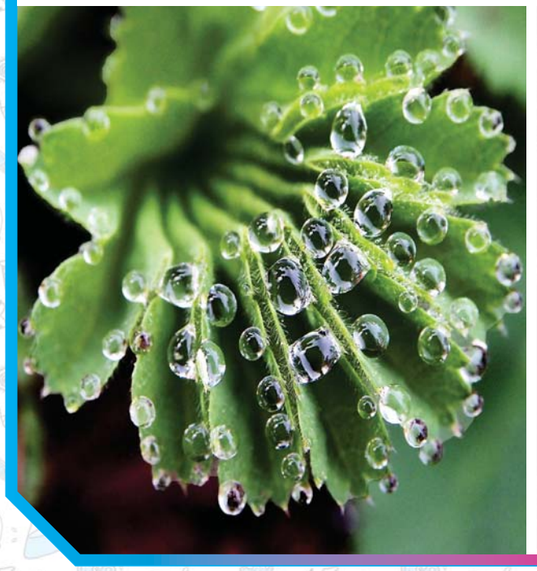
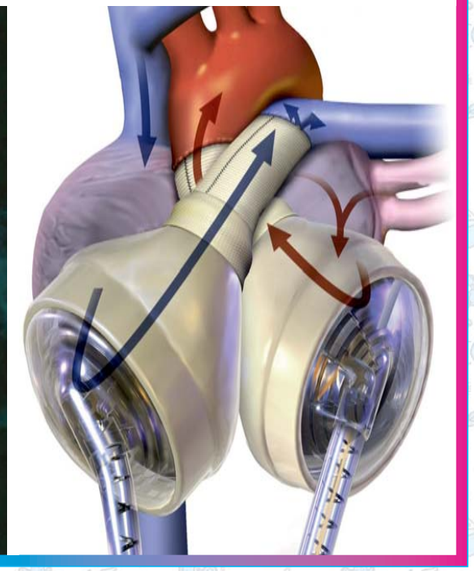




درسنامهٔ درختی

گفتار ۱

مقدمه

ویژگی‌های پروانهٔ مونارک

۱ حشره‌ای از نوع پروانه‌ها می‌باشد.
۲ تنفس نایدیسی، گردش مواد باز، همولنف، لولهٔ گوارش و دفع اوریک‌اسید دارد.
۳ لقاح داخلی، چشم مرکب و طناب عصبی شکمی و مغز از جوش خوردن چند گره دارد.
۴ جمعیت آن‌ها هر سال هزاران کیلومتر از مکزیک تا جنوب کانادا و بالعکس را می‌پیماید.
۵ **نورون‌هایی** برای تشخیص جایگاه خورشید در آسمان و پرواز به سوی جهت مقصد دارد.
۶ یکی از شگفت‌انگیزترین رفتارهای غریزی **مهاجرتی** را به نمایش می‌گذارد.

زیست‌شناسی و حواشی آن

تعریف

شاخه‌ای از **علوم تجربی** است که به بررسی **علمی** جانداران و حیات یعنی به **فرایندهای زیستی** می‌پردازد.

هدف

- پی بردن به رازهای آفرینش
- مشاهده تنوع زیستی و یافتن ویژگی‌های مشترک گونه‌های مختلف جانداران
- حل مسائل و مشکلات زندگی انسان و طبیعت
- در جست‌وجوی علت‌های پدیده‌های طبیعی و قابل مشاهده هستند.

محدودهٔ آن

- بررسی منابع غذایی اصلاح شده گیاهی و جانوری به عنوان مقدار قابل توجهی از غذایی که می‌خوریم.
- مهار بیماری‌های شایع مثل دیابت و فشار خون با پیدایش دارو و درمان
- پیشگیری از بیماری‌های ارثی با مطالعه *DNA* افراد
- اختراع دستگاه‌ها و تجهیزات پزشکی، آزمایشگاهی و ...
- مبارزه با آفات گیاهی و بهبود طبیعت در حفظ تنوع گونه‌ها!

محدودیت‌های آن

- مانند هر شاخهٔ علم تجربی، مشاهده اساس آن است.
- فقط پدیده‌هایی که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم قابل **مشاهده و اندازه‌گیری‌اند** را بررسی می‌کند.
- به همهٔ پرسش‌های بشری پاسخ نمی‌دهد.
- دربارهٔ زشتی و زیبایی، خوبی و بدی، ارزش‌های کیفیتی نظر نمی‌دهد.

زیست‌شناسی نوین

کل، بیشتر از اجتماع اجزاست

- هر جزئی از اجزای یک سامانهٔ بزرگ، در نمای کلی برای ما معنی پیدا می‌کند.
- جانداران، نوعی سامانه می‌باشند که اجزای آن با هم ارتباط دارند.
- ویژگی‌های سامانه‌ها را **نمی‌توان فقط** با مطالعه اجزای سازندهٔ آن توضیح داد بلکه باید به ارتباط بین اجزای آن‌ها نیز دقت کرد.
- محققین امروزی برای درک سامانه‌های زنده، بیشتر کل‌نگری می‌کنند.
- در کل‌نگری ارتباط درهم آمیخته درون سامانه‌ای پیدا می‌شود و به **همهٔ** عوامل زنده و غیرزنده توجه می‌شود.

نگرش بین رشته‌ای

- امروزه برای بررسی و شناخت هرچه بیشتر سامانه‌های **زنده**، از اطلاعات رشته‌های دیگر نیز کمک می‌گیرند.
- مثلاً برای بررسی ژن‌های جانداران، علاوه بر زیست‌شناختی از فنون مهندسی، رایانه، آمار و... هم استفاده می‌شود.

فناوری‌های نوین

فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی

- به جمع‌آوری، بایگانی و تحلیل اطلاعات کمک می‌کنند.
- امکان انجام محاسبات را در **کوتاه‌ترین** زمان ممکن فراهم کرده‌اند.
- تنظیم، ثبت و تحلیل حجم اطلاعات مختلف را انجام می‌دهند.

مهندسی ژن (ژنتیک)

- سبب انتقال صفت یا صفاتی از راه انتقال ژن از یک جاندار به جاندار دیگر می‌شود.
- در پزشکی، کشاورزی و پژوهش‌های علوم پایه از آن استفاده می‌شود.
- **در جانداران تراژن که از گونهٔ دیگری ژن گرفته‌اند** بررسی می‌کند.
- ژن‌های انسانی را به گیاه، جانور دیگر یا حتی باکتری منتقل می‌کنند.
- پیشرفت سریع علم زیست‌شناسی را ایجاد کرده است.

اخلاق زیستی

- با پیشرفت علم مخصوصاً در **مهندسی ژنتیک**، دسترسی به اطلاعات محرمانه ژنتیکی و پزشکی آسان می‌شود.
- در ایجاد جانوران تراژن، حقوق جانوران مورد تهاجم قرار می‌گیرد.
- سلاح‌های زیستی مثلاً با اثر مقاوم بر داروها یا ایجاد غذاها یا داروهای زیان‌آور می‌توان ایجاد کرد.

زیست‌شناسی در خدمت انسان

تأمین غذای سالم و کافی

- غذای انسان به‌طور **مستقیم** یا **غیرمستقیم** از **گیاهان** به‌دست می‌آید، پس نیاز به **شناخت بیشتر** آن‌ها داریم.
- امروزه با مهندسی ژنتیک، ژن‌های گیاهان خودرو را به *DNA* گیاهان **زراعی** می‌زنند و آن‌ها را تراژن می‌کنند (*خزر هر نوعی گیاه خشکی‌زی خودرو می‌باشد*).

شناخت روابط گیاهان و محیط‌زیست

- مانند هر جانداری در محیطی با عوامل غیرزنده و زنده رشد می‌کنند و محصول می‌دهند.
- شناخت بیشتر تعامل‌های سودمند و زیانمند این عوامل و گیاهان، سبب افزایش محصول می‌شود.
- گیاهان مانند همهٔ جانداران در محیط پیچیده شامل عوامل زنده و غیرزنده زندگی می‌کنند.
- برای بهبود مقاومت گیاه به بیماری‌ها از مهندسی ژن استفاده می‌کنند (*انتقال ژن تولید پروتئین ضد آفت از باکتری به گیاه*).

حفاظت از بوم‌سازگان‌ها، ترمیم و بازسازی آن‌ها

- منابع و سودهایی که هر بوم‌سازگان را دربر می‌گیرد، **خدمات بوم‌سازگان** می‌باشند.
- خدمات هر بوم‌سازگان به **میزان تولیدکنندگی** آن‌ها بستگی دارد.
- پایدار کردن هر بوم‌سازگان حتی با وجود تغییر اقلیم، سبب ادامهٔ تولیدکنندگی آن‌ها و ارتقای زندگی انسان می‌شود.

دریاچه ارومیه

- نوعی از **بوم‌سازگان‌های** آسیب‌دیدهٔ ایران است.
- چندین سال است در خطر خشک شدن قرار دارد.
- در حال حاضر زیست‌شناسان با اصول علمی بازسازی بوم‌سازگان‌ها در حال احیای مجدد آن هستند.

جنگل‌زدایی

- قطع درختان جنگل برای استفاده از چوب یا زمین جنگل می‌باشد.
- مسئله محیط‌زیستی امروز جهان است.
- سبب تغییر آب‌وهوا، کاهش تنوع زیستی، فرسایش خاک و بروز سیل می‌شود.
- در سال‌های اخیر در ایران و جهان انجام شده است.

تأمین انرژی‌های تجدیدپذیر

- امروزه بیشترین انرژی جهان از منابع فسیلی آلوده‌کننده ایجاد می‌شود
  - CO_2 جو را بالا می‌برند.
  - به آلودگی هوا منجر می‌شوند.
  - در نهایت باعث گرمایش زمین می‌شوند.
- استخراج سوخت فسیلی ← محیط زیست را آلوده و بوم‌سازگان را تخریب می‌کند.
- زیست‌شناسان درصدد هستند که گازوئیل‌های زیستی را از دانه‌های روغنی استخراج کنند و به جای سوخت فسیلی استفاده کنند.

- الکل نوعی سوخت زیستی است.
- در برخی کشورها به کمک سوخت‌های زیستی، خودروها را حرکت می‌دهند.
- سوخت‌های زیستی همانند سوخت فسیلی از جانداران منشأ می‌گیرند ولی منشأ آن‌ها جانداران کنونی می‌باشد.

سلامت و درمان بیماری‌ها

- به **تازگی** روشی به نام **پزشکی شخصی** ایجاد شده است.
- با پزشکی شخصی و بررسی ژن‌های افراد، داروهای مورد نیاز آن‌ها را به فرد می‌دهند.
- در پزشکی شخصی برای تشخیص و درمان بیماری‌ها
  - از مشاهدهٔ حال بیمار نیز استفاده می‌کنند.
  - اطلاعات روی *DNA* هر فرد را بررسی می‌کنند.
  - از بیماری‌های ارثی هر فرد و بیماری‌های آیندهٔ او مطلع می‌شوند.
  - روش‌های دارویی و درمانی خاص هر فرد را طراحی می‌کنند.

گفتار ۲

حیات

مرزهای حیات

زیست‌شناسی، علم بررسی حیات می‌باشد که برای حیات، تعریف دشوار و حتی غیرممکن است.
به جای تعریف حیات، ویژگی آن یا جانداران را بررسی می‌کنیم.

ویژگی‌های جانداران

نظم و ترتیب
- همهٔ جانداران نظم و سازمان‌یابی دارند.

هم‌ایستایی هومئوستازی
- محیط جانداران **همواره** در تغییر است.
- **تعریف:** ثابت نگه داشتن وضعیت درونی پیکر جاندار با وجود محیط متغیر می‌باشد.
- همهٔ اندام‌ها و اعضای بدن جاندار در ایجاد آن کمک می‌کنند.
- تنظیم ترشح هورمون‌ها و سایر مواد در بدن را کنترل می‌کند.

رشد و نمو
- رشد، افزایش برگشت‌ناپذیر تعداد یا حجم یاخته‌هاست که فرایندی کمی است.
- نمو، فرایندی کیفی به معنی تشکیل ویژگی جدید در جاندار می‌باشد.
- ایجاد اولین گل در گیاه، نمو است ولی گل‌های بعدی رشد محسوب می‌شوند.
- اساس آن تقسیم شدن می‌باشد.

جذب انرژی و استفاده از آن
- هر جانداری انرژی می‌گیرد و آن را به انواع مورد نیاز تبدیل می‌کند.
- جانداران برای انجام فعالیت‌های زیستی خود انرژی می‌خواهند.
- بخشی از انرژی به صورت گرما آزاد شده و بخشی به صورت *ATP* ذخیره می‌شود.

پاسخ به محیط
- همهٔ جانداران به محرک‌های **محیطی** پاسخ می‌دهند.
- خمش گیاهان به نور یا تولید هورمون‌ها بر حسب شرایط محیطی نوعی سازش است.

تولیدمثل
- هر گونه سبب ایجاد جاندارانی کم‌وبیش شبیه خود می‌شود.
- نوع جنسی، سبب تنوع زیاد در فرزندان و نوع غیرجنسی، سبب تنوع کم در آن‌ها می‌شود.

سازش با محیط
- جانداران با ویژگی‌های مختلف باید برای ماندگاری خود، با محیط سازش کنند (*موهای سفید خرس قطبی*).

تعریف گونه

گروهی از جانداران مشابه هستند که با تولیدمثل می‌توانند جاندارانی مشابه خود با قابلیت زندگی و تولیدمثل ایجاد کنند.

سطوح سازمان‌یابی حیات

گسترهٔ وسیع حیات از یاخته شروع می‌شود و تا زیست‌کره پایان می‌یابد.

بررسی سطوح مختلف حیات

۱ یاخته
- کوچک‌ترین، پایین‌ترین و اولین واحدی در سطوح حیات می‌باشد.
- در همهٔ جانداران وجود دارد. برخی تک‌یاخته‌ای و برخی پریاخته‌ای هستند. (*همهٔ گیاهان و جانوران پریاخته‌ای هستند.*)
- یاخته واحد **ساختاری** و **عملی** حیات می‌باشد که همهٔ فعالیت‌های زیستی در آن انجام می‌شود.
- هر یاخته‌ای ویژگی‌های مشترکی مثل غشا و مادهٔ ژنتیکی *DNA* دارد.

۲ بافت
- تعدادی یاخته در کنار هم یک بافت را تشکیل می‌دهد.

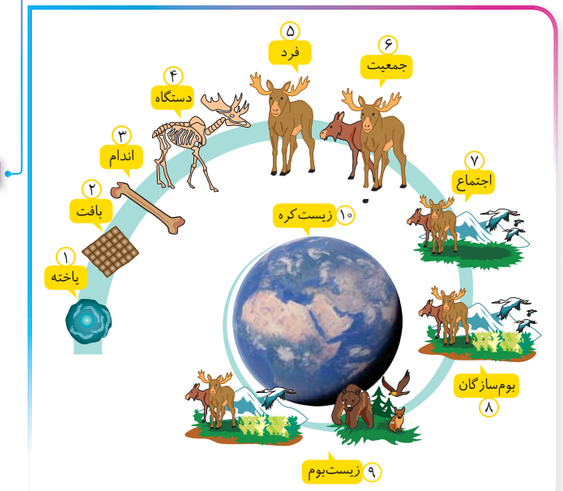
۳ اندام
- از چند بافت مختلف تشکیل شده است. (*استخوان یک اندام است ولی بافت استخوانی، نوعی بافت پیوندی می‌باشد.*)

۴ دستگاه
- مجموعه چند اندام برای یک کارایی خاص می‌باشد. مثلاً دستگاه حرکتی از ماهیچه، غضروف و استخوان تشکیل شده است.

۵ جاندار
- از دستگاه‌های مختلف ایجاد شده است و فردی از یک گونه مشخص می‌باشد.

۶ جمعیت
- افراد یک **گونه** که در یک زمان و در یک مکان در حال زندگی هستند.

۷ اجتماع
- جمعیت‌های مختلف از گونه‌های مختلف که کنار هم زندگی می‌کنند و با هم ارتباط دارند.



«سطوح سازمان‌یابی حیات»

۸ بوم‌سازگان (اکوسیستم) ← مجموعه جمعیت‌های مختلف **یک** اجتماع (*عوامل زنده*) و **محیط آن‌ها** (*عوامل غیرزنده*) که در یک منطقه از زمین وجود دارند که روی هم تأثیر می‌گذارند.

۹ زیست‌بوم ← چند بوم‌سازگان مختلف در یک منطقهٔ بزرگ‌تر بوده که اقلیم (*آب و هوا*) و پراکندگی جانداران مشابهی دارند.

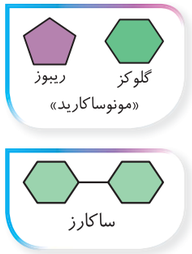
۱۰ زیست‌کره ← همهٔ جانداران، زیستگاه‌ها و زیست‌بوم‌های روی کرهٔ زمین می‌باشند (*کل خشکی‌ها، اقیانوس‌ها و دریاچه‌هاست*). ← یکی بیشتر وجود ندارد.

مولکول‌های زیستی

- مولکول‌هایی در جانداران می‌باشند که در دنیای غیرزنده دیده نمی‌شوند.
- **چهار گروه اصلی دارند**

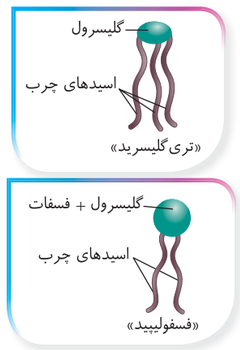
۱ کربوهیدرات‌ها

- مانند هر مولکول زیستی، در دنیای غیرزنده ساخته نمی‌شوند.
- از سه عنصر کربن، هیدروژن و اکسیژن ایجاد شده‌اند. (*فسفر و نیتروژن در ساختار آن‌ها وجود ندارد.*)
- **انواع**
  - **مونوساکاریدها**
    - ساده‌ترین کربوهیدرات‌ها هستند و هیدرولیز نمی‌شوند.
    - شش‌کربنهٔ گلوکز، فروکتوز و گالاکتوز هستند.
    - پنج‌کربنی ریبوز و دئوکسی ریبوز آن‌ها معروف است.
    - برای جذب نیازی به گوارش ندارند.
  - **دی‌ساکاریدها**
    - از ترکیب دوتا مونوساکارید با آزاد شدن آب می‌باشند.
    - قند و شکر از ساکارز آن‌هاست ← طی هیدرولیز به گلوکز و فروکتوز (*دو تا کربنی*) تبدیل می‌شود.
    - لاکتوز، قند شیر است ← طی هیدرولیز به گلوکز و گالاکتوز تبدیل می‌شود ← در برخی باکتری‌ها نیز هیدرولیز می‌شود.
    - مالتوز ← از هیدرولیز آن دو مولکول گلوکز به دست می‌آید ← در برخی باکتری‌ها نیز هیدرولیز می‌شود (*مثل اشرشیاکلی*).
  - **پلی‌ساکاریدها**
    - از تعداد زیادی مونوساکارید ایجاد شده‌اند.
    - سلولز، نشاسته و گلیکوژن آن‌ها از تعداد فراوانی گلوکز ایجاد شده است.
    - نشاسته ← قند ذخیره‌ای گیاهان است (*در سیب‌زمینی و غلات زیاد است*).
    - سلولز ← در طبیعت مهم است ← در کاغذسازی و تولید انواع پارچه مؤثر است.
    - گلیکوژن ← در کبد و ماهیچهٔ جانوران و در قارچ‌ها ذخیره می‌شود.



۲ لیپیدها

- از C، H و O ایجاد شده‌اند که نسبت آن‌ها با کربوهیدرات‌ها متفاوت است.
- **انواع**
  - **تری‌گلیسریدها**
    - یک گلیسرول الکلی و سه اسید چرب با انواع متفاوت یا یکسان رشته‌ای دارند.
    - روغن و چربی انواعی از آن‌هاست.
    - در ذخیرهٔ انرژی نقش مهمی دارند.
    - انرژی آن‌ها، تقریباً دو برابر کربوهیدرات‌ها برحسب هر گرم می‌باشد.
  - **فسفولیپیدها**
    - بخش اصلی غشای یاخته‌هاست.
    - دو اسید چرب، یک گلیسرول و یک ترکیب فسفات‌دار دارد.
    - قسمت گلیسرول آب‌دوست و دم‌های اسید چرب آب‌گریز دارد.
  - **کلسترول**
    - در ساخت غشای یاختهٔ جانوری و انواعی از هورمون‌ها مؤثر است.
    - در ساختار صفرا، HDL و LDL تولید شده در کبد نقش دارد.
    - دقت کنید که در غشای گیاهان دیده نمی‌شود.
  - **سایر موارد**



۳ پروتئین‌ها

- C، H، O و نیتروژن دارند (*فسفر ندارند*).
- در اثر به هم پیوستن آمینواسیدها در رناتن و در درون یاخته ایجاد می‌شوند.
- کارهای مختلف و متنوع انجام می‌دهند. در انقباض ماهیچه، انتقال مواد در خون، دفاع و... نقش دارند.
- نوع آنزیمی آن‌ها سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهد ← انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها را کم می‌کند.

۴ نوکلئیک اسیدها

- علاوه بر C، H، O و N، مقداری فسفر دارند.
- در ساختار دنا و رنا و حفظ اطلاعات وراثتی مؤثرند.
- اطلاعات وراثتی را در DNA به صورت دو رشته‌ای ذخیره می‌کنند.
- هر مولکول از چهار نوع نوکلئوتید می‌تواند تشکیل شود.

گفتار ۳

یاخته و انتقال مواد

بررسی یاخته و غشای آن

- واحد ساختار و عملکرد بدن جانداران است و اولین سطح حیات می‌باشد.
- همگی غشا، ریبوزوم و ماده ژنتیکی به همراه سیتوپلاسم دارند (*برخی مثل گویچهٔ قرمز و یاختهٔ آبکش طی تمایز هسته را از دست می‌دهند*).
- محیط زندگی یاخته‌های انسان، فضای بین‌یاخته‌ای می‌باشد که یاخته با این فضا تبادل مواد می‌کند.
- به مجموعه مایعات موجود در خون، لنف و مایع بین‌یاخته‌ای، محیط داخلی بدن می‌گویند.
- یاختهٔ جانوری، سه بخش غشا، سیتوپلاسم و هسته دارد.
- غشای آن نفوذپذیری انتخابی یا تراوایی نسبی دارد که از لیپید و پروتئین، کربوهیدرات تشکیل شده است. (*نوکلئیک اسید ندارد.*)
- لیپید غشای یاخته‌های انسان، دو لایه فسفولیپید به همراه کلسترول دارد. موادی از بین فسفولیپیدها یا از درون منافذ پروتئینی عبور می‌کنند.
- کربوهیدرات فقط در سطح **خارجی** غشا وجود دارد که به برخی پروتئین‌ها یا فسفولیپیدها اتصال دارد (*انشعاب دارند*).
- سرهای آب‌دوست فسفولیپیدها هم به سمت خارج یاخته و هم به سمت سیتوپلاسم قرار گرفته است و دم‌های آب‌گریز آن به سمت همدیگر قرار دارند.

هسته

- شکل، اندازه، کار و فعالیت‌های یاخته را مشخص می‌کند.
- اطلاعات لازم برای تعیین صفات در دنای آن است.
- پوشش دولایه‌ای و منفذدار دارد.
- ارتباط با سیتوپلاسم را از طریق منافذ انجام می‌دهد.
- دو غشای فسفولیپیدی منفذدار دارد که ارتباط با سیتوپلاسم برقرار می‌کند.
- *DNA* دارد و محل همانندسازی و رونویسی (*ساخت RNA*) می‌باشد.

سیتوپلاسم

- فاصلهٔ بین غشا و هسته را پر می‌کند.
- مادهٔ زمینه‌ای و اندامک دارد.
- مادهٔ زمینه‌ای آن، آب و مواد دیگر دارد.
- محل انجام واکنش‌هایی مثل قندکافت و تخمیر می‌باشد (*دوازدهم*).

اندامک‌ها

رناتن (ریبوزوم)
- کار آن ساخت پروتئین است.

شبکهٔ آندوپلاسمی
- شبکه‌ای از لوله‌ها و کیسه‌ها در سراسر سیتوپلاسم است.
- زبر ← رناتن دارد و پروتئین می‌سازد.
- صاف ← رناتن ندارد و لیپید می‌سازد.

دستگاه گلژی
- از کیسه‌های روی هم تشکیل شده است.
- بسته‌بندی و ترشح مواد را بر عهده دارد.

راکیزه
- کیسه‌ای برای تنفس یاخته‌ای (*دوغشا دارد*) می‌باشد ← تأمین انرژی می‌کند.

لیزوزوم (کافنده‌تن)
- کیسه‌ای با آنزیم‌های تجزیهٔ مواد دارد.

سانتریول (میانک)
- استوانه‌ای حاوی ۹ دسته ریزلولهٔ پروتئینی سه‌تایی می‌باشد.
- برای تقسیم یاخته است (*در یاختهٔ جانوری دیده می‌شود*).
- غشا ندارد.

ریزکیسه (وزیکول)
- کیسه‌ای برای جابه‌جایی مواد است.

غشا

- از دو لایهٔ فسفولیپیدی و پروتئینی ایجاد شده است.
- مرز بین درون و بیرون یاخته است.
- نفوذپذیری انتخابی دارد (*تراوایی نسبی دارد*).

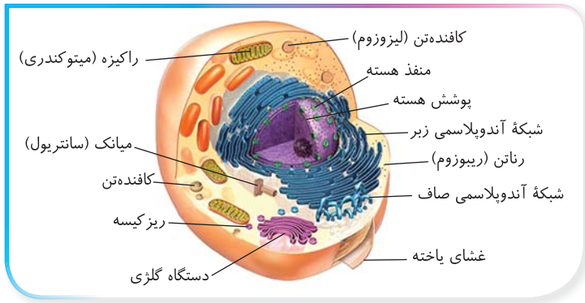
مولکول‌های زیستی غشا

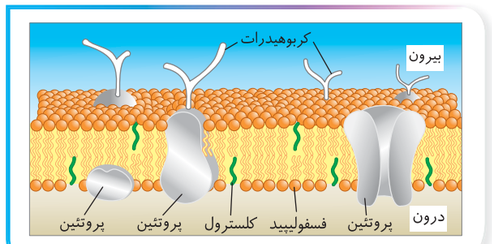
فسفولیپید
- فراوان‌ترین مولکول زیستی هستند.
- در دو لایه قرار دارد.
- سر آب‌دوست و دو اسید چرب آب‌گریز دارد.

پروتئین
- سطحی ← در سمت درون و بیرون غشا است.
- سرتاسری ← کاملاً در عرض غشا است.

کربوهیدرات‌ها
- فقط در سطح خارجی غشا هستند.
- در تماس با برخی پروتئین‌ها و برخی فسفولیپیدها می‌باشند.

کلسترول
- ویژهٔ غشای جانوری است.
- جای یک مولکول فسفولیپید قرار می‌گیرد.





« غشای یاخته»

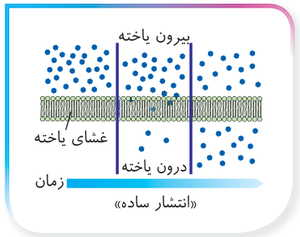
راه‌های انتقال مواد از غشا

الف) عبور مولکول‌های کوچک

بدون صرف انرژی زیستی

۱ انتشار ساده

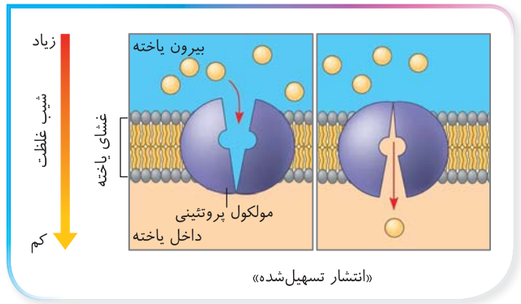
- عبور موادی مثل گازهای تنفسی در جهت شیب غلظت می‌باشد.
- تا هنگامی صورت می‌گیرد که بین دو طرف غشا، تفاوت غلظت وجود داشته باشد.
- انرژی زیستی یاخته (ATP) در آن مصرف نمی‌شود.
- انرژی جنبشی مواد در آن مؤثر است.
- مواد طی انتشار می‌توانند برحسب انحلال در آب یا لیپید، از منافذ یا از بین فسفولیپیدها عبور کنند.



«انتشار ساده»

۲ انتشار تسهیل شده

- عبور مولکول‌ها در جهت شیب غلظت از راه پروتئین‌های **کانالی** غشا می‌باشد.
- سرعت آن به تعداد پروتئین‌های کانالی غشا بستگی دارد.
- مثال ← انتقال پروتون توسط کانال‌های ATPساز در راکیزه و سبزدیسه
- همانند انتشار ساده، یاخته طی آن انرژی زیستی مصرف نمی‌کند و عبور در جهت شیب غلظت ماده است.



«انتشار تسهیل‌شده»

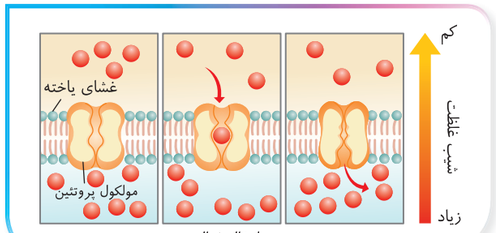
۳ اسمز (گذرندگی)

- عبور مولکول‌های آب در بین دو طرف غشای دارای خاصیت نفوذپذیری انتخابی از جای رقیق‌تر به غلیظ‌تر می‌باشد.
- هرچه یک محلول، غلیظ‌تر باشد، فشار اسمزی و قدرت آبگیری بیشتری دارد.
- فشار لازم برای توقف کامل اسمز را فشار اسمزی می‌گویند.
- غلظت مواد در مایع بین‌یاخته‌ای و خون مشابه درون یاخته می‌باشد پس آب زیادی وارد یاخته نمی‌شود و یاخته نمی‌ترکد.
- در یاخته‌های گیاهی قرار گرفته در محیط بسیار رقیق، وجود دیوارهٔ یاخته، مانع ترکیدن یاخته می‌شود.
- آب طی اسمز می‌تواند هم از منافذ و هم از بین فسفولیپیدها عبور کند.
- همواره از سمت آب خالص به سمت محلول حرکت می‌کند.
- نوعی انتشار ساده برای مولکول آب می‌باشد.
- در برخی یاخته‌های گیاهی و جانوری و غشای واکوئول‌ها پروتئین‌های مخصوص انتقال آب وجود دارد (*فصل ۷*).

با صرف انرژی زیستی

انتقال فعال

- عبور مواد **برخلاف** شیب غلظت و به کمک انرژی زیستی یاخته‌ها می‌باشد.
- در این روش، مواد از پمپ‌های غشایی عبور می‌کنند نه کانال‌ها!
- انرژی این فرایند، **اغلب** از شکستن پیوند بین فسفات‌ها در مولکول ATP تأمین می‌شود.
- پمپ سدیم - پتاسیم در غشای یاخته‌ها نمونه‌ای از این عمل می‌باشد که از ATP انرژی می‌گیرند.
- در برخی پمپ‌ها مثل پمپ‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه و سبزدیسه، انرژی از **عبور الکترون** تأمین می‌شود.
- خروج H^+ از بسترهٔ راکیزه و سبزدیسه با این مکانیسم است (*دوازدهم*).
- بازگشت یون‌های کلسیم به شبکهٔ آندوپلاسمی پس از پایان انقباض ماهیچه (*یازدهم*).

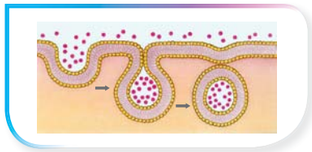


«انتقال فعال»

ب) عبور مولکول‌های درشت (درشت مولکول‌ها)

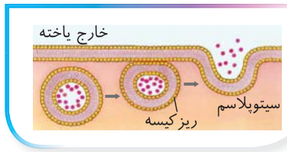
آندوسیتوز (درون‌بری)

- ورود مولکول‌های درشت با صرف انرژی به درون یاخته می‌باشد.
- غشا دور مولکول‌ها قرار می‌گیرد و از حجم غشا کم می‌شود.
- در این فرایند برای تشکیل کیسه‌های غشایی، ATP مصرف می‌شود.



اگزوسیتوز (برون‌رانی)

- خروج ذره‌های بزرگ از یاخته با صرف انرژی زیستی از ATP می‌باشد.
- کیسه‌های غشایی تولید شده در یاخته به غشای یاخته متصل می‌شوند.
- حجم غشا زیاد شده و ماده بزرگ خارج می‌شود.
- خروج آنزیم‌ها و سایر مولکول‌های بسپار زیستی از یاخته‌ها
- خروج ناقلین عصبی درشت‌مولکول از انتهای آکسون‌ها

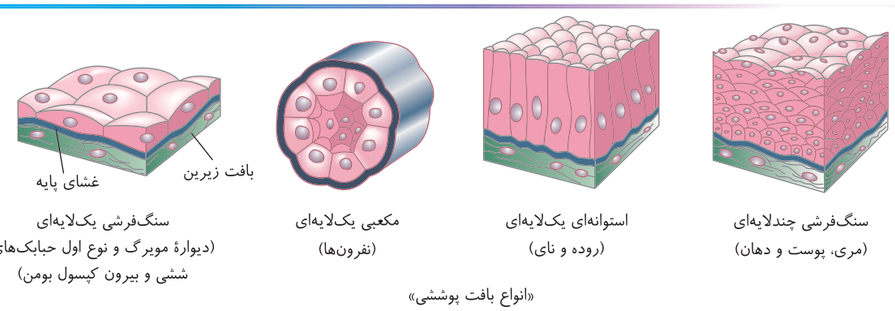


بافت‌های انسان

چهار نوع بافت اصلی متشکل از یاخته‌ها و فضای بین‌یاخته‌ای به نسبت‌های مختلف در اندام‌ها و دستگاه‌های بدن انسان وجود دارد.

۱ بافت پوششی

- یاخته‌های به هم فشرده با فضای بین‌یاخته‌ای **اندک** دارد.
- در سطح بدن (*لایه بیرونی پوست*)، سطح داخلی حفره‌ها و مجاری درون بدن را می‌پوشاند.
- در زیر این بافت غشای پایه از شبکهٔ رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئین وجود دارد.
- غشای پایه ساختار یاخته‌ای ندارد ولی یاخته‌های پوششی را به هم متصل کرده و به بافت زیرین وصل می‌کند.
- این بافت سه نوع یاخته به شکل‌های سنگ‌فرشی، مکعبی و استوانه‌ای در یک یا چندلایه دارد.
- در برخی مناطق مثل لوله‌های تنفسی و لولهٔ رحم دارای مژک می‌باشد.
- یاخته‌های دیوارهٔ حبابک‌ها همگی پوششی هستند.



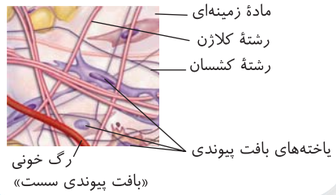
سنگ‌فرشی چندلایه‌ای (مری، پوست و دهان) — استوانه‌ای یک‌لایه‌ای (روده و نای) — مکعبی یک‌لایه‌ای (نفرون‌ها) — سنگ‌فرشی یک‌لایه‌ای (دیوارهٔ مویرگ و نوع اول حبابک‌های شنی و بیرون کپسول بومن)

«انواع بافت پوششی»

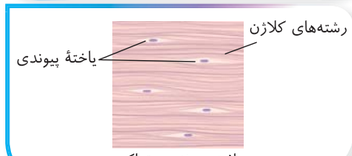
۲ بافت پیوندی

- انواع یاخته‌ها را دارد که سازنده رشته‌های کلاژن، ارتجاعی (*کشسان*) و همچنین مادهٔ زمینه‌ای بافت می‌باشند.
- یاخته‌ها و بافت‌های مختلف را به هم پیوند می‌دهد و در انواع آن مقدار و نوع رشته‌ها و مادهٔ زمینه‌ای آن متفاوت می‌باشد.
- تنها بافت دارای مادهٔ زمینه‌ای می‌باشد و فضای بین‌یاخته‌ای آن از بافت پوششی بیشتر است.
- هر یاختهٔ آن تک‌هسته‌ای است و دقت کنید که رشته‌های کلاژن و الاستیک بخشی از مادهٔ زمینه‌ای نیستند.

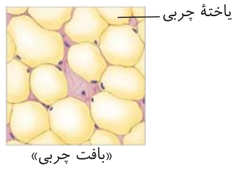
انواع بافت پیوندی



«بافت پیوندی سست»



«بافت پیوندی متراکم»



«بافت چربی»

۱ پیوندی سست

- مادهٔ زمینه‌ای سست، شفاف، بی‌رنگ و چسبنده با مخلوطی از انواع درشت مولکول (*گلیکوپروتئین*) دارد.
- معمولاً بافت پوششی را پشتیبانی می‌کند. مثلاً آستر پیوندی یک‌لایه‌ای زیر لایه پوششی لولهٔ گوارش می‌باشد.
- در برابر کشش چندان مقاوم نمی‌باشد ← هم رشته‌های کلاژن و هم ارتجاعی دارد.
- در همهٔ لایه‌های لولهٔ گوارش دیده می‌شود.

۲ پیوندی متراکم (رشته‌ای)

- به نسبت پیوندی سست، کلاژن و مقاومت بیشتر در مقابل کشش دارد.
- تعداد یاخته، مقدار مادهٔ زمینه‌ای و انعطاف آن از پیوندی سست کمتر است.
- بیشتر فضای بین‌یاخته‌ای توسط کلاژن‌ها پر شده است.
- در رباط، زردپی، کپسول مفصلی و بخش‌هایی از قلب (*به‌جز آندوکارد*) وجود دارد.
- یاخته‌های دوکی کشیده با هستهٔ مرکزی دارند.

۳ چربی

- حاوی یاخته‌هایی سرشار از چربی ذخیره‌ای می‌باشد که بزرگ‌ترین ذخیره‌کنندهٔ انرژی در بدن می‌باشد.
- نقش ضربه‌گیر و عایق حرارتی دارد.
- در اطراف کلیه نقش محافظ دارد.
- فضای بین‌یاخته‌ای متغیر دارد ← در حفظ موقعیت برخی اندام‌ها مثل کلیه‌ها مؤثرند.
- هستهٔ هر یاخته به غشای آن چسبیده است.

۴ خون

- پیوندی سیال (*در فصل ۴ به‌طور کامل می‌خوانیم.*)

۵ استخوانی

- سخت‌ترین بافت پیوندی (*در فصل ۳ زیست یازدهم می‌خوانیم*)
- مادهٔ زمینه‌ای آن پروتئین غیرکلاژنی و املاح کلسیم زیادی دارد.

۶ غضروف

- در سر استخوان‌های دراز در محل مفاصل وجود دارد.
- در ساختار نای، نایژه‌ها و حنجره وجود دارد.
- نوعی بافت پیوندی انعطاف‌پذیر است.

۳ بافت ماهیچه‌ای

- سه نوع یاخته و بافت ماهیچه‌ای صاف، مخطط اسکلتی و مخطط قلبی وجود دارد.
- بیشترین وزن بدن را تشکیل می‌دهد.
- یاختهٔ مخطط در ماهیچهٔ اسکلتی و قلبی وجود دارد.
- ماهیچهٔ مخطط همان ماهیچهٔ اسکلتی است.

← به جدول ماهیچه دقت کنید.

۴ بافت عصبی

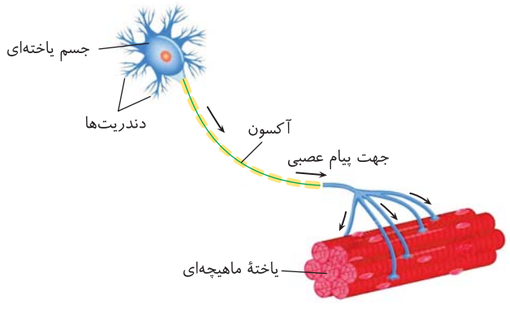
- یاخته‌های عصبی (*نورون*) و غیرعصبی (*پشتیبان*) دارند که در فصل اول یازدهم بررسی می‌کنیم.
- سبب انتقال پیام به ماهیچه‌ها و غدد و تحریک فعالیت آن‌ها می‌شود.

یاختهٔ عصبی (نورون)

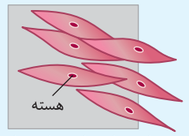
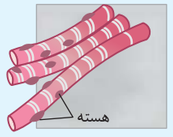
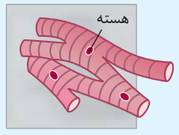
- سه بخش دندریت، جسم یاخته‌ای و آکسون دارد.
- سه نوع حسی، رابط و حرکتی دارد.
- معمولاً پس از تولد تقسیم نمی‌شود.

یاختهٔ غیرعصبی (پشتیبان)

- بعد از تولد تقسیم می‌شود و در تولید میلین، تغذیه، دفاع و هم‌ایستایی مایع اطراف نورون نقش دارد.



«یاختهٔ عصبی»

مقایسهٔ انواع ماهیچه‌های بدن		
ماهیچهٔ صاف	**ماهیچهٔ مخطط اسکلتی**	**ماهیچهٔ قلبی**
یاختهٔ رشته‌ای دوکی‌شکل دارد.	یاختهٔ رشته‌ای استوانه‌ای‌شکل دارد.	یاختهٔ **منشعب** استوانه‌ای با صفحات ارتباطی در هم (*بینابینی*) می‌باشد.
یاختهٔ غیرمخطط دارد.	یاختهٔ مخطط دارد.	یاختهٔ مخطط دارد.
فاقد واحدهای انقباضی منظم می‌باشد.	واحدهای انقباضی منظم کنار هم دارد.	واحدهای انقباضی منظم کنار هم دارد.
یاختهٔ تک‌هسته‌ای دارد.	یاختهٔ چندهسته‌ای دارد. (*از اجتماع چند یاختهٔ جنینی ایجاد شده است*)	اغلب تک‌هسته‌ای و کمی دوهسته‌ای می‌باشد.
انقباض غیرارادی دارد.	انقباض ارادی و غیر ارادی دارد.	انقباض غیرارادی دارد.
انقباض کند و طولانی دارد.	انقباض تند و کوتاه دارد.	انقباض تند و کوتاه دارد.
تحت کنترل اعصاب **خودمختار** است.	تحت کنترل اعصاب **پیکری** می‌باشد.	انقباض **ذاتی** دارد ولی با اعصاب **خودمختار** هم تحریک می‌شود.
 یاخته‌های ماهیچه‌ای صاف	 یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی	 یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی

گفتار ۱

مقدمه

غذا خوردن
- یکی از لذت‌های زندگی است.
- سبب ایجاد انرژی مناسب برای سالم ماندن، درست عمل کردن و رشد و نمو یاخته‌های بدن می‌شود.
- اگر نامناسب باشد ← سبب اضافه وزن، چاقی و بروز مشکلات زیادی می‌شود.

دستگاه گوارش انسان

لولهٔ گوارش
- لولهٔ پیوسته‌ای از دهان تا مخرج می‌باشد که بین قسمت‌های مختلف، اسفنکتر یا بندارههایی از ماهیچه‌های حلقوی وجود دارد.
- بندارههای منقبض و بسته مانع برگشت مواد به قسمت قبلی می‌شوند ولی هنگام عبور مواد به حالت استراحت درمی‌آیند و باز می‌شوند (*سبب تنظیم عبور مواد می‌شوند*).
- به‌جز بنداره انتهای لولهٔ گوارش (*خارجی مخرج*) که از نوع ماهیچه مخطط می‌باشد، بقیه آن‌ها در کتاب شما ماهیچه صاف دارند و تحت کنترل اعصاب خودمختار هستند.

غدد و اندام گوارشی
- غدد بزاقی، پانکراس (*لوزالمعده*)، کبد و کیسهٔ صفرا می‌باشند.
- در دو طرف دیافراگم قرار دارند.

جهت اعضای لولهٔ گوارش

سمت راست
- کیسه صفرا و بیشتر بخش‌های کبد
- پیلور و دوازدهه
- رودهٔ کور و آپاندیس
- کولون بالارو و انتهای معده

سمت چپ
- بندارهٔ انتهای مری
- قسمت اعظم معده و لوزالمعده
- کولون پایین‌رو (*آخرین بخش رودهٔ بزرگ*)

ساختار لایه‌های لولهٔ گوارش

اندام‌های مختلف ساختار لایه‌ای تقریباً مشابهی دارند که در هر لایه انواع مختلف بافت‌ها وجود دارد.

لایه بیرونی
- بخشی از صفاق می‌باشد که اندام‌های درون شکم را از خارج به هم وصل می‌کند.
- بافت پیوندی سست با مادهٔ زمینه‌ای و فضای بین‌یاخته‌ای زیاد دارد.
- رگ‌های خونی و اعصاب از این لایه وارد می‌شوند.

لایه ماهیچه‌ای
- در دهان، ابتدای مری و دریچه خارجی مخرج از نوع مخطط ارادی و تحت کنترل اعصاب پیکری می‌باشد.
- در سایر قسمت‌ها، حاوی ماهیچه‌های صاف غیرارادی به شکل حلقوی و طولی سازمان یافته و تحت کنترل اعصاب خودمختار می‌باشد.
- دیوارهٔ معده علاوه بر لایه‌های طولی و حلقوی، یک لایه یاخته ماهیچه‌ای مورب صاف داخلی نیز دارد.
- بافت پیوندی سست بین لایه‌های ماهیچه‌ای آن‌هاست.
- شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی (*شبکهٔ عصبی روده‌ای درونی*) و رگ خونی نیز در لایه‌لای این لایه از مری به بعد وجود دارد.
- انقباض ماهیچه‌ها سبب هضم مکانیکی و مخلوط کردن غذا با شیره‌های گوارشی می‌شود.

لایه زیرمخاطی
- بافت پیوندی سست با رگ‌ها و اعصاب فراوان می‌باشد.
- از مری به بعد، شبکه‌ای از اعصاب (*شبکهٔ یاخته‌ای عصبی*) دارد.
- موجب لغزش یا چین‌خوردگی راحت مخاط روی لایه ماهیچه‌ای می‌شود.
- شبکهٔ یاخته‌ای عصبی در سطح خارجی آن وجود دارد.

لایه مخاطی
- بافت پیوندی سست دارد ولی داخلی‌ترین لایه آن بافت پوششی دارد.
- کارهای مختلفی در بخش‌های مختلف مثل جذب و ترشح مواد را انجام می‌دهد.
- در پرزهای رودهٔ باریک، یاخته‌های ماهیچه صاف دارد.
- در معده و رودهٔ باریک به ترتیب قدرت ترشح هورمون‌های گاسترین و سکرتین به خون دارند.
- در سراسر لولهٔ گوارش، موسین گلیکوپروتئینی ترشح کرده که با جذب آب به ماده مخاطی برای چسباندن غذا و انتقال راحت آن در لوله می‌شوند.

حرکات لولهٔ گوارش

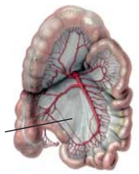
همگی در اثر انقباض ماهیچه‌ها و به صورت منظم صورت می‌گیرند

انواع حرکات

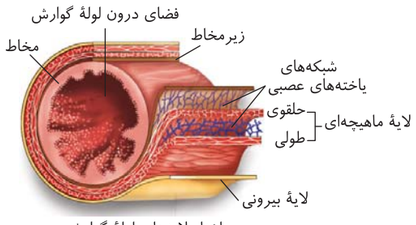
حرکات کرمی‌شکل
- این حرکات دارای **یک حلقهٔ انقباضی** در پشت تودهٔ غذا بوده و سبب عبور غذا و مواد از دهان به سمت مخرج می‌شوند.
- ورود غذا و گشاد شدن لولهٔ گوارش، سبب تحریک اعصاب و راه‌اندازی این حرکات می‌شود.
- ورود غذا ← گشاد شدن لوله ← تحریک اعصاب ← انقباض ماهیچه‌ها ← حرکات کرمی
- غذا را در طول لوله با سرعت مناسب به جلو می‌راند (*از حلق برای بلع آغاز می‌شود*).
- انقباض ماهیچه قبل از تودهٔ غذا به وجود می‌آید و با جلو رفتن غذا، انقباض نیز به جلو می‌رود.
- همانند حرکت قطعه‌قطعه کننده، علاوه بر جلو بردن غذا نقش مخلوط‌کنندگی نیز دارد.
- در برخورد با اسفنکتر بسته‌ای مثل پیلور، فقط سبب مخلوط کردن غذا با شیرهٔ گوارشی می‌شود.

تحت تأثیر
- در حلق و ابتدای مری ← اعصاب پیکری می‌باشد.
- از اواسط مری تا مخرج ← اعصاب خودمختار و شبکهٔ یاختهٔ عصبی می‌باشد.

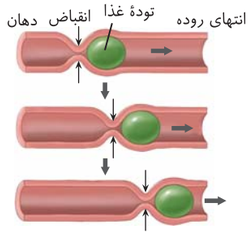
حرکات قطعه‌قطعه کننده
- انقباض‌های مجزا به تعداد متعددی در پشت و جلو و بین توده‌های غذایی ایجاد می‌شود.
- برخلاف حرکات کرمی، این حرکات مستقیماً سبب هضم مکانیکی تودهٔ غذایی می‌شود.
- با این انقباض‌ها، محتویات لوله، ریزتر شده و بیشتر با شیره‌های گوارشی مخلوط می‌شوند.
- به تدریج که جلو می‌رود، ناحیه در حال استراحت به حالت انقباض درمی‌آید.
- مواد تجزیه شده را برای جذب آماده می‌کند و با محتویات لوله مخلوط می‌کند.



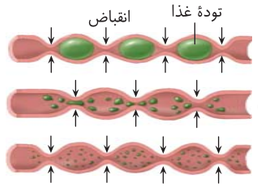
«بخشی از صفاق مربوط به روده‌ها»



«ساختار لایه‌های لولهٔ گوارش»



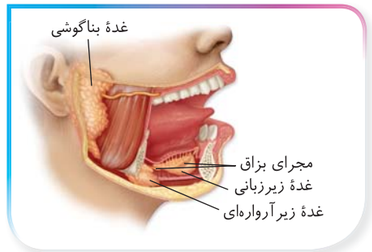
«حرکات کرمی»



«انقباض‌های قطعه‌قطعه‌کننده»

گوارش غذا

- گوارش مکانیکی ← وظیفه آسیاب کردن غذا را دارد که از دهان تا انتهای رودهٔ باریک به کمک حرکات ماهیچه‌ها ادامه می‌یابد تا غذا خرد شود.
- گوارش شیمیایی ← تبدیل درشت مولکول‌ها به مولکول‌های کوچک و آماده جذب می‌باشد که از دهان تا رودهٔ بزرگ و به کمک آنزیم‌های انسان و باکتری صورت می‌گیرد.



گوارش در دهان

گوارش مکانیکی

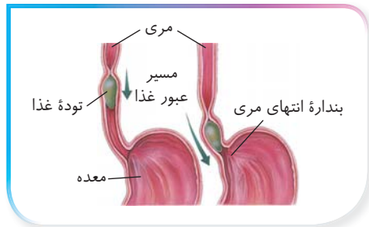
- با فعالیت هماهنگ ماهیچه‌های اسکلتی ارادی لب‌ها، دهان، آرواره‌ها و گونه‌ها و دندان‌ها صورت می‌گیرد.
- غذا را خرد کرده و هضم شیمیایی آن‌ها را توسط آنزیم‌ها آسان می‌کند.
- ضمن این گوارش، غذا با بزاق مخلوط شده و بلع آن آسان می‌شود.

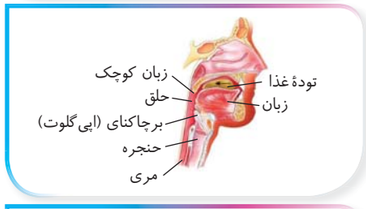
گوارش شیمیایی

توسط بزاق صورت می‌گیرد

- سه جفت غدد بزاقی بزرگ و تعدادی غده‌های بزاقی کوچک آن را وارد حفرهٔ دهان می‌کنند.
- غدد بزاقی بزرگ شامل بناگوشی (*بزرگ‌ترین*)، زیرآرواره‌ای و زیرزبانی می‌باشد که از هرکدام دو عدد وجود دارد.
  - مجرای غدد بناگوشی از بالای دندان‌های انتهایی ردیف بالا رد می‌شود و به آنجا منتهی می‌شود.
  - مجرای غدد زیرزبانی و زیرآرواره‌ای به‌طور مستقل از زیر زبان وارد می‌شوند.
- ترکیب بزاق
  - آب
  - یون‌ها
  - مادهٔ آلی گلیکوپروتئینی موسین که آنزیم نمی‌باشد ← با جذب آب به ماده مخاطی تبدیل می‌شود
    - دیوارهٔ لولهٔ گوارش را از خراشیدگی محفوظ می‌دارد.
    - آسیب شیمیایی در اثر اسیدها و آنزیم‌ها را خنثی می‌کند.
    - ذره‌های غذایی را به هم می‌چسباند.
    - تودهٔ لغزنده و قابل بلع ایجاد می‌کند.
    - در خط اول دفاع غیراختصاصی نقش دارد.
  - انواعی از آنزیم‌ها
    - آمیلاز ← نشاسته را طی هیدرولیز به قندهای ساده‌تر تبدیل می‌کند.
    - لیزوزیم
      - سبب تخریب دیوارهٔ باکتری‌های بیماری‌زا می‌شود.
      - در خط اول دفاع غیراختصاصی شرکت دارد.
      - در اشک، عرق و ترشحات بینی هم وجود دارد.
- تنظیم عصبی ترشح آن در **پل مغزی** و به کمک اعصاب خودمختار، به صورت انعکاسی صورت می‌گیرد (*شبکهٔ عصبی یاخته‌های روی آن تاثیر ندارد*).

- حرکات ماهیچه‌های دهان ← با اعصاب پیکری است.
- ترشح غدد آن ← با اعصاب خودمختار است.





بلع غذا

- به انتقال غذا از دهان تا رسیدن به معده می‌گویند.
- ابتدا با فشار زبان، غذا به عقب دهان و داخل حلق برده می‌شود.
- ورود غذا به حلق سبب ایجاد انعکاس غیرارادی با مرکزیت عصبی در بصل‌النخاع می‌شود ← ماهیچه‌های حلق از نوع اسکلتی بوده و توسط اعصاب پیکری سبب شروع حرکات کرمی می‌شوند.
- حلق، چهارراهی است که به دهان، بینی، نای و مری راه دارد. (*البته به گوش میانی هم راه دارد.*) ← حلق گذرگاهی با ماهیچهٔ اسکلتی است.
- در هنگام بلع، فعالیت مرکز عصبی تنفسی در بصل‌النخاع برای مدت کوتاهی متوقف می‌شود.
- در هنگام شروع بخش انعکاسی بلع با حرکت غذا، زبان کوچک بالا رفته و راه بینی را می‌بندد، اپی‌گلوت (*برچاکنای*) پایین آمده تا راه نای را ببندد.
- **هم** حرکت کرمی که به انتهای مری برسد ← سبب باز شدن و رفع انقباض بنداره انتهای مری می‌شود ← این بنداره با تحریک اعصاب خودمختار منقبض و بسته می‌شود.
- هر حرکت کرمی مری سبب باز شدن اسفنکتر انتهای مری می‌شود (*در این حالت تحریک اعصاب خودمختار روی این بنداره متوقف می‌شود*).
- مرکز عصبی بلع در بصل‌النخاع قرار دارد ← در هنگام بلع مرکز عصبی تنفس در بصل‌النخاع را متوقف می‌کند.
- ماده ترشحی غدد **مخاط مری** نیز در عبور غذا در مری نقش دارد.
- هنگامی که غذا در دهان است
  - زبان کوچک پایین بوده ← راه بینی باز می‌باشد.
  - اپی‌گلوت بالا می‌باشد ← راه نای باز می‌باشد.
- هنگامی که غذا وارد حلق و مری می‌شود
  - زبان کوچک بالا می‌رود ← راه بینی را مسدود می‌کند.
  - اپی‌گلوت پایین می‌آید ← راه نای را می‌بندد.
  - مرکز عصبی بلع سبب توقف فعالیت مرکز عصبی تنفسی می‌شود که هر دو مرکز در بصل‌النخاع قرار دارند.

مری

- لوله‌ای بدون پیچ‌خوردگی از حلق تا معده است.
- قسمت اعظم آن در بالای دیافراگم است.
- ابتدای آن ماهیچه اسکلتی تحت کنترل اعصاب پیکری دارد.
- هر چهار لایهٔ لولهٔ گوارش را دارد.
- بندارهٔ انتهایی آن در زیر دیافراگم متمایل به سمت چپ است.
- قسمت اعظم آن ماهیچهٔ صاف طولی و حلقوی دارد.
- مخاط آن غددی با ترشح کم مادهٔ مخاطی دارد ولی حفاظت آن به اندازهٔ معده و روده نیست.
- شبکهٔ یاخته‌ای عصبی از آن آغاز می‌شود.
- سبب پایان بلع می‌شود.
- مخاط آن طی ریفلاکس آسیب می‌بیند.
- لایه داخلی پوششی مخاط آن بافت سنگ‌فرشی چندلایه دارد.
- در پشت نای و متصل به بخش دهانه غضروف C مانند نای قرار دارد.

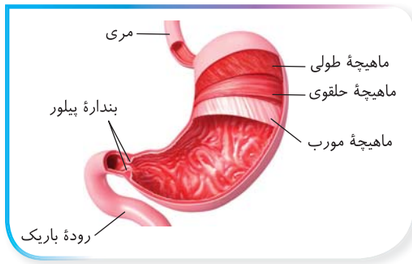
برگشت اسید معده به مری (ریفلاکس)

- در اثر شل بودن و عدم انقباض **کافی** بنداره **انتهای** مری رخ می‌دهد.
- شیرهٔ معده به مری برمی‌گردد.
- اسید برگشتی **به تدریج** سبب آسیب مخاط مری می‌شود.
- مصرف دخانیات، نوشابه‌های الکلی، رژیم غذایی نامناسب، تنش، اضطراب و مصرف زیاد غذاهای آماده از علل آن می‌باشد.
- عوامل حفاظتی در مخاط مری به اندازه مخاط معده و رودهٔ باریک نمی‌باشد.

گوارش در معده

گوارش مکانیکی

- دیوارهٔ معده چین‌خوردگی‌هایی حاوی هر ۴ لایه دیواره دارد که با پر شدن معده باز شده و تعداد آن‌ها کم می‌شود.
- پس از پایان بلع، ورود غذا به معده سبب انبساط اندک آن شده ← حرکات کرمی معده آغاز می‌شود.
- با حرکات کرمی معده و پس از هر بار بلع غذا که معده اندکی منبسط شد آغاز می‌شود.
- در پایان هضم مکانیکی معده و افزایش حرکات کرمی، حلقه انقباضی محکمی سبب باز شدن پیلور و ورود کیموس بیشتر به دوازدهه می‌شود.
- در معده علاوه بر لایه‌های ماهیچه‌ای صاف طولی و حلقوی، یک لایه مورب داخلی نیز وجود دارد.
- با خالی شدن معده تعداد چین‌های آن زیاد می‌شود.
- در زیر دیافراگم است که قسمت اعظم آن در سمت چپ قرار دارد.
- جایگاه اصلی گوارش مکانیکی به عنوان کیسه گوارشی است.
- اولین قسمتی است که کیموس ایجاد می‌کند.



گوارش شیمیایی توسط شیرهٔ معده صورت می‌گیرد

شیرهٔ معده

- حفره‌های معده، حاصل فرو رفتن یاخته‌های پوششی مخاط معده در بافت پیوندی سست زیرین می‌باشند.
- مجاری غدد ترشحی برون‌ریز معده به حفره‌های معده باز می‌شوند.
- هر حفرهٔ معده می‌تواند به یک یا چند غدهٔ معده راه داشته باشد.

بخش‌های ترشح‌کنندهٔ شیرهٔ معده

یاخته‌های پوششی حفرات معده

- بی‌کربنات ترشح می‌کنند ← لایه ژله‌ای حفاظتی محکم معده را قلیایی‌تر کرده تا در مقابله با اسید و آنزیم عمل کند.
- برخی ماده مخاطی زیادی ترشح می‌کنند
  - ژله‌ای چسبناک است.
  - مخاط معده را می‌پوشاند.
  - دفاع غیراختصاصی دارد.

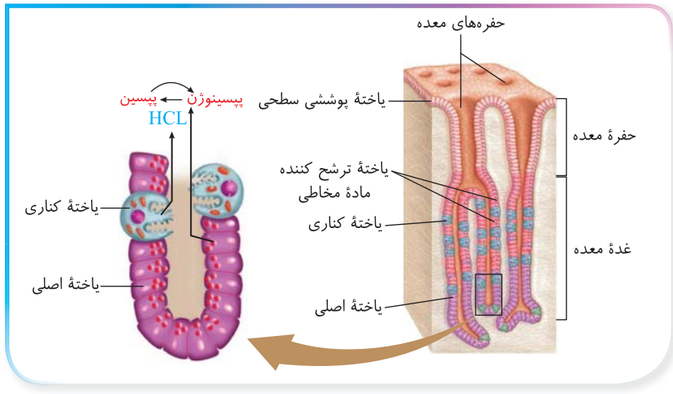
یاخته‌های پوششی غدد معده

یاخته‌های اصلی

- بیشتر در عمق غدد قرار دارند.
- آنزیم ترشح می‌کنند
  - لیپاز ← شروع هیدرولیز مقدار کمی از لیپیدها (*ویژهٔ کنکور ۱۴۰۱*)
  - پیش‌ساز پروتئازها (*پپسینوژن‌ها*) ← تا وقتی به پپسین تبدیل نشوند، غیرفعال هستند.
- اختلال در آن‌ها ← تجزیه و گوارش پروتئین‌ها به مخاطره می‌افتد.

یاخته‌های کناری

- HCl ترشح می‌کنند ← پپسینوژن‌ها را به پپسین تبدیل می‌کند.
- فاکتور (*عامل*) داخلی می‌سازد ← برای محافظت و جذب ویتامین B_{12} ضرورت دارد.
- از سایر یاخته‌های غدد معده، حجیم‌تر می‌باشند. (*غنی‌ی چین‌خورده دارند.*)
- تخریب آن‌ها
  - تجزیه پروتئین‌ها دچار اختلال می‌شود.
  - پروتئازها فعال نمی‌شوند.
  - ویتامین B_{12} جذب نمی‌شود.
  - کم‌خونی خطرناک ایجاد می‌شود.
  - مغز زرد استخوان‌ها به مغز قرمز تبدیل می‌شود.



پپسینوژن‌ها
- نام کلی پیش‌ساز پروتئازهای معده می‌باشد.
- به صورت غیرفعال و با اگزوسیتوز به درون معده ترشح می‌شوند.
- در اثر اسید معده به پپسین (*پروتئاز فعال*) تبدیل می‌شوند ← عمل پپسین‌ها
  - هیدرولیز پروتئین‌ها به پپتیدهای کوچک (*نه آمینواسید*) (*مثلاً سفیدهٔ تخم‌مرغ را تجزیه می‌کند.*)
  - تبدیل سایر پپسینوژن‌ها به پپسین را زیاد می‌کنند.
- علاوه بر HCl، خود پپسین نیز می‌تواند سبب تغییر پپسینوژن‌ها شود.

تخریب یاخته کناری غدد معده یا برداشتن معده
- اشکال در ترشح اسید معده ایجاد می‌کند ← سبب عدم فعال شدن پپسینوژن‌ها می‌شود.
- اشکال در تولید فاکتور داخلی معده ایجاد می‌کند ← سبب اشکال در حفظ B_{12} از اثر شیرهٔ معده می‌شود ← عدم جذب کافی B_{12} از رودهٔ باریک ← سبب اشکال در ساخت گویچه قرمز در مغز استخوان ← در نهایت سبب کم‌خونی شدید می‌شود.

پر شدن حجم معده با خوردن غذا
- باز شدن چین‌های معده ← کاهش تعداد چین‌ها ← انبساط معده ← شروع حرکات کرمی معده

خالی شدن تدریجی معده
- افزایش تعداد چین‌خوردگی‌های معده ← کم شدن حرکات کرمی معده

گوارش در رودهٔ باریک

گوارش مکانیکی
- توسط حرکت‌های کرمی و قطعه‌قطعه کننده صورت می‌گیرد.
- با حرکت روده سبب گستراندن کیموس در سراسر مخاط روده و تماس آن با شیرهٔ روده می‌شود.

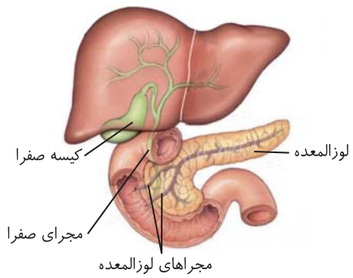
گوارش شیمیایی
- مراحل پایانی گوارش شیمیایی و تولید مونومر در آن صورت می‌گیرد.
- مهم‌ترین قسمت آن در ابتدای رودهٔ باریک (*دوازدهه*) صورت می‌گیرد.
- توسط شیرهٔ روده، لوزالمعده و صفرا صورت می‌گیرد.

عوامل مؤثر در گوارش شیمیایی رودهٔ باریک

شیرهٔ رودهٔ باریک
- آب، یون‌هایی مثل بی‌کربنات
- مادهٔ مخاطی دفاعی با آنزیم لیزوزیم
  - از یاخته‌های پوششی ترشح می‌شود.
- آنزیم‌های گوارشی دارد
  - در گروهی از یاخته‌های پوششی استوانه‌ای ساخته شده و ترشح می‌شود.
  - هضم نهایی کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها را انجام می‌دهند.

صفرا
- مخلوطی **فاقد آنزیم** می‌باشد که توسط یاخته‌های **کبدی** ساخته می‌شود. (*مواد آلی و معدنی دارد.*)
- ترکیبی از نمک‌های صفراوی، بی‌کربنات، کلسترول و فسفولیپید لسیتین می‌باشد.
- مدت کمی پس از ورود کیموس به دوازدهه، از مجرای مشترک با لوزالمعده وارد دوازدهه می‌شود.
- در گوارش چربی‌ها و ورود آن‌ها به محیط داخلی بدن نقش دارد.
- در دفع کلسترول اضافی بدن مؤثر است.
- در دفع موادی مانند بیلی‌روبین که حاصل تخریب هموگلوبین در کبد است، نقش دارد.
- پس از تولید در کبد ← وارد مجاری صفراوی متعدد شده ← وارد یک مجرا می‌شوند ← وارد کیسه صفرا می‌شوند.
- خروج آن از کیسه صفرا از یک مجرا صورت می‌گیرد که با یک مجرای لوزالمعده به‌طور مشترک وارد دوازدهه می‌شوند.
- صفرا به کمک حرکات مخلوط‌کنندهٔ رودهٔ باریک موجب ریز شدن چربی‌ها می‌شود.

سنگ کیسهٔ صفرا
- در اثر رسوب ترکیبات صفرا (*مثل کلسترول*) در کیسهٔ صفرا صورت می‌گیرد.
- زیادی چربی غذا، سبب بالا رفتن کلسترول صفرا می‌شود.
- چند سال رژیم غذایی پرچرب ← شانس سنگ کیسهٔ صفرا را بالا می‌برد.
- با انسداد مجاری خروج صفرا از کیسهٔ صفرا ایجاد می‌شود.



شیرهٔ لوزالمعده
- لوزالمعده (*پانکراس*) در زیر معده در سمت چپ حفرهٔ شکمی می‌باشد.
- بخش درون‌ریز یا جزایر لانگرهانس آن هورمون‌های انسولین و گلوکاگون برای تنظیم گلوکز وارد خون می‌کنند.
- بخش برون‌ریز آن
  - ترشحات خود را هم از مجرای مشترک با کیسهٔ صفرا و هم از مجاری مستقل وارد دوازدهه می‌کند.
  - در اثر هورمون سکرتین روده ← مقدار **زیادی** بی‌کربنات وارد دوازدهه می‌کند
    - اثر اسید معده را خنثی می‌کند.
    - دیوارهٔ دوازدهه را از اثر اسید معده حفظ می‌کند.
    - محیط مناسب برای فعالیت آنزیم‌های لوزالمعده ایجاد می‌کند.
  - آنزیم‌های گوارشی مختلف مؤثر بر انواع مواد غذایی وارد دوازدهه می‌کند
    - سبب هیدرولیز پلی‌مرها به مونومرها می‌شوند.
    - فقط پروتئازهای آن به صورت غیرفعال وارد دوازدهه می‌شوند.
    - پروتئازهای آن قوی و متنوع‌اند و اگر در لوزالمعده فعال بودند، سبب تجزیهٔ این اندام می‌شدند.
    - لیپاز، نوکلئاز و کربوهیدرازهای آن در لوزالمعده فعال شده ولی در دوازدهه فعالیت می‌کنند.

گوارش شیمیایی مواد غذایی

الف) گوارش کربوهیدرات‌ها

- از دهان و اثر آنزیم آمیلاز بزاق بر هضم نشاسته آغاز می‌شود که مقدار کمی از نشاسته‌ها به قندهای ساده‌تر تبدیل می‌شوند.
- آمیلاز لوزالمعده مقدار باقی‌مانده نشاسته را به مالتوز و مولکول‌های قندی درشت‌تر تبدیل می‌کند.
- آنزیم‌های لاکتاز، ساکاراز و مالتاز آزاد شده از یاخته‌های پوششی سبب هیدرولیز انواع دی‌ساکاریدها می‌شود (*فصل ۱*).
- مونوساکاریدها بدون گوارش در رودهٔ باریک جذب شده و وارد یاخته‌های پوششی می‌شوند.
- لوزالمعده انواع دیگر کربوهیدراز برای تجزیهٔ گلیکوژن نیز ترشح می‌کند.
- گوارش سلولز، توسط آنزیم‌های سلولاز باکتریایی در رودهٔ بزرگ صورت می‌گیرد ولی توسط انسان تولید نمی‌شود.
- در معده اصلاً گوارش شیمیایی برای قندها صورت نمی‌گیرد.
- به صورت درون‌یاخته‌ای در موقع لزوم در کبد و ماهیچه‌ها گلیکوژن ذخیره‌ای آن‌ها تجزیه می‌شود.

ب) گوارش پروتئین‌ها

- گوارش آن‌ها با اثر پپسین در محیط اسیدی معده، آغاز می‌شود که به پپتیدهای کوچک‌تر تبدیل می‌شوند.
- در رودهٔ باریک در اثر عمل پروتئازهای لوزالمعده و آنزیم‌های خود روده، پروتئین‌ها تا تبدیل شدن به آمینواسید هیدرولیز می‌شوند.
- پروتئازهای معده و لوزالمعده ابتدا به صورت غیرفعال وارد لولهٔ گوارش می‌شوند.
- گوارش آن‌ها در معده به تولید آمینواسید نمی‌انجامد.
- پروتئاز معده در محیط اسیدی معده ولی پروتئاز لوزالمعده در محیط قلیایی دوازدهه فعال می‌شوند.

ج) گوارش چربی‌ها

- با اثر لیپاز مخصوصاً توسط لوزالمعده ولی درون رودهٔ باریک گوارش و تجزیه آن‌ها انجام می‌شود.
- فراوان‌ترین لیپیدهای رژیم غذایی، تری‌گلیسریدها یا چربی‌ها هستند.
- چربی‌ها ابتدا توسط حرکات مخلوط‌کنندهٔ رودهٔ باریک و عمل مواد موجود در صفرا به ذرات ریز تبدیل می‌شوند.
- بیشتر گوارش چربی‌ها درون دوازدهه و توسط لیپاز لوزالمعده که آنزیمی محلول در آب است انجام می‌شود.
- مواد حاصل از آن‌ها به همراه ویتامین‌های محلول در چربی وارد رگ لنفی می‌شوند.
- اختلال در کار کبد و عدم تولید صفرا، این عمل را به مخاطره می‌اندازد.

گفتار ۲

جذب مواد در رودهٔ باریک

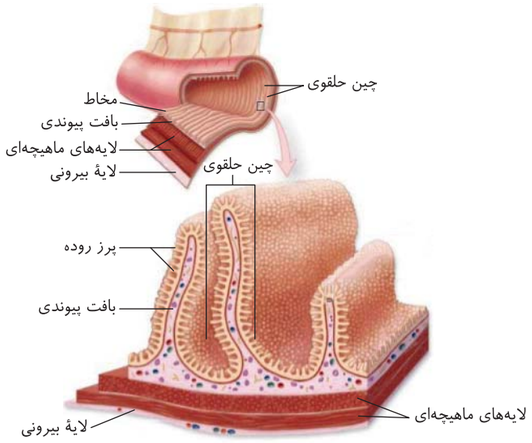
- دهان و معده ← جذب اندکی دارند.
- رودهٔ باریک ← بیشترین جذب را دارد (*از یاخته‌های استوانه‌ای*).
- رودهٔ بزرگ
  - اندکی جذب آب و املاح دارد.
  - ویتامین‌های تولید شده توسط باکتری را جذب می‌کند.
- وارد یاختهٔ پوششی مخاط لولهٔ گوارش می‌شوند
  - وارد محیط داخلی بدن یعنی خون، لنف و مایع بین‌یاخته‌ای می‌شوند.
  - یاخته‌ها از اجزای محیط داخلی به حساب نمی‌آیند.

- دیوارهٔ رودهٔ باریک چین‌های حلقوی دائمی متشکل از لایهٔ مخاطی و زیرمخاطی دارد. ← روی چین‌ها پرزهای فراوان متشکل از لایهٔ مخاطی وجود دارد. ← غشای هر یاختهٔ پوششی پرز به سمت فضای روده چین‌هایی میکروسکوپی به نام ریزپرز دارد. ← چین‌ها، پرزها و ریزپرزها سبب چند صد برابر شدن سطح تماس روده با کیموس می‌شود.

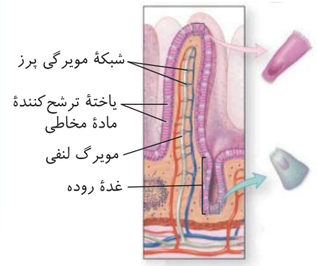
در بیماری سلیاک

- واکنش حساسیتی به پروتئین گلوتن موجود در گندم و جو وجود دارد.
- پروتئین گلوتن سبب از بین رفتن رودهٔ بین ریزپرزها و پرزها می‌شود.
- سطح جذب مواد، کاهش شدید پیدا می‌کند.
- بسیاری از مواد مغذی جذب نمی‌شود.
- اختلالات رشد و مشکلات جدی در سلامت دارند.
- گلوتن پروتئینی ذخیره‌ای در واکوئول گیاهان است که در لایهٔ خارجی آندوسپرم دانهٔ غلات زیاد است.

- چین حلقوی رودهٔ باریک
  - برخلاف چین‌های معده **دائمی** هستند و با پر یا خالی شدن روده، تعداد آن‌ها تغییر نمی‌کند.
  - فقط حاوی لایه‌های **مخاطی و زیرمخاطی** رودهٔ باریک می‌باشد که زیر آن ماهیچه‌ها و لایه بیرونی وجود دارد.
- پرز رودهٔ باریک
  - از لایهٔ مخاطی رودهٔ باریک شامل بافت‌های پوششی، پیوندی سست و ماهیچهٔ صاف تشکیل شده است.
  - رگ‌های خونی و لنفی در فضای درون پرز وجود دارد.
  - در لایهٔ زیرمخاطی زیر آن شبکهٔ یاخته‌های عصبی وجود دارد که سبب تحریک ماهیچه‌های پرز روده می‌شود.
  - به چین‌های میکروسکوپی غشای یاخته پوششی آن، ریزپرز می‌گویند.
  - در زیر آن یاخته‌های فرو رفته در بافت پیوندی سست، سبب تشکیل غدهٔ روده شده است.
  - یاختهٔ ترشح‌کنندهٔ هورمون سکرتین در دوازدهه دارد.
- درون پرز
  - شبکهٔ مویرگی خونی ← سبب جذب همه مواد به‌جز چربی‌ها و ویتامین محلول در چربی می‌شود ← به سوی سیاهرگ باب کبدی می‌روند.
  - مویرگ بستهٔ لنفی ← سبب جذب چربی و ویتامین‌های محلول در چربی می‌شود ← در نهایت به سوی سیاهرگ خونی می‌روند.



«چین‌های حلقوی»

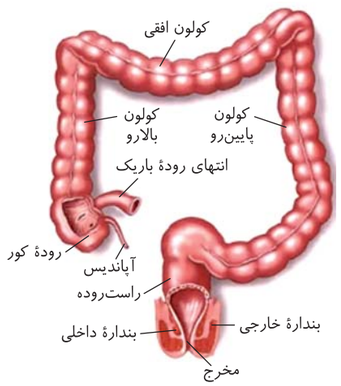


«پرز»

مکانیسم جذب در رودهٔ باریک

جذب مواد آلی

- آمینواسیدها و مونوساکاریدها از یاخته‌های پوششی وارد خون شده و به کبد می‌روند.
  - کبد از گلوکز مازاد بر نیاز بدن، گلیکوژن می‌سازد و ذخیره می‌کند.
  - کبد پروتئین می‌سازد.
- **چربی‌ها**
  - پس از هیدرولیز در فضای رودهٔ باریک توسط لیپاز لوزالمعده ← به یاختهٔ پوششی پرز روده انتشار می‌یابند. ← وارد رگ لنفی می‌شوند.
  - از روده وارد سیاهرگ باب و کبد نمی‌شوند.
  - در نهایت همراه سایر لنف‌ها به خون وارد شده ← از بزرگ سیاهرگ زبرین وارد قلب می‌شوند. ← از گردش عمومی خون به کبد وارد می‌شوند. ← لیپید در کبد یا بافت چربی ذخیره می‌شوند. ← کبد، از لیپیدها، انواع لیپوپروتئین‌های *HDL* و *LDL* می‌سازد و آن‌ها را وارد خون می‌کند. ← *HDL* و *LDL*، انواع لیپیدهای خون را به بافت‌ها منتقل می‌کنند.
  - **انواع لیپوپروتئین‌های خون**
    - در کبد از ترکیب لیپید با پروتئین تولید می‌شوند.
    - ابتدا وارد سیاهرگ فوق‌کبدی می‌شود تا به جریان خون وارد شود.
    - ***LDL***
      - کلسترول زیاد ولی چگالی و پروتئین کمی دارد.
      - کلسترول آن به دیوارهٔ سرخرگ‌ها چسبیده و به تدریج مسیر عبور خون را تنگ یا مسدود می‌کند.
      - چاقی، تحرک کم و مصرف زیاد کلسترول و چربی‌های اشباع جانوری، مقدار آن را بالا می‌برد.
    - ***HDL***
      - کلسترول کمتر ولی پروتئین و چگالی بیشتری دارند.
      - کلسترولی که در دیوارهٔ رگ رسوب کرده را جذب می‌کنند.
      - احتمال رسوب کلسترول در رگ و انسداد رگ را کاهش می‌دهند.



«بخش‌های انتهایی لولهٔ گوارش»

رودهٔ بزرگ

- ابتدای آن رودهٔ کور در سمت راست شکم است ← به انتهای رودهٔ کور زائدهٔ کیسه‌مانند آپاندیس متصل است.
- به ترتیب: رودهٔ کور (*سمت راست*) ← کولون بالارو (*سمت راست بدن*) ← کولون افقی ← کولون پایین‌رو (*سمت چپ بدن*)
- آپاندیس آن یک اندام لنفی است.
- پرز و غدد ترشح آنزیم گوارشی ندارد.
- بافت پوششی مخاط آن، ماده مخاطی قلیایی و لیزوزیم دفاعی ترشح می‌کند.
- قدرت جذب آب و یون‌های مختلف را دارد.
- حرکت آهسته‌ای دارد و مدفوع جامد را تشکیل می‌دهد.
- باکتری‌های درون آن در تولید مقداری ویتامین *B* و *K* نقش دارد ← ویتامین B_{12} تولیدی آن‌ها در ساخت گویچهٔ قرمز مؤثر است.

راست‌روده

- بخش انتهایی لولهٔ گوارش می‌باشد.
- به انتهای کولون پایین‌رو متصل است.
- در انتهای خود در مجاور مخرج، دو بندارهٔ حلقوی صاف و مخطط دارد.
- مدفوع جامد به آن وارد می‌شود.

مکانیسم دفع مدفوع

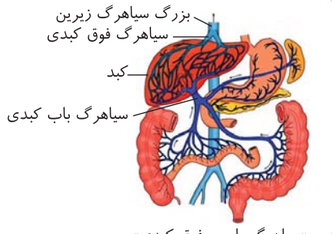
ورود مواد جذب نشده، گوارش نیافته، یاخته‌های مرده و باقی‌ماندهٔ شیرهٔ گوارشی به رودهٔ بزرگ ← تشکیل مدفوع جامد به دنبال جذب آب و املاح ← ورود مدفوع جامد به راست‌روده ← شروع انعکاس دفع ← باز شدن غیرارادی بندارهٔ داخلی مخرج ← دستور قشر مخ برای باز شدن ارادی بندارهٔ خارجی مخرج با غیرفعال کردن اعصاب پیکری ← خروج مدفوع

گردش خون دستگاه گوارش

- پس از خوردن غذا ← فعال شدن اعصاب پاراسمپاتیک ← افزایش جریان خون به دستگاه گوارش ← افزایش فعالیت گوارشی ← ورود مواد جذب شدهٔ لولهٔ گوارش به کبد
- مواد جذب شده از معده، رودهٔ باریک، رودهٔ بزرگ
  +
  مواد ترشح شده از طحال و پانکراس به خون
  - وارد سیاهرگ خونی باب می‌شود ← سیاهرگ باب از زیر وارد کبد شده و درون کبد به شبکهٔ مویرگی تبدیل می‌شود ← در کبد تولید گلیکوژن و پروتئین به همراه ذخیرهٔ آهن و برخی ویتامین‌ها صورت می‌گیرد
    - وارد بزرگ سیاهرگ زیرین می‌شود. ← مواد دیگر خونی بعد از کبد وارد یک سیاهرگ فوق کبدی می‌شوند
- مدتی که از غذا خوردن گذشت ← جریان خون دستگاه گوارش به حالت عادی برمی‌گردد.
- خون دهان، مری و کلیه‌ها، وارد سیاهرگ باب نمی‌شود.
- لنف‌ها، چربی‌ها و ویتامین‌های محلول در چربی از اندام گوارشی وارد سیاهرگ باب نمی‌شود.

سیاهرگ باب

- یک سیاهرگ بوده که خون طحال و برخی اندام‌های گوارشی به آن وارد می‌شود.
- خون تیره پرغذا را وارد کبد می‌کند.
- مستقیماً وارد قلب نمی‌شود و در انتهای خود شبکهٔ مویرگی ناپیوسته دارد.
- خون طحال، دوازدهه، معده، لوزالمعده، کولون پایین‌رو و راست‌روده از یک انشعاب به آن وارد می‌شود.
- خون انتهای رودهٔ باریک، رودهٔ کور و کولون بالارو از انشعاب دیگری به آن وارد می‌شود.
- از زیر وارد کبد می‌شود.



«سیاهرگ باب و فوق کبدی»

فعالیت‌های کبد

- بزرگ‌ترین اندام گوارشی در بخش غیرلوله‌ای بدن در سمت راست حفرهٔ شکمی زیر دنده‌ها و دیافراگم قرار دارد.
- به همراه کلیه‌ها، یاخته‌های پراکندهٔ درون‌ریزی دارد ← هورمون اریتروپویتین می‌سازد ← سبب تنظیم تولید گویچهٔ قرمز در مغز استخوان‌ها می‌شود.
- در تولید صفرا و کلسترول نقش دارد.
- گلوکز اضافی جذب شدهٔ اندام‌های گوارشی را به صورت گلیکوژن درآورده و آن را ذخیره می‌کند.
- تحت تأثیر هورمون گلوکاگون و به کمک آنزیم‌های درون‌یاخته‌ای، به تجزیهٔ گلیکوژن و تنظیم قند خون می‌پردازد.
- تولید اغلب پروتئین‌های پلاسما در کبد و از ترکیب آمینواسیدهای جذب شده صورت می‌گیرد.
- ذخیرهٔ آهن و برخی ویتامین‌ها را بر عهده دارد.
- آمونیاک سمی را از خون گرفته و آن را با CO_2 ترکیب می‌کند تا مادهٔ آلی دفعی نیتروژن‌دار اوره بسازد و به کلیه‌ها برای دفع منتقل کند.

بیماری‌های کبد

- ذخیرهٔ زیاد چربی در آن ← بیماری کبد چرب می‌دهد.
- مصرف نوشیدنی‌های الکلی ← افزایش تولید رادیکال آزاد اکسیژن ← حمله به دنای راکیزهٔ کبدی ← مرگ یاخته‌های کبدی و نکروز (*بافت‌مردگی*) کبد

- قبل از تولد به همراه طحال در تولید گویچه‌های خونی مؤثر است.
- به همراه طحال در تخریب گویچه‌های قرمز پیر و فرسوده مؤثر است.
- سبب تولید لیپوپروتئین‌های خون یعنی *HDL* و *LDL* می‌شود.
- مویرگ ناپیوستهٔ خونی با حفره‌های بین‌یاخته‌ای و غشای پایهٔ ناقص دارد.
- مویرگ‌هایی فاقد بخش سرخرگی بین سیاهرگ باب و سیاهرگ فوق‌کبدی دارد.
- خون طحال، معده، روده‌ها و لوزالمعده توسط سیاهرگ باب به آن وارد می‌شود.
- تغذیهٔ یاخته‌های آن توسط انشعاب سرخرگی از آئورت به نام سرخرگ کبدی صورت می‌گیرد.

تنظیم فرایندهای گوارشی

- مرحله خاموشی نسبی دستگاه گوارش در فاصله **بین وعده‌های غذایی** می‌باشد که تحت کنترل اعصاب سمپاتیک می‌باشد.
- مرحله فعالیت شدید بعد از ورود غذا و افزایش جریان خون دستگاه گوارش صورت می‌گیرد که مربوط به اعمال اعصاب پاراسمپاتیک می‌باشد.
- فعالیت دستگاه گوارش و گردش خون به همراه اعمال عصبی و هورمونی باید هماهنگ باشد.

تنظیم عصبی دستگاه گوارش

اعصاب خودمختار

- اعصاب حرکتی محیطی هستند که به صورت **ناخودآگاه** فعالیت ماهیچه‌های **صاف** و غدد را کنترل می‌کنند.
- سمپاتیک (*هم‌حس*) ← باعث کاهش فعالیت دستگاه گوارش و ترشحات آن می‌شود.
- پاراسمپاتیک (*پادهم‌حس*)
  - افزایش فعالیت و حرکات دستگاه گوارش را سبب می‌شود.
  - ترشح انعکاسی بزاق با دیدن یا فکر کردن به غذا را از پل مغزی به غدد بزاقی رهبری می‌کند.

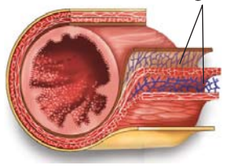
اعصاب پیکری

- سبب انقباض ماهیچه‌های دهان، حلق، ابتدای مری و بندارهٔ خارجی مخرج می‌شود.

- هنگام بلع ← مرکز بلع در بصل‌النخاع، فعالیت مرکز عصبی تنفسی در نزدیک محل بلع را مهار می‌کند تا تنفس متوقف شود (*در این حالت با پایین آمدن اپی‌گلوت، نای بسته می‌شود*).

شبکهٔ یاخته‌ای عصبی (روده‌ای)

- در دیوارهٔ لولهٔ گوارش از **مری** تا مخرج در لایه‌های زیرمخاطی و ماهیچه‌ای وجود دارد.
- تحرک و ترشح را در لولهٔ گوارش تنظیم می‌کند.
- در دهان و حلق وجود ندارد.
- در ترشح غدد موجود در لایه‌های مخاطی و زیرمخاطی لولهٔ گوارش مؤثر است.
- می‌تواند مستقل از دستگاه عصبی خودمختار فعالیت کند (*حرکت ماهیچه‌های پرز روده*).
- اعصاب خودمختار با آن‌ها در ارتباط است و بر عملکرد آن تأثیر دارد.



«شبکه‌های یاخته‌های عصبی دستگاه عصبی روده‌ای لولهٔ گوارش»

تنظیم عصبی فعالیت غدد

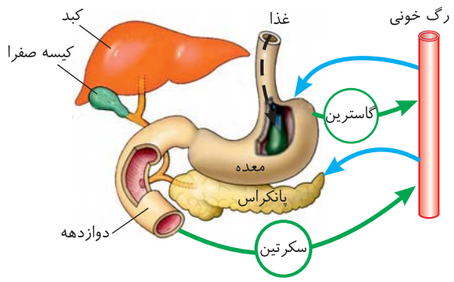
- غدد بزاقی، کبد و لوزالمعده ← توسط اعصاب خودمختار تنظیم می‌شوند.
- غدد موجود در لایهٔ مخاطی و زیرمخاطی دیوارهٔ لولهٔ گوارش ← توسط شبکهٔ عصبی یاخته‌ای تنظیم می‌شود.

هورمون‌های دستگاه گوارش

- همراه با اعصاب، در فعالیت‌های گوارشی مؤثراند.

گاسترین
- از یاخته‌های درون‌ریز مجاور پیلور در غدد عمقی زیر حفرات معده توسط یاخته پوششی تولید شده و به خون می‌ریزد.
- ترشح اسید (HCL) و پپسینوژن معده را زیاد می‌کند (*روی یاخته‌های اصلی و کناری معده اثر می‌گذارد*).
- روی ترشح لیپاز معده و فاکتور داخلی نقشی ندارد.

سکرتین
- در یاخته‌های درون‌ریز دوازدهه ساخته شده و به خون می‌ریزد.
- ورود کیموس به دوازدهه سبب تولید و ترشح آن می‌شود.
- روی بخش برون‌ریز پانکراس اثر کرده و ترشح بی‌کربنات را در آن‌ها زیاد می‌کند.



«هورمون‌های سکرتین و گاسترین به خون می‌ریزند»

اریتروپویتین
- هورمونی است که در کبد (*غدد گوارشی*) و کلیه‌ها تولید می‌شود.
- وارد خون شده و روی مغز قرمز استخوان اثر می‌کند.
- سبب تنظیم تولید گویچهٔ قرمز در مغز استخوان می‌شود.

انسولین
- از لوزالمعده به خون ترشح می‌شود.
- با افزایش نفوذپذیری یاخته‌ها به گلوکز ← گلوکز خون را پایین می‌آورد.

گلوکاگون
- از لوزالمعده به خون ترشح می‌شود.
- گلوکز خون را با تجزیه گلیکوژن بالا می‌برد.

وزن مناسب

- غذاهای پرچرب و شیرین، زندگی کم‌تحرک و ژن، عوامل چاقی و افزایش وزن هستند.
- افزایش وزن احتمال ابتلا به سرطان، دیابت نوع II و سکته قلبی و مغزی در اثر بالا رفتن LDL خون را زیاد می‌کند.
- کمبود وزن سبب لاغری، کم‌خونی و کاهش استحکام استخوان می‌شود.
- نمایه توده بدنی یا BMI ، شاخص مهمی برای تعیین وزن مناسب است که از رابطه $\frac{\text{جرم } (kg)}{\text{مربع قد } (m^2)}$ حساب می‌شود که در سنین و جنس مختلف، متفاوت است.
- BMI در افراد کمتر از بیست سال، برحسب مقایسه با افراد هم‌سن و هم‌جنس مقایسه می‌شود.
- وزن هر فرد به تراکم استخوان، بافت ماهیچه‌ای و چربی بدن نیز بستگی دارد.
- ذخیرهٔ بیش از اندازهٔ چربی در کبد ← سبب بیماری کبد چرب می‌شود.

گفتار ۳

گوارش در جانداران مختلف

- باکتری‌ها و قارچ‌ها فقط گوارش برون‌یاخته‌ای دارند.

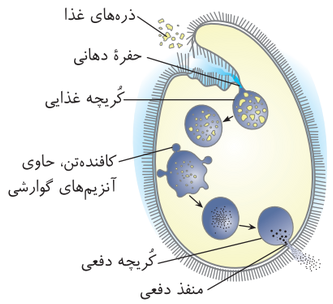
جذب از سطح یاخته یا بدن

- تک‌یاختگان از سطح یاخته هر ماده مورد نیازی را جذب می‌کنند.
- کرم کدو پریاخته‌ای، دهان و دستگاه گوارش ندارد و از سطح بدن، مواد لازم را جذب می‌کند.

گوارش، فقط به صورت درون‌یاخته‌ای

در آغازیانی تک‌یاخته‌ای مثل پارامسی

- یک یاختهٔ مژک‌دار با حفرهٔ دهان یاخته‌ای و منفذ دفعی اختصاصی دارند.
- حرکت مژک‌ها، غذا را از محیط به حفرهٔ دهانی منتقل می‌کند (*رهاق ندارند*).
- در انتهای حفرهٔ دهانی، غذا به صورت واکوئول غذایی با آندوسیتوز وارد یاخته می‌شود.
- واکوئول غذایی فاقد آنزیم است و درون سیتوپلاسم حرکت می‌کند تا به لیزوزوم‌ها برسد.
- از ادغام لیزوزوم‌ها و واکوئول غذایی، واکوئول گوارشی حاوی آنزیم‌های گوارشی ایجاد می‌شود.
- مواد غذایی درون واکوئول گوارشی، تحت تأثیر آنزیم‌های لیزوزومی گوارش می‌یابند.
- مواد مفید به مصرف یاخته رسیده و از واکوئول گوارشی خارج می‌شوند.
- مواد دفعی در واکوئول باقی می‌مانند و واکوئول دفعی ایجاد می‌کنند.
- محتویات واکوئول دفعی از راه اگزوسیتوز از منفذ دفعی یاخته خارج می‌شوند.



«گوارش درون‌یاخته‌ای در پارامسی»

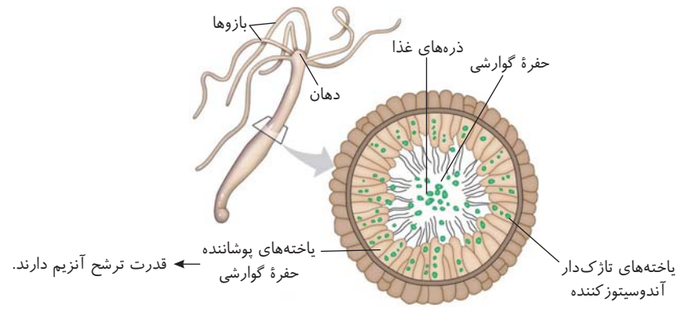
در جانوران پریاخته‌ای مثل اسفنج دیده می‌شود

- سامانهٔ تنظیم آب دارند.
- یاختهٔ یقه‌دار تاژک‌دار دارند.
- گوارش برون‌یاخته‌ای ندارند.

گوارش برون‌یاخته‌ای

حفرهٔ (کیسه) گوارشی

- در بی‌مهرگانی مثل هیدر (*مرجان‌ها*) به صورت کیسهٔ منشعب دارای یک سوراخ ورودی و خروجی غذا وجود دارد.
- ابتدا گوارش برون‌یاخته‌ای با ترشح آنزیم در درون کیسه دارند ولی گوارش نهایی درون یاخته‌ها صورت می‌گیرد.
- یاخته‌های بیگانه‌خوار (*ماکروسیتوز*) به همراه واکوئول‌های غذایی گوارش دهنده دارند.
- در هیدر، یاخته‌های تاژک‌دار، وظیفهٔ آندوسیتوز ذرات غذایی گوارش یافته را دارند.
- در هیدر و کرم آزادزی پلاناریا نیز وجود دارد.
- گردش مواد آن‌ها نیز علاوه بر گوارش، در همین کیسه و انشعابات آن انجام می‌شود.
- گوارش برون و درون‌یاخته‌ای دارند.



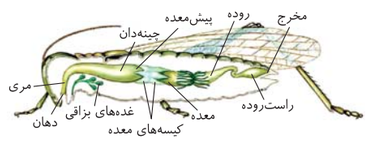
«حفرهٔ گوارشی در هیدر (از گروه مرجانیان)»

لولهٔ گوارش «فقط گوارش برون‌یاخته‌ای دارند»

- با ایجاد مخرج، این لوله با جریان یک‌طرفهٔ غذا و بدون مخلوط شدن مواد دفعی و غذای گوارش یافته تشکیل می‌شود.
- دستگاه گوارش کامل از دهان تا مخرج دارند.
- در این جانوران غذا تا سر حد کامل و تبدیل به مونومر در لولهٔ گوارش ایجاد شده و سپس جذب یاخته‌های پوششی می‌شود.

ملخ

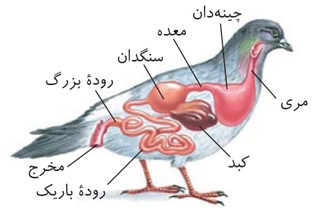
- حشرهٔ گیاه‌خوار است که شروع هضم مکانیکی را توسط آرواره‌های اطراف دهانی انجام می‌دهد.
- غدد بزاقی آن در زیر چینه‌دان واقع است که همگی در انتها ترشحات خود را با یک مجرا به دهان وارد می‌کنند.
- در انتهای مری آن، چینه‌دان حجیمی وجود دارد که علاوه بر ذخیره و نرم کردن غذا، ادامه هضم شیمیایی کربوهیدرات را انجام می‌دهد.
- بعد از چینه‌دان، بخشی کوچک با دیوارهٔ دندانه‌دار به نام پیش‌معده، هضم **مکانیکی** را ادامه می‌دهد.
- آنزیم‌های معده و کیسه‌های معده به پیش‌معده رسیده تا در پیش‌معده با هضم شیمیایی، ذرات ریز غذایی ایجاد شود.
- جذب غذای آن در معده و جذب آب در روده صورت می‌گیرد. (*دقت کنید که پیش‌معده، آنزیم گوارشی ترشح نمی‌کند.*)
- در اطراف رودهٔ آن‌ها لوله‌های مالپیگی وجود دارد که املاح، آب و اوریک اسید را وارد روده می‌کند.
- جذب آب و یون‌ها در راست‌روده انجام شده و مدفوع به همراه مادهٔ زائد نیتروژن‌دار خارج می‌شود (*ملخ سنگدان ندارد*).
- پاهای عقبی آن از پاهای جلویی بلندتر می‌باشند.



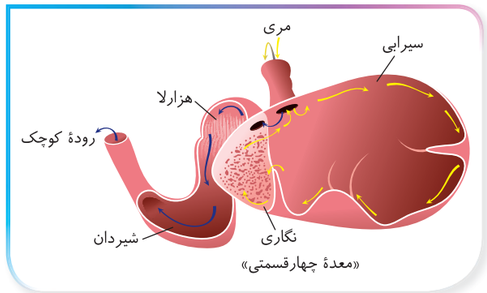
«لولهٔ گوارش ملخ»

پرندهٔ دانه‌خوار

- لولهٔ گوارشی شامل دهان ← مری ← چینه‌دان بزرگ ← معده ← سنگدان بزرگ ← رودهٔ باریک ← رودهٔ بزرگ ← مخرج دارد.
- کبد آن در زیر سنگدان قرار دارد که مواد خود را وارد رودهٔ باریک می‌کند.
- معدهٔ آن بین چینه‌دان و سنگدان قرار دارد و لوله‌ای شکل باریک است.
- نکته چینه‌دان به ذخیره و نرم کردن غذا کمک می‌کند و سبب می‌شود تا جانور با دفعات کمتر تغذیه، انرژی مورد نیاز خود را فراهم کند.
- کیسه‌های هوادار اطراف شش، قلب چهارحفره‌ای، کلیه‌های پیچیده و نسبت مغز به وزن بدن بالایی دارند.
- نکته سنگدان
  - بخش عقبی معده است.
  - ماهیچه‌ای است.
  - سنگریزه‌هایی برای هضم مکانیکی دارد.
- نکته سلولاز توسط اغلب جانوران برخلاف باکتری‌ها، ساخته نمی‌شود.
- کلیه‌هایی با توانایی بازجذب آب فراوان دارند.



«لولهٔ گوارش پرندهٔ دانه‌خوار»



لولهٔ گوارش نشخوارکنندگان

- پستاندارانی مثل گاو و گوسفند هستند که **معدهٔ** چهار قسمتی دارند
  - ۱) سیرابی
    - کیسهٔ بزرگ معده برای هضم مکانیکی و شیمیایی می‌باشد.
    - دوبار غذا از مری به آن وارد می‌شود (*یک‌بار هم موقع نشخوار از نگاری به آن می‌رسد*).
    - پر از میکروب برای هضم سلولز می‌باشد.
    - درون آن، غذا به کمک میکروب‌ها، حرارت بدن، ترشح مایعات و حرکات خود سیرابی تا حدودی گوارش می‌یابد.
    - پس از نشخوار سبب مایع شدن مواد بلعیده شده می‌شود.
    - در بلع اول، مادهٔ غذایی محیط آن را طی می‌کند تا به نگاری برسد.
    - هضم میکروبی را قبل از هضم شیمیایی جانور آغاز می‌کند.
  - ۲) نگاری
    - بخش کوچک پس از سیرابی و نزدیک به مری می‌باشد.
    - همانند سیرابی، مواد غذایی پس از بلع اول و دوم از سیرابی به آن وارد می‌شود.
    - در بلع اول مسیر غذا در آن صعودی است تا به سیرابی برسد.
  - ۳) هزارلا
    - یک اتاقک لایه‌لایه برای جذب آب می‌باشد.
    - غذا، یک‌بار و پس از نشخوار از راه نگاری، وارد آن می‌شود.
    - مسیر غذا در آن نزولی است تا به شیردان برسد.
  - ۴) شیردان
    - معده واقعی و محل آنزیم‌های گوارشی جانور می‌باشد.
    - غذا، یک‌بار و پس از نشخوار از هزارلا به آن وارد می‌شود.
    - غذای هضم شده را با مسیر صعودی به رودهٔ باریک وارد می‌کند.
- به سرعت غذا می‌خورند.
- در محیط امن و مناسب با نشخوار به جویدن کامل می‌پردازند.
- در بلع اول، غذای نیمه‌جویده را به سرعت وارد سیرابی می‌کنند.
- هضم میکروبی را در سیرابی قبل از هضم آنزیمی جانور در شیردان انجام می‌دهند.
- وجود میکروب‌ها در سیرابی آن‌ها برای گوارش سلولز الزامی است.
- به دلیل تولید متان زیاد در لولهٔ گوارش آن‌ها، در گرم شدن کرهٔ زمین مؤثرند.
- دوبار بلع دارند ← دهان (*جویدن اولیه و ناکامل*) ← بلع اول (*به سرعت*) ← مری ← سیرابی ← نگاری (*هضم میکروبی*) ← گوارش نیمه‌کاره به کمک حرارت و حرکات بدن و مایعات ← استراحت جانور ← شروع نشخوار ← وارد سیرابی شده → مری → دهان (*جویدن مجدد*) → بلع دوم → مری → سیرابی (*مایع‌تر می‌شود*) → نگاری → هزارلا (*جذب آب*) → شیردان (*گوارش آنزیمی*) → رودهٔ باریک (*جذب غذا*) → رودهٔ بزرگ و راست‌روده → مخرج

گفتار ۱

نظریات ارسطو در مورد تنفس

- معتقد بود، نفس کشیدن باعث خنک شدن قلب می‌شود.
- نمی‌دانست که هوا مخلوطی از چند نوع گاز می‌باشد.
- ترکیب شیمیایی هوای دمی و بازدمی را یکسان می‌دانست.
- از ارتباط بین دستگاه تنفس و گردش خون اطلاع نداشت.
- از تفاوت بین خون تیره و روشن اطلاع نداشت.

انواع هوا

هوای دمی

- نسبت O_2 به CO_2 آن از هوای بازدمی بیشتر است.
- سبب روشن و پر از O_2 شدن خون تیره می‌شود.

هوای بازدمی

- نسبت CO_2 به O_2 آن از هوای دمی بیشتر است.
- CO_2 حاصل از تنفس یاخته‌ای را از بدن خارج می‌کند.
- CO_2 آن
  - آب آهک بی‌رنگ را شیری می‌کند.
  - محلول رقیق برم تیمول بلو آبی‌رنگ را زردرنگ می‌کند.

انواع خون

روشن

- نسبت O_2 به CO_2 زیادی دارد.
- در شش و ضمن تبادل گاز تنفسی ایجاد می‌شود.
- ابتدا توسط چهار سیاهرگ ششی به قلب و سپس به اندام‌ها می‌رود.

تیره

- نسبت CO_2 به O_2 زیادتری از خون روشن دارد.
- در بافت‌ها و ضمن تنفس یاخته‌ای ایجاد می‌شود.
- از قلب و از طریق دو سرخرگ ششی به شش‌ها می‌رسد.

تنفس یاخته‌ای هوازی

- فرمول آن: $\text{گلوکز} + O_2 + ADP + P \rightarrow CO_2 + H_2O + ATP$
- سبب مصرف O_2 و تولید CO_2 می‌شود.
- ATP لازم برای فرایندهای زیستی را فراهم می‌کند.
- افزایش CO_2 تولید شدهٔ آن توسط آنزیم کربنیک انیدراز گویچهٔ قرمز با آب ترکیب شده ← کربنیک اسید می‌سازد و سپس تجزیه می‌شود ← H^+ آن (*در صورت ازدیاد*)
  - pH خون کاهش می‌یابد.
  - عملکرد پروتئین‌ها مختل می‌شود.
- **بسیاری** از فرایندهای یاخته‌ای را پروتئین‌ها انجام می‌دهند.
- افزایش CO_2 برای بدن خطرناک‌تر از کاهش O_2 می‌باشد.

ویژگی کلی بخش هادی تنفسی

- از بینی، نای، دوتا نایژه و نایژک‌های انتهایی تشکیل شده است.
- هوای ورودی را از ناخالصی‌ها مثل میکروب‌ها و ذرات گرد و غبار پاک‌سازی کرده و آن را گرم و مرطوب می‌کند.
- هوا را برای مبادلهٔ گازها با خون در بخش مبادله‌ای آماده می‌کند.

قسمت‌های مختلف

بینی

- در ابتدای آن پوست **نازک** مودار وجود دارد که مانع ورود ناخالصی‌ها می‌شود.
- بعد از پوست، مخاط **مژک‌دار** دارد ← ترشحات مخاطی یکی از عوامل خط اول دفاع غیراختصاصی بوده و در به دام انداختن میکروب نقش دارد.
- مخاط مژک‌دار در سراسر مجرای هادی ادامه دارد.
- مژک‌ها با حرکات ضربانی، ناخالصی‌ها و ترشحات مخاطی را به سوی حلق می‌رانند. سپس از حلق یا از بدن خارج شده و یا وارد دستگاه گوارش می‌شود تا شیرهٔ معده آن‌ها را از بین ببرد.
- آنزیم لیزوزیم موجود در ترشحات مخاطی، در از بین بردن باکتری‌ها نقش دارد.
- ترشحات مخاطی بینی، هوا را مرطوب کرده تا تبادل گازهای محلول آسان شود.
- شبکه‌ای وسیع پر از رگ خونی با دیوارهٔ **نازک** دارد که بسیار آسیب‌پذیر بوده و هوای دمی را گرم می‌کند.

حلق

- بخش مشترکی در دستگاه گوارش و تنفس است.
- هوا از راه بینی یا دهان به گلو می‌رسد که گذرگاه دارای **ماهیچهٔ** اسکلتی برای عبور هوا و غذا می‌باشد.
- در انتهای خود به دوراهی ختم می‌شود که مری در عقب و حنجره در جلو قرار دارد.
- گلو به بینی، دهان، مری، نای و شیپور استاش گوش میانی ارتباط دارد.
- آغازکنندهٔ حرکات کرمی در بلع غیرارادی است.
- عبور غذا در آن سبب بالا رفتن زبان کوچک و پایین آمدن اپی‌گلوت می‌شود.
- فاقد شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی (*روده‌ای*) می‌باشد.

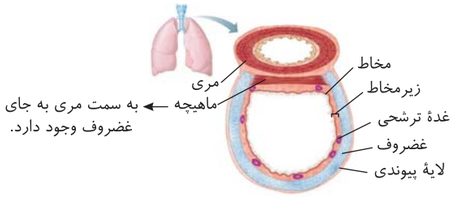
«حلق و حنجره»

حنجره

- در **ابتدای** نای قرار دارد و حاوی پرده‌های صوتی می‌باشد.
- دیواره غضروفی دارد ← مجرای عبور هوا را باز نگه می‌دارد.
- اپی‌گلوت یا برچاکنای دارد ← درپوشی روی مدخل نای می‌باشد که مانع ورود غذا به مجاری تنفسی می‌شود.

نای

- حنجره در ابتدای آن واقع شده است.
- مجرایی با حلقه‌های غضروفی C مانند است که دهانهٔ خالی C به سمت پشت یا مری می‌باشد.
- غضروف C‌مانند، سبب باز نگه‌داشتن همیشگی نای می‌شود.
- از داخل به خارج دارای چهار لایه مخاطی (*یاخته استوانه‌ای مژک‌دار*)، زیرمخاط (*پر از رگ، اعصاب و غدد ترشحی*)، لایه غضروفی ماهیچه‌ای (*مستحکم انعطاف‌پذیر*) و لایهٔ پیوندی خارجی می‌باشد.
- نبودن غضروف در محل تماس نای به مری، سبب حرکت کرمی آسان مری و تسهیل عبور لقمه‌های درشت می‌شود.
- قسمتی از آن در گردن و قسمتی در قفسهٔ سینه است ولی در شش وارد نمی‌شود.
- غدهٔ تیروئید در گردن و تیموس در قفسهٔ سینه در جلوی آن قرار دارند.

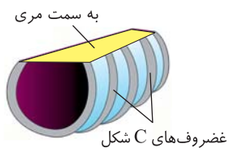


«ساختار بافتی دیوارهٔ نای»

مجاری هادی موجود در شش

نایژه‌ها

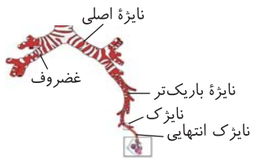
- اولین مجرایی است که کاملاً در قفسهٔ سینه واقع است.
- دوتا مجرای اصلی غضروف‌دار دارد که انشعاب یافته از نای می‌باشند و هرکدام به یک شش می‌رسند.
- هر نایژهٔ اصلی پس از ورود به شش، به نایژه‌های باریک‌تر تقسیم می‌شود که از مقدار غضروف آن‌ها کاسته می‌شود.



«حلقه‌های غضروفی نای»

نایژک‌های انتهایی

- غضروف ندارند و توان مناسب برای تنگ و گشاد شدن دارند.
- هوای ورودی و خروجی به دستگاه تنفس را واپایش می‌کنند.
- اولین انشعاباتی از نایژه‌های باریک می‌باشند که فاقد غضروف هستند ولی مخاط مژک‌دار دارند.



«انشعابات نای»

- فاقد غضروف‌های C شکل هستند و بیش از یک عدد می‌باشند.

بخش‌های دستگاه تنفس از نظر عملکرد

بخش مبادله‌ای

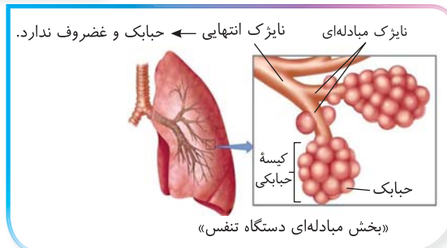
- با حضور اجزای کوچکی به نام حبابک‌ها مشخص می‌شود.

حبابک‌هایی دارد

- مخاط مژک‌دار دفاعی ندارد ← به جای آن یاخته‌های درشت‌خوار (*ماکروفاژ*) دارد
  - ذرات و میکروب‌های عبور کرده از مخاط را می‌بلعند.
  - بیگانه‌خواری و حرکت دارند.
  - انواع مختلف این یاخته در هر قسمت از بدن وجود دارند.
- مویرگ خونی از نوع پیوسته به تعداد فراوان دارند ← ظاهر تار عنکبوتی دارد.
- اجتماع حبابک‌ها را یک کیسهٔ حبابکی خوشه انگوری می‌گویند.

نایژک‌های مبادله‌ای دارد

- روی خود، حبابک‌های مجزا دارند.
- در انتهای خود به ساختاری شبیه خوشهٔ انگور ختم می‌شود ← هر خوشه یک کیسهٔ حبابکی از تعدادی حبابک متصل به هم می‌باشد.
- آخرین قسمتی است که مخاط مژک‌دار دارد.
- در حقیقت انشعابات نایژک انتهایی می‌باشند با این تفاوت که در روی و انتهای خود حبابک تنفسی دارند.



«بخش مبادله‌ای دستگاه تنفس»

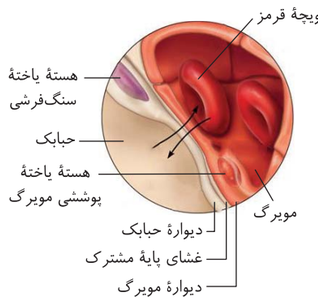
یاخته‌های موجود در بخش حبابک‌های تنفسی

یاخته‌های دیوارهٔ حبابکی

نوع اول
- سنگ‌فرشی یک‌لایه‌ای نازک می‌باشند ← مسئول تبادل گازهای تنفسی هستند.
- در جاهای **متعددی** با دیوارهٔ سنگ‌فرشی مویرگ خونی، غشای پایه مشترکی دارند.
- تعداد زیادی دارند.

نوع دوم
- به تعداد خیلی کمتر و با ظاهری بسیار متفاوت هستند.
- ماده‌ای به نام سورفاکتانت (*عامل سطح فعال*) ترشح می‌کنند
  - از اواخر دوران جنینی به درون حبابک‌ها ترشح می‌شود.
  - کشش سطحی آب **درون** کیسه‌های حبابکی را **کم** می‌کند.
- در نوزادان زودرس به دلیل عدم ترشح سورفاکتانت کافی، باعث زجر تنفسی می‌شوند.

یاخته‌های مستقل
- همان بیگانه‌خوارها از نوع درشت‌خوار (*ماکروفاژها*) هستند که در سد دوم دفاع غیراختصاصی نقش دارند.
- جزء یاخته‌های دیوارهٔ حبابک طبقه‌بندی نمی‌شوند.
- مربوط به دستگاه ایمنی هستند.

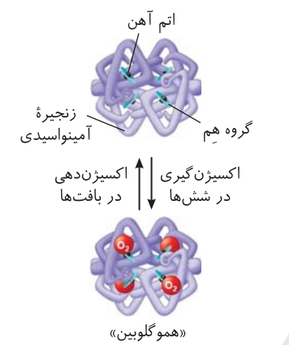


حمل گازهای تنفسی در خون (در دمای بدن)

- همهٔ O_2های تبادل شده ابتدا به صورت محلول با عبور از دو لایهٔ سنگ‌فرشی سادهٔ حبابکی و دیوارهٔ مویرگ وارد خون می‌شوند.
- طی تنفس هوازی، مقداری CO_2 تولید می‌شود که همهٔ آن‌ها ابتدا به صورت محلول از بافت‌ها و آب میان‌بافتی وارد پلاسما (*خوناب*) می‌شوند.

الف) به صورت محلول در پلاسما (خوناب)
- مقدار بسیار کمی (٪۳) اکسیژن‌های وارد شده به خون به صورت محلول در خوناب باقی می‌مانند.
- مقدار کمی (٪۷) CO_2های وارد شده از بافت به خون به صورت محلول در خوناب به شش‌ها منتقل می‌شوند.
  - این دو مادهٔ محلول، فشار اسمزی خوناب را **کمی** بالا می‌برند.

ب) به صورت ترکیب با هموگلوبین
- هموگلوبین درون گویچهٔ قرمز وجود دارد و از چهار رشتهٔ پلی‌پپتیدی (*از دو نوع*) ایجاد شده است ← هر رشتهٔ آن
  - یک گروه غیرپروتئینی **هِم** دارد.
  - هر هِم آن یک اتم آهن دارد.
  - هر آهن به‌طور برگشت‌پذیر به یک مولکول O_2 متصل می‌شود.
- مهم‌ترین عامل در پیوستگی هموگلوبین با گازهای تنفسی، غلظت گازهای تنفسی در خون می‌باشد.
- در حالت طبیعی بیشتر انتقال O_2 در خون و مقداری از انتقال CO_2 خون به صورت ترکیب با هموگلوبین صورت می‌گیرد (Hb = *هموگلوبین*).
- در مجاورت بافت
  - O_2 از هموگلوبین جدا می‌شود تا به بافت برسد. $(O_2+Hb \leftarrow HbO_2)$
  - CO_2 به هموگلوبین می‌پیوندد تا به سمت شش‌ها منتقل شود. $(HbCO_2 \leftarrow CO_2+Hb)$
- در مجاورت شش
  - O_2 به هموگلوبین می‌پیوندد تا به سمت بافت‌ها برود. $(HbO_2 \leftarrow Hb+O_2)$
  - CO_2 از هموگلوبین جدا می‌شود تا با بازدم خارج شود. $(CO_2+Hb \leftarrow HbCO_2)$



ج) یون بیکربنات
- بیشترین انتقال CO_2 را در خون انجام می‌دهد ← در شش‌ها CO_2 از بیکربنات جدا شده و با بازدم خارج می‌شود.
- آنزیم کربنیک انیدراز گویچهٔ قرمز ← بیشترین مقدار CO_2 خون را به صورت محلول با آب ترکیب می‌کند ← H_2CO_3 در خون‌بهر (*گویچهٔ قرمز*) تشکیل می‌شود $\xrightarrow[\text{تجزیه می‌شود}]{\text{به سرعت در گویچهٔ قرمز}}$
  - H^+
  - HCO_3^- ← به خوناب می‌رود ← برای دفع CO_2 به شش‌ها می‌رسد.

گاز کربن مونواکسید
- قدرت اتصال به جایگاه اکسیژن در هموگلوبین دارد.
- اتصال آن برخلاف اتصال O_2 و CO_2 به هموگلوبین، از نوع پایدار می‌باشد و به آسانی جدا نمی‌شود.
- با اتصال به هموگلوبین ← مقدار اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها کم می‌شود ← با کاهش تنفس هوازی، تولید ATP را کم می‌کند.
- می‌تواند سبب مرگ شود ← به آن مسمومیت گازگرفتگی می‌گویند.
- در زنجیرهٔ انتقال الکترون میتوکندری مانع رسیدن الکترون به اکسیژن می‌شود ← امکان تشکیل رادیکال آزاد از اکسیژن را زیاد می‌کند.
- در دود خودروها و مواد آلاینده زیاد است.

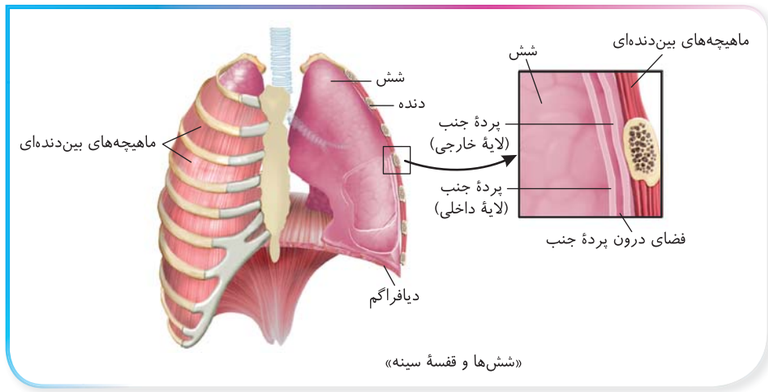
گفتار ۲

شش‌ها

- دو عدد می‌باشند که درون قفسهٔ سینه و بالای دیافراگم قرار دارند که شش چپ دوقسمتی است و از شش راست سه‌قسمتی، قدری کوچک‌تر است.

اجزای شش

- شامل نایژه‌ها، نایژک‌ها، کیسه‌های حبابکی و رگ‌ها می‌باشد.
- اجزای درون آن از بیرون توسط یک بافت پیوندی احاطه شده‌اند.
- بیشتر حجم شش کیسه‌های حبابکی (*هوایی*) هستند که ساختار اسفنج گونه‌ای دارند.
- اطراف هر کیسهٔ حبابکی و هر حبابک، مویرگ‌های فراوانی مانند تار عنکبوت برای تبادل گاز تنفسی وجود دارد.
- بخشی از نایژهٔ اصلی، نایژه‌های باریک‌تر، نایژک‌های انتهایی و مبادله‌ای همه در ساختار هر شش به عنوان مجاری منشعب وجود دارند.



«شش‌ها و قفسهٔ سینه»

پرده‌های جنب

- هر شش توسط یک لایه از پرده‌ای دولایه‌ای به نام پردهٔ جنب احاطه شده است که شش‌ها را به قفسهٔ سینه متصل می‌کنند.
- یک پردهٔ جنب روی شش‌ها و یکی به سطح درونی قفسهٔ سینه متصل است که فضای اندک بین آن‌ها را مایعی به نام مایع جنب پر کرده است.
- فشار مایع جنب **همواره** از فشار جو **کمتر** می‌باشد به همین دلیل به‌جز در حالت سوراخ شدن قفسهٔ سینه، در سایر حالات حتی در بازدم عمیق نیز، شش‌ها نیمه‌باز بوده و خالی از هوا نمی‌شوند.

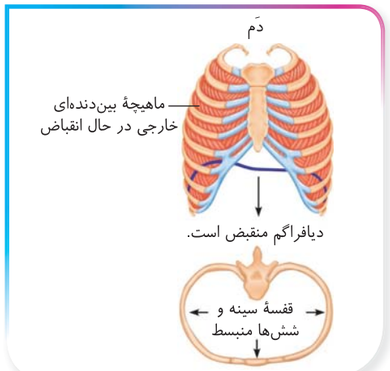
دو ویژگی مهم شش‌ها

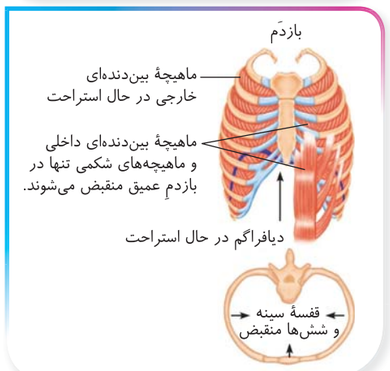
پیروی از حرکات قفسهٔ سینه

- در هنگام دم: انبساط و بزرگ شدن قفسهٔ سینه ← انبساط و باز شدن شش‌ها ← فاصله گرفتن دو پردهٔ جنب از هم ← کاهش فشار هوای درون شش‌ها و مایع جنب ← کشیده شدن هوای بیرون به درون شش‌ها
- در هنگام بازدم عمیق: استراحت ماهیچه‌های دمی و انقباض ماهیچه‌های بازدمی ← فشار قفسهٔ سینه به داخل ← فشار هوای شش‌ها زیاد شده ← هوای آن‌ها خارج می‌شود.

خاصیت کشسانی شش‌ها

- در هنگام بازدم: مقاومت در برابر کشیدگی شش‌ها ← برگشت شش‌ها به حالت اولیه ← افزایش فشار هوای شش‌ها و مایع جنب ← خروج هوا از شش‌ها به محیط





مکانیسم دم و بازدم

دم

فرایندی **فعال** است که در اثر افزایش حجم قفسهٔ سینه رخ می‌دهد ← انواع دم:

- دم عادی:
  - انقباض دیافراگم و مسطح شدن آن رخ می‌دهد ← عامل اصلی دم **عادی** می‌باشد.
  - انقباض ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی:
    - دنده‌ها را به خارج و بالا می‌برد.
    - جناغ را به جلو می‌برد.
  - فشار درون شش‌ها کاهش می‌یابد.
- دم عمیق:
  - علاوه بر عوامل دم عادی، انقباض ماهیچه‌های **گردنی** نیز حجم قفسهٔ سینه را بیشتر می‌کنند.
  - کمترین فشار هوا در درون شش‌ها وجود دارد.

بازدم

- بازدم عادی ← در اثر رفع انقباض و با به استراحت درآمدن دیافراگم (*گنبدی شکل*) و ماهیچهٔ بین‌دنده‌ای خارجی و بر اثر خاصیت کشسانی شش‌ها رخ می‌دهد.
- بازدم عمیق:
  - عوامل بازدم عادی در آن مؤثر است.
  - انقباض ماهیچهٔ بین‌دنده‌ای **داخلی** و ماهیچه‌های **شکمی** صورت می‌گیرد.
  - بیشترین فشار مایع جنب و هوای درون شش وجود دارد.

حجم‌های تنفسی

- با دستگاه دم‌سنج (*اسپیرومتر*) هوای ورودی یا خروجی از شش‌ها را اندازه می‌گیرند که به نمودار آن دم‌نگاره (*اسپیروگرام*) می‌گویند.
- تحلیل اسپیروگرام (*دم‌نگاره*) در تشخیص درست بیماری‌های ششی کاربرد دارد.
- هر حجم تنفسی فقط شامل یک هوا در دم یا بازدم می‌باشد.

حجم هوای جاری
- هوایی حدود ۵۰۰ میلی‌لیتر است که در دم عادی **یا** بازدم عادی در شش‌ها وارد یا خارج می‌شود.

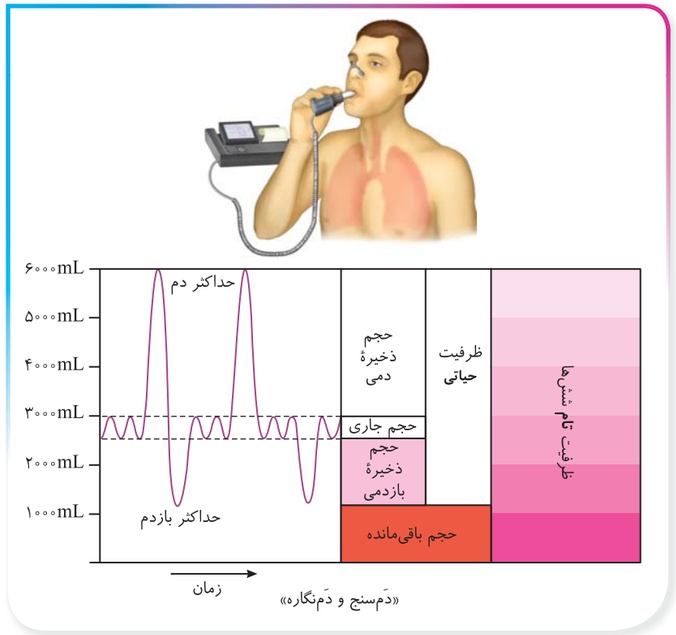
حجم هوای ذخیرهٔ دمی
- هوایی که پس از دم معمولی، می‌توانیم با دم عمیق و انقباض ماهیچه‌های **گردنی** به شش‌ها وارد کنیم (*حدود ۳۰۰۰ میلی‌لیتر*).

حجم هوای ذخیرهٔ بازدمی
- هوایی که پس از یک بازدم معمولی، می‌توان با انقباض ماهیچه‌های شکمی و بین‌دنده‌ای داخلی، طی بازدم عمیق از شش‌ها خارج کرد (*حدود ۱۵۰۰ میلی‌لیتر*).

حجم هوای مرده
- هوایی حدود ۱۵۰ میلی‌لیتر که بخشی از هوای جاری دمی بوده که در بخش **هادی** تنفسی باقی می‌ماند و به بخش مبادله‌ای شش‌ها نمی‌رسد.
- در بخش مبادله‌ای تنفس وجود ندارد و مقدار آن در هر نفس ثابت است.

حجم هوای باقی‌مانده
- هوایی حدود ۱۰۰۰ میلی‌لیتر است که حتی با بازدم عمیق هم از شش‌ها خارج نمی‌شود.
- وجود آن به دلیل کمتر بودن فشار مایع جنب از فشار هوای جو می‌باشد.
- حبابک‌ها را **همواره** باز نگه می‌دارد.
- تبادل گازها را در فاصلهٔ **بین دو تنفس** ممکن می‌کند.
- در اثر ایجاد سوراخ در قفسهٔ سینه خارج می‌شود.

- مقدار هر حجم تنفسی در فرد سالم، به سن و جنس او بستگی دارد.



«دَم‌سنج و دَم‌نگاره»

ظرفیت‌های تنفسی

- مجموعه دو یا چند حجم از هواهای موجود در حجم تنفسی می‌باشد.

ظرفیت حیاتی
- مقدار هوایی که پس از یک دم عمیق، می‌توانیم با یک بازدم عمیق از شش‌ها خارج کنیم.
- مجموعه هوای جاری، ذخیرهٔ دمی و ذخیرهٔ بازدمی می‌باشد که حدود ۵۰۰۰ میلی‌لیتر می‌باشد.

ظرفیت تام
- ظرفیت شش‌های افراد مختلف، متفاوت می‌باشد.
- کل هوای درون شش‌ها، پس از عمل دم عمیق می‌باشد.
- حدود ۶۰۰۰ میلی‌لیتر معادل مجموع ظرفیت حیاتی و هوای باقی‌مانده می‌باشد.

ظرفیت کل دستگاه تنفس
- مجموعه ظرفیت تام شش‌ها و ۱۵۰ سی‌سی هوای مرده در بخش هادی تنفسی می‌باشد.

هواهای تنفسی در دقیقه

حجم تنفسی در دقیقه
- هوای جاری (۵۰۰cc) × تعداد تنفس در دقیقه

حجم هوای مرده در دقیقه
- هوای مرده (۱۵۰cc) × تعداد تنفس در دقیقه

حجم هوای مبادله شده در دقیقه
- تفاضل حجم تنفسی از حجم هوای مرده در دقیقه می‌باشد. (*هرچه این حجم بالاتر باشد، تنفس بهینه‌تر می‌باشد.*)

تکلم

- چین‌خوردگی‌های **مخاط حنجره** به سمت داخل سبب ایجاد پرده‌های صوتی شده است.
- هوای بازدمی، سبب ارتعاش پرده‌های صوتی شده که این پرده‌ها، تولید صدا می‌کنند.
- واژه‌سازی به وسیلهٔ لب‌ها و دهان (*زبان و دندان‌ها*) صورت می‌گیرد.

ورود ذرات خارجی یا گازهای مضر به مجاری تنفسی

محرک

سرفه
- خروج هوای پرفشار از **دهان** می‌باشد.
- زبان کوچک به **بالا** رفته، راه بینی را می‌بندد.
- در افراد سیگاری که یاخته‌های مژه‌دار از بین رفته‌اند
  - با سرفه مواد خارجی را خارج می‌کنند.
  - سرفه‌های مکرر دارند.

عطسه
- خروج هوای پرفشار از **بینی** یا **دهان** می‌باشد.
- زبان کوچک **پایین** می‌آید، راه بینی باز می‌شود.

عوامل مؤثر در تنظیم تنفس

در ابتدا دقت کنید که ماهیچه‌ها برای به انقباض درآمدن به تحریک عصبی نیاز دارند ولی برای به استراحت درآمدن نیازی به پیام عصبی ندارند.

مراکز عصبی تنفس

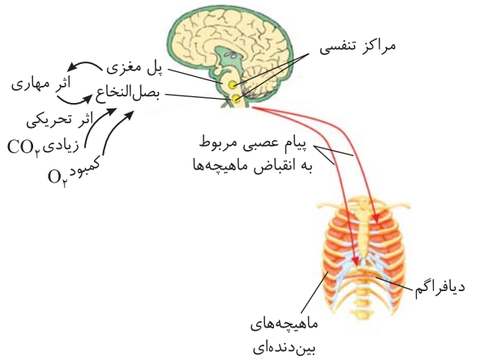
بصل‌النخاع (مرکز پایینی)
- دستور حرکتی شروع عمل دم برای انقباض دیافراگم و بین‌دنده‌ای خارجی را می‌دهد.
- تحریک آن سبب افزایش آهنگ تنفسی می‌شود.

پل مغزی (مرکز بالایی)
- با اثر بر مرکز تنفسی در بصل‌النخاع، سبب خاتمه عمل دم می‌شود.
- مدت زمان دم و لحظهٔ توقف آن را تنظیم می‌کند.
- در حقیقت در شرایطی پل مغزی به بصل‌النخاع پیام می‌دهد تا دم را متوقف کند. ← بصل‌النخاع نیز پیامی به ماهیچه‌های دمی نمی‌دهد ← این ماهیچه‌ها به استراحت درمی‌آیند و دم خاتمه می‌یابد.

در هنگام بلع
- ورود غذا به حلق ← مرکز عصبی بلع در بصل‌النخاع فعالیت مرکز تنفسی بصل‌النخاع را متوقف می‌کند.

عوامل شیمیایی مؤثر در آهنگ تنفس

- زیادی CO_2 خون و کاهش O_2 خون با اثر نهایی بر بصل‌النخاع، سبب انقباض دیافراگم و ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی برای عمل دم می‌شود.



«تنظیم عصبی تنفس»

گفتار ۳ تنفس و تبادلات گازی در جانداران مختلف

ساختارهای ویژه تنفسی

۱ تنفس نایدیسی
- در بی‌مهرگان خشکی‌زی مثل حشرات وجود دارد.
- دستگاه گردش مواد آن‌ها نقشی در انتقال گاز تنفسی ندارد.
- لوله‌های منشعب و مرتبط به هم دارند که از طریق منافذ تنفسی به سطح بدن راه دارند.
- انشعابات انتهایی نایدیس‌ها در کنار **تمام** یاخته‌های بدن قرار می‌گیرند و بن‌بست می‌باشند.
- مایع درون انشعابات انتهایی لوله‌ها، سبب تبادلات گازی با یاخته‌ها می‌شوند.
- گازهای تنفسی وارد همولنف جانور نمی‌شوند. چون با انتشار بین نایدیس و یاخته‌ها تبادل خواهند شد.
- خون تیره و روشن و انتقال گاز تنفسی در سیستم گردش خون باز آن‌ها وجود ندارد.
- لوله‌های متصل به منافذ ابتدای نایدیس به هم متصلند و انشعابات از زیر آن‌ها شروع می‌شوند.

۲ تنفس پوستی

در کرم خاکی
- بی‌مهره‌ای با گردش خون **بسته** است که در محیط **مرطوب** زندگی می‌کند.
- پوستی دارای شبکهٔ مویرگی **زیرپوستی** فراوان دارد.
- گازها را با هوای درون فضاهای خالی بین ذرات خاک تبادل می‌کند.

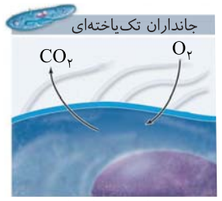
در دوزیستان
- تبادلات گازی را از راه پوست نیز انجام می‌دهند.
- پوست دوزیست ساده‌ترین ساختار تنفسی در **مهره‌داران** می‌باشد.
- قورباغه‌ها، شبکهٔ مویرگی زیرپوستی **یکنواخت** و وسیع برای تبادل گاز دارند.

۳ تنفس آبششی

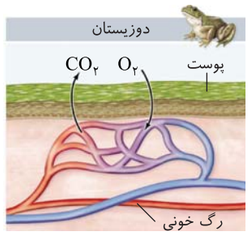
ساده‌ترین نوع (پراکنده)
- آبشش در ستارهٔ دریایی است (*جانور مورد مطالعه ایلیا مچنیکو*)
- برجستگی‌های کوچک و پراکنده **پوستی** هستند.
- کانال حاوی مایعات در زیر برجستگی‌ها به هم راه دارد.

آبشش‌های متمرکز
- در نواحی خاصی از بدن (*اغلب دو طرف سر*) قرار دارند.
- ماهیان و نوزاد دوزیستان آبشش دارند ← آبشش آن‌ها رشته‌ها و کمان آبششی دارد.
- جهتِ حرکتِ خون در مویرگ‌ها و عبور آب در اطراف تیغه‌های آبششی برخلاف یکدیگر می‌باشد.
- رشته‌های آبششی در کمان آبششی با طول تقریباً یکسان قرار گرفته‌اند (*آب از دهان به آن‌ها وارد می‌شود*).
- به کمان آبششی دو سرخرگ پشتی و شکمی متصل است.
- دو طرف تیغه‌ها مویرگ‌های آبششی برای تبادل گازها وجود دارند.

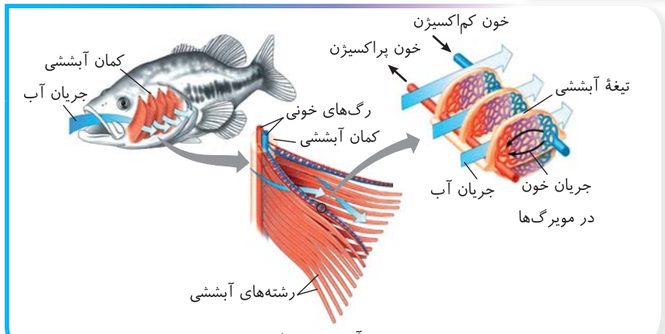
تک‌یاخته‌ای‌ها و جانوران پریاخته‌ای مثل اسفنج‌ها، مرجان‌ها (*هیدر*) و کرم پهن (*مثل کرم کدو*)
- یاخته‌ها، مستقیماً با محیط به تبادل گاز تنفسی می‌پردازند.
- ساختار ویژه تنفسی ندارند.
- سطح یاخته و محیط زیست مرطوب نیاز دارند.



«تنفس از طریق انتشار در تک‌یاخته‌ای‌ها و هیدر»



«تنفس پوستی»



«تنفس آبششی در ماهی»

۴ تنفس شُشی

- در برخی نرم‌تنان (*بن‌مصره مثل حلزون*)، شش وجود دارد.
- مهره‌داران خشکی‌زی دارای شش می‌باشند.
- بیشتر جانوران با **سازوکار تهویه‌ای**، جریان پیوسته از هوای تازه را در مجاورت سطح تنفسی شُشی خود قرار می‌دهند.

انواع سازوکار تهویه‌ای مهره‌داران

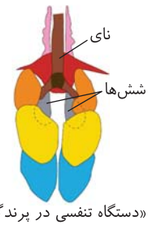
پمپ فشار مثبت

- در دوزیستان مثل قورباغه دیده می‌شود.
- هوا را با فشار از حفرهٔ دهانی وارد شش‌ها می‌کنند.
- قورباغه‌ها با بینی باز، هوا را در حفرهٔ دهانی خود جمع می‌کنند ← در این حالت شش‌ها کوچک هستند.
- قورباغه‌ها با بینی بسته، به کمک ماهیچه‌های دهان و حلق، هوا را پرفشار و با قورت دادن وارد شش‌ها می‌کنند.

«پمپ فشار مثبت در قورباغه»

پمپ فشار منفی و تنفس پرندگان

- در انسان دیده می‌شود که ابتدا شش‌ها باز شده و با فشار منفی و مکش، هوای جو را به درون خود می‌کشند.
- پرندگان به دلیل پرواز انرژی بیشتری از سایر مهره‌داران مصرف می‌کنند و اکسیژن بیشتری نیاز دارند.
- پرندگان علاوه بر شش‌ها، دارای ۹ عدد کیسهٔ هوادار در خارج شش‌ها برای ذخیرهٔ هوا می‌باشند.
- کیسه‌های هوادار، کارایی تنفس پرنده را نسبت به پستاندار بالا می‌برند. این کیسه‌ها به شش متصلند.



«دستگاه تنفسی در پرندگان»

نکات شش گوسفند

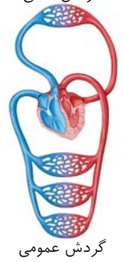
- همانند شش‌های انسان، در سمت راست بزرگ‌تر و دارای سه لوب ولی شش چپ کوچک‌تر و دارای دو لوب می‌باشد.
- در نای این جانور، قبل از دو نایژهٔ اصلی، یک انشعاب سوم هم مشاهده می‌شود که به شش راست می‌رود.
- در نایژه برخلاف نای، غضروف‌های C‌مانند وجود ندارد.
- غضروف‌های نایژه‌ای ابتدا به صورت حلقهٔ کامل و سپس به صورت قطعه‌قطعه می‌باشد.
- درون شش:
  - نایژه‌ها به دلیل وجود غضروف، در مقایسه با رگ‌های خونی لبهٔ زبری دارند.
  - سرخرگ‌ها دیوارهٔ محکم‌تری نسبت به سیاهرگ‌ها دارند و دهانهٔ همیشه باز دارند.
  - دهانهٔ سیاهرگ‌ها در نبود خون، به دلیل استحکام کمتر، بسته می‌شوند.

گفتار ۱

انواع گردش خون انسان

گردش عمومی
- هدف: انتقال خون در سراسر بدن می‌باشد.
- مسیر: **بطن چپ** ← خون روشن ← سرخرگ آئورت ← سراسر بدن ← (تبادل) خون تیره ← بزرگ سیاهرگ‌های زیرین و زبرین ← **دهلیز راست**

گردش ششی
- هدف: تصفیه خون در ششها می‌باشد و خون آن از قفسهٔ سینه خارج نمی‌شود.
- مسیر: **بطن راست** ← خون تیره ← سرخرگ ششی ← شش‌ها ← (تبادل) خون روشن ← چهار سیاهرگ ششی ← **دهلیز چپ**
- سرخرگ ششی که به سمت شش سمت راست می‌رود از زیر قوس آئورت عبور می‌کند.



«گردش خون عمومی و ششی»

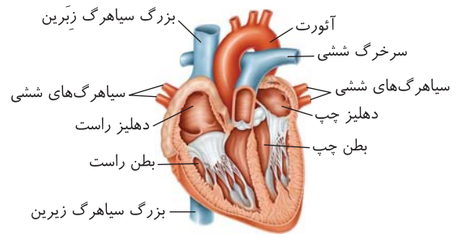
حفرات قلب

دهلیز راست
- خون تیره را از دو بزرگ سیاهرگ زیرین و زبرین و سیاهرگ اکلیلی دریافت می‌کند.
- خون خود را در هنگام استراحت عمومی و انقباض دهلیزها، از راه دریچهٔ سه‌لختی به بطن راست می‌دهد.
- در دیوارهٔ پشتی خود دو گرهٔ سینوسی دهلیزی و دهلیزی بطنی دارد.
- حاوی مسیرهای بین‌گرهی می‌باشد.

دهلیز چپ
- خون روشن را از چهار سیاهرگ ششی گرفته و توسط دریچهٔ دولختی (*میترال*) به بطن چپ می‌دهد.
- دسته تارهای دهلیزی متصل به گرهٔ سینوسی دهلیزی در آن قرار دارد.

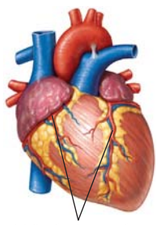
بطن راست
- خون تیره را از طریق دریچهٔ سه‌لختی از دهلیز راست می‌گیرد.
- خون تیره را با انقباض خود از طریق دریچهٔ سینی ششی وارد سرخرگ ششی می‌کند.

بطن چپ
- خون روشن را از طریق دریچهٔ دولختی از دهلیز چپ می‌گیرد.
- قطورترین ماهیچه را دارد و انقباض آن خون را در بدن پخش می‌کند.
- خون روشن را از طریق دریچهٔ سینی آئورتی وارد سرخرگ آئورت می‌کند.



«بخش‌های قلب و رگ‌های متصل به آن»

تأمین اکسیژن و مواد مغذی ماهیچه قلب
- خون درون حفرات قلب نمی‌تواند **همهٔ** نیازهای تنفسی و غذایی قلب را برآورده کند.
- ماهیچه قلب از سرخرگ**های** اکلیلی (*کرونری*) که از آئورت منشعب شده‌اند، غذا و O_2 می‌گیرد.
- خون تیره تبادل شده در یاخته‌های قلبی با هم یکی شده و توسط **یک** سیاهرگ کرونری (*اکلیل*) به دهلیز **راست** می‌ریزد.
- بسته شدن سرخرگ‌های اکلیلی توسط لخته یا سخت شدن دیوارهٔ آن‌ها با رسوب کلسترول *LDL* یا... (*تصلب شرایین*) ← نرسیدن O_2 به ماهیچه قلب ← سکته یا حمله قلبی
- دو ورودی سرخرگ اکلیلی بالای دریچهٔ سینی، در ابتدای سرخرگ آئورت می‌باشد.



«رگ‌های اکلیلی قلب»

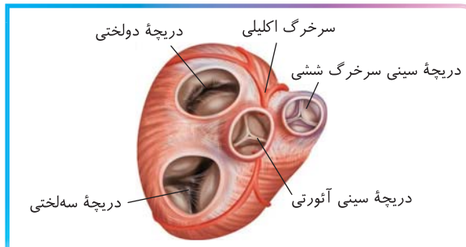
دریچه‌های قلب
- سبب یک‌طرفه شدن جریان خون در قلب یا خروج از قلب می‌شوند.
- دریچه‌های قلبی بافت **پوششی** چین‌خورده هستند که **بافت پیوندی** سبب استحکام آن‌ها می‌شود.
- این دریچه‌ها فاقد بافت ماهیچه‌ای هستند و فقط با **تفاوت فشار جریان خون** دو طرف آن‌ها و ساختار خاص خود، باز و بسته می‌شوند.
- دریچه‌های قلبی توسط بافت پیوندی **رشته‌ای** به استحکام می‌رسند ولی جنس خود دریچه از بافت پوششی می‌باشد.
- دریچه‌ها از جنس بافت پوششی ولی بنداره‌ها از جنس بافت ماهیچه‌ای و حلقوی‌شکل می‌باشند.

انواع دریچه‌ها در قلب

دریچه‌های دهلیزی بطنی
- سمت چپ ← دریچه دولختی (*میترال*)
  - از دو قطعه آویخته شده است.
  - در هنگام انقباض بطن‌ها، مانع بازگشت خون روشن به دهلیز چپ می‌شود.
- سمت راست ← دریچه سه‌لختی
  - در هنگام انقباض بطن‌ها، مانع برگشت خون تیره به دهلیز راست می‌شود.
  - بین دهلیز و بطن راست قرار دارد و از سه قطعه آویخته شده است.
  - در جلوی گرهٔ دهلیزی بطنی قرار دارد و بزرگ‌ترین دریچه می‌باشد.
- بسته شدن آن‌ها در ابتدای انقباض بطن‌ها سبب ایجاد صدای اول قلب می‌شود.

دریچه‌های سرخرگی (سینی‌ها)
- سینی آئورتی
  - در ابتدای سرخرگ آئورت می‌باشد.
  - در استراحت بطن‌ها، مانع برگشت خون روشن به بطن چپ می‌شود.
- سینی ششی
  - در ابتدای سرخرگ ششی می‌باشد و کوچک‌ترین دریچه می‌باشد.
  - در استراحت بطن‌ها، مانع برگشت خون تیره از سرخرگ ششی به بطن راست می‌شود.
- همگی سه‌قسمتی هستند.
- بسته شدن آن‌ها در ابتدای مرحلهٔ استراحت عمومی، سبب ایجاد صدای دوم قلب می‌شود.

دریچه‌های دهلیزی بطنی
- طبق شکل مقابل دریچهٔ سینی ششی به سینی آئورتی نزدیک‌تر از دریچه‌های دهلیزی بطنی می‌باشد.
- طبق شکل مقابل در بین دریچه‌های سینی، دریچهٔ سینی آئورتی به دریچه‌های دهلیزی بطنی نزدیک‌تر می‌باشد.



«دریچه‌های قلب»

صداهای قلبی

- با قرار دادن گوشی پزشکی یا گوش معمولی روی سمت چپ قفسهٔ سینه قابل شنیدن می‌باشد.
- این صداها مربوط به **بسته** شدن دریچه‌ها می‌باشد که نوع صدا و نظم آن‌ها برای پزشک، بسیار معنادار است.

صداهای طبیعی قلب

صدای اول

- صدایی قوی، گنگ، کشیده و طولانی‌تر از صدای دوم به حالت صدای **پووم** می‌باشد.
- در اثر بسته شدن دریچه‌های دو و سه‌لختی در ابتدای انقباض بطن‌ها شنیده می‌شود.
- نزدیک به ثبت موج QRS می‌باشد که هنوز بطن‌ها پرخون هستند.
- بعد از شنیدن این صدا، دریچه‌های سینی باز شده و خون از بطن‌ها خارج می‌شود.

صدای دوم

- صدایی واضح‌تر و کوتاه‌تر از صدای اول و به حالت صدای تاک می‌باشد.
- در اثر بسته شدن دریچه‌های سینی در شروع مرحلهٔ استراحت عمومی شنیده می‌شود.
- هم‌زمان با پایان ثبت موج T می‌باشد که بطن‌ها کم‌خون شده‌اند.
- نیروی برگشت خون سرخرگ‌های متصل به قلب به سمت بطن، سبب ایجاد آن می‌شود.
- بعد از شنیدن این صدا، دریچه‌های دهلیزی بطنی باز شده و خون جمع شده در حفرهٔ دهلیزها وارد بطن‌ها می‌شود.

صداهای غیرعادی قلب

- در برخی بیماری‌ها ایجاد می‌شوند.
- اختلال در ساختار دریچه‌ها و بزرگ شدن قلب از علل ایجاد آن‌ها است.
- نقایص مادرزادی مثل کامل نشدن دیوارهٔ میانی حفره‌های قلب می‌تواند سبب آن شود.

ساختار بافتی در قلب

لایهٔ خارجی ← دو لایه حاوی بافت پیوندی رشته‌ای و پوششی سنگ‌فرشی دارد.

لایه خارجی (پیراشامه)

- در اثر برگشتن برون‌شامه روی خودش ایجاد شده است.
- از خارج توسط بافت پیوندی رشته‌ای ضخیم به قفسهٔ سینه متصل است.
- از داخل توسط بافت پوششی نازک خود با مایع آبشامه‌ای در تماس است.

لایه داخلی (برون‌شامه)

- از داخل توسط بافت پیوندی به بافت ماهیچه‌ای قلب متصل است.
- از خارج توسط بافت پوششی سنگ‌فرشی خود با مایع (آبشامای) در تماس می‌باشد.

- بین پیراشامه و برون‌شامه، فضای حاوی مایع برای حفاظت و کمک به حرکت روان قلب وجود دارد.

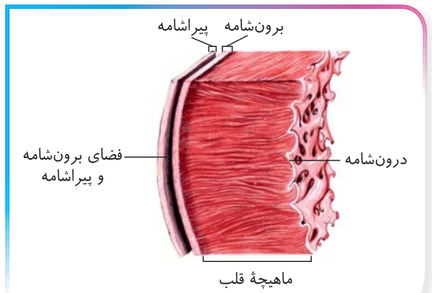
ماهیچه قلب

- **ضخیم‌ترین** لایه دیوارهٔ قلب می‌باشد.
- بیشتر از یاخته‌های بافت ماهیچه قلبی تشکیل شده است ← اغلب تک‌هسته‌ای و برخی دوهسته‌ای به همراه صفحات بینابینی ارتباطی می‌باشند.
- بین یاخته‌های ماهیچه‌ای آن بافت پیوندی رشته‌ای (مترآکم) وجود دارد.

پیوندی

- پیوندی رشته‌ای بین یاخته‌های میوکاردی است.
- رشته‌های کلاژن **ضخیم** دارد.
- بسیاری از یاخته‌های ماهیچه‌ای به کلاژن ضخیم این بافت چسبیده است.
- باعث استحکام دریچه‌های قلبی می‌شود.

- رشته‌های عصبی **خودمختار** نیز در بین یاخته‌های لایهٔ ماهیچه‌ای قرار دارد چون تنظیم قلب به این اعصاب نیز وابسته است.



«ساختار بافتی قلب»

سطح داخلی حفره‌های قلبی (درون‌شامه)

- لایه نازکی سنگ‌فرشی ساده به نام درون‌شامه دارد.
- در تماس با خون حفرات قلبی می‌باشد.
- در تشکیل بافت پوششی دریچه‌های قلبی مؤثر است.
- توسط یک لایهٔ پیوندی به ماهیچهٔ قلب از خارج وصل می‌شود (*این لایهٔ پیوندی جزئی از درون‌شامه نمی‌باشد*).

انواع بافت‌های اصلی در ساختار لایه‌های قلب

لایهٔ خارجی

- بافت پیوندی رشته‌ای دارد.
- بافت پوششی سنگ‌فرشی دارد.

ماهیچهٔ قلب

- بافت ماهیچهٔ قلبی دارد.
- بافت پیوندی رشته‌ای دارد.
- بافت عصبی دارد.

درون‌شامه

- فقط بافت پوششی سنگ‌فرشی ساده دارد.

ساختار ماهیچه‌ای در قلب

ویژگی کلی یاخته‌های ماهیچه‌ای در قلب

- ترکیبی از ویژگی‌های ماهیچه صاف و اسکلتی را دارند.
- همانند ماهیچه اسکلتی، ظاهری مخطط با واحدهای انقباضی منظم و خطوط تیره و روشن دارند.
- انقباض آن‌ها همانند ماهیچه صاف، غیرارادی و تحت کنترل اعصاب **خودمختار** می‌باشد.
- یاخته‌های آن‌ها بیشتر تک‌هسته‌ای و تعدادی نیز دوهسته‌ای می‌باشند.
- بین یاخته‌ها، از راه صفحات بینابینی (*درهم رفته*) ارتباط یاخته‌ای وجود دارد.
- صفحات بینابینی سبب انتقال پیام انقباض و استراحت این یاخته‌ها به همدیگر می‌شود ← قلب مانند یک تودهٔ یاخته عمل می‌کند.
- در محل ارتباط دهلیزها به بطن‌ها، بافت **پیوندی عایق** وجود دارد تا پیام الکتریکی فقط از بافت ماهیچه‌ای **گرهی** یا شبکهٔ هادی قلب منتقل شود ← سبب عدم انقباض هم‌زمان دهلیزها و بطن‌ها می‌شود.

انواع کارایی یاخته‌های ماهیچه‌ای در قلب

یاخته‌های انقباضی غیرگرهی

- بیشتر یاخته‌های قلب را شامل می‌شوند.
- قدرت تولید پیام الکتریکی و زنش خودکار ندارند.
- تحت فرمان بافت گرهی قلب، به‌طور منظم منقبض می‌شوند.
- شدت فعالیت آن‌ها تحت کنترل اعصاب سمپاتیک (*خودمختار*) زیاد می‌شود.

اجزاء

شبکهٔ هادی قلب

- تعداد کمی از یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب را شامل می‌شوند.
- برای تحریک طبیعی قلب، اختصاص و تمایز یافته‌اند.
- به صورت شبکه‌ای از رشته‌ها و گره‌های ماهیچه‌ای در بین یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب معمولی قرار دارند.
- به کل رشته‌ها و گره‌های آن‌ها، شبکهٔ **هادی** قلب می‌گویند که با یاخته‌های دیگر ماهیچه‌ای در ارتباط هستند.
- شروع‌کننده ضربان قلب و جریان الکتریکی با سرعت بالا در سراسر قلب می‌باشند.

گره‌های قلبی

- گره اول (*سینوسی دهلیزی*)
  - در دیوارهٔ **پشتی** دهلیز راست و **زیر** منفذ بزرگ سیاهرگ **زیرین** می‌باشد.
  - از گره دیگر بزرگ‌تر و شروع‌کننده تکانه‌های قلبی می‌باشد.
  - گره پیشاهنگ یا ضربان‌ساز است و پیام الکتریکی را وارد دهلیزها می‌کند.
- گره دوم (*دهلیزی بطنی*)
  - در دیوارهٔ **پشتی** دهلیز راست و **عقب** دریچه **سه‌لختی** می‌باشد.
  - پیام الکتریکی را توسط مسیرهای بین‌گرهی از گره اول گرفته و به بطن‌ها وارد می‌کند.

«شبکهٔ هادی قلب»

رشته‌ها یا دسته تارهای تخصص‌یافتهٔ گرهی

- **دسته تارهای بین دو دهلیز**
  - پیام الکتریکی را از گره پیشاهنگ به سمت دهلیز چپ پخش می‌کند.
  - فقط به گرهٔ سینوسی دهلیزی متصلند.
  - در انتهای خود انشعاب دارد.
- **مسیرهای بین‌گرهی**
  - تارهایی هستند که پیام الکتریکی گره پیشاهنگ را با سرعت **زیاد** به گره دهلیزی بطنی می‌دهند.
  - ارتباط یاخته‌ای آن‌ها تنگاتنگ می‌باشد و در دهلیز راست واقع می‌باشند.
  - سه دسته تار متصل به هر دو گره هستند.
  - پیام الکتریکی را به صورت نزولی منتقل می‌کنند.
- **دسته تارهای بطنی**
  - ابتدا از گره دهلیزی بطنی در دیوارهٔ **بین دو بطن** وجود دارند ← پیام را نزولی منتقل می‌کنند.
  - تارهای بین بطنی در دیوارهٔ بین دو بطن، ابتدا **دو شاخه** چپ و راست می‌شوند و تا پایین قلب می‌روند.
  - هر تار پس از دو شاخه شدن، به سمت پایین و نوک قلب می‌رود.
  - تارهای بطنی از پایین قلب، به سمت بالا و اطراف دو بطن آمده و تا لایه عایق بین بطن‌ها و دهلیزها ادامه می‌یابند.
  - در طی مسیر خود از نوک قلب به سمت بالا، انشعابات ریزی دارند که به درون دیوارهٔ بطن‌ها گسترش می‌یابند.

- فرستادن پیام از گرهٔ دهلیزی بطنی به درون بطن، با فاصلهٔ زمانی انجام می‌شود ← تا بطن‌ها به‌طور کامل پرخون شوند.

در بطن‌ها

- پیام الکتریکی ← ابتدا از بالا به پایین و سپس از پایین (*نوک*) به بالا می‌رود.
- انقباض مکانیکی ← از قسمت پایین آن‌ها شروع می‌شود و به بالا ادامه می‌یابد.
- ابتدا پیام الکتریکی در دو بطن پخش می‌شود، سپس به انقباض درمی‌آیند.

چرخهٔ ضربان قلبی (مکانیکی)

- تقریباً هر ثانیه، یک ضربان قلب وجود دارد ← ماهیچهٔ قلبی برخلاف ماهیچهٔ اسکلتی، استراحت **پیوسته** ندارد.
- استراحت (*دیاستول*) و انقباض (*سیستول*) قلب به‌طور **متناوب** صورت می‌گیرد که به آن چرخه یا دورهٔ قلبی می‌گویند.
- در طی هر چرخه، قلب توسط ۷ سیاهرگ پر می‌شود و سپس با انقباض بطن‌ها، خون از طریق دو سرخرگ اصلی از قلب خارج می‌شود.

مراحل چرخه

انبساط قلب (استراحت عمومی)

- حدود ۰/۴ ثانیه می‌باشد که تمام حفرات قلب در حال استراحت یا خون‌گیری هستند.
- خون تیرهٔ بزرگ سیاهرگ‌ها و سیاهرگ کرونری وارد دهلیز راست و خون روشن سیاهرگ‌های ششی وارد دهلیز چپ می‌شود.
- طی آن دریچه‌های دهلیزی بطنی، باز و سینی‌ها بسته هستند.
- با بسته شدن دریچه‌های سینی در ابتدای این مرحله، صدای دوم قلب شنیده می‌شود.
- در انتهای این مرحله، با عمل گرهٔ ضربان‌ساز، پیام الکتریکی وارد یاخته‌های دهلیزی شده و موج *P* شروع به ثبت شدن می‌کند.

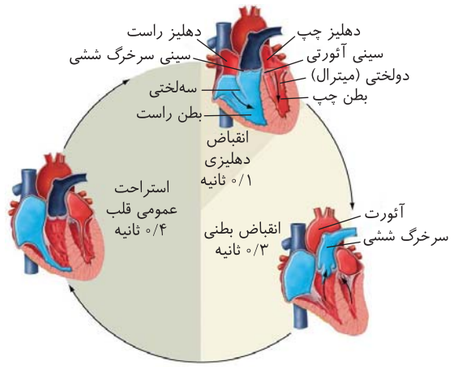
انقباض دهلیزها

- حدود ۰/۱ ثانیه است و بسیار زودگذر می‌باشد.
- با فعالیت گره پیشاهنگ، منقبض شده تا خون درون حفرات خود را وارد بطن‌ها کند و بطن‌ها به‌طور کامل پرخون شوند.
- طی آن دریچه‌های دهلیزی بطنی باز و سینی‌ها بسته هستند.
- خون از قلب خارج نمی‌شود.
  - همانند مرحلهٔ استراحت عمومی
- موج *QRS* در انتهای آن شروع به ثبت شدن می‌کند.

انقباض بطن‌ها

- مرحلهٔ ۰/۳ ثانیه‌ای برای خروج خون از قلب و سیستول اصلی قلب می‌باشد.
- دریچه‌های دهلیزی بطنی در ابتدای آن بسته می‌شود و صدای اول قلب شنیده می‌شود.
- دریچه‌های سینی در این مرحله باز شده و خون بطن‌ها به صورت پرفشار از طریق سرخرگ‌ها به سراسر بدن می‌رسد.
- از اواسط این مرحله شروع ثبت موج الکتریکی *T* صورت می‌گیرد.
- انقباض آن‌ها از قسمت پایین آن‌ها و تحت کنترل تارهای گرهی بطنی شروع شده و به سمت بالا ادامه می‌یابد.

مرحله	دهلیزها	بطن‌ها
انقباض دهلیزها	به انقباض درمی‌آیند.	در استراحت می‌مانند.
انقباض بطن‌ها	به استراحت درمی‌آیند.	به انقباض درمی‌آیند.
استراحت عمومی	در استراحت می‌مانند.	به استراحت درمی‌آیند.



«مراحل چرخهٔ ضربان قلب»

حجم ضربه‌ای

- مقدار حجم خونی می‌باشد که در هر انقباض بطنی، از یک بطن خارج شده و وارد یک سرخرگ اصلی می‌شود.

برون‌ده قلبی

- حاصل‌ضرب حجم ضربه‌ای در تعداد ضربان قلب در **دقیقه** می‌باشد.
- متناسب با سطح فعالیت بدن تغییر می‌کند.
- عوامل مؤثر در تغییر آن
  - سوخت‌وساز پایه بدن (*اثر هورمون‌های تیروئیدی*)
  - مقدار فعالیت بدن
  - سن و اندازه بدن
- میانگین برون‌ده قلبی یک بزرگسال در حالت **استراحت**، حدود ۵ لیتر می‌باشد. ← ۷۰*cc* حجم ضربه‌ای ضربدر ۷۰ بار تعداد ضربان قلب حدود ۵ لیتر برون‌ده قلبی می‌شود.

فعالیت الکتریکی قلب (چرخهٔ الکتریکی قلب)

- یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی، در هنگام چرخهٔ ضربان قلب، فعالیت الکتریکی دارند که می‌توان اثر آن‌ها را از روی پوست به صورت منحنی نوار قلب (*ECG*) ثبت کرد.

موج‌های الکتریکی قلب

موج *P*

- از انتهای مرحلهٔ استراحت عمومی و با عمل گره ضربان‌ساز به‌طور خودکار، شروع به ثبت شدن می‌کند.
- این موج برای به انقباض درآمدن ماهیچه دو دهلیز می‌باشد و در اثر فعالیت الکتریکی دهلیزها ثبت می‌شود.
- این موج وقتی که به پایان می‌رسد، دو دهلیز با هم منقبض شده و خون جمع شده در دیوارهٔ خود را وارد بطن‌ها می‌کنند.
- در کل مراحل ثبت آن دریچه‌های دهلیزی بطنی باز و سینی‌ها بسته می‌باشند.

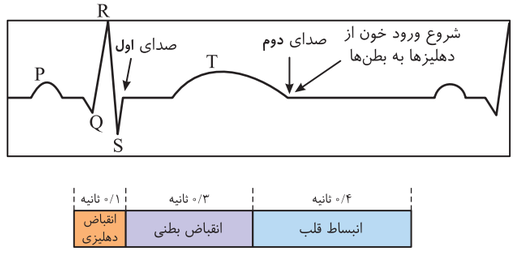
موج *QRS*

- موجی مربوط به فعالیت الکتریکی بطن‌ها و برای به انقباض درآمدن بطن‌ها می‌باشد.
- پس از ثبت کامل آن، پیام الکتریکی گره دهلیزی بطنی به‌طور هم‌زمان در دو بطن پخش شده و بطن‌ها کاملاً به سمت بالا منقبض می‌شوند.
- در هنگام ثبت آن، بطن‌ها در پرخون‌ترین حالت خود قرار دارند.

موج *T*

- در اثر خروج پیام الکتریکی از یاخته‌های بطنی ثبت می‌شود.
- موجی برای به استراحت درآمدن بطن‌ها می‌باشد.
- از اواسط مرحلهٔ انقباض بطن‌ها شروع به ثبت شدن می‌کند و فشار بطن با ثبت آن شروع به کاهش می‌کند.
- در طول ثبت آن، تغییری در وضعیت مکانیکی دهلیزها ایجاد نمی‌شود چون همواره در استراحت هستند.

- شکل، ارتفاع و فاصلهٔ منحنی‌ها در حالات و بیماری‌های مختلف، متفاوت می‌باشد.



«منحنی قلب‌نگاره»

گفتار ۲

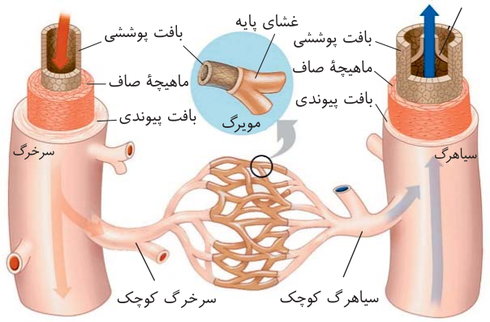
رگ‌های خونی

ساختار هرکدام از آن‌ها متناسب با کاری است که انجام می‌دهند.

ساختار دیوارهٔ رگ‌ها

رگ	لایه بیرونی	لایه میانی	لایه درونی
سرخرگ	پیوندی	ماهیچه صاف رشتهٔ کشسان زیاد	سنگ‌فرشی
مویرگ	ندارد	ندارد	سنگ‌فرشی ساده
سیاهرگ	پیوندی	ماهیچه صاف رشتهٔ کشسان زیاد	سنگ‌فرشی

- در زیر بافت پوششی همهٔ رگ‌ها، غشای پایه وجود دارد.
- ضخامت لایه ماهیچه‌ای و پیوندی در سرخرگ‌ها از سیاهرگ‌ها بسیار بیشتر است.
- سرخرگ‌ها در برش عرضی **بیشتر** گرد هستند.
- سیاهرگِ هم‌اندازه سرخرگ، دیوارهٔ نازک‌تر و حفرهٔ درونی بیشتر و گسترده‌تری دارد.



«مقایسهٔ انواع رگ‌های خونی و ساختار آن‌ها»

تکات سرخرگ‌ها

- خون را از قلب به سوی اندام‌ها می‌برند
  - فشار زیاد خون خارج شده از قلب را تحمل و هدایت می‌کنند.
  - سبب حفظ پیوستگی جریان خون و هدایت آن در بدن می‌شوند.
- با انقباض بطن‌ها، دیوارهٔ کشسان آن‌ها گشاد شده تا خون را در خود جای دهند.
- در استراحت بطن‌ها، دیوارهٔ کشسان سرخرگ‌ها با خاصیت ارتجاعی جمع شده و خون را با فشار در بدن جلو می‌برد.
- جریان خون منقطع خارج شده از قلب را در بدن به صورت پیوسته درمی‌آورند.
- تغییر حجم آن‌ها به دنبال هر انقباض بطن (*حجم ضربه‌ای*) به صورت موجی به نام نبض، احساس می‌شود.
- در سرخرگ‌های کوچک
  - با انقباض و انبساط ماهیچه‌های حلقوی دیوارهٔ خود ← عامل اصلی در تنظیم جریان خون مویرگ‌ها و بافت‌ها را ایجاد می‌کنند.
  - به نسبت انواع بزرگ، میزان لایه کشسان کمتر ولی ضخامت لایه ماهیچه‌ای بیشتر می‌باشد ← این ویژگی سبب عدم تغییر زیاد در قطر این رگ‌ها در برابر جریان خون می‌شود.
  - با وجود دهانه باریک خود
    - با انقباض ماهیچه حلقوی خود ← مقاومت بیشتری به عبور خون نشان می‌دهند ← خون کمتری در آن جریان می‌یابد.
    - با استراحت ماهیچه حلقوی خود ← مقاومت کمتری به عبور خون نشان می‌دهند ← خون بیشتری در آن جریان می‌یابد.
- بیشتر در بخش‌های **عمقی** بدن قرار دارند تا از عوامل جراحت محیطی در امان باشند.
- در اثر انقباض بطن‌ها و خاصیت کشسان و انقباضی خود سرخرگ‌ها ← فشار خون زیادی در این رگ‌ها ایجاد می‌شود.
- فشار خون، نیرویی است که خون درون رگ به دیوارهٔ رگ وارد می‌کند که در سرخرگ آئورت حداکثر میزان را دارد.
- فشار خون
  - فشار بیشینه (*ماکزیمم*) ← در اثر انقباض بطن‌ها روی سرخرگ‌ها ایجاد می‌شود.
  - فشار کمینه (*مینیمم*) ← در اثر استراحت عمومی با جمع شدن سرخرگ‌ها ایجاد می‌شود.
  - در اثر چاقی، تغذیه نامناسب، مصرف چربی و نمک زیاد، استرس، سابقه خانوادگی و دخانیات، بالا می‌رود.

تکات مویرگ‌ها

- فقط یک لایه بافت پوششی سنگ‌فرشی ساده و غشای پایه دارند ولی ماهیچهٔ صاف ندارند.
- کوچک‌ترین رگ‌های بدن هستند که به انتهای سرخرگ‌های کوچک متصلند و مسئول تبادل مواد بین خون و یاخته‌ها هستند.
- در ابتدای **برخی** از آن‌ها بنداره حلقوی از ماهیچه صاف وجود دارد که در موقع نیاز بافت، باز می‌شوند ← مقدار خون مورد نیاز بافت را تنظیم می‌کند.
- دیوارهٔ نازک پوششی و جریان خون کند دارند
  - شبکهٔ وسیعی در نزدیکی اغلب یاخته‌ها دارند.
  - این ویژگی امکان تبادل مواد در مویرگ‌ها را فراهم می‌کند.
- نزدیکی مویرگ‌ها به بافت‌ها (*حدود ۰/۰۲ میلی‌متر*) امکان مبادلهٔ سریع مولکول‌ها را طی انتشار آسان‌تر می‌کند.
- غشای پایهٔ سطح بیرونی آن‌ها، نوعی صافی محدودکنندهٔ عبور مولکول‌های بسیار درشت می‌باشد.

انواع مویرگ‌ها براساس نوع غشای پایهٔ آن‌ها

مویرگ‌های پیوسته

- ارتباط تنگاتنگی بین یاخته‌ها دارند.
- به‌طور مثال در **دستگاه عصبی مرکزی** وجود دارد.
- ورود و خروج مواد در آن‌ها به شدت تنظیم می‌شود.

مویرگ‌های منفذدار

- منافذ زیاد یاخته‌ای دارند ← لایه پروتئینی محدودکننده مولکول‌های درشت دارند.
- ضخیم‌ترین غشای پایهٔ مویرگ‌های بدن در نوع منفذدار گلومرول کپسول بومن کلیه دیده می‌شود.

مویرگ‌های ناپیوسته

- فاصلهٔ بین‌یاخته‌ای زیاد به صورت حفره‌های بین‌یاخته‌ای دارند.
- غشای پایه ناقص دارند ← به‌طور مثال در جگر دیده می‌شود.

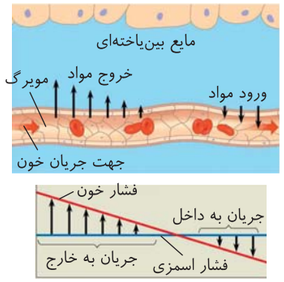
«پیوسته»

«منفذدار»

«ناپیوسته»

تبادل مواد در مویرگ‌ها

- مواد از **منافذ** غشایی یا بین‌یاخته‌ای مویرگ‌ها عبور می‌کنند.
- عامل آن اختلاف فشار میان درون و بیرون مویرگ می‌باشد.
- دو نیرو در آن مؤثر است
  - تفاوت فشار اسمزی خوناب و مایع بیرون رگ خونی
    - درون یا بیرون خون در اثر پروتئین‌ها و مواد محلول در آب ایجاد می‌شوند.
    - همواره درون خون فشار اسمزی بیشتری از بیرون آن دارد.
    - تفاوت فشار اسمزی درون و بیرون خون در طول مویرگ عدد ثابتی است.
    - این تفاوت فشار اسمزی، سبب ورود مواد به خون می‌شود.
    - تفاوت فشار اسمزی درون به بیرون خون در اثر وجود پروتئین‌های بیشتر در پلاسما ایجاد شده است.
  - فشار تراوشی
    - همان فشار خون است که از سمت سرخرگی یا ابتدای مویرگ به سمت سیاهرگی آن به تدریج کم می‌شود.
    - همواره سبب خروج مواد از جدار مویرگ می‌شود تا به مصرف یاخته‌ها برسد.
- به دلیل اینکه فشار تراوشی در طول مویرگ به تدریج کاهش می‌یابد
  - در ابتدای مویرگ (سمت سرخرگی) ← مقدار فشار تراوشی از اختلاف فشار اسمزی بیشتر می‌باشد ← مواد بیشتر تمایل به خروج از مویرگ دارند.
  - در وسط مویرگ ← مقدار فشار تراوشی و اختلاف فشار اسمزی تقریباً برابر می‌شود ← مقدار ورود و خروج مواد در رگ تقریباً برابر می‌شود.
  - در انتهای مویرگ (سمت سیاهرگی) ← مقدار اختلاف فشار اسمزی دو طرف رگ از فشار تراوشی درون رگ بیشتر می‌شود ← مواد بیشتر به رگ وارد می‌شود.



«جریان توده‌ای در مویرگ‌ها»

خیز یا ادم

- عواملی که فشار اسمزی پلاسما را کاهش می‌دهند
  - کمبود پروتئین‌های پلاسما
  - افزایش فشار درون سیاهرگ‌ها
  - ← بازگشت مواد به رگ را کاهش می‌دهند.
- عواملی که فشار خون یا فشار تراوشی درون رگ را می‌افزایند
  - مصرف زیاد نمک (زیادی سدیم)
  - مصرف کم مایعات
  - ← همگی سبب افزایش حجم مایع در خارج خون شده ← بخش‌هایی از بدن متورم شده و بیماری خیز یا ادم می‌دهد.
- مصرف زیاد نمک ← فشار اسمزی مایعات بدن ↑ ← مصرف آب ↑ ← فشار خون ↑
- مصرف کم مایعات ← بازجذب آب در کلیه ↓ ← دفع ادرار ↓ ← آب میان‌بافتی ↑

نکات سیاهرگ‌ها

- چون دیوارهٔ کم‌مقاومت و فضای داخلی وسیع دارند ← بیشتر حجم خون بدن را در خود جای داده‌اند.
- بیشتر آن‌ها که در دست‌ها و مناطق زیر قلب هستند، به سمت بالا و برخلاف نیروی گرانش زمین خون را به سمت قلب می‌برند ← این سیاهرگ‌ها فشار خون کمی دارند و به عوامل کمکی در جریان خون نیاز دارند.
- مهم‌ترین عامل در جریان خون سیاهرگی، باقی‌ماندهٔ فشار خون سرخرگی در آن‌هاست.

عوامل مؤثر در جریان خون سیاهرگی

تلمبهٔ ماهیچه اسکلتی

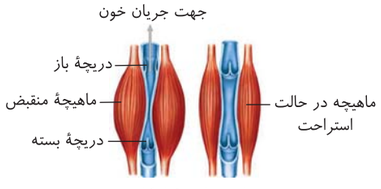
- در جریان خون سیاهرگ‌های عبوری از بین ماهیچه‌های دست‌ها، پاها، شکم و دیافراگم اهمیت زیادی دارد.
- انقباض ماهیچه اسکلتی ← قطور شدن ماهیچه ← تنگ شدن سیاهرگ ← جریان خون به سمت بالا ← خون به سمت قلب می‌رود.
- انقباض ماهیچه‌ها از پایین به سمت بالا صورت می‌گیرد و دریچهٔ لانه کبوتری بالایی را باز می‌کند.

دریچه‌های لانه کبوتری

- در سیاهرگ‌های دست‌ها و پاها وجود دارد و منشأ آن‌ها از لایه داخلی یا پوششی سیاهرگ‌ها می‌باشد.
- با انقباض ماهیچه اسکلتی ← دریچهٔ بالایی باز و پایینی بسته می‌ماند.
- با استراحت ماهیچه ← دریچهٔ بالایی نیز بسته می‌شود تا خون پایین نیاید.

فشار مکش قفسهٔ سینه

- در هنگام دم
  - دیافراگم با انقباض، پایین آمده و مسطح می‌شود.
  - قفسهٔ سینه به سمت جلو و بالا می‌رود.
  - ← فشار روی سیاهرگ قفسهٔ سینه کم می‌شود ← فشار مکش درون سیاهرگ قفسهٔ سینه ایجاد می‌شود ← خون به سمت بالا مکش می‌شود.



«تلمبه ماهیچهٔ اسکلتی»

دستگاه لنفی

- شامل لنف، رگ‌های لنفی، مجاری لنفی، گره‌های لنفی و اندام‌های لنفی می‌باشد ← لنف حاوی مواد متفاوت و گویچهٔ سفید و بیگانه‌خوارهاست.
- وظیفهٔ اصلی آن یکی تصفیه میکروب‌ها و دیگری برگرداندن آب و مواد دیگر به جریان خون است که در اثر جریان توده‌ای به مویرگ خونی برنگشته‌اند.
- این دستگاه در انتقال چربی‌ها و ویتامین‌های محلول در چربی جذب شده از روده و همچنین از بین بردن میکروب‌ها و یاخته‌های سرطانی نیز مؤثرند.

اجزا:

رگ‌های لنفی

- اندازه‌های متفاوتی دارند و حاوی مویرگ‌های نازک منفذدار می‌باشند که در متاستاز یا پخش یاخته سرطانی مؤثرند.
- تقریباً در سراسر بدن وجود دارند.
- مویرگ‌های لنفی، ته‌بسته‌اند ← لنف را با عبور از گره‌های لنفی به رگ‌های لنفی بزرگ‌تر می‌رسانند ← دو مجرای لنفی اصلی راست (*نازک‌تر*) و چپ (*ضخیم‌تر*) در بالای دیافراگم ← به سیاهرگ‌های بزرگ زیرترقوه‌ای چپ و راست می‌ریزند ← در نهایت لنف کل بدن وارد سیاهرگ خونی بزرگ زبرین می‌شوند
- لنف بالا و پایین قلب همگی از راه بزرگ سیاهرگ زبرین وارد قلب می‌شوند.
- لنف چشم و پاها هر دو از بزرگ سیاهرگ زبرین وارد دهلیز راست می‌شوند ولی خون آن‌ها مسیر بزرگ سیاهرگی متفاوتی دارند.
- مجرای لنفی چپ در مسیر خود از زیر قلب و تیموس عبور می‌کند و فاقد گرهٔ لنفی می‌باشد.
  - دهلیز راست قلب

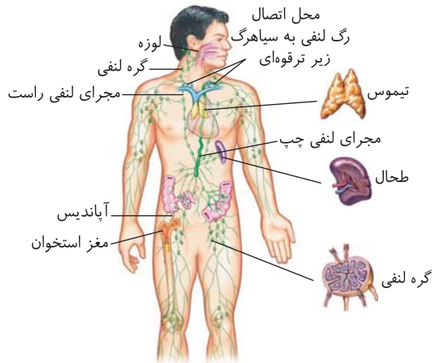
گره‌های لنفی

- در مسیر رگ‌های لنفی می‌باشند و پر از درشت‌خوارها و یاخته‌های بیگانه‌خوار بافتی می‌باشند.
- در از بین بردن میکروب‌ها مؤثرند.
- رگ‌های ورودی و خروجی آن‌ها دریچه‌دار است.
- تعداد رگ‌های ورودی آن از خروجی بیشتر است.
- در برخی مناطق بدن تراکم بیشتری دارد.

اندام‌های لنفی

- لوزه‌ها
- تیموس
  - بالغ‌کنندهٔ لنفوسیت‌های T
  - تولیدکنندهٔ هورمون تیموسین
- طحال ← از بین برندهٔ گویچه‌های قرمز پیر و فرسوده
- آپاندیس ← زائده‌ای در انتهای رودهٔ کور

← به مجموعهٔ آن‌ها اندام‌های لنفی گفته می‌شود.



«اجزای دستگاه لنفی، مسیر لنف و چگونگی اتصال آن به دستگاه گردش خون»

- لنف مایعی است که چربی زیاد و پروتئین کمی دارد. در حقیقت، لنف مجموعهٔ همان مایعاتی هستند که پس از تراوش از مویرگ، دوباره به خون برنگشته‌اند بلکه وارد رگ لنفی ته‌بسته شده‌اند.
- در ورزش و برخی بیماری‌ها، تراوش مواد از مویرگ‌ها و تولید لنف زیاد می‌شود.

تنظیم عمل دستگاه گردش خون

- در حالت عادی بدن، حجم ضربه‌ای و برون‌ده عادی قلب که حاصل عمل ماهیچه‌های قلبی می‌باشند، نیاز O_2 و غذایی بدن را مرتفع می‌کنند.

تنظیم در حالت فعالیت ورزشی یا استراحت بدن

نقش اعصاب خودمختار در گردش خون

- سمپاتیک تعداد ضربان قلب و فشار خون را بالا می‌برد ← جریان خون به قلب را زیاد می‌کند (*سرخرگ کرونر را گشاد می‌کند*).
- پاراسمپاتیک ← تعداد ضربان قلب، حجم ضربه‌ای و فشار خون را کم می‌کند.
- مرکز هماهنگی این اعصاب، در بصل‌النخاع و پل مغزی و در نزدیکی مرکز تنفسی می‌باشد.

نقش هورمون‌ها

← در شرایط فشار روانی (*نگرانی و استرس امتحان و ...*) ← افزایش ترشح هورمون‌های بخش مرکزی غدهٔ فوق کلیه ← ترشح اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین ← اثر بر قلب و کلیه‌ها ← فشار خون و ضربان قلب را بالا می‌برند ← حالت آماده‌باش به بدن می‌دهند (*پاسخ آنی*).

تنظیم موضعی جریان خون در بافت‌ها

- مقدار زیاد CO_2 خون بدون دخالت عصب ← **استراحت** ماهیچه‌های صاف حلقوی سرخرگ کوچک
  - گشادی سرخرگ کوچک
  - باز شدن بنداره مویرگی

  ← خون‌رسانی به بافت به صورت موضعی ↑↑
- در این مکانیسم، گیرنده‌های شیمیایی دیوارهٔ سرخرگ‌های کوچک مؤثرند.

سازوکارهای انعکاسی حفظ فشار سرخرگی

- تحریک گیرندهٔ **فشاری** سرخرگ‌های گردش عمومی خون (*آئورت و گردنی*)
- تحریک گیرندهٔ **شیمیایی** حساس به کمبود O_2 در این سرخرگ بزرگ
- زیادی CO_2 و یون هیدروژن خون با تحریک گیرنده شیمیایی حساس در بصل‌النخاع

← مرکز عصبی ← تنظیم فشار سرخرگی در حد طبیعی ← تأمین نیاز بدن در شرایط خاص

نکته در سازوکار انعکاسی سرخرگ‌های بزرگ به کمک مرکز عصبی تغییر قطر می‌دهند ولی در تنظیم موضعی، سرخرگ‌های کوچک بدون تأثیر مرکز عصبی واکنش می‌دهند.

افزایش CO_2
- اثر بر ماهیچهٔ سرخرگ کوچک ← گشادی رگ ← تنظیم موضعی جریان خون بافتی
- اثر بر گیرندهٔ بصل‌النخاع ← افزایش تنفس و تنظیم فشار سرخرگی ← سازوکار انعکاسی

گفتار ۳

خون

- نوعی بافت پیوندی با فضای بین‌یاخته‌ای زیاد می‌باشد ← به‌طور منظم و یک‌طرفه در رگ‌های خونی جریان دارد.
- وظیفهٔ انتقال غذا، گاز تنفسی، هورمون و ارتباط شیمیایی بین یاخته‌ها دارد.
- خون به تنظیم دمای بدن و یکسان کردن دما در نواحی مختلف بدن کمک می‌کند.

خوناب (پلاسما)

- حالت مایع دارد و معمولاً ٪۵۵ خون سالم را پس از سانتریفیوژ در بالای لوله و روشن‌تر شامل می‌شود.
- بیش از ٪۹۰ آن **آب** است ← در آن پروتئین‌ها، مواد غذایی، یون‌ها و مواد دفعی، حل شده‌اند.
- اعمال پروتئین‌های خوناب
  - حفظ فشار اسمزی خون (*با کمک آلبومین*)
  - انتقال برخی داروها مثل پنی‌سیلین (*با کمک آلبومین*)
  - انعقاد خون مثل فیبرینوژن و پروترومبین
  - گلوبولین‌ها (*پادتن‌ها*)
    - ایمنی و مبارزه با عوامل بیماری‌زا
    - جذب و انتقال یون‌ها برای تنظیم pH به کمک گلوبولین‌ها
- مواد غذایی آن شامل آمینواسیدها و کربوهیدرات می‌باشد.
- اوره، CO_2 و اسید لاکتیک دفعی دارد.
- یون‌های مختلف دارد ← سدیم و پتاسیم در فعالیت یاخته‌های بدن نقش کلیدی دارد.

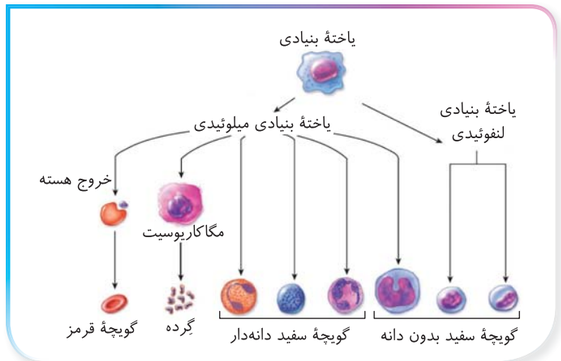
«بخش‌های خون پس از گریزانه»

بخش یاخته‌ای

- اغلب خون‌بهر و درصد حجمی گویچه‌های قرمز است که حدود ٪۴۵ خون سالم را شامل می‌شود ← در بخش پایینی لولهٔ سانتریفیوژ قرار می‌گیرد ← کمی هم گویچهٔ سفید و پلاکت دارد.
- همانند خوناب در ایمنی بدن (*به‌کمک گویچهٔ سفید*)، انعقاد خون (*توسط پلاکت‌ها*)، تنظیم pH (*توسط هموگلوبین*) و انتقال گازهای تنفسی (*توسط گویچهٔ قرمز*) نقش دارد.
- **هماتوکریت یا خون‌بهر:** فقط درصد حجمی گویچه‌های قرمز خون می‌باشند.

محل تولید

- **در دوران جنینی**
  - کبد
  - طحال
  - مغز استخوان
- **پس از تولد**
  - فقط در مغز استخوان تولید می‌شود.
  - **یاختهٔ بنیادی مغز قرمز استخوان**
    - لنفوئیدی ← لنفوسیت‌ها را می‌سازند.
    - میلوئیدی ← سایر یاخته‌های خونی و پلاکت‌ها را می‌سازند.
    - گویچه‌های سفید بدون دانه، برخی منشأ لنفوئیدی (*لنفوسیت‌ها*) و برخی منشأ میلوئیدی (*مونوسیت‌ها*) دارند.



دو قسمت دارد

- یاختهٔ کامل
  - گویچهٔ قرمز ← هماتوکریت (*خون‌بهر را تشکیل می‌دهد*).
  - گویچهٔ سفید
- قطعاتی سیتوپلاسمی یاخته‌ای (*گِرده یا پلاکت*)

گویچه‌های قرمز (RBC)

- بیش از ٪۹۹ یاخته‌های خونی را شامل می‌شود
  - به خون ظاهری قرمز می‌دهد.
  - هسته و میتوکندری ندارند ← ژنوم و تنفس هوازی ندارند.
- درصد حجمی آن هماتوکریت است.
- کروی و از دو طرف فرورفته می‌باشد ← در هنگام تشکیل توسط یاختهٔ میلوئیدی در مغز استخوان
  - هستهٔ خود را از دست می‌دهد.
  - سیتوپلاسم آن پر از هموگلوبین می‌شود.
  - سپس وارد خون می‌شود.
- نقش اصلی ← انتقال گازهای تنفسی
- متوسط عمر ← حدود ۱۲۰ روز است (*روزانه یک درصد آن‌ها از بین می‌رود و جایگزین می‌شوند*).

تولید

- **عوامل مورد نیاز**
  - آهن ← به صورت هِم (*مادهٔ معدنی*) به پروتئین گلوبین می‌چسبد و هموگلوبین می‌سازد.
  - فولیک اسید
    - نوعی ویتامین B است ← برای تقسیم طبیعی یاخته‌ای لازم است.
    - کمبود آن ← تکثیر یاخته‌ها، به ویژه در مغز استخوان کم می‌شود ← تعداد گویچهٔ قرمز کم می‌شود (*هماتوکریت* ↓)
    - منابع ← همانند آهن در سبزیجات دارای برگ سبز تیره، حبوبات، جگر و گوشت قرمز وجود دارد (*منابع آهن و فولیک اسید از مواد جانوری و گیاهی است*).
    - کارکرد آن به وجود **ویتامین** B_{12} وابسته است.
  - ویتامین B_{12}
    - فقط در غذاهای جانوری یافت می‌شود.
    - کمی نیز توسط باکتری‌های رودهٔ بزرگ تولید می‌شود.
    - سبب کارکرد صحیح فولیک اسید در تقسیم یاخته می‌شود.
    - در معده به کمک فاکتور داخلی از اثر اسید حفظ شده و در رودهٔ باریک آندوسیتوز می‌شود.
  - دو نوع ویتامین B یعنی B_{12} و فولیک اسید در ایجاد آن نقش دارند.
- منشأ آن، یاخته میلوئیدی مغز استخوان است.

یاخته‌های کامل خونی

تنظیم تولید گویچهٔ قرمز

- **به ترشح هورمون اریتروپویتین بستگی دارد**
  - به‌طور طبیعی، کمی در خون وجود دارد.
  - **توسط گروه ویژه‌ای از یاخته‌های کبد و کلیه‌ها ساخته و وارد خون می‌شود.**
    - از کبد وارد سیاهرگ فوق‌کبدی شده و سپس همانند ترشحات کلیه‌ها وارد بزرگ سیاهرگ زیرین می‌شود.
    - روی مغز قرمز استخوان اثر می‌کند. ← سرعت تولید گویچهٔ قرمز را بالا می‌برد.
    - در هنگام کاهش O_2 خون مثل کم‌خونی‌ها، بیماری‌های تنفسی قلبی، ورزش طولانی یا صعود به ارتفاعات به طرز معنی‌داری مقدار آن زیاد می‌شود.
    - کمبود آن هماتوکریت را کاهش می‌دهد.

مرگ گویچهٔ قرمز

- در مویرگ‌های ناپیوسته باریک کبد و طحال آسیب می‌بینند ← آهن آزاد شده آن
  - به مغز استخوان می‌رود ← دوباره گویچهٔ قرمز می‌سازد.
  - یا
  - در کبد ذخیره می‌شود.
- در دوران جنینی، کبد و طحال هم محل تولید و هم محل تخریب گویچه‌های قرمز می‌باشد.
- در فرد بالغ، کبد و طحال محل تخریب و مرگ گویچه‌های قرمز می‌باشد و در تولید آن نقشی ندارد.

گویچه‌های سفید (WBC)

- یاخته‌های هسته‌دار کاملی می‌باشند که در خون و بافت‌های مختلف گردش دارند ← ژنوم کامل و تنفس هوازی دارند.
- نقش اصلی ← دفاع از عوامل خارجی می‌کنند ← منشأ میلوئیدی یا لنفوئیدی دارند.
- همگی دیاپدز و قدرت خروج از مویرگ خونی دارند.
- یاخته‌های دارای هستهٔ چندقسمتی ← دفاع غیراختصاصی را انجام می‌دهند و منشأ **میلوئیدی** دارند.
  - بازوفیل‌ها
    - هستهٔ دوقسمتی روی هم افتاده دارند ← سیتوپلاسم با دانه‌های تیره دارند.
    - برخی دانه‌های آن ← هپارین ترشح می‌کنند ← ضد انعقاد خون می‌باشند.
    - در حساسیت‌ها سبب ترشح هیستامین از دانه‌های خود می‌شوند ← در سد دوم دفاع غیراختصاصی نقش دارند.
  - ائوزینوفیل‌ها
    - هستهٔ دوقسمتی دمبلی دارند ← سیتوپلاسم با دانه‌های روشن درشت دارند.
    - محتویات دانهٔ خود را روی انگل می‌ریزند ← خاصیت ضد انگلی دارند ولی بیگانه‌خواری ندارند.
  - نوتروفیل‌ها
    - هستهٔ چندقسمتی دارند ← سیتوپلاسم با دانه‌های روشن ریز دارند.
    - به عنوان نیروی واکنش سریع و همواره با خاصیت بیگانه‌خواری به دفاع غیراختصاصی می‌پردازند.
    - چابک هستند ولی مواد دفاعی زیادی را حمل نمی‌کنند.
- یاخته‌های دارای هستهٔ یک‌قسمتی و سیتوپلاسم بدون دانه
  - مونوسیت‌ها
    - هستهٔ تکی خمیده یا لوبیایی ← میان‌یاخته بدون دانه دارند ← از سایر گویچه‌های سفید بزرگ‌تر است.
    - منشأ میلوئیدی از یاخته بنیادی مغز قرمز استخوان دارند.
    - دفاع غیراختصاصی دارند.
    - در خارج خون منشأ ماکروفاژ (*درشت‌خوارها*) و یاخته بیگانه‌خوار دندریتی می‌شوند.
  - لنفوسیت‌ها
    - اغلب منشأ لنفوئیدی در یاخته بنیادی مغز استخوان دارند.
    - همگی هستهٔ تک گرد یا بیضی دارند ← میان‌یاخته بدون دانه دارند.
    - در مغز استخوان و در برخی اندام‌های لنفی ساخته می‌شوند.
    - در دفاع غیراختصاصی ← لنفوسیت کشندهٔ طبیعی
      - پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده دارد.
      - بر علیه انواع مختلف سرطان یا یاختهٔ آلوده به ویروس اثر دارد.
    - در دفاع اختصاصی
      - لنفوسیت B ← سبب تولید پادتن می‌شود.
      - لنفوسیت T
        - سبب تولید پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده می‌شود.
        - بر یک نوع یاختهٔ سرطانی یا آلوده به ویروس خاص اثر می‌گذارد.

بازوفیل ائوزینوفیل نوتروفیل

مونوسیت

لنفوسیت

قطعاتی از یاخته‌ها

پلاکت‌ها (گِرده‌ها) (PLT)

- قطعات یاخته‌ای بی‌رنگ و بی‌هسته‌ای با منشأ مگاکاریوسیتی از یاخته‌های بنیادی **میلوئیدی** مغز قرمز استخوان می‌باشند.
- از گویچه‌های خونی کوچک‌ترند و درون خود دانه‌های زیادی دارند.
- از قطعه قطعه‌های سیتوپلاسم در یاخته‌های مگاکاریوسیت‌های مغز استخوان ایجاد می‌شوند.
- هر قطعهٔ سیتوپلاسمی منشأ پلاکت ← دانه**های** کوچک پر از ترکیبات **فعال** دارد ← آزاد شدن این ترکیبات ← وارد **خوناب** می‌شود ← با شروع فرایندی سبب ایجاد لخته در محل خونریزی می‌شود.

راه‌های جلوگیری از هدر رفتن خون در رگ آسیب‌دیده

در خونریزی‌های محدود

- دیوارهٔ رگ آسیب جزئی می‌بیند.
- در محل آسیب، پلاکت‌ها دور هم جمع شده و به هم می‌چسبند ← ایجاد **درپوش** می‌کنند ← جلوی خروج خون را می‌گیرند.
- در این خونریزی‌ها، خوناب و پروتئین‌های آن نقشی ندارند.

در خونریزی‌های شدید

- همانند خونریزی محدود، گرده‌ها (*پلاکت‌ها*) در جلوگیری از خونریزی، نقش اصلی دارند.
- بافت‌ها و پلاکت‌های آسیب‌دیده سبب ترشح آنزیم پروترومبیناز برای انعقاد خون می‌شوند.
- پروترومبین و فیبرینوژن همواره در خوناب به صورت غیرفعال وجود دارند.
- آنزیم پروترومبیناز سبب تبدیل پروترومبین به ترومبین می‌شود.
- ترومبین به کمک ویتامین K و یون کلسیم سبب تبدیل فیبرینوژن به رشته‌های نامحلول فیبرین می‌شود.
- رشته‌های فیبرین به همراه گویچه‌های خونی و گرده‌ها، سبب ایجاد لخته می‌شود ← در این حالت گویچه‌های قرمز پلاسمولیز می‌شوند.

بافت‌ها و گِرده‌های آسیب‌دیده
↓
ترشح آنزیم پروترومبیناز
↓
پروترومبین ← ترومبین
↓
فیبرینوژن ← فیبرین به همراه گویچه‌های خونی و گرده‌ها لخته را می‌سازند.

- عوامل انعقادی که
  - همیشه در خون وجود دارند ← فیبرینوژن، پروترومبین، ویتامین K، یون Ca^{2+} و گرده‌ها
  - هنگام انعقاد تولید می‌شوند ← ترومبین، فیبرین و لخته
  - مثل آنزیم پروترومبیناز
    - همواره درون پلاکت‌ها وجود دارند.
    - در هنگام آسیب شدید رگ خونی از پلاکت وارد پلاسما می‌شود.

اعمال خون

- انتقال مواد غذایی و گازهای تنفسی
- ارتباط شیمیایی بین یاخته‌ها با انتقال هورمون‌ها
- تنظیم دمای بدن و یکسان کردن آن در نواحی مختلف بدن
- ایمنی و دفاع بدن
- جلوگیری از هدر رفتن خون

گفتار ۴

گردش مواد در جانداران

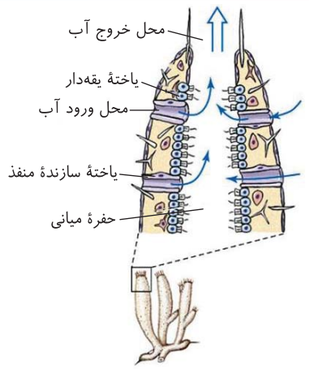
تک‌یاخته‌ای

- اندازهٔ کوچک ولی نسبت سطح به حجم بالایی دارند.
- تبادل گاز، تغذیه و دفع آن‌ها مستقیماً از سطح غشای یاخته با محیط انجام می‌شود.

پریاخته‌ای‌ها ← دستگاه گردش مواد دارند

سامانهٔ گردش آب

- در ساده‌ترین جانوران پریاخته‌ای یعنی در اسفنج‌ها دیده می‌شود. ...
- بدن آن‌ها از یاخته‌هایی متنوع و یک حفرهٔ میانی پرآب تشکیل شده است.
- در بدن آن‌ها یاخته‌های تاژک‌دار (*یقه‌دار*) و بدون تاژک (*سازندهٔ منفذ ورود آب*) و ... وجود دارد.
- یاخته‌های یقه‌دار، در سطح درونی حفرهٔ بدن تاژک دارند ← وظیفهٔ خروج آب از منافذ بزرگ‌تر دارد.
- از سوراخ‌های متعدد دیوارهٔ خود، از محیط بیرون آب و مواد می‌گیرند و گردش درونی مایعات ندارند.
- پس از تبادل مواد با آب ورودی ← سوراخ یا سوراخ‌های خروجی بزرگ‌تر برای دفع مواد دارند.
- عامل حرکت آب، حرکت تاژک یاخته‌های یقه‌دار می‌باشد ← گردش درونی مایعات ندارند.



«گردش آب در بدن نوعی اسفنج»

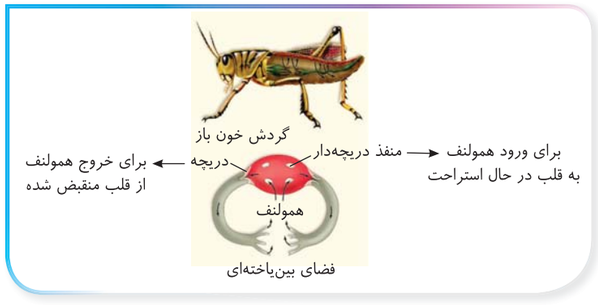
سامانهٔ گردش مواد تخصص یافته

حفرهٔ گوارشی

- یک کیسهٔ گوارشی و گردش مواد با یک منفذ **مشترک** دهانی و مخرجی دارند.
- درون کیسه، گوارش مکانیکی و شیمیایی برون‌یاخته‌ای دارند ولی گوارش نهایی درون یاخته‌های درونی کیسه انجام می‌شود.
- در مرجانیان (*کیسه‌تنان*) ← هیدر آب شیرین ← یاخته تاژک‌دار درونی و کیسهٔ گوارشی پر از مایعات برای گوارش و گردش مواد دارند.
- در کرم پهن پلاناریا
  - آزادزی می‌باشد ← فاصله انتشار مواد تا یاخته‌ها، بسیار کوتاه می‌باشد.
  - انشعابات حفرهٔ گوارشی آن در **تمام** نواحی بدن پخش است.
  - حرکات بدن آن‌ها به جابه‌جایی مواد کمک می‌کند.

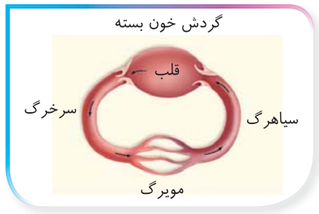
سامانهٔ گردش باز

- در بندپایان دیده می‌شود ← آب میان‌بافتی، خون و لنف آن‌ها مخلوط بوده و به نام همولنف می‌باشد.
- مویرگ ندارند و همولنف از انتهای باز رگ‌های خروجی از قلب به حفره‌ها پمپ زده می‌شود.
- همولنف مستقیماً با یاخته‌ها در تماس می‌باشد و پس از تبادل، توسط رگ‌هایی به قلب برمی‌گردد.
- قلب پشتی آن‌ها، منافذ دریچه‌داری دارد که باز می‌شوند تا همولنف را وارد قلب کنند (*سیاهرگ ندارند*).
- در این جانوران، همولنف از راه دریچه‌هایی به قلب می‌رسد و از راه دریچه‌های ابتدای سرخرگی از قلب خارج می‌شود.
- بیش از دو دریچهٔ قلبی منفذدار دارند.



سامانهٔ گردش بسته

- مویرگ دارند ولی قلب آن‌ها منفذ دریچه‌دار برای ورود خون ندارند.
- خون فقط در تماس مستقیم با سطح درونی قلب و رگ‌ها می‌باشد.
- خون و لنف جدا هستند ← ساده‌ترین آن در کرم خاکی وجود دارد.
- مویرگ آن‌ها در کنار یاخته‌ها و به کمک آب میان‌بافتی رخ می‌دهد.
- ساده‌ترین نوع ← در کرم خاکی با قلب پشتی است ← در انتهای سیاهرگ متصل به قلب و ابتدای سرخرگی دریچه دارد.

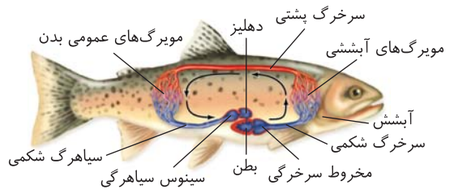


در مهره‌داران

همگی گردش خون بسته به دو نوع ساده یا مضاعف دارند.

گردش خون ساده

- خون ضمن یک‌بار گردش در بدن، یک‌بار از قلب دوحفره‌ای آن‌ها می‌گذرد.
- در ماهی و نوزاد دوزیست دیده می‌شود ← خون تیره قلب آن‌ها ابتدا به آبشش‌ها و پوست دوزیست می‌رود.
- خون اکسیژن‌دار بدون عبور از قلب، به تمام مویرگ‌های بدن می‌رسد.



«گردش خون ماهی»

گردش خون ماهی

- قلب دوحفره‌ای شکمی، با یک دهلیز، یک بطن و یک دریچهٔ دهلیزی بطنی دارند ← خون درون دو حفرهٔ قلب آن‌ها از نوع تیره می‌باشد.

خون تیره درون بطن ← انقباض بطن ← مخروط سرخرگی ← سرخرگ شکمی (خروج تیره) ← مویرگ آبشش‌ها در دو طرف سر جانور ← تبادل گازهای تنفسی در آبشش‌ها ← سرخرگ پشتی با خون روشن

دهلیز ← سینوس سیاهرگی ← سیاهرگ شکمی ← خون تیرهٔ تمام بدن ← تبادل مواد غذایی و گازها در مویرگ بافت‌ها ← خون روشن را به همهٔ جای بدن می‌دهد.

- مویرگ آبششی ماهی‌ها، فاقد بخش سیاهرگی می‌باشد ← ابتدای آن خون تیره و در انتها خون روشن دارد.
- سرخرگ شکمی ماهی، خون تیره را به طرف سر می‌برد ولی سرخرگ پشتی، خون روشن را به همه جای بدن منتقل می‌کند.

گردش خون مضاعف

- در دوزیست بالغ، خزندگان، پرندگان و پستانداران وجود دارد.
- خون ضمن یک‌بار گردش در بدن، دوبار از قلب عبور می‌کند.
- دوزیستان بالغ، قلب سه‌حفره‌ای (دو دهلیز و یک بطن) دارند ولی پرنده، خزنده و پستاندار، قلب چهارحفره‌ای دارند.
- قلب آن‌ها به صورت **دو تلمبه** عمل می‌کند
  - تلمبه با فشار کمتر ← برای گردش ششی (یا پوستی دوزیست) و تبادل گاز تنفسی می‌باشد.
  - تلمبه با فشار بیشتر ← برای گردش عمومی بدن و رساندن خون به کل بدن می‌باشد.
- در دوزیستان به دلیل تنفس پوستی و ششی
  - بطن در تلمبه اول، خون را به شش‌ها و پوست می‌دهد.
  - بطن در تلمبه دوم، خون را به بقیه بخش‌های بدن می‌دهد.
  - خون تیره و روشن در دهلیزها مجزا است ولی در بطن مشترک، کمی با هم مخلوط می‌شوند.
- در همه پرندگان و پستانداران
  - جدایی **کامل** دو بطن وجود دارد
    - مواد غذایی و گاز تنفسی با فشار بالا به اندام‌های آن‌ها می‌رسد.
    - حفظ فشار در سامانهٔ گردشی مضاعف را آسان می‌کند.
- در خزندگان
  - کروکودیل‌ها
  - سایر خزندگان (مار، سوسمار و لاک‌پشت) ← دیوارهٔ بین دو بطن کاملاً جدا نیست ← انرژی رسیدن خون از قلب به بافت‌ها مانند کروکودیل‌ها نمی‌باشد.
- فشار خون بالا ← برای رساندن سریع مواد غذایی و خون پر O_2 به بافت‌های پرانرژی نقش مهمی دارد.

ماهی
قلب دوحفره‌ای،
گردش خون ساده

دوزیست
قلب سه‌حفره‌ای،
گردش خون مضاعف

پستاندار
قلب چهارحفره‌ای،
گردش خون مضاعف

گفتار ۱

هم‌ایستایی

- به مجموعه اعمالی که برای پایدار نگه داشتن وضعیت درونی **هر جاندار** با وجود محیط متغیر آن صورت می‌گیرد، هم‌ایستایی یا هومئوستازی می‌گویند.
- بسیاری از بیماری‌ها در نتیجهٔ برهم خوردن هم‌ایستایی پدید می‌آیند.
- در اثر خروج وضعیت بدن از تعادل ← ورود یا خروج مواد به یاخته‌ها از کنترل خارج می‌شود.

در همهٔ جانداران

- یاخته (ه) در محیطی مایع زندگی می‌کند.
- غلظت یا فشار اسمزی درون یاخته با مایع بیرون یاخته **مشابه** است.
- همواره مانند هر جانداری هومئوستازی (*هم‌ایستایی*) دارد.

در محیط گرم

- عرق کردن زیاد شده ← خروج آب از بدن زیاد می‌شود.
- بازجذب آب از کلیه‌ها زیاد شده تا بدن دچار کمبود آب نشود ← حجم ادرار کاهش می‌یابد.

در محیط سرد

- ورزش و فعالیت بدنی کم شده
- خون بیشتر به اندام‌های داخلی می‌رسد.
- حجم ادرار زیاد می‌شود.

وظایف دستگاه دفع ادرار

- حفظ تعادل آب
- حفظ تعادل اسید - باز
- حفظ تعادل یون‌ها
- دفع مواد سمی و زائد نیتروژن‌دار

← همگی در حفظ هم‌ایستایی یا هومئوستازی بدن نقش اساسی دارند.

اعمال کلیه‌ها

- تولید ادرار
- تولید هورمون اریتروپویتین ← تنظیم‌کنندهٔ تولید گویچهٔ قرمز در مغز استخوان
- حفظ محیط داخلی بدن در محدودهٔ ثابت

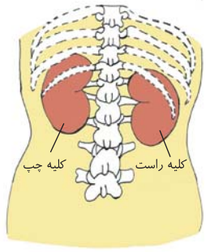
بررسی کلیه‌ها

- دو عدد اندام لوبیایی‌شکل در طرفین ستون مهره‌ها، پشت شکم و زیر دیافراگم می‌باشند ← اندازهٔ هرکدام آن در فرد بالغ به اندازهٔ مشت بسته اوست.
- به دلیل موقعیت و شکل **کبد** ← کلیه **راست** مقداری از کلیه چپ پایین‌تر است.

محافظ‌های کلیه

- ۱) استخوان دنده ← از **بخشی** از کلیه‌ها محافظت می‌کنند
  - دو دنده از کلیهٔ سمت چپ و یک دنده از کلیهٔ سمت راست محافظت می‌کنند.
  - بافت پیوندی استخوانی در دنده‌ها در حفاظت از کلیه‌ها مؤثرند.
  - این دنده‌ها از جلو به جناغ متصل نیستند ولی از پشت به ستون مهره متصلند.
- ۲) کپسول کلیه ← پرده از بافت پیوندی در اطراف هر کلیه است ← به راحتی از روی کلیه جدا می‌شود.
- ۳) چربی اطراف کلیه
  - بافتی **پیوندی** برای محافظت از ضربه خوردن و حفظ موقعیت کلیه می‌باشد.
  - تحلیل زیاد چربی‌ها
    - در اثر کاهش وزن سریع و شدید رخ می‌دهد.
    - سبب افتادگی کلیه‌ها شده ← احتمال تاخوردگی **میزنای** زیاد می‌شود
      - بسته شدن میزنای
      - عدم تخلیه مناسب ادرار

      ← سبب آسیب به کلیه می‌شود. ← هومئوستازی را به هم می‌زند.
- هر عامل محافظت‌کننده از کلیه‌ها، بافت پیوندی و مادهٔ زمینه‌ای دارد.
- البته این موارد محافظت اندام و بافت را بررسی می‌کند ولی سیستم ایمنی همیشه در محافظت هر اندام مؤثر است.



«موقعیت کلیه‌ها در انسان از نمای پشت»

رگ‌ها و اعصاب هر کلیه

- روی هر کلیه یک غدهٔ درون‌ریز فوق‌کلیه وجود دارد
  - غدهٔ فوق‌کلیه در تولید هورمون‌های اپی‌نفرین، آلدوسترون، کورتیزول و هورمون‌های جنسی مؤثر است (*یازدهم*).
  - غدهٔ فوق‌کلیه به کمک هورمون آلدوسترون خود در تنظیم کار کلیه و سدیم بدن مؤثر است ← سبب تنظیم فشار خون و حجم خون می‌شود (*یازدهم*).
- به همراه میزنای از **مرکز** کلیه عبور کرده ← با کلیه ارتباط غذایی و عصبی برقرار می‌کنند.
- سرخرگ کلیه در مقطع بالاتر از سیاهرگ کلیه قرار گرفته است و مواد زائد نیتروژن‌دار زیادی دارد.
- محل خروج میزنای از رگ‌های کلیه پایین‌تر است.

ساختار درونی کلیه‌ها

بخش قشری

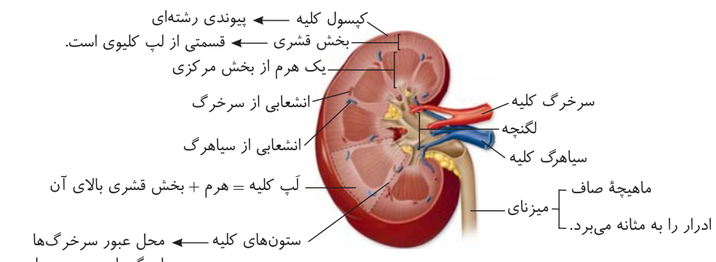
- از خارج به کپسول کلیه متصل می‌باشد.
- حاوی رگ‌های خونی و بخش‌هایی از گردیزه می‌باشد.
- شبکهٔ مویرگی کلافکی و بخشی از مویرگ‌های دورلوله‌ای در آن قرار دارد.

بخش مرکزی

- تعدادی ساختار هرمی‌شکل دارد ← هر هرم کلیه
  - فقط در بخش مرکزی کلیه قرار دارد.
  - حاوی شبکهٔ مویرگی دورلوله‌ای و بخش‌های لولهٔ هنله گردیزه‌ای است.
  - قاعدهٔ آن به سمت قشر کلیه است.
  - رأس آن به سمت لگنچه در داخل کلیه است.
  - هر هرم و ناحیه قشری بالای آن یک لَپ کلیه است.
- حاوی هرم‌ها و مناطق بین آن‌ها می‌باشد ← سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌های بین‌هرمی از آن عبور می‌کنند.
- سرخرگ و سیاهرگ بین‌هرمی و شبکهٔ مویرگی دورلوله‌ای دارد.

لگنچه

- ساختاری شبیه **قیف** دارد.
- ادرار تولید شده را از طریق میزنای از کلیه خارج می‌کند.
- به سرخرگ، سیاهرگ و اعصاب کلیه نزدیک می‌باشد.
- مجاری جمع‌کنندهٔ ادرار به آن وارد می‌شود.



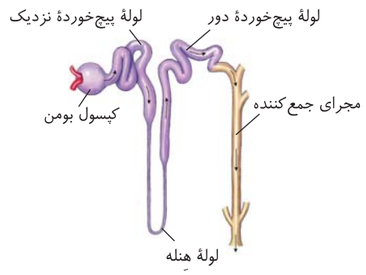
«برش طولی کلیه»

نفرون‌ها (گردیزه‌ها)

- به عنوان واحد ساختاری هر کلیه می‌باشند ← فرایند تولید ادرار را آغاز می‌کنند.
- در هر کلیه حدود یک میلیون عدد وجود دارد ← به اندازهٔ تعداد فولیکول‌های درون هر تخمدان نوزاد دختر می‌باشد (*یازدهم*).

اجزای آن‌ها

- کپسول بومن ← بخش **قیف**مانند در ابتدای گردیزه است
  - قطورترین قسمت گردیزه است.
  - در بخش قشری کلیه می‌باشد.
  - سبب تراوش می‌شود و شروع فرایند تشکیل ادرار در آن می‌باشد.
- لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک
  - به‌طور معمول در بخش قشری کلیه واقع شده است ← سبب بازجذب و ترشح مواد می‌شود.
  - شروع‌کنندهٔ بخش لوله‌ای گردیزه می‌باشد.
  - یاخته‌های ریزپرزدار فراوان دارد.
- لولهٔ *U* شکل هنله ← در بخش قشری و مرکزی کلیه است ← سبب بازجذب و ترشح می‌شود
  - ابتدای پایین‌رو و انتهای بالاروی آن قطورتر است.
  - طول منطقه قطور در بخش بالارو از پایین‌رو بیشتر است.
- لولهٔ پیچ‌خوردهٔ دور
  - به‌طور معمول در بخش قشری کلیه است ← سبب بازجذب و ترشح می‌شود.
  - آخرین بخش گردیزه می‌باشد.



«گردیزه و مجرای جمع‌کننده»

- لوله‌های پیچ‌خوردهٔ دور چند گردیزه مجاور هم، به یک مجرای جمع‌کننده ادرار در بخش مرکزی کلیه متصل می‌شوند ← این مجرا قسمتی از گردیزه نمی‌باشد ولی آخرین مراحل ادرارسازی را انجام می‌دهد.
- همهٔ اجزای گردیزه حاوی مویرگ منفذدار می‌باشند.

بخش قیف‌مانند

- در ساختار کلیه ← لگنچه است.
- در ساختار گردیزه ← کپسول بومن است.

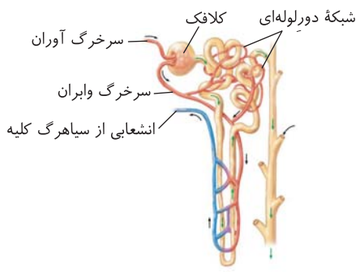
گردش خون در کلیه‌ها

مسیر

- سرخرگ کلیه:
  - O_2 و غذای زیادی دارد.
  - مواد دفعی نیتروژن‌دار زیادی دارد.
  - از آئورت منشأ می‌گیرد.
  - از ناف وارد کلیه می‌شود.
  - به بخش مرکزی کلیه وارد می‌شود.
- ← سرخرگ‌های بین هرم‌ها:
  - در بخش مرکزی کلیه‌ها است.
  - در فاصلهٔ بین هرم‌ها قرار دارد.
- ← سرخرگ‌های قشری:
  - وارد بخش قشری کلیه شده‌اند.
- ← سرخرگ‌های آوران:
  - سرخرگ‌های کوچک در بخش قشری هستند.
  - به نزدیکی کپسول بومن هر گردیزه می‌رسند.
  - در دیوارهٔ آن‌ها ماهیچهٔ حلقوی صاف وجود دارد.
- ← کلافک (*گلومرول*):
  - شبکهٔ اول مویرگی است که فاقد بخش سیاهرگی می‌باشد.
  - مویرگ منفذدار با غشای پایهٔ ضخیم دارد.
  - درون حفرهٔ کپسول بومن می‌باشد.
  - عمل تراوش را انجام می‌دهد.

- سیاهرگ کلیه:
  - از ناف کلیه خارج می‌شود.
  - به بزرگ سیاهرگ زیرین می‌ریزند.
  - CO_2 زیاد ولی مواد زائد نیتروژن‌دار کمی دارند.
- ← سیاهرگ‌های بین‌هرمی:
  - در بخش مرکزی کلیه هستند.
  - در بین هرم‌های کلیه می‌باشند.
- ← سیاهرگ‌های کوچک:
  - از اجتماع مویرگ‌های دورلوله‌ای می‌باشند.
  - مواد زائد نیتروژن‌دار کمی دارند.
  - CO_2 زیاد و O_2 کمی دارند.
- ← شبکهٔ مویرگی دورلوله‌ای:
  - شبکهٔ مویرگی از نوع منفذدار می‌باشند.
  - در بخش قشری و مرکزی کلیه هستند.
  - در اطراف هنله و لوله‌های پیچ‌خورده هستند.
  - بازجذب و ترشح انجام می‌دهند.
- ← سرخرگ‌های وابران:
  - سرخرگ‌های کوچک‌تر از آوران هستند که از گلومرول خارج می‌شوند.
  - مواد زائد و قطر کمتری از سرخرگ آوران دارند.
  - در دیوارهٔ آن‌ها ماهیچهٔ صاف حلقوی وجود دارد.

- هر دو شبکهٔ مویرگی موجود در اطراف گردیزه‌ها از نوع منفذدار می‌باشند که یاخته‌های سنگ‌فرشی دیوارهٔ آن، منافذ زیاد و غشای پایهٔ ضخیم دارند (*ارتباط تنگاتنگ یاخته‌ای ندارند*).
- بین گردیزه و شبکه‌های مویرگی، ارتباط تنگاتنگ یاخته‌ای وجود دارد.
- مویرگ‌های کلافکی (*گلومرول‌ها*)، فقط بخش سرخرگی و خون روشن دارند ولی مویرگ‌های دورلوله‌ای ابتدای سرخرگی با خون روشن و انتهای سیاهرگی با خون تیره دارند.
- سرخرگ وابران پس از خروج از کپسول بومن، ابتدا دو شاخه می‌شود، یک شاخه به بخش‌های پیچ‌خوردهٔ قشری و یک شاخه به سمت لولهٔ هنله می‌رود.
- اطراف مجاری جمع‌کنندهٔ ادرار، مویرگ‌های کلافکی و دورلوله‌ای وجود ندارد.
- مویرگ کلافکی بین دو سرخرگ کوچک آوران و وابران با قطر متفاوت قرار دارد.
- سرخرگ وابران بین دو شبکهٔ مویرگی کلافکی و دورلوله‌ای قرار دارد.
- سیاهرگ کوچک و خون تیره اولین‌بار از قسمت بالای لولهٔ هنله ایجاد می‌شود.



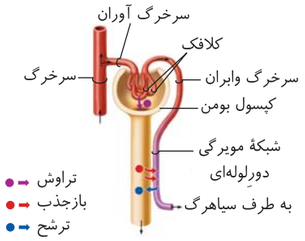
«شبکه‌های مویرگی مرتبط با گردیزه»

گفتار ۲

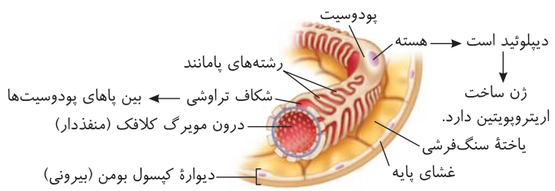
فرایندهای تشکیل ادرار

تراوش

- نخستین مرحلهٔ تشکیل ادرار است.
- آب و مواد محلول در خوناب (*پلاسما*) در اثر **فشار خون** از کلافک مویرگی وارد کپسول بومن می‌شود.
- پروتئین‌ها تراوش نمی‌شوند و از غشای پایه مویرگ‌های گلومرول سالم عبور نمی‌کنند.
- اگر کمی پروتئین از منافذ گلومرول عبور کند، غشای پایه ضخیم، مانع تراوش کامل آن به کپسول بومن می‌شود.
- بیشتر بودن قطر سرخرگ آوران از وابران باعث ایجاد فشار خون تراوشی در گلومرول می‌شود.
- در تراوش، مواد زائد و غیرزائد برحسب **اندازهٔ** خود از کلافک و کپسول بومن عبور می‌کنند. یعنی عبور آن‌ها به صورت انتخابی صورت نمی‌گیرد.
- یاخته‌های **بیرونی** کپسول بومن به صورت سنگ‌فرشی ساده هستند که در تراوش نقشی ندارند ← این یاخته‌ها در خارج خود یک غشای پایه دارند.
- یاخته‌های **درونی** کپسول بومن در مجاورت گلومرول هستند
  - شکاف‌های **فراوان** در فواصل بین پاهای خود برای ورود مواد به گردیزه دارند (*به جای منافذ، شکاف تراوشی دارند*).
  - یاخته‌هایی پوششی به نام پودوسیت با رشته‌های کوتاه و پامانند فراوان دارند.
  - پاهای پودوسیت‌ها در اطراف گلومرول (*کلومرک*) قرار دارند.
  - این یاخته‌ها تراوش را آسان می‌کنند چون شکاف‌های متعددی بین پاهای خود دارند.
  - غشای پایهٔ مویرگی بین مویرگ‌های کلافکی و یاخته‌های پودوسیتی به صورت ضخیم وجود دارد.
- هرچه فشار و مقدار خون در شبکهٔ اول مویرگی بیشتر باشد، تراوش بیشتر می‌شود و حجم ادرار تولیدی نیز در نهایت بیشتر می‌شود.



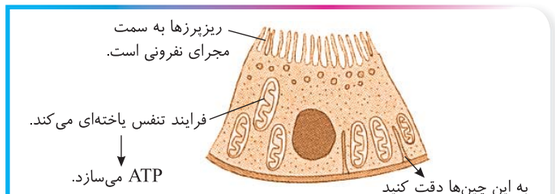
«فرایند تشکیل ادرار»



«دیوارهٔ بیرونی و درونی کپسول بومن»

بازجذب

- دومین فرایند برای تشکیل ادرار است.
- برگشتن مواد مورد نیاز بدن از لوله‌های ادرارساز به شبکهٔ مویرگی دورلوله‌ای می‌باشد.
- در کپسول بومن بازجذب صورت نمی‌گیرد. این عمل به محض ورود مایع به بخش لوله‌ای گردیزه شروع می‌شود.
- اغلب به صورت فعال و با صرف انرژی و کمی نیز به صورت غیرفعال (*مثل بازجذب آب*) صورت می‌گیرد.
- از لولهٔ پیچیده نزدیک آغاز می‌شود که در این قسمت یک لایه پوششی مکعبی **ریزپرزدار** وجود دارد
  - ورود مواد از گردیزه به یاختهٔ ریزپرزدار ← از سمت ریزپرزدار صورت می‌گیرد.
  - خروج مواد از یاختهٔ ریزپرزدار به خون ← از سمت فاقد ریزپرز صورت می‌گیرد.
- ریزپرزهای فراوان در لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک ← سبب بیشترین مقدار بازجذب می‌شوند.
- هرچه تراوش در کپسول بومن بیشتر صورت بگیرد، مقدار بازجذب نیز بیشتر می‌شود.



«یاخته‌های ریزپرزدار لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک»

ترشح

- در کپسول بومن صورت نمی‌گیرد. این فرایند در جهت مخالف بازجذب انجام می‌شود ولی هم‌جهت با تراوش به سمت درون گردیزه صورت می‌گیرد.
- طی آن مواد دفعی از مویرگ‌های دورلوله‌ای و یاخته‌های **گردیزه‌ای** به درون گردیزه وارد می‌شوند.
- موادی که ترشح یافته‌اند، قبلاً تراوش نیز داشته‌اند ولی در ترشح نفوذپذیری **انتخابی** وجود دارد.
- اغلب به صورت فعال و با صرف انرژی صورت می‌گیرد (*یعنی در خلاف جهت شیب غلظت صورت می‌گیرد*).
- بعضی از سموم، داروها، یون‌های هیدروژن و پتاسیم اضافی با ترشح دفع می‌شوند که همان‌طور که گفته شد، این مواد قبلاً در تراوش هم وارد گردیزه شده‌اند.
- این فرایند در تنظیم pH خون نقش مهم دارد
  - در pH پایین خون ← ترشح H^+ به گردیزه کلیه‌ها زیاد می‌شود.
  - در pH بالای خون ← دفع بیکربنات (*نه ترشح!*) توسط کلیه‌ها بیشتر می‌شود.

- تنگی سرخرگ آوران ← سبب کاهش مقدار و فشار خون در مویرگ‌های کلافکی و دورلوله‌ای می‌شود ← تراوش، بازجذب و ترشح کم می‌شود ← حجم ادرار نیز کم می‌شود.
- تنگی سرخرگ وابران
  - مقدار و فشار خون در مویرگ کلافکی زیاد می‌شود ← تراوش و بازجذب زیاد می‌شود.
  - مقدار و فشار خون در مویرگ دورلوله‌ای کم می‌شود ← ترشح کم می‌شود.
  - ← حجم ادرار زیاد می‌شود.
- دقت کنید که لفظ **ادرار**، وقتی صحیح می‌باشد که مایع وارد لگنچه شده باشد. پس مایع درون گردیزه‌ها و مجاری جمع‌کننده هنوز ترکیب نهایی ادرار را ندارند.

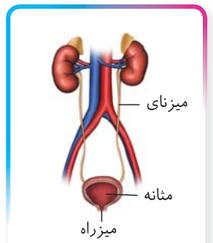
مکانیسم تخلیهٔ ادرار

تکات میزنای

- ادرار موجود در لگنچهٔ کلیه‌ها ← از طریق دو میزنای ← از طریق دریچه وارد بخش پشتی مثانه می‌شود ← از راه بندارهٔ داخلی وارد یک میزراه می‌شود ← دفع ادرار
- تحریک اعصاب خودمختار ← انقباض ماهیچه‌های صاف میزنای ← حرکت کرمی میزنای ← جلو بردن ادرار از لگنچه تا مثانه
- کاهش سریع چربی اطراف کلیه‌ها ← افتادگی کلیه‌ها ← تاخوردن میزنای‌ها ← اشکال در خروج ادرار از کلیه‌ها ← نارسایی کلیه‌ها
- دریچه‌ای در انتهای میزنای وجود دارد
  - حاصل چین‌خوردگی مخاط پوششی مثانه روی دهانه میزنای می‌باشد.
  - مانع برگشت ادرار از مثانه به میزنای می‌شود.
- هر میزنای پس از خروج از کلیه از جلوی رگ‌های انشعاب یافته از آئورت نزولی عبور می‌کند تا به مثانه برسد.

زیادی ورود ادرار به مثانه ← کشیدگی زیاد دیوارهٔ مثانه ← تحریک گیرندهٔ کششی دیوارهٔ مثانه ← شروع سازوکار تخلیهٔ ادرار ← پیام حسی به نخاع می‌رود. ← انعکاس نخاعی تخلیهٔ ادرار فعال می‌شود. ← پیام حرکتی از نخاع سبب انقباض ماهیچهٔ صاف مثانه می‌شود.

تخلیهٔ مثانه کامل می‌شود. ← سبب باز شدن بندارهٔ خارجی میزراه به صورت ارادی می‌شود (*ماهیچهٔ این بنداره مخطط است*). ← پیام حرکتی ارادی از قشر مخ ← ادرار وارد میزراه می‌شود. ← سبب باز شدن بندارهٔ داخلی صاف غیر ارادی ابتدای میزراه می‌شود.



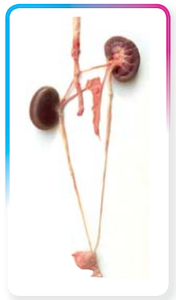
«دستگاه دفع ادرار»

- تحریک اعصاب خودمختار نخاعی ← شروع انقباض ماهیچه‌های صاف مثانه
- افزایش شدت انقباضات مثانه ← خروج ادرار از مثانه و ورود به میزراه

بنداره‌های میزراه

بندارهٔ داخلی
- ماهیچهٔ صاف حلقوی دارد.
- تحت کنترل اعصاب خودمختار می‌باشد.
- در محل اتصال مثانه به میزراه قرار دارد.
- با افزایش انقباضات مثانه، به استراحت می‌رسد و باز می‌شود.

بندارهٔ خارجی
- در انتهای مجرای ادرار میزراه زنان و مردان وجود دارد.
- از جنس ماهیچهٔ مخطط حلقوی می‌باشد.
- تحت کنترل قشر مخ و اعصاب پیکری ارادی می‌باشد (*یادآوری*).
- در انتهای میزراه قرار دارد و تحت کنترل قشر مخ می‌باشد.
- در مردان سبب خروج اسپرم و ادرار می‌شود.



- کلیهٔ راست به دلیل وجود کبد از کلیهٔ چپ پایین‌تر می‌باشد و به مثانه نزدیک‌تر است.
- طول میزنای سمت چپ از راست بلندتر است.
- طول سیاهرگ کلیوی سمت چپ از راست کوتاه‌تر است.
- سیاهرگ کلیوی سمت چپ برخلاف راست با یک مسیر نزولی از کلیه به سمت بزرگ‌سیاهرگ زیرین می‌رود.
- سرخرگ کلیوی سمت راست از چپ کمی طویل‌تر است و مسیر نزولی از آئورت تا کلیه دارد ولی مسیر سرخرگ کلیوی چپ، صعودی است.

در نوزادان و کودکان
- ارتباط مغز با نخاع کامل نشده است.
- تخلیه مثانه کاملاً (*در تمام مراحل*) غیرارادی است.
- روی بندارهٔ خارجی کنترل کاملی ندارند.

در بالغین
- ورود ادرار به میزراه از راه مثانه و بندارهٔ داخلی غیرارادی است.
- تخلیهٔ کامل مثانه با رفع انقباض بندارهٔ خارجی به صورت ارادی صورت می‌گیرد.
- می‌توانند تخلیه مثانه خود را به تأخیر بیاندازند.

ترکیب شیمیایی ادرار

- واژهٔ ادرار وقتی به کار می‌رود که مایع تراوش، بازجذب و ترشح شده وارد لگنچه شود. در حقیقت مادهٔ موجود در لگنچه، میزنای، مثانه و میزراه را می‌توان ادرار نامید.
- **بخش معدنی**
  - ٪۹۵ آن آب است
  - ٪۵ املاح (*یون‌ها*)
  - ← سبب تعادل آب و یون‌های بدن می‌شوند.
- **مواد آلی نیتروژن‌دار**
  - **بیشترین ماده** ← **اوره**
    - اوره در کبد از ترکیب دو مادهٔ معدنی یعنی آمونیاک سمی با CO_2 ایجاد می‌شود.
    - سمیت اوره از آمونیاک، بسیار کمتر می‌باشد.
    - امکان انباشته شدن آن و دفع **متناوب** آن وجود دارد.
    - کلیه‌ها ضمن تراوش، اوره را از خون گرفته و به وسیلهٔ ادرار دفع می‌کنند.
    - در کبد $+CO_2$
  - **تجزیهٔ موادی مثل آمینواسیدها** ← **آمونیاک سمی** ایجاد می‌شود. ← تجمع آن در خون به سرعت سبب مرگ می‌شود (*آمونیاک در خون و کبد وجود دارد ولی در ادرار وجود ندارد*).
  - **اوریک اسید**
    - انحلال‌پذیری زیادی در آب ندارد ← تمایل زیادی به رسوب و تشکیل بلور دارد.
    - رسوب بلور آن
      - در کلیه‌ها ← سبب سنگ کلیه می‌شود.
      - در مفاصل ← دردناک شدن و التهاب مفاصل ← بیماری نقرس می‌دهد
        - نوعی بیماری مفصلی است.
        - طی آن مفاصل دردناک می‌شود.
        - در مفاصل، التهاب با نشانه‌های قرمزی، تورم و درد ایجاد می‌شود.

یکی از سازوکارهای تنظیم آب

بالا رفتن از حد بیشتر غلظت مواد حل شده در پلاسما ← فشار اسمزی بالای خون ← تحریک گیرنده‌های اسمزی در هیپوتالاموس

- فعال شدن مرکز تشنگی در هیپوتالاموس ← نوشیدن آب ← تنظیم فشار اسمزی پلاسما
- افزایش ترشح هورمون ضدادراری تولید شده در هیپوتالاموس توسط هیپوفیز پسین به خون ← بازجذب آب در کلیه‌ها ← دفع ادرار غلیظ
  - تنظیم فشار اسمزی پلاسما
  - کاهش دفع آب از بدن

دیابت بی‌مزه

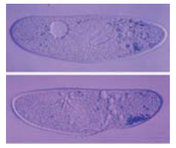
- در اثر عدم ترشح هورمون ضدادراری (*آنتی دیورتیک* = ADH) به هر دلیلی می‌باشد.
- مقدار زیادی ادرار **رقیق** از بدن دفع می‌شود ← برخلاف دیابت شیرین (*مرض قند*)، ادرار در این بیماری فاقد قند می‌باشد.
- تشنگی و نوشیدن آب در آن زیاد است ← در دیابت شیرین نیز دفع ادرار زیاد وجود دارد.
- در این بیماری توازن آب و یون‌ها در بدن دچار مشکل جدی شده است.
- بدن قادر به تنظیم محیط داخلی خود در هنگام غلیظ شدن خوناب نمی‌باشد.
- می‌تواند اشکال
  - در تولید هورمون ضدادراری در هیپوتالاموس باشد.
  - در ترشح هورمون ضدادراری از هیپوفیز پسین باشد.
  - در عدم پاسخ یاخته‌های گردیزه به هورمون ضدادراری باشد.

گفتار ۳

تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

تک‌یاخته‌ای‌ها

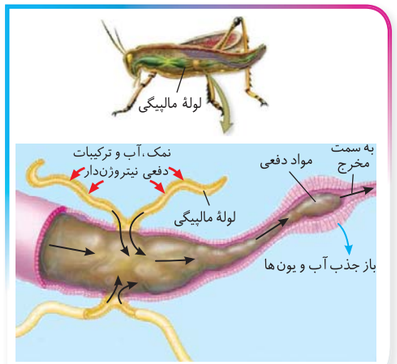
دفع در **بیشتر** آن‌ها با **انتشار** صورت می‌گیرد. ← برخی مانند پارامسی، واکوئول‌های **انقباضی** برای دفع آب و مواد دفعی دارند.



«واکوئول انقباضی در پارامسی»

در بی‌مهرگان

- بیشتر بی‌مهرگان ساختار مشخصی برای دفع دارند که ساختارهای نفریدی، آبششی و مالپیگی می‌توانند دیده شوند.
- **نفریدی**
  - نفریدی لوله‌ای است که با منفذی به بیرون باز می‌شود و راه خروجی دارد. این ساختار برای دفع، تنظیم اسمزی یا هر دو مورد می‌باشد.
  - همانند گردیزهٔ انسان ابتدای بسته و انتهای باز دارد.
- لولهٔ مالپیگی و آبشش ← در ادامه بررسی می‌شوند.
- **بندپایان**
  - **سخت‌پوستان** ← آبشش در مناطق خاص بدن برای دفع مادهٔ زائد نیتروژن‌دار با انتشار ساده دارند.
  - **حشرات** ← **لوله‌های مالپیگی**
    - سامانهٔ دفعی متصل به روده در **حشرات** می‌باشد.
    - نمک از همولنف وارد این لوله‌ها می‌شود.
    - آب نیز از طریق اسمز از راه همولنف وارد این لوله‌ها می‌شود.
    - اوریک اسید نیز از همولنف به این لوله‌ها ترشح می‌شود.
    - همهٔ محتویات وارد شده به چند لولهٔ مالپیگی از منفذ مشترکی وارد دو طرف روده می‌شود ← آب و یون‌ها در روده و راست‌روده بازجذب شده ← اوریک اسید و مواد دفعی مخلوط شده ادرار و مدفوع از دستگاه گوارش خارج می‌شود.



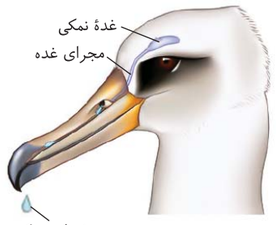
«لوله‌های مالپیگی»

تنظیم اسمزی در ماهی‌ها

- همهٔ مهره‌داران کلیه دارند.
- در همهٔ مهره‌داران به دلیل گردش خون بسته، مواد پلاسما از غشای مویرگ به کلیه‌ها تراوش می‌شود.
- **ماهیان غضروفی**
  - تنها مهره‌دارانِ فاقد استخوان هستند (*یازدهم*).
  - از کلیه‌های خود، مواد غلیظ نمکی و نیتروژن‌دار دفع می‌کنند.
  - غدد راست‌روده‌ای دارند ← محلول نمک $NaCl$ بسیار غلیظ ← وارد روده می‌کنند ← از راه لولهٔ گوارش دفع می‌کنند.
  - کوسه‌ها و سفره‌ماهی از آن‌ها بوده که ساکن **آب شور** هستند.
  - همانند حشرات، لولهٔ گوارش آن‌ها نیز در تنظیم اسمزی جانور نقش دارد.
- سامانهٔ دفعی مرتبط با لولهٔ گوارش هم در حشرات و هم در ماهی‌های غضروفی وجود دارد.
- **ماهی آب شیرین (ماهی قرمز)**
  - فشار اسمزی درون بدن آن‌ها از محیط بیشتر است
    - آب تمایل به ورود به بدن جانور دارد.
    - آب شیرین فشار اسمزی کمی دارد.
  - برای مقابله با ورود آب زیاد به بدن ← معمولاً آب زیادی نمی‌نوشند ← باز و بسته شدن دهان آن‌ها **تنها** برای تبادل آب و گاز تنفسی با آبشش است.
  - **جذب** نمک و یون‌ها را با انتقال فعال از آبششها انجام می‌دهند ← ادرار رقیق حجیمی را از طریق کلیه‌ها دفع می‌کنند.
- **ماهیان دریازی (آب شور)**
  - فشار اسمزی محیط بیرون آن‌ها از محیط درون بدن آن‌ها بیشتر است ← آب تمایل به خروج از بدن دارد.
  - این ماهی‌ها آب زیادی می‌نوشند.
  - برخی از یون‌ها ← از آبششها دفع می‌شوند.
  - برخی از یون‌ها ← به صورت ادرار غلیظ ← از کلیه‌ها دفع می‌شوند.

تنظیم اسمزی در مهره‌داران بدون آبشش

- **دوزیستان بالغ**
  - مثانهٔ آن‌ها ذخیرهٔ آب و یون دارد ← در خشکی محیط ← دفع ادرار کم ← ذخیرهٔ آب در مثانه زیادتر شده ← بازجذب زیاد آب از مثانه به خون دارند (*ویژهٔ دوزیستان*).
  - تنها مهره‌دارانی با توانایی تغییر در ترکیبات ادرار موجود در **مثانهٔ** خود می‌باشند.
- **خزندگان و پرندگان**
  - توانمندی بازجذب آب زیادی در کلیه‌های خود دارند.
  - در برخی انواع بیابانی و دریازی آن‌ها املاح زیادی با آب یا غذا به بدن وارد می‌کنند ← نمک اضافی را از غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان
    - به صورت قطره‌های **غلیظ** دفع می‌کنند.
    - مجرای غدهٔ نمکی چشم آن‌ها در انتها به جلوی دهان آن‌ها راه دارد.



«غدهٔ نمکی»

گفتار ۱

یاختهٔ گیاهی

نکات اولیه گیاهان
- امروزه نهان‌دانگان (*گل‌دار*) بیشترین گونه‌های گیاهی روی زمین هستند.
- گیاهان علاوه بر تأمین غذا، در ایجاد مواد اولیهٔ صنایعی مثل داروسازی و پوشاک نیز نقش دارند.
- در جای خود ثابت هستند، ولی مانند سایر جانداران به ماده و انرژی نیاز دارند.
- به‌جز نوع انگل (*مانند سس*) بقیه فتوسنتزکننده‌اند.
- فاقد کلسترول در غشای یاخته هستند و سانتریول ندارند.

رابرت هوک
- اولین‌بار با میکروسکوپ ساده یاخته را مشاهده کرد.
- بافت مردهٔ چوب‌پنبه را مشاهده کرد.
- در یاختهٔ مرده حفراتی وجود داشت.
- حفرات توسط دیواره از هم جدا شده بودند.
- پروتوپلاستی مشاهده نکرد.

پروتوپلاست
- بخش زنده و دارای متابولیسم (*سوخت‌وساز*) یاخته می‌باشد.
- شامل غشا، سیتوپلاسم و هسته می‌باشد. ← (*سیتوپلاسم، مجموعهٔ مادهٔ زمینه‌ای و اندامک‌های غشادار (به‌جز هسته) می‌باشد.*)
- توسط دیواره احاطه شده است. ← هم‌ارز یاخته در جانوران می‌باشد چون دیواره ندارد.
- تولید دیواره را انجام می‌دهد.

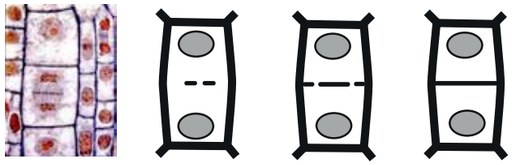
دیوارهٔ یاخته‌ای

- در بافت‌های زنده، پروتوپلاست را دربر می‌گیرد ← ترکیب شیمیایی آن در یاخته‌های متفاوت در طول عمر گیاه تغییر می‌کند.

عملکرد دیواره
- توسط پروتوپلاست زنده تولید می‌شود.
- حفظ شکل یاخته
- استحکام یاخته
  - استحکام پیکر گیاه
- کنترل تبادل مواد بین یاخته‌ها در گیاه
- جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا

ساختار و انواع دیواره‌ها

تیغهٔ میانی
- یک لایه مشترک بین دو یاخته تقسیم شده می‌باشد که تولید پیش‌سازهای آن قبل از اتمام تقسیم یاخته شروع شده است.
- اولین لایه دیواره است که پس از تقسیم هسته ایجاد می‌شود ← قدیمی‌ترین دیواره است.
- سیتوپلاسم یاخته را به دو بخش تقسیم می‌کند. این دیواره در ابتدای ساخت در تماس با غشا می‌باشد.
- از پلی‌ساکاریدی به نام **پکتین** ساخته شده است.
- پکتین مانند چسب دو یاخته را کنار هم قرار می‌دهد که درون ریزکیسه‌های غشادار قرار دارند.
- به صورت ریزکیسه‌هایی منفذدار توسط شبکهٔ آندوپلاسمی و **گلژی** یاختهٔ اولیه ایجاد می‌شود ← به تدریج تعداد منافذ تیغهٔ میانی کاهش می‌یابد.


«تشکیل تیغهٔ میانی»

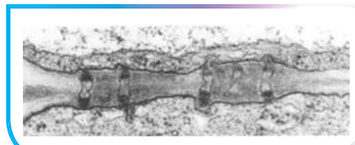
دیوارهٔ نخستین
- به صورت یک لایه توسط **پروتوپلاست** هر یاخته ساخته می‌شود.
- به سمت داخل تیغهٔ میانی ساخته می‌شود ← از خارج به تیغهٔ میانی متصل می‌باشد.
- رشته‌های **سلولز** به همراه پکتین دارد.
- در بدو تشکیل مانند **قالبی** پروتوپلاست را دربر می‌گیرد و به دلیل **کشش** و **گسترش**، مانع رشد یاخته نمی‌شود.
- اندازه آن با افزایش رشد پروتوپلاست و اضافه شدن ترکیبات دیواره، زیاد می‌شود.
- در بافت کلانشیم، از همه ضخیم‌تر است.
- رشته‌های سلولزی موازی مانند دیوارهٔ پسین ندارد.

دیوارهٔ پسین
- در برخی یاخته‌ها توسط پروتوپلاست و به سمت داخل دیوارهٔ نخستین ساخته می‌شود.
- **چند لایه‌ای** می‌باشد ← تا وقتی یاخته زنده است از داخل به غشای یاخته نزدیک می‌باشد.
- رشته‌های **سلولزی** دارد که جهت رشته‌ها درون **هر لایه** به صورت موازی است.
- جهت رشته‌های سلولزی هر لایه با لایه مجاور آن متفاوت و زاویه‌دار است ← این ویژگی سبب استحکام و تراکم زیاد آن می‌شود.
- رشد یاخته پس از تشکیل آن‌ها متوقف می‌شود.
- در بافت اسکلرانشیم و آوند چوبی، حاوی ترکیبات لیگنینی شده و استحکامی می‌شود.

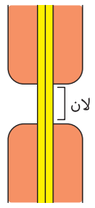
- هرچه دیواره‌سازی بیشتر شود ← تیغهٔ میانی از پروتوپلاست دورتر می‌شود و پروتوپلاست کوچک‌تر می‌گردد.

ارتباط دیواره‌ای بین یاخته‌ای

پلاسمودسم
- کانال‌هایی سیتوپلاسمی در دیواره‌ها می‌باشند که مخصوص یاخته‌های **زنده** هستند.
- مواد مغذی و سایر ترکیبات از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر می‌روند.
- در انتقال مواد اسیدی C_3 و C_4 بین یاختهٔ میانبرگ و غلاف آوندی گیاهان C_4 مؤثر است (*دوازدهم*).
- در انتقال مواد به روش سیمپلاستی در عرض ریشه مؤثر است (*فصل ۷*).
- با میکروسکوپ **الکترونی** دیده می‌شوند.
- در یاختهٔ چوبی شده یا مرده وجود ندارد.



لان‌ها
- منطقه‌ای است که دیوارهٔ یاخته در آن **نازک مانده** است (*نه نازک شده است*).
- دیوارهٔ دوم در محل لان تشکیل نمی‌شود. ← در محل لان لیگنینی شدن رخ نمی‌دهد (*گفتار ۲*).
- در بافت زنده حاوی تعداد زیادی پلاسمودسم می‌باشد.

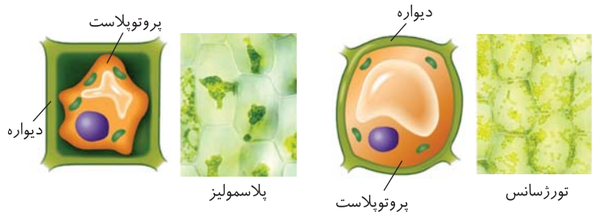


«لان در دیوارهٔ یاخته‌ای»

- پلاسمودسم‌ها و لان‌ها در هنگام تشکیل دیوارهٔ جدید پایه‌گذاری می‌شوند (*نه اینکه بعداً ایجاد شوند*).

واکوئول

- اندامکی تک‌غشایی در سیتوپلاسم یاخته‌های گیاهی برای **ذخیرهٔ مواد** می‌باشد.
- درون آن مایعی به نام شیرهٔ واکوئولی دارد
  - آب و مواد دیگر دارد.
  - مقدار و ترکیب آن در بافت‌های مختلف یک گیاه و بین گیاهان مختلف، متفاوت می‌باشد.
- وقتی آب محیط زیاد باشد ← واکوئول برخی یاخته‌ها آب جذب می‌کنند ← پروتوپلاست آن‌ها به دیواره می‌چسبد ← دیوارهٔ یاخته تا حدی کشیده می‌شود ولی پاره نمی‌شود ← یاخته دچار تورژسانس (*تورم*) می‌شود.
- تورژسانس بافت‌ها در اندام‌های **غیرچوبی** (*برگ و ساقهٔ علفی*) ← سبب استواری آن اندام‌ها می‌شود (*در هیچ گیاهی، برگ چوبی نمی‌شود*).
- کمبود آب محیط ← کاهش حجم واکوئول ← جمع شدن پروتوپلاست ← افزایش فاصلهٔ دیواره از غشا ← پلاسمولیز یاخته
- اگر پلاسمولیز طولانی مدت باشد ← پژمردگی گیاه ایجاد می‌شود ← حتی با آبیاری نیز رفع نمی‌شود ← مرگ یاخته‌ها ← مرگ گیاه



«تورژسانس و پلاسمولیز در یاختهٔ گیاهی»

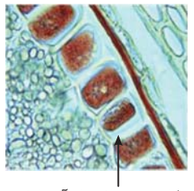
مواد مختلف درون شیرهٔ واکوئول‌ها

- آب
  - در غشای واکوئول‌ها، پروتئین تسهیل‌کنندهٔ اختصاصی برای عبور آب وجود دارد (*فصل ۷*).
  - تنظیم حجم یاخته را انجام می‌دهد.
  - می‌تواند از غشای پروتوپلاست و واکوئول، آزادانه و بدون صرف انرژی عبور کند.

موادی که در سایر بخش‌های یاخته گیاه ساخته می‌شوند (نه در واکوئول)

ترکیبات رنگی ← **مثلاً آنتوسیانین‌ها**

- **یکی** از ترکیبات رنگی واکوئول‌هاست.
- در واکوئول‌ها **ذخیره** می‌شوند (*نه اینکه ساخته می‌شود*).
- رنگ آن‌ها در *pH*های مختلف، متفاوت می‌باشد.
- در ریشهٔ چغندر قند قرمز، کلم بنفش و پرتقال توسرخ به فراوانی وجود دارد.
- نقش پاداکسندگی ضدسرطان دارند ← مانع اثر رادیکال‌های آزاد راکیزه بر مولکول‌های زیستی می‌شوند (*دوازدهم*).
- باز هم یادتون باشه که آنتوسیانین **یکی از** مواد رنگی واکوئول‌هاست و پروتئین یا کربوهیدرات نیست.


«یاخته‌هایی که گلوتن در واکوئول آن‌ها ذخیره شده است.»

پروتئین ← **گلوتن**

- یکی از پروتئین‌های درون واکوئول است که در ریبوزوم روی شبکهٔ آندوپلاسمی تولید می‌شود.
- در بذر گندم و جو ذخیره می‌شود ← هنگام رویش بذر برای رشد و نمو رویان مصرف می‌شود.
- در خارجی‌ترین لایهٔ آندوسپرم دانهٔ غلات وجود دارد که به هورمون جیبرلین حساس است.
- ارزش غذایی دارد ← برخی به آن حساسیت دارند ← بیماری سلیاک را ایجاد می‌کند
  - یاختهٔ پرز و ریزپرزهای رودهٔ آن‌ها تخریب می‌شود.
  - سطح جذب غذا کم می‌شود.
  - تشخیص قطعی آن با انجام آزمایشات پزشکی است.
  - حساسیت به آن سبب اختلال در رشد و مشکل سلامتی می‌شود.

ترکیبات اسیدی

رنگ‌ها در گیاهان

رنگ‌های واکوئولی

- مثل آنتوسیانین‌ها ← فقط این گروه در *pH* مختلف تغییر رنگ می‌دهد. (*آنتوسیانین فقط یکی از رنگ‌های واکوئولی است.*)
- همگی از جمله آنتوسیانین پاداکسنده بوده و در **پیشگیری** از سرطان و بهبود کار مغز و اندام‌های دیگر نقش دارد. (*در درمان سرطان موثر نیستند.*)

دیسه‌ها و انواع رنگ‌های (رنگیزه‌های) درون آن‌ها

- رنگ زرد یا نارنجی ریشهٔ هویج و قرمز میوهٔ گوجه‌فرنگی در نتیجهٔ رنگیزهٔ کاروتنوئیدی این اندامک‌هاست.
- در بخش‌های هوایی و زیرزمینی وجود دارند.
- دیسه (*پلاست*) اندامکی **دوغشایی** در سیتوپلاسم است که انواع متفاوتی دارد
  - کلروپلاست (*سبزدیسه*)
    - حاوی دنای حلقوی، دو غشای صاف، همانندسازی، رونویسی و ترجمه می‌باشد.
    - محل انجام واکنش‌های فتوسنتزی و شروع تنفس نوری می‌باشد (*دوازدهم*).
    - سبزینهٔ زیادی دارد و علت رنگ سبز گیاهان است.
    - کمی کاروتنوئید هم دارند که توسط سبزینه پوشیده شده است.
  - کروموپلاست (*رنگ‌دیسه*) ← رنگیزهٔ کاروتنوئید ذخیره‌ای دارد
    - ریشهٔ هویج ← کاروتن نارنجی دارد.
    - برخی گلبرگ‌ها ← رنگیزهٔ زرد دارند.
    - میوهٔ رسیدهٔ گوجه‌فرنگی ← رنگیزهٔ قرمز دارد.
    - ترکیبات پاداکسنده ضد سرطان دارد ← مانع حملهٔ رادیکال‌های آزاد به مولکول‌های زیستی می‌شوند (*دوازدهم*).
  - بدون رنگیزه ← آمیلوپلاست (*نشادیسه*)
    - ذخیره نشاسته زیادی در یاخته‌های بخش خوراکی غدهٔ سیب‌زمینی دارند.
    - هنگام رشد جوانهٔ سیب‌زمینی ← افزایش مصرف ذخیره نشاسته ← شروع رشد جوانه و ایجاد پایه‌های جدید از غده یا ساقهٔ زیرزمینی

نکته کاهش طول روز در پاییز ← کم شدن نور ← تجزیهٔ سبزینه در برگ و افزایش کاروتنوئیدها ← سبب تبدیل کلروپلاست به کروموپلاست می‌شود.

نکته برگ‌هایی که علاوه بر سبز، رنگ‌های دیگر نیز دارند ← در اثر کاهش نور ← مساحت بخش سبز آن‌ها زیاد می‌شود.

نشرالگو

گفتار ۲

ترکیبات دیگر گیاهی

ترکیبات غیرمصرف غذایی
- تولید رنگ برای رنگ‌آمیزی الیاف فرش
- شیرابهٔ سفید میوه و دمبرگ انجیر (*رونیاک*) ← لاستیک‌سازی، از ترکیبات متفاوت شیرابهٔ نوعی درخت می‌باشد.
- این رنگ‌ها در روناس، نعنا و گل محمدی وجود دارند.
- ترکیب شیرابه در گیاهان متفاوت، فرق می‌کند (*مصرف غذایی ندارد*).

ترکیبات دفاعی
آلکالوئیدها
- از ترکیبات گیاهی هستند که در شیرابهٔ برخی گیاهان فراوانند.
- ساخت داروهای مسکن، آرامش‌بخش و ضد سرطان + ترکیبات دفاعی
- برخی اعتیادآورند (*شیرابهٔ خشخاش*)
- در دفاع گیاه در برابر گیاه‌خواران مؤثر است.
- نیکوتین از آلکالوئیدهاست که سبب دور کردن گیاه‌خواران می‌شود.
- در درمان سرطان (*تومور بدخیم*) مؤثرند (*نه پیشگیری مثل پادآکنده‌ها*).
- در مقادیر مختلف ممکن است سرطان‌زا، مسموم‌کننده یا کشنده باشند.

بافت
- مجموعه یاخته‌های کم و بیش مشابه می‌باشد. (*پارانشیم، مریستم، کلرنشیم، اسکلرانشیم و بافت آوندی*)

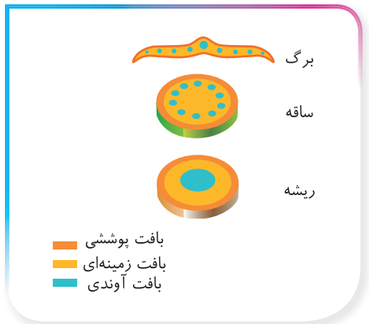
سامانهٔ بافتی
- مجموعه چند نوع بافت و یاخته‌های گوناگون با کار متفاوت می‌باشند. (*سامانهٔ پوششی، زمینه‌ای و آوندی*)
- هر سامانهٔ بافتی عملکرد خاصی دارد ولی بافت‌های متفاوت با کار متفاوت دارند.

انواع سامانه‌های بافتی در بخش‌های رویشی گیاه آوندی

پوششی
- در اندام جوان ← روپوست نامیده می‌شود.
- در اندام مسن ← پیراپوست (*پریدرم*) نامیده می‌شود (*البته در گیاهان دارای رشد پسین*).
- اندام‌های رویشی را از خطرهای محیطی حفظ می‌کند.

زمینه‌ای
- بین سامانهٔ پوششی و آوندی قرار دارد.
- بافت‌های پارانشیم، کلانشیم و اسکلرانشیم دارد.
- مجموعهٔ پوست و بخش محصور شده توسط آوندها را در ریشه، ساقه و میانبرگ را در برگ‌ها ایجاد می‌کند.

آوندی
- ترابری مواد را در گیاه برعهده دارد.
- آوند چوبی مرده و آوند آبکش زنده دارد.
- یاخته‌های فیبری، پارانشیمی (*پرانشیم*) و آوندی دارد.
- در ریشه به صورت متمرکز ولی در برگ و ساقه، به صورت پراکنده در سامانهٔ زمینه‌ای است.



نکات سامانه‌های بافتی در گیاه آوندی

سامانهٔ بافت پوششی
۱ سراسر اندام گیاه را می‌پوشاند.
۲ همانند پوست جانوران نقش دفاعی دارد و به عنوان سد اول دفاعی می‌باشد.
۳ در برگ، ریشه‌ها و ساقه‌های **جوان**، روپوست نامیده می‌شود که معمولاً یک‌لایه‌ای است.
۴ در اندام‌های مسن گیاهان دارای رشد پسین پیراپوست (*پریدرم*) نامیده می‌شود که بافتی چوب‌پنبه‌ای است.
۵ پوستک، لیپیدی روی روپوست اندام‌های هوایی، سبب کاهش تبخیر آب می‌شود (*پوستک همانند غشای پایه، یاخته ندارد*).
۶ نکات روپوست
- سبب کاهش تبخیر آب از اندام‌های **هوایی** گیاه می‌شود.
- لایه‌ای از جنس کوتین لیپیدی در روی خود در اندام‌های هوایی دارد که پوستک نامیده می‌شود.
- پوستک نسبت به آب نفوذناپذیر است.
- پوستک توسط اندامک‌های یاخته‌های روپوستی تولید شده و به سطح بیرونی در مجاور هوا ترشح می‌شود.
- پوستک از نفوذ عوامل بیگانه جلوگیری کرده و سبب حفظ گیاه در مقابل سرما می‌شود.
- گیاهان مناطق خشک پوستک ضخیم دارند (*مثل خرزهره، کاکتوس و آناناس*)

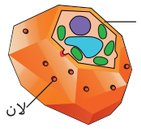
۷ یاخته‌های روپوستی
- در اندام‌های هوایی
  - یاخته‌های بدون تمایز
  - یاخته‌های تمایز یافته
    - نگهبان روزنه
      - تنظیم‌کنندهٔ باز و بسته شدن روزنهٔ هوایی است.
      - کلروپلاست‌دار است ← دو دیواره با ضخامت نابرابر دارد (*فصل ۷*).
      - در بین دو نگهبان مجاور، روزنهٔ هوایی وجود دارد.
      - توانایی تولید *NADPH*، چرخهٔ کالوین و مواد آلی از معدنی دارد (*دوازدهم*).
    - کرک ← تبخیر آب را کاهش می‌دهد و کلروپلاست ندارد.
    - یاختهٔ ترشحی به ترشح مواد دفاعی، محافظ و ... می‌پردازد.
- در ریشه
  - تار کشنده تمایز یافته دارد ولی نگهبان روزنه، کرک و پوستک ندارد.
  - هر تار کشنده، یک یاختهٔ روپوستی طویل در ریشه می‌باشد.

سامانهٔ بافت زمینه‌ای

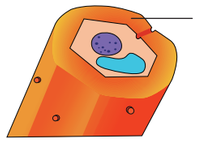
فضای بین روپوست و بافت آوندی را پر می‌کند.

پارانشیم

۱) رایج‌ترین بافت در سامانهٔ زمینه‌ای است.
۲) دیوارهٔ نخستین نازک غیرچوبی دارد. ← دیوارهٔ نخستین پروتوپلاست را دربر گرفته است.
۳) به آب نفوذپذیر است و فاقد دیوارهٔ پسین می‌باشد.
۴) در زخم بافتی قدرت تقسیم و ترمیم دارد.
۵) ذخیرهٔ مواد و فتوسنتز می‌کند.
۶) نوع سبزینه‌دار در برگ‌ها زیاد است. ← به صورت نرده‌ای یا اسفنجی در میانبرگ به فتوسنتز می‌پردازد (*دوازدهم*).
۷) لان دارد و دارای سوخت‌وساز می‌باشد.
۸) در اندوختهٔ (*آندوسپرم*) دانهٔ نهان‌دانگان، معمولاً حاوی یاخته‌های تریپلوئید می‌باشد (*یازدهم*).
۹) در گیاهان آبزی، فاصلهٔ بین‌یاخته‌ای زیاد و پرهوا برای تنفس یاخته‌ای دارند (*مانند ریشهٔ درختان حرّا*).



«ترسیمی از یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای»



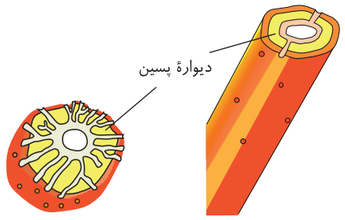
«ترسیمی از یاختهٔ چسب‌آکنه‌ای»

کلانشیم

۱) یاخته‌هایی بدون دیوارهٔ پسین دارند که به نام یاختهٔ کلانشیمی می‌باشد.
۲) دیوارهٔ نخستین ضخیم دارند ← استحکامی است ولی لیگنینی نمی‌شود.
۳) استحکام دارد ولی انعطاف‌پذیر است.
۴) مانع رشد گیاه نمی‌شود.
۵) معمولاً زیر **روپوست** هستند.
۶) اندامک و سوخت‌وساز دارند.

اسکلرانشیم

۱) یاخته‌هایی با نام اسکلرانشیمی دارند که دو نوع اسکلرئید و فیبر می‌باشند.
۲) دیوارهٔ پسین ضخیم چوبی دارند. ← چوبی شدن، سبب مرگ پروتوپلاست می‌شود.
۳) در حالت زنده، دیوارهٔ پسین آن‌ها، پروتوپلاست را دربر گرفته است (*دیوارهٔ نخستین نازک دارند*).
۴) همانند یاختهٔ کلانشیمی استحکام دارند ولی برخلاف آن‌ها انعطاف‌پذیر نیستند.
۵) یاختهٔ اسکلرئید کوتاه‌تر و لان‌دار می‌باشد.
۶) یاختهٔ فیبری آن‌ها دراز و لان‌دار می‌باشد.
۷) فیبر در تولید طناب و پارچه استفاده می‌شود.
۸) ذره‌های سخت میوهٔ گلابی، مجموعه‌ای از یاخته‌های اسکلرئیدی است.
۹) در حالت بلوغ مرده‌اند و فاقد اندامک و متابولیسم می‌باشند.



«ترسیمی از اسکلرئید»

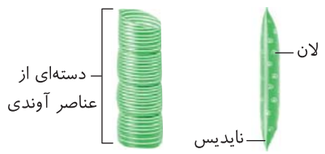
سامانهٔ بافت آوندی

ترابری مواد معدنی (*شیرهٔ خام*) و آلی (*شیرهٔ پرورده*) را در گیاه برعهده دارد که در هر اندام رویشی و زایشی وجود دارد.
از دو بافت آوندی چوبی و آبکش به وجود آمده است.
هر بافت آوندی، یاخته‌های اصلی آوندی به همراه یاخته‌های پارانشیمی و فیبرهای اسکلرانشیمی وجود دارد.

اجتماع یاخته‌های اصلی بافت آوندی

آوندهای چوبی

یاخته‌های مرده به دنبال همدیگر هستند.
فقط دیوارهٔ چوبی آن‌ها باقی مانده است.
لیگنین به شکل‌های مختلف در دیوارهٔ این یاخته‌ها وجود دارد.
دو نوع یاختهٔ تراکئید و عنصر آوندی دارند.
یاختهٔ تراکئید دوکی مرده دارند. ← آوند حاصل از آن‌ها لولهٔ پیوسته نیست و دیوارهٔ بین‌یاخته‌ای لان‌دار دارد.
یاخته‌های عنصر آوندی کوتاه مرده دارند. ← آوند حاصل از آن‌ها فاقد دیوارهٔ عرضی بوده و لولهٔ پیوسته ایجاد کرده است.
در نوع لان‌دار، دیواره در محل لان، غیرچوبی است.
شیرهٔ خام را از عرض ریشه گرفته و به کمک تعرق و فشار ریشه‌ای به اندام‌های هوایی می‌رسانند.
یاخته‌های فیبر و پارانشیم در اطراف آن‌ها وجود دارد.



آوندهای آبکش

دیوارهٔ نخستین سلولزی دارند.
دیوارهٔ آن‌ها غیرچوبی است.
دیوارهٔ عرضی به صورت **صفحهٔ آبکشی** دارند. ← آوند آن‌ها لولهٔ پیوسته و بدون دیوارهٔ عرضی نمی‌باشد.
یاختهٔ بدون هسته ولی زنده دارند. ← فرایند همانندسازی و رونویسی از ژنوم خطی ندارند (*دوازدهم*).
یاختهٔ آن‌ها سیتوپلاسم به همراه واکوئول بزرگ برای نگهداری شیرهٔ پرورده دارد.
در نهان‌دانگان ← کنار آوند آبکش، یاختهٔ همراه وجود دارد.
یاخته‌های همراه به ترابری شیرهٔ پرورده در گیاهان گل‌دار کمک می‌کنند.
در اطراف آوندها، دسته‌های فیبر آوندها را دربر گرفته است.
یاخته‌های پارانشیمی نیز در اطراف آن‌ها وجود دارد.

در آوند چوبی، یاختهٔ بالغ زنده وجود ندارد ولی در **بافت** آوند چوبی، یاخته‌های پارانشیمی زنده وجود دارد.

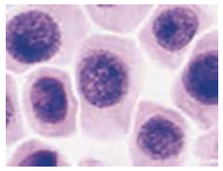
در بافت آوند آبکش:
- یاختهٔ اصلی آبکشی ← زندهٔ بدون هسته است.
- یاختهٔ همراه ← زندهٔ هسته‌دار است.
- یاختهٔ پارانشیمی ← زندهٔ هسته‌دار است.
- این سه نوع یاخته، لیگنینی نمی‌شوند.
- یاختهٔ فیبری ← مردهٔ بدون هسته با دیوارهٔ چوبی است.

گفتار ۳

انواع مریستم‌ها

ویژگی یاخته‌های مریستمی

- منشأ سامانه‌های مختلف بافتی گیاهان می‌باشند.
- در نوک ساقه و ریشه بسیار بااهمیت هستند.
- به‌طور فشرده نسبت به هم قرار دارند و فضای بین‌یاخته‌ای اندکی دارند.
- هستهٔ درشت در مرکز یاخته دارند ← هسته، بیشتر حجم یاخته را تشکیل داده است.
- دائماً تقسیم می‌شوند ← یاخته‌های بافت‌های مختلف را می‌سازند.
- در صورت شرایط
  - نامساعد محیط
  - تولید محصولات زیاد
  - ← سرعت تقسیم آن‌ها کاهش می‌یابد (*یاخته‌های رسم*).



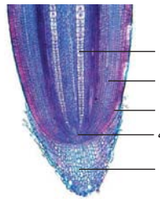
یاخته‌های مریستمی

مریستم‌های نخستین

- سبب رشد طولی ساقه، ریشه و تولید برگ می‌شوند و تا حدودی عرض ساقه، شاخه و ریشه را نیز زیاد می‌کنند.

مریستم نخستین ریشه

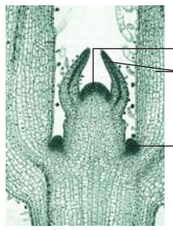
- نزدیک به انتهای ریشه قرار دارد.
- توسط کلاهک پوشیده شده است
  - کلاهک بخش یاخته‌دار، به صورت انگشتانه‌مانند است.
  - ترکیب **پلی‌ساکاریدی** ترشح می‌کند
    - سطح کلاهک را لزج می‌کند.
    - نفوذ ریشه در خاک را آسان می‌کند.
  - یاخته‌های سطح بیرونی آن به‌طور مداوم می‌ریزند و جانشین می‌شوند.
  - مریستم نوک ریشه را در برابر آسیب‌های محیطی حفظ می‌کند.
- سبب رشد طولی و تا حدی رشد قطری ریشه در خاک می‌شود.
- به سمت پایین، کلاهک می‌سازد و از بالای خود به ساخت و تمایز سه سامانهٔ پوششی، زمینه‌ای و آوندی می‌پردازد.
- سه بخش اصلی روپوست، پوست و استوانهٔ مرکزی را تشکیل می‌دهد.



«سرلاد نزدیک به نوک ریشه در مشاهده با میکروسکوپ نوری»

مریستم نخستین ساقه

- عمدتاً در **جوانه‌ها** قرار دارند ← هر جوانه
  - یاخته‌های مریستمی دارد.
  - برگ‌های بسیار جوان دارد.
  - سبب رشد طولی ساقه می‌شود ← سه سامانهٔ پوششی، زمینه‌ای و آوندی را می‌سازد.
  - به ایجاد شاخه‌ها و برگ‌های جدید کمک می‌کند.
- محل
  - جوانهٔ انتهایی
    - محل تولید هورمون اکسین می‌باشد.
    - سبب رشد طولی ساقهٔ گیاه می‌شود.
  - جوانهٔ جـانبی
    - محل تولید هورمون سیتوکینین می‌باشد.
    - تولید شاخه و برگ جدید می‌کند.
    - هورمون اکسین در رشد آن اثر مهاری دارد.
  - فاصلهٔ بین دو گرهٔ ساقه (*میان‌گره*) ← مریستم میان‌گرهی ← تولید انشعابات جدید در ساقه
- **گره**: محلی است که برگ به ساقه یا شاخه متصل است.



«مریستم ساقه در مشاهده با میکروسکوپ **نوری**»

«ترسیمی از ساقه و محل سرلادها در آن»

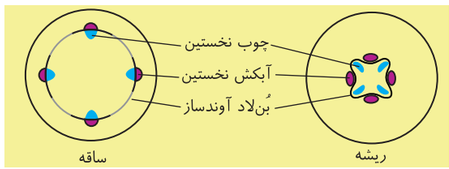
مریستم‌های پسین (کامبیوم‌ها)

- سبب رشد عرضی و ضخیم شدن زیاد ساقه و ریشهٔ نهان‌دانگان **درختی دولپه‌ای** می‌شود ← سبب تولید مداوم یاخته‌ها و بافت‌ها می‌شود.
- در برگ و اندام‌های زایشی (*گل، میوه و دانه*) وجود ندارند.

انواع مریستم پسین (کامبیوم‌ها)

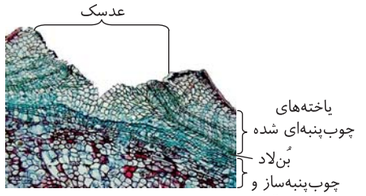
کامبیوم آوندساز

- منشأ بافت‌های آوندی **پسین** چوبی و آبکش ساقه و ریشه در گیاه درختی دولپه‌ای می‌شود.
- بین آوند آبکش و چوب نخستین تشکیل می‌شود (*در سامانهٔ بافت آوندی تشکیل می‌شود*).
- به سمت داخل بافت آوندی چوب‌های پسین قطور و به سمت خارج بافت آوندی، آبکش‌های پسین نازک‌تر می‌سازد.
- در ریشه ابتدا حلقوی نیست ولی در ساقه از ابتدا حلقوی‌شکل است (*شکل مقابل*).
- پس از تولید ساقهٔ ضخیم درخت، خارجی‌ترین بخش تنهٔ درخت می‌باشد یعنی در زیر پوست درخت قرار دارد.
- به هر سمت، فیبر و پارانشیم نیز می‌سازد.



کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز

- در سامانهٔ بافت زمینه‌ای ساقه و ریشهٔ دولپه‌ای‌های درختی تشکیل می‌شود.
- به سمت درون، یاخته‌های پارانشیمی (*پیرانشیم*) می‌سازد.
- به سمت بیرون، یاخته‌هایی می‌سازد که به تدریج چوب‌پنبه‌ای و مرده می‌شوند (*کوتینی شدن دیواره دارند*).
- به بن‌لاد چوب‌پنبه‌ساز و یاخته‌های پارانشیمی و چوب‌پنبه‌ای حاصل از آن پریدرم (*پیراپوست*) می‌گویند.



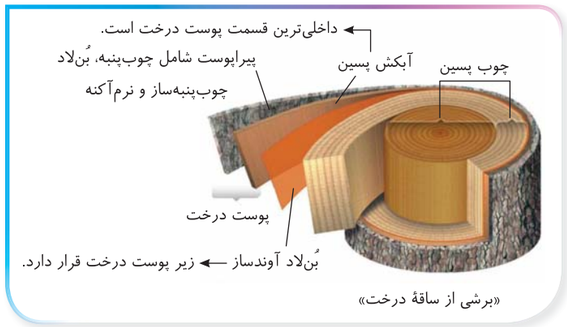
پیراپوست (پریدرم)

- در اندام‌های مسن، جانشین روپوست می‌شود.
- به دلیل چوب‌پنبه‌ای شدن، به آب و گازها نفوذناپذیر است.
- بافت‌های زیر چوب‌پنبهٔ آن، زنده هستند و نیاز به گاز تنفسی دارند.
- عدسک‌ها که مناطق برآمده در بین چوب‌پنبه‌ها است برای انتقال گاز دارند.

در برش ساقهٔ درخت دارای چند سال رشد پسین

پوست درخت

- داخلی‌ترین لایه آن ← بافت آبکش‌های پسین (*یاختهٔ آبکش - همراه - پرانشیم - فیبر*)
- پیراپوست (*پریدرم*) از داخل به خارج
  - یاخته‌های پارانشیمی
  - کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز پسین
  - چوب‌پنبه‌های پسین و عدسک‌ها ← خارجی‌ترین لایه
- پوست درخت از بن‌لاد آوندساز در برابر عوامل محیطی مراقبت می‌کند.
- در بین بافت‌های مختلف، فقط آوند چوبی و کامبیوم آوندساز جزء آن نمی‌باشد.



«برشی از ساقهٔ درخت»

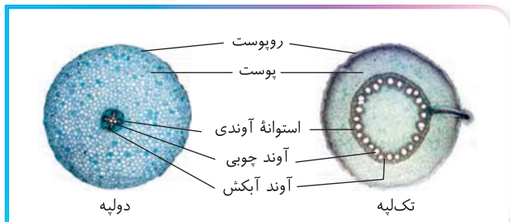
تنهٔ درخت

- وسیع‌ترین بخش درخت است.
- بن‌لاد (*کامبیوم*) آوندساز ← خارجی‌ترین لایه
- آوندهای چوبی پسین بیشترین حجم درخت را تشکیل می‌دهند.
- چوب نخستین
  - از نوع تراکئیدها و عناصر آوندی پسین می‌باشد.
  - درونی‌ترین لایه است.
  - بیشترین حجم درخت را دربر می‌گیرد.

بررسی ساختارهای نخستین

ریشه

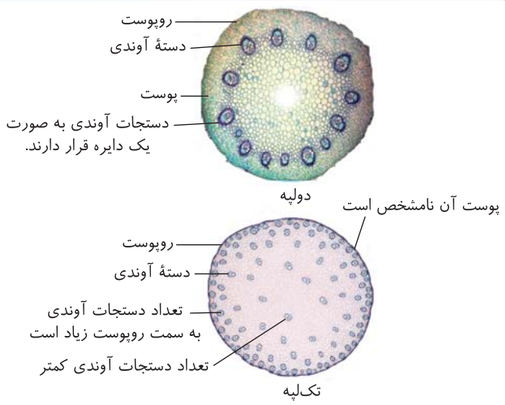
- تک‌لپه‌ای‌ها
  - روپوست و تار کشنده دارد.
  - سامانهٔ زمینه‌ای
    - پوست مشخص دارد
      - پوستک و روزنهٔ هوایی ندارد.
      - از بافت پارانشیم ذخیره‌ای و اسکلرانشیم استحکامی تشکیل شده است.
    - بافت محصور در آوندهای تک‌لپه‌ای‌ها
  - بافت آوندی یک در میان
    - چوبی
    - آبکش
  - به صورت افشان می‌باشد.
- دولپه‌ای‌ها
  - روپوست و تار کشنده دارد ← پوستک و روزنهٔ هوایی ندارد.
  - بیشترین نسبت پوست به بخش آوندی در آن دیده می‌شود.
  - در انواع درختی آن‌ها دو نوع کامبیوم ایجاد می‌شود.
  - بخش آوندی بسیار کم‌حجم و درونی‌ترین است.



«برش عرضی ریشه»

ساقه

- تک‌لپه‌ای‌ها
  - روپوست ← نگهبان، کرک، کوتین (*پوستک*) و روزنه دارد.
  - پوست تحلیل رفته است و حد بین آن و دسته‌های آوندی نامشخص است.
  - دستجات آوندی
    - بیشتر حجم ساقه را فرا گرفته است.
    - آوند چوبی درونی و آبکش بیرونی در یک امتداد دارند.
    - به صورت دسته‌هایی در محیط دوایر متعدد وجود دارند که به سمت روپوست تعداد بیشتری با اندازهٔ کوچک‌تری دارند.
- دولپه‌ای‌ها
  - روپوست ← نگهبان، کرک، پوستک و روزنه دارند.
  - پوست نازک ولی مشخص دارند.
  - دستجات آوندی ← آوندهای در امتداد هم (*چوبی درونی و آبکش بیرونی*)
    - فاصلهٔ روپوست با هر دستهٔ آوندی با سایر دستجات تفاوتی ندارد.
    - دسته‌های آوندی مجزا در محیط یک دایره ولی در دستجات مجزا قرار دارد.
  - در انواع درختی آن‌ها دو نوع کامبیوم ایجاد می‌شود.



«برش عرضی ساقه»

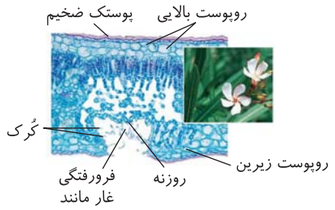
سازش گیاهان با محیط

سازش در مناطق کم‌آب

- مساحت زیادی از ایران را مناطق خشک و کم‌آب تشکیل داده است که انواعی از گیاهان در آن وجود دارد.
- پوشش گیاهی در این مناطق اندک است.
- باید توانایی کم کردن تبخیر و جذب آب بالا داشته باشند. ← فعالیت هورمون **آبسیزیک اسید** در گیاهان این مناطق زیاد است.
- گیاهان *CAM* مثل آناناس و برخی کاکتوس‌ها از آن‌ها می‌باشند که روزنهٔ هوایی خود را در شب باز کرده و در روز می‌بندند.

روزنه در غار

- در خرزهره خودرو دیده می‌شود.
- پوستک ضخیم در مجاورت روپوست بالایی و پایینی برگ خود دارند.
- روزنه‌های هوایی آن در فرورفتگی غارمانند قرار می‌گیرند.
- کرک فراوان در فرورفتگی‌ها دارند.
- کرک‌ها رطوبت هوا را گرفته و اطراف روزنه را مرطوب کرده ← زیادی رطوبت سبب بسته شدن روزنهٔ هوایی و کاهش تعرق می‌شود.
- ضخامت پوستک در روپوست بالایی برگ آن‌ها بیشتر است.



«روزنه‌ها در برگ خرزهره در فرورفتگی‌های غار مانند قرار دارند»

- برخی گیاهان این مناطق، ترکیبات پلی‌ساکاریدی در واکوئول برای جذب فراوان آب دارند. ← در دورهٔ کم‌آبی از آن استفاده می‌کنند.
- در این گیاهان برگ، ساقه یا هر دو دارای حالت گوشتی و پرآب می‌باشند.

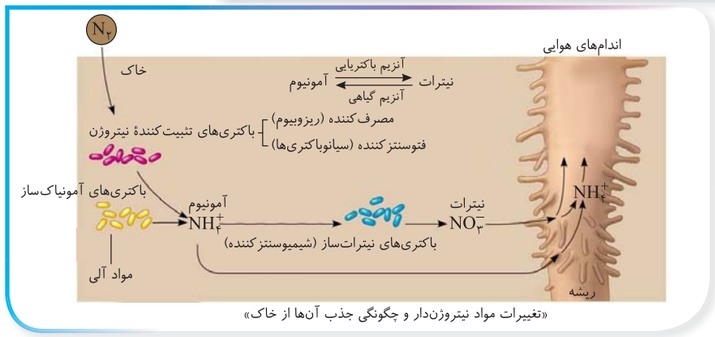
سازش در مناطق پرآب

- گیاهان موجود در آب فراوان، مشکل کمبود اکسیژن دارند.
- پارانشیم (*پرانشیم*) هوادار در ریشه، ساقه و برگ دارند. ← در فضای بین‌یاخته‌ای خود، حفره‌های بزرگ پرهوا دارند.
- ریشهٔ درختان جنگل حرا در سیستان و بلوچستان در آب و گل قرار دارد
  - شُش ریشه‌ها یعنی ریشه‌های بیرون آمده از سطح آب برای گرفتن اکسیژن دارند.
  - این گیاهان آبزی می‌باشند.

گفتار ۱

تغذیهٔ گیاهی

- **نکته** در پاراگراف اول کتاب درسی چند نکتهٔ بسیار مهم نهفته بود
  - همهٔ گیاهان فتوسنتزکننده نیستند (*بیشتر آن‌ها هستند*).
  - فتوسنتز همهٔ نیازهای غذایی را برطرف نمی‌کند (*آب و مواد معدنی باید از بیرون گرفته شوند*).
  - گیاه ابتدا با فتوسنتز کربوهیدرات می‌سازد و سپس با تبدیل آن و مواد دیگر، سایر مولکول‌های زیستی را می‌سازد.
  - جذب مواد مورد نیاز فقط از ریشه صورت نمی‌گیرد.
- بیشتر گیاهان
  - مواد معدنی مورد نیاز خود را از ریشه می‌گیرند. ← خزه و گیاهان انگل مثل سس، ریشه ندارند.
  - با فتوسنتز، بخشی از مواد آلی مورد نیاز خود را تولید می‌کنند ← ولی همگی به مواد مغذی مثل آب و مواد معدنی نیاز دارند.
- **جذب CO_2**
  - همراه سایر گازها از هوا جذب می‌کنند ← در فتوسنتز به کمک آن، مواد آلی می‌سازند (*کربن اساس مواد آلی است که طی فتوسنتز تثبیت می‌شود*).
  - از فضاهای بین‌یاخته‌ای و اغلب از روزنه‌های هوایی وارد گیاه می‌شود.
  - مقداری با حل شدن در آب ← محلول بیکربنات می‌شود ← توسط گیاه جذب می‌شود.
- **ساختار خاک**
  - ترکیبی از مواد آلی، غیرآلی و ریزجانداران (*میکروارگانیسم‌ها*) می‌باشد ← به علت تفاوت در ترکیبات خود، در مناطق مختلف ویژگی‌های متفاوتی در نگهداری آب، pH، هوا و مواد مختلف دارند.
  - **بخش آلی خاک**
    - همان گیاخاک (*هومُوس*) است
      - لایهٔ سطحی خاک است.
      - بیشتر از بقایای جانداران و اجزای در حال تجزیه شدن آن‌ها ایجاد می‌شود.
    - برخی اجزای آلی گیاخاک ← موادی بار منفی دارند ← با نگه داشتن یون‌های مثبت در سطح خاک، مانع شستن این یون‌ها می‌شوند.
    - گیاخاک باعث نرمی و اسفنجی شدن خاک می‌شود ← نفوذ ریشه را آسان می‌کند (*گیاخاک و پلی‌ساکارید کلرهک، دو عامل برای تسهیل ورود ریشه در خاک می‌باشند*).
  - **ذرات غیرآلی خاک**
    - در اثر هوازدگی سنگ‌ها با تخریب فیزیکی یا شیمیایی سنگ ایجاد می‌شوند.
    - از ذرات بسیار کوچک رس تا درشت شن و ماسه می‌باشد ← خاک رسی برخلاف ماسه‌ای در انتقال مواد به درون خود مقاومت می‌کند.
    - **انواع هوازدگی**
      - فیزیکی ← با تغییرات متناوب یخ زدن و ذوب شدن آب ← سبب خرد شدن سنگ‌ها می‌شود ← ذرات معدنی را آزاد می‌کند.
      - شیمیایی ← در اثر اسیدهای تولید شده برخی جانداران یا ریشهٔ گیاهان ایجاد می‌شوند ← مواد معدنی خاک را تأمین می‌کنند.
- **جذب مواد معدنی خاک**
  - به همراه کربن، هیدروژن، اکسیژن و فسفر در ساختار مولکول‌های وراثتی یا پروتئین‌ها دیده می‌شود.
  - ۷۸٪ جو زمین گاز N_2 است ← N_2 به صورت گازی توسط گیاه جذب نمی‌شود (*مگر در گیاهان تراژنی شده*).
  - گیاه، بیشتر نیتروژن مورد نیاز را به صورت نیترات (NO_3^-) یا آمونیوم (NH_4^+) می‌گیرد (*یون مثبت یا منفی*).
  - نیترات و آمونیوم بیشتر در خاک و توسط ریزجانداران (*میکروارگانیسم‌ها*) تولید می‌شوند.
  - **جذب نیتروژن**
    - **تثبیت نیتروژن**
      - بخشی از نیتروژن تثبیت شده در خاک، حاصل عملکرد زیستی باکتری‌هاست.
      - فرایند تبدیل N_2 گازی جو به آمونیوم (NH_4^+) می‌باشد که توسط برخی باکتری‌های آزاد خاکزی یا همزیست با گیاهان انجام می‌شود.
      - مقدار قابل توجهی از نیتروژن تثبیت شده از باکتری‌ها دفع می‌شود و مقداری نیز پس از مرگ قابل دسترس گیاه قرار می‌گیرد.
      - دو گروه مهم باکتری‌های همزیست با گیاهان برای تثبیت نیتروژن
        - ریزوبیوم‌ها
          - با ریشهٔ گیاه پروانه‌واران همزیستی می‌کنند.
          - قدرت تثبیت کربن ندارند.
          - مواد معدنی را به آلی تبدیل نمی‌کنند.
          - قدرت تثبیت نیتروژن دارند.
        - سیانوباکتری‌ها
          - با اندام هوایی گیاهان همزیستی می‌کنند.
          - همگی قدرت تثبیت کربن دارند.
          - برخی قدرت تثبیت نیتروژن دارند.
      - امروزه تلاش دارند ژن تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن را از باکتری‌ها جدا کنند و به گیاهان اضافه کنند ← در این حالت گیاه به تثبیت نیتروژن می‌پردازد.
    - **باکتری‌های آمونیاک‌ساز**
      - سبب تولید آمونیوم از مواد آلی خاک می‌شوند.
      - قدرت تثبیت نیتروژن و کربن (*هومُوس*) ندارند.
    - **باکتری‌های نیترات‌ساز**
      - در خاک سبب تبدیل آمونیوم (NH_4^+) به نیترات (NO_3^-) می‌شوند.
      - باکتری‌های شیمیوسنتزکننده هستند که توانایی تثبیت کربن (*بدون هومُوس*) دارند.
      - انرژی تولیدکنندگی خود را از اکسایش مواد معدنی به دست می‌آورند.
    - نیترات اگر وارد گیاه شود، دوباره در ریشهٔ گیاه به آمونیوم (NH_4^+) تبدیل می‌شود تا مصرف شود.
    - باکتری‌های آمونیوم‌ساز می‌توانند آمونیاک‌سازها یا تثبیت‌کننده‌های نیتروژن باشند که هیچ‌کدام شیمیوسنتزکننده نیستند.



«تغییرات مواد نیتروژن‌دار و چگونگی جذب آن‌ها از خاک»

جذب فسفر
- کمبود آن رشد گیاهان را محدود می‌کند.
- گیاهان این عنصر را به صورت یون‌های فسفات (*یون منفرد*) از خاک می‌گیرند. ← اسید گیاخاک، فسفات را حفظ می‌کند.
- فسفات در خاک فراوان است ولی اغلب برای گیاهان غیرقابل دسترس می‌باشد ← چون به‌طور محکم با برخی ترکیبات معدنی خاک اتصال دارد.
- برخی گیاهان با گسترش انشعابات ریشه و تارهای کشنده، سبب جذب بهتر فسفات می‌شوند.

انواع کودها برای بهبود کمبودهای خاک

- اصلاح خاک ← آماده کردن آن برای کشت گیاه
- زیست‌شناسان برای تشخیص نیازهای تغذیه‌ای گیاهان ← آن‌ها را در محلول‌های مغذی رشد می‌دهند
  - این شیوه برای تشخیص اثرات عناصر بر رشد و نمو گیاهان نیز استفاده می‌شود.
  - این محلول‌ها، آب و عناصر مغذی را به مقدار معین دارند.
  - در محلول مغذی، حباب‌های هوا ایجاد می‌شود.
- ویژگی کودها
  - به خاک‌هایی که کمبود مواد دارند، اضافه می‌شوند تا حاصلخیز شوند.
  - همگی سبب افزایش **مواد معدنی** در درون خاک می‌شوند.
  - چون در اغلب خاک‌ها مقدار **نیتروژن**، **فسفر** و **پتاسیم قابل دسترس** محدود است ← **بیشتر** کودها این عناصر را دارند.
- **کود آلی**
  - **اجزاء**: بقایای در حال تجزیه جانداران می‌باشند. ← مقدار هوموس خاک را زیاد می‌کنند.
  - **ویژگی**
    - مواد معدنی به **آهستگی** از مواد آلی آن آزاد می‌شود (*سبب تحمل هواردگی شیمیایی سنگ‌ها می‌شوند*).
    - چون به نیازهای جانداران شباهت بیشتری دارند ← استفادهٔ زیاد از آن‌ها به گیاه آسیب **کمتری** می‌زنند.
  - **معایب**: احتمال **آلودگی** آن‌ها به عوامل بیماری‌زا زیاد است.
- **کود شیمیایی**
  - **اجزاء**: حاوی مواد معدنی هستند.
  - **ویژگی**: **به راحتی** مواد معدنی را وارد خاک می‌کند ← به **سرعت** کمبود مواد مغذی خاک را جبران می‌کنند.
  - **معایب**
    - مصرف زیاد آن سبب **آسیب به خاک** و محیط زیست شده و بافت خاک را تخریب می‌کند.
    - با ریزش باران ← مواد معدنی آن وارد آب شده ← سبب رشد سریع باکتری، جلبک و گیاه آبزی می‌شود ← مانع نفوذ نور و O_2 به آب شده ← سبب مرگ‌ومیر **جانوران** آبزی می‌شوند.
- **کود زیستی**
  - حاوی **باکتری** می‌باشد ← برای خاک مفیدند ← ضمن فعالیت و تکثیر خود، مواد معدنی خاک را افزایش می‌دهند.
  - ویژگی ← استفاده از آن‌ها بسیار ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر از سایر کودهاست ← معمولاً با کود **شیمیایی** استفاده می‌شوند.
  - معایب ← معایب دو نوع کود دیگر یعنی آلودگی یا آسیب به خاک را ندارند.

سازش با زیادی مواد در خاک

- بعضی گیاهان می‌توانند غلظت‌های زیادی از مواد سمی را درون خود به صورت ایمن نگه دارند.
- **نوعی** سرخس، **آرسنیک** سمی خاک را در خود جمع می‌کند.
- گیاه گل ادریسی ← در خاک **اسیدی** ← **آلومینیوم** در بافت و **واکوئول‌ها** ذخیره کرده ← گلبرگ‌شان در خاک اسیدی شده، از صورتی به آبی تغییر می‌کند.
- گلبرگ گیاه گل ادریسی
  - در خاک خنثی و قلیایی ← صورتی‌رنگ است.
  - در خاک اسیدی ← به علت تجمع آلومینیوم ← آبی‌رنگ می‌شود
  - با یک نوع ژنوتیپ، برحسب محیط دو نوع شکل ظاهری یا فنوتیپ را نشان می‌دهد.
  - نمونه‌ای از سازش جاندار با محیط می‌باشد.
- برخی گیاهان ← با جذب و ذخیرهٔ نمک ← با کاشت و برداشت چند سال به صورت پی‌درپی ← سبب کاهش شوری خاک و بهبود کیفیت آن می‌شوند.

گفتار ۲

ارتباط گیاهان با سایر جانداران محیط

همزیستی

قارچ ریشه‌ای (میکوریزا)

- همزیستی ریشهٔ گیاهان با **انواعی** از قارچ‌هاست. ← *(خزه‌گیان ریشه ندارند و همانند گیاهان آنژل در این همزیستی شرکت نمی‌کنند.)*
- در ٪۹۰ گیاهان دانه‌دار برای جذب آب و مواد مغذی دیده می‌شود.
- رشته‌های قارچ علاوه بر دور، به درون ریشه می‌روند و تبادل مواد می‌کنند.
- قارچ‌ها در سطح ریشه‌اند و رشته‌های ظریف خود را وارد ریشه می‌کنند.
- ریشهٔ گیاه، مواد آلی به قارچ می‌دهد، قارچ نیز مواد معدنی *(مخصوصاً فسفات)* را به گیاه وارد می‌کند.
- رشته‌های بدن قارچ نسبت سطح به حجم زیاد برای گرفتن مواد دارد.
- در وضعیت برابر محیطی، گیاهان همزیستی‌کننده با قارچ، رشد بیشتری از گیاه فاقد این رابطه دارند.

همزیستی گیاه با دو گروه مهم از باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن (در محیط دارای نیتروژن کم)

همزیستی ریشهٔ گیاه پروانه‌واران با ریزوبیوم‌ها

- از گذشته برای تقویت خاک، کشت پی‌درپی گیاهان زراعی مختلف مثل تیرهٔ پروانه‌واران صورت می‌گرفت.
- این همزیستی بین گیاهان **زراعی** تیرهٔ پروانه‌واران با باکتری‌های مصرف‌کنندهٔ ریزوبیوم است.
- **گل** این گیاهان به پروانه شباهت دارد.
- سویا، نخود و یونجه از این تیره می‌باشند.
- این باکتری‌ها در **گرهک**‌های برجسته روی **ریشهٔ** آن‌ها زندگی می‌کنند.
- این باکتری‌ها، با تثبیت نیتروژن، آمونیوم زیادی را وارد گیاه می‌کنند.
- هنگام مرگ این گیاهان یا برداشت بخش‌های هوایی آن‌ها ← گرهک ریشه‌ها که پر از باکتری و آمونیوم است در خاک می‌ماند ← گیاخاک *(هومس)* غنی از نیتروژن ایجاد می‌کند.
- گیاه، مواد آلی ساخته شده طی فتوسنتز را از طریق ریشهٔ خود به باکتری‌ها می‌رساند.

همزیستی اندام هوایی گیاه با سیانوباکتری‌ها

- همهٔ این باکتری‌ها فتوسنتز می‌کنند *(قدرت تثبیت کربن CO_2 دارند)* و **برخی** از آن‌ها نیتروژن را تثبیت می‌کنند.

همیاری سیانوباکتری با گیاه آزولا

- گیاهی آبزی کوچک در تالاب‌های شمال ایران است. ← این گیاه معضل کنونی تالاب‌های شمال کشور می‌باشد.
- گیاه در مزارع برنج شمال کشور می‌باشد. ← گیاه آزولا پارانشیم‌ها با فضای بین‌یاخته‌ای فراوان و پرهوا دارد.
- با سیانوباکتری‌ها همزیستی می‌کند و نیتروژن تثبیت کردهٔ آن‌ها را به صورت آمونیوم می‌گیرد.
- رشد سریع دارد و سبب کاهش O_2 آب شده است. ← سبب مرگ بسیاری از آبزیان می‌شود.

همیاری گونرا

- رشد بسیار زیادی همراه همزیستی با سیانوباکتری‌ها در مناطق غیرحاصلخیز دارند.
- باکتری‌های فتوسنتزکننده در حفرات **کوچک** شاخه، ساقه و دمبرگ آن‌ها رشد می‌کنند.
- در نواحی فقر نیتروژن به دلیل همزیستی با سیانوباکتری‌ها، رشد بسیار زیادی دارند.
- باکتری از محصولات فتوسنتزی گیاه نیز استفاده می‌کند.

ویژگی سیانوباکتری‌ها

- باکتری‌های فتوسنتزکننده و اکسیژن‌زا می‌باشند.
- تنها باکتری‌های فتوسنتزکننده هستند که سبزینهٔ a دارند.
- منبع انرژی فتوسنتز آن‌ها نور خورشید است.
- منبع الکترون فتوسنتز آن‌ها از آب است.
- سبزدیسه ندارند ولی سبزینهٔ a دارند.
- همگی طی فتوسنتز به تثبیت کربن (CO_2) می‌پردازند.
- بعضی از آن‌ها توانایی تثبیت نیتروژن دارند.
- با گیاهان بزرگ و کوچک همزیستی می‌کنند.

رابطهٔ صیادی گیاهان حشره‌خوار

- گیاهانی مثل توبره‌واش هستند *(توبره‌واش گیاه آبزی با برگ کوزه‌مانند است)*.
- فتوسنتزکننده‌اند و توانایی تثبیت کربن دارند.
- در مناطق دارای فقر نیتروژن زندگی می‌کنند *(مانند گونرا)*.
- **برخی** برگ‌های آن‌ها زوائد حساسی برای شکار و گوارش جانوران کوچک *(حشرات)* دارند.
- حشرات و لارو کوچک آن‌ها را به سرعت وارد بخش کوزه‌مانند برگ خود می‌کنند.
- حشرات را توسط آنزیم‌های گیاه، گوارش می‌دهند و از نیتروژن آن‌ها بهره می‌برند.

گیاهان انگل

- **همه** یا **بخشی** از آب و مواد غذایی خود را از گیاهان فتوسنتزکننده دریافت می‌کنند.
- توانایی فتوسنتز ندارند *(کربن را تثبیت نمی‌کنند)*.
- گیاه سس
  - ریشه ندارد *(از این نظر مانند خزه‌گیان می‌باشد)*.
  - ساقهٔ نارنجی یا زردرنگ دارد.
  - به دور گیاه سبز میزبان می‌پیچد.
  - بخش‌های مکنده ایجاد کرده و آن را به درون آوند گیاه میزبان وارد می‌کند.
  - از آوند گیاه میزبان، مواد مورد نیاز را می‌گیرد.
- گل جالیز
  - نوعی گیاه انگل می‌باشد.
  - اندام مکنده و نفوذکننده به ریشهٔ گیاه جالیزی *(گوجه‌فرنگی)* دارد.
  - مواد مغذی را از **ریشهٔ** گیاهان میزبان می‌گیرد.
- گل جالیز نام یک گیاه انگل است که فتوسنتز نمی‌کند ولی گیاهان جالیزی *(گوجه‌فرنگی)*، قدرت فتوسنتز دارند و میزبان گل جالیز می‌باشند.

گفتار ۳

انتقال از خاک به برگ

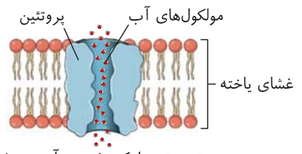
- آب و مواد مورد نیاز گیاه ← اغلب از راه خاک وارد ریشه می‌شود ← بخش **زیادی** از این آب جذب شده ← بخار آب، در نهایت از اندام‌های هوایی مخصوصاً سطح برگ تبخیر می‌شود.
- **تعرق**
  - خروج آب به صورت **بخار** از سطح اندام‌های **هوایی** گیاه است.
  - سازوکار لازم برای جابه‌جایی آب و مواد معدنی به برگ می‌باشد.
  - مهم‌ترین عامل در صعود شیرهٔ خام در آوندهای چوبی گیاهان می‌باشد.
- **انواع مسیر انتقال مواد**
  - ۱ مسیر کوتاه ← جابه‌جایی مواد و آب در سطح یک یا چند یاخته می‌باشد
    - سرعت آن چند میلی‌متر در روز است.
    - عبور شیرهٔ خام از خاک تا آوند ریشه
    - انتقال مواد بین بخش‌های مختلف برگ
  - ۲ مسیر بلند ← به کمک آوندها و تا مسیرهای طولانی از ریشه تا برگ می‌باشد (*جریان توده‌ای*) ← سرعت آن چند متر در روز است.
- **ویژگی‌های آب**
  - عامل اصلی و نقش اساسی برای انتقال مواد در گیاه دارد.
  - هر قسمتی آب بیشتری دارد و مواد محلول کمتری دارد ← نسبت مقدار آب بیشتری دارد ← به مناطق کم‌آب‌تر، آبدهی می‌کند.
  - همواره آب از منطقه با مقدار آب بیشتر به سمت کمتر می‌رود.
  - تراکم و غلظت مواد در آب خالص صفر است که خاصیت آبدهی آن از محلول‌ها بیشتر است.
  - هرچه مواد حل شده در آب بیشتر باشد، فشار اسمزی آن محلول و تمایل به جذب آب آن زیادتر می‌شود.

انتقال مواد در گیاه

انواع مسیر جابه‌جایی مواد

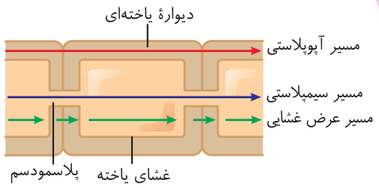
مسیر کوتاه

- **انتقال مواد در سطح یک‌یاخته**
  - جابه‌جایی مواد به صورت فعال یا غیرفعال در حد یاخته صورت می‌گیرد.
  - انتشار، اسمز و انتقال فعال در عبور مواد آن‌ها مؤثرند.
  - برخی یاخته‌های گیاهی، جانوری و غشای واکوئول برخی یاخته‌های گیاهی ← کانال پروتئینی سراسری مخصوص آب دارند
    - به سر آبدوست و دم‌های آب‌گریز فسفولیپیدهای غشا متصل است.
    - مخصوص عبور آب از عرض غشا است.
    - سرعت عبور آب را زیاد می‌کند.
    - در کم‌آبی، ساخت آن زیاد می‌شود.
    - تولید آن‌ها با مقدار آبسیزیک اسید گیاه رابطهٔ مستقیم دارد.



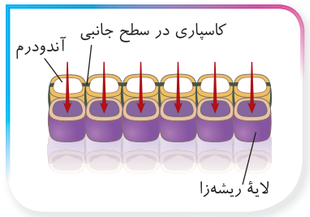
«پروتئین تسهیل‌کنندهٔ عبور آب در غشا»

- **انتقال مواد در عرض ریشه (چند یاخته)**
  - **سه روش عبور دارد**
    - انتقال از عرض غشا ← از فضای بین رشته‌های سلولزی دیواره و در ادامه فضای بین فسفولیپیدهای غشای پلاسمایی عبور می‌کنند تا از سیتوپلاسم رد شود.
    - سیمپلاستی ← از راه پلاسمودسم است
      - آب و بسیاری مواد محلول کوچک و بزرگ را عبور می‌دهد ← مواد را از دیواره و غشا عبور نمی‌دهد.
      - پروتئین‌ها، نوکلئیک اسیدها و حتی ویروس‌های گیاهی را عبور می‌دهد.
    - آپوپلاستی
      - فقط از دیواره و فضای بین‌یاخته‌ای است ← از غشا، فسفولیپیدها و پروتئین‌های آن عبور نمی‌کند.
      - مواد مضر و ناخواسته را نیز عبور می‌دهد چون غشایی برای آن محدودیت ایجاد نمی‌کند.
      - در دیواره‌های چوبی یا چوب‌پنبه‌ای شده به بن‌بست می‌خورد.
    - پروتوپلاست در انتقال از مسیرهای عرض غشایی و سیمپلاستی نقش دارد.

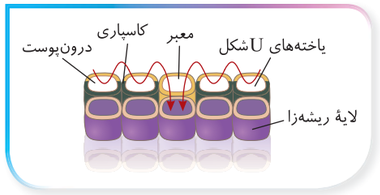


«شیوه‌های انتقال مواد در مسیرهای کوتاه»

  - **ویژگی درون‌پوست (آندودرم) ریشه و راه عبور مواد از آن**
    - درونی‌ترین لایه پوست ریشه است ← استوانهٔ **ظریف** از یاخته‌های به هم **فشرده** است ← سدی چوب‌پنبه‌ای در مقابل آب و مواد محلول ایجاد می‌کند.
    - از داخل به لایه‌ای یاخته‌ای به نام لایهٔ ریشه‌زا متصل است.
    - انتقال مواد را به درون گیاه کنترل می‌کند.
    - در چهار سطح جانبی خود نوار کاسپاری چوب‌پنبه‌ای (*سوبرین*) دارد
      - به راه آپوپلاستی اجازهٔ انتقال مواد به درون آندودرم نمی‌دهند.
      - مانند صافی مانع عبور مواد از دیواره می‌شوند ← مانع از ورود مواد ناخواسته یا مضر از مسیر آپوپلاستی می‌شوند.
      - مانع بازگشت مواد به سمت پوست ریشه می‌شوند.
      - معمولاً مواد از راه سیمپلاستی به آن وارد می‌شوند.



    - **یاختهٔ معبر**
      - در آندودرم ریشهٔ برخی گیاهان وجود دارد.
      - در هر سطوحی از خود فاقد نوار کاسپاری می‌باشد.
      - با هر سه مسیر به مواد اجازه عبور می‌دهد و آن‌ها را وارد بخش داخلی‌تر از پوست می‌کند.
      - در یاخته‌های کنار آن یاخته‌های U مانند با ۵ سطح نوار کاسپاری وجود دارد.
        - علاوه بر دیواره‌های جانبی، دیوارهٔ پشتی آن نیز کاسپاری دارد.
        - مواد معمولاً از روش سیمپلاستی وارد یاختهٔ Uمانند شده ولی از آن عبور نمی‌کنند.
        - مواد وارد شده به یاختهٔ Uشکل از راه سیمپلاستی به یاخته‌های قبلی و سپس مجاور می‌رود تا در نهایت برای ورود به استوانهٔ آوندی به یاختهٔ معبر برسد.



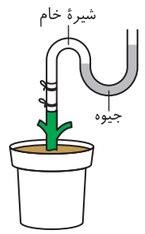
- بعد از آندودرم، هر سه مسیر عبوری در رساندن شیرهٔ خام به آوند چوبی ریشه یا همان بارگیری چوبی نقش دارند.

عوامل مؤثر در صعود شیرهٔ خام در آوند چوبی

سرعت عبور آب
- با انتشار در مسیر کوتاه ← چند میلی‌متر در روز
- با جریان توده‌ای در مسیر بلند ← چند متر در روز

جریان توده‌ای مسیرهای بلند
- با انتشارها مقدور نمی‌باشد.
- به جریان توده‌ای مواد برای عبور در آوندها نیاز دارد.
- در آوند چوبی ← جریان توده‌ای شیرهٔ خام تحت تأثیر چند عامل است
  - فشار ریشه‌ای
  - تعرق (*مهم‌ترین عامل*)
  - خواص ویژه آب (*هم‌چسبی و دگرچسبی*)
  - تعریق
- در آوند آبکش ← جریان توده‌ای ویژه برای عبور فعال شیرهٔ پرورده وجود دارد که سرعت آن از آوند چوبی کمتر است.
- آوند چوبی در انتقال مواد برخلاف آوند آبکش، نقش فعال ندارد و مواد را فقط به سمت بالا هدایت می‌کند.

فشار ریشه‌ای
- در اثر انتقال فعال یون‌های معدنی از آندودرم و یاخته‌های زندهٔ استوانهٔ آوندی ریشه به آوندهای چوبی وارد می‌شوند.
- به دنبال ورود یون‌ها به آوند چوبی ← نسبت مقدار آب به املاح در آوند چوبی کم می‌شود ← آب وارد آوند چوبی می‌شود ← فشار ریشه‌ای، شیرهٔ خام را از پایین به سمت بالا هُل می‌دهد.
- در بیشتر گیاهان ← نقش **کمی** در صعود شیرهٔ خام دارد.
- در بهترین حالت ← **چند متر** شیرهٔ خام را بالا می‌برد.
- شکل روبه‌رو نشان می‌دهد که اگر رابطهٔ ساقهٔ گیاه را با بخش‌های هوایی قطع کنیم ← باز هم به دلیل فشار ریشه‌ای، صعود شیرهٔ خام در گیاه مشاهده می‌شود.



«آزمایشی برای اندازه‌گیری فشار ریشه‌ای»

تعرق

- عامل اصلی انتقال شیرهٔ خام می‌باشد که معرف خروج **بخار آب** از اندام‌های **هوایی** گیاه می‌باشد.
- علت تعرق، حرکت مکشی آب از مقدار بیشتر به سمت کمتر در اندام‌های هوایی و به صورت **پیوسته** می‌باشد.

علت پیوستگی آب در آوند چوبی
- خاصیت هم‌چسبی آب ← پیوستگی بین مولکول‌های آب توسط پیوند هیدروژنی در آوند چوبی می‌باشد.
- خاصیت دگرچسبی آب ← چسبندگی آب با دیوارهٔ آوند چوبی می‌باشد.

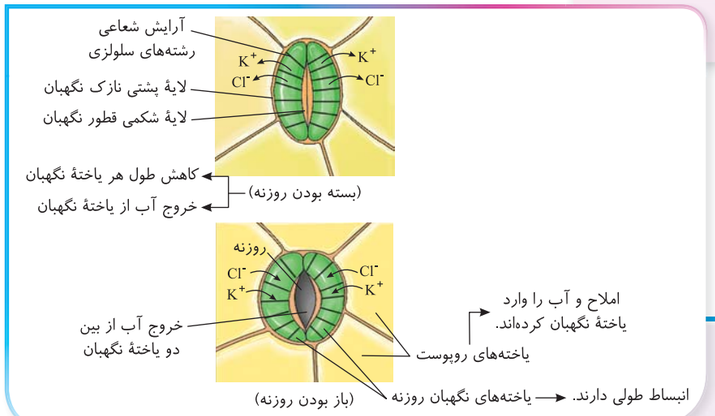
- بیشتر تعرق از روزنه‌های هوایی **برگ** صورت می‌گیرد ← این نیروی مکش تعرقی، در گیاه بسیار زیاد و با قدرت صورت می‌گیرد ← در روز گرم می‌تواند کمی سبب کاهش قطر تنهٔ درخت شود.
- اگر استحکام آوند چوبی نبود ← نیروی تعرق شدید در روزهای گرم ← می‌توانست به راحتی سبب له شدن آوند چوبی شود.

محل تعرق
- از پوستک، عدسک‌ها و مخصوصاً از روزنه‌های هوایی صورت می‌گیرد.

ویژگی روزنه‌های هوایی
- منفذ بین دو یاختهٔ نگهبان روپوستی در اندام‌های هوایی می‌باشد.
- باز و بسته شدن آن‌ها به دلیل ساختار خاص یاخته‌های نگهبان و تغییر فشار تورژسانس در این یاخته‌هاست.

مکانیسم باز شدن روزنه‌ها ← انباشت ساکارز و یون‌های محلول K^+ و Cl^- در یاخته‌های نگهبان ← انتقال آب از یاختهٔ روپوستی به نگهبان روزنه ← تورژسانس یاخته‌های نگهبان و رشد طولی آن‌ها ← رشته‌های شعاعی سلولزی دیوارهٔ نگهبان، مانع گسترش عرضی می‌شود. ← کشیده شدن دو یاختهٔ نگهبان به سمت لایهٔ نازک پشتی خود ← باز شدن روزنهٔ هوایی ← خروج آب از بین دو یاختهٔ نگهبان یا همان روزنهٔ هوایی

- ضخامت دیوارهٔ یاخته‌های نگهبان در سمت دهانهٔ روزنه (*لایهٔ شکمی*) بیشتر از سمت خارجی آن (*لایهٔ پشتی*) است.
- تورژسانس نگهبان ← انبساط بیشتر دیوارهٔ پشتی نگهبان ← سبب خمیدگی نگهبان‌ها به سمت روپوست و باز شدن روزنهٔ هوایی می‌شود.
- ورود آب به درون یاختهٔ نگهبان ← افزایش طول نگهبان‌ها ← باز شدن روزنهٔ هوایی ← تعرق ↑
- خروج آب از درون یاختهٔ نگهبان ← کاهش طول نگهبان‌ها ← بسته شدن روزنهٔ هوایی ← تعرق ↓
- خروج آب از بین دو یاختهٔ نگهبان ← نشان دهندهٔ افزایش طول نگهبان‌ها و انباشت مواد محلول در آن‌هاست.



عوامل مؤثر در باز و بسته شدن روزنهٔ هوایی

عوامل درونی
- مقدار آب گیاه ← هرچه آب گیاه ↑ ← باز شدن روزنه ↑
- هورمون‌های گیاهی ← آبسیزیک اسید ↑ ← باز شدن روزنه ↓
- موقعیت روزنه‌ها
  - سطحی یا برآمده‌ها ← تعرق را زیاد می‌کنند.
  - فرو رفته در روپوست یا پوشیده از کرک ← تعرق را کم می‌کنند.
- تعداد روزنه‌ها ↑ ← تعرق ↑
- کاهش سطح برگ ← تعداد روزنه‌ها ↓ ← تعرق ↓
- تعداد روزنه‌ها در سطح تحتانی برگ از فوقانی آن بیشتر است.

عوامل بیرونی
- نور ↑ ← سبب باز شدن روزنه‌ها می‌شود.
- دما ↑ ← سبب باز شدن روزنه‌ها می‌شود.
- CO_2 ↓ ← سبب باز شدن روزنه‌ها می‌شود.
  - تعرق را بالا می‌برد.
- رطوبت محیط ↑ ← تعرق کمتر می‌شود و روزنه‌ها مسدودتر هستند.
- روزنهٔ هوایی گیاهان *CAM* مثل آناناس و برخی کاکتوس‌ها ← در روز بسته و در شب باز می‌شود ← مانع تعرق شدید در مناطق گرم و خشک می‌شود.

تعریق

- ضمن تعرق کم و فشار ریشه‌ای بالا صورت می‌گیرد.
- در شب هنگام یا در هوای بسیار مرطوب رخ می‌دهد.
- خروج آب به صورت **قطرهٔ آبی** از روزنهٔ **آبی** صورت می‌گیرد.
- روزنهٔ آبی برخلاف روزنهٔ هوایی **همیشه باز** می‌باشد.
- تعریق از انتها یا لبهٔ برگ‌های **برخی** گیاهان **علفی** صورت می‌گیرد.
- شرایط ایجاد کننده آن با فرایند شبنم یکسان است.
- فشار ریشه‌ای بالا ← اگر با تعرق کم همراه شود ← آب اضافی گیاه از راه تعریق و روزنهٔ آبی خارج می‌شود.
- فشار ریشه‌ای پایین ← ورود آب به گیاه کم می‌شود ← تعریق هم کم می‌شود.

شیرهٔ پرورده

- شیره‌ای شامل مواد محلول آلی و کمی آب می‌باشد.
- این شیره در اثر فرایند فتوسنتز و در بخش‌های سبز ساخته می‌شود ← چرخهٔ کالوین در تبدیل شیرهٔ خام به شیرهٔ پرورده مؤثر است.
- در آوندهای آبکش به سمت بالا و پایین (*همهٔ جهات*) رفته تا به همهٔ قسمت‌های زندهٔ گیاه برسد.

محل منبع

- بخشی است که مواد **آلی** را در اختیار بخش‌های دیگر گیاه قرار می‌دهد.
- برگ‌ها از مهم‌ترین محل‌های **منبع** هستند.
- بخش‌های ذخیره کنندهٔ مواد آلی (*ریشه*)، هنگام آزاد کردن مواد آلی، از محل‌های منبع هستند.

محل مصرف

- هر بخش زندهٔ گیاه است که مصرف‌کننده یا ذخیره‌کنندهٔ مواد آلی می‌باشد.
- بخش‌هایی که مواد آلی را هنگام ذخیره وارد خود می‌کنند، محل مصرف هستند.
- گل، میوه و دانه فقط اندام مصرف هستند.

برای تعیین سرعت و ترکیب شیرهٔ پرورده از حشره‌ای به نام شته‌ها استفاده می‌کنند

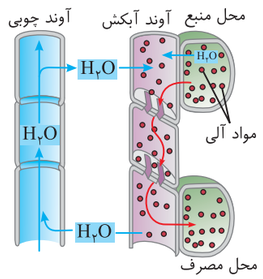
- شته، خرطوم خود را وارد آوند **آبکش** ساقهٔ **علفی** می‌کند.
- شته را بی‌حس کرده و خرطوم آن را قطع می‌کنیم.
- شیرهٔ پرورده از خرطوم آن خارج می‌شود. ← این نشان دهندهٔ نقش فعال آوند آبکش در حرکت شیرهٔ پرورده می‌باشد.

چگونگی حرکت شیرهٔ پرورده

- شیرهٔ پرورده از سیتوپلاسم یاخته‌های زنده به یاختهٔ دیگر صورت می‌گیرد.
- حرکت شیرهٔ پرورده **کندتر** و **پیچیده‌تر** از شیرهٔ خام می‌باشد. ← درون آوند آبکش این شیره باید از صفحات آبکشی سلولزی منفذدار عبور کند.

الگوی جریان فشاری (مدل مونش)

- مرحلهٔ ۱ (*بارگیری آبکش*) ← قند و مواد آلی محل منبع، با انتقال فعال وارد آوند آبکش می‌شوند.
- مرحلهٔ ۲ (*آبگیری آبکش*) ← به دنبال بارگیری آبکشی، پتانسیل آب در آوند آبکش کم شده ← آب با اسمز هم از آوند چوبی مجاور و هم از محل منبع وارد آوند آبکش می‌شود.
  - آب از یاختهٔ منبع زنده ← آوند آبکش زنده
  - آب از آوند چوبی مرده ← آوند آبکش زنده
- مرحلهٔ ۳ (*جریان توده‌ای*) ← مواد شیرهٔ پرورده با فشار زیاد از صفحات آبکشی گذشته و به سمت فشار کمتر در مجاور اندام‌های مصرف می‌روند.
- مرحلهٔ ۴ (*باربرداری آبکش*)
  - مواد آلی شیرهٔ پرورده با انتقال فعال به اندام مصرف می‌روند
    - یا مصرف می‌شوند.
    - یا ذخیره می‌شوند.
  - به دنبال باربرداری آبکشی، آب نیز با اسمز از آوند آبکش به سمت آوند چوبی مجاور وارد می‌شود (*از راه کلان‌ها*).
- در بین این چهار مرحله، فقط فرایند انتقال آب از راه اسمز و بدون صرف انرژی زیستی می‌باشد.

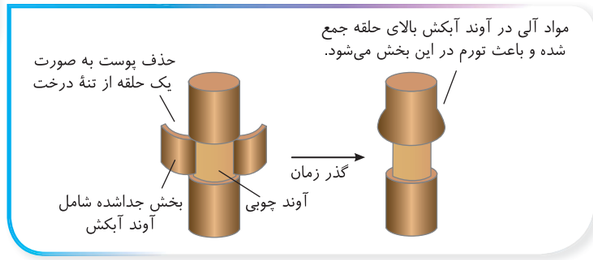


«چگونگی حرکت مواد در آوند آبکش»

تنظیم تولید و مصرف مواد آلی در گیاه

اگر مقدار مواد آلی گیاه یا محل منبع کمتر از مصرف باشد

- گیاه به حذف برخی بخش‌های زایشی مثل گل‌ها، دانه‌ها یا میوه‌های خود اقدام می‌کند ← با این کار مواد آلی به محل‌های مصرف باقی‌مانده می‌رسد.
- باغبان‌ها برای داشتن میوه‌های درشت‌تر
  - تعدادی از گل‌ها را می‌چینند.
  - تعدادی از میوه‌های جوان را می‌چینند.
  - ← میوهٔ کمتر ولی درشت‌تر می‌دهند.



اگر قسمتی از پوست درخت که شامل پیرایوست و بافت آبکش است را ببریم ← شیرهٔ خام به اندام فتوسنتزکننده می‌رسد ← شیرهٔ پرورده در آوند آبکش بالا جمع می‌شود و پایین‌تر نمی‌رود.