنبه‌ای شدن، نوعی تغییر در دیوارهٔ یاخته‌ای گیاهان هستند که در کاهش از دست دادن آب و جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا به گیاه نقش دارند. کوتین و چوب‌پنبه (سوبرین) از ترکیبات لیپیدی هستند.

ب ـ مرطوب‌سازی: چربی پوست، می‌تواند سطح پوست را مرطوب کند؛ *همین باعث می‌شه بعضی پوستا خشک باشن و بعضی چرب.*

۲- جوش‌های پوستی و شورهٔ سر، چه ارتباطی با چربی پوست دارند؟



جوش پوستی: در اثر تجمع چربی در پوست انسان، یک برآمدگی در پوست ایجاد می‌شود که به آن، جوش پوستی گفته می‌شود. بنابراین، به طور کلی، جوش پوستی زمانی ایجاد می‌شود که یا ترشح چربی توسط غدهٔ چربی افزایش پیدا کند و یا مقدار چربی در مجرای غده به حدی زیاد شود که یک برآمدگی در سطح پوست ایجاد کند. مثلاً، زمانی که باکتری ایجادکنندهٔ جوش صورت، در مجرای غده تقسیم می‌شود، تعداد زیاد باکتری‌ها منجر به بسته‌شدن مجرا می‌شود. در نتیجه، تجمع مادهٔ چربی باعث ایجاد جوش پوستی می‌شود.

تکثیر باکتری‌ها در غدهٔ چربی ← انسداد مجرای غدهٔ چربی ← تجمع مادهٔ چربی ← ایجاد نقطه‌ای متورم به نام جوش پوستی

شورهٔ سر: قبلاً گفتیم که خارجی‌ترین یاخته‌های پوششی لایهٔ اپیدرم پوست، یاخته‌ها مرده هستند و به‌طور مداوم می‌ریزند. اگر عاملی باعث شود سرعت ریزش یاخته‌های مرده افزایش یابد، یاخته‌های مرده به هم می‌چسبند و به‌صورت پوسته‌های سفیدی در می‌آیند که به آن، شورهٔ سر گفته می‌شود. یکی از عواملی که احتمال تشکیل شورهٔ سر را افزایش می‌دهد، چربی پوست است. زمانی که ترشح چربی پوست افزایش می‌یابد، قارچ‌هایی در پوست رشد می‌کنند که می‌توانند از مادهٔ چربی استفاده کنند. این قارچ‌ها، آنزیم مخصوصی را ترشح می‌کنند تا بتوانند از مادهٔ چربی استفاده کنند. یکی از فرآورده‌های این آنزیم، ماده‌ای است که می‌تواند به پوست سر نفوذ کند و ریزش یاخته‌های سطحی پوست را تحریک کند. در نتیجه، سرعت ریزش سلول‌های سطحی افزایش می‌یابد و شورهٔ سر تشکیل می‌شود.

افزایش تولید چربی ← رشد قارچ‌ها روی پوست ← ترشح آنزیم توسط قارچ‌ها برای مصرف مادهٔ چربی ← نفوذ یکی از فرآورده‌های آنزیم به پوست سر ← افزایش سرعت ریزش یاخته‌های سطحی ← به هم چسبیدن یاخته‌های سطحی مرده ← تشکیل پوسته‌های سفید به نام شوره

۲- عرق پوست: *قبلاً خوندیم که عرق‌کردن، باعث خنک‌شدن بدن میشه. اما در عرق، موادی هم وجود دارن که برای دفاع از بدن مناسب هستن.*

در عرق، **نمک** و **آنزیم لیزوزیم** وجود دارد. محیط نمکی (دارای نمک)، مشابه محیط اسیدی، برای رشد باکتری‌ها مناسب نیست (چرا؟[1]) و باعث نابودی باکتری‌ها می‌شود. **آنزیم لیزوزیم نیز باعث نابودی باکتری‌ها[2] می‌شود.**

نکته نمک و لیزوزیم موجود در عرق، در جلوگیری از نفوذ باکتری‌ها به بدن نقش دارند نه سایر میکروب‌ها.

نکته ترشحات غدهٔ چربی و عرق پوست، محیطی را ایجاد می‌کنند که برای رشد باکتری‌ها مناسب نیست و جلوی رشد میکروب‌ها را می‌گیرند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] لیزوزیم، یکی از آنزیم‌هایی است که در بزاق وجود دارد. این آنزیم دفاعی، باکتری‌های درون دهان را از بین می‌برد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۵ دهم] در یک روز گرم تابستانی، هنگام ورزش‌کردن، فرد عرق می‌کند تا دمای بدن کم شود.

□ میکروب‌های غیربیماری‌زای پوست

هر چند تا الان گفتیم که پوست محیط مناسبی برای رشد میکروب‌ها نیست، اما میکروب‌های غیربیماری‌زایی در سطح پوست وجود دارند[3] که برای زندگی در پوست سازش پیدا کردن. یعنی مثلاً می‌تونن محیط اسیدی رو تحمل کنن، مشکلی با نمک ندارن و لیزوزیم هم تاثیری روی اونا نداره. این میکروب‌ها، از تأثیر

۱- در ارتباط با محیط اسیدی، مشخص است که علت عدم رشد باکتری‌ها در آن، تأثیر اسید بر ساختار مولکول‌های زیستی، به خصوص پروتئین‌ها، است. اما در محیط نمکی، فشار اسمزی سیتوپلاسم باکتری کم‌تر از فشار اسمزی پوست می‌شود و به همین دلیل، مایعات از درون باکتری خارج می‌شوند؛ در واقع، باکتری خشک می‌شود و از بین می‌رود.

۲- آنزیم لیزوزیم، بر دیوارهٔ باکتری‌ها مؤثر است.

۳- Normal Flora یا فلور طبیعی بدن، شامل میکروب‌های غیربیماری‌زایی هستند که در بدن زندگی می‌کنند یا به‌طور موقت وارد بدن می‌شوند. میکروب‌های غیربیماری‌زای پوست و لولهٔ گوارش، مثالی از فلور طبیعی بدن هستند. وجود این میکروب‌ها، برای زندگی انسان اهمیت دارد. تولید محصولات پروبیوتیک (شامل باکتری‌های مفید) و همچنین اهمیت عدم مصرف بی‌رویهٔ [illegible] فلور طبیعی در زندگی انسان است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحیدزارعی

میکروب‌های بیماری‌زا جلوگیری می‌کنند. چون در رقابت برای کسب غذا، بر میکروب‌های بیماری‌زا پیروز می‌شوند. یه سری منابع غذایی محدود در سطح پوست وجود داره که میکروب‌ها باید برای ادامهٔ حیات از اونا استفاده کنن. میکروب‌های غیربیماری‌زای پوست، قوی‌تر هستن و وقتی میکروب‌های بیماری‌زا می‌خوان بیان دست بزنن به غذای این میکروب‌های عزیز ما، جلوشون رو می‌گیرن. میکروب‌های بیماری‌زا هم که غذا گیرشون نمیاد، در اثر سوءتغذیه! می‌میرن.

قرارگیری میکروب بیماری‌زا در سطح پوست ← رقابت با سایر میکروب‌ها بر سر غذا ← پیروزی میکروب غیربیماری‌زا ← مرگ میکروب بیماری‌زا

تا این‌جا فهمیدیم که چه سد محکمی دور بدنمون داریم. اما ضُعف پوست که همه‌جای بدن نیست. مثلاً داخل حلقمون که دیگه پوست نداریم! برای همین، لازمه راه‌های دفاعی دیگه‌ای هم در ورودی‌های دیگهٔ بدن وجود داشته باشن.

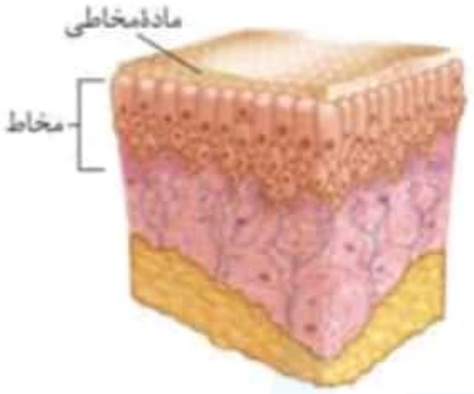
مخاط

در **مجاری تنفسی، لولهٔ گوارش** و **مجاری ادراری ـ تناسلی**، که **با محیط بیرون در ارتباط هستند** و امکان نفوذ میکروب از طریق آن‌ها وجود دارد، **مخاط** دیده می‌شود.

مثال *کجاها مادهٔ مخاطی دارن؟* ۱- مجاری تنفسی: بینی، حلق، نای، نایژه‌ها و نایژک‌ها، ۲- لولهٔ گوارش: دهان، حلق، مری، معده، روده‌ها و مخرج، ۳- دستگاه ادراری: میزنای، مثانه، میزراه و ۴- دستگاه تناسلی: میزراه در مردان، واژن، رحم و لولهٔ فالوپ در زنان.

نکته دقت داشته باشید که در کیسه‌های حبابکی، مخاط وجود ندارد. دفاع در برابر میکروب‌ها در این قسمت، با کمک ماکروفاژهای موجود در حبابک انجام می‌شود نه مایع مخاطی.

نکته دقت داشته باشید که نفرون‌ها، مخاط ندارند.



مخاط، در واقع **نوعی بافت پوششی** است که با **آستری از بافت پیوندی** پوشانده‌شده است. یاخته‌های مخاطی **به هم چسبیده‌اند** و سدی فیزیکی را در برابر نفوذ میکروب‌ها ایجاد می‌کنند. علاوه‌بر این، یاخته‌های مخاطی **مادهٔ مخاطی** را تولید می‌کند. مادهٔ مخاطی که **چسبناک** است، میکروب‌ها را به دام می‌اندازد و جلوی نفوذ آن‌ها به بخش‌های عمقی‌تر را می‌گیرد. علاوه‌بر این، در ترشحات مخاطی، **آنزیم لیزوزیم** وجود دارد که می‌تواند موجب کشته‌شدن باکتری‌ها شود.

پس مادهٔ مخاطی، یه چسبه که میکروب‌ها توش گیر می‌کنن و دیگه نمی‌تونن حرکت کنن. اما بریم سراغ بررسی نکات این قسمت.

کتاب درسی زیر ذره‌بین

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] موسین، گلیکوپروتئینی است، آب فراوانی جذب و مادهٔ مخاطی را ایجاد می‌کند.

با توجه به نکتهٔ بالا، یاخته‌های مخاطی **گلیکوپروتئین موسین** را ترشح می‌کند و موسین، **پس از جذب آب**، به مادهٔ مخاطی تبدیل می‌شود. بنابراین، **یاخته‌های مخاطی، مادهٔ مخاطی را ترشح نمی‌کند.**

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] مادهٔ مخاطی، دیوارهٔ لولهٔ گوارش را از خراشیدگی حاصل از تماس غذا یا آسیب شیمیایی (بر اثر اسید یا آنزیم) حفظ می‌کند و ذره‌های غذایی را به هم می‌چسباند و آن‌ها را به توده‌ای لغزنده تبدیل می‌کند. در مری، مادهٔ مخاطی حرکت غذا را آسان‌تر می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] یاخته‌های پوششی سطحی مخاط معده و برخی از یاخته‌های غده‌های آن، مادهٔ مخاطی زیادی می‌سازند که بسیار چسبنده است و به شکل لایهٔ ژله‌ای چسبناکی، مخاط معده را می‌پوشاند.

روش‌های دفاعی دیگر در نخستین خط دفاع غیراختصاصی

علاوه‌بر مخاط، هر کدام از دستگاه‌های ذکرشده، سازوکارهای دیگری هم برای مبارزه با میکروب‌ها یا دفع آن‌ها دارند.

☐ دستگاه تنفس

۱- ماکروفاژهای کیسه‌های حبابکی:

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] کیسه‌های حبابکی، سازوکار دیگری برای مقابله با ناخالصی‌های هوا دارند که **آخرین خط دفاع دستگاه تنفسی** به شمار می‌رود[1]. در حبابک‌ها، گروهی از **یاخته‌های دستگاه ایمنی بدن** به نام **ماکروفاژها** مستقر شده‌اند. **این یاخته‌ها، باکتری‌ها و ذرات گرد و غباری را که از مخاط مژک‌دار گریخته‌اند، نابود می‌کنند.** ماکروفاژها، **توانایی حرکت** و **فاگوسیتوز** را دارند و **در دیگر نقاط بدن نیز حاضر هستند.**

۱- البته، طبق کتاب یازدهم، این جمله نادرست است و منظور مؤلف، آخرین خط دفاعی منحصر به فرد دستگاه تنفسی است. همان‌طور که می‌دانیم، آخرین خط دفاعی بدن، دفاع اختصاصی است که به یاخته‌های [illegible]

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

۲- عطسه و سرفه:

نکته البته ماکروفاژها جزء دومین خط دفاعی بدن هستند نه نخستین خط دفاعی و صرفاً برای بیان کامل روش‌های دفاعی دستگاه تنفس، نام ماکروفاژها نیز در این قسمت بیان‌شده است اما دقت داشته باشید که ماکروفاژها در دومین خط دفاعی بدن فعالیت می‌کنند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] چنان‌چه ذرات خارجی یا گازهایی که ممکن است مضر یا نامطلوب باشند به مجاری تنفسی وارد شوند، باعث واکنش سرفه یا عطسه می‌شود؛ در این حالت، هوا با فشار از راه دهان (سرفه) و یا بینی و دهان (عطسه) همراه با مواد خارجی به بیرون رانده می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] تنظیم واکنش‌های دفاعی سرفه و عطسه، توسط بصل‌النخاع انجام می‌شود.

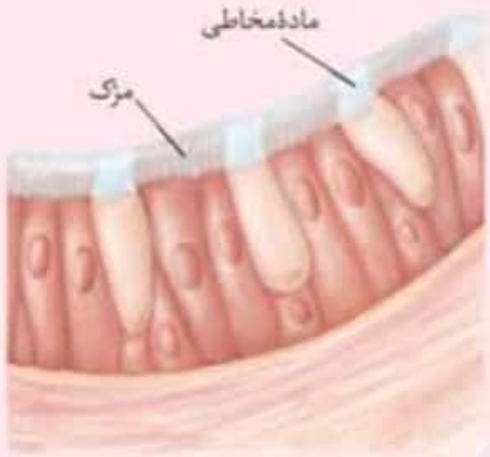
آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] دود سیگار و مواد موجود در آن، جزء مواد مضر و تحریک‌کنندهٔ مجاری تنفسی هستند. در نتیجه، در افراد سیگاری واکنش سرفه بیشتر از افراد عادی رخ می‌دهد.

۳- مژک‌های یاخته‌های مخاطی: مخاط مژکدار، مانع نفوذ میکروب‌ها به بخش‌های عمیق‌تر می‌شود.

فعالیت کتاب درسی

مخاط مژکدار دستگاه تنفسی

۱- مخاط مژکدار دستگاه تنفسی، چگونه مانع نفوذ میکروب‌ها می‌شود؟



آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] با پایان یافتن پوست در بینی، مخاط مژکدار آغاز می‌شود که در سراسر مجاری هادی ادامه پیدا می‌کند. این مخاط، یاخته‌های مژک‌دار فراوان و ترشحات مخاطی دارد. در این ترشحات، مواد ضدمیکروبی (آنزیم لیزوزیم) وجود دارد.

ترشحات مخاطی، ناخالصی‌های هوا را ضمن عبور به دام می‌اندازند. مژک‌ها با حرکت ضربانی خود، ترشحات مخاطی و ناخالصی‌های به دام افتاده در آن را به سوی حلق می‌رانند. در آن‌جا، یا به دستگاه گوارش واردشده و شیرهٔ معده آن‌ها را نابود می‌کند یا به خارج از بدن هدایت می‌شوند.

۲- چه عواملی به مخاط مژکدار دستگاه تنفسی آسیب می‌زند؟

دود سیگار، با اثر بر غدد ترشح‌کنندهٔ موسین و هم‌چنین مژک‌ها، باعث آسیب به مخاط مژکدار می‌شود. تحت تأثیر دود سیگار، ترشح مخاط کم می‌شود و هم‌چنین، مژک‌های مجاری تنفسی از کار می‌افتند.

☐ دستگاه گوارش

۱- آنزیم لیزوزیم در بزاق: که باعث نابودی باکتری‌های دهان می‌شود.

۲- اسید معده: میکروب‌های موجود در غذا را نابود می‌سازد. علاوه بر این، باعث نابودی میکروب‌های مجاری تنفسی هم می‌شود.

۳- استفراغ: محتویات معده و بخش ابتدایی روده را از طریق دهان تخلیه می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] در استفراغ، جهت حرکات کرمی، وارونه می‌شود و محتویات لوله حتی از بخش ابتدایی روده به سمت دهان حرکت می‌کنند.

۴- دفع مدفوع

☐ دستگاه ادراری

دفع ادرار: همانند دفع مدفوع، باعث بیرون‌راندن میکروب‌های مجاری می‌شود.

☐ راه‌های دفاعی چشم و گوش

۱- اشک: با داشتن نمک و لیزوزیم از چشم محافظت می‌کند.

۲- پلک‌ها، مژه‌ها و بافت چربی روی کرهٔ چشم: نیز از چشم محافظت می‌کنند.

۳- موهای کرک‌مانند و ترشحات مجرای شنوایی گوش

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ یازدهم] موهای کرک‌مانند درون مجرای شنوایی و موادی که از غده‌های درون مجرا ترشح می‌شوند، نقش حفاظتی دارند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

gajmarket.com

جمع‌بندی

روش‌های دفاعی نخستین خط دفاع بدن

اندام	روش دفاعی	نحوهٔ دفاع	توضیحات
پوست	یاخته‌های مردهٔ سطحی	جلوگیری از ورود میکروب‌های بیماری‌زا، ریزش یاخته‌های سطحی ← دور شدن میکروب‌ها	ریزش شدید، شوره را ایجاد می‌کند.
	بافت پیوندی رشته‌ای		محکم و بادوام ← تهیهٔ چرم
	چربی پوست	اسیدی کردن سطح پوست ← جلوگیری از رشد میکروب‌های بیماری‌زا	در چربی، اسیدهای چرب وجود دارند.
	عرق پوست	نمک ← جلوگیری از رشد باکتری‌ها، لیزوزیم ← نابودی باکتری‌ها	فقط بر باکتری‌ها مؤثر است.
	میکروب‌های غیربیماری‌زا	پیروزی در رقابت با میکروب‌های بیماری‌زا ← جلوگیری از تکثیر و ورود میکروب‌های بیماری‌زا	میکروب‌های غیربیماری‌زا، در برابر اسید، نمک و لیزوزیم سطح پوست مقاوم هستند.
دستگاه تنفسی	عطسه و سرفه	بیرون‌راندن با فشار ذرات خارجی و گازهای مضر از راه دهان (سرفه) و یا بینی و دهان (عطسه)	تنظیم توسط بصل‌النخاع
	مخاط مژکدار	به دام افتادن میکروب‌ها در مادهٔ مخاطی ← رانده شدن مادهٔ مخاطی توسط مژک‌ها به حلق ← خروج از بدن یا ورود به دستگاه گوارش	دودسیگار، باعث از کار افتادن مژک‌ها و کاهش ترشح مادهٔ مخاطی می‌شود.
دستگاه گوارش	لایهٔ مخاطی	۱- بافت پوششی و آستر پیوندی: سد فیزیکی، ۲- مادهٔ مخاطی به دام افتادن میکروب‌ها و مبارزه با باکتری‌ها توسط آنزیم لیزوزیم	گلیکوپروتئین موسین + جذب آب فراوان ← مادهٔ مخاطی (چسبناک و لزج)
	لیزوزیم بزاق	نابودی باکتری‌های دهان توسط لیزوزیم (نوعی آنزیم دفاعی)	ترشح توسط غده‌های بزاقی بزرگ و کوچک
	اسید معده	نابودی میکروب‌های موجود در غذا و میکروب‌های مجازی تنفسی	↑ ترشح از یاخته کناری توسط گاسترین
	استفراغ	بیرون راندن محتویات معده و بخش ابتدایی رودهٔ باریک از راه دهان	جهت حرکات کرمی وارونه می‌شود.
	دفع مدفوع	خروج مواد دفعی و میکروب‌های همراه آن از طریق مخرج	انعکاس دفع به صورت ارادی تمام می‌شود.
دستگاه ادراری	لایهٔ مخاطی	۱- بافت پوششی و آستر پیوندی: سد فیزیکی، ۲- مادهٔ مخاطی به دام افتادن میکروب‌ها و مبارزه با باکتری‌ها توسط آنزیم لیزوزیم	گلیکوپروتئین موسین + جذب آب فراوان ← مادهٔ مخاطی (چسبناک و لزج)
	دفع ادرار	خروج مواد دفعی و میکروب‌های همراه آن از طریق ادرار	وجود میکروب در ادرار ← عفونت ادراری
چشم و گوش	اشک	نمک ← جلوگیری از رشد باکتری‌ها، لیزوزیم نابودی باکتری‌ها	در مرطوب کردن قرنیه نیز نقش دارد.
	پلک، مژه و چربی روی کرهٔ چشم	ایجاد یک سد فیزیکی در برابر ورود میکروب‌ها به کرهٔ چشم	در اطراف کرهٔ چشم قرار دارند.
	موهای کرک مانند و ترشحات مجرای شنوایی گوش	به دام انداختن میکروب‌ها و جلوگیری از ورود آن‌ها به بخش‌های داخلی‌تر گوش	نقشی مشابه مخاط مژکدار دارند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

دومین خط دفاعی: واکنش‌های عمومی اما سریع

درسنامهٔ ۳ فاگوسیت‌ها

تا این‌جا دیدیم که نخستین خط دفاع غیراختصاصی، خیلی محکم جلوی میکروب‌ها وایساده. اما اگه میکروب‌ها بتونن از این خط عبور کنن، اون وقت هست که دومین خط دفاعی بدن، وارد عمل می‌شه. راجع به انواع روش‌های دفاعی در این خط قبلاً صحبت کردیم. از این‌جا به بعد، هر کدوم از روش‌ها رو به‌ترتیب بررسی می‌کنیم تا ببینیم چه‌جوری انجام می‌شن، کجاها نقش دارن و چه یافته‌هایی در انجامشون مؤثر هستن.

نکته در دومین خط دفاعی بدن، واکنش‌های دفاعی عمومی اما سریع دیده می‌شوند.

تشخیص خودی و بیگانه

یکی از ویژگی‌های دومین و سومین خط دفاعی بدن این است که می‌توانند **یاخته‌های خودی را بشناسند** و **تنها در برابر عوامل بیگانه پاسخ دفاعی ایجاد کنند**. در دومین خط دفاعی بدن، شناسایی عوامل بیگانه با کمک **ویژگی‌های عمومی** آن‌ها انجام می‌شود. چون ویژگی‌های عمومی (نه اختصاصی) برای شناسایی عوامل بیگانه استفاده می‌شوند، این خط دفاعی نیز جزء **دفاع غیراختصاصی** است.

بعداً در گفتار (۳) می‌گیم که در دفاع اختصاصی، شناسایی میکروب‌ها با کمک گیرنده‌های آنتی‌ژنی لنفوسیت‌ها انجام می‌شه. هر لنفوسیت، با کمک گیرنده‌های آنتی‌ژنی خودش نوع خاصی آنتی‌ژن رو شناسایی می‌کنه. اما در خط دوم دفاعی بدن، شناسایی میکروب‌ها با کمک ویژگی‌های عمومی انجام می‌شه. یعنی چی؟

در دومین خط دفاعی بدن، فقط تشخیص داده می‌شود که یک عامل (یاخته یا ذره)، بیگانه هست یا نیست؛ *یعنی کلاً فقط تشخیص داره می‌شه که اون عامل جزء سلول‌های سالم بدن هست یا نه؛ اگه باشه، همه‌چی خوبه و مشکلی نیست. اما اگه نباشه، دعوا می‌شه!* بنابراین، دومین خط دفاعی بدن بین مثلاً باکتری کزاز و باکتری عامل سل[1] تفاوتی قائل نمی‌شود؛ *اهل تبعیض نیست!* اما در سومین خط دفاعی بدن، انواع میکروب‌ها نیز از یکدیگر تمایز داده می‌شوند؛ مثلاً، یک لنفوسیت فقط باکتری کزاز را می‌تواند شناسایی کند و لنفوسیت دیگر، فقط باکتری عامل سل. *پس این‌جا، بین میکروب‌های مختلف، تفاوت وجود داره و هر نوع لنفوسیت، فقط مسئولیت مبارزه با یک نوع عامل خارجی رو داره.*

نکته در نخستین خط دفاعی بدن، میکروب‌ها شناسایی نمی‌شوند.

نکته در دومین خط دفاع غیراختصاصی، ویژگی‌های عمومی و در دفاع اختصاصی، ویژگی‌های اختصاصی میکروب‌ها شناسایی می‌شوند.

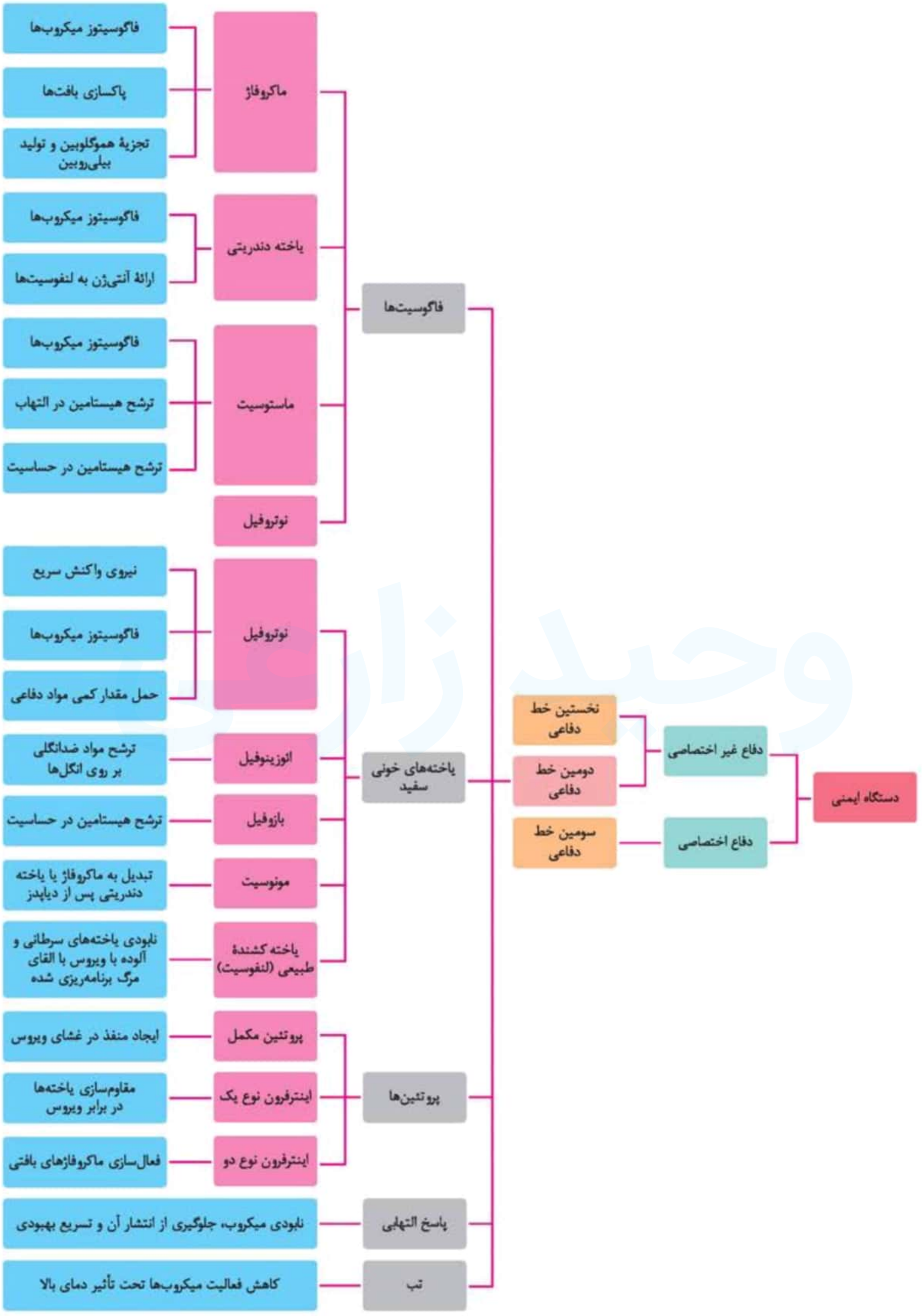
روش دفاعی	غیر اختصاصی	اختصاصی
خط دفاعی	اول + دوم	سوم
شناسایی میکروب	ویژگی‌های عمومی (خط دوم)	ویژگی‌های اختصاصی (آنتی‌ژن)
سرعت پاسخ	سریع	کند و زمان‌بر

قبل از مطالعهٔ ادامهٔ گفتار، یه نگاه کلی به نمودار بعدی (خلاصهٔ کل مطالب این گفتار) بندازین.

---

[1] سل، نوعی بیماری عفونی بسیار شایع است. عامل این بیماری، به‌طور معمول به شش‌ها حمله می‌کند و باعث تخریب بافت‌های شش می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی



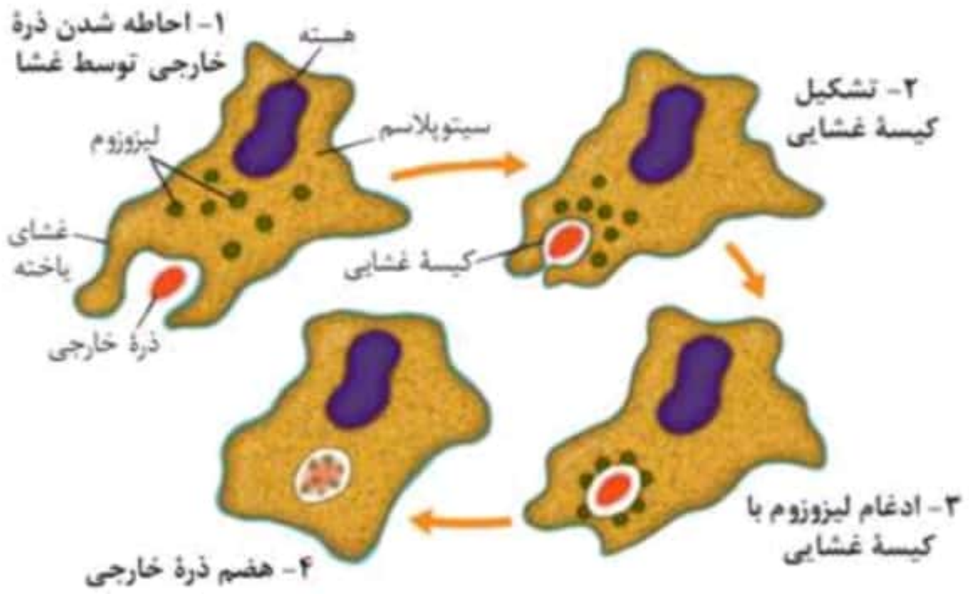
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فاگوسیت‌ها (بیگانه‌خوارها)

فاگوسیتوز، یکی از روش‌های دفاعی یاخته‌های ایمنی است. در کتاب دهم، با فاگوسیتوز آشنا شدیم و در این‌جا، مروری بر مکانیسم انجام این فرایند داریم.

آن‌چه گذشت [فصل‌های ۲ و ۳ دهم] فاگوسیتوز در ماکروفاژهای حبابک‌ها و بعضی از یاخته‌های حفرهٔ گوارشی کیسه‌تنان و پلاناریا دیده می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۷ یازدهم] یاخته‌های سرتولی، بزرگ‌ترین یاخته‌های دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز هستند که با ترشحات خود، تمایز اسپرم‌ها را هدایت می‌کنند. این یاخته‌ها، در بیگانه‌خواری (فاگوسیتوز) باکتری‌ها نیز نقش دارند.



در فرایند فاگوسیتوز، ذرهٔ خارجی توسط غشای[1] فاگوسیت احاطه می‌شود و سپس، طی فرایند **آندوسیتوز (درون‌بری)**، یک **ریزکیسهٔ غشایی** تشکیل می‌شود. فرایند گوارش درونی این ریزکیسهٔ غشایی توسط **آنزیم‌های لیزوزومی** انجام می‌شود و ذرات خارجی از بین می‌روند.

احاطهٔ ذرهٔ خارجی (مثل میکروب) توسط غشای فاگوسیت ← ورود ذرهٔ خارجی به یاخته با کمک فرایند آندوسیتوز (درون‌بری) ← تشکیل یک ریزکیسهٔ غشایی[2] ← ادغام لیزوزوم با ریزکیسهٔ غشایی ← تشکیل واکوئول (کریچه) گوارشی ← هضم میکروب ← دفع مواد با اگزوسیتوز

راستی، جالبه بدونین که در کتاب دهم و یازدهم، هم ذره‌خواری و هم بیگانه‌خواری معادل فارسی فاگوسیتوز هستند!

☐ کشف فاگوسیت‌ها

مشاهدهٔ اولیه: در سال ۱۸۸۲، هنگامی که یک جانورشناس به‌نام ایلیا مچنیکو در حال مطالعهٔ لارو ستارهٔ دریایی بود، یاخته‌های عجیبی را مشاهده کرد. لارو ستارهٔ دریایی **شفاف** است و مچنیکو توانست درون بدن لارو، یاخته‌هایی را ببیند که **شبیه آمیب**[3] بودند؛ یعنی، می‌توانستند **حرکت کنند** و **مواد اطراف خود را بخورند**.

فرضیه: مچنیکو با خود فکر کرد که شاید این یاخته‌های آمیب‌مانند، می‌توانند میکروب‌ها و ذرات خارجی را هم بخورند و در دفاع نیز نقش دارند[4]. بنابراین، باید بتوانند ذرات خارجی واردشده به بدن را نابود کنند.

آزمون فرضیه: مچنیکو، برای بررسی فرضیهٔ خود، خرده‌های ریزی از خارهای گل رز را به زیر پوست لارو وارد کرد.

نتیجه: یاخته‌های آمیب‌مانند، خرده‌های ریز خارها را نابود کرده بودند و اثری از آن‌ها باقی نمانده بود.

مچنیکو، این یاخته‌ها را **فاگوسیت (بیگانه‌خوار)** نامید. در انسان، فاگوسیت‌ها **انواع مختلفی دارند** و در **قسمت‌های مختلف بدن انسان حضور دارند**. در ادامه، انواع فاگوسیت‌های بدن انسان را بررسی می‌کنیم.

نکته در بی‌مهرگانی مانند ستارهٔ دریایی، ایجاد ایمنی در برابر عوامل خارجی با کمک فاگوسیت‌ها امکان‌پذیر است.

انواع فاگوسیت‌ها

☐ ماکروفاژ

پارسال با ماکروفاژها آشنا شدیم. گفتیم که ماکروفاژ، یافته‌ای از دستگاه ایمنی است که در حبابک‌ها و جاهای دیگهٔ بدن حضور داره. اما حالا بریم دقیق‌تر کار ماکروفاژها رو بررسی کنیم.

منشأ: در کتاب دهم گفتیم که گویچه‌های سفید، به دو گروه **گویچه‌های دانه‌دار** و **بدون دانه** تقسیم می‌شوند. یکی از انواع گویچه‌های بدون دانه، **مونوسیت‌ها** هستند. وقتی که مونوسیت‌ها از رگ‌های خونی خارج می‌شوند و به بافت‌ها می‌روند، **تمایز** پیدا می‌کنند و **به ماکروفاژ تبدیل می‌شوند**.

نکته منشأ ماکروفاژها گویچه‌های سفید بدون دانه هستند.

نکته ماکروفاژها، فقط در بافت‌ها حضور دارند و در خون دیده نمی‌شوند. مونوسیت‌ها نیز فقط در خون وجود دارند و در بافت دیده نمی‌شوند.

محل حضور: ماکروفاژها، در **اندام‌های مختلف بدن**، از جمله حبابک‌ها، کبد، طحال و اندام‌های لنفی حضور دارند.

۱- به یاخته‌ای که توانایی فاگوسیتوز دارد، فاگوسیت گفته می‌شود؛ یعنی یاختهٔ فاگوسیتوزکننده.

۲- با توجه به گوارش درونی پارامسی در کتاب دهم، این ریزکیسهٔ غشایی اولیه، واکوئول (کریچهٔ) غذایی است.

۳- آمیب‌ها، شاخه‌ای از آغازیان هستند که می‌توانند با تشکیل پای کاذب در محیط حرکت کنند (مشابه ماکروفاژها) و با فاگوسیتوز، ذرات اطراف خود را ببلعند. تغذیهٔ آمیب‌ها از طریق فاگوسیتوز ذرات خارجی است.

۴- مطالعات مچنیکو، به‌طور عمده بر روی دستگاه ایمنی بود و به همین دلیل نیز مشاهدهٔ این یاخته‌ها، ذهن او را به سمت فعالیت‌های دفاعی برد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

وظایف ماکروفاژها

۱- **فاگوسیتوز:** ماکروفاژها، با میکروب‌ها مبارزه می‌کنند و با فاگوسیتوز، آن‌ها را از بین می‌برند.

۲- **پاکسازی بافت‌ها:** ماکروفاژها، یاخته‌های مردهٔ بافت‌ها یا بقایای آن‌ها را از بین می‌برند؛ مثلاً، **ماکروفاژهای کبد و طحال، گویچه‌های قرمز مرده را پاکسازی می‌کنند.**

نکته ماکروفاژها توانایی حرکت دارند و می‌توانند با حرکت در بافت، اقدام به پاکسازی بافت نمایند.

سؤال ماکروفاژ - گلبول سفید: آری یا خیر؟

بدون شک، یکی از سفت‌ترین چالش‌هایی که در کتاب درسی با آن روبه‌رو هستیم، پاسخ دادن به جواب این سؤال است که «آیا ماکروفاژ گلبول سفید است؟» رسیدن به جواب این سؤال بسیار سفت است و ما سعی می‌کنیم بر اساس کتاب درسی، توضیحی قانع‌کننده ارائه کنیم.

۱- **بر اساس منابع علمی:** ماکروفاژ و سایر فاگوسیت‌ها، نوعی گلبول سفید (لکوسیت) هستند. لکوسیت، در واقع نام دیگر گلبول‌های سفید هست. *بر نیست بدانید که در بعضی از منابع علمی[1]، ماکروفاژ و یاختهٔ دندریتی را فرم بالغ مونوسیت می‌دانند؛ به عبارتی دیگر، از مونوسیت بالغ به‌نام ماکروفاژ یا سلول دندریتی تعبیر می‌کنند.*

۲- **بر اساس کتاب درسی دهم:** «یاخته‌های خونی، که ضمن گردش در خون، در بافت‌های مختلف بدن نیز پراکنده می‌شوند، گویچه‌های سفید هستند.» *اول از همه هواستون باشه که این جمله، به این معنا نیست که همهٔ گویچه‌های سفید، یافتهٔ خونی هستن. مثلاً به‌جای گویچه‌های سفید بذارین «یافته‌های هسته‌دار»، باز هم جمله درست می‌شه ولی آیا معنیش این می‌شه که همهٔ یافته‌های هسته‌دار، یافتهٔ خونی هستن؟ مسلماً غیر.* طبق این جمله، یاخته‌های خونی سفید در بافت‌های مختلف بدن پراکنده می‌شوند. آیا در مورد مونوسیت هم این‌گونه است؟ اگر در نظر بگیریم که مونوسیت‌ها در بافت‌های بدن پراکنده می‌شوند، بنابراین ماکروفاژها و یاخته‌های دندریتی را گویچهٔ سفید در نظر گرفته‌ایم؛ زیرا این یاخته‌ها مونوسیت‌های تمایزیافته‌ای هستند که در بافت‌های بدن پراکنده می‌شوند. در نظر نگرفتن ماکروفاژها و یاخته‌های دندریتی به عنوان گویچهٔ سفید، نقض‌کنندهٔ کتاب درسی دهم است.

۳- **بر اساس کتاب درسی یازدهم:** «تراگذری (دیاپدز) از ویژگی‌های همهٔ گویچه‌های سفید است.» *تا قبل از این جملهٔ کتاب یازدهم، ما مشکل خاصی با در نظر گرفتن ماکروفاژها به عنوان گویچهٔ سفید نداریم[2]. مشکل این‌جا هست که ماکروفاژها و سایر فاگوسیت‌های بافتی، دیاپدز ندارن؛ چون فقط در بافت‌ها هستن. پس اگه ماکروفاژها گویچهٔ سفید نیستن، چی هستن؟ مشکل زمانی بدتر می‌شود که در این قسمت، به تناقض مذکور در کتاب دهم می‌رسیم.* به‌طور واضح، کتاب درسی در این قسمت اشتباه کرده است و باید گفته می‌شد که تراگذری از ویژگی‌های همهٔ گویچه‌های سفید خون است. در این صورت، همهٔ مشکلات حل می‌شد. از طرفی در ادامهٔ فصل، می‌خوانیم که ماکروفاژها و یاخته‌های دندریتی، حاصل تغییر مونوسیت‌ها هستند. باز هم همان سؤال قبلی؛ با توجه به این‌که منشأ ماکروفاژ و یاختهٔ دندریتی، یک گویچهٔ سفید است، اگر ماکروفاژها و یاخته‌های دندریتی گویچهٔ سفید نیستند، چه نوع یاختهٔ دیگری هستند؟

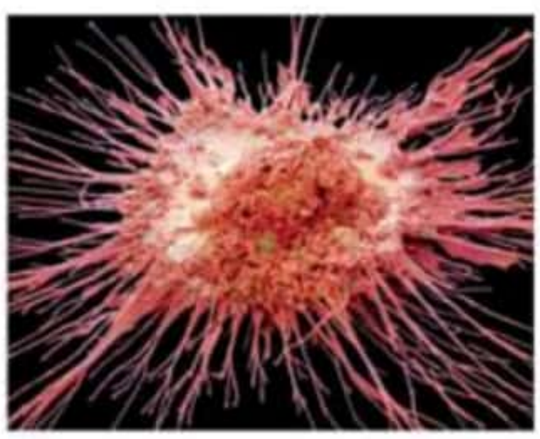
۴- **نتیجهٔ نهایی:** فاگوسیت‌های بافتی، به‌طور واضحی گویچهٔ سفید هستند. این موضوع، از بخش‌های مختلفی از کتاب درسی قابل برداشت هست ولی جملاتی هم در کتاب درسی هستند که این موضوع را نقض می‌کنند. *از نظر من، باز هم فاگوسیت‌ها را باید گویچه‌های سفید در نظر گرفت اما باید دقت هم داشت که طراحان سؤالات مختلف، ممکن است با توجه به جملات کتاب یازدهم، فاگوسیت‌های بافتی را گویچهٔ سفید در نظر نگیرن.*

۵- **در کنکور چه کنیم؟** پیشنهادی که ما برای طراحان کنکور داریم این هست که تا زمان اصلاح نشدن کتاب درسی و با توجه به تناقضات موجود، وارد این مبحث نشوند و برای مثال، به‌جای «گویچه‌های سفید» از «یاخته‌های ایمنی» استفاده کنند. با این حال، در صورت اصرار به صحبت دربارهٔ این مبحث چالش‌برانگیز، باید دقت داشته باشید که طراحان کنکور اصرار زیادی به استفاده از متن کتاب درسی دارند و در این حالت، جملات کتاب درسی، به ویژه کتاب درسی یازدهم، در اولویت است.

تذکر کلیهٔ مطالب ذکرشده، دربارهٔ یاخته‌های دندریتی و ماستوسیت‌ها نیز صدق می‌کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۷ یازدهم] یاخته‌های سرتولی، یاخته‌هایی هستند که توانایی فاگوسیتوز دارند ولی گویچهٔ سفید نیستند.

❑ یاختهٔ دندریتی



یکی دیگر از انواع فاگوسیت‌های بدن، یاخته‌های دندریتی هستند. علت نام‌گذاری این یاخته‌ها، **انشعابات دندریت‌مانند** آن‌ها است.

منشأ: یاخته‌های دندریتی هم مانند ماکروفاژها، **از تغییر مونوسیت‌ها پس از خروج آن‌ها از خون ایجاد می‌شوند.** بنابراین، مشابه ماکروفاژها **فقط در بافت‌ها** حضور دارند. *هواستون باشه که خون هم نوعی بافت پیوندی است، ولی در این‌جا، منظور از بافت، محیط خارج از خون است.*

نکته یاخته‌های دندریتی و ماکروفاژها، مستقیماً در مغز استخوان تولید نمی‌شوند.

محل حضور: در بخش‌هایی از بدن که **با محیط بیرون در ارتباط هستند،** به فراوانی یافت می‌شوند؛ مثل پوست و لولهٔ گوارش.

۱- مثل بافت‌شناسی جان‌کوئیرا: «مونوسیت‌ها برای چند ساعت در خون گردش می‌کنند و سپس وارد بافت‌ها می‌شوند؛ جایی که به عنوان ماکروفاژ (یا سایر فاگوسیت‌ها [نظیر یاخته دندریتی]) بالغ می‌شوند و تا چند ماه فعالیت می‌کنند.

۲- هرچند از ما در بخش‌هایی از کتاب یازدهم، به نظر می‌رسد که مؤلف کتاب درسی، فاگوسیت‌های بافتی را جدا از گویچه‌های سفید در نظر گرفته است.

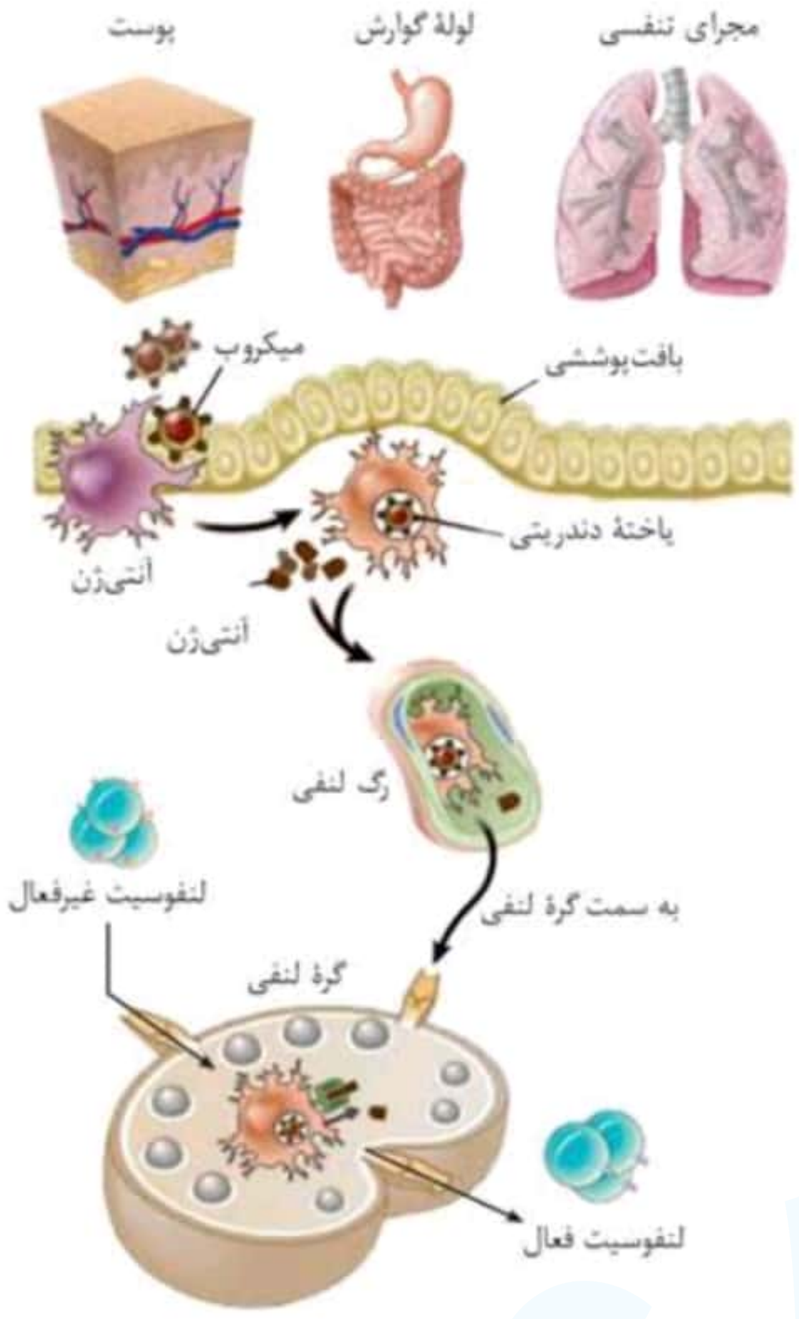
@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

وظایف یاخته‌های دندریتی

۱- فاگوسیتوز: یاخته‌های دندریتی، با میکروب‌ها مبارزه می‌کنند و با فاگوسیتوز، آن‌ها را از بین می‌برند.

۲- ارائهٔ آنتی‌ژن به یاخته‌های ایمنی: یاخته‌های دندریتی، **قسمت‌هایی از میکروب (آنتی‌ژن) را در سطح خود قرار می‌دهند.** سپس، از طریق رگ‌های لنفی، خود را به گره‌های لنفی می‌رسانند. در گره‌های لنفی، یاخته‌های دندریتی، قسمت‌های میکروبی موجود در سطح خود را به یاخته‌های ایمنی، مثل لنفوسیت‌ها، ارائه می‌دهند. یاخته‌های ایمنی، با شناختن این قسمت‌ها، میکروب مهاجم را شناسایی می‌کنند مثلاً، **لنفوسیت‌های غیرفعال موجود در گرهٔ لنفی، پس از ارائهٔ آنتی‌ژن توسط یاخته‌های دندریتی، فعال می‌شوند** و می‌توانند به مبارزه با میکروب بپردازند. *راستی، به این قسمت‌ها از میکروب‌ها که به یاخته‌های ایمنی ارائه می‌شن، آنتی‌ژن گفته می‌شه. بعداً در ادامهٔ فصل می‌فونیم که آنتی‌ژن‌ها، در واقع همون مولکول‌هایی هستند که از طریق اونا، لنفوسیت‌ها می‌تونن یاخته‌های مختلف رو شناسایی کنند. پس از همین‌جا یادتون باشه که تفاوت اصلی دفاع اختصاصی و غیراختصاصی، در شناسایی آنتی‌ژن‌هاست.*

نکته لنفوسیت‌ها، ماکروفاژها و یاخته‌های دندریتی، در گره‌های لنفی قابل مشاهده هستند.



شکل «نحوهٔ عملکرد یاخته‌های دندریتی»

- ✓ یاختهٔ دندریتی، در لایهٔ بیرونی پوست عامل بیگانه را شناسایی می‌کند.
- ✓ یاختهٔ دندریتی از طریق رگ لنفی (نه خونی) به گرهٔ لنفی انتقال می‌یابد.
- ✓ در گرهٔ لنفی، هم لنفوسیت فعال مشاهده می‌شود و هم لنفوسیت غیرفعال.
- ✓ لنفوسیت فعال از طریق یک رگ (لنفی) از گرهٔ لنفی خارج می‌شود.

☐ ماستوسیت

منشأ: ماستوسیت‌ها، مانند گویچه‌های سفید[1] خون، **در مغز استخوان** تولید می‌شوند.

محل حضور: مانند یاخته‌های دندریتی، در **بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط هستند،** به فراوانی یافت می‌شوند؛ مثل پوست و لولهٔ گوارش.

وظایف ماستوسیت‌ها

۱- فاگوسیتوز: ماستوسیت‌ها، با میکروب‌ها مبارزه می‌کنند و با فاگوسیتوز، آن‌ها را از بین می‌برند.

۲- ترشح هیستامین: ماستوسیت‌ها، نوعی مادهٔ شیمیایی به نام **هیستامین** را ترشح می‌کنند. هیستامین، **رگ‌ها را گشاد و نفوذپذیری آن‌ها را زیاد می‌کند.** گشاد شدن رگ‌ها، باعث **افزایش جریان خون و حضور بیشتر گویچه‌های سفید** می‌شود. *طبیعی هست دیگه؛ هر بفشی از فون، یه مقداری گویچهٔ سفید داره. حالا وقتی حجم فون زیاد بشه، تعداد گویچه‌های سفید هم زیاد می‌شه.* علاوه‌بر این، افزایش نفوذپذیری رگ‌ها موجب می‌شود تا **پلاسما (خوناب) بیشتری به خارج از رگ نشت کند؛** از آن‌جایی که پلاسما دارای پروتئین‌های دفاعی است، ورود مقدار بیشتر پلاسما به فضای بین‌یاخته‌ای، در مبارزه با میکروب‌ها تأثیر مثبت دارد.

↑ **گویچه‌های سفید:** ترشح هیستامین ← گشادشدن رگ‌ها ← ↑ نفوذپذیری رگ‌ها ← ↑ جریان خون ← حضور بیشتر گویچه‌های سفید

↑ **پروتئین‌های دفاعی:** ترشح هیستامین ← گشادشدن رگ‌ها ← ↑ نفوذپذیری رگ‌ها ← نشت پلاسمای بیشتر به خارج از رگ ← ↑ میزان پروتئین‌های دفاعی در مایع میان‌بافتی ← مبارزهٔ بهتر با میکروب

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] در مویرگ‌های خونی، اختلاف فشار بین درون و بیرون رگ، باعث جریان توده‌ای مواد می‌شود. بیشتر بودن فشار تراوشی در سمت سرخرگی، باعث خروج توده‌ای مواد از مویرگ می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] گلوبولین‌ها، نوعی از پروتئین‌های پلاسمای خون هستند که در ایمنی و مبارزه با عوامل بیماری‌زا اهمیت دارند. آلبومین نیز در انتقال بعضی از داروها، مثل پنی‌سیلین، نقش دارد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] کربن دی‌اکسید، یون هیدروژن و یون پتاسیم، از جمله مواد گشادکنندهٔ رگی هستند که با تأثیر بر ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ رگ‌ها، سرخرگ‌های کوچک را گشاد و بنداره‌های مویرگی را باز می‌کنند تا میزان جریان خون در آن‌ها افزایش یابد. ورود بعضی از مواد مانند یون کلسیم به درون مایعات بدن نیز باعث تنگی رگ‌ها می‌شود.

---

[1] ماستوسیت‌ها گویچهٔ سفید محسوب نمی‌شن. اما خب اشتباه می‌کنن. کل فاگوسیت‌ها، نوعی گویچهٔ سفید محسوب می‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ نوتروفیل

منشأ: یاختهٔ بنیادی **میلوئیدی** در مغز استخوان

محل حضور: خون و بافت

وظیفهٔ نوتروفیل‌ها: مبارزه با میکروب‌ها و نابودی آن‌ها از طریق فاگوسیتوز

نوتروفیل‌ها، جزء مهم‌ترین گلبول‌های سفید هستن. در درسنامهٔ بعدی، بیشتر راجع به نوتروفیل‌ها صحبت می‌کنیم.

درسنامهٔ ۴ گویچه‌های سفید

شاید دیگه الان برای همهٔ ما کاملاً بدیهی باشه که گویچه‌های سفید در مبارزه با میکروب‌ها و ایجاد ایمنی نقش‌دارن. اما حتماً شنیدین که میکن معما چو حل گشت آسان شود! کارهای زیادی انجام‌شده تا دانشمندان بفهمن گویچه‌های سفید در دفاع در برابر میکروب‌ها نقش‌دارن. بریم از اول ببینیم چی شد.

یافته‌های اولیهٔ دانشمندان نشان داد که **در جریان بیماری‌های میکروبی، تعداد گویچه‌های سفید افزایش می‌یابد** و بدین ترتیب، مشخص شد که ارتباطی بین گویچه‌های سفید و میکروب‌ها وجود دارد. *یعنی دانشمندا دیدن که هر وقت فرد بیمار می‌شه، تعداد گویچه‌های سفیدش هم زیاد می‌شه. بعدش که خوب می‌شه، تعداد گویچه‌های سفید کم می‌شن. پس اومدن گفتن که اینا یه ارتباطی با هم دارن و خُب طبیعتاً این ارتباط احتمالاً به‌معنای نقش گویچه‌های سفید در ایمنی هست. اما یه مشکلی این وسط وجود داشت: میکروب‌ها همه جای بدن حضور داشتن ولی گویچه‌های سفید در خون بودن. بنابراین، این سؤال پیش اومد که گویچه‌های سفید چه‌جوری با میکروب‌های خارج از خون مبارزه می‌کنند و آیا می‌تونن از خون خارج شن؟ این سؤالا بی‌جواب باقی‌موندن تا زمانی که روش‌های رنگ‌آمیزی و میکروسکوپ‌ها پیشرفت کردن.*

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۱ دهم] تا چندی پیش برای مشاهدهٔ یاخته لازم بود نخست آن را بکشند و سپس رنگ‌آمیزی کنند تا بتوانند اجزای درون آن را ببینند؛ درحالی‌که امروزه روش‌های مختلف و کارآمدی برای مشاهدهٔ یاخته‌های زنده وجود دارد، مثل میکروسکوپ الکترونی.

دیاپدز

با **پیشرفت روش‌های رنگ‌آمیزی و کار میکروسکوپ**، دانشمندان مشاهده کردند که گویچه‌های سفید نه تنها در خون، بلکه در بافت‌های دیگر هم یافت می‌شوند. *خُب گویچه‌های سفید که در مغز استخوان تولید می‌شن و بعدش میرن داخل خون. پس چه نتیجه‌ای می‌گیریم؟* **گویچه‌های سفید، توانایی خروج از خون را دارند.**

شکل «تراگذری گویچهٔ سفید»

- ✓ هنگام تراگذری گویچه‌های سفید، شکل ظاهری گویچهٔ سفید تغییر می‌کند.
- ✓ گویچه‌های سفید با عبور از منافذ مویرگ‌های خونی، وارد بافت می‌شوند.
- ✓ گویچه‌های سفید پس از خروج از رگ، وارد بافت پیوندی می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] یاخته‌های خونی سفید، ضمن گردش در خون، در بافت‌های مختلف بدن نیز پراکنده می‌شوند.

فرایند عبور گویچه‌های سفید از دیوارهٔ مویرگ‌ها، **دیاپدز (تراگذری)** نام دارد. دیاپدز، **از ویژگی‌های همهٔ گویچه‌های سفید خون است.**

همون‌طوری که گفتیم، همهٔ گویچه‌های سفید دیاپدز ندارن و این جزء اشتباهات فیلی بد کتاب درسی هست. درستش این هست که بگیم «دیاپدز از ویژگی‌های همهٔ گویچه‌های سفید فون است.» البته باز هم برای کنکور هواستون باشه که به جملات کتاب درسی توجه داشته باشین. به هر حال طراح هم ممکنه اشتباه کنه.

نکته در فرایند دیاپدز، گویچه‌های سفید از منافذ دیوارهٔ مویرگ‌ها (نه سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها) عبور می‌کنند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] مویرگ‌ها فقط یک لایهٔ بافت پوششی همراه با غشای پایه دارند. این ساختار، با وظیفهٔ آن‌ها که تبادل مواد بین خون و آب میان‌بافتی است، هماهنگی دارد.

نکته بعضی از یاخته‌های ایمنی، مثل ماکروفاژها، ماستوسیت‌ها و یاخته‌های دندریتی، فقط در بافت‌ها حضور دارند و توانایی دیاپدز ندارند.

در ادامه، می‌خوایم انواع گویچه‌های سفید رو بررسی کنیم. البته، فقط اونایی رو بررسی می‌کنیم که در دومین خط دفاعی بدن حضور دارند و سایر گویچه‌های سفید، یعنی لنفوسیت‌ها، می‌مونن برای گفتار (۳). قبل از هر چیزی، فعالیت کتاب درسی رو بررسی کنیم که مروری بر مباحث سال گذشته است.

فعالیت کتاب درسی

انواع گویچه‌های سفید خون

در شکل مقابل، انواع گویچه‌های سفید خون نشان داده شده است (مقیاس گویچه‌ها نسبت به هم رعایت نشده است).

۱- نام هر یک را بیان کنید.

گویچه‌های سفید مشخص‌شده در شکل، به ترتیب عبارت‌اند از: ۱- نوتروفیل، ۲- مونوسیت، ۳- بازوفیل، ۴- لنفوسیت و ۵- ائوزینوفیل

۲- میان‌یاخته در کدام گویچه‌ها دانه‌دار و در کدام‌یک، بدون دانه است؟

نوتروفیل، بازوفیل و ائوزینوفیل، گویچه‌های سفید دانه‌دار و لنفوسیت و مونوسیت، گویچه‌های سفید بدون دانه هستند. *«فیل»ها دانه‌دار هستن و «سیت»ها، بدون دانه.*

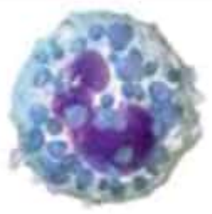
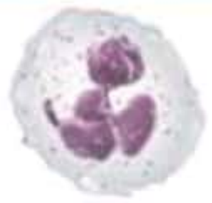
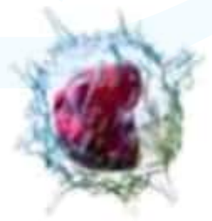
۳- دانه‌ها از چه چیزی ساخته شده‌اند؟

دانه‌ها، در واقع ریزکیسه‌های غشاداری در سیتوپلاسم گویچهٔ سفید هستند و درون آن‌ها، مواد دفاعی وجود دارد.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

بررسی ظاهری یاخته‌های دستگاه ایمنی

دانه	یاخته	شکل ظاهری	هسته			دانه‌های سیتوپلاسم			محل تولید		محل گردش	
			تعداد	قسمت	شکل	اندازه	رنگ	مقدار	مغز استخوان	سایر	خون	خارج از خون
دانه‌دار	بازوفیل		یک	۲	روی هم افتاده	درشت	تیره	زیاد	یاختهٔ بنیادی میلوئیدی	ندارد	+	+
	ائوزینوفیل		یک	۲	دمبلی	درشت	روشن	زیاد	یاختهٔ بنیادی میلوئیدی	ندارد	+	+
	نوتروفیل		یک	چند	—	ریز	روشن	کم	یاختهٔ بنیادی میلوئیدی	ندارد	+	+
	ماستوسیت		یک	۱	—	—	—	—	یاختهٔ بنیادی میلوئیدی	ندارد	فقط در بافت‌ها	
	مونوسیت		یک	۱	خمیده یا لوبیایی	ندارد			یاختهٔ بنیادی میلوئیدی	ندارد	فقط در خون*؛ پس از دیاپدز، به ماکروفاژ یا یاختهٔ دندریتی تبدیل می‌شود.	
	ماکروفاژ		یک	۱	—	ندارد			منشأ مستقیم: حاصل تغییر مونوسیت پس از دیاپدز		فقط در بافت‌ها	
بدون دانه	یاخته دندریتی		یک	۱	—	ندارد			منشأ اولیه: یاختهٔ بنیادی میلوئیدی		فقط در بافت‌ها	
	لنفوسیت: یاختهٔ کشندهٔ طبیعی		یک	۱	—	ندارد			یاختهٔ بنیادی لنفوئیدی	اندام‌ها و گره‌های لنفی	+	+
	لنفوسیت B		یک	۱	گرد یا بیضی	ندارد			یاختهٔ بنیادی لنفوئیدی	اندام‌ها و گره‌های لنفی	+	+
	لنفوسیت T		یک	۱	گرد یا بیضی	ندارد			یاختهٔ بنیادی لنفوئیدی	اندام‌ها و گره‌های لنفی	+	+

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

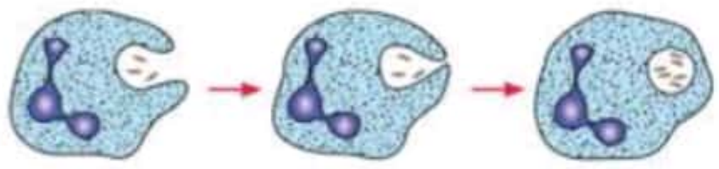
* شاید الان با خودتون بگین که پس مونوسیت‌ها چی می‌شن؟ اوتا که پس از خروج از خون تبدیل به ماکروفاژ یا یاختهٔ دندریتی می‌شن و عملاً، ما گردش مونوسیت در خارج از خون رو نداریم. همون‌طور که قبلاً هم توضیح دادیم، ماکروفاژ و یاختهٔ دندریتی، در واقع فرم بالغ مونوسیت هستن و بنابراین، کتاب درسی دهم درست گفته که گویچه‌های سفید خون، توانایی گردش در خارج از خون رو هم دارن.

نکته منشأ اولیه و اصلی همهٔ فاگوسیت‌ها و گویچه‌های سفید، یاخته‌های بنیادی مغز قرمز استخوان‌ها هستند.

نوتروفیل

نوتروفیل‌ها، **مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند**. *همانطور که در جدول قبلی هم گفتیم، این گویچه‌های سفید دانه‌های ریز دارن.* در نتیجه، **چابک** هستند و می‌توانند **به سرعت جابه‌جا شوند**. به همین دلیل، به نوتروفیل‌ها، «**نیروهای واکنش سریع**» هم گفته می‌شود. *چون این گویچه‌های سفید می‌تونن به سرعت خودشون رو برسونن به محل آسیب و پاسخ ایمنی ایجاد کنن.*

وقتی عامل بیماری‌زا به بافت وارد می‌شود، نوتروفیل‌های خون با دیاپدز از مویرگ خونی خارج می‌شوند و به بافت می‌روند. در بافت، نوتروفیل‌ها با فاگوسیتوز می‌توانند میکروب‌ها را از بین ببرند.



فاگوسیتوز توسط نوتروفیل‌ها

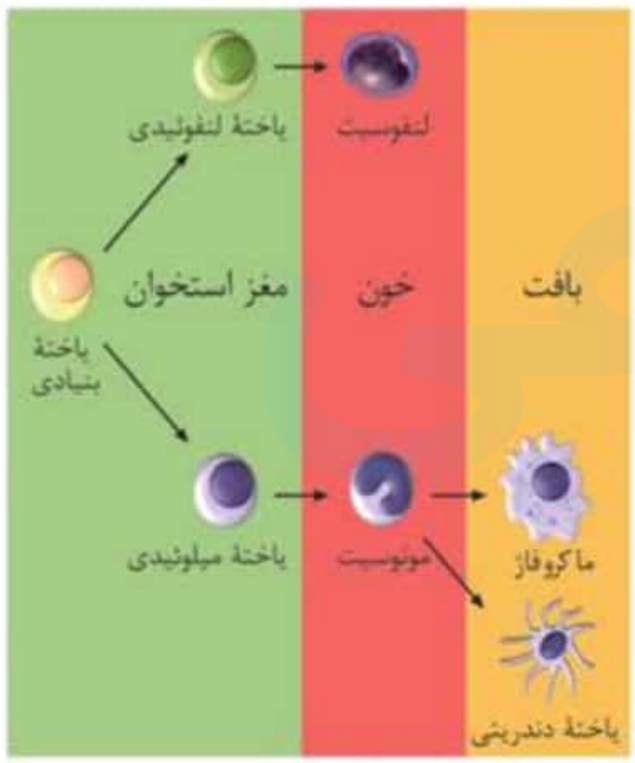
شکل «بیگانه‌خواری نوتروفیل‌ها»

✓ در فرایند بیگانه‌خواری، عامل بیگانه توسط غشای بیگانه‌خوار احاطه می‌شود.

✓ نوتروفیل‌ها، سیتوپلاسم دانه‌دار و هستهٔ سه‌قسمتی دارند.

مونوسیت

راجع به مونوسیت‌ها که قبلاً توضیح دادیم. مونوسیت‌ها، همانند لنفوسیت‌ها، جزء گویچه‌های سفید بدون دانه هستند، ولی **برخلاف لنفوسیت‌ها، از تقسیم یاختهٔ بنیادی میلوئیدی تولید می‌شوند**. مونوسیت‌ها، وقتی که با دیاپدز از رگ خونی خارج می‌شوند، تغییر می‌کنند و به **یاختهٔ دندریتی یا ماکروفاژ** تبدیل می‌شوند. یاخته‌های دندریتی و ماکروفاژها هم با فاگوسیتوز می‌توانند میکروب‌ها را از بین ببرند.



ائوزینوفیل

اما آیا همهٔ میکروب‌ها رو می‌شه با فاگوسیتوز از بین برد؟ طبیعتاً جواب منفی هست. اگه فاگوسیتوز برای مبارزه با عوامل بیماری‌زا کافی بود، نیازی به این همه گویچه‌های سفید نبود. این‌جاست که می‌رسیم به ائوزینوفیل‌ها.

ائوزینوفیل‌ها گروهی از گویچه‌های سفید هستند که در **ایجاد پاسخ ایمنی در بیماری‌های انگلی** نقش دارند. عوامل بیماری‌زای انگلی، مثل **کرم کدو که نوعی کرم انگل است**، قابل فاگوسیتوز نیستند. ائوزینوفیل‌ها، به‌جای فاگوسیتوز، انگل را احاطه می‌کنند و **محتویات دانه‌های خود را به روی انگل می‌ریزند**. این دانه‌ها، دارای **مواد ضدانگلی** هستند و ترشح این مواد توسط ائوزینوفیل، در مبارزه با انگل نقش دارد.

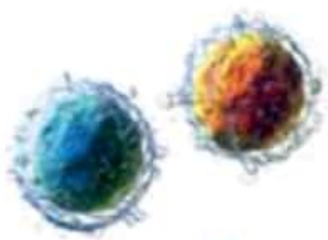
احاطهٔ انگل توسط ائوزینوفیل‌ها ← ترشح مواد ضدانگلی بر روی انگل ← مبارزه با انگل و نابودی آن

آن‌چه گذشت [گفتار ۴- فصل ۲ دهم] کرم کدو، نوعی کرم پهن انگل است که حفرهٔ گوارشی ندارد و گوارش غذا را انجام نمی‌دهد.

لنفوسیت

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] لنفوسیت‌ها، یاخته‌های اصلی دستگاه ایمنی هستند.

لنفوسیت‌ها، **کوچک‌ترین** و در عین حال، **اصلی‌ترین یاخته‌های دستگاه ایمنی** هستند. همان‌طور که گفتیم، لنفوسیت‌ها جزء گویچه‌های سفید **بدون دانه** هستند و برخلاف سایر یاخته‌های خونی، توسط **یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی** تولید می‌شوند. لنفوسیت‌ها، انواع مختلفی دارند که بعضی از آن‌ها در دفاع اختصاصی و بعضی در دفاع غیراختصاصی نقش دارند. لنفوسیت‌های B و T، لنفوسیت‌هایی هستند که در دفاع اختصاصی نقش دارند. اما **یاخته‌های کشندهٔ طبیعی**[1]، **لنفوسیت‌های دفاع غیراختصاصی** هستند.



لنفوسیت

نکته یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، عوامل بیگانه را از روی ویژگی‌های عمومی آن‌ها شناسایی می‌کند. اما سایر لنفوسیت‌ها، عوامل بیگانه را با کمک ویژگی‌های خاص (آنتی‌ژن) شناسایی می‌کنند.

۱- Natural Killer Cell

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

بریم قبل از این‌که چیز بیشتری راجع به لنفوسیت‌ها بگیم، یه جمع‌بندی! روی کل لنفوسیت‌ها داشته باشیم.

جمع‌بندی

انواع لنفوسیت‌ها

خط اصلی*	روش‌های دفاعی	نوع لنفوسیت	شناسایی عامل بیگانه	غیراختصاصی	اختصاصی	نقش
خط دفاعی دوم	غیراختصاصی	یاختهٔ کشندهٔ طبیعی	بر اساس ویژگی‌های عمومی	ترشح پرفورین و آنزیم** / اینترفرون II	—	مبارزه با یاخته‌های آلوده به ویروس و سرطانی
خط دفاعی سوم	غیراختصاصی و اختصاصی	لنفوسیت T	بر اساس ویژگی‌های اختصاصی و با کمک گیرندهٔ آنتی‌ژنی	ترشح اینترفرون II	ترشح پرفورین و آنزیم**	مبارزه با یاخته‌های آلوده به ویروس و سرطانی و عضو پیوندی
	اختصاصی	لنفوسیت B		—	ترشح پادتن	مبارزه با انواع عوامل بیگانه

* لنفوسیت T، هم در دفاع غیراختصاصی و هم در دفاع اختصاصی فعالیت می‌کند ولی نقش اصلی آن، مربوط به دفاع اختصاصی است. البته، لنفوسیت B (و هم‌چنین یاختهٔ کشندهٔ طبیعی) نیز در صورتی که آلوده به ویروس شود، می‌تواند اینترفرون نوع I ترشح کند و در دفاع غیراختصاصی نیز مؤثر باشد. ولی چون ترشح اینترفرون نوع I مربوط به همهٔ یاخته‌های آلوده به ویروس است و مختص لنفوسیت‌ها نمی‌باشد، در این قسمت بیان‌نشده است.

** منظور از آنزیم، آنزیم القاکنندهٔ مرگ برنامه‌ریزی‌شده در یاخته‌ای می‌باشد که هدف یاختهٔ کشندهٔ طبیعی یا لنفوسیت T کشنده است.

یاختهٔ کشنده طبیعی

یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، به **یاختهٔ سرطانی** و **یاختهٔ آلوده به ویروس** حمله می‌کند و آن‌ها را از بین می‌برد.

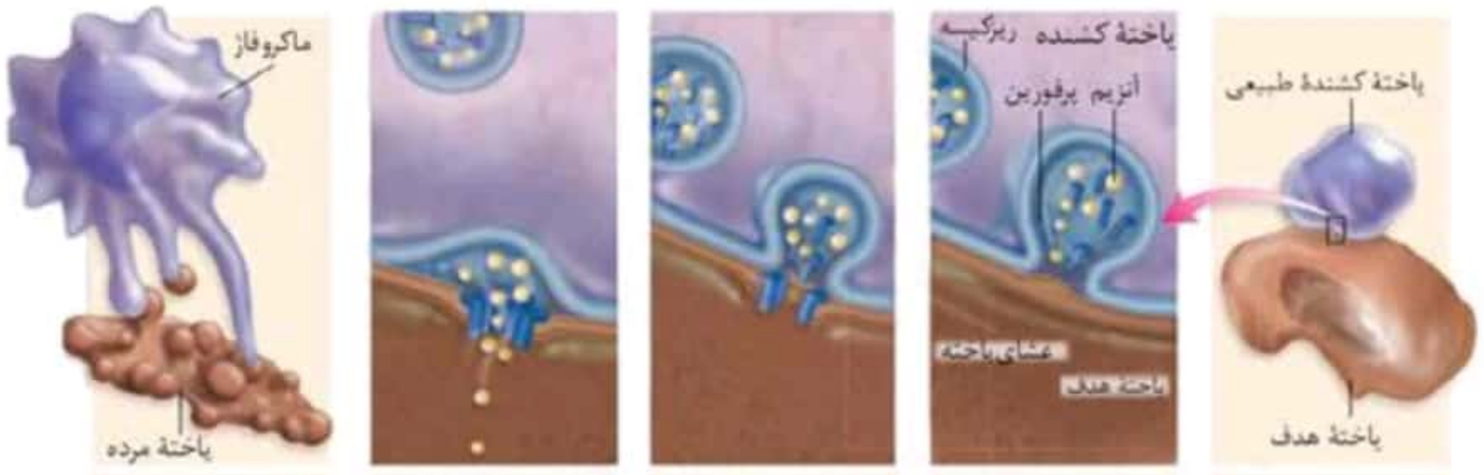
نکته یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، به یاخته‌های خودی بدن حمله می‌کند، ولی این حمله، خودایمنی محسوب نمی‌شود؛ زیرا، یاختهٔ کشندهٔ طبیعی به یاخته‌های ناسالم و غیرطبیعی حمله می‌کند.

درون یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، ریزکیسه‌هایی وجود دارند که حاوی **پروتئین پرفورین** و **آنزیم** هستند. وقتی که یاختهٔ کشندهٔ طبیعی به یاختهٔ هدف (سرطانی یا آلوده به ویروس) متصل می‌شود، **محتویات ریزکیسه‌ها با برون‌رانی آزاد می‌شوند**. پرفورین‌ها، در غشای یاختهٔ هدف، **منفذی** ایجاد می‌کنند و سپس، آنزیم از یاختهٔ کشنده به یاختهٔ هدف می‌رود. این آنزیم، باعث بروز **مرگ برنامه‌ریزی‌شدهٔ**[1] یاختهٔ هدف می‌شود. سپس، **یاختهٔ مرده توسط ماکروفاژها پاکسازی می‌شود**.

شناسایی یاختهٔ خودی تغییرکرده (سرطانی یا آلوده به ویروس) بر اساس ویژگی‌های عمومی توسط یاختهٔ کشندهٔ طبیعی (نوعی لنفوسیت) ← اتصال به یاختهٔ هدف ← ترشح پرفورین ← ایجاد منفذ در غشای یاختهٔ هدف توسط پرفورین ← ورود آنزیم‌های ویژهٔ یاختهٔ کشندهٔ طبیعی از طریق منفذ به یاختهٔ هدف ← القای مرگ برنامه‌ریزی‌شده در یاختهٔ هدف ← مرگ یاختهٔ هدف ← پاکسازی یاختهٔ مرده توسط ماکروفاژ با فاگوسیتوز

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ - فصل ۶ یازدهم] در یاخته‌ها، برنامه‌ای وجود دارد که در صورت اجرای آن، یاخته می‌میرد. این نوع مرگ را مرگ برنامه‌ریزی‌شده می‌نامند و شامل یک سری فرایندهای دقیق برنامه‌ریزی‌شده است که در بعضی یاخته‌ها و در شرایط خاص ایجاد می‌شود. این فرایند، با رسیدن علائمی به یاخته شروع می‌شود. به دنبال این رخداد، در چند ثانیه پروتئین‌های تخریب‌کننده در یاخته شروع به تجزیهٔ اجزای یاخته و مرگ آن می‌کنند.

نکته یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، توانایی فاگوسیتوز را ندارد. نابودی یاختهٔ هدف توسط یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، با کمک آنزیم صورت می‌گیرد. دقت داشته باشید که پرفورین، فقط منفذی برای ورود آنزیم به یاختهٔ هدف ایجاد می‌کند و مستقیماً باعث مرگ یاختهٔ هدف نمی‌شود.



۱. یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، به یاختهٔ هدف متصل می‌شود.

۲. ریزکیسه‌های حاوی پرفورین و مولکول‌های آنزیم، محتویات خود را با برون‌رانی آزاد می‌کنند.

۳. پرفورین‌ها، منافذی را در غشای یاختهٔ هدف ایجاد می‌کنند.

۴. آنزیم‌ها از منافذ عبور کرده و به یاختهٔ هدف وارد می‌شوند و در یاختهٔ هدف، باعث مرگ برنامه‌ریزی‌شدهٔ یاخته می‌شوند.

۵. ماکروفاژها، یاختهٔ مرده را با بیگانه‌خواری از بین می‌برند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «نحوهٔ عملکرد یاختهٔ کشندهٔ طبیعی»

- ✓ در هر ریزکیسهٔ یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، هم پرفورین وجود دارد و هم آنزیم.
- ✓ مولکول‌های پرفورین، با همکاری یکدیگر، در غشای یاختهٔ هدف منفذ ایجاد می‌کنند.
- ✓ پس از این‌که یاختهٔ هدف در اثر مرگ برنامه‌ریزی‌شده از بین رفت، شکل ظاهری آن تغییر می‌کند.

نکته یاخته‌های کشندهٔ طبیعی، با ترشح اینترفرون نوع II نیز در مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی نقش دارند.

حالا یه سؤال! چرا یاختهٔ کشندهٔ طبیعی به فور ویروس حمله نمی‌کنه و میره سراغ یاختهٔ آلوده به ویروس؟ زیاد سفت نیست؛ چون ویروس غیرزنده هست و چیزی هم که اصلاً زنده نباشه، طبیعتاً نمی‌میره. پس وقتی یاختهٔ آلوده به ویروس از بین بره، فور ویروس هم دیگه کاری نمی‌تونه بکنه. در واقع، ویروس‌ها برای تکثیر به یاختهٔ میزبان فورشون وابسته هستن. اگه یاختهٔ میزبان از بین بره، ویروس هم دیگه نمی‌تونه تکثیر بشه و در واقع، دیگه بیماری‌زایی نمی‌کنه. پس در بیماری‌های ویروسی، یا ویروس به عنوان یک ذرهٔ خارجی با فاگوسیتوز از بین می‌ره یا ما جلوی تکثیرش در یاختهٔ آلوده به ویروس رو می‌گیریم. حتی اگه به قیمت نابودی فور یاختهٔ آلوده باشه. به هر حال در جنگ، لازمه که یه سری افراد فدا شن تا بقیه زنده بمونن.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] یاختهٔ کشندهٔ طبیعی نوعی لنفوسیت است و همانند سایر لنفوسیت‌ها، منشأ آن یاختهٔ بنیادی میلوئیدی در مغز قرمز استخوان است.

نکته همهٔ لنفوسیت‌ها در دفاع اختصاصی فعالیت نمی‌کنند؛ یاختهٔ کشندهٔ طبیعی نوعی لنفوسیت است که در دفاع غیراختصاصی فعالیت دارد. علاوه‌بر این، لنفوسیت B و T نیز با ترشح اینترفرون، در دفاع غیراختصاصی هم می‌توانند نقش داشته باشند.

نکته همهٔ سلول‌های مؤثر در دفاع اختصاصی، لنفوسیت هستند. دقت داشته باشید که در دفاع اختصاصی، فقط لنفوسیت‌های B و T حضور دارند و سایر یاخته‌های دستگاه ایمنی (مثل گویچه‌های سفید)، مربوط به دفاع غیراختصاصی می‌باشند.

می‌رسیم به یه جمع‌بندی دیگه.

جمع‌بندی

فاگوسیت‌ها و گویچه‌های سفید

سلول	فاگوسیتوز	خط دفاعی	نوع دفاع	وظیفه در دستگاه ایمنی	دیاپدز
بازوفیل	ندارد	دوم	غیراختصاصی	ترشح هیستامین در واکنش به مواد حساسیت‌زا ← بروز حساسیت	+
ائوزینوفیل	ندارد	دوم		ترشح مواد ضدانگلی بر روی انگل ← مبارزه با انگل	+
نوتروفیل	+	دوم		نیروی واکنش سریع ← بیگانه‌خواری عوامل بیماری‌زا	+
ماستوسیت	+	دوم		ترشح هیستامین در التهاب و حساسیت، فراخوانی گویچه‌های سفید خون به محل آسیب در پاسخ التهابی، بیگانه‌خواری	ندارد
مونوسیت	+	دوم		بیگانه‌خواری؛ تبدیل شدن مونوسیت به ماکروفاژها و یاخته‌های دندریتی پس از دیاپدز	+
ماکروفاژ	+	دوم		بیگانه‌خواری، پاکسازی بافت‌ها از اجزای سلولی مرده مثل گویچه‌های قرمز مرده در کبد و طحال	ندارد
یاختهٔ دندریتی	+	دوم		بیگانه‌خواری، ارائهٔ آنتی‌ژن به لنفوسیت‌ها در گره‌های لنفی	ندارد
یاختهٔ کشندهٔ طبیعی	ندارد	دوم		مبارزه با یاخته‌های آلوده به ویروس و سرطانی از طریق ترشح آنزیم و پرفورین، ترشح اینترفرون نوع II و فعال‌سازی ماکروفاژها در سرطان	+
لنفوسیت B	ندارد	سوم	اختصاصی	ترشح پادتن و غیرفعال‌سازی آنتی‌ژن ← افزایش بیگانه‌خواری + نابودی یاخته توسط پروتئین‌های مکمل	+
لنفوسیت T *	ندارد	سوم		مبارزه با یاخته‌های آلوده به ویروس و سرطانی از طریق ترشح آنزیم و پرفورین، ترشح اینترفرون نوع II و فعال‌سازی ماکروفاژها در سرطان	+

* لنفوسیت T، هم در دفاع غیراختصاصی و هم در دفاع اختصاصی فعالیت می‌کند ولی نقش اصلی آن، مربوط به دفاع اختصاصی است.

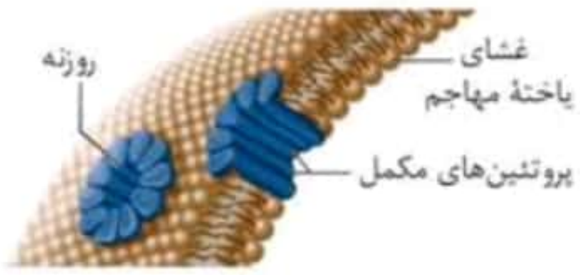
@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۵ پروتئین‌های دومین خط دفاعی

علاوه‌بر یاخته‌ها، پروتئین‌ها هم در ایمنی بدن نقش دارند. مثل **پروتئین‌های مکمل** و **اینترفرون**.

نکته لیزوزیم، آنزیم‌های لیزوزوم، پرفورین و آنزیم یاختهٔ کشندهٔ طبیعی نیز سایر پروتئین‌های مؤثر در دفاع غیراختصاصی هستند.

پروتئین‌های مکمل



پروتئین‌های مکمل، گروهی از پروتئین‌های خون (**محلول در پلاسمای خون**) هستند. این پروتئین‌ها، در فرد غیرآلوده به صورت **غیرفعال** هستند. *یعنی وقتی که از یافتهٔ سازندهٔ خود به خون ترشح می‌شن، اولش بیکار نشستن و هیچ کاری نمی‌کنن. البته، منتظر هستن. منتظر میکروب. اگر میکروبی به بدن نفوذ کند، پروتئین‌های مکمل فعال می‌شوند.* واکنش فعال‌شدن به این صورت است که وقتی یکی فعال می‌شود، دیگری را فعال می‌کند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. *وقتی یه پروتئین مکمل یه میکروب رو می‌بینه، کلی ذوق‌زده (فعال) می‌شه و از شدت ذوق‌زدگی، کلی داد و بیداد می‌کنه. بقیهٔ پروتئین‌های مکمل هم این سر و صدا رو می‌شنون و به خودشون میان. حالا خوبه فقط یه میکروب دیدن و این‌جوری می‌کنن!*

پروتئین‌های مکمل فعال، با کمک یکدیگر، **ساختارهای حلقه‌مانندی** را در **غشای میکروب**[1] ایجاد می‌کنند که مشابه یک روزنه عمل می‌کند. *شکل کاملاً گویا هست و نیازی به توضیح نداره.* با ایجاد این منافذ، غشای یاختهٔ میکروب توانایی کنترل ورود و خروج مواد را از دست می‌دهد. در نتیجه، یاخته سرانجام می‌میرد[2].

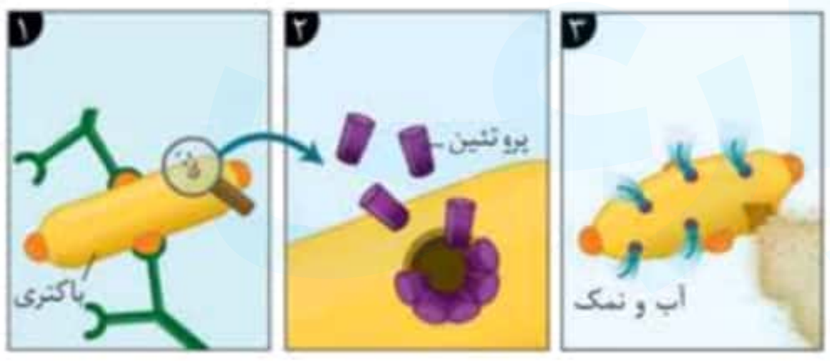
ترشح پروتئین مکمل غیرفعال به خون ← برخورد با میکروب ← فعال‌شدن پروتئین مکمل ← فعال کردن سایر پروتئین‌های مکمل ← همکاری پروتئین‌های مکمل برای تشکیل ساختارهای حلقه‌مانند ← ایجاد روزنه در غشای یاختهٔ میکروب ← از دست‌دادن توانایی کنترل عبور مواد از غشای یاخته ← برهم‌خوردن هم‌ایستایی یاخته ← مرگ یاخته ← ↑ فعالیت ماکروفاژ ← فاگوسیتوز یاختهٔ مرده

نکته پرفورین‌ها نیز با همکاری یکدیگر، منافذی در غشای یاخته ایجاد می‌کنند. **برای ایجاد هر منفذ، فعالیت چند پروتئین لازم است.**

نکته پرفورین، در غشای یاخته‌های خودی (اما غیرسالم) تأثیر می‌گذارد. اما پروتئین مکمل، بر غشای میکروب مؤثر است.

نکته پرفورین‌ها و پروتئین‌های مکمل، در سراسر عرض غشای یاختهٔ هدف قرار می‌گیرند.

شکل: «نحوهٔ عملکرد پروتئین‌های مکمل»



- ✓ پروتئین‌های مکمل، با همکاری یکدیگر، ساختارهای حلقه‌مانندی را در غشای میکروب ایجاد می‌کنند.
- ✓ در هر روزنهٔ ایجادشده توسط پروتئین‌های مکمل، چندین پروتئین مکمل مشاهده می‌شود.
- ✓ پروتئین‌های مکمل و پرفورین‌ها، در سراسر عرض غشای یاختهٔ میکروب قرار می‌گیرند.

اینترفرون

یکی دیگر از پروتئین‌های دفاع غیراختصاصی، اینترفرون است. اینترفرون‌ها، انواع مختلفی دارند[3].

□ اینترفرون نوع I

یاختهٔ ترشح‌کننده: یاخته‌های آلوده به ویروس

اثر: بر روی یاخته‌های آلوده به ویروس و یاخته‌های سالم مجاور

نقش: مقاوم‌سازی یاخته‌ها در برابر ویروس

□ اینترفرون نوع II

یاختهٔ ترشح‌کننده: یاخته‌های کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت‌های T

اثر: فعال‌سازی ماکروفاژهای بافتی

نقش: دارای نقش مهم در مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی

جمع‌بندی

انواع اینترفرون

نوع	یاختهٔ ترشح‌کننده	اثر	نقش
نوع I	یاخته‌های آلوده به ویروس	بر روی یاخته‌های آلوده به ویروس و یاخته‌های سالم مجاور	مقاوم‌سازی یاخته‌ها در برابر ویروس
نوع II	یاخته‌های کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت‌های T	فعال‌سازی ماکروفاژهای بافتی	دارای نقش مهم در مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی

۱- علاوه‌بر عوامل بیماری‌زای زنده، پروتئین‌های مکمل بر روی ویروس‌های پوشش‌دار نیز تأثیر دارند. پوشش، نوعی غشای لیپیدی در اطراف بعضی از ویروس‌هاست.

۲- در پی ایجاد منفذ در غشای میکروب، مایع خارج یاخته‌ای وارد میکروب می‌شود. در نتیجه، یاخته متورم می‌شود و سرانجام می‌ترکد.

۳- در بدن انسان، اینترفرون‌ها در سه گروه کلی دسته‌بندی می‌شوند که در کتاب درسی، فقط به دو گروه اول اشاره‌شده است. البته، در هر گروه نیز انواع مختلفی اینترفرون وجود دارد. مثلاً اینترفرون‌های [illegible] نوعی اینترفرون نوع I هستند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

gajmarket.com

جمع‌بندی

انواع پروتئین‌های دفاعی

خط	پروتئین	بخش سازنده	بخش هدف	نحوهٔ اثر	توضیحات
اول*	**لیزوزیم**	غدهٔ عرق، غدهٔ اشکی، یاخته سازندهٔ مادهٔ مخاطی، غدهٔ بزاقی	باکتری	نابودی باکتری	
دوم	**اینترفرون I**	یاخته‌های آلوده به ویروس	یاخته‌های آلوده به ویروس و سالم مجاور	مقاوم‌سازی یاختهٔ سالم	
	پروتئین مکمل	ـــــ	غشای میکروب	ایجاد منفذ در غشای میکروب	↑ فعالیت ماکروفاژ
	اینترفرون II	یاختهٔ کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت T	ماکروفاژ	فعال‌سازی ماکروفاژ	نقش مهم در مبارزه با سرطان
دوم و سوم	**پرفورین**	دوم: یاختهٔ کشندهٔ طبیعی / سوم: لنفوسیت T کشنده	یاخته آلوده به ویروس و سرطانی**	ایجاد منفذ در غشای یاختهٔ هدف	↑ فعالیت ماکروفاژ
	آنزیم ویژه	دوم: یاختهٔ کشندهٔ طبیعی / سوم: لنفوسیت T کشنده		القای مرگ برنامه‌ریزی‌شده	
سوم	**پادتن**	یاختهٔ پادتن‌ساز (نوعی لنفوسیت B)	آنتی‌ژن***	غیرفعال‌سازی آنتی‌ژن	↑ فاگوسیتوز و عمل پروتئین مکمل

* در خط دفاعی اول، پروتئین‌های دیگری مثل موسین (گلیکوپروتئین)، کلاژن و ... نیز وجود دارند ولی این پروتئین‌ها، در اصل دفاعی محسوب نمی‌شوند و وظیفهٔ اصلی آن‌ها، چیز دیگری است.

** لنفوسیت T کشنده، علیه عضو پیوندی نیز ایمنی ایجاد می‌کند.

*** لنفوسیت B در برابر انواع آنتی‌ژن‌ها می‌تواند ایمنی ایجاد کند. بدیهی است که نقش آن در مبارزه با هر بیماری یکسان نیست.

درسنامهٔ ۶

پاسخ التهابی و تب

رسیدیم به آخر دفاع غیراختصاصی. این‌که پاسخ التهابی و تب رو با هم آوردیم، بی‌دلیل نیست؛ بلکه می‌خوایم آخر درسنامه، یه مقایسهٔ ساده بین این دو مکانیسم داشته باشیم. اما اول از همه بریم سراغ التهاب.

پاسخ التهابی؛ نوعی پاسخ موضعی

التهاب؛ تعریف، نشانه‌ها و هدف

پوست زخم بشه، بریده بشه، ضربهٔ محکم وارد بشه، بسوزه یا هر چیز دیگه، فرقی نمی‌کنه. هر وقت که یک آسیب بافتی بروز پیدا کنه، پاسخ التهابی ایجاد می‌شه.

پس نکتهٔ اول: **التهاب، پاسخی است که به دنبال آسیب بافتی بروز می‌کند.** دقت داشته باشید که التهاب، فقط در پوست ایجاد نمی‌شود و **در هر قسمتی از بدن، به دنبال آسیب بافتی، التهاب رخ می‌دهد.**

بذارین بریم سراغ مثال سوختن پوست. وقتی که مثلاً نوک انگشتاتون می‌سوزه، یه سری تغییرات ظاهری در اون محل ایجاد می‌شه. این تغییرات ظاهری، نشانه‌های التهاب هستند: **قرمزی، تورم، گرما و درد که در موضع آسیب‌دیده مشاهده می‌شوند، نشانه‌های التهاب هستند.**

حالا وقتی که نوک انگشتاتون سوخته، آیا مثلاً در مچ دست هم این علامت‌ها رو می‌بینیم؟ مسلماً نه. پس هر جا سوخته، همونجا ملتهب می‌شه و تغییری در بقیهٔ قسمت‌های بدن ایجاد نمی‌شه: **التهاب، نوعی پاسخ موضعی است.**

حالا اصلاً چرا التهاب ایجاد می‌شه؟ هدفش چی هست؟ مثلاً وقتی که پوست می‌سوزه، اون روش‌های دفاعی پوست از بین می‌رن. نتیجش چیه؟ میکروب‌ها فرصتی برای نفوذ به درون بدن پیدا می‌کنند. پس بدن باید یه فکری به حال این میکروب‌ها و همین‌طور آسیب بافتی بکنه: **پاسخ التهابی، به از بین‌بردن میکروب‌ها، جلوگیری از انتشار میکروب‌ها و تسریع بهبودی می‌انجامد.**

نکته التهاب، ممکن است بدون ورود میکروب‌ها هم رخ دهد و الزاماً همراه با ورود میکروب نیست. اما در التهاب، حتماً آسیب بافتی داریم. مثلاً، زمانی که به صورتم مشت می‌خورد، محل آسیب متورم و قرمزتر می‌شود که نشانهٔ التهاب است اما در این حالت، میکروبی وارد بدن نشده است.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

□ التهاب؛ وقایع و مراحل

در شکل بعدی، کل وقایع و مراحل التهاب توضیح داده شده. ما فقط این‌جا یه خلاصه‌ای از کل فرایند می‌گیم و کاملش رو در شکل بخونین.

الف) تأثیر هیستامین: در پی آسیب بافتی، **ماستوسیت‌های آسیب‌دیده** (= سلول‌های آسیب‌دیدهٔ بافتی) هیستامین آزاد می‌کنند. *اما هیستامین چه تأثیرهایی داره؟*

۱- گشادشدن رگ‌ها: هیستامین با تأثیر بر **ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ رگ‌ها**، باعث گشادشدن آن‌ها می‌شود.

۲- حضور بیشتر گویچه‌های سفید: قبلاً توضیح دادیم که با افزایش جریان خون، تعداد گویچه‌های سفید هم بیشتر می‌شود.

۳- نشت بیشتر پلاسمای خون: هیستامین، باعث **افزایش نفوذپذیری رگ‌ها** می‌شود. در نتیجه، **پلاسمای بیشتری به خارج از رگ نشت می‌کند**. پلاسما، حاوی پروتئین‌های دفاعی است که به مبارزه با میکروب‌ها کمک می‌کنند.

نکته علاوه‌بر ماستوسیت‌ها، بازوفیل‌ها هم هیستامین ترشح می‌کنند. ترشح غیرعادی هیستامین از این یاخته‌ها، باعث بروز حساسیت می‌شود.

ب) فراخوانی گویچه‌های سفید: *گویچه‌های سفید از کجا می‌فهمن که کجا آسیب دیده و به کجا باید برن؟* **یاخته‌های دیوارهٔ مویرگ‌ها و فاگوسیت‌های بافتی** (مثل ماستوسیت‌ها و ماکروفاژها)، با تولید **پیک‌های شیمیایی**، گویچه‌های سفید خون را به موضع آسیب فرا می‌خوانند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۴ یازدهم] پیک شیمیایی، مولکولی است که پیامی را منتقل می‌کند. یاخته‌ای که پیام را دریافت می‌کند، یاختهٔ هدف نام دارد. در التهاب، **پیک‌های شیمیایی دوربرد** ترشح می‌شوند. پیک‌های دوربرد، پیک‌هایی هستند که به **جریان خون** وارد می‌شوند و پیام را به فاصله‌ای دور منتقل می‌کنند.

ج) خروج از رگ خونی: نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌های موجود در گردش خون، با دیاپدز از خون خارج می‌شوند.

د) فاگوسیتوز: در بافت، نوتروفیل‌ها با فاگوسیتوز، میکروب‌ها و ذرات خارجی را از بین می‌برند. مونوسیت‌ها نیز ابتدا تغییر می‌کنند و به ماکروفاژ تبدیل می‌شوند. ماکروفاژها نیز با فاگوسیتوز میکروب‌ها و ذرات خارجی را از بین می‌برند.

چرا کتاب اسمی از تبدیل مونوسیت به یاختهٔ دندریتی نمیاره؟ گفتیم که یاخته‌های دندریتی بیشتر در محل‌هایی حضور دارند که با محیط بیرون در ارتباط هستند؛ مثل پوست و لولهٔ گوارش. اما التهاب در هر قسمتی از بدن می‌تونه رخ بده، حتی در محل‌هایی که ارتباطی با محیط بیرون ندارند. پس هر بار که مونوسیت دیاپدز کنه، الزاماً یاختهٔ دندریتی تولید نمی‌شه.

مراحل التهاب: نمونه‌ای از پاسخ التهابی هنگام ورود باکتری به بدن

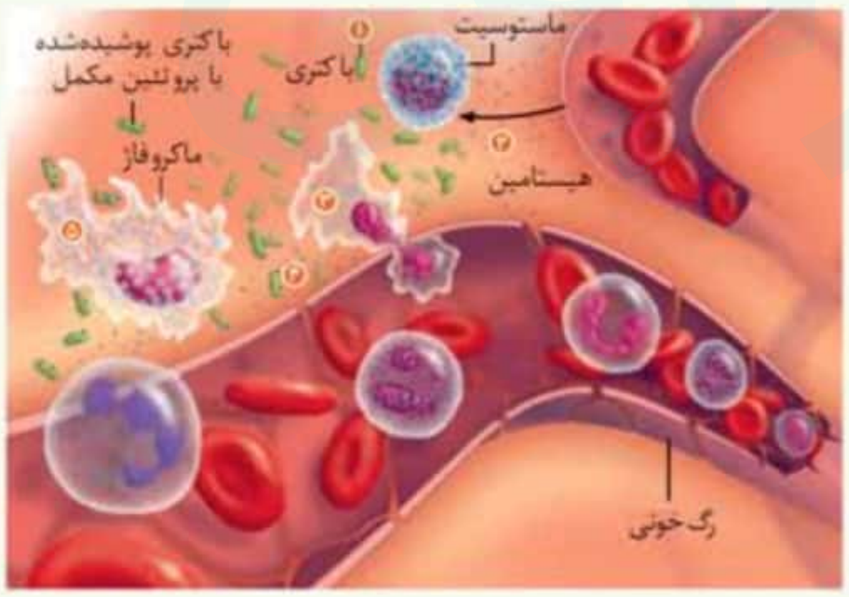
۱- باکتری به بدن وارد می‌شود.

۲- محتویات ریزکیسه‌های درون ماستوسیت‌ها، با برون‌زایی آزاد می‌شوند. هیستامین (نقاط آبی) آزادشده، باعث گشادی رگ‌ها و افزایش جریان خون و در نتیجه، قرمزی و گرمی می‌شود.

۳- پیک‌های شیمیایی ترشح‌شده توسط دیوارهٔ مویرگ‌ها و فاگوسیت‌ها (مثل ماستوسیت‌ها)، گویچه‌های سفید خون را به موضع آسیب فرا می‌خواند. در پی گشادتر شدن رگ‌ها، منافذ آن‌ها بزرگ‌تر شده است و نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها، با دیاپدز از خون خارج می‌شوند.

۴- در پی نفوذ باکتری‌ها به بدن، پروتئین‌های مکمل (نقاط بنفش)، فعال می‌شوند. پروتئین‌های مکمل فعال، به باکتری‌ها متصل می‌شوند.

۵- فاگوسیت‌هایی که در بافت حضور دارند، علاوه بر تولید پیک‌های شیمیایی، باکتری‌ها را با فاگوسیتوز از بین می‌برند.



فعالیت کتاب درسی

التهاب

۱- علت قرمزی، تورم و گرم‌شدگی موضع التهاب چیست؟

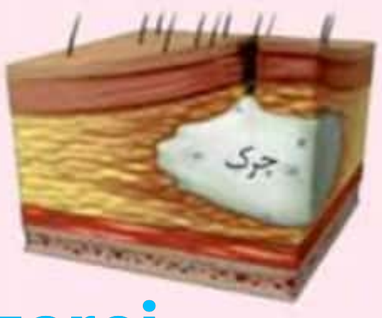
تحت تأثیر هیستامین، جریان خون در محل آسیب زیاد می‌شود. در نتیجهٔ حضور خون بیشتر در محل آسیب، موضع آسیب قرمزتر، گرم‌تر و متورم است.

نکته نشانه‌های التهاب به دلیل ترشح هیستامین ایجاد می‌شوند.

۲- خروج خوناب بیشتر در محل التهاب از رگ، چه اهمیتی دارد؟

در خوناب، پروتئین‌های دفاعی وجود دارند. با نشت مقدار بیشتر خوناب، پروتئین‌های دفاعی بیشتری به محل آسیب وارد می‌شوند.

۳- چرک چیست و چه موادی در آن وجود دارند؟



چرک مایعی سفید یا زردرنگ است که در اثر عفونت‌های باکتریایی ظاهر می‌شود. چرک شامل یاخته‌های مرده و اجزای یاخته‌ای، میکروب‌های کشته‌شده و نوتروفیل‌ها و هم‌چنین، مواد ترشح‌شده توسط یاخته است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] رسوب بلورهای اوریک اسید در مفاصل، باعث بیماری نقرس می‌شود. نقرس یکی از بیماری‌های مفصلی است که با دردناک‌شدن مفاصل و التهاب آن‌ها همراه است.

تب؛ نوعی پاسخ سراسری

یکی از **نشانه‌های بیماری‌های میکروبی**، تب است. **فعالیت میکروب‌ها در دماهای بالا کاهش می‌یابد.** *چرا؟ چون در دمای بالا، فعالیت پروتئین‌ها و آنزیم‌های میکروب مختل می‌شه و در نتیجه، فعالیت کلی میکروب کم میشه. اما تب چه‌جوری ایجاد می‌شه؟*

وقتی که میکروب وارد بدن می‌شود، **بعضی از ترشحات میکروب** از طریق خون به **بخشی از هیپوتالاموس** می‌رسد و **دمای بدن را بالا می‌برد.**

فعالیت کتاب درسی

تب

۱- تب چگونه بر فعالیت میکروب‌ها اثر می‌گذارد؟

افزایش دما، مانع کار آنزیم‌های میکروب می‌شود: بر اثر افزایش دما، ساختار سه‌بعدی پروتئین‌های میکروب (مثل آنزیم‌ها) تغییر می‌کند. این اتفاق باعث می‌شود که پروتئین‌ها نتوانند به درستی کار کنند و در نتیجه، فعالیت میکروب کاهش می‌یابد.

۲- چرا تب شدید خطرناک است؟

اختلال در عملکرد آنزیم‌های بدن + افزایش سیالیت غشا: در صورت افزایش شدید دمای بدن، ممکن است آنزیم‌های خود بدن (از جمله آنزیم‌های تنفسی) نیز نتوانند به درستی کار کنند؛ در نتیجه، در کار یاخته‌ها اختلال ایجاد می‌شود و یاخته می‌میرد. علاوه‌بر این، در دمای بالا سیالیت غشا بیشتر می‌شود[1] و نفوذپذیری غشا افزایش می‌یابد. این امر نیز با اختلال در هم‌ایستایی یاخته، می‌تواند منجر به مرگ یاخته شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] هیپوتالاموس، مرکز تنظیم دمای بدن است.

ورود بعضی از ترشحات میکروب‌ها به خون ← انتقال به هیپوتالاموس ← افزایش دمای بدن ← کاهش فعالیت میکروب‌ها

مقایسهٔ التهاب و تب

در هر دو حالت، تغییر دما مشاهده می‌شود. در تب، دمای کل بدن افزایش می‌یابد و تغییر دما توسط هیپوتالاموس تنظیم می‌شود. اما در التهاب، دما فقط در محل آسیب افزایش می‌یابد و علت آن، افزایش جریان خون به دلیل ترشح هیستامین است.

نکته افزایش دما در التهاب، به دلیل ترشحات ماستوسیت‌ها (هیستامین) و در تب، به دلیل ترشحات میکروب‌ها است.

نکته جریان خون، هم در افزایش دما در التهاب مؤثر است، هم در تب.

جمع‌بندی

مقایسه تب و التهاب

نام پاسخ دفاعی	تب	التهاب
نوع پاسخ	سراسری	موضعی
عامل افزایش دما	انتقال بعضی از ترشحات میکروب‌ها از طریق خون به هیپوتالاموس	هیستامین ترشح‌شده توسط ماستوسیت‌های آسیب‌دیده
مکانیسم افزایش دما	↑ افزایش دمای سراسر بدن توسط هیپوتالاموس	↑ جریان خون در محل آسیب به دلیل گشادشدن رگ‌ها
روش مبارزه	کاهش فعالیت میکروب در دماهای بالا	از طریق بیگانه‌خواری و پروتئین‌های مکمل
یاخته‌های دفاعی	——	ماستوسیت‌ها و سایر بیگانه‌خوارهای بافتی (مثل ماکروفاژ) + مونوسیت و نوتروفیل خون + بازوفیل‌های خونی
خط دفاعی	دوم	

۱. منظور از یاخته، یاخته‌ای است که کاملاً جامد ندارد و سیال است. به موادی مثل گازها و مایعات، سیال گفته می‌شود.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درس‌نامهٔ ۷ لنفوسیت‌ها و شناسایی آنتی‌ژن

رسیدیم به آخرین خط دفاعی بدن؛ دفاع اختصاصی.

گفتیم که در دفاع اختصاصی برخلاف دفاع غیراختصاصی، **پاسخ اختصاصی و منحصربه فرد نسبت به هر نوع میکروب** ایجاد می‌شود. به عبارت دیگر، دفاع اختصاصی به نوع عامل بیگانه بستگی دارد و **پاسخی که در مقابل یک نوع عامل بیگانه ایجاد می‌شود، تنها بر همان عامل مؤثر است.** مثلاً، پاسخی که علیه میکروب کزاز ایجاد می‌شود، بر سایر میکروب‌ها اثری ندارد.

نکته عامل بیماری کزاز، نوعی باکتری[1] است.

یاخته‌های ایمنی شرکت‌کننده در دفاع اختصاصی: در دفاع اختصاصی، **لنفوسیت‌ها** فعالیت می‌کنند. لنفوسیت‌ها، عامل خودی و غیرخودی را شناسایی می‌کنند و **با عوامل غیرخودی مبارزه می‌کنند.**

نکته دقت داشته باشید که فقط لنفوسیت‌ها در دفاع اختصاصی فعالیت می‌کند و سایر گویچه‌های سفید و فاگوسیت‌ها، مربوط به دومین خط دفاعی بدن هستند. البته، بعضی از یاخته‌های دستگاه ایمنی مثل ماکروفاژها، می‌توانند با دفاع اختصاصی همکاری کنند.

نکته همهٔ لنفوسیت‌ها در دفاع اختصاصی فعالیت نمی‌کنند. یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، نوعی لنفوسیت است که در دفاع غیراختصاصی فعالیت می‌کند. البته دقت داشته باشید که همهٔ یاخته‌های دفاع اختصاصی، نوعی لنفوسیت هستند.

نکته در دفاع اختصاصی، لنفوسیت‌های B و T فعالیت می‌کنند. دقت داشته باشید که این لنفوسیت‌ها، در دفاع غیراختصاصی نیز نقش دارند. مثلاً، لنفوسیت T با ترشح اینترفرون نوع II، در فعال‌کردن ماکروفاژها برای مبارزه با یاخته‌های سرطانی نقش دارد.

دیگه چی در مورد لنفوسیت‌ها می‌دونیم؟ باید برگردیم فصل (۴) دهم:

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] لوزه‌ها، تیموس، طحال، آپاندیس [و مغز استخوان] که مجموعاً به آن‌ها اندام‌های لنفی می‌گویند، مانند گره‌های لنفی، مراکز تولید لنفوسیت‌ها هستند. لنفوسیت‌ها، یاخته‌های اصلی دستگاه ایمنی هستند. تولید و وجود لنفوسیت‌ها در گره‌ها و اندام‌های لنفی، به از بین بردن عوامل بیماری‌زا کمک می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] لنفوسیت‌ها، حاصل تقسیم یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی هستند. در لنفوسیت‌ها، یک هستهٔ تکی گرد یا بیضی و سیتوپلاسم بدون دانه (ریزکیسه‌های حاوی مواد دفاعی) وجود دارد. بخش عمدهٔ حجم لنفوسیت را هسته اشغال کرده است.

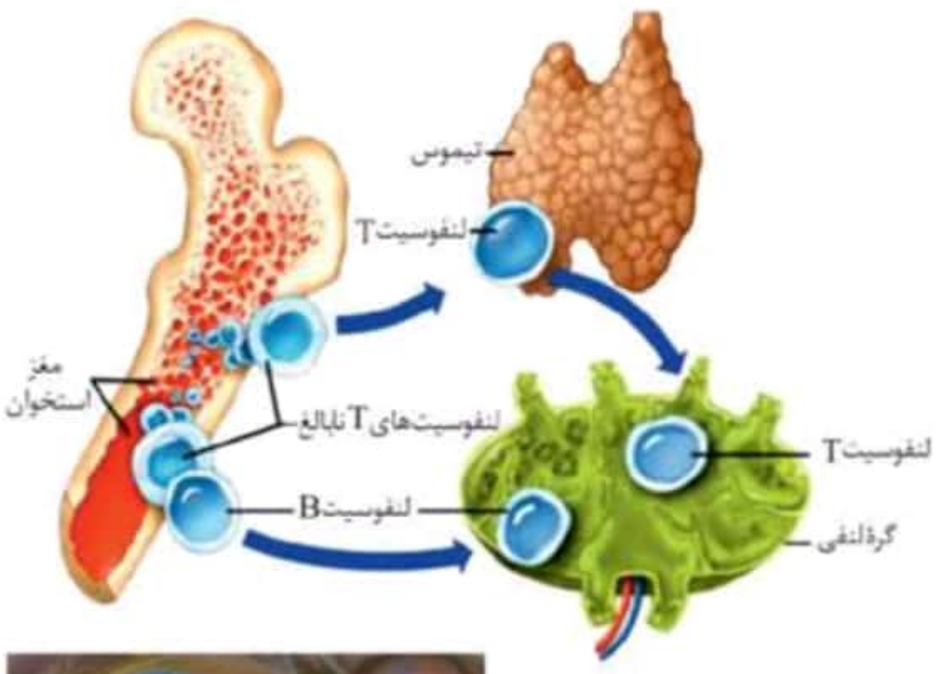
شناسایی آنتی‌ژن توسط لنفوسیت‌ها

قبلاً گفتیم که در دفاع اختصاصی، لنفوسیت‌های B و T حضور دارند. در مغز استخوان، فرم نابالغ لنفوسیت‌های B و T از تقسیم یاخته‌های لنفوئیدی تولید می‌شوند. **فرم نابالغ، توانایی شناسایی عامل بیگانه را ندارد و در نتیجه، نمی‌تواند پاسخ ایمنی ایجاد کند.** بنابراین، ابتدا لازم است که لنفوسیت‌ها بالغ شوند. بلوغ لنفوسیت‌های B در مغز استخوان[2] و لنفوسیت‌های T در تیموس[3] انجام می‌شود. **وقتی که لنفوسیت‌ها بالغ شوند، می‌توانند عامل بیگانه را شناسایی کنند.**

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] مغز استخوان، **بخش نرمی** است که درون استخوان را پر می‌کند. **مغز قرمز، فضای درون استخوان اسفنجی را پر می‌کند** و محل تشکیل یاخته‌های خونی است.

تیموس، **نوعی غدهٔ درون‌ریز** است که در قفسهٔ سینه قرار دارد. تیموس در **دوران نوزادی و کودکی فعالیت زیادی دارد،** اما به تدریج از فعالیت آن کاسته می‌شود و اندازهٔ آن تحلیل می‌رود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] غدهٔ تیموس، هورمون تیموسین ترشح می‌کند که در تمایز لنفوسیت‌ها نقش دارد.



ساختار درونی یک گرهٔ لنفی

۱- کزاز (Tetanus)، توسط نوعی باکتری گرم ـ مثبت به‌نام کلستریدیوم تتانی (Clostridium tetani) ایجاد می‌شود.

۲- Bone marrow

۳- Thymus

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] تولید و تجمع لنفوسیت‌ها در گره‌ها و اندام‌های لنفی، به از بین‌بردن عوامل بیماری‌زا کمک می‌کند. لوزه‌ها، تیموس، طحال، آپاندیس [و مغز استخوان] که مجموعاً به این اندام‌ها، اندام‌های لنفی می‌گویند، مانند گره‌های لنفی، مراکز تولید لنفوسیت‌ها هستند.

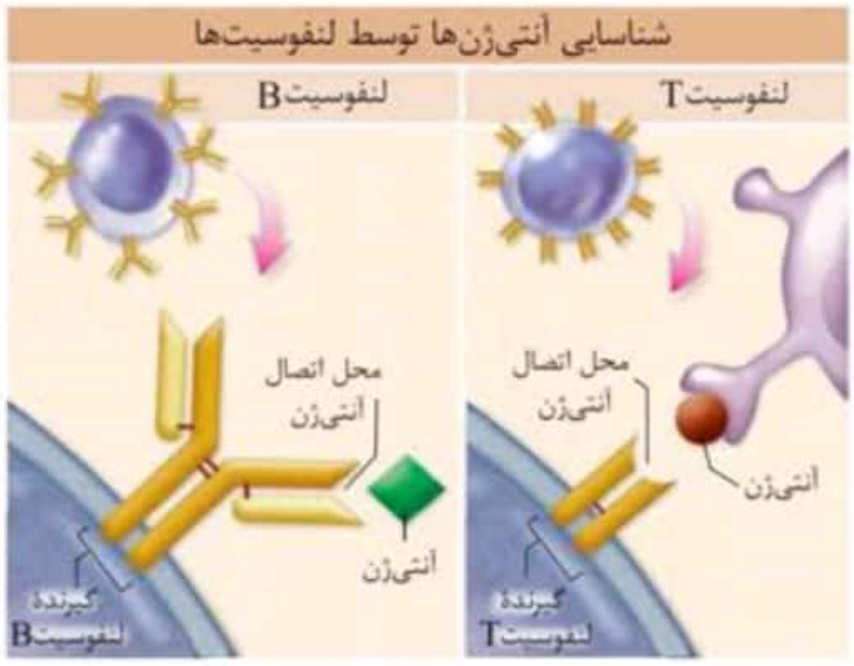
شکل «محل بلوغ لنفوسیت‌ها»

- ✓ تیموس، مغز استخوان گره‌های لنفی، محل بلوغ لنفوسیت‌ها هستند. در گره‌های لنفی، انواع مختلف لنفوسیت‌ها بالغ می‌شوند.
- ✓ تیموس، در جلوی نای و بین دو شش قرار دارد.
- ✓ گره‌های لنفی در ناحیهٔ گردن و زیر بغل به فراوانی وجود دارند.

❑ آنتی‌ژن و گیرندهٔ آنتی‌ژن

آنتی‌ژن‌ها، مولکول‌هایی هستند که لنفوسیت‌ها، آن‌ها را شناسایی می‌کنند. *آنتی‌ژن، کارت شناسایی هر یافته است. لنفوسیت‌ها، کارت شناسایی یافته‌های مختلف رو بررسی می‌کنن تا اگه یافته‌ای بیگانه بود و جاش توی بدن نبود، اون رو از بین ببرن. اما چه‌جوری لنفوسیت‌ها می‌تونن آنتی‌ژن‌ها رو شناسایی کنن؟* در سطح هر لنفوسیت B یا T، گیرندهٔ آنتی‌ژن وجود دارد. **هر گیرنده اختصاصی عمل می‌کند؛ یعنی ساختار سه‌بعدی آن جوری است که فقط به یک نوع آنتی‌ژن می‌تواند متصل شود.** در پی اتصال آنتی‌ژن به گیرندهٔ آن، آنتی‌ژن شناسایی می‌شود.

نکته هر لنفوسیت، فقط یک نوع گیرندهٔ آنتی‌ژن دارد. به عبارت دیگر، **همهٔ گیرنده‌های آنتی‌ژنی یک لنفوسیت، از یک نوع هستند.**



درسنامهٔ ۸ نحوهٔ عملکرد لنفوسیت B

ایجاد پاسخ ایمنی توسط لنفوسیت B

❑ شناسایی آنتی‌ژن‌ها توسط لنفوسیت B

در بدن انسان، انواع مختلفی لنفوسیت B وجود دارد که هر کدام، یک نوع گیرندهٔ آنتی‌ژنی دارند. لنفوسیت B با کمک این گیرنده‌ها، **آنتی‌ژن سطح میکروب‌ها یا ذرات محلول مثل ویروس‌ها یا سم میکروب‌ها را شناسایی می‌کند.**

❑ تقسیم و تمایز لنفوسیت B

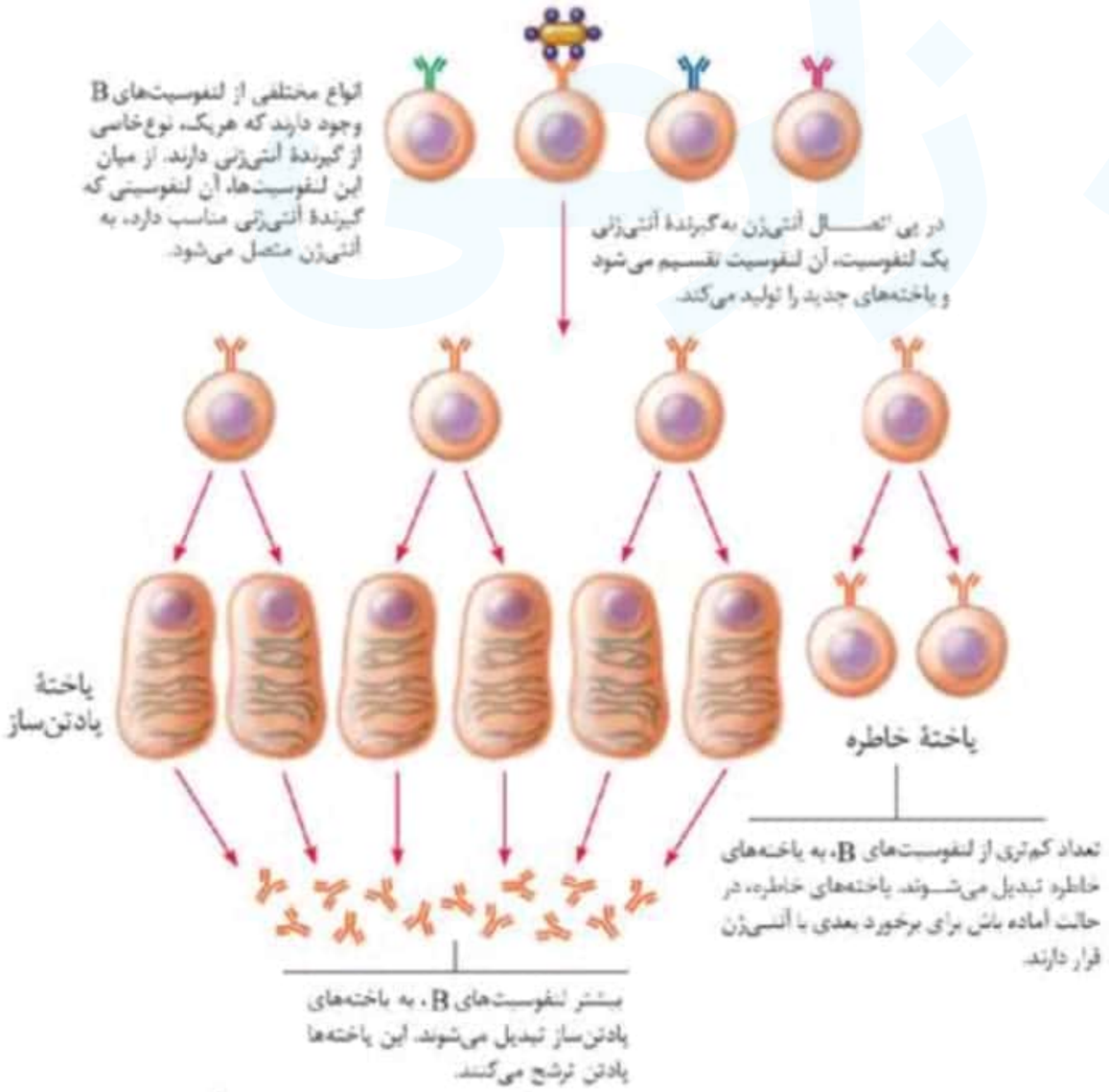
از بین لنفوسیت‌ها، آن لنفوسیتی که آنتی‌ژن را شناسایی کرده است، **به سرعت تقسیم می‌شود** و **یاخته‌های جدید را تولید می‌کند.** در اثر تقسیم و تمایز لنفوسیت‌های B، **تعداد کمی یاختهٔ خاطره و تعداد بیشتری یاختهٔ پادتن‌ساز تولید می‌شوند.** *با نقش یاخته‌های خاطره، بعداً آشنا می‌شیم.*

❑ تولید پادتن

یاختهٔ پادتن‌ساز، پادتن ترشح می‌کند.

❑ گردش و اثر پادتن بر آنتی‌ژن

پادتن، همراه مایعات بین‌یاخته‌ای، خون و لنف به گردش در می‌آید و هر جا با میکروب برخورد کرد، آن را نابود، یا بی‌اثر می‌سازد. *البته یکم جلوتر توضیح می‌دیم که پادتن، مستقیماً نمی‌تونه میکروب رو از بین ببره و بلکه این کار رو با فعال‌کردن ماکروفاژها یا پروتئین‌های مکمل انجام می‌ده.*



شکل «نحوهٔ عملکرد لنفوسیت B»

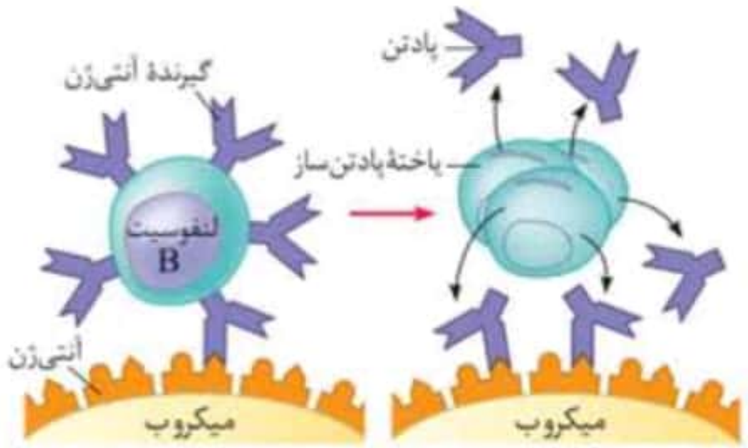
- ✓ اندازهٔ یاخته‌های پادتن‌ساز بزرگ‌تر از لنفوسیت B است.
- ✓ هر یاختهٔ پادتن‌ساز، تعداد زیادی پادتن می‌سازد.
- ✓ ساختار پادتن ترشحی هر یاختهٔ پادتن‌ساز مشابه ساختار گیرندهٔ آنتی‌ژنی لنفوسیت سازندهٔ آن» یاختهٔ پادتن‌ساز است.
- ✓ در یاختهٔ پادتن‌ساز، شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی گسترده‌ای وجود دارد.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

ساختار پادتن‌ها و انواع آن‌ها

پادتن‌ها، **مولکول‌هایی Y شکل و پروتئینی** هستند. در دو شاخهٔ Y، جایگاهی برای اتصال به آنتی‌ژن وجود دارد. بنابراین، **هر پادتن می‌تواند به دو آنتی‌ژن متصل شود** که البته، **هر دو آنتی‌ژن از یک نوع هستند.**

به طور کلی، **پادتن‌ها دو نوع هستند؛** یک نوع از آن‌ها، به غشای لنفوسیت B متصل هستند و نقش گیرندهٔ آنتی‌ژن را دارند. نوع دیگر پادتن‌ها، که **ساختاری مشابه با گیرندهٔ آنتی‌ژن سطح لنفوسیت B دارد،** ترشحی است. پادتنی که توسط یک یاختهٔ پادتن‌ساز تولید می‌شود، مشابه با گیرندهٔ آنتی‌ژنی است که در سطح لنفوسیت B تولیدکنندهٔ یاختهٔ پادتن‌ساز وجود دارد.



هر لنفوسیت، فقط یک نوع گیرندهٔ آنتی‌ژنی دارد که توسط آن، آنتی‌ژن سطح نوع خاصی میکروب را شناسایی می‌کند. پس از شناسایی آنتی‌ژن، لنفوسیت B تقسیم می‌شود و یاختهٔ پادتن‌ساز را ایجاد می‌کند. پادتن‌های تولیدشده توسط یاختهٔ پادتن‌ساز، ساختاری مشابه با گیرندهٔ آنتی‌ژنی لنفوسیت B اولیه دارند و همان نوع خاص آنتی‌ژن را شناسایی می‌کنند.

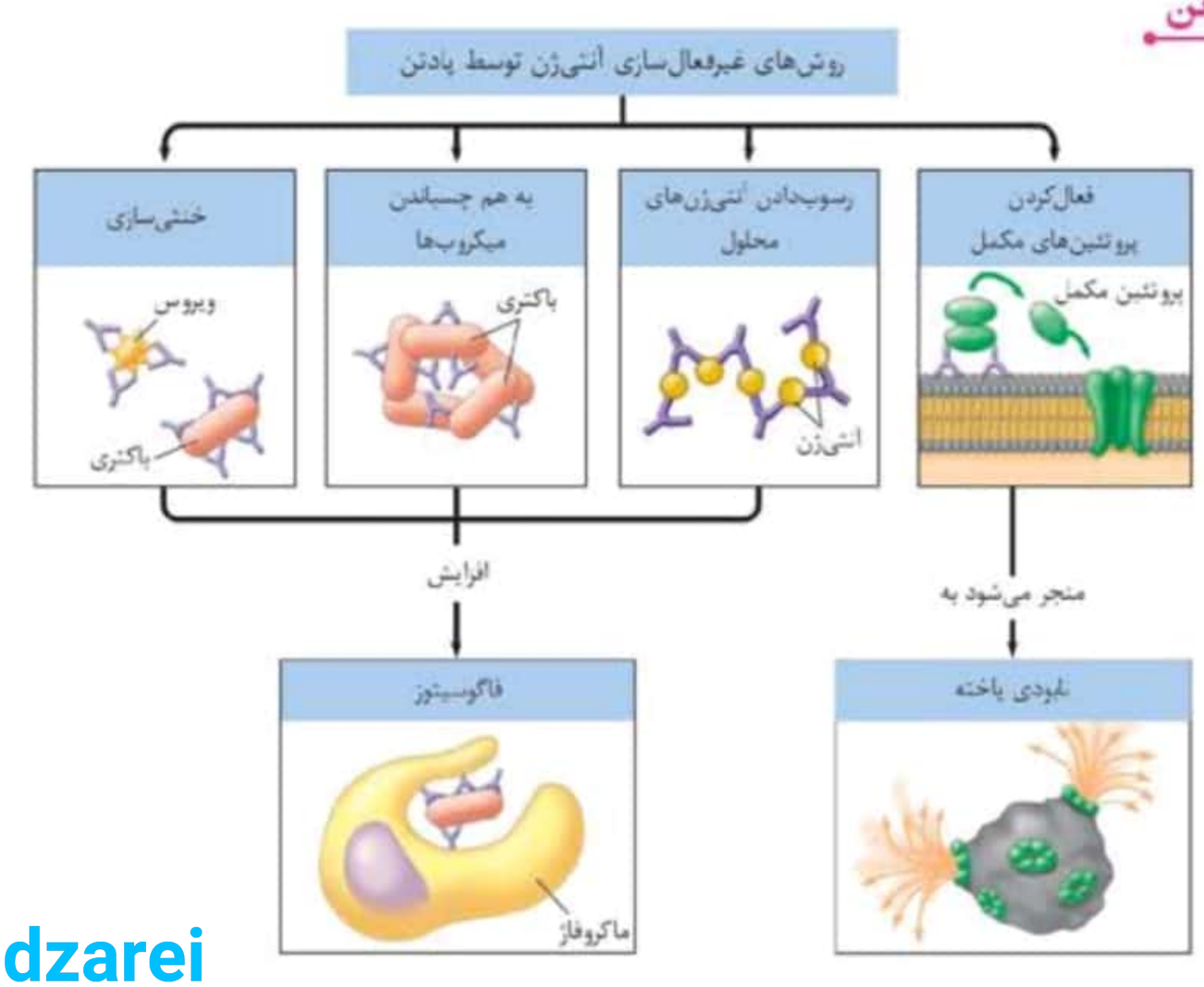
شکل «پادتن»

- ✓ در سطح هر میکروب، انواع مختلفی آنتی‌ژن وجود دارد.
- ✓ هر پادتن، فقط یک نوع از آنتی‌ژن‌های سطح میکروب را شناسایی می‌کند.

کتاب درسی زیر ذره‌بین

در کتاب درسی می‌خوانیم که «هر لنفوسیت B می‌تواند پادتنی مشابه با گیرندهٔ خود ترشح کند.» این جمله از این نظر غلط است که پادتن، توسط یاختهٔ پادتن‌ساز ترشح می‌شود و یاختهٔ پادتن‌ساز، فاقد گیرندهٔ آنتی‌ژنی است. در واقع، همان‌طور که توضیح دادیم، ساختار پادتن تولیدشده توسط یاختهٔ پادتن‌ساز، مشابه با ساختار گیرندهٔ آنتی‌ژنی است که در سطح لنفوسیت B اولیه وجود داشته است؛ یعنی همان لنفوسیتی که یاختهٔ پادتن‌ساز را تولید کرده است.

روش‌های غیرفعال‌شدن آنتی‌ژن توسط پادتن



پادتن‌ها، مستقیماً نمی‌توانند باعث نابودی میکروب شوند. بلکه، با روش‌هایی می‌توانند فعالیت ماکروفاژها یا پروتئین‌های مکمل را افزایش دهند. ماکروفاژها، با فاگوسیتوز و پروتئین‌های مکمل با ایجاد منفذ در غشای میکروب، باعث نابودی آن می‌شوند.

☐ افزایش فعالیت ماکروفاژ

پادتن‌ها با ۳ روش می‌توانند فعالیت ماکروفاژها را افزایش دهند:

۱- **خنثی‌سازی:** پادتن‌ها با اتصال به آنتی‌ژن‌های میکروب، جلوی اثر آن بر یاخته‌های بدن را می‌گیرند و آن را غیرفعال می‌کنند.

نکته چند پادتن می‌توانند به یک میکروب متصل شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۲- به هم چسباندن میکروب‌ها: وقتی که پادتن‌ها به میکروب‌ها متصل می‌شوند، می‌توانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند و چند میکروب را به یکدیگر متصل کنند.

۳- رسوب‌دادن آنتی‌ژن‌های محلول: وقتی که چند پادتن به آنتی‌ژن‌های محلول متصل می‌شوند، می‌توانند آن‌ها را رسوب دهند. بدین صورت که **هر پادتن، به دو آنتی‌ژن به‌طور هم‌زمان متصل می‌شود.** زنجیرهٔ اتصال آنتی‌ژن‌ها بدین صورت، باعث می‌شود که اجتماع آنتی‌ژن‌ها و پادتن‌ها با یکدیگر رسوب کنند.

❑ فعال‌کردن پروتئین‌های مکمل

پادتن‌ها می‌توانند پروتئین‌های مکمل را فعال کنند. پروتئین‌های مکمل نیز با همکاری با یکدیگر و تشکیل ساختارهای حلقه‌مانند می‌توانند منفذی در غشای یاختهٔ بیگانه ایجاد کنند. ایجاد این منافذ، باعث نابودی یاختهٔ بیگانه می‌شود.

استفاده از پادتن‌ها به‌عنوان دارو

از پادتن‌ها می‌توان به‌عنوان دارو استفاده کرد. سرم و پادزهر، مثال‌هایی از داروهایی هستند که با استفاده از پادتن‌ها تولید شده‌اند.

❑ سرم

اول از همه بگم که این سرم، با اون سرمی که می‌بینین توی بیمارستانا به مریضا می‌زنن فرق می‌کنه. در واقع این سرم، یه کلمهٔ لاتین است[1] و اون یکی، فارسیه و فقط تشابه نوشتاری است و البته، جزء شاهکارهای معادل‌سازی کلمات علمی محسوب می‌شه. **سرم، پادتن آماده هست.** در واقع، مایعی است که در آن، پادتن‌ها وجود دارند. وقتی سرم به بدن وارد شود، پادتن‌های آن، همانند پادتن‌های طبیعی بدن، به آنتی‌ژن‌ها متصل می‌شوند و آنتی‌ژن‌ها را غیرفعال می‌کنند.

مثال در زخم‌های شدید، که احتمال فعالیت **باکتری کزاز** وجود دارد، از سرم ضد کزاز استفاده می‌شود.

نکته سرم، تأثیری بر فعالیت یاخته‌های پادتن‌ساز ندارد، ولی می‌تواند فعالیت ماکروفاژها را افزایش دهد و پروتئین‌های مکمل را فعال کند.

❑ پادزهر

پادزهر، حاوی پادتن‌هایی است که به سم متصل می‌شوند و اثر سم را خنثی می‌کنند.

مثال پادزهر سم مار که بعد از مارگزیدگی استفاده می‌شود، حاوی پادتن‌هایی است که سم مار را خنثی می‌کنند.

درس‌نامهٔ ۹ نحوهٔ عملکرد لنفوسیت T

لنفوسیت T، مثل یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، **یاخته‌های خودی را که تغییر کرده‌اند و سالم نیستند، از بین می‌برد؛** مثل **یاخته‌های سرطانی** یا **آلوده به ویروس.** علاوه‌بر این، **لنفوسیت‌های T به یاخته‌های عضو پیوندی نیز حمله می‌کنند.**

نکته با توجه به این‌که یاخته‌های سرطانی توسط لنفوسیت‌های T شناسایی می‌شوند، متوجه می‌شویم که **در سطح یاخته‌های سرطانی، نوع خاصی از آنتی‌ژن وجود دارد** که توسط لنفوسیت‌های T، شناسایی می‌شود. این مورد، دربارهٔ **یاخته‌های آلوده به ویروس** هم صحیح است.

نکته علاوه‌بر لنفوسیت T و یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، اینترفرون نوع I هم در مبارزه با بیماری‌های ویروسی نقش دارد.

مراحل عملکرد لنفوسیت T

❑ شناسایی آنتی‌ژن و تکثیر لنفوسیت T

لنفوسیت T پس از شناسایی آنتی‌ژن تکثیر می‌شود و لنفوسیت‌های T کشنده و یاخته‌های T خاطره را پدید می‌آورد.

نکته یاخته‌های دندریتی، آنتی‌ژن‌های میکروب‌ها را در سطح خود قرار می‌دهند و به گرهٔ لنفی می‌روند. در گرهٔ لنفی، آنتی‌ژن‌ها توسط یاختهٔ دندریتی به لنفوسیت T غیرفعال ارائه می‌شود و لنفوسیت T، فعال می‌شود.

❑ نابودی یاختهٔ هدف توسط لنفوسیت T کشنده

لنفوسیت T کشنده به یاختهٔ هدف متصل می‌شود و پرفورین ترشح می‌کند. پرفورین، منفذی در غشای یاختهٔ هدف ایجاد می‌کند و سپس، آنزیم از یاختهٔ T کشنده به یاختهٔ هدف می‌رود. آنزیم، مرگ برنامه‌ریزی‌شده را به راه می‌اندازد.

نکته لنفوسیت T و یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، پرفورین ترشح می‌کنند.

۱- Serum، سرم، در واقع بخشی از خون است که در آن، بخش یاخته‌ای خون و هم‌چنین، فاکتورهای انعقادی (مثل فیبرینوژن) وجود ندارند. از آن‌جایی که سرم دارای پلاسمای خون است، بنابراین، پروتئین‌های دفاعی خون مثل پادتن‌ها را هم دارد. IV Bag، همان کیسهٔ دارای مایعی است که در اصطلاح عامیانه به آن سرم گفته می‌شود و محتویات آن از طریق لوله‌ای وارد سیاهرگ‌های [illegible] می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

یاختهٔ کشندهٔ طبیعی VS لنفوسیت T کشنده

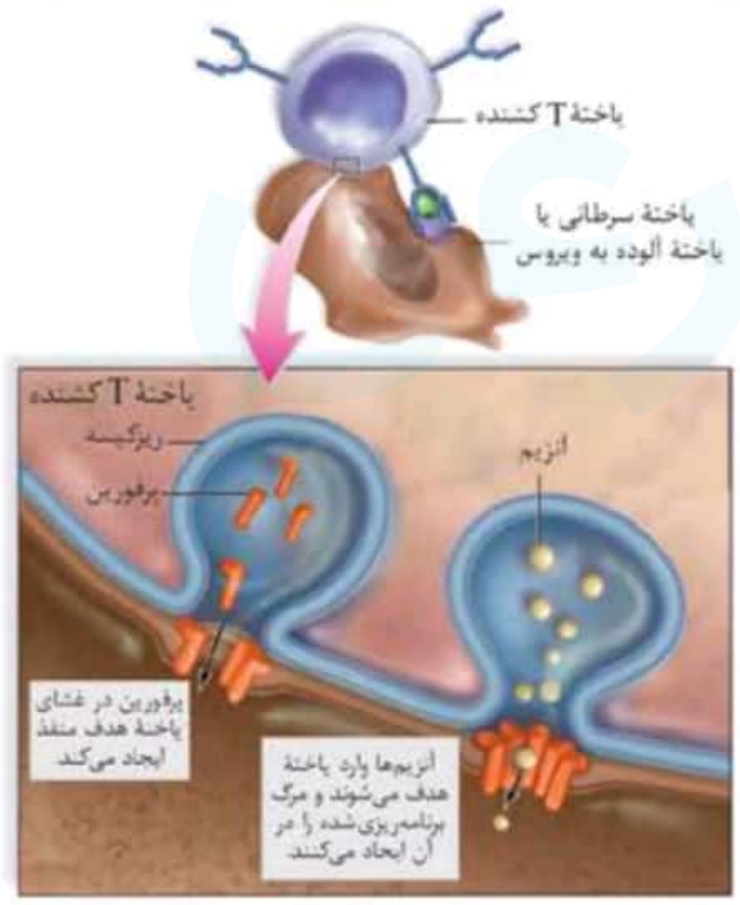
خیلی‌ها با مطالعهٔ ویژگی‌های یاختهٔ کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت T کشنده به این نتیجه می‌رسن که این دو تا یاخته، یکسان هستن! یا نهایتاً از تغییر همدیگه به‌وجود میان!!! می‌خوایم این‌جا توضیح بدیم که لطفاً این اشتباه رو نکنین. اینا دو تا یاختهٔ متفاوتن. حالا این‌که کاراشون مثل همه که دلیل نمی‌شه یکسان باشن! در جدول زیر، مواردی که جزء شباهت‌ها هستن، با یه رنگ نشون داده‌شدن و سایر موارد، با دو رنگ متفاوت.

نام سلول	سلول کشندهٔ طبیعی	لنفوسیت T کشنده
منشأ اولیه	یاختهٔ بنیادی لنفوئیدی	
نحوهٔ تولید	تقسیم یاختهٔ بنیادی لنفوئیدی	تقسیم لنفوسیت T پس از فعال‌شدن
تولید پرفورین	در خط دوم؛ دفاع غیراختصاصی	در خط سوم؛ دفاع اختصاصی
تولید آنزیم مرگ برنامه‌ریزی‌شده	در خط دوم؛ دفاع غیراختصاصی	در خط سوم؛ دفاع اختصاصی
تولید اینترفرون نوع II	در خط دوم؛ دفاع غیراختصاصی ← ↑ فعالیت ماکروفاژ: نقش مهم در سرطان‌ها	
فعالیت در دفاع غیراختصاصی	تولید پرفورین و آنزیم + اینترفرون نوع II	تولید اینترفرون نوع II
فعالیت در دفاع اختصاصی	ندارد	تولید پرفورین و آنزیم
افزایش فعالیت ماکروفاژ	از طریق نابودی یاختهٔ هدف + از طریق ترشح اینترفرون نوع II	
بیماری‌ها	بیماری‌های ویروسی و سرطان‌ها	بیماری‌های ویروسی و سرطان‌ها + پیوند عضو

نکته پرفورین هم در دفاع اختصاصی نقش دارد و هم در دفاع غیراختصاصی.

آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۲- فصل ۶ یازدهم]

مرگ برنامه‌ریزی‌شده با رسیدن علائمی به یاخته شروع می‌شود. آنزیم ترشح‌شده توسط لنفوسیت T و یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، مثالی از علامت‌های شروع‌کنندهٔ مرگ برنامه‌ریزی‌شدهٔ یاخته است.



فعالیت کتاب درسی

ارتباط لنفوسیت T و بیماری آنفلوانزای پرندگان

آنفلوانزای پرندگان را ویروسی پدید می‌آورد که می‌تواند سایر گونه‌ها، از جمله انسان را نیز آلوده کند. این ویروس، به شش‌ها حمله می‌کند و سبب می‌شود دستگاه ایمنی بیش از حد معمول فعالیت کند. بدین‌ترتیب، به تولید انبوه و بیش از اندازهٔ لنفوسیت‌های T می‌انجامد.

۱- علت مرگ در اثر آلودگی با این ویروس را چگونه توجیه می‌کنید؟

در ریه، لنفوسیت‌های T با حمله به یاخته‌های خودی، باعث نابودی آن‌ها می‌شوند. در نتیجه، در عملکرد طبیعی فرد اختلال ایجاد می‌شود و فرد دچار مشکلات جدی می‌شود که ممکن است به مرگ بیانجامند.

۲- چه راهی را برای کنترل این بیماری در جمعیت‌ها پیشنهاد می‌کنید؟

مهم‌ترین اقدام کنترلی شامل معدوم‌کردن سریع پرندگان بیمار یا تماس‌یافته، دفع مناسب لاشهٔ پرندگان و قرنطینه و ضدعفونی کردن مرغداری‌ها می‌باشد[۱]. ممانعت از انتشار بیماری از فرد آلوده به فرد سالم با رعایت بهداشت فردی و عمومی، افزایش آگاهی جامعه و اطلاع‌رسانی از دیگر راه‌های کنترل بیماری در جمعیت است.

۱. منبع: وبلاگ بهداشت، درمان و آموزش پزشکی جمهوری اسلامی ایران

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

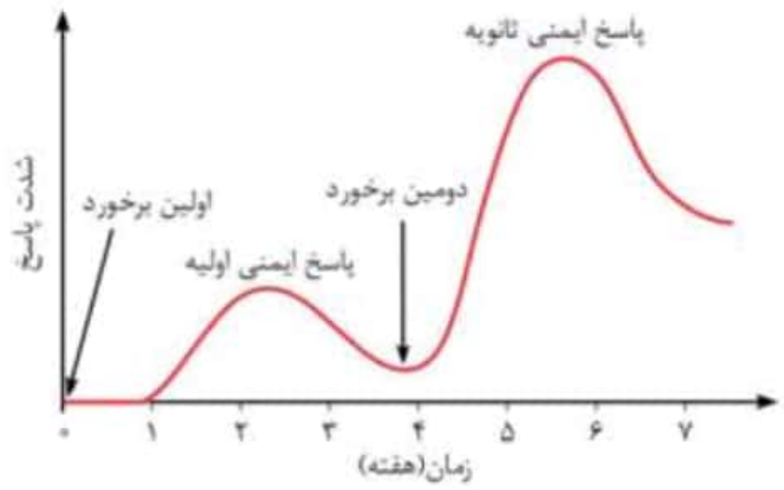
جمع‌بندی

مقایسهٔ لنفوسیت B و T

نوع لنفوسیت	لنفوسیت T	لنفوسیت B
محل تولید اولیه	مغز قرمز استخوان	مغز قرمز استخوان
محل بلوغ	تیموس: ترشح تیموسین	مغز قرمز استخوان
محل تولید ثانویه	اندام‌ها و گره‌های لنفی	اندام‌ها و گره‌های لنفی
خط اول: دفاع غیراختصاصی	——	——
خط دوم: دفاع غیراختصاصی	ترشح اینترفرون نوع I در صورت آلوده‌شدن به ویروس (مثل ایدز) / ترشح اینترفرون نوع II در سرطان‌ها	ترشح اینترفرون نوع I در صورت آلوده‌شدن به ویروس
خط سوم: دفاع اختصاصی	ترشح پرفورین و آنزیم برای مبارزه با سلول‌های آلوده به ویروس، سرطانی و عضو پیوندی	ترشح پادتن برای غیرفعال‌سازی انواع آنتی‌ژن‌ها
پروتئین‌های دفاعی	پرفورین، آنزیم، اینترفرون نوع II + اینترفرون نوع I	پادتن + اینترفرون نوع I
فعالیت ماکروفاژها	تشدید فاگوسیتوز از طریق ترشح اینترفرون نوع II + نابودی سلول‌های تغییرکرده و پیوندی	تشدید فاگوسیتوز از طریق خنثی‌سازی آنتی‌ژن + به‌هم چسباندن میکروب‌ها + رسوب‌دادن آنتی‌ژن‌های محلول
بیماری‌ها	نقش مستقیم در بیماری‌های ویروسی، سرطان‌ها و پیوند عضو	مؤثر در ایجاد ایمنی علیه انواع بیماری‌ها
مثال‌ها	لنفوسیت T، یاختهٔ T خاطره، T کشنده، T کمک‌کننده	لنفوسیت B، یاختهٔ B خاطره، یاختهٔ پادتن‌ساز

درسنامهٔ ۱۰ پاسخ اولیه و ثانویه در ایمنی اختصاصی

قبلاً گفتیم که در دفاع غیراختصاصی، **واکنش‌های دفاعی سریع** بروز پیدا می‌کنند. اما **در دفاع اختصاصی، پاسخ دفاعی به‌کندی ایجاد می‌شود؛ زیرا، شناسایی آنتی‌ژن و تکثیر لنفوسیت‌ها به زمان نیاز دارد.** پس به طور کلی، دفاع اختصاصی سریع نیست. اما اگر آنتی‌ژنی برای بار دوم به بدن وارد شود، پاسخ دفاعی اختصاصی نسبت به قبل سریع‌تر و قوی‌تر است؛ یعنی، **بدن نسبت به آنتی‌ژن‌هایی که قبلاً هم وارد بدن شده‌اند، پاسخ ایمنی سریع‌تر و شدیدتری ایجاد می‌کند.**



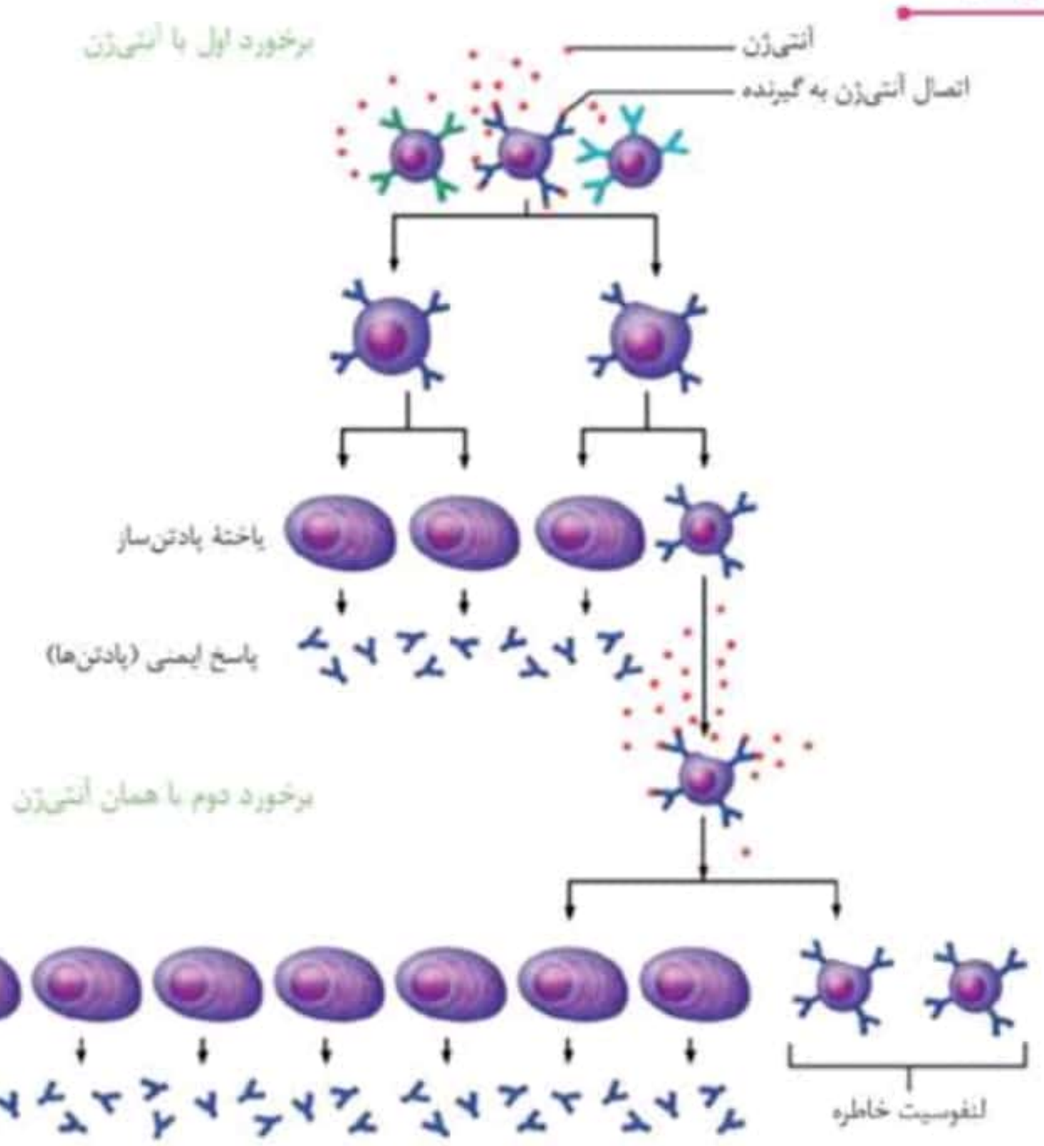
نکته از آن‌جایی که دفاع غیراختصاصی سریع‌تر از دفاع اختصاصی است، هنگام ورود یک عامل بیگانه به بدن، ابتدا دفاع غیراختصاصی وارد عمل می‌شود و سپس، در صورت عبور میکروب از دفاع غیراختصاصی، دفاع اختصاصی عمل می‌کند.

شکل «پاسخ ایمنی اولیه و ثانویه»

- ✓ پاسخ ایمنی اولیه، حدود ۱ روز بعد از اولین برخورد آغاز می‌شود. اما پاسخ ایمنی ثانویه، بلافاصله پس از دومین برخورد شروع می‌شود.
- ✓ شدت پاسخ ایمنی اولیه، کم‌تر از شدت پاسخ ایمنی ثانویه است و دیرتر نیز ایجاد می‌شود.
- ✓ پاسخ ایمنی ثانویه نسبت به پاسخ ایمنی اولیه، در مدت زمان طولانی‌تری کاهش می‌یابد.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

حافظهٔ دستگاه ایمنی



گفتیم که **وقتی لنفوسیت‌ها آنتی‌ژن را شناسایی می‌کنند، تکثیر می‌شوند.** در نتیجهٔ تکثیر و تمایز لنفوسیت‌ها، علاوه‌بر یاخته‌های پادتن‌ساز و یاخته‌های T کشنده، نوع خاصی از یاخته‌های ایمنی به‌نام **یاخته‌های خاطره** ایجاد می‌شود. ویژگی خاص یاخته‌های خاطره این است که **عمر زیادی دارند و تا مدت‌ها می‌توانند در خون باقی بمانند.**

لنفوسیت‌های خاطره همانند لنفوسیت‌های B و T، دارای گیرندهٔ آنتی‌ژنی هستند. وقتی که برای بار دوم آنتی‌ژن وارد بدن می‌شود، **وجود تعداد زیاد یاختهٔ خاطره در خون، باعث می‌شود تشخیص آنتی‌ژن سریع‌تر انجام شود و در نتیجه، پاسخ ایمنی سریع‌تر ایجاد می‌شود.** علاوه‌بر این، تعداد بیشتری لنفوسیت فعال ایجاد می‌شود و پاسخ ایمنی، شدیدتر نیز خواهد بود.

اتفاق دیگری که در برخورد دوم رخ می‌دهد این است که تعداد بیشتری یاختهٔ خاطره نیز تولید می‌شود. در نتیجه، در برخورد بعدتر (مثل برخورد سوم)، پاسخ ایمنی باز هم سریع‌تر و شدیدتر می‌شود.

بدین‌ترتیب، گفته می‌شود که **دستگاه ایمنی دارای حافظه است؛** یعنی وقتی با آنتی‌ژنی برخورد کند، خاطرهٔ آن برخورد را نگه خواهد داشت. به این ترتیب، اگر همان آنتی‌ژن برای دفعات بعدی نیز وارد بدن شود، سریع‌تر شناسایی می‌شود و پاسخ شدیدتری نسبت به آن ایجاد می‌شود.

نکته خاصیت حافظه‌داربودن دستگاه ایمنی، فقط مربوط به دفاع اختصاصی است.

شکل «یاخته‌های خاطره»

- ✓ یاخته‌های پادتن‌ساز و لنفوسیت T کشنده، لنفوسیت‌های فعال هستند. لنفوسیت B و T اولیه، لنفوسیت غیرفعال محسوب می‌شوند.
- ✓ شکل و اندازهٔ لنفوسیت‌های غیرفعال و خاطره، مشابه یکدیگر است و با لنفوسیت‌های فعال فرق می‌کند.

فعالیت کتاب درسی

خاطرهٔ دستگاه ایمنی

علت شدیدتر بودن پاسخ ایمنی در برخورد دوم نسبت به برخورد اول چیست؟

در برخورد دوم، به دلیل حضور یاخته‌های خاطره، تعداد بیشتری یاختهٔ پادتن‌ساز تولید می‌شود. در نتیجه، پادتن بیشتری تولید می‌شود و پاسخ ایمنی شدیدتر خواهد بود.

واکسن

عتماً همهٔ شماها اسم واکسن رو شنیدین و صددرصد، تا الان چند تا واکسن هم زدین. پس احتمالاً اینو هم باید بدونین که وقتی ما واکسن یک بیماری رو می‌زنیم، نسبت به ابتلای مجدد به اون بیماری، مقاوم می‌شیم. دیگه شاید تا الان فهمیده باشین که اساس عملکرد واکسن‌ها، برمیگرده به خاصیت حافظه‌دار بودن دفاع [illegible] رو ایجاد کنیم که یاخته‌های خاطره تولید بشن، بعد از اون، بدن ما توانایی پاسخ سریع و شدید نسبت به میکروب رو دار[illegible]

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

در واکسیناسیون، میکروب را در **شرایط کنترل‌شده** به دستگاه ایمنی معرفی می‌کنیم و بدین‌ترتیب یاخته‌های خاطره را پدید می‌آوریم. *منظور از شرایط کنترل‌شده، شرایطی هست که در اون، میکروب برای انسان بیماری‌زایی نمی‌کنه و فقط دستگاه ایمنی رو تحریک می‌کنه.* در پی تولید یاخته‌های خاطره، خاطرهٔ برخورد با میکروب در دستگاه ایمنی ایجاد می‌شود و در صورت برخورد بدن با آن میکروب، پاسخی سریع و شدید ایجاد می‌شود. در نتیجه، دستگاه ایمنی می‌تواند سریعاً میکروب را از بین ببرد و میکروب توانایی بیماری‌زایی را ندارد.

❑ تولید واکسن

گفتیم که واکسن، **ماده‌ای است که بیماری‌زایی نمی‌کند،** ولی ایمنی اختصاصی را تحریک می‌کند و باعث ایجاد پاسخ ایمنی می‌شود. بنابراین، **واکسن باید دارای آنتی‌ژن‌های میکروب باشد، ولی بیماری‌زا نباشد.** بنابراین، برای تهیهٔ واکسن، **از میکروب ضعیف‌شده، کشته‌شده، خود آنتی‌ژن میکروب به تنهایی یا سم خنثی‌شدهٔ میکروب** استفاده می‌شود.

فعالیت کتاب درسی

واکسن

۱- کودکان ایرانی، چه واکسن‌هایی را دریافت می‌کنند؟ در چه زمانی؟ جدول زیر، جدول واکسیناسیون ایران است.

سن	نوع واکسن
بعد از تولد و قبل از مرخص‌شدن از بیمارستان	بث‌ژ[1] ـ فلج اطفال ـ هپاتیت B
۲ ماهگی	سه‌گانه (دیفتری، کزاز و سیاه‌سرفه) ـ فلج اطفال ـ هپاتیت B
۴ ماهگی	سه‌گانه (دیفتری، کزاز و سیاه‌سرفه) ـ فلج اطفال
۶ ماهگی	سه‌گانه (دیفتری، کزاز و سیاه‌سرفه) ـ فلج اطفال ـ هپاتیت B
۱۲ ماهگی	سرخک، سرخجه و اوریون (MMR)
۱۸ ماهگی	سه‌گانه (دیفتری، کزاز و سیاه‌سرفه) ـ فلج اطفال ـ MMR
۴ تا ۶ سالگی	سه‌گانه (دیفتری، کزاز و سیاه‌سرفه) ـ فلج اطفال
۱۴ تا ۱۶ سالگی	دوگانه (دیفتری و کزاز ویژهٔ بزرگسالان)

۲- چرا بعضی از واکسن‌ها را باید تکرار کرد؟

بعد از مدتی، مقدار پادتن‌ها و یاخته‌های خاطرهٔ خون به حدی کاهش می‌یابد که قادر به ایجاد پاسخ ایمنی مناسب در برابر ویروس نیستند. با تزریق مجدد واکسن، ایمنی ناشی از واکسن تقویت می‌شود و بدن، آمادگی خود برای مقابله با میکروب را حفظ می‌کند. علاوه‌بر این، در تزریق بار اول بعضی از واکسن‌ها، مقدار کافی پادتن تولید نمی‌شود.

❑ ایمنی فعال و غیرفعال

بیایین یه مقایسه‌ای کنیم بین ایمنی ناشی از سرم و واکسن. وقتی که واکسن به بدن تزریق می‌شود، دستگاه ایمنی تحریک می‌شود و پاسخ ایمنی ایجاد می‌کند. این پاسخ ایمنی، به صورت تولید یاخته‌های خاطره و هم‌چنین، تولید پادتن است. چون در این حالت، دستگاه ایمنی فعالیت می‌کند، گفته می‌شود **ایمنی ناشی از تزریق واکسن، فعال است.** برعکس واکسن، ایمنی ناشی از تزریق سرم غیرفعال است. یعنی وقتی که سرم به بدن تزریق می‌شود، تغییری در

۱- واکسن ضد بیماری سل

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فعالیت دستگاه ایمنی ایجاد نمی‌شود. چرا؟ چون سرم مادهٔ تحریک‌کنندهٔ لنفوسیت‌ها، یعنی آنتی‌ژن، ندارد؛ بلکه، دارای پادتن است و در واقع، با داشتن پادتن، به فعالیت دستگاه ایمنی کمک می‌کند. *فرض کنین در یک میدون جنگ، ارتش I و M در حال جنگ هستن که ارتش S هم میاد با ارتش M می‌جنگه. در این حالت، تغییری در فعالیت ارتش I (معادل با دستگاه ایمنی) ایجاد نمی‌شه، اما با شدت بیشتری با ارتش M (معادل با میکروب) جنگیده می‌شه. چون نیروهای جنگی بیشتری از طرف ارتش S (معادل با سرم) جنگ رو انجام می‌دن.* چون ایمنی ناشی از تزریق سرم همراه با تولید پادتن و یاختهٔ خاطره نیست و تغییری در فعالیت دستگاه ایمنی ایجاد نمی‌کند، به آن ایمنی **غیرفعال** گفته می‌شود.

درسنامهٔ ۱۱ اختلال دستگاه ایمنی (۱): ایدز، نقص ایمنی اکتسابی

حالا که خوب با دستگاه ایمنی و اجزای اون آشنا شدیم، می‌خوایم سه نوع اختلال در دستگاه ایمنی رو هم بررسی کنیم؛ ایدز، حساسیت و خودایمنی. هرچند بخش اختلالات در کتاب درسی جدید نسبت به کتاب‌های درسی قدیم خیلی ساده‌تر و خلاصه‌تر هست، اما باید بدونین که قبلاً همیشه این مبحث جزء پرسوال‌ترین بخش‌های فصل ایمنی بوده. با این حال، فکر نمی‌کنم به‌اندازهٔ قبل مورد توجه باشه و دیگه اهمیتش متوسط است.

بیماری ایدز

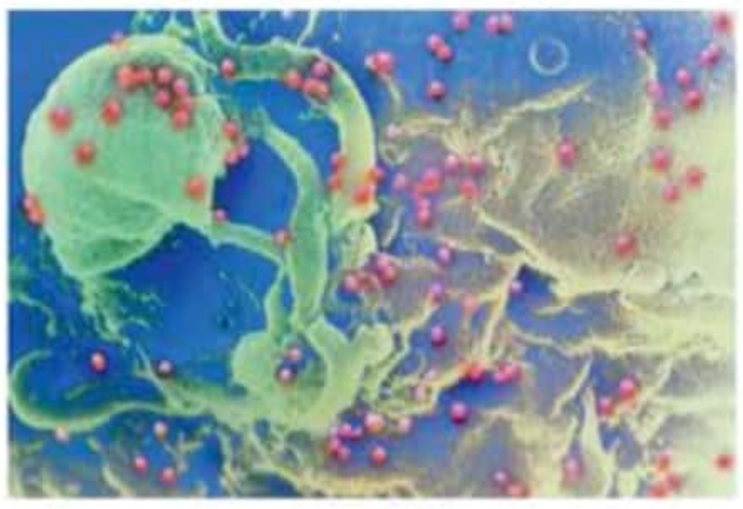
[سندرم] نقص ایمنی اکتسابی یا همان ایدز (AIDS[1])، نوعی بیماری **ویروسی** است که توسط **ویروس HIV**[2] ایجاد می‌شود. در ایدز، **عملکرد دستگاه ایمنی فرد دچار نقص می‌شود** و در نتیجه، توانایی دفاعی بدن در برابر عوامل بیماری‌زا کاهش می‌یابد. به همین دلیل، حتی ابتلا به کم‌خطرترین بیماری‌های واگیر ممکن است منجر به مرگ شود.

آسیب دستگاه ایمنی در بیماری ایدز

در بیماری ایدز، HIV **به لنفوسیت‌های T حمله می‌کند** و باعث نابودی آن‌ها می‌شود. *همین موضوع، یکی از مسائلی هست که باعث مشکل‌شدن مبارزه با این ویروس می‌شه. قبلاً خوندیم که لنفوسیت‌های T و یاخته‌های کشندهٔ طبیعی، مسئول مبارزه با یاخته‌های آلوده به ویروس هستن. خُب در این بیماری، اگه لنفوسیت‌ها بدن یاختهٔ آلوده به ویروس رو از بین ببرن، در واقع یکی از یاخته‌های ایمنی بدن رو از بین بردن؛ یعنی در هر صورت، گروهی از یاخته‌های ایمنی بدن از بین می‌روند.* به همین دلیل، تاکنون درمانی برای ایدز یافت نشده است و **بهترین راه مقابله با آن، پیشگیری و افزایش آگاهی عمومی است.**

اما یه سؤال اساسی! گفتیم که لنفوسیت‌های T، در مبارزه با یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس نقش دارند، اما زمانی که فرد به بیماری ایدز مبتلا می‌شود، فقط فعالیت لنفوسیت‌های T مختل نمی‌شود؛ یعنی علاوه‌بر سرطان و بیماری‌های ویروسی، مبارزه با سایر بیماری‌ها هم با اختلال مواجه می‌شود. پس نتیجه می‌گیریم که در بیماری ایدز، علاوه‌بر لنفوسیت‌های T، فعالیت لنفوسیت‌های B هم مختل می‌شود و بنابراین، ارتباطی بین عملکرد لنفوسیت‌های B و T وجود دارد. اما این ارتباط چیست؟

پاسخ به این سؤال، به درک مدل دقیق‌تری از نحوهٔ عمل دستگاه ایمنی انجامید. برای این‌که بتوانیم به این سؤال جواب دهیم، ابتدا باید بدانیم که لنفوسیت‌های T انواع مختلفی دارند. یک نوع از لنفوسیت‌های T، **لنفوسیت T کمک‌کننده**[3] نام دارند. فعالیت لنفوسیت‌های B و سایر لنفوسیت‌های T، با کمک لنفوسیت T کمک‌کننده انجام می‌شود. **در بیماری ایدز هم به لنفوسیت‌های T کمک‌کننده (نه کل لنفوسیت‌های T) حمله می‌شود.** با توجه به اهمیت لنفوسیت‌های T کمک‌کننده در فعالیت لنفوسیت‌های B و T، در پی حملهٔ ویروس به لنفوسیت‌های T کمک‌کننده و نابودی آن‌ها، عملکرد لنفوسیت‌های B و سایر لنفوسیت‌های T هم مختل می‌شود.



آزاد شدن ویروس HIV (با رنگ قرمز) از یاخته‌های آلوده؛ به اندازهٔ بسیار ریز ویروس HIV دقت کنید.

۱- Acquired Immune Deficiency Syndrome، سندرم (نشانگان) نقص ایمنی اکتسابی

۲- Human Immunodeficiency Virus، ویروس نقص ایمنی انسان

۳- T helper cell

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

انتقال ویروس مسبب بیماری ایدز به افراد سالم

یکم مباحث حفظی باقی مونده که اینا رو هم بگیم، بحث ایدز تموم می‌شه.

❑ نهفتگی ویروس ایدز

پس از ورود ویروس ایدز به بدن و آلوده‌شدن لنفوسیت‌های T کمک‌کننده، ممکن است **ویروس بین ۶ ماه تا ۱۵ سال نهفته باقی بماند؛** یعنی، ویروس درون بدن وجود دارد، ولی بیماری ایجاد نمی‌کند. چنین فردی، آلوده به HIV است، اما بیمار نیست و علائم بیماری ایدز را بروز نمی‌دهد. **در این حالت، تنها راه تشخیص بیماری انجام آزمایش پزشکی است.** فرد آلوده یا بیمار، می‌تواند این ویروس را به دیگران منتقل کند و بدین‌ترتیب، باعث انتشار ویروس شود. *حالا یه سؤال که خارج از کتاب هست، ولی بی‌ارتباط هم به بهشمون نیست. اگه دورهٔ نهفتگی یک ویروس کوتاه باشه، احتمال انتقال بیماری بیشتره یا اگه دورهٔ نهفتگی ویروس طولانی باشه؟ هر چقدر دورهٔ نهفتگی ویروس طولانی‌تر باشد، احتمال انتقال ویروس هم بیشتر است؛ زیرا فرد برای مدت بیشتری از بیماری خود بی‌اطلاع هست و در کل دوران بی‌خبری از بیماری، می‌تواند عامل بیماری‌زا را به فرد دیگری منتقل کند. بنابراین، هر چه‌قدر فاصلهٔ بین آلوده‌شدن فرد و بروز علائم بیماری بیشتر باشد، احتمال انتقال بیماری هم بیشتر است.*

❑ راه‌های انتقال ویروس ایدز

نکته دست‌دادن، روبوسی، نیش حشرات، آب و غذا ویروس را منتقل نمی‌کند.

نکته انتقال ویروس از طریق ترشحات بینی، بزاق، خلط، عرق، اشک و یا از طریق ادرار و مدفوع ثابت نشده است.

از طریق راه‌های زیر، ویروس ایدز از فرد آلوده به فرد سالم منتقل می‌شود:

۱- رابطهٔ جنسی

۲- خون و فراورده‌های خونی آلوده: و نیز استفاده از هر نوع اشیای تیز و برنده‌ای که به خون آلوده به ویروس آغشته باشد (مثل استفاده از سرنگ یا تیغ مشترک، خالکوبی و سوراخ کردن گوش با سوزن مشترک)

۳- مایعات بدن: (که شامل خون، شیر و مایعات جنسی نظیر مایع منی هم می‌شود.)

۴- مادر آلوده به HIV: در جریان بارداری، زایمان و شیردهی

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۷ یازدهم] در جریان زایمان و شیردهی، ترشح هورمون اکسی‌توسین با خودتنظیمی مثبت افزایش می‌یابد. ترشح این هورمون در مادر آلوده به HIV، احتمال انتقال ویروس به نوزاد را افزایش می‌دهد.

نکته گفتیم که به‌طور کلی، غذا باعث انتقال ویروس ایدز نمی‌شود اما تغذیهٔ نوزاد هنگام شیردهی، می‌تواند منجر به انتقال ویروس شود.

درسنامهٔ ۱۲ اختلال دستگاه ایمنی (۲): حساسیت

سه تا درسنامهٔ باقی‌مونده، خیلی کوتاه هستن. یعنی اصلاً کتاب اینقدر خلاصه راجع به این قسمت‌ها حرف زده که جایی برای بحث باقی نمونده.

تحمل ایمنی

اگه یادتون باشه، اول فصل گفتیم که در بدن انسان، میکروب‌های مفید هم زندگی می‌کنن. آیا دستگاه ایمنی نسبت به این میکروب‌ها هم پاسخ ایمنی ایجاد می‌کنه؟ طبیعتاً پاسخ نه است. در واقع، دستگاه ایمنی به همهٔ مواد خارجی پاسخ نمی‌دهد. مثلاً، به حضور میکروب‌های مفید در دستگاه گوارش پاسخ نمی‌دهد. **به عدم پاسخ دستگاه ایمنی در برابر عوامل خارجی، تحمل ایمنی می‌گویند.** تحمل ایمنی به بدن کمک می‌کند که در برابر مواد بی‌خطر موجود در محیط اطراف ما، پاسخ ایمنی ایجاد نشود.

حساسیت

حساسیت چگونه ایجاد می‌شود؟ گاهی در یک فرد ممکن است که تحمل ایمنی نسبت به بعضی از مواد بی‌خطر وجود نداشته باشد و فرد نسبت به این مواد هم پاسخ ایجاد کند. در چنین حالتی، گفته می‌شود که فرد نسبت به آن ماده **حساسیت** دارد. ماده‌ای را که باعث حساسیت می‌شود، **مادهٔ حساسیت‌زا** و پاسخ ایمنی نسبت زمانی ایجاد می‌شه که دستگاه ایمنی نسبت به عاملی که نباید پاسخ ایمنی ایجاد کنه، پاسخ ایمنی بروز میده.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

پاسخ دستگاه ایمنی نسبت به مادهٔ حساسیت‌زا: در حساسیت، پاسخ دستگاه ایمنی به مادهٔ حساسیت‌زا، به‌صورت **ترشح هیستامین از ماستوسیت‌ها و بازوفیل‌هاست.** *یادتون هست که در التهاب هم ماستوسیت‌ها هیستامین ترشح می‌کردن، اما فرقش اینه که اونجا، ترشح هیستامین طبیعی بود، اما این‌جا غیرطبیعی است و باعث علائم حساسیت میشه.*

علائم حساسیت: در نتیجهٔ ترشح هیستامین، علائم شایع حساسیت مانند قرمزی و آبریزش از بینی ایجاد می‌شود.

نکته هیستامین، با گشادکردن رگ‌های خونی، باعث تورم، قرمزی و گرم‌تر شدن محل اثر می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] برخلاف نظر بسیاری افراد، بیماری سلیاک، نوعی بیماری خودایمنی است نه آلرژی (حساسیت). البته، در این بیماری پروتئین گلوتن باعث تحریک واکنش‌های ایمنی می‌شود. در واقع در این بیماری، بدن نسبت به گلوتن حساس است و ورود گلوتن، باعث آغاز واکنش‌های خودایمنی می‌شود.

درسنامهٔ ۱۳ اختلال دستگاه ایمنی (۳): بیماری‌های خودایمنی

یکی از ویژگی‌های دستگاه ایمنی این است که توانایی شناسایی یاخته‌های خودی از غیرخودی را دارد، اما گاهی اوقات، این توانایی با اختلال مواجه می‌شود؛ یعنی، **دستگاه ایمنی یاخته‌های خودی را به‌عنوان غیرخودی شناسایی و به آن‌ها حمله می‌کند.** بدین‌ترتیب، دستگاه ایمنی باعث بیماری می‌شود. به این نوع بیماری‌ها، **خودایمنی** گفته می‌شود.

سؤالی که این‌جا پیش میاد اینه که آیا هر زمانی که دستگاه ایمنی به یافته‌های فوری بدن حمله کرد، خودایمنی ایجاد میشه؟ جواب خیر هست. در واقع، تعریف دقیق‌تر خودایمنی این است که زمانی ایجاد می‌شود که **دستگاه ایمنی به یاخته‌های سالم و طبیعی بدن حمله کند.** پس اگر دستگاه ایمنی به یاخته‌های غیرطبیعی و تغییرکرده حمله کند، نه تنها اختلال و خودایمنی محسوب نمی‌شود، بلکه نوعی پاسخ طبیعی دستگاه ایمنی است. مثلاً **حملهٔ لنفوسیت‌های T و یاخته‌های کشندهٔ طبیعی به یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس، خودایمنی نیست؛** چون این یاخته‌ها طبیعی و سالم نیستند. در کتاب درسی، دو مثال برای بیماری خودایمنی مطرح شده است.

نکته توانایی شناسایی یاخته‌ها، مربوط به دفاع اختصاصی است و بنابراین، **اساساً خودایمنی ناشی از اختلال در دفاع اختصاصی است.**

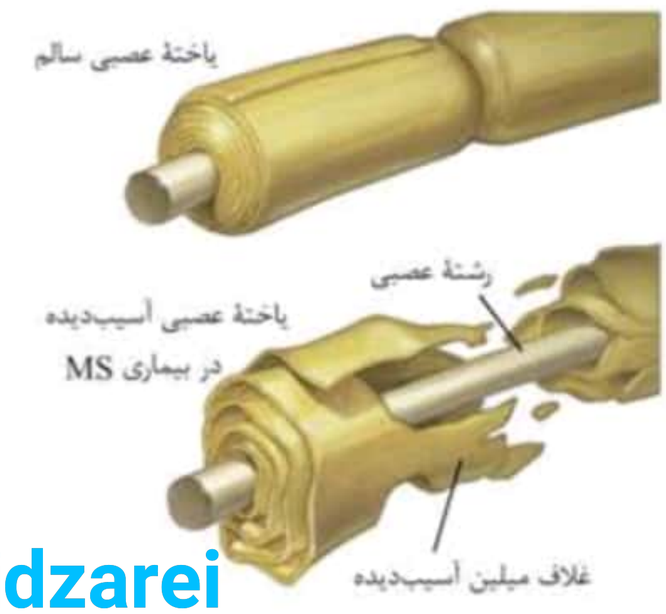
نکته لنفوسیت‌ها، طی فرایند بلوغ خود، توانایی شناسایی یاخته‌ها را به دست می‌آورند. بنابراین، **خودایمنی می‌تواند ناشی از اختلال در فرایند بلوغ لنفوسیت‌های نابالغ باشد.**

مثال ۱ دیابت نوع I، مثالی از بیماری خودایمنی است. در این بیماری، دستگاه ایمنی به یاخته‌های تولیدکنندهٔ انسولین حمله می‌کند و آن‌ها را از بین می‌برد. *یادتون هست انسولین کجا تولید می‌شد، چی‌کار می‌کرد و کلاً دیابت چی بود؟ جوابتون هر چی هست، نکتهٔ ترکیبی بعدی رو بخونین.*

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] بخش درون‌ریز غدهٔ **پانکراس،** به‌صورت مجموعه‌ای از یاخته‌ها در بین بخش برون‌ریز است که **جزایر لانگرهانس** نام دارد. از جزایر لانگرهانس، دو هورمون به نام‌های **گلوکاگون** و **انسولین** ترشح می‌شوند. انسولین، در پاسخ به افزایش گلوکز خون ترشح و باعث ورود گلوکز به یاخته‌ها می‌شود و به این ترتیب، قند خون را کاهش می‌دهد. اگر یاخته‌ها نتوانند گلوکز را از خون بگیرند و غلظت گلوکز خون افزایش یابد، **دیابت شیرین** ایجاد می‌شود. دیابت بر دو نوع است. در نوع I، انسولین ترشح نمی‌شود یا به اندازهٔ کافی ترشح نمی‌شود. **این بیماری، یک بیماری خودایمنی است که در آن، دستگاه ایمنی یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ انسولین در جزایر لانگرهانس را از بین می‌برد.** این بیماری، با تزریق انسولین، تحت کنترل درخواهد آمد.

نکته دیابت نوع II برخلاف دیابت نوع I، بیماری خودایمنی محسوب نمی‌شود.

مثال ۲ مالتیپل اسکلروزیس یا **MS**، یک بیماری خودایمنی است که در آن، **میلین اطراف یاخته‌های عصبی در مغز و نخاع مورد حملهٔ دستگاه ایمنی قرار می‌گیرد و** در قسمت‌هایی از بین می‌رود. بدین‌ترتیب، در **ارتباط دستگاه عصبی مرکزی با بقیهٔ بدن اختلال ایجاد می‌شود.**



آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ یازدهم] کاهش یا افزایش میلین، به بیماری منجر می‌شود؛ مثلاً در بیماری مالتیپل اسکلروزیس (MS) **یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند، از بین می‌روند.** در نتیجه، ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود، بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود.

نکته در بیماری MS، **یاختهٔ پشتیبان مورد حمله قرار می‌گیرد،** نه یاختهٔ عصبی.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

اختلالات دستگاه ایمنی

نوع اختلال	نقص اکتسابی	حساسیت	خودایمنی		
مثال	ایدز	آسم	دیابت نوع I	مالتیپل اسکلروزیس	سلیاک
عامل ایجاد اختلال	ویروس HIV	مادهٔ حساسیت‌زا	نقص وراثتی	—	گلوتن جو و گندم
یاختهٔ ایجادکنندهٔ اختلال	——	بازوفیل و ماستوسیت	لنفوسیت	لنفوسیت	لنفوسیت
علت بیماری	نابودی لنفوسیت T کمک‌کننده	تنگی نایژک‌ها تحت تأثیر هیستامین	حملهٔ به جزایر لانگرهانس	نابودی غلاف میلین	نابودی پرز و ریزپرز
علائم	ضعف دستگاه ایمنی حتی در برابر عفونت‌های خفیف	تنگی نفس	علائم دیابت شیرین مثل کاهش وزن، ورود گلوکز به ادرار، پُرنوشی و پرادراری	اختلال در بینایی و حرکت + بی‌حسی و لرزش	کاهش جذب مواد مغذی در روده

درسنامهٔ ۱۴ ایمنی در جانوران

این قسمت، اینقدر حجمش کم هست که ترجیح دادم بدون هیچ‌گونه اضافه‌گویی، فقط مجموعه نکاتش رو بیان کنم:

۱- همهٔ جانوران ایمنی غیراختصاصی دارند، اما **ایمنی اختصاصی، اساساً فقط در مهره‌داران دیده می‌شود.**

۲- سازوکارهایی غیراختصاصی، اما **مشابه با ایمنی اختصاصی** در بی‌مهرگان مشاهده شده است.

۳- در مگس میوه، مولکولی کشف شده است که می‌تواند به صدها شکل مختلف درآید و آنتی‌ژن‌های مختلفی را شناسایی کند؛ مثل گیرنده‌های آنتی‌ژنی موجود در سطح لنفوسیت‌ها. *ولی اینم مربوط به دفاع غیراختصاصی هست.*

۴- مطالعات جدید، شباهت‌های بیشتری را بین دستگاه ایمنی بی‌مهرگان و مهره‌داران نشان داده است. این مطالعات، ما را در درک بهتر نحوهٔ پیدایش ایمنی اختصاصی یاری خواهد کرد.

جمع‌بندی

جمع‌بندی ایمنی جانوران

نوع جانور	بی‌مهرگان	مهره‌داران
دفاع غیراختصاصی	+	+
دفاع اختصاصی	ندارد	+
شناسایی آنتی‌ژن	مثلاً در مگس میوه	+
سلول فاگوسیت‌کننده	مثلاً در لارو ستارهٔ دریایی	+
مادهٔ مخاطی	مثلاً در پوست کرم خاکی	+

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

سال یازدهم

فصل ۶

«طی اینترفاز، رشته‌های کروماتین دیده می‌شوند.»

شکلی که می‌بینین، هستهٔ یک سلول رو نشون می‌ده. وقتی که سلول در حال تقسیم نیست، درون هسته رشته‌های باریک، طویل و درهم‌پیچیده‌ای دیده می‌شن که به اونا، کروماتین گفته می‌شود. در ابتدای تقسیم هسته، فشردگی کروماتین بیشتر می‌شه و به کروموزوم مضاعف‌شده تبدیل می‌شه.

تقسیم یاخته

نمیشه راجع به زیست‌شناسی حرف زد و کاری به فرماندهٔ سلول، DNA، نداشت. هر اتفاقی که داخل سلول می‌افته، زیر سر همین DNA هست. هر اتفاقی! از کارهای عادی سلول گرفته تا خودکشی سلول! آره، درست خوندین؛ وقتی سلولی آسیب‌دیده باشه، میاد خودشو می‌کشه تا این آسیب از بدن خارج بشه. می‌دونین اگه این اتفاق نیفته چی می‌شه؟ سرطان ایجاد می‌شه. متأسفانه ایران در این زمینه رکورددار هست و چهارمین کشور سرطانی دنیا محسوب میشه.

اول فصل با ساختار کروموزوم‌ها آشنا می‌شیم و بعدش، می‌فهمیم که چرخهٔ سلولی چی هست. در ادامه، می‌رسیم به قسمت‌های اصلی فصل که راجع به تقسیم هسته است و با دو نوع تقسیم میتوز و میوز آشنا می‌شیم. بیشتر سؤالات این فصل در هر آزمونی، از همین قسمت است. اون وسطا، با سرطان و چندتا اختلال دیگه هم آشنا می‌شیم. راستی، این فصل خیلی مهمه. حتی اگه سؤالی به‌صورت مستقیم در کنکور نداشته باشه (که معمولاً داره)، حتماً حتماً تعداد زیادی از نکات این فصل به‌صورت ترکیبی در سؤالات سایر فصل‌ها دیده می‌شه. علاوه‌بر این، اگه می‌خواین سال دیگه خوب ژنتیک رو یاد بگیرین، باید این فصل رو خوب یاد بگیرین؛ در غیر این صورت، کارتون خیلی سخت می‌شه. خیلی جالبه که کل زندگی هر جانداری، به مولکول‌های DNAای بستگی داره که به ارث برده. اما DNA ویژگی‌های اولیهٔ انسان رو تعیین می‌کنه و اینکه آینده چه شکلی باشه، دیگه زیر سر خود انسانه:

«چیزهای خوب به سراغ کسانی می‌روند که باور دارند، چیزهای بهتر به سراغ کسانی می‌روند که صبر می‌کنند و بهترین چیزها، به سراغ کسانی می‌روند که تلاش می‌کنند و هیچ‌گاه تسلیم نمی‌شوند.»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکروطبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تست‌ها لذت ببری. این ۳ تا کتاب لذت ببری. 😊

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

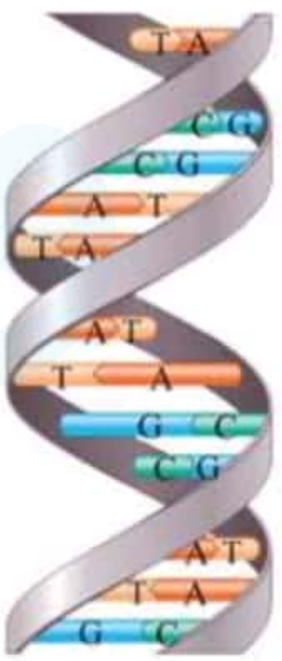
درسنامه ۱ همه چیز از یک یاخته شروع می‌شود

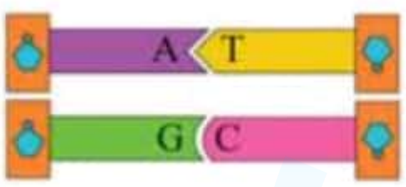
تا الان، راجع به همهٔ دستگاه‌های بدن انسان حرف زدیم و فقط مونده دستگاه تولیدمثل. اما قبل از این‌که بخوایم راجع به تولیدمثل یک جاندار صحبت کنیم، باید بفهمیم که یک یاخته چه‌جوری تولیدمثل انجام می‌ده. چرا؟ چون جانداران یا یک یاخته هستند[1] یا زمانی یک یاخته بودند[2]؛ مثلاً، زندگی انسان با تشکیل یاختهٔ تخم آغاز می‌شه و بعد از ۹ ماه، این یاختهٔ تخم به نوزادی با میلیاردها یاخته تبدیل می‌شه[3]. برای همین این فصل رو به تولیدمثل یاخته‌ها می‌پردازیم و در دو فصل بعدی، راجع به تولیدمثل جانوران و گیاهان صحبت می‌کنیم. قبل از هرچیزی، یه نگاهی داشته باشیم به سال‌های قبل و بعد از یکم حاشیهٔ مهم! بریم سر اصل مطلب.

یادآوری در علوم هشتم خواندیم که DNA درون هسته همراه با پروتئین‌ها، رشته‌هایی به‌نام کروموزوم را می‌سازد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] همهٔ جانداران، هفت ویژگی مشترک حیات را دارند که یکی از آن‌ها، «تولیدمثل» است. جانداران، موجوداتی کم‌وبیش شبیه خود را به‌وجود می‌آورند؛ یاخته نیز اولین سطح ساختاری است که در آن، ویژگی‌های حیات پدیدار می‌شوند و بنابراین، توانایی تولیدمثل را دارد. اطلاعات لازم برای زندگی یاخته (مثل توانایی تولیدمثل) در مولکول‌های دِنا (DNA) ذخیره شده است.

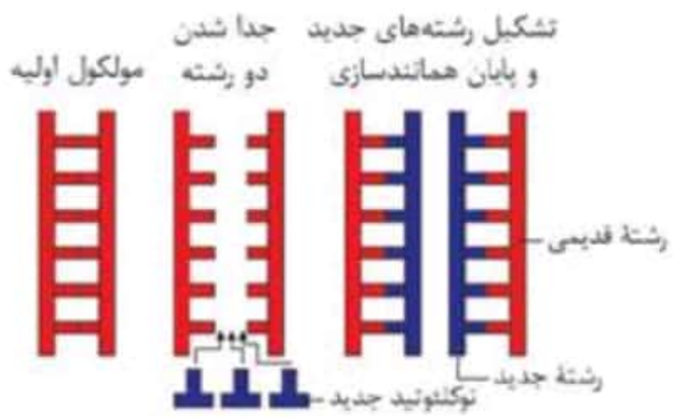
سال دیگه با ساختار DNA و همانندسازی DNA کاملاً آشنا می‌شید ولی این‌جا لازمه که یکم راجع به DNA صحبت کنیم تا بتونین بهتر با ساختار کروموزوم‌ها و تقسیم یاخته‌ای ارتباط برقرار کنین. بنابراین خوندن این قسمت اختیاری ولی توصیه شده است!





DNA، یکی از درشت‌مولکول‌های زیستی درون یاخته است که نوعی پلی‌مر (بسپار) محسوب می‌شود. این پلی‌مر، از تعداد زیادی واحدهای کوچک‌تر به نام نوکلئوتید[4] ساخته شده. در DNA، چهار تا نوکلئوتید وجود داره که با حرف‌های A، T، C و G نشونشون می‌دیم. ساختار نوکلئوتیدها جوری هست که دوبه‌دو همدیگه رو تکمیل می‌کنن و همیشه روبه‌روی هم قرار می‌گیرند. مثل شکل بالا. نوکلئوتیدهایی که روبه‌روی هم قرار می‌گیرن، «مکمل» همدیگه هستن. وقتی که جفت نوکلئوتیدهای مکمل مقابل هم قرار می‌گیرن، یک ساختار دورشته‌ای به‌وجود میاد. این ساختار دو رشته‌ای، پیچ‌خورده هست و حالت مارپیچی داره؛ برای همین بهش می‌گیم مارپیچ دورشته‌ای[5]. وقتی که یاخته می‌خواد تقسیم بشه، اول از همه باید DNA تقسیم بشه و دو تا DNA به‌وجود بیاد. چرا؟ چون هر یاختهٔ حاصل از تقسیم هم، به DNA نیاز داره تا بتونه زندگی کنه. به تقسیم DNA، همانندسازی می‌گن.

حالا همانندسازی چجوریه؟ نیمه‌حفظ‌شده. یعنی چی؟ وقتی که DNA می‌خواد همانندسازی کنه، اول دو تا رشتهٔ DNA از هم جدا می‌شن و بعد مقابل هر رشتهٔ DNA، یک رشتهٔ جدید ساخته میشه. در نهایت ما دو تا مولکول DNA داریم که داخل هر کدوم، یک رشته قدیمی است و یک رشتهٔ جدید هم ساخته شده. هواستون باشه که در پایان همانندسازی، دو تا مولکولی که ساخته میشن کاملاً یکسان هستن، شکل، بهتون کمک می‌کنه بهتر درک کنید. تا این‌جا کلش مقدمه بود و از الان، می‌ریم سراغ خود فصل ۶.



۱- جانداران تک‌یاخته‌ای

۲- جانداران پرياخته‌ای

۳- در بدن یک انسان بالغ، حدود ۱۰۰ میلیارد یاخته وجود دارد.

۴- Nucleotide

۵- Double Helix

@ivahidzarei

آموزش رایگان وحید زارعی

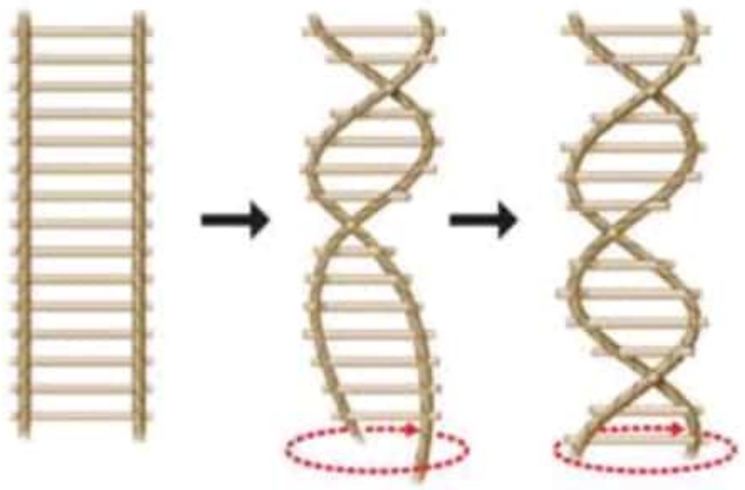
درسنامهٔ ۲ از DNA تا کروموزوم

تذکر مطالبی که در کل این فصل گفته می‌شود، در ارتباط با یاخته‌های یوکاریوتی[1] است.

مراحل سازمان‌یابی کروموزوم

درون هسته، DNA و پروتئین‌های همراه آن، فشرده می‌شوند و بر اساس میزان فشردگی، ساختارهای متفاوتی قابل مشاهده هستند. مراحل سازمان‌یابی کروموزوم عبارتند از:

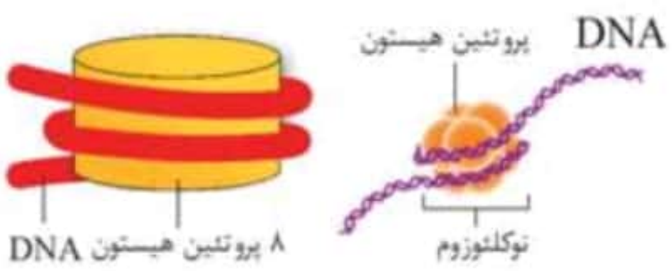
۱- تشکیل مارپیچ دورشته‌ای: اولین مرحلهٔ سازمان‌یابی کروموزوم زمانی است که دو رشتهٔ DNA، مارپیچ دورشته‌ای را تشکیل می‌دهند.



نمایش تشکیل مارپیچ دو رشته‌ای در یک مدل فرضی

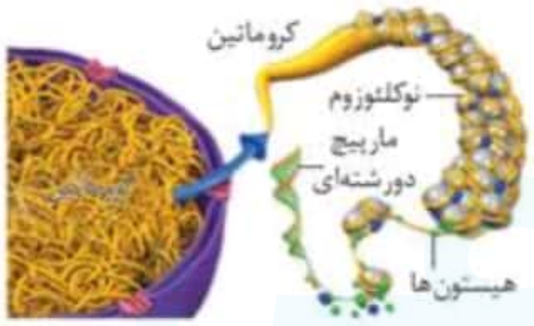
نکته دقت داشته باشید که در ساختار DNA، پروتئین وجود ندارد. در واقع، در این مرحله ما کروموزوم نداریم؛ زیرا، **کروموزوم مجموع DNA و پروتئین است.**

۲- نوکلئوزوم: هیستون‌ها، **نوعی پروتئین** هستند که مولکول DNA دور آن‌ها می‌پیچد و نوکلئوزوم را تشکیل می‌دهد. در نوکلئوزوم، **۸ مولکول پروتئینی هیستون** وجود دارد و DNA **حدود ۲ دور** اطراف این مولکول‌های پروتئینی می‌پیچد. هر نوکلئوزوم، ساختاری نوکلئوپروتئینی[2] است.



نکته نوکلئوزوم‌های متوالی، توسط رشتهٔ DNA به هم متصل می‌شوند.

۳- کروماتین: زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، درون هسته کروماتین مشاهده می‌شود. هر رشتهٔ کروماتین، از **واحدهای تکراری نوکلئوزوم** تشکیل شده است. وقتی که نوکلئوزوم‌ها دور یک‌دیگر پیچ و تاب می‌خورند و فشردگی بیشتری را ایجاد می‌کنند، کروماتین ساخته می‌شود.

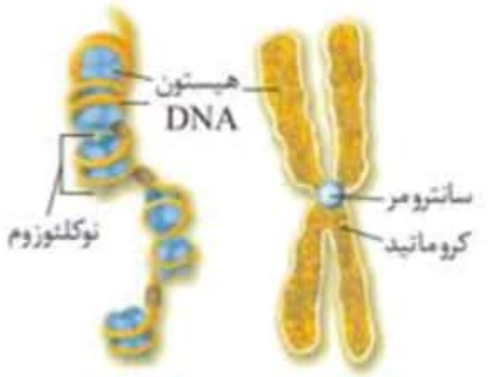


نکته فقط زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، رشته‌های کروماتینی در هسته مشاهده می‌شوند. مراحل بعدی فشردگی، مربوط به زمانی است که یاخته می‌خواهد تقسیم شود.

نکته قبل از این که یاخته شروع به تقسیم کند، ابتدا DNA همانندسازی می‌کند. پس از همانندسازی DNA، کروماتین‌ها به صورت مضاعف‌شده هستند؛ یعنی دارای دو مولکول DNA می‌باشند. در مراحل بعدی فشردگی نیز ساختارهای مضاعف‌شده مشاهده می‌شوند.

۴- پیچ و تاب خوردن کروماتین: کروماتین بیشتر پیچ و تاب می‌خورد و ساختاری فشرده‌تر را ایجاد می‌کند.

۵- کروموزوم مضاعف‌شده: در هنگام حداکثر فشردگی، کروموزوم‌های مضاعف‌شده مشاهده می‌شوند.

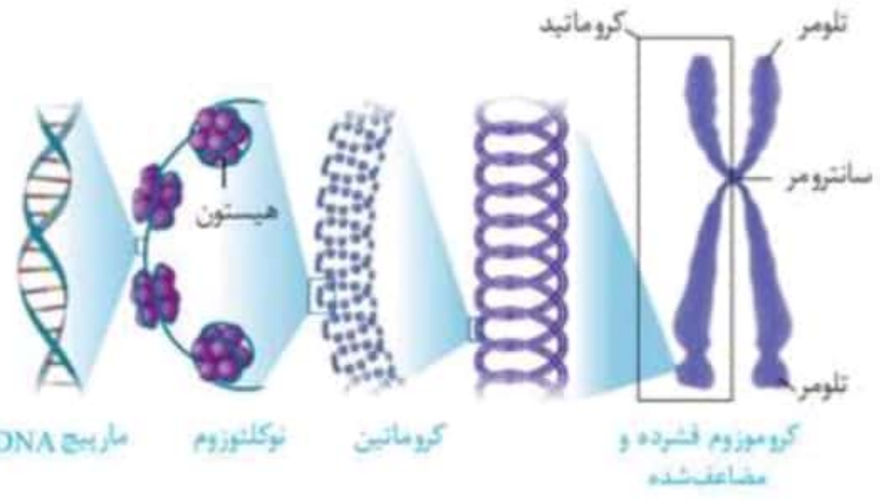


کروموزوم مضاعف: هنگام تقسیم یاخته

کروماتین: قبل از تقسیم یاخته LM ۳۰ μm

نکته مراحل ۴ و ۵ فقط در یاختهٔ در حال تقسیم مشاهده می‌شوند. *اگه هنوزم متوجه تفاوت کروماتین و کروموزوم نشدید، عیبی نداره! شکل‌های مقابل رو نگاه کنین تا متوجه بشید کامل.*

شکل مقابل هم خلاصهٔ چیزی هست که تا الان گفتیم. یه نگاهی بهش بندازین تا ببریم سراغ ساختار کروموزوم.



کتاب درسی زیر ذره‌بین

در زیرنویس شکل ۱ نوشته شده است: «مراحل فشرده‌شدن کروموزوم». بهتر بود نوشته می‌شد «مراحل سازمان‌یابی کروموزوم»؛ زیرا، در این مراحل، کروموزوم‌ها فشرده نمی‌شوند.

۱- باکتری‌ها، یاخته‌های پروکاریوت دارند و در آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران، یاخته‌های یوکاریوت مشاهده می‌شود.

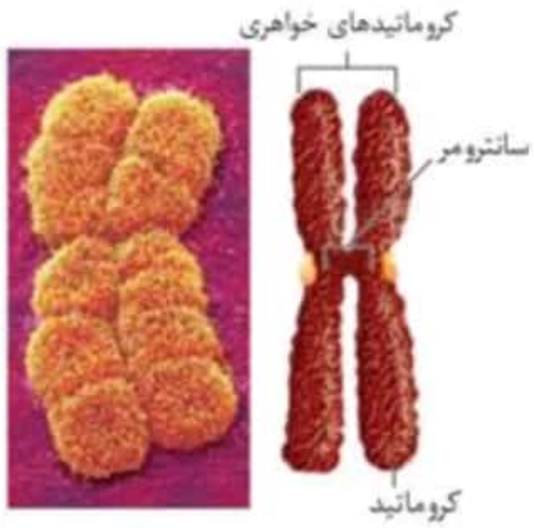
۲- نوکلئوپروتئین: ترکیب DNA و پروتئین (هیستون).

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «مراحل فشرده‌شدن کروموزوم»

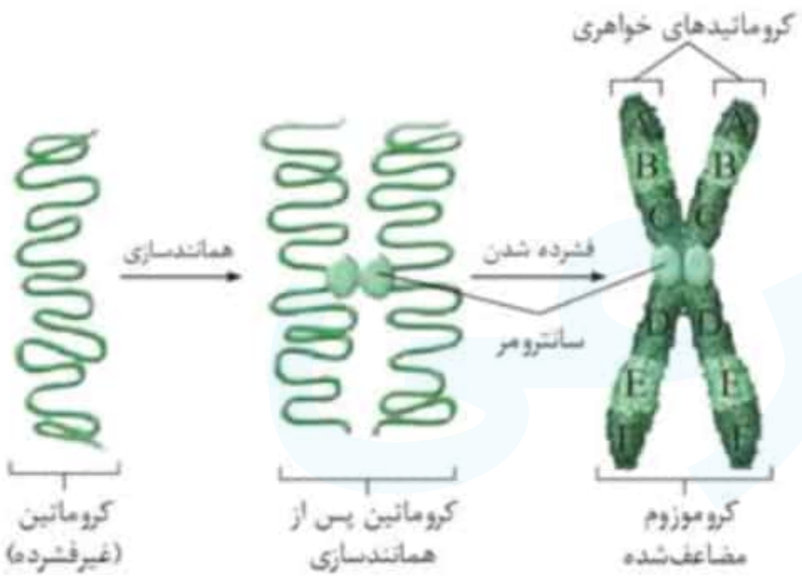
- ✓ برای تشکیل کروموزوم مضاعف و فشرده، پنج مرحلهٔ فشرده‌سازی طی می‌شود.
- ✓ اولین مرحلهٔ فشردگی کروموزوم، مربوط به تشکیل مارپیچ دورشته‌ای توسط مولکول DNA است.
- ✓ مارپیچ دورشته‌ای و نوکلئوزوم، در تمام مراحل زندگی یاخته مشاهده می‌شوند. اما فشرده‌سازی بیشتر مادهٔ وراثتی، در پروفاز میتوز آغاز می‌شود و فقط در طول تقسیم مشاهده می‌شود.

ساختار کروموزوم مضاعف‌شده



کروماتید: گفتیم که قبل از تشکیل کروموزوم، همانندسازی DNA انجام می‌شود و رشته‌های کروماتینی دو برابر می‌شوند. بنابراین، **هر کروموزوم مضاعف‌شده دارای دو رشتهٔ کروماتینی فشرده‌شده است.** به این کروماتین‌های فشرده‌شده، **کروماتید** گفته می‌شود. بنابراین، هر کروموزوم مضاعف‌شده از دو کروماتید تشکیل شده است.

کروماتید خواهری: طی همانندسازی DNA، دو مولکولی که حاصل می‌شوند، **کاملاً یکسان** هستند. بنابراین، کروماتیدهای هر کروموزوم نیز کاملاً مشابه هستند و **محتوای ژنی یکسان دارند**[1]. به همین دلیل، به آن‌ها **کروماتیدهای خواهری** می‌گویند. *به شکل نگاه کنید. همونطور که می‌بینین، محتوای ژنی هر دو تا کروماتید خواهری کاملاً یکسان هست.*



سانترومر: *تا این‌جا فهمیدیم که هر کروموزوم مضاعف‌شده، دو تا کروماتید خواهری داره. حالا سؤال: این کروماتیدهای خواهری چه‌جوری به هم وصل هستند؟* به محل اتصال دو کروماتید خواهری با یک‌دیگر، **سانترومر** گفته می‌شود. در محل سانترومر، کروماتیدهای خواهری توسط پروتئین اتصالی به هم متصل هستند.

سؤال آیا کروموزوم‌ها، همیشه مضاعف و دو کروماتیدی هستند؟ جواب خیر است! بعداً در ادامهٔ فصل خواهیم گفت که در مرحلهٔ آنافاز از تقسیم میتوز یا آنافاز میوز II، کروماتیدهای خواهری از هم جدا می‌شوند؛ در نتیجه، **تا قبل از کاهش فشردگی، کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی مشاهده می‌شوند.**

شکل «ساختار یک کروموزوم دوکروماتیدی»

- ✓ کروموزوم دوکروماتیدی، از دو کروماتید تشکیل شده است که در محل سانترومر به یکدیگر متصل هستند.
- ✓ هر کروموزوم دوکروماتیدی، در واقع همان رشته‌های کروماتینی می‌باشد که فشرده شده‌اند.

ساختار	تعریف
DNA	مولکولی دورشته‌ای که در ساختار مادهٔ وراثتی وجود دارد.
هیستون	نوعی پروتئین در ساختار کروماتین و کروموزوم که DNA دور آن می‌پیچد تا نوکلئوزوم تشکیل شود.
نوکلئوزوم	مجموعه‌ای شامل ۸ پروتئین هیستون و بخشی از مولکول DNA که در آن، DNA حدود ۲ دور اطراف پروتئین‌های هیستون می‌پیچد.
کروماتین	مجموعه‌ای از واحدهای تکراری نوکلئوزوم که در طول اینترفاز در هسته مشاهده می‌شود.
کروموزوم	کروماتین فشرده‌شده که در مرحلهٔ تقسیم یاخته مشاهده می‌شود و می‌تواند مضاعف‌شده (دوکروماتیدی) باشد.
کروماتید	هر یک از مولکول‌های DNA در یک مولکول کروموزوم مضاعف‌شده که در محل سانترومر به کروماتید خواهری متصل می‌شوند.
سانترومر	محلی که در آن، دو کروماتید خواهری یک کروموزوم توسط پروتئین اتصالی به یکدیگر متصل می‌شوند.

۱- اگر همانندسازی خطا داشته باشد و جهش رخ دهد، ممکن است که محتوای ژنی دو کروماتید کاملاً یکسان نباشد اما در شرایط طبیعی، محتوای ژنی دو کروماتید خواهری یکسان خواهد بود. البته، در یک حالت در شرایط طبیعی هم ممکن است محتوای ژنتیکی دو کروماتید خواهری کاملاً یکسان نباشد که ناشی از کراسینگ‌اور است. در ارتباط با کراسینگ‌اور در سال آینده [illegible]

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۳ تعداد کروموزوم‌ها و پلوئیدی

اینجارو کتاب درسی خیلی خلاصه و مختصر گفته و رد شده رفته. برای همین هم هنگام خوندن کتاب درسی، شاید خوب متوجه نشین. ولی از اونجایی که این مبحث مهمه و کلی تا روز کنکور باهاش سر و کار دارین، ما هم تصمیم گرفتیم که خیلی کامل و مفصل راجع بهش توضیح بدیم. برو که بریم!

یاخته‌های پیکری و جنسی

همهٔ جانداران، از یک یا تعدادی یاختهٔ پیکری (سوماتیک[1]) تشکیل شده‌اند. در جاندارانی که تولیدمثل جنسی انجام می‌دهند، علاوه‌بر یاخته‌های پیکری، یاخته‌های جنسی نیز تولید می‌شوند. در واقع، یاخته‌های پیکری همان یاخته‌های غیرجنسی جاندار هستند. مثلاً، یاخته‌های عصبی، یاخته‌های خونی قرمز، یاخته‌های پوششی روده و یاخته‌های ماهیچه‌ای، مثال‌هایی از یاخته‌های پیکری در انسان هستند. اما اسپرم و تخمک، یاخته‌های جنسی انسان هستند که در فرایند تولیدمثل نقش دارند.

تعداد کروموزوم‌ها در گونه‌های مختلف

در هر گونه از جانداران، تعداد مشخصی کروموزوم در یاخته‌های پیکری مشاهده می‌شود. مثلاً در انسان، یاخته‌های پیکری ۴۶ کروموزوم دارند. تعداد کروموزوم‌های جانداران مختلف (به‌جز باکتری‌ها[2])، از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ متغیر است.

نکته تعداد کروموزوم‌های یاخته‌های پیکری بعضی جانداران ممکن است شبیه هم باشد؛ مثلاً، یاخته‌های پیکری انسان و درخت زیتون، ۴۶ کروموزوم دارند[3]. ولی حتی در این حالت هم تعداد ژن‌ها متفاوت است.

آن‌چه گذشت [فصل‌های ۲ و ۴ دهم] تعداد کروموزوم‌ها در یاخته‌های پیکری انسان، ممکن است بیشتر یا کم‌تر از ۴۶ عدد باشد. مثلاً، یاخته‌های خونی قرمز هسته ندارند و در نتیجه، فاقد کروموزوم هستند. در یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی، چند هسته و در یاختهٔ ماهیچهٔ قلبی دو هسته وجود دارد. بنابراین، تعداد کروموزوم‌ها بیشتر از ۴۶ عدد و برابر با حاصل‌ضرب تعداد هسته‌ها در ۴۶ است.

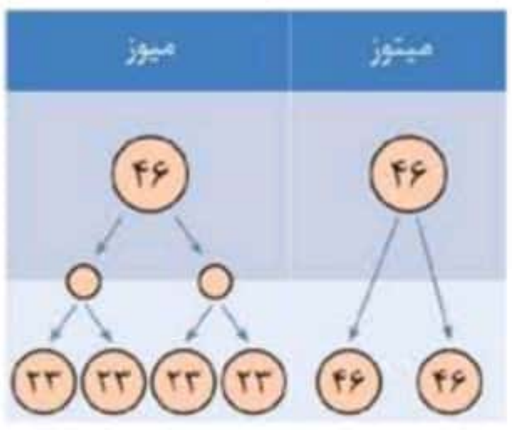
آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۶ دهم] در گیاهان، یاخته‌های بدون هسته مشاهده می‌شوند. مثلاً یاخته‌های غیرزندهٔ گیاه و یاخته‌های آوند آبکشی، هسته ندارند و فاقد کروموزوم هستند.

پلوئیدی و کاریوتیپ

در آینده، وقتی بهتون می‌گن فلان یافته هاپلوئید یا دیپلوئید است، خیلی براتون بدیهی و آسون خواهد بود اما با این وجود، هستن کسایی که هنوز هم نمی‌دونن واقعاً مفهوم پلوئیدی چیه. برای این که خوب این قسمت رو درک کنین، لازمه که یه سری مقدمات راجع به تقسیم یاخته‌ای و تولیدمثل بدونین. بنابراین، اول یه خلاصه‌ای راجع به این مطالب می‌گیم و بعدش می‌ریم سراغ خود پلوئیدی. این مبحث مهم هست و از این به بعد، زیاد اسمشو می‌بینین.

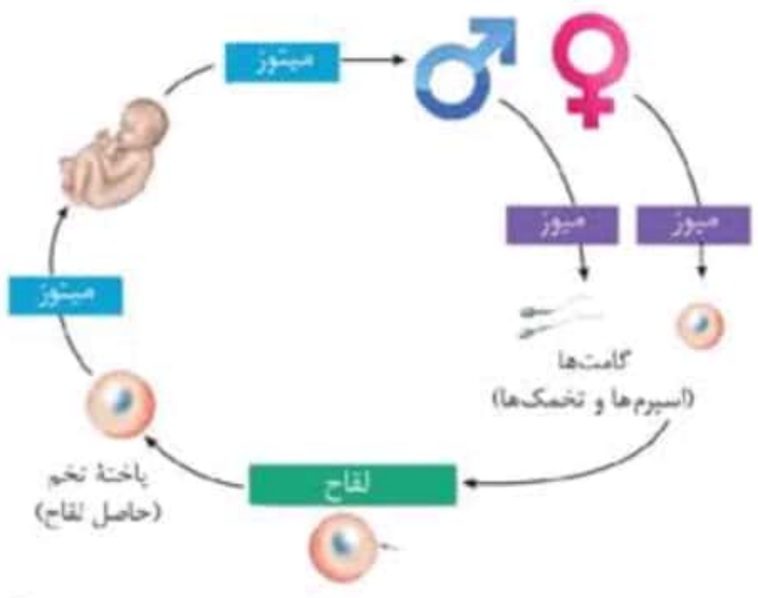
❑ تقسیم میتوز و میوز

تقسیم میتوز و میوز، نوعی **تقسیم هستهٔ یاخته** می‌باشند. در تقسیم میتوز، دو یاخته‌ای که حاصل می‌شوند از نظر ژنتیکی و تعداد کروموزوم‌ها، **کاملاً مشابه یاختهٔ اولیه** هستند اما در تقسیم میوز، تعداد کروموزوم‌ها در یاخته‌های حاصل از تقسیم، **نصف تعداد کروموزوم‌های یاختهٔ اولیه** است. بنابراین، میوز نوعی تقسیم هستهٔ یاخته همراه با کاهش تعداد کروموزوم‌ها است و هدف از انجام آن، تولید یاخته‌های جنسی است. *الان باید براتون این سؤال پیش اومده باشه که چرا تعداد کروموزوم‌های یاخته‌های جنسی، باید کم‌تر از تعداد کروموزوم‌های یاخته‌های پیکری باشه؟ جواب این سؤال مربوط میشه به لقاح و تولیدمثل.*



❑ لقاح و تولیدمثل

برای این‌که این‌جا رو بهتر متوجه بشین، تولیدمثل جنسی در انسان رو مثال می‌زنیم. در بدن زن و مرد، تقسیم میوز انجام می‌شود و یاخته‌های جنسی، که به آن‌ها گامت گفته می‌شود، تولید می‌شوند. مرد اسپرم تولید می‌کند و در بدن زن، تخمک ساخته می‌شود. همانطور که گفتیم، در تقسیم میوز، تعداد کروموزوم‌ها نصف می‌شود و بنابراین، اسپرم و تخمک انسان، دارای ۲۳ کروموزوم هستند. طی فرایندی به‌نام لقاح، اسپرم و تخمک با یک‌دیگر ادغام می‌شوند و یاختهٔ تخم حاصل می‌شود. بنابراین، در تخم هم کروموزوم‌های اسپرم وجود دارند و هم کروموزوم‌های تخمک؛ یعنی یاختهٔ تخم ۴۶ کروموزومی است. این یاختهٔ تخم به‌طور متوالی تقسیم میتوز را انجام می‌دهد تا در نهایت، اندام‌های مختلف بدن ساخته شوند. همان‌طور که گفتیم، یاخته‌های حاصل از تقسیم میتوز، از نظر ژنتیکی یکسان و مشابه یاختهٔ اولیه هستند.



۱- Somatic

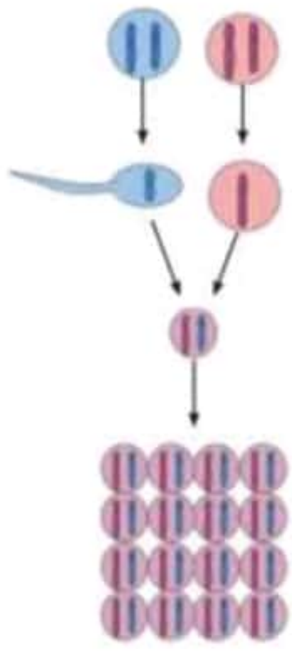
۲- در باکتری‌ها، ممکن است فقط یک کروموزوم وجود داشته باشد.

۳- علاوه بر هسته، در میتوکندری (راکیزه) و کلروپلاست (سبزدیسه) هم کروموزوم وجود دارد. بنابراین، تعداد کروموزوم در یاخته‌های پیکری انسان و درخت زیتون، بیشتر از ۴۶ است ولی در [illegible] هسته در نظر گرفته می‌شوند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

حالا چرا تعداد کروموزوم‌های یاخته‌های جنسی باید نصف تعداد کروموزوم‌های یاخته‌های پیکری باشه؟ چون گفتیم که یاخته‌های پیکری بدن انسان، در اثر تقسیم میتوز یاختهٔ تخم به‌وجود می‌آیند و در نتیجه، تعداد کروموزوم‌های یاخته‌های پیکری با تعداد کروموزوم‌های یاختهٔ تخم برابر است. یاختهٔ تخم هم حاصل لقاح اسپرم و تخمک است و در نتیجه، تعداد کروموزوم‌های یاختهٔ تخم دو برابر تعداد کروموزوم‌های هر کدام از گامت‌هاست. حال اگر مثلاً اسپرم و تخمک هم در اثر تقسیم میتوز به‌وجود بیایند و ۴۶ کروموزومی باشند، در نتیجهٔ لقاح آن‌ها، یاختهٔ تخم ۹۲ کروموزومی ایجاد می‌شود و یاخته‌های پیکری حاصل از تقسیم یاختهٔ تخم هم ۹۲ کروموزومی خواهند بود. در نسل بعد هم اگر باز اسپرم و تخمک با میتوز به‌وجود بیایند، ۹۲ کروموزومی خواهند شد و یاختهٔ تخم حاصل از لقاح آن‌ها، ۱۸۴ کروموزومی می‌شود. در واقع، در این حالت در هر نسل، تعداد کروموزوم‌های یاخته‌های پیکری دو برابر نسل قبلی می‌شود. *دیگه خودتون حساب کنین که چقدر بد هست. خُب تا این‌جا یه مقدمه بود تا بفهمین که این ۴۶ تا کروموزومی که داخل هستهٔ یاخته‌های بدن انسان هست، از کجا اومدن. حالا بریم سراغ بحث پلوئیدی.*

☐ عدد پلوئیدی چیست؟

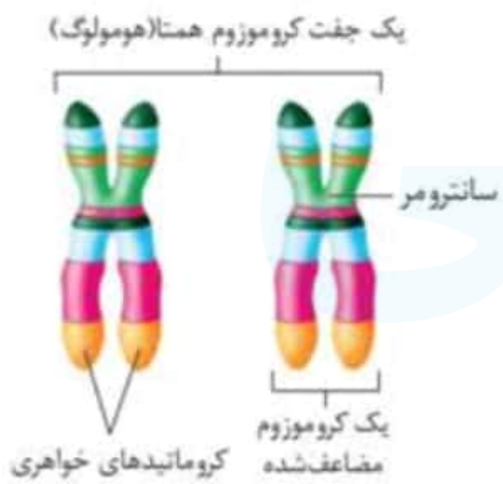


وقتی که کروموزوم‌های یک یاختهٔ انسانی را بررسی می‌کنیم، متوجه می‌شویم که کروموزوم‌ها دو به دو متناظر و شبیه به یک‌دیگر هستند. برای مثال، اگر هر نوع کروموزوم **(از نظر اندازه، شکل، محتوای ژنی و محل قرارگیری سانترومر)** را با یک شماره مشخص کنیم، ۲۳ جفت کروموزوم خواهیم داشت: دو کروموزوم ۱، دو کروموزوم ۲، دو کروموزوم ۳ و به همین صورت تا دو کروموزوم ۲۳. به چنین یاخته‌ای که از هر نوع کروموزوم، دو عدد در اختیار دارد، یاختهٔ **دیپلوئید** گفته می‌شود.

قبل از این‌که بیشتر راجع به پلوئیدی صحبت کنیم، ببینیم که چرا دو سری کروموزوم در یاخته‌های انسان هست.

گفتیم که هنگام لقاح، کروموزوم‌های اسپرم و تخمک در کنار یک‌دیگر قرار می‌گیرند و مجموعاً، کروموزوم‌های یاختهٔ تخم را تشکیل می‌دهند. در واقع، از ۴۶ کروموزوم موجود در یاختهٔ تخم، ۲۳ کروموزوم آن از یاختهٔ اسپرم آمده است و ۲۳ کروموزوم دیگر، از تخمک. پس در یاختهٔ تخم، دو سری ۲۳تایی کروموزوم وجود دارد که منشأ یکی اسپرم است و دیگری تخمک. **در هر سری ۲۳تایی، ۲۳ نوع کروموزوم مختلف وجود دارند. اما کروموزوم‌های دو سری، دو به دو یکسان هستند.**

بنابراین، می‌توانیم بگوییم که در یاختهٔ تخم، ۲ سری ۲۳تایی کروموزوم وجود دارد که در هر سری، ۲۳ نوع کروموزوم مختلف وجود دارد. **در کل یاخته، ۲۳ نوع کروموزوم وجود دارد و از هر نوع کروموزوم، ۲ عدد وجود دارد:** یکی مربوط به سری پدری که از اسپرم آمده است و دیگری مربوط به سری مادری که از تخمک آمده است. **به کروموزوم‌هایی که مشابه یک‌دیگر هستند، کروموزوم‌های همتا (هومولوگ) گفته می‌شود.** *بریم سراغ چند تا اصطلاح.*



مجموعهٔ کروموزومی: به هر سری کروموزومی، یک مجموعهٔ کروموزومی گفته می‌شود. **کروموزوم‌هایی که در هر مجموعهٔ کروموزومی وجود دارند، غیرهمتا (غیرهومولوگ) هستند:** یعنی محتوا، شکل و ساختار یکسانی ندارند. در یاختهٔ تخم انسان، دو مجموعهٔ کروموزومی وجود دارد که یکی از اسپرم آمده است و دیگری از تخمک (در شکل قبلی، مجموعهٔ کروموزومی پدری با رنگ آبی و مجموعهٔ کروموزومی مادری با رنگ قرمز نشان داده شده است). اما در یاخته‌های اسپرم و تخمک، فقط یک مجموعهٔ کروموزومی وجود دارد.

عدد هاپلوئیدی: هر یاخته، دارای یک عدد هاپلوئیدی است. **عدد هاپلوئیدی، بیان‌کنندهٔ تعداد کروموزوم‌ها در هر مجموعهٔ کروموزومی است** و با n نشان داده می‌شود. در بیانی دیگر، عدد هاپلوئیدی تعداد انواع کروموزوم‌های هسته را نشان می‌دهد. مثلاً، عدد هاپلوئیدی یاختهٔ تخم انسان، $n = ۲۳$ است و نشان می‌دهد که در هر مجموعهٔ کروموزومی یاختهٔ تخم، ۲۳ کروموزوم وجود دارد. عدد هاپلوئیدی اسپرم و تخمک نیز $n = ۲۳$ است.

عدد کروموزومی: عدد کروموزومی، نشان‌دهندهٔ **تعداد مجموعه‌های کروموزومی** و **تعداد کل کروموزوم‌های هستهٔ یاخته** است. به‌طور کلی، عدد کروموزومی را به صورت زیر نشان می‌دهند:

$$\underbrace{X}_{\text{تعداد مجموعه‌های کروموزومی هسته}} \times \underbrace{n}_{\text{تعداد هاپلوئیدی}} = \underbrace{Y}_{\text{تعداد کل کروموزوم‌های هسته}}$$

نکته تعداد مجموعه‌های کروموزومی مشخص می‌کند که از هر نوع کروموزوم، چند عدد در یاخته وجود دارد.

نکته اگر تعداد مجموعه‌های کروموزومی (X) برابر با یک باشد، نیازی به نوشتن ۱ نیست. **در این حالت، عدد کروموزومی یاخته و عدد هاپلوئیدی برابر است.** در غیر این صورت، عدد کروموزومی معمولاً مضرب صحیحی از عدد هاپلوئیدی است[1].

مثال عدد کروموزومی یاختهٔ تخم انسان، $2n = ۴۶$ و عدد کروموزوم اسپرم انسان، $n = ۲۳$ است.

نکته به‌طور معمول، عدد هاپلوئیدی هر یاخته برابر است با: $n = \frac{Y}{X}$

هاپلوئیدی و دیپلوئیدی: تعداد مجموعه‌های کروموزومی در یاخته‌های مختلف، می‌تواند متفاوت باشد. بر اساس تعداد مجموعه‌های کروموزومی، یاخته‌ها را در گروه‌های مختلفی قرار می‌دهند. یاخته‌هایی که فقط یک مجموعهٔ کروموزومی دارند، **یاختهٔ هاپلوئید** هستند و به یاخته‌های دارای دو مجموعهٔ کروموزومی، **دیپلوئید** گفته می‌شود. مثلاً، اسپرم و تخمک هاپلوئید هستند ولی یاختهٔ تخم، دیپلوئید می‌باشد.

۱- در بعضی از اختلالات کروموزومی، تعداد کروموزوم‌ها مضرب صحیحی از عدد هاپلوئیدی نیست. در مورد این اختلالات، در انتهای فصل صحبت خواهیم کرد. هم‌چنین، در بعضی از جانداران ممکن است عدد کروموزومی مضرب صحیحی از عدد هاپلوئیدی نباشد، ولی دربارهٔ این جانوران در کتاب درسی اشاره‌ای نشده است.

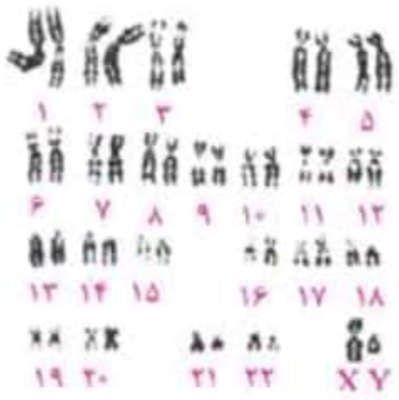
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته ممکن است تعداد مجموعه‌های کروموزومی بیشتر از دو عدد باشد. نام‌گذاری یاخته‌هایی با بیش از دو مجموعهٔ کروموزومی نیز با استفاده از عددهای یونانی است.

مثال یاختهٔ تریپلوئید (۳n)، تتراپلوئید (۴n)، هگزاپلوئید (۶n) و ...

مطمئنم که این قسمت رو فیلی خوب یاد گرفتین اما باز هم می‌خوایم چند تا مثال روش بررسی کنیم تا خیالمون راحت بشه. قبل از این که بریم سراغ مثال‌ها، اول می‌خوایم با کاریوتیپ آشنا بشیم.

❑ کاریوتیپ



در طول تقسیم یاخته، فشردگی کروموزوم‌ها زیاد می‌شود. **وقتی که میزان فشردگی کروموزوم‌ها به بیشترین مقدار خود می‌رسد، می‌توان از کروموزوم‌ها تصویری تهیه کرد.** اگر در این تصویر، کروموزوم‌ها را بر اساس **اندازه، شکل کروموزوم، محتوای ژنی و محل قرارگیری سانترومر** مرتب و شماره‌گذاری کنیم، کاریوتیپ به دست می‌آید.

کاربرد کاریوتیپ: ۱- تعیین تعداد کروموزوم‌ها ۲- تشخیص بعضی ناهنجاری‌های کروموزومی

نکته کروموزوم‌های همتا، از نظر اندازه، شکل، محل قرارگیری سانترومر و هم‌چنین محتوای ژنتیکی، مشابه هستند.

شکل «کاریوتیپ انسان»

✓ کاریوتیپ نشان داده‌شده در شکل، مربوط به یک مرد است. زیرا دارای کروموزوم‌های جنسی (جفت کروموزوم ۲۳) X و Y است. در زنان، هر دو کروموزوم جنسی، X هستند. همان‌طور که در شکل نیز مشخص است، کروموزوم X و Y ویژگی‌های کروموزوم‌های همتا (مثل هم‌اندازه بودن و هم‌شکل بودن) را ندارند. این یک استثنا از یک جفت کروموزوم است که همتا نیستند.

✓ کروموزوم X، از کروموزوم Y بزرگ‌تر است.

✓ کروموزوم‌ها، بر اساس اندازه مرتب شده‌اند اما دو استثنا وجود دارد: ۱- کروموزوم ۱۹ از کروموزوم ۲۰ کوچک‌تر است. ۲- کروموزوم ۲۱، از کروموزوم ۲۲ و ۲۳ کوچک‌تر است. بر این اساس، جفت کروموزوم ۱، بزرگ‌ترین کروموزوم‌های انسان و جفت کروموزوم ۲۱، کوچک‌ترین کروموزوم‌های انسان هستند.

سؤال منظور از محتوای ژنتیکی چیست؟ منظور نوع صفاتی است که روی هر کروموزوم قرار دارد. مثلاً اگر روی کروموزوم ۱ پدری، ژن رنگ چشم قرار داشته باشد، روی کروموزوم ۱ مادری هم این ژن وجود دارد. ولی ممکن است این ژن‌ها، اطلاعات یکسانی نداشته باشند؛ مثلاً کروموزوم ۱ پدری، ژن رنگ آبی چشم را داشته باشد ولی کروموزوم ۱ مادری، ژن رنگ قهوه‌ای چشم.

سؤال منظور از محل قرارگیری سانترومر چیست؟ سانترومر، محل اتصال دو کروماتید خواهری در یک کروموزوم مضاعف‌شده است. سانترومر ممکن است در وسط دو کروماتید خواهری قرار داشته باشد یا به یکی از انتهاهای کروموزوم، نزدیک‌تر باشد. بر همین اساس، انواع مختلف کروموزوم‌ها به‌وجود می‌آیند.

مثال به شکل نگاه کنید. در شکل دو کروموزوم همتا مشاهده می‌شوند. همان‌طور که مشخص است، سانترومرهای این دو کروموزوم، در وسط قرار ندارد و به بالای هر کروموزوم، نزدیک‌تر است. محتوای ژنتیکی دو کروموزوم هم یکسان است. یعنی در هر دو کروموزوم، ژن‌های مربوط به G، R، S و T وجود دارد. اما اطلاعات دو کروموزوم عیناً یکسان نیست. مثلاً، در مورد ژن G، کروموزوم قرمز باعث بروز صفت G و کروموزوم آبی باعث بروز صفت g [1] می‌شود.

در ادامهٔ شاهکارهای کتاب درسی داریم که کتاب درسی، دو معادل هم‌ساخت و همتا رو برای هومولوگ به‌کار برده. جالب‌تر اینه که در جاهای مختلف، هم از همتا استفاده شده و هم از هم‌ساخت.

❑ مثال‌های کاریوتیپ و عدد کروموزومی

مثال ۱ با توجه به شکل مقابل، به سؤالات زیر پاسخ دهید.

سؤال چند نوع کروموزوم مشاهده می‌کنید؟

با توجه به اندازه و محل قرارگیری سانترومرها، ۳ نوع کروموزوم وجود دارد.

سؤال عدد هاپلوئیدی یاخته را بنویسید؟

عدد هاپلوئیدی، تعداد کروموزوم‌ها در هر مجموعهٔ کروموزومی، یا به عبارتی، تعداد انواع کروموزوم‌ها را نشان می‌دهد. پس $n = ۳$.

۱- حالت‌های مختلف یک ژن (الل‌ها) را با حروف لاتین انگلیسی نشان می‌دهند. بزرگ و کوچک بودن حروف، نشان‌دهندهٔ حالات مختلفی است که یک ژن می‌تواند ایجاد کند. مثلاً، در مورد [illegible] معیوب است. فرد تالاسمی مازور (دارای کم‌خونی شدید)، دارای دو ژن t است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

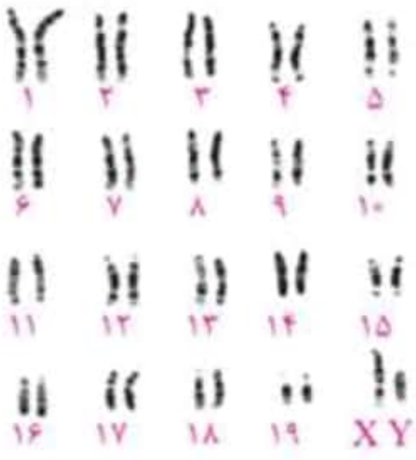
سؤال این یاخته، چند مجموعهٔ کروموزومی دارد و عدد کروموزومی آن چند است؟

راه ۱: برای تعیین تعداد مجموعهٔ کروموزومی، باید نگاه کنیم که از هر نوع کروموزوم، چند عدد وجود دارد. در این یاخته، تعداد مجموعهٔ کروموزومی برابر با ۴ است و بنابراین، عدد کروموزومی $4n = ۱۲$ است.

راه ۲: به طور معمول، عدد کروموزومی برابر با حاصل‌ضرب تعداد مجموعه‌های کروموزومی در عدد هاپلوئیدی است. در سؤال قبل فهمیدیم که $n = ۳$ است و هم‌چنین می‌دانیم که حاصل‌ضرب تعداد مجموعه‌های کروموزومی در $n = ۳$ برابر با تعداد کروموزوم‌ها، یعنی ۱۲ است. پس داریم:

$$X(n = ۳) = Xn = ۱۲ \Rightarrow X = ۴$$

مثال ۲ با توجه به شکل زیر، که کاریوتیپ لنفوسیت موش را نشان می‌دهد. به سؤالات زیر پاسخ دهید.



سؤال چند نوع کروموزوم در لنفوسیت موش وجود دارد؟

در کاریوتیپ، انواع کروموزوم‌های غیرجنسی شماره‌گذاری می‌شوند. بنابراین در این کاریوتیپ، ۱۹ نوع کروموزوم غیرجنسی و یک جفت کروموزوم جنسی وجود دارد. باید دقت داشته باشید که کروموزوم X و Y، همتا نیستند و بنابراین، در این کاریوتیپ، در مجموع ۲۱ نوع کروموزوم وجود دارد.

سؤال چند مجموعهٔ کروموزومی در لنفوسیت موش مشاهده می‌شود؟

برای تعیین تعداد مجموعهٔ کروموزومی، باید نگاه کنیم که از هر نوع کروموزوم، چند عدد وجود دارد. لنفوسیت موش، دیپلوئید است و ۲ مجموعهٔ کروموزومی دارد.

سؤال عدد هاپلوئیدی و عدد کروموزومی لنفوسیت موش را بنویسید.

عدد هاپلوئیدی، بیان‌کنندهٔ تعداد کروموزوم‌ها در هر مجموعهٔ کروموزومی است. عدد هاپلوئیدی لنفوسیت موش $n = ۲۰$ است.

در مثال قبلی گفتیم که عدد هاپلوئیدی برابر با تعداد انواع کروموزوم نیز هست؛ اما به شرطی که کروموزوم‌های جنسی را یک نوع حساب کنیم. بنابراین، در این سؤال اگر بگوییم ۱۹ نوع کروموزوم غیرجنسی و ۱ جفت کروموزوم جنسی داریم، عدد هاپلوئیدی $n = ۲۰$ به دست می‌آید.

عدد کروموزومی لنفوسیت موش، $2n = ۴۰$ است که برابر با حاصل‌ضرب تعداد مجموعهٔ کروموزومی در عدد هاپلوئیدی است.

میکن تا ۳ نشه، بازی نشه! مثال بعدی، سفت‌تره و دقت بیشتری می‌خواد.

مثال ۳ با استفاده از خون انسانی مبتلا به عقب‌ماندگی ذهنی، کاریوتیپ تهیه شده است. با توجه به کاریوتیپ این فرد، به سؤالات زیر پاسخ دهید.

سؤال جنسیت فرد را مشخص کنید.

در کاریوتیپ، آخرین جفت کروموزوم، نشان‌دهندهٔ کروموزوم‌های جنسی است. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، شکل، اندازه و محل قرارگیری سانترومر در کروموزوم‌های جنسی یکسان است. بنابراین، هر دو کروموزوم همتا هستند. گفتیم که در مردان، کروموزوم‌های جنسی به صورت XY هستند ولی زنان، XX می‌باشند. بنابراین، این کاریوتیپ مربوط به یک زن است.

سؤال در این کاریوتیپ، چند نوع کروموزوم وجود دارد؟

در کاریوتیپ، کروموزوم‌ها شماره‌گذاری می‌شوند اما ممکن است در یک سؤال، مثل این مثال، شمارهٔ کروموزوم‌ها حذف شده باشد. در این حالت، شما باید تعداد انواع کروموزوم‌ها را بر اساس شکل، اندازه و محل قرارگیری سانترومرها مشخص کنید. در این کاریوتیپ، ۲۲ نوع کروموزوم غیرجنسی و ۱ نوع کروموزوم جنسی وجود دارد؛ یعنی در مجموع، ۲۳ نوع کروموزوم.

سؤال در این فرد، چند مجموعهٔ کروموزومی وجود دارد؟

تعداد مجموعه‌های کروموزومی نشان می‌دهد که از هر نوع کروموزوم، چند عدد وجود دارد. در این کاریوتیپ، کروموزوم‌ها دو به دو مشابه هستند و بنابراین، ۲ مجموعهٔ کروموزومی وجود دارد.

سؤال عدد کروموزومی فرد را بنویسید.

رسیدیم به جای سفتش! شاید با خودتون بگید که چون کاریوتیپ مربوط به انسان است، عدد کروموزومی $2n = ۴۶$ است و تموم. اگه این کارو کردین، اشتباه بدی مرتکب شدین. یه نگاه دقیق به کاریوتیپ بندازین. چیز غیرطبیعی نمی‌بینین؟ آها! از کروموزوم ۲۱ به‌جای ۲تا، سه تا وجود داره! پس این کاریوتیپ یه مشکلی داره! قبلاً گفتیم که تعداد کروموزوم‌ها، معمولاً مضرب صحیحی از عدد هاپلوئیدی است و ممکن است این‌گونه نباشد. گفتیم عدد کروموزومی به صورت $Xn + Y$ است و در آن، X تعداد مجموعهٔ کروموزومی است و Y، تعداد کروموزوم‌ها را نشان می‌دهد. در این کاریوتیپ، ۲ مجموعهٔ کروموزومی و ۴۷ کروموزوم وجود دارد. بنابراین، عدد کروموزومی $2n = ۴۷$ است. آفر فصل می‌خونیم که این کاریوتیپ طبیعی نیست و افرادی که یه کروموزوم ۲۱ بیشتر دارن، مبتلا به سندروم داون هستن که یکی از علائمش، عقب‌موندگی ذهنیه.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

سؤال عدد هاپلوئیدی فرد را بنویسید.

گفتیم که عدد هاپلوئیدی، تعداد کروموزوم‌ها در هر مجموعهٔ کروموزومی را نشان می‌دهد. بیاین یه کاری کنیم. کروموزوم ۲۱ رو فعلاً می‌ذاریم کنار و دو تا مجموعهٔ کروموزومی رو مشخص کنیم. در هر مجموعه، کروموزوم ۱ تا ۲۰ به همراه کروموزوم ۲۲ و ۲۳ وجود داره. یعنی تا این‌جا هر مجموعه ۲۲ تا کروموزوم دارن. در حالت طبیعی، هر مجموعهٔ کروموزومی یک کروموزوم ۲۱ هم داره. پس فعلاً میشه ۲۳تا. می‌مونه یه کروموزوم دیگه. آخر فصل می‌فوتیم که این کروموزوم اضافه، در یکی از گامت‌های والدین بوده (معمولاً تخمک) و از این طریق، به یاختهٔ تخم رسیده. بنابراین، در یک مجموعهٔ کروموزومی این کاریوتیپ، ۲۳ کروموزوم و در مجموعهٔ کروموزومی دیگه، ۲۴ کروموزوم وجود داره. پس این کاریوتیپ، ۲ عدد هاپلوئیدی دارد: $n=۲۳$ و $n=۲۴$.

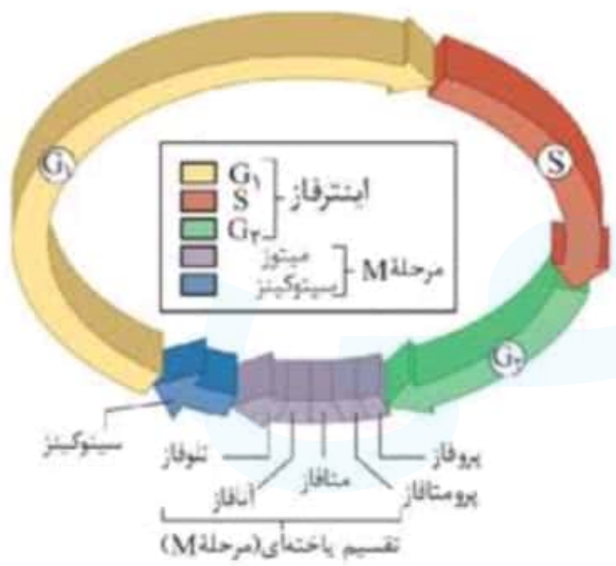
دیگه بسه! من که حسابی خسته شدم شما رو نمی‌دونم. الان ساعت ۴:۴۴ دقیقه یه ۴شنبهٔ ۴امین ماه سال است که این درسنامه تموم میشه و برای همین، مثال ۴ هم می‌فوام بنویسم. شاید ناراحت بشین اگه بگم چیزی که تا این‌جا گفتیم، فقط مقدمه بوده و از درسنامهٔ بعد، تازه می‌فوایم وارد مبحث اصلی بشیم.

مثال ۴ شامپانزهٔ نر (XY)، جانداری دیپلوئید است که ۲۵ نوع کروموزوم دارد. عدد کروموزومی یاختهٔ عصبی، یاختهٔ خونی قرمز بالغ و اسپرم را بنویسید.

جاندار ۲۵ نوع کروموزوم دارد که دو نوع آن‌ها، کروموزوم جنسی X و Y هستند. بنابراین، ۲۳ نوع کروموزوم غیرجنسی و ۱ جفت کروموزوم جنسی وجود دارد و عدد هاپلوئیدی برابر است با $n=۲۴$. یاختهٔ عصبی، یک یاختهٔ دیپلوئیدی است و دو مجموعهٔ کروموزومی دارد. پس عدد کروموزومی آن، $۲n=۴۸$ است. اسپرم نیز یاختهٔ هاپلوئیدی است و بنابراین، عدد کروموزومی و عدد هاپلوئیدی آن یکسان و برابر با $n=۲۴$ است. *یاختهٔ خونی قرمز چی؟ هاپلوئیده یا دیپلوئید؟ خُب یک یاختهٔ پیکری است پس باید کدوم باشه؟ دیپلوئید؟ امیدوارم هواستون باشه که یاختهٔ خونی قرمز بالغ اصلاً هسته نداره و بنابراین، نه دیپلوئیده نه هاپلوئید!*

درسنامهٔ ۴ چرخهٔ یاخته‌ای

تعریف: به مراحلی که یک یاخته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می‌گذارند، چرخهٔ یاخته‌ای می‌گویند. در واقع، چرخهٔ یاخته‌ای شامل مراحل رشد یاخته، آماده‌سازی یاخته برای تقسیم و سپس، تقسیم یاخته‌ای است. **به مجموع مراحل رشد یاخته و آماده‌سازی آن برای تقسیم، اینترفاز می‌گویند.** اینترفاز، **طولانی‌ترین بخش چرخهٔ یاخته‌ای** است که در همهٔ یاخته‌ها مشاهده می‌شود. بعد از اینترفاز، مرحلهٔ تقسیم یاخته‌ای مشاهده می‌شود. در بعضی از یاخته‌ها، تقسیم یاخته‌ای انجام نمی‌شود و یاخته‌ها فقط اینترفاز دارند.



نکته در یاخته‌های مختلف، مدت مراحل چرخهٔ یاخته‌ای، متفاوت است. در یاخته‌هایی که به سرعت تقسیم می‌شوند، مثل یاخته‌های بنیادی مغز استخوان، مدت مراحل چرخهٔ یاخته‌ای کوتاه است. اما در یاخته‌هایی که قدرت تقسیم کمی دارند یا اصلاً تقسیم نمی‌شوند، مدت زمان چرخهٔ یاخته‌ای طولانی است.

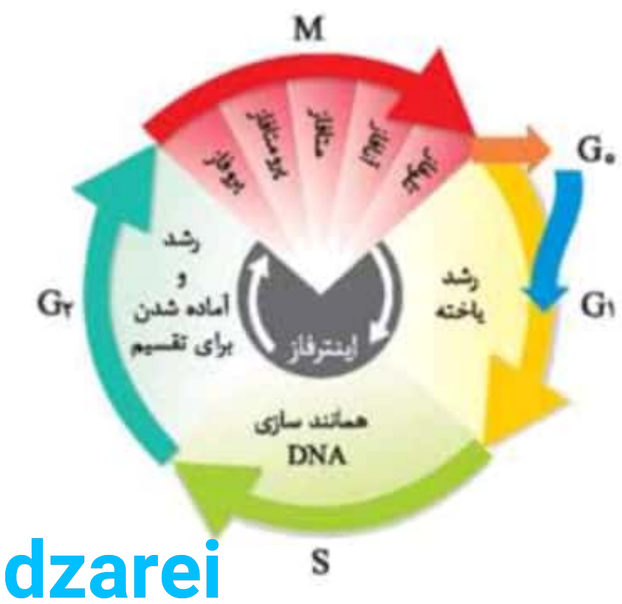
نکته دقت داشته باشید که تغییر در طول چرخهٔ یاخته‌ای، ناشی از تغییر در مدت زمان مراحل اینترفاز است. در واقع، یاخته‌هایی که تقسیم سریع دارند، رشد کمی دارند و به سرعت برای تقسیم بعدی آماده می‌شوند؛ در نتیجه، اینترفاز آن‌ها کوتاه است.

آن‌چه گذشت [فصل‌های ۴ و ۶ دهم] یاخته‌هایی مثل یاخته‌های بنیادی مغز استخوان و یاخته‌های سرلادی در گیاهان، به طور دائمی تقسیم می‌شوند و در نتیجه، اینترفاز کوتاهی دارند.

مراحل چرخهٔ یاخته‌ای

☐ اینترفاز

گفتیم که اینترفاز، طولانی‌ترین مرحلهٔ چرخهٔ یاخته‌ای است. **یاخته‌ها، بیشتر مدت زندگی خود را در این مرحله می‌گذرانند.** در طول این مرحله، یاخته رشد می‌کند و برای تقسیم آماده می‌شود. به‌طور کلی، کارهایی مانند رشد، ساخت مواد مورد نیاز و هم‌چنین اعمال معمول یاخته، در این مرحله انجام می‌شود. اینترفاز، شامل سه مرحلهٔ $G_۱$، S و $G_۲$ است.



مرحلهٔ $G_۱$: این مرحله، شروع زندگی یاخته است. مرحلهٔ $G_۱$، طولانی‌ترین مرحلهٔ اینترفاز است. **در این مرحله، یاخته رشد می‌کند و اعمال معمول یاخته انجام می‌شود.** فقط زمانی یاخته وارد مرحلهٔ بعدی می‌شود که بخواهد برای تقسیم آماده شود؛ بنابراین، یاخته‌ایی که به‌طور موقت یا دائم توانایی تقسیم ندارند، در این مرحله متوقف می‌شوند. در مورد این یاخته‌ها اصطلاحاً گفته می‌شود که **به‌طور موقت یا دائمی، وارد مرحله‌ای به نام $G_۰$ شده‌اند؛ مثل نورون‌ها.**

نکته در ادامهٔ فصل می‌خوانیم که نورون‌ها به ندرت تقسیم می‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه گذشت [فصل‌های ۴ و ۶ دهم] یاخته‌های فاقد هسته، مثل یاخته‌های خونی قرمز بالغ و یاخته‌های آبکشی، هسته ندارند و بنابراین، توانایی تقسیم نیز ندارند.

پس این یاخته‌ها، به‌طور دائمی وارد مرحلهٔ G_0 می‌شوند.

مرحلهٔ S: زمانی که یاخته بخواهد تقسیم شود، ابتدا باید همانندسازی DNA انجام شود و کروماتین دو برابر شود. بنابراین، مرحلهٔ S مربوط به «ساخت» DNA جدید است و در آن، **طی همانندسازی DNA، از یک مولکول DNA، دو مولکول کاملاً شبیه هم ایجاد می‌شود.**

نکته در مرحلهٔ S، مقدار مادهٔ ژنتیکی هسته، دو برابر می‌شود. دقت داشته باشید که در کل مراحل اینترفاز، مادهٔ وراثتی به صورت کروماتین است ولی در انتهای مرحلهٔ S و در مرحلهٔ G_2، به صورت کروماتین مضاعف‌شده است.

نکته منظور از کروماتین مضاعف‌شده، کروماتینی است که در ساختار آن دو مولکول DNA وجود دارد.

نکته در مرحلهٔ S، عدد کروموزومی یاخته تغییر نمی‌کند. دقت داشته باشید که کروماتین و کروموزوم، چه تک‌کروماتیدی باشند و چه دو کروماتیدی، معادل با یک کروموزوم در نظر گرفته می‌شوند.

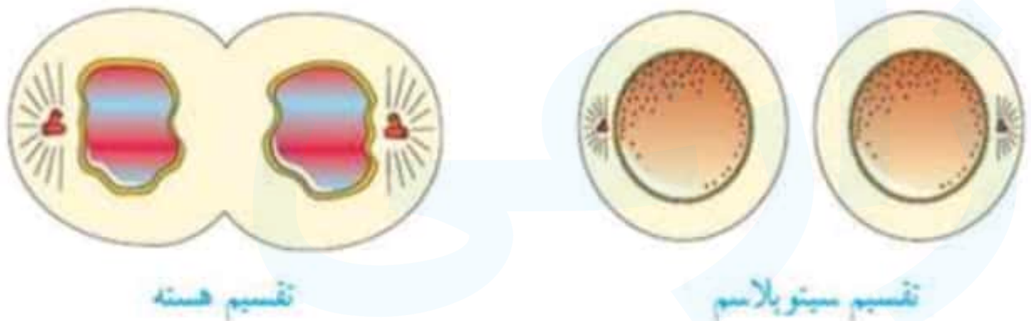
مرحلهٔ G_2: بعد از همانندسازی DNA، اعمال دیگری هم لازم است تا یاخته برای تقسیم آماده شود. این اعمال، در مرحلهٔ G_2 انجام می‌شوند. در این مرحله، **ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته افزایش پیدا می‌کند و در نهایت، یاخته‌ها آمادهٔ تقسیم می‌شوند.**

نکته مرحلهٔ G_1، طولانی‌ترین مرحلهٔ اینترفاز (و هم‌چنین، طولانی‌ترین مرحلهٔ کل چرخهٔ یاخته‌ای) است ولی مرحلهٔ G_2، کوتاه‌ترین مرحلهٔ اینترفاز است. طبق شکل چرخهٔ یاخته‌ای، هر یک از مراحل تقسیم یاخته‌ای، کوتاه‌تر از مرحلهٔ G_2 هستند و بنابراین، جزء کوتاه‌ترین مراحل چرخهٔ یاخته‌ای محسوب می‌شوند.

نکته همانندسازی سانتریول‌ها، در مرحلهٔ G_2 انجام می‌شود. در درسنامهٔ بعدی، با سانتریول‌ها آشنا می‌شویم.

☐ تقسیم یاخته

مرحلهٔ تقسیم یاخته، از دو بخش تقسیم هسته و تقسیم سیتوپلاسم تشکیل شده است.



تقسیم هسته: در این مرحله، هستهٔ یاخته تقسیم می‌شود و هسته‌های جدید تشکیل می‌شود. **تقسیم هسته، به صورت تقسیم میتوز یا میوز است.** در تقسیم میتوز، دو هستهٔ جدید و مشابه با هستهٔ اولیه تشکیل می‌شوند. اما در تقسیم میوز، چهار هسته تشکیل می‌شود که عدد کروموزومی هر کدام، نصف عدد کروموزومی هستهٔ اولیه است.

تقسیم سیتوپلاسم: پس از تقسیم هسته، برای این که یاخته‌های جدید تشکیل شوند، لازم است که سیتوپلاسم نیز تقسیم شود در نتیجهٔ تقسیم سیتوپلاسم، دو یاختهٔ جدید تشکیل می‌شود.

آن‌چه گذشت [کفتار ۱- فصل ۶ دهم] در تقسیم یاختهٔ گیاهی، بعد از تقسیم هسته، لایه‌ای به‌نام تیغهٔ میانی تشکیل می‌شود. این لایه، میان‌یاخته (سیتوپلاسم) را به دو بخش تقسیم می‌کند و در نتیجه، دو یاخته می‌شود.

آن‌چه گذشت [کفتار ۳- فصل ۴ دهم] گرده‌ها، قطعات یاخته‌ای بی‌رنگ و بدون هسته هستند و زمانی تولید می‌شوند که بخش میان‌یاخته‌ای یاخته‌های بزرگی به‌نام مگاکاریوسیت قطعه‌قطعه و وارد جریان خون می‌شوند. دقت داشته باشید که قطعه‌قطعه‌شدن سیتوپلاسم مگاکاریوسیت با تقسیم سیتوپلاسم در مرحلهٔ M چرخهٔ یاخته‌ای، متفاوت است.

یکم جلوتر، در آخر درسنامهٔ تقسیم میتوز، می‌تونین جدول جمع‌بندی کل چرخهٔ سلولی رو ببینین.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

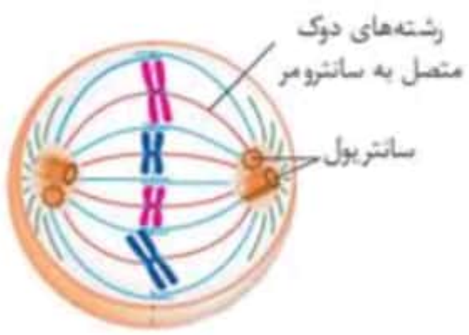
میتوز

درسنامهٔ ۵ دوک تقسیم

گفتیم که در مرحلهٔ S اینترفاز، همانندسازی DNA انجام می‌شود و مادهٔ ژنتیک، دو برابر می‌شود. در هنگام تقسیم هسته، لازم است که این مادهٔ ژنتیک تقسیم شود و به یاخته‌های جدید برسد. برای تقسیم کروموزوم‌ها، باید دوک تقسیم تشکیل شود. چرا؟

دوک تقسیم چیست؟

در حالت طبیعی، کروموزوم‌ها در هسته پراکنده‌اند و بنابراین، تقسیم مساوی آن‌ها بین یاخته‌های دختری (یاخته‌های حاصل از تقسیم) ممکن نیست. به همین دلیل، **کروموزوم‌ها باید ابتدا به‌طور دقیق به خط شوند.** برای این‌که کروموزوم‌ها بتوانند حرکت کنند و به‌طور صحیح تقسیم شوند، ساختارهایی به‌نام **دوک تقسیم** ایجاد می‌شود.



دوک تقسیم، شبکه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی است که به صورت رشته‌های دوک، در هنگام تقسیم هسته پدیدار می‌شود. این ریزلوله‌های پروتئینی، به سانترومر کروموزوم‌ها متصل می‌شوند. در تقسیم میتوز، وقتی که رشته‌های دوک کوتاه می‌شوند، کروماتیدهای خواهری از هم جدا شده و به دو سوی مخالف می‌روند.

کتاب درسی زیر ذره‌بین

در کتاب درسی نوشته شده است که «با کوتاه شدن رشته‌های دوک، کروموزوم‌ها از هم جدا شده و به دو سوی مخالف می‌روند». این جمله در مورد تقسیم میوز I درست است ولی در ارتباط با تقسیم میتوز و میوز II باید گفته شود که کروماتیدهای خواهری از هم جدا می‌شوند.

تشکیل دوک تقسیم

تشکیل دوک تقسیم در **سلول‌های جانوری**، با کمک سانتریول‌ها انجام می‌شود. سانتریول‌ها، **استوانه‌هایی متشکل از لوله‌های ریز پروتئینی** هستند که رشته‌های دوک را تشکیل می‌دهند. در ساختار هر سانتریول، **۹ دستهٔ سه‌تایی از این ریزلوله‌های پروتئینی وجود دارند؛** یعنی در مجموع، هر سانتریول **۲۷ ریزلولهٔ پروتئینی** دارد. همان‌طور که در شکل مشخص است، **همواره دو سانتریول به صورت عمود بر یک‌دیگر در کنار هم قرار می‌گیرند.** وقتی یاخته می‌خواهد تقسیم شود، سانتریول‌ها همانندسازی می‌کنند و یک جفت سانتریول دیگر نیز تشکیل می‌شود. همان‌طور که در شکل دوک تقسیم مشخص است، **در ساختار دوک، در هر قطب یاخته، یک جفت سانتریول وجود دارد** که با همکاری یک‌دیگر، دوک تقسیم را تشکیل می‌دهند.

مقطع عرضی سانتریول

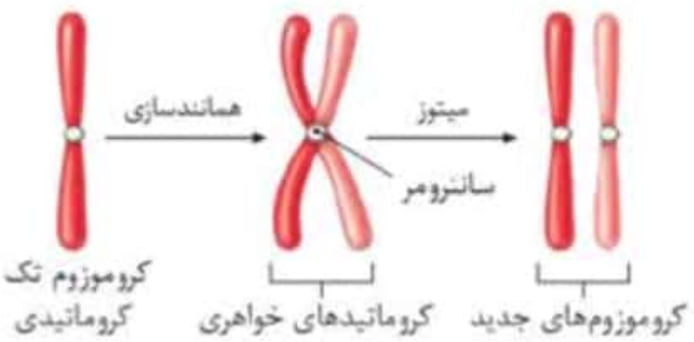
نکته همانندسازی سانتریول‌ها در مرحلهٔ G_2 چرخهٔ یاخته‌ای انجام می‌شود.

نکته در گیاهان نهاندانه، سانتریول وجود ندارد و تشکیل دوک تقسیم، بدون استفاده از سانتریول است.

تا این‌جا با کل سافتارها و مراحل لازم برای تقسیم میتوز آشنا شدیم. دیگه وقتشه که بریم ببینیم فور میتوز چه‌جوری انجام میشه.

درسنامهٔ ۶ تقسیم میتوز

میتوز، نوعی تقسیم هسته است که در آن، دو یاختهٔ یکسان و مشابه با یاختهٔ اولیه تولید می‌شوند. به‌طور کلی می‌توانیم بگوییم که در اینترفاز، همانندسازی DNA انجام می‌شود و در نتیجه، در ابتدای تقسیم میتوز، کروموزوم‌ها مضاعف شده و دو کروماتیدی هستند. در طول تقسیم میتوز، کروماتیدهای خواهری هر کروموزوم از یک‌دیگر جدا می‌شوند و هر کروماتید، به یکی از یاخته‌ها می‌رسد. بنابراین، **در پایان تقسیم میتوز، عدد کروموزومی هر یاخته برابر با یاختهٔ اولیه خواهد بود.**



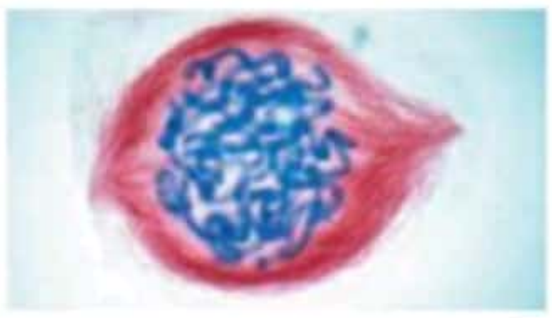
طرح ساده‌ای از همانندسازی DNA و تقسیم میتوز

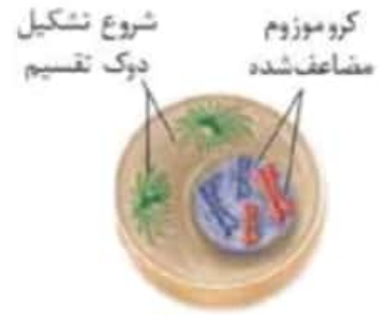
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

همان‌طور که گفتیم، قبل از شروع تقسیم میتوز، همانندسازی سانتریول‌ها در مرحلهٔ G_2 انجام می‌شود. در نتیجه، **در پایان اینترفاز، ۴ سانتریول (دو جفت سانتریول) در مجاورت هستهٔ یاخته مشاهده می‌شود.** این سانتریول‌ها، وظیفهٔ تشکیل دوک تقسیم در یاختهٔ جانوری را برعهده دارند.

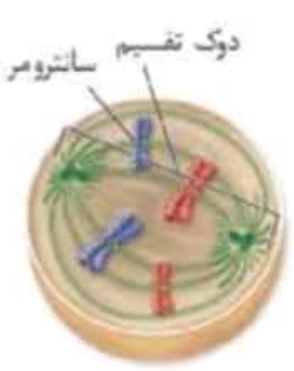
مراحل تقسیم میتوز

میتوز **فرایندی پیوسته** است، ولی زیست‌شناسان برای سادگی، آن را به مرحله‌هایی بخش می‌کنند.

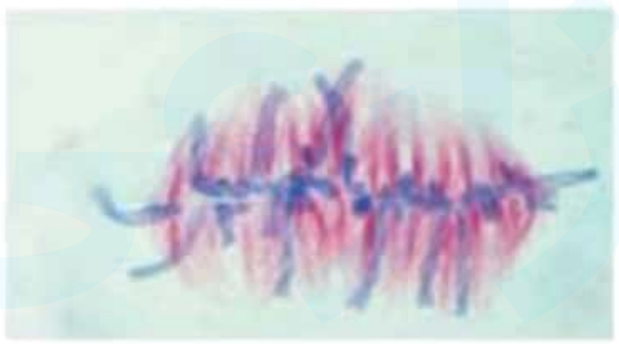


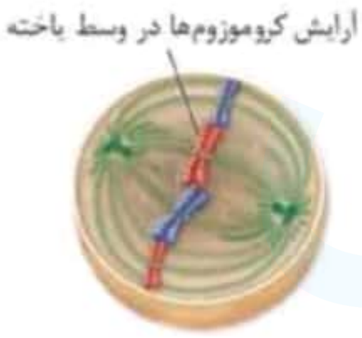


۱- پروفاز[1]: در پروفاز، **کروماتین شروع به فشرده‌شدن می‌کند.** در نتیجه، کروماتین فشرده، ضخیم و کوتاه‌تر می‌شود و **به تدریج، می‌توان در زیر میکروسکوپ نوری کروموزوم مضاعف‌شده را مشاهده کرد.** هم‌زمان با فشرده‌شدن کروموزوم، **سانتریول‌ها نیز به دو طرف یاخته حرکت می‌کنند** و بین آن‌ها **دوک تقسیم میتوز** تشکیل می‌شود.



۲- پرومتافاز: پس از این‌که دوک تقسیم در مرحلهٔ پروفاز تشکیل شد، مرحلهٔ پرومتافاز شروع می‌شود. در این مرحله، **پوشش هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی تجزیه می‌شود**[2] و رشته‌های دوک تقسیم به کروموزوم‌ها می‌رسند. **رشته‌های دوک، در محل سانترومرها به کروموزوم‌ها متصل می‌شوند** و می‌توانند کروموزوم‌ها را در یاخته حرکت دهند.

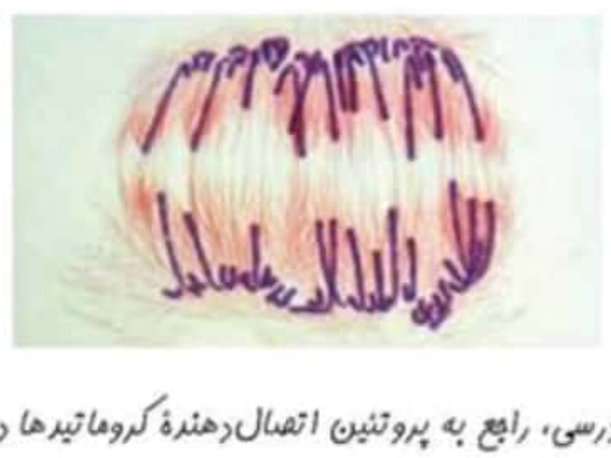


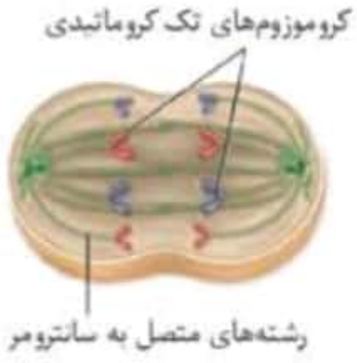


۳- متافاز: در این مرحله، **رشته‌های دوک کروموزوم‌ها را به وسط یاخته می‌آورند** و کروموزوم‌ها در وسط (سطح استوایی) یاخته آرایش می‌یابند. در این مرحله، **بیشترین میزان فشردگی در کروموزوم‌ها** مشاهده می‌شود.

نکته شروع فشرده‌شدن کروموزوم‌ها در مرحلهٔ پروفاز است ولی بیشترین میزان فشردگی کروموزوم‌ها، در مرحلهٔ متافاز مشاهده می‌شود.

نکته برای تهیهٔ کاریوتیپ، از کروموزوم‌هایی که حداکثر فشردگی را دارند، تصویر تهیه می‌کنند. بنابراین، هنگام تهیه کاریوتیپ از یاخته‌هایی استفاده می‌شود که در مرحلهٔ متافاز قرار دارند.





۴- آنافاز: در مرحلهٔ آنافاز، **پروتئین اتصال‌دهندهٔ کروماتیدهای خواهری در محل سانترومر، تجزیه می‌شود.** با کوتاه‌شدن رشته‌های دوک تقسیم، هر یک از کروماتیدها به یک سمت یاخته می‌روند و از هم جدا می‌شوند. **در پایان آنافاز، کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی در دو قطب یاخته قرار دارند.**

این‌جا یکی دیگه از سوتی‌های کتاب درسی رو می‌بینیم. در پیش‌نویس اولیهٔ کتاب درسی، راجع به پروتئین اتصال‌دهندهٔ کروماتیدها در محل سانترومر، توضیح داده شده بود اما در ویرایش نهایی، مؤلفان محترم حتی شکل کروموزوم رو جوری تغییر دادن که این پروتئین‌ها معلوم نباشن. با این حال، وقتی رسیدن به گفتار (۲)، انگار یادشون رفته که اون توضیحات رو حذف کردن و این‌جا دوباره اسم این پروتئین‌ها اومده. اما این پروتئین‌ها چی هستن؟ در محل سانترومر، یه‌سری پروتئین داریم که مثل یه گیره، دو تا کروماتید رو می‌گیرند و نمی‌ذارن اینا از هم جدا بشن. این پروتئین‌ها، در آنافاز تجزیه می‌شن.

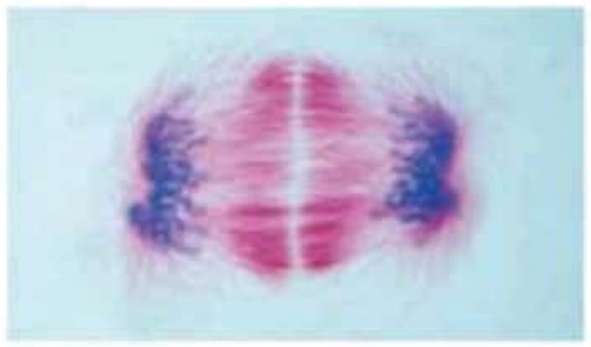
نکته در مرحلهٔ آنافاز، عدد کروموزومی یاخته به‌طور موقت ۲ برابر می‌شود. مثلاً، اگر در متافاز ۴۶ کروموزوم دو کروماتیدی وجود داشته باشند، در پایان آنافاز، ۹۲ کروموزوم تک‌کروماتیدی وجود دارند. بنابراین، عدد کروموزومی یاخته ۲ برابر شده است.

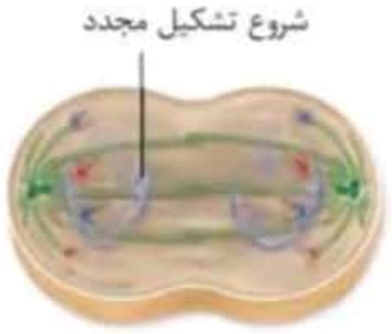
۱- هرچند معادل‌سازی واژه‌های علمی، کاری از اساس غلط است و اصلاً نیازی به بحث راجع به معادل‌ها نیست، اما اوج شاهکار معادل‌سازی کلمات علمی، در این فصل و فصل بعدی دیده می‌شود. *هر چند واژه‌هایی مثل نهنج، رومغزی، زیرمغزی، آسه و ... جیگرمون رو می‌سوزونه اما با دیدن کلمات این فصل، کارد به استخوانمون می‌رسه و می‌فهمیم که باید شکرگزار باشیم که حداقل در اونجا فقط زیست‌شناسی مسخره شده ولی باز هم کلماتی قابل‌فهمند و حداقل با مفهوم (حتی تحت‌اللفظی) داشتیم اما این‌جا دیگه هیچی! به همین دلیل، ما سعی کردیم با استفاده نکردن از اون واژه‌ها، هم به فورمون هم به شما احترام بذاریم.*

۲- در قارچ‌ها، نوع خاصی از میتوز انجام می‌شود که به آن، میتوز هسته‌ای گفته می‌شود. در میتوز هسته‌ای، پوشش هسته در طول تقسیم حفظ و دوک تقسیم، درون هسته تشکیل می‌شود. کروموزوم‌ها در وسط هسته ردیف می‌شوند و در آنافاز، به دو قطب هسته حرکت می‌کنند. در تلوفاز، در پوشش هسته یک فرورفتگی ایجاد می‌شود و هسته به دو قسمت تقسیم می‌شود.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

۵- تلوفاز: در مرحلهٔ تلوفاز، **رشته‌های دوک تخریب می‌شود.** در اطراف کروموزوم‌های موجود در هر قطب یاخته، **پوشش هسته مجدداً تشکیل می‌شود** و دو هستهٔ جدید به‌وجود می‌آید. **فشردگی کروموزوم‌ها نیز کم می‌شود** و با باز شدن کروموزوم‌ها، مجدداً کروماتین مشاهده می‌شود. بنابراین، در پایان تلوفاز، یاخته‌ای با دو هستهٔ مشابه از نظر مادهٔ ژنتیکی که کروماتین‌های غیرمضاعف دارند، مشاهده می‌شود.

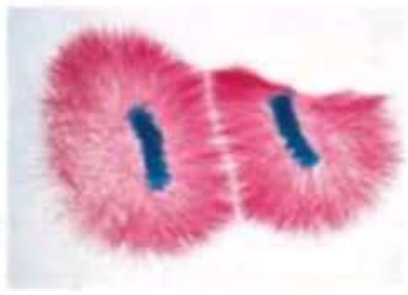


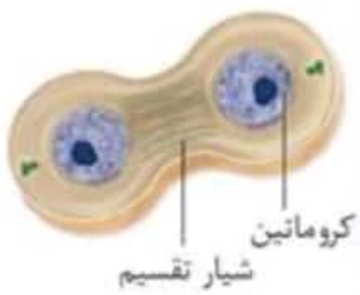


تقسیم سیتوپلاسم

پس از پایان تقسیم میتوز، دو هستهٔ جدید تشکیل می‌شود. برای این‌که دو یاختهٔ جدید نیز تشکیل شود، لازم است که سیتوپلاسم هم تقسیم شود. با تقسیم سیتوپلاسم در درسنامهٔ بعدی آشنا خواهیم شد.

قبل از این‌که بریم سراغ درسنامهٔ بعد، یه مروری روی مراحل میتوز داشته باشیم.





جمع‌بندی

چرخهٔ یاخته‌ای

تقسیم یاخته (مرحلهٔ M)	اینترفاز	G_1	رشد یاخته طولانی‌ترین مرحلهٔ اینترفاز
		S	همانندسازی DNA
		G_2	آماده‌سازی یاخته برای تقسیم؛ ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز (مثل همانندسازی سانتریول‌ها) کوتاه‌ترین مرحلهٔ اینترفاز
	تقسیم هسته (میتوز)	پروفاز	شروع فشرده‌سازی کروموزوم‌ها (کروموزوم‌های فشرده، ضخیم و کوتاه‌تر) تشکیل دوک تقسیم (حرکت جفت سانتریول‌ها به دو قطب یاخته)
		پرومتافاز	تجزیهٔ پوشش هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی اتصال رشته‌های دوک به سانترومر کروموزوم‌ها
		متافاز	آرایش کروموزوم‌ها در وسط (سطح استوایی) یاخته حداکثر فشردگی کروموزوم‌ها
		آنافاز	تجزیهٔ پروتئین اتصالی در ناحیهٔ سانترومر کوتاه‌شدن رشته‌های دوک و کشیده‌شدن کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی به دو قطب یاخته
		تلوفاز	تخریب رشته‌های دوک تشکیل مجدد پوشش هسته شروع باز شدن کروموزوم‌ها و تبدیل‌شدن به کروماتین
	تقسیم سیتوپلاسم		تقسیم سیتوپلاسم و تشکیل دو یاختهٔ جدید

مواردی که در هر نقطهٔ وارسی بررسی می‌شوند.

بررسی سلامت DNA

بررسی فراهم‌بودن دوک تقسیم و سایر عوامل لازم برای تقسیم میتوز

اتصال رشته‌های دوک به سانترومر و قرارگیری کروموزوم‌ها با وسط یاخته

اون قسمت‌هایی از جدول که با خط قرمز تیره نشون داده شدن، نقاط وارسی هستند. با نقاط وارسی بعداً بیشتر آشنا می‌شیم. کنار جدول هم نوشتیم که در هر کدوم از نقاط وارسی، چه چیزایی بررسی می‌شن. بعداً که نقاط وارسی رو هم خوندین، این جدول خیلی بهتون برای جمع‌بندی کمک می‌کنه.

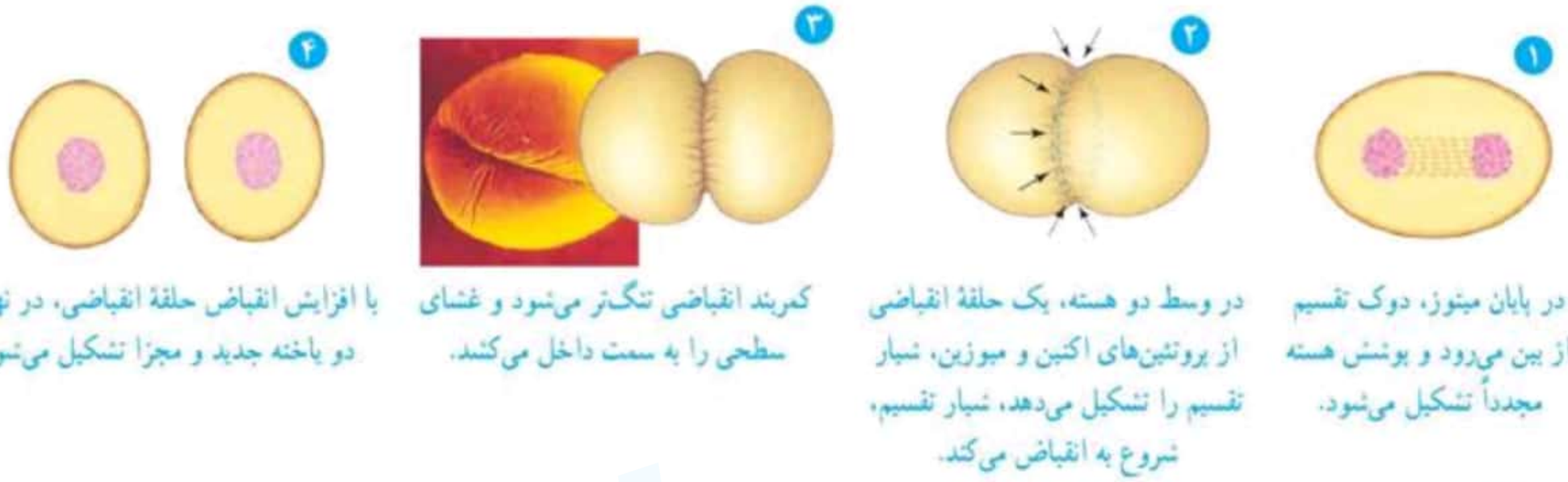
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۷ تقسیم سیتوپلاسم

گفتیم که میتوز به معنای تقسیم هسته است و برای این که دو یاختهٔ جدید تشکیل شود، لازم است که اجزای سیتوپلاسم نیز بین دو یاخته تقسیم شود. بنابراین، در پایان میتوز، اجزای سیتوپلاسم بین دو یاخته تقسیم می‌شوند و با تقسیم سیتوپلاسم، دو یاختهٔ جدید تشکیل می‌شوند. **به دلیل وجود دیوارهٔ یاخته‌ای در گیاهان، فرایند تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های جانوری و گیاهی، متفاوت است.** در ادامه، به بررسی تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های جانوری و گیاهی می‌پردازیم.

تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های جانوری

در یاخته‌های جانوری، یک **حلقهٔ انقباضی از نوع پروتئین‌های انقباضی اکتین و میوزین تشکیل می‌شود.** این حلقه، باعث ایجاد یک **فرورفتگی در وسط یاخته** می‌شود که به آن، **شیار تقسیم** گفته می‌شود. شیار تقسیم مانند **کمربندی دور تا دور یاخته** را احاطه می‌کند. با تنگ شدن این کمربند انقباضی، دو یاخته از هم جدا می‌شوند و تقسیم سیتوپلاسم به پایان می‌رسد.



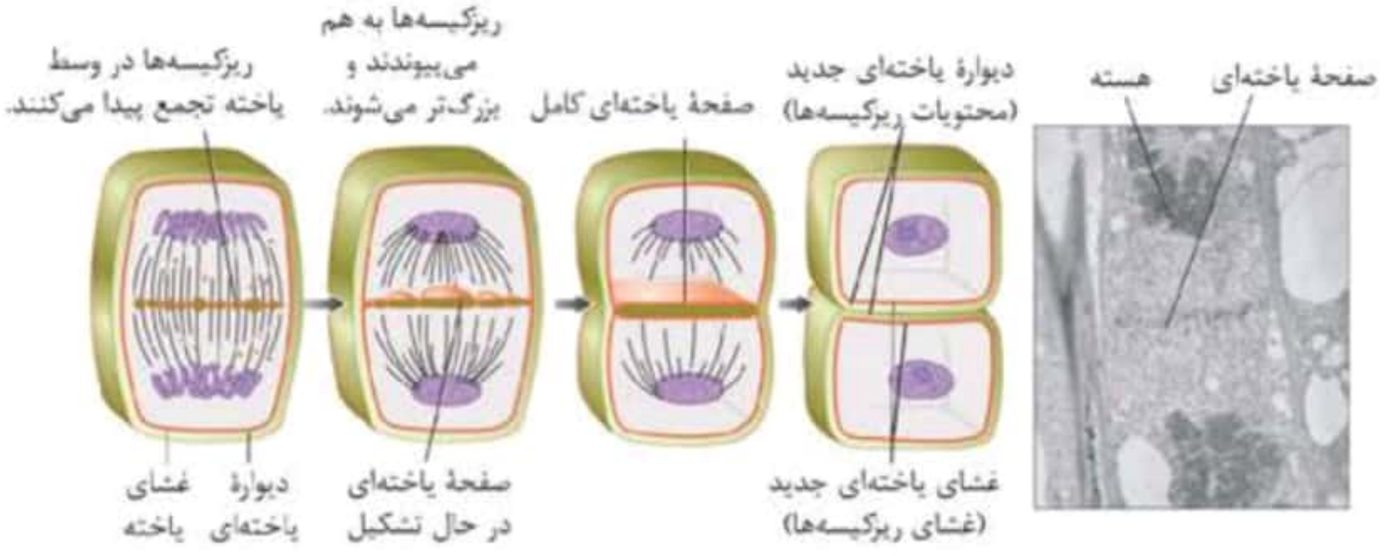
آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ یازدهم] در ساختار سارکومر (واحد انقباضی ماهیچه)، دو نوع رشتهٔ پروتئینی اکتین و میوزین وجود دارد. رشته‌های اکتین نازک هستند و رشته‌های میوزین، ضخیم می‌باشند. فعالیت این رشته‌های پروتئینی، باعث انقباض ماهیچه می‌شود.

تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های گیاهی

توی یاخته‌های گیاهی، تقسیم سیتوپلاسم با کمربند انقباضی ممکن نیست. چرا؟ چون یه دیوارهٔ یاخته‌ای محکم میاد دور تا دور یاخته رو می‌گیره. پس یه راهکار دیگه لازمه!

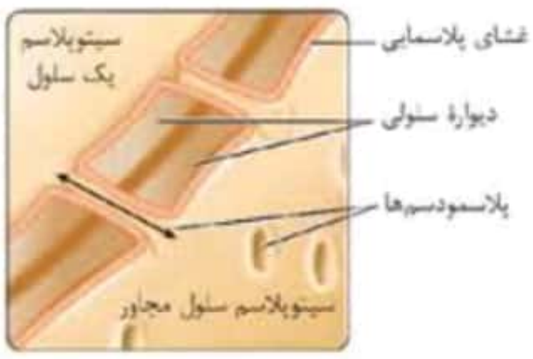
آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] در تقسیم یاختهٔ گیاهی، بعد از تقسیم هسته، لایه‌ای به نام تیغهٔ میانی تشکیل می‌شود. این لایه، میان‌یاخته (سیتوپلاسم) را به دو بخش تقسیم می‌کند و در نتیجه، دو یاخته ایجاد می‌شود. تیغهٔ میانی، از پلی‌ساکاریدی به‌نام پکتین ساخته شده است. پکتین، مانند چسب عمل می‌کند و دو یاخته را در کنار هم نگه می‌دارد.

مکانیسم تقسیم سیتوپلاسم در یاختهٔ گیاهی: برای تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های گیاهی، لازم است که بین دو هستهٔ جدید، **تیغهٔ میانی** تشکیل شود. برای این که تیغهٔ میانی تشکیل شود، باید ترکیبات سازندهٔ تیغهٔ میانی (پکتین) در وسط یاخته قرار بگیرند. **در دستگاه گلژی، پکتین و سایر پیش‌سازهای لازم برای تشکیل تیغهٔ میانی و دیوارهٔ یاخته‌ای، در ریزکیسه‌هایی قرار می‌گیرند.** ریزکیسه‌های دستگاه گلژی، در وسط یاخته به یکدیگر می‌پیوندند و ساختاری را به‌وجود می‌آورند که به آن، **صفحهٔ یاخته‌ای** گفته می‌شود. صفحهٔ یاخته‌ای، صفحه‌ای است که در محل تشکیل دیوارهٔ جدید به‌وجود می‌آید و شامل تیغهٔ میانی است. **با اتصال صفحهٔ یاخته‌ای به دیوارهٔ یاخته‌ای مادری، تیغهٔ میانی به‌طور کامل تشکیل می‌شود** و یاختهٔ جدید از هم جدا می‌شود.



نکته هنگام تشکیل دیواره، ساختارهایی مانند لان و پلاسمودسم نیز پایه‌گذاری می‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی



آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] مشاهدهٔ بافت‌های گیاهی با میکروسکوپ الکترونی نشان می‌دهد که کانال‌های میان‌یاخته‌ای از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر کشیده شده‌اند. به این کانال‌ها، پلاسمودسم می‌گویند. مواد مغذی و ترکیبات دیگر می‌توانند از راه پلاسمودسم‌ها از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر بروند.

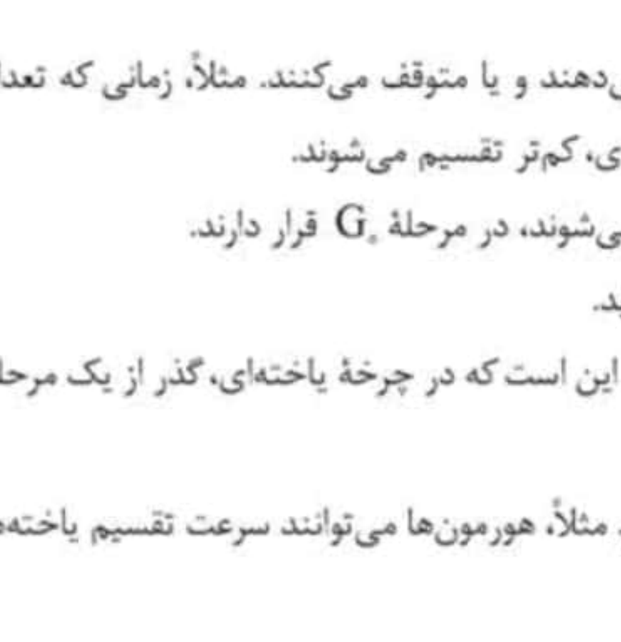
آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] لان، به منطقه‌ای گفته می‌شود که دیوارهٔ یاخته‌ای در آن‌جا نازک مانده است. پلاسمودسم‌ها در محل لان‌ها به فراوانی وجود دارند.

فعالیت کتاب درسی

یاخته‌های چندهسته‌ای

در دنیای جانداران، یاخته‌های چندهسته‌ای به روش‌های مختلفی ایجاد می‌شوند. روش تشکیل این یاخته‌ها و مثال‌های آن‌ها را نام ببرید.

یاخته‌هایی که در سیتوپلاسم آن‌ها، چند هسته وجود دارد، یاخته‌های چندهسته‌ای هستند. به عبارت دیگر، در این یاخته‌ها، چند هسته دارای یک سیتوپلاسم مشترک می‌باشند. به‌طور کلی، دو روش برای تشکیل یاخته‌های چند هسته‌ای وجود دارد:



۱- سین‌سی‌شیوم[1] یا سیمپلاسم (پلاسمودیوم): این یاخته‌ها، زمانی ایجاد می‌شوند که چند یاختهٔ تک‌هسته‌ای، با یکدیگر ادغام شوند و یک یاختهٔ چندهسته‌ای به‌وجود بیاورند.

مثال یاخته‌های چندهسته‌ای ماهیچهٔ اسکلتی، یاخته‌های دوهسته‌ای ماهیچهٔ قلبی

۲- کوئنوسیت[2]: این یاخته‌ها زمانی ایجاد می‌شوند که پس از تقسیم هسته طی میتوز، تقسیم سیتوپلاسم انجام نمی‌شود. برای مثال، اگر یک یاختهٔ تک‌هسته‌ای میتوز انجام دهد، در پایان میتوز دو هسته ایجاد می‌شوند. اگر تقسیم سیتوپلاسم انجام نشود، یاخته دوهسته‌ای می‌شود.

مؤلف می‌خواسته بگه که اگه تقسیم سیتوپلاسم انجام نشه، یاخته‌های چندهسته‌ای به‌وجود میان.

مثال [گفتار ۲- فصل ۸] یاختهٔ دوهسته‌ای در کیسهٔ رویانی نهاندانگان

درس‌نامهٔ ۸ تنظیم چرخهٔ یاخته‌ای

گفتیم که مدت زمان چرخهٔ یاخته‌ای در یاخته‌های مختلف، فرق می‌کند. **هر یاخته‌ای که بیشتر تقسیم می‌شود، چرخهٔ یاخته‌ای کوتاه‌تری دارد.** مثلاً یاخته‌های بنیادی مغز استخوان و یاخته‌های سرلادی گیاهان، می‌توانند دائماً تقسیم شوند. برخلاف یاخته‌های بنیادی و سرلادی، **نورون‌های دستگاه عصبی، به ندرت (نه اصلاً) تقسیم می‌شوند.**

نکته یاخته‌ها در شرایط نامساعد محیطی یا افزایش بیش از حد تعداد یاخته‌ها، تقسیم خود را کاهش می‌دهند و یا متوقف می‌کنند. مثلاً، زمانی که تعداد یاخته‌های خونی قرمز به شدت زیاد می‌شود، میزان تحریک مغز استخوان کاهش می‌یابد و یاخته‌های بنیادی، کم‌تر تقسیم می‌شوند.

نکته گفتیم که یاخته‌هایی که تقسیم نمی‌شوند، وارد مرحلهٔ G_0 می‌شوند. بنابراین، نورون‌هایی که تقسیم نمی‌شوند، در مرحلهٔ G_0 قرار دارند.

نکته به دلیل عدم تقسیم یاخته‌های عصبی بدن، آسیب به مغز و نخاع، معمولاً پایدار است و بهبود نمی‌یابد.

بنابراین، فهمیدیم که در یاخته‌های مختلف، میزان تقسیم یاخته‌ای متفاوت است و این موضوع، نشان‌دهندهٔ این است که در چرخهٔ یاخته‌ای، گذر از یک مرحله به مرحلهٔ بعدی کنترل می‌شود. پس چند تا سؤال:

سؤال تنظیم چرخهٔ یاخته‌ای، تحت تأثیر چه عواملی قرار می‌گیرد؟ بعضی عوامل محیطی و شیمیایی. مثلاً، هورمون‌ها می‌توانند سرعت تقسیم یاخته‌ها را افزایش دهند؛ مانند هورمون رشد.

سؤال تنظیم چرخهٔ یاخته‌ای چگونه انجام می‌شود؟ دو نوع پروتئین در تنظیم چرخهٔ یاخته‌ای مؤثر هستند:

۱- گروهی از پروتئین‌های تنظیم‌کننده، مانع از تقسیم یاخته‌ها می‌شوند. در واقع، مدت زمان چرخهٔ یاخته‌ای را افزایش می‌دهند و جلوی تقسیم هسته را می‌گیرند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۹ یازدهم] آبسیزیک اسید، نوعی هورمون گیاهی است که مانع رویش دانه و رشد جوانه‌ها در شرایط نامساعد می‌شود.

۲- گروهی از پروتئین‌ها، محرک تقسیم هسته می‌باشند. این پروتئین‌ها، سرعت چرخهٔ یاخته‌ای را افزایش می‌دهند و میزان تقسیم یاخته‌ای را زیاد می‌کنند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] در بدن ما، تنظیم میزان گویچه‌های قرمز، به ترشح هورمونی به نام اریتروپویتین بستگی دارد. این هورمون، روی مغز استخوان اثر می‌کند تا سرعت تولید گویچه‌های قرمز را زیاد کند. هنگام کاهش مقدار اکسیژن خون، این هورمون به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد که این حالت، در بیماری‌های تنفسی و قلبی، ورزش‌های طولانی یا قرار گرفتن در ارتفاعات، ممکن است رخ دهد.

۱- Syncytium

۲- Coenocyte

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۹ یازدهم] سیتوکینین‌ها، نوعی هورمون گیاهی هستند که تقسیم یاخته‌ای را تحریک می‌کنند. سیتوکینین‌ها، با تحریک تقسیم یاخته‌ای و در نتیجه ایجاد یاخته‌های جدید، پیر شدن برگ‌ها را به تأخیر می‌اندازند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۹ یازدهم] جیبرلین‌ها، نوعی هورمون گیاهی هستند که با تحریک رشد طولی و تقسیم یاخته‌ای، در افزایش طول ساقه نقش دارند.

مثال در گیاهان، در محل آسیب نوعی عامل رشد تولید می‌شود تا تودهٔ یاخته‌ای ایجاد کند. این تودهٔ یاخته‌ای، مانع نفوذ میکروب‌ها می‌شود.

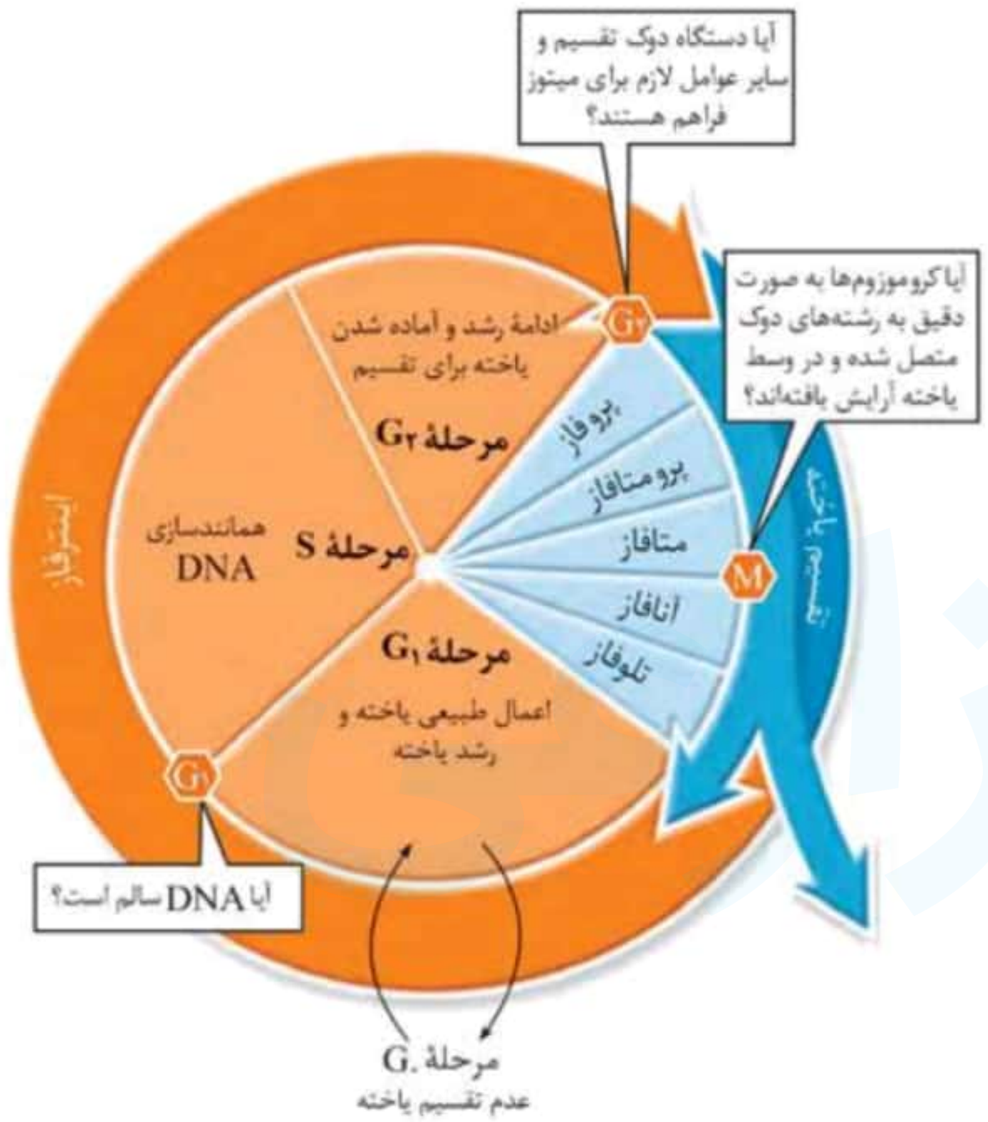
آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۹ یازدهم] در بافت‌های آسیب‌دیدهٔ گیاهان، میزان هورمون اتیلن افزایش می‌یابد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] وقتی گیاه زخمی می‌شود، یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای تقسیم می‌شوند و آن را ترمیم می‌کنند.

مثال هنگام زخم شدن پوست، نوعی عامل رشد در زیر محل زخم تولید می‌شود که با افزایش سرعت تقسیم یاخته‌ها، سرعت بهبود زخم را افزایش می‌دهد.

نقاط وارسی

کنترل چرخهٔ یاخته‌ای در نقاط مخصوصی از آن انجام می‌شود که به آن‌ها، **نقاط وارسی** گفته می‌شود. در چرخهٔ یاخته‌ای، **۳ نقطهٔ وارسی مهم** را می‌توانیم مشاهده کنیم:



۱- نقطهٔ وارسی G_1: در این نقطه، **سلامت DNA بررسی می‌شود.** اگر DNA سالم باشد، یاخته می‌تواند وارد مرحلهٔ S شود. اگر DNA آسیب دیده باشد، یاخته تلاش می‌کند که DNA را اصلاح کند و در نهایت، **اگر DNA اصلاح نشود، فرایندهای مربوط به مرگ برنامه‌ریزی‌شدهٔ یاخته آغاز می‌شوند** و یاخته می‌میرد.

۲- نقطهٔ وارسی G_2: در مرحلهٔ G_2، دستگاه دوک تقسیم (سانتریول‌ها) و سایر عوامل لازم برای میتوز، فراهم می‌شوند. **یاخته فقط زمانی وارد مرحلهٔ تقسیم می‌شود که کلیهٔ عوامل لازم برای تقسیم آماده شده باشند.**

۳- نقطهٔ وارسی متافاز (M): برای این که یاخته بتواند وارد مرحلهٔ آنافاز شود، لازم است که کروموزوم‌ها به‌طور صحیح و دقیق، از محل سانترومرها به رشته‌های دوک متصل شده باشند. علاوه‌بر این، لازم است که کروموزوم‌ها در وسط یاخته آرایش یافته باشند. وقتی که این اتفاق‌ها رخ داد، یاخته می‌تواند از نقطهٔ وارسی M عبور کند و وارد مرحلهٔ آنافاز شود.

جمع‌بندی

نقاط وارسی

نقطهٔ وارسی	سؤال	پاسخ	
		بله	خیر
G_1	آیا DNA سالم است؟	یاخته وارد مرحلهٔ S می‌شود.	اصلاح آسیب DNA و اگر اصلاح نشد، آغاز فرایندهای مرگ یاخته‌ای
G_2	آیا دستگاه دوک و سایر عوامل لازم برای میتوز آماده‌اند؟	یاخته وارد مرحلهٔ پروفاز میتوز می‌شود.	ساخت عوامل لازم برای میتوز
M	آیا کروموزوم‌ها به‌طور دقیق به رشته‌های دوک متصل شده و در وسط یاخته آرایش یافته‌اند؟	یاخته وارد مرحلهٔ آنافاز می‌شود.	اتصال رشته‌های دوک به سانترومرها و حرکت کروموزوم‌ها به سمت وسط یاخته

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۹ مرگ برنامه‌ریزی‌شدهٔ یاخته‌ای

تا این‌جا فهمیدیم که چه‌جوری تعداد یاخته‌ها زیاد می‌شه. تقسیم یاخته‌ای همیشه انجام میشه و یاخته‌های جدیدی رو به‌وجود میاره. اگه که هیچ‌کدوم از یاخته‌ها از بین نرن، به‌تدریج تعداد یاخته‌ها بسیار زیاد میشه و ما باید هر روز بزرگ‌تر از دیروز می‌شدیم! پس همونجوری که تولید یاخته‌های جدید یک فرایند لازم و حیاتی است، مرگ یاخته‌های پیر و مسن هم برای ادامهٔ حیات لازمه. بریم ببینیم که یاخته‌ها چه‌جوری می‌میرن.

مرگ یاخته‌ها، به دو صورت قابل مشاهده است:

☐ ۱- بافت مردگی (مرگ تصادفی)

در این حالت، مرگ یاخته‌ها در اثر **آسیب یاخته‌ها** و به صورت **تصادفی** می‌باشد. بنابراین، عامل مرگ یاخته‌ها در بافت‌مردگی[1]، آسیب‌دیدن یاخته توسط عوامل محیطی است و این نوع مرگ یاخته‌ای، **در حالت طبیعی در بدن مشاهده نمی‌شود** و نشانهٔ آسیب‌دیدگی بدن است. عوامل مختلفی مانند ضربه، بریدگی، سوختگی، میکروب‌های بیماری‌زا و ... می‌توانند باعث بافت‌مردگی شوند.

مثال در سوختگی پوست، یاخته‌های پوست می‌میرند.

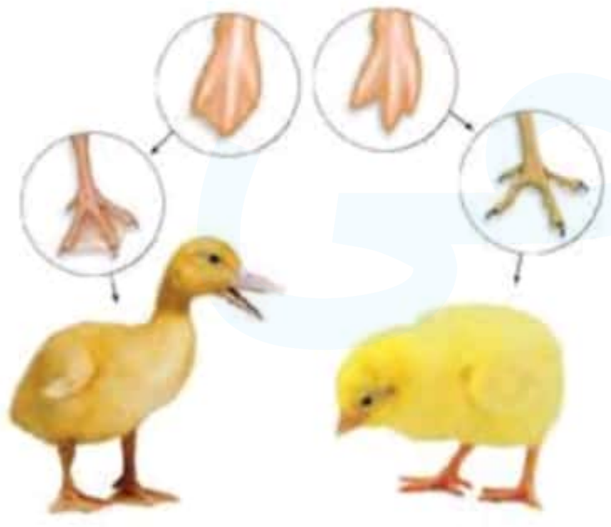
☐ ۲- مرگ برنامه‌ریزی‌شده

گاهی اوقات، یاخته‌های بدن، خود را می‌کشند؛ در واقع، در شرایطی خاص، یک سری **فرایندهای دقیق و برنامه‌ریزی‌شده**، باعث مرگ یاخته می‌شوند. این فرایندها با **رسیدن علائم به گیرنده‌های موجود در غشای یاخته** آغاز می‌شود. گیرنده‌های دریافت‌کنندهٔ پیام مرگ یاخته، گیرنده‌های مرگ هستند و منجر به **فعال‌شدن پروتئین‌های تخریب‌کنندهٔ یاخته** می‌شود. این پروتئین‌ها، در مدتی کوتاه (چند ثانیه) شروع به تجزیهٔ اجزای سلول می‌کنند و در نهایت، باعث مرگ یاخته می‌شوند.

بافت‌مردگی، همیشه نشان‌دهندهٔ یک حالت غیرطبیعی و آسیب یاخته‌ای است اما مرگ برنامه‌ریزی‌شده، می‌تواند نشان‌دهندهٔ حالت طبیعی بدن نیز باشد:

۱- **پیر شدن یاخته:** وقتی که یاخته‌ها پیر می‌شوند، با مرگ برنامه‌ریزی‌شده از بین می‌روند تا جای خود را به یاخته‌های جدید بدهند.

۲- **نمو رویان:** مثلاً زمانی که رویان انسان (یا پرندگان) به‌وجود می‌آیند، در میان انگشتان آن‌ها پرده‌هایی وجود دارند که لازم است از بین بروند تا انگشتان کاملاً از هم جدا شوند. حذف این پرده‌ها، در نتیجهٔ مرگ برنامه‌ریزی‌شدهٔ یاخته‌های اضافی موجود در آن‌ها اتفاق می‌افتد. ولی در اردک، این پرده‌ها باقی می‌ماند و بین انگشتان پا، پرده وجود دارد.



جوجه (مرغ) اردک

دو مثال بالا، نشان‌دهندهٔ حالت طبیعی مرگ برنامه‌ریزی‌شده هستند که در بدن رخ می‌دهند و وجود آن، برای حیات طبیعی بدن لازم است. اگر یاخته‌ها از بین نروند، می‌توانند مشکلاتی مانند تومور، اختلال در نمو اندام‌ها و ... را ایجاد کنند. اما مثال دیگری از مرگ برنامه‌ریزی‌شده هم وجود دارد که در آن، مرگ یاخته به صورت غیرطبیعی ولی برنامه‌ریزی‌شده است:

۳- **مرگ در اثر آسیب یاخته:** مثلاً در آفتاب‌سوختگی، اشعهٔ فرابنفش خورشید سبب آسیب به DNA می‌شود. در این حالت، یاخته باید در اثر مرگ برنامه‌ریزی‌شده خود را از بین ببرد؛ زیرا توانایی فعالیت طبیعی را از دست داده است و اگر زنده بماند، یاخته‌های نسل بعدی این یاخته (یاخته‌های حاصل از تقسیم) نیز DNAی آسیب‌دیده دارند و سالم نیستند. *در نتیجه، توی حالت سوم خود آسیب یافته مشکل‌زا هست و مرگ یافته هم می‌تونه برای بدن مشکلاتی ایجاد کنه؛ چون که بدن یه سری از یاخته‌هاشو از دست می‌ده. اما سودش بیشتر از ضررشه به خاطر این‌که می‌تونه جلوی گسترش آسیب و ایجاد یاخته‌های سرطانی رو بگیره! پس گاهی باید مُرد برای ادامهٔ زندگی!*

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ یازدهم] لنفوسیتی که در دفاع غیراختصاصی نقش دارد، یاختهٔ کشندهٔ طبیعی است که یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس را نابود می‌کند. این یاخته، با ترشح پروتئینی به‌نام پرفورین، منفذی در غشای یاختهٔ هدف ایجاد می‌کند. سپس با واردکردن آنزیمی به درون یاخته باعث مرگ برنامه‌ریزی‌شدهٔ یاخته می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۵ یازدهم] لنفوسیت‌های T کشنده، به یاختهٔ هدف (یاخته‌های خودی تغییر کرده) متصل می‌شوند و با ترشح پرفورین و آنزیم، مرگ برنامه‌ریزی‌شده را به راه می‌اندازند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲- فصل ۹ یازدهم] ورود ویروس در گیاه فرایندهایی را به راه می‌اندازد که نتیجهٔ آن، مرگ یاخته‌های آلوده و قطع ارتباط آن‌ها با بافت‌های سالم است، سالیسیلیک اسید که از تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان است، در مرگ یاخته‌ای نقش دارد. یاختهٔ گیاهی آلوده، این ترکیب را رها و مرگ یاخته‌ای را القا می‌کند.

---

[1] Necrosis

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۰ **تومور خوش‌خیم و بدخیم**

تعادل تعداد یاخته‌های بدن

در حالت طبیعی، در یک فرد بالغ و سالم، تعداد کل یاخته‌های موجود در بدن، مقداری ثابت است و تغییر نمی‌کند. این تعادل، ناشی از برابر بودن تعداد یاخته‌هایی که می‌میرند و تعداد یاخته‌های تولیدشده است.

میزان مرگ یاخته = میزان تولید یاخته‌های جدید

بنابراین، هر چند به‌طور مدام تعدادی یاخته می‌میرند و تعدادی یاخته تولید می‌شوند، ولی مجموع تعداد کل یاخته‌ها، همواره عددی ثابت باقی می‌ماند؛ به‌جز در شرایطی که فرد رشد می‌کند یا لازم است برای ترمیم بافتی، تقسیم یاخته‌ها انجام شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] تقریباً یک درصد از گویچه‌های قرمز، روزانه تخریب می‌شوند و باید جایگزین شوند. این تعداد، حدود ۲۵۰ میلیارد است؛ یعنی، هر روز حدود ۲۵۰ میلیارد گویچهٔ قرمز می‌میرند و ۲۵۰ میلیارد گویچهٔ قرمز تولید می‌شود؛ در نتیجه، تعداد کل گویچه‌های قرمز در بدن انسان، عددی ثابت و برابر با حدود ۵ میلیون در هر میکرولیتر خون می‌باشد.

هر عاملی که باعث بر هم خوردن تعادل تعداد یاخته‌ها شود، می‌تواند باعث بروز مشکلاتی در بدن شود. وقتی که میزان مرگ یاخته‌ها بیشتر از میزان تولید یاخته‌های جدید باشد، تعداد کل یاخته‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه، بخشی از قدرت عملکردی بدن از بین می‌رود. البته، کاهش تعداد یاخته‌ها در بعضی از اندام‌ها، اگر بسیار زیاد نباشد، مشکل‌زا نیست اما در بیشتر قسمت‌ها، مشکلاتی را ایجاد می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۴ دهم] بسته‌شدن رگ‌های اکلیلی (کرونری) توسط لخته یا سخت‌شدن دیوارهٔ آن‌ها (تصلب شرایین)، ممکن است باعث سکته یا حملهٔ قلبی شود؛ چون در این حالت به بخشی از ماهیچهٔ قلب، اکسیژن نمی‌رسد و یاخته‌های آن می‌میرند[1].

تومور: اما بحث اصلی ما در این قسمت، مربوط به افزایش تعداد یاخته‌ها است. گفتیم که در نقاط وارسی، چرخهٔ یاخته‌ای توسط گروهی از پروتئین‌ها تنظیم می‌شود. اگر اختلالی در تنظیم چرخهٔ یاخته‌ای وجود داشته باشد و سرعت تولید یاخته‌های جدید افزایش پیدا کند، تومور ایجاد می‌شود. همان‌طور که قبلاً گفتیم، در نقاط وارسی سلامت یاخته و درست انجام‌شدن فرایندهای لازم برای تقسیم یاخته‌ای، بررسی می‌شود. در نتیجه، وقتی که تنظیم یاخته در نقاط وارسی مختل می‌شود، یاخته‌هایی هم که تولید می‌شوند سالم نیستند. بنابراین، تومور توده‌ای یاخته‌ای است که در اثر تقسیمات تنظیم‌نشده ایجاد می‌شود.

تومورها دو نوع هستند: ۱- تومور خوش‌خیم و ۲- تومور بدخیم.

تومور خوش‌خیم

سرعت رشد: کم (نسبت به یاخته‌های طبیعی، بیشتر است ولی نسبت به یاخته‌های تومور بدخیم، کم‌تر می‌باشد.)

متاستاز: ندارد؛ در جای خود می‌مانند و منتشر نمی‌شوند.

اندازه: معمولاً زیاد بزرگ نمی‌شود و به بافت‌های مجاور آسیب نمی‌رساند؛ اگر بیش از حد بزرگ شود، می‌تواند در انجام اعمال طبیعی اندام اختلال ایجاد کند.

مثال لیپوما، تومور خوش‌خیم بافت چربی. در این تومور، یاخته‌های چربی تکثیر می‌شوند و تودهٔ یاخته‌ای چربی ایجاد می‌کنند. لیپوما، در افراد بالغ متداول است.

تومور بدخیم[2]

رشد: سریع و زیاد

متاستاز: دارد؛ می‌تواند به بافت‌های مجاور حمله کند و در آن‌جا مستقر شود.

اندازه: نسبتاً بزرگ[3]

۱- بعد از تولد، یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی جدید تولید نمی‌شوند و هر آسیبی که به بافت ماهیچهٔ قلبی وارد شود، پایدار باقی می‌ماند.

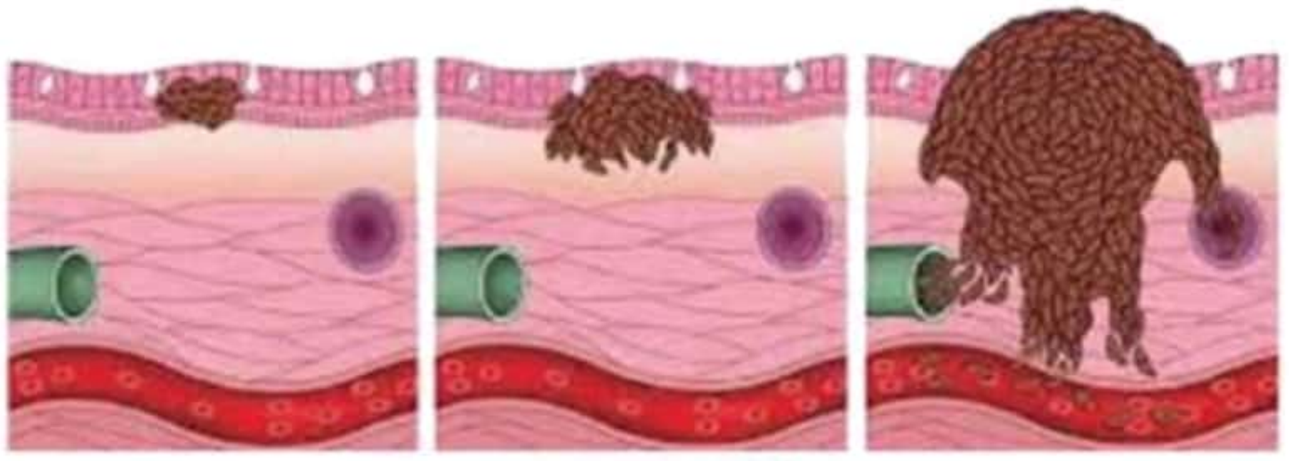
۲- Malignant Tumor

۳- اندازهٔ تومور بدخیم، نسبت به بافت طبیعی و سالم و در مقایسه با تومور خوش‌خیم همان بافت بزرگ‌تر است ولی ممکن است تومور بدخیم یک بافت از یک تومور خوش‌خیم بافتی دیگر کوچک‌تر باشد.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

تومور بدخیم، یا همان سرطان، توموری است که در اثر تغییر در مادهٔ ژنتیک یاخته و در نتیجه، اختلال در تنظیم چرخهٔ یاخته‌ای ایجاد می‌شود.

یه نکته‌ای که باید بهش دقت کنین اینه که نه همهٔ سرطان‌ها کشنده هستند و نه همهٔ تومورهای خوش‌خیم بی‌خطر. مثلاً، ملانوما[1] نوعی تومور بدخیم است که در صورت عدم درمان، می‌تواند کشنده باشد اما امروزه بسیاری از موارد ملانوما با جراحی درمان می‌شوند. در این بیماری، گروهی از یاخته‌های پوست به‌نام ملانوسیت‌ها به‌طور غیرعادی زیاد می‌شوند. ملانوسیت‌ها، یاخته‌هایی هستند که رنگیزه‌های تیرهٔ پوست را ایجاد می‌کنند.



ملانوما؛ نوعی تومور بدخیم

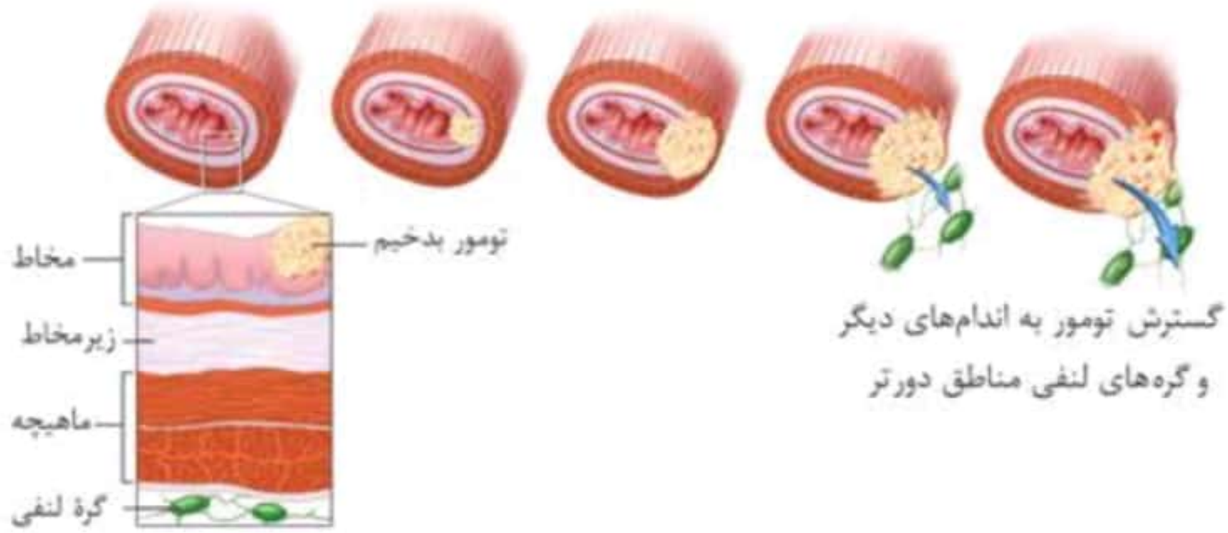
متاستاز

وقتی توموری بدخیم باشد، یاخته‌هایی از آن می‌توانند جدا شوند و **همراه جریان خون یا به ویژه لنف**، به نواحی دیگر بدن بروند و در آن‌جا مستقر شوند و رشد کنند. بنابراین، مشکل اصلی تومور بدخیم این است که مثلاً تومور در پانکراس به‌وجود می‌آید اما بعد از مدتی در سراسر بدن مثل کبد، معده، استخوان و ... می‌توان تومور را مشاهده کرد. این موضوع، درمان تومور بدخیم را با مشکل جدی مواجه می‌کند.

مراحل متاستاز یاخته‌های سرطانی

۱- **تهاجم اولیه:** یاخته‌های سرطانی شروع به تهاجم به یاخته‌های بافت‌های اطراف می‌کنند.

۲- **گسترش در بافت:** یاخته‌های سرطانی در بافت‌های اطراف گسترش می‌یابند ولی هنوز به دستگاه لنفی مجاور راه پیدا نکرده‌اند. تا این زمان، یاخته‌های سرطانی فقط در اندام منشأ خود می‌توانند گسترش پیدا کنند اما نمی‌توانند به اندام‌های دیگر منتشر شوند.



گسترش تومور به اندام‌های دیگر و گره‌های لنفی مناطق دورتر

۳- **دسترسی به لنف:** با گسترش تومور در بافت‌های اندام، نهایتاً تومور به گرهٔ لنفی می‌رسد و توانایی انتشار به اندام‌های دیگر را پیدا می‌کند.

۴- **انتقال به بافت‌های دورتر:** یاخته‌های سرطانی، از راه رگ‌های لنفی به اندام‌های دیگر بدن می‌روند و در آن‌جا مستقر می‌شوند. پس از استقرار این یاخته‌ها در اندام جدید، شروع به رشد می‌کنند و یک تومور بدخیم دیگر در اندام جدید ایجاد می‌کنند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] اگرچه دستگاه لنفی در مقابله با عوامل بیماری‌زا نقش دارد، ولی با داشتن مویرگ‌های سوراخ‌دار، در پخش یاخته‌های سرطانی در قسمت‌های مختلف بدن نیز مؤثر است.

۱- نام‌گذاری تومورها: برای نام‌گذاری تومورهای خوش‌خیم، از «منشأ تومور + اوما» استفاده می‌شود. مثلاً، لیپوما نوعی تومور خوش‌خیم است که منشأ آن، بافت لیپیدی (چربی) است. البته، لنفوما، ملانوما و مزوتلیوم سمینوما، تومورهای بدخیم هستند که نام‌گذاری آن‌ها مشابه تومورهای خوش‌خیم است. نام‌گذاری تومورهای بدخیم، بر اساس منشأ آن‌ها انجام می‌شود. تومورهای بدخیمی که منشأ مزانشیمی (بافت پیوندی) دارند، سارکوما نامیده می‌شوند. به تومورهای با منشأ اپی‌تلیومی، کارسینوما گفته می‌شود و تومورهایی که الگوی رشد غده‌ای دارند، آدنوکارسینوما نام می‌گیرند. مثلاً نام تومور بدخیم در استخوان (نوعی بافت پیوندی)، استئوسارکوما (osteosarcoma) است.

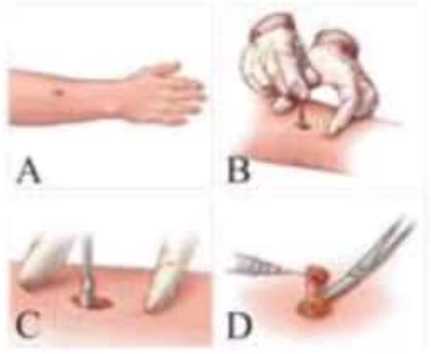
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

gajmarket.com

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] همان‌طور که در شکل مراحل متاستاز مشخص است، تومور بدخیم مربوط به روده است. در شکل اجزای دستگاه لنفی در کتاب دهم دیدیم که در دیوارهٔ بخش انتهایی روده گره‌های لنفی وجود دارند که در شکل متاستاز نیز نشان داده شده‌اند.

تشخیص سرطان

روش‌های متعددی برای تشخیص سرطان‌ها وجود دارد و گاهی لازم است که ترکیبی از چند روش مورد استفاده قرار گیرد. **بیوپسی** و **آزمایش خون**، دو روش رایج برای تشخیص سرطان هستند.



۱- بیوپسی (بافت‌برداری): در این روش، تمام یا بخشی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان برداشته می‌شود و ویژگی‌های بافتی آن در زیر میکروسکوپ بررسی می‌شود. با مشاهدهٔ ویژگی‌های بافت، می‌توان سرطانی بودن یا نبودن و هم‌چنین نوع سرطان را تشخیص داد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] از درون‌بینی برای نمونه‌برداری (بافت‌برداری) به منظور بررسی سلامت بافت‌های دستگاه گوارش استفاده می‌شود.

۲- آزمایش خون: به وجود آمدن یاخته‌های سرطانی، باعث تولید آنتی‌ژن‌های خاصی می‌شود. با آزمایش خون، می‌توان وجود این آنتی‌ژن‌ها در بدن را تشخیص داد که به شناسایی سرطان کمک می‌کند.

درمان سرطان

عمل جراحی، پرتودرمانی و شیمی‌درمانی، روش‌های سنتی و رایج برای درمان سرطان هستند.

❑ عمل جراحی

در این روش، تومور از بدن خارج می‌شود.

❑ پرتودرمانی

در این روش، یاخته‌های سرطانی تحت تأثیر پرتوهای بسیار قوی قرار می‌گیرند. این پرتوها باعث مرگ یاخته‌های سرطانی می‌شوند.

نکته گفتیم که تابش پرتوهای قوی (مثل فرابنفش) به یاخته‌های بدن، باعث آسیب DNA می‌شود و این آسیب، فرایندهای مرگ یاخته‌ای نظیر مرگ برنامه‌ریزی‌شده را راه‌اندازی می‌کند. در پرتودرمانی نیز پرتوهای قوی به یاخته‌های سرطانی آسیب وارد می‌کنند و این یاخته‌ها می‌میرند.

❑ شیمی‌درمانی

در شیمی‌درمانی، داروهایی برای سرکوب یاخته‌های سرطانی در همهٔ بدن استفاده می‌شوند. در واقع این داروها یاخته‌های سرطانی را از بین می‌برند.

عوارض جانبی پرتودرمانی و شیمی‌درمانی: این روش‌ها می‌توانند به **یاخته‌های مغز استخوان، فولیکول** مو و **پوشش دستگاه گوارش** آسیب برسانند. در نتیجهٔ مرگ این یاخته‌ها، در افرادی که شیمی‌درمانی انجام می‌دهند، علائمی مانند **ریزش مو، تهوع** و **خستگی** مشاهده می‌شود. علاوه‌بر این، شدت پرتودرمانی یا شیمی‌درمانی در بعضی افراد به حدی زیاد است که **مجبور به پیوند مغز استخوان می‌شوند تا بتوانند یاخته‌های خونی موردنیاز خود را بسازند.**

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] در یک فرد بالغ، تولید یاخته‌های خونی و گرده‌ها در مغز قرمز استخوان انجام می‌شود. در مغز استخوان، یاخته‌های بنیادی وجود دارند که با تقسیمات خود، بخش یاخته‌ای خون را تولید می‌کنند.

نقش ژن و محیط در ایجاد سرطان

❑ عوامل ژنتیکی

در هر نوع سرطانی، عوامل ژنتیکی قطعاً مؤثر هستند، زیرا می‌دانیم که سرطان در اثر اختلال در تنظیم چرخهٔ یاخته‌ای ایجاد می‌شود و تنظیم چرخهٔ یاخته‌ای نیز توسط پروتئین‌ها انجام می‌شود. از آن‌جا که اطلاعات لازم برای ساخت پروتئین‌ها در ژن‌های مولکول DNA وجود دارد، مشخص است که منشأ اختلال در پروتئین‌های تنظیم‌کنندهٔ چرخهٔ یاخته و مرگ یاخته‌ای، ژن‌های سازندهٔ این پروتئین‌ها هستند. تا الان، صدها ژن شناخته شده‌اند که در بروز سرطان نقش دارند.

نکته بعضی از جوامع، شیوع سرطان بیشتر است که علت آن، می‌تواند مربوط به عوامل ژنتیکی باشد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ عوامل محیطی

گفتیم که سرطان‌ها در اثر اختلال در اطلاعات ژنی DNA به‌وجود می‌آیند و بنابراین، **هر عاملی که بتواند مستقیماً یا غیرمستقیم منجر به آسیب DNA شود، احتمال بروز سرطان را افزایش می‌دهد.** در ادامه، لیستی از عوامل سرطان‌زا را می‌خوانیم:

۱- **پرتوها،** مثل پرتو فرابنفش

۲- **مواد شیمیایی،** مثل مواد سرطان‌زای موجود در دخانیات و دود خودروها

۳- **بعضی از ویروس‌ها**

۴- **داروها،** مثل قرص‌های ضدبارداری

۵- **مواد غذایی و آشامیدنی،** مثل گوشت دودی و ماهی دودی، نوشیدنی‌های الکلی

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] چاقی، سلامت فرد را به خطر می‌اندازد و احتمال ابتلا به انواعی از سرطان را افزایش می‌دهد.

شیوع سرطان در جوامع مختلف

با توجه به تأثیر عوامل ژنی و محیطی، شیوع سرطان در جوامع مختلف، متفاوت است. مثلاً، ممکن است در جامعه‌ای، فراوانی ژن‌های مربوط به سرطان زیاد باشد و در نتیجه، شیوع سرطان در این جامعه بالا است. یا مثلاً، نوعی عامل محیطی، مثل دود خودروها، در بعضی محیط‌ها بیشتر است و در نتیجه، احتمال بروز سرطان را افزایش می‌دهد. علاوه‌بر این، انواع مختلف عوامل ژنی و محیطی، احتمال بروز سرطان‌های مختلفی را افزایش می‌دهند. بنابراین، در جوامع مختلف، میزان شیوع هر یک از انواع سرطان نیز متفاوت است.

فعالیت کتاب درسی

شیوع سرطان در ایران

کدام نوع از سرطان‌ها در ایران شیوع بیشتری دارند؟ شایع‌ترین سرطان در بین مردان، سرطان معده و در بین زنان، سرطان پستان است. البته در هر دو جنس، شایع‌ترین سرطانی که منجر به مرگ می‌شود، سرطان‌های مربوط به دستگاه گوارش هستند. در مجموع، شایع‌ترین و کشنده‌ترین سرطان در ایران، سرطان‌های دستگاه گوارش (مری، معده، روده و مقعد) است.

سرطان‌های شایع در مردان ایرانی: معده، مثانه، پروستات، روده، ریه و مری

سرطان‌های شایع در زنان ایرانی: پستان، روده، معده، مری، تخمدان

آیا شیوع انواع سرطان در نواحی مختلف کشور متفاوت است؟ چرا؟ بله. مثلاً در استان‌های شمالی کشور مثل اردبیل، شیوع سرطان‌های دستگاه گوارش بسیار بیشتر از استان‌های جنوبی است. یکی از دلایل آن، فراوان‌تر بودن فراوانی باکتری هلیکوباکتر پیلوری در استان‌های شمالی کشور است. علاوه‌بر این، عوامل ژنتیکی نیز در تفاوت شیوع سرطان‌ها در مناطق مختلف کشور مؤثر هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] درون‌بینی (آندوسکوپی)، روشی است که با آن می‌توان درون بخش‌های مختلف بدن از جمله دستگاه گوارش و درون مری، معده و دوازدهه را مشاهده کرد. درون‌بینی برای تشخیص زخم‌ها، سرطان معده، تشخیص عفونت در اثر هلیکوباکتر پیلوری و نمونه‌برداری به منظور بررسی سلامت بافت به کار می‌رود.

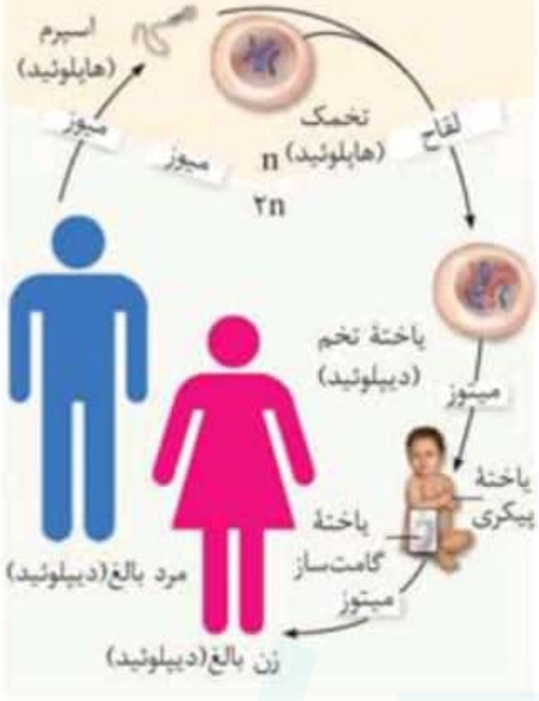
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

میوز و تولیدمثل جنسی

درسنامهٔ ۱۲ چرا میوز انجام می‌شود؟

انواع روش‌های تولیدمثل

یادآوری در علوم هشتم خواندیم که تولیدمثل به دو روش جنسی و غیرجنسی انجام می‌شود. بعضی جانداران برای تولیدمثل به فرد دیگری نیاز دارند؛ برای انجام شدن تولیدمثل در چنین جاندارانی به دو جنس نر و ماده نیاز است. بنابراین، به این نوع تولیدمثل، تولیدمثل جنسی می‌گویند. اما در تولیدمثل غیرجنسی که در جاندارانی مثل باکتری‌ها و مخمر انجام می‌شود، فقط یک فرد برای تولید جاندار جدید کافی است. دونیم شدن، جوانه زدن، قطعه‌قطعه شدن و هاگ‌زایی، مثال‌هایی از روش‌های تولیدمثل غیرجنسی هستند. این نوع تولیدمثل نسبت به تولیدمثل جنسی، سریع‌تر است ولی در تولیدمثل جنسی، امکان تولید جانداران متنوع وجود دارد که می‌توانند ویژگی‌های جدید و مفیدی داشته باشند.



☐ **در تولیدمثل جنسی، میوز انجام می‌شود.**

همان‌طور که قبلاً گفتیم، در تولیدمثل جنسی، دو یاختهٔ جنسی یا گامت با هم ترکیب و هسته‌های آن‌ها با هم ادغام می‌شود. در نتیجه، یاختهٔ تخم تشکیل می‌شود. از آن‌جایی که یاختهٔ تخم کروموزوم‌های هر دو یاختهٔ جنسی را دارد، عدد کروموزومی آن دو برابر هر یک از گامت‌ها می‌باشد. بنابراین، اگر گامت‌ها دیپلوئید باشند، یاختهٔ تخم تتراپلوئید (۴n) خواهد بود. در نسل بعدی نیز اگر گامت‌های جدید تتراپلوئید باشند، یاختهٔ تخمی که تولید می‌شود اکتاپلوئید (۸n) می‌شود. در نتیجه، در هر نسل، عدد کروموزومی جاندار دو برابر می‌شود که می‌تواند بقای فرد را به خطر بیاندازد. به همین دلیل، لازم است که عدد کروموزومی گامت‌ها، نصف عدد کروموزومی یاخته‌های پیکری باشد تا یاختهٔ تخمی حاصل شود که عدد کروموزومی آن با جاندار اولیه یکسان باشد. مثلاً، اگر انسان، که جانداری ۲n است، گامت‌های هاپلوئید (n) تولید کند، یاختهٔ تخم حاصل از لقاح گامت‌ها نیز ۲n خواهد شد که با جاندار اولیه برابر است.

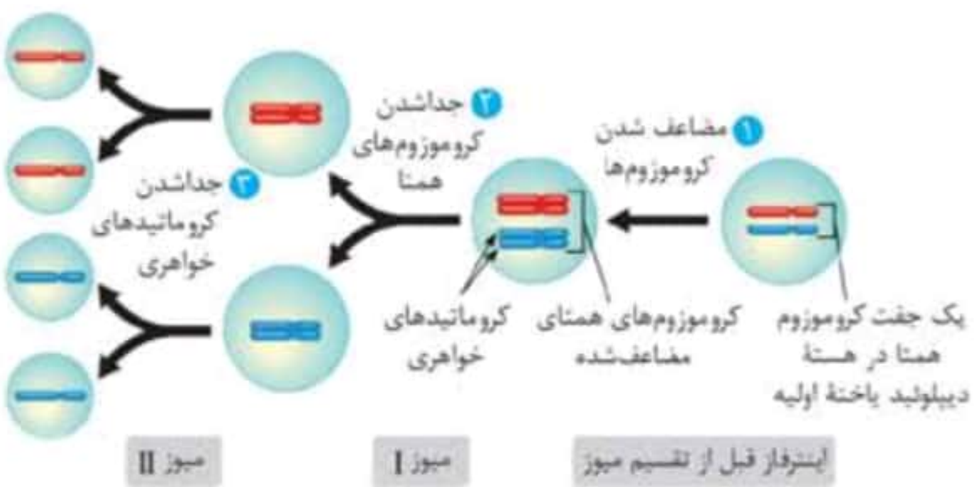
پس متوجه شدیم که لازم است عدد کروموزومی گامت‌ها نصف عدد کروموزومی یاخته‌های پیکری باشد اما می‌دانیم که در تقسیم میتوز، عدد کروموزومی یاخته‌های حاصل از تقسیم با یاختهٔ اولیه یکسان است. بنابراین، نوع دیگری از تقسیم هسته لازم است انجام شود که در آن، عدد کروموزومی یاخته‌های حاصل از تقسیم نصف عدد کروموزومی یاختهٔ اولیه باشد. به این نوع تقسیم هستهٔ یاخته، تقسیم میوز گفته می‌شود.

نکته میوز برای این انجام می‌شود که تعداد کروموزوم‌ها در نسل‌های متوالی جاندار ثابت باقی بماند و دو برابر نشود.

نکته عدد کروموزومی یاختهٔ حاصل از تقسیم میوز، نصف عدد کروموزومی یاختهٔ اولیه است. عدد کروموزومی یاختهٔ حاصل لقاح، دو برابر عدد کروموزومی یاخته‌های ملحق‌شونده است.

درسنامهٔ ۱۳ مراحل تقسیم میوز

تقسیم میوز، از دو مرحلهٔ میوز I و میوز II تشکیل شده است که طی آن، هستهٔ یاخته تقسیم می‌شود و هسته‌های جدیدی تشکیل می‌شوند که عدد کروموزومی آن‌ها، نصف عدد کروموزومی هستهٔ اولیه است. قبل از تقسیم میوز، مراحل اینترفاز انجام می‌شوند. در اینترفاز، DNA همانندسازی می‌شود و ساختارهای لازم برای تقسیم هسته، مثل سانتریول، نیز فراهم می‌شود. در پایان تقسیم میوز، تقسیم سیتوپلاسم رخ می‌دهد و سلول‌های جدید تشکیل می‌شود. شکل زیر، طرح ساده‌ای از تقسیم میوز را نشان می‌دهد:



۱- میوز I: در این مرحله، کروموزوم‌های همتا از یک‌دیگر جدا می‌شوند. در پایان میوز I، دو هستهٔ جدید تشکیل می‌شود که هرکدام، فقط نیمی از کروموزوم‌های همتای هستهٔ اولیه را دارند. مثلاً، اگر در هستهٔ اولیه از هر کروموزوم دو عدد وجود داشته باشد، در هر هستهٔ حاصل از میوز I، فقط یکی از این کروموزوم‌ها وجود دارد و کروموزوم دیگر، در هستهٔ دیگر حاصل از میوز I یافت می‌شود. در انتهای این مرحله، هنوز کروموزوم‌ها دوکروماتیدی و مضاعف‌شده هستند.

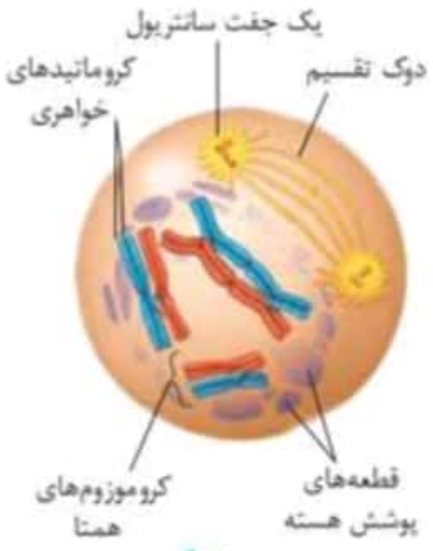
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۲- **میوز II:** میوز II، کاملاً مشابه تقسیم میتوز است. در این مرحله کروماتیدهای خواهری هر کروموزوم همتا از یک‌دیگر جدا می‌شوند و کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی به‌وجود می‌آیند. بنابراین، در پایان میوز II هسته‌هایی به‌وجود می‌آیند که کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دارند و تعداد کروموزوم‌ها در هر هسته، نصف هسته‌ای است که تقسیم میوز I را انجام می‌دهد.

میوز I

در این مرحله، کاهش عدد کروموزومی رخ می‌دهد و شامل چهار مرحله است: پروفاز I، متافاز I، آنافاز I و تلوفاز I.

۱- **پروفاز I: در این مرحله کروموزوم‌های همتا از طول کنار هم قرار می‌گیرند و فشرده می‌شوند.** در نتیجه، **ساختاری ۴ کروماتیدی** به نام **تتراد** تشکیل می‌شود. سایر وقایع این مرحله، مشابه مرحلهٔ پروفاز و پرومتافاز میتوز است؛ یعنی دوک تقسیم تشکیل می‌شود، پوشش هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی تجزیه می‌شود و رشته‌های دوک به کروموزوم‌ها متصل می‌شوند.



پروفاز I

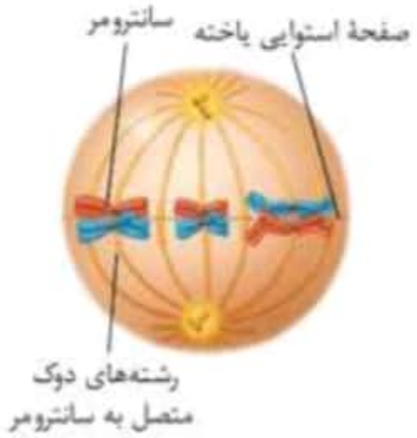
نکته هر تتراد شامل یک جفت کروموزوم همتا است. در مرحلهٔ پروفاز I، تعداد تترادهایی که تشکیل می‌شود نصف تعداد کل کروموزوم‌ها است. مثلاً در شکل روبه‌رو که عدد کروموزومی یاخته $2n = 6$ است، تعداد تترادها برابر با ۳ می‌باشد.

نکته گفتیم که در جنس نر انسان، کروموزوم‌های جنسی X و Y هستند که کروموزوم‌های غیرهمتا می‌باشند. اما با این وجود، این دو کروموزوم با یک‌دیگر یک تتراد تشکیل می‌شوند[1].

۲- **متافاز I:** در این مرحله، رشته‌های دوک تترادها را در سطح استوایی یاخته قرار می‌دهند.

۳- **آنافاز I:** در این مرحله، رشته‌های دوک کوتاه می‌شوند و **هر یک از کروموزوم‌های همتا**، به سمت یکی از قطب‌های یاخته حرکت می‌کنند.

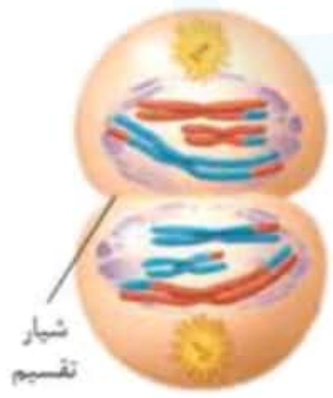
آنافاز I



متافاز I

نکته دقت داشته باشید که در آنافاز I، کروماتیدهای خواهری از یک‌دیگر جدا نمی‌شوند، بلکه کروموزوم‌های همتا به صورت دوکروماتیدی از هم جدا می‌شوند و به سمت قطب‌های یاخته حرکت می‌کنند.

۴- **تلوفاز I:** وقتی که کروموزوم‌ها به دو قطب یاخته می‌رسند، دور آن‌ها پوشش هسته تشکیل می‌شود و دو هستهٔ جدید تشکیل می‌شوند که عدد کروموزومی آن‌ها نصف هستهٔ اولیه است. مثلاً اگر هستهٔ اولیه $2n = 6$ باشد، در پایان تلوفاز I هسته‌هایی تشکیل می‌شوند که عدد کروموزومی آن‌ها $n = 3$ است.



تلوفاز I

نکته معمولاً در پایان میوز I تقسیم سیتوپلاسم (تقسیم سیتوپلاسم) نیز انجام می‌شود و دو یاختهٔ جدید تشکیل می‌شوند. اگر تقسیم سیتوپلاسم انجام نشود، یک یاخته تولید می‌شود که در هر قطب آن، یک هستهٔ هاپلوئید وجود دارد. هر یک از این هسته‌ها، میوز II را انجام می‌دهند.

سؤال آیا یاخته‌های حاصل از میوز I با هم مشابه هستند؟ با توجه به شکل مشخص است که یاخته‌های حاصل از تقسیم با یک‌دیگر و هم‌چنین با یاختهٔ مادری تفاوت دارند. در هر یاختهٔ حاصل از میوز I، فقط یک عدد از هر نوع کروموزوم وجود دارد. بنابراین، دو یاختهٔ حاصل دارای ژن‌های مختلفی هستند و از نظر ژنتیکی تفاوت دارند. البته، هر دو یاخته هاپلوئید و دارای کروموزوم‌های دوکروماتیدی هستند.

سؤال عدد کروموزومی یاخته‌های حاصل چه تفاوتی با یاختهٔ مادری دارد؟ یاخته‌های حاصل از میوز I، یاخته‌های هاپلوئید هستند ولی یاخته‌ای که میوز I را انجام می‌دهد، یاخته‌ای دیپلوئید است.

نکته ممکن است که یاختهٔ مادری که تقسیم میوز I را انجام می‌دهد، دیپلوئید نباشد اما حتماً تعداد مجموعه‌های کروموزومی آن باید زوج باشد. بنابراین، یاخته‌های $2n$، $4n$، $6n$، $8n$ و ... می‌توانند تقسیم میوز I را انجام دهند اما یاخته‌های n، $3n$، $5n$، $7n$ و ... توانایی انجام میوز را ندارند. بدیهی است که عدد کروموزومی یاخته‌های حاصل از میوز I، نصف عدد کروموزومی یاختهٔ مادری است[2]. مثلاً، اگر یک یاختهٔ $8n$ میوز I را انجام دهد، یاخته‌های حاصل از میوز I، $4n$ خواهند بود.

۱- در بخش‌هایی از کروموزوم‌های X و Y، توالی‌های مشابهی وجود دارند که محل اتصال کروموزوم‌ها در میوز برای تشکیل تتراد می‌باشند. اگر این بخش‌ها در کروموزوم‌های X یا Y وجود نداشته باشند، تتراد تشکیل نمی‌شود و تقسیم میوز در فرد به درستی انجام نخواهد شد. در نتیجه، فرد عقیم محسوب می‌شود.

۲- در بعضی جانداران، ممکن است که تعداد کروموزوم‌های یاختهٔ مادری که تقسیم میوز را انجام می‌دهد، زوج نباشد. مثلاً، در ملخ نر فقط یک کروموزوم جنسی در هسته وجود دارد و عدد کروموزومی جاندار، $2n=23$ است. گامت‌های حاصل از میوز در این جانور، $n=11$ و $n=12$ هستند. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، عدد کروموزومی هیچ‌یک از گامت‌ها نصف عدد کروموزومی یاختهٔ مادری است. زیرا تعداد مجموعه‌های کروموزومی در هر گامت، نصف تعداد مجموعه‌های کروموزومی در یاختهٔ مادری است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

gajmarket.com

میوز II

میوز II، شامل چهار مرحلهٔ پروفاز II، متافاز II، آنافاز II و تلوفاز II است. در میوز II، هر یک از یاخته‌های حاصل از میوز I تقسیم می‌شوند و در پایان، از هر یاختهٔ اولیه، دو یاختهٔ شبیه به هم ایجاد می‌شود. در واقع، میوز II مشابه تقسیم میتوز است و می‌توان گفت که طی میوز II، یاخته‌های اولیه تقسیم میتوز را انجام می‌دهند.

طی تقسیم میوز II، کروماتیدهای خواهری از هم جدا می‌شوند و درنهایت ۴ یاختهٔ هاپلوئید و دارای کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی حاصل می‌شوند.

یاخته‌هایی که در پایان میتوز تشکیل می‌شوند، یاخته‌هایی هستند که عدد کروموزومی آن‌ها نصف کروموزوم‌های سلول مادری (در ابتدای میوز I) است و هم‌چنین، کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دارند.

در پایان میوز II، تقسیم سیتوپلاسم نیز انجام می‌شود. در نهایت، از تقسیم میوز یک یاختهٔ دیپلوئید (۲n)، ۴ یاختهٔ هاپلوئید (n) تولید می‌شوند.

نکته بین تقسیم میوز I و میوز II، مراحل اینترفاز و همانندسازی DNA انجام نمی‌شود. البته، سانتریول‌ها همانندسازی می‌کنند؛ زیرا، در پایان میوز I در هر یاخته، یک جفت سانتریول وجود دارد ولی برای شروع تقسیم میوز II لازم است که اطراف هر هسته، دو جفت سانتریول وجود داشته باشد. به همین دلیل، در فاصلهٔ بین میوز I و II، همانندسازی سانتریول‌ها انجام می‌شود.

نکته دقت داشته باشید که گفتیم میوز II مشابه میتوز است و بنابراین، عدد کروموزومی یاختهٔ حاصل از میوز II برابر با عدد کروموزومی یاخته‌ای است که طی میوز I تولید می‌شود.

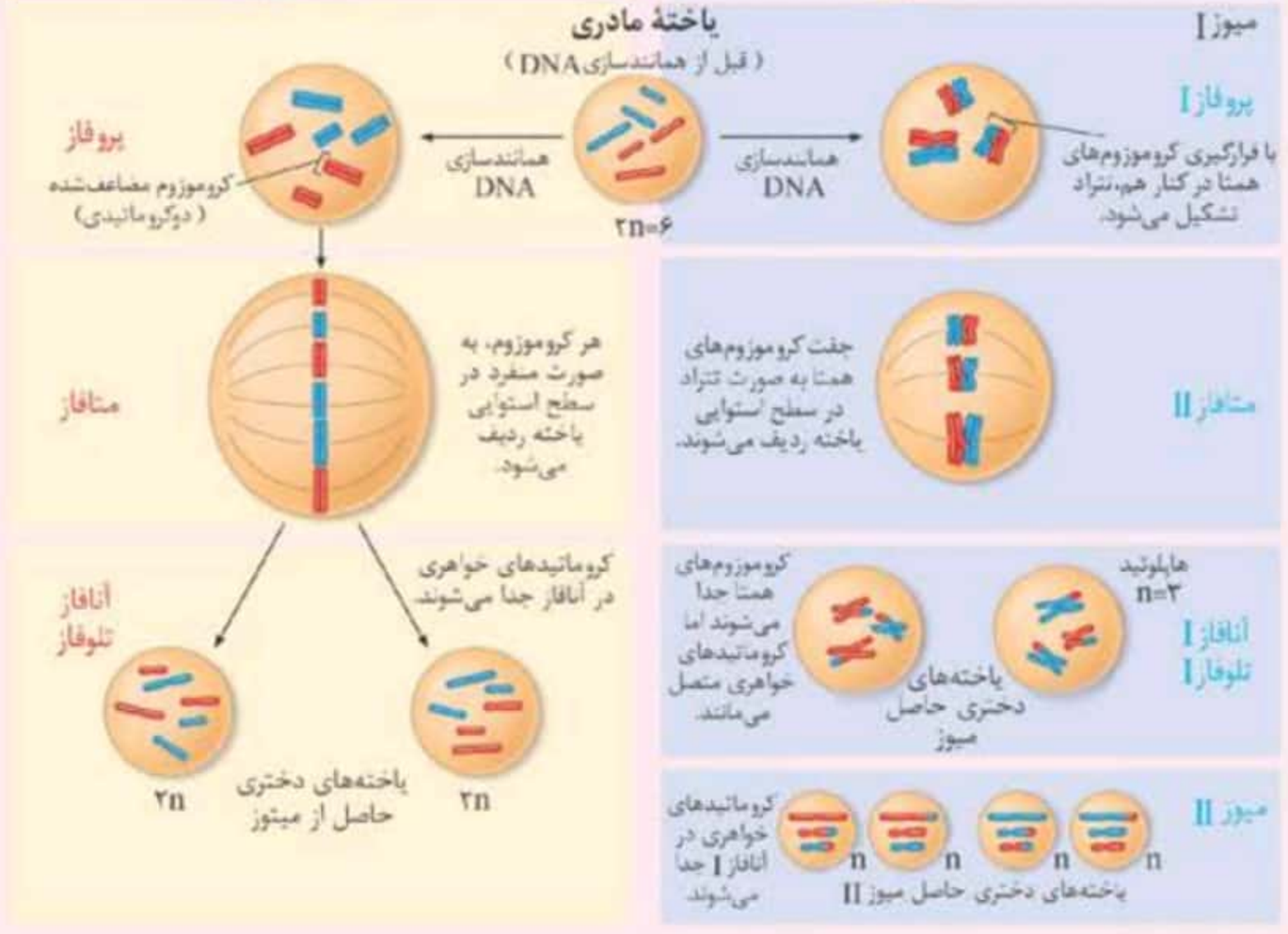
فعالیت کتاب درسی

تقسیم میوز از نظر نحوهٔ آرایش کروموزوم‌ها و جدا شدن آن‌ها، تفاوت اساسی با تقسیم میتوز دارد.

تفاوت‌های میوز و میتوز از نظر نحوهٔ آرایش کروموزوم‌ها و جدا شدن آن‌ها چیست؟ در ابتدای تقسیم میوز، کروموزوم‌های همتا از طول در کنار یک‌دیگر قرار می‌گیرند و ساختارهای چهارکروماتیدی به‌نام تتراد را تشکیل می‌دهند. اما در تقسیم میتوز، هر کروموزوم در یک ردیف قرار می‌گیرد و کروموزوم‌های همتا، روبه‌روی یک‌دیگر قرار نمی‌گیرند. البته، نحوهٔ آرایش کروموزوم‌ها در میوز II، مشابه تقسیم میتوز است.

در ارتباط با جدا شدن کروموزوم‌ها نیز میوز II مشابه تقسیم میتوز می‌باشد و در آن‌ها، کروماتیدهای خواهری از یک‌دیگر جدا می‌شوند. ولی در میوز I، کروماتیدهای خواهری از هم جدا نمی‌شوند و فقط، کروموزوم‌های همتا از هم جدا می‌شوند. بنابراین، در پایان میوز I، کروموزوم‌ها به صورت دوکروماتیدی مشاهده می‌شوند اما در پایان میوز II و تقسیم میتوز، کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دیده می‌شوند. جدول زیر و شکل مقابل، به‌طور خلاصه تفاوت‌های تقسیم میوز و میتوز را نشان می‌دهند.

تقسیم میوز	تقسیم میتوز
در میوز I، کروموزوم‌های همتا از طول در کنار هم قرار می‌گیرند و تتراد تشکیل می‌دهند.	در میتوز، کروموزوم‌های همتا از طول در کنار هم قرار نمی‌گیرند و تتراد تشکیل نمی‌دهند.
در میوز I، کروموزوم‌های همتا از هم جدا می‌شوند.	در میتوز، کروموزوم‌های همتا از هم جدا نمی‌شوند.
در میوز I، کروماتیدهای خواهری از هم جدا نمی‌شوند.	در میتوز، کروماتیدهای خواهری از هم جدا می‌شوند.
در میوز II، کروماتیدهای خواهری از هم جدا می‌شوند.	در میتوز، کروماتیدهای خواهری از هم جدا نمی‌شوند.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

ویژگی	تقسیم میوز	تقسیم میتوز
همانندسازی DNA	در اینترفاز قبل از تقسیم میوز	در اینترفاز قبل از تقسیم میتوز
تعداد تقسیم‌ها	۲ عدد؛ یکی همراه با کاهش عدد کروموزومی و دیگری بدون کاهش عدد کروموزومی	۱؛ بدون کاهش عدد کروموزومی
تشکیل تتراد	در پروفاز I، توسط کروموزوم‌های همتا	ندارد
تعداد یاخته‌های حاصل و عدد کروموزومی آن‌ها	۴ یاخته که عدد کروموزومی آن‌ها نصف عدد کروموزومی یاختهٔ اولیه است.	۲ یاخته که عدد کروموزومی آن‌ها با عدد کروموزومی یاختهٔ اولیه برابر است.
نقش در بدن جانوران و گیاهان	برای تولید گامت و هاگ طی تولیدمثل جنسی	برای رشد و ترمیم

درسنامهٔ ۱۴ اختلالات تقسیم میوز

در این درسنامه، می‌خوایم بگیم که اگه تقسیم میوز به‌طور غیرطبیعی انجام بشه، چه اتفاقی می‌افته. در هر مورد، علاوه بر این‌که کامل توضیح دادیم مشکل یاخته‌ها چی هست، مکانیسم خطای میوزی رو هم توضیح دادیم. کتاب مکانیسم رو کامل و دقیق توضیح نداده و اشارهٔ جزئی داشته و با همون اشارهٔ جزئی هم شما باید بتونین تشخیص بدین که این خطاها چه‌جوری رخ می‌ده اما بازم تصمیمش با خودتونه که بخواین این قسمت‌ها رو دقیق بخونین یا نه!

قبلاً گفتیم که چرخهٔ یاخته‌ای و تقسیم یاخته، با دقت زیادی واپایش می‌شوند تا یاخته‌های سالم و طبیعی به‌وجود بیایند. اما به ندرت ممکن است که اشتباهاتی در روند تقسیم رخ دهد که می‌تواند منجر به تولید یاخته‌های غیرطبیعی شود. اشتباه در تقسیم می‌تواند هم در تقسیم میوز و هم در تقسیم میتوز رخ دهد.

اگر اشتباهی در تقسیم میتوز رخ دهد، فقط نسل‌های بعدی همان یاخته مشکل پیدا خواهند کرد. یاخته‌های غیرطبیعی حاصل از تقسیم میتوز سرنوشت‌های مختلفی ممکن است پیدا کنند: سرطانی‌شدن، غیرفعال‌شدن و از بین رفتن توسط یاخته‌های دستگاه ایمنی و یا فرایندهای مرگ یاخته‌ای. نکتهٔ مهمی که وجود دارد این است که یاختهٔ غیرطبیعی حاصل از میتوز، قادر به انجام عملکرد طبیعی خود در بدن نیست و اگر از بین نرود، می‌تواند سلامت فرد را به خطر بیندازد.

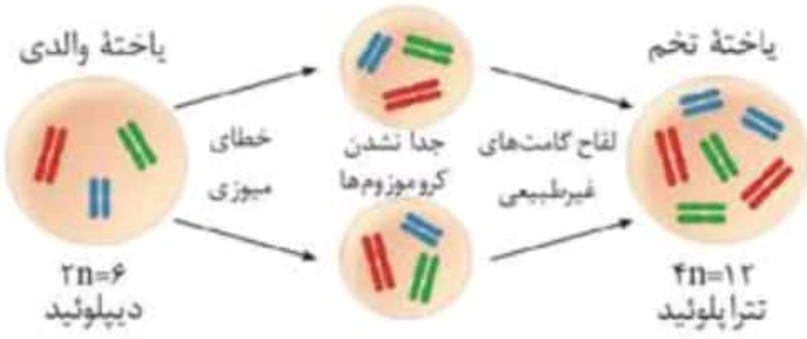
اشتباهاتی که در تقسیم میوز رخ می‌دهند، خطرناک‌تر هستند و اهمیت بیشتری دارند: زیرا، این اشتباهات می‌توانند به نسل بعدی جاندار منتقل شوند و همهٔ یاخته‌های جاندار جدید غیرطبیعی خواهند بود. بنابراین، در این قسمت به بررسی اختلالات تقسیم میوز می‌پردازیم. این اختلالات، منجر به تغییر در تعداد کروموزوم‌های گامت‌ها و در نتیجه، فرزندان می‌شود و شامل پلی‌پلوئیدی و با هم ماندن کروموزوم‌ها می‌باشد.

پلی‌پلوئیدی شدن

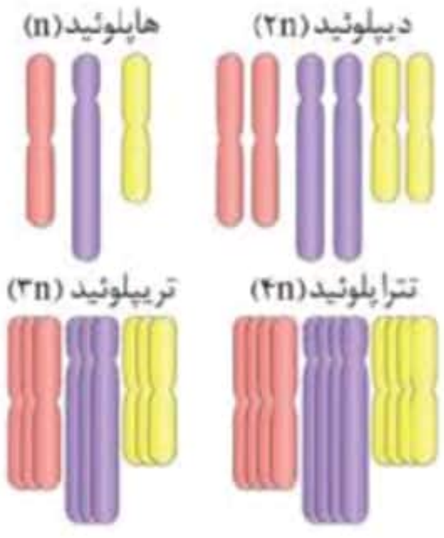
گفتیم که در مرحلهٔ آنافاز میوز I، کروموزوم‌های همتا از یک‌دیگر جدا می‌شوند و هر کروموزوم، به یکی از قطب‌های یاخته می‌رود. حال کروموزوم‌ها از هم جدا نشوند و همگی به یکی از قطب‌های یاخته بروند، پس از تقسیم سیتوپلاسم، دو یاخته تولید می‌شوند که یکی همهٔ کروموزوم‌ها را دریافت کرده است و دیگری، فاقد کروموزوم است. پس از تقسیم میوز II یاختهٔ دارای کروموزوم، یاخته‌هایی تولید می‌شوند که هر کدام، $2n = 46$ هستند[1]. بنابراین، در این حالت، عدد کروموزومی گامت‌ها برابر با عدد کروموزومی یاختهٔ مادری است نه نصف آن. اگر این گامت غیرطبیعی با یک گامت طبیعی لقاح انجام دهد، یاختهٔ تخم $3n = 69$ حاصل، خواهد بود.

$$(2n = 46) + (n = 23) = (3n = 69)$$

به این حالت که تعداد مجموعه‌های کروموزومی یاخته بیشتر از حالت طبیعی است، پلی‌پلوئیدی می‌گویند. شکل‌های زیر، پلی‌پلوئیدی در یک جاندار $2n = 6$ و تولید یاختهٔ تتراپلوئید ($4n = 12$) و هم‌چنین چند حالت‌پلی‌پلوئیدی در یاخته‌ای با عدد هاپلوئید $n = 3$ را نشان می‌دهد.



رخ دادن خطای میوزی و پلی‌پلوئیدی شدن



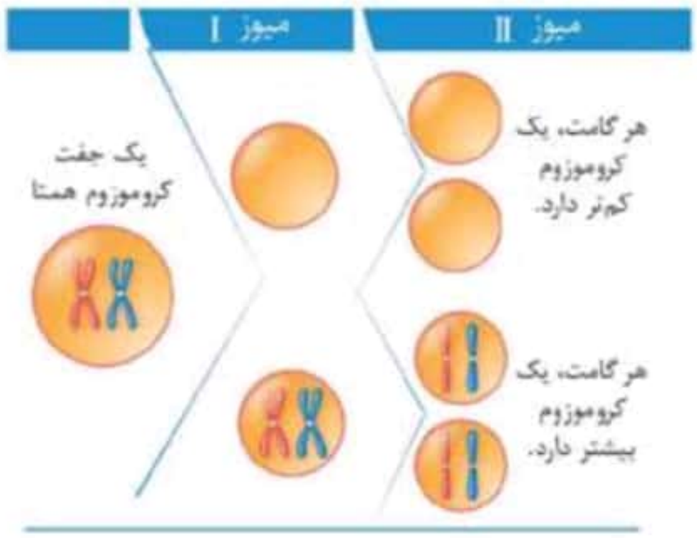
۴ حالت پلوئیدی برای یاخته‌ای با عدد هاپلوئیدی $n = 3$

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

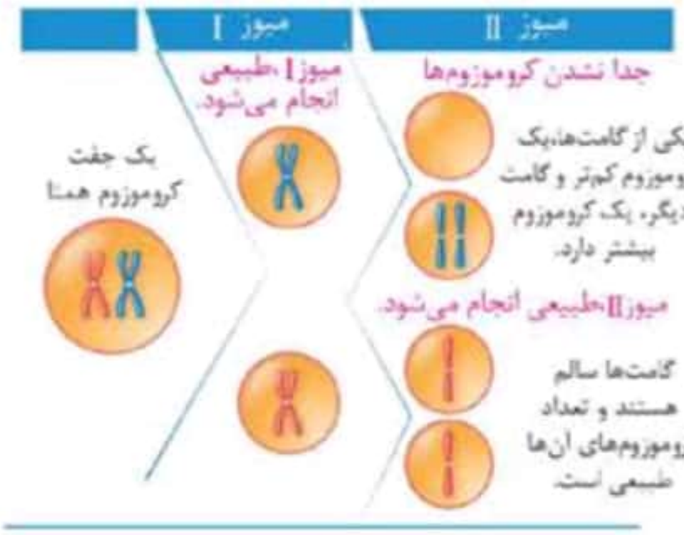
نکته جدا نشدن کروموزوم‌ها، ممکن است به صورت مصنوعی و با تخریب رشته‌های دوک تقسیم انجام شود.

نکته جدا نشدن کروموزوم‌ها، ممکن است در آنافاز تقسیم میوز II نیز رخ دهد. در این حالت، کروماتیدهای خواهری با هم به یک یاخته می‌روند. از آن‌جایی که مشکل در میوز II است، یاخته‌های حاصل از میوز I طبیعی هستند. بنابراین، انتظار می‌رود که در پایان میوز II، دو یاختهٔ طبیعی از تقسیم یاخته‌ای حاصل شوند که میوز آن بدون مشکل است. هم‌چنین، دو یاختهٔ غیرطبیعی از تقسیم میوز یاخته‌ای تولید می‌شوند که در آن، کروماتیدهای خواهری جدا نمی‌شوند و در نتیجه، یک یاخته تعداد بیشتری کروموزوم و یاختهٔ دیگر، تعداد کم‌تری کروموزوم خواهد داشت. اگر جدا نشدن کروموزوم‌ها در میوز II، برای همهٔ کروموزوم‌ها رخ دهد، گامتی ایجاد می‌شود که $2n$ است و گامت دیگری نیز تولید می‌شود که فاقد کروموزوم است. گامت $2n$، می‌تواند با یک گامت طبیعی یا غیرطبیعی دیگر لقاح انجام دهد و پلی‌پلوئیدی ایجاد شود.

تمرین شکل‌های زیر، جدا نشدن کروموزوم‌ها در تقسیم میوز I و تقسیم میوز II را نشان می‌دهد. در هر مورد، به تعداد کروموزوم‌های هر یاختهٔ حاصل از میوز I و II دقت کنید و بررسی کنید که تعداد کروموزوم‌های آن‌ها طبیعی است یا غیرطبیعی.



جدا نشدن کروموزوم‌ها در میوز I



جدا نشدن کروموزوم‌ها در میوز II

مثال مگس سرکه، جانوری است که عدد کروموزومی آن $2n = 8$ است. در شکل مقابل، وضعیت کروموزوم‌های مگس سرکهٔ سالم و هم‌چنین مگس سرکهٔ تریپلوئید ($3n = 12$) و تتراپلوئید ($4n = 16$) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، در هر سه حالت، تعداد کروموزوم‌ها در هر مجموعهٔ کروموزومی ثابت و برابر با $n = 4$ است اما تعداد مجموعه‌های کروموزومی و تعداد کل کروموزوم‌ها، در حالت‌های پلی‌پلوئیدی افزایش می‌یابد.

فکر کنم دیگه پلی‌پلوئیدی رو خوب فهمیده باشید. اگه این رو خوب متوجه شده باشین، ادامهٔ درسنامه بسیار آسون هست و دیگه مشکلی توش نخواهید داشت.

کروموزوم‌های مگس سرکهٔ سالم

پلی‌پلوئیدی

با هم ماندن کروموزوم‌ها

در ارتباط با پلی‌پلوئیدی شدن گفتیم که ناشی از جدا نشدن همهٔ کروموزوم‌ها طی آنافاز میوز است. حال اگر به جای کل کروموزوم‌ها، **فقط یک یا چند کروموزوم طی آنافاز از هم جدا نشوند، حالتی ایجاد می‌شود که به آن، با هم ماندن کروموزوم‌ها گفته می‌شود.**

در این پدیده، در یاخته‌های حاصل از تقسیم میوز، **کاهش یا افزایش تعداد کروموزوم‌ها مشاهده می‌شود؛** یاخته‌ای که کروموزوم‌های همتا، همراه با یک‌دیگر به آن رفته‌اند، تعداد کروموزوم‌های بیشتری نسبت به حالت طبیعی دارد و یاختهٔ دیگر، تعداد کروموزوم‌هایش کم‌تر است.

نکته با هم ماندن کروموزوم‌ها ممکن است در **آنافاز میوز** یا **میتوز** رخ دهد. مکانیسم این پدیده مشابه همان چیزی است که در ارتباط با پلی‌پلوئیدی شدن گفته شد، با این تفاوت که در آن، فقط یک یا چند کروموزوم با هم می‌مانند.

مثال سندرم (نشانگان) داون[1]. افراد مبتلا به سندرم داون، به‌جای ۴۶ کروموزوم، ۴۷ کروموزوم دارند. زیرا، یک کروموزوم ۲۱ اضافی دارند. در واقع، در این افراد به جای ۲ کروموزوم ۲۱، سه عدد کروموزوم ۲۱ در یاخته‌های پیکری وجود دارد. در این بیماری، علائم مختلفی مثل درجاتی از عقب‌ماندگی ذهنی مشاهده می‌شود.

1- Down Syndrome

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

نکته مجموعهٔ نشانه‌های یک بیماری یا یک حالت را نشانگان (سندرم) می‌نامند[1].

سؤال **نشانگان داون، چگونه ایجاد می‌شود؟** اگر یکی از گامت‌های تولیدکنندهٔ فرد، دارای دو عدد کروموزوم ۲۱ باشند و با گامتی لقاح انجام دهد که طبیعی است و یک کروموزوم ۲۱ دارد، یاختهٔ تخمی تولید می‌شود که سه عدد کروموزوم ۲۱ دارد. در نتیجه، یاخته‌های پیکری حاصل از تقسیم یاختهٔ تخم نیز یک کروموزوم ۲۱ اضافی دارند و نشانگان داون ایجاد می‌شود.

سؤال **چه عواملی، احتمال بروز خطای میوزی و ایجاد گامت غیرطبیعی را افزایش می‌دهد؟** عوامل محیطی، مانند مصرف دخانیات، نوشیدنی‌های الکلی، مجاورت با پرتوها و آلودگی‌ها، می‌توانند احتمال جدا نشدن کروموزوم‌ها در هر دو جنس را افزایش دهند. اما **یکی از مهم‌ترین دلایل مؤثر بر احتمال بروز خطای میوزی، افزایش سن زنان هنگام بارداری است؛** زیرا، با افزایش سن مادر، احتمال خطای میوزی در سلول‌های جنسی بیشتر می‌شود.

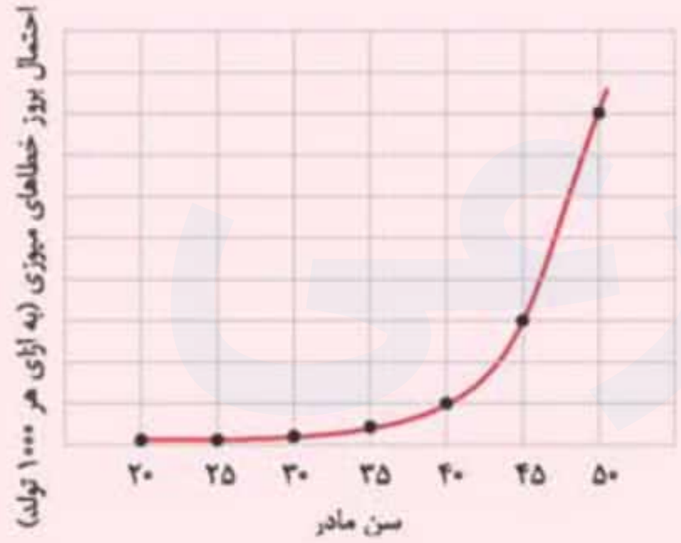
آن‌چه خواهیم خواند [کفتار ۲- فصل ۷ یازدهم] در زنان، تخمک‌زایی در دوران جنینی آغاز و پس از شروع میوز متوقف می‌شود. در واقع، در زنان همهٔ یاخته‌هایی که می‌توانند به گامت تبدیل شوند، در دوران جنینی ساخته می‌شوند و پس از سن بلوغ، تقسیم آن‌ها ادامه می‌یابد. اما در مردان، گامت‌زایی بعد از بلوغ آغاز می‌شود و به‌طور مداوم انجام می‌شود. از آن‌جایی که یاخته‌های تخمک‌ساز هنگام تقسیم میوز، سن زیادی دارند، احتمال بروز خطای میوزی در آن‌ها بیشتر است و این احتمال، با افزایش سن زیادتر نیز می‌شود.

فعالیت کتاب درسی

اثر سن مادر بر احتمال بروز خطای میوزی

منحنی زیر، رابطهٔ بین سن مادر در هنگام بارداری و احتمال به دنیا آمدن فرزند مبتلا به نشانگان داون را نشان می‌دهد.

۱- منحنی را تفسیر کنید.



همان‌طور که در نمودار مقابل مشاهده می‌کنید، همگام با افزایش سن مادر، احتمال تولد نوزادان مبتلا به سندرم داون افزایش می‌یابد که نشان‌دهندهٔ بیشتر بودن احتمال خطای میوزی در مادران مسن‌تر است.

مطابق نمودار، احتمال تولد نوزادان مبتلا به سندرم داون تا سن ۳۰ سالگی، حدوداً کم‌تر از ۱ مورد در هر هزار تولد است. تا سن ۳۵ سالگی، این مقدار بیش از دو برابر می‌شود و در ۴۰ سالگی، به حدود ۱۰ فرد مبتلا در هر هزار تولد می‌رسد. یعنی حدوداً ۱۰ برابر احتمال خطای میوزی در سن ۳۰ سالگی. بنابراین، کاملاً مشخص است که افزایش سن مادر، احتمال خطای میوزی را زیاد می‌کند.

۲- احتمال به دنیا آمدن فرزند مبتلا به بیماری در یک مادر ۵۰ ساله چقدر است؟ ۸ درصد

۳- احتمال به دنیا آمدن فرزند مبتلا به بیماری داون در یک مادر ۴۵ ساله چند برابر مادر ۳۵ ساله است؟ حدود ۱۰ برابر

سن مادر	احتمال ٪
۲۰	۰/۰۵
۲۵	۰/۰۸
۳۰	۰/۱
۳۵	۰/۳
۴۰	۱
۴۵	۳
۵۰	۸

۱- بیماری (disease)، پاسخ پاتوفیزیولوژیکی است که نسبت به یک محرک داخلی یا خارجی داده می‌شود و نشان‌دهندهٔ آسیب می‌باشد. سندرم، مجموعهٔ علامت‌ها و نشانه‌هایی هست که همراه با [illegible] برای بیماری بروز پیدا می‌کنند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فصل ۷

سال یازدهم

«مراحل رشد و نمو جنین، در رحم انجام می‌شود.»

زندگی همهٔ ما زمانی شروع شد که یک اسپرم و تخمک با هم لقاح انجام دادند و اولین سلول زندگی ما، یعنی سلول تخم رو تشکیل دادن. همه‌چی به این سادگی هم نبوده! میلیون‌ها اسپرم رقابت کردن و در نهایت، فقط یکی از اونا برنده شده! از اون لحظه، کلی اتفاقات افتاده تا یک سلول به یک «انسان» تبدیل بشه.

تولیدمثل

تولیدمثل، یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین مسائل زیستی است. هرچند طبق گفتهٔ کتاب، تولیدمثل نقشی در بقا نداره، اما خیلی از جانوران هستن که هر روز برای اینکه بتونن با جفت دلخواه خودشون تولیدمثل انجام بدن، با بقیه درگیر میشن و حتی شاید به‌خاطرش بمیرن! شاید اغراق نکرده باشیم اگه بگیم در نهایت، تمامی فعالیت‌های یک جاندار برای اینه که بتونه زاده‌های جدید تولید کنه و نسلش ادامه داشته باشه! خلاصه اینکه تولیدمثل یک فرایند زیستی مهمه و اگه نبود، هیچ‌کس دیگه هم نبود!

این فصل، یکی از مهم‌ترین فصل‌های زیست‌شناسی است و خیلی توی آزمونای مختلف، از جمله کنکور، مورد توجه طراحان است. در اکثر کنکورها، حداقل ۳ سؤال از این فصل مطرح شده است. اما این فصل از ٤ قسمت تشکیل شده است؛ در قسمت اول و دوم، به‌ترتیب با دستگاه تولیدمثلی مرد و زن آشنا می‌شیم. طبیعتاً بیشتر سؤالات این فصل هم از همین دو قسمت مطرح میشن و با توجه به مقدم‌بودن خانما، بخش دوم فصل، مهم‌ترین بخش فصله! نکتهٔ خیلی مهمی که راجع به این دو قسمت وجود داره این هست که ارتباط زیادی با فصل هورمون‌ها دارن و حتماً باید اون فصل رو خوب بلد باشین، به‌خصوص تنظیم بازخوردی و فعالیت هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین. تا آخر گفتار (۲)، می‌فهمیم که سلول‌های جنسی چجوری تولید می‌شن و از گفتار (۳)، می‌فهمیم که چجوری لقاح انجام میشه و یک سلول، تبدیل به یک نوزاد میشه! در آخر، یه نگاهی هم می‌کنیم به تولیدمثل جنسی در بقیهٔ جانوران. تولیدمثلی که اگه انجام نشه، نسل یک جاندار منقرض میشه:

«میل اندر مرد و زن، حق زان نهاد — تا بقا یابد جهان زین اتحاد»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکروطبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تست‌های این ۳ تا کتاب لذت ببری. 😊

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

دستگاه تولیدمثل در مرد

درسنامهٔ ۱ تولیدمثل جنسی و غیرجنسی

برای این‌که این فصل رو شروع کنیم، لازمه که قبل از هرچی، بگیم تولیدمثل چی هست. برای این توضیح هم لازمه که برگردیم عقب.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] جانداران، دارای ۷ ویژگی مشترک هستند. یکی از این ویژگی‌ها، تولیدمثل است. یعنی جانداران می‌توانند در فرایند تولیدمثل، موجوداتی کم‌وبیش شبیه خود را به‌وجود آورند.

مطلبی که از این‌جا در قالب «یادآوری» می‌گیم، فراتر از کتاب درسی دهم و یازدهم هست و در کل نیازی نیست بدونین. اما به عنوان یه پیش‌زمینه برای مباحث این فصل، بد نیست بفونینش.

یادآوری در علوم هشتم خواندیم که به‌طور کلی، تولیدمثل دو نوع دارد: ۱- تولیدمثل غیرجنسی و ۲- تولیدمثل جنسی. در تولیدمثل جنسی، به‌طور معمول دو نوع یاختهٔ جنسی وجود دارند. این یاخته‌های جنسی، با هم لقاح انجام می‌دهند و یاختهٔ تخم را ایجاد می‌کنند. یاختهٔ تخم نیز می‌تواند جاندار بالغ را ایجاد کند.

تولیدمثل غیرجنسی

بعضی وقتا هست، یه جانداری کلاً به خودش وابسته هست. حتی برای تولیدمثل نمیره تاز بقیه رو بکشه. به این روش تولیدمثل که **فقط یک جاندار در آن نقش دارد**، تولیدمثل غیرجنسی می‌گویند.

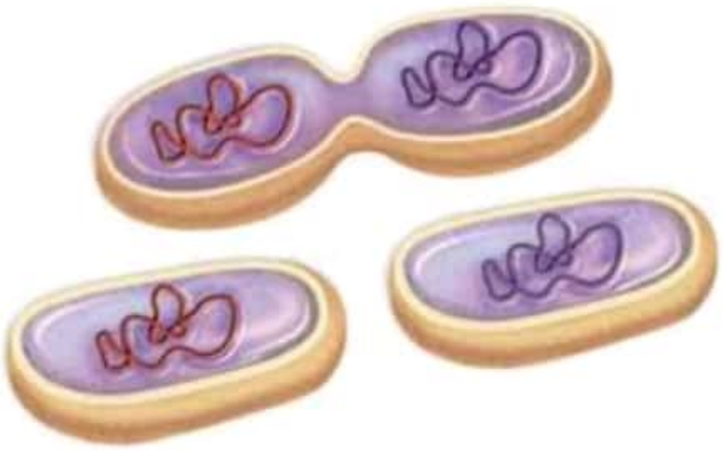
نکته بکرزایی نوع خاصی از تولیدمثل جنسی است که در بعضی از جانداران رخ می‌دهد و در آن، فقط یک والد حضور دارد. در بعضی از جانداران هرمافرودیت نیز لقاح فقط توسط یک والد انجام می‌شود. در سایر موارد، در تولیدمثل جنسی دو والد حضور دارند. *اینا رو آخر فصل توضیح می‌دیم.*

کیا تولیدمثل غیرجنسی دارن؟ هم تک‌یاخته‌ای‌ها و هم پریاخته‌ای‌ها. *یعنی کلاً به تعداد یافته بستگی نداره.* در تک‌یاخته‌ای‌ها، تولیدمثل غیرجنسی یک روش رایج تولیدمثل است. *البته اینجوری نیست که همهٔ تک‌یاخته‌ای‌ها، فقط تولیدمثل غیرجنسی داشته باشن، بلکه بعضیاشون تولیدمثل جنسی هم دارن. تازه در «آیا می‌دانید؟» علوم هشتم خوندید که بعضی از جانداران، می‌تونن هر دو روش تولیدمثل جنسی و غیرجنسی رو داشته باشن. فصل بعد نمونه‌هاشو در گیاهان می‌بینیم.*

نکته در تولیدمثل غیرجنسی، افرادی تولید می‌شوند که از نظر ژنی و سایر ویژگی‌ها، با والد خود یکسان هستند.

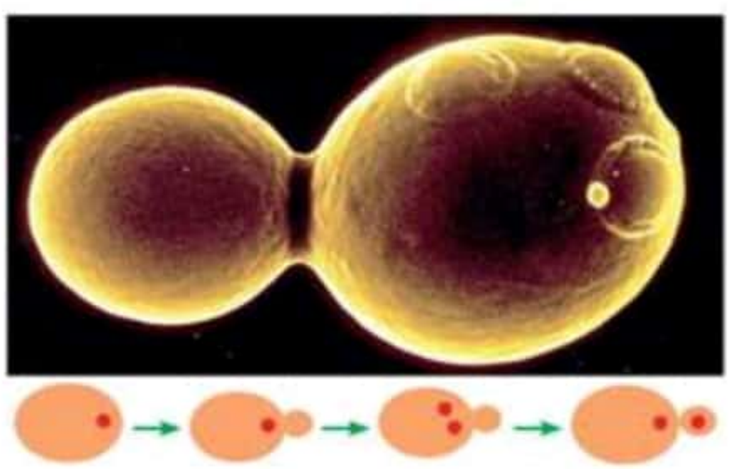
تولیدمثل غیرجنسی، انواعی داره. بریم بررسی کنیم انواعشو.

❑ دونیم‌شدن



نوعی روش تولیدمثل غیرجنسی در **باکتری‌ها (پروکاریوت‌ها)** است. در این روش، یاخته از وسط به دو نیمه تقسیم می‌شود. هر نیمهٔ حاصل از تقسیم، به صورت یک یاختهٔ کامل عمل می‌کند و بعد از این‌که رشد کرد، می‌تواند به همین روش تقسیم و تکثیر شود. *فرض کنین یه تکه خمیر بازی داریم. اون رو به شکل یه استوانه یکنواخت درمیاریم و بعد از وسط نصفش می‌کنیم. نتیجش اینه که الان دو تا خمیر کوچک‌تر اما به‌شکل داریم. حالا اگه باز به این خمیرا اضافه کنیم و دوباره از وسط نصف کنیم، شاهد دونیم‌شدن در خمیر بازی بودیم!*

❑ جوانه‌زدن



مخمر نان، یکی از جاندارانی است که می‌تواند با روش جوانه‌زدن، تولیدمثل کند. در این روش، بخشی از یاخته شروع به برآمده‌شدن می‌کند که به آن، جوانه می‌گویند. جوانه به تدریج بزرگ‌تر می‌شود و در نهایت، از یاختهٔ مادری جدا می‌شود و به صورت مستقل، به زندگی خود ادامه می‌دهد. البته، ممکن است که جوانه به یاختهٔ مادر نیز متصل باقی بماند. *اما جوانه چه‌جوری ایجاد میشه؟ همونطور که در شکل می‌بینین، در سطح یافتهٔ مادری جوانه‌ای تشکیل شده. این جوانه، در واقع سیتوپلاسم یافتهٔ مادری رو دریافت می‌کنه و به تدریج، بزرگ‌تر میشه. هم‌زمان با رشد جوانه، هستهٔ یافتهٔ مادری تقسیم می‌شه و درون یافتهٔ مادری، دو تا هسته ایجاد میشه. یکی از این هسته‌ها، وارد جوانه میشه و از این‌جا به بعد، خود جوانه می‌تونه به عنوان یک یافتهٔ مستقل عمل کنه.*

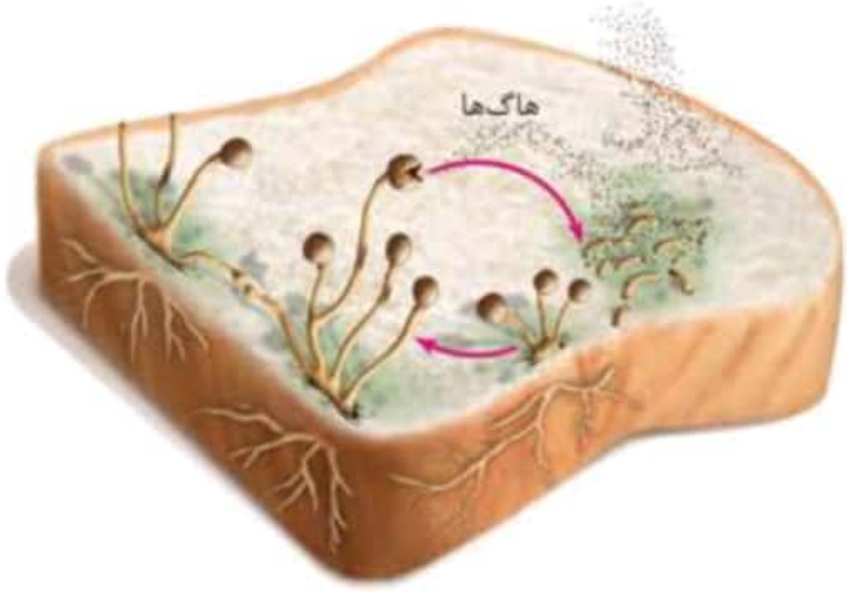
نکته جوانه‌زدن در جانداران پریاخته‌ای هم دیده می‌شود. مثلاً، هیدر جانوری است که می‌تواند با جوانه‌زدن تولیدمثل غیرجنسی انجام دهد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ قطعه‌قطعه‌شدن

در این روش، قطعاتی از بدن جاندار جدا می‌شوند و این قطعات، با رشد خود، جانداری جدید را ایجاد می‌کنند. مثلاً در قطعاتی از سیب‌زمینی، جوانه وجود دارد. اگر این قطعات از گیاه جدا شوند، می‌توانند در محل جدید برویند و گیاه کامل را به وجود بیاورند. گیاه خزه نیز انشعاب‌هایی دارد که اگر جدا شوند، می‌توانند رشد کنند و گیاه جدید را ایجاد کنند.

❑ هاگ‌زایی



هاگ، یاخته‌ای است که در هاگدان تولید می‌شود. هاگ‌ها، یاخته‌های کوچک، سبک و مقاوم هستند و می‌توانند همراه با جریان هوا و آب پخش شوند. اگر هاگ در محل مناسب (برای رشد) قرار بگیرد، رشد می‌کند و جانداری مشابه والد خود به‌وجود می‌آورد. تولیدمثل غیرجنسی در کپک نان و کپک روی میوه با همین روش انجام می‌شود. معمولاً کپک‌ها ابتدا به شکل لکه‌های کوچک روی نان یا میوه دیده می‌شوند؛ اما با گذشت زمان، این لکه‌ها بزرگ‌تر می‌شوند و سرانجام همهٔ سطح آن‌ها را می‌پوشانند. علت این است که کپک با روش هاگ‌زایی تولیدمثل می‌کند و تعداد کپک‌ها زیاد می‌شود.

❑ تولیدمثل غیرجنسی در گیاهان

بعضی از گیاهان نیز بخش‌های ویژه‌ای برای تولیدمثل غیرجنسی دارند. مثلاً در لبهٔ برگ بعضی از گیاهان، جوانه‌هایی وجود دارند که می‌توانند در محل مناسب رشد کنند و گیاه را به‌وجود بیاورند. در ارتباط با تولیدمثل غیرجنسی در خزه و سیب‌زمینی نیز قبلاً گفتیم. *در ارتباط با تولیدمثل غیرجنسی در گیاهان، فصل بعدی به‌طور مفصل صحبت می‌کنیم. بنابراین این‌جا ازش می‌گذریم.*

تذکر مطالبی که در ادامه گفته می‌شوند، مربوط به کتاب درسی یازدهم هستند و مطالعهٔ آن‌ها، الزامی است.

تولیدمثل جنسی

در تولیدمثل جنسی، معمولاً دو فرد یا دو یاختهٔ جنسی نر و ماده وجود دارند. *دقت کنید که گفتیم «معمولاً» «دو فرد» یا «دو یاخته». دلیلشو آخر فصل مفصل می‌گیم اما یه خلاصه هم این‌جا بگیم. تولیدمثل جنسی ممکنه فقط توسط یک جاندار و با یک نوع یاختهٔ جنسی انجام بشه؛ مثل بکرزایی. ممکنه توسط یک فرد و با دو یاختهٔ جنسی انجام بشه؛ مثل جانداران هرمافرودیت. در رایج‌ترین حالت، دو فرد با دو یاختهٔ جنسی وجود دارن.*

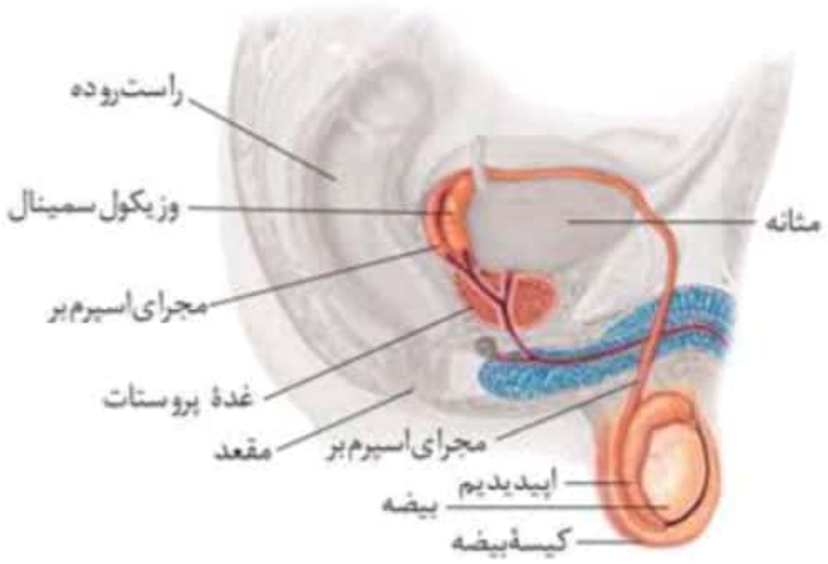
نکته در فرایند تولیدمثل جنسی، دو فرد شرکت دارند که هر کدام، دستگاه تولیدمثلی خاص خود را دارند.

نکته دستگاه تولیدمثل با بقیهٔ دستگاه‌های بدن تفاوت دارد. اگر این دستگاه درست کار نکند و حتی بخشی از آن را از بدن خارج کنیم، بقای فرد به خطر نمی‌افتد.

خُب این یه مقدمه بود تا بفهمیم که تولیدمثل چی هست. حالا بریم سراغ اصل مطلب.

درسنامهٔ ۲ دستگاه تولیدمثل مردان

اندام‌های تولیدمثلی مرد



دستگاه تولیدمثلی مرد، از **اندام‌های اصلی** و **اندام‌های ضمیمه (کمکی)** تشکیل شده است. کار اصلی این دستگاه، **تولید یاخته‌های جنسی نر (اسپرم)** است. **بیضه‌ها، اندام‌های اصلی این دستگاه هستند** که وظیفهٔ تولید اسپرم‌ها (یاخته‌های جنسی نر) را برعهده دارند. اپیدیدیم، مجرای اسپرم‌بر، وزیکول سمینال، غدهٔ پروستات، غده‌های پیازی ـ میزراهی و آلت تناسلی، **اندام‌های ضمیمهٔ دستگاه تولیدمثلی** محسوب می‌شوند.

در این درسنامه، ساختار بیضه‌ها رو بررسی می‌کنیم و سایر اندام‌های دستگاه تولیدمثلی مردا رو بعداً توضیح می‌دیم.

به طور کلی، دستگاه تولیدمثلی مرد، مجموعاً نقش‌های زیر را برعهده دارد:

۱- **تولید یاخته‌های جنسی نر (اسپرم):** توسط لوله‌های اسپرم‌ساز در بیضه‌ها

۲- **ایجاد محیطی مناسب برای نگه‌داری از اسپرم‌ها:** توسط اپیدیدیم

۳- **انتقال اسپرم‌ها به خارج از بدن:** توسط مجرای اسپرم‌بر و با همکاری وزیکول سمینال، پروستات، غدد پیازی ـ میزراهی و آلت تناسلی

۴- **تولید هورمون جنسی مردانه (تستوسترون):** توسط یاخته‌های بینابینی بیضه‌ها

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «اندام‌های دستگاه تولیدمثل در مرد»

- ✓ غدد پیازی میزراهی، در زیر پروستات و نزدیک به ابتدای میزراه قرار دارند.
- ✓ غدهٔ پروستات، دقیقاً در زیر مثانه قرار دارد و میزراه از درون پروستات عبور می‌کند.
- ✓ کل بیضه و اپیدیدیم به همراه بخشی از مجرای اسپرم‌بر، درون کیسهٔ بیضه قرار دارند.
- ✓ در جلوی مثانه، استخوان نیم‌لگن قرار دارد. مجرای اسپرم‌بر از جلوی این استخوان عبور می‌کند.
- ✓ مجرای اسپرم‌بر با عبور از کنار بالایی مثانه، پس از عبور از بین دو میزنای، به پشت مثانه می‌رود و به وزیکول سمینال می‌پیوندد. وزیکول سمینال در پشت مثانه قرار دارد.
- ✓ مجرای وزیکول سمینال و مجرای اسپرم‌بر، درون پروستات به یکدیگر متصل می‌شوند و یک مجرای مشترک را به‌وجود می‌آورند.

آن‌چه گذشت [فصل ۴ یازدهم] بیضه‌ها، غدد درون‌ریزی هستند که در بدن مردان، وظیفهٔ تولید هورمون‌های جنسی را برعهده دارند. بیضه، پایین‌ترین غدهٔ درون‌ریز بدن یک مرد است و هورمون تستوسترون را وارد جریان خون می‌کند. فعالیت بیضه‌ها، تحت تأثیر دو هورمون محرک هیپوفیز پیشین، یعنی هورمون FSH و LH قرار می‌گیرد. *هورمونم که یادتون هست نوعی پیک شیمیایی دوربرد بود که وارد جریان خون میشه و پس از طی فاصله‌ای طولانی، پیام رو به یافتهٔ هدف می‌رسونه.*

بیضه‌ها

در فصل (۴) یازدهم خواندیم که **بیضه‌ها، غدد جنسی نر هستند.** در بدن مردان، **یک جفت بیضه** وجود دارد. این غدد، **محل تولید یاخته‌های جنسی نر (اسپرم)** و هم‌چنین **تولید هورمون جنسی مردانه (تستوسترون)** هستند.

❑ محل قرارگیری بیضه‌ها

بیضه‌ها، درون **کیسهٔ بیضه** قرار دارند. به‌طور طبیعی، کیسهٔ بیضه **در خارج از بدن و پایین محوطهٔ شکمی** قرار گرفته است. یکی از دلایل قرارگیری کیسهٔ بیضه در خارج از بدن این است که دمای آن از دمای طبیعی بدن کم‌تر باشد؛ زیرا **برای فعالیت بیضه‌ها و تمایز صحیح اسپرم‌ها، دمایی کم‌تر از دمای بدن لازم است.** دمای درون کیسهٔ بیضه ۳ درجهٔ سانتی‌گراد پایین‌تر از دمای بدن است و معادل با ۳۴ درجهٔ سانتی‌گراد است. دو عامل در ایجاد این دمای پایین‌تر نقش دارند:

۱- **قرارگیری کیسهٔ بیضه در خارج از بدن؛** *طبیعتاً هر چی بیضه‌ها از اندام‌های بدن و جاهایی که جریان خون زیادی دارند، دورتر باشه، دماش هم کم‌تره.*

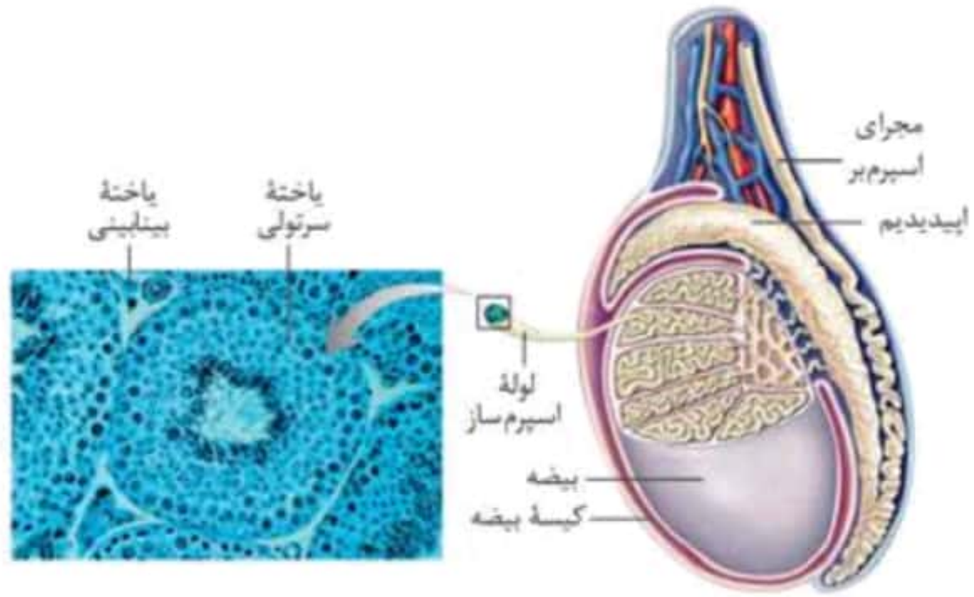
۲- **وجود داشتن شبکه‌ای از رگ‌های کوچک برای تنظیم دما؛** *توضیح این یکی دیگه خارج از کتابه و ما کاری بهش نداریم. اما خب خلاصش اینه که خون می‌تونه وقتی وارد کیسه میشه، گرما رو بگیره و از کیسهٔ بیضه خارج کنه.*

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] گرم کردن هوای ورودی، از کارهای مهم بینی است. در بینی، شبکه‌ای وسیع از رگ‌هایی با دیوارهٔ نازک وجود دارد که هوا را گرم می‌کند.

نکته در کیسهٔ بیضه، علاوه‌بر بیضه، اپیدیدیم و بخش ابتدایی مجرای اسپرم‌بر نیز قرار دارد.

❑ ساختار بیضه‌ها

در بیضه‌ها، **لوله‌های اسپرم‌ساز** و **یاخته‌های بینابینی** قرار دارند. لوله‌های اسپرم‌ساز، **لوله‌های پر پیچ وخمی** هستند که درون آن‌ها، از هنگام بلوغ فرد تا پایان عمر، اسپرم تولید می‌شود؛ بنابراین، در اسپرم‌زایی نقش دارند. در بین لوله‌های اسپرم‌ساز، یاخته‌های بینابینی قرار دارند. **یاخته‌های بینابینی، هورمون جنسی مردانه را ترشح می‌کنند.**



بین لوله‌های اسپرم‌ساز، توسط لوله‌های اسپرم‌ساز اشغال شده است و یاخته‌های بینابینی، بخش کمی از بیضه را به خود اختصاص می‌دهند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

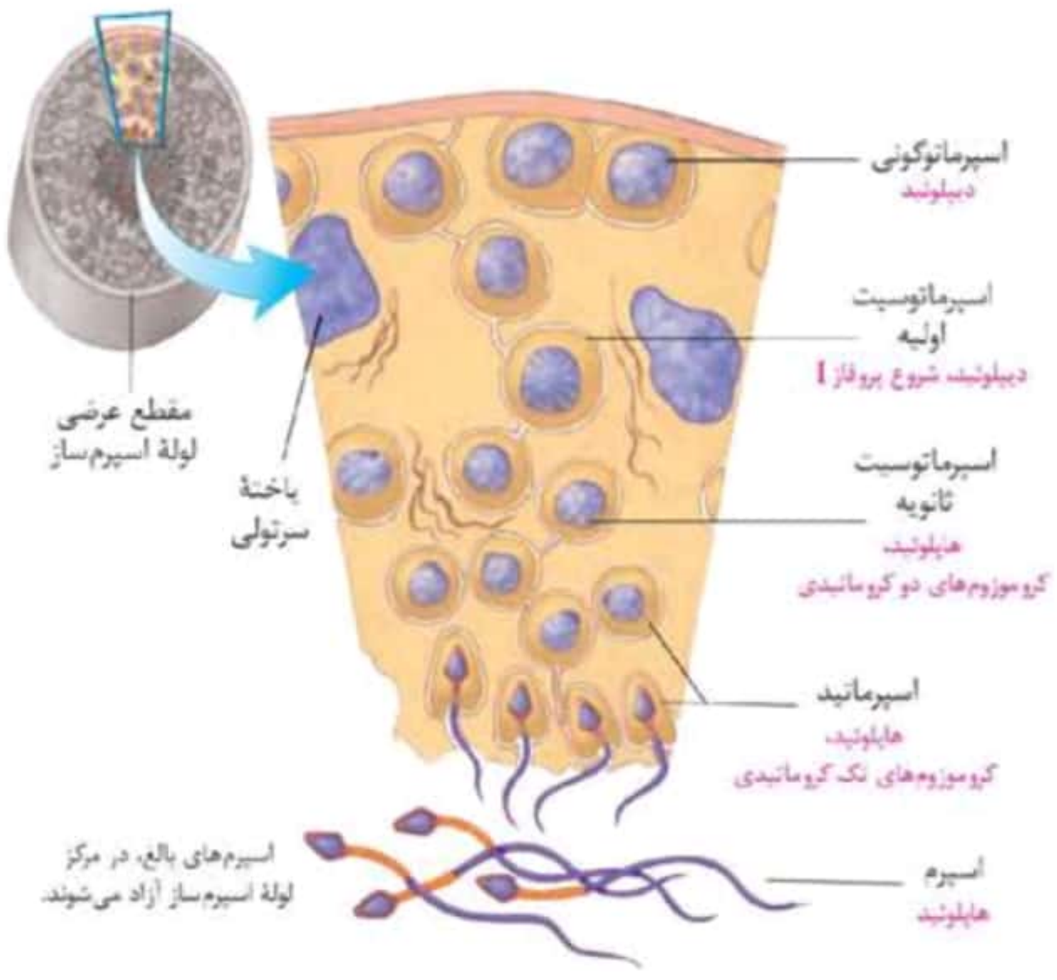
یاخته‌های دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز:

در دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز، انواعی از یاخته‌ها وجود دارند. **خارجی‌ترین لایهٔ دیوارهٔ** لولهٔ اسپرم‌ساز (زامه‌زا)، مربوط به یاخته‌های لایهٔ زاینده، یعنی **اسپرماتوگونی‌هاست. اسپرم‌زایی، به سمت مرکز لولهٔ اسپرم‌ساز انجام می‌شود و** بنابراین، در داخلی‌ترین لایهٔ دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز، اسپرم‌ها تولید و در فضای درونی لوله آزاد می‌شوند. اسپرماتوسیت اولیه، اسپرماتوسیت ثانویه و اسپرماتید، سایر یاخته‌هایی هستند که در دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز، بین اسپرماتوگونی و اسپرم وجود دارند و در فرایند اسپرم‌زایی نقش مستقیم دارند. علاوه‌بر این یاخته‌ها، **یاخته‌های سرتولی** نیز در دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز وجود دارند. این یاخته‌ها، وظایف متعددی برعهده دارند؛ از جمله: ۱- ترشح مواد شیمیایی برای هدایت تمایز اسپرم‌ها، ۲- پشتیبانی و تغذیهٔ یاخته‌های جنسی در همهٔ مراحل اسپرم‌زایی و ۳- فاگوسیتوز باکتری‌ها.

نکته یاخته‌های سرتولی بر فعالیت همهٔ یاخته‌های موجود در مسیر اسپرم‌زایی تأثیر می‌گذارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ یازدهم] یاخته‌های سرتولی، همانند ماکروفاژها، یاخته‌های دندریتی، ماستوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها، توانایی فاگوسیتوز دارند.

دقت داشته باشید که یاخته‌های سرتولی، جزء گویچه‌های سفید محسوب نمی‌شوند.



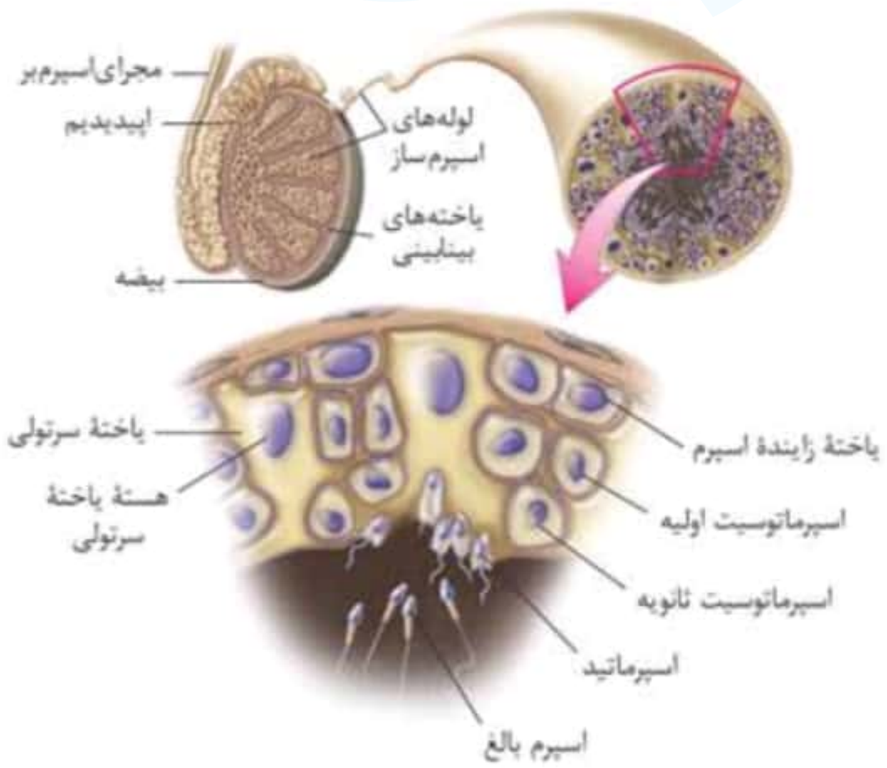
درسنامهٔ ۳ اسپرم‌زایی (اسپرماتوژنز)

از این‌جا به بعد، مباحثی که می‌گیم با فصل‌های (۴) و (۶) یازدهم در ارتباطه. از فصل (۴)، مباحث مربوط به هیپوتالاموس، هیپوفیز و بازخورد رو مرور کنین. از فصل (۶) هم مراحل تقسیم میوز. بعدش که اینا رو خوندین، برگردین این‌جا.

❑ شروع اسپرماتوژنز: اسپرماتوگونی ← اسپرماتوسیت اولیه + اسپرماتوگونی

شکل مقابل، مقطع عرضی دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشخص است، در دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز یاخته‌هایی وجود دارند که **تقسیم** (میتوز یا میوز) انجام می‌دهند تا در نهایت **اسپرماتیدها** را ایجاد کنند. اسپرماتیدها نیز پس از تمایز و تغییر شکل، **اسپرم‌ها** را به وجود می‌آورند. خارجی‌ترین یاخته‌ها، یاخته‌های زاینده هستند که به آن‌ها، **اسپرماتوگونی (زامه‌زا)** گفته می‌شود.

یاخته‌های اسپرماتوگونی، **تقسیم میتوز** انجام می‌دهند و دو یاخته ایجاد می‌کنند. یکی از یاخته‌های حاصل از میتوز، در لایهٔ زاینده باقی می‌ماند. بدین‌ترتیب، **همیشه (از بلوغ تا آخر عمر) لایهٔ زاینده، فعال باقی می‌ماند.** *فرض کنین هر دو یافتهٔ حاصل از تقسیم یافتهٔ زاینده، از لایهٔ زاینده خارج می‌شدن. اینجوری، هر بار که یک یافتهٔ زاینده تقسیم می‌شد، یکی از تعداد یافته‌های زاینده کم می‌شد. اما وقتی که یکی از یافته‌های حاصل از تقسیم، در لایهٔ زاینده باقی بمونه، تعداد یافته‌های زاینده ثابت و بدون تغییر خواهد موند.*



اسپرم‌زایی در لوله‌های اسپرم‌ساز بیضه

یاختهٔ دیگر حاصل از تقسیم میتوز یاختهٔ زاینده، **اسپرماتوسیت (زام‌یاخته) اولیه** است. **اسپرماتوسیت اولیه، تنها یاخته‌ای است که می‌تواند تقسیم میوز را شروع کند** و در جهت تولید اسپرم عمل کند. *پس حواستون باشه که اسپرماتوگونی، توانایی میوز نداره و فقط میتوز انجام میده.*

نکته هر بار که یک یاختهٔ زاینده تقسیم میتوز انجام می‌دهد، یک اسپرماتوسیت اولیهٔ جدید تشکیل می‌شود. بنابراین، در اثر تقسیم میتوز یاختهٔ زاینده، تعداد یاخته‌های زاینده بدون تغییر باقی می‌ماند، ولی تعداد اسپرماتوسیت اولیه افزایش می‌یابد.

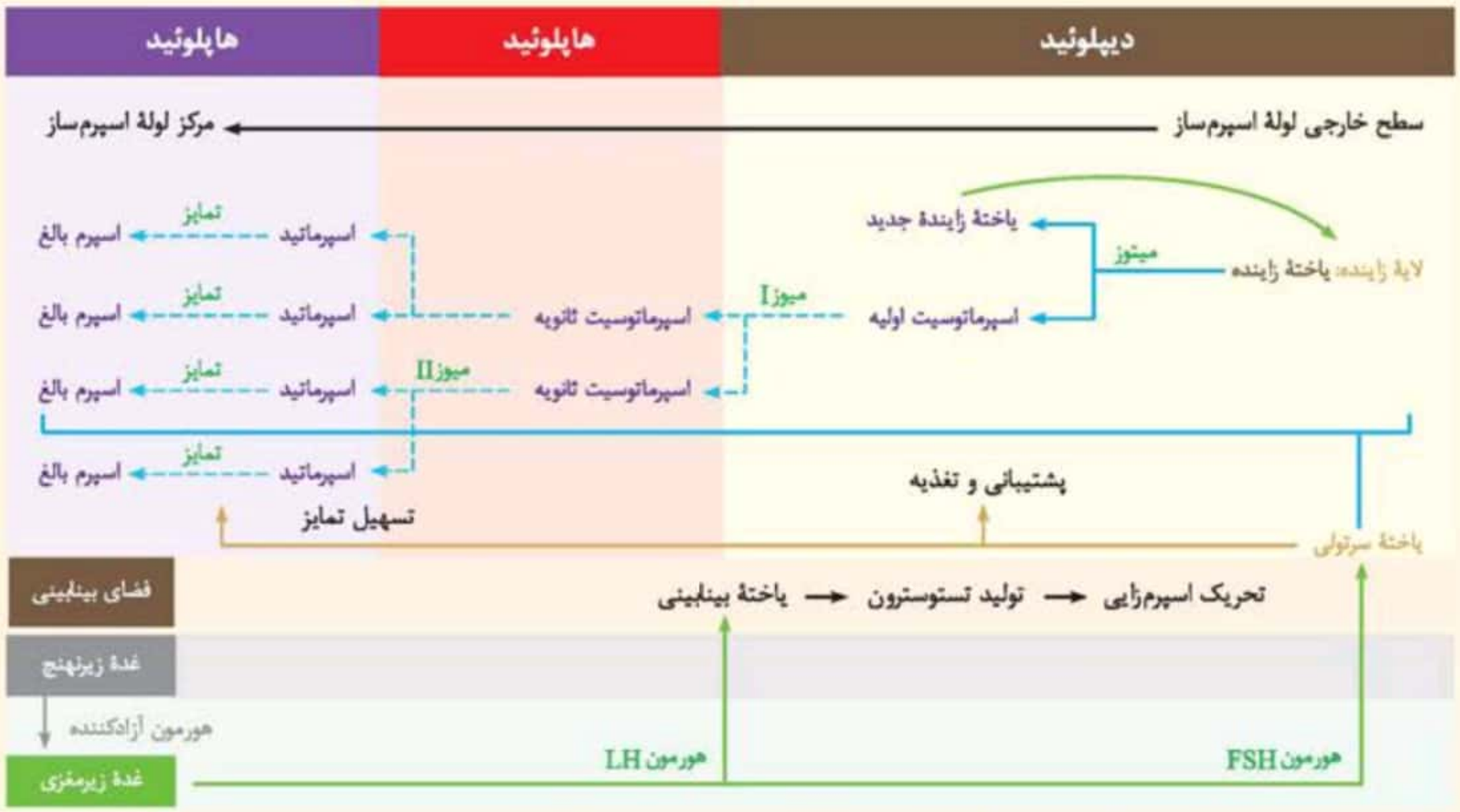
نکته یاخته‌های زاینده، در دوران جنینی تشکیل می‌شوند ولی از دوران بلوغ فعالیت خود را آغاز می‌کنند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

اسپرم‌زایی

نمودار زیر، خلاصه‌ای از کل فرایند اسپرم‌زایی در انسان هست. فعلاً شما فقط قسمت اولش رو بلدین. بقیشو هم در ادامه توضیح می‌دیم.



نکته یاختهٔ زاینده تقسیم میتوز انجام می‌دهد، ولی اسپرماتوسیت اولیه، با میوز تقسیم می‌شود.

سؤال **آیا هر یاختهٔ حاصل از تقسیم میتوز یاختهٔ زاینده، توانایی میوز دارد؟** خیر! از تقسیم یاختهٔ زاینده، یاختهٔ زایندهٔ جدید و اسپرماتوسیت اولیه ایجاد می‌شود. فقط اسپرماتوسیت اولیه می‌تواند تقسیم میوز را انجام دهد.

نکته پس از این‌که اسپرماتوگونی تقسیم میتوز انجام داد، لازم است تمایز پیدا کند تا به اسپرماتوسیت اولیه تبدیل شود.

یه نکتهٔ جالب؛ تعداد اسپرماتوسیت‌های اولیه، برابر با یا کم‌تر از تعداد اسپرماتوگونی‌هاست. اگه کل اسپرماتوگونی‌ها تقسیم بشن، تعداد اسپرماتوسیت‌های اولیه کم‌تر از تعداد اسپرماتوگونی‌ها میشه. در غیر این‌صورت، تعداد اسپرماتوسیت‌های اولیه کم‌تره.

مراحل تقسیم اسپرماتوسیت اولیه

☐ میوز I: اسپرماتوسیت اولیه ← ۲× اسپرماتوسیت ثانویه

اسپرماتوسیت اولیه تقسیم میوز I را انجام می‌دهد. درنتیجهٔ میوز I، دو یاختهٔ **هاپلوئید** به‌نام **اسپرماتوسیت ثانویه** تولید می‌شوند.

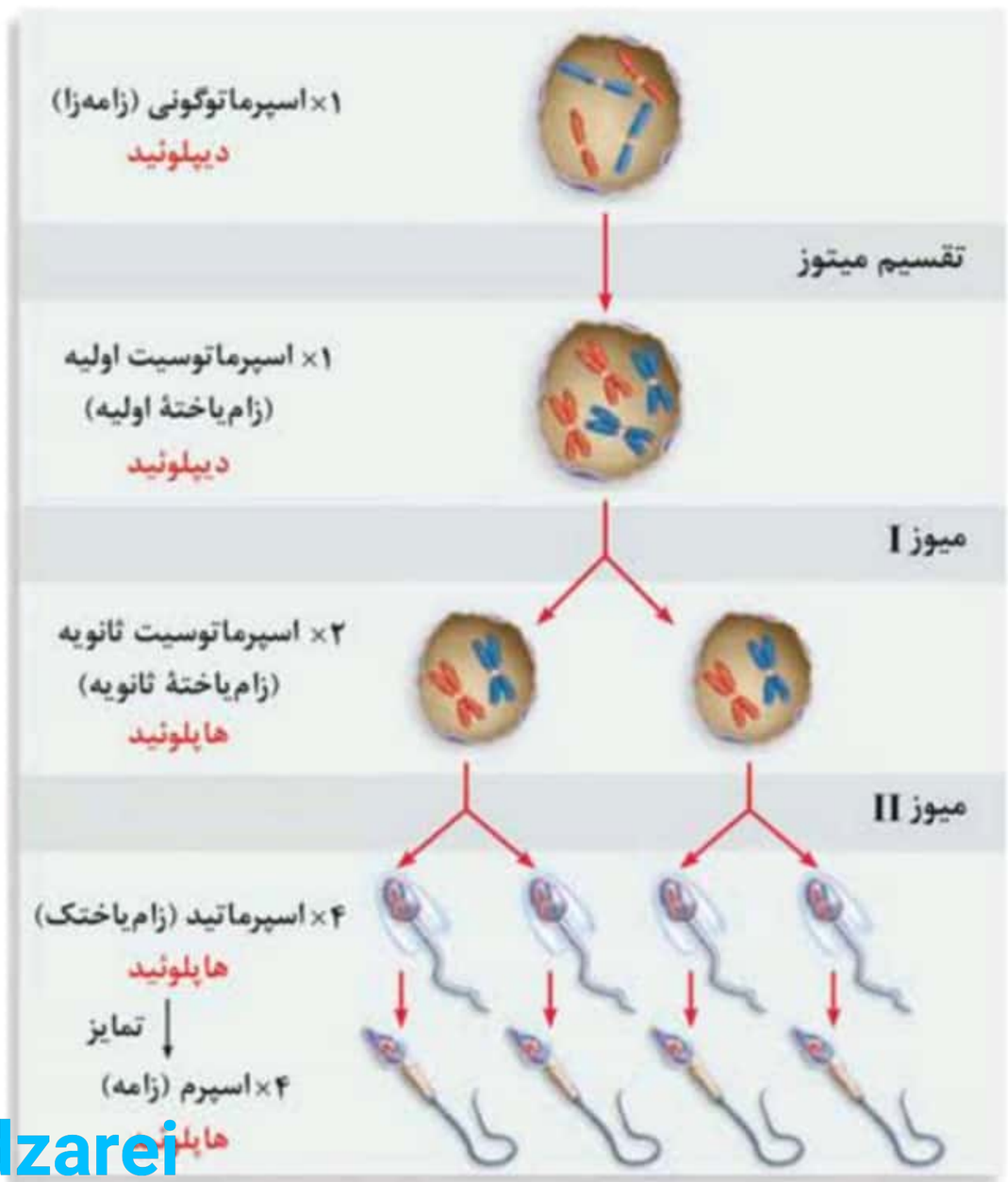
نکته اسپرماتوسیت اولیه، دیپلوئید است، و کروموزوم‌های دو کروماتیدی دارد. اسپرماتوسیت ثانویه هاپلوئید است اما هنوز کروموزوم‌های دو کروماتیدی دارد. *اگه یادتون نیست دلیلش چی هست، برگردین یه نگاه به فصل قبل بندازین.*

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۶ یازدهم] تشکیل تتراد و جدا شدن کروموزوم‌های همتا، هنگام تقسیم هستهٔ اسپرماتوسیت اولیه مشاهده می‌شود.

☐ میوز II: ۲× اسپرماتوسیت ثانویه ← ۴× اسپرماتید

هر کدام از **اسپرماتوسیت‌های ثانویه**، تقسیم میوز II را انجام می‌دهند. در پایان میوز II، مجموعاً چهار یاختهٔ **هاپلوئید** و دارای کروموزوم‌های **تک کروماتیدی** تولید می‌شوند که به آن‌ها، **اسپرماتید** می‌گویند. بنابراین، از یک یاختهٔ اسپرماتوسیت اولیه، چهار اسپرماتید (زام‌یاختک) حاصل می‌شود.

نکته در اثر تقسیم متوالی یاخته‌های زاینده و سپس میوز اسپرماتوسیت‌ها، تعداد زیادی اسپرم از لوله‌های اسپرم‌ساز ساخته می‌شود.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

❑ تمایز: ۴× اسپرماتید ← ۴× اسپرماتوزونید (اسپرم)

هم‌زمان با حرکت اسپرماتیدها **به سمت وسط لوله‌های اسپرم‌ساز**، تمایزی در آن‌ها رخ می‌دهد تا به **اسپرم (زامه)** تبدیل شوند. این تمایز، شامل چند مرحله است. *ترتیب این مراحل مهمه و باید بدونین به‌ترتیب چه اتفاقاتی می‌افته:*

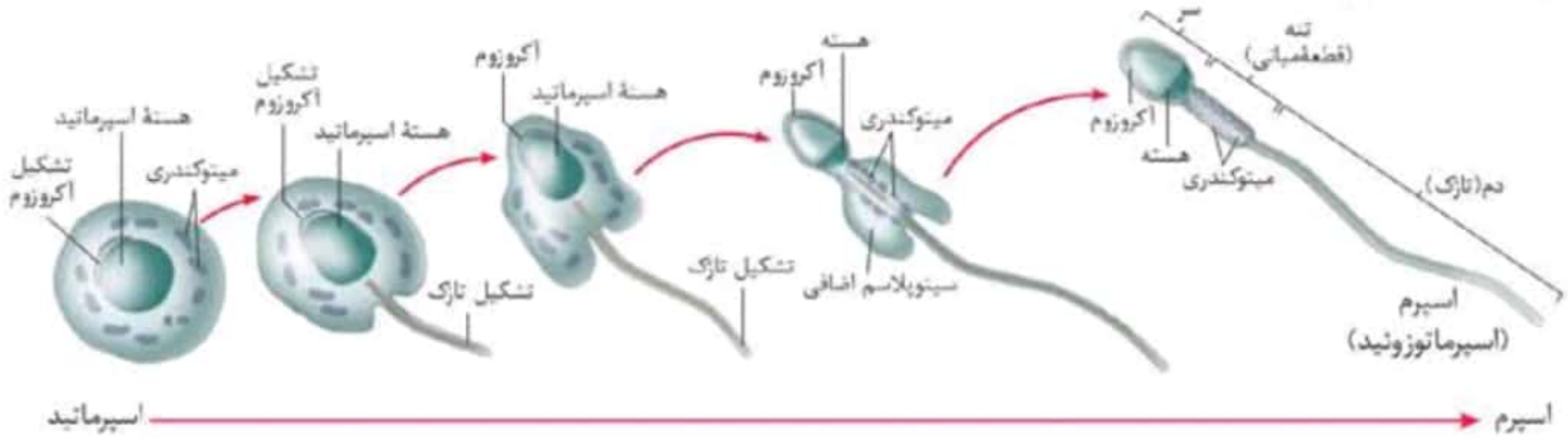
۱- **جدا شدن اسپرماتیدها:** هنگام تقسیم میوز، **بخشی از سیتوپلاسم یاخته‌ها به صورت متصل به یک‌دیگر باقی می‌ماند.** هنگام تمایز اسپرماتیدها، این اتصالات سیتوپلاسمی از بین می‌روند و اسپرماتیدها از هم جدا می‌شوند.

۲- **تاژک‌دار شدن اسپرماتیدها:** تاژک، وسیلهٔ حرکتی اسپرم‌هاست. هنگام تمایز در لوله‌های اسپرم‌ساز، **اسپرماتیدها تاژک‌دار می‌شوند.** البته، این یاخته‌ها هنوز توانایی حرکت ندارند. *البته این یافته‌ها هنوز توانایی حرکت ندارن و اول باید برن اپی‌دیدیم تا اونجا توانایی حرکت پیدا کنن.*

۳- **از دست دادن سیتوپلاسم اضافی:** اسپرماتید تاژک‌دار، **مقدار زیادی** از سیتوپلاسم خود را از دست می‌دهد.

۴- **فشرده‌شدن هسته:** هسته به تدریج **فشرده‌تر** می‌شود و شکل ظاهری آن از **حالت کروی به دوکی‌شکل** تغییر می‌کند.

۵- **تغییر شکل ظاهری اسپرم:** هسته، به صورت **مجزا** در **سر اسپرم** قرار می‌گیرد و یاخته **حالت فشرده** پیدا می‌کند.



نکته یاخته‌های سرتولی، در دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز قرار دارند و با ترشحات خود، تمایز اسپرماتیدها به اسپرم را تنظیم می‌کنند. فعالیت یاخته‌های سرتولی، تحت تأثیر هورمون FSH است. یاخته‌های سرتولی، اندازهٔ نسبتاً بزرگی دارند.

نکته تمایز یاخته‌ها، به سمت مرکز لوله‌های اسپرم‌ساز انجام می‌شود. منظور این است که یاخته‌های زاینده، که اولین یاخته‌های مربوط به فرایند اسپرم‌زایی هستند، نزدیک به سطح خارجی دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز قرار دارند و اسپرم‌ها، نزدیک به مرکز لولهٔ اسپرم‌ساز تشکیل می‌شوند.

جمع‌بندی

ویژگی‌های یاخته‌های موجود در فرایند اسپرم‌زایی

نوع یاخته	اسپرماتوگونی	اسپرماتوسیت اولیه	اسپرماتوسیت ثانویه	اسپرماتید	اسپرم بالغ
یاختهٔ سازنده	اسپرماتوگونی	اسپرماتوگونی	اسپرماتوسیت اولیه	اسپرماتوسیت ثانویه	حاصل تمایز اسپرماتید
کروموزوم و سانترومر	۴۶	۴۶	۲۳	۲۳	۲۳
نوع کروموزوم‌ها	دوکروماتیدی	دوکروماتیدی	دوکروماتیدی	تک‌کروماتیدی	تک‌کروماتیدی
کروماتید و DNA	۹۲	۹۲	۴۶	۲۳	۲۳
رشتهٔ DNA	۱۸۴	۱۸۴	۹۲	۴۶	۴۶
مجموعهٔ کروموزومی	۲ (۲n؛ دیپلوئید)	۲ (۲n؛ دیپلوئید)	۱ (n؛ هاپلوئید)	۱ (n؛ هاپلوئید)	۱ (n؛ هاپلوئید)
تعداد سانتریول	۴ (دو جفت)	۴ (دو جفت)	۴ (دو جفت)	۲ (یک جفت)	۲ (یک جفت)
نوع تقسیم	میتوز	میوز I	میوز II	ندارد (تمایز)	ندارد
یاختهٔ حاصل از تقسیم	اسپرماتوگونی + اسپرماتوسیت اولیه	اسپرماتوسیت ثانویه	اسپرماتید	تقسیم نمی‌شود	تقسیم نمی‌شود
تشکیل تتراد	ندارد	دارد (۲۳ عدد)	ندارد	ندارد	ندارد
تاژک	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	دارد

نکته همانندسازی DNA فقط در اسپرماتوسیت اولیه و اسپرماتوگونی دیده می‌شود.

نکته اسپرماتوسیت ثانویه، اسپرماتید و اسپرم، هاپلوئید هستند و ۲۳ کروموزوم دارند. البته، اسپرماتوسیت ثانویه، کروموزوم‌های دو کروماتیدی دارد، ولی اسپرماتید و اسپرم، کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دارند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته اسپرماتید و اسپرم، از یاخته‌ای هاپلوئید حاصل می‌شوند، اما اسپرماتوسیت ثانویه و اسپرماتوسیت اولیه، حاصل تقسیم یاخته‌ای دیپلوئید هستند. دقت داشته باشید که اسپرم از تمایز اسپرماتید حاصل می‌شود نه تقسیم آن.

نکته اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت اولیه و اسپرماتوسیت ثانویه، کروموزوم‌های دو کروماتیدی دارند. اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت اولیه، دیپلوئید هستند و از تقسیم میتوز یاختهٔ قبلی خود حاصل می‌شوند، ولی اسپرماتوسیت ثانویه، پس از تقسیم میوز I اسپرماتوسیت اولیه تولید می‌شود.

شکل «بیضه و مراحل تولید اسپرم»

بیضه، اپیدیدیم و لولهٔ اسپرم‌بر:

- ✓ در بیضه همانند کلیه، ساختارهای هرمی‌شکلی مشاهده می‌شوند که توسط لوله‌های اسپرم‌ساز ساخته شده‌اند. قاعدهٔ این هرم‌ها به سمت بخش قشری بیضه است.
- ✓ هر بیضه از تعداد زیادی لوله‌های اسپرم‌ساز تشکیل شده است. در فضای بین لوله‌های اسپرم‌ساز، یاخته‌های بینابینی قرار دارند.
- ✓ لوله‌های اسپرم‌ساز، اپیدیدیم و لولهٔ اسپرم‌بر، لوله‌های پر پیچ‌وخمی هستند که اسپرم از آن‌ها عبور می‌کند.
- ✓ لوله‌های اسپرم‌ساز به بخش بالایی اپیدیدیم متصل می‌شوند.
- ✓ قطر اپیدیدیم از بالا به سمت پایین، کاهش پیدا می‌کند.
- ✓ قطر لولهٔ اسپرم‌بر و اپیدیدیم، از قطر لوله‌های اسپرم‌ساز بیشتر است.

مراحل تولید اسپرم:

- ✓ اسپرم‌سازی از سطح خارجی لوله‌های اسپرم‌ساز شروع می‌شود و به سمت مرکز لولهٔ اسپرم‌ساز ادامه می‌یابد.
- ✓ یاخته‌های زامه‌زا (اسپرماتوگونی)، در سطح خارجی دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز قرار دارند.
- ✓ یاخته‌های سرتولی، بزرگ‌ترین یاخته‌های دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز هستند.
- ✓ در فرایند اسپرم‌زایی، اولین یاختهٔ تازک‌دار، اسپرماتید است.
- ✓ طول تازک اسپرم از طول تازک اسپرماتید بیشتر است. هم‌چنین هستهٔ اسپرم از هستهٔ اسپرماتید فشرده‌تر است.
- ✓ طی فرایند تمایز و تغییر شکل اسپرماتیدها، سیتوپلاسم اضافی اسپرماتید از بین می‌رود و هستهٔ آن فشرده می‌شود.
- ✓ در اسپرماتوسیت اولیه و ثانویه، کروموزوم‌های دوکروماتیدی وجود دارند. اسپرم و اسپرماتید نیز کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دارند. دقت داشته باشید که علاوه‌بر اسپرماتید و اسپرم، اسپرماتوسیت ثانویه نیز هاپلوئید است.
- ✓ در طول مراحل اسپرم‌زایی، یاخته‌ها توسط رشته‌های سیتوپلاسمی به یکدیگر متصل هستند. در حین فرایند تمایز و تغییر شکل اسپرماتیدها، این اتصالات از بین می‌روند.
- ✓ مولکول‌های DNA درون هستهٔ اسپرماتوسیت اولیه، نسبت به اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت ثانویه، متراکم‌تر هستند.
- ✓ در دیوارهٔ لوله‌های اسپرم‌ساز، اسپرماتیدهایی با ظاهر متفاوت را می‌توان دید: ۱- اسپرماتیدهای تازه تشکیل شده و ۲- اسپرماتیدهایی که در حال تمایز و تغییر شکل هستند.

فعالیت کتاب درسی

اسپرم‌زایی

کل سؤالات این فعالیت رو قبلاً توی همین درسنامه توضیح دادیم. اما برای این‌که به صورت مرتب و یک‌جا هم جوابا رو داشته باشین، یه بار دیگه این سؤالا رو بررسی می‌کنیم. اما لطفاً اول سعی کنین که خودتون سؤال رو جواب بدین، بعدش جوابتون رو چک کنین.

۱- چرا هنگام اسپرم‌زایی، ابتدا تقسیم میتوز و سپس میوز انجام می‌شود؟

اگر از همان ابتدا یاختهٔ زاینده تقسیم میوز انجام دهد، با هر بار تقسیم یاختهٔ زاینده، تعداد یاخته‌های زاینده یکی کم می‌شود و پس از مدتی، کل یاخته‌های زاینده از بین می‌روند و اسپرم‌زایی متوقف می‌شود، اما اگر ابتدا تقسیم میتوز انجام شود و سپس تقسیم میوز، همواره تعداد یاخته‌های زاینده ثابت می‌ماند و اسپرم‌زایی به صورت دائمی امکان‌پذیر است. با انجام میتوز، تعداد اسپرماتوسیت‌های اولیه نیز زیاد می‌شود.

۲- اسپرماتوسیت اولیه، ثانویه و اسپرماتید از لحاظ کروموزومی با هم چه تفاوت‌هایی دارند؟

اسپرماتوسیت ثانویه، اسپرماتید و اسپرم، هاپلوئید هستند و ۲۳ کروموزوم دارند. البته، اسپرماتوسیت ثانویه، کروموزوم‌های دو کروماتیدی دارد، ولی اسپرماتید و اسپرم، کروموزوم‌های تک کروماتیدی دارند. اسپرماتوسیت اولیه و اسپرماتوگونی نیز دیپلوئید هستند و ۴۶ کروموزوم دارند.

۳- چه تفاوت‌ها و شباهت‌هایی بین اسپرم و اسپرماتید وجود دارد؟

اسپرم‌ها و اسپرماتیدها از نظر کروموزومی شبیه هم هستند و هر دو یاخته هاپلوئید می‌باشند و ۲۳ کروموزوم دارند، اما اسپرم حاصل تمایز اسپرماتید است و اسپرماتید، حاصل میوز II اسپرماتوسیت ثانویه. علاوه‌بر این، اسپرم تازک‌دار (دم‌دار) است، ساختار کشیده دارد و دارای سه بخش سر، تنه و دم است. در سر اسپرم، آکروزوم و هستهٔ فشرده وجود دارد. مقدار سیتوپلاسم اسپرم نیز نسبت به اسپرماتید کم‌تر است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۴ ساختار اسپرم

بعد از یه درسنامهٔ خیلی طولانی، می‌خوایم یه درسنامهٔ خیلی ساده و کوتاه داشته باشیم تا یه استراحتی هم بکنین.

اسپرم، سه قسمت دارد: ۱- سر، ۲- تنه (قطعهٔ میانی) و ۳- دم

۱- سر: دارای **یک هستهٔ بزرگ، مقداری سیتوپلاسم** و **آکروزوم** است. آکروزوم (تارَک‌تن)، **کیسه‌ای پر از آنزیم آب‌کافت‌کننده** است و به صورت کلاه‌مانند، **جلوی هسته** قرار دارد. هنگام لقاح، آنزیم‌های آکروزوم آزاد می‌شوند و با تخریب لایهٔ حفاظت‌کنندهٔ گامت ماده (تخمک)، به نفوذ اسپرم به درون تخمک کمک می‌کنند.

ساختار اسپرم و نمای نزدیک سر اسپرم

۲- تنه (قطعهٔ میانی): تعداد زیادی میتوکندری (راکیزه) دارد. در میتوکندری، تنفس یاخته‌ای انجام می‌شود و انرژی لازم برای فعالیت تارَک تأمین می‌شود.

نکته در اسپرم، میتوکندری‌های مارپیچی وجود دارند.

۳- دم: یک تارَک است که با حرکت خود، اسپرم را به جلو می‌راند.

آن‌چه گذشت |فصل‌های ۲ و ۴ دهم| یاخته‌های تارَک‌دار در لایهٔ داخلی حفرهٔ گوارشی هیدر، یاختهٔ یقه‌دار در سامانهٔ گردش آب اسفنج‌ها، یاخته‌هایی هستند که تارَک دارند. البته دقت داشته باشید که این یاخته‌ها، از تارَک برای حرکت خود استفاده نمی‌کنند؛ بلکه، با کمک تارَک، مواد اطراف خود را حرکت می‌دهند.

شکل «ساختار اسپرم انسان»

- ✓ با توجه به وجود آکروزوم در جلوی هسته، بخش جلویی سر اسپرم نسبت به بخش عقبی سر، حجیم‌تر است.
- ✓ در انتهایی‌ترین قسمت دم اسپرم، تارَک توسط غشا پوشیده نشده است. در سایر قسمت‌های دم، تارَک توسط غشا احاطه شده است.
- ✓ در قطعهٔ میانی اسپرم، تعداد زیادی میتوکندری قرار دارند که ظاهری مارپیچی را ایجاد کرده‌اند.

درسنامهٔ ۵ اندام‌های ضمیمهٔ دستگاه تولیدمثلی مرد

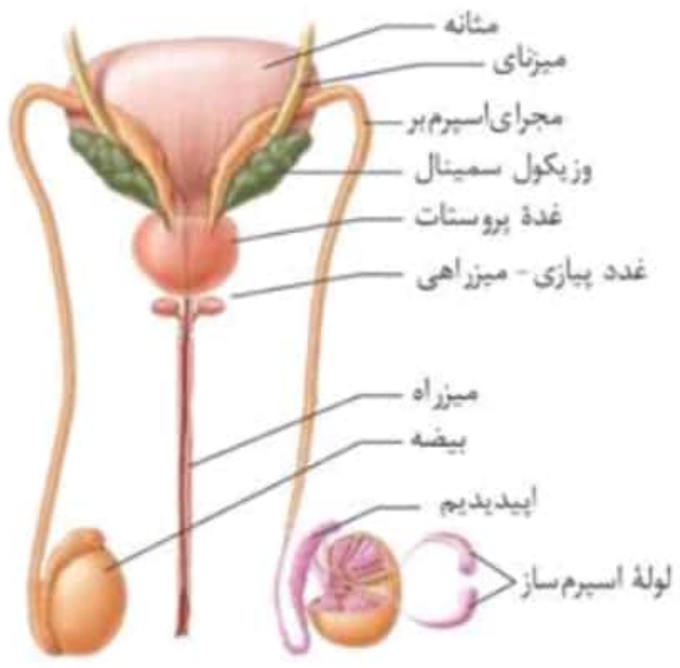
چیزی که از این‌جا به بعد می‌گیم، در واقع مسیر حرکت اسپرم پس از ساخته‌شدن در لولهٔ اسپرم‌ساز تا زمان خروج از بدن هست.

❑ اپیدیدیم (خاگ)

وقتی اسپرم‌ها در لولهٔ اسپرم‌ساز ساخته می‌شوند، هنوز توانایی حرکت ندارند. این اسپرم‌ها، به **لولهٔ پیچیده و طویلی به‌نام اپیدیدیم** منتقل می‌شوند. اسپرم‌ها، **حداقل ۱۸ ساعت باید درون اپیدیدیم باقی بمانند تا توانایی حرکت به دست آورند.** *پس هواستون باشه که اسپرم‌ها در لولهٔ اسپرم‌ساز تارَکدار می‌شن، اما در اپیدیدیم می‌تونن از تارَک‌هاشون استفاده کنن و حرکت کنن.*

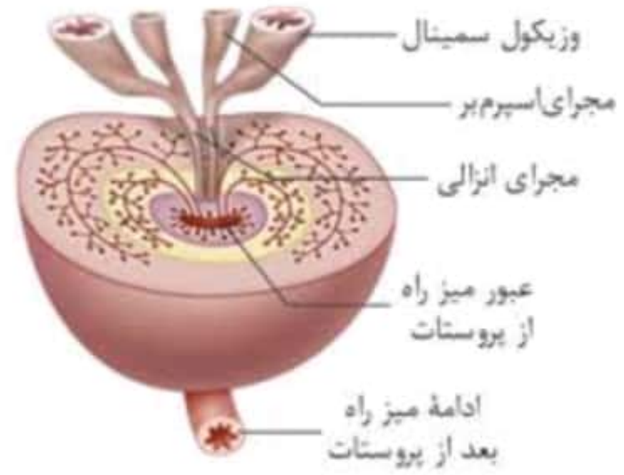
نکته در بدن انسان، دو اپیدیدیم وجود دارد. اپیدیدیم‌ها، در کیسهٔ بیضه و روی بیضه قرار دارند.

نکته لوله‌های اسپرم‌ساز، به یک‌دیگر متصل می‌شوند و شبکه‌ای از لوله‌ها را به‌وجود می‌آورند که به اپیدیدیم متصل هستند و اسپرم‌ها را وارد اپیدیدیم می‌کنند. این موضوع در شکل کتاب درسی مشخص است.



❑ مجرای اسپرم‌بر (زامه‌بر) و وزیکول سمینال (گشناب‌دان)

اسپرم‌ها از اپیدیدیم وارد لولهٔ طویل دیگری به‌نام مجرای اسپرم‌بر می‌شوند. **از هر اپیدیدیم، یک مجرای اسپرم‌بر خارج می‌شود** و به سمت محوطهٔ شکمی حرکت می‌کند. سپس، هر کدام از اسپرم‌برها در حین عبور از **کنار و پشت مثانه** به مجرای خروجی غدهٔ ترشحی به‌نام **وزیکول سمینال** متصل می‌شوند و ترشحات وزیکول سمینال را نیز دریافت می‌کنند. در بدن انسان، **دو وزیکول سمینال** وجود دارد. این غدد، **مایعی غنی از فروکتوز** (نوعی مونوساکارید) را به اسپرم‌ها اضافه می‌کنند. **این مواد، انرژی لازم برای فعالیت اسپرم‌ها را فراهم می‌کنند.**



نکته اسم دیگر مجرای اسپرم‌بر، مجرای دفران[1] است.

[1] Vas Deferens

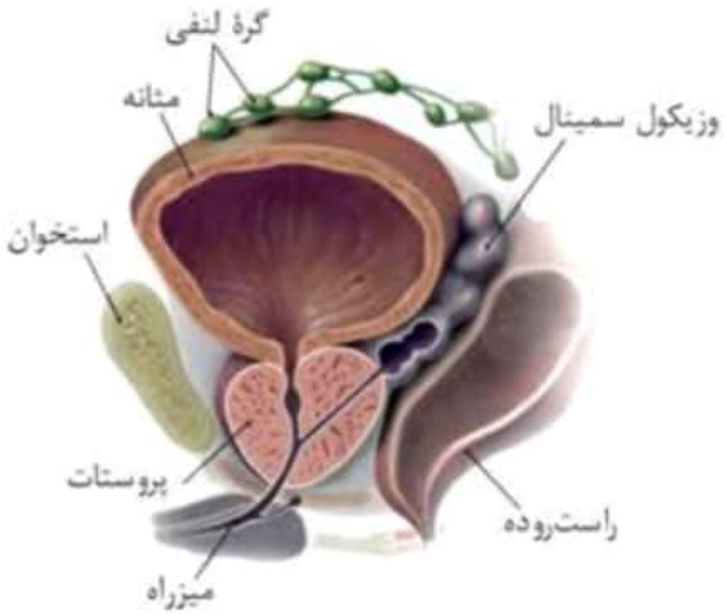
@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

نکته *مقداری فارج از کتاب!* وقتی که مجرای اسپرم‌بر به مجرای وزیکول سمینال متصل می‌شود، مجرای مشترکی تشکیل می‌شود که به آن، مجرای انزالی می‌گویند. سپس، دو مجرای اسپرم‌بر [انزالی] در زیر مثانه با هم یکی شده و از درون غدهٔ پروستات عبور می‌کنند و نهایتاً، به میزراه متصل می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] در فرایند تنفس یاخته‌ای، انرژی مواد غذایی (مثل فروکتوز)، به انرژی نهفته در مولکول ATP تبدیل می‌شود.

نکته وزیکول سمینال در پشت مثانه و جلوی راست‌روده قرار دارد.

❑ غدهٔ پروستات

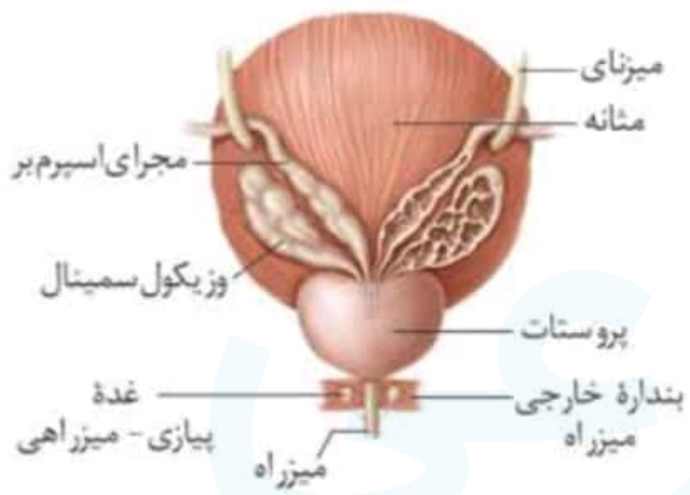


اندازه و ساختار: در انسان، به اندازهٔ یک گردو و دارای حالت اسفنجی

وظیفه: پروستات **مایعی شیری‌رنگ و قلیایی** را ترشح می‌کند. این مایع قلیایی، مواد اسیدی موجود در مسیر عبور اسپرم به سمت گامت ماده را خنثی می‌کند. *هم ادرار اسیدی هست و هم داخل دستگاه تولیدمثلی جنس ماده پر از مواد اسیدی هست. اگه ترشحات قلیایی پروستات نباشه، اسپرم‌ها توی مسیر رسیدن به یارشون! گیر می‌افتن و همونجا می‌میرن، اما ترشحات پروستات میان مواد اسیدی رو خنثی می‌کنن تا اسپرم‌ها با خیال راحت برن جلو.*

نکته درون غدهٔ پروستات، مجرای اسپرم‌بر با میزراه یکی می‌شوند. *یارتون هست که میزراه مجرایی بود که ادرار رو از مثانه خارج می‌کرد؟ راستی میزراه رو با میزنای اشتباه نکنین. میزنای اون لوله‌ای بود که ادرار رو از کلیه می‌برد مثانه و میزراه لوله‌ای هست که ادرار رو از مثانه می‌بره بیرون.*

❑ غدد پیازی ـ میزراهی



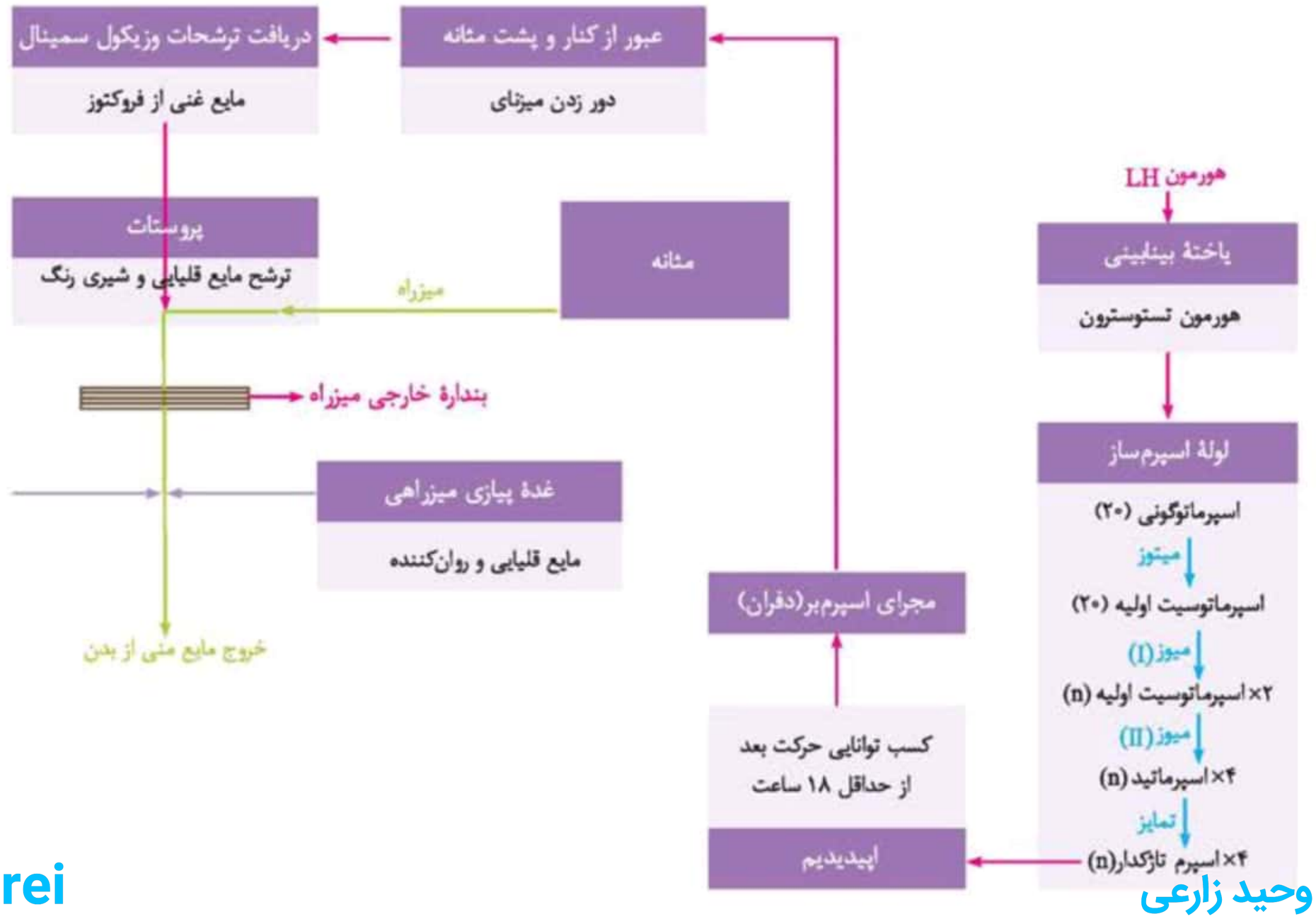
بعد از پروستات، یک جفت غده به‌نام پیازی ـ میزراهی به میزراه متصل می‌شوند.

اندازه: به اندازهٔ نخودفرنگی

وظیفه: ترشح **مواد قلیایی و روان‌کننده** به میزراه؛ برای خنثی کردن مواد اسیدی مسیر حرکت اسپرم‌ها و روان کردن مسیر حرکت

نکته به مجموعهٔ ترشحات غدد پروستات، پیازی ـ میزراهی و وزیکول سمینال، که اسپرم‌ها را به بیرون از بدن منتقل می‌کنند، **مایع منی** گفته می‌شود.

پس به‌طور خلاصه، مسیر عبور اسپرم‌ها از محل تولید تا رسیدن به بیرون از بدن، به شکل زیر هست:



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «مسیر عبور اسپرم از نمای پشتی مثانه»

- ✓ مجرای اسپرم‌بر، از کنار مثانه به جلوی میزنای می‌رود و آن را دور می‌زند و به پشت مثانه می‌رود. سپس، درون پروستات، مجرای اسپرم‌بر به مجرای وزیکول سمینال می‌پیوندد و یک مجرای مشترک [مجرای انزالی] را تشکیل می‌دهد.
- ✓ هر مجرای اسپرم‌بر، پس از خروج از اپیدیدیم، ابتدا به سمت پایین و سپس بالا می‌رود. پس از رسیدن به کنار بالایی مثانه، مجرای اسپرم‌بر باز هم به سمت پایین می‌رود.
- ✓ پروستات در زیر مثانه و چسبیده به آن قرار دارد. میزراه از درون پروستات می‌گذرد و مجاری اسپرم‌بر به آن می‌پیوندند.
- ✓ در دو قسمت از میزراه، بخش‌های حجیم‌شده و متسع دیده می‌شوند: ۱- در ریز محل اتصال غدد پیازی میزراهی و ۲- در انتهای میزراه.
- ✓ وزیکول سمینال، توسط دیواره‌هایی به بخش‌های مختلفی تقسیم شده است.
- ✓ دیوارهٔ مجرای اسپرم‌بر، صاف نیست و در آن، برجستگی‌هایی دیده می‌شود.
- ✓ غدد پیازی میزراهی، در زیر پروستات، به میزراه متصل می‌شوند.

جمع‌بندی

اندام‌های دستگاه تولیدمثلی در مردان

اندام		تعداد	محل	وظیفه
اصلی	**بیضه**	۲	در بخش پایینی کیسهٔ بیضه	تولید اسپرم + تولید هورمون تستوسترون
کمکی	**اپیدیدیم**	۲	در بخش بالایی کیسهٔ بیضه	ایجاد محیطی مناسب برای نگهداری از اسپرم‌ها + کسب توانایی حرکت توسط اسپرم‌ها
	مجرای اسپرم‌بر (دفران)	۲	کیسهٔ بیضه ← (جلو ← بالا ← پشت) مثانه ← پروستات	نقش در انتقال اسپرم به خارج از بدن: انتقال اسپرم از اپیدیدیم تا مجرای انزالی در پروستات
	وزیکول سمینال	۲	پشت مثانه	ترشح مایع غنی از فروکتوز برای تأمین انرژی لازم برای فعالیت اسپرم‌ها
	پروستات	۱	زیر مثانه	ترشح مایعی شیری‌رنگ و قلیایی برای خنثی کردن مواد اسیدی موجود در مسیر عبور اسپرم به سمت گامت ماده
	غدهٔ پیازی میزراهی	۲	زیر پروستات، نزدیک ابتدای میزراه	اضافه کردن ترشحات قلیایی و روان‌کننده به میزراه
	میزراه	۱	از مثانه شروع می‌شود	انتقال مایع منی (یا ادرار) به خارج از بدن

فعالیت کتاب درسی

بهداشت دستگاه تولیدمثل مردان

با توجه به ترکیبات مایع منی (مثل وجود مقدار زیاد مواد قندی) و وجود تعداد زیادی اسپرم در آن، امکان عفونت و التهاب پروستات وجود دارد و به همین دلیل، رعایت بهداشت فردی برای مردان اهمیت زیادی دارد.

برای جلوگیری از بعضی از بیماری‌ها مثل عفونت، یا التهاب پروستات چه نکات بهداشتی باید رعایت شود؟

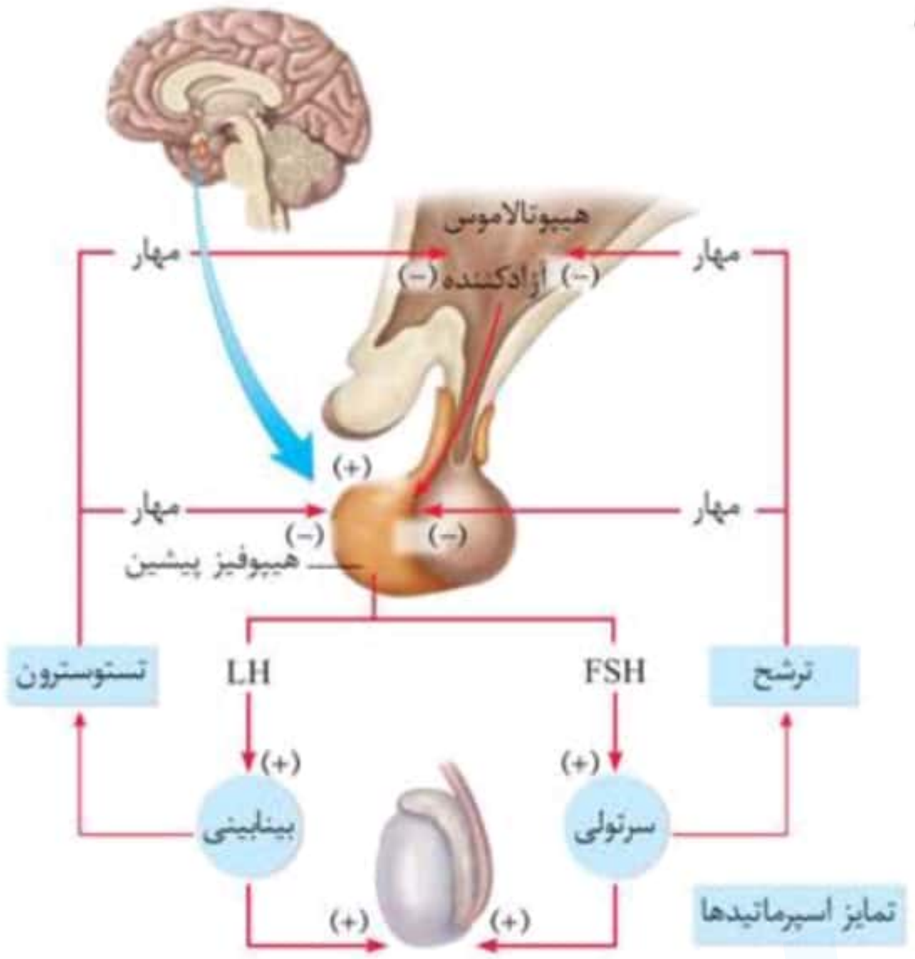
مایع منی میکروب‌پذیر است و میکروب‌ها، به‌ویژه میکروب‌های دستگاه گوارش، ممکن است در آن تکثیر شوند و ایجاد عفونت کنند. لذا، در مواقع پس از خروج مایع منی، رعایت بهداشت فردی باید با دقت بیشتری انجام شود. علاوه‌بر این، رعایت بهداشت فردی در همهٔ مواقع لازم است و شامل موارد ذیل می‌شود: ۱- حمام کردن و تعویض لباس‌های زیر به صورت یک‌روز در میان ۲- شست‌وشوی دقیق بعد از دفع ادرار و مدفوع.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامه ۶ تنظیم هورمونی دستگاه تولیدمثلی مرد

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] غدهٔ هیپوفیز پیشین، علاوه‌بر هورمون‌های رشد و پرولاکتین، هورمون‌های محرک را نیز ترشح می‌کند. هورمون‌های محرک غدد جنسی که LH و FSH نام دارند، کار غدد جنسی (تخمدان و بیضه) را تنظیم می‌کنند.

نکته LH، هورمون لوتئینی‌کننده و FSH هورمون محرک فولیکولی است. نام‌گذاری این هورمون‌ها، بر اساس کاری است که در دستگاه تولیدمثلی زنان انجام می‌دهند. با این وجود، این هورمون‌ها در تنظیم دستگاه تولیدمثلی مرد نیز نقش دارند.



هورمون FSH: بر روی **یاخته‌های سرتولی** تأثیر می‌گذارد و آن‌ها را تحریک می‌کند.

تحریک یاخته‌های سرتولی باعث می‌شود که این یاخته‌ها، با ترشحات خود، **تمایز اسپرماتیدها به اسپرم را تسهیل کنند.**

هورمون LH: بر روی لوله‌های اسپرم‌ساز تأثیری ندارد و یاخته‌های بینابینی را تحریک می‌کند. **تحریک یاخته‌های بینابینی منجر به ترشح هورمون جنسی مردانه (تستوسترون) می‌شود.**

نکته یاخته‌های بینابینی، در خارج از لوله‌های اسپرم‌ساز قرار دارند و یاخته‌های سرتولی، در داخل لوله‌های اسپرم‌ساز. بنابراین، گیرندهٔ LH در خارج از لوله‌های اسپرم‌ساز است و LH، در لوله‌های اسپرم‌ساز گیرنده ندارد. اما FSH، در خود لوله‌های اسپرم‌ساز گیرنده دارد. البته، یاخته‌های مسیر اسپرم‌زایی برای FSH گیرنده ندارند.

تستوسترون، وظایف مختلفی را در بدن مردان برعهده دارد:

۱- تنظیم اسپرم‌زایی در مردان

۲- تحریک رشد اندام‌های مختلف به ویژه ماهیچه‌ها و استخوان‌ها: *پس این‌که به طور کلی اندام مردا درشت‌تر از زن‌ها هست، یکی از دلیلاش هورمون تستوسترون هست.*

نکته کاهش ترشح هورمون تستوسترون در مردان، سبب کاهش استحکام و رشد استخوان‌ها می‌شود. در نتیجه، تودهٔ استخوانی مردان کاهش می‌یابد.

۳- بروز صفات ثانویه در مردان: مثل بم‌شدن صدا، روییدن مو در صورت و قسمت‌های دیگر بدن. *کلفت‌تر بودن صدای مردا و داشتن موهای بیشتر هم ناشی از هورمون تستوسترون است.*

به‌طور کلی مسیر ترشح هورمون تستوسترون، میشه مثل زیر:

ترشح هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموس ← ترشح هورمون LH هیپوفیز پیشین ← یاختهٔ بینابینی ← ترشح هورمون تستوسترون ← اسپرم‌زایی

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه، مقدار کمی از هورمون جنسی زنانه و مردانه را در هر دو جنس ترشح می‌کند. بنابراین، علاوه‌بر یاخته‌های بینابینی بیضه‌ها، یاخته‌های بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه نیز می‌توانند هورمون تستوسترون را ترشح کنند. علاوه‌بر این، تستوسترون فقط در مردان وجود ندارد و به مقدار کمی، در بدن زنان نیز وجود دارد.

نکته هم FSH و LH، به‌طور غیرمستقیم بر روی فرایند اسپرم‌زایی مؤثر هستند.

نکته هورمون FSH، مستقیماً بر یاخته‌های سرتولی و به صورت غیرمستقیم، بر روی فعالیت اسپرماتیدها و اسپرم‌ها مؤثر است.

نکته LH، تأثیری بر روی یاخته‌های سرتولی ندارد و مستقیماً بر روی یاخته‌های بینابینی تأثیر می‌گذارد، اما به‌طور غیرمستقیم، بر روی یاخته‌های موجود در مسیر اسپرم‌زایی مؤثر است.

تنظیم ترشح هورمون‌های جنسی مردان

تنظیم میزان ترشح هورمون‌های FSH و LH با سازوکارهای بازخورد منفی انجام می‌شود.

محرک: کاهش تستوسترون ← ↑ ترشح LH ← تحریک یاخته‌های بینابینی ← ترشح تستوسترون ← ↓ ترشح LH

محرک: کاهش ترشحات یاخته‌های سرتولی ← ↑ ترشح FSH ← تحریک یاخته‌های سرتولی ← ترشح مواد ← ↓ ترشح FSH

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] در تنظیم بازخوردی منفی، افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث کاهش ترشح همان هورمون می‌شود و برعکس، کاهش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن نیز باعث افزایش ترشح همان هورمون می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

براساس نکتهٔ ترکیبی ذکر شده، عوامل مختلفی می‌توانند باعث افزایش ترشح هورمون FSH و LH شوند که در ادامه آن‌ها را ذکر می‌کنیم. حالت برعکس هر یک از این عوامل، سبب کاهش ترشح هورمون FSH و LH می‌شوند:

۱- افزایش ترشح هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموس: با تأثیر بر یاخته‌های درون‌ریز بخش پیشین هیپوفیز، باعث افزایش FSH و LH می‌شود.

۲- کاهش مقدار هورمون FSH و LH در خون: با تأثیر بازخوردی منفی، باعث افزایش ترشح FSH و LH می‌شود.

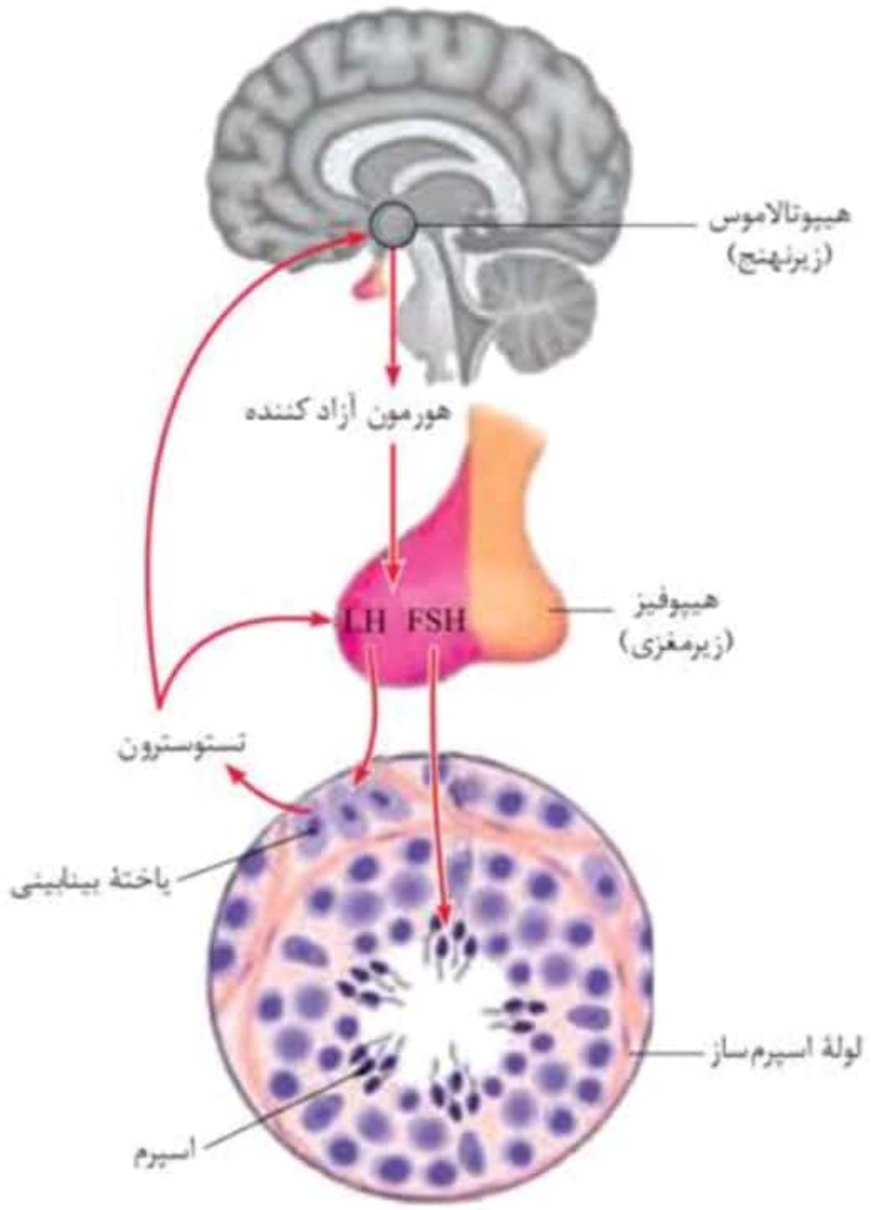
۳- کاهش تستوسترون در خون: به دلیل تنظیم بازخوردی منفی، سبب افزایش ترشح LH (نه FSH) می‌شود.

نکته دقت داشته باشید که تستوسترون، هم روی یاخته‌های هیپوفیز تأثیر می‌گذارد و هم هیپوتالاموس. یعنی هم مستقیماً باعث کاهش ترشح LH می‌شود و هم با تأثیر بر هیپوتالاموس، ترشح هورمون آزادکننده را کاهش می‌دهد.

۴- کاهش ترشحات یاخته‌های سرتولی: به‌دلیل تنظیم بازخوردی منفی، سبب افزایش ترشح FSH (نه LH) می‌شود.

نکته ترشح FSH و LH، تحت تأثیر هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموس انجام می‌شود. بنابراین، بازخورد منفی باعث کاهش ترشح هورمون آزادکننده هم می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] پرولاکتین، یکی از هورمون‌های بخش پیشین غدهٔ هیپوفیز است. این هورمون، تولید شیر در غدد شیری را تحریک می‌کند، اما بر فعالیت‌های دستگاه ایمنی و حفظ تعادل آب، مؤثر است. در مردان، این هورمون در تنظیم فرایندهای دستگاه تولیدمثل نقش دارد.



شکل «تنظیم هورمونی دستگاه تولیدمثل در مردان»

- ✓ پس از اثر هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموس بر روی هیپوفیز پیشین، هورمون‌های LH و FSH توسط هیپوفیز پیشین وارد جریان خون می‌شوند.
- ✓ LH با تأثیر بر یاخته‌های بینابینی لوله‌های اسپرم‌ساز، باعث تحریک ترشح هورمون تستوسترون می‌شود.
- ✓ گیرندهٔ هورمون FSH در لولهٔ اسپرم‌ساز قرار دارد. این هورمون، یاختهٔ سرتولی را تحریک می‌کند.
- ✓ تستوسترون، بر فعالیت ترشحی هیپوفیز پیشین و هیپوتالاموس، اثر بازخوردی دارد.

جمع‌بندی

نقش هورمون‌ها در دستگاه تولیدمثل مردان

الف) هورمون FSH: ترشح FSH ← اثر بر یاخته‌های سرتولی ← ↑ ترشحات یاخته‌های سرتولی ← هدایت تمایز اسپرم‌ها

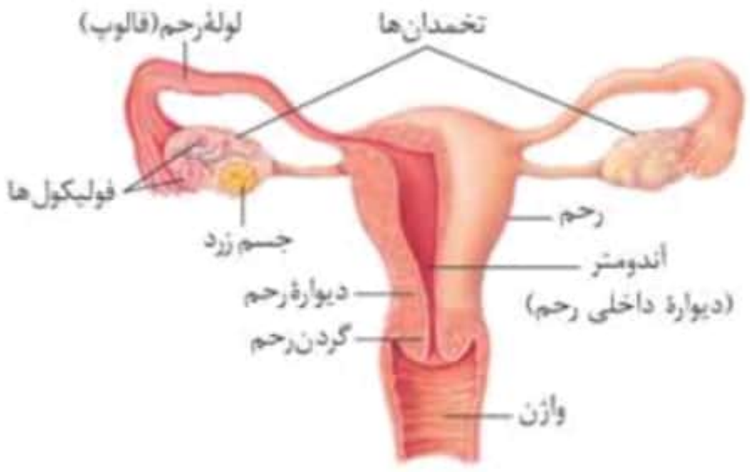
ب) هورمون LH: ترشح LH ← اثر بر یاخته‌های بینابینی ← ترشح هورمون تستوسترون ← تحریک اسپرم‌زایی + ایجاد صفات ثانویهٔ جنسی

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

دستگاه تولیدمثل در زن

درس‌نامهٔ ۷ اندام‌های دستگاه تولیدمثلی زن

دستگاه تولیدمثلی زن، شامل اندام‌های تخمدان، رحم، لوله‌های رحم (لوله‌های فالوپ) و واژن است. این اندام‌ها، وظایف زیر را برعهده دارند:



۱- **تولید یاختهٔ جنسی ماده (تخمک):** توسط تخمدان

۲- **انتقال یاخته‌های جنسی ماده به سمت رحم:** توسط لولهٔ فالوپ (لولهٔ رحم)

۳- **ایجاد شرایط مناسب برای لقاح اسپرم و تخمک:** که درون لولهٔ رحم انجام می‌شود.

۴- **حفاظت و تغذیهٔ جنین در صورت تشکیل:** که وظیفهٔ رحم است.

۵- **تولید هورمون‌های جنسی زنانه (استروژن و پروژسترون):** توسط تخمدان

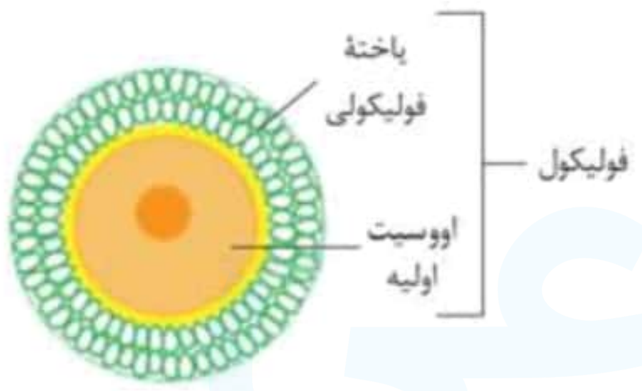
تخمدان‌ها

☐ موقعیت قرارگیری تخمدان‌ها

در فصل (۴) یازدهم خواندیم که **تخمدان‌ها، غدد جنسی ماده هستند.** این غدد، **درون محوطهٔ شکمی** قرار دارند و با کمک یک **طناب پیوندی ـ عضلانی** به دیوارهٔ خارجی (نه داخلی) رحم متصل هستند. *به شکل بالا نگاه کنید، این طناب مشخصه!*

نکته بیضه برخلاف تخمدان، خارج از محوطهٔ شکمی و درون کیسهٔ بیضه قرار دارد.

☐ ساختار تخمدان



درون تخمدان برخلاف بیضه، لوله‌های پیچ‌درپیچ وجود ندارند. بلکه ساختار تخمدان نوزاد دختر، دارای حدود یک میلیون فولیکول است. **درون هر فولیکول، یک اووسیت وجود دارد که توسط یاخته‌های تغذیه‌کننده احاطه می‌شود.**

نکته هر فولیکول، یک اووسیت به همراه یاخته‌های تغذیه‌کنندهٔ آن است.

نکته درون هر تخمدان، تعدادی اووسیت اولیه وجود دارد که تعدادی از آن‌ها مراحل بلوغ خود را طی می‌کنند و نهایتاً تخمک را ایجاد می‌کنند.

همهٔ اووسیت‌های یک زن، در دوران جنینی تشکیل می‌شوند. پس از تولد، تعداد فولیکول‌ها افزایش نخواهد یافت و به دلایل نامعلومی، تعدادی از آن‌ها از بین می‌روند. *فیلی جالبه‌ها! یعنی اون اووسیتی که شما رو به وجود آورده، در دوران جنینی مادرتون در بدن مادربزرگتون تشکیل شده! یعنی حداقل یه بخشی از شما در بدن مادربزرگتون تشکیل شده.*

بخش‌های دیگر دستگاه تولیدمثلی زنان

چیزی که این‌جا می‌گیم، در واقع مسیر حرکت تخمک و جنین است.

☐ لوله‌های رحم (لوله‌های فالوپ)

انتهای لوله‌های رحم که در مجاورت تخمدان‌ها قرار می‌گیرد، **شیپورمانند** است و **زوائد انگشتی** دارد. لوله‌های رحم، به بخش پهن و بالای رحم متصل می‌شوند.

بافت پوششی: از نوع **مخاط مژک‌دار** است. زنش مژک‌ها، اووسیت را به سمت رحم هدایت می‌کند.

آن‌چه گذشت [فصل ۳ و ۵ دهم ـ فصل ۲ یازدهم] **همهٔ یاخته‌های مژکدار:**

مخاط مژک‌دار در بخش هادی دستگاه تنفسی (بینی، حنجره، نای، نایژه و نایژک)، یاختهٔ شعله‌ای در پروتونفریدی پلاناریا، قیف مژک‌دار در متانفریدی کرم‌های حلقوی و نرم‌تنان، یاخته‌های حسی مژکدار در بخش حلزون و بخش دهلیزی گوش، گیرنده‌های مژکدار بویایی

نکته در لولهٔ فالوپ و مجاری تنفسی، بافت پوششی مژک‌دار وجود دارد. اما در گوش و بینی، یاخته‌های پوششی مژک ندارند.

نکته بافت پوششی لولهٔ رحم، توانایی تولید مادهٔ مخاطی دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] در مجاری ادراری ـ تناسلی، مخاط وجود دارد. **مخاط از یک بافت پوششی با آستری پیوندی تشکیل شده است** و مادهٔ چسبناکی به‌نام مادهٔ مخاطی ترشح می‌کند. علاوه‌بر این، **یاخته‌های پوششی مخاط به‌هم چسبیده‌اند** و سدی را در برابر نفوذ میکروب‌ها ایجاد می‌کنند. هم‌چنین، مادهٔ مخاطی که چسبناک است، میکروب‌ها را به دام می‌اندازد و از پیشروی آن‌ها جلوگیری می‌کند. ترشحات مخاطی با داشتن **آنزیم لیزوزیم**، موجب کشته‌شدن باکتری‌ها می‌شوند.

نکته در مجاری تنفسی، لولهٔ گوارش و مجاری ادراری ـ تناسلی، مخاط وجود دارد. پس در میزراه، رحم و واژن نیز مخاط وجود دارد.

❑ رحم

اندامی **کیسه‌مانند و گلابی‌شکل و ماهیچه‌ای** است. در دوران بارداری، **جنین درون رحم رشد و نمو می‌یابد.**

نکته معده، اندام کیسه‌ای شکل در لولهٔ گوارش است که در ذخیرهٔ مواد غذایی و هم‌چنین گوارش مکانیکی و شیمیایی نقش دارد.

بافت پوششی: به دیوارهٔ داخلی رحم، **آندومتر** گفته می‌شود. **در دوران بارداری و قاعدگی در چرخهٔ رحمی، تغییراتی در آندومتر بروز پیدا می‌کند** که در ادامهٔ فصل، راجع به آن‌ها صحبت خواهیم کرد.

❑ گردن رحم

بخش پایین رحم، نسبت به بالای آن، باریک‌تر شده و به آن **گردن رحم** گفته می‌شود. **گردن رحم، به داخل واژن باز می‌شود.**

❑ واژن

واژن، محل ورود یاخته‌های جنسی نر، خون قاعدگی و در هنگام زایمان طبیعی، محل خروج جنین است.

شکل «دستگاه تولیدمثل در زن»

- ✓ ضخامت بالاترین بخش رحم و بخش پایینی رحم، از سایر قسمت‌های رحم بیشتر است.
- ✓ لوله‌های رحم به بالاترین بخش رحم متصل‌اند. کمی پایین‌تر، تخمدان‌ها با کمک طنابی پیوندی عضلانی به دیوارهٔ خارجی رحم متصل هستند. دقت داشته باشید که لوله‌های رحم در ارتباط با حفرهٔ درون رحم هستند.
- ✓ سطح داخلی رحم و واژن صاف نیست و در آن، چین‌خوردگی‌های متعدد دیده می‌شود.

درسنامهٔ ۸ دورهٔ جنسی در زنان

گفتیم که در مردان، بعد از بلوغ، همیشه تولید اسپرم و فرایندهای مربوط به دستگاه تولیدمثل انجام میشه. اما در زنان، یه مقدار اوضاع متفاوته و دوره‌های جنسی وجود داره. هر دورهٔ جنسی، حدود یک ماه طول میکشه و طی اون، فقط یه دونه گامت تولید میشه. تازه، دورهٔ جنسی زنان تا آخر عمر ادامه پیدا نمی‌کنه. از یه سنی به بعد، زنان یائسه می‌شن و دیگه دورهٔ جنسی ندارن. بریم با دورهٔ جنسی آشنا بشیم.

هر دورهٔ جنسی، با قاعدگی شروع می‌شود. طی دورهٔ جنسی، تغییرات هورمونی و فرایندهایی که در تخمدان و رحم رخ می‌دهند، سبب می‌شوند که تخمک‌زایی انجام شود و هم‌چنین، بدن برای یک حاملگی احتمالی آماده شود.

قاعدگی

عادت ماهانه (قاعدگی) در زنان، با بلوغ جنسی آغاز می‌شود. قاعدگی، در شروع هر دورهٔ جنسی مشاهده می‌شود و طی آن، آندومتر (دیوارهٔ داخلی) رحم و رگ‌های خونی آن تخریب می‌شوند و مخلوطی از خون و بافت‌های تخریب‌شده، از طریق واژن از بدن خارج می‌شوند. **عادت ماهانه، ابتدا نامنظم است**، ولی کم‌کم منظم می‌شود. *منظور از منظم‌شدن اینه که در فواصل ثابت و مشخص قاعدگی رخ می‌ده و مثلاً اینجوری نیست که یه بار وسط ماه باشه و یه بار اول ماه.*

نکته نظم عادت ماهانه، **مهم‌ترین شاخص برای بررسی کارکرد صحیح دستگاه تولیدمثلی زن** است.

یائسگی

معمولاً در زن‌های سالم، بین سن ۴۵ تا ۵۰ سالگی، عادت ماهانه متوقف می‌شود. به این پدیده، **یائسگی** گفته می‌شود.

سؤال چرا یائسگی رخ می‌دهد؟ تخمدان‌ها نسبت به سایر اندام‌های بدن، زودتر پیر می‌شوند. از کار افتادن تخمدان‌ها در سن ۴۵ تا ۵۰ سالگی، باعث بروز یائسگی می‌شود. بنابراین، دورهٔ باروری و تولیدمثلی زنان در حدود ۳۰ تا ۳۵ سال است.

سؤال چه عواملی در سن بروز یائسگی مؤثر هستند؟ تغذیهٔ نامناسب، کار زیاد و سخت و فشار روحی و جسمی، باعث می‌شود که طول دورهٔ باروری کوتاه‌تر شود و یائسگی زودتر رخ دهد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فعالیت کتاب درسی

یائسگی:

شروع یائسگی همراه با علائمی است.

چه علائمی در دورهٔ یائسگی بروز پیدا می‌کند؟

۱- اضافه‌وزن، ۲- گُرگرفتگی (افزایش دمای طبیعی بدن)، ۳- اختلال خواب، ۴- تعریق شبانه، ۵- پوکی استخوان، ۶- مشکلات روحی، ۷- کاهش تمایلات جنسی، ۸- بیماری‌های قلبی ـ عروقی، ۹- بی‌اختیاری ادرار و ۱۰- تغییرات ظاهری

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] چاقی، سلامت فرد را به خطر می‌اندازد و احتمال ابتلا به بیماری‌هایی مانند دیابت نوع II، انواعی از سرطان، تنگ‌شدن سرخرگ‌ها، سکتهٔ قلبی و سکتهٔ مغزی را افزایش می‌دهد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ یازدهم] هیپوتالاموس، مرکز تنظیم دمای بدن و خواب است. در یائسگی، فعالیت این مرکز تغییر می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] تراکم تودهٔ استخوانی از عوامل مهم استحکام استخوان‌هاست و کاهش آن، باعث پوکی استخوان می‌شود. اختلال در ترشح هورمون‌ها (مثلاً در زمان یائسگی)، در کاهش تراکم استخوان نقش دارد.

چه روش‌هایی برای کاهش علائم دورهٔ یائسگی وجود دارد؟

مصرف دارو (هورمون درمانی): مصرف ترکیبی از هورمون‌های استروژن و پروژسترون، باعث کاهش عوارض، به‌ویژه گُرگرفتگی، تعریق شبانه و پوکی استخوان می‌شود. ولی مصرف آن باید با نظر پزشک باشد و در کنار آن، آزمایش‌های دوره‌ای و رژیم غذایی مناسب، اهمیت زیادی دارد.

درسنامهٔ ۹ تخمک‌زایی (اووژنز)

تخمک‌زایی در زنان با اسپرم‌زایی در مردان، تفاوت‌هایی اساسی دارند. بعضی از این تفاوت‌ها عبارت‌اند از:

۱- شروع تخمک‌زایی از دوران جنینی: در مردان، اسپرم‌زایی بعد از سن بلوغ آغاز می‌شود و تا پایان عمر ادامه دارد. اما **در زنان، تخمک‌زایی از دوران جنینی شروع می‌شود** و پس از شروع میوز متوقف می‌شود. **با رسیدن به سن بلوغ، تخمک‌زایی ادامه می‌یابد و تا سن یائسگی (نه پایان عمر) ادامه خواهد داشت.**

نکته در زنان، در هر ماه در یکی از فولیکول‌ها، اووسیت اولیه میوز I را ادامه می‌دهد، ولی دوباره در میوز II متوقف می‌شود. یاختهٔ حاصل، به صورت اووسیت ثانویه از تخمدان خارج می‌شود.

۲- انجام میوز II: در مردان، پس از این که اسپرماتوسیت اولیه میوز I را انجام داد، اسپرماتوسیت ثانویه میوز II را انجام می‌دهد. در زنان، پس از سن بلوغ، اووسیت اولیه میوز I را انجام می‌دهد و اووسیت ثانویه تولید می‌شود. در این زمان، تقسیم میوز متوقف می‌شود و **فقط در صورتی اووسیت ثانویه میوز II را انجام می‌دهد که اسپرم با اووسیت ثانویه برخورد کند** و فرایند لقاح آغاز شود.

نکته در زنان، میوز II اووسیت ثانویه فقط در صورتی انجام می‌شود که اسپرم با اووسیت ثانویه برخورد کند. ولی در مردان، میوز II همواره می‌تواند انجام شود.

نکته **اووسیت ثانویه، درون تخمدان تولید و سپس با حرکت زوائد انگشتی ابتدای لولهٔ رحم، به درون لولهٔ رحم هدایت می‌شود.**

نکته **فرایند لقاح، پس از برخورد اسپرم با اووسیت ثانویه شروع می‌شود** (نه پس از برخورد اسپرم با تخمک).

سؤال **اگر اووسیت ثانویه با اسپرم برخورد نکند، سرنوشت اووسیت ثانویه چه خواهد بود؟** در این صورت، اووسیت ثانویه میوز II را انجام نمی‌دهد و همراه با خونریزی دوره‌ای (قاعدگی) از بدن دفع می‌شود.

سؤال **اگر اووسیت ثانویه با اسپرم برخورد کند، چه اتفاقی برای اووسیت ثانویه رخ خواهد داد؟** پس از برخورد اسپرم با اووسیت ثانویه، اووسیت تقسیم میوز II را انجام می‌دهد و تخمک بالغ (اووم) را ایجاد می‌کند که با اسپرم لقاح می‌یابد.

نکته دقت داشته باشید که هنگام برخورد اسپرم با تخمک، فرایند لقاح آغاز می‌شود، ولی ادغام هسته‌های اسپرم و تخمک، پس از انجام میوز II اووسیت ثانویه مشاهده می‌شود. *اگه زیاد مفهوم این جمله رو خوب متوجه نشدین، نگران نباشین! توی گفتار بعدی می‌گیم که لقاح چه‌جوری انجام میشه و منظورمون از این جمله چی بوده.*

۳- عدم وجود تمایز و تغییرشکل در تخمک‌زایی: در اسپرم‌زایی، در پایان میوز II، اسپرماتید به‌وجود می‌آید. اسپرماتید، با تمایز و تغییرشکل، به اسپرم تبدیل می‌شود. اما در تخمک‌زایی، تمایز و تغییرشکل وجود ندارد. در تخمک‌زایی، حاصل میوز II یک تخمک است که با اسپرم لقاح یافته است.

۴- تعداد گامت‌ها: در اسپرم‌زایی مردان، نهایتاً ۴ گامت تولید می‌شود. اما **در زنان، با هر بار میوز، نهایتاً یک گامت تولید می‌شود** و سه یاختهٔ دیگر، گویچهٔ

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

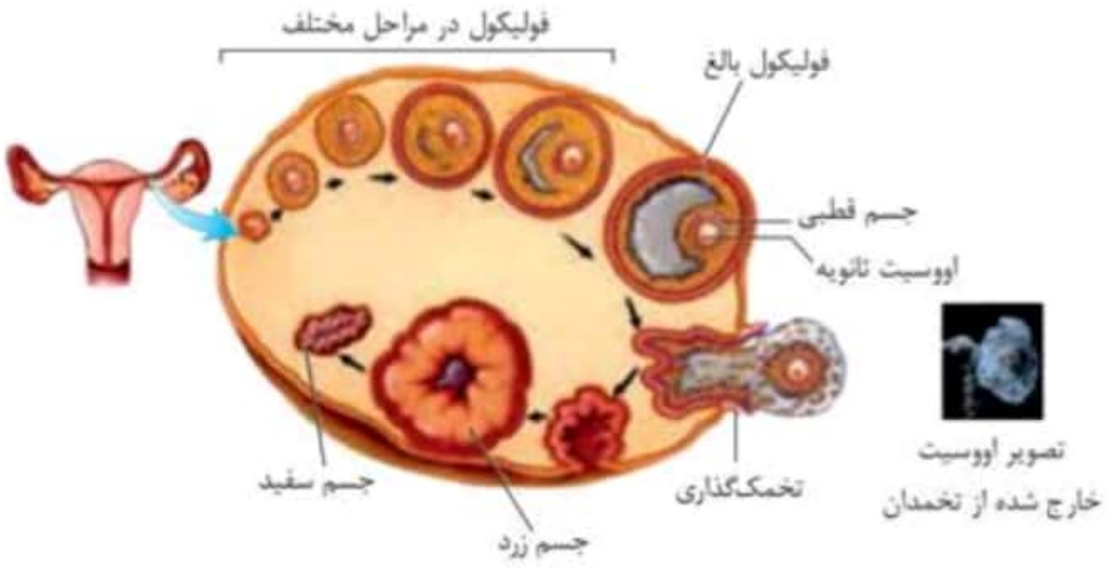
نکته دقت داشته باشید که در زنان، ممکن است اصلاً هیچ گامتی تولید نشود. یعنی تا زمانی که اسپرم‌ها با اووسیت ثانویه برخورد نکنند، گامتی در بدن زن تولید نمی‌شود. *پس اگه مثلاً در طول دورهٔ باروری یک زن، هیچ‌وقت برفورد اووسیت ثانویه و اسپرم رخ نده، این زن هیچ گامتی در طول زندگیش نمی‌سازه.*

۵- سیتوکینز نامساوی: در تقسیم میوز مردان، یاخته‌های حاصل از تقسیم، اندازهٔ برابر دارند؛ زیرا تقسیم سیتوپلاسم به صورت مساوی انجام می‌شود، اما **در زنان، سیتوکینز نامساوی انجام می‌شود و در نتیجه، اووسیت ثانویه و تخمک، نسبت به گویچه‌های قطبی اندازهٔ بزرگ‌تری دارند.** *چطوری میشه که سیتوکینز نامساوی باشه؟ کاری نداره! یادتونه که برای سیتوکینز در یاخته‌های جانوری، یک کمربند انقباضی در وسط یاخته تشکیل می‌شد و یاخته رو نصف می‌کرد؟ حالا اگه این کمربند انقباضی وسط یاخته نباشه، یکی از یاخته‌ها سیتوپلاسم بیشتری رو دریافت می‌کنه و بزرگ‌تر میشه.*

سؤال **چرا هنگام تخمک‌زایی، تقسیم نامساوی سیتوپلاسم رخ می‌دهد؟** هدف از این رخداد، **رسیدن مقدار بیشتری از سیتوپلاسم و اندامک‌ها به اووسیت است** تا بتواند در مراحل اولیهٔ رشد و نمو رویان، نیازهای آن را برآورده کند. همراه با اووسیت ثانویه، گویچهٔ قطبی نیز تولید می‌شود. گویچه‌های قطبی، به‌طور طبیعی نقشی در رشد و نمو ندارند.

نکته به ندرت ممکن است اسپرم با گویچهٔ قطبی نیز لقاح یابد. در این حالت، **تودهٔ یاخته‌ای بی‌شکلی** ایجاد می‌شود که پس از مدتی از بدن دفع می‌شود.

تا این‌جا، تقریباً کل تخمک‌زایی رو گفتیم. احتمالاً خیلی از مطالب رو هم کامل متوجه شدین اما یه سریاشم شاید نفهمیدین. الان، می‌خوایم کل مطالبی رو که تا الان گفتیم، دقیق‌تر و مفصل‌تر بررسی کنیم.



تصویر اووسیت خارج شده از تخمدان

شکل «تخمدان و تغییرات آن در دوره‌ی جنسی»

✓ در طول مرحلهٔ فولیکولی، اندازهٔ فولیکول افزایش می‌یابد. پس از تخمک‌گذاری، اندازهٔ فولیکول کاهش می‌یابد. سپس، تحت تأثیر هورمون LH، مجدداً اندازهٔ فولیکول پاره‌شده افزایش می‌یابد و به بیشترین مقدار می‌رسد. پس از تحلیل جسم زرد، اندازهٔ آن کاهش می‌یابد. در نهایت، جسم سفید به‌وجود می‌آید.

✓ نخستین گویچهٔ قطبی به اووسیت ثانویه چسبیده است و همراه آن، از تخمدان خارج می‌شود.

✓ علاوه‌بر یاخته‌های فولیکولی که به اووسیت ثانویه چسبیده‌اند، مایع درون فولیکول نیز هنگام تخمک‌گذاری همراه با اووسیت ثانویه خارج می‌شود. تعدادی از یاخته‌های فولیکولی نیز درون فولیکول باقی می‌مانند.

مراحل تخمک‌زایی

به جز تفاوت‌هایی که تا الان گفتیم، همه‌چی مثل اسپرم‌زایی هست. فقط اسم اسپرم عوض می‌شه. مثلاً، اسپرماتوسیت اولیه، میشه اووسیت اولیه. همین!

☐ قبل از تولد؛ تولید اووسیت اولیه و شروع میوز I: اووگونی ← اووسیت اولیه

ابتدا، یاختهٔ زاینده (اووگونی) **تقسیم میتوز** انجام می‌دهد و اووسیت اولیه را ایجاد می‌کند. **یاختهٔ زاینده، دیپلوئید است** و بنابراین، اووسیت اولیه نیز دیپلوئید خواهد بود. دقت داشته باشید که **این مرحله، در دوران جنینی و قبل از تولد رخ می‌دهد** و هنگام تولد، نوزاد دختر **همهٔ اووسیت‌های اولیهٔ** طول زندگی خود را خواهد داشت و دیگر به تعداد این اووسیت‌ها اضافه نخواهد شد. اووسیت‌های اولیه، تقسیم میوز خود را هم در دوران جنینی شروع می‌کنند، ولی **در مرحلهٔ پروفاز I متوقف می‌شوند.**

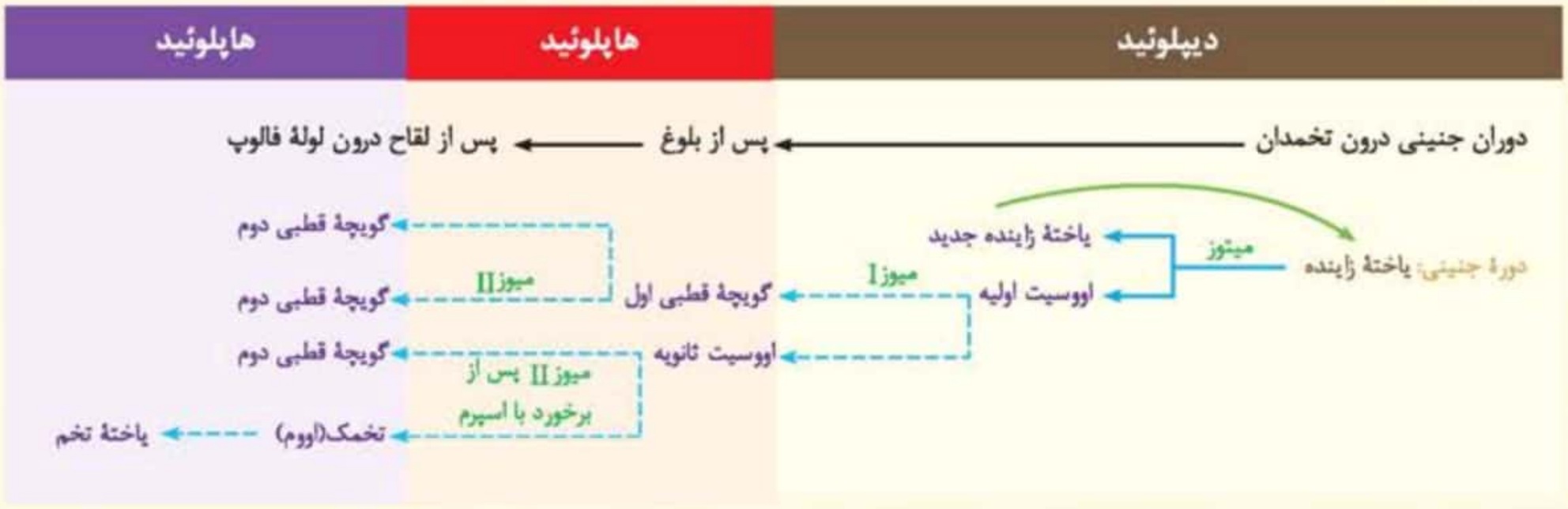
نکته طبق شکل کتاب درسی، در دوران جنینی که اووگونی تقسیم می‌شود، یکی از یاخته‌های حاصل اووگونی است و در لایهٔ زایندهٔ تخمدان باقی می‌ماند. یاختهٔ دیگر نیز اووسیت اولیه است. این فرایند، مشابه اتفاقی هست که لوله‌های اسپرم‌ساز می‌افتد و با هدف حفظ یاخته‌های زاینده انجام می‌شود. البته، دقت داشته باشید که **بعد از تولد، تقسیم اووگونی‌ها و تولید اووسیت‌های اولیه مشاهده نمی‌شود.**

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۶ یازدهم] تشکیل تتراد (ساختار چهارکروماتیدی) در اووسیت اولیه و اسپرماتوسیت اولیه رخ می‌دهد. در زنان، این اتفاق قبل از تولد رخ می‌دهد، اما در مردان، بعد از سن بلوغ.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

تخمک‌زایی



□ **بعد از بلوغ؛ ادامهٔ میوز I: اووسیت اولیه ← اووسیت ثانویه + گویچهٔ قطبی اول**

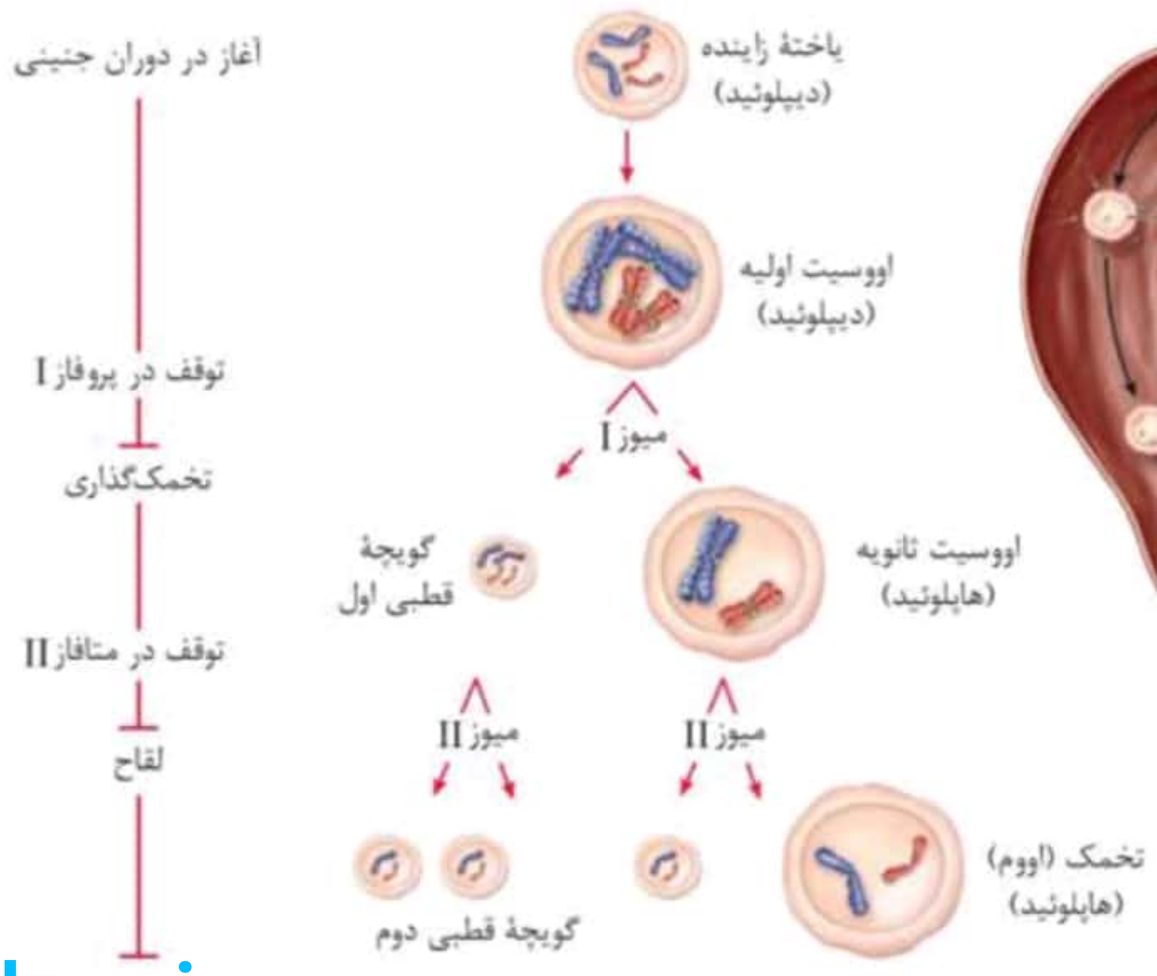
بعد از بلوغ، در هر ماه یکی از فولیکول‌ها بالغ می‌شوند و اووسیت اولیهٔ آن فولیکول، میوز I خود را ادامه می‌دهد. در پایان میوز I، **دو یاختهٔ هاپلوئید و دارای کروموزوم‌های دوکروماتیدی** حاصل می‌شوند که یکی از آن‌ها، اووسیت ثانویه است و دیگری، گویچهٔ قطبی اول. **اندازهٔ اووسیت ثانویه از گویچهٔ قطبی اول بیشتر است** که علت آن، تقسیم نامساوی سیتوپلاسم در پایان میوز I است.

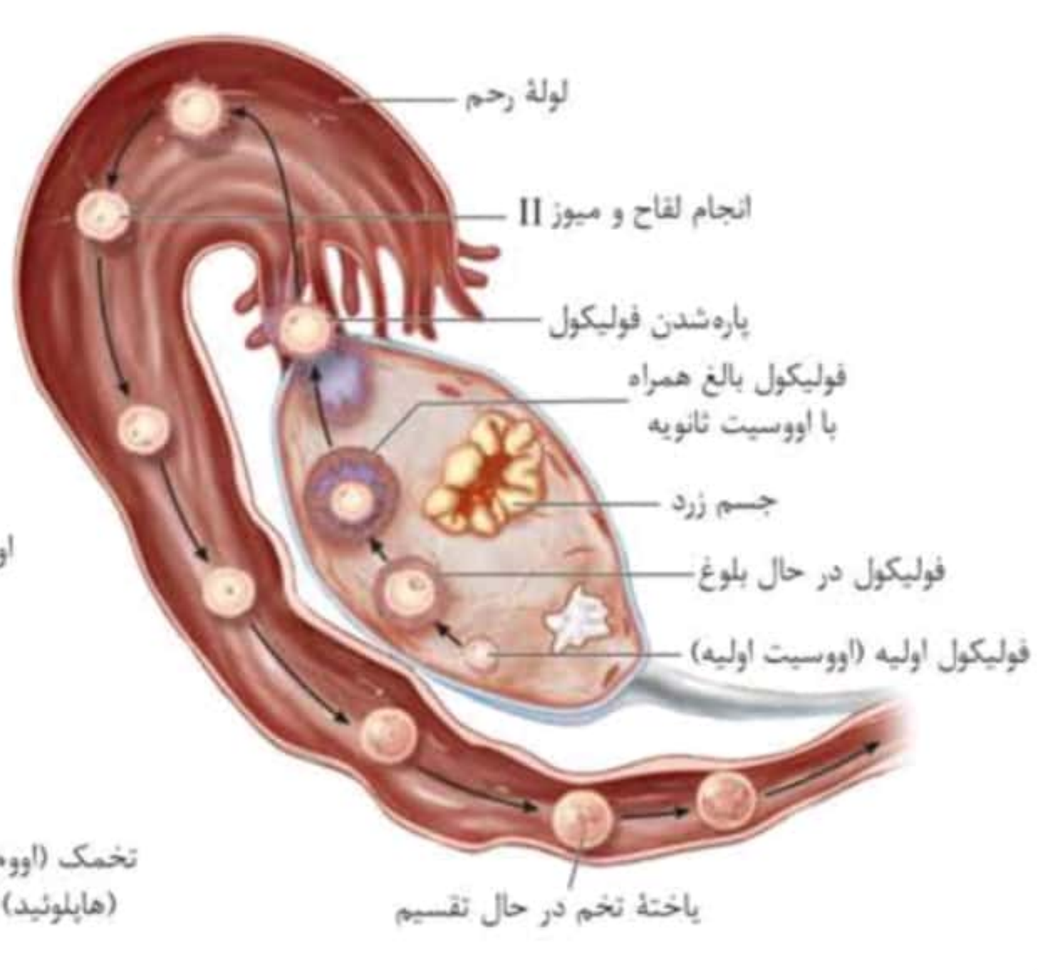
نکته اووسیت اولیه و یاختهٔ زاینده، دیپلوئید هستند و کروموزوم‌های دو کروماتیدی دارند. ولی اووسیت ثانویه و گویچهٔ قطبی اول، هاپلوئید هستند. البته، اووسیت ثانویه و گویچهٔ قطبی اول هم کروموزوم‌های دو کروماتیدی دارند.

پس از تولید اووسیت ثانویه، فولیکول پاره می‌شود و زوائد انگشتی لولهٔ رحم، اووسیت ثانویه را به سمت رحم هدایت می‌کنند. اووسیت ثانویه نیز میوز II خود را آغاز می‌کند اما **این تقسیم، در مرحلهٔ متافاز II متوقف می‌شود.**

□ **در صورت برخورد با اسپرم؛ ادامهٔ میوز II: اووسیت ثانویه ← تخمک (اووم) + گویچهٔ قطبی دوم**

اگر اووسیت ثانویه با اسپرم برخورد کند، تقسیم میوز II ادامه می‌یابد و تخمک (اووم) تولید می‌شود. در این مرحله نیز **تقسیم سیتوپلاسم به صورت نابرابر انجام می‌شود** و همراه با تخمک، گویچهٔ قطبی دوم نیز تولید می‌شود. بعد از تولید تخمک، ادامهٔ لقاح نیز انجام می‌شود و سپس، رشد و نمو رویان آغاز می‌شود. *رشد و نمو رویان و لقاح رو گفتار بعدی توضیح می‌دیم. فعلاً کاری بهش نداشته باشین. الان شکل زیر رو نگاه کنین و کل نکاتی که تا الان گفتیم رو واسه خودتون مرور کنین.*





@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جمع‌بندی

ویژگی‌های یاخته‌های موجود در فرایند تخمک‌زایی

نوع یاخته	اووگونی	اووسیت اولیه	اووسیت ثانویه*	تخمک**
یاختهٔ سازنده	اووگونی	اووگونی	اووسیت اولیه	اووسیت ثانویه
کروموزوم و سانترومر	۴۶	۴۶	۲۳	۲۳
نوع کروموزوم‌ها	دوکروماتیدی	دوکروماتیدی	دوکروماتیدی	تک‌کروماتیدی
کروماتید و DNA	۹۲	۹۲	۴۶	۲۳
رشتهٔ DNA	۱۸۴	۱۸۴	۹۲	۴۶
مجموعهٔ کروموزومی	۲ (۲n؛ دیپلوئید)	۲ (۲n؛ دیپلوئید)	۱ (n ؛ هاپلوئید)	۱ (n ؛ هاپلوئید)
تعداد سانتریول	۴ (دو جفت)	۴ (دو جفت)	۴ (دو جفت)	۲ (یک جفت)
نوع تقسیم	میتوز (در جنینی)	میوز I (شروع در جنینی، ادامه پس از بلوغ)	میوز II (در صورت برخورد با اسپرم)	ندارد
یاختهٔ حاصل از تقسیم	اووسیت اولیه	اووسیت ثانویه + گویچهٔ قطبی اول	تخمک + گویچهٔ قطبی دوم	تقسیم نمی‌شود
تشکیل تتراد	ندارد	دارد (۲۳ عدد)	ندارد	ندارد

* ویژگی‌های گویچهٔ قطبی اول، مشابه اووسیت ثانویه است. با این تفاوت که بدون برخورد با اسپرم تقسیم می‌شود و از تقسیم آن، ۲ گویچهٔ قطبی دوم حاصل می‌شوند.

** ویژگی‌های گویچهٔ قطبی دوم، مشابه تخمک است. با این تفاوت، که می‌توانند حاصل تقسیم گویچهٔ قطبی اول یا اووسیت ثانویه باشند.

نکته اووسیت ثانویه و تخمک، هاپلوئید هستند. اووسیت ثانویه، کروموزوم‌های دوکروماتیدی دارد و تخمک، کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی.

نکته با توجه به شکل، لقاح در ابتدای لولهٔ رحم رخ می‌دهد و در لولهٔ رحم، مراحل تقسیم یاختهٔ تخم آغاز می‌شود.

نکته دقت داشته باشید گویچهٔ قطبی اول نیز می‌تواند تقسیم میوز II را انجام دهد و ۲ گویچهٔ قطبی دوم تولید کند. بنابراین، در پایان میوز یک اووسیت اولیه، ۴ یاخته تولید می‌شوند: ۱ عدد تخمک (اووم) و ۳ عدد گویچهٔ قطبی دوم.

نکته از میوز هر اووسیت اولیه، حداکثر یک عدد گامت ماده تولید می‌شود.

فعالیت کتاب درسی

تخمک‌زایی

توی این فعالیت هم مثل همون فعالیتی که راجع به اسپرم‌زایی داشتیم، یه سری سؤال تکراری رو می‌خوایم جواب بدیم که همشو تا الان توی درسنامه توضیح دادیم. پس این‌جا بیشتر جنبهٔ مروری داره و بهتره که سعی کنین خودتون به سؤالا جواب بدین.

۱- اووسیت اولیه، ثانویه و اووم، از لحاظ کروموزومی با هم چه تفاوت‌هایی دارند؟ اووسیت اولیه و اووگونی، یاخته‌های دیپلوئید و دارای ۴۶ کروموزوم هستند. اما اووسیت ثانویه، هاپلوئید و ۲۳ کروموزومی است. البته، در اووسیت ثانویه نیز همانند اووسیت اولیه و اووگونی، کروموزوم‌ها دو کروماتیدی هستند. اووم نیز همانند اووسیت ثانویه هاپلوئید است، ولی کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۲- اولین جسم قطبی با دومین اجسام قطبی چه تفاوتی دارند؟ اولین جسم قطبی، حاصل میوز I است و از تقسیم اووسیت اولیه حاصل شده است. جسم قطبی اول، هاپلوئید است و کروموزوم‌های دو کروماتیدی دارد. جسم قطبی دوم، دو منشأ می‌تواند داشته باشد: ۱- تقسیم اووسیت ثانویه یا ۲- تقسیم جسم قطبی اول. جسم قطبی دوم، همانند جسم قطبی اول، هاپلوئید است ولی کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دارد. علاوه‌بر این، دقت داشته باشید که جسم قطبی اول توانایی تقسیم را دارد، ولی جسم قطبی دوم تقسیم نمی‌شود. محل تولید جسم قطبی اول، درون فولیکول تخمدانی است ولی جسم قطبی دوم، در لولهٔ رحم تولید می‌شود.

۳- چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی بین مراحل اسپرم‌زایی و تخمک‌زایی وجود دارد؟

تفاوت‌ها: *در ابتدای درسنامه، ۵ مورد تفاوت بین اسپرم‌زایی و تخمک‌زایی گفتیم. در این‌جا، به صورت تیتروار این موارد رو تکرار می‌کنیم و برای درک بهتر هم می‌تونین به شکل بعدی دقت کنین.*

۱- شروع تخمک‌زایی از دوران جنینی و اسپرم‌زایی از دوران بلوغ

۲- وابستگی انجام میوز II در اووسیت ثانویه به لقاح با اسپرم

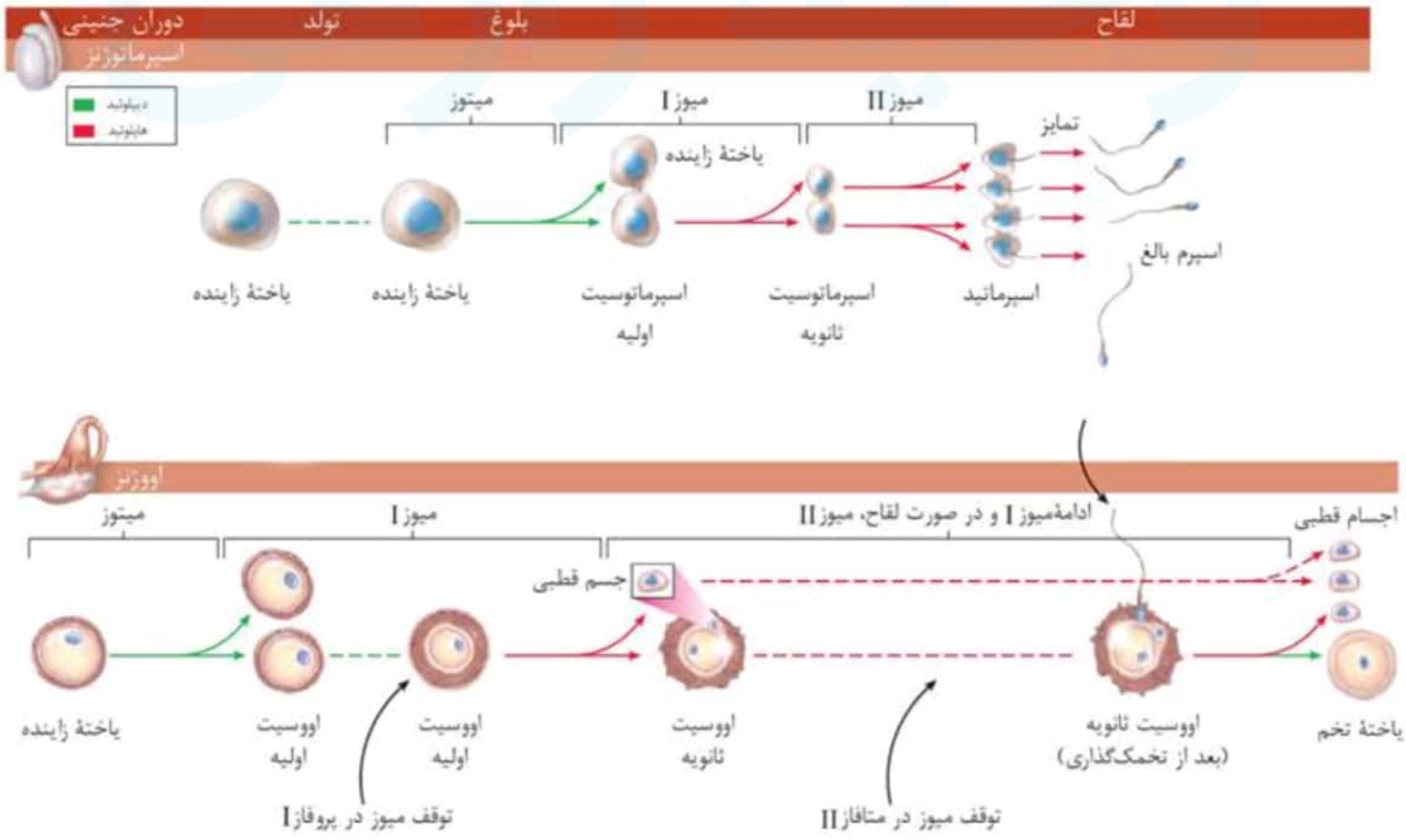
۳- وجود تمایز و تغییر شکل در فرایند اسپرم‌زایی

۴- تولید یک تخمک از هر اووسیت اولیه در تخمک‌زایی و چهار اسپرم از هر اسپرماتوسیت اولیه در اسپرم‌زایی

۵- سیتوکینز نامساوی در تخمک‌زایی و بزرگ‌تر بودن اندازهٔ اووسیت ثانویه و اووم نسبت به سایر یاخته‌های حاصل از تقسیم

شباهت‌ها: ۱- در هر دو، ابتدا میتوز و سپس میوز رخ می‌دهد. ۲- در هر دو، دو مرحلهٔ میوز انجام می‌شود. ۳- یاخته‌های حاصل از نظر کروموزومی، مثل هم هستند.

حالا که همه چیو راجع به اسپرم‌زایی و تخمک‌زایی گفتیم، بد نیست یه شکل کلی داشته باشیم که جمع‌بندی کل هرفامون باشه.



شکل «مراحل تخمک‌زایی»

✓ تقسیم سیتوپلاسم در پایان میوز ۱ و میوز ۲، به‌طور نامساوی انجام می‌شود. در نتیجه، گویچه‌های قطبی کوچک هستند.

✓ اووسیت ثانویه فقط زمانی تقسیم میوز ۲ را انجام می‌دهد که با اسپرم برخورد کند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۰ چرخهٔ تخمدانی در یک دورهٔ جنسی

در جنس ماده، **نوسانات هورمونی، دو رویداد چرخه‌ای را پدید می‌آورند.** این دو چرخه، وابسته به هم هستند و در تخمدان‌ها و رحم اجرا می‌شوند. چرخهٔ تخمدانی، **زمان‌بندی بالغ شدن اووسیت را در تخمدان تنظیم می‌کند** و چرخهٔ رحمی، **رحم را برای بارداری آماده می‌کند.**

چرخهٔ تخمدانی

رسیدیم به یه شکل خیلی مهم! به یاد ندارم کنکوری رو که از این شکل داخلش سؤال نیومده باشه! پس از این‌جا به بعد، خیلی دقت کنین تا حداقل به سؤال همهٔ امتحاناتتون رو تضمین کنین.

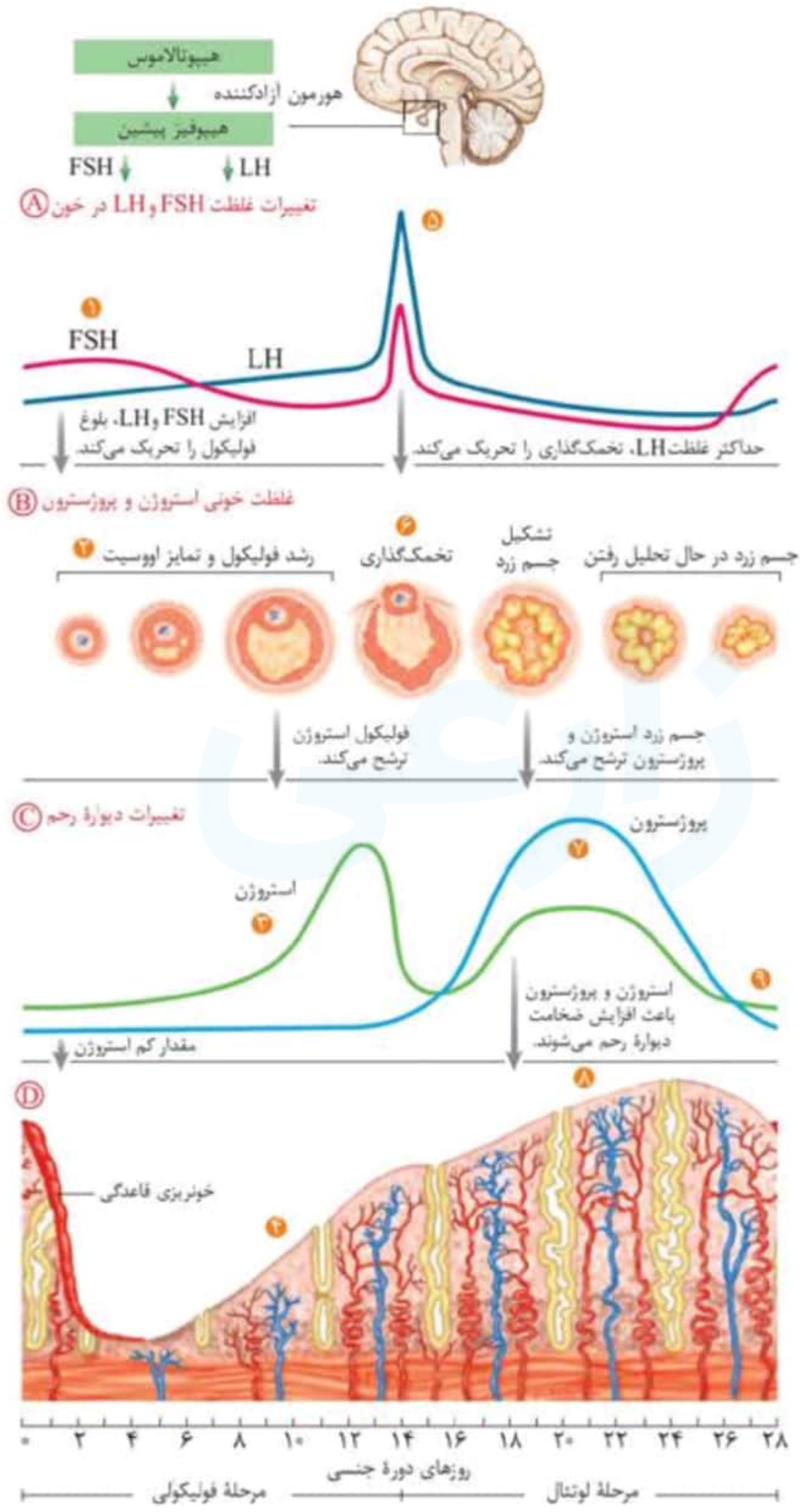
گفتیم که در دوران جنینی، اووسیت‌های اولیه به وجود می‌آیند. این اووسیت‌های اولیه توسط **یاخته‌های تغذیه‌کننده** احاطه می‌شوند. به هر اووسیت و یاخته‌های تغذیه‌کنندهٔ آن، **فولیکول** گفته می‌شود.

بعد از رسیدن به سن بلوغ، **تغییرات هورمونی** که در بدن رخ می‌دهد، باعث می‌شود که فولیکول‌ها شروع به رشد کنند. **در هر دورهٔ جنسی، یکی از فولیکول‌ها بیشتر از سایر فولیکول‌ها رشد کرده است و به آن، فولیکول غالب می‌گویند.** فولیکول غالب، چرخهٔ تخمدانی را آغاز می‌کند و ادامه می‌دهد.

تنظیم هورمونی چرخهٔ تخمدانی: چرخهٔ تخمدانی، تحت تأثیر هورمون‌های FSH و LH که از غدهٔ هیپوفیز ترشح می‌شوند، تنظیم و هدایت می‌شود. **هورمون FSH[1]، در سطح یاخته‌های فولیکولی گیرنده دارد.** وقتی که FSH به گیرندهٔ خود در سطح یاخته‌های فولیکولی متصل می‌شود، **باعث می‌شود که فولیکول تحریک شود تا رشد بیشتری کند و بالغ شود.**

فعالیت هورمون FSH: تحت تأثیر FSH، لایه‌های یاخته‌ای فولیکول غالب تکثیر پیدا می‌کنند و حجیم می‌شوند. علاوه‌بر این یاخته‌های فولیکولی با تغذیهٔ اووسیت، شرایط رشد و نمو اووسیت اولیه را فراهم می‌کنند. کار مهم دیگری که فولیکول انجام می‌دهد، ترشح هورمون استروژن است. **هر چقدر که فولیکول بزرگ‌تر می‌شود، میزان ترشح استروژن نیز بیشتر می‌شود.**

تا این‌جا فهمیدیم که FSH چی کار می‌کنه. باعث میشه که فولیکول بالغ بشه و همینطور که داره بالغ میشه، اووسیت اولیه هم میوز فورش رو ادامه میده. حالا می‌خوایم بریم سراغ هورمون LH.

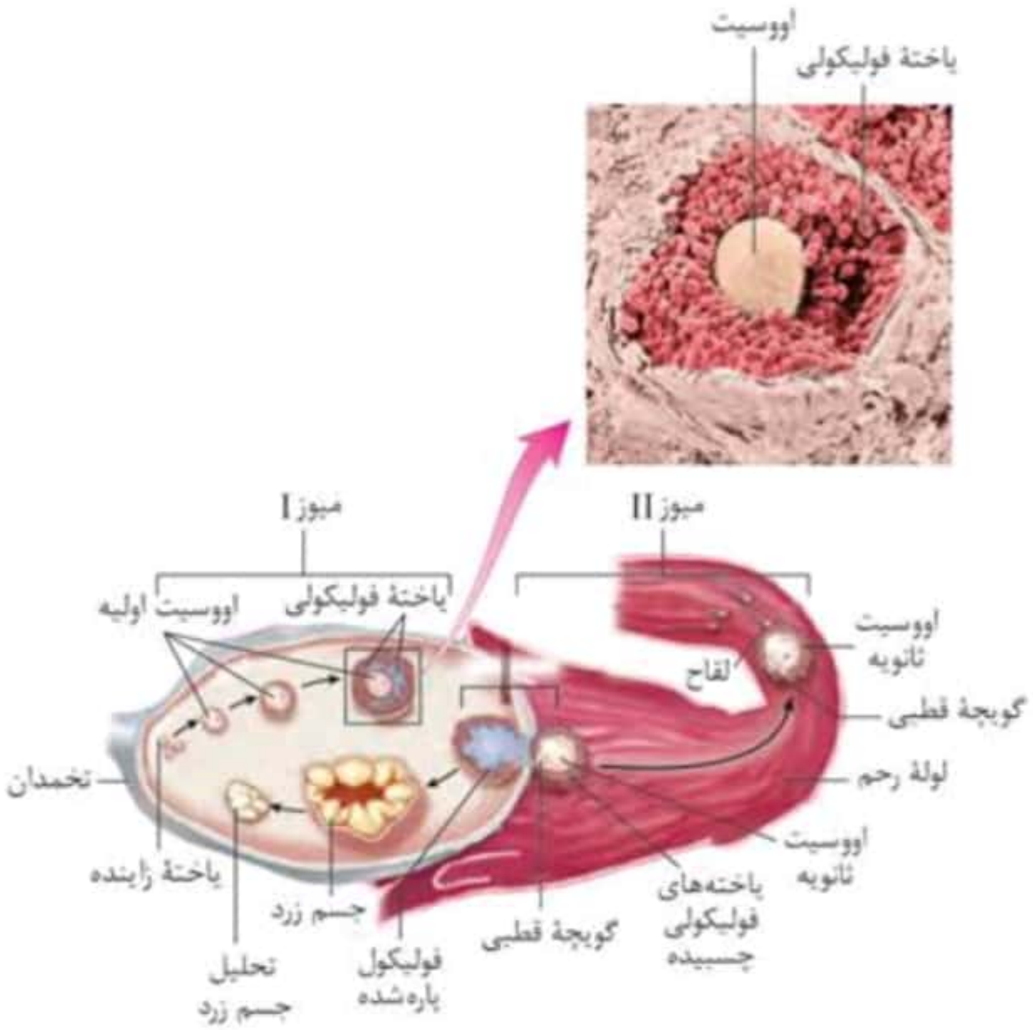


❑ تخمک‌گذاری

وقتی که ترشح استروژن افزایش شدید می‌یابد، با روش **تنظیم بازخوردی مثبت**، ترشح LH نیز زیاد می‌شود. **رسیدن غلظت LH به حداکثر مقدار خود سبب می‌شود که تقسیم میوزی I تکمیل شود و تخمک‌گذاری انجام شود.** منظور از تخمک‌گذاری، آزاد شدن اووسیت ثانویه از تخمدان و ورود آن به لولهٔ رحم است. *بریم ببینیم که تخمک‌گذاری چه‌جوری انجام میشه.*

1- Follicle-stimulating hormone: هورمون محرک فولیکولی

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی



حدود روز ۱۴، یعنی روز آخر مرحلهٔ فولیکولی (*این مرحله‌ها رو جلوتر می‌گیم دقیقاً چی هستن*)، **فولیکول بالغ شده و به دیوارهٔ تخمدان چسبیده است.**

در این زمان، اووسیت ثانویه همراه با تعدادی از یاخته‌های فولیکولی، از سطح تخمدان خارج و وارد محوطهٔ شکمی می‌شوند. به این فرایند تخمک‌گذاری می‌گویند. *خُب این‌جا همونجایی هست که اووسیت ثانویه منتظر اسپرم می‌مونه تا اگه اسپرمی رسید، میوز IIش رو انجام بده و تخمک و اسپرم به هم ملحق بشن. اما اگه اووسیت به وصال اسپرم نرسه، می‌میره و طی قاعدگی دفع میشه. اما حالا چرا یاخته‌های فولیکولی اووسیت ثانویه رو ول نمی‌کنن؟ چون هنوزم به وظیفه‌ای که داشتن وفادار هستن!* یاخته‌های فولیکولی چسبیده به اووسیت ثانویه، در ادامهٔ مسیر اووسیت در لولهٔ رحم، به تغذیه و محافظت از آن کمک می‌کنند. *حالا فهمیدیم که اووسیت ثانویه چه اتفاقی واسش می‌افته اما می‌خوایم برگردیم ببینیم چی بر سر تخمدان میاد. آفه طی تخمک‌گذاری یه بخشی از فولیکول پاره شد و از تخمدان خارج شد، اما هنوز یه بخشیش باقی مونده.*

❑ جسم زرد

گفتیم که آخر چرخهٔ فولیکولی، مقدار LH به شدت زیاد می‌شود. **این افزایش شدید باعث می‌شود که باقی‌ماندهٔ فولیکول به صورت تودهٔ یاخته‌ای زردرنگی دربیاید که به آن، جسم زرد می‌گویند.** LH یاخته‌های جسم زرد را تحریک می‌کند تا فعالیت ترشحی خود را افزایش دهند. جسم زرد نیز دو هورمون استروژن و پروژسترون را ترشح می‌کنند. این دو هورمون، وقایع چرخهٔ رحمی را ادامه می‌دهند. **جسم زرد، تا حدود یک هفته به ترشح هورمون استروژن و پروژسترون ادامه می‌دهد** و بعد از آن تحلیل می‌رود. اما اگر بارداری رخ دهد، جسم زرد تا مدت بیشتری به فعالیت خود ادامه می‌دهد. *تا همینجا فعلاً رابع به جسم زرد بسه. بریم چرخهٔ رحمی رو هم بررسی کنیم دوباره برمی‌گردیم سراغ جسم زرد. قبلش، یه فعالیت خیلی مهم.*

فعالیت کتاب درسی

مرحلهٔ فولیکولار و لوتئال

دورهٔ جنسی تخمدان‌ها را به دو قسمت فولیکولی و جسم‌زردی (لوتئال) تقسیم‌بندی می‌کنند.

۱- هر قسمت مربوط به چه بخشی از دورهٔ جنسی است؟

مرحلهٔ فولیکولی: مربوط به نیمهٔ ابتدایی دوره است که در آن فولیکول تغییر و رشد می‌کند و درون آن، رشد اووسیت انجام می‌شود.

مرحلهٔ جسم‌زردی (لوتئالی): مربوط به نیمهٔ دوم دوره است که با تشکیل جسم زرد آغاز می‌شود و در انتهای آن، جسم سفید تولید می‌شود.

۲- در هر قسمت، چه هورمون‌هایی از هیپوفیز بیشتر روی تخمدان اثر می‌گذارند؟

مرحلهٔ فولیکولی: در ابتدای مرحلهٔ فولیکولی، هورمون FSH مؤثرتر است[1]، اما در انتها، هورمون LH تأثیر بیشتری دارد.

مرحلهٔ لوتئال: در ابتدای مرحلهٔ لوتئال، LH مؤثرتر است، اما در انتهای مرحله، FSH تأثیر بیشتری دارد.

۳- در هر قسمت، چه هورمون‌هایی از تخمدان ترشح می‌شود و میزان این هورمون‌ها چه تغییری می‌کند؟

مرحلهٔ فولیکولی: ابتدا مقدار استروژن کم است و شروع به زیاد شدن می‌کند و در انتهای مرحلهٔ فولیکولی، مقدار آن کاهش می‌یابد.

مرحلهٔ لوتئال: در ابتدا پروژسترون زیاد می‌شود و مقدار آن به شدت افزایش می‌یابد. در انتها، مقدار پروژسترون کاهش می‌یابد. در این مرحله، استروژن هم مقداری بالا می‌رود، ولی در انتها، کاهش می‌یابد.

۴- جداکنندهٔ بخش فولیکولی و لوتئال، چه مرحله‌ای است؟ مرحلهٔ تخمک‌گذاری که در آن فولیکول به جسم زرد تبدیل می‌شود.

---

[1] هورمون محرک فولیکول (Follicle-stimulating hormone یا FSH)، باعث تحریک فولیکول‌ها می‌شود.

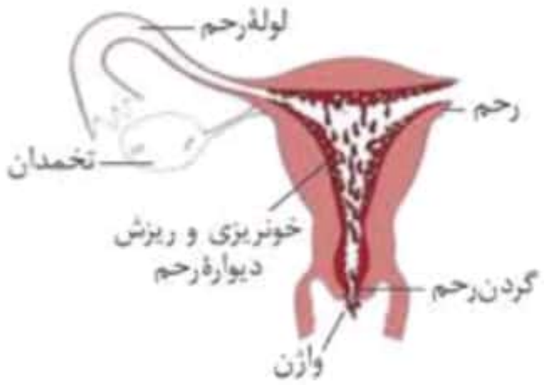
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۱

چرخهٔ رحمی در یک دورهٔ جنسی

تا این‌جا فهمیدیم که توی تخمدان چه اتفاقاتی می‌افته تا اووسیت ثانویه تولید بشه. حالا می‌خوایم برگردیم به اول دورهٔ جنسی و ببینیم توی رحم چه اتفاقایی می‌افته. رحم جایی هست که جنین رشد و نموش رو اونجا انجام می‌ده و بنابراین، باید برای این مسئولیت مهم آماده بشه.

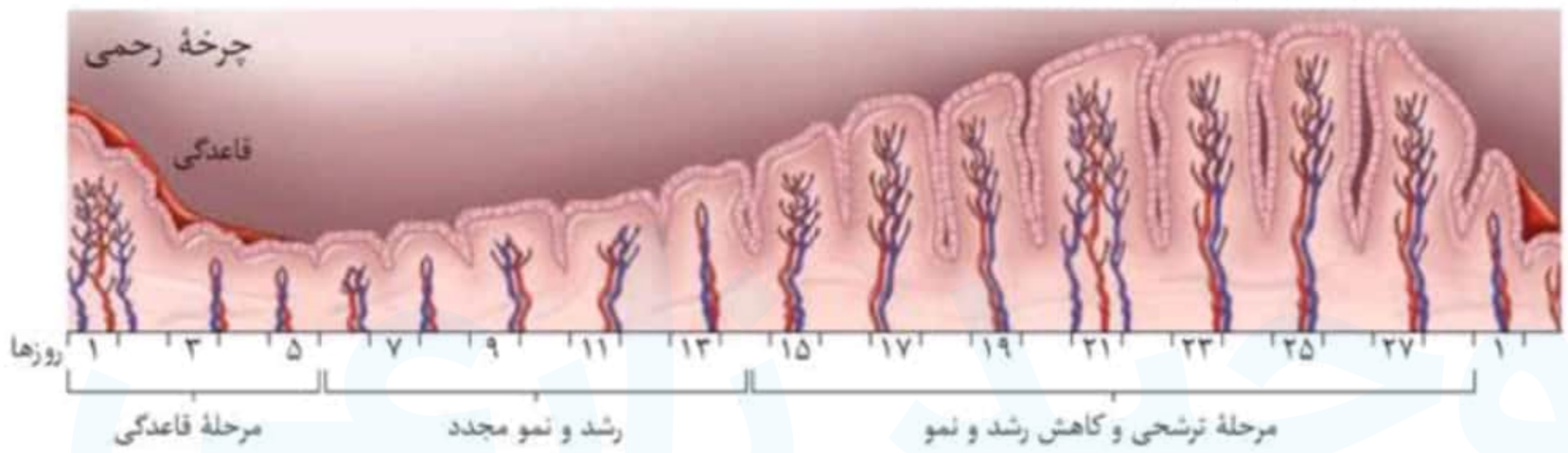
ریزش رحم: قاعدگی



در روزهای اول هر دوره در رحم، قاعدگی رخ می‌دهد؛ یعنی **بافت‌های رحم تخریب می‌شوند و از بدن دفع می‌شوند.** قاعدگی به طور متوسط ۷ روز طول می‌کشد و پس از آن، آندومتر (دیوارهٔ داخلی رحم) مجدداً شروع به رشد و نمو می‌کند.

رشد و نمو رحم و آمادگی برای پرورش جنین

در نتیجهٔ رشد و نمو رحم، ضخامت آندومتر زیاد می‌شود و در آن، **تعدادی چین‌خوردگی و حفره** به‌وجود می‌آید و **خون زیادی اندوخته می‌شود.** رشد آندومتر، تا بعد از نیمهٔ دوره هم ادامه می‌یابد ولی **پس از آن، رشد کم می‌شود و ضخامت رحم، تقریباً ثابت باقی می‌ماند.** در این زمان، فعالیت ترشحی رحم افزایش می‌یابد. مجموعهٔ این فعالیت‌ها، **دیوارهٔ رحم را برای پذیرش و پرورش تخمک لقاح‌یافته (یاختهٔ تخم) آماده می‌کند.**



تأثیر لقاح بر وضعیت رحم

گفتیم که در حدود نیمهٔ دورهٔ جنسی، تخمک‌گذاری رخ می‌دهد و اووسیت ثانویه، آزاد می‌شود. اگر در این زمان، اسپرم در مجاورت اووسیت قرار بگیرد، مراحل تخمک‌زایی تکمیل و لقاح انجام می‌شود. **در این حالت، تودهٔ یاخته‌ای حاصل از تقسیم تخم (بلاستوسیست)، در یکی از فرورفتگی‌های دیوارهٔ رحم قرار می‌گیرد که به آن، جایگزینی می‌گویند.** در واقع، جایگزینی شامل نفوذ رویان به درون دیوارهٔ رحم و ایجاد رابطهٔ تغذیه‌ای و خونی با مادر است. ادامهٔ رشد و نمو رویان نیز در دیوارهٔ رحم انجام می‌شود که در ادامهٔ فصل بیشتر راجع به آن صحبت خواهیم کرد.

اگر لقاح صورت نگیرد، اووسیت ثانویه بدون جایگزینی از بدن دفع می‌شود. سپس، در حدود روز ۲۸ دورهٔ جنسی (انتهای هفتهٔ چهارم)، تخریب آندومتر و دفع خون آغاز می‌شود که نشان‌دهندهٔ قاعدگی و شروع دورهٔ جنسی و چرخهٔ رحمی بعدی است. *پس بعد از این‌که تخمک‌گذاری انجام شد، دو حالت ممکنه پیش بیاد؛ یا یاختهٔ تخم تشکیل میشه که پس از تقسیم، میره داخل دیوارهٔ رحم قرار می‌گیره. یا این‌که لقاح انجام نمیشه و اووسیت ثانویه از بدن دفع میشه. نتیجهٔ عدم لقاح اینه که جسم زرد هم از بین می‌ره و ترشح استروژن و پروژسترون کم میشه. وقتی این اتفاق بیفته، دیوارهٔ رحم می‌ریزه و ...*

نکته تمام وقایع ذکرشده، تحت تأثیر هورمون‌های جنسی زنانه (استروژن و پروژسترون) است که از تخمدان ترشح می‌شوند.

تأثیر جسم زرد بر چرخهٔ رحمی

گفتیم که بعد از تخمک‌گذاری، تحت تأثیر هورمون LH، یاخته‌های فولیکولی پاره‌شده رشد می‌کنند و جسم زرد را ایجاد می‌کنند. LH جسم زرد را وادار به تولید هورمون‌های استروژن و پروژسترون می‌کند. **در صورت بارداری، جسم زرد تا مدتی به فعالیت ترشحی خود ادامه می‌دهد** و هورمون‌های ترشح‌شده از آن، دیوارهٔ رحم و رویان جایگزین‌شده در آن را حفظ می‌کنند.

اگر بارداری رخ ندهد، در اواخر دورهٔ جنسی، جسم زرد تحلیل می‌رود و به جسمی غیرفعال به‌نام **جسم سفید** تبدیل می‌شود. در نتیجهٔ غیرفعال‌شدن جسم زرد، ترشح هورمون استروژن و پروژسترون نیز کاهش می‌یابد. **کاهش این هورمون‌ها موجب ناپایداری دیوارهٔ رحم و تخریب و ریزش آن می‌شود (قاعدگی) که علامت شروع دورهٔ جنسی بعدی است.**

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

بذارین اینجوری بگیم؛ فرض کنین شما میاین تعدادی آجر رو می‌چینین روی هم و اینا رو توی هوا روی دستتون نگه می‌دارین. این‌جا شما نقش هورمون استروژن و پروژسترون رو دارین، آجرها هم نقش دیوارهٔ رحم رو بازی می‌کنن. این شما هستین که باعث افزایش تعداد آجرها شدین؛ همونجوری که استروژن و پروژسترون ضخامت دیوارهٔ رحم رو زیاد می‌کنن. علاوه‌بر این، فهر شما هستین که آجرها رو نگه داشتین تا نیفتن. اگه شما دستتون رو از زیر آجرها بکشین، چی میشه؟ همشون می‌ریزن و خرد میشن. توی رحم هم همین اتفاق می‌افته. وقتی که استروژن و پروژسترون دیگه از دیوارهٔ رحم حفاظت نکنن، دیوارهٔ رحم ریزش پیدا می‌کنه و تخریب میشه. اینجوری هست که قاعدگی ماهیانه رخ میده.
ما راجع به نحوهٔ تغییرات هورمون‌ها و ضخامت رحم مفصل صحبت کردیم. در کادر زیر، بقیهٔ نکات شکل رو می‌گیم.

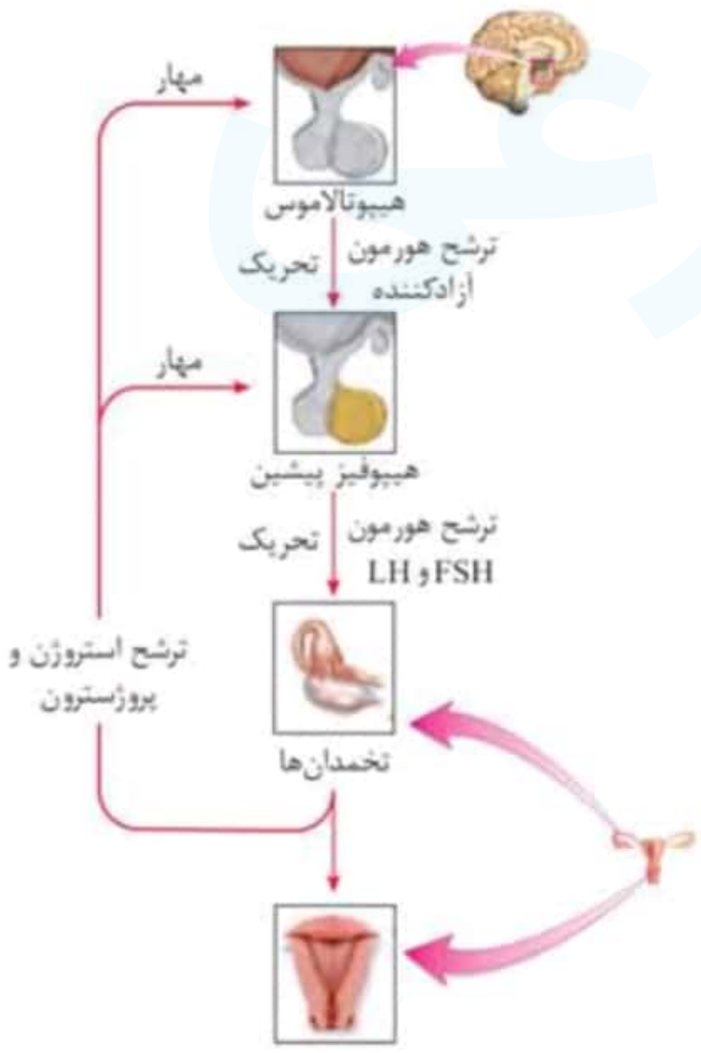
شکل «تغییرات میزان هورمون‌ها در یک دورهٔ جنسی زنان»

- ✓ در دیوارهٔ رحم، حفراتی وجود دارند که با افزایش ضخامت رحم، اندازهٔ آن‌ها نیز افزایش می‌یابد.
- ✓ با افزایش ضخامت رحم، طول رگ‌های خونی رحم نیز زیاد می‌شود. سرخرگ‌هایی که در دیوارهٔ رحم وجود دارند، مارپیچی هستند.
- ✓ از ابتدای مرحلهٔ فولیکولی تا روز ۴، خون‌ریزی قاعدگی مشاهده می‌شود. البته کاهش ضخامت رحم از حدود روز ۲۴ دورهٔ جنسی قبلی آغاز می‌شود و تا روز ۴ دورهٔ جنسی فعلی ادامه می‌یابد.
- ✓ شکل و اندازهٔ جسم زرد، فولیکول و جسم سفید با یکدیگر متفاوت است.

درسنامهٔ ۱۲ تنظیم هورمونی دستگاه تولیدمثلی زن

رسیدیم به یه بحث بسیار بسیار مهم! تا الان کلی راجع به تاثیر هورمون‌ها بر دورهٔ جنسی زنان صحبت کردیم و فهمیدیم که هورمون‌ها خیلی خوبن! حالا می‌خوایم دقیق‌تر بررسی کنیم که هورمون‌ها چی‌کار می‌کنن و چه‌جوری مقدارشون تنظیم میشه. این درسنامه ارتباط زیادی به نمودار دورهٔ جنسی زنان داره و بعضی جاها لازمه که برگردین یه نگاه به اون نمودار هم بندازین. این درسنامه ارتباط بسیار زیادی هم با سایر مباحثی که تا الان ذکر شد، داره. بنابراین، تا زمانی که دو تا درسنامهٔ قبلی رو خوب بلد نیستین، اینجا رو نخونین.

تأثیر هورمون‌ها بر دورهٔ جنسی



هورمون‌های هیپوتالاموس (زیرنهنج)، هیپوفیز پیشین (زیرمغزی پیشین) و هورمون‌های جنسی تخمدان‌ها، زمان وقایع متفاوت دستگاه تولیدمثلی زنان در هر دورهٔ جنسی و چرخه‌های تخمدانی و رحمی را تنظیم می‌کنند. تنظیم خود این هورمون‌ها نیز به صورت بازخوردی انجام می‌شود.

نکته FSH و LH، هورمون‌های جنسی محسوب نمی‌شوند. اما استروژن و پروژسترون، هورمون‌های جنسی و تخمدانی هستند.

بیاین اول یک بار بر اساس نمودار دورهٔ جنسی زنان، وقایع رو توضیح بدیم؛ شمارهٔ مراحل ذکرشده در ادامه، بر اساس شمارهٔ مراحل ذکرشده در شکل بعدی هست:

۱- هیپوتالاموس با ترشح هورمون آزادکننده، ترشح هورمون FSH و LH از هیپوفیز پیشین را تحریک می‌کند. این هورمون‌ها، فعالیت تخمدان‌ها را تنظیم می‌کنند.

۲- هورمون FSH، یک فولیکول را تحریک می‌کند تا رشد کند.

۳- به بخشی از دورهٔ جنسی که در آن فولیکول‌ها رشد می‌کنند و در انتهای آن تخمک‌گذاری انجام می‌شود، مرحلهٔ فولیکولی می‌گویند. در این مرحله، اووسیت درون فولیکول رشد می‌کند و یاخته‌های اطراف اووسیت، استروژن ترشح می‌کنند.

۴- هورمون استروژن با تأثیر بر دیوارهٔ رحم، سبب می‌شود که دیوارهٔ رحم ضخیم‌تر شود.

۵- غلظت کم استروژن، با بازخورد منفی، از آزاد شدن FSH و LH ممانعت می‌کند. افزایش یکبارهٔ هورمون استروژن سبب می‌شود که مقدار بیشتری هورمون LH از هیپوفیز پیشین ترشح شود.

۶- حداکثر غلظت LH در خون، باعث می‌شود که اووسیت اولیه تقسیم میوز I را تکمیل کند و همچنین، تخمک‌گذاری تحت تأثیر حداکثر غلظت LH تحریک می‌شود.

۷- بلافاصله پس از تخمک‌گذاری، مرحلهٔ لوتئال شروع می‌شود. در این مرحله، هورمون LH با تأثیر بر یاخته‌های فولیکولی باقی‌مانده، باعث تشکیل جسم زرد و تحریک ترشح هورمون‌های استروژن و پروژسترون از این تودهٔ یاخته‌ای می‌شود.

۸- ترشح هورمون استروژن و پروژسترون سبب می‌شود که دیوارهٔ رحم ضخیم‌تر شود و رگ‌های خونی بیشتری در آن تشکیل شود. در نتیجه، رحم برای یک بارداری احتمالی آماده می‌شود. هم‌چنین ترشح این هورمون‌ها، با تنظیم بازخوردی منفی، ترشح FSH و LH را مهار می‌کند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

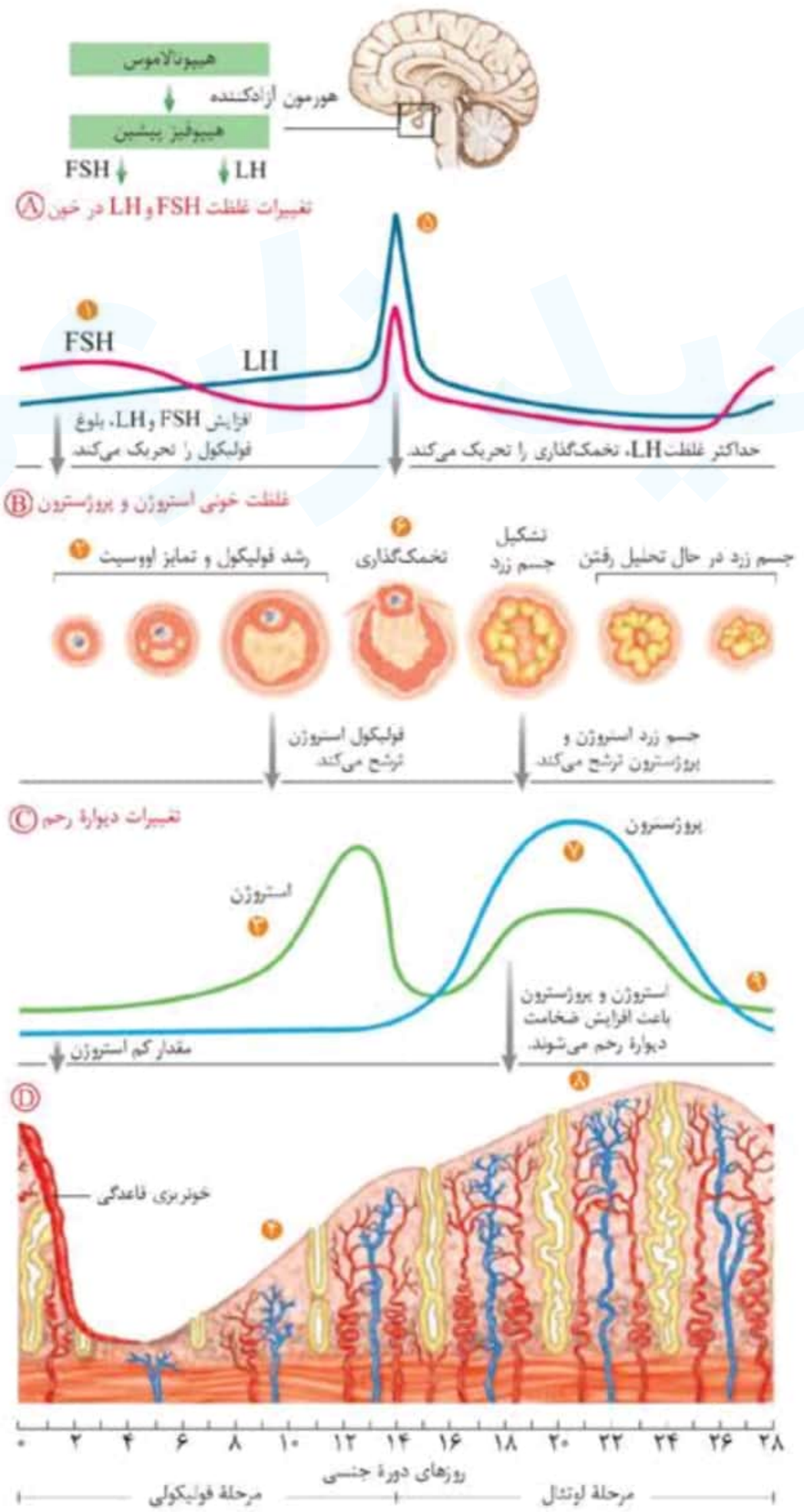
۹- اگر بارداری رخ ندهد، جسم زرد تحلیل می‌رود و به جسم سفید تبدیل می‌شود. در نتیجه، ترشح هورمون‌های استروژن و پروژسترون نیز کاهش می‌یابد. در نتیجهٔ کاهش این هورمون ها، ترشح FSH و LH از هیپوفیز پیشین افزایش می‌یابد و یک دورهٔ جنسی دیگر آغاز می‌شود. تحت تأثیر کاهش این هورمون‌ها، دیوارهٔ رحم نیز ریزش پیدا می‌کند و قاعدگی رخ می‌دهد.

شکل «غدد و هورمون‌های مؤثر در تولیدمثل زن»

- ✓ هورمون‌های استروژن و پروژسترون ترشح‌شده از تخمدان، بر ترشح هورمون LH و FSH از هیپوفیز پیشین و هم‌چنین هورمون آزادکننده از هیپوتالاموس، اثر بازخوردی دارند.
- ✓ هورمون‌های تخمدانی در یاخته‌های دیوارهٔ رحم گیرنده دارند.

تا این‌جا، ما یه توضیح خیلی کلی راجع به وقایع دورهٔ جنسی دادیم. حالا می‌خوایم چند تا فرایند رو بررسی کنیم و ببینیم که دلیل رخ‌دادن یه سری چیزا داخل هر دورهٔ جنسی چی هست. بعد از اون، می‌رسیم به مهم‌ترین بخش این درسنامه، یعنی بررسی تغییرات غلظت هورمون‌ها در هر دورهٔ جنسی. از اول شروع کنیم:

ابتدای دورهٔ جنسی: در ابتدای دورهٔ جنسی، مقدار دو هورمون استروژن و پروژسترون در خون کم است. در نتیجهٔ بازخورد منفی، پیامی به هیپوتالاموس ارسال می‌شود تا هورمون آزادکننده را ترشح کنند. این هورمون آزادکننده، ترشح هورمون‌های FSH و LH را تحریک می‌کند.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

محرک: کمبود هورمون‌های جنسی ← ↑ هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموس ← ↑ ترشح FSH و LH ← ↑ ترشح استروژن

تأثیر FSH و LH: FSH موجب رشد فولیکول و ترشح استروژن می‌شود. هورمون LH نیز موجب رشد جسم زرد و ترشح استروژن و پروژسترون از جسم زرد می‌شود.

↑ ترشح FSH ← تحریک یاخته‌های فولیکولی ← رشد بیشتر فولیکول و ترشح استروژن

↑ ترشح LH ← تحریک یاخته‌های فولیکولی پاره‌شده ← رشد و تشکیل جسم زرد ← ترشح استروژن و پروژسترون

تأثیر هورمون استروژن و پروژسترون: این هورمون‌ها، باعث رشد آندومتر رحم و قطورشدن آن می‌شوند؛ این کار، رحم را برای بارداری احتمالی آماده می‌کند. هم‌چنین تأثیر این هورمون‌ها بر روی هیپوتالاموس، باعث ایجاد بازخورد منفی و کاهش ترشح هورمون آزادکنندهٔ FSH و LH می‌شود؛ در نتیجه، ترشح FSH و LH از هیپوفیز پیشین هم کاهش می‌یابد. *چرا مقدار ترشح* FSH و LH *باید کم شود؟* زیرا FSH و LH با تأثیر بر فولیکول‌های تخمدان، باعث رشد و بلوغ آن می‌شوند. ولی تا انتهای دورهٔ جنسی، نباید فولیکول جدیدی بالغ شود؛ بنابراین، ترشح این هورمون‌ها مهار می‌شود.

افزایش اندازهٔ جسم زرد ← ↑ ترشح استروژن و پروژسترون ← ↓ هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموس ← ↓ ترشح FSH و LH

نکته هورمون‌های استروژن و پروژسترون، علاوه‌بر تخمدان، به مقدار کم توسط بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه نیز ساخته می‌شوند. دقت داشته باشید که ترشح استروژن و پروژسترون توسط بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه، هم توسط زنان انجام می‌شود و هم مردان. علاوه‌بر این، در بدن زنان و مردان، مقدار کمی هم هورمون تستوسترون توسط بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه ترشح می‌شود.

کاهش غلظت هورمون استروژن و پروژسترون: در انتهای دورهٔ جنسی، جسم زرد تحلیل می‌رود و ترشح هورمون‌های استروژن و پروژسترون کم می‌شود. کاهش این هورمون‌ها در خون، باعث کاهش استحکام آندومتر می‌شود. در نتیجه، طی چند روز، دیوارهٔ رحم از هم می‌پاشد و قاعدگی رخ می‌دهد. علاوه‌بر این، کاهش استروژن و پروژسترون بر روی هیپوتالاموس اثر می‌گذارد و باعث می‌شود که ترشح مجدد هورمون آزادکننده FSH و LH را شروع کند. با ترشح هورمون‌های LH و FSH از هیپوفیز پیشین، دورهٔ جنسی جدید آغاز می‌شود.

کاهش اندازهٔ جسم زرد ← ↓ ترشح استروژن و پروژسترون ← ↑ هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموس ← ↑ ترشح FSH و LH

بازخورد هورمون استروژن: در چرخهٔ فولیکولی، استروژن دو نقش متضاد را در ارتباط با تنظیم بازخوردی هورمون‌های LH و FSH برعهده دارد. در ابتدا، غلظت کم این هورمون، از آزاد شدن FSH و LH جلوگیری می‌کند (بازخورد منفی). اما در حدود روز چهاردهم (نزدیک به تخمک‌گذاری)، افزایش ناگهانی هورمون استروژن، با بازخورد مثبت باعث افزایش شدید ترشح FSH و LH از هیپوفیز پیشین می‌شود. این تغییر ناگهانی در غلظت هورمون‌ها، باعث می‌شود که تخمک‌گذاری انجام شود و باقی‌ماندهٔ فولیکول به جسم زرد تبدیل شود.

محرک: کمبود استروژن ← ↑ ترشح FSH و LH ← تحریک یاخته‌های فولیکولی ← ترشح اندک استروژن ← ↓ ترشح FSH و LH

رشد فولیکول ← ↑ ترشح استروژن ← رشد و ترشح زیاد استروژن ← ↑ ترشح FSH و LH ← ↑ ترشح استروژن ← تخمک‌گذاری

جمع‌بندی

تنظیم بازخوردی هورمون‌های هیپوفیز پیشین و هیپوتالاموس توسط هورمون‌های تخمدانی

هورمون	فولیکولی	پاسخ هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین		لوتئال	پاسخ هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین	
استروژن	افزایش اندک	↓ آزادکننده	↓ LH و FSH	افزایش	↓ آزادکننده	↓ LH و FSH
	افزایش شدید	↑ آزادکننده	↑ LH و FSH	کاهش	↑ آزادکننده	↑ LH و FSH
پروژسترون	ترشح نمی‌شود			کاهش		
				افزایش	↓ آزادکننده	↓ LH و FSH

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۳ تغییر غلظت هورمون‌ها در یک دورهٔ جنسی زنان

توضیحاتی که در ادامه می‌خونین، کامل‌ترین توضیحات تاریخ کنکور در ارتباط با تغییرات هورمونی دورهٔ جنسی زنان است. اگه حوصلتون نمیشه کل متن رو بخونین، می‌تونین فقط تیتر جمع‌بندی یا حتی فقط جدول جمع‌بندی رو بخونین و بعدش، اگه جایی از جمع‌بندی‌ها رو متوجه نشدین، برگردین و توضیحاتشو بخونین. توصیه می‌کنم که در طول سال تحصیلی، توضیحات کامل رو بخونین و نزدیک به امتحانا، فقط جمع‌بندیا رو مطالعه کنین. راستی، روزایی که این‌جا ذکر شدند، بین تمامی منابع موجود، دقیق‌ترین روزها بر اساس نمودار کتاب درسی هستن و ما با بررسی کامپیوتری دقیق نمودار کتاب این روزها رو استخراج کردیم. پس اگه جایی روز دیگه‌ای دیدین، بدونین که این‌جا درسته نه اونجا! با این وجود، به تذکر زیر هم دقت کنید:

تذکر روزهایی که در ادامه در ارتباط با دورهٔ جنسی ذکر می‌شوند، با تقریب ۱ تا ۲ روز نیز قابل‌قبول هستند. البته، در کنکور سراسری معمولاً راجع به خود روز سؤالی پرسیده نمی‌شود و فقط شما لازم است که ترتیب وقایع و هم‌زمانی آن‌ها با یک‌دیگر را یاد بگیرید. *مقدمهٔ فیلی طولانی‌ای! گفتیم، بریم سراغ اصل مطلب. لطفاً نمودار کتاب درسی رو بذارین کنارتون و هم‌زمان با مطالعهٔ متن، شکل رو هم نگاه کنین، یادتون نره که آخر این درسنامه، سعی کنین خودتون نمودار رو بکشین.*

مرحلهٔ فولیکولی

روز ۰ تا ۳

FSH و LH: در ابتدای دوره، غلظت FSH و LH در حال افزایش است که علت آن، بازخورد منفی ناشی از کم بودن هورمون‌های جنسی است.

نکته تغییر غلظت هورمون آزادکنندهٔ هیپوتالاموسی، هماهنگ با تغییر غلظت هورمون FSH و LH تغییر می‌کند. مثلاً، افزایش هورمون FSH به معنای افزایش هورمون آزادکننده نیز است.

استروژن: مقدار استروژن در خون **ثابت** است.

پروژسترون: غلظت پروژسترون نیز در خون **ثابت** و در **کم‌ترین مقدار خود** است.

ضخامت رحم: در ابتدای دورهٔ جنسی، آندومتر رحم ریزش پیدا می‌کند و ضخامت رحم در حال کاهش است. در این زمان، **قاعدگی** مشاهده می‌شود.

جمع‌بندی در ابتدای دورهٔ جنسی، غلظت هورمون‌های FSH و LH زیاد می‌شود؛ استروژن و پروژسترون ثابت هستند. ضخامت رحم نیز در حال کاهش است و قاعدگی مشاهده می‌شود.

روز ۰ تا ۳					
نام هورمون	FSH	LH	استروژن	پروژسترون	ضخامت رحم
تغییر غلظت	شروع افزایش	شروع افزایش	↔	↔	↓ (قاعدگی)

روز ۳ تا ۹:

FSH و LH: در این زمان، مقدار FSH در خون در حال کاهش است، اما مقدار LH هم‌چنان افزایش می‌یابد.

نکته در فاصلهٔ روزهای ۰ تا ۷، غلظت FSH از غلظت LH بیشتر است. در روز ۲۷ و ۲۸ نیز غلظت FSH در خون بیشتر است.

نکته در روز ۷ مرحلهٔ فولیکولی (انتهای قاعدگی)، غلظت FSH و LH در خون برابر می‌شود. در روز ۲۷ نیز مقدار این دو هورمون برابر می‌شود.

استروژن: تحت تأثیر FSH بر روی فولیکول، رشد یاخته‌های فولیکولی بیشتر می‌شود و ترشح هورمون استروژن افزایش می‌یابد.

پروژسترون: غلظت پروژسترون هم‌چنان ثابت و بدون تغییر است.

ضخامت رحم: در روز ۳، غلظت استروژن شروع به افزایش می‌نماید. در روز ۵، ضخامت رحم نیز شروع به افزایش می‌نماید.

جمع‌بندی غلظت استروژن در خون افزایش می‌یابد. FSH کم می‌شود، اما غلظت LH هم‌چنان در حال افزایش است. پروژسترون نیز هنوز ترشح نمی‌شود و غلظت آن در خون ثابت است. ضخامت رحم نیز شروع به افزایش می‌نماید.

روز ۳ تا ۹					
نام هورمون	FSH	LH	استروژن	پروژسترون	ضخامت رحم
تغییر غلظت	↓	↑	شروع افزایش	↔	شروع افزایش از روز ۵

روز ۹ تا ۱۳:

FSH و LH: در ابتدا، کاهش اندک غلظت استروژن در خون، باعث می‌شود که میزان ترشح FSH و LH تحت تأثیر بازخورد منفی کاهش پیدا کند. در مورد LH، تنظیم بازخوردی منفی به‌معنای کاهش ترشح (نه توقف ترشح) هورمون است و در نتیجه، مقدار آن در خون افزایش می‌یابد، ولی با [illegible]

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

نکته غلظت FSH تا روز ۱۳ کاهش می‌یابد. از روز ۱۳، افزایش ناگهانی ترشح FSH و LH مشاهده می‌شود.

استروژن: ترشح استروژن، با بازخورد مثبت، باعث افزایش رشد فولیکول و ترشح بیشتر استروژن می‌شود. در روز ۱۲، غلظت استروژن در خون، به بیشترین مقدار خود در خون می‌رسد.

نکته در روز ۱۲ از چرخهٔ جنسی، بیشترین اختلاف غلظت هورمون‌های استروژن و پروژسترون مشاهده می‌شود.

پروژسترون: غلظت پروژسترون هم‌چنان ثابت و بدون تغییر است. از روز ۱۳، ترشح پروژسترون آغاز می‌شود.

نکته از روز ۰ تا ۱۳، غلظت هورمون پروژسترون در خون ثابت است.

ضخامت رحم: در این زمان، ضخامت رحم هم‌چنان در حال افزایش است.

جمع‌بندی افزایش اندک ترشح هورمون استروژن، تأثیر بازخوردی منفی بر ترشح هورمون FSH و LH دارد. ترشح پروژسترون در این زمان هنوز آغاز نشده و ضخامت رحم نیز هم‌چنان در حال افزایش است. از روز ۱۳، غلظت LH افزایش می‌یابد و در روز ۱۲ نیز غلظت استروژن به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

روز ۹ تا ۱۳					
نام هورمون	FSH	LH	استروژن	پروژسترون	ضخامت رحم
تغییر غلظت	↓	↑	↑، ۱۲: بیشترین	↔، ↑ از روز ۱۳	↑

روز ۱۴

FSH و LH: افزایش شدید ترشح استروژن و بیشترین غلظت آن در روز ۱۲، با بازخورد مثبت، باعث افزایش شدید ترشح FSH و LH می‌شود. در نتیجه، در روز ۱۴ بیشترین غلظت هورمون‌های LH و FSH مشاهده می‌شود و تخمک‌گذاری رخ می‌دهد.

نکته در چهاردهمین روز چرخهٔ جنسی، بیشترین اختلاف غلظت هورمون‌های FSH و LH مشاهده می‌شود.

استروژن: بعد از این‌که غلظت استروژن در روز ۱۲ به بیشترین مقدار خود رسید، در سیزدهمین روز دورهٔ جنسی، ترشح استروژن شروع به کاهش می‌نماید. پس در روز ۱۲، ترشح استروژن به بیشترین مقدار خود می‌رسد و سپس شروع به کاهش می‌نماید.

نکته از بعد از روز ۱۲، غلظت استروژن در خون شروع به کاهش می‌نماید.

پروژسترون: غلظت پروژسترون هم‌چنان در حال افزایش است.

ضخامت رحم: نیز هم‌چنان زیاد می‌شود.

جمع‌بندی بازخورد مثبت هورمون استروژن، باعث افزایش ترشح FSH و LH و رسیدن غلظت آن‌ها به بیشترین مقدار ممکن می‌شود. در نتیجه، تخمک‌گذاری رخ می‌دهد. ترشح استروژن نیز کم می‌شود. ولی غلظت پروژسترون و ضخامت رحم هم‌چنان در حال افزایش است.

روز ۱۴					
نام هورمون	FSH	LH	استروژن	پروژسترون	ضخامت رحم
تغییر غلظت	↑ : بیشترین	↑ : بیشترین	↓	↑	↑

تغییرات فولیکول در مرحلهٔ فولیکولی

در طول مرحلهٔ فولیکولی، اندازهٔ فولیکول‌ها و ترشح استروژن مدام افزایش می‌یابد. این افزایش رشد، ابتدا تحت تأثیر هورمون FSH و سپس FSH و استروژن رخ می‌دهد. در روز ۱۰ دورهٔ جنسی، فولیکول بالغ می‌شود و در روز ۱۴، فولیکول پاره می‌شود و تخمک‌گذاری رخ می‌دهد.

☐ مرحلهٔ لوتئال

تغییر غلظت FSH و LH در مرحلهٔ لوتئال

از ابتدا تا انتهای مرحلهٔ لوتئال، غلظت هورمون LH و FSH در خون کاهش می‌یابد. مقدار این کاهش در دو روز ابتدایی شدیدتر است و بعد از آن، کاهش غلظت FSH و LH با سرعت کم‌تری انجام می‌شود. نهایتاً، از روز ۲۶، ترشح FSH و از روز ۲۷، ترشح LH آغاز می‌شود.

نکته کم‌ترین غلظت FSH در خون، مربوط به روز ۲۶ است. کم‌ترین غلظت LH در خون نیز مربوط به روز ۲۷ است.

نکته در روز آخر مرحلهٔ فولیکولی (روز ۱۴)، بیشترین غلظت FSH و LH مشاهده می‌شود. در این روز، بیشترین اختلاف غلظت FSH و LH نیز وجود دارد.

اما در روز ۷ و ۲۷ که مقدار هورمون FSH و LH برابر است، کم‌ترین اختلاف غلظت بین این دو هورمون در خون وجود دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

تغییرات فولیکول‌ها و جسم زرد در مرحلهٔ لوتئال:

تحت تأثیر هورمون LH، باقی‌ماندهٔ یاخته‌های فولیکولی در تخمدان، به جسم زرد تبدیل می‌شوند. در حوالی روز ۲۰، اندازهٔ جسم زرد به بیشترین مقدار خود می‌رسد و از روز ۲۲، تحلیل جسم زرد آغاز می‌شود و تا انتهای دورهٔ جنسی، جسم زرد به‌طور کامل تحلیل رفته است.

خُب تا این‌جا تغییرات دو تا هورمون FSH و LH در مرحلهٔ لوتئال رو گفتیم. وضعیت جسم زرد رو هم گفتیم. می‌مونه استروژن، پروژسترون و ضخامت رحم. راستی، این‌جا برخلاف مرحلهٔ فولیکولی، بعضی از روزها رو بررسی نکردیم. این روزهایی که بررسی نشدن، اهمیتی نداشتن و تغییراتشون مشابه بخش قبلیشون هست. بنابراین، فقط همین مواردی که ذکر شدن رو یاد بگیرین کافیه. بعد از توضیحات این بخش، جمع‌بندی کلی مرحلهٔ فولیکولی و لوتئال رو هم براتون گذاشتیم تا دیگه کارتون خیلی راحت بشه.

روز ۱۴ تا ۱۶

استروژن: در ادامهٔ مرحلهٔ فولیکولی، غلظت استروژن هم‌چنان در حال کاهش است.

پروژسترون: غلظت پروژسترون هم‌چنان در حال افزایش است.

نکته در روز ۱۶ دورهٔ جنسی، غلظت استروژن و پروژسترون در خون برابر می‌شود.

ضخامت رحم: در طول مرحلهٔ لوتئال نیز در حال افزایش است. در مرحلهٔ لوتئال، فاز ترشحی چرخهٔ رحمی نیز آغاز می‌شود و سرعت افزایش ضخامت رحم کم‌تر می‌شود.

جمع‌بندی غلظت استروژن کم می‌شود، ولی غلظت پروژسترون زیاد می‌شود و نهایتاً، غلظت این دو هورمون برابر می‌شود. سرعت رشد رحم نیز کم شده و مرحلهٔ ترشحی چرخهٔ رحمی آغاز شده است.

روز ۱۴ تا ۱۶					
نام هورمون	FSH	LH	استروژن	پروژسترون	ضخامت رحم
تغییر غلظت	↓	↓	↓	↑	↑ : آغاز مرحلهٔ ترشحی

روز ۱۶ تا ۲۲

استروژن: از روز ۱۶، غلظت استروژن در خون مجدداً افزایش می‌یابد. این افزایش غلظت تا روز ۲۲ ادامه دارد و در این زمان، غلظت استروژن به بیشترین مقدار خود در مرحلهٔ لوتئال می‌رسد.

نکته بیشترین غلظت استروژن در کل دورهٔ جنسی، مربوط به روز ۱۲ مرحلهٔ فولیکولی است. کم‌ترین غلظت استروژن در کل دورهٔ جنسی نیز در روز ۰ تا ۳ مرحلهٔ فولیکولی مشاهده می‌شود.

پروژسترون: ترشح پروژسترون از جسم زرد افزایش می‌یابد و در روز ۲۱ (قبل از شروع تحلیل جسم زرد)، به بیشترین مقدار خود در طول دورهٔ جنسی می‌رسد. بعد از آن، در نتیجهٔ تحلیل جسم زرد، غلظت پروژسترون شروع به کاهش می‌نماید و در روز ۲۷ با غلظت استروژن برابر می‌شود.

نکته در فاصلهٔ روزهای ۱۶ تا ۲۷، غلظت پروژسترون از استروژن بیشتر است. در سایر روزهای دوره، غلظت استروژن بیشتر از پروژسترون است.

نکته در روزهای ۱۶ و ۲۷، غلظت استروژن و پروژسترون برابر می‌شود. در این روزها، کم‌ترین اختلاف غلظت بین استروژن و پروژسترون وجود دارد. بیشترین اختلاف غلظت استروژن و پروژسترون نیز مربوط به روز ۱۲ است.

ضخامت رحم: در پی افزایش استروژن و پروژسترون، ضخامت رحم افزایش می‌یابد و در روز ۲۴، به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

جمع‌بندی غلظت استروژن و پروژسترون زیاد می‌شود و به بیشترین مقدار در مرحلهٔ لوتئال می‌رسد. ضخامت رحم به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

روز ۱۶ تا ۲۲					
نام هورمون	FSH	LH	استروژن	پروژسترون	ضخامت رحم
تغییر غلظت	↓	↓	↑	↑	↑

روز ۲۲ تا ۲۷

استروژن: غلظت استروژن کم می‌شود.

پروژسترون: کاهش غلظت پروژسترون ادامه دارد.

نکته در روز ۲۷، غلظت استروژن و پروژسترون در خون برابر می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

ضخامت رحم: در روز ۲۴، ضخامت رحم به بیشترین مقدار خود در دورهٔ جنسی می‌رسد و پس از آن، ضخامت رحم شروع به کاهش می‌نماید.

نکته در روز ۲۴ دورهٔ جنسی، ضخامت رحم به بیشترین مقدار خود می‌رسد. کم‌ترین ضخامت رحم نیز در انتهای قاعدگی و در روز ۴ دورهٔ جنسی مشاهده می‌شود.

جمع‌بندی غلظت استروژن و پروژسترون کم می‌شود. ضخامت رحم در روز ۲۴ به بیشترین مقدار خود می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد.

روز ۲۲ تا ۲۷					
نام هورمون	FSH	LH	استروژن	پروژسترون	ضخامت رحم
تغییر غلظت	افزایش از روز ۲۶	افزایش از روز ۲۷	↓	↓	۲۴: بیشترین، سپس کاهش

روز آخر (روز ۲۸)

استروژن و پروژسترون: غلظت استروژن و پروژسترون هم‌چنان در حال کاهش است.

ضخامت رحم: از روز آخر دورهٔ جنسی، ریزش رحم و قاعدگی آغاز می‌شود و دورهٔ جنسی بعدی شروع می‌شود.

جمع‌بندی غلظت استروژن و پروژسترون کم می‌شود. کاهش ضخامت رحم و ریزش آن، نشان‌دهندهٔ قاعدگی و شروع دورهٔ جنسی بعدی است.

روز ۲۸					
نام هورمون	FSH	LH	استروژن	پروژسترون	ضخامت رحم
تغییر غلظت	↑	↑	↓	↓	↓ (شروع ریزش و قاعدگی)

❑ جمع‌بندی کلی مرحلهٔ فولیکولی و لوتئال

مرحلهٔ فولیکولی

FSH: از روز ۰ تا ۳، غلظت FSH افزایش می‌یابد و سپس تا روز ۱۳، کاهش غلظت FSH در خون مشاهده می‌شود. با افزایش شدید ترشح FSH در روز ۱۳، بیشترین غلظت FSH را می‌توان در روز ۱۴ مشاهده کرد.

نکته در فاصلهٔ روزهای ۱ تا ۷، غلظت FSH از LH بیشتر است و در روز ۷، غلظت این دو هورمون در خون برابر است.

LH: در مرحلهٔ فولیکولی، فقط افزایش ترشح هورمون LH مشاهده می‌شود. افزایش شدید ترشح LH در روز ۱۳، سبب رسیدن غلظت LH به بیشترین غلظت خود در روز ۱۴ و تحریک تخمک‌گذاری می‌شود.

استروژن: در ابتدای دورهٔ جنسی، تا روز ۳، مقدار استروژن ثابت است و سپس به‌طور مداوم، تا روز ۱۲ غلظت استروژن زیاد می‌شود تا به بیشترین غلظت خود در کل دورهٔ جنسی برسد. در این روز، بیشترین اختلاف غلظت استروژن و پروژسترون مشاهده می‌شود و سپس، غلظت استروژن کم می‌شود.

پروژسترون: در ابتدای دورهٔ جنسی تا روز ۱۳، غلظت پروژسترون ثابت است و تغییری نمی‌کند، ولی پس از آن، به مقدار اندکی در مرحلهٔ فولیکولی زیاد می‌شود.

ضخامت رحم: با بروز قاعدگی در ابتدای چرخهٔ رحمی، آندومتر رحم ریزش می‌یابد و ضخامت رحم کاهش می‌یابد، ولی پس از آن، از روز ۵ تا انتهای مرحلهٔ فولیکولی، رشد زیادی در ضخامت رحم مشاهده می‌شود.

فولیکول: از ابتدای دورهٔ جنسی، فولیکول رشد خود را آغاز می‌کند و در روز ۱۰، فولیکول بالغ ایجاد می‌شود. با پاره‌شدن فولیکول در روز ۱۴، تخمک‌گذاری رخ می‌دهد.

مرحلهٔ فولیکولی					
روز	روز ۰ تا ۳	روز ۳ تا ۶	روز ۷ تا ۹	روز ۱۰ تا ۱۲	روز ۱۳ و ۱۴
FSH	↑	↓	↓	↓	۱۳: ↑ ، ۱۴: Max ↑
LH	↑	↑	↑	↑	Max ↑
استروژن	↔	شروع ترشح	↑	۱۲: Max ↑	↓
پروژسترون	↔	↔	↔	↔	شروع ترشح
ضخامت رحم	↓ (قاعدگی)	↑ از روز ۵	↑	↑	↑
فولیکول	رشد فولیکول	رشد فولیکول	رشد فولیکول	۱۰: فولیکول بالغ	۱۴: تخمک‌گذاری

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

مرحلهٔ لوتئال

FSH و LH: مقدار این دو هورمون به‌طور مداوم کاهش پیدا می‌کند. از روز ۲۶، ترشح FSH و از روز ۲۷، ترشح LH آغاز می‌شود. پس کم‌ترین غلظت FSH مربوط به روز ۲۶ و کم‌ترین غلظت LH، مربوط به روز ۲۷ است. در زمانی بین روز ۲۶ تا ۲۷ نیز غلظت FSH و LH در خون برابر می‌شود و پس از آن، باز هم غلظت FSH از LH بیشتر می‌شود.

استروژن: در ابتدا، تا روز ۱۶ غلظت استروژن کم می‌شود و سپس تا روز ۲۲ افزایش می‌یابد و پس از آن، کاهش می‌یابد.

پروژسترون: غلظت پروژسترون تا حدود روز ۲۱ افزایش می‌یابد و پس از آن کاهش می‌یابد. غلظت پروژسترون و استروژن، در روز ۱۶ و ۲۷ برابر می‌شود و کم‌ترین اختلاف غلظت این دو هورمون، در این دو روز مشاهده می‌شود.

ضخامت رحم: در لوتئال، مرحلهٔ ترشحی چرخهٔ رحمی آغاز می‌شود و رشد آندومتر نیز تا روز ۲۴ ادامه دارد. در این زمان، بیشترین ضخامت رحم مشاهده می‌شود و پس از آن، ضخامت رحم کاهش می‌یابد. در صورت عدم بارداری، در روز ۲۸ دیوارهٔ رحم ریزش پیدا می‌کند و قاعدگی رخ می‌دهد.

فولیکول و جسم زرد: یاخته‌های فولیکولی باقی‌مانده تحت تأثیر LH به جسم زرد تبدیل می‌شوند و در روز ۲۰، بیشترین اندازهٔ جسم زرد مشاهده می‌شود. پس از آن، تحلیل جسم زرد از روز ۲۲ آغاز می‌شود و نهایتاً، به‌طور کامل تحلیل می‌رود.

مرحلهٔ لوتئال

روز	روز ۱۴ تا ۱۶	روز ۱۶ تا ۲۱	روز ۲۲ تا ۲۴	روز ۲۴ تا ۲۶	روز ۲۷ و ۲۸
FSH	↓	↓	↓	۲۶: Min و افزایش	↑
LH	↓	↓	↓	↓	۲۷: Min و افزایش
استروژن	↓	↑	↓ شروع کاهش از روز ۲۲	↓	↓
پروژسترون	↑	↑	۲۱: ↑ Max، ۲۲: شروع کاهش	↓	↓
ضخامت رحم	↑ (آغاز ترشحی)	↑	↑	۲۴: Max و سپس کاهش	۲۸: ↓ (قاعدگی)
جسم زرد	رشد	Max:۲۰	شروع تحلیل جسم زرد	تحلیل جسم زرد	تحلیل جسم زرد

فعالیت کتاب درسی

تغییرات هورمونی در دورهٔ جنسی

۱- در نیمهٔ هر دوره، نقش کدام هورمون اهمیت بیشتری دارد؟

در روز ۱۴، غلظت LH در بیشترین مقدار خود می‌باشد. حداکثر غلظت LH، سبب تخمک‌گذاری می‌شود.

۲- بیشترین مقدار هر یک از هورمون‌ها در چه زمانی از دوره است؟

FSH و LH: در وسط دورهٔ جنسی و حوالی روز ۱۴، بیشترین مقدار هورمون FSH و LH مشاهده می‌شود.

استروژن: قبل از تخمک‌گذاری و هنگامی که فولیکول به بیشترین رشد خود می‌رسد که مطابق منحنی، روز ۱۲ می‌باشد.

پروژسترون: پس از تخمک‌گذاری و تشکیل جسم زرد، مقدار پروژسترون شروع به افزایش می‌نماید و حدود روز ۲۰ و ۲۱ به بیشترین مقدار می‌رسد.

۳- بارزترین تغییرات هورمونی در دورهٔ جنسی زنان، چه موقعی رخ می‌دهد و مربوط به چیست؟

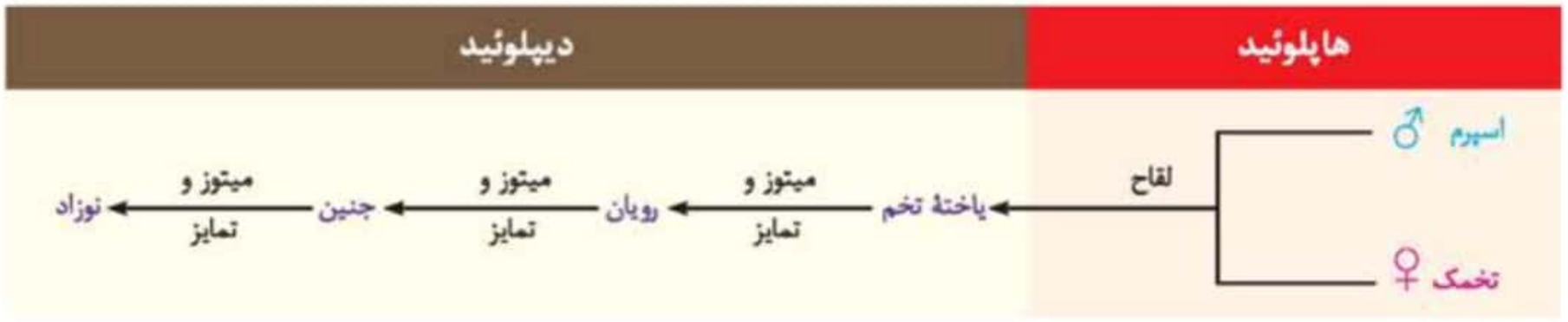
بیشترین مقدار تغییرات هورمون مربوط به وسط دوره است که LH به مقدار زیادی افزایش می‌یابد و مقدار FSH نیز تا حدودی افزایش می‌یابد. در همین زمان، مقدار استروژن کاهش می‌یابد و به دنبال آن، پروژسترون افزایش می‌یابد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۴ لقاح اسپرم و اووسیت

تا این‌جا فهمیدیم که گامت نر و ماده چه‌جوری تولید می‌شن. حالا باید ببینیم که چه‌جوری نوزاد انسان به‌وجود میاد.

در ابتدا، اسپرم و تخمک با یک‌دیگر **لقاح** انجام می‌دهند و **یاختهٔ تخم** را تشکیل می‌دهند. تخم با **تقسیمات متوالی**، طی مراحلی **به‌ترتیب رویان، جنین و نوزاد** را ایجاد می‌کند.



نحوهٔ لقاح اسپرم و تخمک

در مایع منی، میلیون‌ها اسپرم وجود دارد. وقتی که مایع منی به رحم وارد می‌شود، اسپرم‌ها به سمت اووسیت شنا می‌کنند، ولی فقط تعداد کمی از آن‌ها به اووسیت ثانویه می‌رسند. **محل برخورد اسپرم‌ها و اووسیت ثانویه، در ابتدای لولهٔ رحم است.**

برای این‌که لقاح انجام شود، لازم است که مراحل زیر انجام شود:

۱- **عبور اسپرم از یاخته‌های فولیکولی:** گفتیم که همراه با اووسیت ثانویه، **یاخته‌های فولیکولی چسبیده به آن** نیز وارد لولهٔ رحم می‌شوند. **این یاخته‌های فولیکولی، لایهٔ خارجی اووسیت را تشکیل می‌دهند.** برای لقاح، اسپرم باید از بین یاخته‌های فولیکولی عبور کند تا به لایهٔ شفاف و ژله‌ای اطراف اووسیت برسد. **لایهٔ شفاف و ژله‌ای، لایهٔ داخلی اووسیت است.**

نکته در اطراف اووسیت ثانویه، دو لایه وجود دارد که اسپرم باید از آن‌ها عبور کند: ۱- لایهٔ خارجی که باقی‌ماندهٔ یاخته‌های فولیکولی است و ۲- لایهٔ داخلی که شفاف و ژله‌ای است.

نکته وقتی که اسپرم‌ها با یاخته‌های فولیکولی اطراف اووسیت برخورد می‌کنند، کیسهٔ آکروزوم موجود در سر اسپرم پاره می‌شود و آنزیم‌های آن بیرون می‌ریزند.

۲- **هضم لایهٔ ژله‌ای و شفاف:** **در حین عبور اسپرم از لایهٔ خارجی، کیسهٔ آکروزوم پاره می‌شود** و آنزیم‌های آن آزاد می‌شوند. تحت تأثیر آنزیم‌های آکروزوم، **لایهٔ شفاف و ژله‌ای اطراف اووسیت ثانویه نیز از بین می‌رود** و اسپرم به غشای اووسیت می‌رسد.

نکته **آغاز لقاح:** لقاح موقعی آغاز می‌شود که غشای خارجی یک اسپرم و غشای اووسیت ثانویه با هم‌دیگر تماس پیدا کنند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] هضم لایه‌های اطراف اووسیت با واکنش‌های آب‌کافت (هیدرولیز) انجام می‌شود.

۳- **ادغام غشای اسپرم و اووسیت و تشکیل جدار لقاحی:** پس از برخورد غشای دو گامت، **غشای اسپرم و اووسیت با هم ادغام می‌شوند.** هم‌زمان، **تغییراتی در سطح اووسیت اتفاق می‌افتد که باعث ایجاد پوششی به نام جدار لقاحی در اطراف اووسیت می‌شود.** جدار لقاحی، جلوی ورود اسپرم‌های دیگر به اووسیت را می‌گیرد. بنابراین، فقط یک اسپرم می‌تواند وارد اووسیت ثانویه شود.

نکته همان‌طور که در شکل کتاب درسی مشخص است، برای تشکیل جدار لقاحی، ریزکیسه‌هایی که درون اووسیت وجود دارند، محتویات درون خود را با اگزوسیتوز (برون‌رانی) آزاد می‌کنند. جدار لقاحی، در لایهٔ داخلی اووسیت و زیرلایهٔ خارجی تشکیل می‌شود.

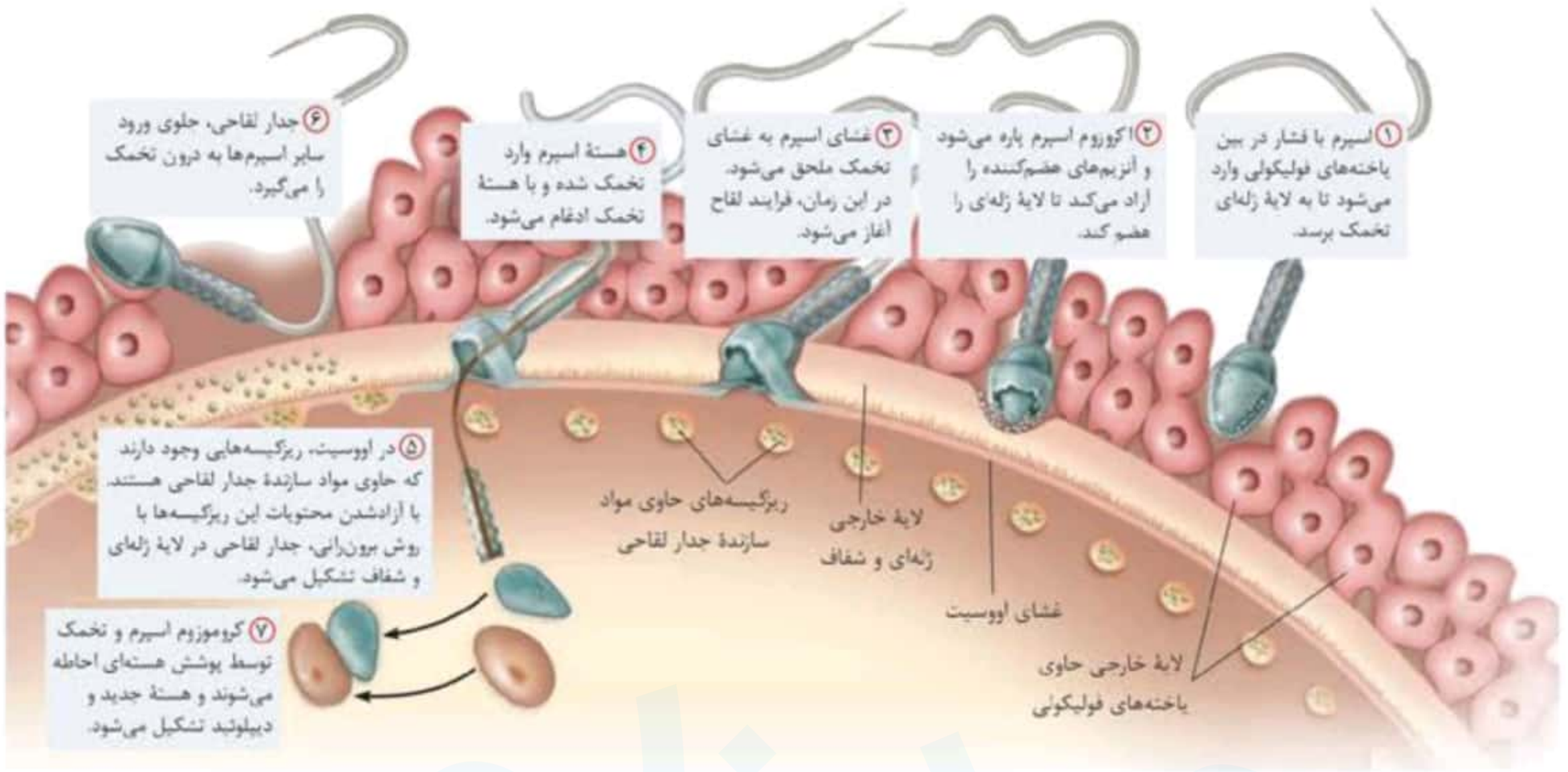
۴- **تکمیل میوز II اووسیت و تشکیل یاختهٔ تخم:** پس از ورود سر اسپرم به اووسیت، **غشای هستهٔ اسپرم ناپدید می‌شود** و کروموزوم‌های آن رها و وارد سیتوپلاسم می‌شود. در همین حال، **اووسیت ثانویه میوز II خود را تکمیل می‌کند** و به تخمک (اووم) تبدیل می‌شود. سپس، **پوشش هستهٔ تخمک نیز ناپدید می‌شود** و کروموزوم آن نیز آزاد می‌شود. در نهایت، **دو مجموعهٔ کروموزومی (یکی مربوط به اسپرم و دیگری مربوط به تخمک) مخلوط می‌شوند** و پوشش جدیدی در اطراف آن‌ها ایجاد می‌شود. بدین‌ترتیب، یاختهٔ تخم دارای ۲۳ جفت کروموزوم و دو مجموعهٔ کروموزومی (کروموزوم پدری از اسپرم و مادری از تخمک) تشکیل می‌شود. در ادامه، **یاختهٔ تخم رشد و نمو خود را ادامه می‌دهد تا در نهایت، نوزاد ایجاد شود.**

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

gajmarket.com

رسیدن اسپرم به ابتدای لولهٔ رحم ← نفوذ اسپرم در بین لایهٔ بیرونی اووسیت (یاخته‌های فولیکولی) ← پاره‌شدن آکروزوم و آزاد شدن آنزیم‌های آن ← هضم لایهٔ درونی اووسیت (لایهٔ ژله‌ای و شفاف) ← تماس غشای اووسیت ثانویه و اسپرم: **شروع لقاح** ← آزاد شدن هستهٔ اسپرم در سیتوپلاسم اووسیت و جدا شدن پوشش آن ← تشکیل جدار لقاحی پس از آزاد شدن محتویات ریزکیسه‌های اووسیت ← تکمیل تقسیم اووسیت ثانویه و تشکیل تخمک ← حذف پوشش تخمک ← مخلوط‌شدن کروموزوم‌های اسپرم و تخمک ← تشکیل پوشش هسته ← یاختهٔ تخم

نکته دقت داشته باشید که لقاح می‌تواند بین اسپرم و گویچهٔ قطبی باشد. مراحل ذکرشده در قبل، فقط مربوط به لقاح اسپرم و اووسیت است.



جمع‌بندی

مراحل لقاح

مرحله	رویداد	توضیحات
۱. ورود اسپرم در بین یاخته‌های فولیکولی	اسپرم با فشار از لایهٔ بیرونی اووسیت عبور می‌کند.	آکروزوم پاره می‌شود تا آنزیم‌های آن، لایهٔ داخلی را هضم کنند.
۲. هضم لایهٔ ژله‌ای و شفاف	آنزیم‌های آکروزوم لایهٔ درونی را هضم می‌کنند.	سر اسپرم در حال عبور از لایهٔ درونی است.
۳. شروع فرایند لقاح	غشای اسپرم به غشای تخمک (اووسیت ثانویه) ملحق می‌شود.	
۴. ادغام هستهٔ اسپرم و تخمک	هستهٔ اسپرم در اووسیت آزاد می‌شود و پوشش آن ناپدید می‌شود و کروموزوم‌های آن رها و با کروموزوم‌های رهاشدهٔ تخمک مخلوط می‌شوند.	اووسیت ثانویه میوز II را انجام می‌دهد. تخمک تشکیل می‌شود. پوشش هستهٔ تخمک نیز ناپدید می‌شود.
۵. تشکیل جدار لقاحی	محتویات ریزکیسه‌های اووسیت با برون‌رانی آزاد می‌شود.	تشکیل جدار لقاحی در لایهٔ ژله‌ای و شفاف اووسیت ثانویه تشکیل می‌شود.
۶. جلوگیری از ورود سایر اسپرم‌ها	سایر اسپرم‌ها نمی‌توانند از جدار لقاحی عبور کنند؛ در نتیجه، نمی‌توانند لقاح را انجام دهند و وارد تخمک شوند.	اسپرم‌ها از لایهٔ بیرونی اووسیت (یاخته‌های فولیکولی) می‌توانند عبور کنند.
۷. تشکیل یاختهٔ تخم	کروموزوم‌های تخمک و اسپرم توسط پوشش هسته‌ای احاطه می‌شوند و هستهٔ جدید (2n) تشکیل می‌شود.	در هستهٔ یاختهٔ تخم، ۲۳ جفت کروموزوم وجود دارد: ۲۳تا از اسپرم و ۲۳ تا از تخمک

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «برخورد و نفوذ اسپرم در اووسیت (تخمک)»

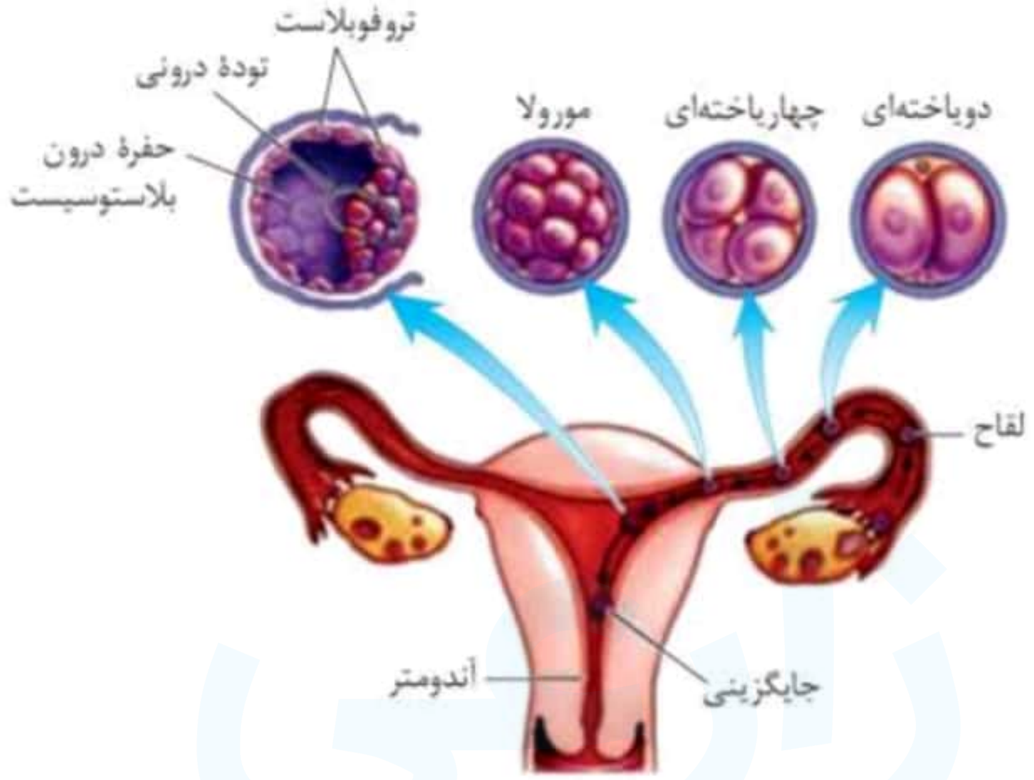
- ✓ در اطراف لایهٔ ژله‌ای اووسیت، چندین لایه یاختهٔ فولیکولی وجود دارد. این یاخته‌ها توسط رشته‌های سیتوپلاسمی با یکدیگر ارتباط دارند.
- ✓ سر و بخشی از تنهٔ اسپرم وارد لایهٔ ژله‌ای اووسیت می‌شوند ولی دم اسپرم در بین یاخته‌های فولیکولی باقی می‌ماند.
- ✓ ریزکیسه‌های حاوی مواد سازندهٔ جدار لقاحی، قبل از لقاح تشکیل می‌شوند و به محض ورود هستهٔ اسپرم به درون سیتوپلاسم اووسیت، با برون‌رانی (اگزوسیتوز) محتویات خود را آزاد می‌کنند.

درسنامهٔ ۱۵ وقایع پس از لقاح

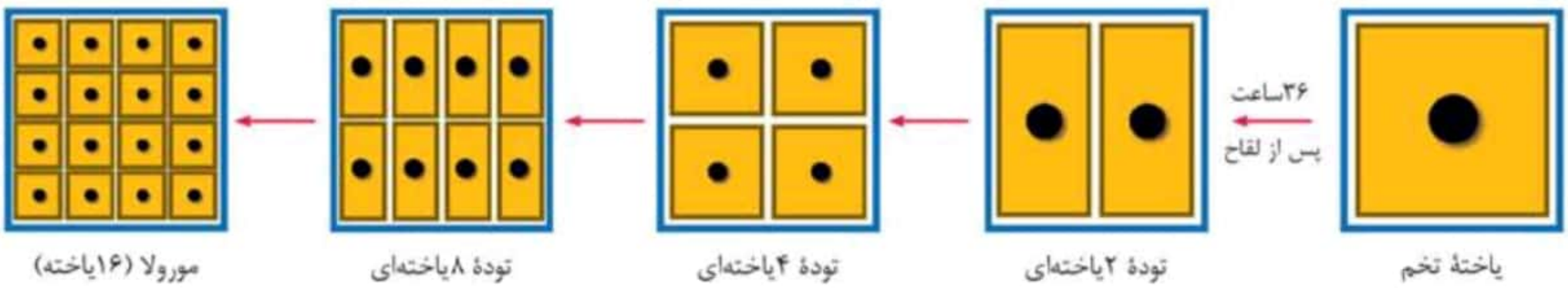
تقسیمات میتوزی تخم بدون رشد

حدود ۳۶ ساعت پس از لقاح، تقسیمات میتوزی یاختهٔ تخم آغاز می‌شود.

این تقسیمات میتوزی، درون لولهٔ رحم انجام می‌شوند و تودهٔ یاخته‌ای حاصل از تقسیم، به سمت رحم حرکت می‌کند. نکتهٔ بسیار مهمی که در ارتباط با تقسیمات میتوزی تخم وجود دارد این است که **تقسیم یاختهٔ تخم، بدون رشد یاخته‌های حاصل از تقسیم ادامه می‌یابد.** یعنی مثلاً، وقتی که یاختهٔ تخم تقسیم شد و دو یاختهٔ جدید را ایجاد کرد، دو یاختهٔ جدید رشد نمی‌کنند و تقسیم می‌شوند. نتیجه این است که **اندازهٔ تودهٔ یاخته‌ای تولیدشده برابر با یاختهٔ تخم اولیه است.** *یعنی در هر مرحله، اندازهٔ یاخته‌های حاصل از تقسیم، نصف اندازهٔ یاختهٔ اولیه است. پس در هر تقسیم، اندازهٔ یاخته‌های حاصل از تقسیم کم می‌شود، ولی اندازهٔ کل تودهٔ یاخته‌ای تغییر نمی‌کند.*



نکته تقسیمات میتوزی یاختهٔ تخم، ۳۶ ساعت پس از لقاح آغاز می‌شود. بنابراین، تا ۱/۵ روز بعد از لقاح، هنوز یاختهٔ تخم وجود دارد.



نکته وقتی که تودهٔ یاخته‌ای در لولهٔ رحم به سمت رحم حرکت می‌کند، به شکل یک تودهٔ کروی توپُر است.

شکل «مراحل اولیهٔ رشد جنین»

- ✓ لقاح، در ابتدای لولهٔ رحم انجام می‌شود و یاختهٔ تخم به‌وجود می‌آید. مورولا، توده‌ای پریاخته‌ای است که در انتهای لولهٔ رحم تشکیل می‌شود.
- ✓ از یاختهٔ تخم تا مورولا، تقسیمات میتوزی بدون افزایش حجم یاخته‌ها انجام می‌شود. در نتیجه، اندازهٔ تودهٔ یاخته‌ای تغییری نمی‌کند و مورولا نیز هم‌اندازه با یاختهٔ تخم است. در نتیجه، در هر مرحلهٔ تقسیم میتوزی تا زمان تشکیل مورولا، اندازهٔ یاخته‌ها کوچک‌تر از اندازهٔ یاخته‌های قبلی می‌شود. پس از آن، اندازهٔ بلاستوسیست بیشتر از یاختهٔ تخم و توده‌های یاخته‌ای قبلی می‌شود.
- ✓ در اطراف بلاستوسیست، لایه‌ای وجود دارد که در ابتدای تشکیل آن پاره می‌شود و از آن جدا می‌شود.
- ✓ تروفوبلاست، یک لایهٔ یاخته‌ای است که دور تا دور بلاستوسیست را احاطه کرده است. اما تودهٔ یاخته‌ای درونی، چند لایه است و فقط در یکی از قطب‌های بلاستوسیست قرار دارد. در سایر قسمت‌های درونی بلاستوسیست، حفرهٔ درونی بلاستوسیست وجود دارد که توسط مایعات پر شده است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

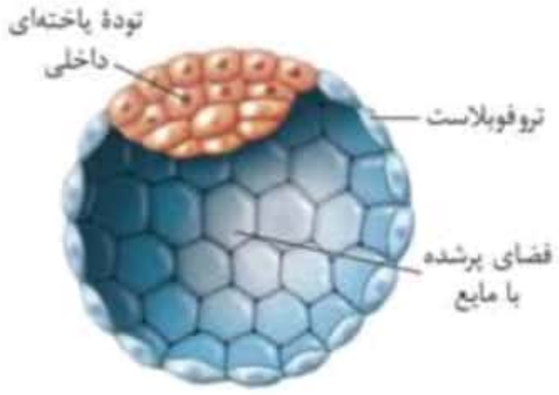
تشکیل بلاستوسیست

وقتی که تودهٔ یاخته‌ای به رحم می‌رسد، **توخالی** می‌شود و **درون آن، با مایعات پر می‌شود**. به این تودهٔ یاخته‌ای توخالی، **بلاستوسیست** گفته می‌شود.

نکته به تودهٔ یاخته‌ای، قبل از این‌که توخالی و با مایعات پر شود، **مورولا** گفته می‌شود. در واقع، طی تغییراتی در مورولا، فضای درونی آن توخالی می‌شود و پس از پرشدن با مایعات، بلاستوسیست را ایجاد می‌کند.

❑ ساختار بلاستوسیست

بلاستوسیست، دو لایه دارد:

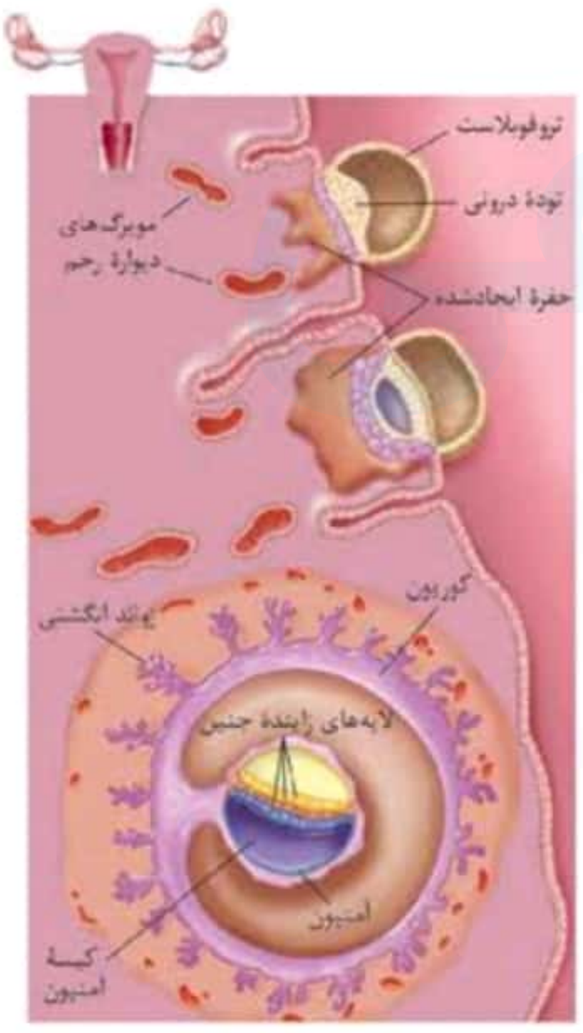


۱- لایهٔ بیرونی؛ تروفوبلاست: یک لایه یاخته دورتادور بلاستوسیست وجود دارد که به آن، **تروفوبلاست** می‌گویند. تروفوبلاست، در **جایگزینی، ترشح هورمون HCG**[1] و **تشکیل جفت** نقش دارد.

۲- تودهٔ یاخته‌ای درونی: در یکی از قطب‌های بلاستوسیت، یاخته‌های درونی تودهٔ یاخته‌ای داخلی را تشکیل می‌دهند. این یاخته‌ها، **حالت بنیادی دارند** و **لایه‌های زایندهٔ جنینی** را تشکیل می‌دهند. هر یک از لایه‌های زاینده، منشأ بافت‌ها و اندام‌های مختلف هستند.

سؤال منظور از یاختهٔ بنیادی چیست؟ یاخته‌های بنیادی، **یاخته‌های تمایزنیافته و تخصص‌نیافته‌ای** هستند که **می‌توانند به انواع مختلفی از یاخته‌ها تبدیل شوند**. مثل یاخته‌های بنیادی در مغز استخوان.

جایگزینی



قبلاً گفتیم که جایگزینی، به معنای **قرارگیری بلاستوسیست در حفره‌ای درون رحم** است. *حالا بریم ببینیم که بلاستوسیت چه‌جوری خودشو توی دیوارهٔ رحم جای میده و بعد از اون چه اتفاقایی می‌افته.*

لایهٔ خارجی بلاستوسیت، یعنی تروفوبلاست، آنزیم‌های هضم‌کننده‌ای را ترشح می‌کند. این آنزیم‌ها، یاخته‌های آندومتر (دیوارهٔ رحم) را تخریب می‌کنند و حفره‌ای را درون دیوارهٔ رحم ایجاد می‌کنند. سپس بلاستوسیست در دیوارهٔ رحم قرار می‌گیرد و اصطلاحاً گفته می‌شود که جایگزین شده است. در این زمان، هنوز ساختار تغذیه‌کنندهٔ جفت تشکیل نشده است و **یاخته‌های جنین**[2]**، مواد مغذی مورد نیاز خود را از بافت‌های رحمی هضم‌شده به دست می‌آورند.** *یعنی اولش، رویان از یافته‌های رحم مادرش تغذیه می‌کنه تا زمانی که جفت تشکیل بشه.*

ترشح آنزیم و هضم یاخته‌های جدارهٔ رحم توسط بلاستوسیست، مثالی از گوارش برون‌یاخته‌ای است.

ترشح آنزیم‌های هضم‌کننده توسط لایهٔ خارجی بلاستوسیست (تروفوبلاست) ← تخریب یاخته‌های آندومتر (دیوارهٔ رحم) توسط آنزیم‌ها ← ایجاد یک حفره درون دیوارهٔ رحم ← جایگزینی بلاستوسیست (قرارگیری بلاستوسیست در حفرهٔ دیوارهٔ رحم) ← تأمین مواد مغذی از بافت‌های هضم‌شده

❑ ترشح هورمون HCG

کار مهم دیگری که یاخته‌های تروفوبلاست انجام می‌دهند، ترشح هورمون HCG است. این هورمون از تروفوبلاست ترشح شده و وارد خون مادر می‌شود. **گیرندهٔ این هورمون، یاخته‌های جسم زرد هستند.** در واقع، HCG با اثر بر جسم زرد، سبب حفظ آن و تداوم ترشح هورمون پروژسترون می‌شود. *یادتونه قبلاً گفتیم اگه بارداری رخ بده، جسم زرد تا مدتی به ترشح هورمون ادامه می‌ده؟ حالا فهمیدیم که دلیلش ترشح هورمون HCG توسط یافته‌های تروفوبلاست است. حالا چرا اهمیت داره که جسم زرد به ترشح هورمون ادامه بده؟* پروژسترون ترشح‌شده توسط جسم زرد، جلوی ریزش رحم (قاعدگی) و تخمک‌گذاری مجدد را می‌گیرد.

نکته **سنجش مقدار هورمون HCG در خون مادر، اساس تست‌های بارداری است.** در خون مادران باردار، مقدار این هورمون افزایش می‌یابد.

۱- در ادامه راجع به این هورمون صحبت خواهیم کرد.

۲- از نظر علمی‌تر، در دو هفتهٔ اول بارداری، رویان وجود دارد و در هفت ماه بعدی، جنین. بنابراین، در این قسمت باید گفته می‌شد رویان نه جنین.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «جایگزینی جنین در رحم»

- ✓ هم‌زمان با نفوذ بلاستوسیست به درون دیوارهٔ رحم، اندازهٔ حفرهٔ ایجادشده توسط آنزیم‌های تروفوبلاست افزایش می‌یابد.
- ✓ هم‌زمان با جایگزینی، تودهٔ درونی بلاستوسیست نیز شروع به تقسیم می‌نماید. به همین دلیل، ساختار بلاستوسیست نیز تغییر می‌کند.
- ✓ کوریون، دارای زوائد انگشتی است که در تشکیل جفت نقش دارند.
- ✓ سه لایهٔ زایندهٔ جنینی توسط تودهٔ درونی بلاستوسیست تشکیل می‌شود.
- ✓ کیسهٔ آمنیونی اولیه، در مجاورت یکی از لایه‌های زایندهٔ جنینی قرار دارد و توسط مایع آمنیوتیک پر می‌شود.

فعالیت کتاب درسی

اطلاع از بارداری در زنان باردار

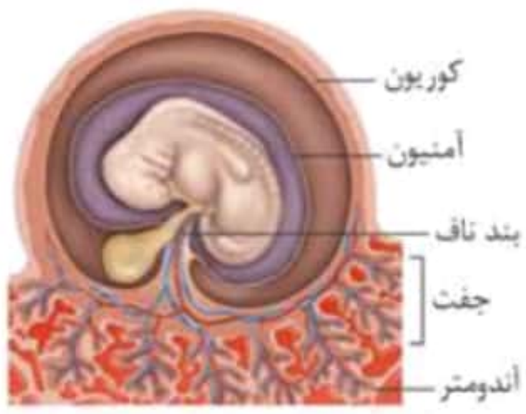
مادران باردار ممکن است تا پایان هفتهٔ چهارم، هنوز از بارداری خود مطلع نباشند. با توجه به زمان‌های چرخهٔ قاعدگی، چه دلیلی برای عدم تشخیص بارداری تا پایان هفتهٔ چهارم بعد از لقاح وجود دارد؟

گفتیم که در هفتهٔ اول دورهٔ جنسی، قاعدگی رخ می‌دهد. در واقع، اولین روز دورهٔ جنسی، شروع قاعدگی است. دو هفتهٔ بعد، تخمک‌گذاری انجام می‌شود و لقاح می‌تواند صورت بگیرد. اگر لقاح صورت نگیرد، انتظار می‌رود که دو هفتهٔ بعد، پس از پایان مرحلهٔ لوتئال، قاعدگی مجدد رخ دهد. اما اگر لقاح صورت بگیرد، قاعدگی رخ نخواهد داد. در این حالت، عدم بروز قاعدگی نشانه‌ای بر احتمال بارداری است. به همین دلیل است که در هفتهٔ چهارم بعد از لقاح، مادر باردار به دلیل عدم بروز قاعدگی، به بارداری خود شک می‌کند. تا قبل از این زمان، نشانه‌ای برای بارداری وجود ندارد. البته، حدود ۲۰ تا ۲۵ روز پس از آخرین قاعدگی، یعنی در حدود روز ۶ تا ۱۰ بعد از لقاح، مقدار هورمون HCG در خون مادر به حدی می‌رسد که با آزمایش خون قابل‌تشخیص است.

تشکیل پرده‌های رویانی

هم‌زمان با جایگزینی، پرده‌های محافظت‌کننده و تغذیه‌کنندهٔ جنین نیز در اطراف آن تشکیل می‌شوند. **مهم‌ترین پرده‌های جنینی، آمنیون (درون‌شامهٔ جنین) و کوریون (برون‌شامهٔ[1] جنین) هستند.** آمنیون، در **حفاظت و تغذیهٔ جنین** نقش دارد. کوریون نیز در **تشکیل جفت و بند ناف** نقش دارد. جفت رابط خونی بین بند ناف و دیوارهٔ رحم است.

حالا که تا این‌جا اومدیم، یه نگاهی بکنیم ببینیم به‌طور خلاصه چیا شده تا الان.

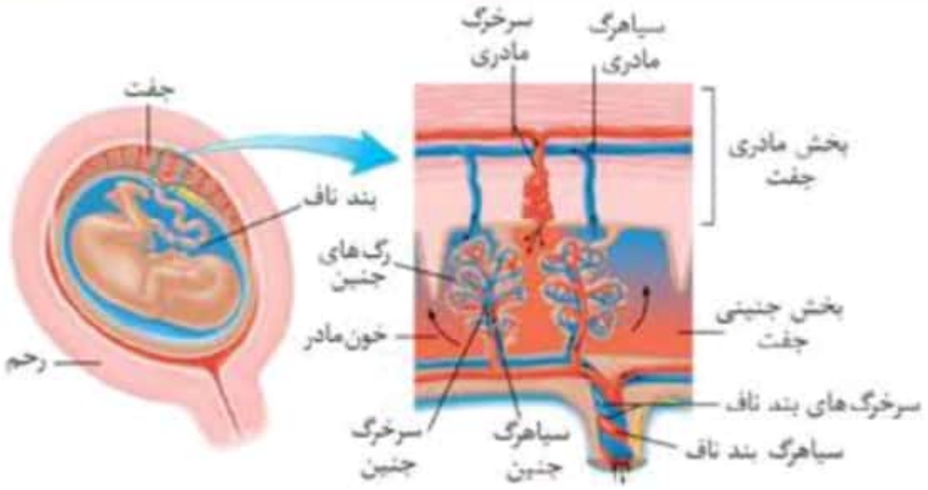


درسنامهٔ ۱۶ تبادل مواد در جفت

گفتیم که در هفتهٔ دوم بعد از لقاح، پرده‌های رویانی، شامل کوریون و آمنیون تشکیل می‌شوند. در این زمان، با تعامل پردهٔ کوریون با دیوارهٔ رحم، تمایز جفت شروع می‌شود، اما **تمایز جفت، تا هفتهٔ دهم ادامه دارد.**

نکته جفت ساختاری است که امکان ارتباط خونی بین جنین و مادر را فراهم می‌کند. از طریق این رابطهٔ خونی، تبادل مواد مختلفی مثل مواد غذایی صورت می‌گیرد.

نکته کوریون، در تشکیل جفت نقش دارد. حفاظت از رویان نیز وظیفهٔ آمنیون است.



۱- یادتونه درون‌شامه و برون‌شامه رو دیگه کجا داشتیم؟ آفرین در بافت‌شناسی قلب. حالا این دو تا چه ارتباطی به هم دارن؟ ارتباط جفتشون اینه که دو واژهٔ غیرعلمی هستن که بدون هیچ دلیل مشخص توسط دانشمندان به اصطلاح علمی راه پیدا کنن و بهتره که اصلاً ازشون استفاده نکنین.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

در هفتهٔ دهم، ترکیبات مختلف از پردهٔ کوریونی روی زوائد جفت عبور می‌کنند و تبادل مواد بین گردش خون مادر و جنین صورت می‌گیرد. ارتباط بین جفت و جنین، از طریق بند ناف انجام می‌شود. **۲ سرخرگ بند ناف**، خون جنین را به جفت می‌برند و **۱ سیاهرگ بند ناف**، خون جفت را به بدن جنین می‌رساند. دقت داشته باشید که پردهٔ کوریون، مانند یک سد مکانیکی نیز عمل می‌کند و جلوی مخلوط شدن خون مادر و جنین را می‌گیرد. اما پرده، نفوذپذیری دارد و امکان مبادلهٔ مواد بین دو طرف آن وجود دارد.

نکته ارتباط بین جفت و جنین، توسط بند ناف صورت می‌گیرد. در ساختار بند ناف، یک سیاهرگ و دو سرخرگ وجود دارد.

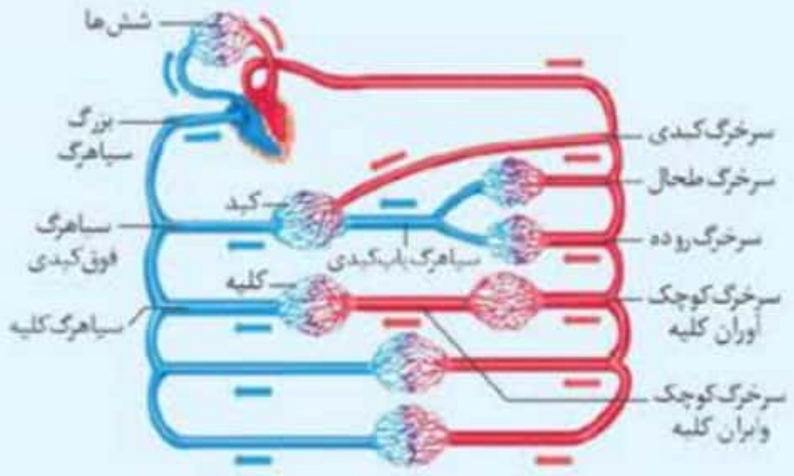
نکته در بند ناف، سرخرگ‌ها **خون تیره** را حمل می‌کنند و سیاهرگ، **خون روشن**.

آن‌چه گذشت استثنائات گردش خون در انسان و جانوران

۱- [فصل ۲ دهم] در کبد، شبکهٔ مویرگی بین دو سیاهرگ وجود دارد؛ سیاهرگ باب کبدی و سیاهرگ فوق‌کبدی. سیاهرگ باب، خون اندام‌های لولهٔ گوارش و خون طحال را به کبد می‌برد.

۲- [فصل ۳ و ۴ دهم] سرخرگ ششی، خون تیره را از بطن راست به شش‌ها می‌برد و پس از انجام تبادلات گازی، سیاهرگ ششی خون روشن را به دهلیز چپ برمی‌گرداند. سرخرگ شکمی در ابتدای شبکهٔ مویرگی پوست کرم خاکی، سرخرگ ششی در مهره‌داران شش‌دار، سرخرگ شبکهٔ مویرگی زیرپوستی دوزیستان و سرخرگ شکمی در ماهی نیز خون تیره را حمل می‌کنند. سیاهرگ ششی در همهٔ مهره‌داران شش‌دار و سیاهرگ شبکهٔ مویرگی زیرپوستی دوزیستان نیز حامل خون روشن است.

۳- [فصل ۵ دهم] در نفرون‌های کلیه، دو نوع شبکهٔ مویرگی وجود دارد که شبکهٔ مویرگی اول (گلومرول یا کلافک)، بین دو سرخرگ کوچک قرار دارد؛ سرخرگ آوران و سرخرگ وابران. در آبشش ماهی و در شبکهٔ مویرگی پوست کرم خاکی نیز مویرگ‌ها بین دو سرخرگ قرار گرفته‌اند. البته در نفرون کلیه، هر دو سرخرگ خون روشن دارند، ولی در دو مورد دیگر، سرخرگ اول خون تیره و سرخرگ دوم خون روشن دارد.



جمع‌بندی

رگ‌های بند ناف

نوع رگ	تعداد	کیفیت خون	قطر	وظیفه
سیاهرگ	۱	روشن	زیاد	انتقال خون از جفت به جنین
سرخرگ	۲	تیره	کم	انتقال خون از جنین به جفت

مواد مغذی، اکسیژن و بعضی از پادتن‌های موجود در خون مادر، از طریق جفت به جنین منتقل می‌شوند تا جنین تغذیه و محافظت شود. مواد دفعی جنین نیز از طریق جفت، به خون مادر منتقل می‌شوند.

نکته انتقال مواد از جفت به درون بدن جنین، توسط سیاهرگ بند ناف انجام می‌شود. مواد دفعی جنین نیز توسط سرخرگ‌های بند ناف به جفت منتقل می‌شوند. *اما این کل ماجرا نیست! جفت می‌تونه بلای جون جنین باشه. چه‌جوری؟* عوامل بیماری‌زا و موادی مانند کوکائین، الکل و نیکوتین نیز می‌توانند از جفت عبور کنند. این مواد، تأثیر سوء بر روی رشد و نمو جنین دارند و می‌توانند باعث بروز اختلال در ساختار جنین شوند. *خلا چه‌جوری باید جلوی عبور این مواد رو گرفت؟ طبیعتاً جلوی فور مواد رو که نمیشه گرفت، بلکه باید کاری کرد که اصلاً این مواد وجود نداشته باشند.* به همین خاطر، زنان باردار باید از مصرف هرگونه دارو و مواد مضر در دوران بارداری خودداری کنند؛ به‌جز در موارد خاص که پزشک متخصص دارویی را تجویز می‌کند.

شکل «جفت و ارتباط آن با مادر و جنین»

- ✓ در بند ناف، دو سرخرگ با خون تیره و یک سیاهرگ با خون روشن وجود دارد.
- ✓ قطر سیاهرگ بند ناف، بیشتر از قطر سرخرگ‌های بند ناف است.
- ✓ تبادل مواد بین خون مادری و زوائد انگشتی کوریون انجام می‌شود.
- ✓ در زوائد انگشتی کوریون، سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌های کوچک وجود دارند.
- ✓ خون از درون سرخرگ‌های رحم به فضای اطراف کوریون می‌ریزد و در جهات مختلف حرکت می‌کند. سپس، خون تیره توسط سیاهرگ‌های رحم از جفت دور می‌شود.
- ✓ کوریون و دیوارهٔ رحم، جزء ساختار جفت محسوب می‌شوند ولی بند ناف جزء جفت نیست. بند ناف، جفت را به جنین متصل می‌کند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

اما همهٔ نکات ترکیبی الکل، نیکوتین (و سیگار) و کوکائین!

۱- ریفلاکس؛ سیگار و الکل [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] سیگار کشیدن، مصرف نوشابه‌های الکلی، رژیم غذایی نامناسب و استفادهٔ بیش از اندازه از غذاهای آماده و تنش و اضطراب، از علت‌های برگشت اسید معده به مری (ریفلاکس) هستند.

۲- سرفهٔ مکرر؛ سیگار [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] در افرادی که دخانیات (مثل سیگار) مصرف می‌کنند، به‌علت از بین رفتن یاخته‌های مژکدار مخاط تنفسی، سرفه راه مؤثرتری برای بیرون راندن مواد خارجی است و به همین علت، این گونه افراد به سرفه‌های مکرر مبتلا هستند.

۳- افزایش فشار خون؛ سیگار [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] عوامل مختلفی می‌توانند روی فشار خون تأثیر بگذارند، از جمله: چاقی، تغذیهٔ نامناسب، به‌ویژه مصرف چربی و نمک زیاد، دخانیات (مثل سیگار)، استرس (فشار روانی) و سابقهٔ خانوادگی.

۴- تأثیر بر مغز؛ مواد اعتیادآور مثل الکل، نیکوتین و کوکائین [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] استفادهٔ مکرر از مواد اعتیادآور، تغییراتی را در مغز ایجاد می‌کند که فرد دیگر نمی‌تواند با میل شدید برای مصرف مقابله کند. این تغییرات ممکن است دائمی باشند. مواد اعتیادآور بیشتر بر بخشی از سامانهٔ لیمبیک اثر می‌گذارند و موجب آزاد شدن ناقل‌های عصبی از جمله دوپامین می‌شوند که در فرد احساس لذت و سرخوشی ایجاد می‌کند. تأثیرات مواد اعتیادآور بر مغز نوجوانان شدیدتر است؛ زیرا مغز آنان در حال رشد است.

نکته استفاده از قلیان خطرناک‌تر از سیگار است.

۵- تأثیر کوکائین بر مصرف گلوکز در مغز [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] در مغز فرد مصرف‌کنندهٔ کوکائین، میزان مصرف گلوکز در مغز کاهش می‌یابد. این کاهش بیشتر در بخش پیشین مغز است و در بخش‌های عقبی مغز، کاهش کم‌تری مشاهده می‌شود. علاوه‌بر این، سرعت بهبود مغز پس از ترک مصرف مواد، در بخش عقبی مغز بیشتر از بخش جلویی است.

۶- تأثیر مصرف الکل بر مغز [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] مقدار الکل (اتانول) در نوشیدنی‌های الکلی متفاوت است؛ حتی مصرف کم‌ترین مقدار الکل، بدن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. الکل در دستگاه گوارش به سرعت جذب می‌شود و چون در چربی محلول است، از غشای یاخته‌های عصبی بخش‌های مختلف مغز عبور و فعالیت‌های آن‌ها را مختل می‌کند. الکل علاوه‌بر دوپامین، بر فعالیت انواعی از ناقل‌های عصبی تحریک‌کننده و بازدارنده تأثیر می‌گذارد و کاهش‌دهندهٔ فعالیت‌های بدنی است. مشکلات کبدی، سکتهٔ قلبی و انواع سرطان، از پیامدهای مصرف بلندمدت الکل است.

۷- پوکی استخوان؛ سیگار و الکل [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] کمبود ویتامین D و کلسیم غذا، مصرف نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات (مثل سیگار) با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند.

۸- سرطان + اختلالات میوزی؛ سیگار و الکل [گفتار ۳- فصل ۶ یازدهم] مصرف دخانیات (مثل سیگار) و نوشیدنی‌های الکلی، احتمال بروز سرطان و هم‌چنین اختلال در روند جدا شدن کروموزوم‌ها را افزایش می‌دهند.

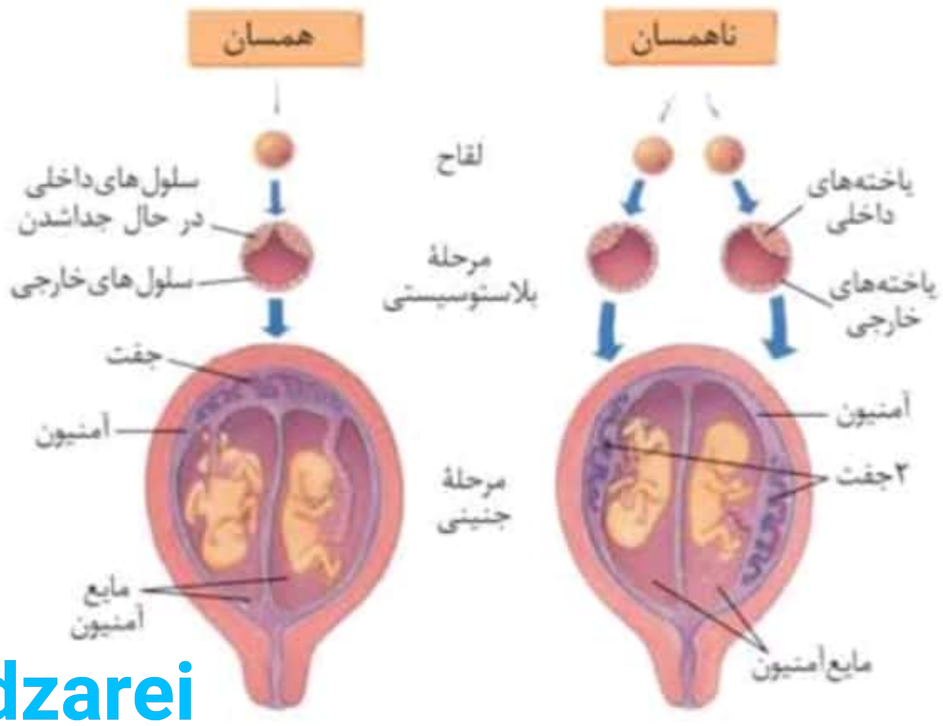
۹- نقش دفاعی در گیاهان؛ نیکوتین [گفتار ۲- فصل ۹ یازدهم] آلکالوئیدها در دور کردن گیاه‌خواران نقش دارند. نیکوتین که از آلکالوئیدهاست، چنین نقشی در گیاه تنباکو دارد. نوزاد نوعی حشره، در برابر نیکوتین مقاوم است.

درسنامهٔ ۱۷ تشکیل بیش از یک جنین: دوقلوهای همسان و ناهمسان

در حالت طبیعی، ما انتظار داریم که در هر بارداری، فقط یک جنین به‌وجود بیاد، اما گاهی اوقات، ممکنه که بیش از یک جنین به‌وجود بیاد که در این حالت، ممکنه افراد دوقلو، سه‌قلو و ... ایجاد بشن.

دوقلوهای همسان

گفتیم که وقتی بلاستوسیست تشکیل شد، دارای لایهٔ خارجی (تروفوبلاست) و تودهٔ یاخته‌ای داخلی است. **اگر تودهٔ یاخته‌ای داخلی به دو یا چند قسمت تقسیم شود، بیش از یک جنین شکل می‌گیرد.** چون منشأ هر دو جنین، یک یاختهٔ تخم بوده است، بنابراین دو جنین **از نظر ژنتیکی یکسان هستند** و اصطلاحاً گفته می‌شود که **همسان** می‌باشند.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته از آن‌جایی که تودهٔ یاخته‌ای داخلی تقسیم می‌شود نه تروفوبلاست، **هر دو جنین از یک جفت تغذیه می‌کنند**[1]. همان‌طور که در شکل نیز مشخص است، تودهٔ یاخته‌ای داخلی تقسیم شده است، اما هر دو جنین، از یک جفت تغذیه می‌کنند.

نکته اگر جنین‌های همسان کاملاً از هم جدا نشوند، دوقلوهای به‌هم‌چسبیده متولد می‌شوند.

نکته تولید دوقلوهای همسان می‌تواند ناشی از تقسیم‌شدن یاخته‌های بنیادی جنین باشد.

دوقلوهای ناهمسان

گفتیم که در دورهٔ جنسی زنان در هر ماه، فقط یک اووسیت آزاد می‌شود. این اووسیت می‌تواند با اسپرم لقاح انجام داده و یاختهٔ تخم را تشکیل دهد. گاهی اوقات **ممکن است که تخمدان‌های یک فرد در یک ماه، بیش از یک اووسیت آزاد کنند.** اگر این اووسیت‌ها لقاح یابند و سپس، مراحل رشد و نمو در آن‌ها کامل شود، دوقلو یا چندقلوهای ناهمسان متولد می‌شوند. دلیل ناهمسان بودن این است که اسپرم و اووسیت‌های مختلفی لقاح می‌یابند و دو جنین، از رشد و نمو یاخته‌های تخم متفاوتی تشکیل شده‌اند. بنابراین، ناهمسان هستند. **دوقلوهای ناهمسان، ممکن است شباهتی به هم نداشته باشند و حتی جنسیت متفاوتی داشته باشند.** *در واقع، تشکیل دوقلوهای ناهمسان مثل این هست که فرد به جای این‌که دو بار باردار بشه و در هر بار، یک اووسیت و یک اسپرم لقاح پیدا کنند، در یک بار بارداری، دو تا اووسیتش لقاح انجام بدن. خب، چون یافته‌های مختلفی لقاح رو انجام دادن، میزان شباهت بین دوقلوهای ناهمسان به اندازهٔ میزان شباهت بین خواهر و برادرا هست.*

نکته در دوقلوهای ناهمسان، چون تروفوبلاست دو جنین متفاوت است، جفت هر جنین نیز مجزا و منحصر به فرد است.

فعالیت کتاب درسی

دوقلوهای همسان و ناهمسان

۱- دوقلوهای ناهمسان از لحاظ جنسیت می‌توانند مشابه یا متفاوت باشند. به نظر شما علت چیست؟

دوقلوهای ناهمسان چون حاصل لقاح دو تخمک و دو اسپرم به صورت جداگانه هستند، تخم‌های حاصل از هر کدام و در نتیجه جنین‌ها می‌توانند متفاوت یا مشابه باشند؛ یعنی هر دو دختر یا هر دو پسر یا یکی دختر و یکی پسر باشد.

۲- دوقلوهای به‌هم‌چسبیده از لحاظ جنسیت و سایر صفات ظاهری، نسبت به هم چگونه‌اند؟

دوقلوهای به‌هم‌چسبیده، چون حاصل یک تخم لقاح‌یافته هستند و در مراحل تقسیم به خوبی از هم جدا نشده‌اند؛ بنابراین، با توجه به یکسان‌بودن کروموزوم‌های آن‌ها، از لحاظ جنسیت و صفات ظاهری شبیه به هم هستند.

۳- وضعیت اثر انگشت دوقلوهای همسان و ناهمسان چگونه است؟

دوقلوهای همسان، اثر انگشت یکسانی ندارند؛ چون در بروز خطوط ظریف اثر انگشت، فقط ژن‌ها دخالت ندارند و در دوران جنینی، شرایط محیطی و حتی استرس هم روی جنین اثر می‌گذارد و می‌تواند اثر انگشت را تغییر دهد.

فشار روحی-روانی وارد بر مادر، فشار به نوزاد هنگام تولد و تفاوت در درازی بند ناف، می‌توانند روی اثر انگشت تأثیر بگذارند.

جمع‌بندی

دوقلوهای همسان و ناهمسان

نوع دوقلو	جنسیت	اثر انگشت	روش تشکیل
همسان	یکسان	متفاوت	تقسیم یاخته‌های بنیادی + تقسیم یاخته‌های درونی بلاستوسیست
ناهمسان	ممکن است متفاوت باشد	متفاوت	لقاح دو اسپرم + دو تخمک

ناباروری

گاهی ممکن است در بعضی از زنان یا مردان، یاخته‌های جنسی به مقدار کافی یا اصلاً ساخته نشوند. علاوه‌بر این، ممکن است یاخته‌های جنسی سالم نباشند؛ یعنی **نتوانند لقاح موفقی انجام دهند.** در این حالت، فرد نازا است. امروزه با کمک روش‌ها و فناوری‌های جدید، **بعضی از مشکلات ناباروری** برطرف می‌شوند.

۱- در دوقلوهایی که از تقسیم یک تخم به‌وجود می‌آیند، روز تقسیم تخم و جدا شدن جنین‌ها، تعیین‌کنندهٔ وضعیت جفت و کیسهٔ آمنیونی است. مثلاً، اگر بعد از روز ۱۳ تقسیم رخ دهد، دوقلوهای به‌هم‌چسبیده ایجاد می‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۸ سونوگرافی و زایمان

سونوگرافی

سونوگرافی، یکی از دقیق‌ترین و مطمئن‌ترین راه‌ها برای تشخیص بارداری هست. چون دیگه داخل این روش، ما جنین رو می‌بینیم! علاوه‌بر این، سونوگرافی اطلاعات مفید دیگه‌ای هم به ما می‌ده. حتماً شنیدین که برای تشخیص جنسیت جنین قبل از تولد، سونوگرافی انجام می‌دن. با این مقدمه، بریم ببینیم سونوگرافی چی هست و چه کاربردایی در بحث بارداری داره.

تعریف سونوگرافی: سونوگرافی، نوعی **روش تصویربرداری پزشکی** است. در این روش تشخیصی، از **امواج صوتی با فرکانس بالا (امواج فراصوت)** استفاده می‌شود. این امواج برخلاف اشعهٔ X که در رادیولوژی استفاده می‌شود، ضرری برای جنین ندارند.

روش عکس‌برداری با سونوگرافی: متخصص سونوگرافی، امواج را با کمک دستگاه به درون بدن می‌فرستد. **بازتاب این امواج دریافت می‌شوند** و به صورت **تصویر ویدئویی** نشان داده می‌شوند.

کاربردهای سونوگرافی: سونوگرافی، در موارد مختلفی کاربرد دارد. بعضی از کاربردهای سونوگرافی عبارت‌اند از:

۱- تشخیص بارداری در ماه اول (هفتهٔ چهارم)
۲- اندازه‌گیری ابعاد جنین برای تعیین سن
۳- تشخیص جنسیت جنین
۴- بررسی سالم‌بودن جنین از لحاظ حرکتی و عملکرد بعضی از اندام‌ها، مثل قلب

زایمان

دیگه رسیدیم آخرش! بالاخره جنین ما رشدشو کرد و آماده شد که از بدن مادر بیاد بیرون. بریم ببینیم که زایمان طبیعی چه‌جوری انجام میشه.

□ مراحل زایمان طبیعی

۱- پاره‌شدن کیسهٔ آمنیون: در ابتدا، سر جنین به سمت پایین فشار وارد کرده و کیسهٔ آمنیون را پاره می‌کند و **مایع آمنیوتیک به‌طور ناگهانی به بیرون ترشح می‌شود.** *این کیسهٔ آمنیون همون «کیسهٔ آب» هست که اگه فرد بارداری در اطرافیانتون بوده باشه، هنگام زایمانش شنیدین که گفتن کیسهٔ آبش پاره شد.*

نکته خروج مایع آمنیونی، نشانهٔ نزدیک‌بودن زایمان است.

۲- انقباض ماهیچه‌های دیوارهٔ رحم: تحت تأثیر هورمون **اکسی‌توسین**، ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ رحم تحریک می‌شوند و **انقباض آن‌ها آغاز می‌شود.** در ادامه، اکسی‌توسین باعث می‌شود که **دفعات** و **شدت انقباض** افزایش پیدا کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] اکسی‌توسین، هورمونی است که توسط نورون‌های هیپوتالاموس ساخته می‌شود و سپس، به‌وسیلهٔ آکسون این نورون‌ها به هیپوفیز پسین انتقال می‌یابد. اکسی‌توسین در هیپوفیز پسین ذخیره شده و در موقع لزوم، ترشح می‌شود.

نکته پزشکان برای سرعت‌دادن به زایمان، اکسی‌توسین را به مادر تزریق می‌کنند.

نکته دردهای زایمان، ناشی از انقباض‌های ماهیچه‌های رحم است.

۳- افزایش انقباض‌ها و بازتر شدن رحم: **در هر بار انقباض، دهانهٔ رحم بیشتر باز می‌شود** و سر جنین بیشتر به آن فشار می‌آورد. با افزایش انقباض‌ها، ترشح اکسی‌توسین نیز با **بازخورد مثبت** بیشتر می‌شود؛ در نتیجه، مدام بر شدت انقباض‌ها افزوده می‌شود و نوزاد، آسان‌تر و زودتر از رحم خارج می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] گفتیم که تنظیم ترشح هورمون اکسی‌توسین، با بازخورد مثبت انجام می‌شود:

محرک انقباض دیوارهٔ رحم ← ↑ ترشح اکسی‌توسین ← اثر بر ماهیچه‌های صاف رحم ← افزایش انقباضات ← ↑ ترشح اکسی‌توسین

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

gajmarket.com

۴- **خروج کامل نوزاد:** با ادامهٔ انقباض‌های رحم، نوزاد به‌طور کامل خارج می‌شود.

نکته به‌طور طبیعی، ابتدا سر و سپس بقیهٔ بدن از رحم خارج می‌شود.

۵- **خروج سایر اجزای جنین:** در مرحلهٔ نهایی زایمان، با ادامهٔ انقباض رحم، جفت و اجزای مرتبط با آن، از رحم خارج می‌شوند.

نکته بیضه برخلاف تخمدان، خارج از محوطهٔ شکمی و درون کیسهٔ بیضه قرار دارد.

فعالیت کتاب درسی

زایمان طبیعی و سزارین

علاوه‌بر زایمان طبیعی، تولد نوزاد با عمل جراحی (سزارین) نیز انجام می‌شود. پزشکان زنان و زایمان، بیشتر توصیه می‌کنند که زایمان به صورت طبیعی انجام شود.

جراحی سزارین چه مزیت‌ها و معایبی نسبت به زایمان طبیعی دارد؟ سزارین یک حسن دارد و هزار عیب! مزایای سزارین عبارت‌اند از:

۱- برنامه‌ریزی برای زمان سزارین
۲- عدم نیاز به تحمل درد در زمان طولانی
۳- آسیب کم‌تر به نوزاد به دلیل واردشدن فشار کم‌تر
۴- عدم نیاز به معاینات مکرر توسط پزشک در حین زایمان
۵- به دلیل بی‌هوشی مادر، از اشک، عرق و ... خبری نیست و مادر، خروج خون و مایعات را مشاهده نمی‌کند.

اما زایمان سزارین، عوارض بسیاری دارد؛ تعدادی از عوارض این نوع زایمان برای مادر عبارت‌اند از:

۱- طولانی‌تر بودن دورهٔ ریکاوری پس از عمل سزارین
۲- دشواری بسیار دورهٔ نقاهت عمل سزارین
۳- بیشتربودن درد بعد از زایمان در سزارین
۴- دشواربودن در آغوش گرفتن نوزاد برای مادر
۵- مشکل رفتن به سرویس بهداشتی تا چند روز
۶- ماندن جای زخم و بخیه روی شکم و احساس خارش در آن
۷- بیشتربودن احتمال عفونت بعد از سزارین
۸- نیاز به خارج‌کردن رحم، چسبندگی پس از سزارین، عفونت مثانه یا رحم، انسداد روده، ناباروری یا سقط جنین در آینده و احتمال آسیب به جنین در سزارین بیشتر است.
۹- سزارین ممکن است در بارداری‌های بعدی اشکال ایجاد کند: مثل جفت سرراهی و رشد جفت در عضلهٔ رحم

شیردهی

پس از زایمان، نوزاد از غدد شیری مادر تغذیه می‌کند. **وقتی که نوزاد، پستان را مک می‌زند، گیرنده‌های آن تحریک می‌شوند.** تحریک این گیرنده‌ها، منجر به ترشح هورمون اکسی‌توسین می‌شود. اکسی‌توسین، بر **ماهیچه‌های صاف غدد شیری** تأثیر می‌گذارد و باعث انقباض آن‌ها می‌شود. در نتیجه، شیر از غدد شیری خارج می‌شود. در این‌جا نیز **تنظیم ترشح اکسی‌توسین با بازخورد مثبت انجام می‌شود.**

نکته مکیدن پستان توسط نوزاد، باعث افزایش ترشح هورمون اکسی‌توسین و پرولاکتین می‌شود؛ در نتیجه، تولید و ترشح شیر افزایش می‌یابد.

محرک: مک‌زدن پستان ← ↑ ترشح اکسی‌توسین ← اثر بر ماهیچه‌های صاف غدد شیری ← افزایش انقباض ← ↑ ترشح اکسی‌توسین

نکته گیرندهٔ هورمون اکسی‌توسین، در **ماهیچه‌های صاف آندومتر و غدد شیری** وجود دارد.

فعالیت کتاب درسی

پیش‌بینی زمان تولد نوزاد

متخصصین زنان و زایمان، در پیش‌بینی زمان تولد نوزاد، ۲۸۴ روز را به زمان شروع آخرین قاعدگی مادر اضافه می‌کنند.

۱- چه ارتباطی بین قاعدگی و بارداری شخص وجود دارد؟ ۲ هفته بعد از شروع قاعدگی، تخمک‌گذاری انجام می‌شود. تا مدت کوتاهی پس از تخمک‌گذاری، امکان لقاح بین اسپرم و اووسیت وجود دارد. بنابراین، شروع بارداری حدود ۲ هفته (۱۴ روز) بعد از شروع آخرین قاعدگی است.

۲- چرا برای پیش‌بینی زمان تولد، روز شروع آخرین قاعدگی را در نظر می‌گیرند؟ همان‌طور که در پاسخ سؤال قبل گفتیم، آخرین قاعدگی حدود ۱۴ روز قبل از لقاح شروع می‌شود. پس از لقاح، ترشح هورمون پروژسترون و HCG، جلوی ریزش رحم و بروز قاعدگی را می‌گیرد. بنابراین، در فرد باردار، قاعدگی رخ نمی‌دهد.

۳- گفته می‌شود که مدت زمان بارداری، ۳۸ هفته یا ۲۶۶ روز است. چرا پزشکان ۲۸۴ روز را مطرح می‌کنند؟ همان‌طور که گفتیم، ۱۴ روز بعد از آخرین قاعدگی، تخمک‌گذاری رخ می‌دهد. علاوه‌بر این، تا چند روز پس از تخمک‌گذاری امکان لقاح اسپرم و اووسیت وجود دارد. به همین دلیل، پزشک متخصص، ۲۶۶ روز زمان بارداری را با ۱۸ روز جمع می‌کند. این ۱۸ روز، شامل ۱۴ روز فاصلهٔ بین شروع قاعدگی و تخمک‌گذاری و هم‌چنین ۴ روز بعد از آن، یعنی زمانی است که امکان لقاح وجود دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

تولیدمثل در جانوران

درسنامهٔ ۱۹ انواع روش‌های لقاح

بالاخره رسیدیم به آخرین گفتار فصل (۷). می‌دونم که خیلی خسته شدین، ولی قول میدم که دیگه این‌جا رو زود جمعش کنیم. مبحث این‌جا خیلی آسون‌تره و خیلی هم کم‌تر ازش سؤال میاد. در واقع بیشتر سؤالاتی که از این گفتار مطرح میشه، به صورت ترکیبی با سایر مباحث جانوری هست. چون این‌جا آخرین جایی هست که راجع به دستگاه‌های جانوران می‌خونیم، تست‌های ترکیبی متنوعی با سایر مباحث جانوری قرار دادیم که حتماً با دقت بررسیشون می‌کنین.

ابتدای فصل گفتیم که تولیدمثل به صورت جنسی و غیرجنسی انجام می‌شود. همهٔ جانوران (نه جانداران)، توانایی انجام تولیدمثل جنسی را دارند. **اساس تولیدمثل جنسی در همهٔ جانوران مشابه است**، ولی تفاوت‌هایی از نظر چگونگی لقاح، حفاظت و تغذیهٔ جنین و مراحل تولیدمثل جنسی وجود دارد. در این گفتار، به بررسی روش‌های لقاح و روش‌های حفاظت و تغذیهٔ جنین می‌پردازیم.

نحوهٔ لقاح

لقاح به معنای برخورد یاخته‌های جنسی نر و ماده و ادغام آن‌هاست. **لقاح می‌تواند به صورت داخلی یا خارجی انجام شود.**

❑ لقاح خارجی

در این نوع لقاح، والدین نر و ماده گامت‌های خود را در آب می‌ریزند تا **لقاح در آب صورت بگیرد**. در واقع، در لقاح خارجی **گامت‌های نر وارد بدن جنس ماده نمی‌شوند** و لقاح در خارج از بدن جنس ماده صورت می‌گیرد.

مثال بیشتر آبزیان، مثل ماهی‌ها، دوزیستان[1] و بیشتر بی‌مهرگان آبزی

نکته لقاح خارجی، فقط در جانوران آبزی انجام می‌شود و هیچ جانور خشکی‌زی، لقاح خارجی ندارد. البته، جانوران آبزی ممکن است لقاح داخلی داشته باشند.

خب حالا والدین این همه گامت رو ول می‌کنن توی آب. چه‌جوری مطمئن می‌شن که لقاح انجام می‌شه؟ برای افزایش احتمال برخورد گامت‌ها، **والدین تعداد زیادی گامت را هم‌زمان وارد آب می‌کنند**. هم‌زمان‌شدن ورود گامت‌ها به آب به عوامل متعددی بستگی دارد:

۱- دمای محیط **۲- طول روز**

۳- مواد شیمیایی آزادشده توسط جنس نر یا ماده **۴- بروز بعضی رفتارهای جفت‌یابی؛ مثل رقص عروسی در ماهی‌ها**

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] فرومون‌ها، موادی هستند که از یک فرد ترشح‌شده و در فرد یا افراد دیگری از همان‌گونه، پاسخ رفتاری ایجاد می‌کنند. مواد شیمیایی ترشح‌شده توسط جانوران دارای لقاح خارجی نیز می‌توانند مثالی از فرومون‌ها باشند.

لقاح خارجی در قورباغه

رقص عروسی در ماهی‌ها

❑ لقاح داخلی

در این نوع لقاح، معمولاً **اسپرم وارد دستگاه تولیدمثلی فرد ماده می‌شود** و لقاح درون بدن فرد ماده انجام می‌شود. انجام این نوع لقاح، **نیازمند دستگاه‌های تولیدمثلی با اندام‌های تخصص‌یافته برای تولیدمثل** است.

کتاب درسی زیر ذره‌بین

در کتاب درسی می‌خوانیم که «انجام لقاح داخلی، نیازمند دستگاه‌های تولیدمثلی با اندام‌های تخصص‌یافته است.» باید دقت داشت که در لقاح خارجی نیز دستگاه تولیدمثلی با اندام‌های تخصص‌یافته وجود دارند. مثلاً، در ماهی‌ها اندام‌های تخصص‌یافته برای تولید یاخته‌های جنسی وجود دارند. بنابراین، این جملهٔ کتاب به این صورت باید تغییر کند: انجام لقاح داخلی، نیازمند دستگاه تولیدمثلی با اندام‌های تخصص‌یافته برای لقاح است.

۱- به طور کلی، دوزیستان جانورانی آبزی در نظر گرفته می‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته در لقاح داخلی، **جنس ماده تعداد کمی تخمک تولید می‌کند.** مثلاً در انسان، معمولاً در هر ماه فقط یک تخمک تولید می‌شود. ولی در لقاح خارجی، در هر بار تولیدمثل تعداد زیادی تخمک آزاد می‌شود. **در هر دو نوع لقاح، تعداد زیادی اسپرم تولید و آزاد می‌شود.**

مثال همهٔ جانوران خشکی‌زی و بعضی از آبزیان مثل سخت‌پوستان و هم‌چنین بعضی ماهی‌ها مثل کوسه (نوعی ماهی غضروفی)

همه چیز دربارهٔ

سخت‌پوستان

نکته سخت‌پوستان، گروهی از بندپایان هستند.

مثال خرچنگ‌ها و میگوها

سامانهٔ گردشی باز [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] در سامانهٔ باز، قلب مایعی به‌نام همولنف را به حفره‌های بدن پمپ می‌کند. همولنف نقش‌های خون، لنف و آب میان‌بافتی را برعهده دارد. این جانوران مویرگ ندارند و همولنف مستقیماً به فضای بین یاخته‌های بدن وارد می‌شود و در مجاورت آن‌ها جریان می‌یابد. بندپایان و بیشتر نرم‌تنان سامانهٔ گردشی باز دارند.

نکته سخت‌پوستان، گروهی از بندپایان هستند و سامانهٔ گردشی باز دارند.

دفع مواد در سخت‌پوستان [گفتار ۳- فصل ۵ دهم] در سخت‌پوستان، مواد دفعی نیتروژن‌دار با انتشار ساده، از آبشش‌ها دفع می‌شود. برخی از سخت‌پوستان (میگوها و خرچنگ‌ها)، غدد شاخکی دارند. مایعات دفعی از حفرهٔ عمومی به این غده تراوش و از منفذ دفعی نزدیک شاخک، دفع می‌شود.

دفاع غیراختصاصی [گفتار ۳- فصل ۵ یازدهم] در همهٔ بی‌مهرگان، از جمله سخت‌پوستان، فقط دفاع غیراختصاصی وجود دارد.

همه چیز دربارهٔ

کوسه‌ها

نکته کوسه‌ها، نوعی ماهی غضروفی هستند.

غدد راست‌روده‌ای در ماهیان غضروفی [گفتار ۳- فصل ۵ دهم] ماهیان غضروفی (مثل کوسه‌ها و سفره‌ماهی‌ها)، علاوه‌بر کلیه‌ها، دارای غدد راست‌روده‌ای هستند که محلول نمک (سدیم کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می‌کنند.

اسکلت غضروفی در کوسه‌ها [گفتار ۲- فصل ۳ یازدهم] مهره‌داران اسکلت درونی دارند. در انواعی از ماهی‌ها، مانند کوسه‌ماهی، جنس این اسکلت از نوع غضروفی است.

نکته هر جانوری که خشکی‌زی باشد، لقاح داخلی دارد، ولی جانوران آبزی هم ممکن است لقاح داخلی داشته باشند.

نکته به‌جز بسیاری از ماهی‌ها و دوزیستان، سایر مهره‌داران آبزی، لقاح داخلی دارند. مثلاً، وال نوعی پستاندار آبزی است و لقاح داخلی دارد.

نکته خرچنگ و میگو، انواعی از سخت‌پوستان هستند که لقاح داخلی دارند.

شکل اسبک‌ماهی، شکل ورودی نسخهٔ پیش‌نویس کتاب بود. در نسخهٔ نهایی کتاب، مؤلفا شکل ورودی فصل رو عوض کردن، ولی هنوز راجع بهش توضیح دادن و حتی تدرس دادن «شکل ابتدای فصل»! اما اون بچه‌ای که اول فصل می‌بینین، بچهٔ انسان هست و هیچ ربطی به اسبک‌ماهی نداره.

لقاح داخلی در اسبک ماهی: در اسبک‌ماهی، برخلاف سایر جانورانی که لقاح داخلی دارند، **لقاح درون بدن جنس نر انجام می‌شود.** جنس ماده، **تخمک را به درون حفره‌ای در بدن جنس نر منتقل می‌کند.** پس از انجام لقاح در بدن جنس نر، جنین درون بدن جنس نر رشد و نمو خود را انجام می‌دهد. پس از طی مراحل رشد و نمو، **زایمان توسط جنس نر انجام می‌شود و نهایتاً، زادهٔ جدید متولد می‌شود.**

زایمان اسبک‌ماهی نر

نکته در اسبک‌ماهی و هم‌چنین جانورانی که لقاح خارجی دارند، لقاح در بدن جنس ماده انجام نمی‌شود.

درسنامهٔ ۲۰ هرمافرودیت (نرماده) و بکرزایی

گفتیم که برای تولیدمثل جنسی لازمه که دو تا جانور کنار هم قرار بگیرن و لقاح انجام بشه. اما بعضی از جانوران، یا هوصلشون نمیشه یا کلاً تنهان، کسیو ندارن، اما برای اینا هم راه‌هایی برای تولیدمثل جنسی وجود داره.

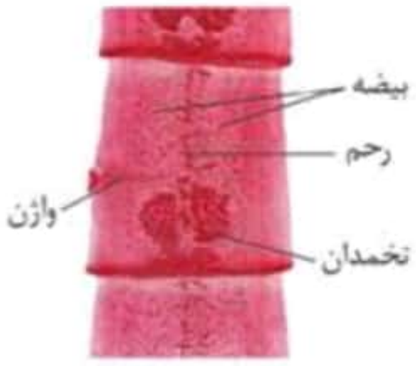
در جانورانی که **حرکت کندی دارند** یا **تنها زندگی می‌کنند،** تولیدمثل جنسی با مشکل مواجه است؛ زیرا **جفت‌یابی در این جانوران سخت است** و امکان جفت‌یابی وجود ندارد. برای حل این مشکل، دو راهکار وجود دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

جانوران هرمافرودیت (نرماده)

جانوران هرمافرودیت، جانورانی هستند که **دوجنسی** می‌باشند؛ یعنی هم دستگاه تولیدمثلی نر را دارند و هم دستگاه تولیدمثلی ماده. بنابراین، **یک جانور هرمافرودیت می‌تواند هم اسپرم تولید کند و هم تخمک.**

مثال کرم‌های پهن (مثل کرم کدو و پلاناریا) و کرم‌های حلقوی (مثل کرم خاکی)



برش طولی بدن کرم کدو

☐ تولیدمثل جنسی در کرم‌های پهن

در این جانوران، اسپرم‌های تولیدشده توسط هر جانور، **تخمک‌های خود او را بارور می‌کنند.** بنابراین، **تولید اسپرم و تخمک و هم‌چنین لقاح، در بدن یک جانور انجام می‌شود.** هم‌چنین، رشد و نمو جنین نیز در بدن همان جانور انجام می‌شود.

همه چیز دربارهٔ

کرم‌های پهن

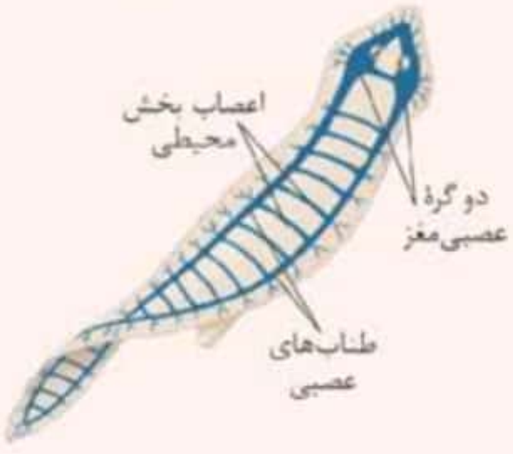
مثال برخی انگل هستند (کرم کدو)، بسیاری زندگی آزاد دارند (پلاناریا)

گوارش در کرم کدو [گفتار ۴- فصل ۲ دهم] برخی از جانداران، مواد مغذی را از سطح یاخته یا بدن و به‌طور مستقیم از محیط دریافت می‌کنند. این محیط، آب دریا، دستگاه گوارش یا مایعات بدن جانوران میزبان است. کرم کدو نیز که فاقد دهان و دستگاه گوارش است، مواد مغذی را از سطح بدن جذب می‌کند.

گوارش در پلاناریا [گفتار ۴- فصل ۲ دهم] گوارش در بی‌مهرگانی مانند مرجان‌ها و پلاناریا، در کیسهٔ منشعبی به‌نام حفرهٔ گوارشی انجام می‌شود. این حفره فقط یک سوراخ برای ورود و خروج مواد دارد. گردش مواد نیز درون همین کیسه و انشعابات آن انجام می‌شود. یاخته‌هایی در این حفره، آنزیم‌هایی ترشح می‌کنند که فرایند گوارش برون‌یاخته‌ای را آغاز می‌کنند. یاخته‌های این حفره، ذره‌های غذایی را با فاگوسیتوز دریافت می‌کنند. فرایند گوارش درون‌یاخته‌ای در واکوئول‌های غذایی ادامه می‌یابد. ذرات غذایی با درون‌بری وارد یاخته می‌شوند.

گردش مواد در پلاناریا [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] در کرم‌های پهن آزادزی مثل پلاناریا، انشعابات حفرهٔ گوارشی به تمام نواحی بدن نفوذ می‌کند به‌طوری که فاصلهٔ انتشار مواد تا یاخته‌ها بسیار کوتاه است. در این جانوران، حرکات بدن به جابه‌جایی مواد کمک می‌کند.

دفع مواد و تنظیم اسمزی در پلاناریا [گفتار ۳- فصل ۵ دهم] پروتونفریدی، شبکه‌ای از کانال‌هاست که از طریق منافذ دفعی به خارج بدن راه می‌یابند. کار اصلی پروتونفریدی در پلاناریا، دفع آب اضافی است و بیشتر دفع نیتروژن، از طریق سطح بدن انجام می‌شود. در طول کانال‌های پروتونفریدی، یاخته‌های شعله‌ای قرار دارند. مایعات بدن از فضای بین‌یاخته‌ای به یاخته‌های شعله‌ای وارد می‌شوند و ضربان مژه‌های این یاخته، مایعات را به کانال‌های دفعی هدایت، و از منافذ دفعی خارج می‌کند.



ساختار عصبی در پلاناریا [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] در پلاناریا دو گرهٔ عصبی در سر جانور، مغز را تشکیل داده‌اند. هر گره، مجموعه‌ای از جسم یاخته‌های عصبی است. مغز و دو طناب عصبی متصل به آن‌که در طول بدن جانور کشیده شده‌اند، بخش مرکزی دستگاه عصبی را تشکیل می‌دهند. دو طناب عصبی موازی با رشته‌هایی به هم متصل شده‌اند و ساختار نردبان‌مانندی را ایجاد می‌کنند. رشته‌های کوچک‌تر متصل به طناب‌ها، بخش محیطی دستگاه عصبی را تشکیل می‌دهند.

☐ تولیدمثل جنسی در کرم‌های حلقوی

در کرم‌های حلقوی، **لقاح دوطرفی** انجام می‌شود. مثلاً وقتی دو کرم خاکی در کنار هم قرار می‌گیرند، هرکدام اسپرم‌های خود را وارد بدن کرم خاکی دیگر می‌کنند. **اسپرم‌های هر کرم خاکی، تخمک‌های کرم دیگر را بارور می‌سازند.**

پس تفاوت تولیدمثل جنسی در کرم‌های حلقوی و پهن در این است که در کرم‌های پهن، تخمک‌های هر فرد توسط اسپرم‌های خود او بارور می‌شوند، اما در کرم‌های حلقوی، تخمک‌های تولیدشده توسط هر فرد، توسط اسپرم‌های فرد دیگری بارور می‌شوند، ولی تخمک‌های فرد دهندهٔ اسپرم نیز توسط اسپرم‌های فرد اول بارور می‌شوند.

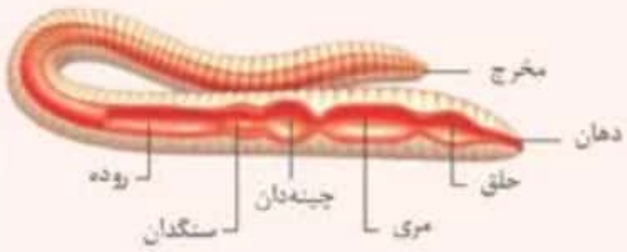
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

gajmarket.com

همه چیز دربارهٔ

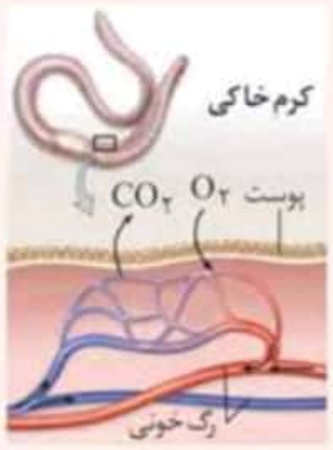
کرم‌های حلقوی

مثال کرم خاکی



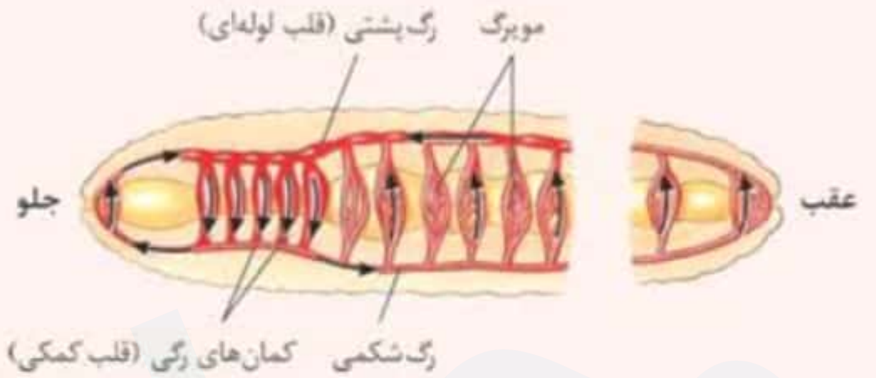
گوارش در کرم خاکی [گفتار ۴- فصل ۲ دهم] در کرم خاکی و پرندگان، چینه‌دان وجود دارد که در آن، غذا ذخیره می‌شود. این ساختار به جانور امکان می‌دهد تا با دفعات کم‌تر تغذیه، انرژی موردنیاز خود را تأمین کند.

نکته در لولهٔ گوارش کرم خاکی، حلق وجود دارد اما معده وجود ندارد.

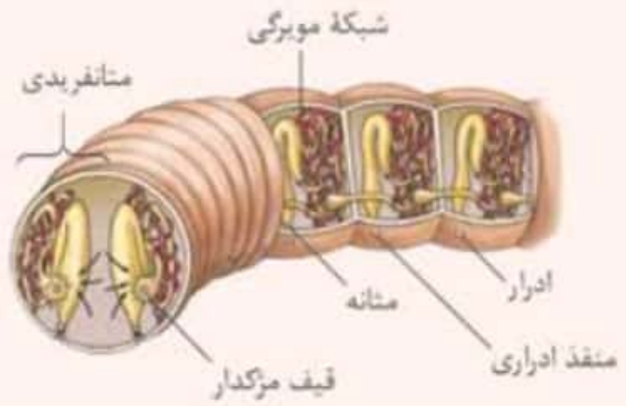


تنفس پوستی در کرم خاکی [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] بی‌مهرگانی نظیر کرم خاکی که در محیط‌های مرطوب زندگی می‌کنند، از تبادلات پوستی استفاده می‌کنند. کرم خاکی، دارای شبکهٔ مویرگی زیرپوستی با مویرگ‌های فراوان است و گازها را با هوای درون فضاهای خالی بین ذرات خاک، تبادل می‌کند.

سامانهٔ گردش بسته در کرم‌های حلقوی [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] ساده‌ترین سامانهٔ گردش بسته در کرم‌های حلقوی، نظیر کرم‌های خاکی وجود دارد. در این سامانه، مویرگ‌ها در کنار یاخته‌ها و با کمک آب میان‌بافتی، تبادل مواد غذایی، دفعی و گازها را انجام می‌دهند.



متانفریدی در کرم‌های حلقوی [گفتار ۳- فصل ۵ دهم] پیشرفته‌ترین نوع نفریدی، متانفریدی است. متانفریدی لوله‌ای است که در جلو، قیف مژکدار و در نزدیک انتها، دارای مثانه است که به منفذ ادراری در خارج از بدن ختم می‌شود. دهانهٔ این قیف به‌طور مستقیم با مایعات بدن ارتباط دارد. بیشتر کرم‌های حلقوی (نظیر کرم خاکی) و نرم‌تنان، سامانهٔ دفعی متانفریدی دارند. بدن کرم خاکی از حلقه‌هایی تشکیل شده که هر کدام، یک جفت متانفریدی دارند.



بکرزایی

حالا اگه یه جانوری تنها باشه، کسی رو نداشته باشه و هرمافرودیت هم نباشه، چه‌جوری باید تولیدمثل کنه؟ یا باید بره یکی رو پیدا کنه یا باید بکرزایی انجام بده.

بکرزایی در واقع **نوع خاصی از تولیدمثل جنسی** است که در آن، زادهٔ جدید **بدون لقاح یاخته‌های جنسی** ایجاد می‌شود.

مثال زنبور عسل، بعضی از ماهی‌ها و مار ماده

کتاب درسی زیر ذره‌بین

چند سال قبل، جمله‌ای در کتاب درسی زیست‌شناسی و آزمایشگاه (۲) سال سوم دبیرستان بود که اشاره می‌کرد بکرزایی نوعی تولیدمثل جنسی است. مدت‌ها این جمله در کتاب‌های درسی وجود داشت و حتی سؤال کنکور هم بود تا این‌که از کتاب درسی حذف شد، ولی باز هم به‌نظر می‌رسید مؤلفین کتاب درسی، معتقد هستند که بکرزایی نوعی تولیدمثل جنسی است. تا این‌که کتاب یازدهم هم منتشر شد و مشخص شد که بله! طبق نظر مؤلف کتاب درسی، بکرزایی نوعی تولیدمثل جنسی است. ولی در واقع اینجوری نیست! طبق منابع علمی، حتی منابعی که مرجع کتاب درسی نیز هستند، بکرزایی نوعی تولیدمثل غیرجنسی است، نه جنسی. به هر حال، تا زمانی که کتاب درسی بکرزایی را نوعی تولیدمثل جنسی در نظر می‌گیرد، ما هم مجبوریم همین نظر را داشته باشیم.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

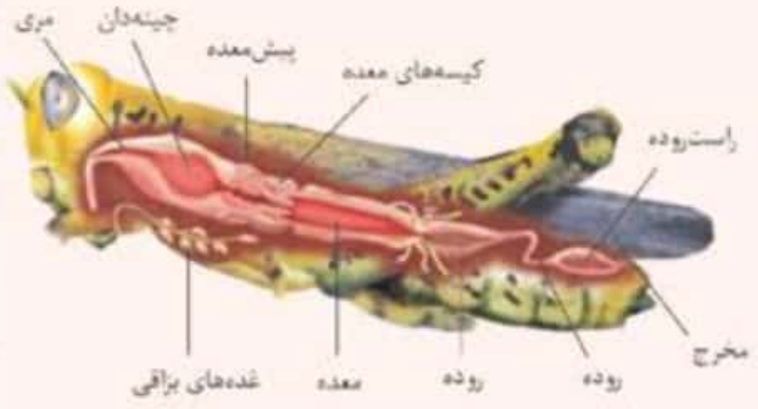
همه چیز دربارهٔ

حشرات

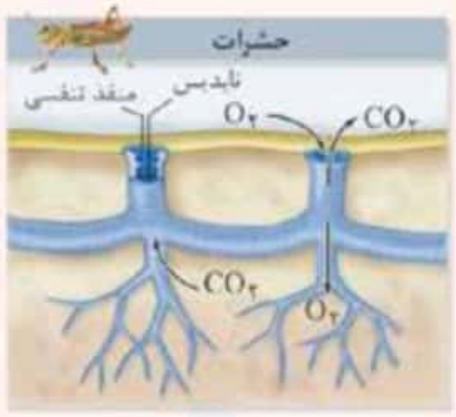
نکته حشرات، گروهی از بندپایان هستند.

مثال پروانهٔ مونارک، ملخ، شته، مگس، جیرجیرک، زنبور عسل، زنبور وحشی، مگس میوه

مهاجرت در پروانهٔ مونارک [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] نوزاد کرمی‌شکل پروانهٔ مونارک، از برگ درختان تغذیه می‌کند. پروانهٔ مونارک بالغ، هر سال هزاران کیلومتر را از مکزیک تا جنوب کانادا و بالعکس می‌پیماید. در بدن این پروانه، نورون‌هایی وجود دارند که پروانه با استفاده از آن‌ها، جایگاه خورشید در آسمان و جهت مقصد را تشخیص می‌دهد و به سوی آن پرواز می‌کند.



گوارش غذا در ملخ [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] ملخ حشره‌ای گیاه‌خوار است و با استفاده از آرواره‌ها، مواد غذایی را خرد و به دهان منتقل می‌کند. گوارش شیمیایی غذا در دهان آغاز می‌شود و در چینه‌دان ادامه می‌یابد. در ادامه، دیوارهٔ دندانه‌دار پیش‌معده، غذا را بیشتر خرد می‌کند و آنزیم‌های ترشح‌شده توسط معده و کیسه‌های معده، گوارش شیمیایی غذا را انجام می‌دهند. گوارش برون‌یاخته‌ای، در کیسه‌های معده تکمیل می‌شود و در معده، مواد مغذی جذب می‌شوند. مواد گوارش‌نیافته پس از عبور از روده به راست‌روده وارد و آب و یون‌های آن جذب می‌شوند و سرانجام مدفوع از مخرج دفع می‌شود.

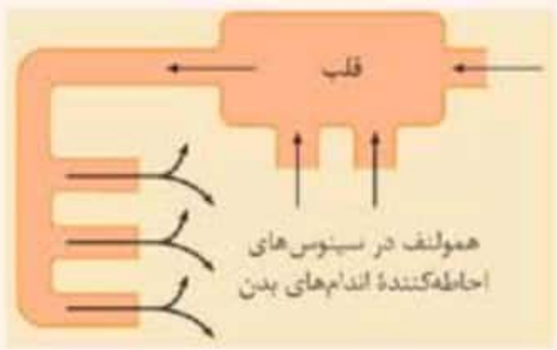


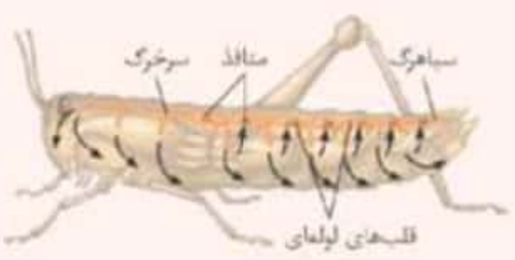
تنفس نایدیسی در حشرات [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] در حشرات و صدپایان، تنفس نایدیسی وجود دارد. نایدیس‌ها، لوله‌های منشعب و مرتبط به هم هستند که از طریق منافذ تنفسی سطح بدن، به خارج راه دارند. انشعابات پایانی نایدیس‌ها که در کنار تمامی یاخته‌های بدن قرار می‌گیرند، بن‌بست بوده و دارای مایعی است که تبادلات گازی را ممکن می‌کند. چون متوسط فاصلهٔ یاخته‌ها از نایدیس‌های انتهایی چند میکرون است، گازها بین نایدیس‌ها و یاخته‌های بدن از طریق انتشار مبادله می‌شوند.

نکته در جانوران دارای تنفس نایدیسی، دستگاه گردش مواد نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارد.

سامانهٔ گردشی باز در حشرات [گفتار ۴ - فصل ۴ دهم] در سامانهٔ گردشی باز، قلب مایعی به‌نام همولنف را به حفره‌های بدن پمپ می‌کند. همولنف نقش‌های خون، لنف و آب میان‌بافتی را برعهده دارد. این جانوران مویرگ ندارند و همولنف مستقیماً به فضای بین یاخته‌های بدن وارد می‌شود و در مجاورت آن‌ها جریان می‌یابد. بندپایان و بیشتر نرم‌تنان سامانهٔ گردشی باز دارند.

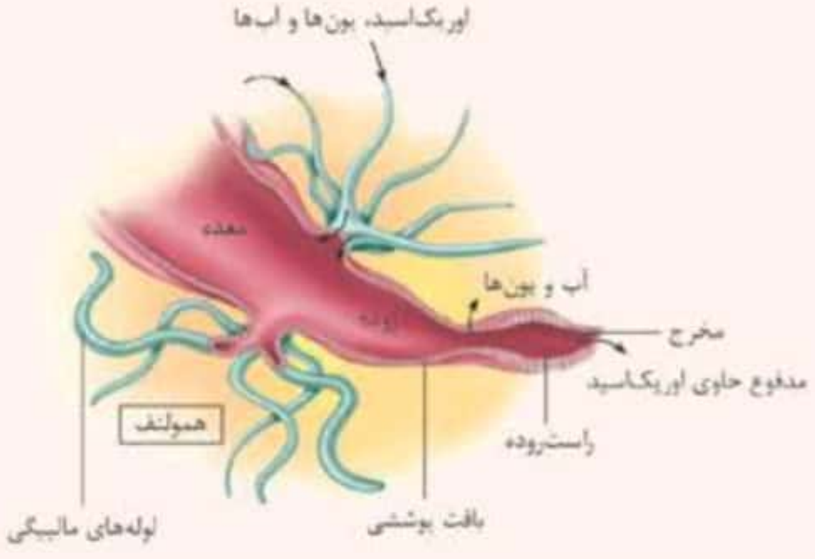
نکته حشرات، گروهی از بندپایان هستند و سامانهٔ گردشی باز دارند.

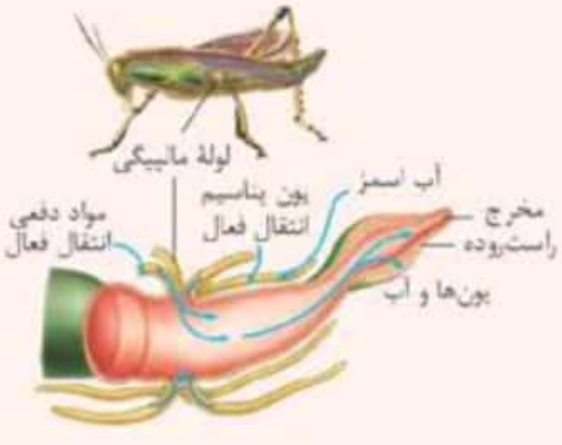




لوله‌های مالپیگی حشرات [گفتار ۳- فصل ۵ دهم] حشرات سامانهٔ دفعی متصل به روده به‌نام لوله‌های مالپیگی دارند. یون‌های پتاسیم و کلر از همولنف به لوله‌های مالپیگی ترشح، و در پی آن آب از طریق اسمز وارد این لوله‌ها می‌شود. محتوای لوله‌های مالپیگی به روده، تخلیه و با عبور مایعات در روده، آب و یون‌ها بازجذب می‌شوند. اوریک اسید از طریق روده به همراه مواد دفعی دستگاه گوارش دفع می‌شود.

نکته اوریک‌اسید، حاصل سوختن نوکلئیک اسیدهاست.

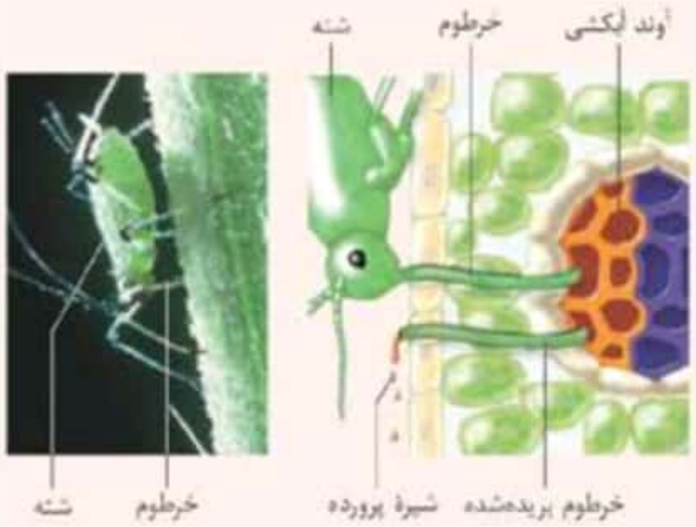




@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

gajmarket.com

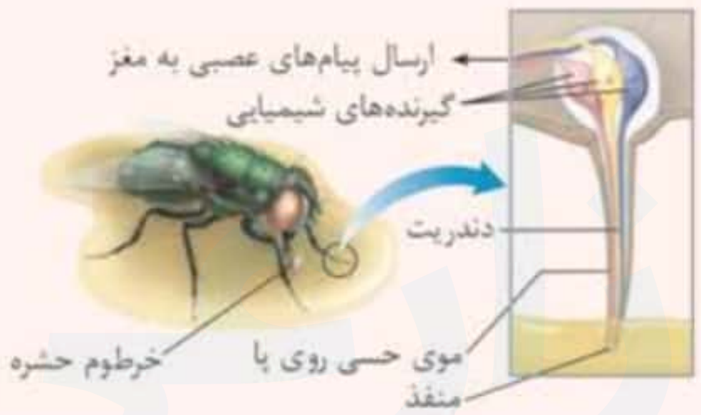
استفاده از شته برای تعیین ترکیب شیرهٔ پرورده [گفتار ۳- فصل ۷ دهم] برای تعیین سرعت و ترکیب شیرهٔ پرورده می‌توان از شته‌ها استفاده کرد. شته، خرطوم خود را وارد آوند آبکشی ساقه می‌کند. شته را بی‌حس می‌کنند و سپس خرطوم آن را می‌برند. شیرهٔ پرورده از خرطوم بریده‌شده به بیرون تراوش می‌کند.



ساختار عصبی در حشرات [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] مغز حشرات از چند گرهٔ به هم جوش خورده تشکیل شده است. یک طناب عصبی شکمی که در طول بدن جانور کشیده شده است، در هر بند از بدن، یک گرهٔ عصبی دارد. هر گره، فعالیت ماهیچه‌های آن قسمت بدن را تنظیم می‌کند.

گیرندهٔ شیمیایی در پای مگس [گفتار ۳- فصل ۲ یازدهم] در مگس گیرنده‌های شیمیایی که مزه‌ها را تشخیص می‌دهند، در موهای حسی روی پاهای آن قرار دارند. مگس‌ها به کمک این گیرنده‌ها، انواع مولکول‌ها را تشخیص می‌دهند.

گیرندهٔ مکانیکی در پای جیرجیرک [گفتار ۳- فصل ۲ یازدهم] روی پاهای جلویی جیرجیرک یک محفظهٔ هوا وجود دارد که پردهٔ صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی متصل به پرده را تحریک کرده و جانور صدا را دریافت می‌کند.



چشم مرکب در حشرات [گفتار ۳- فصل ۲ یازدهم] چشم مرکب که در حشرات دیده می‌شود، از تعداد زیادی واحد بینایی تشکیل شده است. هر واحد بینایی، یک عدسی و تعدادی گیرندهٔ نوری دارد. هر یک از این واحدها، تصویر کوچکی از بخشی از میدان بینایی را ایجاد می‌کنند. دستگاه عصبی جانور، این اطلاعات را یکپارچه و تصویری موزائیکی ایجاد می‌کند.

نکته گیرنده‌های نوری برخی حشرات مانند زنبور، پرتوهای فرابنفش را نیز دریافت می‌کنند.

اسکلت بیرونی در حشرات [گفتار ۲- فصل ۳ یازدهم] حشرات و حلزون‌ها نمونه‌هایی از جانوران دارای اسکلت بیرونی هستند. در این جانوران، اسکلت علاوه‌بر کمک به حرکت، وظیفهٔ حفاظتی هم دارد. با افزایش اندازهٔ این جانور، اسکلت خارجی آن هم باید بزرگ‌تر و ضخیم‌تر شود. بزرگ بودن اسکلت خارجی باعث سنگین‌تر شدن آن می‌شود که در حرکات جانور محدودیت ایجاد می‌کند. به همین علت، اندازهٔ این جانوران از حد خاصی بیشتر نمی‌شود.

دستگاه ایمنی در حشرات [گفتار ۳- فصل ۵ یازدهم] همهٔ جانوران ایمنی غیراختصاصی دارند، اما ایمنی اختصاصی اساساً در مهره‌داران دیده می‌شود. با وجود این، سازوکارهایی در بی‌مهرگان یافت شده است که مشابه ایمنی اختصاصی عمل می‌کنند. به عنوان مثال، در مگس میوه (نوعی حشره)، مولکولی کشف شده است که می‌تواند به صدها شکل مختلف درآید و آنتی‌ژن‌های مختلفی را شناسایی کند.

گرده‌افشانی توسط حشرات [گفتار ۲- فصل ۸ یازدهم] جانورانی که گرده‌ها را از گلی به گل دیگر منتقل می‌کنند، گرده‌افشان نامیده می‌شوند. پیکر این جانوران، هنگام تغذیه از گل‌ها به دانه‌های گرده آغشته می‌شود و بدین‌ترتیب، دانه‌های گرده را از گلی به گل دیگر منتقل می‌کنند.

نکته گوناگونی حشرات در زیستگاهی با گیاهان گلدار بیشتر است.

نکته اکثر گرده‌افشان‌ها حشره‌اند و گرده‌افشانی بسیاری از گیاهان کشاورزی و درختان میوه به کمک آن‌ها انجام می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکات تکمیلی حشرات از فصل‌های گیاهی

۱- بعضی از گیاهان، مثل گیاه توبره‌واش، گوشت‌خوار هستند و از حشرات تغذیه می‌کنند.

۲- حشره‌های کوچک نمی‌توانند روی برگ‌های کرک‌دار به‌راحتی حرکت کنند؛ هم‌چنین اگر گیاه مواد چسبناک ترشح کند، حرکت حشره دشوارتر و گاه غیرممکن می‌شود.

۳- بعضی گیاهان در پاسخ به زخم، ترکیباتی ترشح می‌کنند که در محافظت از آن‌ها نقش دارند. گاه حجم این ترکیبات آن‌قدر زیاد است که حشره در آن به دام می‌افتد. با سخت‌شدن این ترکیبات، سنگواره‌هایی ایجاد می‌شود که حشره در آن حفظ شده است.

۴- نوعی حشره، از برگ درخت آکاسیا تغذیه می‌کند. نوعی مورچه که روی درخت آکاسیا زندگی می‌کند، به این حشره و هم‌چنین پستانداران کوچک و گیاهان دارزی حمله و از درخت آکاسیا محافظت می‌کند. مواد ترشح‌شده از گل آکاسیا هنگام باز شدن، باعث فراری‌دادن مورچه‌ها می‌شود تا مورچه‌ها به زنبورها حمله نکنند و گرده‌افشانی انجام شود.

۵- لارو نوعی حشره، از برگ گیاه تنباکو تغذیه می‌کند. نیکوتین، بر روی لارو این حشره تأثیری ندارد. زنبور وحشی، تحت تأثیر مواد فرار ترشح‌شده توسط برگ آسیب‌دیده، روی لارو تخم‌گذاری می‌کند. نوزادان زنبور با تغذیه از لارو، باعث مرگ آن می‌شوند.

مارها

نکته مارها، گروهی از خزندگان هستند.

مثال مار زنگی و مار آبی

گیرندهٔ فروسرخ در مارها [گفتار ۳- فصل ۲ یازدهم] برخی مارها می‌توانند پرتوهای فروسرخ را تشخیص دهند. در جلو و زیر هر چشم مار زنگی سوراخی است که گیرنده‌های پرتوهای فروسرخ در آن قرار دارند. به کمک این گیرنده‌ها، مار پرتوهای فروسرخ تابیده از بدن شکار را دریافت و محل آن را در تاریکی تشخیص می‌دهد.

فرومون‌ها در مارها [گفتار ۳- فصل ۲ یازدهم] مارها قادرند با گیرنده‌های شیمیایی زبانشان، فرومون‌های موجود در هوا را تشخیص دهند و از وجود جانوران در اطراف خود آگاه شوند.

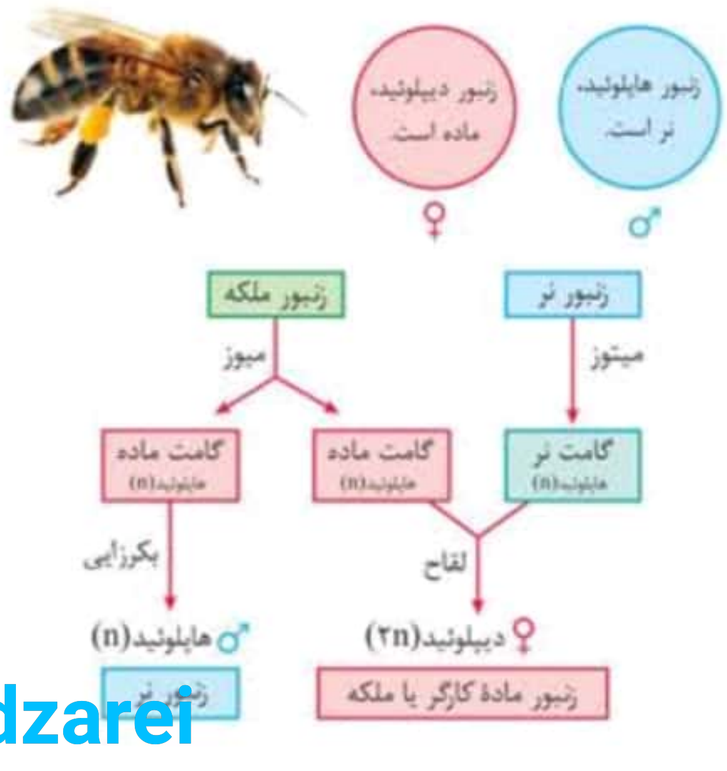
در بکرزایی، جانور ماده می‌تواند به تنهایی و مستقل از فرد نر، تولیدمثل کند و زادهٔ جدید را به‌وجود آورد. در ادامه، به بررسی بکرزایی در زنبور عسل و مار ماده می‌پردازیم.

نکته بکرزایی فقط در افراد ماده مشاهده می‌شود. *این‌جا هم حق مردا رو خوردن!*

□ بکرزایی در زنبور عسل

در زنبورهای عسل، جنس ماده به صورت زنبور ملکه یا زنبور کارگر مشاهده می‌شود. **زنبورهای کارگر عقیم (نازا) هستند و فقط زنبور ملکه است که می‌تواند تولیدمثل انجام دهد.** افراد مادهٔ زنبورهای عسل، دیپلوئید ($2n$) هستند. بنابراین، زنبور ملکه می‌تواند میوز کند و تخمک هاپلوئید (n) را بسازد. اما این تخمک، دو سرنوشت متفاوت می‌تواند داشته باشد:

۱- لقاح تخمک؛ تولید زنبور ماده: ممکن است که تخمک با اسپرم‌های تولیدشده توسط زنبور نر لقاح یابد. در این حالت، یاختهٔ تخم دیپلوئید ($2n$) به‌وجود می‌آید که با رشد و نمو خود، جاندار مادهٔ دیپلوئید را می‌سازد. دقت داشته باشید که **هر زنبور حاصل از لقاح، حتماً زنبوری ماده خواهد بود.** *اگه می‌فواید بدونین چرا اینجوری هست، به نکتهٔ زیر دقت کنین.*



نکته در زنبور عسل، تعیین جنسیت بر اساس تعداد مجموعه‌های کروموزومی صورت می‌گیرد زنبور عسلی که دیپلوئید باشد و دو مجموعهٔ کروموزومی داشته باشد، زنبور عسل ماده است، اما زنبور عسل هاپلوئید، که فقط یک مجموعهٔ کروموزومی دارد، زنبور عسل نر است.

۲- بکرزایی؛ تولید زنبور نر: اگر تخمک بدون لقاح شروع به تقسیم کند، جانداری تولید می‌شود که هاپلوئید است. در این حالت، زنبور عسلی که تولید می‌شود، نر است. دقت داشته باشید که **زنبور عسل نر، هاپلوئید است و زنبور عسل ماده، دیپلوئید.**

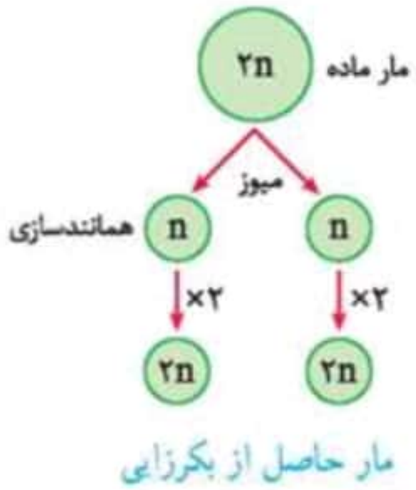
نکته در زنبور عسل نر، توانایی میوز وجود ندارد. بنابراین، تولید گامت در زنبور عسل نر، با تقسیم میتوز انجام می‌شود.

نکته در زنبور عسل، هر زنبور حاصل از لقاح، ماده است و اگر زنبوری بدون لقاح و با بکرزایی تولید شود، نر خواهد بود. دقت داشته باشید که زنبور عسل ماده، ممکن است کارگر یا ملکه باشد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته زنبورهای عسل ماده، دیپلوئید هستند، ولی فقط زنبور عسل ملکه توانایی تولیدمثل را دارد. بنابراین، فقط زنبور عسل ملکه است که توانایی انجام تقسیم میوز را دارد.

❑ بکرزایی در مار ماده



مار حاصل از بکرزایی

مار ماده، جانداری دیپلوئید است و می‌تواند با تقسیم میوز، تخمک هاپلوئید را تولید کند. اگر در اطراف مار ماده، مار نر نیز وجود داشته باشد، امکان لقاح بین اسپرم و تخمک و تولید یاختهٔ تخم وجود دارد، اما اگر جنس نر وجود نداشته باشد، **از روی کروموزوم‌های تخمک با همانندسازی یک نسخه ساخته می‌شود و تعداد کروموزوم‌های تخمک دو برابر می‌شوند.** در واقع، تخمک با همانندسازی کروموزوم‌های خود، تعداد کروموزوم‌های خود را دو برابر می‌کند و دیپلوئید می‌شود. سپس، یاختهٔ دیپلوئید شروع به تقسیم می‌کند و **جاندار دیپلوئید را به‌وجود می‌آورد.**

این درسنامه رو خوب یاد بگیرین! مطالب مهمی داره و احتمال سؤال اومدن از اونا زیاده!

شکل «انواع بکرزایی»

- ✓ تمام مارهای حاصل از بکرزایی، دیپلوئید هستند. ولی زنبورهای حاصل از بکرزایی، هاپلوئید هستند.
- ✓ همهٔ زنبورهای حاصل از بکرزایی، هاپلوئید و نر هستند. همهٔ زنبورهای حاصل از لقاح، دیپلوئید و ماده هستند.
- ✓ در زنبور عسل نر، تولید گامت با تقسیم میتوز انجام می‌شود.
- ✓ زنبور ماده، ممکن است کارگر یا ملکه باشد. فقط زنبور ملکه و زنبورهای نر می‌توانند تولیدمثل انجام دهند.

درسنامهٔ ۲۱ تغذیه و حفاظت جنین

بعد از این‌که جنین به‌وجود اومد، باید تغذیه بشه و ازش محافظت بشه تا در نهایت، بتونه به نوزاد تبدیل بشه. در جانوران مختلف، روش‌های مختلفی برای تغذیه و حفاظت از جنین وجود داره. این روش‌ها رو در چند بخش بررسی می‌کنیم.

اندوختهٔ غذایی تخمک و اندازهٔ آن

تا چند روز پس از لقاح و تشکیل یاختهٔ تخم، جنین از اندوختهٔ غذایی تخمک تغذیه می‌کند. اندوختهٔ غذایی، مخلوطی از مواد مغذی متفاوت است.

❑ اندازهٔ تخمک

با توجه به میزان اندوختهٔ غذایی، اندازهٔ تخمک نیز متفاوت است. میزان اندوختهٔ غذایی نیز بستگی به مدت زمانی دارد که جنین از اندوختهٔ غذایی تخمک استفاده می‌کند. در نتیجه، **میزان اندوختهٔ غذایی تخمک در جانوران تخم‌گذار، معمولاً زیاد است.**

۱- ماهی‌ها و دوزیستان: در این جانوران، **طول دورهٔ جنینی کوتاه است** و جنین مدت کمی از اندوختهٔ غذایی تخمک استفاده می‌کند. به همین دلیل، میزان اندوختهٔ غذایی کم است و اندازهٔ تخمک نیز کوچک می‌باشد.

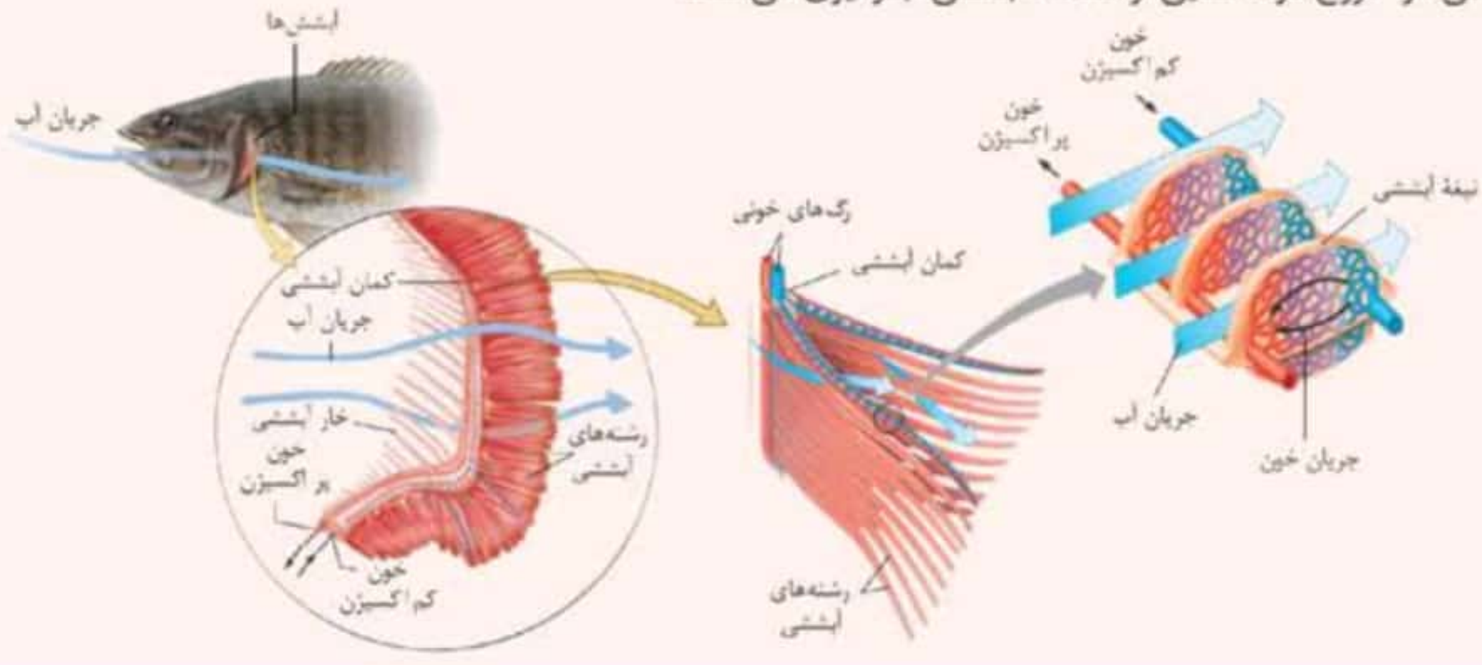
همه چیز دربارهٔ

ماهی‌ها

مثال ماهیان غضروفی (کوسه و سفره‌ماهی)، ماهیان آب شیرین (ماهی قرمز)، ماهیان دریایی، اسبک‌ماهی

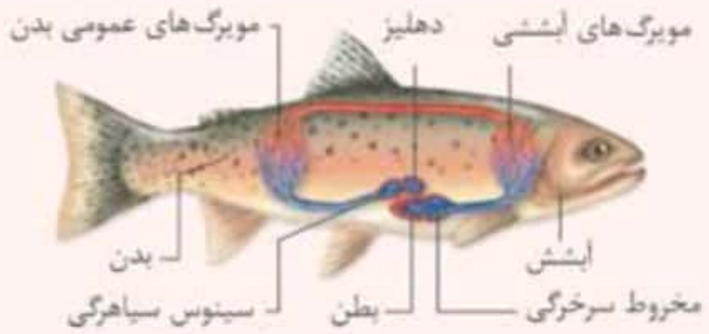
تنفس آبششی [کفتار ۳- فصل ۳ دهم] در ماهیان بالغ و دوزیستان نابالغ، تبادل گاز از طریق سطوح آبشش انجام می‌شود و بسیار کارآمد است. جهت حرکت خون در مویرگ‌ها، و عبور آب در طرفین تیغه‌های آبششی برخلاف یکدیگر است.

نکته خارهای آبششی، از خروج مواد غذایی از شکاف آبششی جلوگیری می‌کنند.

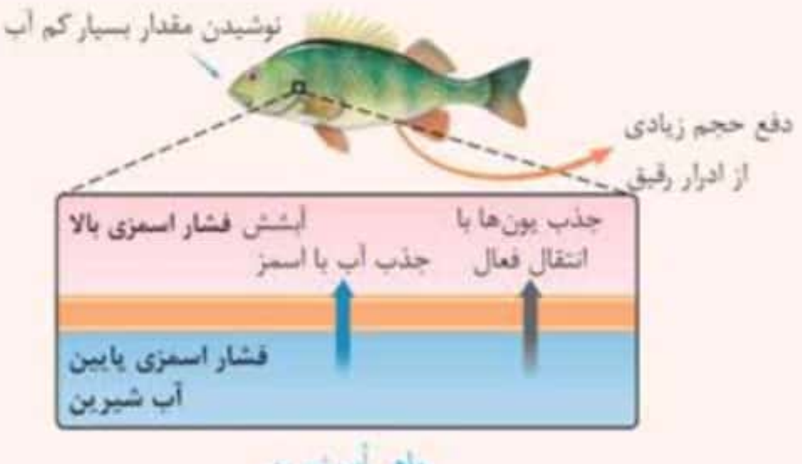


@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

گردش خون ساده در ماهی‌ها [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] تمامی مهره‌داران، سامانهٔ گردشی بسته دارند. گردش خون بسته در ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان، ساده است. در گردش خون ساده، خون، ضمن یک بار گردش در بدن، یک بار از قلب دوحفره‌ای آن عبور می‌کند. مزیت این سیستم، انتقال یک‌بارهٔ خون اکسیژن‌دار به تمام مویرگ‌های اندام‌هاست.



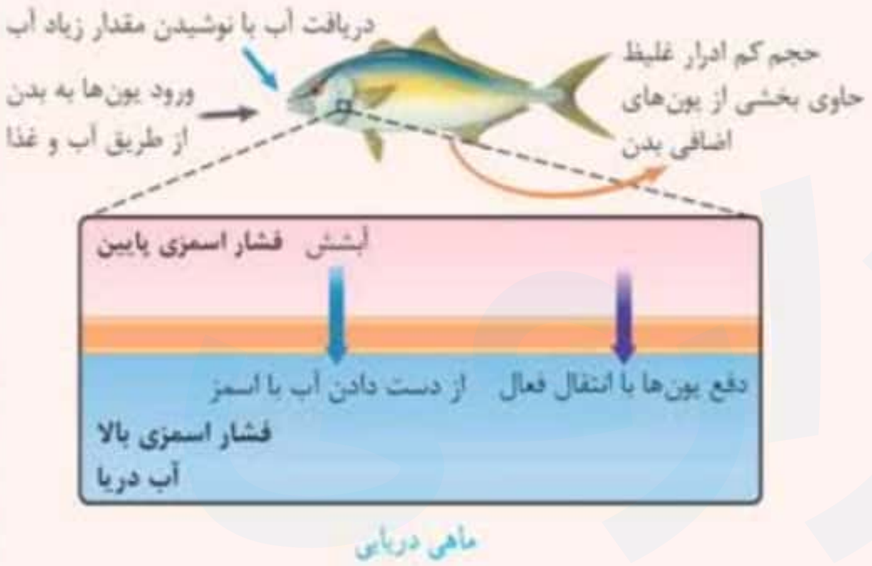
تنظیم اسمزی در ماهیان آب شیرین [گفتار ۳- فصل ۵ دهم] در ماهیان آب شیرین (مثل ماهی قرمز)، فشار اسمزی مایعات بدن از آب بیشتر است؛ بنابراین، آب می‌تواند وارد بدن شود. برای مقابله با چنین مشکلی، ماهیان آب شیرین معمولاً آب زیادی نمی‌نوشند. هم‌چنین بدن آن‌ها با مادهٔ مخاطی پوشیده شده است که مانع ورود آب به بدن می‌شود. جذب نمک و یون‌ها با انتقال فعال از آبشش‌هاست. این ماهی‌ها، حجم زیادی از آب را به صورت ادرار رقیق دفع می‌کنند.



ماهی آب شیرین

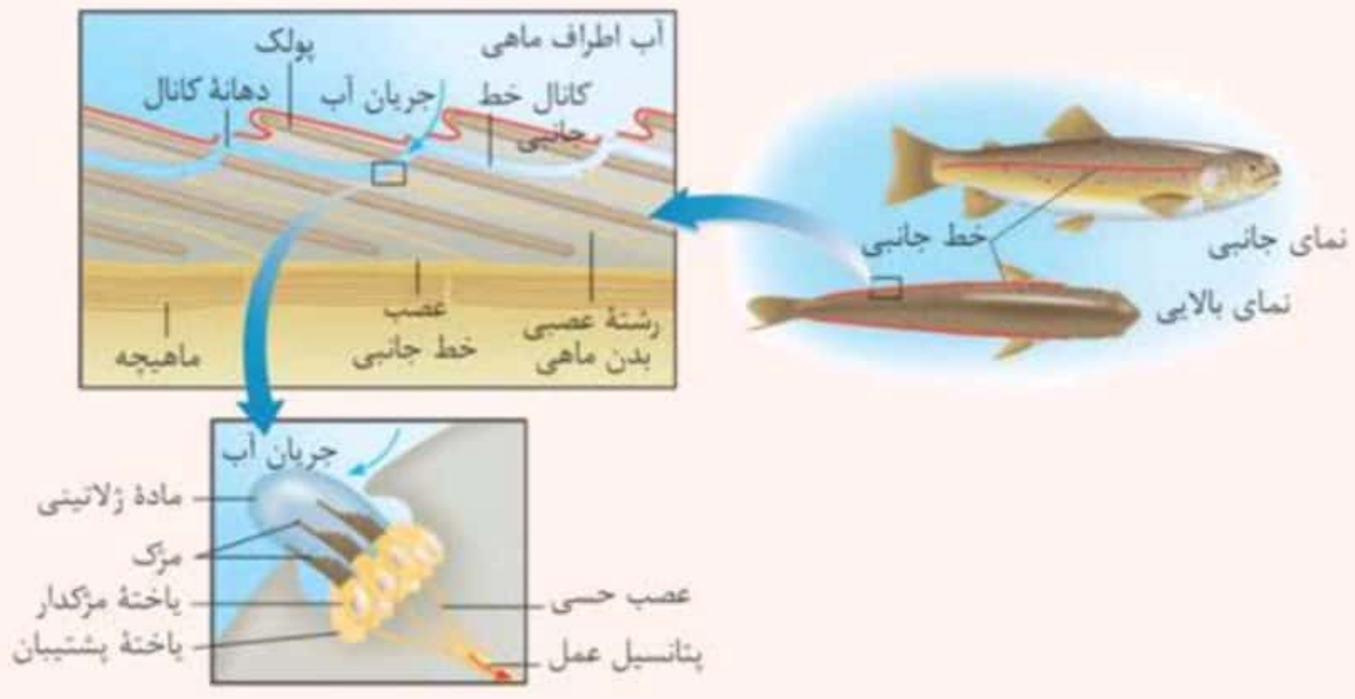
نکته در سطح بدن ماهیان آب شیرین، سطح بدن دوزیستان (مثل قورباغه) و هم‌چنین، مجاری تنفسی، گوارشی و ادراری ـ تناسلی انسان، مایع مخاطی دیده می‌شود.

تنظیم اسمزی در ماهیان دریایی [گفتار ۳- فصل ۵ دهم] در ماهیان دریایی، فشار اسمزی مایعات بدن کم‌تر از آب دریاست. آب، تمایل به خروج از بدن دارد. برای جبران، ماهیان دریایی مقدار زیادی آب می‌نوشند. در این ماهیان، برخی از یون‌ها از طریق یاخته‌های آبشش و برخی، توسط کلیه به صورت ادرار غلیظ دفع می‌شوند. ماهیان غضروفی (مثل کوسه‌ها و سفره‌ماهی‌ها)، علاوه‌بر کلیه‌ها، دارای غدد راست‌روده‌ای هستند که محلول نمک (سدیم کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می‌کنند.



ماهی دریایی

گیرنده‌های مکانیکی در خط جانبی ماهی‌ها [گفتار ۳- فصل ۲ یازدهم] در دو سوی بدن ماهی‌ها ساختاری به‌نام خط جانبی وجود دارد. این ساختار، کانالی در زیر پوست جانور است که از راه سوراخ‌هایی با محیط بیرون ارتباط دارد. درون کانال، یاخته‌های مژکداری قرار دارند که به ارتعاش آب حساس‌اند. مژک‌های این یاخته‌ها با ماده‌ای ژلاتینی در تماس‌اند. جریان آب در کانال، مادهٔ ژلاتینی را به حرکت در می‌آورد. حرکت مادهٔ ژلاتینی، یاخته‌های گیرنده را تحریک می‌کند و ماهی به کمک خط جانبی، از وجود اجسام و جانوران دیگر (شکار و شکارچی) در پیرامون خود آگاه می‌شود.



لوب‌های بویایی ماهی‌ها [گفتار ۳- فصل ۲ یازدهم] لوب‌های بویایی ماهی‌ها از لوب‌های بویایی انسان بزرگ‌تر هستند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

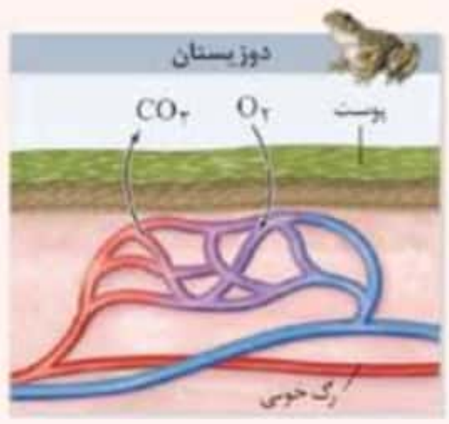
همه چیز دربارهٔ

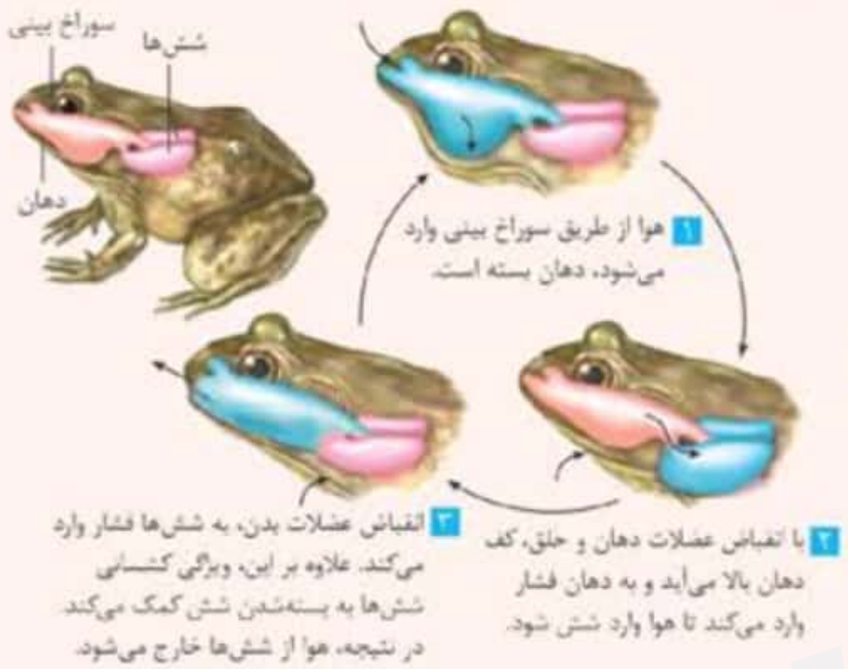
دوزیستان

مثال قورباغه

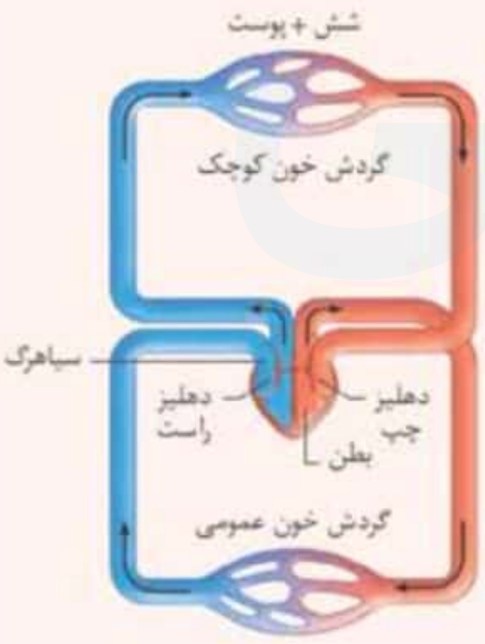
تنفس در دوزیستان [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] در دوزیستان، بیشتر تبادلات گازی از طریق پوست است. پوست دوزیستان، ساده‌ترین ساختار در اندام‌های تنفس مهره‌داران است. در قورباغه‌ها، شبکهٔ مویرگی یکنواخت و وسیعی در زیر پوست قرار دارد که تبادل گازها را با محیط آسان می‌کند. مادهٔ مخاطی لغزنده که پوست دوزیستان را مرطوب نگه می‌دارد، به افزایش کارایی تنفس پوستی کمک می‌کند.

در نوزاد دوزیستان، آبشش وجود دارد اما دوزیستان بالغ، تنفس ششی دارند. سازوکار تهویه‌ای در دوزیستان بالغ، پمپ فشار مثبت است. مثلاً قورباغه به کمک ماهیچه‌های دهان و حلق، با حرکتی شبیه قورت دادن، هوا را با فشار به شش‌ها می‌راند.





گردش خون در دوزیستان [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] تمامی مهره‌داران، سامانهٔ گردشی بسته دارند. گردش خون بسته در ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان، ساده است. در گردش خون ساده، خون، ضمن یک بار گردش در بدن، یک بار از قلب دوحفره‌ای آن عبور می‌کند. مزیت این سیستم، انتقال یک‌بارهٔ خون اکسیژن‌دار به تمام مویرگ‌های اندام‌هاست.



در دوزیستان بالغ، گردش خون مضاعف وجود دارد. خون ضمن یک بار گردش در بدن، دو بار از قلب عبور می‌کند. در این سامانه، قلب به صورت دو تلمبه عمل می‌کند: یک تلمبه با فشار کم‌تر برای تبادلات گازی و تلمبهٔ دیگر با فشار بیشتر برای گردش عمومی فعالیت می‌کند. سامانهٔ گردشی مضاعف، از دوزیستان به بعد، شکل گرفته است. دوزیستان، قلب سه‌حفره‌ای با دو دهلیز و یک بطن دارند که بطن، خون را یک بار به شش‌ها و پوست و سپس به بقیهٔ بدن تلمبه می‌کند.

دفع مواد در دوزیستان [گفتار ۳ - فصل ۵ دهم] کلیهٔ دوزیستان مشابه ماهیان آب شیرین است. مثانهٔ این جانوران، محل ذخیرهٔ آب و یون‌هاست. به هنگام خشک‌شدن محیط، دفع ادرار کم و مثانه برای ذخیرهٔ بیشتر آب، بزرگ‌تر می‌شود و سپس، بازجذب آب از مثانه به خون افزایش پیدا می‌کند.

۲- سایر جانوران تخم‌گذار (به‌جز ماهی و دوزیست): به‌طور کلی، در جانوران تخم‌گذار میزان اندوختهٔ غذایی تخمک زیاد است؛ زیرا، جنین در کل دوران رشد و نمو خود، فقط از اندوختهٔ غذایی تخمک استفاده می‌کنند و ارتباط تغذیه‌ای با مادر خود ندارند. بنابراین، اندازهٔ تخمک جانوران تخم‌گذار بزرگ است.

۳- پستانداران کیسه‌دار و جفت‌دار: در پستانداران، ارتباط تغذیه‌ای بین مادر و جنین وجود دارد و بنابراین، میزان اندوختهٔ غذایی تخمک کم است. در نتیجه، اندازهٔ تخمک نیز کم می‌باشد.

کتاب درسی زیر ذره‌بین

در کتاب درسی می‌خوانیم که «در پستانداران، به دلیل ارتباط خونی بین مادر و جنین، میزان اندوختهٔ غذایی تخمک کم است.» این جمله، فقط در ارتباط با پستانداران جفت‌دار صحیح است. در پستانداران تخم‌گذار (نظیر پلاتی‌پوس)، ارتباط خونی بین مادر و جنین وجود ندارد و تغذیهٔ جنین، توسط اندوختهٔ غذایی تخمک انجام می‌شود. در پستانداران کیسه‌دار، مثل کانگورو، نیز جفت وجود ندارد و ارتباط خونی بین مادر و جنین برقرار نمی‌شود.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

حفاظت از جنین در جانوران دارای لقاح خارجی

تخمک‌های به‌هم‌چسبیده در لقاح خارجی

در **جانورانی که لقاح خارجی دارند، تخمک دیواره‌ای چسبناک و ژله‌ای دارد که پس از لقاح، تخمک‌ها را به هم می‌چسباند.** این لایهٔ ژله‌ای، دو نقش متفاوت در رشد و نمو جنین دارد:

۱- **حفاظت از جنین:** ابتدا، لایهٔ ژله‌ای از جنین در برابر عوامل نامساعد محیطی حفاظت می‌کند.

۲- **غذای اولیهٔ جنین:** لایهٔ ژله‌ای، می‌تواند به‌عنوان غذای اولیه مورد استفادهٔ جنین قرار بگیرد.

نکته در جانوران دارای لقاح خارجی، تغذیهٔ جنین ابتدا توسط اندوختهٔ غذایی تخمک و سپس باکمک لایهٔ ژله‌ای انجام می‌شود.

نکته در اطراف تخمک انسان نیز یک لایهٔ ژله‌ای و شفاف وجود دارد. این لایه، هنگام لقاح توسط آنزیم‌های آکروزومی اسپرم هضم می‌شود.

نکته در لقاح خارجی، چندین تخم به هم می‌چسبند و به صورت دسته‌ای مشاهده می‌شوند.

حفاظت از جنین در جانوران دارای لقاح داخلی

در جانوران دارای لقاح داخلی، روش‌های متفاوتی برای حفاظت از جنین وجود دارد. در ادامه، هر یک از این روش‌ها را بررسی می‌کنیم.

☐ جانوران تخم‌گذار

به‌طور کلی، **در جانوران تخم‌گذار پوستهٔ ضخیمی در اطراف تخم وجود دارد که از جنین محافظت می‌کند.** علاوه‌بر این، جانوران تخم‌گذار روش‌های خاص دیگری نیز برای حفاظت از تخم دارند.

تخم‌های لاک‌پشت

تخم پرنده در آشیانه

۱- **خزندگان (مثل لاک‌پشت‌ها):** تخم‌ها را با ماسه و خاک می‌پوشانند.

همه چیز دربارهٔ

خزندگان

مثال لاک‌پشت‌ها، مار آبی، مار زنگی، کروکودیل

تنفس در خزندگان [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] برخی از مهره‌داران شش‌دار مانند لاک‌پشت‌های آبی، سمندرهای شش‌دار و مارهای آبی، برای کمک به تبادلات گازی، تنفس پوستی نیز انجام می‌دهند.

سازوکار تهویه‌ای در برخی خزندگان، به‌صورت پمپ فشار مثبت و در بیشتر آن‌ها، به صورت سازوکار فشار منفی است. در سازوکار فشار منفی، هوا به وسیلهٔ مکش حاصل از فشار منفی، به شش‌ها وارد می‌شود.

قلب چهارحفره‌ای در خزندگان [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] در خزندگان، گردش خون مضاعف وجود دارد. در پرندگان، پستانداران و خزندگان، قلب چهارحفره‌ای وجود دارد. جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان، پستانداران و برخی خزندگان مثل کروکودیل‌ها رخ می‌دهد.

کلیه در خزندگان [گفتار ۳- فصل ۵ دهم] خزندگان، پرندگان و پستانداران، پیچیده‌ترین شکل کلیه را دارند که متناسب با واپایش تعادل اسمزی مایعات بدن آن‌هاست.

ساختار کلیه در خزندگان و پرندگان مشابه است و توانمندی بازجذب آب زیادی دارد. برخی از خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمکدار مصرف می‌کنند، می‌توانند نمک اضافه را از طریق غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان، به صورت قطره‌های غلیظ دفع کنند.

۲- **پرندگان:** روی تخم‌های خود می‌خوابند.

همه چیز دربارهٔ

پرندگان

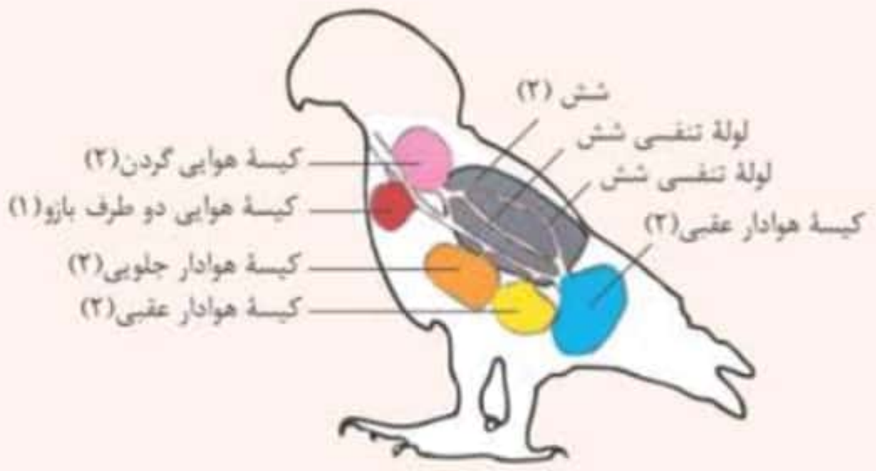
مثال پرندهٔ دانه‌خوار (مثل گنجشک) و پرندگان بیابانی و دریایی

فرایند جذب و استفاده از انرژی در پرندگان [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] جانداران انرژی می‌گیرند؛ از آن برای انجام فعالیت‌های زیستی خود استفاده می‌کنند و بخشی از آن را به صورت گرما از دست می‌دهند؛ مثلاً گنجشک غذا می‌خورد و از انرژی آن برای گرم کردن بدن و نیز برای پرواز و جست‌وجوی غذا استفاده می‌کند.

گوارش غذا در پرندگان [گفتار ۴- فصل ۲ دهم] در کرم خاکی و پرندگان، چینه‌دان وجود دارد که در آن، غذا ذخیره می‌شود. این ساختار به جانور امکان می‌دهد تا با دفعات کم‌تر تغذیه، انرژی موردنیاز خود را تأمین کند. در پرندگان، سنگدان از بخش عقبی معده تشکیل می‌شود و دارای ساختاری ماهیچه‌ای است. سنگ‌ریزه‌هایی که پرنده می‌بلعد، فرایند آسیاب‌کردن غذا را تسهیل می‌کنند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

تنفس در پرندگان [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] پرندگان به علت پرواز، نسبت به سایر مهره‌داران انرژی بیشتری مصرف می‌کنند و بنابراین، به اکسیژن بیشتری نیاز دارند. پرندگان علاوه‌بر شش، دارای ساختارهایی به‌نام کیسه‌های هوادار هستند که کارایی تنفس آن‌ها را نسبت به پستانداران افزایش می‌دهد.



نکته در بدن پرندگان، ۹ کیسهٔ هوادار وجود دارد.

قلب چهارحفره‌ای در پرندگان [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] در پرندگان، گردش خون مضاعف وجود دارد. در پرندگان، پستانداران و خزندگان، قلب چهارحفره‌ای وجود دارد. جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان، پستانداران و برخی خزندگان مثل کروکودیل‌ها رخ می‌دهد. این حالت، حفظ فشار در سامانهٔ گردشی مضاعف را آسان می‌کند. فشار خون بالا برای رساندن سریع مواد غذایی و خون غنی از اکسیژن به بافت‌ها در جانورانی با نیاز انرژی زیاد مهم است.

کلیه در پرندگان [گفتار ۳- فصل ۵ دهم] خزندگان، پرندگان و پستانداران، پیچیده‌ترین شکل کلیه را دارند که متناسب با واپایش تعادل اسمزی مایعات بدن آن‌هاست. ساختار کلیه در خزندگان و پرندگان مشابه است و توانمندی بازجذب آب زیادی دارد. برخی از خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک‌دار مصرف می‌کنند، می‌توانند نمک اضافه را از طریق غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان، به صورت قطره‌های غلیظ دفع کنند.

اندازهٔ نسبی مغز در پرندگان [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] در مهره‌داران، اندازهٔ مغز پستانداران و پرندگان (نسبت به وزن بدن) از بقیه بیشتر است.

۳- پستاندار تخم‌گذار (پلاتی‌پوس): تخم را در بدن خود نگه می‌دارد و **چند روز مانده به تولد نوزاد، تخم‌گذاری می‌کند. سپس، روی تخم‌ها می‌خوابد** تا مراحل نهایی رشد و نمو طی شود.

نکته پلاتی‌پوس و پرندگان، بر روی تخم‌های خود می‌خوابند، اما خزندگان، این کار را نمی‌کنند.

نکته در پرندگان و خزندگان، تخم‌گذاری بلافاصله بعد از لقاح و تشکیل تخم انجام می‌شود، ولی در پلاتی‌پوس، تخم‌گذاری فقط چند روز مانده به تولد انجام می‌شود.

نکته همهٔ جانوران دارای لقاح خارجی، تخم‌گذار محسوب می‌شوند. اما تخم‌گذاری در لقاح داخلی نیز مشاهده می‌شود.

تخم پلاتی‌پوس و خوابیدن پلاتی‌پوس بر روی تخم‌ها

❑ پستانداران کیسه‌دار

در پستانداران کیسه‌دار، مثل کانگورو، **جنین ابتدا درون رحم ابتدایی رشد و نمو خود را آغاز می‌کند.** اما چون پستانداران کیسه‌دار جفت ندارند و اندوختهٔ غذایی تخمک نیز کم است، نوزاد مجبور است به صورت نارس متولد شود. پس از آن، نوزاد نارس خود را به درون کیسه‌ای که بر روی شکم مادر است، می‌رساند. در این‌جا، **نوزاد از غدد شیری درون کیسه تغذیه می‌کند تا مراحل رشد و نموش تکمیل شود.**

نکته قرارگیری نوزاد نارس در کیسهٔ روی شکم مادر، علاوه‌بر نقشی که در تغذیهٔ نوزاد دارد، باعث حفاظت از نوزاد نیز می‌شود.

❑ پستانداران جفت‌دار

در این پستانداران، نظیر انسان، **جنین درون رحم رشد و نمو خود را آغاز می‌کند.** در این جانوران، جفت **ارتباط خونی بین جنین و مادر** را برقرار می‌کند. جنین، از طریق جفت مواد غذایی مورد نیاز خود را به دست می‌آورد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

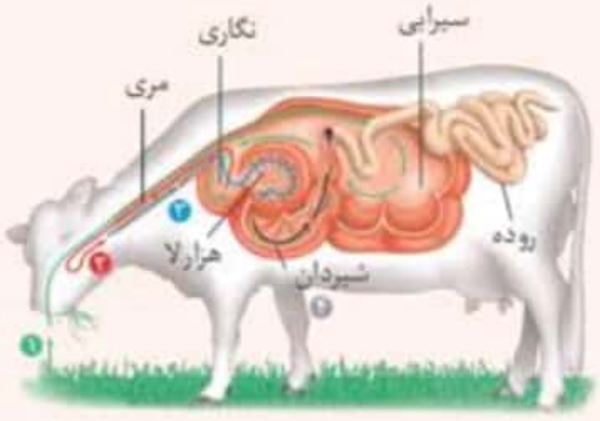
نکته بهترین شرایط ایمنی و تغذیه برای جنین، در پستانداران جفت‌دار وجود دارد.

پس از تولد، تا زمانی که نوزاد بتواند به‌صورت مستقل زندگی کند، از غدد شیری مادر تغذیه می‌کند.

همه چیز دربارهٔ

پستانداران

مثال گوزن، گاو، گوسفند، اسب، گربه، پلاتی‌پوس، کانگورو و انسان



گوارش غذا در نشخوارکنندگان [گفتار ۴- فصل ۲ دهم] پستانداران نشخوارکننده، نظیر گاو و گوسفند، معدهٔ چهارقسمتی دارند. در این جانوران، معده شامل کیسهٔ بزرگی به‌نام سیرابی، بخش کوچکی به نام نگاری، یک اتاقک لایه‌لایه به‌نام هزارلا و معدهٔ واقعی یا شیردان است. این جانوران، به سرعت غذا می‌خورند تا در فرصت مناسب یا مکانی امن، غذا را با نشخوارکردن وارد دهان کنند و بجوند.

نکته در نشخوارکنندگان، وجود میکروب‌ها برای گوارش سلولز ضروری است.

نکته گوارش در نشخوارکنندگانی مانند گاو، به‌دلیل تولید مقدار زیاد گاز متان، با گرم‌شدن کرهٔ زمین رابطه دارد.

گوارش غذا در اسب [گفتار ۴- فصل ۲ دهم] در گیاه‌خواران غیرنشخوارکننده، عمل گوارش میکروبی، پس از گوارش آنزیمی صورت می‌گیرد. مثلاً در اسب، میکروب‌هایی که در رودهٔ کور جانور زندگی می‌کنند، سلولز را آب‌کافت می‌کنند. از آن‌جا که گوارش سلولز در رودهٔ باریک این جانور انجام نمی‌شود، بخشی از مواد غذایی دفع می‌شوند.

قلب چهارحفره‌ای در پستانداران [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] در پستانداران، گردش خون مضاعف وجود دارد. در پرندگان، پستانداران و خزندگان، قلب چهارحفره‌ای وجود دارد. جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان، پستانداران و برخی خزندگان مثل کروکودیل‌ها رخ می‌دهد.

کلیه در پستانداران [گفتار ۳- فصل ۵ دهم] خزندگان، پرندگان و پستانداران، پیچیده‌ترین شکل کلیه را دارند که متناسب با واپایش تعادل اسمزی مایعات بدن آن‌هاست.

اندازهٔ نسبی مغز در پستانداران [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] در مهره‌داران، اندازهٔ مغز پستانداران و پرندگان (نسبت به وزن بدن) از بقیه بیشتر است.

استفاده از فرومون‌ها در گربه [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] گربه‌ها از فرومون‌ها برای تعیین قلمرو استفاده می‌کنند.

تا الان، ویژگی‌های اختصاصی هر گروه از مهره‌داران رو گفتیم؛ اما مهره‌داران یه‌سری ویژگی‌های مشترک هم دارن. کادر بعدی، ویژگی‌های مشترک مهره‌داران رو بیان می‌کنه.

همه چیز دربارهٔ

مهره‌داران

گوارش در مهره‌داران [گفتار ۴- فصل ۲ دهم] در همهٔ مهره‌داران، لولهٔ گوارش وجود دارد. این لوله، در اثر تشکیل مخرج، شکل می‌گیرد و امکان جریان یک‌طرفهٔ غذا را بدون مخلوط‌شدن غذای گوارش‌یافته و مواد دفعی فراهم می‌کند؛ در نتیجه، دستگاه گوارش کامل شکل می‌گیرد.

تنفس در مهره‌داران [گفتار ۳- فصل ۳ دهم] در ماهیان و نوزاد دوزیستان، تنفس آبششی وجود دارد. در دوزیستان بالغ، خزندگان، پرندگان و پستانداران، تنفس ششی دیده می‌شود.

گردش مواد در مهره‌داران [گفتار ۴- فصل ۴ دهم] در همهٔ مهره‌داران، گردش خون بسته وجود دارد. گردش خون بسته در مهره‌داران، می‌تواند به صورت گردش خون ساده یا مضاعف باشد. در ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان، گردش خون ساده وجود دارد. سایر مهره‌داران، گردش خون مضاعف دارند.

دفع مواد و تنظیم اسمزی در مهره‌داران [گفتار ۳- فصل ۵ دهم] انواعی از راهکارها در مهره‌داران برای مقابله با مسائل تنظیم اسمزی وجود دارد و بیشتر آن‌ها سازگاری‌هایی در دستگاه ادراری است. همهٔ مهره‌داران کلیه دارند که ساختار متفاوت، ولی عملکرد مشابهی در میان آن‌ها وجود دارد. مهره‌داران هم‌چنین سیستم گردش خون بسته دارند که خون آن تحت فشار است. این فشار، خون را از غشاها به کلیه‌ها تراوش می‌کند.

ساختار عصبی در مهره‌داران [گفتار ۲- فصل ۱ یازدهم] در مهره‌داران، طناب عصبی پشتی است و بخش جلویی آن برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد. طناب عصبی درون سوراخ مهره‌ها و مغز درون جمجمه‌ای غضروفی یا استخوانی جای گرفته است. در انسان مانند سایر مهره‌داران، دستگاه عصبی شامل دستگاه عصبی مرکزی و محیطی است.

اسکلت در مهره‌داران [گفتار ۲ - فصل ۳ یازدهم] مهره‌داران اسکلت درونی دارند. در انواعی از ماهی‌ها مانند کوسه‌ماهی، جنس این اسکلت از نوع غضروفی است، ولی در سایر مهره‌داران استخوانی است که غضروف نیز دارد. ساختار استخوان این جانوران بسیار شبیه ساختار استخوان انسان است.

دستگاه ایمنی در مهره‌داران [گفتار ۳ - فصل ۵ یازدهم] همهٔ جانوران ایمنی غیراختصاصی دارند، اما ایمنی اختصاصی اساساً در مهره‌داران دیده می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فصل ۸

سال یازدهم

«رویش دانه در لوبیا، روزمینی است.»

در شرایط مناسب، دانه رویش خودش رو شروع می‌کنه. رویش دانهٔ نهاندانگان، می‌تونه به‌صورت روزمینی یا زیرزمینی باشه. در رویش روزمینی، لپه‌ها از زیر خاک خارج می‌شن و می‌تونن تا مدت کوتاهی فتوسنتز هم انجام بدن. به همین دلیل، به لپه‌ها برگ‌های رویانی هم گفته می‌شه.

تولیدمثل نهاندانگان

زندگی ما، بدجوری به گیاهان وابسته هست. بدون گیاهان، هیچ‌کدوم از ما زنده نبودیم؛ چون منشأ اولیهٔ همهٔ غذاهای ما گیاهی است. حتی اگه گیاهان نبودن، همین کتابم به‌دست شما نمی‌رسید؛ چون کاغذش از درختا تهیه شده. پس کیه که ندونه چقدر ما به گیاهان مدیون هستیم؟ برای همین، شناخت تولیدمثل گیاهان برای ما ضروری هست؛ چون از این طریقه که می‌تونیم بفهمیم چجوری میشه گیاهان رو تکثیر کرد. شاید خود شما هم تا حالا گیاهی رو تکثیر کرده باشین؛ مثلاً با قلمه‌زدن، پیوند زدن یا روش‌های دیگه. حتی ممکنه دانهٔ یک گیاه رو در خاک کاشته باشین و منتظر دیدن اولین علائم حیاتیش، روزها منتظر مونده باشین؛ مثل کاری که خیلی از ایرانی‌ها هر سال نزدیک عید انجام میدن تا بتونن سبزهٔ عیدشون رو آماده کنن. پس مطالعهٔ این فصل، کمک می‌کنه خیلی از اتفاقاتی رو که تا الان در اطرافتون می‌دیدین، درک کنین و بفهمین دلیلش چی هست.

این قسمت از سه گفتار تشکیل شده که گفتار اول، تقریباً مستقل از گفتارهای بعدی است، اما دو گفتار بعدی، ارتباط زیادی به هم دارن. در ابتدا، ما روش‌های تولیدمثل غیرجنسی گیاهان رو یاد می‌گیریم و بعد از اون، دربارهٔ تولیدمثل جنسی صحبت می‌کنیم. در اینجا، از شروع تشکیل گامت‌ها در گیاهان تا تشکیل دانه و نهایتاً رویش دانه صحبت می‌کنیم. علاوه‌بر این، بیشتر راجع به انواع ساختارهای گیاهان، به‌خصوص ساختارهای زایشی گیاهان گلدار صحبت می‌کنیم و متوجه می‌شیم که مثلاً گل و میوه چی هستن. می‌فهمیم که چرا به بعضی از گیاهان می‌گن تک‌لپه و بعضی دیگشون، دولپه هستن. تازه متوجه می‌شیم که برای گیاهان هم، سن‌وسال مطرح هست و گیاهان مختلف، عمر متفاوتی دارن؛ یکی چند هفته بیشتر زنده نیست و یکی دیگه، می‌تونه قرن‌ها زندگی کنه. در نهایت می‌فهمیم که گیاهان هم به جانوران وابستگی دارن و این یه رابطهٔ دوطرفه هست؛ مثل جانورانی که میوه رو می‌خورن و در واقع با این کارشون، به گیاه لطف می‌کنن، چون دانه‌ها رو پراکنده می‌کنن. یا مهم‌تر از اون، جانورانی که گرده‌افشانی رو انجام می‌دن تا اصلاً گیاهان بتونن تولیدمثل جنسی داشته باشن؛ مثل زنبور که برای این کارش، کلی معروفه:

«غزل به روی گلت گرم گرده‌افشانی است و گرده شهد تو شیرین، دهان کندو را»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکروطبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تست‌های این ۳ تا کتاب لذت ببری. 😊

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

تولیدمثل غیرجنسی

درسنامهٔ ۱ انواع گیاهان

خُب بالاخره رسیدیم به گیاهی. می‌خوایم این فصل رو با یه یادآوری از کتاب‌های علوم شروع کنیم. اگه حوصله ندارین، میتونین کلاً بیخیال این درسنامه بشید و مستقیماً برید سراغ درسنامهٔ بعدی.

دانشمندان، جانداران را در پنج گروه مختلف قرار می‌دهند که هر گروه، یک فرمانرو نامیده می‌شود. باکتری‌ها، آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران، ۵ فرمانروی جانداران می‌باشند. زندگی انسان و سایر جانوران، به گیاهان وابسته است. زیرا، گیاهان در فرایند فتوسنتز، می‌توانند مواد غذایی تولید کنند.

انواع گیاهان

گیاهان را بر اساس داشتن یا نداشتن آوند، به دو گروه گیاهان آونددار و گیاهان بدون آوند تقسیم می‌کنند. خزه‌ها، گیاهان بدون آوند هستند. سرخس‌ها، بازدانگان و نهاندانگان، گیاهان آونددار هستند. در بین گیاهان آونددار، بازدانگان و نهاندانگان، گیاهانی هستند که می‌توانند با تولید دانه، تولیدمثل کنند. جدول زیر، خلاصه‌ای از رده‌بندی گیاهان را نشان می‌دهد.

رده‌بندی گیاهان				مثال
بدون آوند	خزه‌ها		بدون دانه	خزه
آونددار	سرخس‌ها (نهانزادان آوندی)		بدون دانه	سرخس
	بازدانگان	مخروطیان	دانه‌دار	سرو و کاج
	نهاندانگان	تک‌لپه‌ای	دانه‌دار	ذرت، گندم
		دولپه‌ای	دانه‌دار	حبوبات (لوبیا، نخود و ...)، گل سرخ

گیاهان بدون آوند

❑ خزه‌ها

اولین و قدیمی‌ترین گیاهان کرهٔ زمین، خزه‌ها می‌باشند. خزه‌ها، گیاهانی کوتاه می‌باشند که حداکثر چند سانتی‌متر ارتفاع دارند و فقط در مکان‌های مرطوب رشد می‌کنند. وجود این گیاهان در روی زمین، باعث ایجاد پوششی مخمل‌مانند می‌شود. برخلاف سایر گیاهان، خزه‌ها دارای برگ، ساقه و ریشهٔ حقیقی نیستند؛ زیرا، همهٔ اندام‌های گیاه از سلول‌های مشابهی تشکیل شده‌اند. تولیدمثل در خزه‌ها، با کمک تولید هاگ انجام می‌شود و توانایی تولید دانه، وجود ندارد. در رأس میلهٔ خزه، هاگدان قرار دارد که محل تولید هاگ‌های خزه می‌باشد. با قرارگیری هاگ خزه در محل مرطوب، رشد می‌کند و خزهٔ جدید ایجاد می‌شود.

نکته همانطور که گفتم، قسمت‌های مختلف خزه‌ها از سلول‌های مشابه ساخته شده‌اند؛ بنابراین، خزه‌ها، برخلاف سایر گیاهان، بافت و سیستم بافتی ندارند.

نکته عدم وجود آوند و سیستم‌های بافتی، باعث می‌شود که توانایی رشد خزه‌ها محدود باشد و این گیاهان، اندازه‌ای کوچک داشته باشند.

پوشش مخملی خزه‌ها

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

گیاهان آوندار

❑ سرخس‌ها (نهانزادان آوندی)

سرخس‌ها هم مثل خزه‌ها، بدون دانه و با تولید هاگ، تولیدمثل می‌کنند. اما سرخس‌ها، آوند دارند و اولین گیاهان آوندی محسوب می‌شوند. در سرخس‌ها، ساقه در زیر زمین قرار می‌گیرد و برگ‌های گیاه، توسط دمبرگ‌های طویل به ساقه متصل می‌شوند. این دمبرگ‌ها، ظاهری مشابه شاخه دارند و به همین دلیل، به برگ‌های سرخس، برگ‌شاخه گفته می‌شود. در سطح پشتی برگ‌های سرخس، هاگدان‌ها تجمع پیدا می‌کنند و برآمدگی‌هایی به رنگ نارنجی یا قهوه‌ای ایجاد می‌کنند که به آن‌ها، هاگینه گفته می‌شود. در سرخس‌ها هم مثل خزه‌ها، هاگ‌ها پس از قرارگیری در محیط مرطوب، رشد می‌کنند و گیاه جدید را ایجاد می‌کنند.

هاگینه؛ اجتماع هاگدان‌های سرخس

❑ بازدانگان

بازدانگان و نهاندانگان، برای تولیدمثل، دانه تولید می‌کنند. البته، بازدانگان برخلاف نهاندانگان، گل و میوه ندارند. کاج و سرو، مثال‌های آشنای بازدانگان می‌باشند.

کاج و سرو، دارای مخروط‌های نر و ماده هستند. هر مخروط، اجتماع تعداد زیادی پولک می‌باشد. دانهٔ بازدانگان، روی پولک‌های مخروط ماده تشکیل می‌شود.

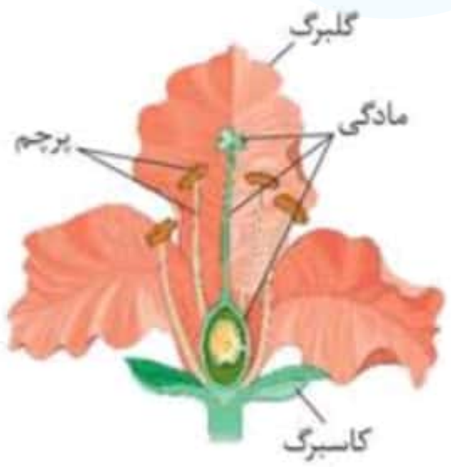
مخروط نر

مخروط ماده

نکته در نهاندانگان، دانه درون میوه تشکیل می‌شود ولی در بازدانگان، دانه روی پولک‌های مخروط ماده تشکیل می‌شود.

❑ نهاندانگان

نهاندانگان، گروهی از گیاهان دانه‌دار هستند که دارای گل می‌باشند. گل، بخش تولیدمثلی گیاه محسوب می‌شود که از بخش‌های مختلفی تشکیل شده است؛ کاسبرگ، گلبرگ، پرچم و مادگی، اجزای گل می‌باشند. در این گیاهان، دانه‌ها درون میوه قرار می‌گیرند و به همین دلیل، به آن‌ها نهان‌دانه گفته می‌شود. نهان‌دانگان، به دو گروه تک‌لپه‌ای‌ها و دولپه‌ای تقسیم می‌شوند. در دانهٔ تک‌لپه‌ای‌ها، فقط یک لپه وجود دارد ولی دانهٔ دولپه‌ای‌ها دارای دو لپه می‌باشد. علاوه‌بر این، گیاهان تک‌لپه و دولپه، تفاوت‌های دیگری نیز دارند که در جدول زیر، مشخص شده‌اند. البته، آرایش دسته‌جات آوندی در ریشهٔ گیاهان تک‌لپه‌ای و دولپه‌ای نیز متفاوت است ولی در این شکل نشان داده نشده است.



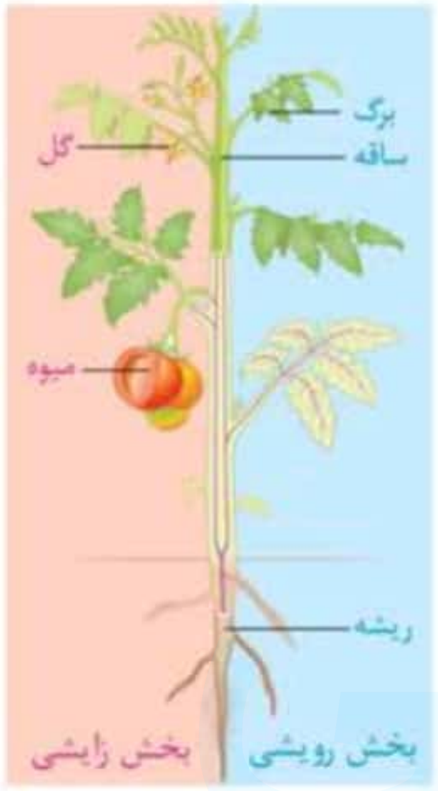
نوع گیاه	تعداد لپه‌ها	برگ	ساقه	تعداد گلبرگ	ریشه
تک‌لپه‌ای	یک لپه	برگ نواری رگبرگ‌های موازی	دسته‌جات آوندی پراکنده	مضربی از ۳	ریشهٔ افشان
دولپه‌ای	دو لپه	برگ پهن رگبرگ‌های منشعب	دسته‌جات آوندی منظم و بر روی یک حلقه	مضربی از ۴ یا ۵	ریشهٔ مستقیم

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

خب، قبل از اینکه بریم سراغ ادامهٔ مطالب، بیاین یه جمع‌بندی راجع به چیزایی که تا اینجا گفتیم داشته باشیم.

نوع گیاه	آوند	ریشه، ساقه و برگ حقیقی	روش پراکنده‌شدن در محیط	تولید دانه	مخروط	گل	میوه
خزه	ندارد	ندارد	هاگ	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد
سرخس	+	+	هاگ	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد
بازدانه	+	+	دانه	+	+	ندارد	ندارد
نهاندانه	+	+	دانه	+	ندارد	+	+

درسنامهٔ ۲ تولیدمثل نهاندانگان



در اقدامی جالب و عجیب، کتاب درسی فقط تولیدمثل نهاندانگان رو بررسی کرده! در حالی‌که در سال‌های قبل، تولیدمثل بقیهٔ انواع گیاهان نیز بررسی می‌شد. خُب، این موضوع به نفع شماست؛ چون هم به‌جورایی مباحثتون آسون‌تر شده و هم اینکه چیزای بیشتری راجع به نهاندانگان یاد می‌گیرید، گیاهانی که بیشتر باهاشون سروکار دارین.

دانه، ساختاری است که طی تولیدمثل جنسی در بازدانگان و نهاندانگان تولید می‌شود. در نهاندانگان، تولید دانه درون **گل** صورت می‌گیرد.

نکته برگ، ساقه و ریشه، اندام‌های رویشی گیاهان[1] هستند ولی **گل[2] و میوه، اندام‌های زایشی محسوب می‌شوند.**

تولید گل برای گیاهان، هزینه‌بر است؛ به‌ویژه گل‌هایی که دارای رنگ‌های متنوع، ترکیبات معطر و شهد هستند. *حالا منظور از «هزینه» چی هست؟ یعنی باید پول بدن واسه ساختن گل؟! بریم یه نگاهی به فصل آخر زیست دهم بندازیم!*

آن‌چه گذشت |گفتار ۳- فصل ۷ دهم| در گل‌دهی یا تولید میوه، گاهی تعداد محل‌های مصرف، بیشتر از آن است که محل‌های منبع بتوانند مواد غذایی آن‌ها را فراهم کنند. در این موارد ممکن است گیاه به حذف بعضی گل‌ها، دانه‌ها یا میوه‌های خود اقدام کند تا مقدار کافی مواد قندی به محل‌های مصرف باقی‌مانده برسد.

پس **منظور از هزینه‌بر بودن تولید گل، تأمین‌کردن مواد لازم برای گل‌دهی است؛** مثل مواد قندی که باید توسط اندام‌های فتوسنتزکننده تولید شوند و بعد، برای گل‌دهی مصرف شوند. *دیگه مشخصه که تولید این مواد و انتقالشون به بخش‌های دیگه، چقدر انرژی نیاز داره. ولی همین که گیاهان نهاندانه فسیس نیستن و خوب برای گل‌دهی فرج می‌کنن، به‌نفعشون شده.* امروزه، **گیاهان نهاندانه، بیشترین گیاهان روی زمین هستند** و توانسته‌اند پهنهٔ وسیعی از زمین را به خود اختصاص دهند.

آن‌چه گذشت |گفتار ۱- فصل ۶ دهم| نهاندانگان، بیشترین گونه‌های گیاهی روی زمین را تشکیل می‌دهند.

گرده‌افشانی توسط حشرات

نکته **تنوع جانورانی مانند حشرات، در زیستگاهی با گیاهان گلدار بیشتر است.** در ادامهٔ فصل می‌خوانیم که دلیل این تنوع بیشتر، مربوط به گرده‌افشانی گل‌ها توسط حشرات گرده‌افشان است.

درسنامهٔ ۳ تولیدمثل غیرجنسی با بخش‌های رویشی

قبلاً (در ابتدای فصل ۷) گفتیم که تولیدمثل می‌تواند جنسی یا غیرجنسی باشد. در تولیدمثل غیرجنسی، فقط یک والد شرکت دارد. **گیاهان نیز می‌توانند به روش جنسی و غیرجنسی تکثیر پیدا کنند.** سه شیوهٔ کلی برای تولیدمثل غیرجنسی نهاندانگان وجود دارد:

۱- **تکثیر با بخش‌های رویشی:** مثل قلمه‌زدن، پیوند زدن و خواباندن.

مثال روی ریشهٔ درخت آلبالو، جوانه‌هایی تشکیل می‌شوند که از رشد آن‌ها، درخت‌های جدید آلبالو ایجاد می‌شوند.

آن‌چه گذشت |گفتار ۳- فصل ۶ دهم| سرلادهای نخستین ساقه، عمدتاً در جوانه‌ها قرار دارند. جوانه‌ها مجموعه‌ای از یاخته‌های سرلادی و برگ‌های بسیار جوان هستند. اما در این فصل متوجه شدیم که ریشه هم می‌تواند دارای جوانه باشد[3]. *برای درک بهتر، به شکل‌های بعدی هم دقت کنید.*

۱- از اینجا به بعد تا انتهای فصل، «گیاه» همواره به‌معنی گیاه نهاندانه به‌کار برده می‌شود؛ در سایر موارد، به نوع گیاه اشاره می‌شود.

۲- البته در ادامهٔ فصل می‌خوانیم که کاسبرگ و گلبرگ، بخش‌های رویشی گل هستند و پرچم و مادگی، بخش‌های زایشی گل محسوب می‌شوند.

۳- جوانه‌ها، به‌طور معمول در ساقه قرار دارند و در بخش‌های دیگر گیاه، مشاهده نمی‌شوند. بر اساس محل قرارگیری، جوانه‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند: ۱- جوانه‌های انتهایی، ۲- جوانه‌های جانبی و ۳- جوانه‌هایی که در جای طبیعی نیستند! جوانه‌های ریشه، مثالی از جوانه‌های دستهٔ سوم هستند. هلو، سیب، گیلاس و آلبالو، مثال‌هایی از گیاهانی هستند که چنین جوانه‌هایی دارند و می‌توانند با کمک این جوانه‌ها، تولیدمثل غیرجنسی انجام دهند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته انسان برای تکثیر گیاهان، **معمولاً** از تکثیر رویشی استفاده می‌کند.

ریشهٔ دارای جوانه در یک گیاه نهاندانه

ساقه‌های متعدد ریشهٔ آلبالو

تکثیر رویشی با کمک جوانه‌های ریشه

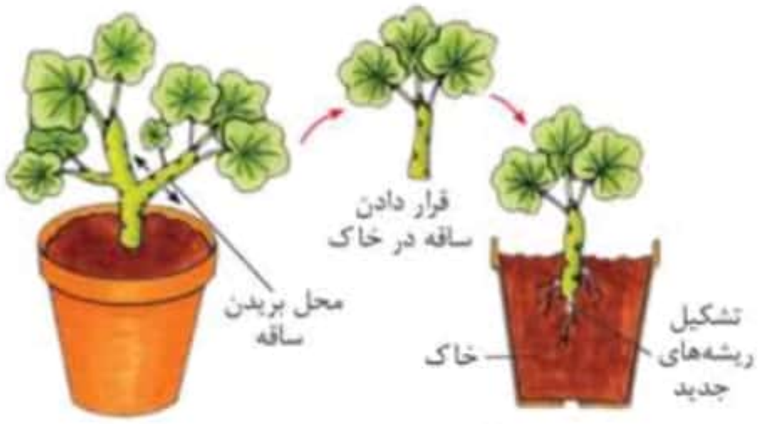
۲- تکثیر با کمک ساقه‌های تخصص‌یافته برای تولیدمثل غیرجنسی: نظیر زمین‌ساقه، غده، پیاز و ساقهٔ رونده.

۳- فن کشت بافت: که برای تولید گیاهان با ویژگی‌های مطلوب و تولید انبوه آن‌ها در آزمایشگاه استفاده می‌شود.

حالا یه سؤال؛ چرا اصلاً گیاهان باید تولیدمثل غیرجنسی انجام بدن؟ تولیدمثل غیرجنسی، بسیار سریع‌تر از تولیدمثل جنسی انجام می‌شود. بنابراین، گیاهان با انجام تولیدمثل غیرجنسی، می‌توانند در مدت زمانی کوتاه، تعداد زیادی جاندار مشابه را ایجاد کنند. انسان نیز برای تکثیر گیاهان، معمولاً از تکثیر رویشی استفاده می‌کند. *در ادامه، انواع روش‌های تکثیر رویشی را بررسی می‌کنیم.*

❑ قلمه‌زدن[1]

در این روش، **قطعه‌هایی از ساقه را از گیاه جدا می‌کنیم** و سپس در **خاک** یا **آب** قرار می‌دهیم. این قطعه از ساقه، رشد می‌کند و گیاه جدید را ایجاد می‌کند. *حالا یه سؤال؛ فرض کنین ما یه گیاهی داخل فونمونه و می‌خوایم تکثیرش کنیم. میایم یه قطعه از ساقش رو می‌بریم و می‌ذاریمش داخل خاک. خوب هم پوش می‌رسیم. یه روز، یه هفته، یه ماه و ... می‌گذره و هیچی نمیشه! چرا؟*

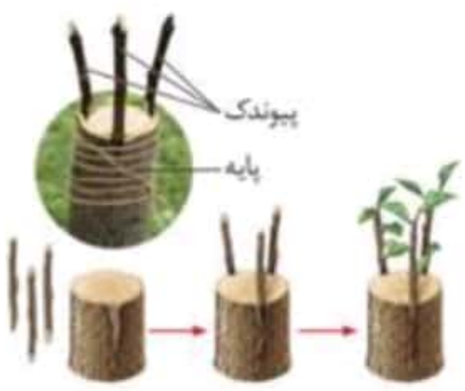


ویژگی‌های گیاه مناسب برای قلمه‌زدن: هر گیاهی برای قلمه‌زدن مناسب نیست و قطعه‌ای از ساقه که گیاه جدید را ایجاد می‌کند، باید ویژگی‌هایی داشته باشد:

۱- بند بند بودن ساقه: برای قلمه‌زدن، از ساقه‌هایی استفاده می‌شود که بند بند هستند[2] و در هر بند آن‌ها، روی خود ساقه، برگ تشکیل می‌شود.

۲- گل داشتن ساقه: همچنین ساقه‌ای برای قلمه‌زدن مناسب است که دارای گل باشد؛ چون گیاه حاصل از قلمه، ویژگی‌های گیاه اولیه را دارد و اگر ساقهٔ بدون گل استفاده کنیم، گیاه جدید هم گل نخواهد داشت!

❑ پیوند زدن[3]



بیاین اینجا رو با یه مثال توضیح بدیم. فرض کنید که اخیراً نوعی بیماری گیاهی در منطقه‌ای شیوع پیدا کرده است و بعضی از گیاهان این منطقه (A)، نسبت به بیماری مقاوم هستند. ولی گیاهانی که میوهٔ مطلوب دارند (B)، نسبت به بیماری، آسیب‌پذیر هستند. در این حالت می‌توان قطعه‌ای از گیاه B را بر روی تنهٔ گیاه A قرار داد؛ یا به عبارتی دیگر، پیوند زد. قطعهٔ جدا شده از گیاه B را **پیوندک** می‌نامند و گیاه A، **پایه** نامیده می‌شود. **پیوندک، بر روی پایه رشد می‌کند** و شاخه‌ای دارای ویژگی‌های گیاه B تشکیل می‌شود. *نتیجه اینه که گیاه A، نسبت به بیماری مقاومت می‌کنه و شرایط مناسب برای رشد پیوندک رو فراهم می‌کنه. پیوندک هم از موقعیت استفاده می‌کنه، رشدش رو انجام می‌ده و کلی میوهٔ خوب برای ما تولید می‌کنه!*

سؤال هر گیاهی را می‌توان برای پیوند زدن استفاده کرد؟ *همونطور که انتظار می‌ره، جواب نه هست!* برای انتخاب پیوندک و پایه، به سه نکته دقت می‌کنیم:

۱- نزدیک‌بودن رابطهٔ خویشاوندی پیوندک و پایه: گیاه پایه و پیوندک، از گونه‌های متفاوت هستند اما باید از گونه‌های نزدیک به هم باشند.

مثال گیاه پرتقال را می‌توان روی درخت نارنج پیوند زد.

۲- پیوندک ویژگی‌های مطلوب ما را دارد: مثلاً، پیوندک می‌تواند میوهٔ مطلوب ما را تولید کند.

۳- گیاه پایه، ویژگی‌های مناسب برای رشد پیوندک را دارد: مثلاً، پیوندک نسبت به بیماری‌های گیاهی مقاومت دارد و یا با خشکی و شوری سازگاری دارد.

سؤال اول همین درسنامه گفتیم که در تولیدمثل غیرجنسی، فقط یک والد وجود داره اما اینجا دو تا گیاه داشتیم! تکلیف چیه؟ دقت کنید که در پیوند زدن، گیاه پایه نقشی در تولید شاخهٔ جدید ندارد و فقط به‌عنوان محلی برای رشد پیوندک است. در واقع، **در این نوع تولیدمثل غیرجنسی، فقط پیوندک والد محسوب می‌شود** و شاخهٔ جدید، ویژگی‌های پیوندک را خواهد داشت.

نکته در پیوند زدن، پیوندک قطعه‌ای از گیاه والد مانند جوانه یا شاخه است.

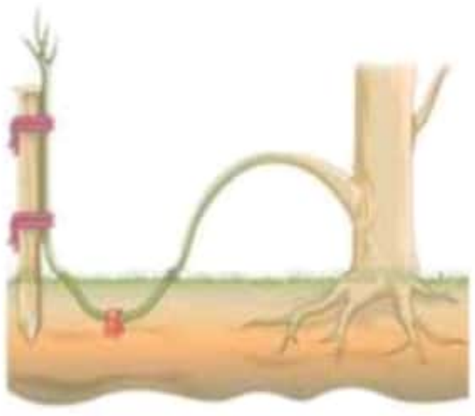
۱- Cutting

۲- گیاه شمعدانی و بنفشه، مثال‌هایی از گیاهان دارای ساقهٔ بند بند هستند.

۳- Grafting

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

□ خوابانیدن[1]



در این روش، بخشی از ساقه یا شاخهٔ یک گیاه را که **دارای گره** است، با خاک می‌پوشانند. بعد از مدتی **از محل گره، ساقهٔ برگدار و ریشه** ایجاد می‌شود.

آن‌چه گذشت |گفتار ۳- فصل ۶ دهم| گره، محلی است که برگ به ساقه یا شاخه متصل است. **در محل گره، جوانهٔ جانبی قرار دارد.** رشد جوانه‌ها، علاوه‌بر افزایش طول ساقه، به ایجاد شاخه‌ها و برگ‌های جدیدی نیز می‌انجامد.

نکته همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید، در این روش نیازی نیست که قطعه‌ای از گیاه والد جدا شود؛ بلکه، فقط خم‌کردن ساقه و قرار دادن آن در زیر خاک، کافی است. ولی در قلمه‌زدن و پیوند زدن، لازم است که حتماً قطعه‌ای از گیاه والد جدا شود.

جمع‌بندی

تولیدمثل با بخش‌های رویشی

تولیدمثل غیرجنسی با ۳ روش تکثیر رویشی (مثل ساقه‌زایی ریشهٔ آلبالو)، با کمک ساقه‌های تخصص‌یافته و همچنین با استفاده از فن کشت بافت انجام می‌شود. در تکثیر رویشی گیاهان گلدار از قلمه‌زدن، پیوندزدن و خوابانیدن استفاده می‌شود. در قلمه‌زدن، قطعه‌ای از ساقهٔ جوانه‌دار را در خاک قرار می‌دهند و رشد می‌کند. در پیوند زدن، قطعه‌ای از ساقه بر روی تنهٔ درخت دیگر قرار می‌گیرد و رویش خود را انجام می‌دهد. در خوابانیدن نیز بخشی از ساقه که گره دارد، در زیر خاک قرار می‌گیرد و با رویش خود، برگ، ریشه و ساقهٔ جدید تشکیل می‌دهد.

درس‌نامهٔ ۴ ساقه‌های تخصص‌یافته برای تولیدمثل غیرجنسی

ساقه، همیشه اون چیزی نیست که به‌صورت افقی روی سطح خاک رشد می‌کنه! بعضی ساقه‌ها، شکل‌های عجیب‌غریب دارن! در بعضی از گیاهان، انواعی از ساقه‌ها وجود دارند که **برای تولیدمثل غیرجنسی اختصاصی شده‌اند.** گیاهان، می‌توانند با این ساقه‌ها تولیدمثل غیرجنسی را انجام دهند.

□ زمین‌ساقه (ریزوم[2])

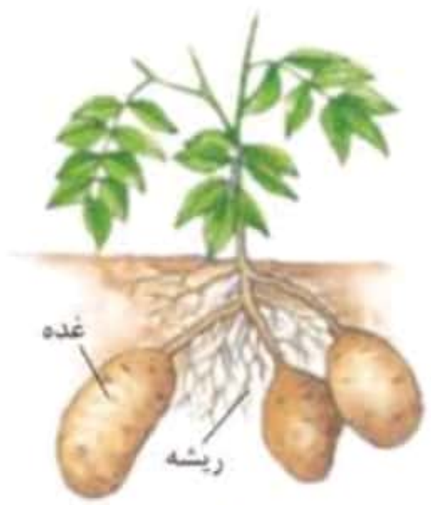
جهت رشد و محل قرارگیری: افقی و زیر خاک

ویژگی: همانند ساقهٔ هوایی، جوانهٔ انتهایی و جانبی دارد.

مثال زنبق

تولیدمثل: زمانی‌که زمین‌ساقه در زیر خاک رشد می‌کند، پایه‌های جدیدی **در محل جوانه‌ها** تشکیل می‌شوند.

□ غده[3]



محل قرارگیری: زیر خاک

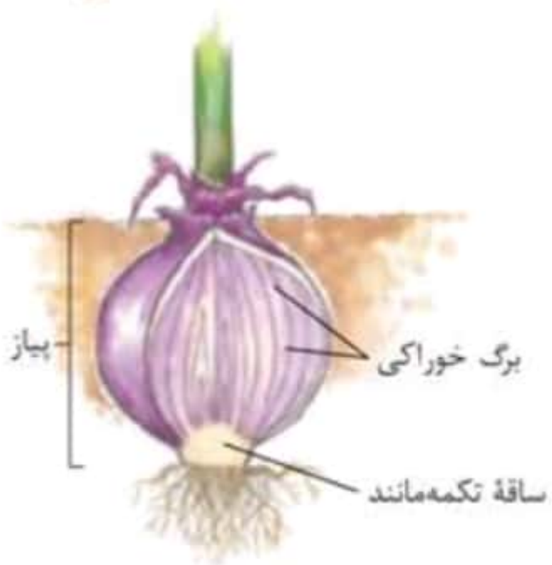
ویژگی: به‌علت ذخیرهٔ مواد غذایی (نشاسته)، متورم شده است.

مثال سیب‌زمینی

تولیدمثل: اگر به سطح بخش خوراکی سیب‌زمینی نگاه کنیم، می‌توان جوانه‌ها را مشاهده کرد. هر یک از این جوانه‌ها، می‌توانند به یک گیاه تبدیل شوند. **برای تکثیر سیب‌زمینی، آن را به قطعه‌های جوانه‌دار تقسیم می‌کنند و در خاک می‌کارند.**

آن‌چه گذشت |گفتار ۱- فصل ۶ دهم| در دیسه‌های یاخته‌های بخش خوراکی سیب‌زمینی، به‌مقدار فراوانی نشاسته ذخیره شده است که به همین علت، به آن نشادیسه (آمیلوپلاست) می‌گویند. **ذخیرهٔ نشاسته، هنگام رویش جوانه‌های سیب‌زمینی، برای رشد جوانه‌ها و تشکیل پایه‌های جدید از گیاه سیب‌زمینی مصرف می‌شود.**

□ پیاز[4]



محل قرارگیری: زیر خاک

نکته زمین‌ساقه، غده و پیاز، ساقه‌های تخصص‌یافته‌ای هستند که در زیر خاک قرار می‌گیرند.

ویژگی: ساقهٔ کوتاه و تکمه‌مانندی دارد و به آن، برگ‌های خوراکی متصل می‌شوند.

مثال پیاز خوراکی، گل نرگس، گل لاله

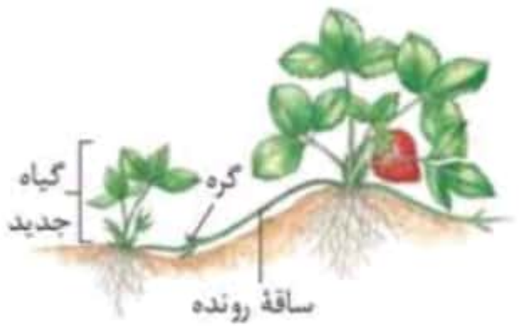
تولیدمثل: از هر پیاز، تعدادی پیاز کوچک تشکیل می‌شود که هر یک، خاستگاه یک گیاه می‌شوند.

نکته غده، ساختار ذخیره‌کنندهٔ مواد غذایی است و در پیاز نیز برگ‌های ذخیره‌کنندهٔ مواد غذایی وجود دارند.

۱- Layering
۲- Rhizome
۳- Tuber
۴- Bulb

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

ساقهٔ رونده[1]



جهت رشد و محل قرارگیری: افقی و روی خاک

نکته زمین‌ساقه و ساقهٔ رونده، ساقه‌هایی هستند که به‌صورت افقی رشد می‌کنند.

مثال توت‌فرنگی

تولیدمثل: در ساقهٔ رونده، گره وجود دارد. در محل گره‌ها، گیاهان توت‌فرنگی جدیدی ایجاد می‌شوند.

نوع ساقه	زمین‌ساقه	غده	پیاز	ساقهٔ رونده
جهت رشد	افقی	عمودی	عمودی	افقی
محل	زیر خاک	زیر خاک	زیر خاک	روی خاک
ویژگی	دارای جوانهٔ جانبی و انتهایی	تورم به‌علت ذخیرهٔ مواد غذایی	دارای ساقهٔ کوتاه، تکمه‌مانند و برگ‌های خوراکی	دارای گره
تولیدمثل	تشکیل پایه‌های جدید در محل جوانه‌ها	قرار دادن قطعات جوانه‌دار در زیر خاک	تشکیل تعدادی پیاز کوچک و تبدیل به گیاه جدید	تشکیل گیاهان جدید در محل گره‌ها
مثال	زنبق	سیب‌زمینی	پیاز خوراکی، گل نرگس، گل لاله	توت‌فرنگی

جمع‌بندی

تولیدمثل غیرجنسی با ساقه‌های تخصص‌یافته

زمین‌ساقه، غده، پیاز و ساقهٔ رونده، ساقه‌های تخصص‌یافته‌ای هستند که برای تولیدمثل استفاده می‌شوند. در تمامی این ساقه‌ها به جز ساقهٔ رونده، تولید گیاه جدید در محل جوانه‌ها انجام می‌شود. زمین‌ساقه در زنبق، ساقه‌ای افقی در زیر خاک است که جوانهٔ جانبی و انتهایی دارد. غدهٔ سیب‌زمینی، نوعی ساقهٔ زیرزمینی و خوراکی است که در سطح آن تعدادی جوانه وجود دارد. پیاز که در پیاز خوراکی، گل نرگس و لاله وجود دارد، ساقه‌ای زیر زمینی است که برگ‌های ذخیره‌ای دارد و می‌تواند پیازهای کوچک را تشکیل دهد. در توت‌فرنگی، ساقهٔ رونده نوعی ساقهٔ افقی در سطح خاک است که در محل گره‌های خود، گیاهان جدید را تشکیل می‌دهد.

شکل «ساقه‌های تخصص‌یافته برای تولیدمثل غیرجنسی»

- ✓ زمین ساقه، نوعی ساقهٔ زیرزمینی است که به آن تعدادی ریشه متصل است.
- ✓ با توجه به شکل برگ‌های گیاه دارای زمین‌ساقه که دارای برگ‌های باریک و نواری‌شکل است، می‌توان متوجه شد که زنبق گیاهی تک‌لپه است. همچنین مشخص است که زنبق ریشه‌های افشان دارد.
- ✓ غدهٔ سیب‌زمینی و ریشهٔ آن، به ساقهٔ هوایی متصل شده‌اند.
- ✓ سیب‌زمینی نوعی گیاه دولپه‌ای است.
- ✓ پیاز، دارای ساقه‌ای تکمه‌مانند است که تعدادی برگ خوراکی به آن متصل هستند.
- ✓ ریشه‌های گیاه دارای پیاز نیز به همان ساقهٔ تکمه‌مانند متصل می‌شوند.
- ✓ توت‌فرنگی هم نوعی گیاه دولپه‌ای است و دارای ساقهٔ رونده می‌باشد.

فعالیت کتاب درسی

مقایسهٔ شلغم و سیب‌زمینی

آیا شلغم همانند سیب‌زمینی، ساقه است؟ پاسخ خیر است. شلغم، ریشهٔ متورم و دارای مواد غذایی است. اما سیب‌زمینی، ساقهٔ ذخیره‌کنندهٔ مواد غذایی است.

[1] Stolon (Runner)

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۵ فن کشت‌بافت

فن کشت‌بافت، روشی است که با آن می‌توان **گیاهانی با ویژگی‌های مطلوب را به‌صورت انبوه در آزمایشگاه تولید کرد.** مراحل فن کشت‌بافت، مطابق زیر است:

۱- انتقال به محیط کشت: یاخته و یا قطعه‌ای از بافت گیاهی، به محیط کشت منتقل می‌شود.

محیط کشت چیه؟ داخل آزمایشگاه، یه ظرفی رو آماده می‌کنن که داخلش مواد لازم برای رشد گیاه، باکتری یا جانداران دیگه وجود داره. به این ظرفه می‌گن محیط کشت. یعنی محیطی که می‌شه داخل اون، چیزی که می‌خوایم رو کشت بدیم! پس نکته:

نکته محیط کشت، محیطی است که دارای مواد مورد نیاز برای رشد و نمو گیاه است.

نکته همهٔ مراحل کشت‌بافت، در محیطی کاملاً سترون[1] انجام می‌شود.

۲- رشد یاخته و بافت: در شرایط مناسب، یاخته و بافت تقسیم میتوز انجام می‌دهند و توده‌ای از یاخته‌های هم‌شکل و یکسان را به‌وجود می‌آورند. به این تودهٔ یاخته‌ای، کال گفته می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۶ یازدهم] در تقسیم میتوز، یاخته‌هایی تولید می‌شوند که کاملاً یکسان هستند. بنابراین، در فن کشت‌بافت هم توده‌ای حاصل می‌شود که یاخته‌های هم‌شکل و یکسان (از نظر ژنی) دارد.

نکته در کال، همهٔ یاخته‌ها از نظر ژنی یکسان هستند.

۳- تمایز تودهٔ یاخته‌ای و تولید گیاه کامل: تودهٔ یاخته‌ای (کال[2]) حاصل از تقسیم میتوز، تمایز پیدا می‌کند و گیاهان کاملی را به وجود می‌آورد.

نکته گیاهانی که از تمایز یک تودهٔ یاخته‌ای به‌وجود می‌آیند، **از نظر ژنی یکسان هستند**؛ در نتیجه، ویژگی‌های یکسانی نیز دارند که مشابه گیاه اولیه است. بنابراین، اگر گیاه اولیه دارای ویژگی‌های مطلوبی باشد، در گیاهان تکثیریافته نیز وجود دارد.

فعالیت کتاب درسی

کشت‌بافت با کمک یاخته‌های مجزای نرم‌آکنه‌ای

۱- یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای مربوط به کدام سامانهٔ بافتی هستند؟

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۶ دهم] یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای، رایج‌ترین یاخته‌های سامانهٔ بافت زمینه‌ای هستند. این یاخته‌ها، قدرت تقسیم دارند؛ وقتی گیاه زخمی می‌شود، یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای تقسیم می‌شوند و آن را ترمیم می‌کنند.

۲- روش کشت‌بافت با کمک یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای، چگونه است؟

همان‌طور که توضیح دادیم، یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای را در محیط کشت مناسب برای تقسیم یاخته‌های گیاهی قرار می‌دهیم. در این محیط، یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای تقسیم میتوز انجام می‌دهند و توده‌ای از یاخته‌های هم‌شکل و یکسان را تولید می‌کنند. با تمایز این تودهٔ یاخته‌ای، گیاهانی یکسان از نظر ژنی به‌وجود می‌آیند.

۱- استریل؛ سترون‌کردن (sterilization)، فرایندی است که طی آن، میکروارگانیسم‌ها (ریزاندامگان) و عوامل انتقال‌دهندهٔ آن‌ها، مثل باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها را از سطح اجسام از بین می‌برند.

۲- کال: [illegible]

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۶ گل

اجزای گل

گل **ساختاری اختصاص‌یافته برای تولیدمثل جنسی** است. در ساختار گل، می‌توانیم **چهار حلقهٔ هم‌مرکز** را مشاهده کنیم که بخش‌های رویشی و زایشی گل را تشکیل می‌دهند:

۱- **بخش رویشی:** شامل کاسبرگ و گلبرگ که ۲ حلقهٔ خارجی را شامل می‌شوند.

۲- **بخش زایشی:** شامل پرچم و مادگی که ۲ حلقهٔ داخلی را شامل می‌شوند.

بخش‌های مختلف گل، بر روی نهنج قرار می‌گیرند. نهنج، **وسیع** می‌باشد و ممکن است **صاف، برآمده** و یا **گود** باشد.

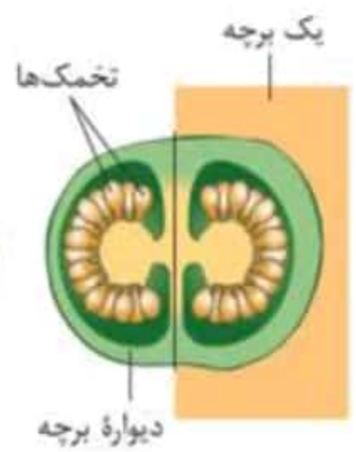
کاسبرگ‌ها: خارجی‌ترین حلقهٔ گل هستند. وظیفهٔ کاسبرگ‌ها، **حفاظت از غنچهٔ گل** است.

گلبرگ‌ها: در حلقهٔ دوم قرار دارند. گلبرگ‌ها، **معمولاً به‌رنگ‌های متفاوتی مشاهده می‌شوند** و با کمک رنگ‌های درخشان خود، می‌توانند جانوران گرده‌افشان را جذب کنند.

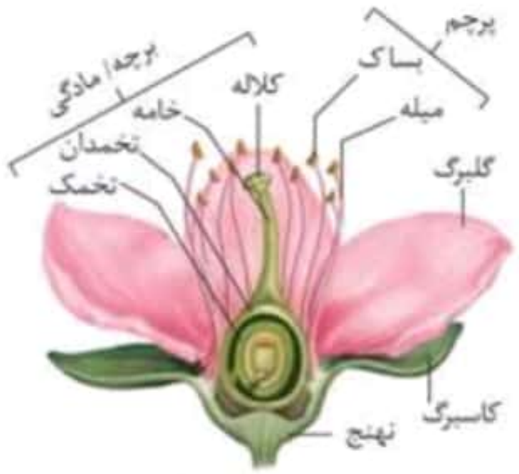
پرچم: که حلقهٔ سوم گل محسوب می‌شود، ساختار تولیدمثلی نر است. **در پرچم، بساک و میله وجود دارد.**

مادگی: چهارمین و داخلی‌ترین حلقهٔ گل است. **مادگی، ممکن است یک یا چند برچه داشته باشد.**

نکته در مادگی‌هایی که چند برچه دارند، ممکن است فضای مادگی با دیوارهٔ برچه‌ها از هم جدا شوند.



مادگی دارای دو برچه



ساختار گل

شکل «گل در گیاه آلبالو»

✓ گیاه آلبالو، دارای گل کامل و دوجنسی است.

✓ با توجه به تعداد گلبرگ‌ها در هر گل گیاه آلبالو، می‌توان متوجه شد که آلبالو گیاهی دولپه‌ای است. البته این را هم می‌دانیم که آلبالو دارای درخت است و بنابراین، رشد پسین هم دارد؛ رشد پسین، ویژگی گیاهان چوبی دولپه‌ای است.

✓ اگر در گل فقط یک برچه وجود داشته باشد، مادگی معادل با همان برچه است. اما اگر گل دارای چند برچه باشد، مادگی اجتماع چند برچه می‌باشد. هر برچه، از کلاله، خامه و تخمدان تشکیل شده است.

❑ گل کامل و ناکامل

بر اساس وجود هر چهار حلقهٔ گل یا نبودن بعضی از آن‌ها، گل‌ها به دو گروه **کامل** و **ناکامل** تقسیم می‌شوند. همچنین، اگر گلی هر دو حلقهٔ زایشی را داشته باشد، **گل دوجنسی** است و اگر فقط یکی از حلقه‌های زایشی را داشته باشد، **گل تک‌جنسی** نامیده می‌شود.

بر اساس تعداد حلقه‌های گل:

۱- **گل کامل:** گلی است که هر چهار حلقه را دارد.

نکته هر گل کامل، یک گل دوجنسی است.

۲- **گل ناکامل:** گلی است که حداقل یکی از حلقه‌ها را ندارد. گل ناکامل، می‌تواند ۱، ۲ یا ۳ حلقه داشته باشد.

نکته گل ناکامل، می‌تواند دوجنسی یا تک‌جنسی باشد. مثلاً، ممکن است که گل کاسبرگ و گلبرگ نداشته باشد اما دارای مادگی و پرچم باشد. چنین گلی، دوجنسی محسوب می‌شود اما یک گل ناکامل است.

بر اساس تعداد حلقه‌های زایشی:

۱- **گل دوجنسی:** اگر گلی هر دو حلقهٔ زایشی (پرچم و مادگی) را داشته باشد، گل دوجنسی است.

نکته هر گل کاملی، دوجنسی است اما هر گل دوجنسی، کامل نیست. *دلیلش مثالیه که در نکتهٔ گل‌های ناکامل گفتیم.*

۲- **گل تک‌جنسی:** گلی که پرچم یا مادگی نداشته باشد، گل تک‌جنسی است.

نکته همهٔ گل‌های تک‌جنسی، ناکامل هستند؛ چون حداقل یکی از حلقه‌های زایشی را ندارند. اما هر گل ناکاملی، تک‌جنسی نیست.

نکته در حالت طبیعی، هر گلی، حداقل یکی از حلقه‌های زایشی را دارد. یعنی ممکن است که گلی هیچ حلقهٔ رویشی نداشته باشد اما حتماً حداقل یک حلقهٔ زایشی دارد.

گل‌های تک‌جنسی گیاه کدو

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «گل‌های تک‌جنسی در گیاه کدو»

✓ در گیاه کدو، گل‌های تک‌جنسی نر یا ماده مشاهده می‌شوند.

✓ در گیاه کدو، گلبرگ‌های گل‌ها به یکدیگر متصل می‌باشند.

درسنامهٔ ۷ گرده‌افشانی

ما اینجا یکم ترتیب کتاب درسی رو به هم زدیم و می‌خوایم اول راجع به گرده‌افشانی صحبت کنیم. ولی خب برای این کار، نیازه که شما بدونین گرده چیه. برای همین، یه توضیح خیلی خلاصه راجع به گرده می‌دیم و توضیح کامل دانهٔ گرده بمونه واسه بعد.

دانهٔ گرده

در بساک پرچم، کیسه‌های گرده تشکیل می‌شوند. کیسه‌های گرده، محل تولید دانهٔ گرده هستند. درون دانهٔ گرده، یاختهٔ زایشی قرار دارد که می‌تواند تقسیم شود و گامت‌های نر را بسازد. برای این که گامت‌های نر بتوانند با گامت‌های ماده لقاح انجام دهند، لازم است که دانهٔ گرده به مادگی یک گل منتقل شود. انتقال گرده از یک گل به گل دیگر، گرده‌افشانی نام دارد. گرده‌افشانی، توسط باد، آب و جانوران انجام می‌شود.

جانوران گرده‌افشان

جانورانی که گرده‌ها را از گلی به گل دیگر منتقل می‌کنند، گرده‌افشان نامیده می‌شوند. *چرا گرده‌افشانی انجام میشه؟ در واقع، گرده‌افشان‌ها به یه قصد دیگه می‌رن سمت گل‌ها!* جانوران گرده‌افشان، **برای تغذیه از گل‌ها استفاده می‌کنند.** وقتی که جانور در حال تغذیه از گل است، پیکر او به دانه‌های گرده آغشته می‌شود. وقتی که جانور بر روی گل دیگری قرار می‌گیرد، دانه‌های گرده به آن گل منتقل می‌شوند و بدین ترتیب، گرده‌افشانی انجام می‌شود. به عبارتی دیگر، **گرده‌افشانی انتقال دانهٔ گرده از بساک به کلاله است.**

گرده‌افشانی توسط مرغ شهدخوار

نکته رابطهٔ بین جانوران گرده‌افشان و گیاهان، یک رابطهٔ **همزیستی دوطرفه** است[1]. گیاه، منبع تغذیهٔ گرده‌افشان است و جانور گرده‌افشان نیز به انتقال گردهٔ گیاه به گل دیگر کمک می‌کند.

نکته حشرات، پرندگان (مثل مرغ شهدخوار) و خفاش‌ها، جانورانی هستند که می‌توانند گرده‌افشانی را انجام دهند. گرده‌افشان‌ها، گیاه‌خوار هستند.

□ عوامل جذب‌کنندهٔ جانوران گرده‌افشان

هر چیزی که نشان‌دهندهٔ یه غذای خوب و خوشمزه باشه، گرده‌افشان‌ها رو جذب می‌کنه! یه غذای خوب، باید چندتا ویژگی داشته باشه. رنگ‌های درخشان، بوهای قوی و شهد گل‌ها از عوامل جذب جانوران به سمت گل‌ها هستند.

نکته گل‌ها معمولاً رنگ‌های متنوعی دارند که باعث جذب جانوران گرده‌افشان می‌شود.

□ گرده‌افشانی توسط زنبور عسل و خفاش

زنبور عسل: این حشرات، گل‌هایی را انتخاب می‌کنند که **شهد آن‌ها، قند فراوان دارد؛** بنابراین، منبع بسیار مناسبی برای تغذیه محسوب می‌شوند.

نکته زنبورهای عسل **از گیرنده‌های فرابنفش نیز برای تشخیص گل‌ها استفاده می‌کنند.** گل‌هایی که توسط زنبورهای عسل گرده‌افشانی آن‌ها انجام می‌شود، علائمی دارند که فقط در نور فرابنفش دیده می‌شوند. *مثلاً، به شکل نگاه کنید. گل قاصد که ما با نور معمولی به رنگ یکنواخت زرد می‌بینیم، زنبور عسل با کمک گیرندهٔ فرابنفش، یه جور دیگه می‌بینتش! داخل این گل، بخش‌هایی که زیر نور فرابنفش قرمز رنگ هستند، نشان‌دهندهٔ محل قرارگیری شهد گل هستند و در نتیجه، زنبور عسل به این بخش‌ها جذب میشه.* زنبور عسل، این علائم را تشخیص می‌دهد و به سوی شهد گل می‌رود.

حالا بریم سراغ گرده‌افشانی در خفاش‌ها!

گل قاصد در نور معمولی

گل قاصد در نور فرابنفش

۱- بعضی از گل‌ها، بوی گوشت گندیده دارند. این بو، مگس‌ها را به سمت گل جذب می‌کنه. اما وقتی که مگس میاد روی گل تا از گل تغذیه کنه، هیچی گیرش نمیاد! اما ناخواسته، گرده‌افشانی گل‌ها رو انجام می‌ده. چون گرده‌ها به بدن مگس می‌چسبند و همراه با مگس انتقال پیدا می‌کنند. در این حالت، مگس سودی از همزیستی با گیاه نمی‌بره و در واقع، گیاه از [illegible]

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فعالیت کتاب درسی

بعضی گرده‌افشان‌ها، مانند خفاش، در شب تغذیه می‌کنند.

گل‌هایی که توسط خفاش‌ها گرده‌افشانی می‌شوند، چه ویژگی‌هایی دارند؟ این گل‌ها، باید ویژگی‌هایی داشته باشند که در شب نیز به‌راحتی توسط گرده‌افشان شناسایی شوند. بنابراین، گل‌هایی که در شب گرده‌افشانی آن‌ها انجام می‌شود، رنگ‌های سفید و بوی قوی دارند. این ویژگی‌ها باعث می‌شود که خفاش، در نور کم شب هم بتواند گل را شناسایی کند. علت سفید بودن گل نیز این است که برای گرده‌افشانی در شب، اهمیت چندانی ندارد و البته دیدن رنگ‌های روشن (مثل سفید) نیز راحت‌تر است.

❑ گرده‌افشانی توسط باد

بعضی گل‌ها، هیچ جذابیتی ندارن که بخوان جانوران گرده‌افشان رو جذب کنن! واسهٔ همین دست به دامن باد می‌شن. این گل‌ها هم برای اینکه بتونن توسط باد گرده‌افشانی بشن، باید یه سری ویژگی‌ها داشته باشن! گل‌هایی که گرده‌افشانی آن‌ها توسط باد انجام می‌شود، **معمولاً کاسبرگ و گلبرگ ندارند** تا پرچم‌ها به‌راحتی در دسترس باد قرار بگیرند. همچنین، **مقدار فراوانی گرده تولید می‌کنند.** *چون اینجا کلی گرده هدر میره! دقتش که به اندازهٔ گرده‌افشانی توسط جانوران نیست. پس کلی گرده تولید می‌کنند تا حداقل یه تعدادیش برسه به مادگی یه گل دیگه!*

نکته گل‌هایی که گرده‌افشانی آن‌ها توسط باد انجام می‌شود، گل‌های ناکامل هستند. *پس اگه گلی رو دیدیم که گلبرگ‌های دارای رنگ‌های درخشان نداشت، بوی قوی هم نداشت، حدس ما اینه که این گل توسط باد گرده‌افشانی میشه!*

❑ گرده‌افشانی توسط آب

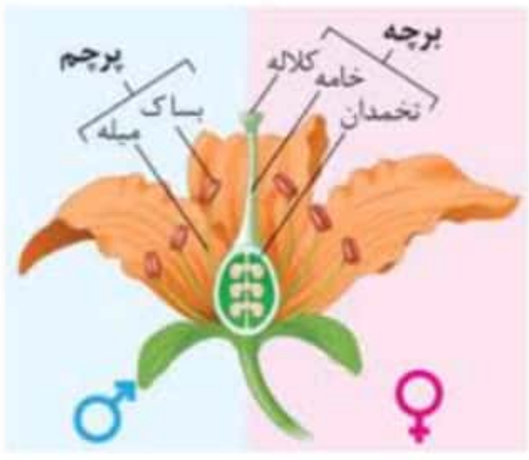
پراکندگی دانه‌های گردهٔ بعضی از گیاهان در محیط، توسط آب انجام می‌شود. *کتاب بیشتر از این رابع به گرده‌افشانی با آب توضیح نداده؛ پس ما هم کاری بهش نداریم و می‌ریم سراغ بحث بعدی.*

جمع‌بندی

گرده‌افشانی

گرده‌افشانی، به‌معنای انتقال دانهٔ گرده و قرارگیری آن بر روی کلاله (گیاه) است. جانوران (حشرات، پرندگان، خفاش)، باد و آب، عوامل گرده‌افشانی هستند. جانوران گرده‌افشان، به سمت گل‌های دارای رنگ‌های درخشان جذب می‌شوند. مثلاً زنبور عسل، با کمک بوی گل، رنگ و شکل آن و همچنین با استفاده از گیرنده‌های فرابنفش، گل را شناسایی می‌کند. گرده‌افشان‌هایی که در شب فعالیت می‌کنند، نظیر خفاش، گل‌های سفید و دارای بوی قوی را شناسایی می‌کنند. گل‌هایی هم که توسط باد گرده‌افشانی می‌شوند، کاسبرگ و گلبرگ ندارند و مقدار فراوانی گرده تولید می‌کنند.

درسنامهٔ ۸ تشکیل دانهٔ گرده و کیسهٔ رویانی



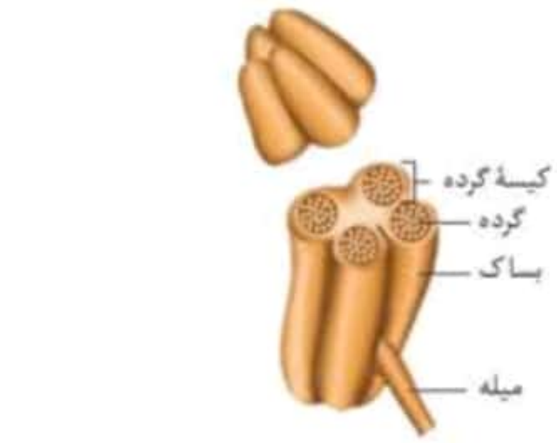
رسیدیم به بحث اصلی و سؤال‌خیز این فصل! می‌دونم که معمولاً گیاهی واستون سفته و اینجا که دیگه غول مرحلهٔ آخرشه! اما اصلاً نگران نباشید! مرحله به مرحله تولیدمثل جنسی گیاهان گل‌دار رو توضیح می‌دیم و اینقدر مرور می‌کنیم که اگه خودتونم نخواین، باز یاد می‌گیرین! کلی هم شکل اینجا داریم که باید خیلی با دقت نگاشون کنین تا همه چیز رو یاد بگیرین.

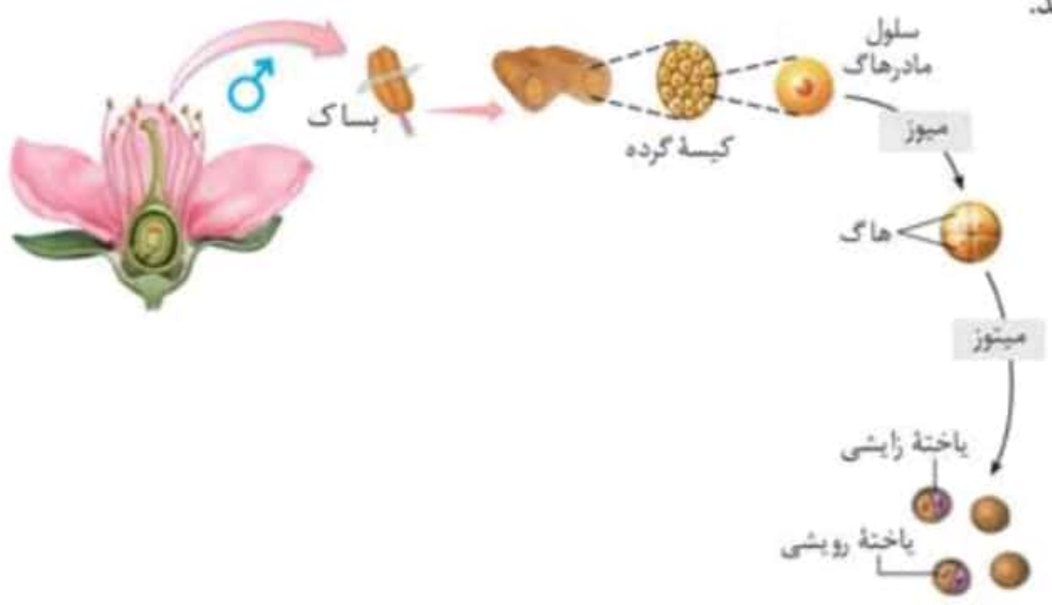
قبلاً گفتیم که تولیدمثل جنسی، با ترکیب گامت نر و ماده و ایجاد یاختهٔ تخم انجام می‌شود. در گیاهان گل‌دار هم تولیدمثل جنسی با لقاح گامت نر و ماده صورت می‌گیرد. گفتیم که بخش‌های تولیدمثلی در گیاهان نهاندانه، پرچم و مادگی هستند. در پرچم، ساختارهای تولیدمثلی نر ایجاد می‌شوند و مادگی، محل تولید ساختارهای تولیدمثلی ماده است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

تولید دانهٔ گرده

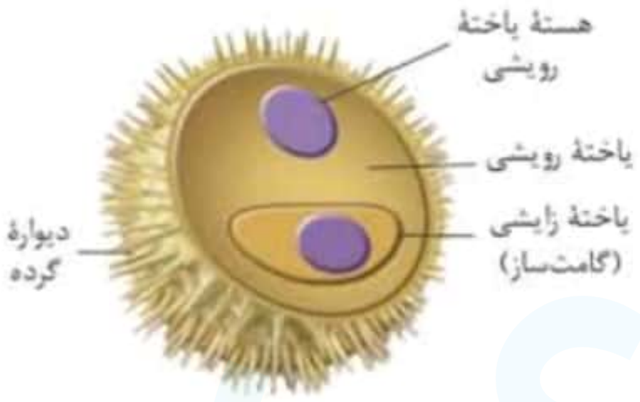
گفتیم که پرچم از بساک و میله تشکیل شده است. **بساک، که بخش متورم انتهای پرچم است، محل تولید دانه‌های گرده است.** درون بساک، تعدادی کیسهٔ گرده وجود دارد. هر کیسهٔ گرده، جایی است که در آن، یاخته‌هایی با توانایی تقسیم میوز وجود دارند. این یاخته‌ها، تقسیم می‌شوند و دانهٔ گرده را تشکیل می‌دهند.





نکته درون هر کیسهٔ گرده، تعداد زیادی یاختهٔ دیپلوئیدی وجود دارد که می‌توانند میوز انجام دهند و یاخته‌های هاپلوئیدی را تولید کنند.

نکته در کیسهٔ گرده، هم یاخته‌های هاپلوئیدی مشاهده می‌شوند و هم دیپلوئیدی.

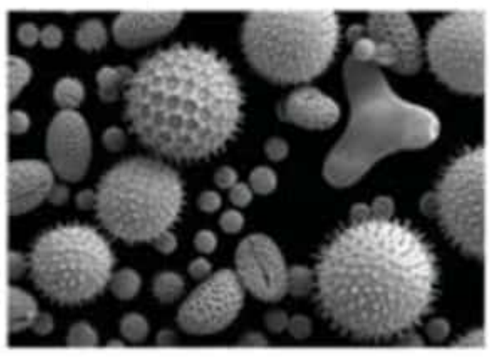


□ مراحل تولید و انتقال دانهٔ گرده

۱- **تقسیم میوز یاختهٔ دیپلوئیدی:** یاخته‌های دیپلوئیدی درون کیسهٔ گرده، تقسیم میوز انجام می‌دهند و چهار یاختهٔ هاپلوئیدی را به‌وجود می‌آورند که در واقع گرده‌های نارس هستند. **یاخته‌های هاپلوئیدی (گرده‌های نارس)، در ابتدا به یکدیگر چسبیده‌اند.**

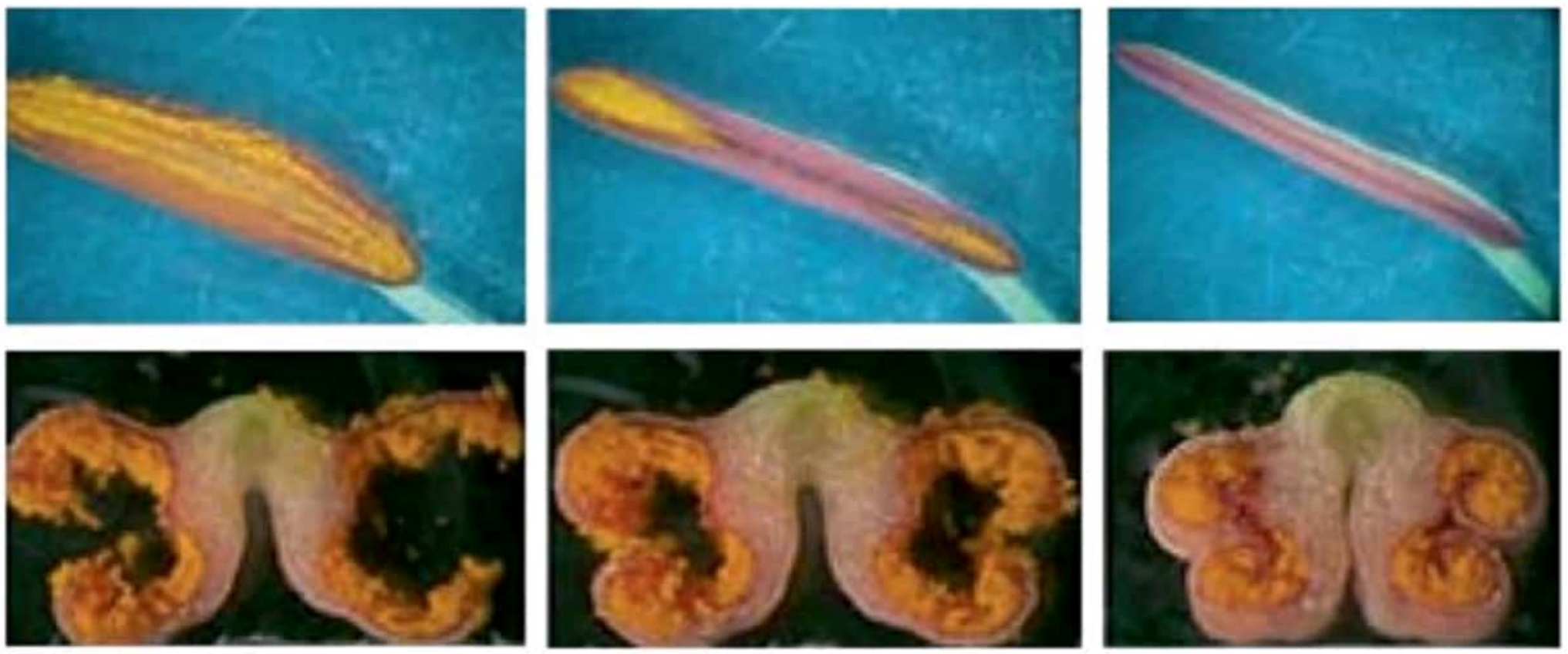
۲- **تقسیم میتوز گرده‌های نارس هاپلوئیدی:** هر یک از گرده‌های نارس، با تقسیم میتوز، دو یاخته را به‌وجود می‌آورند: یاختهٔ رویشی و یاختهٔ زایشی. علاوه‌بر تقسیم میتوز، دیوارهٔ یاختهٔ هاپلوئیدی نیز تغییراتی می‌کند و ضخیم‌تر نیز می‌شود تا سرانجام، دانهٔ گردهٔ رسیده تشکیل شود.

تقسیم میتوز یاختهٔ هاپلوئیدی [هاگ] + تغییر در دیوارهٔ یاخته (مثل ضخیم‌شدن) ← **دانهٔ گردهٔ رسیده**



نکته دیوارهٔ خارجی دانه‌های گردهٔ رسیده، منفذدار می‌باشد و ممکن است صاف یا دارای تزئینات باشد.

۳- **شکافتن بساک و آزاد شدن دانه‌های گرده:** پس از تشکیل دانه‌های گرده در بساک، دیوارهٔ بساک می‌شکافد و دانه‌های گرده رها می‌شوند.



شکوفایی بساک و رهاشدن دانه‌های گرده

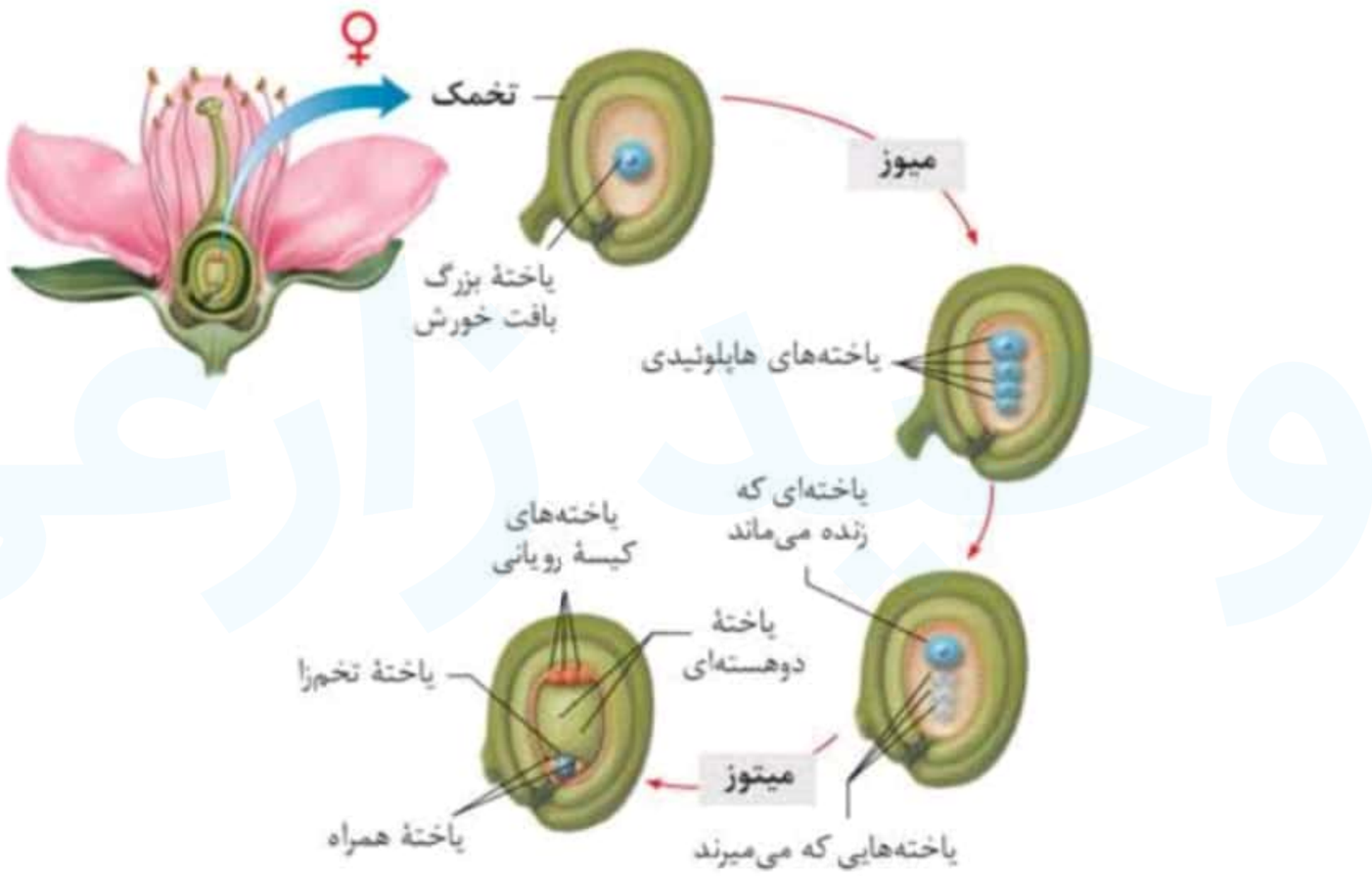
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

۴- گرده‌افشانی: دانه‌های گرده، به‌وسیلهٔ باد، آب و جانوران در محیط پراکنده و از گلی به گل دیگر منتقل می‌شوند. به قرار گرفتن دانهٔ گرده بر روی کلاله، گرده‌افشانی می‌گویند. *گرده‌افشانی رو که قبلاً راجع بهش صحبت کردیم. پس اینجا کاری بهش نداریم.*

تا اینجا دانهٔ گرده تولید شد اما هنوز ما گامت نر نداریم. اما قبل از اینکه بخوایم بگیم که گامت نر چجوری تشکیل می‌شه، می‌خوایم یه سر هم بریم داخل مادگی ببینیم اونجا چه اتفاقاتی داره می‌افته. بعدش برمی‌گردیم تا بگیم بعد از گرده‌افشانی چه اتفاقی خواهد افتاد!

تولید کیسهٔ رویانی

در انتهای مادگی، تخمدان قرار دارد. **تخمدان، بخش حجیم و متورمی است که در آن، تخمک‌ها تشکیل می‌شوند.** درون هر تخمک، بافتی دارای یاخته‌های دیپلوئیدی وجود دارد که به آن، **بافت خورش** گفته می‌شود. تخمک جوان، **پوششی دولایه** دارد که بافت خورش را در بر می‌گیرد.



نکته در هر تخمدان، چند تخمک می‌توانند تشکیل شوند.

نکته در بخش پایینی تخمک، **یک منفذ** وجود دارد که محل نفوذ لولهٔ گرده به درون تخمک است.

☐ مراحل تولید کیسهٔ رویانی

۱- تقسیم میوز بافت خورش: در هر تخمک، یکی از یاخته‌های بافت خورش بزرگ می‌شود و تقسیم میوز انجام می‌دهد. در نتیجهٔ تقسیم میوز، چهار یاختهٔ هاپلوئیدی تولید می‌شوند.

۲- مرگ یاخته‌های هاپلوئیدی: در میوز یاختهٔ بافت خورش، تقسیم سیتوپلاسم به‌طور مساوی انجام نمی‌شود. در نتیجه، یکی از یاخته‌ها بزرگ‌تر از یاخته‌های دیگر است. در پایان تقسیم، **این یاخته باقی می‌ماند و ۳ یاختهٔ هاپلوئیدی دیگر، از بین می‌روند.**

۳- تقسیم میتوز و تشکیل کیسهٔ رویانی: یاختهٔ هاپلوئیدی باقی‌مانده، ۳ بار تقسیم میتوز انجام می‌دهد و در نهایت، ۸ هسته را به‌وجود می‌آورد که کیسهٔ رویانی را تشکیل می‌دهند. ۳ یاخته، دور از منفذ تخمک هستند. یک یاختهٔ دوهسته‌ای در مرکز کیسهٔ رویانی است ۳ یاختهٔ دیگر نیز، در نزدیکی منفذ تخمک قرار دارند. از بین این ۳ یاخته، یاختهٔ وسط، بزرگ‌تر از یاخته‌های دیگر است و یاختهٔ تخم‌زا (گامت ماده) است. ۲ یاختهٔ مجاور یاختهٔ تخم‌زا، یاخته‌های همراه هستند. *اینجا رو باید یکم باز کنیم. وقتی یاختهٔ هاپلوئیدی ۱ بار میتوز انجام می‌ده، ۲ تا یاخته تشکیل می‌شه. هر کدوم از این یاخته‌ها، یک بار دیگه تقسیم میشن و در پایان، ۴ تا یاخته داریم. باز این ۴ تا یاخته، یه بار دیگه تقسیم میتوز انجام می‌دن و هسته‌هاشون رو تقسیم می‌کنن. در نتیجه، ۸ تا هسته در پایان خواهیم داشت. ولا ما می‌گیم ۸ تا هسته اما نمی‌گیم ۸ تا یاخته؟*

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

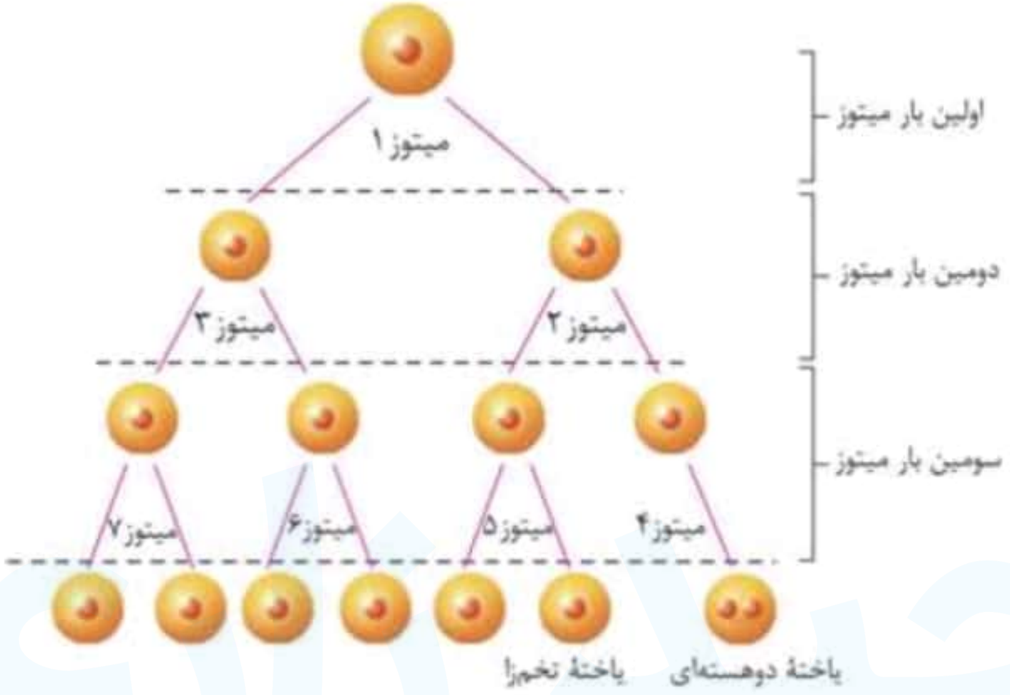
آن‌چه گذشت |گفتار ۲- فصل ۷ یازدهم| تقسیم میوز یاختهٔ سازندهٔ تخمک نیز به‌صورت نامساوی انجام می‌شود و در آن، یک یاخته بزرگ‌تر از سایر یاخته‌هاست.

آن‌چه گذشت |گفتار ۲- فصل ۶ یازدهم| تقسیم میتوز به معنای تقسیم هسته است. بعد از تقسیم میتوز، سیتوپلاسم هم تقسیم می‌شود و دو یاختهٔ جدید به وجود می‌آیند. بنابراین، در نتیجهٔ تقسیم میتوز، فقط هسته‌ها تقسیم می‌شوند و اگر در پایان میتوز، تقسیم سیتوپلاسم صورت نگیرد، یاخته دوهسته‌ای می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] در تقسیم یاختهٔ گیاهی، بعد از تقسیم هسته (میتوز)، لایه‌ای به‌نام تیغهٔ میانی تشکیل می‌شود. این لایه، سیتوپلاسم را به دو بخش تقسیم می‌کند و در نتیجه، دو یاخته ایجاد می‌شود.

نکته یکی از تقسیم‌های میتوزی که هنگام تشکیل کیسهٔ رویانی انجام می‌شوند، بدون تقسیم سیتوپلاسم هستند. در نتیجه، یک یاختهٔ دوهسته‌ای در کیسهٔ رویانی تشکیل می‌شود. **یاختهٔ دوهسته‌ای، بزرگ‌ترین یاختهٔ کیسهٔ رویانی است** و در وسط کیسهٔ رویانی قرار دارد. *دقت کنید که گفتیم یکی از تقسیم‌های میتوزی نه یک بار (یا یک نسل) میتوز. مثلاً همینجا، یک یاختهٔ هاپلوئیدی ۳ نسل میتوز می‌کنه اما ۷ تا میتوز انجام میشه. در نسل اول، یک سلول داریم که با تقسیم میتوز، ۲ تا یاخته رو به‌وجود میاره. در نسل دوم، ۲ تا یاخته داریم که هر کدوم یک تقسیم میتوز (مجموعاً ۲ تقسیم میتوز) انجام می‌دن. بنابراین، تا پایان نسل دوم، ما ۲ بار میتوز ولی ۳ میتوز داریم. در نسل ۳، چهار تا یاخته داریم که باز هر کدوم، ۱ میتوز (مجموعاً ۴ تا میتوز) انجام می‌دن. پس در پایان نسل سوم، ۳ بار میتوز ولی ۷ تا تقسیم میتوز داریم.*

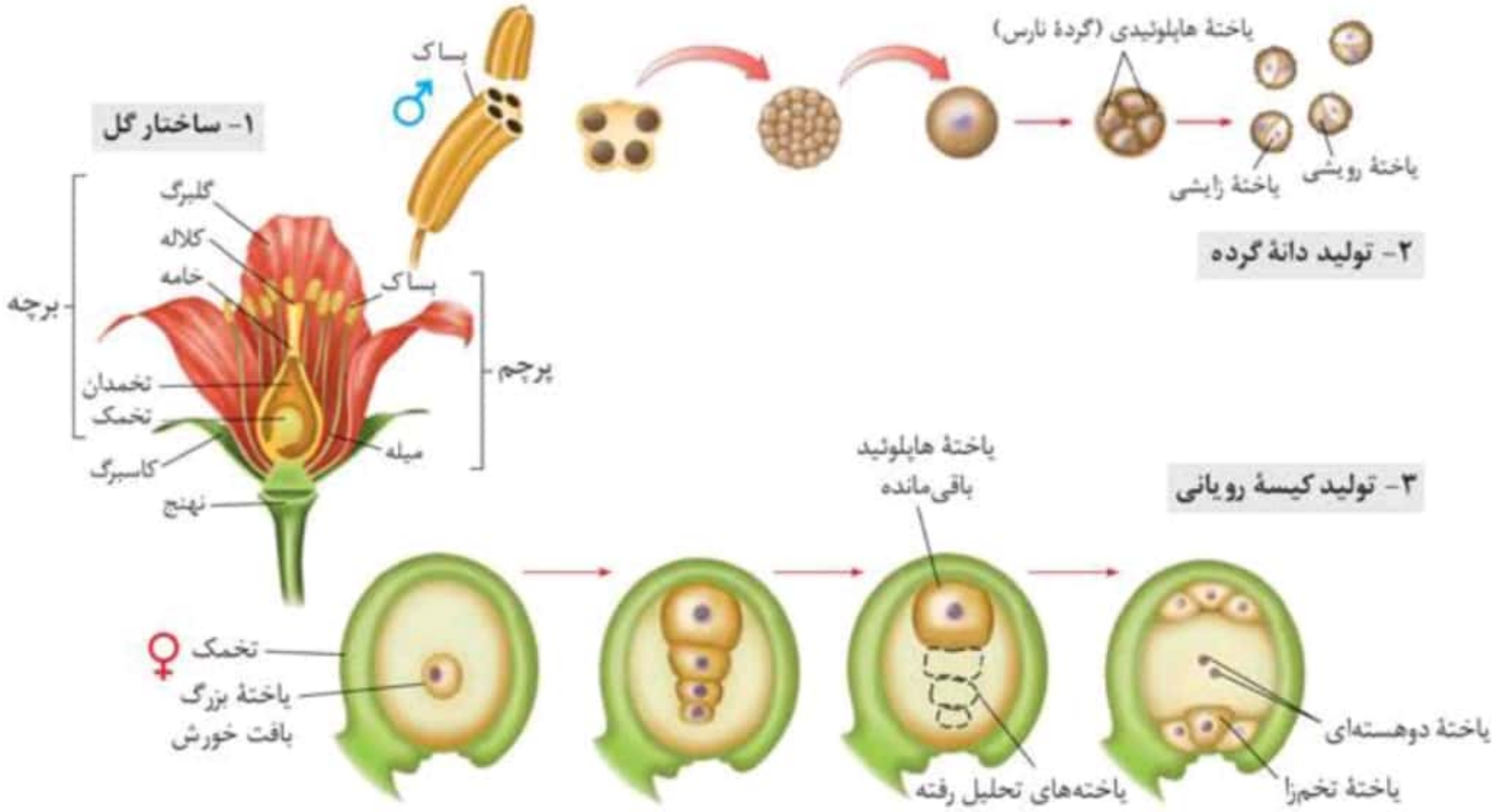
یاختهٔ هاپلوئید حاصل از میتوز



نکته در کیسهٔ رویانی، ۷ یاخته وجود دارد ولی چون یکی از یاخته‌ها دوهسته‌ای است، در مجموع ۸ هسته درون کیسهٔ رویانی مشاهده می‌شود. یاخته‌های کیسهٔ رویانی، از نظر شکل و اندازه با یکدیگر تفاوت دارند ولی همهٔ هسته‌هایی که درون کیسهٔ رویانی وجود دارند، از نظر محتوای ژنی کاملاً یکسان هستند.

نکته یاختهٔ رویشی و یاختهٔ زایشی در دانهٔ گرده و همچنین، همهٔ ۸ هستهٔ کیسهٔ رویانی، هاپلوئید[1] هستند.

تا اینجا، فهمیدیم که گل چی هست و چجوری میاد دانهٔ گرده و کیسهٔ رویانی رو تولید می‌کنه. تولید گامت ماده رو هم گفتیم اما هنوز گامت نر مونده و می‌ذاریمش واسه درسنامهٔ بعد. قبل از اینکه بریم سراغ درسنامهٔ بعد، به شکل بعدی خوب دقت کنین. این شکل، خلاصه‌ای از کل مطالبی است که تا الان گفتیم!



۱- یاختهٔ دوهسته‌ای، دو تا هسته داره که هر کدوم از هسته‌هاش، هاپلوئید هستن. ما نمی‌تونیم عدد کروموزومی یاختهٔ دوهسته‌ای رو به‌صورت n۲ (دیپلوئید) بنویسیم؛ چون که دو تا هستهٔ جدا هستن و هر کدوم هم هاپلوئید هستند. پس برای نوشتن عدد کروموزومی، می‌نویسیم: n + n. البته بازم دقت کنین که یاختهٔ دوهسته‌ای هاپلوئید است اما دو تا هسته داره. بنابراین تعداد کروموزوم‌هاش بیشتر از بقیهٔ یاخته‌های کیسهٔ رویانی هست.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۹ لقاح

تا اینجا فهمیدیم که دانهٔ گرده و کیسهٔ رویانی، چجوری تشکیل می‌شن اما هنوز لقاح انجام نشده. تازه گرده‌افشانی انجام شده و دانهٔ گرده رسیده به روی کلاله. حالا می‌خوایم ببینیم چه اتفاقاتی می‌افته تا گامت نر و ماده به وصال هم برسن.

با گرده‌افشانی، دانهٔ گرده بر روی کلاله قرار می‌گیرد. اگر کلاله و دانهٔ گرده با یکدیگر سازگاری داشته باشند (کلاله، گرده را بپذیرد!)، لقاح امکان‌پذیر خواهد بود.

حالا ببینیم چه اتفاقاتی می‌افته بعد از اینکه کلاله خانم افتخار دادن و گرده رو به غلامی پذیرفتن!

۱- **تشکیل لولهٔ گرده:** یاختهٔ رویشی رشد می‌کند و لولهٔ گرده را تشکیل می‌دهد.

نکته رشد لولهٔ گرده، همراه با افزایش حجم یاختهٔ رویشی است و این یاخته، تقسیم نمی‌شود.

۲- **تشکیل گامت نر:** در لولهٔ گرده، یاختهٔ زایشی تقسیم میتوز انجام می‌دهد و دو اسپرم (گامت نر) را می‌سازد.

آن‌چه گذشت |فصل‌های ۶ و ۷ یازدهم| در جانوران، تولید گامت با تقسیم میوز انجام می‌شود اما در گیاهان، گامت نر و ماده با تقسیم میتوز تولید می‌شوند.

۳- **حرکت لولهٔ گرده به سمت تخمدان:** لولهٔ گرده، به درون بافت کلاله و خامه نفوذ می‌کند و همراه با خود، دو اسپرم را به سمت تخمدان و کیسهٔ رویانی می‌برد.

نکته در خزه‌ها و سرخس‌ها، گامت‌های نر تاژک (وسیلهٔ حرکتی) دارند و می‌توانند در قطره‌های آب یا رطوبت پوشانندهٔ سطح گیاه، شنا کنند و خود را به گامت ماده برسانند. در بازدانگان و نهاندانگان، گامت‌های نر وسیلهٔ حرکتی ندارند و در نتیجه، لولهٔ گرده تشکیل شده است. لولهٔ گرده، گامت نر را به سمت گامت ماده می‌برد. دقت کنید که در گیاهان دانه‌دار، گامت نر هیچ حرکتی انجام نمی‌دهد و جابه‌جایی آن، توسط لولهٔ گرده است.

آن‌چه گذشت |گفتار ۱- فصل ۷ یازدهم| در جانوران نیز گامت نر دارای تاژک است و می‌تواند به سمت گامت ماده حرکت کند.

۴- **لقاح مضاعف (دوتایی):** وقتی که اسپرم‌ها به کیسهٔ رویانی رسیدند، لقاح انجام می‌شود. *خُب دو تا اسپرم اومدن توی کیسهٔ رویانی؛ پس دو تا یافته هم باید باشن برای لقاح با این اسپرم‌ها. ببینیم کیا این کار رو می‌کنن.*

الف) تخم اصلی: یکی از اسپرم‌ها، با یاختهٔ تخم‌زا آمیزش انجام می‌دهد و تخم اصلی را تشکیل می‌دهد. تخم اصلی به رویان نمو می‌یابد.

اسپرم + یاختهٔ تخم‌زا ←(لقاح)— یاختهٔ تخم اصلی ←(رشد و نمو)— رویان

نکته تخم اصلی و یاخته‌های رویان، دیپلوئید (2n) هستند.

ب) تخم ضمیمه: اسپرم دیگر، با یاختهٔ دوهسته‌ای آمیزش می‌یابد و نتیجهٔ آن تشکیل تخم ضمیمه است. تخم ضمیمه، **با تقسیم‌های میتوزی متوالی**، بافتی به نام آندوسپرم را ایجاد می‌کند. آندوسپرم، دارای یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای (پارانشیمی) است.

اسپرم + یاختهٔ دو هسته‌ای ←(لقاح)— یاختهٔ تخم ضمیمه ←(تقسیم‌های میتوزی متوالی)— آندوسپرم

نکته هنگام لقاح اسپرم و یاختهٔ دوهسته‌ای، ۳ هستهٔ هاپلوئید (n) با یکدیگر ادغام می‌شوند و یک هستهٔ تریپلوئید (3n) تشکیل می‌شوند. بنابراین، تخم ضمیمه تریپلوئید است و چون یاخته‌های آندوسپرم نیز حاصل تقسیم میتوز تخم ضمیمه هستند، آندوسپرم نیز یاخته‌های تریپلوئید دارد.

نکته در نهاندانگان، دو لقاح رخ می‌دهد. به همین علت گفته می‌شود که نهاندانگان لقاح مضاعف یا دوتایی دارند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

❑ آندوسپرم، ذخیرهٔ غذایی رویان

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] گلوتن، پروتئینی است که در کریچه‌های یاخته‌های بذر گندم و جو ذخیره می‌شود و هنگام رویش بذر، برای رشد و نمو رویان به مصرف می‌رسد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۹ یازدهم] خارجی‌ترین لایهٔ آندوسپرم بذر غلات یک لایهٔ گلوتن‌دار است. این لایه، تحت تأثیر هورمون جیبرلین، آنزیم‌های گوارشی ترشح می‌کند که دیوارهٔ یاخته‌ها و ذخایر آندوسپرم را گوارش می‌دهند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۶ دهم] بافت نرم‌آکنه‌ای کارهای متفاوتی مانند ذخیرهٔ مواد و فتوسنتز انجام می‌دهد.

آندوسپرم، همیشه جامد نیست، می‌تونه مایع هم باشه. شاید بپرسین چجوری؟

۱- آندوسپرم مایع: اگر هستهٔ تخم ضمیمه تقسیم شود، **اما تقسیم سیتوپلاسم انجام نشود**، بافت آندوسپرم به‌صورت مایع دیده می‌شود.

مثال شیر نارگیل

نکته تقسیم یاختهٔ سازندهٔ یاختهٔ دوهسته‌ای نیز بدون تقسیم سیتوپلاسم است.

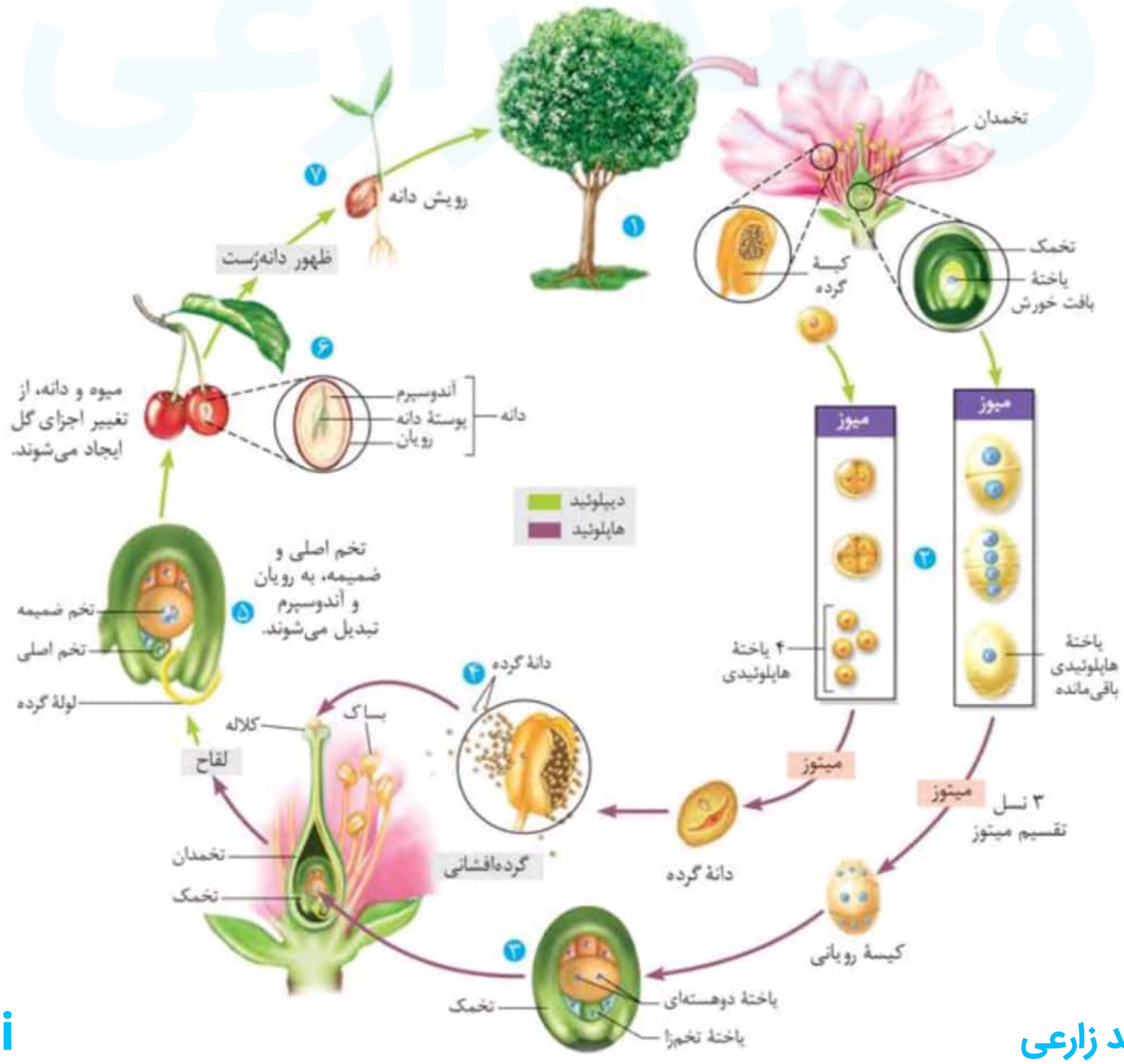
میتوز متوالی تخم ضمیمه بدون تقسیم سیتوپلاسم ← **آندوسپرم مایع**

۲- آندوسپرم جامد: اگر پس از تقسیم میتوز هستهٔ تخم ضمیمه، سیتوپلاسم هم تقسیم شود، آندوسپرم جامد تشکیل می‌شود.

مثال بخش گوشتی و سفیدرنگ نارگیل

میتوز متوالی تخم ضمیمه همراه با تقسیم سیتوپلاسم ← **آندوسپرم جامد**

نکته دقت داشته باشید که هر جا در گیاهان راجع به تقسیم سیتوپلاسم صحبت می‌کنیم، منظور تشکیل تیغهٔ میانی در بین دو هستهٔ جدید است.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۰ رشد و نمو تخم

تا اینجا فهمیدیم که چجوری لقاح انجام می‌شه و یاخته‌های تخم اصلی و ضمیمه تشکیل می‌شن. حالا می‌خوایم برسیم به این‌که رشد و نمو این یاخته‌های تخم چجوریه. راستی، ما اینجا رشد و نمو تخم اصلی یک گیاه دولپه رو بررسی می‌کنیم ولی تک‌لپه‌ای‌ها هم زیاد فرقی ندارند. اول بگیم دانه چی هست.

☐ دانه

بعد از لقاح، **تخمک به دانه تبدیل می‌شود.** هر دانه از سه بخش تشکیل شده است:

۱- **رویان:** از رشد و نمو تخم اصلی به‌وجود می‌آید. در رویان نهاندانگان، یک یا دو لپه (برگ رویانی)، ساقهٔ رویانی و ریشهٔ رویانی مشاهده می‌شود.

۲- **ذخیرهٔ غذایی:** از **تقسیمات میتوزی متوالی تخم ضمیمه** به‌وجود می‌آید و **آندوسپرم** نامیده می‌شود. آندوسپرم، در دانهٔ بالغ تک‌لپه‌ای‌ها نیز باقی می‌ماند اما در دانهٔ بالغ دولپه‌ای‌ها، مشاهده نمی‌شود. *یکم جلوتر می‌گیم چرا.*

۳- **پوستهٔ دانه:** از تغییر پوستهٔ تخمک به‌وجود می‌آید.

نکته منشأ پوستهٔ دانه، پوستهٔ تخمک است. بنابراین، پوستهٔ دانه از نظر ژنتیکی مشابه گیاه مادر است نه رویانی که تشکیل شده است.

رویان

وقتی که تخم اصلی تشکیل شد، به‌طور پی‌درپی تقسیم میتوز انجام می‌دهد و رویان[1] گیاه را تشکیل می‌دهد.

☐ مراحل تشکیل رویان

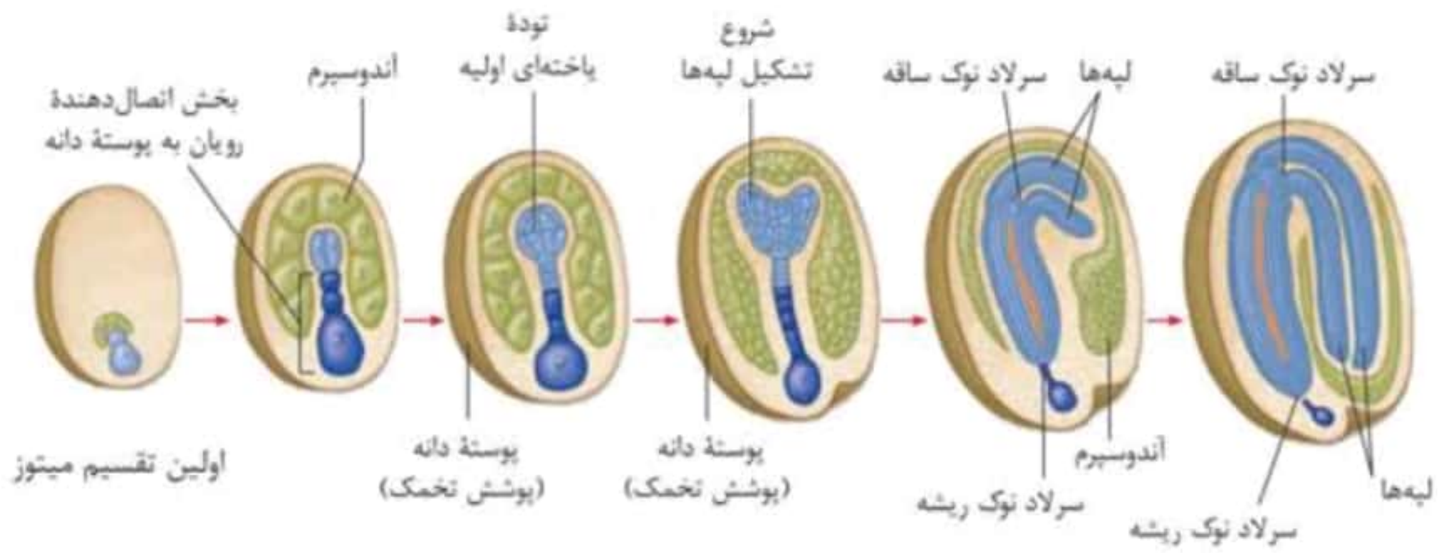
۱- **اولین تقسیم یاختهٔ تخم: در اولین تقسیم میتوز، یاختهٔ تخم به‌طور نامساوی تقسیم می‌شود** و دو یاختهٔ بزرگ و کوچک را تشکیل می‌دهد. یاختهٔ بزرگ، ساختاری را به‌وجود می‌آورد که رویان را به پوستهٔ دانه متصل می‌کند. یاختهٔ کوچک نیز تقسیم می‌شود و رویان را تشکیل می‌دهد. *در ادامهٔ بحث ما کاری به اون یاختهٔ بزرگ نداریم و در همین حد که گفتیم بدونین کافیه. از اینجا به بعد، ما فقط رشد و نمو یاختهٔ کوچک رو بررسی می‌کنیم.*

۲- **تقسیمات متوالی یاختهٔ کوچک:** در نتیجهٔ تقسیمات میتوزی متوالی یاختهٔ تخم، یک تودهٔ یاخته‌ای تشکیل می‌شود.

۳- **تمایز تودهٔ یاخته‌ای:** همزمان با افزایش تعداد یاخته‌های تخم، تودهٔ یاخته‌ای اولیه تمایز می‌یابد و لپه‌ها را تشکیل می‌دهد. ساقه و ریشهٔ رویانی نیز شروع به تشکیل‌شدن می‌کنند. *از پارسال تا حالا، کلی اسم لپه رو آوردیم و شاید براتون سؤال باشه که لپه چی هست. نگران نباشید، یکم جلوتر وقتی می‌خوایم راجع به آندوسپرم صحبت کنیم، می‌گیم که لپه چی هست.* لپه‌ها پس از تشکیل‌شدن، **خم می‌شوند** و رشد مستقیم ندارند.

نکته لپه‌ها، **مشخص‌ترین بخش رویان** هستند.

۴- **تشکیل سرلادها:** در دو انتهای رویان، **سرلادهای نوک ساقه و ریشه تشکیل می‌شوند.** این سرلادها، بخش‌های مختلف گیاه را به‌وجود می‌آورند.



۱- در فصل قبلی، راجع به رویان در انسان صحبت کردیم. به‌طور کلی، ساختار چند یاخته‌ای که از تقسیم یاختهٔ تخم به‌وجود می‌آید و مربوط به مراحل اولیهٔ رشد جاندار است، رویان نامیده می‌شود. معادل لاتین رویان، Embryo است که دارای ریشهٔ یونانی است و معنای آن، روییدن و سبز شدن است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «تشکیل رویان در دانه»

- ✓ یاخته‌های حاصل از تقسیم یاختهٔ بزرگ، سیتوکینز مساوی ندارند؛ در نتیجه، همیشه انتهایی‌ترین یاخته بزرگ‌تر از سایر یاخته‌هاست.
- ✓ سرعت تقسیم یاختهٔ کوچک‌تر، بیشتر از یاختهٔ بزرگ‌تر است.
- ✓ هنگام تشکیل لپه‌ها، رویان ساختاری قلبی‌شکل دارد.
- ✓ بعد از تشکیل لپه‌ها، لپه‌ها خم می‌شوند.

ذخیرهٔ غذایی

وقتی که رویان می‌خواهد رشد کند، از ذخیرهٔ غذایی دانه استفاده می‌کند. **منشأ ذخیرهٔ غذایی دانه، آندوسپرم است** اما سرنوشت آندوسپرم در تک‌لپه‌ای‌ها و دولپه‌ای‌ها فرق می‌کند.

□ ذخیرهٔ غذایی دانهٔ تک‌لپه‌ای‌ها

در تک‌لپه‌ای‌ها، آندوسپرم به عنوان بافت ذخیره‌ای دانهٔ بالغ باقی می‌ماند. در این دانه‌ها، **انتقال مواد غذایی از آندوسپرم به رویان در حال رشد، توسط لپه‌ها انجام می‌شود.** پس ذخیرهٔ غذایی دانهٔ تک‌لپه‌ای‌ها، همیشه آندوسپرم است.

□ ذخیرهٔ غذایی دانهٔ دولپه‌ای‌ها

در دولپه‌ای‌ها، طی بلوغ دانه، مواد غذایی ذخیره‌شده در آندوسپرم به درون لپه‌ها منتقل می‌شوند و آندوسپرم از بین می‌رود. در نتیجهٔ ذخیرهٔ مواد غذایی در لپه‌ها، اندازهٔ لپه‌ها بزرگ‌تر می‌شود. بنابراین، **در گیاهان دولپه‌ای، بخش ذخیره‌ای دانهٔ بالغ، لپه‌ها هستند** نه آندوسپرم.

همونطور که داخل شکل می‌بینین، در دانهٔ گیاهان دولپه‌ای، بیشتر حجم دانه توسط لپه اشغال شده است اما در دانهٔ تک‌لپه‌ای‌ها، بیشتر حجم دانه مربوط به آندوسپرم است. تازه یه چیز دیگه؛ دانهٔ دولپه‌ای‌ها، دو قسمتی است. شکلشو یکم جلوتر می‌بینین.

نکته در تک‌لپه‌ای‌ها، ذخیرهٔ غذایی دانهٔ بالغ، آندوسپرم است که نوعی بافت تریپلوئید (3n) می‌باشد. اما در دولپه‌ای‌ها، ذخیرهٔ غذایی دانهٔ بالغ، لپه است و یاخته‌های دیپلوئید (2n) دارد.

نکته نقش لپه در دانهٔ تک‌لپه‌ای‌ها، انتقال مواد غذایی از آندوسپرم به رویان است اما در دانهٔ دولپه‌ای‌ها، محل ذخیرهٔ مواد غذایی محسوب می‌شود.

پوستهٔ دانه

همزمان با رشد و نمو رویان، **پوستهٔ تخمک نیز تغییر می‌کند** و به پوستهٔ دانه تبدیل می‌شود. **پوستهٔ دانه‌ها معمولاً سخت است.**

نکته پوستهٔ دانه‌ها، بیشتر از یاخته‌های اسکلرئیدی تشکیل شده است.

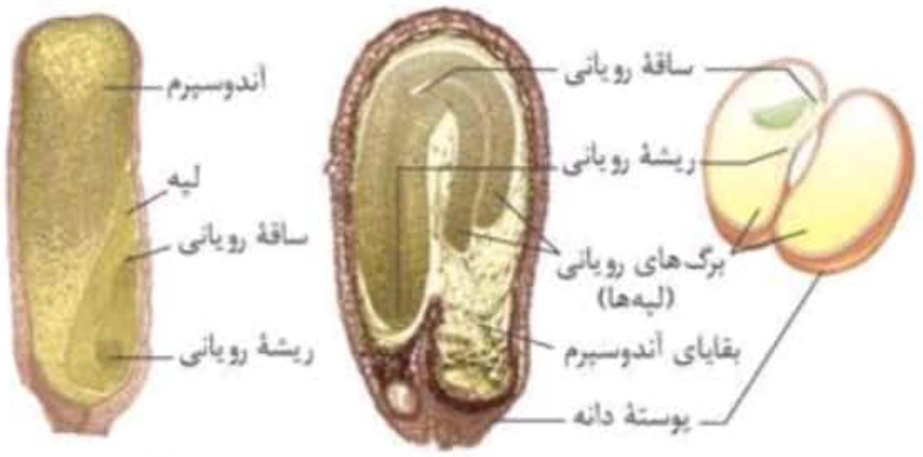
آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۶ دهم] یاخته‌های سخت‌آکنه‌ای، دیوارهٔ پسین ضخیم و چوبی‌شده دارند. این یاخته‌ها، به‌علت دیواره‌های چوبی ضخیم، سبب استحکام اندام می‌شوند. یاخته‌های کوتاه سخت‌آکنه‌ای، اسکلرئید نام دارند. ذره‌های سختی که هنگام خوردن گلابی زیر دندان حس می‌کنیم، ناشی از وجود داشتن یاخته‌های اسکلرئیدی است.

وظیفهٔ پوستهٔ دانه: پوستهٔ دانه، از رویان در برابر شرایط نامساعد محیطی و همچنین، صدمه‌های فیزیکی (مثل برخورد سنگ) یا شیمیایی (مثل آنزیم‌های گوارشی جانوران) حفظ می‌کند. علاوه‌بر این، پوستهٔ دانه مانع ورود آب و اکسیژن به دانه می‌شود و در نتیجه، جلوی رشد سریع رویان را می‌گیرد. عدم رشد سریع رویان کمک می‌کند تا دانه، فقط زمانی رویش خود را انجام دهد که شرایط مناسب باشد.

این که چرا آب برای رشد رویان لازمه، بمونه واسه درسنامهٔ بعد. اما اینکه چرا اکسیژن لازمه، مال کتاب دهمه!

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] در تنفس یاخته‌ای، گلوکز و اکسیژن مصرف می‌شوند و مولکول ATP تولید می‌شود. زمانی که مقدار کافی اکسیژن وجود نداشته باشد، انرژی لازم برای فرایندهای یاخته‌ای نیز تأمین نمی‌شود و در نتیجه، رشد یاخته‌ها کم می‌شود.



دانهٔ تک‌لپه‌ای　　دانهٔ دولپه‌ای

این درسنامه هم بالاخره تموم شد. شکل رو هم نگاه کنین تا یه جمع‌بندی براتون بشه روی مباحث این درسنامه. بعدش بیاین تا بگیم خود دانه چجوری رشد می‌کنه و گیاه بالغ رو ایجاد می‌کنه.

شکل «دانه‌ی ذرت و دانه‌ی لوبیا»

- ✓ در گیاهان دولپه‌ای، مثل لوبیا، دانهٔ دوقسمتی وجود دارد.
- ✓ بخش اعظم دانهٔ بالغ گیاهان دولپه‌ای، توسط لپه‌ها اشغال شده است.
- ✓ در دانهٔ بالغ گیاه لوبیا، باقی‌ماندهٔ آندوسپرم نیز قابل‌مشاهده است.
- ✓ در دانهٔ بالغ تک‌لپه‌ای‌ها، بیشتر حجم دانه توسط آندوسپرم اشغال شده است.

درسنامهٔ ۱۱ رویش دانه

گفتیم که پوستهٔ سخت دانه، جلوی نفوذ آب و اکسیژن به درون دانه را می‌گیرد. در نتیجه، **بعد از تشکیل رویان، رشد آن تا مدتی متوقف می‌شود.** این توقف رشد به این دلیل است که رویان، فقط در شرایط مناسب محیطی رشد خود را ادامه دهد. *در واقع، رویان صبر می‌کنه تا شرایط محیطی مناسب بشه. وقتی که شرایط مناسب شد، رشدش رو شروع می‌کنه.*

رشد و نمو رویان

□ شرایط مناسب برای رویش دانه

دانه، برای رویش، به آب، اکسیژن و دمای مناسب نیاز دارد. *اکسیژن رو که قبلاً گفتیم برای تنفس یاخته‌ای نیاز هست. دما که باید خوب باشه تا گیاه سرد و گرمش نشه؛ مثلاً اگه دما خیلی کم باشه، گیاه یخ می‌زنه! اما ببینیم آب چی‌کار می‌کنه.* وقتی که آب کافی در اختیار دانه قرار بگیرد، بافت‌های دانه آب را جذب می‌کنند و متورم می‌شوند. **در نتیجهٔ این تورم، پوستهٔ دانه شکاف برمی‌دارد.** *فایدش چیه؟* از طریق این شکاف، اکسیژن کافی به رویان می‌رسد. سپس، رویان با استفاده از ذخایر غذایی دانه و با مصرف اکسیژن، می‌تواند تنفس یاخته‌ای خود را انجام دهد و انرژی لازم برای فرایندهای یاخته‌ای خود را تأمین کند. در این زمان، رویان رشد و نمو خود را از سر می‌گیرد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] وقتی مقدار آب در محیط بیشتر از مقدار آن در یاخته باشد، کریچه‌ها حجیم و پر آب هستند و سبب می‌شوند که پروتوپلاست به دیواره بچسبد و به آن فشار آورد. دیوارهٔ یاخته‌ای، در برابر این فشار تا حدی کشیده می‌شود، اما پاره نمی‌شود. یاخته در این وضعیت، در حالت تورژسانس یا تورم است. تورم بافت‌های رویان، منجر به شکافتن پوستهٔ دانه می‌شود.

□ رویش دانه

ظهور دانه‌زست: اولین علامت رویش دانه، **ظهور دانه‌زست** است. دانه‌زست، **گیاه کوچکی است** و در اثر رشد و نمو رویان، از دانه خارج می‌شود.

نکته اولین بخشی که از دانه خارج می‌شود، ریشهٔ رویانی است.

ادامهٔ رویش دانه: پس از ظهور دانه‌زست، با تقسیم سریع یاخته‌های سرلادی نوک ساقه و ریشه، طول ساقه و ریشه اضافه می‌شود و سه سامانهٔ بافتی در ساقه و ریشه شکل می‌گیرند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۶ دهم] در برش عرضی ریشه، ساقه و برگ نهاندانگان، سه بخش پوششی، زمینه‌ای و آوندی قابل تشخیص است. به هر یک از این بخش‌ها، سامانهٔ بافتی می‌گویند؛ زیرا هر سامانه از بافت‌ها و یاخته‌های گوناگونی تشکیل شده است؛ بنابراین، پیکر گیاهان آوندی از سه سامانهٔ بافتی [illegible] زمینه‌ای و آوندی تشکیل می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۶ دهم] پیکر گیاهان آوندی، از سه سامانهٔ بافتی ساخته می‌شود. در نوک ساقه و ریشه، یاخته‌های سرلادی وجود دارند که دائماً تقسیم می‌شوند و مجموعه یاخته‌های مورد نیاز برای ساختن سامانه‌های بافتی را تولید می‌کنند.

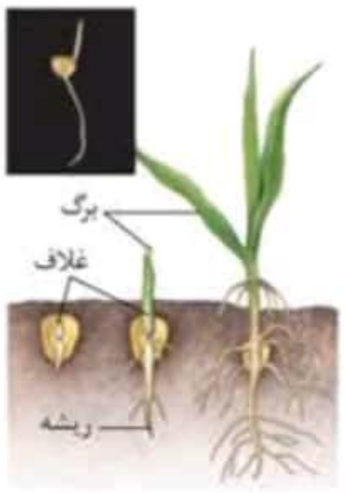
در رشد رویشی، گیاه، برگ، شاخه و ریشه‌های جدید را تولید می‌کند. پس از پایان رشد رویشی، گیاه بر اساس محتوای ژنتیکی خود، در صورت مناسب بودن شرایط محیطی، گل و سرانجام دانه تولید می‌کند. *بعداً بیشتر راجع به این چیزا در درسنامهٔ «طول عمر گیاهان» صحبت می‌کنیم.*

رویش زیرزمینی و روزمینی

در نهاندانگان، **بر اساس اینکه لپه‌ها درون خاک بمانند یا همراه با ساقه از خاک خارج شوند**، رویش زیرزمینی و رویش روزمینی تعریف شده است.

□ رویش زیرزمینی

مثال دانهٔ نخود و ذرت



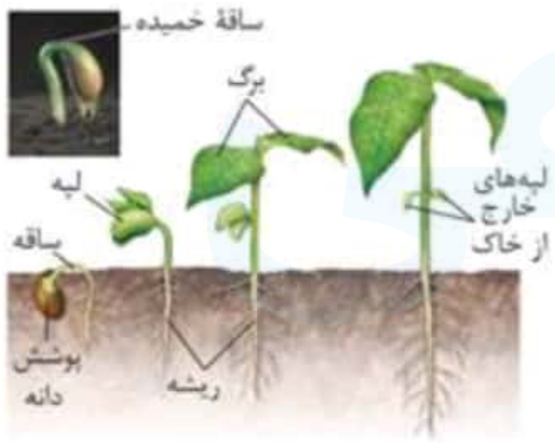
در این حالت، لپه‌ها در زیر خاک باقی می‌مانند و از خاک خارج نمی‌شوند بنابراین، **لپه در این گیاهان توانایی فتوسنتز ندارد.**

رویش دانهٔ ذرت: در ذرت، که گیاهی تک‌لپه است، لپه در زیر خاک باقی می‌ماند. همزمان با رشد ساقه، یک غلاف در اطراف ساقه قرار می‌گیرد که وظیفهٔ آن، حفاظت از سرلاد نوک ساقه است.

آن‌چه گذشت [فصل ۶ دهم] قبلاً گفتیم که در تک‌لپه‌ای‌ها، ریشهٔ افشان و برگ‌های باریک وجود دارند. در شکل رویش دانهٔ ذرت، این موارد مشخص است.

□ رویش روزمینی

مثال دانهٔ لوبیا و پیاز



در این حالت، لپه‌ها از خاک خارج می‌شوند. بنابراین، **لپه‌های این گیاهان پس از خروج از خاک، سبز هستند و می‌توانند فتوسنتز کنند.**

رویش دانهٔ لوبیا: دانهٔ لوبیا، نوعی دانهٔ دولپه‌ای است. هنگام رویش ساقه، ابتدا ساقه خم می‌شود و ساختاری قلاب‌مانند تشکیل می‌دهد. این کار باعث می‌شود که به سرلادهای نخستین نوک ساقه، آسیبی وارد نشود. پس از آن، رشد رویشی ادامه پیدا می‌کند و ساقه صاف می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۶ دهم] قبلاً گفتیم که در دولپه‌ای‌ها، ریشهٔ مستقیم، برگ‌های پهن و رگبرگ‌های منشعب وجود دارند. در شکل رویش دانهٔ لوبیا، این موارد مشخص است.

باقی‌ماندهٔ دانهٔ پیاز بعد از رویش

نکته محافظت از سرلاد نوک ساقه در ذرت، توسط غلاف انجام می‌شود و در لوبیا، با تشکیل قلاب، سرلاد نخستین ساقه در برابر آسیب‌های محیطی محافظت می‌شود.

نکته هر دو نوع رویش زیرزمینی و روزمینی، هم در گیاهان تک‌لپه‌ای مشاهده می‌شود و هم در گیاهان دولپه‌ای. اما، رویش زیرزمینی بیشتر در گیاهان تک‌لپه‌ای دیده می‌شود و رویش روزمینی، بیشتر در گیاهان دولپه‌ای.

جمع‌بندی

رویش دانه

پوستهٔ سخت دانه، جلوی نفوذ آب و اکسیژن به دانه را می‌گیرد تا در شرایط نامناسب، رویش دانه آغاز نشود. در شرایط و دمای مناسب، آب وارد دانه می‌شود و با تورم بافت‌های دانه، پوستهٔ دانه شکافته می‌شود. اکسیژن از این شکاف وارد می‌شود و رویش دانه آغاز می‌شود. اولین علامت رویش دانه، ظهور دانه‌رُست است. هنگام رویش دانه، سرلادهای ساقه و ریشه، سامانه‌های بافتی را تشکیل می‌دهند. رویش دانه، می‌تواند روزمینی یا زیرزمینی باشد. در نخود و ذرت، رویش زیرزمینی انجام می‌شود و در آن، لپه‌ها از خاک خارج نمی‌شوند. اما در رویش روزمینی، مثل رویش دانهٔ لوبیا و پیاز، لپه‌ها از خاک خارج می‌شوند و در سطح خاک خشک می‌شوند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۲ میوه

شاید در ذهن خیلی از ما، میوه یه مفهوم کاملاً بدیهی و مشخص باشه. مثلاً همهٔ ما میگیم که سیب، پرتقال و موز میوه هستن. اما تعریف علمی میوه فرق می‌کنه و می‌تونه بعضی جاها ما رو شگفت‌زده کنه! اما مثلاً زرشک، گوجه‌فرنگی و لوبیا هم میوه هستند. پس بیاین ببینیم که اصلاً تعریف علمی میوه چی هست و چه چیزایی میوه هستن و ما بهشون نمی‌گیم میوه. راستی یادتون باشه که میوه هم مثل گل، فقط در نهاندانگان وجود داره و کمک زیادی به فراوانی این گیاهان کرده.

میوه چیست؟

خلاصه بخوایم بگیم، بخشی از یک گیاه نهاندانه که دانه‌ها را نگهداری می‌کند، میوه نام دارد. گفتیم وقتی که لقاح انجام می‌شود، تخمک به دانه تبدیل می‌شود. در این زمان، بقیهٔ قسمت‌های گل نیز تغییر می‌کنند و میوه را به‌وجود می‌آورند. مثلاً، در بسیاری از نهاندانگان، تخمدان تغییر می‌کند و تبدیل به میوه می‌شود.

میوهٔ حقیقی: میوه‌ای که همهٔ بافت‌های آن از تغییر تخمدان ایجاد شده باشد، میوهٔ حقیقی است. مثل هلو.

میوهٔ کاذب (غیرحقیقی): در بعضی از نهاندانگان، قسمت‌های دیگر در تشکیل میوه شرکت می‌کنند. مثلاً میوهٔ سیب حاصل رشد نهنج است.

فعالیت کتاب درسی

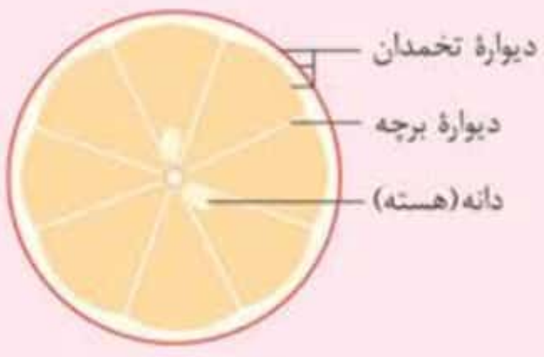
تقسیم فضای تخمدان در میوه توسط دیوارهٔ برچه‌ها

برچه‌ها را در میوه‌ها هم مشاهده می‌کنیم. در تعدادی از میوه‌ها، فضای تخمدان با دیوارهٔ برچه‌ها به‌طور کامل تقسیم شده است.

پرتقال: در پرتقال، دیوارهٔ برچه‌ها کاملاً مشخص است و فضای تخمدان، به‌طور کامل تقسیم شده است. *هر یه تیکهٔ پرتقال که می‌خورین، یه برچه است. در واقع اون خط‌هایی که در پرتقال مشاهده می‌کنید، دیوارهٔ برچه‌ها هستند.*

خیار: در خیار، فقط یک برچه وجود دارد. بنابراین، تقسیم‌شدن فضای درونی خیار توسط دیوارهٔ برچه‌ها مشاهده نمی‌شود. همهٔ دانه‌های درون خیار، مربوط به همان یک برچه هستند.

فلفل دلمه‌ای: در فلفل دلمه‌ای و سیب، چندین برچه وجود دارد که در مرکز میوه، با یکدیگر ادغام شده‌اند و یک بخش ضخیم را ایجاد کرده‌اند. در نتیجه، در فلفل دلمه‌ای هم می‌توان بخش‌های مجزا در تخمدان مشاهده کرد.



نقش و اهمیت میوه‌ها

☐ حفاظت و نگهداری دانه‌ها

میوه، از دانه در برابر شرایط نامساعد محافظت می‌کند. این حفاظت، با روش‌های مختلف انجام می‌شود:

۱- مزهٔ ناخوشایند میوه‌های نارس: *شنیدین که می‌گن میوهٔ نارس مزهٔ گس داره؟* این مزهٔ بد، باعث می‌شود که جانوران تمایلی به خوردن میوه‌های نارس نداشته باشند. در نتیجه، تا زمانی که دانه‌ها نرسند، میوه‌ها توسط جانوران خورده نمی‌شوند.

۲- پوستهٔ سخت دانه‌ها: *البته این بیشتر مربوط به خود دانه هست تا میوه!* پوستهٔ بعضی دانه‌ها چنان سخت و محکم است که حتی در برابر شیره‌های گوارشی جانوران بدالزام می‌مانند. *اسید معده، می‌تونه فولاد رو حل کنه اما هستهٔ بعضی از میوه‌ها رو نمی‌تونه هضم کنه! مثل هستهٔ این میوه‌ها قوی باشید.*

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

☐ پراکندگی میوه

پراکندگی گیاهان دانه‌دار در محیط، توسط دانه انجام می‌شود. یکی از کاربردهای میوه، مربوط به نقش آن‌ها در پراکندگی دانه است. مثل گرده‌افشانی، سه عامل در انتقال میوه‌ها نقش دارد: ۱- جانوران، ۲- باد و ۳- آب. *انتقال میوه‌ها توسط هر کدوم از این عوامل، از همون اصولی پیروی می‌کنه که راجع به گرده‌افشانی گفتیم.*

۱- جانوران: جانوران به دو طریق در انتقال میوه‌ها مؤثر هستند. اولین روش، زمانی است که جانوران میوه‌های رسیده را می‌خورند و بدین ترتیب، در انتقال آن‌ها نقش دارند. *حالا جانوران چه میوه‌هایی رو می‌فورن؟* مثل گرده‌افشانی، رنگ‌های درخشان میوه در جذب جانوران نقش دارند. به همین دلیل، میوه‌های رسیده نسبت به میوه‌های نارس، رنگ‌های درخشان‌تر و جذاب‌تری دارند. در دومین روش، بعضی از میوه‌ها می‌توانند به پیکر جانوران بچسبند و همراه با آن‌ها جابه‌جا شوند.

۲- باد: میوه‌هایی که با باد منتقل می‌شوند، باید سبک باشند و در دسترس باد قرار داشته باشند. *مثلاً، هیچ‌وقت یه هندونه توسط باد جابه‌جا نمیشه!*

۳- آب: *کتاب چیزی راجع به انتقال با آب نگفته، ما هم نمی‌گیم!*

فعالیت کتاب درسی

روش پراکندگی میوه‌ها

با توجه به شکل‌های زیر که انواعی از میوه‌ها را نشان می‌دهد، هر میوه با چه روشی در محیط پراکنده می‌شود؟

۴

۳

۲

۱

میوهٔ «۱» دارای کرک است و میوهٔ «۴»، دارای بال. بنابراین، این میوه‌ها می‌توانند توسط باد جابه‌جا شوند. میوه‌های «۲» و «۳»، دارای زوائد خارمانند هستند و با چسبیدن به بدن جانوران، توسط جانوران جابه‌جا می‌شوند.

میوهٔ بدون دانه

گفتیم که میوه، **ساختاری است که از دانه حفاظت می‌کند.** دانه هم حاصل تغییر تخمک است و بعد از لقاح یاختهٔ تخم‌زا و اسپرم به‌وجود می‌آید. پس **تا زمانی که لقاح انجام نشود، دانه هم تشکیل نمی‌شود.** مثلاً، پرتقال‌های بدون دانه[1]، بدون لقاح ایجاد می‌شوند.

نکته تولید میوه‌های بدون دانه‌ای که بدون لقاح تشکیل شده‌اند، توسط پرورش‌دهندگان گیاهان و با استفاده از **تنظیم‌کننده‌های رشد** انجام می‌شود.

در شرایطی، ممکن است لقاح انجام شود اما باز هم میوه بدون دانه باشد. مثلاً، **در موز بدون دانه، رویان قبل از تکمیل مراحل رشد و نمو می‌میرد** و دانه‌های نارسی در میوه مشاهده می‌شوند که ریز هستند و پوستهٔ نازک دارند. به چنین میوه‌هایی هم بدون دانه می‌گویند. *خلاصه بخوایم بگیم، هر میوه‌ای که داخلش دانهٔ بالغ و رسیده نباشه، میوهٔ بدون دانه است. حالا این میوهٔ بدون دانه، ممکنه دانه هم داشته باشه اما دانه‌هاش نارس باشند.*

جمع‌بندی

رویش دانه

پوستهٔ سخت دانه، جلوی نفوذ آب و اکسیژن به دانه را می‌گیرد تا در شرایط نامناسب، رویش دانه آغاز نمی‌شود. در شرایط و دمای مناسب، آب وارد دانه می‌شود و با تورم بافت‌های دانه، پوستهٔ دانه می‌شکافد. اکسیژن از این شکاف وارد می‌شود و رویش دانه آغاز می‌شود. اولین علامت رویش دانه، ظهور دانه‌رُست است. هنگام رویش دانه، سرلادهای ساقه و ریشه، سامانه‌های بافتی را تشکیل می‌دهند. رویش دانه، می‌تواند روزمینی یا زیرزمینی باشد. در نخود و ذرت، رویش زیرزمینی انجام می‌شود و در آن، لپه‌ها از خاک خارج نمی‌شوند. اما در رویش روزمینی، مثل رویش دانهٔ لوبیا و پیاز، لپه‌ها از خاک خارج می‌شوند.

[1] در شرایطی که دانه میوه‌ها هسته گفته می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۳ طول عمر گیاهان

طول عمر گونه‌های مختلف گیاهان، می‌تواند از چند روز تا حتی چند قرن باشد. معمولاً **طول عمر درخت‌ها (دارای رشد پسین)، بیشتر از گیاهان علفی (غیردرختی) است.**

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۶ دهم] تشکیل ساقه‌ها و ریشه‌های چوبی و دارای قطر زیاد، حاصل فعالیت سرلاد پسین است. رشد پسین، در گیاهان نهاندانهٔ چوبی دولپه‌ای مشاهده می‌شود.

بر اساس طول عمر، گیاهان به سه دسته تقسیم می‌شوند: ۱- گیاهان یک‌ساله، ۲- گیاهان دو ساله و ۳- گیاهان چند ساله.

نکته در شرایط طبیعی و در گیاهان سالم، هر گیاه در طول عمر خود، رشد رویشی و همچنین تولید گل و دانه را انجام می‌دهد. اما اگر شرایط محیطی مناسب نباشد، گیاه قادر به گلدهی و تولید دانه نیست.

☐ گیاهان یک‌ساله

طول عمر: ۱ سال (یا کمتر)

زمان رشد رویشی: سال اول

زمان گلدهی و تولید دانه: سال اول؛ پس از تولیدمثل، می‌میرند.

مثال گندم و خیار

نکته همهٔ گیاهان یک‌ساله، فقط رشد نخستین دارند و علفی هستند.

☐ گیاهان دوساله

طول عمر: ۲ سال

زمان رشد رویشی: سال اول؛ ذخیرهٔ مواد غذایی حاصل از فتوسنتز در ریشه

زمان گلدهی و تولید دانه: سال دوم؛ ایجاد ساقهٔ گل‌دهنده ← (مصرف مواد ذخیره‌شده در ریشه) تشکیل گل و دانه

مثال شلغم

نکته گیاهان دو ساله، فقط رشد نخستین دارند و علفی هستند.

☐ گیاهان چندساله

طول عمر: چند سال

زمان رشد رویشی: این گیاهان، می‌توانند تا چندین سال به رشد رویشی خود ادامه دهند.

زمان گلدهی و تولید دانه: بعضی از آن‌ها، هر سال می‌توانند گل، دانه و میوه تولید کنند.

مثال درخت‌ها و درختچه‌ها و زنبق

نکته زنبق گیاهی علفی است که زمین‌ساقه دارد. زمین‌ساقهٔ زنبق در خاک باقی می‌ماند و از رشد جوانه‌های رویش‌یافته از زمین‌ساقه، گیاهان جدیدی ایجاد می‌شوند.

نکته درخت‌ها و درختچه‌ها، می‌توانند حتی تا چندصد سال نیز زندگی کنند.

آن‌چه گذشت [فصل ۶ دهم] همهٔ درخت‌ها و درختچه‌ها، رشد پسین دارند، دولپه‌ای هستند و چندساله محسوب می‌شوند. مثل درخت آلبالو، درخت پرتقال و درخت نارنج.

نکته همهٔ گیاهان چندساله، چوبی نیستند؛ بلکه، گیاهان علفی چندساله نیز وجود دارند. بنابراین، گیاهان علفی ممکن است یک‌ساله، دوساله یا چندساله باشند. اما همهٔ گیاهان چوبی، چندساله هستند.

نکته همهٔ گیاهان یک‌ساله و دوساله، علفی هستند اما گیاهان چندساله، ممکن است چوبی یا علفی باشند.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

فصل ۹

سال یازدهم

«ساقهٔ گیاهان، می‌تواند به سمت نور خم شود.»

نورگرایی، پدیده‌ای است که در اون، رشد جهت‌دار اندام‌های گیاهی به سمت نور یک‌جانبه دیده میشه. مثلاً ساقهٔ گیاه می‌تونه به سمت نور خم بشه. این کار برای ادامهٔ حیات خیلی مهمه. چون نور برای فتوسنتز گیاه نقش اساسی داره و خم‌شدن ساقه به سمت نور، نور بیشتری رو در دسترس گیاه قرار میده.

پاسخ گیاهان به محرک‌ها

رویش دانه رو دیدین؟ گشتن گل آفتابگردان به دنبال نور خورشید رو چی؟ یا حتی ریزش برگ‌های پاییزی. دیدین که چطوری یک ساقه بلند میشه، یک میوه رسیده میشه و یک گل، باز میشه؟ حتماً دیدین گل‌هایی رو که با خارهای ریز خودشون، تلاش می‌کنن در برابر دشمنای زیادشون، مثل ماها، از خودشون محافظت کنن. همهٔ اینا برای چی هست؟ چرا رخ می‌دن؟ پاسخ همش برمی‌گرده به توانایی گیاهان برای پاسخ به محرک‌ها. توی این فصل می‌خوایم راجع به این صحبت کنیم که گیاهان، چجوری در برابر محرک‌های محیطی واکنش نشون میدن و چجوری رشد خودشون رو تنظیم می‌کنن.

این فصل، آخرین فصل کتاب‌های درسی هست که در اون، به‌طور اختصاصی فقط راجع به گیاهان صحبت می‌کنیم. در اینجا، قراره که با رشد و نمو گیاهان، پاسخ‌های گیاهان به محرک‌ها و روش‌های دفاعی اونا آشنا بشیم. از قضا، این فصل جزء فصل‌های مورد علاقهٔ طراحان کنکور هست و زیاد ازش سؤال میدن. خوبیش اینه که سؤالات این فصل خیلی روتین و مشخص هستن و بدیش اینه که کلی نکتهٔ مفهومی و ترکیبی داره؛ البته این برای شما خوبه، چون دارین کتابی رو می‌خونین که همهٔ نکات ترکیبی و مفهومی رو یه‌جا براتون آورده. با کلی نمودار و کادر و ... هم مطالب هر قسمت رو جمع‌بندی کردیم تا در نهایت، یادگیری این فصل براتون خیلی ساده‌تر از چیزی باشه که انتظارشو داشتین. در ورودی فصل (۷) میکرو دهم، شعری داشتیم که اونجا نیمه‌تمام گذاشتیمش. حالا که رسیدیم به آخرین فصل میکرو یازدهم، باید اون رو تموم کنیم؛ شاید بفهمیم که هدف اصلی خوندن زیست‌شناسی، چیزی خیلی والاتر از موفقیت در یک آزمون هست:

«... درختی که در تابستان شاید آشیانه‌ای از سینه‌سرخان را بر گیسوان دارد / و بر سینه‌اش برف نشسته و با باران هم‌نشین است / اشعار را ابلهانی چون من می‌سرایند اما، تنها خداست که می‌تواند درخت بیافریند»

دانش‌آموز عزیز، با خوندن درسنامه‌های کامل این فصل، می‌تونی به تست‌های همین فصل توی ۳ کتاب بی‌نظیر بانک تست میکروطبقه‌بندی، آی‌کیو و آزمون پلاس گاج پاسخ بدی و از پاسخ دادن سریع و راحت به تست‌های این ۳ تا کتاب لذت ببری. 😊

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان

درس‌نامهٔ ۱ نورگرایی و کشف اکسین

مقدمه

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ – فصل ۱ دهم] جانداران رشد و نمو می‌کنند و اطلاعات ذخیره‌شده در دنای جانداران، الگوهای رشد و نمو همهٔ جانداران را تنظیم می‌کند. رشد به‌معنی بزرگ‌شدن و شامل افزایش برگشت‌ناپذیر ابعاد یا تعداد یاخته‌هاست. مثلاً، تورژسانس در گیاهان رشد محسوب نمی‌شود؛ چون برگشت‌پذیر است. اما تشکیل لایه‌های جدید دیوارهٔ یاخته‌ای و بزرگ‌شدن یاخته و یا تقسیم یاخته‌ای، مثال‌هایی از رشد در گیاهان هستند. نمو به‌معنای تشکیل بخش‌های جدید است. مثلاً تشکیل اولین گل در گیاه، نمونه‌ای از نمو است.

همانطور که گفتیم، اطلاعات ذخیره‌شده در DNA، الگوهای رشد و نمو را تنظیم می‌کنند. در فصل (۴) خواندیم که در جانوران، پیک‌های شیمیایی در تنظیم رشد و نمو نقش دارند. در گیاهان نیز پیک‌های شیمیایی وجود دارند که می‌توانند فرایندهای مربوط به رشد و نمو گیاه را تنظیم کنند.

علاوه‌بر این، گیاهان می‌توانند همانند جانوران، به علائمی که از محیط دریافت می‌کنند، پاسخ دهند؛ یعنی توانایی «پاسخ به محیط» را دارند. پاسخ به نور، دما، عوامل بیماری‌زا و ...، مثال‌هایی از پاسخ‌های گیاهان به محرک‌های محیطی هستند.

توی این فصل، قراره پاسخ گیاهان به انواع محرک‌ها رو بررسی کنیم. یه‌جورایی این فصل مثل فصل (۴) هست؛ یعنی ما قراره ببینیم در شرایط مختلف، گیاه چه پاسخی میده تا موندگاری خودشو افزایش بده. برای این کار نقش تنظیم‌کننده‌های شیمیایی، به‌عنوان پیک‌های شیمیایی و برقرارکنندهٔ ارتباط بین اجزای مختلف پیکر گیاه، هیاتی به‌نظر می‌رسه. بریم ببینیم که اولین هورمون گیاهی چطور کشف شد.

نورگرایی چیست؟

گیاه به سمت نور پنجره رشد می‌کند.

نورگرایی، یکی از پاسخ‌هایی است که گیاهان به محیط می‌دهند. از سال گذشته به یاد داریم که **یکی از ویژگی‌های مشترک همهٔ جانداران، پاسخ به محیط است.** *یادتون نیست؟ پس «آن‌چه گذشت» زیر رو بخونین:*

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ – فصل ۱ دهم] همهٔ جانداران به محرک‌های محیطی پاسخ می‌دهند؛ مثلاً ساقهٔ گیاهان به سمت نور خم می‌شود.

تعریف: رشد جهت‌دار اندام‌های گیاه (نه فقط ساقه) در پاسخ به **نور یک‌جانبه** (نه همه‌جانبه) را نورگرایی می‌نامند.

چرا ساقهٔ گیاهان خم میشه؟ این کار چه فایده‌ای داره؟ اگه یکم خودتون بهش فکر کنین، جواب این سؤال خیلی سفت نیست. گیاهان طی فرایند فتوسنتز، انرژی موردنیاز خودشون رو تأمین می‌کنن. برای انجام فتوسنتز، وجود نور ضروریه. برای همین، گیاهان به سمت نور خم می‌شن تا بتونن نور بیشتری رو جذب کنن. بدین‌ترتیب، نورگرایی شانس بقای گیاهان رو افزایش می‌ده.

نکته نورگرایی (خم‌شدن گیاهان به سمت نور)، **پدیده‌ای رایج در طبیعت** است.

اولین آزمایش دربارهٔ نورگرایی

چارلز داروین

اسم داروین رو که حتماً شنیدین. احتمالاً هم این اسمو با نظریهٔ انتخاب طبیعی[1] می‌شناسین. اما آقای داروین، کلاً توی هر زمینه‌ای یه نظری می‌داد. یه روزی آقای داروین پسرش رو صدا می‌زنه و میگه بیا بریم بیرون. پسرش هم شاد و خوشحال که می‌خوان برن خوش‌گذرونی، زودی آماده میشه. غافل از اینکه نقشهٔ هیجان‌انگیز پدر، چیزی نیست جز آزمایش نورگرایی[2].

داروین‌ها، برای آزمایش خود از **دانه‌رست نوعی گیاه از گندمیان** استفاده کردند. این گیاه، **گیاه چمن** بود. در این آزمایش، دانه‌رست‌های مختلف در معرض نور یک‌جانبه[3] قرار گرفتند و مشاهده شد که دانه‌رست فقط در صورتی خم می‌شود که نوک آن در برابر نور باشد.

نکته چمن، نوعی گیاه از گندمیان محسوب می‌شود و مشابه سایر گندمیان، نوعی گیاه تک‌لپه‌ای است.

۱- بدون شک، نظریهٔ انتخاب طبیعی یکی از مهم‌ترین نظریه‌های علم زیست‌شناسی است. نظریه‌ای که بر اساس اون، بسیاری از ابهامات دنیای زنده برطرف شد و به انسان کمک کرد جوابی قانع‌کننده برای خیلی از پرسش‌ها پیدا کنه. به همین خاطر، هر کسی که مطالعه‌ای هر چند اندک در زمینهٔ زیست‌شناسی داره، شایسته است که مطالعه‌ای دربارهٔ انتخاب طبیعی هم داشته باشه. البته دربارهٔ این نظریه در سال آینده بیشتر صحبت خواهیم کرد.

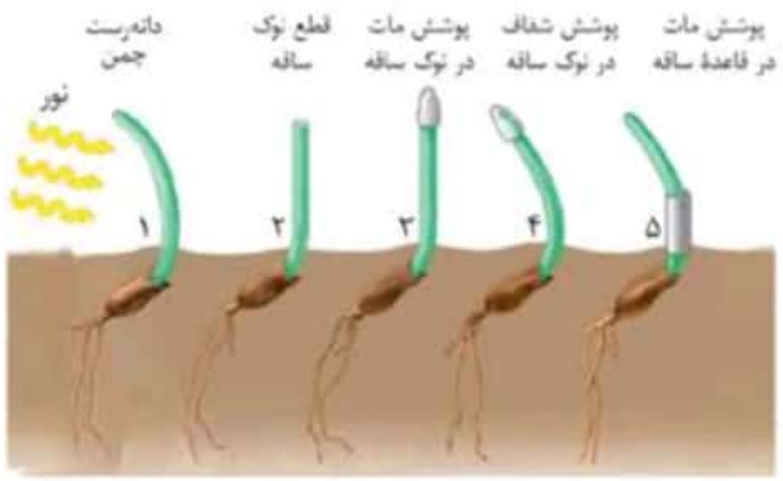
۲- البته پسر چارلز داروین، یعنی فرانسیس داروین، گیاه‌شناس بود و هنگام انجام این آزمایش هم حدود ۳۰ سال داشته است. فرانسیس داروین و چارلز داروین، در سال ۱۸۸۰ (زمانی که فرانسیس ۳۲ ساله بود)، کتاب «قدرت حرکت در گیاهان» رو منتشر کردند.

۳- نوری که از یک طرف به گیاه می‌تابد؛ منظور این است که فقط یک سمت ساقه نور را دریافت می‌کند و سمت دیگر در سایه قرار دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

اما داروین از کجا فهمید که برای نورگرایی، حتماً نوک ساقه باید در معرض نور باشه؟ با یه آزمایش فیلی ساده. بریم ببینیم چی بود این آزمایش.

داروین، با قرار دادن پوشش‌های شفاف و مات در بخش‌های مختلف ساقه، متوجه شد که **ساقه فقط زمانی رشد می‌کند که نوک آن در معرض نور یک‌جانبه قرار بگیرد.** در ادامه، پنج مرحلهٔ نشان داده‌شده در شکل را بررسی می‌کنیم:



آزمایش داروین‌ها با دانه‌رست جمن

۱- **دانه‌رست طبیعی جمن:** در دانه‌رست طبیعی جمن، وقتی که نور یک‌جانبه به ساقه می‌تابد، ساقه به سمت نور خم می‌شود.

۲- **قطع نوک ساقه:** اگر نوک ساقه قطع شود، حتی در حضور نور یک‌جانبه، نوک ساقه خم نمی‌شود. این مرحله نشان می‌دهد که **وجود داشتن نوک ساقه برای فرایند نورگرایی الزامی است.**

۳- **پوشش مات در نوک ساقه:** اگر در نوک ساقه یک پوشش مات قرار بگیرد، باز هم نوک ساقه خم نمی‌شود. در این مرحله، متوجه می‌شویم که **علاوه‌بر اینکه نوک ساقه باید وجود داشته باشد، حتماً نور هم باید به آن بتابد تا نورگرایی انجام شود.**

۴- **پوشش شفاف در نوک ساقه:** زمانی که پوشش شفاف در نوک ساقه قرار بگیرد، نور به نوک ساقه می‌تابد. در نتیجه، نوک ساقه به سمت منبع نور یک‌جانبه خم می‌شود. این آزمایش تأیید می‌کند که **وجود نوک ساقه و تابیدن نور به نوک آن، برای خم‌شدن ساقه الزامی است.**

۵- **پوشش مات در قاعدهٔ ساقه:** وقتی که پوشش مات را در قاعدهٔ ساقه قرار می‌دهیم، باز هم ساقه رشد می‌کند. این موضوع نشان می‌دهد که **فقط نوک ساقه در نورگرایی مؤثر است و سایر قسمت‌های ساقه، نقشی در فرایند نورگرایی ندارند.**

نکته همانطور که در شکل مشخص است، در نورگرایی، **محل خمیدگی کمی پایین‌تر از نوک ساقه** است.

نکته در نورگرایی، **سطوح بیرونی دانه‌رست نسبت به سطوح داخلی، رشد بیشتری دارند.** در نتیجه، ساقه به سمت نور یک‌جانبه خم می‌شود.

نکته در نور همه‌جانبه، دانه‌رست به‌طور مستقیم رشد می‌کند و خم نمی‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۸ یازدهم] بعد از تشکیل رویان، رشد آن تا مدتی متوقف می‌شود. رویان در شرایط مناسب رشد خود را از سر می‌گیرد و به‌صورت گیاهی کوچک که به آن دانه‌رست می‌گویند از دانه خارج می‌شود. در این حالت، گفته می‌شود که دانه رویش یافته است.

خلاصه این‌که داروین‌ها فهمیدن برای این‌که یه ساقه خم بشه، باید نور یک‌جانبه (نه همه‌جانبه) به نوک ساقه بتابه. در واقع فهمیدن که تحت تاثیر تابش نور به نوک ساقه، این نوک ساقه هست که به قسمت‌های پایین‌تر در ساقه پیام میره که باید خم بشن. این‌که چجوری خم می‌شن و این پیام چی هست، توسط داروین کشف نشد و موند برعهدهٔ دانشمندای بعدی.

آزمایش‌های محققان بعدی و کشف اکسین

بعد از داروین، محققان دیگری[1] متوجه شدند که **عامل خم‌شدن دانه‌رست به سمت نور، ماده‌ای است که در نوک آن وجود دارد.** *یعنی یه ماده‌ای در نوک ساقه وجود داره که به قسمت‌های پایین‌تر ساقه میره و باعث خم‌شدن ساقه به سمت نور می‌شه. دقت داشته باشید که تا اینجا، فقط فهمیدن یه ماده‌ای هست که باعث خم‌شدن ساقه میشه اما هنوز نفهمیدن که مکانیسم عمل این ماده چیه.*

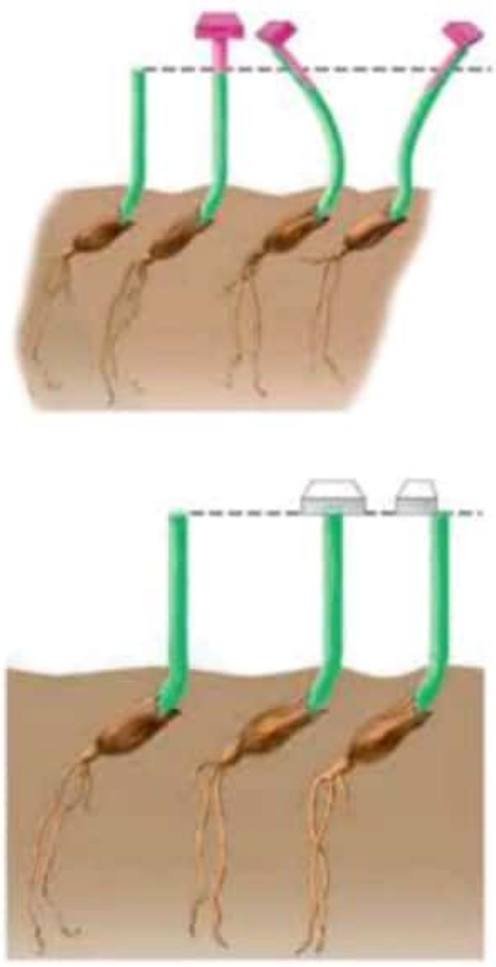
خلا می‌خوایم یه آزمایش دیگه رو بررسی کنیم. در این آزمایش، هدف بررسی این موضوع است که آیا ماده‌ای در نوک دانه‌رست وجود داره که سبب خم‌شدن ساقه میشه؟

[1] یک دانشمند آلمانی به نام فریتز وِنت.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

برای بررسی این موضوع، ابتدا دانه‌رستی در **نور همه‌جانبه** رشد می‌کند. سپس، نوک دانه‌رست بریده می‌شود و بر روی **قطعه‌ای آگار**[1] قرار داده می‌شود. وقتی که نوک دانه‌رست بر روی آگار قرار می‌گیرد، موادی که در نوک دانه‌رست قرار دارند، با **فرایند انتشار** وارد آگار می‌شوند. *چرا انتشار انجام میشه؟ چون مواد از جایی با غلظت بیشتر به جایی با غلظت کم‌تر می‌رن. خُب طبیعتاً ماده‌ای که در نوک دانه‌رست تولید شده، اونجا غلظت زیادی داره و توی آگار غلظتش صفره. پس اون ماده از نوک دانه‌رست میاد داخل آگار. در این حالت، ما قطعه‌ای از آگار رو داریم که مواد شیمیایی نوک دانه‌رست رو داره.*

در ادامه، قطعهٔ آگار بر روی یک لبهٔ دانه‌رستی قرار می‌گیرد که نوک آن قطع شده است و مشاهده می‌شود که ساقه خم می‌شود. وقتی که قطعهٔ آگار بر روی دانه‌رست قرار می‌گیرد، مواد شیمیایی درون آن به درون دانه‌رست منتشر می‌شوند. البته نه به کل دانه‌رست بلکه فقط در همان سمتی که آگار روی آن قرار گرفته است. *مثلاً در شکل قبلی، ما آگار رو گذاشتیم روی لبهٔ سمت راست دانه‌رست، پس اون مواد شیمیایی آگار هم فقط در سمت راست دانه‌رست انتشار می‌یابند.* اما جهت خم‌شدن ساقه، به سمت مقابل قطعهٔ آگار است. مثلاً در این شکل، قطعهٔ آگار در سمت راست دانه‌رست قرار دارد و نوک دانه‌رست به سمت چپ خم می‌شود. *این جهت‌ها رو یادتون باشه، بعداً کارش داریم. پس در هر حالت، جهت خم‌شدن ساقه در جهت مخالف محل قرارگیری آگار است. نکتهٔ مهم دیگه این‌که اگه آگار رو در وسط دانه‌رست قرار بدیم، ساقه رشد می‌کنه اما خم نمیشه.*



شاید این سؤال پیش بیاید که ممکن است در خود قطعهٔ آگار ماده‌ای وجود داشته باشد که سبب رشد دانه‌رست و خم شدن آن می‌شود. به همین دلیل، آزمایش دیگری نیز لازم است. در این آزمایش، قطعه‌ای از آگار معمولی را بر روی لبهٔ ساقه‌ای قرار می‌دهیم. در این حالت مشاهده می‌کنیم که تغییری در طول ساقه رخ نمی‌دهد و ساقه خم نمی‌شود. *پس تا اینجا مطمئن شدیم که یه چیزی توی نوک ساقه تولید میشه که وقتی نور یک‌جانبه به ساقه بتابه، این ماده میره در سمت سایه و باعث خم شدن ساقه میشه. حالا می‌خوایم ببینیم این ماده چی هست. در واقع تا همینجا دانشمندا فهمیدن که یه ماده‌ای در نوک ساقه وجود داره که باعث رشد ساقه میشه و در فرایند نورگرایی هم نقش داره. اسم این ماده رو گذاشتن اکسین به‌معنای رشد کردن. اما هنوز ترکیب شیمیایی اکسین و مکانیسم عملش مشخص نشده بود.*

شکل «نورگرایی»

آزمایش داروین‌ها

- ✓ اکسین در نوک ساقه تولید می‌شود ولی پایین‌تر از نوک ساقه اثر می‌کند.
- ✓ تابش نور به نوک ساقهٔ دانه‌رست گندمیان، سبب تحریک تولید اکسین می‌شود.
- ✓ تابش نور به قسمت‌های پایینی ساقه، تأثیری بر تولید یا عدم تولید اکسین ندارد.
- ✓ اکسین در سمتی از ساقه تجمع می‌یابد که در تاریکی قرار دارد و نور به آن نمی‌تابد.
- ✓ در پدیدهٔ نورگرایی، یاخته‌های سطح داخلی ساقه نسبت به یاخته‌های سطح خارجی، رشد بیشتری دارند.

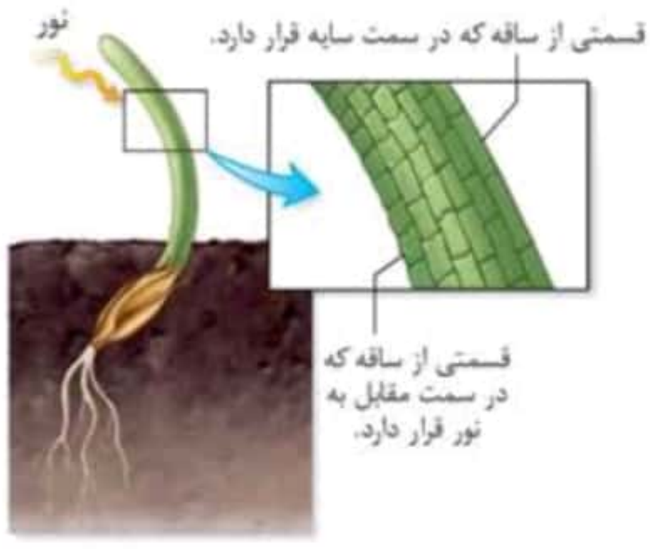
آزمایش با استفاده از آگار

- ✓ آگار معمولی و بدون اکسین، تأثیری بر رشد ساقهٔ دانه‌رست ندارد.
- ✓ اکسین می‌تواند با انتشار از نوک ساقه به قسمت‌های پایین‌تر ساقه یا درون آگار منتقل شود.
- ✓ حتی بدون تابش نور بر ساقه، قرار دادن آگار حاوی اکسین در یک طرف آن، سبب خم‌شدن ساقه به سمت مخالف می‌شود.

مکانیسم عمل اکسین در نورگرایی

برای اینکه مکانیسم عمل اکسین را متوجه شوید، ابتدا به شکل مقابل دقت کنید. در این شکل، نور یک‌جانبه به یک سمت ساقه‌ای تابیده است و وضعیت یاخته‌های این ساقه، در قسمت خمیدگی (یعنی کمی پایین‌تر از نوک ساقه) نشان داده شده است. چه تفاوتی بین دو سمت ساقه (سمت مقابل نور و سمت دور از نور) وجود دارد؟ *بذارین یه راهنمایی بهتون بکنم. به اندازهٔ یاخته‌ها دقت کنین.*

همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید، طول دیوارهٔ یاخته‌ای در سمت سایه بیشتر از سمت مقابل به نور است. از طرفی در آزمایش قبل متوجه شدیم که در نوک ساقه، مادهٔ (اکسین) تولید می‌شود که تحت تأثیر نور یک‌جانبه، به سمتی از ساقه که در سایه قرار دارد می‌رود. بنابراین، **اکسین باعث رشد طولی یاخته‌ها می‌شود و اختلاف اندازهٔ یاخته‌های دو طرف ساقه، باعث می‌شود که ساقه به سمت نور خم شود.**

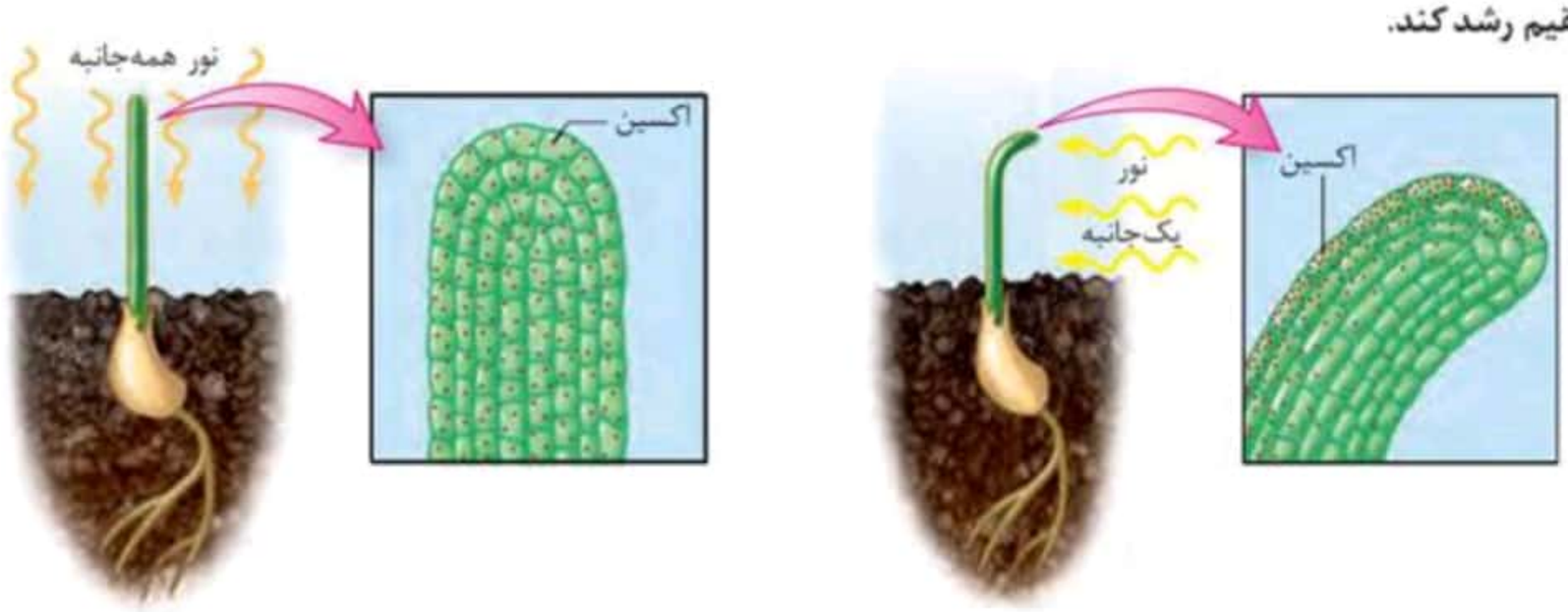


۱- آگار در ترکیب با آب، محیطی ژله‌مانند را ایجاد می‌کند. آگار از جلبک‌های قرمز به‌دست می‌آید و از آن در کشت‌بافت و یاخته استفاده می‌شود.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

چرا وقتی طول یاخته‌های دو طرف ساقه برابر نباشه، ساقه خم می‌شه؟ شاید بشه گفت دلیل اصلیش این هست که این یاخته‌ها به هم متصل هستن. مثل همون چیزی که در مورد یاخته‌های نگهبان روزنه می‌گفتیم. اگه ساقه به‌صورت مستقیم و عمودی رشد کنه (خم نشه)، باید اندازهٔ یاخته‌های دو طرف برابر باشه. چون این یاخته‌ها با هم موازی هستن و باید هماهنگ با هم رشد کنن تا ساقه بتونه به‌صورت مستقیم رشد کنه. اما اگه یه طرف از ساقه بیشتر رشد کنه، ساقه مجبوره که خم بشه. چون یاخته‌ها در این حالت اندازهٔ برابری ندارن و رشد مستقیم کلاً منتفی میشه. همونطور که در شکل قبلی می‌بینین، وقتی که ساقه خم بشه، امکان این‌که یه طرف ساقه بیشتر از طرف دیگه رشد بکنه، وجود داره. اما اگه هر دو طرف ساقه رشد هم‌اندازه‌ای داشته باشن، دیگه ساقه خم نمیشه. همچنین اینو متوجه شدیم که رشد در سمتی کمتره که قراره ساقه به اون سمت خم بشه. مثلاً وقتی که ساقه قراره به سمت نور خم بشه، رشد یاخته‌های مقابل به نور هم کمتره و رشد یاخته‌های قرارگرفته در سایه بیشتره. بریم یکم دقیق‌تر بررسی کنیم.

تا اینجا فهمیدیم که **در نوک دانه‌رست، ماده‌ای به نام اکسین تولید می‌شود.** وقتی که نور همه‌جانبه به نوک ساقه می‌تابد، اکسین به‌طور یکنواخت در بخش‌های مختلف ساقه منتشر می‌شود. اکسین باعث رشد طولی یاخته‌ها می‌شود. در نتیجه، **انتشار یکنواخت اکسین در ساقه، سبب می‌شود که ساقه به صورت مستقیم رشد کند.**



شکل «تأثیر تابش نور بر تولید اکسین»

- ✓ هم در نور یک‌جانبه و هم در نور همه‌جانبه، تولید اکسین در نوک ساقه تحریک می‌شود.
- ✓ اگر نور همه‌جانبه به نوک ساقه بتابد، اکسین به‌طور یکنواخت در قسمت‌های مختلف ساقه منتشر می‌شود و سبب رشد طولی و مستقیم ساقه می‌شود و ساقه خم نمی‌شود.
- ✓ اگر نور یک‌جانبه به نوک ساقه بتابد، اکسین در سمتی از ساقه تجمع می‌یابد که در تاریکی قرار دارد و نور به آن نمی‌تابد. در نتیجه، رشد طولی فقط در یاخته‌های سمت تاریک ساقه انجام می‌شود و ساقه به سمت نور خم می‌شود.

اما زمانی که نور یک‌جانبه به نوک ساقه می‌تابد، اکسین از سمت مقابل به نور به سمت سایه (دور از نور) خم می‌شود. به علت **تجمع اکسین در سمت سایه، رشد طولی یاخته‌ها در این سمت بیشتر از سمت رو به نور است و در نتیجه، نوک ساقه خم می‌شود.**

بدین‌ترتیب، متوجه شدیم که نورگرایی (جهوری) انجام میشه و (جهوری) ساقه رشد می‌کنه. دانشمندان سرانجام ترکیب شیمیایی اکسین را کشف کردند. پژوهش‌های بیشتر نشان داده که **انواعی از ترکیبات مشابه اکسین در گیاهان متفاوت ساخته می‌شوند که اثرات مشابه دارند؛** بنابراین، نام کلی اکسین‌ها را به این گروه از ترکیبات دادند.

نکته اکسین، **نخستین هورمون گیاهی کشف‌شده** است.

هورمون‌های گیاهی؛ تنظیم‌کننده‌های رشد

پس از کشف اکسین، دانشمندان توانستند ترکیبات دیگری را نیز کشف کنند که **رشد و فعالیت‌های گیاهان را تنظیم می‌کنند.** این ترکیبات را **تنظیم‌کننده‌های رشد** یا **هورمون‌های گیاهی** نامیدند. به‌طور کلی، دو گروه تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان تولید می‌شوند:

۱- **محرک‌های رشد:** شامل اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها

نکته هر نوع از محرک‌های رشد، گروهی از ترکیبات شیمیایی مختلف هستند که اثرات مشابهی را در گیاه ایجاد می‌کنند.

۲- **بازدارنده‌های رشد:** شامل اتیلن و آبسیزیک اسید

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحیدزارعی

❑ محرک‌های رشد

انواع: اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، جیبرلین‌ها

نقش اصلی: فرایندهای رشد مانند تحریک تقسیم یاخته، رشد طولی یاخته‌ها، ایجاد و حفظ اندام‌ها

نکته بر اساس **مقدار** و **محل اثر**، ممکن است محرک‌های رشد نقش بازدارندگی نیز داشته باشند.

❑ بازدارنده‌های رشد

انواع: آبسیزیک اسید و اتیلن

نقش اصلی: فرایندهای مربوط به مقاومت گیاه در شرایط سخت، رسیدگی میوه‌ها، ریزش برگ و میوه

خُب تا اینجا فهمیدیم که اصلاً هورمون گیاهی چی هست. حالا می‌خوایم بریم هر کدوم رو تک‌تک بررسی کنیم. آماده‌این؟

درسنامهٔ ۲ هورمون‌های اکسین و سیتوکینین

خُب از اینجا به بعد می‌خوایم بررسی کنیم که هر هورمون چی‌کار می‌کنه. از اونجایی که کتاب زیاد راجع به مکانیسم عمل هر هورمون اشاره نکرده و فقط عملکردها رو گفته، این بخش مقداری حالت حفظی پیدا می‌کنه. البته ما سعی کردیم همهٔ نکات ترکیبی و مفهومی لازم رو بگیم و هر جا هم می‌شده، توضیحات مفهومی لازم در سطح کتاب درسی ارائه شده. اما چیزی که باید یادتون باشه این هست که بیشتر سؤالات این قسمت، به این صورت هست که باید بتونین شباهت‌ها و تفاوت‌های عملکرد هورمون‌های مختلف رو تشخیص بدین.

اکسین‌ها

❑ فرایندهای مرتبط

۱- نورگرایی

نکته در فرایند نورگرایی، اکسین تولیدشده در نوک ساقه، سبب رشد طولی یاخته‌ها و خم‌شدن ساقه می‌شود.

۲- افزایش طول ساقه (از طریق رشد طولی یاخته‌ها)

نکته قبلاً گفتیم که رشد می‌تواند از طریق افزایش تعداد یاخته‌ها یا افزایش بازگشت‌ناپذیر اندازهٔ یاخته‌ها رخ دهد. اکسین، تأثیری بر تعداد یاخته‌ها ندارد (نمی‌تواند تقسیم یاخته‌ای را تحریک کند) و از طریق افزایش بازگشت‌ناپذیر ابعاد یاخته‌ها، سبب رشد طولی آن‌ها می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۶ دهم] دیوارهٔ نخستین، مانند قالبی، پروتوپلاست را در بر می‌گیرد، اما مانع رشد آن نمی‌شود؛ زیرا قابلیت گسترش و کشش دارد و همراه با رشد پروتوپلاست و اضافه‌شدن ترکیبات سازندهٔ دیواره، اندازهٔ آن نیز افزایش می‌یابد. در بعضی یاخته‌های گیاهی، لایه‌های دیگری نیز ساخته می‌شود که به مجموع آن، دیوارهٔ پسین می‌گویند. رشد یاخته بعد از تشکیل دیوارهٔ پسین متوقف می‌شود. بنابراین، **یاخته‌های هدف اکسین، فاقد دیوارهٔ پسین هستند.**

نکته اکسین بر روی یاخته‌های اسکلرانشیمی، چوب‌پنبه‌ای و آوند چوبی نمی‌تواند تأثیر بگذارد.

۳- تحریک ریشه‌زایی: در تکثیر رویشی گیاهان با استفاده از قلمه، می‌توان از اکسین برای ریشه‌زایی استفاده کرد. همچنین در فن کشت‌بافت، اکسین باعث تمایز تودهٔ یاخته‌های تمایزنیافته (کال) و تشکیل ریشه می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۸ یازدهم] با قرار دادن قطعه‌ای از ساقه در خاک یا آب، می‌توان گیاه را تکثیر کرد. به این روش تکثیر، قلمه‌زدن می‌گویند.

نکته با افزایش مقدار اکسین، سرعت ریشه‌زایی نیز افزایش پیدا می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱ - فصل ۸ یازدهم] از فن کشت‌بافت برای تولید گیاهان با ویژگی‌های مطلوب و تولید انبوه آن‌ها در آزمایشگاه استفاده می‌شود. در این فن، یاخته یا قطعه‌ای از بافت گیاهی در محیط کشت (دارای مواد موردنیاز برای رشد و نمو گیاه) گذاشته می‌شود.

این ریشه‌زایی داستانش مفصل‌تر از این حرفاست. بعداً باز میایم سراغش.

۴- تشکیل میوه‌های بدون دانه

آن‌چه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۸ یازدهم] در نهاندانگان، اگر لقاح انجام نشود، دانه‌ای نیز تشکیل نخواهد شد. پرتقال‌های بدون دانه به این روش ایجاد می‌شوند. برای تشکیل چنین میوه‌ای، به تنظیم‌کننده‌های رشد (مثل اکسین و جیبرلین) نیاز داریم.

نکته تشکیل میوه‌های بدون دانه، می‌تواند ناشی از عدم تکمیل رشد و نمو رویان بعد از لقاح باشد؛ مثل تشکیل موز بدون دانه. در این حالت هورمون‌های گیاهی نقشی در تشکیل میوهٔ بدون دانه ندارند.

۵- درشت کردن میوه‌ها

۶- مهار رشد جوانه‌های جانبی؛ چیرگی رأسی. *این مورد رو در درسنامهٔ بعدی بیشتر توضیح میدیم.*

۷- از بین بردن گیاهان دولپه‌ای (توسط بعضی اکسین‌ها): استفاده برای ساختن سموم کشاورزی به منظور از بین بردن گیاهان خودرو در مزارعی مانند مزرعهٔ گندم. *بریم این مورد آخر رو بیشتر توضیح بدیم.*

☐ عامل نارنجی: تعیین‌کنندهٔ نتیجهٔ جنگ ویتنام

بعد از کشف ساختار شیمیایی اکسین‌ها، این ترکیبات به‌طور مصنوعی ساخته و پژوهش‌هایی برای شناسایی اثر آن‌ها بر گیاهان انجام شدند. محققان دریافتند که **بعضی از این اکسین‌های مصنوعی، گیاهان دولپه‌ای را از بین می‌برند:** *خُب دانشمندا از این ویژگی یه استفادهٔ مثبت کردن. اومدن این مواد رو برای تولید سموم کشاورزی تولید کردن. مثلاً در مزارع گندم، گیاهان خودرو رشد می‌کنند. این گیاهان، سرعت رشد زیادی دارن و باعث میشن که رشد گیاه گندم با مشکل مواجه بشه. اما با استفاده از سموم شامل ترکیبات اکسین مصنوعی، میشه این گیاهان رو از بین برد.*

نکته عامل نارنجی[1]، **مخلوطی از اکسین‌هاست** که باعث نابودی گیاهان دولپه‌ای می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۱ دهم] یکی از ویژگی‌های گیاهان خودرو این است که با محیط‌های زیست مختلف سازگارند و می‌توانند در محیط‌ها و اقلیم‌های مختلف به‌آسانی برویند، سریع رشد و زادآوری کنند و در مدتی نسبتاً کوتاه به تولیدکنندگی زیاد برسند و دانه و میوه تولید کنند. امروزه برای داشتن محصول بهتر، می‌توان ژن‌هایی از این گیاهان استخراج و با فنون مهندسی ژن، به دنای گیاهان زراعی منتقل کرد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۸ یازدهم] از آن‌جایی که گیاهان خودرو در مدت زمانی کم می‌توانند به تولیدکنندگی برسند و دانه و میوه تولید کنند، می‌توانیم نتیجه بگیریم که **این گیاهان، نوعی گیاه یک‌ساله هستند.**

نکته گیاهان خودرو، می‌توانند نوعی گیاه دولپه باشند و گندم، نوعی گیاه تک‌لپه است. به همین دلیل، سموم کشاورزی دارای اکسین مصنوعی، فقط بر روی گیاهان خودرو تأثیر دارند و سبب نابودی گندم نمی‌شوند.

آن‌چه گذشت [فصل ۶ دهم] لوبیا، گوجه‌فرنگی، گل خرزهره، گیاهان خودرو و گیاهان دارای مریستم پسین (درخت‌ها مثل گیاه آلبالو و هلو)، جزو گیاهان دولپه محسوب می‌شوند.

خُب تا اینجاش که مشکلی نیست و تازه خوبم هست استفاده از این ترکیبات. مشکل از جایی ایجاد شد که جنگ ویتنام شروع شد و آمریکایی‌ها به سرشون زد از عامل نارنجی استفاده کنن. در نتیجه، بخشی از جنگل‌های ویتنام که مخفی‌گاه مبارزان بود و نیز زمین‌های کشاورزی آن‌ها، از بین رفت که نتیجهٔ آن، اتمام جنگ به نفع آمریکایی‌ها بود. تولید عامل نارنجی، با اتمام این جنگ، ممنوع شد. اما دیگه خیلی دیر شده بود. تا چند دهه طول کشید تا جنگل‌ها احیا شوند. سرطان و تولد نوزادان با نقص‌های مادرزادی، اثرهای این ماده بود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۱ دهم] پیشرفت‌های سریع علم زیست‌شناسی، زمینهٔ سوءاستفاده‌هایی را در جامعه فراهم کرده است که از موضوع‌های اخلاق زیستی هستند. یکی از سوءاستفاده‌ها از علم زیست‌شناسی، تولید سلاح‌های زیستی است. چنین سلاحی مثلاً می‌تواند عامل بیماری‌زایی باشد که نسبت به داروهای رایج مقاوم است یا فراورده‌های غذایی و دارویی با عواقب زیانبار برای افراد باشند. **عامل نارنجی، یکی از سلاح‌های زیستی است.** بنابراین، وضع قوانین جهانی برای جلوگیری از چنین سوءاستفاده‌هایی از علم زیست‌شناسی ضروری است.

۱- چرا بهش می‌گن عامل نارنجی؟ آمریکایی‌ها شش سم گیاه‌کش داشتن که به اونا می‌گفتن «رنگین‌کمان گیاه‌کش» Rainbow Herbicides». بسته‌های نگهدارندهٔ هر کدوم از این مواد، با نوارهای رنگی مشخص می‌شدن. مثلاً روی بسته‌های نگهدارندهٔ عامل نارنجی، نوارهای نارنجی‌رنگ وجود داشت. علاوه‌بر عامل نارنجی، عامل آبی، عامل سفید، عامل بنفش، عامل سبز و عامل صورتی، سایر [illegible] گیاه‌کش» بودند.

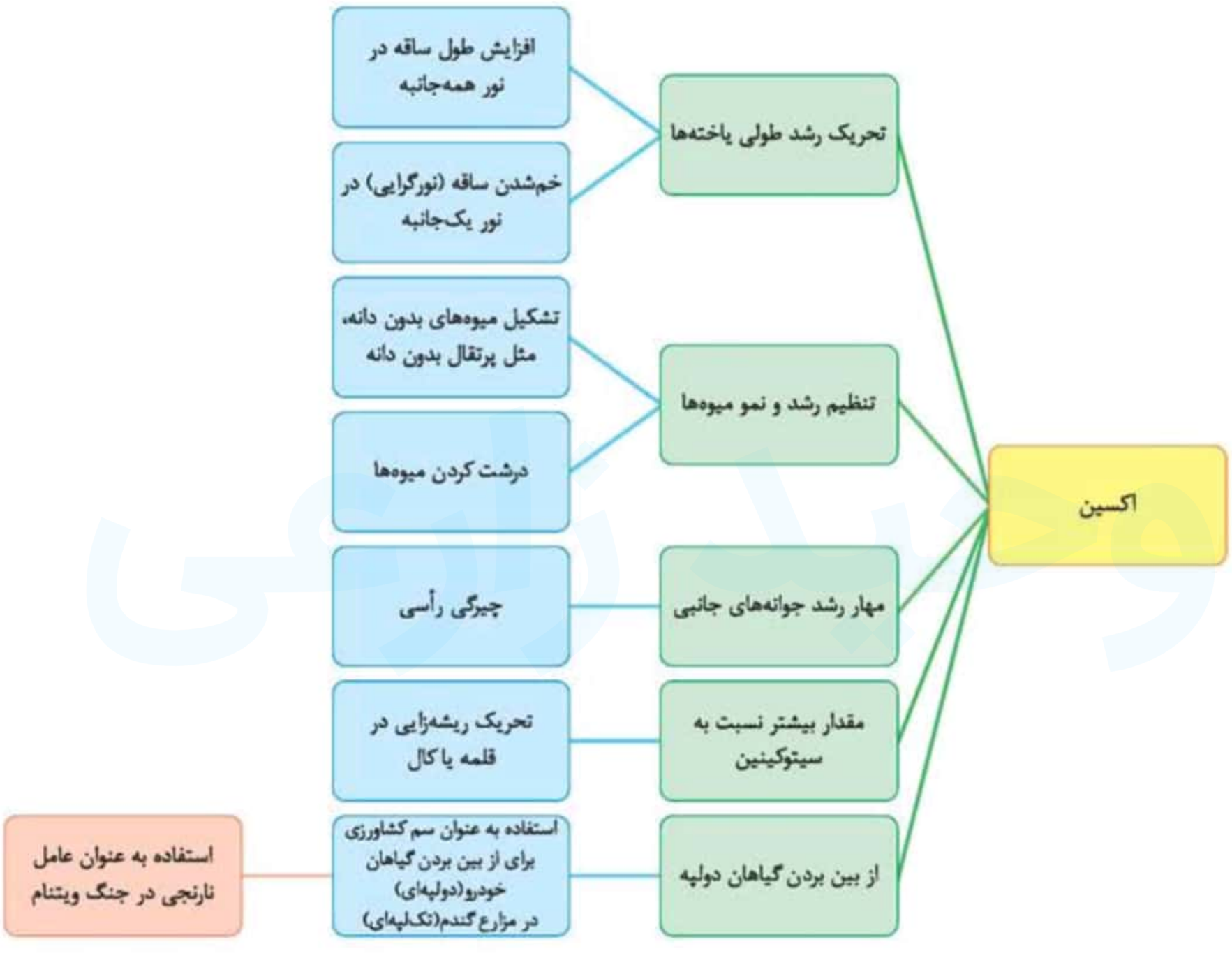
@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۱ دهم] به‌طور کلی، منابع و سودهایی را که هر بوم‌سازگان در بر دارد، خدمات بوم‌سازگان می‌نامند. میزان خدمات هر بوم‌سازگان، به میزان تولیدکنندگان آن بستگی دارد. بنابراین، **از بین رفتن جنگل‌ها و زمین‌های کشاورزی ویتنام، باعث کاهش خدمات بوم‌سازگان آن شد.**

آن‌چه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۱ دهم] از بین رفتن جنگل‌ها، پیامدهای بسیار بدی برای سیارهٔ زمین دارد؛ تغییر آب و هوا، کاهش تنوع زیستی و فرسایش خاک، از جملهٔ این پیامدها هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۶ یازدهم] نتیجهٔ تقسیم بی‌رویهٔ یاخته‌ها، ایجاد یک تومور است. تومور توده‌ای است که در اثر تقسیمات تنظیم‌نشده ایجاد می‌شود. به تومور بدخیم، سرطان گفته می‌شود. **بعضی عوامل محیطی در بروز سرطان مؤثرند؛ مثل عامل نارنجی.**

آن‌چه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۷ یازدهم] عوامل بیماری‌زا و موادی مانند نیکوتین، کوکائین و الکل می‌توانند از جفت عبور کنند و روی رشد و نمو جنین تأثیر سوء بگذارند. **عامل نارنجی نیز با عبور از جفت و ایجاد اختلال در رشد و نمو جنین، سبب بروز نقایص مادرزادی می‌شود.**



خُب همونطور که دیدین، کتاب یک صفحه هم راجع به اکسین‌ها صحبت نکرده اما دو صفحه نکات ترکیبی راجع بهش گفتیم. قبلاً گفته بودم که چقدر این مبحث نکات ترکیبی و مفهومی داره. حالا برین بگردین ببینین کدوم کتاب یا آزمون دیگه‌ای اینقدر کامل براتون راجع به هر چی صحبت کرده.

سیتوکینین‌ها

شاید باورتون نشه اما تا الان کلاً داشتیم راجع به اکسین حرف می‌زدیم و هنوزم کارمون با اکسین تموم نشده. فعلاً یکم راجع به سیتوکینین بگیم.

❑ فرایندهای مرتبط

۱- تحریک تقسیم یاخته‌ای و ایجاد یاخته‌های جدید:

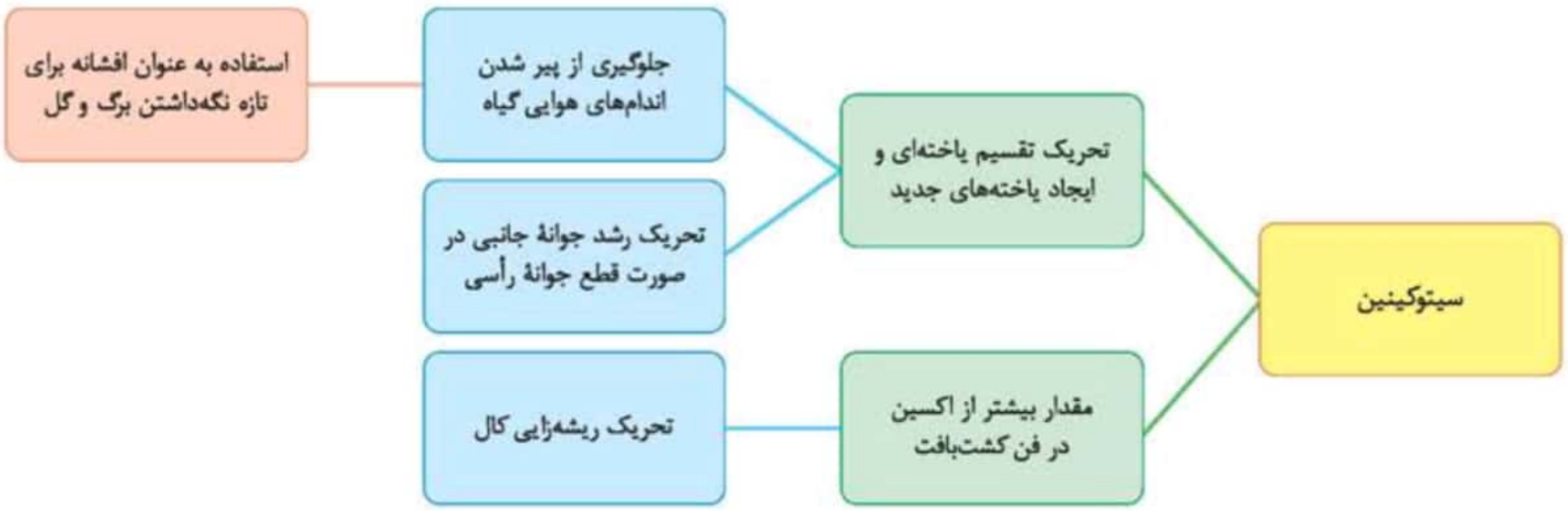
آن‌چه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۶ یازدهم] یاخته‌ها در پاسخ به بعضی عوامل محیطی و شیمیایی سرعت تقسیم خود را تنظیم می‌کنند. **سیتوکینین، مثالی از این عوامل است که باعث افزایش تقسیم یاخته‌ای در گیاهان می‌شود.**

نکته تحت تأثیر سیتوکینین، **سرعت چرخهٔ یاخته‌ای زیاد و مدت زمان هر چرخهٔ یاخته‌ای کم می‌شود.**

نکته سیتوکینین برخلاف اکسین، توانایی تحریک تقسیم یاخته‌ای را دارد. این هورمون، با تحریک تقسیم یاخته‌ای، می‌تواند سبب رشد طولی ساقه شود.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

۲- ایجاد تأخیر در پیر شدن اندام‌های هوایی گیاه: این امر، در واقع **ناشی از همان ایجاد یاخته‌های جدید است.** سیتوکینین، با تحریک تقسیم یاخته‌ای باعث می‌شود که یاخته‌های جدید جایگزین یاخته‌های پیر شوند و بدین‌ترتیب، **از پیر شدن اندام‌های هوایی گیاه جلوگیری می‌کند.**



نکته اندام‌های هوایی گیاه شامل اندام‌هایی هستند که خارج از خاک قرار دارند؛ مثل ساقه و برگ.

نکته سیتوکینین، **فقط تقسیم یاخته‌های اندام‌های هوایی را تحریک می‌کند** و بر اندام‌های زیرزمینی مثل ریشه و یا ساقهٔ زیرزمینی، تأثیری ندارد.

نکته از این خاصیت سیتوکینین‌ها برای **تازه نگه‌داشتن برگ‌ها و گل‌ها استفاده می‌شود:** سیتوکینین را بر روی برگ‌ها و گل‌ها، افشانه (اسپری!) می‌کنند.

۳- تحریک ساقه‌زایی: در فن کشت‌بافت، از سیتوکینین برای **ایجاد ساقه از یاخته‌های تمایزنیافته** استفاده می‌شود.

۴- تحریک رشد جوانهٔ جانبی

دربارهٔ این دو تا مورد آخر، در درسنامهٔ بعدی بیشتر صحبت می‌کنیم.

درسنامهٔ ۳ برهم‌کنش اکسین و سیتوکینین

تأثیر اکسین و سیتوکینین در ریشه‌زایی و ساقه‌زایی

خب حالا وقتشه که بریم یکم بیشتر راجع به این فن کشت‌بافت و تاثیر اکسین و سیتوکینین صحبت کنیم. قبلش، یه نگاه به فصل قبل بندازیم.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۸ یازدهم] در فن کشت‌بافت، یاخته و بافت در شرایط مناسب، با تقسیم میتوز، **توده‌ای از یاخته‌های هم‌شکل** را به‌وجود می‌آورند که **کال** نامیده می‌شود. کال می‌تواند به گیاهانی تمایز یابد که **از نظر ژنی یکسان هستند.**

فعالیت کتاب درسی

تأثیر هورمون‌های گیاهی در فن کشت‌بافت

شکل زیر، تمایز ریشه و ساقه را از یک تودهٔ یاخته‌ای تمایزنیافته یا همان کال در حضور مقادیر متفاوت اکسین و سیتوکینین نشان می‌دهد.

مقادیر متفاوت اکسین و سیتوکینین، چه تأثیری بر ساقه‌زایی و ریشه‌زایی کال دارند؟

اکسین، تحریک‌کنندهٔ ریشه‌زایی است و سیتوکینین، تحریک‌کنندهٔ ساقه‌زایی. بنابراین، همانطور که در شکل مشخص است، در فن کشت‌بافت، ساقه‌زایی و ریشه‌زایی حاصل برهم‌کنش هورمون‌های اکسین و سیتوکینین است. *هر کی زورش بیشتر باشه، تاثیرشو می‌زاره.* بر این اساس، سه حالت مختلف ممکن است پیش بیاید:

۱- اکسین بیشتر از سیتوکینین (اکسین زیاد، سیتوکینین کم): ریشه‌زایی

در این حالت، تأثیر هورمون اکسین بر تأثیر هورمون سیتوکینین غلبه می‌کند. در نتیجه، تمایز کال به سمت ریشه‌زایی پیش می‌رود و ریشه ایجاد می‌شود.

۲- اکسین کمتر از سیتوکینین (اکسین کم، سیتوکینین زیاد): ساقه‌زایی

در این حالت، تحت تأثیر هورمون غالب، یعنی سیتوکینین، ساقه‌زایی در کال تحریک می‌شود.

۳- اکسین برابر با سیتوکینین (اکسین متوسط، سیتوکینین متوسط): عدم تشکیل ساقه و ریشه

اینجا دیگه زور هیچ‌یک از هورمون‌ها به اون یکی نمی‌رسه. نتیجش اینه که کال هم سردرگم می‌مونه و نه ریشه تشکیل میده و نه ساقه.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته در فن کشت‌بافت، تعیین جهت تمایز کال به سمت ریشه یا ساقه، **توسط نسبت اکسین به سیتوکینین تعیین می‌شود نه مقدار هر یک از این هورمون‌ها به تنهایی.** *یعنی منظورمون این هست که هر دو تای این هورمون‌ها باید در محیط کشت باشن و مقدارشون هم نباید برابر باشه. در این صورت هست که کال می‌تونه تمایز پیدا کنه.*

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۷ دهم] آب و مواد موردنیاز گیاهان، از خاک و توسط ریشه‌ها جذب می‌شوند و در مسیرهایی به ساقه و برگ می‌روند. بنابراین، **تحریک ریشه‌زایی توسط اکسین، امکان جذب آب و املاح را برای قلمه یا کال ممکن می‌سازد.**

تنظیم رشد جوانه‌های جانبی

☐ چیرگی رأسی چیست؟

بیاین قبل از شروع، یه نکته از قسمت‌های قبلی همین فصل بگیم:

نکته محرک‌های رشد گیاهان، بر اساس مقدار و محل اثر، ممکن است نقش بازدارندگی نیز داشته باشند.

خُب یکی از مثالاش هورمون اکسین است که اینجا می‌خوایم راجع بهش صحبت کنیم. شاید دیده باشین که وقتی می‌خوان گیاهی پرشاخ‌وبرگ‌تر بشه، میان سرشاخه‌ها رو قطع می‌کنن. با این کار، جوانه‌های جانبی رشد می‌کنن و شاخه و برگ جدید به‌وجود میارن. اما چه چیزی توی سرشاخه وجود داره که با قطع اون، رشد جوانهٔ جانبی زیاد میشه؟ جواب جوانهٔ رأسی است. یادتون هست که جوانهٔ جانبی و رأسی چی بودن؟

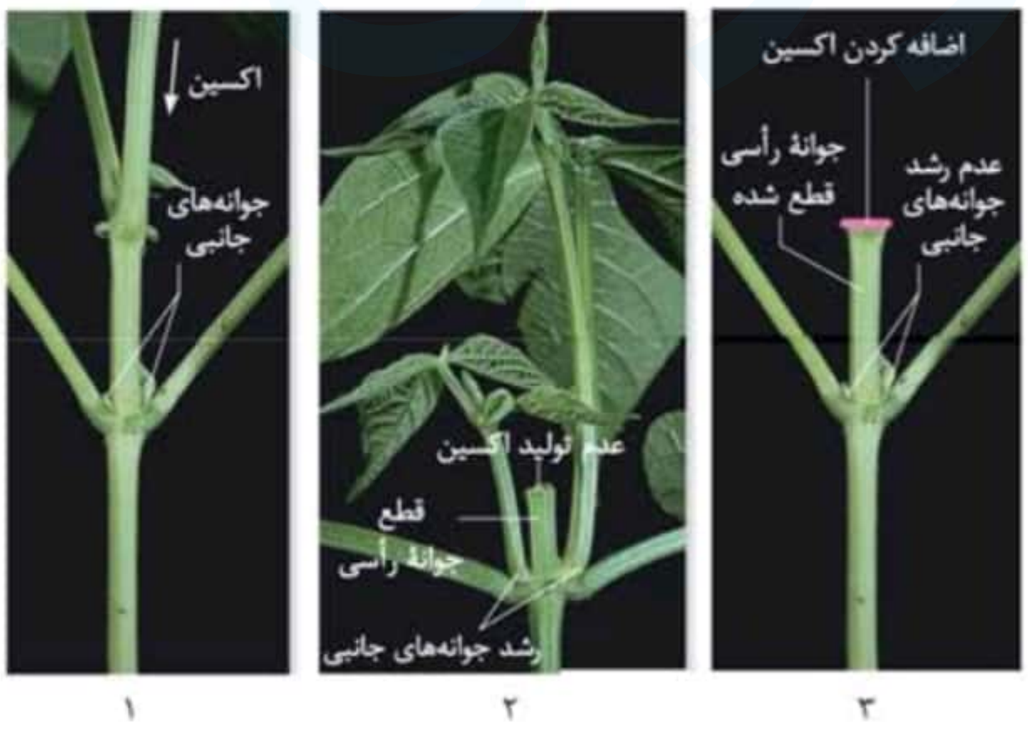
آن‌چه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۶ دهم] در گیاهان، یاخته‌هایی به نام **یاخته‌های مریستمی** وجود دارند. این یاخته‌ها، **دائماً تقسیم می‌شوند** و **یاخته‌های موردنیاز برای ساختن سامانه‌های بافتی گیاهان را تولید می‌کنند.**

آن‌چه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۶ دهم] مریستم‌های نخستین ساقه، **عمدتاً در جوانه‌ها** قرار دارند. **جوانه‌ها، مجموعه‌ای از یاخته‌های مریستمی و برگ‌های بسیار جوان هستند.** رشد جوانه‌ها، علاوه‌بر افزایش طول ساقه، به ایجاد شاخه‌ها و برگ‌های جدید نیز می‌انجامد. **جوانه‌ها را بر اساس محلی که قرار دارند، در دو گروه جوانهٔ انتهایی (رأسی) و جوانهٔ جانبی قرار می‌دهند.**

خُب تا اینجا فهمیدیم که جوانه‌ها چی هستن و همینطور فهمیدیم که با قطع جوانهٔ رأسی، رشد جوانهٔ جانبی بیشتر میشه. در واقع، جوانهٔ رأسی مانع رشد جوانهٔ جانبی میشه و وقتی که نباشه، جوانهٔ جانبی بیشتر می‌تونه رشد کنه. به اثر بازدارندگی جوانهٔ رأسی بر رشد جوانه‌های جانبی، چیرگی رأسی می‌گویند. اما جوانهٔ رأسی چجوری مانع رشد جوانهٔ جانبی میشه؟

☐ چرا چیرگی رأسی ایجاد می‌شود؟

همانطور که قبلاً گفتیم، در نوک ساقه، یعنی در محل قرارگیری جوانهٔ رأسی، هورمون اکسین تولید می‌شود. **هورمون اکسین، از جوانهٔ رأسی به جوانه‌های جانبی می‌رود و مانع از رشد آن‌ها می‌شود.** *حالا دانشمندان چجوری اینو فهمیدن؟ باید باز نگاه به شکل کنین.*



همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید، زمانی که سرشاخه‌ها قطع نشده باشند و جوانهٔ رأسی وجود داشته باشد، هورمون اکسین توسط جوانهٔ رأسی تولید می‌شود و از جوانهٔ رأسی به جوانه‌های جانبی می‌رود. اکسین، رشد جوانه‌های جانبی را مهار می‌کند (شکل ۱).

اما زمانی که جوانهٔ رأسی قطع می‌شود، دیگر اکسین در ساقه تولید نمی‌شود. در این حالت، جوانه‌های جانبی می‌توانند رشد کنند و شاخه‌ها و برگ‌های جدید ایجاد کنند. **رشد جوانه‌های جانبی در این‌جا، تحت تأثیر هورمون سیتوکینین رخ می‌دهد** (شکل ۲).

در واقع، زمانی که جوانهٔ رأسی قطع می‌شود، مقدار سیتوکینین در جوانه‌های جانبی زیاد می‌شود و در مقابل، مقدار اکسین در آن‌ها کاهش می‌یابد. **سیتوکینین با تحریک تقسیم یاخته‌ای و ایجاد یاخته‌های جدید، باعث می‌شود که رشد جوانه‌های جانبی افزایش یابد.**

قطع جوانهٔ رأسی ← کاهش تولید اکسین در جوانهٔ رأسی ← کاهش اکسین در جوانهٔ جانبی ← افزایش سیتوکینین در جوانهٔ جانبی ← تحریک تقسیم یاخته‌ای و ایجاد یاخته‌های جدید ← **رشد جوانهٔ جانبی**

برای اطمینان از این‌که اکسین عامل چیرگی رأسی است، آزمایش دیگری نیز انجام شد. در این آزمایش، جوانهٔ رأسی قطع می‌شود و سپس به محل برش، اکسین اضافه می‌شود. با افزودن اکسین، باز هم مشاهده می‌شود که جوانه‌های جانبی رشد نمی‌کنند و بنابراین، می‌توانیم نتیجه بگیریم که **اکسین، باعث مهار رشد جوانه‌های جانبی و ایجاد چیرگی رأسی می‌شود** (شکل ۳).

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

خُب ما فهمیدیم که سیتوکینین از طریق تحریک تقسیم یافته‌ای، می‌تونه سبب رشد جوانه‌های جانبی بشه. حالا شاید براتون سؤال پیش اومده باشه که اکسین چطوری می‌تونه باعث مهار رشد جوانه‌های جانبی باشه. در ادامه، باز هم با ما همراه باشید تا جواب این سؤال رو هم بگیرین.

☐ ردپای اتیلن هم در چیرگی رأسی دیده می‌شود.

گفتیم که در چیرگی رأسی، اکسین از جوانهٔ انتهایی به جوانهٔ جانبی می‌رود و رشد جوانهٔ جانبی را مهار می‌کند. این کار، با **تحریک تولید اتیلن در جوانهٔ جانبی** انجام می‌شود. همانطور که قبلاً گفتیم، **اتیلن یکی از بازدارنده‌های رشد است**. بنابراین، با افزایش هورمون اتیلن در جوانه‌های جانبی، رشد آن‌ها متوقف می‌شود.

چیرگی رأسی: تولید اکسین در جوانهٔ رأسی ← انتقال به جوانهٔ جانبی ← تحریک تولید هورمون اتیلن ← مهار رشد جوانهٔ جانبی توسط اتیلن

درس‌نامهٔ ۴ جیبرلین‌ها

کشف جیبرلین‌ها

سال‌ها قبل در ژاپن، **دانه‌رست‌های برنج** به نوعی بیماری قارچی مبتلا شدند. **عامل بیماری، نوعی قارچ به‌نام قارچ جیبرلا بود.** وقتی که دانه‌رست آلوده به این قارچ می‌شود، **سرعت رشد در دانه‌رست زیاد می‌شود.** *شاید این به‌نظر بد نیاد که گیاه رشد کنه اما همیشه یادتون باشه که افراط و تفریط در هر چیزی بده! حتی آب، اکسیژن و ...؛ اما چرا بده؟ چون وقتی که گیاه می‌خواد رشد کنه، باید هم‌زمان با رشدش ساختارهایی برای استحکام خودش بسازه. اگه سرعت رشد خیلی زیاد باشه، فرصتی برای این‌کار نیست. نتیجه چیه؟* رشد سریع دانه‌رست‌ها، باعث ایجاد دانه‌رست‌هایی می‌شد که **باریک و دراز بودند و بافت استحکامی کافی نداشتند.** در نتیجه، خم می‌شدند و روی زمین می‌افتادند. *خُب تا اینجا فهمیدیم که مشکل چی بوده. رشد سریع دانه‌رست‌ها، باعث می‌شده که این دانه‌رست‌ها استحکام کافی نداشته باشن و بیفتن روی زمین. این باعث می‌شه که محصول برنج کاهش پیدا کنه و کلی ضرر برسونه. راستی منظور از بافت‌های استحکامی گیاه چیا هست؟*

آن‌چه گذشت [فصل ۶ دهم] بافت‌های کلانشیمی و اسکلرانشیمی، در استحکام گیاه نقش دارند. علاوه‌بر این، یاخته‌های آوند چوبی و یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای نیز در استحکام اندام‌های گیاهی نقش دارند. البته در یک گیاه علفی، مثل برنج، یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای در استحکام نقشی ندارند.

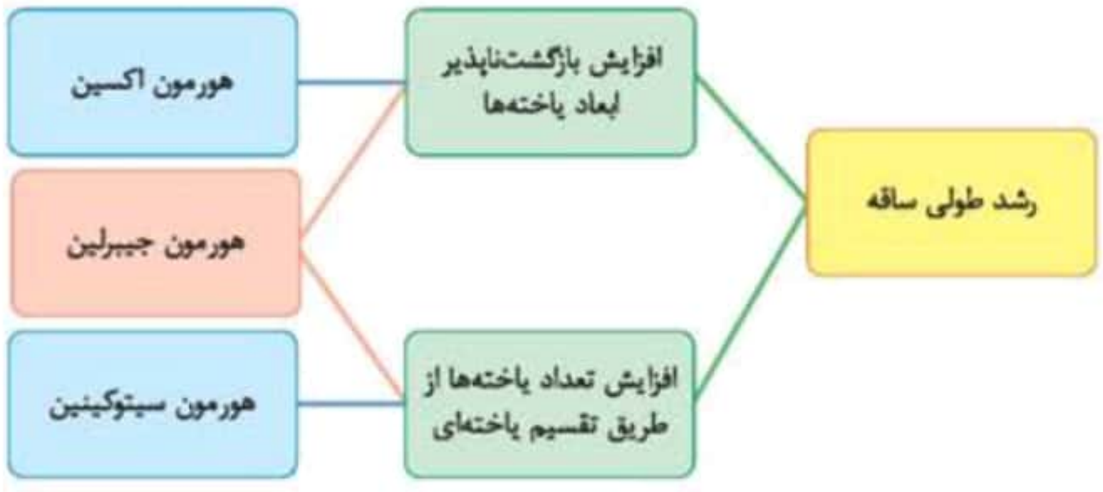
دانشمندان توانستند از قارچ جیبرلا، ترکیباتی را استخراج و شناسایی کنند که عامل رشد سریع دانه‌رست‌های برنج می‌شدند. *طبیعتاً چون از قارچ جیبرلا هم استخراج شده بود، اسمشو گذاشتن جیبرلین.* پس از آن مشخص شد که جیبرلین‌ها در گیاهان نیز تولید می‌شوند و یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهان هستند.

نکته تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهان، رشد و فعالیت آن‌ها را کنترل می‌کنند.

☐ فرایندهای مرتبط

۱- افزایش طول ساقه (تحریک رشد طولی یاخته و تقسیم یاخته‌ای): قبلاً گفتیم که رشد به دو صورت می‌تواند انجام شود؛ یا **از طریق افزایش ابعاد برگشت‌ناپذیر و یا از طریق افزایش تعداد یاخته‌ها** توسط تقسیم یاخته‌ای. هورمون اکسین، باعث افزایش ابعاد می‌شود و هورمون سیتوکینین، در تحریک تقسیم یاخته‌ای نقش دارد. اما **جیبرلین، می‌تواند از هر دو روش، سبب افزایش طول ساقه شود.**

از جیبرلین‌ها بر گیاهان بوته‌ای



نکته **یاخته‌های هدف مشترک هورمون سیتوکینین و جیبرلین در ساقه، یاخته‌های مریستمی هستند.** این یاخته‌ها که می‌توانند با تقسیم خود، یاخته‌های جدید را ایجاد کنند. مثل جوانه‌های جانبی، جوانه‌های انتهایی و مریستم‌های میان‌گرهی. البته دقت داشته باشید که جیبرلین، بر روی خود [illegible] که قدرت تقسیم ندارند نیز تأثیر می‌گذارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته **تأثیر هورمون‌های محرک رشد بر جوانه‌ها: تمام هورمون‌های محرک رشد گیاهان، بر رشد جوانه‌های ساقه مؤثر هستند.** هر سه نوع هورمون، می‌توانند رشد جوانهٔ رأسی را تحریک کنند. اکسین، رشد جوانهٔ جانبی را مهار می‌کند اما سیتوکینین و جیبرلین، باعث رشد جوانهٔ جانبی می‌شوند.

۲- رشد میوه: تولید میوه‌های بدون دانه و درشت‌کردن میوه‌ها

نکته جیبرلین‌ها نیز مانند اکسین‌ها، در تولید میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها نقش دارند.

۳- رویش دانه

بریم به طور مفصل، راجع به تاثیر جیبرلین بر رویش دانه صحبت کنیم.

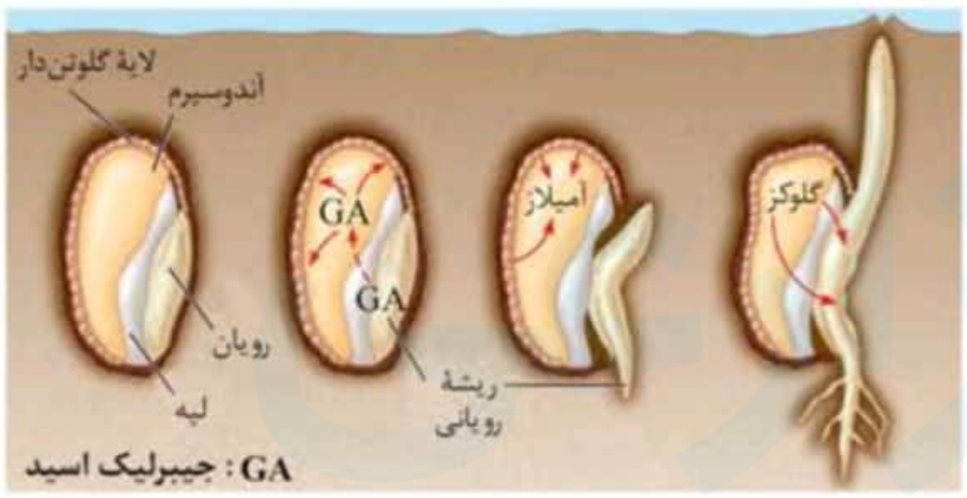
□ تأثیر جیبرلین‌ها بر رویش بذر غلات

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۸ یازدهم] بعد از تشکیل رویان، رشد آن تا مدتی متوقف می‌شود. رویان در شرایط مناسب رشد خود را از سر می‌گیرد و به‌صورت گیاهی کوچک که به آن دانه‌رست می‌گویند، از دانه خارج می‌شود. در این حالت گفته می‌شود که دانه رویش یافته است.

رویان غلات (مثل گندم و جو)، در هنگام رویش دانه، **مقدار فراوانی جیبرلین** می‌سازند. این هورمون **بر خارجی‌ترین لایهٔ آندوسپرم** اثر می‌گذارد. *حالا خارجی‌ترین لایهٔ آندوسپرم چیه؟ یک لایهٔ گلوتن‌دار. گلوتن چی بود؟*

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] پروتئین، یکی از ترکیباتی است که در کُریچه (واکوئول) ذخیره می‌شود. گلوتن یکی از این پروتئین‌هاست که در بذر گندم و جو ذخیره می‌شود و هنگام رویش بذر، برای رشد و نمو رویان به مصرف می‌رسد. گلوتن ارزش غذایی دارد. اما بعضی افراد با خوردن فراورده‌های گلوتن‌دار، دچار اختلال رشد و مشکلات جدی در سلامت می‌شوند که نشان‌دهندهٔ بیماری سلیاک است.

نکته رویان دانه، یکی از مکان‌هایی است که توانایی تولید هورمون جیبرلین را دارد.



تحت تأثیر هورمون جیبرلین بر لایهٔ گلوتن‌دار، آنزیم‌های گوارشی در این لایه تولید و به درون دانه رها می‌شوند. این آنزیم‌های گوارشی، **دیوارهٔ یاخته‌ها** و **ذخایر آندوسپرم** را تجزیه می‌کنند تا مواد موردنیاز برای رشد رویان، در اختیار آن قرار بگیرد. **نشاسته، یکی از این ذخایر است** که بر اثر **آنزیم آمیلاز**، به گلوکز موردنیاز برای رشد رویان تجزیه می‌شود. رویان، از گلوکز برای تأمین انرژی موردنیاز خود برای رشد استفاده می‌کند.

نظرتون راجع به کلی نکتهٔ ترکیبی چی هست؟

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] برای این‌که یاخته‌ها بتوانند انرژی موردنیاز خود را تأمین کنند، انرژی مواد مغذی، مثل گلوکز، باید ابتدا به انرژی نهفته در ATP تبدیل شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۸ یازدهم] پس از لقاح در کیسهٔ رویانی نهاندانگان، **تخم ضمیمه با تقسیم‌های متوالی، بافتی به نام آندوسپرم را ایجاد می‌کند.** این بافت، از **یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای** ساخته شده و **ذخیرهٔ غذایی برای رشد رویان** است. بنابراین، یاخته‌های هدف جیبرلین، یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۸ یازدهم] در دانهٔ بالغ لوبیا، آندوسپرم توسط لپه‌ها مصرف می‌شود و ذخیرهٔ غذایی دانهٔ بالغ، لپه است. اما در دانهٔ بالغ غلات (مثل گندم و جو)، گیاه چمن و ذرت، آندوسپرم در دانهٔ بالغ نیز باقی می‌ماند.

نکته آنزیم‌های گوارشی مثل آمیلاز، توسط لایهٔ گلوتن‌دار تولید می‌شوند. اما **آمیلاز بر روی لایه‌های دیگر آندوسپرم تأثیر دارد نه لایهٔ گلوتن‌دار.** دقت داشته باشید که لایهٔ گلوتن‌دار، **ترکیبات پروتئینی** دارد و تحت تأثیر آنزیم آمیلاز قرار نمی‌گیرد. پس در دانهٔ دو لپه‌ای‌ها، نمی‌توان گفت که جیبرلین بر لایهٔ خارجی آندوسپرم اثر می‌گذارد. البته، در دانهٔ دولپه‌ای‌ها هم جیبرلین باعث تولید آنزیم‌های گوارشی و رویش دانه می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] نشاسته، نوعی مولکول پلی‌ساکاریدی است؛ یعنی از تعداد زیادی مونوساکارید (گلوکز) تشکیل شده است. **آمیلاز بزاق و لوزالمعده، نشاسته را به دی‌ساکاریدی به نام مالتوز و مولکول‌های درشت‌تر** تبدیل می‌کنند. یاخته‌های رودهٔ باریک، آنزیم‌هایی دارند که این مولکول‌ها را به مونوساکارید تبدیل می‌کنند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] بعضی از دیسه‌ها (پلاست‌ها)، رنگیزه ندارند. مثلاً در پلاست‌های یاخته‌های بخش خوراکی سیب‌زمینی، به مقدار فراوانی نشاسته ذخیره شده است که به همین علت، به آن آمیلوپلاست (نشادیسه) می‌گویند. ذخیرهٔ نشاسته، هنگام رویش جوانه‌های سیب‌زمینی، برای رشد جوانه‌ها تشکیل پایه‌های جدید از گیاه سیب‌زمینی مصرف می‌شود.

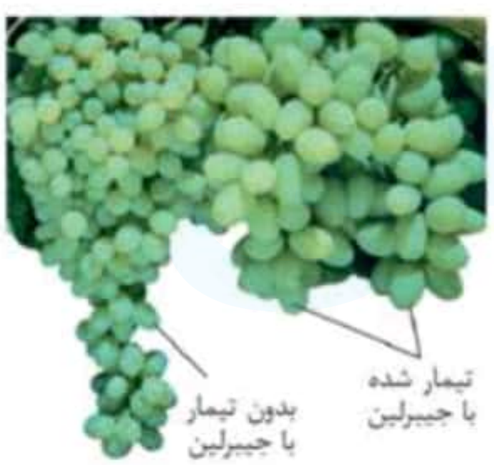
آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۸ یازدهم] در هنگام رویش دانه، **اولین بخشی که از دانه خارج می‌شود، ریشهٔ رویانی است.** خروج ریشهٔ رویانی از دانه، **علامت شروع رویش دانه در همهٔ نهاندانگان** است.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «نقش جیبرلین‌ها در تجزیه‌ی ذخایر رویان غلات»

- ✓ خارجی‌ترین لایهٔ آندوسپرم، از یک ردیف یاخته‌های گلوتن‌دار تشکیل شده است.
- ✓ هورمون جیبرلین توسط رویان دانه ترشح می‌شود و بر لایهٔ گلوتن‌دارِ آندوسپرم تأثیر می‌گذارد.
- ✓ پس از اتصال هورمون جیبرلین به گیرندهٔ خود در یاخته‌های گلوتن‌دار، آنزیم‌های گوارشی نظیر آمیلاز توسط این یاخته‌ها تولید می‌شود.
- ✓ آنزیم‌های گوارشی بر ذخایر آندوسپرم تأثیر می‌گذارند و باعث تولید مواد مورد نیاز برای رشد رویان، نظیر گلوکز می‌شوند. گلوکز تولیدشده، توسط بافت‌های رویان مصرف می‌شوند.
- ✓ حتی تا قبل از تأثیر آمیلاز بر ذخایر آندوسپرم و انتقال گلوکز به رویان، فرآیند رویش دانه آغاز می‌شود و ریشهٔ رویانی ظهور پیدا می‌کند. پس از مصرف گلوکز توسط رویان، میزان رشد رویان افزایش می‌یابد و ساقهٔ رویانی می‌تواند از خاک خارج شود.

نکته جیبرلین، **تنها هورمون محرک رشد در گیاهان است که بر رویش دانه مؤثر است**. در بین بازدارنده‌های رشد، **هورمون آبسیزیک اسید، اثری مخالف هورمون جیبرلین دارد و مانع رویش دانه می‌شود.**



درسنامه ۵ بازدارنده‌های رشد

قبلاً گفتیم که بازدارنده‌های رشد، شامل هورمون‌های آبسیزیک اسید و اتیلن می‌شوند. در ادامه، عملکرد هر یک از این هورمون‌ها را نیز بررسی می‌کنیم. *از اینجا به بعد، بیشتر راجع به نکات مقایسه‌ای هورمون‌ها صحبت می‌کنیم. پس با دقت بیشتری بخونین.*

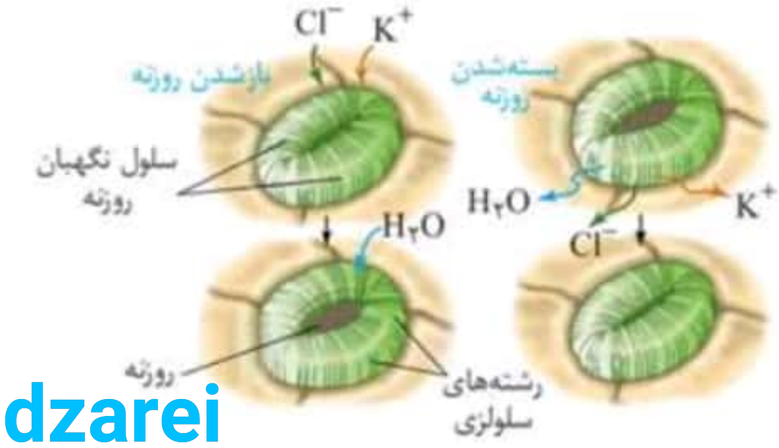
آبسیزیک اسید

❑ فرایندهای مرتبط

نکته به‌طور کلی، آبسیزیک اسید، رشد گیاهان در پاسخ به شرایط نامساعد را کاهش می‌دهد.

۱- مقاومت گیاه نسبت به شرایط خشکی: شرایط نامساعد محیط مانند **خشکی**، تولید آبسیزیک اسید را در گیاهان تحریک می‌کند. آبسیزیک اسید، سبب **بسته‌شدن روزنه‌ها** و در نتیجه، **حفظ آب گیاه** می‌شود.

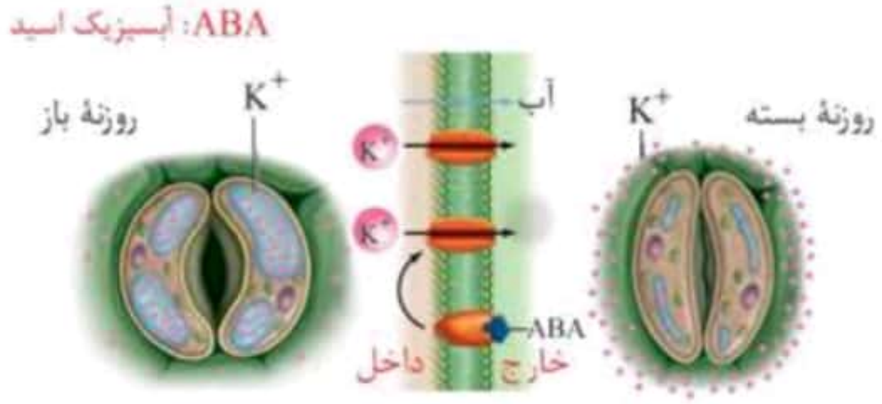
آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۷ دهم] روزنه‌های هوایی می‌توانند با باز و بسته شدن، مقدار تعرق را تنظیم کنند. باز و بسته شدن روزنه به‌دلیل ساختار خاص یاخته‌های نگهبان روزنه و **تغییر فشار تورژسانس** آن‌هاست. در پی خروج فعال یون‌های پتاسیم و کلر از یاخته‌های نگهبان روزنه و افزایش پتانسیل آب در این یاخته‌ها، آب از یاخته‌های نگهبان روزنه به یاخته‌های روپوستی مجاور می‌رود و روزنه بسته می‌شود. بنابراین، بسته‌شدن روزنه، ناشی از **پلاسمولیز یاخته‌های نگهبان** روزنه و باز شدن روزنه، ناشی از تورژسانس یاخته‌های نگهبان می‌باشد.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۷ دهم] عوامل محیطی و عوامل درونی گیاه، باز و بسته‌شدن روزنه‌ها را تنظیم می‌کنند. **مقدار آب گیاه و نیز هورمون‌های گیاهی، از عوامل درونی مهم هستند.**

خُب پس حالا می‌تونیم بفهمیم که آبسیزیک اسید، چه تاثیری بر یاختهٔ نگهبان روزنه داره. به شکل زیر نگاه کنین.



وقتی که روزنه باز است، تراکم یون‌ها (مثل پتاسیم)، در یاختهٔ نگهبان روزنه زیاد است. وقتی که آبسیزیک اسید بر یاختهٔ نگهبان روزنه تأثیر می‌گذارد، **باعث می‌شود که یون‌ها با انتقال فعال از یاختهٔ نگهبان خارج شوند.** در نتیجه، پتانسیل آب در یاختهٔ نگهبان روزنه هم زیاد می‌شود و آب از آن خارج می‌شود. **با کاهش فشار تورژسانسی یاختهٔ نگهبان و پلاسمولیز آن، روزنه بسته می‌شود.**

نکته آبسیزیک اسید، باعث پلاسمولیز یاخته‌های نگهبان روزنه و در نتیجه، بسته‌شدن روزنه‌ها می‌شود.

۲- مهار رویش دانه:

نکته آبسیزیک اسید، اثری مخالف هورمون جیبرلین ایفا می‌کند و رویش دانه را مهار می‌کند. بنابراین، **تحت تأثیر هورمون آبسیزیک اسید، تشکیل دانه‌رست و خروج ریشهٔ رویانی از دانه، مشاهده نمی‌شود.**

۳- مهار رشد جوانه‌ها در شرایط نامساعد:

نکته **آبسیزیک اسید، اتیلن و اکسین، باعث مهار رشد جوانه‌های جانبی می‌شوند.** از این نظر، تأثیر این هورمون‌ها مشابه یکدیگر و مخالف عملکرد هورمون‌های جیبرلین و سیتوکینین است.

نکته **تأثیر هورمون‌ها بر جوانهٔ رأسی:** آبسیزیک اسید باعث مهار رشد جوانهٔ رأسی می‌شود. اما اکسین، سیتوکینین و جیبرلین، باعث تحریک رشد جوانهٔ رأسی می‌شوند.

نکته **همهٔ هورمون‌های گیاهی، بر رشد جوانه‌ها مؤثر هستند.**

اتیلن

نکته اتیلن، نوعی هورمون گیاهی است. اما در خارج از گیاهان نیز تولید می‌شود. این ماده که نوعی **ترکیب گازی** و **آلی** است، از **سوخت‌های فسیلی** نیز حاصل می‌شود.

❑ فرایندهای مرتبط

۱- چیرگی رأسی: قبلاً گفتیم که تحریک تولید اتیلن در جوانه‌های جانبی تحت تأثیر هورمون اکسین، سبب مهار رشد جوانه‌های جانبی می‌شود.

۲- رسیدگی میوه: وقتی که یک میوهٔ رسیده مثل موز یا سیب رسیده در ظرف حاوی میوه‌های نارس قرار بگیرد، میوه‌های نارس رسیده می‌شوند. دانشمندان دریافتند که **از میوه‌های رسیده، هورمون اتیلن آزاد می‌شود.** این هورمون، باعث رسیدگی میوه می‌شود و **با رسیدگی میوه، مقدار تولید اتیلن نیز افزایش می‌یابد.**

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

نکته تنظیم ترشح هورمون اتیلن هنگام رسیدگی میوه، از طریق **تنظیم بازخوردی مثبت** است.

↑ تولید اتیلن ← ↑ رسیدگی میوه ← ↑ تولید اتیلن

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] گوجه‌فرنگی، ابتدا سبز رنگ است و با گذشت زمان، رنگ آن تغییر می‌کند. علت این تغییر رنگ، تبدیل سبزدیسه‌های (کلروپلاست‌های) میوهٔ نارس به رنگ‌دیسه (کروموپلاست) است. طی این فرایند، سبزینه در میوه تجزیه می‌شود و مقدار کاروتنوئیدها (مثل لیکوپن؛ عامل رنگ قرمز گوجه‌فرنگی) افزایش می‌یابد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۸ یازدهم] میوه‌های نارس، معمولاً مزهٔ ناخوشایندی دارند و جانوران از خوردن آن‌ها دوری می‌کنند. با افزایش رسیدگی میوه‌ها، احتمال خورده شدن آن‌ها توسط جانوران و پراکنش آن‌ها در محیط افزایش می‌یابد.

نکته گاهی میوه‌ها را نارس می‌چینند و تا زمانی که می‌خواهند آن‌ها را در بازار پخش کنند، به مدت مشخصی، در محیط اتیلن‌دار قرار می‌دهند تا رسیده شوند؛ مثلاً گوجه‌فرنگی‌های نشان داده‌شده در شکل بالا، به مدت سه روز در محیط اتیلن‌دار قرار گرفته‌اند تا رسیده شوند.

نکته افزایش رسیدگی میوه‌ها تحت تأثیر هورمون اتیلن، سبب **کاهش مدت نگهداری میوه‌ها** می‌شود. سیتوکینین، با جوان نگه‌داشتن اندام‌های هوایی گیاه، مثل میوه‌ها، سبب **افزایش مدت نگهداری میوه‌ها** می‌شود.

۳- مقاومت گیاه در برابر آسیب مکانیکی و عوامل بیماری‌زا

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۶ یازدهم] در گیاهان، در محل آسیب‌دیده، نوعی عامل رشد (اتیلن) تولید می‌شود تا با تقسیم سریع، تودهٔ یاخته‌ای ایجاد کند. این تودهٔ یاخته‌ای، مانع نفوذ میکروب‌ها به گیاه می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۶ دهم] وقتی گیاه زخمی می‌شود، یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای تقسیم می‌شوند و آن را ترمیم می‌کنند. با توجه به توضیحات ارائه‌شده، یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای برای هورمون اتیلن، گیرنده دارند.

۴- ریزش میوه

۵- ریزش برگ: سال‌ها قبل از اینکه دانشمندان متوجه شوند که گیاهان اتیلن تولید می‌کنند، معلوم شده بود که اتیلن حاصل از سوخت‌های فسیلی، باعث ریزش برگ درختان می‌شود.

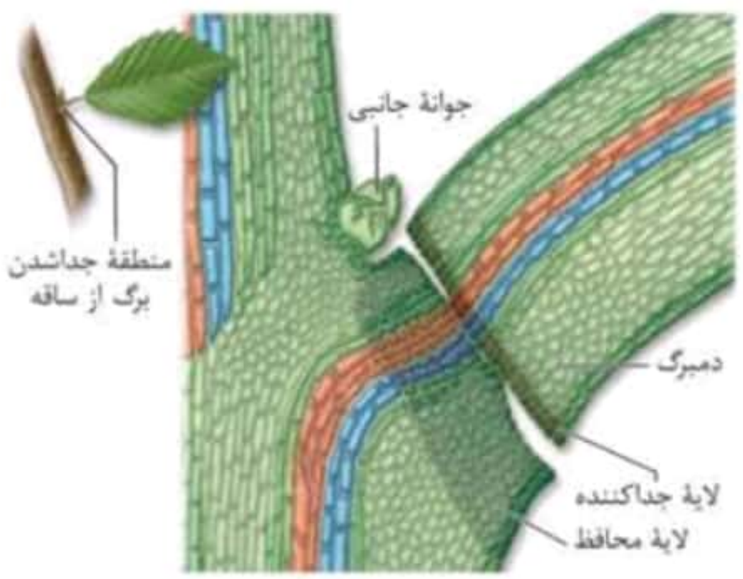
الان دیگه کاملاً فهمیدن چطوری برگ‌ها می‌ریزن. بریم ببینیم چطوری یه برگ از شاخه جدا میشه.

□ ریزش برگ

برگ هنگامی می‌ریزد که ارتباط آن با شاخه قطع شده باشد. برای اینکه ارتباط برگ با شاخه قطع شود، باید یاخته‌ها از هم جدا شوند. مشاهدات میکروسکوپی نشان می‌دهد که در **قاعدهٔ دمبرگ**، در محل اتصال به شاخه، **لایهٔ جداکننده** تشکیل می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۶ دهم] به محلی که برگ به ساقه یا شاخه متصل می‌شود، گره می‌گویند.

زمانی که در قاعدهٔ دمبرگ، **نسبت اتیلن به اکسین افزایش پیدا می‌کند**، آنزیم‌های تجزیه‌کننده تولید می‌شوند. این آنزیم‌ها، در لایهٔ جداکننده، **دیوارهٔ یاخته‌ای را تجزیه می‌کنند** و سبب جدا شدن یاخته‌ها از یکدیگر می‌شوند. **یاخته‌های جداشده به‌تدریج از بین می‌روند** و برگ از شاخه جدا می‌شود.



آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] در تقسیم یاختهٔ گیاهی، بعد از تقسیم هسته، لایه‌ای به نام تیغهٔ میانی تشکیل می‌شود. تیغهٔ میانی از پلی‌ساکاریدی به نام پکتین ساخته شده است. پکتین مانند چسب عمل می‌کند و دو یاخته را در کنار هم نگه می‌دارد. بنابراین، **برای جدا شدن یاخته‌ها از یکدیگر، باید پکتین تیغهٔ میانی تجزیه شود.**

نکته قبلاً گفتیم که هورمون‌های رشد، در ایجاد و حفظ اندام‌ها نقش دارند. **هورمون اکسین، در حفظ برگ‌های گیاه نقش دارد.** با کاهش نسبت اکسین به اتیلن در قاعدهٔ دمبرگ، آنزیم‌های تجزیه‌کننده تولید می‌شوند و سبب جدا شدن برگ از شاخه می‌شوند.

بعد از ریزش برگ، با **چوب‌پنبه‌ای شدن یاخته‌هایی از شاخه که در محل اتصال به دمبرگ قرار دارند**، لایهٔ محافظی در برابر محیط بیرون ایجاد می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

شکل «ریزش برگ با تشکیل لایهٔ جداکننده»

- ✓ آوندهای موجود در ساقه، از طریق دمبرگ وارد برگ می‌شوند.
- ✓ در اطراف دسته‌جات آوندی، یک لایه یاختهٔ زمینه‌ای [غلاف آوندی] وجود دارد.
- ✓ پس از جدا شدن دمبرگ از ساقه، لایهٔ محافظ در محل اتصال قبلی دمبرگ با ساقه تشکیل می‌شود. یاخته‌های این لایه، چوب‌پنبه‌ای شده‌اند تا بتوانند از گیاه در برابر محیط بیرون حفاظت کنند. بنابراین، در گیاهان علفی نیز امکان تولید یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای وجود دارد.

شکل مقابل در کتاب درسی نیست. اما خیلی خوب تأثیر اتیلن بر ریزش برگ رو نشون میده. در ظرف (۱)، اتیلن وجود نداره و برگ‌های گیاه نمی‌ریزن. اگر در ظرف، یک سیب رسیده قرار داده شود، اتیلن توسط میوهٔ رسیده تولید می‌شود. اتیلن تولیدشده توسط میوه، سبب می‌شود که آنزیم‌های تجزیه‌کننده در قاعدهٔ دمبرگ تشکیل شوند و در این حالت، ریزش برگ‌ها مشاهده می‌شود. بنابراین، اتیلن نقش اصلی را در ریزش برگ‌ها برعهده دارد.

بریم سراغ آفرین نکته‌های این گفتار.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] ترکیب شیمیایی دیواره در یاخته‌های متفاوت، متناسب با کاری که انجام می‌دهند و حتی در طول عمر یک یاخته فرق می‌کند. **کوتینی‌شدن و چوب‌پنبه‌ای‌شدن از تغییرات دیوارهٔ یاخته‌ای هستند که در کاهش از دست دادن آب و جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا به گیاه نقش دارند.** کوتین و چوب‌پنبه از ترکیبات لیپیدی هستند.

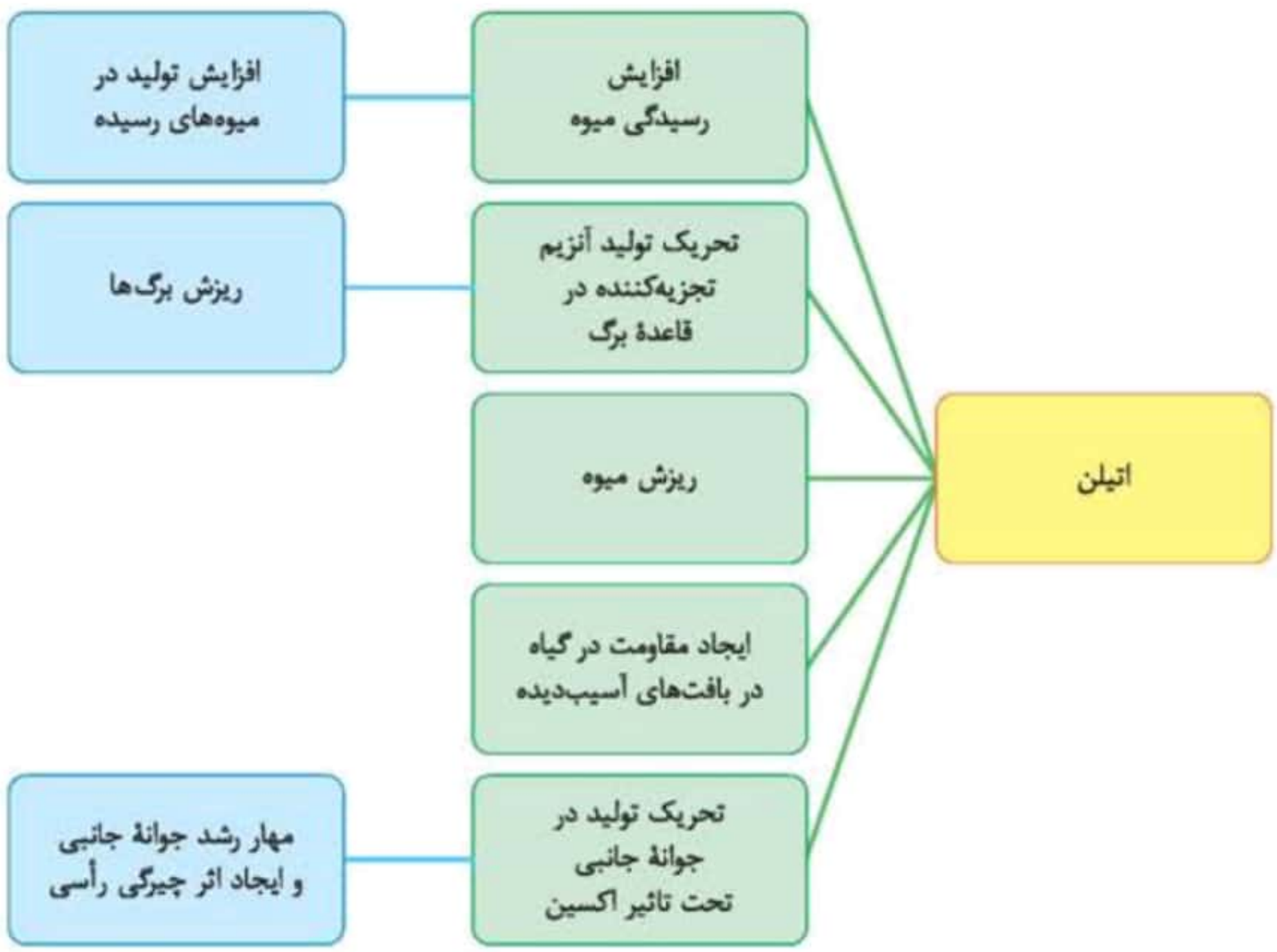
آن‌چه گذشت [فصل‌های ۶ و ۷ دهم] علاوه‌بر لایهٔ محافظ در قاعدهٔ دمبرگ، مثال‌های دیگری از چوب‌پنبه نیز در کتاب درسی وجود دارد: ۱- اولین بافتی که رابرت هوک در زیر میکروسکوپ خود دید، ۲- بافت چوب‌پنبه‌ای در پیراپوست گیاهان چوبی و ۳- نوار کاسپاری در لایهٔ آندودرم.

نکته **همه چیز دربارهٔ تأثیر هورمون‌ها بر برگ:** سیتوکینین، با تحریک تقسیم یاخته‌ای و ایجاد یاخته‌های جدید، سبب تازه ماندن برگ‌ها می‌شود. اکسین، سبب حفظ برگ‌ها بر روی شاخه می‌شود. آبسیزیک اسید، با تأثیر بر یاخته‌های نگهبان روزنه در اندام‌های هوایی (مثل برگ و ساقه)، سبب بسته‌شدن روزنه‌ها و حفظ آب در گیاه می‌شود. هورمون اتیلن نیز با تحریک تولید آنزیم‌های تجزیه‌کننده در قاعدهٔ دمبرگ، سبب ریزش برگ‌ها می‌شود.

نکته **همه چیز دربارهٔ تأثیر هورمون‌ها بر میوه:** اکسین و جیبرلین، در تولید میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها، نقش دارند. سیتوکینین، باعث جوان ماندن اندام‌های گیاهی مثل میوه‌ها و افزایش مدت نگهداری آن‌ها می‌شود. اتیلن، باعث افزایش رسیدگی میوه‌ها و کاهش مدت نگهداری آن‌ها می‌شود. علاوه‌بر این، اتیلن سبب ریزش میوه‌ها نیز می‌شود.

نکته **تأثیر هورمون‌ها بر عمر برگ:** ریزش برگ‌ها تحت تأثیر هورمون اتیلن، سبب کاهش طول عمر آن‌ها می‌شود. اما سیتوکینین، سبب تازه ماندن برگ‌ها می‌شود.

نکته یکی از دلایل خراب شدن میوه‌ها هنگام ذخیره یا انتقال، تولید اتیلن در آن‌هاست.



@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

هورمون		تولید	اثر		توضیحات
محرک رشد	اکسین‌ها	نوک ساقه (افزایش تولید تحت تأثیر نور)	تحریک رشد طولی یاخته‌ها		۱- افزایش طول ساقه در نور همه‌جانبه ۲- خم‌شدن ساقه در نور یک‌جانبه: نورگرایی
			تنظیم رشد و نمو میوه‌ها		۱- تشکیل میوه‌های بدون دانه (پرتقال بدون دانه) ۲- درشت کردن میوه‌ها
			تحریک ریشه‌زایی در قلمه یا کال		در صورت بیشتر بودن مقدار اکسین نسبت به سیتوکینین
			حفظ برگ‌های گیاه		جلوگیری از ریزش برگ زمانی که نسبت اکسین به اتیلن زیاد باشد.
			مهار رشد جوانه‌های جانبی		چیرگی رأسی
			استفاده به‌عنوان سم کشاورزی برای از بین بردن گیاهان خودرو (دولپه‌ای) در مزارع گندم (تک‌لپه‌ای)		استفاده به‌عنوان عامل نارنجی در جنگ ویتنام
	سیتوکینین‌ها	—	تحریک تقسیم یاخته‌ای ← ایجاد یاخته‌های جدید		۱- جلوگیری از پیرشدن اندام‌های هوایی گیاه ۲- استفاده به عنوان افشانه با تازه نگه‌داشتن برگ و گل
			تحریک رشد جوانهٔ جانبی		در صورتی که نوک ساقه (جوانهٔ رأسی) جدا شده باشد و مقدار اکسین در جوانهٔ جانبی کاهش یابد.
			تحریک ریشه‌زایی کال		در صورت بیشتر بودن مقدار سیتوکینین نسبت به اکسین
	جیبرلین‌ها	رویان دانه	رشد طولی ساقه		۱- رشد طولی یاخته‌ها ۲- افزایش تعداد یاخته‌ها
			رشد و نمو میوه		۱- درشت‌کردن میوه‌ها ۲- تولید میوه‌های بدون دانه
			رویش بذر غلات		تحریک تولید و ترشح آنزیم‌های گوارشی لایهٔ گلوتن‌دار (لایهٔ خارجی آندوسپرم رویان غلات)
بازدارندهٔ رشد	آبسیزیک‌اسید	—	کاهش رشد گیاه در خشکی	حفظ آب گیاه	پلاسمولیز یاخته‌های نگهبان روزنه ← بسته‌شدن روزنه‌ها در شرایط خشکی
				مهار رشد دانه	نقش مخالف جیبرلین در رویش دانه
				مهار رویش جوانه	مانند اتیلن و اکسین، مانع رشد جوانهٔ جانبی می‌شود.
	اتیلن	میوه‌های رسیده ـ قاعدهٔ دمبرگ	افزایش رسیدگی میوه		افزایش تولید در میوه‌های رسیده
			ریزش برگ		تحریک تولید آنزیم تجزیه‌کننده در قاعدهٔ برگ در پی کاهش نسبت اکسین به اتیلن
			ریزش میوه		تسهیل برداشت میوه‌ها
			ایجاد مقاومت در گیاه در بافت‌های آسیب‌دیده		افزایش بقای گیاه هنگام آسیب مکانیکی، بیماری‌ها و ...
			مهار رشد جوانهٔ جانبی و ایجاد اثر چیرگی رأسی		افزایش تولید اتیلن در جوانهٔ جانبی تحت تأثیر اکسین تولیدشده در جوانهٔ رأسی

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درس‌نامهٔ ۶ پاسخ گیاهان به نور

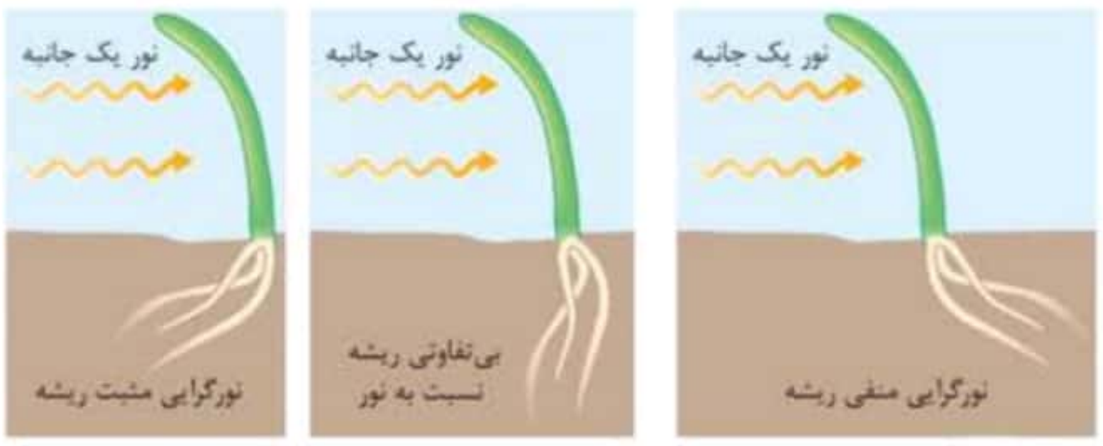
قبلاً اول فصل، راجع به نورگرایی در ساقه صحبت کردیم. حالا می‌خوایم راجع به نورگرایی در ریشه و همینطور تاثیر نور بر گل‌دهی صحبت کنیم.

پاسخ ریشهٔ گیاهان به نور یک‌جانبه

اول از همه بگم که بحثی که اینجا می‌خوایم بکنیم، پاسخ فعالیت کتاب درسی هست. ولی دیگه در کادر نیاوردیمش چون می‌خوایم به‌صورت کلی بررسی کنیم.

در حالی که ساقهٔ گیاهان به سمت نور خم می‌شوند، **ریشهٔ بیشتر گیاهان در جهت خلاف نور خم می‌شوند**. بر این اساس، مفهوم نورگرایی مثبت و منفی مطرح می‌شود. ساقهٔ گیاهان، دارای نورگرایی مثبت هستند. یعنی به نور پاسخ مثبت میره و میره به سمتش.

اما ریشهٔ گیاهان، معمولاً نورگرایی منفی دارن و از نور دور میشن. البته در شرایطی، در ریشهٔ گیاهان نیز نورگرایی مثبت دیده می‌شود و ریشه به سمت نور خم می‌شود. در نهایت، ریشهٔ بعضی از گیاهان نسبت به نور بی‌تفاوت هستن؛ یعنی نه به سمت نور خم میشن و نه از اون دور میشن؛ بلکه به صورت عمودی و مستقیم در خاک رشد می‌کنن. نکتهٔ مهمی که باید به آن دقت داشته باشید این است که در هر صورت، نقش زمین‌گرایی در رشد ریشه، بسیار بیشتر از نقش نورگرایی است.



تأثیر نور در گل‌دهی گیاهان

قبلاً گفتیم که در ساقهٔ گیاهان، مریستم‌های نخستین در جوانه‌ها یا میان‌گره قرار دارند. این مریستم‌ها، در رشد رویشی گیاه نقش دارند؛ یعنی در ایجاد بخش‌هایی مثل شاخه‌های جدید و یا برگ‌ها و همچنین افزایش طول ساقه نقش دارند. اما **گل‌دهی زمانی انجام می‌شود که مریستم رویشی موجود در جوانهٔ ساقه، به مریستم گل (مریستم زایشی) تبدیل شود.**

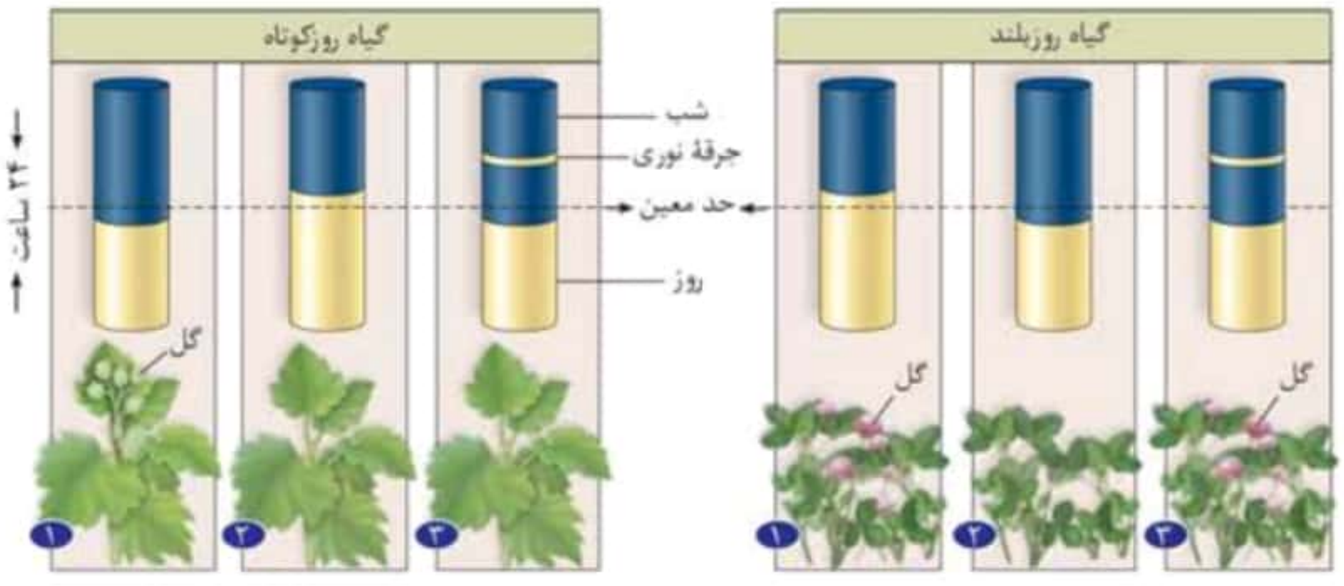
نکته تبدیل مریستم رویشی جوانه به مریستم زایشی، **به شرایط محیطی مانند دما و طول روز و شب وابسته است.**

گیاهان را بر اساس **نیاز به نور برای گل‌دهی**، در سه دستهٔ **روزکوتاه**، **روزبلند** و **بی‌تفاوت** قرار می‌دهند.

❑ گیاه روزبلند

مثال گیاه شبدر

گیاه شبدر، **در روزهای بلند تابستان** گل می‌دهد. این گیاه، برای گل دادن به شب‌های کوتاه نیاز دارد و **زمانی گل می‌دهد که طول شب از حدی بیشتر نباشد.** پس در واقع این طول شب هست که تعیین می‌کنه گیاه گل بده یا نه. یعنی اگه طول شب از یه حد معینی کمتر باشه، گیاه روزبلند گل‌دهی داره، در غیر این‌صورت، خبری از گل‌دهی نیست. پس در واقع شاید درست‌تر باشه که به‌جای اینکه بگیم گیاه روزبلند، بگیم گیاه شب‌کوتاه. اما چطوری فهمیدن که طول شب مهم‌تر از طول روز است؟



تأثیر جرقهٔ نوری بر گل‌دهی گیاهان روزبلند: در فعالیت کتاب درسی، راجع به تاثیر شکستن شب با یک جرقهٔ نوری بر گل‌دهی گیاهان روزکوتاه سؤال پرسیده شده. ما می‌خوایم راجع به تاثیر جرقهٔ نوری بر گل‌دهی گیاهان روزبلند صحبت کنیم.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

به شکل صفحهٔ قبل نگاه کنید. همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید، زمانی که یک شب‌بلند، توسط یک جرقهٔ نوری شکسته شود، گیاه روزبلند می‌تواند گل‌دهی کند. اما چرا؟ *اول از همه منظور از جرقهٔ نوری اینه که مثلاً ما وسط شب، برای دو ساعت بیایم در اطراف گیاه نور ایجاد کنیم تا گیاه فکر کنه روز شده. اما حالا چرا در چنین شرایطی گیاه روزبلند گل‌دهی داره؟ چون شب‌کوتاه هست. ما گفتیم که گیاه روزبلند زمانی گل میده که طول شب، از حد معینی کوتاه‌تر باشه. همونطور که در شکل می‌بینین، با کمک یک جرقهٔ نوری، میشه شب رو به دو قسمت کوتاه‌تر تقسیم کرد. اینجوری گیاه فکر می‌کنه که طول شب کوتاهه و بنابراین، می‌تونه گل‌دهی داشته باشه.* پس با استفاده از جرقهٔ نوری، گیاهان روزبلند در طول روزهای کوتاه (شب‌های بلند) پاییز هم می‌توانند گل تولید کنند.

❑ گیاه روزکوتاه

مثال گیاه داوودی

گیاه داوودی، در روزهای کوتاه پاییز گل می‌دهد. اما در واقع این طول روز نیست که در گل‌دهی گیاهان مؤثره. بلکه طول شب تاثیر اصلی رو داره. خُب وقتی طول روزکوتاه هست، طول شب چجوریه؟ مشخصاً طول شب زیاد است. پس میشه گفت یک گیاه روزکوتاه، در واقع گیاهیه که در شب‌های بلند گل میده. بیاین باز هم حرفمون رو درست‌تر کنیم. گیاه روزکوتاه (شب‌بلند)، در صورتی گل میده که طول شب، از حد معینی کم‌تر نباشه. مثلاً گیاه داوودی در صورتی گل‌دهی داره که بیشتر از ۱۲ ساعت (حدود ۱۴ ساعت)، شب باشه. حالا اگه طول شب بشه ۱۲ ساعت، دیگه گیاه داوودی لج می‌کنه و گل نمیده.

فعالیت کتاب درسی

تأثیر جرقهٔ نوری بر گل‌دهی گیاهان روزکوتاه

شکستن شب با یک جرقهٔ نوری، چه تأثیری بر گل‌دهی گیاه روزکوتاه دارد؟

گفتیم که گل‌دهی گیاه روزکوتاه زمانی اتفاق می‌افتد که طول شب از حد معینی کمتر نباشد. در واقع، گیاهان روزکوتاه برای گل‌دهی، نیاز به شب بلند دارند. زمانی که شب با یک جرقهٔ نوری شکسته می‌شود، طول شب کمتر می‌شود و لذا در این شرایط، گل‌دهی گیاه روزکوتاه انجام نمی‌شود. بنابراین، اگر حتی یک شب‌بلند با کمک جرقهٔ نوری شکسته شود، دیگر گیاه روزکوتاه گل‌دهی نخواهد داشت. چون گیاه روزکوتاه نیاز به شب طولانی دارد و ما با شکستن شب، طول شب را کاهش داده‌ایم.

نکته آگاهی از تأثیر نور بر گل‌دهی به پرورش‌دهندگان گل امکان داد تا با ایجاد شرایط نوری مصنوعی بتوانند در همهٔ فصل‌ها، گل‌هایی با نیازهای نوری متفاوت پرورش دهند.

❑ گیاهان بی‌تفاوت

مثال گیاه گوجه‌فرنگی

گل دادن بعضی گیاهان، وابسته به طول روز و شب نیست. یعنی فرقی نمی‌کنه که شب‌بلند باشه یا کوتاه، فرقی نداره چند ساعت روز هست چند ساعت شب. در هر صورت، این گیاهان می‌تونن در شرایط مناسب گل‌دهی کنن. در واقع، در این گیاهان، میزان نور جزء عوامل محیطی مؤثر بر زمان گل‌دهی محسوب نمیشه.

جمع‌بندی

نور دورگی گیاهان

نوع گیاه بر اساس نیاز به نور	مثال	وضعیت گل‌دهی در		
		روزکوتاه	روزبلند	شکستن شب‌بلند با جرقهٔ نوری
		شب‌بلند	شب‌کوتاه	
روزکوتاه (شب‌بلند)	گیاه داوودی	+	−	−
روزبلند (شب‌کوتاه)	گیاه شبدر	−	+	+
بی‌تفاوت	گیاه گوجه‌فرنگی	+	+	+

پاسخ‌های حرکتی

نکته گل‌های بعضی از گیاهان، در شب بسته می‌شوند.

این جمله‌ای هست که اول گفتار (۲) می‌خونین. خُب کتاب هیچ توضیحی هم راجع بهش نداده و بنابراین، نیازی نیست زیاد راجع بهش بدونین. فقط در این حد کافیه بدونین که باز و بسته شدن محرک باز شدن بعضی از گل‌ها در طول روز است و در این گیاهان، گل‌ها در پاسخ به تاریکی بسته میشن.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۷ پاسخ گیاهان به دما

از اینجا به بعد، مباحث به‌شدت حفظی می‌شن و دیگه زیاد چیز مفهومی نداریم. پس لطفاً با دقت بخونین.

پاسخ به دما

❑ تحمل سرما

گیاهان نمی‌توانند هر دمایی را تحمل کنند. مثلاً **سرمای شدید، از رویش دانه‌ها و رشد جوانه‌ها جلوگیری می‌کند.**

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۸ یازدهم] دانه برای رویش به آب، اکسیژن و دمای مناسب نیاز دارد.

نکته آبسیزیک اسید، مانع از رویش دانه و رشد جوانه در شرایط نامساعد می‌شود.

برگ بعضی درختان با کاهش دما در فصل پاییز می‌ریزد و **جوانه‌ها با برگ‌های پولک‌مانندی حفظ می‌شوند.**

برگ پولک‌مانند حفاظت‌کننده از جوانه

نکته تحت تأثیر کاهش دما، میزان اتیلن در قاعدهٔ دمبرگ افزایش می‌یابد و تولید آنزیم‌های تجزیه‌کننده تحریک می‌شود. در نتیجه، اتصال بین یاخته‌ها از بین می‌رود و برگ از شاخه جدا می‌شود.

آن‌چه گذشت [فصل ۸ یازدهم] برگ‌های پولک‌مانند حفاظت‌کنندهٔ جوانه‌ها و همچنین لپه‌ها (برگ‌های رویانی)، انواع خاصی از برگ‌ها هستند.

❑ تأثیر دما بر گل‌دهی

قبلاً گفتیم که در گیاهان علاوه‌بر نور، دما نیز بر گل‌دهی گیاهان مؤثر است. بعضی **گیاهان برای گل دادن نیاز به گذراندن یک دورهٔ سرما دارند.** یعنی چی؟ *خب نگاه کنین، گیاه حساس به سرما، نباید در طول فصل سرما گل‌دهی داشته باشه. چون در این حالت، گل‌هاش از بین می‌رن. پس باید صبر کنه سرما تموم بشه بعد گل‌دهی رو شروع می‌کنه. اما گیاه از کجا می‌فهمه که سرما تموم شده؟ در واقع گیاه حدس می‌زنه! یعنی هر گیاهی یه قراری با خودش می‌ذاره و می‌گه که مثلاً اگه ۷۰ روز در سرما قرار داشتم، بعدش شروع کنم گل‌دهی. بنابراین صبر می‌کنه این مدت رو در سرما بگذرونه و بعدش گل‌دهی می‌کنه.*

مثال برای نوعی گیاه گندم مشاهده شده است که اگر بذر آن را مرطوب کنیم و در سرما قرار دهیم، دورهٔ رویشی آن کوتاه می‌شود و زودتر گل می‌دهد.

نکته کشف این ویژگی در گیاهان، امکان بهره‌برداری از زمین‌هایی را فراهم کرد که اکثر سال با برف و یخ پوشیده شده‌اند.

نکته درختان با کاهش سرما گل می‌دهند.

درسنامهٔ ۸ پاسخ گیاهان به گرانش زمین

یکی دیگه از محرک‌های محیطی که گیاهان به اون پاسخ می‌دن، گرانش زمین است. حتماً دیدین که ریشه به سمت زمین رشد می‌کنه و ساقه می‌ره بالا توی هوا. شاید تا الان فکر می‌کردین که این جهت رشد، فقط به‌خاطر نحوهٔ قرارگیری گیاه است و گیاه همیشه مستقیم رشد می‌کنه؛ یعنی ما اگه گیاه رو به‌صورت افقی قرار بدیم، ریشه و ساقه به سمت چپ و راست رشد می‌کنن؟ جواب منفی هست. شما گیاه رو در هر حالتی که قرار بدین، ریشه میره به سمت زمین. حالا چرا؟

تأثیر گرانش زمین بر رشد ریشه و ساقه

زمین‌گرایی

رشد جهت‌دار اندام‌های گیاه نسبت به **گرانش** زمین، **زمین‌گرایی** نامیده می‌شود. *اینجا هم باز زمین‌گرایی مثبت و منفی داریم.*

زمین‌گرایی مثبت، یعنی این‌که اندام گیاهی به سمت گرانش زمین رشد کند؛ مثلاً ریشه، به سمت پایین رشد می‌کند تا به مرکز نیروی جاذبه نزدیک شود. به همین دلیل، گفته می‌شود که ریشه زمین‌گرایی مثبت دارد.

زمین‌گرایی منفی، یعنی این‌که اندام گیاهی در خلاف جهت گرانش زمین رشد کند؛ مثل ساقه که در خلاف جهت گرانش رشد می‌کند و به سمت بالا حرکت می‌کند. پس ساقه، زمین‌گرایی منفی دارد.

زمین‌گرایی منفی در ساقه

همونطور که گفتیم، زمین‌گرایی همیشه وجود داره. این باعث میشه که برخلاف انتظار ما، گیاهان همیشه به‌صورت مستقیم رشد نکنن. حتی در طبیعت و در مناطق شیب‌دار، می‌شه مشاهده کرد که رشد ساقه، تحت تاثیر زمین‌گرایی قرار می‌گیره. بر همین اساس، حتی اگه ما یه گیاهی رو کج قرار بدیم تا رشد کنه، باز ساقش به سمت بالا میره و ریشه به سمت پایین. مثل همین شکل که می‌بینین گیاه به‌صورت افقی قرار گرفته اما باز هم ریشش به سمت پایین حرکت کرده. این نشون میره که ریشه، زمین‌گرایی مثبت دارد.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامه ۹ پاسخ گیاهان به تماس

یکی دیگه از محرک‌هایی که گیاهان به اونا پاسخ می‌دن، محرک‌های تماسی هستن. حتی بعضی گیاهان هستن وقتی بهشون دست می‌زنی، ناراحت می‌شن. قبلاً هم مثال‌هایی از این پاسخ‌ها رو داشتیم؛ بعضی از گیاهان گوشتخوار در کتاب دهم. بریم ببینیم چطوریه.

گیاه گوشتخوار

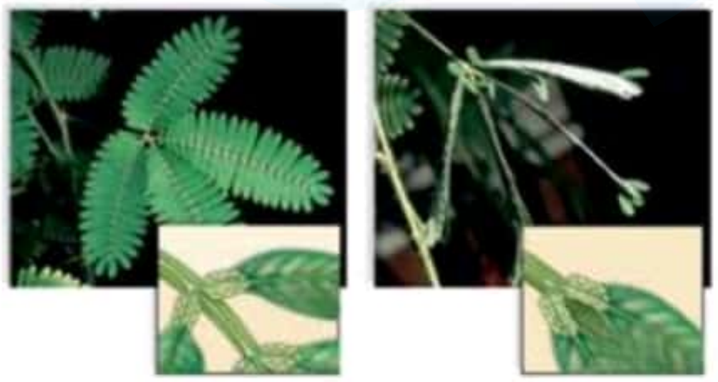
برگ **تله‌مانند** گیاه گوشتخوار، **کرک‌هایی** دارد که با برخورد حشره به آن‌ها، تحریک و پیام‌هایی را به راه می‌اندازد. **این پیام‌ها، سبب بسته‌شدن برگ و در نتیجه، به دام افتادن حشره می‌شود.** *پس میشه گفت که این کرک‌ها، مثل یک گیرندهٔ حسی عمل می‌کنند و باعث می‌شن که گیاه متوجه بشه یه حشره روش قرار گرفته. وقتی که بدن حشره با کرک تماس پیدا می‌کنه، برگ به‌سرعت بسته میشه و حشره به‌دام می‌افته. اما حواستون باشه که در گیاهان، دستگاه عصبی وجود نداره و وقتی کتاب میگه پیام‌هایی تولید میشه، منظورش پیام عصبی نیست. اینجا هر اتفاقی که قرار هست بیفته، با کمک مواد شیمیایی رخ می‌ده و تغییرات فیزیکی، مثل تغییر فشار تورژسانسی رخ می‌ده.*

نکته در برگ‌تله، آنزیم‌های گوارشی ترشح می‌شوند و گوارش برون‌یاخته‌ای انجام می‌شود. **این آنزیم‌های گوارشی، باید بتوانند اسکلت خارجی حشرات را هضم کنند** تا گیاه، از مواد نیتروژن‌دار جانور بتواند استفاده کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۷ دهم] گیاهان گوشتخوار فتوسنتزکننده هستند ولی در مناطقی زندگی می‌کنند که از نظر نیتروژن فقیرند. در این گیاهان، برخی برگ‌ها برای شکار و گوارش جانوران کوچک مانند حشرات، تغییر کرده است. گیاه توبره‌واش از گیاهان گوشتخوار است که حشرات و لارو آن‌ها را به‌سرعت به درون بخش کوزه‌مانند خود می‌کشد و سپس گوارش می‌دهد. گیاه [ونوس (دیونه)] نیز نوع دیگری از گیاهان گوشتخوار است که با کمک برگ‌تله، می‌تواند جانوران را شکار کند.

گیاه حساس

این یکی گیاه ما، فیلی حساسه! واسه همین دوس نداره کسی بهش دست بزنه. ضربه زدن به برگ گیاه حساس، باعث **تا شدن برگچه‌ها روی یکدیگر** می‌شود. این پاسخ، به علت **تغییر فشار تورژسانس در یاخته‌هایی رخ می‌دهد که در قاعدهٔ برگ قرار دارند.** *فیلی دوس داشتم راجع به مکانیسم این مورد بیشتر صحبت کنیم. اما کتاب درسی هیچی راجع به ساختار برگ گیاه حساس نگفته و برای همین، ما هم چیزی نمی‌تونیم بگیم. فقط یکم راجع به فشار تورژسانس صحبت کنیم.*



آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] وقتی مقدار آب در محیط بیشتر از مقدار آن در یاخته باشد، واکوئل‌ها حجیم و پرآب هستند و سبب می‌شوند که پروتوپلاست به دیواره بچسبد و به آن فشار آورد. دیوارهٔ یاخته‌ای در برابر این فشار تا حدی کشیده می‌شود اما پاره نمی‌شود. یاخته‌ها در این وضعیت در حالت تورژسانس یا تورم هستند. به فشاری که در این حالت به غشا و دیوارهٔ یاخته‌ای وارد می‌شود، فشار تورژسانسی گفته می‌شود. با افزایش میزان آب در گیاه، فشار تورژسانسی افزایش می‌یابد و برعکس، با کاهش آب گیاه، فشار تورژسانسی کم می‌شود.

پیچش در ساقهٔ درخت مو

پیچش، نوعی پاسخ گیاهان به تماس است که در آن، **یک گیاه به دور گیاه دیگر یا یک پایه می‌پیچد.** مثلاً، ساقهٔ درخت مو در تماس با درختی دیگر و یا پایه، به دور آن می‌پیچد. پیچش به علت **تفاوت رشد ساقه در بخش قرارگرفته روی تکیه‌گاه و سمت مقابل آن** ایجاد می‌شود؛ به‌طوری که رشد یاخته‌ها در محل تماس کاهش می‌یابد. *مکانیسمش دقیقاً مثل نورگرایی هست. وقتی که ساقه می‌خوره به یه چیز دیگه، مثل ساقهٔ یک درخت دیگه، رشد در محل تماس کم هست و در سمت مقابل زیاد. همونجوری که در نورگرایی دیدیم، این اختلاف رشد باعث میشه که ساقه خم بشه. خب وقتی که [illegible] ساقه یا پایهٔ دیگه داره رخ میده، مثل این هست که ساقه داره دور گیاه می‌پیچه.*

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۰ دفاع مکانیکی گیاهان

قبلاً در مورد انسان گفتیم که برای دفاع در برابر عوامل بیماری‌زا، نخستین راه دفاعی، جلوگیری از نفوذ این عوامل به داخل بدن انسان است. این کار از طریق سدهای مکانیکی و شیمیایی انجام می‌شد. در گیاهان هم ما سدهای مکانیکی و شیمیایی داریم که جلوی نفوذ میکروب رو می‌تونن بگیرن.

گیاهان، در معرض هجوم عوامل بیماری‌زا و جانوران گیاه‌خوار قرار دارند. **زنگ گندم** و **سیاهک گندم**، مثال‌هایی از بیماری‌های گیاهی هستند که می‌توانند سبب تخریب محصولات کشاورزی شوند. گیاهان از طریق راه‌های مختلفی از خود دفاع می‌کنند.

نکته لارو پروانهٔ مونارک، ملخ، انسان، گاو، اسب، شته، زنبور عسل و خفاش‌های گرده‌افشان، مثال‌هایی از جانوران مصرف‌کنندهٔ غذاهای گیاهی هستند.

نکته قارچ جیبرلا، می‌تواند با ترشح جیبرلین، باعث آسیب دانه‌رست‌های برنج و تخریب آن‌ها شود.

جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا؛ سد مکانیکی

❑ سامانهٔ بافت پوششی

در کتاب دهم گفتیم که خارجی‌ترین سامانهٔ بافتی در بخش‌های جوان گیاه، روپوست است. در بخش‌های هوایی گیاه، مثل ساقه و برگ، روپوست با پوستک پوشیده شده است. در اندام‌های مسن گیاهان نیز پیراپوست در خارجی‌ترین بخش وجود دارد که دارای بافت چوب‌پنبه است. هم پوستک و هم چوب‌پنبه، علاوه‌بر این‌که در حفظ آب نقش دارند، سدی مکانیکی در برابر ورود میکروب‌ها به درون گیاه ایجاد می‌کنند. *در واقع، پوستک و چوب‌پنبه مثل یک دیوار دور تادور پیکر گیاه قرار می‌گیرن و از اون حفاظت می‌کنن. هر عامل بیماری‌زایی که بخواد مزاحم گیاه بشه، اول باید از این دیوار عبور کنه.*

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۶ دهم] پیکر گیاهان آوندی از سه سامانهٔ بافتی به نام پوششی، زمینه‌ای و آوندی تشکیل می‌شود. هر سامانهٔ بافتی، عملکرد خاصی دارد؛ مثلاً سامانهٔ بافت پوششی، اندام‌ها را در برابر خطرهایی حفظ می‌کند که در محیط بیرون قرار دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۶ دهم] سامانهٔ بافت پوششی گیاهان، سراسر اندام گیاه را می‌پوشاند و آن را در برابر عوامل بیماری‌زا و تخریب‌گر حفظ می‌کند؛ بنابراین، عملکردی شبیه پوست در جانوران دارد.

آن‌چه گذشت [فصل ۶ دهم] کوتینی‌شدن، یکی از تغییرات در دیوارهٔ یاخته‌های گیاهی است که در کاهش از دست دادن آب و جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا به گیاه نقش دارد. پوستک از ورود نیش حشرات و عوامل بیماری‌زا به گیاه نیز جلوگیری می‌کند.

❑ دیوارهٔ یاخته‌ای

دیوارهٔ یاخته‌ای محکم است و عبور از آن کار آسانی نیست. وجود ترکیباتی مانند لیگنین یا سیلیس در دیواره، به سخت‌شدن آن و در نتیجه افزایش توان این سد فیزیکی کمک می‌کند. *در مورد سامانهٔ بافت پوششی، گفتیم که مثل یک دیواریه که دور تادور کل گیاه رو می‌گیره. حالا اگه فرض کنیم که گیاه مثل یک قصره و این قصر، پر از اتاقه، دیوار هر یک از این اتاق‌ها، نقش دیوارهٔ یاخته‌ای رو داره. سامانهٔ بافت پوششی هم که همون دیوارهای اطراف قصره.*

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] دیوارهٔ یاخته‌ای در گیاهان، عملکردهای متفاوتی دارد. حفظ شکل یاخته‌ها، استحکام یاخته‌ها و در نتیجه استحکام پیکر گیاه، واپایش تبادل مواد بین یاخته‌ها در گیاه و جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا، از کارهای دیوارهٔ یاخته‌ای است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] چوبی‌شدن، یکی از تغییرات دیوارهٔ یاخته‌ای در یاخته‌های گیاهی است که به علت تشکیل ماده‌ای به نام لیگنین (چوب) می‌باشد. این تغییر در دیوارهٔ یاخته‌های آوند چوبی و یاخته‌های اسکلرانشیمی (اسکلروئیدها و فیبرها) دیده می‌شود. پروتوپلاست این یاخته‌ها لیگنین می‌سازد و آن را به دیوارهٔ یاخته‌ای اضافه می‌کند. لیگنین سبب استحکام بیشتر دیواره می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] برگ گیاه گندم، زبر است. این زبری به علت افزوده شدن سیلیس به دیوارهٔ یاخته‌هایی است که در سطح برگ قرار دارند. این تغییر دیوارهٔ یاخته‌ای، از نوع کانی‌شدن است؛ زیرا در این تغییر، ترکیبات کانی به دیوارهٔ یاخته‌ای اضافه می‌شوند.

❑ عبور عوامل بیماری‌زا از سد مکانیکی

پس اگه مزاحمی از دیوارهای قصر عبور کنه و وارد این قصر بشه، بعدش باید از دیوارهای اتاق‌ها هم بگذره. چجوری؟ دو راه داره: ۱- باید منفذی وجود داشته باشه؛ مثل اینکه در اتاق باز باشه و یا ۲- بین آجرهای دیوار فاصله‌ای وجود داشته باشه و بتونه از فضای بین این دیوار عبور کنه. بنابراین، عوامل بیماری‌زا می‌توانند با عبور از منفذ روزنه‌ها یا فضای بین یاخته‌ها، از سد مکانیکی گیاه عبور کنند.

پس تا اینجا، فهمیدیم که رابطهٔ قارچ‌ها با گیاهان، می‌تونه یه رابطهٔ مضر برای گیاه باشه؛ مثل همین قارچی که در شکل نشان داده شده و یا قارچ جیبرلا.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۱ دهم] برای بهبود مقاومت گیاهان به بیماری‌های گیاهی ویروسی، باکتریایی و قارچی و همچنین برای رویارویی با حشرات آفت، از مهندسی ژن استفاده می‌کنند.

البته رابطهٔ بین گیاهان و قارچ‌ها، می‌تونه مفید هم باشه؛ مثل قارچ ریشه‌ای.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۷ دهم] یکی از معمول‌ترین سازگاری‌ها برای جذب آب و مواد مغذی، همزیستی ریشهٔ گیاهان با انواعی از قارچ‌ها است که به آن قارچ‌ریشه‌ای گفته می‌شود. حدود ۹۰ درصد گیاهان دانه‌دار با قارچ‌ها همزیستی دارند. در قارچ ریشه‌ای، قارچ مواد آلی را از ریشهٔ گیاه می‌گیرد و برای گیاه، مواد معدنی و به‌خصوص فسفات فراهم می‌کند.

شکل «پوستک، سدی در برابر ورود عوامل بیماری‌زا»

- ✓ قارچ، می‌تواند به روپوست گیاه متصل شود.
- ✓ رشته‌های قارچ می‌توانند از طریق منفذ روزنه وارد برگ شوند.
- ✓ رشته‌های قارچ پس از ورود به برگ، می‌توانند وارد یاختهٔ میانبرگ شوند.

□ ساختارهای تمایزیافتهٔ دفاعی

کرک و خار نیز در دفاع از گیاهان نقش دارند. کرک، نوعی یاختهٔ تمایزیافته در روپوست است. خارها نیز نوعی برگ تغییرشکل‌یافته هستند.

کرک: حشره‌های کوچک نمی‌توانند روی برگ‌های کرک‌دار به‌راحتی حرکت کنند؛ *مثلاً با پای برهنه، راه رفتن روی کاشی صاف راحت‌تره یا آسفالت خیابون؟ مسلماً راه‌رفتن روی کاشی راحت‌تره و کف پا رو کمتر اذیت می‌کنه. البته یه مشکلی که برگ‌های کرک‌دار حشرات رو اذیت می‌کنه اینه که ممکنه پاهاشون رو نتونن بین کرک‌های برگ به‌راحتی حرکت بدن. به‌همین خاطر، به‌سختی حرکت می‌کنن.*

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۶ دهم] بعضی از یاخته‌های روپوستی در اندام‌های هوایی گیاه، به یاخته‌های نگهبان روزنه، کرک و یاخته‌های ترشحی، تمایز می‌یابند. برگ گل خرزهره، مثالی از برگ‌های کرک‌دار است.

نکته بعضی گیاهان، مواد چسبناکی ترشح می‌کنند که حرکت حشره را دشوار و گاهی غیرممکن می‌سازد. مثل کرک‌های چسبناکی که در برگ بعضی از گیاهان گوشتخوار وجود دارند و حشره را به‌دام می‌اندازند.

خار: نوعی برگ تغییرشکل‌یافته است که باریک و تیز می‌باشد. خارها گیاهان را از خورده‌شدن به وسیلهٔ گیاهخواران حفظ می‌کنند. *اینکه هیچ نکتهٔ خاصی نداشت، پس یه بخشی از کتاب «شازده کوچولو» رو بخونیم که در مورد خار گل‌هاست:*

«شازده کوچولو: گوسفندهایی که بوته‌ها رو می‌خورن، گل‌ها رو هم می‌خورن؟ من: گوسفند هر چی گیرش بیاید می‌خوره. شازده کوچولو: حتی گل‌هایی که خار دارن؟ من: حتی گل‌هایی که خار دارن. شازده کوچولو: پس فایدهٔ خار چیه؟ من همینجوری سرسری پروندم که: خارها به درد هیچ کوفتی نمی‌خورن[1]. اون‌ها فقط نشونهٔ بدجنسی گل‌ها هستن. پس از لحظه‌ای سکوت شازده کوچولو با یک جور کینه گفت که: حرفت را باور نمی‌کنم! گل‌ها ضعیف هستن. بی‌شیله‌پیله‌اند. سعی می‌کنن یه جوری ته دل خودشون رو قرص کنن. اینه که خیال می‌کنن با اون خارها چیز ترسناک وحشت‌آوری می‌شن ...»

□ فسیل‌های گیاهی

بعضی گیاهان **در پاسخ به زخم**، ترکیباتی ترشح می‌کنند که در محافظت از آن‌ها نقش دارد[2]. گاه حجم این ترکیبات آن‌قدر زیاد است که حشره در آن به دام می‌افتد. با **سخت شدن این ترکیبات، سنگواره‌هایی** ایجاد می‌شود که حشره در آن حفظ شده است[3].

۱- البته ما فهمیدیم که خارها در دفاع از گیاهان نقش دارند.

۲- این متن، بخشی از کتاب معروف شازده کوچولو، اثر آنتوان دو سنت اگزوپری است که البته با کمی تغییر، برای شما آوردیم.

۳- رزین؛ رزین، توسط یاخته‌های ترشحی روپوست ترشح می‌شود و نقشی مشابه پانسمان برای گیاه دارد. دقت داشته باشید که برخلاف نظر اشتباه بعضی از آزمون‌ها و کتاب‌ها، وظیفهٔ یاخته‌های ترشحی، ترشح پوستک نیست بلکه موادی مثل رزین، جزو ترشحات این یاخته‌هاست.

۴- [illegible] های گیاهی، کهربا نیز گفته می‌شود.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۱ دفاع شیمیایی گیاهان

یکی دیگر از راه‌های دفاعی گیاهان، دفاع با کمک ترکیبات شیمیایی است. گیاهان، انواع مختلفی از مواد شیمیایی را تولید می‌کنند که می‌توانند باعث **مرگ** یا **بیماری (مثل مسمومیت)** گیاهخواران شوند.

نکته اگر ترکیباتی که گیاه می‌سازد، جانور را نکشد، آن را مسموم می‌کند و **جانور از خوردن دوبارهٔ آن پرهیز می‌کند.** چنین ترکیباتی برای خود گیاه مرگبار نیستند و **گیاه با سازوکارهایی می‌تواند خود را در برابر این ترکیبات حفظ کند.**

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۸ یازدهم] میوه‌های نارس معمولاً مزهٔ ناخوشایندی دارند؛ در نتیجه، دانه‌های نارس تا زمان رسیدگی میوه از خورده شدن به‌وسیلهٔ جانوران حفظ می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] ترکیباتی در گیاهان ساخته می‌شود که در مقادیر متفاوت، ممکن است سرطان‌زا، مسموم‌کننده یا حتی کشنده باشند. بنابراین، نمی‌توان گفت که هر محصول گیاهی، بی‌ضرر است.

❑ آلکالوئیدها

آلکالوئیدها، گروهی از ترکیبات شیمیایی در گیاهان هستند که نقش دفاعی دارند. این ترکیبات، **در دورکردن گیاهخواران نقش دارند.**

مثال نیکوتین، یکی از آلکالوئیدهاست که در دورکردن گیاهخواران از تنباکو نقش دارد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] آلکالوئیدها از ترکیبات گیاهی‌اند و **در شیرابهٔ بعضی گیاهان به مقدار فراوانی وجود دارند.** نقش آن‌ها، دفاع از گیاهان در برابر گیاهخواران است. آلکالوئیدها را در ساختن داروهایی مانند مسکن‌ها، آرام‌بخش‌ها و داروهای ضدسرطان به‌کار می‌برند. اما بعضی آلکالوئیدها اعتیادآورند. امروزه مصرف مواد اعتیادآور، از معضلات بسیاری از کشورهاست که سلامت و امنیت آن‌ها را تهدید می‌کند.

❑ ترکیبات سیانیددار

ترکیبات سیانیددار، در **تعدادی از گونه‌های گیاهی** ساخته می‌شود. سیانید، **تنفس یاخته‌ای را متوقف می‌سازد.**

نکته دقت داشته باشید که سیانید خالص در گیاه تولید نمی‌شود، بلکه ترکیبات سیانیددار توسط گیاه تولید می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۳ دهم] انرژی فرایندهای یاخته‌ای، مستقیماً از ATP تأمین می‌شود نه از مواد مغذی. بنابراین، انرژی مواد مغذی مثل گلوکز، باید ابتدا به انرژی نهفته در ATP تبدیل شود. این تبدیل انرژی، در واکنش‌های تنفس یاخته‌ای انجام می‌شود.

❑ سازوکارهای حفاظتی گیاه در برابر ترکیبات سمی که تولید می‌کند

گیاهان، سازوکارهای متفاوتی برای جلوگیری از اثر مواد سمی بر فرایندهای یاخته‌ای خود دارند. یکی از این سازوکارها، تولید ترکیباتی است که در خود گیاه سمی نیستند.

مثال سیانید، سمی است و می‌تواند تنفس یاخته‌ای را مختل کند. اما ترکیبات سیانیددار می‌توانند غیرسمی باشند و تأثیری بر تنفس یاخته‌ای نگذارند. گیاهان، ترکیبات سیانیددار تولید می‌کنند که تأثیری بر تنفس یاخته‌ای ندارند و در نتیجه، اختلالی در تنفس یاخته‌ای گیاهان ایجاد نمی‌کنند. وقتی که این ترکیبات وارد لولهٔ گوارش جانوران می‌شوند، تحت تأثیر آنزیم‌های گوارشی تجزیه می‌شوند؛ در نتیجه، سیانید از این ترکیبات آزاد می‌شود و می‌تواند تأثیر سمی خود را بر یاخته‌های جانوری اعمال کند.

فعالیت کتاب درسی

رقابت بین گیاهان

بعضی گیاهان، با تولید موادی که برای گیاهان دیگر سمی هستند، از رویش دانه یا رشد گیاهان دیگر در اطراف خود، جلوگیری می‌کنند.

جلوگیری از رشد گیاهان دیگر در اطراف خود، چه تأثیری در ماندگاری گیاهان دارد؟

جانداران برای ادامهٔ حیات خود، به منابع مختلفی مانند مکان، نور، مواد مغذی و ... نیاز دارند. از این‌رو، در هر زیستگاه، رقابتی بین افراد مختلف برای دست‌یابی به منابع شکل می‌گیرد. جاندارانی موفق‌تر هستند که در رقابت با سایر افراد، بتوانند به منابع بیشتری دست پیدا کنند. بنابراین، گیاهانی که مانع از رشد گیاهان دیگر در اطراف خود می‌شوند، شانس ماندگاری خود را افزایش می‌دهند و موفق‌تر هستند. به این پدیده که در آن یک جاندار با تولید مواد شیمیایی در رشد جانداران اطراف خود اختلال ایجاد می‌کند، آللوپاتی (دگرآسیبی؛ Allelopathy) می‌گویند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

درسنامهٔ ۱۲ مرگ یاخته‌ای در گیاهان

یکی دیگر از پاسخ‌های دفاعی گیاهان در برابر عوامل بیماری‌زا، مرگ (برنامه‌ریزی‌شدهٔ) یاخته‌ای است.

خُب قبل از این‌که ببینیم مرگ یاخته‌ای چطوری باعث دفاع از گیاه میشه، بریم ببینیم اصلاً مرگ یاخته‌ای و به‌خصوص مرگ برنامه‌ریزی‌شده چی بود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۶ دهم] **مرگ یاخته‌ای**

مرگ یاخته‌ها، می‌تواند تصادفی و مثلاً در اثر بریدگی باشد؛ به این حالت، بافت‌مردگی گفته می‌شود. ولی مرگ برنامه‌ریزی‌شدهٔ یاخته‌ای، شامل یک سری فرایندهای دقیقاً برنامه‌ریزی‌شده است که در بعضی یاخته‌ها و در شرایط خاص ایجاد می‌شود. این فرایند، با رسیدن علائمی به یاخته شروع می‌شود. به دنبال این رخداد، در چند ثانیه پروتئین‌های تخریب‌کننده در یاخته شروع به تجزیهٔ اجزای یاخته و مرگ آن می‌کنند.

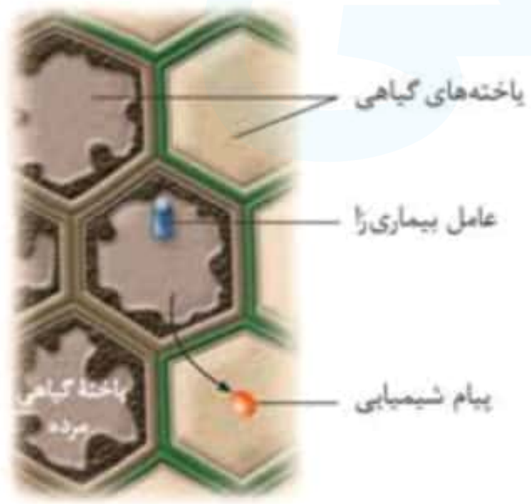
مثال حذف یاخته‌های پیر یا آسیب‌دیده، حذف یاخته‌های آلوده به ویروس، حذف یاخته‌های سرطانی و ...

فرض کنید نوعی ویروس بیماری‌زا تونسته به گیاه نفوذ کنه. خُب ما می‌دونیم که ویروس‌ها برای این‌که بتونن تکثیر بشن، باید وارد یاخته‌های زنده بشن. در واقع، خود ویروس‌ها چون زنده نیستن، حتماً به یاخته‌های زنده وابسته هستن. اگه یافتهٔ زنده‌ای نباشه، ویروس هم نمی‌تونه کاری کنه. بنابراین، یه راه دفاعی در برابر ویروس‌ها اینه که یاخته‌های آلوده‌شده توسط ویروس‌ها رو از بین ببریم تا ویروس نتونه تکثیر بشه و تاثیری روی یاخته‌های سالم دیگه نذاره.

آن‌چه گذشت [فصل‌های ۶ و ۷ دهم] مشاهدهٔ بافت‌های گیاهی با میکروسکوپ الکترونی نشان می‌دهد که کانال‌های سیتوپلاسمی از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر کشیده شده‌اند. به این کانال‌ها، پلاسمودسم می‌گویند. منافذ پلاسمودسم آن‌قدر بزرگ است که پروتئین‌ها، نوکلئیک‌اسیدها و حتی ویروس‌های گیاهی می‌توانند از آن عبور کنند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۵ یازدهم] یاخته‌های کشندهٔ طبیعی، نوعی لنفوسیت هستند که در دفاع غیراختصاصی فعالیت می‌کنند و یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس را نابود می‌کنند. این یاخته‌ها، آنزیمی را به درون یاخته می‌فرستند که باعث مرگ برنامه‌ریزی‌شدهٔ یاخته می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۵ یازدهم] لنفوسیت T، یاخته‌های خودی را که تغییر کرده‌اند، مثلاً سرطانی یا آلوده به ویروس شده‌اند، نابود می‌کند. همچنین به یاخته‌های بخش پیوندشده حمله می‌کند. لنفوسیت‌های T کشنده، به یاختهٔ هدف متصل می‌شوند و با ترشح پرفورین و آنزیم، مرگ برنامه‌ریزی‌شدهٔ یاخته‌ای را به‌راه می‌اندازند.

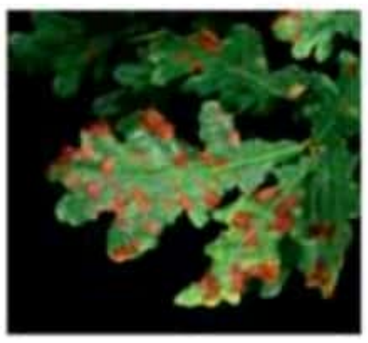


ورود ویروس به گیاه، فرایندهایی را به‌راه می‌اندازد که نتیجهٔ آن، **مرگ یاخته‌های آلوده به ویروس و قطع ارتباط آن‌ها با بافت‌های سالم** است. در نتیجه، ویروس نمی‌تواند در بافت‌های سالم گیاه تکثیر یابد و گیاه فرصت پیدا می‌کند تا با سازوکارهای دیگری مانند تولید ترکیبات ضدویروس با آن مقابله کند.

در واقع، یافتهٔ آلوده به ویروس میاد خودش رو می‌کشه و باعث میشه که ویروس داخل یافته گیر بکنه. خُب حالا که ویروس گیر کرد، خود ویروس دیگه نمی‌تونه کاری بکنه. گیاه هم میاد سر فرصت، ترکیبات ضدویروسی خودشو تولید می‌کنه و ویروس رو از بین می‌بره.

نکته در مرگ یاخته‌ای، یاخته به‌وسیلهٔ آنزیم‌های خود گوارش می‌یابد.

نکته **سالیسیلیک اسید**، یکی از **تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان** است که در مرگ یاخته‌ای نقش دارد. یاخته‌های گیاهی آلوده، این ترکیب را رها و مرگ یاخته‌ای را القا می‌کنند.



پس علاوه‌بر ۵ نوع تنظیم‌کنندهٔ رشدی که قبلاً رایج بهشون خوندیم، یه تنظیم‌کنندهٔ رشد دیگه هم وجود داره که بهش می‌گن سالیسیلیک اسید. نقشش هم که دفاعی هست و باعث القای مرگ یاخته‌ای در هنگام آلوده‌شدن یاخته‌ها توسط ویروس می‌شه.

درسنامهٔ ۱۳ حفاظت جانوران از گیاهان

☐ دفاع مورچه‌ها از درخت آکاسیا

بالاخره رسیدیم به آخرین درسنامهٔ کتاب. اینجا می‌خوایم رایج به درخت آکاسیا صحبت کنیم.

درخت آکاسیا، محل زندگی گونه‌ای از مورچه‌هاست. وقتی که حشره‌ای می‌خواهد از برگ‌های درخت آکاسیا تغذیه کند، **مورچه‌ها به‌صورت گروهی به این حشره حمله می‌کنند** و باعث مرگ حشره می‌شوند. مورچه‌ها حتی به **پستانداران کوچک** و **گیاهان دارزی**[1] نیز حمله می‌کنند.

نکته گیاهان دارزی، گیاهانی هستند که روی درختان رشد می‌کنند.

۱- دارزی: دار + زیستن؛ دارزی یعنی جانداری که روی درخت زندگی می‌کند.

@ivahidzarei آموزش رایگان وحید زارعی

اما با این حال، گیاه نهاندانه باید با حشرات در ارتباط باشه؛ چون مثلاً گرده‌افشانیش توسط حشرات انجام میشه. اتفاقاً گرده‌افشانی درخت آکاسیا هم توسط زنبورها انجام میشه. اما چه چیزی باعث میشه که مورچه‌ها به زنبورها حمله نکنن؟

متأسفانه گیاه آکاسیا، خیلی گیاه نامردیه. فقط تا وقتی مورچه‌ها رو می‌خواد که واسش سودی داشته باشن. اما وقتی که گل‌هاش باز میشن، دیگه نیازی به مورچه‌ها نداره و به زنبورها نیازمند میشه. برای همین، مورچه‌ها رو فراری میده تا زنبورها بیان سراغش.

وقتی گل‌های آکاسیا باز می‌شوند، نوعی ترکیب شیمیایی تولید و منتشر می‌شود که با فراری‌دادن مورچه‌ها، مانع از حملهٔ آن‌ها به زنبورهای گرده‌افشان می‌شود.

☐ محافظت زنبور وحشی از گیاه تنباکو

نوزاد کرمی‌شکل (لارو) نوعی حشره، از برگ‌های گیاه تنباکو تغذیه می‌کند.

نکته نیکوتین موجود در برگ گیاه تنباکو، تأثیری بر لارو این حشره ندارد و این لارو، می‌تواند از آن تغذیه کند.

وقتی که لارو از برگ‌های گیاه تنباکو تغذیه می‌کند، ترکیبات فراری متصاعد می‌شوند که نوعی زنبور وحشی آن را شناسایی می‌کند.

نکته شناسایی ترکیبات فرار، توسط گیرنده‌های شیمیایی زنبور عسل انجام می‌شود.

در این هنگام، زنبور ماده (نه نر!)، با ردیابی این مواد، خود را به نوزاد کرمی‌شکل می‌رساند و روی آن تخم‌گذاری می‌کند. *در واقع زنبور میره می‌شینه روی لارو حشره و روی لارو تخم‌گذاری می‌کنه.*

وقتی که نوزادان زنبور از تخم خارج می‌شوند، از لارو حشره تغذیه می‌کنند و در نتیجه آن را می‌کشند. نتیجهٔ این رویداد، کاهش جمعیت حشرهٔ آفت است. بدین‌ترتیب، گیاه تنباکو با کمک زنبورهای وحشی، احتمال خورده‌شدن بقیهٔ برگ‌های خود را کاهش می‌دهد.

نکته زنبور وحشی برخلاف زنبور عسل، جانوری گوشتخوار است.

نکته رابطهٔ بین زنبور وحشی و لارو حشره، رابطهٔ صیادی است. رابطهٔ بین لارو و گیاه تنباکو نیز رابطهٔ صیادی است.

راستی، علاوه‌بر جانوران، میکروب‌ها هم در حفاظت از گیاه نقش دارن:

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۱ دهم] اجتماع‌های پیچیدهٔ میکروبی در خاک، در تهیهٔ مواد مغذی و حفاظت گیاهان در برابر آفت‌ها و بیماری‌ها، نقش‌های مهمی دارند. شناخت این اجتماع‌های میکروبی، به یافتن راه‌های افزایش تولیدکنندگی گیاهان کمک می‌کند.

شکل «خوردن برگ تنباکو توسط نوعی حشره»

- ✓ حشره‌ای که از برگ تنباکو تغذیه می‌کند، در برابر نیکوتین تنباکو مقاوم است.
- ✓ با توجه به ساختار برگ گیاه تنباکو، می‌توان متوجه شد که گیاه تنباکو نوعی گیاه دولپه‌ای است.
- ✓ اندازهٔ نوزاد کرمی‌شکل زنبور وحشی کم‌تر از اندازهٔ نوزاد کرمی‌شکل حشرهٔ تغذیه‌کننده از برگ گیاه تنباکو است.
- ✓ نوزاد زنبور وحشی، جانوری گوشت‌خوار است ولی حشرهٔ تغذیه‌کننده از برگ گیاه تنباکو، گیاه‌خوار است.

آخر فصل (۹) هم یه فعالیت اومده که کلاً جنبهٔ پژوهشی داره. به همین خاطر برعهدهٔ خودتون هست و باید آزمایش کنین. در ضمن، نتیجهٔ آزمایش مربوط به سؤال اول فعالیت، می‌تونه مثبت یا منفی باشه و در هر دو صورت، آزمایشتون می‌تونه درست باشه.

@ivahidzarei
آموزش رایگان وحید زارعی