



## فصل ۱

# دنیای زنده

پروانه‌های موناک یکی از شگفت‌انگیزترین مهاجرت‌ها را به نمایش می‌گذارند. جمعیت این پروانه‌ها هر سال هزاران کیلومتر را از تا و بالعکس می‌پیماید. چگونه پروانه‌های موناک مسیر خود را پیدا می‌کنند و راه را به اشتباه نمی‌روند؟ زیست‌شناسان پس از سال‌ها پژوهش، به تازگی این معما را حل کرده‌اند. آنان در بدن پروانه موناک، یاخته‌های ( ) یافته‌اند که پروانه‌ها با استفاده از آنها، در آسمان و جهت مقصد را تشخیص می‌دهند و به سوی آن پرواز می‌کنند. آیا علم زیست‌شناسی قادر است همه رازهای حیات را بیابد؟ زیست‌شناسان علاوه بر تلاش برای پی‌بردن به رازهای آفرینش، سعی می‌کنند یافته‌های خود را در بهبود زندگی انسان به کار برند. موجودات زنده چه ویژگی‌هایی دارند که آنها را از موجودات غیرزنده متمایز می‌کند. در این فصل به پاسخ چنین پرسش‌هایی می‌پردازیم.



- چگونه می‌توان گیاهانی پرورش داد که در مدتی کوتاه‌تر، مواد غذایی بیشتری تولید کنند؟
  - چرا باید تنوع زیستی حفظ شود؟ چرا باید حیات وحش حفظ شود؟
  - چرا بعضی از یاخته‌های بدن انسان سرطانی می‌شوند؟ چگونه می‌توان یاخته‌های سرطانی را در مراحل اولیه سرطانی شدن شناسایی و نابود کرد؟
  - چگونه می‌توان سوخت‌های زیستی مانند الکل را جانشین سوخت‌های فسیلی، مانند مواد نفتی کرد؟
  - چگونه می‌توان از بیماری‌های ارثی، پیشگیری، و یا آنها را درمان کرد؟
- اینها فقط چند پرسش از میان انبوه پرسش‌هایی است که زیست‌شناسان تلاش می‌کنند پاسخ‌های آنها را بیابند تا علاوه بر پی بردن به رازهای آفرینش، به حل مسائل و مشکلات زندگی انسان امروزی نیز کمک کنند و در این راه به موفقیت‌هایی هم رسیده‌اند. زیست‌شناسی، شاخه‌ای از علوم تجربی است که به بررسی علمی جانداران و فرایندهای زیستی می‌پردازد.

## فعالیت ۱

یک روزنامه خبری معمولی تهیه کنید. خبرهای مربوط به زیست‌شناسی را انتخاب کنید (برای تعیین خبرهای مربوط به زیست‌شناسی از معلم خود کمک بخواهید).

در روزنامه‌ای که انتخاب کرده‌اید، چند درصد از خبرها به زیست‌شناسی مربوط است؟ از این خبرها، چند خبر خوب و چند خبر بد هستند؟

می‌توانید به جای روزنامه از وبگاه‌های خبری در بازه زمانی خاصی استفاده و درصد خبرهای زیستی آن را پیدا کنید.



## محدوده علم زیست‌شناسی

امروزه از بیماری‌ها مانند بیماری قند و افزایش فشارخون که حدود صد سال پیش به مرگ منجر می‌شدند، و به علت روش‌های درمانی و داروهای جدید، دیگر مرگ‌آور نیستند. ممکن است با مشاهده پیشرفت‌ها و آثار علم زیست‌شناسی، این تصور در ذهن ما شکل بگیرد که این علم به اندازه‌ای توانا و گسترده است که می‌تواند به همه پرسش‌های انسان پاسخ دهد و همه مشکلات زندگی ما را حل کند؛ درحالی‌که اینطور نیست. به‌طور کلی علم تجربی، محدودیت‌هایی دارد و نمی‌تواند به همه پرسش‌های ما پاسخ دهد و از حل برخی مسائل بشری ناتوان است.

دانشمندان و پژوهشگران علوم تجربی فقط در جست‌وجوی علت‌های پدیده‌های و ... ، اساس علوم تجربی است؛ بنابراین، در زیست‌شناسی، فقط ساختارها و یا

فرایندهایی را بررسی می‌کنیم که برای ما یا غافل مشاهده و اند. پژوهشگران علوم تجربی نمی‌توانند دربارهٔ و ، و ، ارزش‌های هنری و ادبی نظر بدهند.

## فعالیت ۲

مجری یک برنامهٔ تلویزیونی گفته است «زیست‌شناسان ثابت کرده‌اند که شیر، مایعی خوشمزه است». این گفته درست است یا نادرست؟

### زیست‌شناسی نوین

امروزه زیست‌شناسی ویژگی‌هایی دارد که آن را به رشته‌ای مترقی، توانا، پویا و امیدبخش تبدیل کرده است. در ادامه به این ویژگی‌ها می‌پردازیم.

**کل نگر:** جورچینی (پازلی) را در نظر بگیرید که از قطعات بسیار زیادی تشکیل شده است. ممکن است هر یک از قطعات آن به تنهایی بی‌معنی به نظر آید؛ اما اگر قطعه‌های آن را یکی یکی در جای درست در کنار همدیگر قرار دهیم، مشاهده می‌کنیم که اجزای جورچین، به تدریج نمایی بزرگ، کُلّی و معنی‌دار پیدا می‌کنند و تصویری از شیئی آشنا به ما نشان می‌دهند.

پیکر هر یک از جانداران نیز از اجزای بسیاری تشکیل شده است. هر یک از این اجزا، بخشی از یک سامانهٔ بزرگ را تشکیل می‌دهد که در نمای کُلّی برای ما معنی پیدا می‌کند. بنابراین، جانداران را نوعی سامانه می‌دانند که فقط از طریق مطالعهٔ آن توضیح داد و ارتباط بین اجزا نیز مانند خود اجزا در تشکیل جاندار، مؤثر و کُلّ سامانه، چیزی بیشتر از مجموع اجزای آن است.

**نگرش بین‌رشته‌ای:** زیست‌شناسان امروزی برای شناخت هر چه بیشتر سامانه‌های زنده از اطلاعات رشته‌های دیگر نیز کمک می‌گیرند؛ مثلاً برای بررسی ژن‌های جانداران، علاوه بر اطلاعات زیست‌شناختی، از هم استفاده می‌کنند.

**فناوری‌های نوین:** این فناوری‌ها نقش مهمی در پیشرفت علم زیست‌شناسی داشته و دارند. در ادامه به نمونه‌هایی از این فناوری‌ها می‌پردازیم.

**فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی:** امروزه بیشتر از هر زمان دیگر به جمع‌آوری، بایگانی و تحلیل اطلاعات حاصل از پژوهش‌های زیست‌شناختی نیاز داریم؛ دستاوردها و تحولات بیست‌سالهٔ اخیر فناوری اطلاعات و ارتباطات در پیشرفت زیست‌شناسی، تأثیر بسیاری داشته است. این فناوری‌ها امکان انجام محاسبات را در کوتاه‌ترین زمان ممکن فراهم کرده‌اند (شکل ۱).

### بیشتر بدانید

#### زیست‌شناسی مصنوعی

زیست‌شناسی مصنوعی موضوع‌های مختلفی، مانند زیست‌فناوری، زیست‌شناسی مولکولی، زیست‌شناسی سامانه‌ها، مهندسی رایانه و مهندسی ژنتیک را به هم مرتبط می‌کند. متخصصان این علم می‌کوشند سامانه‌هایی طراحی و اجرا کنند که به‌طور طبیعی یافت نمی‌شوند. طراحی و تولید آنزیم‌هایی با کارایی بهینه و کاربرد آنها مثلاً برای تولید مواد پاک‌کننده، یک نمونه از کاربردهای این رشته است. رعایت اخلاق زیستی در زیست‌شناسی مصنوعی، اهمیت فراوان دارد.



شکل ۱- راست: انتقال حافظه ۵ مگابایتی شرکت آی بی ام، پیشرفته‌ترین سخت‌افزار روز جهان در سال ۱۹۵۶؛ این حافظه را از نظر اندازه، ظرفیت و قیمت با حافظه‌های امروزی مقایسه کنید. چپ: یک حافظه ۲ ترابایتی امروزی

**مهندسی ژنتیک:** مدت‌هاست که زیست‌شناسان می‌توانند با استفاده از مهندسی ژنتیک در **مهندسی ژنتیک** مجموعه‌ای از روش‌ها و فنون آزمایشگاهی است که به منظور تغییر در **و** به کار می‌رود. انتظار نداریم که جانوری مانند بز بتواند پروتئین تار عنکبوت بسازد، اما این کار با استفاده از مهندسی ژنتیک رخ داده است. پژوهشگران توانسته‌اند با انتقال ژن، بزهایی تولید کنند که در شیر آنها این پروتئین ساخته می‌شود که در صورت تجاری شدن تحولی در صنعت رخ خواهد داد. تار عنکبوت از مواد ارزشمند در طبیعت است و می‌تواند کاربردهای وسیعی در صنایع متفاوت داشته باشد.

**اخلاق زیستی:** پیشرفت‌های سریع علم زیست‌شناسی، به ویژه در مهندسی ژنتیک، زمینه سوء استفاده‌هایی را در جامعه فراهم کرده است. محرمانه بودن اطلاعات ژنی و نیز اطلاعات پزشکی افراد و حقوق جانوران از موضوع‌های اخلاق زیستی هستند.

یکی از سوء استفاده‌ها از علم زیست‌شناسی، تولید **است. چنین سلاحی مثلاً** می‌تواند عامل بیماری‌زایی باشد که نسبت به **است یا فرآورده‌های غذایی و دارویی با** عواقب زیانبار برای افراد باشند. بنابراین وضع قوانین جهانی برای جلوگیری از چنین سوء استفاده‌هایی از علم زیست‌شناسی ضروری است.

## **زیست‌شناسی در خدمت انسان**

امروزه با مسائل فراوانی در زمینه‌های متفاوت مواجه هستیم. زیست‌شناسی به حل این مسائل چه کمکی می‌تواند بکند؟ در ادامه مروری بر نقش زیست‌شناسی در حل این مسائل داریم.

**تأمین غذای سالم و کافی:** گفته می‌شود که هم‌اکنون حدود یک میلیارد نفر در جهان از گرسنگی و سوء تغذیه رنج می‌برند؛ چگونه غذای سالم و کافی برای جمعیت‌های رو به افزایش انسانی فراهم کنیم؟

می‌دانیم غذای انسان به طور مستقیم یا غیرمستقیم از **به دست می‌آید؛ پس شناخت** بیشتر یکی از راه‌های تأمین غذای بیشتر و با مواد مغذی بیشتر است. از راه‌های افزایش کمیت و کیفیت غذای انسان، شناخت **و** است. مانند همه جانداران دیگر در محیطی پیچیده، شامل عوامل غیرزنده مانند دما، رطوبت، نور

و عوامل زنده شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها، حشرات و مانند آنها رشد می‌کنند و محصول می‌دهند. بنابراین، شناخت بیشتر تعامل‌های سودمند یا زیانمند بین این عوامل و گیاهان، به افزایش محصول کمک می‌کند.

**حفاظت از بوم‌سازگان‌ها، ترمیم و بازسازی آنها:** انسان، جزئی از دنیای زنده است و لذا نمی‌تواند بی‌نیاز و جدا از موجودات زنده دیگر و در تنهایی به زندگی ادامه دهد. به‌طورکلی و را که هر بوم‌سازگان دربردارد، خدمات بوم‌سازگان می‌نامند. میزان خدمات هر بوم‌سازگان به بستگی دارد. پایدار کردن بوم‌سازگان‌ها به‌طوری که حتی در صورت تغییر اقلیم، تغییر چندانی در مقدار تولیدکنندگی آنها روی ندهد، موجب ارتقای کیفیت زندگی انسان می‌شود.

شکل ۲- یکی از بوم‌سازگان‌های آسیب‌دیده ایران، دریاچه ارومیه است.



### بیشتر بدانید

#### دریاچه ارومیه

دریاچه ارومیه بزرگ‌ترین دریاچه داخلی ایران است و در سال ۱۳۵۲ در فهرست پارک‌های ملی ایران به ثبت رسیده است. پارک ملی دریاچه ارومیه از زیستگاه‌های طبیعی ایران است. بررسی تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که این دریاچه تا سال ۱۳۹۴ مقدار زیادی از مساحت خود را از دست داده است. خشکسالی، حفر بی‌حساب چاه‌های کشاورزی در اطراف آن، بی‌توجهی به قوانین طبیعت، احداث بزرگراه روی دریاچه، استفاده غیرعلمی از آب‌های رودخانه‌هایی که به این دریاچه می‌ریزند و سدسازی در مسیر این رودها، از عوامل این خشکی هستند.

دریاچه ارومیه چندین سال است که در خطر خشک شدن قرار گرفته است. زیست‌شناسان کشورمان با استفاده از اصول علمی بازسازی بوم‌سازگان‌ها، راهکارهای لازم را برای احیای آن ارائه کرده‌اند و امید دارند که در آینده از نابودی این میراث طبیعی جلوگیری کنند (شکل ۲).

قطع درختان جنگل‌ها برای استفاده از چوب یا زمین جنگل، مسئله محیط‌زیستی امروز جهان است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در سال‌های اخیر، مساحت بسیار گسترده‌ای از جنگل‌های ایران و جهان تخریب و بی‌درخت شده‌اند. از بین رفتن جنگل‌ها پیامدهای بسیار بدی برای سیاره زمین دارد. تغییر آب‌وهوا، سیل، کاهش تنوع زیستی و فرسایش خاک از آن جمله‌اند.

#### تأمین انرژی‌های تجدیدپذیر: نیاز مردم جهان به انرژی در حال افزایش است. بیشترین

نیاز کنونی جهان به انرژی از منابع تجدیدپذیر، مانند انرژی خورشیدی، بادی، زمین‌گرمایی، انرژی امپل، و انرژی آبی، تأمین می‌شود؛ اما می‌دانیم که سوخت‌های فسیلی موجب افزایش کربن دی‌اکسید جو، آلودگی هوا و درنهایت باعث گرمایش زمین

## بیشتر بدانید

### نانوفناوری در خدمت بینایی انسان

بیماری تحلیل شبکیه چشم، یکی از علت‌های نابینایی کهن سالان است. در این بیماری که ممکن است از ۶۵ سالگی به بعد در افراد ظاهر شود، یاخته‌های حساس به نور در شبکیه به تدریج از بین می‌روند، یا نمی‌توانند به درستی کار کنند. برای کمک به این بیماران، شبکیه مصنوعی ساخته شده است. می‌توان عصب‌هایی را که از یاخته‌های عصبی مسئول بینایی در شبکیه خارج می‌شوند و به مغز می‌روند به ریزتراشه‌هایی شامل مجموعه‌ای از چشم‌های الکترونیکی میکروسکوپی متصل کرد که می‌توانند اثر نور را به پیام عصبی تبدیل کنند، در نتیجه، بیمارانی که نابینا هستند، می‌توانند اشیاء را ببینند و خطوط درشت روزنامه‌ها را بخوانند.

می‌شوند. بدین لحاظ، انسان باید در پی منابع پایدار، مؤثرتر و پاک‌تر انرژی برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی باشد. زیست‌شناسان می‌توانند به بهبود و افزایش تولید سوخت‌های ماندگار، که از به دست می‌آید، کمک کنند.

### فعالیت ۳

اگرچه سوخت‌های فسیلی نیز منشأ زیستی دارند و از تجزیه پیکر جانداران به وجود آمده‌اند؛ اما امروزه سوخت زیستی به سوخت‌هایی می‌گویند که از جانداران امروزی به دست می‌آیند. مزایا و زیان‌های سوخت‌های فسیلی و زیستی را از دید محیط زیستی با هم مقایسه کنید. درباره امکان استفاده از پسماند مزارعی مانند نیشکر در تهیه سوخت‌های زیستی اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و در کلاس ارائه دهید.

**سلامت و درمان بیماری‌ها:** به‌تازگی، روشی برای تشخیص و درمان بیماری‌ها در حال گسترش است که پزشکی شخصی نام دارد. پزشکان در پزشکی شخصی برای تشخیص و درمان بیماری‌ها علاوه بر بررسی، با بررسی اطلاعاتی که در روش‌های درمانی و دارویی خاص هر فرد را طراحی می‌کنند.

### فعالیت ۴

با مراجعه به منابع معتبر درباره زمینه‌های فعالیت زیست‌شناسان در ایران و جهان اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس ارائه دهید.

## واژه‌شناسی

### دنا (DNA / دی.ان.ای)

دئو اکسی‌ریبونوکلئیک اسید با نام اختصاری DNA و تلفظ دی.ان.ای شناخته می‌شود. فرهنگستان زبان و ادب فارسی به جای حروف تک‌تک (د) و (ن) و (آ) کلمه «دنا» را معرفی می‌کند که در تلفظ و ترکیب سهل‌تر و خوش‌آوا تر است.

## بیشتر بدانید

### پرهیز از پیش‌داوری

استفاده از تجربه و آزمایش برای بررسی درستی نظریه‌های علمی، تاریخی دیرینه دارد. ابن هیثم دانشمند مسلمان قرن چهارم هجری، شواهد تجربی را لازمه استدلال برای پذیرش نظریه‌های علمی می‌دانست و آنها را با انجام آزمایش و ساختن ابزار مورد بررسی قرار می‌داد. همچنین بر این باور بود که محقق در استخراج نتایج از شواهد تجربی و استدلال عقلی، باید با احتیاط عمل کند. او در مطالعه و انجام تحقیقات بر رعایت انصاف، پرهیز از پیش‌داوری و حقیقت‌جویی تأکید داشت. ابن هیثم بر اساس همین باور با انجام مشاهده و آزمایش، توصیفی مبتنی بر واقعیت از سازوکار بینایی ارائه داد.

تعریف حیات بسیار دشوار است و شاید حتی غیرممکن باشد. در علم زیست‌شناسی به جای تعریف حیات، آن و یا را بررسی می‌کنیم. گستره حیات زمینی از یاخته شروع می‌شود و با زیست‌کره پایان می‌یابد. جانداران این هفت ویژگی زیر را باهم دارند:

**نظم و ترتیب:** یکی از ویژگی‌های جالب حیات، سطوح سازمان‌یابی آن است (شکل ۳).

جانداران، سطحی از سازمان‌یابی دارند و منظم‌اند.

**هم‌ایستایی (هومئوستازی):** محیط جانداران در تغییر است؛ اما جاندار می‌تواند وضع درونی خود را در نگه دارد؛ مثلاً وقتی سدیم خون افزایش می‌یابد، دفع آن از طریق ادرار زیاد می‌شود. مجموعه اعمالی را که برای پایدار نگه داشتن وضعیت درونی جاندار انجام می‌شود هم‌ایستایی (هومئوستازی) می‌نامند.

**رشد و نمو:** جانداران رشد و نمو می‌کنند. رشد به معنی بزرگ شدن و شامل

ابعاد یا تعداد یاخته‌هاست. نمو به معنی عبور از مرحله‌ای به مرحله دیگری از زندگی است؛ مثلاً تشکیل گل در گیاه، نمونه‌ای از نمو است.

**فرایند جذب و استفاده از انرژی:** جانداران انرژی می‌گیرند؛ از آن برای انجام فعالیت‌های

زیستی خود استفاده می‌کنند و بخشی از آن را به صورت از دست می‌دهند؛ مثلاً گنجشک غذا می‌خورد و از انرژی آن برای گرم کردن بدن و نیز برای پرواز و جست‌وجوی غذا استفاده می‌کند.

**تولیدمثل:** جانداران موجوداتی کم و بیش شبیه خود را به وجود می‌آورند. یوزپلنگ همیشه از

یوزپلنگ زاده می‌شود.

**پاسخ به محیط:** جانداران به محرک‌های محیطی پاسخ می‌دهند؛ مثلاً ساقه گیاهان

به سمت نور خم می‌شود.

**سازش با محیط:** این ویژگی باعث می‌شود جمعیتی از جانداران با محیطی که در آن زندگی

می‌کنند، متناسب و در آن ماندگار باشند؛ مثلاً گیاهانی که بومی مناطق خشک هستند، برای حفظ آب، برگ‌هایی با پوستک ضخیم دارند. مثال دیگر موهای سفید خرس قطبی است که به استتار این

جانور در محیط برفی کمک می‌کند.



### بیادآوری تعریف گونه

همان طور که می دانید گونه به گروهی از جانداران می گویند که به هم شبیه اند و می توانند از طریق تولیدمثل زاده هایی شبیه خود با قابلیت زنده ماندن و تولید مثل به وجود آورند.

شکل ۳- سطوح سازمان یابی حیات

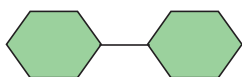
- ۱- یاخته پایین ترین سطح سازمان یابی حیات است. همه جانداران از یاخته تشکیل شده اند.
- ۲- تعدادی یاخته یک بافت را به وجود می آورند.
- ۳- هر اندام از مختلف تشکیل می شود؛ مانند استخوانی که در اینجا نشان داده شده است.
- ۴- هر دستگاه از چند اندام تشکیل شده است؛ مثلاً دستگاه حرکتی از و تشکیل شده است.
- ۵- جاندارى مانند این گوزن، فردى از جمعیت گوزن هاست.
- ۶- افراد یک گونه که در و خاص زندگی می کنند، یک جمعیت را به وجود می آورند.
- ۷- جمعیت های گوناگونی که دارند، یک اجتماع را به وجود می آورند.
- ۸- عوامل زنده (اجتماع) و غیرزنده محیط و تأثیرهایی که بر هم می گذارند، بوم سازگان را می سازند.
- ۹- زیست بوم از چند بوم سازگان تشکیل می شود که از نظر اقلیم (آب و هوا) و پراکنندگی جانداران
- ۱۰- زیست کره شامل همه زیست بوم های زمین است.

### مولکول های زیستی

کربوهیدرات ها، لیپیدها، پروتئین ها و نوکلئیک اسیدها چهار گروه اصلی مولکول های تشکیل دهنده یاخته اند و در جانداران ساخته می شوند. این مولکول ها را مولکول های زیستی می نامند. در ادامه به بررسی آنها می پردازیم.

## کربوهیدرات‌ها

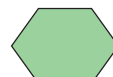
این مولکول‌ها از سه عنصر (C)، (H) و (O) ساخته شده‌اند. **مونوساکاریدها** ساده‌ترین کربوهیدرات‌ها هستند. و مونوساکاریدهایی با شش کربن اند. مونوساکاریدی با پنج کربن است (شکل ۴).



مالتوز



ریبوز



گلوکز

شکل ۴- مونوساکارید واحد ساختاری قندهاست.

شکل ۵- مالتوز نوعی دی ساکارید است.

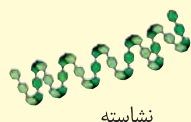
**دی ساکاریدها** از ترکیب دو مونوساکارید تشکیل می‌شوند. شکر و قندی که می‌خوریم، دی ساکاریدی به نام هستند. ساکارز از پیوند بین گلوکز و فروکتوز تشکیل می‌شود. مالتوز دی ساکارید دیگری است که از گلوکز و گلوکز تشکیل می‌شود. این قند در مالت وجود دارد (شکل ۵). لاکتوز دی ساکارید دیگری است که به گالاکتوز و گلوکز نیز معروف است.

**پلی ساکاریدها** از ترکیب چندین مونوساکارید ساخته می‌شوند. نشاسته، سلولز و گلیکوژن پلی ساکاریدند. این پلی ساکاریدها از تعداد فراوانی مونوساکارید تشکیل شده‌اند؛ مثلاً نشاسته در سیب زمینی و غلات وجود دارد. آیا روش تشخیص نشاسته را به یاد می‌آورید؟ سلولز از پلی ساکاریدهای مهم در طبیعت است. سلولز ساخته شده در گیاهان در تولید انواعی از کاغذ به کار می‌رود.

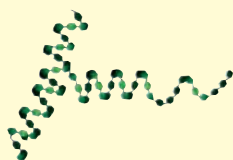
## بیشتر بدانید



دانه‌های نشاسته در سیب زمینی



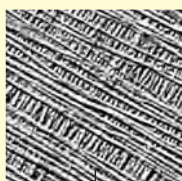
نشاسته



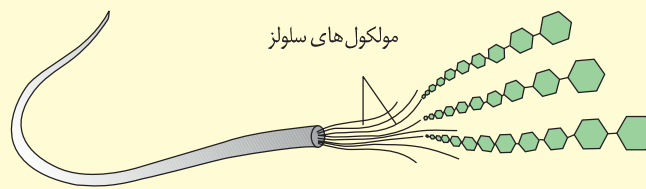
گلیکوژن



دانه‌های گلیکوژن در بافت ماهیچه‌ای



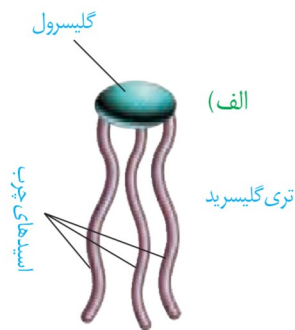
دیواره باخته‌ای در گیاه



مولکول‌های سلولز

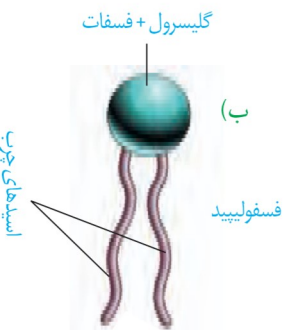
سه پلی ساکارید نشاسته، گلیکوژن و سلولز

گلیکوژن در ... و ساخته می‌شود. این پلی ساکارید در ... وجود دارد و منبع ذخیره گلوکز در جانوران است.



### لیپیدها

این ترکیبات نیز از سه عنصر ... و ... ساخته شده‌اند؛ گرچه نسبت این عناصر در لیپیدها با نسبت آنها در کربوهیدرات‌ها فرق می‌کند. در ادامه با برخی لیپیدها آشنا می‌شویم. **تری گلیسریدها** از انواع لیپیدها هستند. هر تری گلیسرید از یک مولکول ... و ... تشکیل شده است (شکل ۶-الف). و ... انواعی از تری گلیسریدها هستند. تری گلیسریدها در ... نقش مهمی دارند. انرژی تولید شده از یک گرم تری گلیسرید حدود دو برابر انرژی تولید شده از یک گرم کربوهیدرات است.



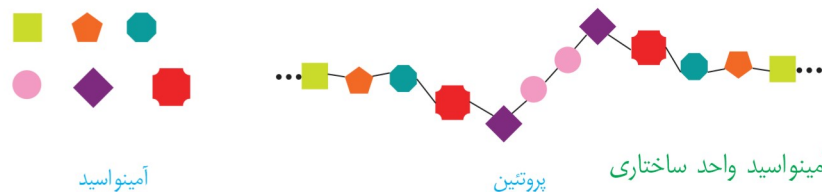
شکل ۶-الف) تری گلیسرید  
ب) فسفولیپید

**فسفولیپیدها** گروه دیگری از لیپیدها و بخش اصلی تشکیل دهنده غشای یاخته‌ای هستند. ساختار فسفولیپیدها شبیه تری گلیسریدها است، با این تفاوت که مولکول گلیسرول در فسفولیپیدها به دو اسید چرب و یک گروه فسفات متصل می‌شود (شکل ۶-ب).

**کلسترول** لیپید دیگری است که در ساخت غشای یاخته‌های جانوری و نیز انواعی از ... شرکت می‌کند.

### پروتئین‌ها

این مولکول‌ها علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن، نیتروژن (N) نیز دارند. پروتئین‌ها از به هم پیوستن واحدهایی به نام آمینواسید، تشکیل می‌شوند (شکل ۷).



شکل ۷- آمینو اسید واحد ساختاری پروتئین است.

پروتئین‌ها کارهای متفاوتی انجام می‌دهند. انقباض ماهیچه، انتقال مواد در خون و کمک به عبور مواد از غشای یاخته و عملکرد آنزیمی از کارهای پروتئین‌هاست. آنزیم‌ها مولکول‌های پروتئینی‌اند که سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهند.

### نوکلئیک اسیدها

این مولکول‌ها علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن، نیتروژن و فسفر نیز دارند. مولکول دنا (DNA) که در سال‌های قبل با آن آشنا شده‌اید، یک نوع نوکلئیک اسید است. اطلاعات وراثتی در دنا ذخیره می‌شود (شکل ۸).



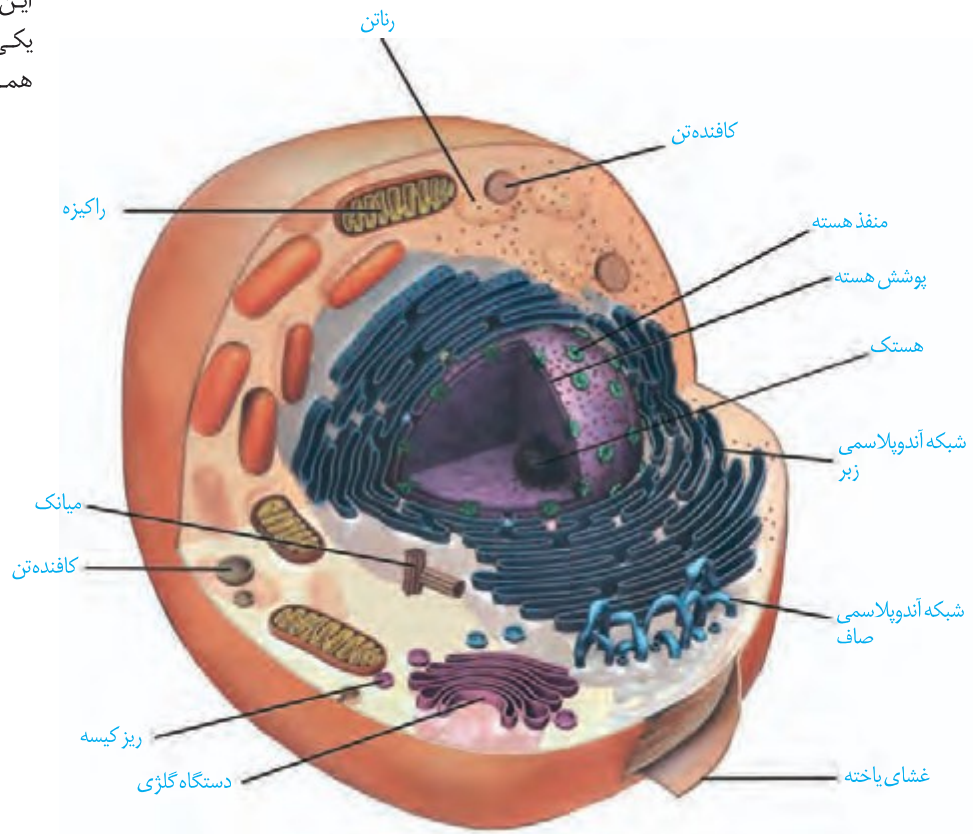
شکل ۸- دنا

## واژه‌شناسی

## یاخته (Cell / سلول)

به واحد ساختاری و کارکردی جانداران سلول گفته می‌شود. کلمه سلول به معنای خانه است. برای این کلمه، یاخته انتخاب شده که یکی از معانی آن در لغت‌نامه دهخدا همان خانه است.

یاخته، جانداران است. در شکل ۹ بخش‌های تشکیل دهنده یک یاخته جانوری را می‌بینید. هر یک از بخش‌های یاخته چه کاری انجام می‌دهند؟ می‌توان به سادگی گفت که این یاخته از سه بخش ، و تشکیل شده است.



شکل ۹- یاخته جانوری و اندامک‌های آن:

رناتن (ریبوزوم): کار آن ساختن است.

شبکه آندوپلاسمی: شبکه‌ای از و که در گسترش دارند و بر دو نوع اداری رناتن و (بدون رناتن) است. شبکه آندوپلاسمی زبر در ساختن و شبکه آندوپلاسمی در ساختن نقش دارد.

دستگاه گلژی: از تشکیل شده است که روی هم قرار می‌گیرند. در مواد و آنها به خارج از یاخته نقش دارد.

راکیزه (میتوکندری): دارد و کار آن تأمین انرژی برای یاخته است.

کافنده تن (لیزوزوم): کیسه‌ای است که آنزیم‌ها برای تجزیه مواد دارد.

میانک (سانترپول): ساختار است که در سلول به تعداد دو عدد دیده می‌شود و نقش آنها در تقسیم سلولی است.

ریز کیسه (وزیکول): کیسه‌ای است که در جابه‌جایی مواد در یاخته نقش دارد.

## هسته

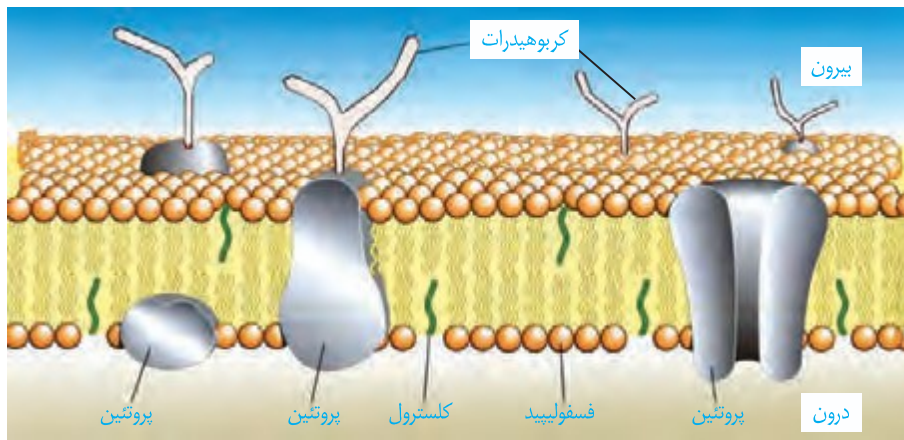
هسته ، و رامشخص و فعالیت های آن را کنترل می کند. در هسته، دنا قرار دارد. دنا دارای اطلاعات لازم برای تعیین صفات است. هسته پوششی (غشای داخلی، غشای بیرونی) دارد. در این پوشش وجود دارند که از طریق آنها ارتباط بین هسته و سیتوپلاسم برقرار می شود. ساختار در هسته دیده می شود که هستگ نام دارد. هستک در ساختن نقش دارد.

## سیتوپلاسم

سیتوپلاسم فاصله بین غشای یاخته و هسته را پر می کند. سیتوپلاسم از و تشکیل شده است. ماده زمينه شامل آب و مواد ديگر است. هر يك از اندامك ها در سیتوپلاسم کار ویژه ای دارند (شکل ۹). در سال های بعد با بعضی از این اندامک ها بیشتر آشنا می شوید.

## غشای یاخته ای

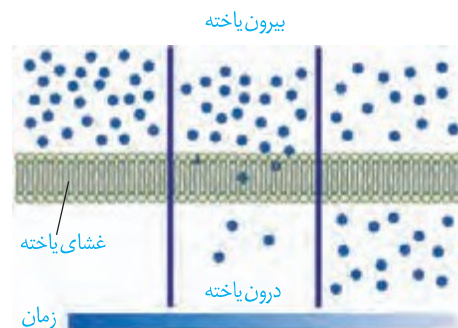
اطراف یاخته را غشای یاخته ای احاطه کرده است. این غشا مرز بین درون یاخته و بیرون آن است. مواد گوناگون برای ورود به یاخته یا خروج از آن باید از این غشا عبور کنند. غشای یاخته، یا دارد؛ یعنی فقط برخی از مواد می توانند از آن عبور کنند. غشای یاخته از دو لایه مولکول های فسفولیپید تشکیل شده است که در آن مولکول های پروتئین و کلسترول قرار دارند. همچنین انواعی از کربوهیدرات ها به مولکول های و متصل اند (شکل ۱۰). این ترکیبات را به ترتیب و نامیده اند.



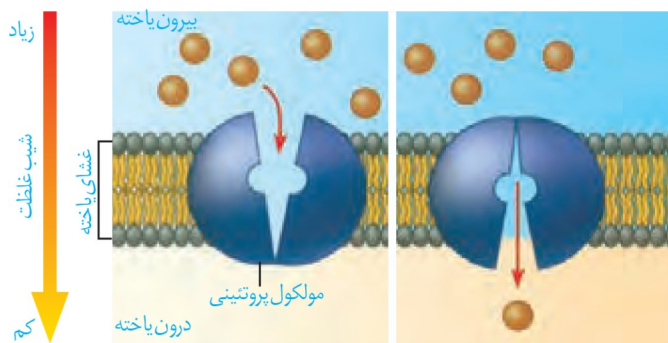
شکل ۱۰- غشای یاخته

## ورود مواد به یاخته و خروج از آن

**انتشار ساده:** جریان مولکول ها از جای به جای (در جهت شیب غلظت) انتشار نام دارد. نتیجه نهایی انتشار هر ماده، است. مولکول ها به دلیل داشتن می توانند منتشر شوند. بنابراین در صورتی که مواد به روش انتشار از غشا عبور کنند، یاخته انرژی مصرف نمی کند. مولکول هایی مانند اکسیژن و کربن دی اکسید با این روش از غشا عبور می کنند (شکل ۱۱).

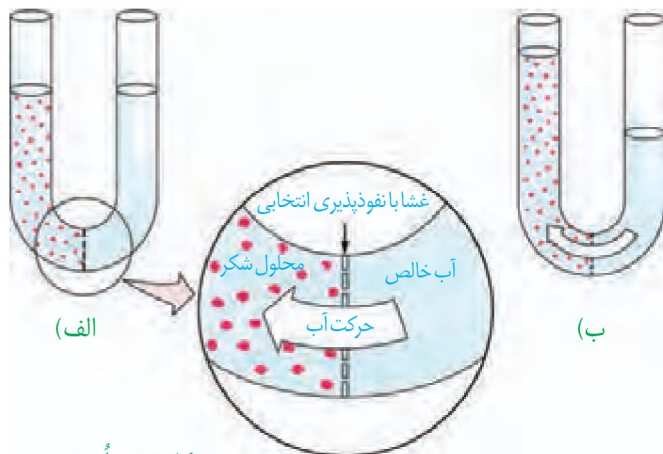


شکل ۱۱- انتشار ساده



شکل ۱۲- انتشار تسهیل شده

**انتشار تسهیل شده:** در این روش پروتئین های غشا، انتشار مواد را تسهیل می کنند و مواد را در جهت شیب غلظت آنها، از غشا عبور می دهند (شکل ۱۲).



شکل ۱۳- اُسمز

**گذرندگی (اُسمز):** شکل ۱۳ را ببینید. در یک طرف غشای نازکی که نفوذ پذیری انتخابی یا تراوایی نسبی دارد، آب خالص و در طرف دیگر آن، محلول شکر وجود دارد. حجم مواد در دو طرف غشا یکسان است. فقط مولکول های آب می توانند از غشا عبور کنند؛ در این حالت، تعداد مولکول های آب در واحد حجم، در سمت راست بیشتر است و این مولکول ها بیشتر به سمت چپ منتشر می شوند. به انتشار آب از غشایی با تراوایی نسبی، اُسمز می گویند. فشار لازم برای توقف کامل اُسمز، فشار اُسمزی محلول نام دارد. هرچه تفاوت تعداد مولکول های آب در واحد حجم، در دو سوی غشا بیشتر باشد، فشار اُسمزی بیشتر است و آب سریع تر جابه جا می شود. جابه جایی خالص آب از محیطی با فشار اُسمزی کمتر به محیطی با فشار اُسمزی بیشتر است.

همان طور که در شکل می بینید در اثر اُسمز، حجم محلول سمت چپ افزایش می یابد. آیا این پدیده برای یاخته ها در بدن ما هم رخ می دهد؟ آیا ممکن است ورود آب به درون یاخته در اثر اُسمز موجب ترکیدن یاخته های بدن ما شود؟ خیر. فشار اُسمزی مایع اطراف یاخته ها تقریباً مشابه درون آنهاست، در نتیجه آب بیش از حد وارد نمی شود و یاخته ها از خطر تورم و ترکیدن حفظ می شوند.

## فعالیت ۵

الف) در این فعالیت با چگونگی اُسمز از پرده ای با تراوایی نسبی آشنا می شوید.

**وسایل و مواد لازم:** ظرف شیشه ای (یا بشر) با دهانه کوچک، مقداری آب مقطر (یا آب جوشیده سرد شده)، نی نوشابه خوری شفاف، تخم مرغ خام، مقداری خمیر بازی، قاشق فلزی

روش کار:

۱- روش کار:

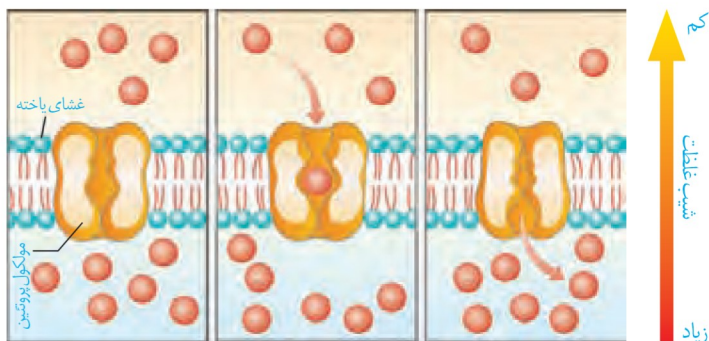
۱-  $\frac{3}{4}$  ظرف شیشه ای را آب بریزید.

۲- با لبه قاشق، به انتهای مدور تخم مرغ آهسته ضربه بزنید و با ناخن تکه کوچکی به اندازه نوک انگشت از پوسته آهکی را

جدا کنید. مراقب باشید که پرده نازک زیر پوسته آسیب نبیند.

- ۳- تخم مرغ را روی ظرف شیشه‌ای طوری قرار دهید که پوسته نازک آن با آب در تماس باشد.
  - ۴- در طرف مقابل تخم مرغ، سوراخی به اندازه قطر نی ایجاد کنید و نی را تا ۲/۵ سانتیمتر درون سوراخ و غشای نازک زیر آن فرو ببرید.
  - ۵- فضای بین نی و پوسته تخم مرغ را با خمیر بازی پر کنید.
  - ۶- ظرف را یک شب در جای مناسبی قرار دهید و پس از آن، تغییرات درون نی را مشاهده کنید.
  - ۷- مشاهده‌های خود را یادداشت کنید، و در صورت امکان از آنها عکس تهیه کنید.
- توضیح دهید چرا مایع درون نی حرکت می‌کند؟
- ب) اگر پوسته آهکی یک تخم مرغ را با قرار دادن آن در سرکه از بین ببریم و تخم مرغ بدون پوسته را یک بار در آب مقطر و بار دیگر در محلول نمک غلیظ قرار دهیم، پیش بینی کنید چه تغییری در تخم مرغ ایجاد می‌شود؟ با توجه به آنچه آموختید برای پیش بینی خود دلیل بیاورید.

**انتقال فعال:** فرایندی که در آن، یاخته، مواد را منتقل می‌کند، انتقال فعال نام دارد. در این فرایند، مولکول‌های پروتئین با صرف انرژی، ماده‌ای را برخلاف شیب غلظت منتقل می‌کنند (شکل ۱۴). این انرژی از مولکول « $\text{ATP}$ » به دست آید. مولکول  $\text{ATP}$  شکل رایج انرژی در یاخته است.

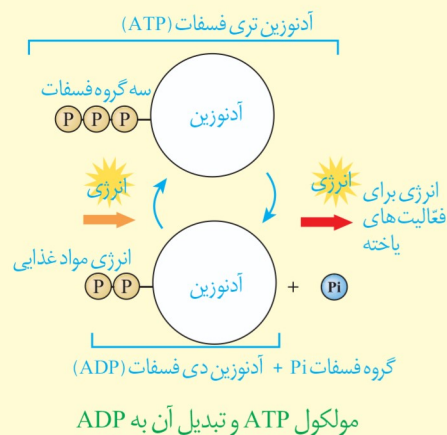


شکل ۱۴- انتقال فعال

**درون بری (آندوسیتوز) و برون رانی (اکزوسیتوز):** یاخته‌ها می‌توانند ذره‌های بزرگ را با فرایندی به نام درون بری جذب کنند. برون رانی فرایند خروج ذره‌های بزرگ از یاخته است. این فرایندها با تشکیل ریز کیسه‌ها همراه است و به انرژی  $\text{ATP}$  نیاز دارد (شکل ۱۵).

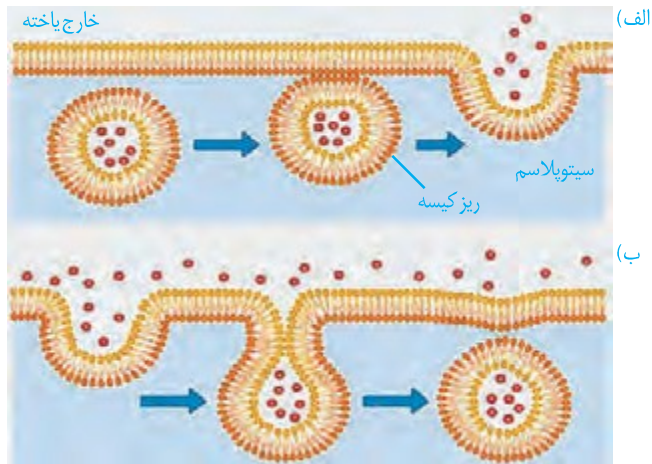
### بیشتر بدانید

در پیوندهای شیمیایی مولکول‌هایی مانند نشاسته، گلیکوژن و لیپید، انرژی وجود دارد. یاخته از این انرژی برای ساخت مولکول  $\text{ATP}$  (آدنوزین تری فسفات) استفاده می‌کند. همان‌طور که در شکل می‌بینید، مولکول  $\text{ATP}$  از سه بخش تشکیل شده است. یاخته  $\text{ATP}$  را به  $\text{ADP}$  (آدنوزین دی فسفات) تبدیل می‌کند و انرژی ذخیره شده در این مولکول آزاد می‌شود تا یاخته از آن استفاده کند.



## واژه‌شناسی

واژه درون‌بری برای آندوسیتوز (endocytosis) و واژه برون‌رانی برای اگزوسیتوز (exocytosis) انتخاب شده‌اند. در آندوسیتوز، آندو به معنای درون و سیتوز به یاخته اشاره می‌کند. اگزو نیز در اگزوسیتوز به معنای بیرون است.



شکل ۱۵- الف) برون‌رانی، ب) درون‌بری

## بافت‌های بدن انسان

می‌دانید بافت‌های بدن انسان را می‌توان به چهار نوع ، ، ، و دسته‌بندی کرد. در اندام‌ها و دستگاه‌های بدن انواع بافت‌ها به نسبت‌های متفاوت وجود دارند.

**بافت پوششی:** بافت پوششی، و درون بدن (مانند دهان، معده، روده‌ها و رگ‌ها) را می‌پوشاند. یاخته‌های این بافت، به یکدیگر بسیار نزدیک‌اند و بین آنها فضای بین یاخته‌ای وجود دارد. در زیر یاخته‌های این بافت، بخشی به نام **غشای پایه** وجود دارد که این یاخته‌ها را به یکدیگر و به بافت‌های زیر آن، متصل نگه می‌دارد. غشای پایه، شبکه‌ای از و است. یاخته‌های بافت پوششی به شکل‌های متفاوتی مانند سنگ فرشی، مکعبی و استوانه‌ای در یک یا چند لایه سازمان می‌یابند (شکل ۱۶).

**بافت پیوندی:** بافت پیوندی از ، ، ، و (ارتجاعی) تشکیل شده است. مادهٔ زمینه‌ای بافت پیوندی، ممکن است ، و یا باشد. در ادامه به انواع بافت پیوندی می‌پردازیم. در **بافت پیوندی سست** مادهٔ زمینه‌ای ، ، و مخلوطی از انواع مولکول‌های درشت، مانند است. این بافت بافت پوششی را پشتیبانی می‌کند. در **بافت پیوندی متراکم** میزان رشته‌های از بافت پیوندی سست بیشتر، تعداد یاخته کمتر و مادهٔ زمینه‌ای آن نیز ، است؛ بنابراین این بافت از بافت پیوندی سست بیشتر است. در زردپی و رباط بافت پیوندی متراکم وجود دارد. **بافت چربی** نیز نوعی بافت پیوندی است که در آن یاخته‌های سرشار از چربی فراوان است. این بافت در بدن نقش چربی نقش دارد و به عنوان نیز عمل می‌کند. بافت‌های استخوانی و غضروفی، انواع دیگر بافت پیوندی هستند که به تدریج با آنها آشنا می‌شوید.



مکعبی یک لایه‌ای گردبزه (نفرון)



غشای پایه  
سنگ فرشی یک لایه‌ای (دیوارهٔ مویرگ)

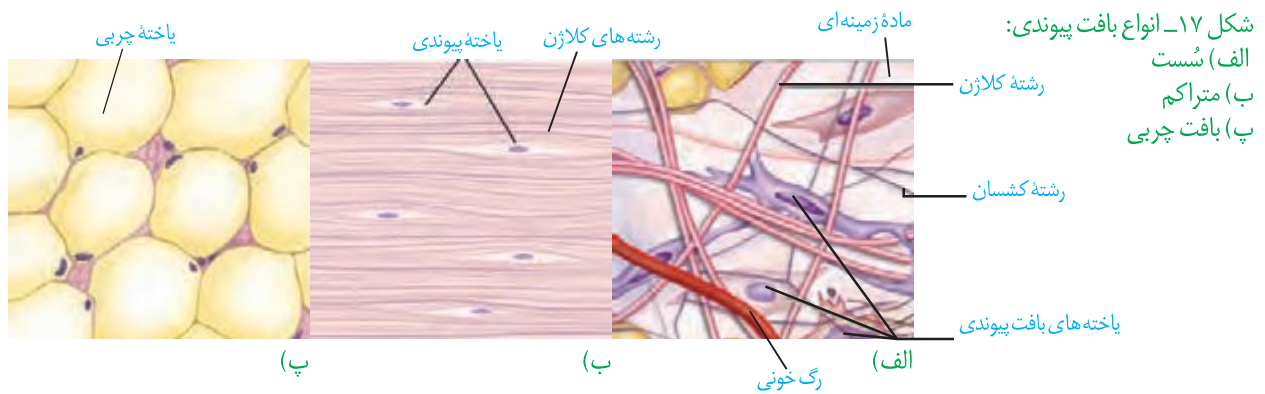


سنگ فرشی چند لایه‌ای (مری)

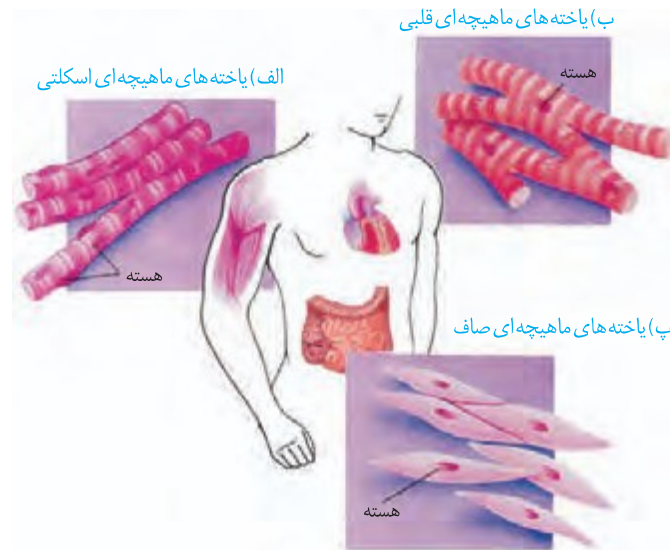


استوانه‌ای یک لایه‌ای (روده)

شکل ۱۶- انواع بافت پوششی



**بافت ماهیچه‌ای:** در گذشته، با انواع بافت‌های ماهیچه‌ای در بدن انسان آشنا شدید (شکل ۱۸).

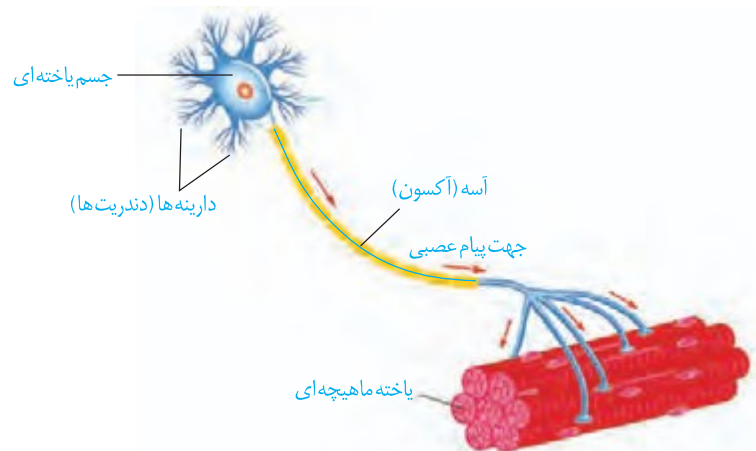


شکل ۱۸- انواع بافت ماهیچه‌ای:  
الف) مخطط (اسکلتی)  
ب) قلبی  
پ) صاف

ساختار و کار انواع بافت‌های ماهیچه‌ای بدن را در یک جدول فهرست کنید.

## فعالیت ۶

**بافت عصبی:** می‌دانید یاخته‌های عصبی (نورون‌ها)، یاخته‌های اصلی بافت عصبی هستند (شکل ۱۹). این یاخته‌ها با یاخته‌های بافت‌های دیگر مانند یاخته‌های ماهیچه‌ای ارتباط دارند. یاخته‌های عصبی یاخته‌های ماهیچه‌ای را تحریک می‌کنند تا منقبض شوند.



شکل ۱۹- یاخته عصبی



تصویر روده باریک با میکروسکوپ الکترونی

## فصل ۲

# گوارش و جذب مواد

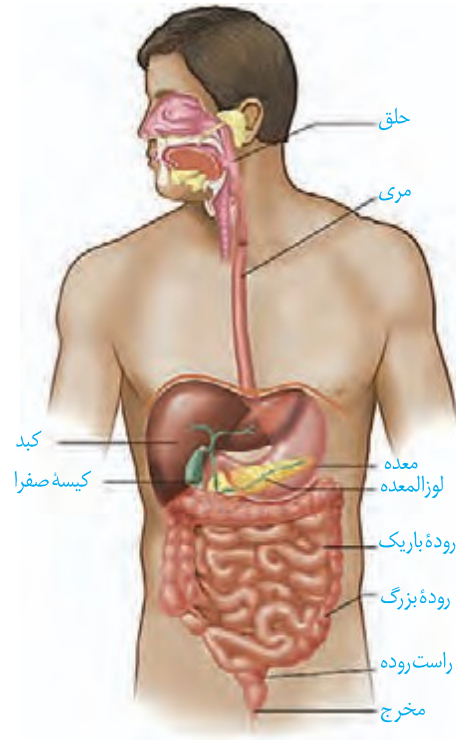
غذا خوردن یکی از لذت‌های زندگی است؛ اما فراتر از آن، غذایی که می‌خوریم، در گذر از دستگاه گوارش به شکلی در می‌آید که می‌تواند مواد و انرژی لازم برای سالم ماندن، درست عمل کردن و رشد و نمو یاخته‌های بدن را فراهم کند. البته غذای نامناسب و یا اضافه بر نیاز، مشکلاتی را برای بدن ایجاد می‌کند. اضافه وزن و چاقی، یکی از مسائلی است که سلامت جمعیت کنونی و آینده ما را به خطر می‌اندازد.

- بدن ما چگونه انواع غذاها را برای ورود به یاخته‌ها آماده می‌کند؟
  - اضافه وزن چگونه به وجود می‌آید و چه مشکلاتی را برای بدن ایجاد می‌کند؟
  - چرا برخی افراد با اینکه غذای کافی و گوناگون می‌خورند، دچار کمبود مواد مغذی هستند؟
  - گوارش در سایر جانداران چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی با گوارش انسان دارد؟
- برای پاسخ به این پرسش‌ها، با دستگاه گوارش آشنا می‌شویم و عملکرد آن را در انسان و برخی جانوران بررسی می‌کنیم.



در گذشته آموختید دستگاه گوارش از و تشکیل شده است. لوله گوارش چه قسمتهایی دارد (شکل ۱)؟

لوله گوارش، لوله است که از تا ادامه دارد. در قسمت هایی از لوله گوارش به نام بنداره (اسفنکتر) وجود دارد. بنداره ها در تنظیم عبور مواد نقش دارند (شکل ۲).



شکل ۱- لوله گوارش و اندام های مرتبط با آن



شکل ۲- بنداره

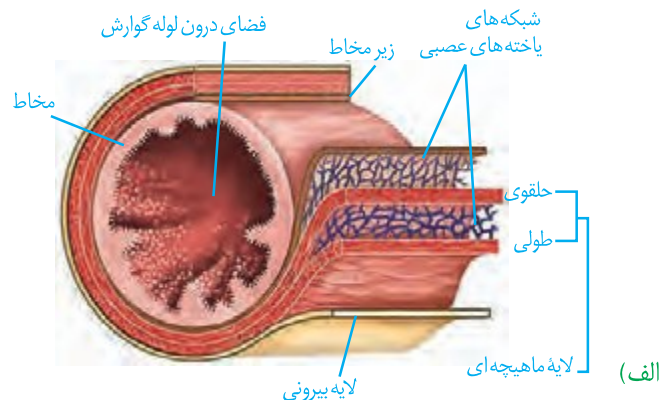
غده های بزاقی؛ پانکراس (لوزالمعده)، کبد (جگر) و کیسه صفرا با لوله گوارش مرتبط اند و در گوارش غذا نقش دارند.

**ساختار لوله گوارش:** دیواره بخش های مختلف لوله گوارش، ساختار دارند. این لوله از خارج به داخل، چهار لایه دارد: لایه بیرونی، ماهیچه ای، زیر مخاطی و مخاطی. هر لایه، از انواع بافت ها تشکیل شده است (شکل ۳- الف). در همه این لایه ها بافت **لایه بیرونی** در ناحیه شکمی بخشی از صفاق است. **صفاق** است که اندام های درون شکم را به هم وصل می کند (شکل ۳- ب).

شکل ۳- الف) ساختار لایه های لوله گوارش ب) بخشی از صفاق مربوط به



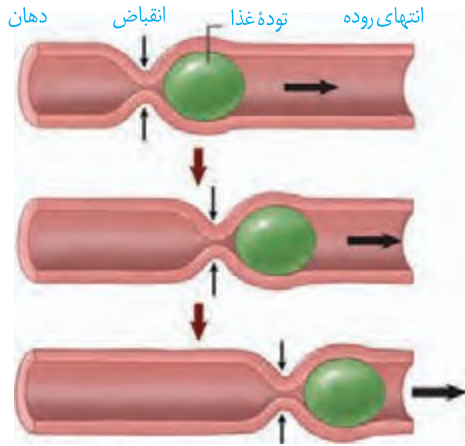
ب)



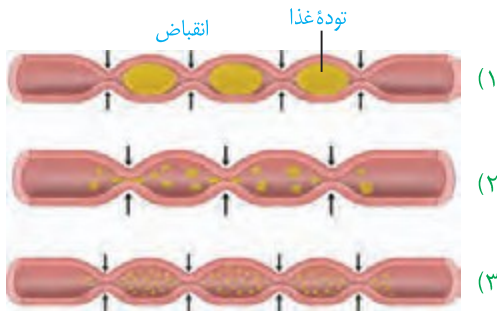
الف)

## واژه‌شناسی

**بنداره (Sphincter / اسفنکتر)** اسفنکتر به معنای ماهیچه حلقوی شکل گرداگرد یک دهانه است که با انقباض خود سبب بسته یا تنگ شدن آن می‌شود. برای آن در فارسی کلمه بنداره (صفت بندار + پسوند ه) انتخاب شده است. بنداره به معنای بند آورنده است.



شکل ۴- حرکات کرمی



شکل ۵- حرکت‌های قطعه‌قطعه کننده

## واژه‌شناسی

آمیلاز از ترکیب واژه آمیلوم (به معنای نشاسته) و آز (پسوند نشان دهنده آنزیم) تشکیل شده است. لیپاز و پروتئاز هم به ترتیب آنزیم‌های تجزیه کننده لیپید و پروتئین هستند.

لایه ماهیچه‌ای در ، ، و از نوع مخطط است. این لایه در بخش‌های دیگر لوله گوارش شامل یاخته‌های ماهیچه‌ای است که به شکل و سازمان یافته‌اند. یک لایه ماهیچه‌ای نیز دارد. زیر مخاط (لایه زیر مخاطی) موجب می‌شود ، روی بچسبد و به راحتی روی آن یا بخورد. در لایه ماهیچه‌ای و زیر مخاط، شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی وجود دارد. مخاط (لایه مخاطی) یاخته‌هایی از بافت پوششی دارد که در بخش‌های مختلف لوله گوارش، کارهای متفاوتی مثل جذب و ترشح را انجام می‌دهند.

## حرکات لوله گوارش: انقباض ماهیچه‌های دیواره لوله گوارش، حرکات

رادر آن به وجود می‌آورد. لوله گوارش، دو حرکت کرمی و قطعه‌قطعه کننده دارد.

در حرکات کرمی، ورود غذا و دیواره لوله را تحریک می‌کند. یاخته‌های عصبی، ماهیچه‌های دیواره را به انقباض وادار می‌کنند. در نتیجه، حلقه انقباضی در لوله ظاهر می‌شود که غذا را به حرکت درمی‌آورد (شکل ۴).

حرکات کرمی نیز دارند؛ به ویژه وقتی که حرکت محتویات لوله با برخورد به یک ، مثل وقتی که محتویات معده به پیلور برخورد می‌کنند. پیلور بنداره بین و است. در این حالت، حرکات کرمی می‌توانند کنند.

در حرکات قطعه‌قطعه کننده بخش‌هایی از لوله به صورت منقبض می‌شوند. سپس این بخش‌ها از حالت انقباض خارج و بخش‌های دیگر منقبض می‌شوند. تداوم این حرکات در لوله گوارش موجب می‌شود محتویات لوله، و با شیرهای گوارشی مخلوط شوند (شکل ۵).

## فعالیت ۱

مری یک گوسفند یا گاو را تهیه و لایه‌های آن را مشاهده کنید.

## گوارش غذا

دستگاه گوارش طی فرایند گوارش

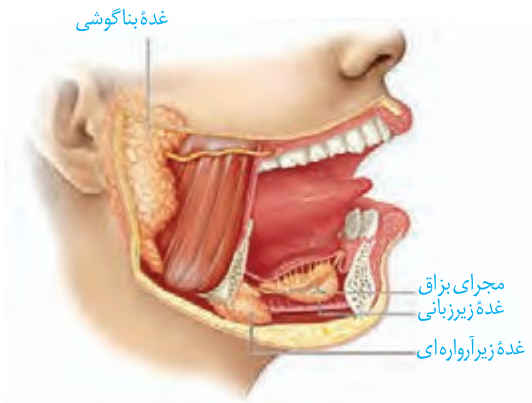
را به

چه عواملی در آنها نقش دارند؟

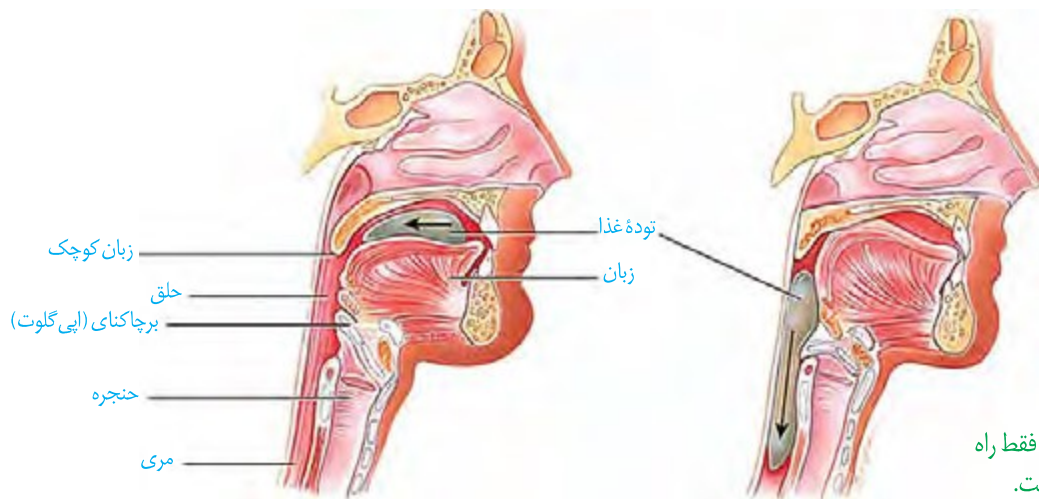
، غذا را می‌کند و با فرایند ، تبدیل می‌کند. این فرایندها چگونه انجام می‌شوند؟

## گوارش در دهان: با ورود غذا به دهان، جویدن غذا و گوارش مکانیکی

آن آغاز می‌شود. آسیاب شدن غذا به ذره‌های برای فعالیت  
 ، و اثر بر آن لازم است. سه جفت و  
 غده‌های بزاقی کوچک، بزاق ترشح می‌کنند (شکل ۶). بزاق، ترکیبی از  
 ، و است. آنزیم آمیلاز بزاق به گوارش  
 کمک می‌کند. ، آنزیمی است که در از بین بردن باکتری‌های درون  
 دهان نقش دارد. **موسین**، است که جذب و ماده  
 مخاطی ایجاد می‌کند. ماده مخاطی دیواره لوله گوارش را از  
 از تماس غذا یا (بر اثر) حفظ می‌کند و ذره‌های  
 غذایی را به هم و آنها را به تبدیل می‌کند.

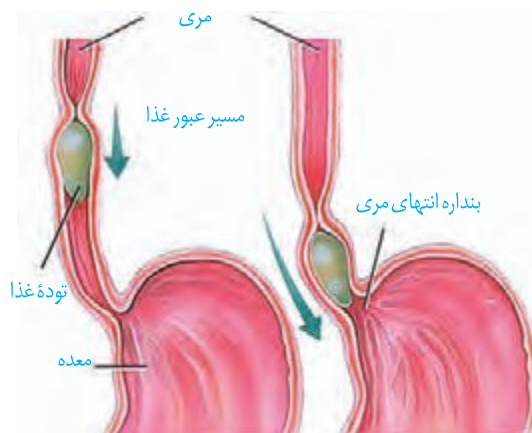


شکل ۶- غده‌های بناگوشی، زیرآرواره‌ای و زیرزبانی، بزاق ترشح می‌کنند.



شکل ۷- الف) هنگام بلع فقط راه مری برای عبور غذا باز است.

**بلع غذا:** هنگام بلع با ، توده غذا به و  
 رانده می‌شود. با رسیدن غذا به ، بلع به شکل ، ادامه پیدا  
 می‌کند. همان طور که می‌دانید حلق را به چهارراه تشبیه می‌کنند. با استفاده  
 از شکل ۷- الف، توضیح دهید هنگام بلع چگونه راه‌های دیگر حلق بسته  
 می‌شوند؟

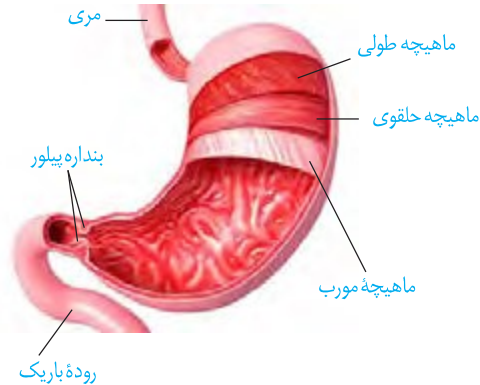


در ادامه دیواره ماهیچه‌ای منقبض می‌شود و آن، غذا  
 را به می‌راند. در ادامه پیدا می‌کند و با شل شدن بنداره  
 ، غذا وارد می‌شود (شکل ۷- ب).  
 ماده مخاطی ترشح می‌کنند تا حرکت غذا آسان تر شود.

شکل ۷- ب) حرکات کرمی، غذا را در طول مری حرکت می‌دهند.

**گوارش در معده:** معده، شکل لوله گوارش است. دیواره معده،  
 دارد که با معده می‌شوند تا غذای بلع شده در آن شود. گوارش غذا در معده در اثر شیرۀ

معده و حرکات آن انجام می‌شود. در نام دارد، با باز شدن بنداره پیلور وارد ابتدای روده باریک می‌شود (شکل ۸). به روده باریک دوازدهه می‌گویند.



### شیره معده: یاخته‌های پوششی

معده در بافت فرو رفته‌اند و معده را به وجود می‌آورند. به این راه دارند. یاخته‌های مخاط معده و برخی از یاخته‌های مخاطی فراوان ترشح می‌کنند که به شکل

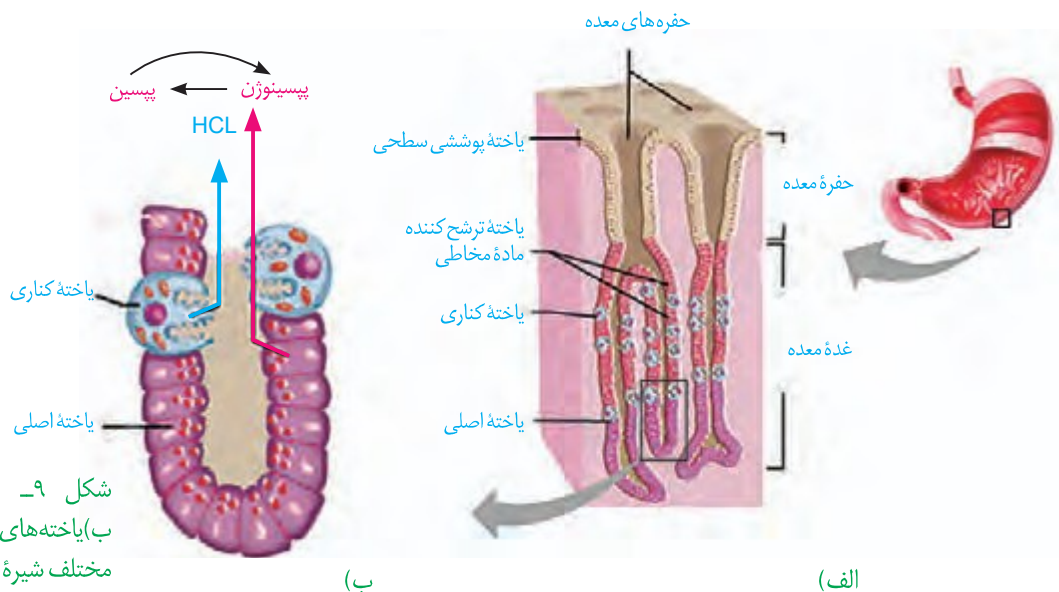
شکل ۸- حرکات معده در اثر انقباض ماهیچه‌های آن ایجاد می‌شوند. یاخته‌های لایه ماهیچه‌ای دیواره معده در سه جهت طولی، حلقوی و مورب قرار گرفته‌اند.

### بیشتر بدانید

#### فرصت شناسی یک پژوهشگر

دکتر بومون در قرن ۱۹ میلادی، جوانی را درمان کرد که پهلویش با گلوله سوراخ شده بود. طی التیام زخم، سوراخ کوچکی در بدن جوان باقی ماند که داخل معده را نشان می‌داد. بومون از این سوراخ، چین‌های سطح معده و ماده مخاطی روی سطح آن را مشاهده و با لوله‌ای لاستیکی مقداری از اسید معده را خارج کرد. او با آزمایش غذاهای گوناگون، نتیجه گرفت معده با ترشح اسید، به غذای بلع شده پاسخ می‌دهد. بومون نتایج آزمایش‌های خود را در کتابی منتشر کرد.

مخاط معده را می‌پوشاند. یاخته‌های ترشح می‌کنند که لایه زله‌ای حفاظتی را مقابل و به وجود می‌آید. یاخته‌های ، آنزیم معده را ترشح می‌کنند. معده را به طور کلی می‌نامند. بر اثر تبدیل می‌شود. پپسین خود با اثر بر ، تولید پپسین را بیشتر می‌کند (شکل ۹). آنزیم پپسین، پروتئین‌ها را به تجزیه می‌کند. یاخته‌های معده ترشح می‌کنند. عامل داخلی معده، برای ورود ویتامین به یاخته‌های ضروری است. اگر این یاخته‌ها تخریب شوند یا معده برداشته شود، علاوه بر ساخته نشدن کلریدریک اسید، فرد به دچار می‌شود؛ زیرا ویتامین که برای ساختن در مغز استخوان لازم است، جذب نمی‌شود و زندگی فرد به خطر می‌افتد.



شکل ۹- الف) غده‌های معده ب) یاخته‌های غده‌های معده، مواد مختلف شیره معده را ترشح می‌کنند.

## بیشتر بدانید

### زخم پپتیک

ترشح بیش از حد اسید و آنزیم در شیره گوارشی و کاهش توانایی سد حفاظتی ماده مخاطی در مخاط معده یا دوازدهه، زخم پپتیک ایجاد می‌کند. بسیاری از افراد مبتلا به زخم پپتیک، عفونت مزمن ناشی از نوعی باکتری به نام هلیکوباکتر پیلوری دارند. این باکتری می‌تواند سد حفاظتی ماده مخاطی را تخریب کند. از علامت‌های این بیماری، احساس درد در بخش بالایی معده است که ممکن است تا چند ساعت پس از خوردن غذا ادامه پیدا کند. تنش مداوم، سیگار کشیدن، الکل و برخی داروها مانند آسپرین نیز ماده مخاطی را تخریب می‌کنند.

با ورود غذا، معده می‌یابد و معده را با شیره معده می‌آمیزند که نتیجه آن تشکیل کیموس معده است. همان‌طور که گفتیم با باز شدن بنداره پیلور، کیموس وارد دوازدهه می‌شود.

**برگشت اسید معده (ریفلاکس):** اگر انقباض کافی نباشد، فرد دچار می‌شود. در این حالت مخاط به آسیب می‌بیند؛ زیرا حفاظت دیواره آن به اندازه نیست. ، ، ، از عوامل برگشت اسید معده‌اند.

## فعالیت ۲

آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد آنزیم پیپسین در حضور کلریدریک اسید، پروتئین سفیده تخم مرغ را گوارش می‌دهد. توجه کنید که آنزیم‌ها در دمای ویژه‌ای فعالیت می‌کنند.

**گوارش در روده باریک:** کیموس به وارد روده باریک می‌شود تا مراحل پایانی گوارش به در انجام شود. ، و که به دوازدهه می‌ریزند به کمک ، در گوارش نهایی کیموس نقش دارند (شکل ۱۰).

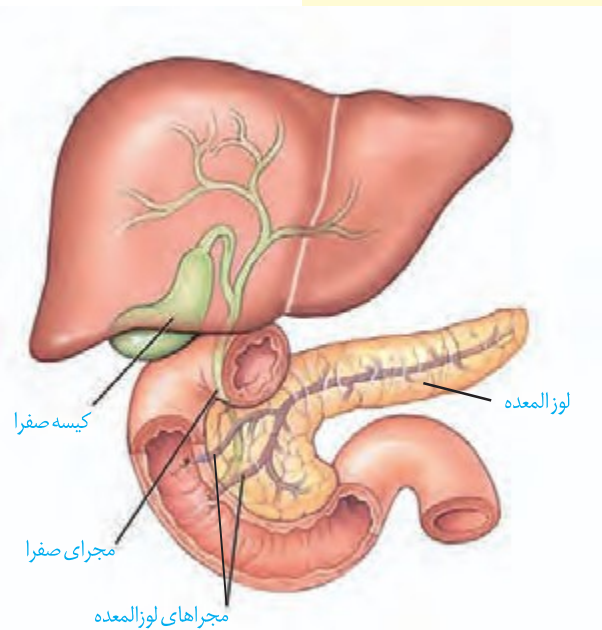
**حرکت‌های روده باریک:** حرکت‌های روده باریک، علاوه بر گوارش مکانیکی و کیموس ، کیموس را در سراسر مخاط روده تا تماس آن با مخاط، افزایش یابد. نیز **شیره روده:** روده باریک این شیره را ترشح می‌کند. شیره روده شامل ، ، ، از جمله و است.

**صفرا:** ، صفرا را می‌سازد. صفرا ندارد و ترکیبی از ، ، ، و است. صفرا به می‌ریزد و به گوارش کمک می‌کند. همچنین صفرا به خنثی کردن حالت کیموس معده کمک می‌کند.



گاهی ترکیبات صفرا در ایجاد می‌شود. در ایجاد سنگ کیسه صفرا نقش دارد (شکل ۱۱).

شکل ۱۱- سنگ کیسه صفرا



شکل ۱۰- صفرا از راه مجاری صفراوی کبد به یک مجرای مشترک وارد و در کیسه صفرا ذخیره می‌شود.

## بیشتر بدانید

### آنزیم‌های شیره لوزالمعده و کار آنها

نام آنزیم	مولکول مورد اثر	نتیجه کار آنزیم
تریپسین	پروتئین	تشکیل پپتید
کربوکسی پپتیداز	پروتئین و پپتید	جدا کردن آمینواسید از انتهای زنجیره
لیپاز	لیپید (چربی)	ایجاد گلیسرول و اسید چرب
فسفولیپاز	فسفولیپید	جدا کردن اسید چرب از فسفولیپید
آمیلاز	نشاسته، گلیکوژن	دی ساکارید، تری ساکارید
نوکلئاز (آنزیم تجزیه کننده نوکلئیک اسیدها)	نوکلئیک اسیدها مانند DNA	تبدیل به واحدهای سازنده

**شیره لوزالمعده:** و لوزالمعده به دوازدهه می‌ریزند. لوزالمعده، آنزیم‌های لازم برای گوارش شیمیایی را تولید می‌کند. لوزالمعده درون روده باریک می‌شوند. اثر اسید معده را خنثی می‌کند. به این ترتیب دیواره دوازدهه از اثر اسید حفظ و محیط مناسب برای فعالیت آنزیم‌های لوزالمعده فراهم می‌شود.

### فعالیت ۳

پروتئازهای لوزالمعده قوی و متنوع اند و

می‌توانند خود لوزالمعده را نیز تجزیه کنند.

فکر می‌کنید بدن چگونه از این مسئله جلوگیری می‌کند؟

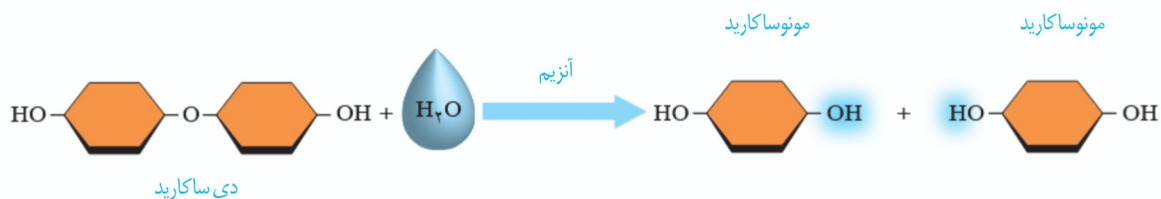
**گوارش کربوهیدرات‌ها:** رژیم غذایی ما شامل انواع گوناگون کربوهیدرات‌هاست. بدون گوارش جذب می‌شوند. برای جذب شدن باید گوارش یابند و به تبدیل شوند.

آنزیم‌های گوارشی با واکنش تبدیل می‌کنند. در آب کافت همراه با واکنش آب کافت را در تبدیل دی ساکارید به مونوساکارید نشان می‌دهد. دستگاه گوارش ما آنزیم مورد نیاز برای گوارش همه کربوهیدرات‌ها را نمی‌سازد، مثلاً آنزیم مورد نیاز برای تجزیه را نمی‌سازد.

**گوارش پروتئین‌ها:** گوارش پروتئین‌ها را در آغاز می‌کند. در روده باریک در نتیجه فعالیت پروتئازهای و آنزیم‌های پروتئین‌ها به آمینواسیدها، تجزیه می‌شوند.

**گوارش تری گلیسریدها:** لیپیدهای رژیم غذایی، آنزیم تری گلیسریدها را به آن تجزیه می‌کند. و روده باریک موجب ریز شدن چربی‌ها می‌شوند. گوارش چربی‌ها، بیشتر در اثر فعالیت لیپاز لوزالمعده در دوازدهه انجام می‌شود.

شکل ۱۲- آب کافت یک دی ساکارید



### مشاهده درون دستگاه گوارش



مشاهده درون لوله گوارش

با استفاده از درون بینی (آندوسکوپی؛ آندوسکوپ به معنای درون و اسکوپ به معنی دیدن) می‌توان درون مری، معده و دوازدهه را مشاهده کرد. درون بین (آندوسکوپ / Endoscope) لوله‌ای باریک و انعطاف‌پذیر با دوربینی بر یک سر آن است. درون بینی برای تشخیص زخم‌ها، سرطان و عفونت به کار می‌رود. درون بین در نمونه برداری نیز استفاده می‌شود. کولون بینی (کولونوسکوپی) روشی برای بررسی کولون یا روده بزرگ است که به کمک آن روده بزرگ را تا محل اتصال به روده باریک بررسی می‌کنند تا اختلال‌های احتمالی آن را مشاهده کنند.

## فعالیت ۴

### اثر آمیلاز بزاق بر نشاسته

- مواد و وسایل لازم:** یک گرم نشاسته، محلول لوگول، آب، ۳ لوله آزمایش، جا لوله‌ای، سه ظرف شیشه‌ای با حجم ۱۵۰، ۱۰۰ و ۵۰ میلی لیتر، دماسنج، شعله گاز آزمایشگاه، توری و سه پایه
- روش کار**
- ۱- یکی از افراد گروه، دهان خود را دو یا سه مرتبه با آب بشوید و سپس بزاق خود را درون ظرف شیشه‌ای تمیزی بریزد.
  - ۲- در یک ظرف شیشه‌ای ۱۵۰ میلی لیتری، یک گرم نشاسته بریزید و به آن ۱۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید.
  - ۳- سه لوله آزمایش تمیز بردارید و آنها را شماره گذاری کنید.
  - ۴- در لوله آزمایش شماره ۱، دو میلی لیتر از محلول نشاسته و در لوله آزمایش شماره ۲، یک میلی لیتر بزاق بریزید؛ سپس به محتویات هر لوله، یک قطره لوگول بیفزایید.
  - ۵- در لوله آزمایش شماره ۳، دو میلی لیتر محلول نشاسته و دو میلی لیتر بزاق و یک قطره لوگول بریزید.
  - ۶- هر سه لوله آزمایش را با استفاده از حمام آب گرم، در دمای ۳۷ درجه قرار دهید.
- تغییرات را مشاهده و یادداشت کنید.
- علت تغییراتی را که مشاهده کردید، توضیح دهید.

باکتری‌های همزیست روده بزرگ و انتهای روده باریک، آنزیم آب کافت کننده سلولز دارند و گلوکز تولید می‌کنند، اما بافت پوششی روده بزرگ نمی‌تواند این گلوکز را جذب کند. این باکتری‌ها، انواعی از ویتامین‌های گروه B و ویتامین «K» می‌سازند که روده بزرگ می‌تواند آنها را جذب کند. بخشی از گازهای روده از فعالیت این باکتری‌ها به وجود می‌آیند. علاوه بر آن، این باکتری‌ها با ترشح مواد سمی، باکتری‌های بیماری‌زا را می‌کشند و از یاخته‌های پوششی روده بزرگ حفاظت می‌کنند. مصرف آنتی‌بیوتیک ممکن است، این باکتری‌های مفید را از بین ببرد. امروزه مواد غذایی مانند ماست، با باکتری‌های مفید غنی‌سازی شده‌اند تا تعداد این باکتری‌ها را در لوله گوارش افزایش دهند. این محصولات را زیست‌یار (پروبیوتیک) می‌نامند.

مواد مغذی برای رسیدن به یاخته‌های بدن باید از یاخته‌های بافت پوششی لوله گوارش عبور کنند و وارد محیط داخلی شوند. ورود مواد به بدن، نام دارد. ، و محیط داخلی را تشکیل می‌دهند. در ، جذب اندک است و جذب اصلی در انجام می‌شود.

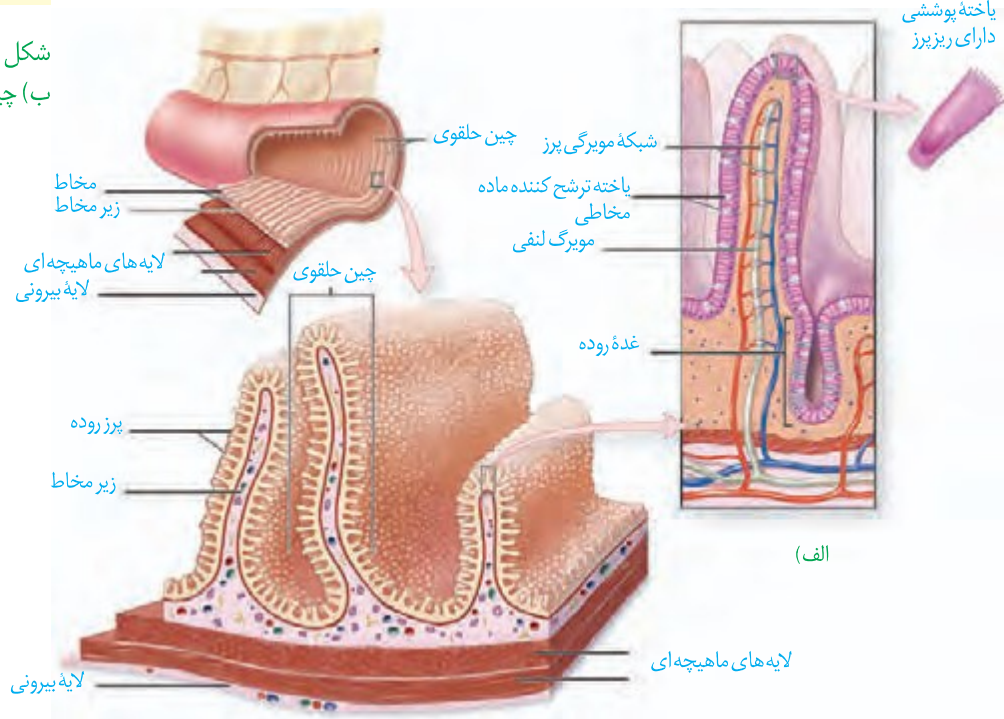
### جذب مواد در روده باریک

پس از گوارش در فضای روده باریک، مولکول‌های گوناگونی وجود دارند که باید از غشای یاخته‌های پوششی دیواره روده بگذرند و به این یاخته‌ها و پس از آن به محیط داخلی وارد شوند. در دیواره داخلی روده، چین‌های وجود دارند؛ روی این چین‌ها، دیده می‌شوند. غشای یاخته‌های پوششی روده باریک نیز در سمت ، چین خورده است. به این چین‌های ، ریزپرز می‌گویند. مجموعه چین‌ها، پرزها و ریزپرزها سطح داخلی روده باریک را که در تماس با کیموس است چندین برابر افزایش می‌دهند. در بیماری سلیاک بر اثر (که در وجود دارد) یاخته‌های روده تخریب می‌شوند و ریزپرزها و از بین می‌روند. در نتیجه، سطح جذب مواد، کاهش شدیدی پیدا می‌کند و از مواد مغذی مورد نیاز بدن جذب نمی‌شوند.

### بیشتر بدانید

ابوالقاسم خلف ابن العباس زهراوی نخستین کسی بود که از نخ‌های تهیه‌شده از روده جانوران، برای جراحی استفاده کرد. این نخ تنها ماده طبیعی است که بدن آن را می‌پذیرد و در بدن تجزیه می‌شود. ابوالحسن احمد بن محمد طبری، پزشک و دانشمند ایرانی سده چهارم هجری و مؤلف کتاب «المعالجات البقراطیه» برای اولین بار در تاریخ پزشکی، برای شست‌وشوی معده افرادی که دچار مسمومیت می‌شدند، از لوله استفاده کرد.

شکل ۱۳- الف) پرز  
ب) چین‌های حلقوی



## واژه‌شناسی

خلاصه‌واژه‌های لیپوپروتئین کم چگال و لیپوپروتئین پرچگال از سوی فرهنگستان زبان و ادب فارسی، به ترتیب «لیپوک» و «لیپوپ» اعلام شده است.

مواد گوناگون به روش‌های متفاوتی که در فصل قبل خواندید، از یاخته‌های پوششی هر پرز عبور می‌کنند و به شبکه مویرگی درون پرز و سپس جریان خون وارد می‌شوند. همان‌طور که در شکل ۱۳-الف می‌بینید، در هر پرز، مویرگ لنفی نیز وجود دارد. لنف از آب و ترکیبات دیگر تشکیل شده و در رگ‌های لنفی جریان دارد. مولکول‌های حاصل از گوارش به مویرگ و سپس به وارد می‌شوند (در فصل دستگاه گردش مواد در بدن، با ساختار مویرگ خونی و لنفی بیشتر آشنا می‌شوید). این مولکول‌ها در یا ذخیره می‌شوند. در کبد از این لیپیدها، مولکول‌های (ترکیب لیپید و پروتئین) ساخته می‌شود.

گروهی از لیپوپروتئین‌ها زیادی دارند و به آنها **لیپوپروتئین<sup>۱</sup> (LDL)** می‌گویند. در گروهی دیگر، پروتئین از کلسترول بیشتر است که **لیپوپروتئین<sup>۲</sup> (HDL)** نام دارند. زیاد بودن لیپوپروتئین پر چگال نسبت به کم چگال، احتمال رسوب در دیواره را کاهش می‌دهد. ، و مصرف بیش از حد ، میزان لیپوپروتئین‌های کم چگال را افزایش می‌دهد.

## فعالیت ۵

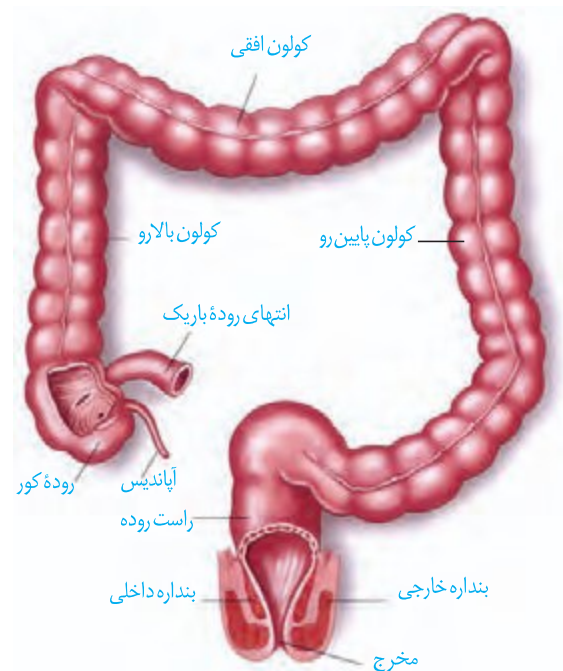
یک برگه آزمایش خون را که مواد موجود خون در آن ثبت شده است، بررسی کنید. میزان طبیعی لیپوپروتئین پر چگال (HDL)، لیپوپروتئین کم چگال (LDL)، نسبت HDL/LDL و تری گلیسرید

در خون چقدر است؟

## روده بزرگ و دفع

ابتدای روده بزرگ نام دارد. به ختم می‌شود. ادامه روده بزرگ از کولون بالا، کولون افقی و کولون پایین‌رو، تشکیل شده است. روده بزرگ، ندارد و یاخته‌های پوششی مخاط آن، ترشح می‌کنند ولی ترشح نمی‌کنند. بعد از روده بزرگ، راست روده قرار دارد. در راست روده، بنداره‌های داخلی (ماهیچه) و خارجی (ماهیچه) قرار دارند (شکل ۱۴).

مواد ، و ، وارد روده بزرگ می‌شوند. روده بزرگ، و را جذب می‌کند؛ در نتیجه، مدفوع به در می‌آید. حرکات روده بزرگ، انجام می‌شوند. مدفوع به راست روده وارد و سرانجام دفع به صورت انجام می‌شود.

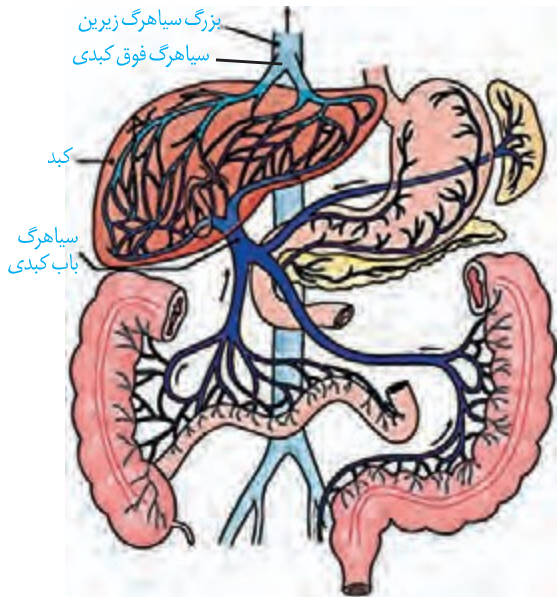


شکل ۱۴- بخش‌های انتهایی لوله گوارش

۱- LDL: Low-density Lipoproteins

۲- HDL: High-density Lipoproteins

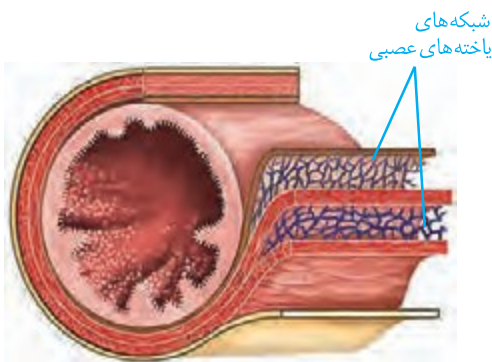
## گردش خون دستگاه گوارش



شکل ۱۵- سیاهرگ باب و فوق کبدی

خون بخش‌هایی از دستگاه گوارش به برنمی‌گردد؛ بلکه از راه ، ابتدا به و سپس از راه سیاهرگ‌های دیگر به قلب می‌رود (شکل ۱۵). پس از خوردن غذا، میزان جریان خون دستگاه گوارش افزایش می‌یابد تا نیاز آن برای فعالیت بیشتر تأمین شود و مواد مغذی جذب شده، به کبد منتقل شوند. در کبد، از مواد جذب شده، و ساخته می‌شود و موادی مانند و نیز در آن ذخیره می‌شوند.

## تنظیم فرایندهای گوارشی



شکل ۱۶- شبکه‌های یاخته‌های عصبی لوله گوارش در زیر مخاط و لایه ماهیچه‌ای

دستگاه گوارش یک مرحله خاموشی نسبی ( و یک مرحله فعالیت شدید ) دارد. این دستگاه باید به ورود غذا پاسخ مناسبی بدهد؛ یعنی شیریه‌های گوارشی و ترشح و حرکات لوله گوارش انجام شوند تا غذا را با شیریه‌ها مخلوط کند و در طول لوله با حرکت دهد. فعالیت بخش‌های دیگر بدن از جمله گردش خون نیز باید با فعالیت دستگاه گوارش هماهنگ باشد. فعالیت دستگاه گوارش را مانند بخش‌های دیگر بدن، دستگاه‌های و تنظیم می‌کنند. تنظیم عصبی دستگاه گوارش را بخشی از دستگاه عصبی به نام

انجام می‌دهد. فعالیت این دستگاه، است؛ مثلاً وقتی به غذا ، بزاق ترشح می‌شود. با فعالیت دستگاه عصبی خودمختار، پیام عصبی به غده‌های بزاقی می‌رسد و بزاق ترشح می‌شود. غذا و آن نیز باعث افزایش ترشح بزاق می‌شوند. انجام فعالیت‌های گوارشی با فعالیت‌های دیگر بدن نیز باید هماهنگ شود. مثلاً هنگام بلع و عبور غذا از حلق، مرکز بلع در ، فعالیت مرکز تنفس را که در قرار دارد، مهار می‌کند؛ در نتیجه، بسته و تنفس برای ، متوقف می‌شود. همان‌طور که در ساختار لوله گوارش دیدیم، در دیواره این لوله (از تا ) شبکه‌های یاخته‌های عصبی، وجود دارند (شکل ۱۶). این شبکه‌ها که شبکه‌های عصبی روده‌ای نامیده می‌شوند، و را در لوله گوارش، تنظیم می‌کنند. شبکه‌های عصبی روده‌ای می‌توانند از دستگاه عصبی خودمختار، فعالیت کنند. اما دستگاه عصبی خودمختار با آنها ارتباط دارد و بر عملکرد آنها تأثیر می‌گذارد.

## بیشتر بدانید

**سکرتین** به معنی ماده ترشح شده است. سکرتین نخستین هورمون کشف شده است. **گاسترین**: گاستر واژه‌ای یونانی به معنی معده است و گاسترین به معنای ماده‌ای است که معده آن را ترشح می‌کند.

در معده و روده، یاخته‌هایی وجود دارند که هورمون می‌سازند. این هورمون‌ها به خون می‌ریزند و همراه با دستگاه عصبی، فعالیت‌های دستگاه گوارش را تنظیم می‌کنند. **سکرتین** و **گاسترین** از این هورمون‌ها هستند. سکرتین، از به خون ترشح می‌شود و با اثر بر موجب می‌شود ترشح افزایش یابد. گاسترین از ترشح و باعث افزایش ترشح می‌شود.

## وزن مناسب

از دلایل چاقی در جوامع امروزی، استفاده از (غذاهای - و )، عوامل مانند غذا خوردن برای رهایی از تنش و به مربوط است. چاقی، سلامت فرد را به خطر می‌اندازد و احتمال ابتلا به بیماری‌هایی مانند دیابت نوع ۲، انواعی از سرطان، تنگ شدن سرخرگ‌ها، سکتۀ قلبی و مغزی را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، افرادی که کمتر از نیاز غذا می‌خورند و در نتیجه، لاغر می‌شوند؛ به علت کاهش دریافت مواد مغذی دچار مشکلاتی مانند کم‌خونی و کاهش استحکام استخوان‌ها می‌شوند. تبلیغات و فشار اجتماعی در تمایل افراد به کاهش وزن بیش از حد نقش دارد. برای تعیین وزن مناسب، از شاخص تودهٔ بدنی استفاده می‌کنند. این شاخص از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{شاخص تودهٔ بدنی} = \frac{\text{جرم (Kg)}}{\text{مربع قد (m}^2\text{)}}$$

شاخص تودهٔ بدنی ، نشان‌دهندهٔ کمبود وزن و به معنی چاقی است. اگر این شاخص بین باشد، نشان‌دهندهٔ وزن مناسب و بین به معنی داشتن وزن اضافه است.

تعیین وزن مناسب بر اساس شاخص تودهٔ بدنی برای افراد افراد کمتر از بیست سال در سن رشد قرار دارند، برای بررسی مناسب بودن وزن این افراد، شاخص تودهٔ بدنی آنها را با افراد هم سن و هم جنس، مقایسه می‌کنند. البته وزن هر فرد به تراکم استخوان، مقدار بافت ماهیچه و چربی بدن او بستگی دارد. بنابراین فقط افراد متخصص می‌توانند دربارهٔ مناسب بودن وزن فرد، قضاوت کنند.

## فعالیت ۶

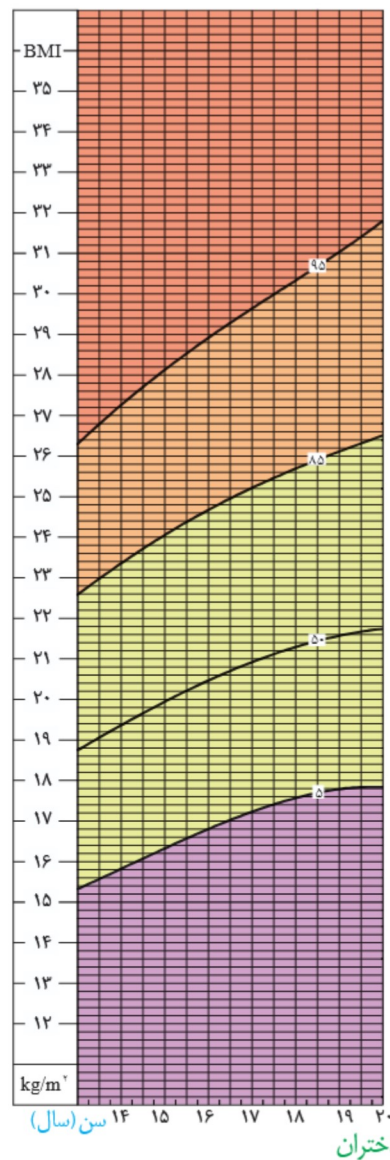
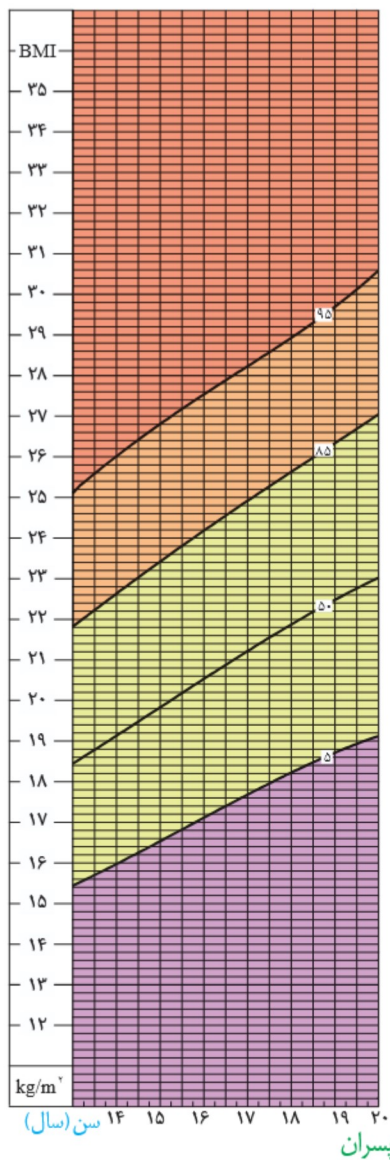
ذخیرهٔ بیش از اندازهٔ چربی در کبد موجب بیماری «کبد چرب» می‌شود. چگونه می‌توان از این بیماری پیشگیری کرد؟ در این باره اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به کلاس ارائه دهید.



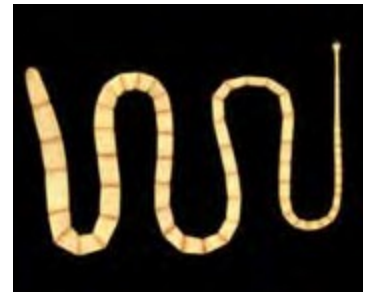
با استفاده از نمودارها و جدول زیر می‌توان مشخص کرد آیا افراد بین ۱۴ تا ۲۰ سال اضافه وزن یا چاقی احتمالی دارند یا نه. اما برای بررسی دقیق موضوع باید به متخصص مراجعه کرد.

جدول درصد نمایه توده بدنی برای افراد کمتر از ۲۰ سال، براساس نمودار روبه‌رو

وضعیت وزن	درصد نمایه توده بدنی
چاق	۹۵ و بیشتر از آن
اضافه وزن	۸۵ تا ۹۵
وزن طبیعی	۵ تا ۸۵
کمبود وزن	کمتر از ۵



نمودار نمایه توده بدنی بر اساس سن برای دختران و پسران بین ۱۴ تا ۲۰ سال



شکل ۱۷- کرم کدو

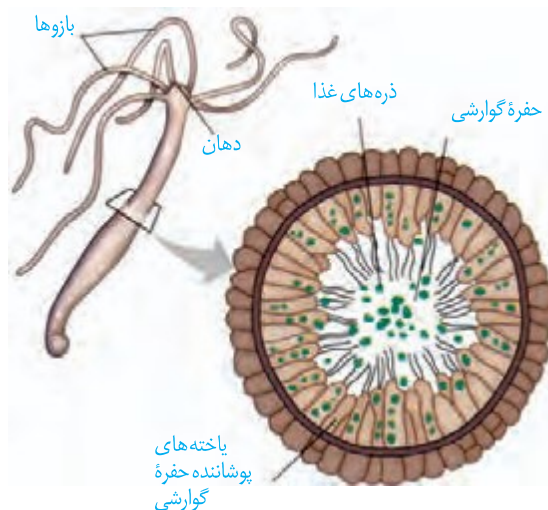
برخی جانداران، راز یا و به از محیط، دریافت می‌کنند. این محیط، ، یا جانوران است. کرم کدو که فاقد و است، مواد مغذی راز جذب می‌کند (شکل ۱۷).

**واکوئول گوارشی:** پارامسی از آغازیان است و با حرکت غذا را از محیط به حفره دهانی منتقل می‌کند. در ، کیسه‌ای غشایی به نام **واکوئول غذایی** تشکیل می‌شود. واکوئول غذایی درون سیتوپلاسم حرکت می‌کند. کافنده تن (لیزوزوم) به واکوئول می‌پیوندد و آنزیم‌های خود را به درون آن آزاد می‌کند. در نتیجه، **واکوئول گوارشی** تشکیل می‌شود. مواد گوارش یافته از این واکوئول خارج می‌شوند و در آن باقی می‌مانند. به این واکوئول، **واکوئول دفعی** می‌گویند. محتویات این واکوئول از راه منفذ دفعی یاخته خارج می‌شود (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- گوارش درون یاخته‌ای در پارامسی از آغازیان

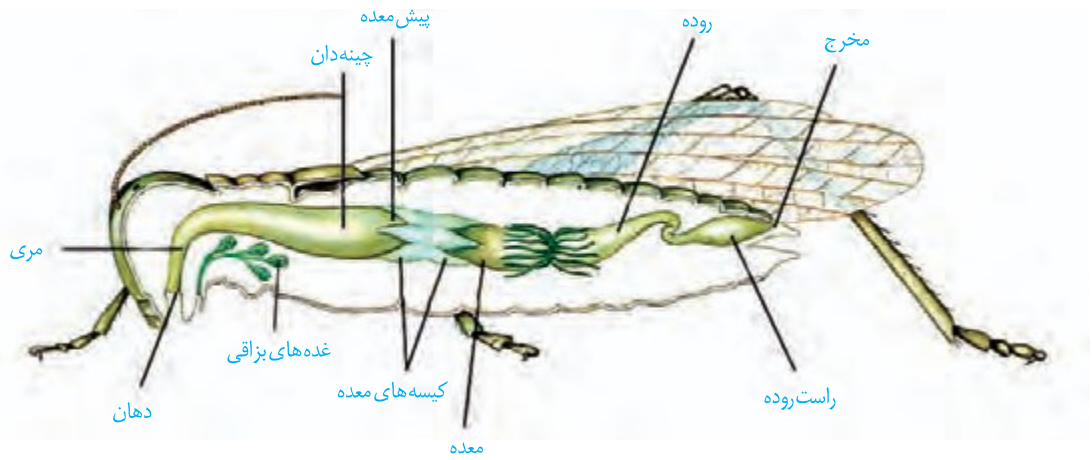
**حفره گوارشی:** گوارش در جانوری مانند هیدر در به نام **حفره گوارشی** انجام می‌شود. این حفره فقط برای ورود و خروج مواد دارد. یاخته‌هایی در این حفره، آنزیم‌هایی می‌کنند که فرایند گوارش به صورت را آغاز می‌کنند. یاخته‌های این حفره، ذره‌های غذایی را با دریافت می‌کنند. سپس فرایند گوارش به صورت در حفره گوارشی ادامه می‌یابد (شکل ۱۹).



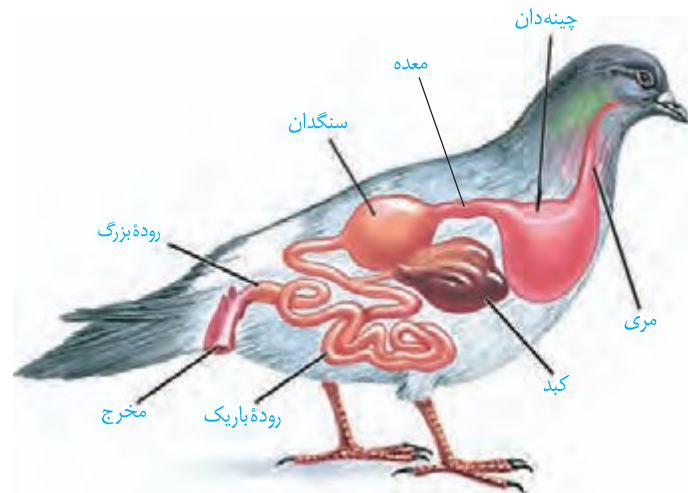
شکل ۱۹- حفره گوارشی در هیدر

**لوله گوارش:** این لوله در اثر تشکیل ، شکل می گیرد و امکان جریان یک فراهم می کند. در ادامه نمونه هایی از لوله گوارش در جانوران را بررسی می کنیم. ملخ، حشره ای است و با استفاده از ، مواد غذایی را خرد و به منتقل می کند. غذای خرد شده از طریق مری به چینه دان وارد می شود. چینه دان بخش است که در آن غذا و می شود. سپس غذا به بخش به نام پیش معده وارد می شود. دیواره پیش معده دارد که به خرد شدن مواد غذایی کمک می کنند. و ، آنزیم هایی ترشح می کنند که به وارد می شوند. جذب، در صورت می گیرد. مواد گوارش نیافته پس از عبور از روده، به راست روده وارد و سپس از مخرج دفع می شوند (شکل ۲۰).

شکل ۲۰- لوله گوارش ملخ



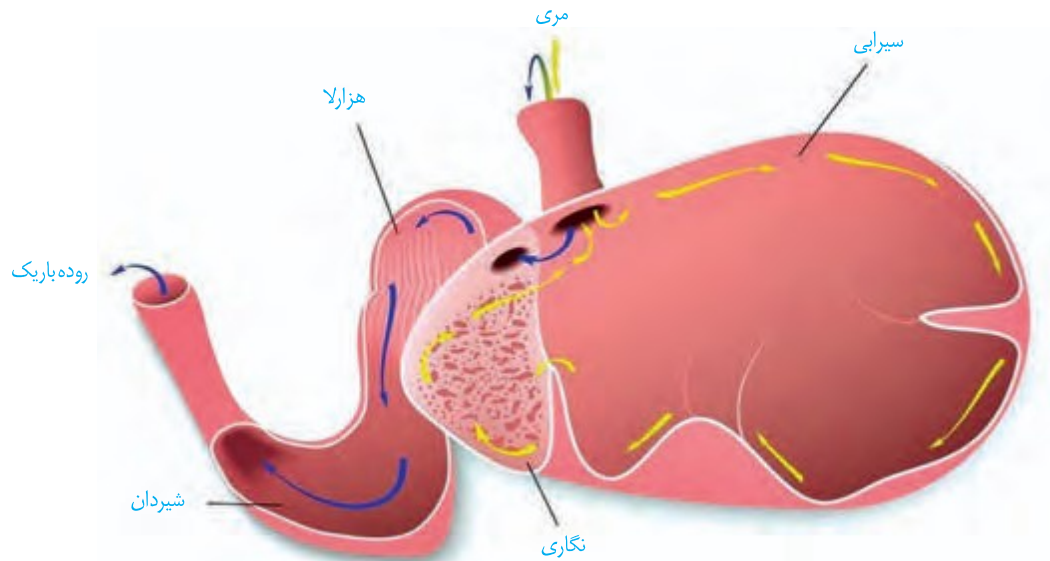
جانوران دیگری مانند پرندگان نیز دارند. شکل ۲۱ لوله گوارش در این پرندگان را نشان می دهد. بخش سنگریزه هایی که پرند می بلعد، فرایند آسیاب کردن غذا را می کنند. است و سنگدان نامیده می شود. در این پرندگان ساختاری سنگریزه های که پرند می بلعد، فرایند آسیاب کردن غذا را می کنند.



شکل ۲۱- لوله گوارش پرند دانه خوار

پستانداران ، نظیر گاو و گوسفند، معدۀ چهار قسمتی دارند (شکل ۲۲). در این جانوران، معدۀ، شامل به نام سیرابی؛ بخشی به نام نگاری؛ یک اتاقک به نام هزارلا و معدۀ واقعی یا شیردان است. این جانوران به غذا می‌خورند تا در فرصت مناسب یا مکانی امن، غذا را با نشخوار کردن به دهان برگردانند و بچوند. ابتدا غذای نیمه جویده بلعیده و وارد سیرابی می‌شود و در آنجا به کمک تا حدی گوارش می‌یابد. در نشخوارکنندگان، وجود میکروب‌ها برای گوارش سلولز است. سلولز مقدار زیادی انرژی دارد ولی جانوران فاقد توانایی تولید آنزیم لازم برای گوارش آن هستند.

توده‌های غذا سپس به نگاری وارد و به دهان برمی‌گردند. در این زمان غذا به ، جویده و دوباره به سیرابی وارد می‌شود؛ پیدامی‌کند و سپس به نگاری جریان می‌یابد. مواد از آنجا به هزارلا رفته، آبیگیری و سرانجام به شیردان وارد می‌شوند. در این محل آنزیم‌های گوارشی وارد عمل می‌شوند و گوارش ادامه پیدا می‌کند (شکل ۲۲).



شکل ۲۲- معدۀ چهار قسمتی

درباره ارتباط بین گوارش نشخوارکنندگان با گرم شدن کره زمین اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و در کلاس ارائه دهید.

## فعالیت ۷



### فصل ۳

## تبادلات گازی

نفس کشیدن، یکی از ویژگی‌های آشکار در یک شکل انجام می‌شود؟ هدف از آن چیست؟ از جانوران است. اما آیا در همهٔ جانوران به در ذهن بسیاری از ما، نفس کشیدن به معنای زنده بودن است. برای تشخیص اینکه آیا فردی زنده است یا نه، غالباً نگاه می‌کنیم که آیا نفس می‌کشد یا خیر. به نظر می‌رسد این فرایند، کاری حیاتی را برای ما انجام می‌دهد. اما این کار حیاتی چیست؟

هوای آلوده به کدام بخش دستگاه تنفسی آسیب می‌رساند؟ افرادی که به دخانیات روی می‌آورند، چگونه به بدن خود آسیب می‌رسانند؟ اینها فقط بخشی از پرسش‌هایی است که پاسخ آنها را با مطالعهٔ این فصل به دست خواهیم آورد.



## چرا نفس می کشیم؟

ارسطو، معتقد بود که نفس کشیدن باعث می‌شود. او نمی‌دانست که هوا خود مخلوطی از است. بنابر این هوای دمی و بازدمی را از نظر ترکیب شیمیایی یکسان می‌دانست. اما آیا واقعاً چنین است؟

مقایسه هوای دمی و بازدمی نشان می‌دهد که این دو هوا با هم متفاوت‌اند. هوای دمی، اکسیژن بیشتری دارد اما در هوای بازدمی، کربن دی‌اکسید نسبت به بیشتر است. بنابراین، اهمیت فرایند تنفس از آنچه که ارسطو می‌پنداشت فراتر است. درک این اهمیت، زمانی ممکن شد که آدمی توانست ارتباط و رایباید.

دستگاه گردش خون، خون را از اندام‌های بدن جمع‌آوری می‌کند و به سوی شش‌ها می‌آورد. این خون که به خون تیره معروف است اکسیژن کمتر و کربن دی‌اکسید بیشتری نسبت به خونی دارد که از شش‌ها خارج می‌شود. خون تیره در شش‌ها، کربن دی‌اکسید را از دست می‌دهد و از هوا اکسیژن می‌گیرد و به خون روشن تبدیل می‌شود. خون روشن توسط دستگاه گردش خون به اندام‌ها و یاخته‌ها فرستاده می‌شود (شکل ۱). به این ترتیب، همواره به یاخته‌های بدن، اکسیژن می‌رسد و کربن دی‌اکسید از آنها دور می‌شود. اما این کار چه ضرورتی دارد؟

در فصل قبل دیدیم که یاخته‌ها چگونه مواد مغذی را به دست می‌آورند. انرژی مواد مغذی، مثل گلوکز، باید ابتدا به انرژی ذخیره شده در ATP تبدیل شود. واکنش خلاصه شده این تبدیل، به این صورت است:

شکل ۱- یاخته‌های بدن، گازهای تنفسی را با خون و خون این گازها را در شش‌ها با هوا مبادله می‌کند.



نام دارد، علت نیاز به را توجیه می‌کند. اما کربن دی‌اکسید چرا باید دور شود؟ یکی از علل زیان بار بودن کربن دی‌اکسید این است که می‌تواند با واکنش داده، تولید کند و pH را کاهش دهد. این تغییر pH باعث می‌شود که می‌تواند را مختل کند. از آنجا که از فرایندهای یاخته‌ای را انجام می‌دهند؛ از بین رفتن عملکرد آنها اختلال گسترده‌ای را در کار یاخته‌ها و بافت‌ها ایجاد می‌کند. در واقع، خطرناک‌تر از است.

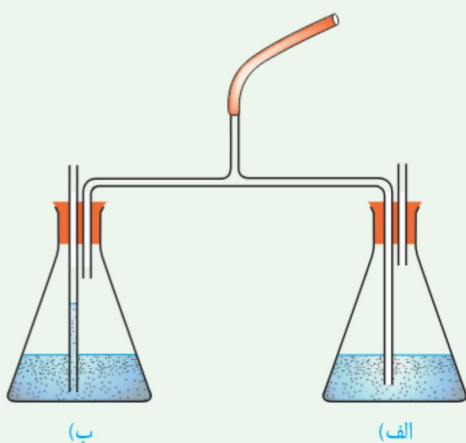
این واکنش که



آیا هوای دمی با هوای بازدمی متفاوت است؟

پژوهش‌های دانشمندان در ابتدا، وجود سه گاز نیتروژن، اکسیژن و کربن دی‌اکسید را در هوا نشان داد. در این آزمایش، هوای دمی و بازدمی را از نظر مقدار نسبی کربن دی‌اکسید بررسی می‌کنیم. اما چگونه می‌توان مقدار کربن دی‌اکسید را در هوا تشخیص داد؟

برای انجام این آزمایش می‌توان از محلول آب آهک (بی‌رنگ) یا برم تیمول بلور قیق (آبی‌رنگ) که معرف کربن دی‌اکسید هستند استفاده کرد. با دمیدن کربن دی‌اکسید به درون این محلول‌ها، آب آهک شیری‌رنگ و برم تیمول بلو، زردرنگ می‌شود.



۱- دستگاه را مطابق شکل سوار کنید. انتهای لوله بلند را درون محلول و انتهای لوله کوتاه را در بالای محلول قرار دهید.

۲- به آرامی از طریق لوله مرکزی، عمل دم و بازدم را انجام دهید. در هنگام دم، در کدام ظرف، حباب‌ها مشاهده می‌شود؟ هنگام بازدم چطور؟  
۳- دم و بازدم را ادامه دهید تا رنگ معرف در یکی از ظرف‌ها تغییر کند. آن را یادداشت کنید.

۴- چند دقیقه دیگر نیز به دم و بازدم ادامه دهید و تغییرات بعدی رنگ را در هر دو ظرف مشاهده، و یادداشت کنید.

۵- اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

(الف) چرا هوای دمی، به یک ظرف و هوای بازدمی، به ظرف دیگر وارد می‌شود؟

(ب) نخست در کدام ظرف تغییر رنگ مشاهده کردید؟

(پ) آیا معرف در هر دو ظرف سرانجام تغییر رنگ داد؟ این موضوع چه چیزی را برای ما روشن می‌کند؟

بخش‌های عملکردی دستگاه تنفس

از نظر ، می‌توان دستگاه تنفس را به دو بخش اصلی به نام‌های بخش و بخش تقسیم کرد.

بخش هادی

بخش هادی، از هدایت می‌کنند و آن را از نیز، و می‌کنند تا برای مبادله گازها با خون آماده شود. از تا به بخش هادی تعلق دارد. مسیر ورود هوا در بینی، از پوشیده شده است که ورود هوا ایجاد می‌کند. با پایان یافتن این پوست، در بینی آغاز می‌شود که در سراسر مجاری هادی ادامه پیدا می‌کند. این مخاط، یاخته‌های

بیشتر بدانید

عوامل مختلفی بر عملکرد یاخته‌های مزک‌دار اثر می‌گذارند. هوای خیلی سرد، حرکت مزک‌های لایه مخاطی را کند می‌کند. دود سیگار و قلیان و بعضی از آلاینده‌های شیمیایی موجود در هوا، باعث مرگ یاخته‌های مزک‌دار می‌شوند.



مخاطی دارد. در این ترشحات مواد وجود دارد. (شکل ۲).

ناخالصی‌های هوا را ضمن عبور به دام می‌اندازد. با خود، ترشحات مخاطی و ناخالصی‌های به دام افتاده در آن را به سوی حلق می‌رانند. در آنجا یا به دستگاه گوارش وارد شده، آنها را نابود می‌کند یا به خارج از بدن هدایت می‌شوند.

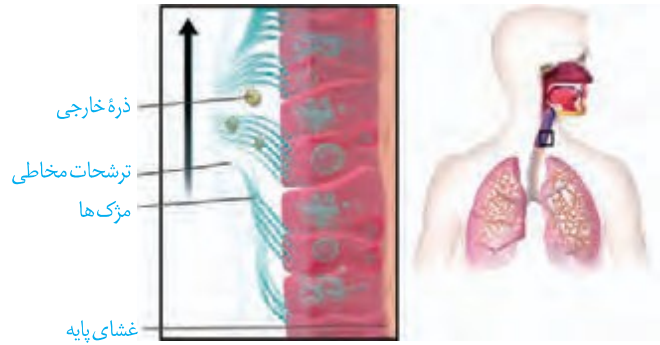
ترشحات مخاطی، هوا را می‌کنند. مرطوب کردن هوا برای تبادل گازها دارد. گازهای تنفسی در صورتی که باشند، می‌توانند بین شش‌ها و خون مبادله شوند.

در شبکه‌ای وسیع از رگ‌هایی با وجود دارد که هوا را می‌کند. این شبکه به بینی بسیار نزدیک است، بنابراین آسیب‌پذیری بیشتری دارد و آسان‌تر از دیگر نقاط، دچار خون‌ریزی می‌شود.

هوا با عبور از حلق، است که هم هوا و هم غذا از آن عبور می‌کند. انتهای حلق به یک دو راهی ختم می‌شود. در این دوراهی، در پشت قرار دارد.

حنجره در واقع است و در تنفس، دو کار مهم انجام می‌دهد. یکی آنکه مجرای عبور هوا را باز نگه می‌دارد و دیگری آنکه به نام برچاکنای (اپی‌گلوت) دارد که مانع ورود غذا به مجرای تنفسی می‌شود.

دیواره‌ی نای، شبیه به یا حرف دارد که مجرای نای را باز نگه می‌دارند (شکل ۴). دهانه‌ی غضروف (دهانه‌ی حرف C) به سمت قرار دارد. در نتیجه حرکت غذا در مری با مانعی روبه‌رو نمی‌شود. ساختار دیواره‌ی نای در شکل ۵ نشان داده شده است.



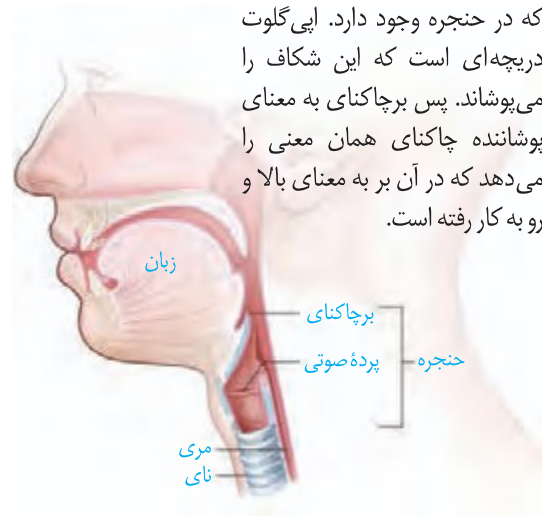
شکل ۲- در مخاط نای سلول‌های استوانه‌ای مزک‌دار قرار دارند.

## واژه‌شناسی

### برچاکنای

#### (اپی‌گلوت / اپی‌گلوت)

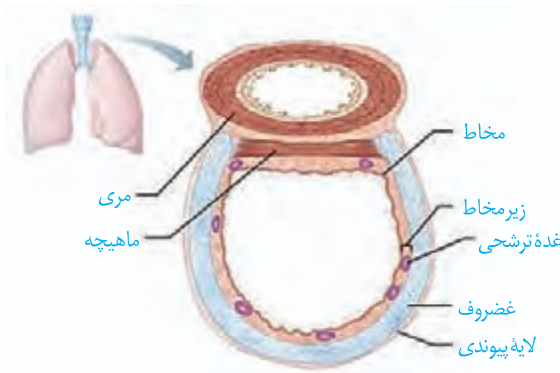
اپی‌گلوت زبانه‌ای است که در بالای حنجره قرار دارد و مانع ورود غذا به نای می‌شود. چاکنای به معنای شکاف میان تارهای صوتی است که در حنجره وجود دارد. اپی‌گلوت دریچه‌ای است که این شکاف را می‌پوشاند. پس برچاکنای به معنای پوشاننده چاکنای همان معنی را می‌دهد که در آن بر به معنای بالا و رو به کار رفته است.



شکل ۳- حلق و حنجره

شکل ۵- ساختار بافتی دیواره‌ی نای. دیواره‌ی نای از بیرون به درون شامل چهار لایه است:

- ۱- پیوندی
- ۲- غضروفی ماهیچه‌ای
- ۳- زیر مخاط
- ۴- مخاط



شکل ۴- حلقه‌های غضروفی نای

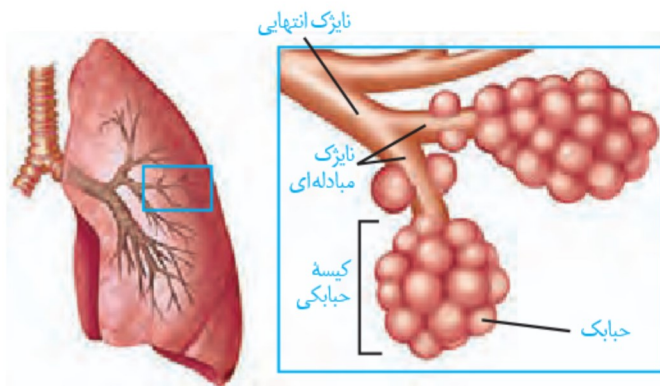
نای، در خود، به دو شاخه تقسیم می‌شود و به یک شش وارد شده، در آنجا به نایژه‌های باریک‌تر تقسیم می‌شود (شکل ۶). همچنان که از نایژه اصلی به سمت نایژه‌های باریک‌تر پیش می‌رویم، از مقدار نایژک نامیده می‌شود. که به علت نداشتن غضروف، نایژک‌ها می‌توانند تنفس امکان می‌دهد تا بتواند. هادی، نایژک انتهایی نام دارد.

## بخش مبادله‌ای



شکل ۶- انشعابات نای

بخش مبادله‌ای، با حضور اجزای کوچکی به نام مشخص می‌شود (شکل ۷). نایژکی را که روی آن وجود دارد، نایژک مبادله‌ای می‌نامیم. نایژک مبادله‌ای در خود به ساختاری شبیه به ختم می‌شود که از اجتماع حبابک‌ها پدید آمده است. هر یک از این خوشه‌ها را یک مخاط مزک‌دار بنابر این در محل حبابک‌ها، این مخاط وجود ندارد. در حبابک‌ها، گروهی از یاخته‌های دستگاه ایمنی بدن به نام درشت‌خوار (ماکروفاژ) مستقر شده‌اند (شکل ۸). این یاخته‌ها، مزک‌دار گریخته‌اند تا با درشت‌خوارها یاخته‌هایی با ویژگی و توانایی در کیسه‌های حبابکی شش‌ها، بلکه در دیگر نقاط بدن نیز حضور دارند.



شکل ۷- بخش مبادله‌ای دستگاه تنفس

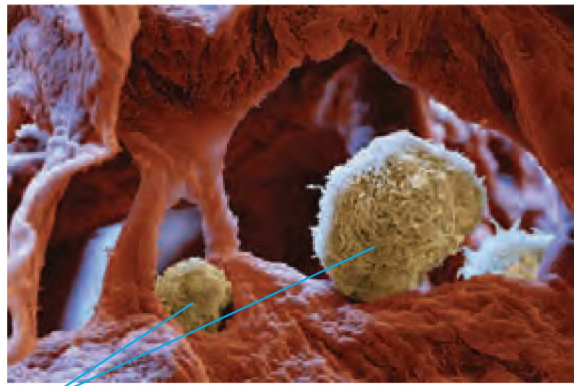
هنگام نفس کشیدن، حجم کیسه‌های حبابکی تغییر می‌کند. ، سطحی از حبابک را که در تماس با هواست پوشانده است؛ بنابراین حبابک به علت وجود ، در برابر باز شدن مقاومت می‌کند. ماده‌ای به نام عامل سطح فعال (سورفاکتانت) که از بعضی یاخته‌های

حبابک‌ها ترشح می‌شود، با کاهش نیروی کشش سطحی، باز شدن حبابک‌ها را (شکل ۹). از نوزادانی که به دنیا آمده‌اند، عامل سطح فعال به نشده است و بنابراین نفس می‌کشند.

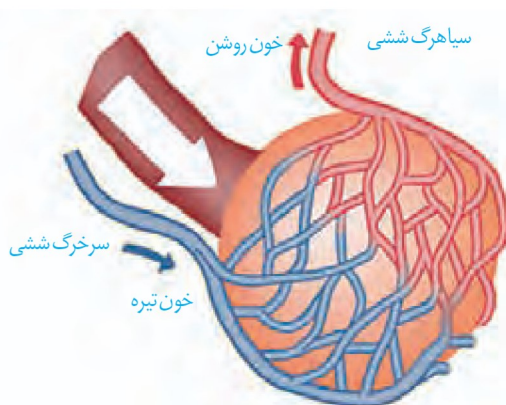
اطراف حبابک‌ها را مویرگ‌های خونی فراوان، احاطه کرده‌اند و به این ترتیب، امکان تبادل گازها بین هوا و خون فراهم شده است (شکل ۱۰).

دیواره حبابک از دو نوع یاخته ساخته شده است. نوع اول، فراوان‌تر است. نوع دوم، با ظاهری کروی، به تعداد خیلی کمتر دیده می‌شود و ترشح عامل سطح فعال را بر عهده دارد (شکل ۱۱). درشت‌خوارها را جزء یاخته‌های دیواره حبابک، طبقه‌بندی نمی‌کنند.

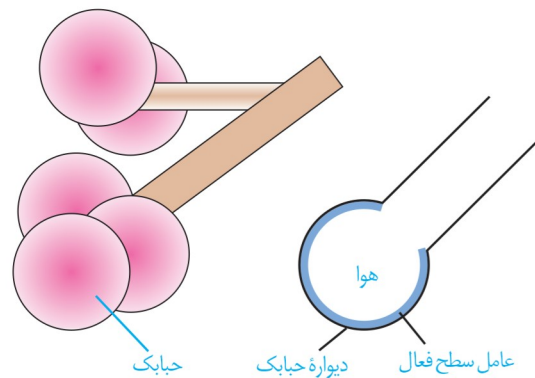
برای اینکه اکسیژن و کربن دی‌اکسید بین هوا و خون مبادله شوند، این مولکول‌ها باید از ضخامت دیواره حبابک‌ها و دیواره مویرگ‌ها عبور کنند. هر دو دیواره، از بافت پوششی ساخته شده‌اند که در بافت پوششی حبابک و مویرگ هر دو دارند؛ در نتیجه مسافت انتشار گازها به حداقل ممکن رسیده است (شکل ۱۱).



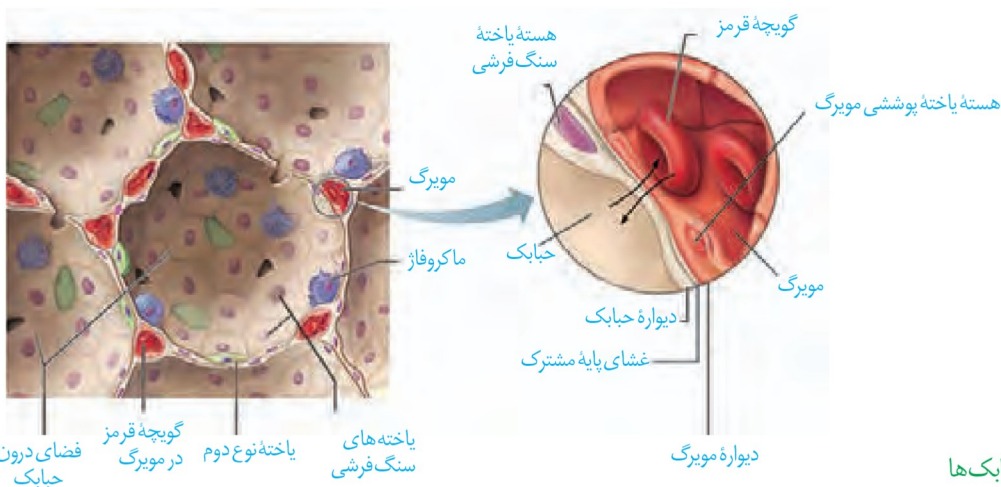
شکل ۸- یاخته‌های درشت‌خوار در حبابک‌ها



شکل ۱۰- مویرگ‌های خونی فراوان، اطراف حبابک‌ها را احاطه کرده‌اند.



شکل ۹- عامل سطح فعال در سطحی که مجاور هواست ترشح می‌شود.



شکل ۱۱- ساختار حبابک‌ها

## حمل گازها در خون

کار دستگاه تنفس با

، کامل می شود. خون، اکسیژن را به یاخته‌ها

می‌رساند و کربن دی‌اکسید را از آنها می‌گیرد و به سمت شش‌ها می‌آورد تا از بدن خارج شود.

با توجه به اینکه از این گازها به صورت محلول در جابه‌جا می‌شوند، بنابراین

به سازوکارهای دیگری برای حمل این مولکول‌ها در خون نیاز است.

گوچیجه قرمز سرشار از است. غلظت اکسیژن خونی که از می‌رود، کمتر

از غلظت اکسیژن در هوای حبابک‌ها است؛ در نتیجه در شش‌ها اکسیژن به هموگلوبین می‌پیوندد

و در مجاورت بافت‌ها، که غلظت اکسیژن به علت مصرف شدن توسط یاخته‌ها کاهش یافته است،

اکسیژن از هموگلوبین جدا و به یاخته‌ها داده می‌شود. پیوستن کربن دی‌اکسید به هموگلوبین و یا

گُستتن از آن نیز

متصل و در شش‌ها از آن جدا می‌شود.

کربن مونوکسید، مولکول دیگری است که می‌تواند به هموگلوبین متصل شود با این تفاوت که

وقتی متصل شد، به . محل اتصال این مولکول به هموگلوبین، همان

است. بنابراین کربن مونواکسید با اتصال به هموگلوبین، مانع پیوستن اکسیژن می‌شود و

چون جدا نمی‌شود ظرفیت حمل اکسیژن را در خون کاهش می‌دهد. این وضعیت ممکن

است چنان شدید باشد که به مرگ منجر شود. از این رو کربن مونواکسید گازی سمی به شمار می‌رود.

تنفس این گاز باعث مسمومیت می‌شود و به گاز گرفتگی شهرت دارد.

بیشترین مقدار حمل اکسیژن در خون به وسیله انجام می‌شود؛ اما هموگلوبین در

ارتباط با حمل کربن دی‌اکسید دارد.

بیشترین مقدار کربن دی‌اکسید به صورت در خون حمل می‌شود. در ،

آنزیمی به نام هست که کربن دی‌اکسید را با آب ترکیب می‌کند و کربنیک اسید پدید

می‌آورد. کربنیک اسید به یون و تجزیه می‌شود. یون از گوچیجه

قرمز خارج و به خوناب وارد می‌شود. با رسیدن به شش‌ها، کربن دی‌اکسید از ترکیب آزاد

می‌شود و از آنجا به هوا انتشار می‌یابد.

## بیشتر بدانید

گاز کربن مونوکسید، بدون رنگ، بو یا طعم است و بنابراین وجود آن در محیط، قابل تشخیص نیست؛ به همین علت آن را قاتل خاموش می‌نامند. این گاز در دود حاصل از سوختن ناقص سوخت‌های فسیلی مثل نفت و گاز پدید می‌آید. به همین علت، اطمینان پیدا کردن از خروج دود از وسایلی که از سوخت فسیلی، به‌ویژه گاز استفاده می‌کنند کاملاً ضرورت دارد.

## بیشتر بدانید

### تنفس از نگاه لاوازیه

آنتونی لاوازیه، دانشمند فرانسوی قرن هجدهم که به پدر علم شیمی نوین مشهور است، کارهایی در زمینه زیست‌شناسی نیز دارد. او برای توصیف آنچه در فرایند تنفس در جانوران رخ می‌دهد، آزمایش‌هایی انجام داد. لاوازیه براساس نتایج حاصل از این آزمایش‌ها عنوان کرد که آنچه در تنفس رخ می‌دهد، همانند سوختن شمع است که در آن یکی از اجزای هوا (که بعد اکسیژن نامیده شد) با جسم سوختنی ترکیب می‌شود. او بر این باور بود که گرمای بدن، حاصل چنین واکنشی است که در شش‌ها رخ می‌دهد؛ خون گرما را از شش‌ها می‌گیرد و به سراسر بدن هدایت می‌کند؛ البته امروز می‌دانیم که این موضوع نادرست است. این نظر که کار شش‌ها ایجاد گرما است تا مدت‌ها به عنوان یک حقیقت مسلم پذیرفته شده بود، شاید به این دلیل که دانشمندان آن زمان تحت تأثیر افکار ارسطو بودند که قلب و شش‌ها را محل وقوع مهم‌ترین فرایندهای حیاتی می‌دانست.

کمی بعد از مرگ لاوازیه در ۵۱ سالگی، اسپالانزانی (Lazzaro Spallanzani) دانشمند ایتالیایی دریافت که واکنش سوختن (تنفس)، حتی در بافت‌های جانوری تازه کشته شده و جانورانی که شش ندارند، نیز رخ می‌دهد. این یافته‌ها این باور را که شش‌ها محل سوختن مواد هستند، مورد تردیدی جدی قرار داد. سرانجام نزدیک به صد سال پس از لاوازیه، فلوگر (Edward Pflüger) دانشمند آلمانی نشان داد، سوختن مواد در یاخته‌ها و نه در شش‌ها، رخ می‌دهد.

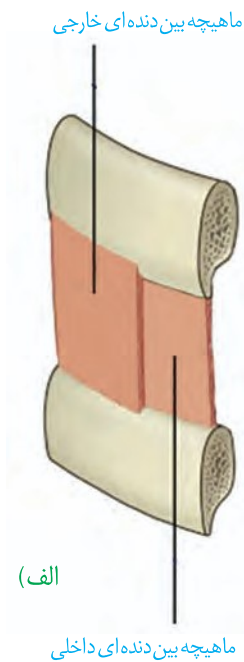


## گفتار ۲ تهویه ششی

تهویه ششی شامل دو فرایند و ساختار و عمل شش‌ها آشنا شویم. است. برای درک چگونگی دم و بازدم، لازم است ابتدا با

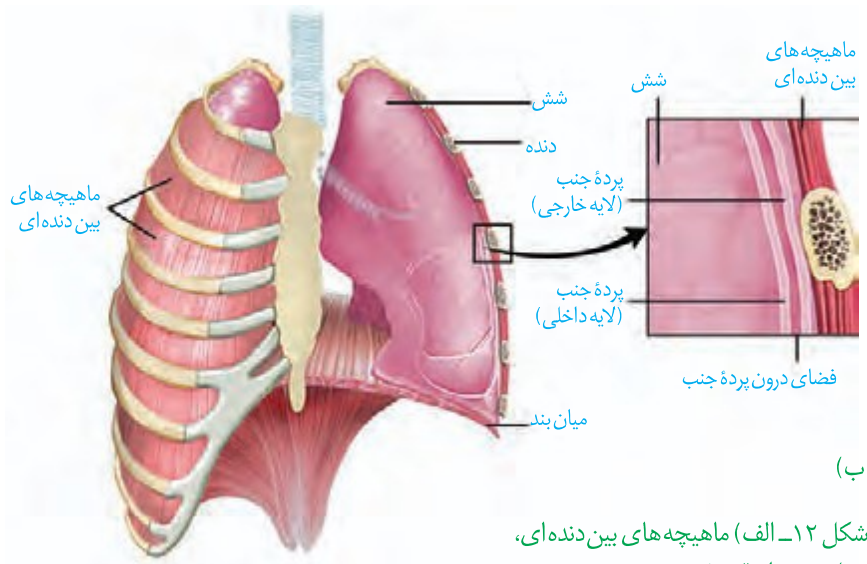
### شش‌ها

شش‌ها درون قفسه سینه و روی میان‌بند (دیافراگم) قرار دارند. شش چپ به علت ، از شش راست قدری کوچک تر است. بیشتر حجم شش‌ها را به خود اختصاص داده‌اند و ساختاری شش‌ها در نیز نقش دارد. در بین دنده‌ها، ماهیچه‌هایی به نام ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای وجود دارند که به دو دسته خارجی و داخلی تقسیم می‌شوند (شکل ۱۲- الف). این ماهیچه‌ها دنده‌ها و در نتیجه قفسه سینه را حرکت می‌دهند.



هر یک از شش‌ها را

به نام پرده جنب فراگرفته است (شکل ۱۲- ب). یکی از لایه‌های این پرده، به چسبیده و لایه دیگر به سطح متصل است. درون پرده جنب، فضای اندکی است که از مایعی به نام مایع جنب، پر شده است. فشار این مایع از فشار جو است و باعث می‌شود شش‌ها در حالت بازدم، نشوند، در صورتی که قسمتی از قفسه سینه سوراخ شود، شش‌ها جمع می‌شوند.

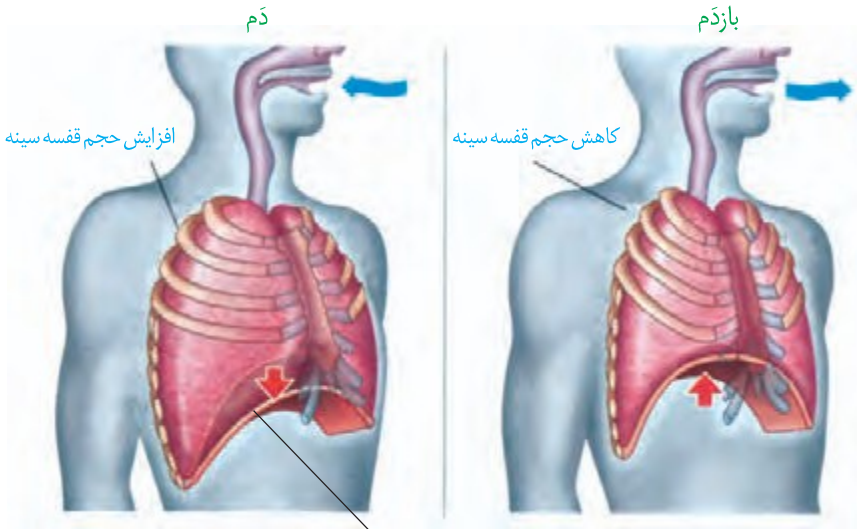


شکل ۱۲- الف) ماهیچه‌های بین دنده‌ای، ب) شش‌ها و قفسه سینه

و دیگری ویژگی

شش‌ها دو ویژگی مهم دارند: یکی

هنگامی که حجم قفسه سینه افزایش می‌یابد، شش‌ها باز می‌شوند. در نتیجه، درون شش‌ها شده، هوای بیرون به درون شش‌ها می‌شود. اما باید توجه داشت که به علت ویژگی کشسانی، شش‌ها در برابر کشیده شدن، نیز نشان می‌دهند و تمایل دارند به وضعیت اولیه خود بازگردند. ویژگی کشسانی شش‌ها در نقش مهمی دارد.



شکل ۱۳- افزایش و کاهش حجم قفسه سینه در دم و بازدم عادی

میان بند نیز، به افزایش

دم، فرایندی است که در نتیجه افزایش حجم قفسه سینه رخ می‌دهد. در این رویداد، دو عامل دخالت دارد. اول، که در حالت استراحت، شکل است. اما وقتی منقبض می‌شود، به حالت در می‌آید. دوم، انقباض که دنده‌ها را به سمت و جابه‌جایی کند و جناغ را به می‌راند (شکل ۱۳). در تنفس آرام و طبیعی، نقش اصلی را بر عهده دارد. در دم عمیق، انقباض ماهیچه‌های حجم قفسه سینه می‌کند.

با به استراحت در آمدن ماهیچه میان‌بند و ماهیچه‌های بین دنده‌ای خارجی، و بر اثر ویژگی شش‌ها، حجم قفسه سینه و در نتیجه، حجم شش‌ها کاهش می‌یابد و هوای درون آنها به بیرون رانده می‌شود. در بازدم عمیق، انقباض ماهیچه‌های به کاهش حجم قفسه سینه کمک می‌کند.

## فعالیت ۲

### تشریح شش گوسفند

۱- ویژگی ظاهری: شش به علت دارا بودن ، حالتی اسفنج گونه دارد. شش

راست از شش چپ بزرگ‌تر است. شش راست از یا لپ (لوب) و شش چپ از تشکیل شده است.

۲- تشخیص شش راست و چپ: اگر در نمونه‌ای که تهیه کرده‌اید مری نیز وجود دارد، به محل قرارگیری آن توجه کنید. در جلو و در پشت قرار گرفته است و به این ترتیب می‌توانید سطح جلویی و پشتی نای و شش‌ها (و در نتیجه راست و چپ آنها) را نیز مشخص کنید.

مری را جدا کنید. برای تشخیص سطح جلویی و پشتی نای در حالتی که مری از آن جدا شده است، کافی است به یاد داشته باشید که غضروف‌های نای C شکل اند. این وضعیت باعث می‌شود که در نای، قسمت حرف C از سایر قسمت‌ها باشد. بالمس کردن، این قسمت را پیدا کنید.



این قسمت، محل اتصال نای به مری و بنابراین سطح پشتی نای است.

۳- بررسی ویژگی کشسانی شش‌ها: با یک تلمبه از نای به درون شش‌ها بدمید و قابلیت کشسانی شش‌ها را مشاهده کنید.

۴- بررسی ساختارهای درونی: نای را از قسمت نرم آن (دهانه حرف C) در طول، برش دهید تا به نزدیکی شش‌ها برسید. در نای گوسفند، یک انشعاب سوم هم مشاهده می‌شود که به شش می‌رود. مدخل این انشعاب و سپس نایژه‌های اصلی را مشاهده کنید.

برش طولی نای را از مدخل نایژه اصلی ادامه دهید. دقت کنید که بریدن به سادگی نیست و این به علت ساختار غضروف‌های است که در ابتدا به صورت و بعد به صورت است. در طول نای، مدخل‌های نایژه‌های بعدی قابل مشاهده است.

اگر تکه‌ای از شش را بپزید، در مقطع آن سوراخ‌هایی را مشاهده می‌کنید که به سه گروه قابل تقسیم‌اند. و لبه نایژه‌ها به علت دارا بودن است و به این ترتیب از رگ‌ها قابل تشخیص است. سرخرگ‌ها دیواره نسبت به سیاهرگ‌ها دارند و به همین علت، برخلاف سیاهرگ‌ها دهانه آنها حتی در نبود خون هم باز است اما دهانه سیاهرگ‌ها در نبود خون بسته است.

اگر تکه‌ای از شش را ببرید و در ظرفی پر از آب بیندازید خواهید دید که روی سطح آب شناور می‌ماند. چرا؟

### حجم‌های تنفسی

مقدار هوایی که به شش‌ها وارد یا از آن خارج می‌شود به چگونگی ما بستگی دارد. بنابراین، حجم‌های مختلفی از هوا را می‌توان به شش وارد و یا از آن خارج کرد. حجم‌های تنفسی را با دستگاه ( ) اندازه می‌گیرند. نموداری که دم‌سنج از دم و بازدم‌های فرد رسم می‌کند، ( ) نامیده می‌شود (شکل ۱۴). تحلیل دم‌نگاره در کاربرد دارد.

به مقدار هوایی که در یک دم عادی وارد یا در یک بازدم عادی خارج می‌شود می‌گویند. حجم جاری حدود است. از حاصل ضرب حجم در تعداد تنفس در دقیقه، به دست می‌آید.

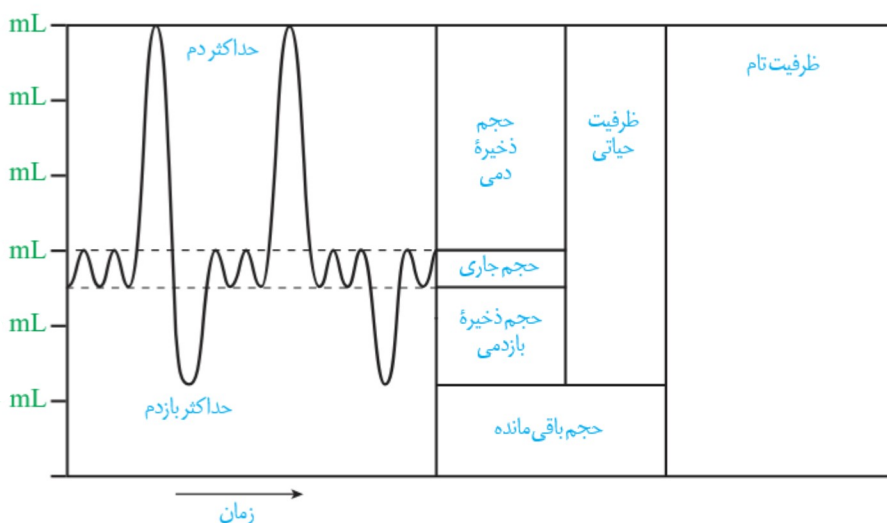
اما می‌دانیم که با دم یا بازدم عمیق می‌توانیم مقدار بیشتری هوا را به شش‌ها وارد یا از آنها خارج کنیم. **حجم ذخیره دمی**، به مقدار هوایی گفته می‌شود که می‌توان دم عمیق به شش‌ها وارد کرد. **حجم ذخیره بازدمی**، به مقدار هوایی گفته می‌شود که می‌توان با یک بازدم عمیق از شش‌ها خارج کرد. حتی بعد از یک بازدم عمیق، مقداری هوا در شش‌ها باقی می‌ماند و کرد. این مقدار را **حجم باقی مانده** می‌نامند. حجم باقی مانده، اهمیت زیادی دارد؛ چون باعث می‌شود بمانند؛ همچنین تبادل گازها را در فاصله ممکن می‌کند.



باید توجه کرد که بخشی از هوای دمی در بخش هادی دستگاه تنفس می ماند و به بخش نمی رسد. به این هوا که در حدود میلی لیتر است، هوای مرده می گویند. مقدار حجم ها در فرد سالم، به و او بستگی دارد.

## ظرفیت های تنفسی

ظرفیت تنفسی، مقدار هوایی است که پس از یک دم عمیق و بایک بازدم عمیق می توان از شش ها خارج کرد و برابر با مجموع حجم های جاری، ذخیره دمی و ذخیره بازدمی است. حداکثر مقدار هوایی است که شش ها می توانند در خود جای دهند و برابر است با مجموع ظرفیت حیاتی و حجم باقی مانده.



شکل ۱۴- دم سنج و دم نگاره

ظرفیت شش های افراد مختلف مساوی نیست. با ساختن دستگاهی مانند شکل زیر، می توانید گنجایش شش های خود و هم کلاسی هایتان را اندازه بگیرید. گنجایش ظرف وارونه، حداقل باید پنج لیتر باشد. در

## فعالیت ۳

ابتدا، ظرف را از آب پر و سپس در تشت وارونه کنید.

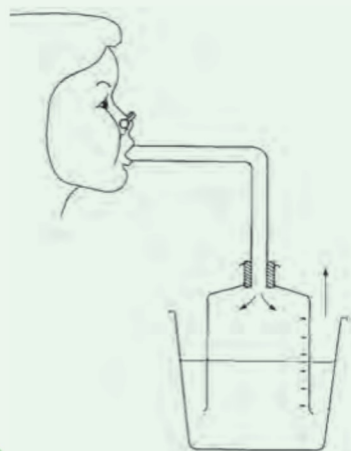
ابتدا نفس بسیار عمیقی بکشید و بعد تا جایی که می توانید در لوله فوت کنید. هنگام فوت کردن بینی خود را بگیرید.

۱- آیا عددی که در اینجا نشان داده می شود، ظرفیت واقعی شش های شماست؟

دلیل بیاورید.

۲- چگونه می توانید به کمک این دستگاه، مقدار هوای دم و بازدم خود را نیز اندازه

بگیرید؟



## سایر اعمال دستگاه تنفس

**تکلم:** محل قرارگیری پرده‌های صوتی است. این پرده‌ها حاصل چین خوردگی به

صدار را تولید می‌کنند. شکل دهی به صدا به وسیلهٔ بخش‌هایی مانند

و صورت می‌گیرد.

**سرفه و عطسه:** چنانچه یا که ممکن است مضر یا نامطلوب باشند به

مجاری تنفسی وارد شوند، باعث واکنش سرفه یا عطسه می‌شود؛ در این حالت هوا با فشار از راه

(سرفه) یا (عطسه) همراه با به بیرون رانده می‌شود (شکل ۱۵). در

افرادی که دخانیات مصرف می‌کنند، به علت یاخته‌های مخاط تنفسی،

راه مؤثرتری برای بیرون راندن مواد خارجی است و به همین علت این‌گونه افراد به سرفه‌های مکرر

مبتلا هستند.



شکل ۱۵- عطسه یکی از سازوکارهای بیرون راندن مواد خارجی است.

## تنظیم تنفس

دم، با انقباض میان‌بند و ماهیچه‌های بین دنده‌ای خارجی آغاز می‌شود. انقباض این ماهیچه‌ها

با دستوری انجام می‌شود که از طرف مرکز تنفس در صادر شده است (شکل ۱۶). با

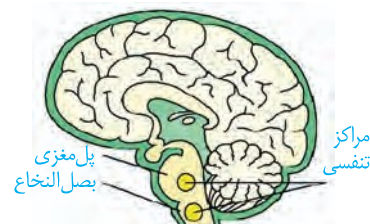
پایان یافتن دم، بازدم ، با بازگشت ماهیچه‌ها به حالت استراحت و نیز ویژگی

کشسانی شش‌ها انجام می‌شود.

تنفس، مرکز دیگری هم دارد که در ، واقع است و با اثر بر ، دم

را خاتمه می‌دهد. مرکز تنفس در پل مغز می‌تواند را تنظیم کند.

و خون نیز از عوامل مؤثر در تنظیم تنفس اند.

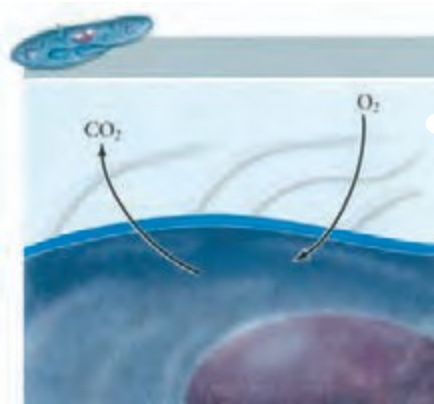


شکل ۱۶- مراکز عصبی تنفس

## بیشتر بدانید

**سکسکه** دم عمیقی است که در نتیجه انقباض ناگهانی میان‌بند ایجاد می‌شود. این فرایند در نتیجه تحریک میان‌بند یا عصب مرتبط با آن آغاز می‌شود. صدای سکسکه وقتی ایجاد می‌شود که هوای دمی با پرده‌های صوتی برخورد می‌کند.

**خمیازه** دم بسیار عمیقی است که با باز شدن آرواره همراه است و نتیجهٔ آن تهویهٔ همهٔ حبابک‌هاست (در تنفس عادی طبیعی لزوماً چنین چیزی اتفاق نمی‌افتد). افزایش کربن دی‌اکسید از عوامل ایجاد خمیازه است.



شکل ۱۷- تنفس از طریق انتشار در تک یاخته‌ای‌ها (پارامسی)

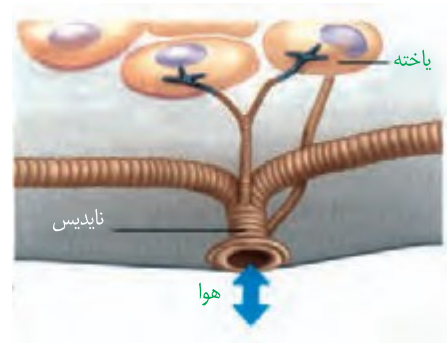
در ها (شکل ۱۷) و جانورانی مانند که داشته باشند، ساختار ویژه‌ای برای تنفس وجود ندارد؛ اما در سایر جانوران، ساختارهای تنفسی ویژه‌ای مشاهده می‌شود که ارتباط یاخته‌های بدن را با محیط فراهم می‌کنند. در این جانوران، چهار روش اصلی برای تنفس مشاهده می‌شود که عبارت‌اند از تنفس

### تنفس ناییدیسی

نایدیس‌ها، لوله‌های و هستند که از طریق به خارج راه دارند (شکل ۱۸). منافذ تنفسی در قرار دارند. نایدیس به انشعابات کوچک‌تری تقسیم می‌شود. ، که در کنار همه یاخته‌های بدن قرار می‌گیرند، بوده و دارای است که تبادلات گازی را ممکن می‌کند؛ چنین تنفسی دارند. در این جانوران مواد، نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارد.

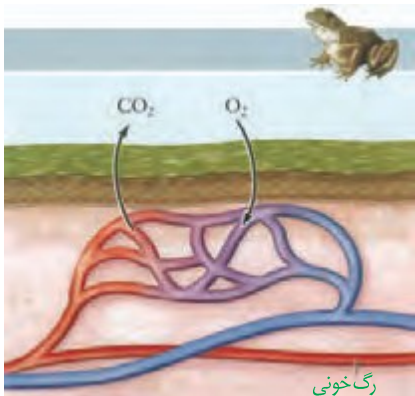


شکل ۱۸- تنفس نایدیدیسی



### تنفس پوستی

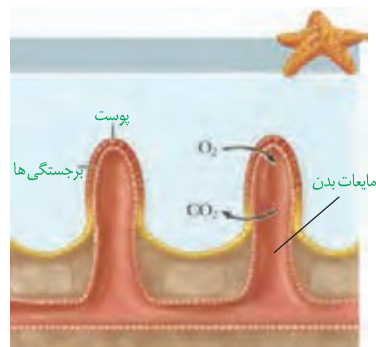
در تنفس پوستی شبکه مویرگی با وجود دارد و گازها با محیط اطراف از طریق مبادله می‌شوند. سطح پوست در جانورانی که تنفس پوستی دارند، نگه داشته می‌شود. تنفس پوستی دارد. تنفس پوستی در نیز وجود دارد (شکل ۱۹).



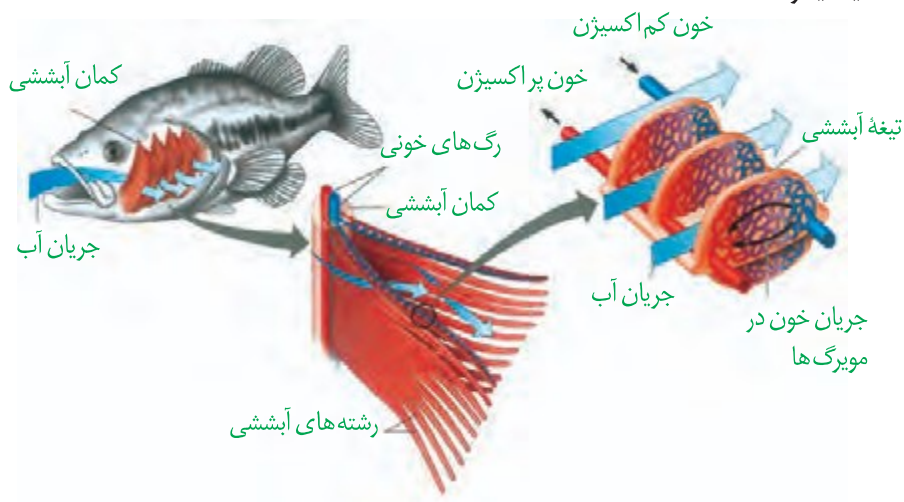
شکل ۱۹- تنفس پوستی

## تنفس آبششی

آبشش‌ها، برجستگی‌های و هستند، مانند آبشش‌های ستاره دریایی (شکل ۲۰). در آبشش‌ها به نواحی ماهیان و نیز آبشش دارند (شکل ۲۱). کارآمد است. جهت حرکت خون در مویرگ‌ها، و عبور آب یکدیگر است.



شکل ۲۰- ساده‌ترین آبشش در ستاره دریایی



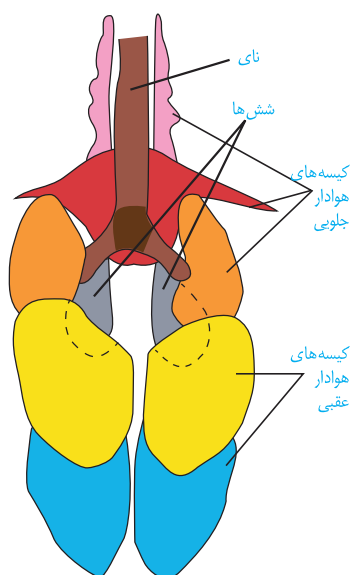
شکل ۲۱- تنفس آبششی در ماهی. به تفاوت جهت حرکت آب و خون دقت کنید.

## تنفس ششی

از بی‌مهرگان خشکی‌زی است که برای تنفس، از شش‌دار ساز و کارهایی وجود دارد که باعث می‌شود بخش مبادله‌ای برقرار شود. این ساز و کارها به مهره‌داران دو نوع ساز و کار متفاوت در تهویه دارند؛ مثلاً قورباغه به کمک ماهیچه‌های



شکل ۲۲- پمپ فشار مثبت در قورباغه



و « با حرکتی شبیه » « هوا را به شش‌ها می‌رانند؛ به این ساز و کار پمپ فشار می‌گویند (شکل ۲۲). در انسان ساز و کار فشار وجود دارد که در آن، هوا به وسیله حاصل از قفسه سینه، به شش‌ها وارد می‌شود. پرندگان به علت ، نسبت به سایر انرژى بیشتری مصرف می‌کنند و بنابر این به اکسیژن بیشتری نیاز دارند. پرندگان علاوه بر شش، دارای ساختارهایی به نام کیسه‌های هوادار هستند که آنها را نسبت به افزایش می‌دهد (شکل ۲۳).

شکل ۲۳- دستگاه تنفسی در پرندگان



## فصل ۴

# گردش مواد در بدن

شاید شما هم این جملات را شنیده باشید: شخصی پس از مراجعه برای رگ‌نگاری (آنژیوگرافی)، متوجه شده که تعدادی از رگ‌های تاجی (کرونر) قلبش گرفته است و باید عمل کند؛ آزمایش خون نشان داد که چربی خونم بالا اما خون بهر (هماتوکریت) طبیعی است؛ قلب مصنوعی راهی برای حفظ زندگی افرادی است که قلب آنها از کار افتاده.

منظور از رگ‌نگاری، رگ‌های تاجی، قلب مصنوعی و خون بهر چیست؟ آیا همه جانداران گردش مواد دارند؟ گردش مواد در انسان با بقیه مهره داران چه تفاوتی دارد؟ در این فصل با آشنایی بیشتر با دستگاه گردش مواد در انسان و بعضی جانوران، پاسخ بسیاری از پرسش‌ها را خواهید یافت.

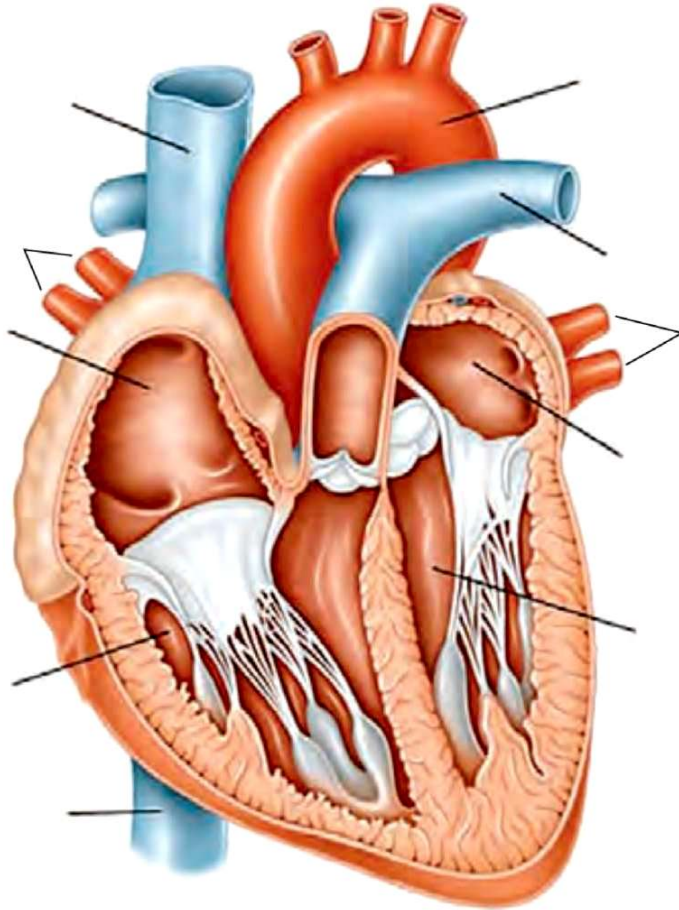


## واژه‌شناسی

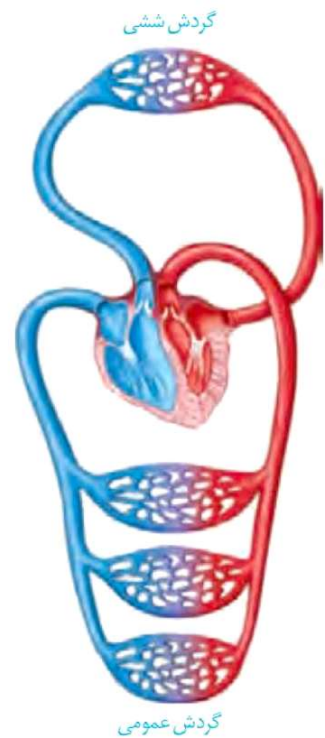
### تاجی (Coronary / کرونر)

کلمه کرونر به معنای تاجی است و به رگ‌های غذا دهنده قلب گفته می‌شود.

در سال‌های گذشته آموختید که دستگاه گردش مواد در انسان، از قلب، رگ‌ها و خون تشکیل شده است. در شکل ۱، بخش‌های تشکیل دهنده قلب و رگ‌های متصل به آن را می‌بینید.



شکل ۱- قلب و رگ‌های متصل به آن



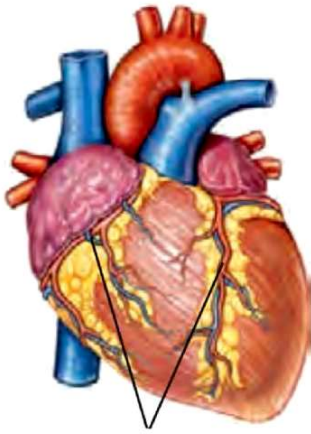
گردش ششی

گردش عمومی

شکل ۲- گردش خون عمومی و ششی

- با گردش خون عمومی و ششی آشنا هستید. با توجه به شکل ۲، مسیر هر کدام را در بدن مشخص، و هدف دوتای گردش خون را با هم مقایسه کنید.
- با توجه به آنچه قبلاً آموختید، در گروه‌های درسی خود در مورد پرسش‌های زیر با همدیگر گفت‌وگو کنید و پاسخ مناسبی برای آنها بیابید:
- هر دهلیز خون را از کجا دریافت می‌کند؟
  - هر بطن خون را به کجا می‌فرستد؟
  - خون طرف چپ و راست قلب، با هم چه تفاوت‌هایی دارد؟
  - چرا ضخامت دیواره بطن‌های چپ و راست با هم متفاوت است؟

## تامین اکسیژن و مواد مغذی قلب



خونی که از درون قلب عبور می‌کند، نمی‌تواند نیازهای تنفسی و قلب را برطرف کند. خون موردنیاز قلب با رگ‌های ویژه‌ای به نام سرخرگ‌های تاجی ( ) که از آئورت منشعب شده‌اند، تأمین می‌شود. خونی که در این رگ‌ها جریان دارد، پس از رفع نیاز یاخته‌های قلبی از طریق وارد دهلیز راست می‌شود. بسته شدن سرخرگ‌های تاجی توسط لخته یا سخت شدن دیواره آنها ( )، ممکن است باعث سکته قلبی شود؛ چون در این حالت به بخشی از اکسیژن نمی‌رسد و یاخته‌های آن می‌میرند (شکل ۳).

## دریچه‌های قلب

وجود دریچه‌ها در هر بخشی از دستگاه گردش مواد باعث جریان خون در آن قسمت می‌شود. در ساختار دریچه‌ها، به کار نرفته بلکه همان بافت پوششی است که چین خورده است و دریچه‌ها را می‌سازد؛ وجود دریچه‌ها باعث باز یا بسته شدن دریچه‌ها می‌کند. ساختار خاص دریچه‌ها و در دو طرف آنها، باعث باز یا بسته شدن دریچه‌ها می‌شود.

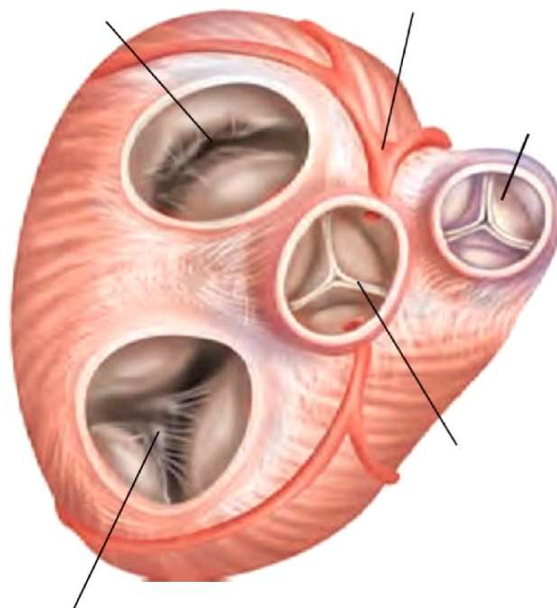
بین دهلیز و بطن دریچه‌ای هست که در هنگام بین دریچه بین دهلیز و بطن چپ را دریچه دولختی می‌گویند، زیرا از دو تشکیل شده است. بین دهلیز و بطن راست، دریچه سه‌لختی قرار دارد. در ابتدای سرخرگ‌های خروجی از بطن‌ها، دریچه‌های سینی قرار دارند که از بازگشت خون به بطن‌ها جلوگیری می‌کنند (شکل ۴).

شکل ۳- رگ‌های تاجی قلب

### بیشتر بدانید

#### پژواک نگاری قلب (اکوکاردیوگرافی)

با استفاده از پژواک نگاری قلب می‌توان نمایی از دیواره‌های قلبی، دریچه‌ها و ابتدای سرخرگ‌های بزرگ را به دست آورد. در این روش، از امواج صوتی ساده استفاده می‌شود و هیچ‌گونه پرتو یا موج خطرناکی به فرد انتقال پیدا نمی‌کند. در نوع ساده پژواک نگاری از زوایای مختلف قلب، تصویری ساده تهیه می‌شود. در پژواک نگاری دوبعدی تصویر با جزئیات بیشتری مشخص می‌شود و برای اندازه‌گیری اندازه قلب، اجزا و میزان کارایی آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. پژواک نگاری دوپلر برای اندازه‌گیری سرعت جریان خون در داخل قلب و رگ‌های بزرگ، تصاویر رنگی (قرمز و آبی) ایجاد می‌کند که شاید بهترین و دقیق‌ترین روش در ارزیابی ناهنجاری‌های مادرزادی قلبی و اشکالات دریچه‌ای باشد.



شکل ۴- دریچه‌های قلب



سطح شکمی قلب

وسایل و مواد لازم: قلب سالم گوسفند، تشتک تشریح، قیچی،

گُمانه (سُوند) شیاردار

**الف) مشاهده شکل ظاهری:** سطح پشتی، شکمی، چپ و راست قلب را مشخص کنید.

ضخامت دیواره قلب در بطن‌ها را با هم مقایسه کنید. چرا بطن چپ، دیواره قطورتری دارد؟  
- رگ‌های تاجی را مشاهده و آنها را در جلو و عقب قلب، مقایسه کنید.

- در بالای قلب، سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها قابل مشاهده‌اند. دیواره سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها را با هم مقایسه کنید.

- با وارد کردن گُمانه یا مداد به داخل رگ‌ها و اینکه به کجا می‌روند، می‌توان آنها را از یکدیگر تمیز داد.

**ب) مشاهده بخش‌های درونی قلب**

- گُمانه را از دهانه سرخرگ ششی به بطن راست وارد کنید. دیواره سرخرگ و بطن را در امتداد گُمانه، با قیچی ببرید. با باز کردن آن، دریچه سینی، سه‌لختی، برآمدگی‌های ماهیچه‌ای و

را می‌توان دید.

- به همین روش، سرخرگ آئورت و بطن چپ را شکاف دهید و جزئیات بطن چپ را مشاهده کنید.

، بالای دریچه سینی، می‌توانید دو ورودی سرخرگ‌های

- در ابتدای

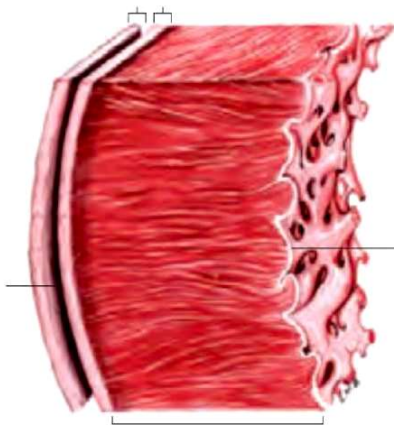
تاجی را ببینید.



سطح پشتی قلب

– با عبور دادن گمانه از میان دریچه‌های دولختی و سه‌لختی به سمت بالا و بریدن دیواره در مسیر گمانه، می‌توانید دیواره داخلی دهلیزها و سیاهرگ‌های متصل به آنها را بهتر ببینید.  
به دهلیز چپ، چهار سیاهرگ ششی و به دهلیز راست، سیاهرگ‌های زبرین، زیرین و سیاهرگ تاجی وارد می‌شود. اگر رگ‌های قلب از ته بریده نشده باشد، با گمانه به راحتی می‌توان آنها را تشخیص داد.

## ساختار بافتی قلب

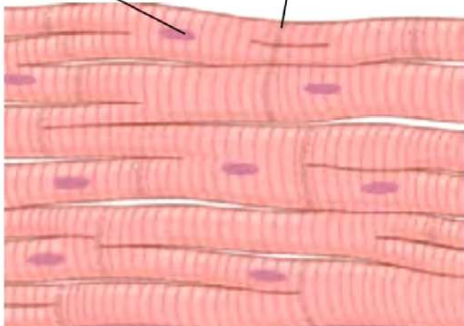
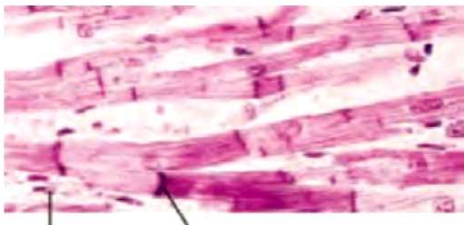


شکل ۵. ساختار بافتی قلب

قلب اندامی ماهیچه‌ای است و آن سه‌لایه دارد (شکل ۵). داخلی‌ترین لایه آن درون شامه و شامل یک لایه نازک بافت پوششی است که زیر آن وجود دارد. این بافت درون شامه را به لایه میانی یا ماهیچه‌ای قلب می‌چسباند. درون شامه در تشکیل قلب نیز شرکت می‌کند.

لایه میانی لایه قلب است که ماهیچه قلب نیز نامیده می‌شود. این لایه از یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی تشکیل شده است. بین این یاخته‌ها، بافت پیوندی متراکم نیز قرار دارد. یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب به بافت پیوندی متراکم باعث استحکام دریچه‌های قلبی می‌شود.

بیرونی‌ترین لایه دیواره قلب برون شامه است. بیرونی‌ترین لایه دیواره قلب برون شامه را به وجود می‌آورد. برون شامه و پیراشامه از بافت پوششی و بافت پیوندی تشکیل شده‌اند. بین برون شامه و پیراشامه فضایی وجود دارد که با مایع پر شده است. این مایع ضمن به حرکت روان آن کمک می‌کند.



شکل ۶. ساختار ماهیچه قلب و ارتباط‌های یاخته‌ای آن

## ساختار ماهیچه قلب

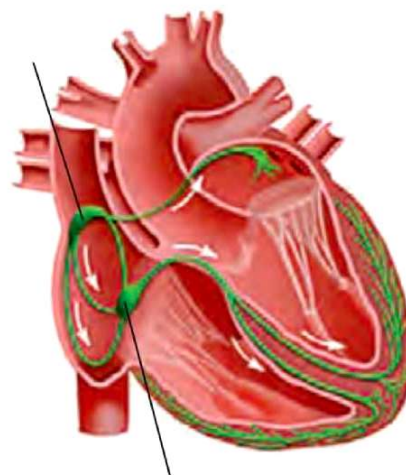
ماهیچه قلبی، ترکیبی از ویژگی‌های ماهیچه اسکلتی و صاف دارد. همانند ماهیچه اسکلتی، دارای ظاهری صاف، به‌طور منقبض می‌شوند. یاخته‌های آن یک هسته‌ای و دوهسته‌ای‌اند. یکی از ویژگی‌های یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب آنها از طریق صفحات بینابینی (در هم رفته) است. در این صفحات به‌گونه‌ای است که باعث می‌شود پیام انقباض و استراحت به سرعت بین یاخته‌های ماهیچه قلب منتشر شود و قلب در انقباض و استراحت مانند یک عمل کند (شکل ۶). البته در محل ماهیچه دهلیزها به ماهیچه بطن‌ها، بافت پیوندی عایقی وجود دارد که مانع از دهلیزها و بطن‌ها می‌شود.

## شبکه هادی قلب

یاخته‌های ماهیچه قلب ویژگی‌هایی دارند که آنها را برای تحریک قلب اختصاصی کرده است. پراکندگی این یاخته‌ها به صورت رشته‌ها و گره‌ها در بین سایر یاخته‌هاست که به مجموع آنها **شبکه هادی قلب** می‌گویند. یاخته‌های این شبکه با دیگر یاخته‌های ماهیچه قلبی ارتباط دارند. در این شبکه پیام‌های برای شروع انقباض ماهیچه قلبی ایجاد می‌شوند و به سرعت در همه قلب گسترش می‌یابند.

شبکه هادی قلب شامل دو گره و دسته‌هایی از تارهای تخصص یافته برای و جریان الکتریکی است. گره اول یا **گره سینوسی-دهلیزی** در

دهلیز راست و زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زبرین قرار دارد. این گره و شروع‌کننده پیام‌های الکتریکی است، به همین دلیل به آن **پیشاهنگ** یا **ضربان ساز** می‌گویند. گره دوم یا **گره دهلیزی-بطنی** در دیواره پستی دهلیز راست، و در دریچه سه لختی است. ارتباط بین این دو گره از طریق **رشته‌های شبکه هادی** انجام می‌شود که جریان الکتریکی ایجاد شده در گره پیشاهنگ را به گره دوم منتقل می‌کند. پس از گره دهلیزی بطنی رشته‌هایی از بافت هادی که در دیواره وجود دارند به دو مسیر راست و چپ تقسیم می‌شوند و جریان الکتریکی را در بطن‌ها پخش می‌کنند. در نتیجه پیام الکتریکی به یاخته‌های ماهیچه قلبی منتقل می‌شود و بطن‌ها به طور منقبض می‌شوند (شکل ۷).



شکل ۷- شبکه هادی قلب: شبکه هادی به رنگ سبز نمایش داده شده است.

با توجه به شکل بافت گرهی در قلب، اهمیت دو مورد زیر را در کار

### فعالیت ۲

قلب توضیح دهید:

- ۱- فرستادن پیام از گره دهلیزی بطنی به درون بطن، با انجام می‌شود.
- ۲- انقباض بطن‌ها از قسمت آنها شروع می‌شود و به سمت ادامه می‌یابد.

## چرخه ضربان قلب

قلب تقریباً در هر ثانیه، یک ضربان دارد و ممکن است در یک فرد با عمر متوسط در طول عمر، نزدیک به سه میلیارد بار منقبض شود، بدون اینکه مانند ماهیچه‌های اسکلتی بتواند داشته باشد.

استراحت ( ) و انقباض ( ) قلب را، که به طور متناوب انجام می‌شود، **چرخه** یا

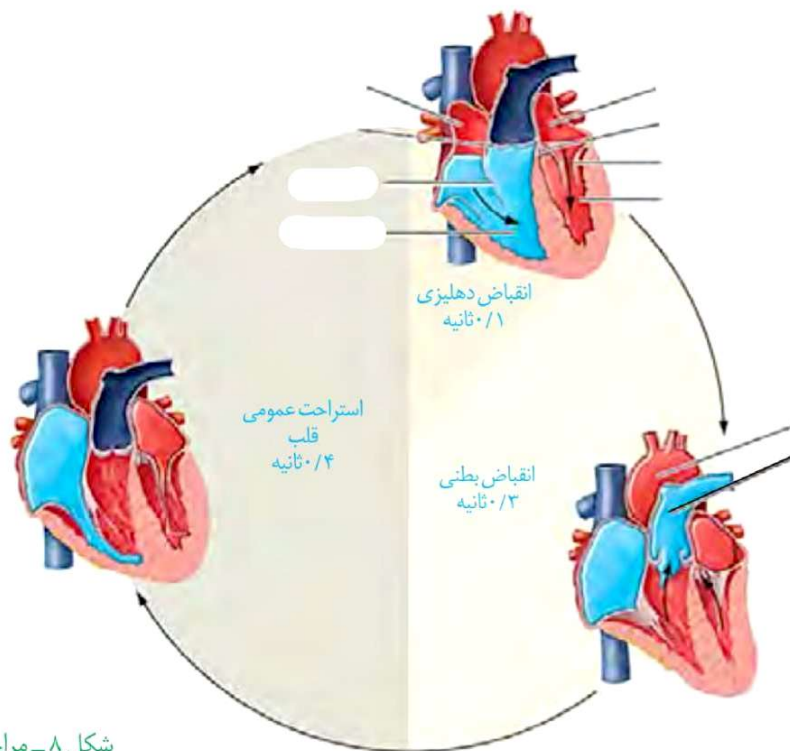
**دوره قلبی** می‌گویند. در هر چرخه، قلب با خون سیاهرگ‌ها پر، و سپس منقبض می‌شود و خون را به سراسر بدن می‌فرستد. در هر چرخه، این مراحل دیده می‌شود (شکل ۸).

### بیشتر بدانید

#### آزمون ورزش (تست ورزش)

یکی از راه‌های بررسی عملکرد قلب آزمون ورزش است. در این روش فعالیت راه رفتن و یا دویدن بر روی یک نقاله متحرک، شبیه‌سازی می‌شود. فشارخون و نوار قلب فرد را در این حالت اندازه‌گیری و ثبت می‌کنند. پزشک متخصص با بررسی و تفسیر نتایج به سالم بودن قلب یا وجود تنگی در رگ‌های تاجی قلب پی می‌برد و یا انجام روش‌های دیگر را توصیه می‌کند.

- ۱- استراحت عمومی:** قلب در حال استراحت است. خون بزرگ سیاهرگ‌ها وارد دهلیز راست و خون سیاهرگ به دهلیز چپ وارد می‌شود. زمان: حدود ۰/۴ ثانیه
- ۲- انقباض دهلیزی:** بسیار است و انقباض دهلیزها صورت می‌گیرد و با انجام آن، بطن‌ها به طور با خون پر می‌شوند. زمان: حدود ۰/۱ ثانیه
- ۳- انقباض بطنی:** انقباض بطن‌ها صورت می‌گیرد و خون از طریق سرخرگ‌ها به همه قسمت‌های بدن ارسال می‌شود. زمان: حدود ۰/۳ ثانیه



شکل ۸- مراحل چرخه ضربان قلب

### فعالیت ۳

با توجه به چرخه ضربان قلب، به موارد زیر پاسخ دهید:  
الف) در هر مرحله از چرخه قلبی، وضعیت دریچه‌های قلبی را بررسی، و باز یا بسته بودن آنها را مشخص کنید.

ب) با توجه به زمان‌های مشخص شده در چرخه قلبی، تعداد ضربان طبیعی قلب را در دقیقه محاسبه کنید.

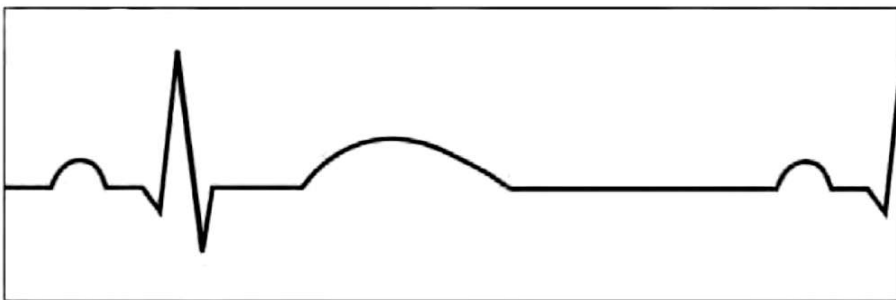
### برون‌ده قلبی

حجم خونی که در از یک بطن خارج و وارد سرخرگ می‌شود، **حجم ضربه‌ای** نامیده می‌شود. اگر این مقدار را در ضرب کنیم، **برون‌ده قلبی** به دست می‌آید. برون‌ده قلبی متناسب با سطح فعالیت بدن تغییر می‌کند و عواملی مانند پایه بدن، مقدار فعالیت بدنی، سن و اندازه بدن، در آن مؤثر است. میانگین برون‌ده قلبی در بزرگسالان در حالت حدود پنج لیتر در دقیقه است.

گفتیم که برون‌ده قلبی در بزرگسالان، در حالت استراحت حدود پنج لیتر در دقیقه است. با توجه به تعداد ضربان قلب در دقیقه، حجم ضرب‌به‌ای را بر حسب میلی لیتر محاسبه کنید.

### نوار قلب چه می‌گوید؟

شاید تا به حال نوار قلب کسی را دیده باشید. منحنی رسم شده، نشانگر چیست؟  
 یاخته‌های ماهیچه قلبی در هنگام الکتریکی حاصل از فعالیت قلب را می‌توان در دریافت و به صورت نوار قلب ثبت کرد.  
 نوار قلب شامل سه موج P، QRS و T است (شکل ۹). فعالیت الکتریکی دهلیزها به شکل موج و فعالیت الکتریکی بطن‌ها به شکل موج ثبت می‌شود. انقباض هر یک از این بخش‌ها، اندکی شروع فعالیت الکتریکی آن بخش است. موج T اندکی پایان انقباض بطن‌ها و بازگشت آنها به حالت استراحت ثبت می‌شود.  
 بررسی تغییراتی که در نوار قلب رخ می‌دهد، می‌تواند به متخصصان در بیماری‌های قلبی کمک کند.



شکل ۹- نوار قلب

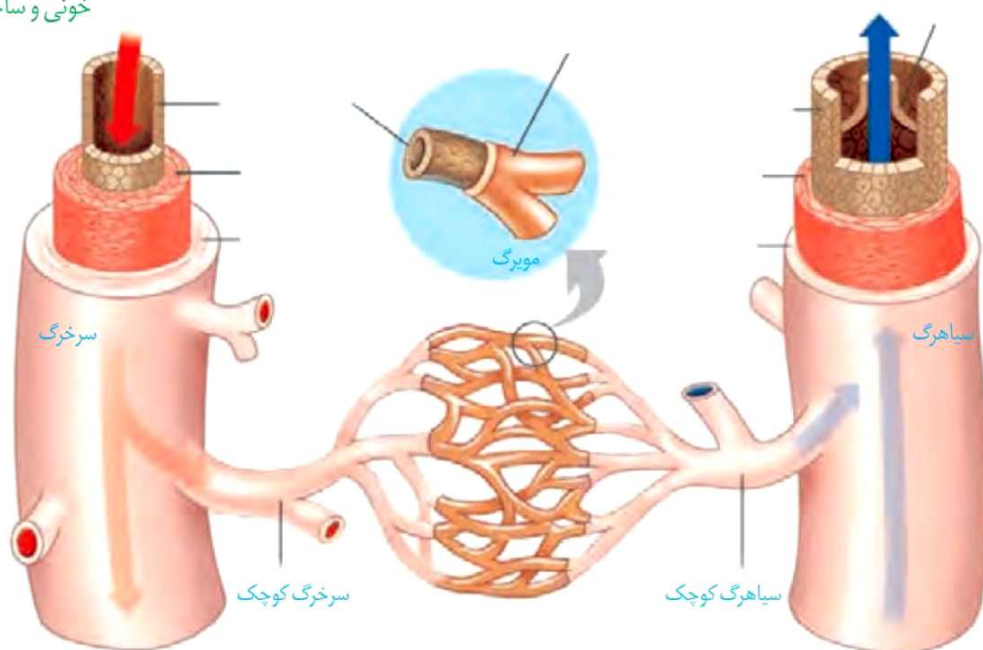
### بیشتر بدانید

#### اسکن قلب

این روش برای تشخیص خون‌رسانی سرخرگ‌های تاجی قلب در دو حالت همراه با آزمون ورزش و استراحت انجام می‌شود. فرد مدتی بر روی نقاله متحرک می‌دود، سپس یک رادیودارو به یکی از سیاهرگ‌های او تزریق می‌شود. دستگاه آشکارساز پرتوهای حاصل از رادیو دارو را به صورت تصاویر رنگی ثبت می‌کند. در مرحله دوم، بدون انجام ورزش به بیمار رادیودارو تزریق و تصویربرداری انجام می‌شود. تصویرهای دو مرحله را مقایسه و تفسیر می‌کنند. در این روش، آسیب‌های قلبی و تنگی موجود در رگ‌های آن مشخص می‌شوند.

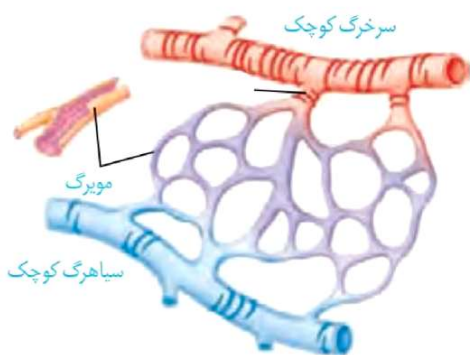
در دستگاه گردش خون، سه نوع رگ در شبکه‌ای مرتبط به هم وجود دارد. این شبکه، که از شروع می‌شود و پس از عبور از بافت‌ها به قلب باز می‌گردد، از **سرخرگ‌ها**، **مویرگ‌ها** و **سیاهرگ‌ها** تشکیل شده است. ساختار هر یک از این رگ‌ها متناسب با کاری است که انجام می‌دهد. دیواره سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها از سه لایه اصلی تشکیل شده است (شکل ۱۰). لایه داخلی آنها بافت پوششی سنگ‌فرشی است که در زیر آن، غشای پایه قرار گرفته است. لایه میانی آن، ماهیچه‌ای صاف است که همراه این لایه رشته‌های کشسان ( ) زیادی وجود دارد. آخرین لایه، بافت پیوندی است که لایه خارجی آنها را می‌سازد.

شکل ۱۰- مقایسه انواع رگ‌های خونی و ساختار آنها



اگرچه ساختار پایه‌ای سرخرگ‌ها با سیاهرگ‌ها شباهت دارد، ضخامت لایه ماهیچه‌ای و پیوندی در سرخرگ‌ها است تا بتوانند وارد شده از سوی قلب را تحمل و هدایت کنند. به

همین دلیل سرخرگ‌ها در برش عرضی، بیشتر دیده می‌شوند، در حالی که سیاهرگ‌های آنها، دیواره‌ای نازک‌تر دارند و حفره داخلی آنها بزرگ‌تر است. در عین حال، بسیاری از سیاهرگ‌ها دریچه‌هایی دارند که جهت حرکت خون را یک طرفه می‌کنند.



شکل ۱۱- ساختار مویرگ و بنداره مویرگی

مویرگ‌ها یک لایه بافت پوششی همراه با غشای پایه دارند. این ساختار با وظیفه آنها که تبادل مواد بین خون و مایع میان‌بافتی است، هماهنگی دارد. در دیواره مویرگ‌ها نیست؛ ولی در ابتدای آنها حلقه‌ای ماهیچه‌ای هست که میزان جریان خون در آنها را تنظیم می‌کند و به آن **بنداره مویرگی** گویند.

اگرچه جریان خون در مویرگ‌ها بر اساس نیاز بافت به اکسیژن و مواد مغذی با تنگ و گشاد شدن سرخرگ‌های کوچک انجام می‌شود که قبل از مویرگ‌ها قرار دارند (شکل ۱۱).

## سرخرگ‌ها

همان‌طور که می‌دانید سرخرگ‌ها خون را از قلب می‌کنند و به بافت‌های بدن می‌رسانند. علاوه بر این باعث جریان خون و هدایت آن در این رگ‌ها می‌شوند. دیواره سرخرگ قدرت کشسانی زیادی دارد. وقتی بطن منقبض می‌شود، ناگهان مقدار زیادی خون از آن به درون سرخرگ پمپ می‌شود. سرخرگ‌ها در این حالت می‌شوند تا خون رانده شده از بطن را در خود جای دهند. در هنگام استراحت بطن یعنی وقتی که سرخرگ‌ها به حالت اولیه باز می‌گردد و خون را با فشار به جلو می‌راند. این فشار باعث رگ‌ها و در هنگام استراحت قلب می‌شود. تغییر حجم سرخرگ، به دنبال هر انقباض بطن، به صورت موجی در طول سرخرگ‌ها پیش می‌رود و به صورت احساس می‌شود. در سرخرگ‌های کوچک‌تر، میزان رشته‌های کشسان و میزان ماهیچه‌های صاف است. این ساختار باعث می‌شود با ورود خون، قطر این رگ‌ها نکند و در برابر جریان خون مقاومت کنند. میزان این مقاومت در زمان انقباض ماهیچه صاف دیواره، و در هنگام استراحت، می‌شود. کم و زیاد شدن این مقاومت، میزان ورود خون به مویرگ‌ها را تنظیم می‌کند.

**فشار خون:** بیشتر سرخرگ‌های بدن در قسمت‌های هر اندام قرار گرفته‌اند، در حالی که سیاهرگ‌ها بیشتر در قرار دارند. به نظر شما مزیت آن چیست؟

فشار خون، نیرویی است که از سوی خون بر دیواره رگ وارد می‌شود. اگر سرخرگی در بدن بریده شود، خون با سرعت زیاد از آن بیرون خواهد ریخت و بسیار خطرناک است. این خون‌ریزی، ناشی از درون سرخرگ است. چنین فشاری برای کار طبیعی دستگاه گردش خون لازم است.

## بیشتر بدانید

### رگ‌نگاری (آنژیوگرافی)

تصویربرداری از رگ‌های اندام‌های مختلف بدن با استفاده از پرتو ایکس، رگ‌نگاری نام دارد. در این روش در قسمتی از سطح بدن که یک سرخرگ زیر آن قرار دارد، شکافی ایجاد و لوله‌ای را به درون سرخرگ وارد و به سوی رگ مورد نظر هدایت می‌کنند. سپس از طریق لوله، ماده جذب‌کننده پرتو ایکس را به درون رگ، تزریق و با تاباندن این پرتو، از رگ تصویربرداری می‌کنند. یکی از کاربردهای این روش، بررسی وجود تنگی در رگ‌های تاجی قلب است. پس از آن برای برطرف کردن تنگی، درون رگ بسته شده، یک بادکنک کوچک قرار می‌دهند و آن را باد می‌کنند و چند ثانیه در این حالت نگاه می‌دارند تا رگ باز شود. گاهی هم لازم است با قرار دادن یک لوله مشبک فنری، از بسته شدن دوباره رگ جلوگیری کنند.

## فعالیت ۵

### اندازه‌گیری فشار خون

دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار خون انواع زیادی دارند، از جمله عقربه‌ای و جیوه‌ای که انواع رقمی (دیجیتال) هم به آنها اضافه شده است. یکی از انواع آن را به کلاس بیاورید و با کمک معلم خود فشار خون هم کلاسان را اندازه‌گیری کنید.

فشار خون را با دو عدد (مثلاً ۱۲۰ روی ۸۰) بیان می‌کنند. این دو عدد به ترتیب، معرف فشار بیشینه و فشار کمینه برحسب میلی‌متر جیوه است. فشار بیشینه فشاری است که خون در نتیجه روی دیواره سرخرگ وارد می‌کند. فشار کمینه فشاری است که خون در هنگام قلب، به دیواره سرخرگ وارد می‌کند.



عوامل مختلفی می‌تواند روی فشار خون تأثیر بگذارد، از جمله: چاقی، مصرف چربی و نمک زیاد، دخانیات، استرس (فشار روانی) و سابقه خانوادگی.

به ویژه

## فعالیت ۶

در مورد اینکه آیا نوشیدن قهوه بر فشارخون افراد تأثیر می‌گذارد یا نه، پژوهشی را طراحی کنید و با همکاری گروه درسی خود، آن را انجام دهید و نتیجه را در کلاس ارائه کنید.

### مویرگ‌ها

### بیشتر بدانید

در یک فرد سالم و معمولی، فشار بیشینه بین ۱۱۰ تا ۱۴۰ و فشار کمینه بین ۷۰ تا ۹۰ میلی‌متر جیوه است.

**فشار خون پایین:** به فشار بیشینه کمتر از ۱۱۰ گفته می‌شود و در بعضی افراد ممکن است ناشی از فقر غذایی یا بی‌نظمی در کارکرد غدد تیروئید یا فوق کلیه باشد.

**فشار خون بالا:** به فشار خون بیشینه بیش از ۱۴۰ و فشار کمینه بیش از ۹۰ گفته می‌شود که عامل مهمی است در بروز بیماری‌های قلبی و می‌تواند به قلب فشار وارد کند و ماهیچه قلب به‌طور زودرس به مرحله فرسودگی برسد یا در بافت پوششی رگ‌ها شکاف‌هایی ایجاد کند که احتمال رسوب مواد و بستن رگ‌ها را افزایش دهد.

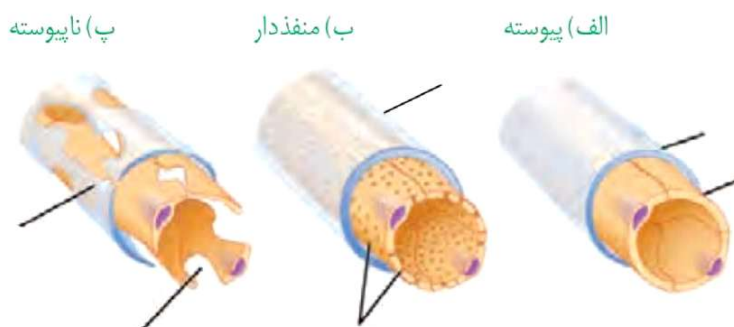
سرخرگ‌های کوچک به مویرگ‌هایی منتهی می‌شوند که رگ‌های بدن هستند. تبادل مواد بین خون و یاخته‌های بدن، در این رگ‌ها انجام می‌شود. دیواره نازک و جریان خون کند، امکان تبادل مناسب مواد را در مویرگ‌ها فراهم می‌کند. در عین حال مویرگ‌ها شبکه وسیعی را در بافت‌ها ایجاد می‌کنند به طوری که فاصله یاخته‌های بدن تا مویرگ‌ها حدود ۰/۰۲ میلی‌متر (۲۰ میکرومتر) است. این فاصله کم، مبادله سریع مولکول‌ها را از طریق ، آسان‌تر می‌کند. دیواره مویرگ‌ها، فقط از لایه یاخته‌های پوششی سنگ‌فرشی ساخته شده است و ندارد.

مویرگ‌ها را غشای پایه، احاطه می‌کند و نوعی صافی برای محدود کردن عبور مولکول‌های به وجود می‌آورد. مویرگ‌های بدن در سه گروه قرار می‌گیرند:

در **مویرگ‌های پیوسته** یاخته‌های بافت پوششی با همدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند. چنین مویرگ‌هایی به‌عنوان مثال در شدت تنظیم می‌شود (شکل ۱۲ - الف).

**مویرگ‌های منفذدار** منافذ فراوانی در سلول‌های پوششی دارند. غشای پایه در این مویرگ‌ها است که، عبور مولکول‌های درشت مثل پروتئین‌ها را محدود می‌کند (شکل ۱۲ - ب). این مویرگ‌ها به‌عنوان مثال در یافت می‌شوند.

در **مویرگ‌های ناپیوسته** یاخته‌های پوششی به هم متصل‌اند؛ گرچه بین آنها فاصله‌هایی به‌صورت در دیواره مویرگ دیده می‌شود (شکل ۱۲ - پ). چنین مویرگ‌هایی به‌عنوان مثال در یافت می‌شوند.

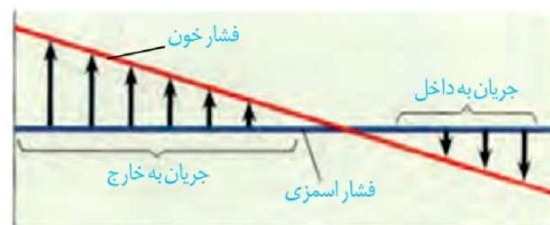
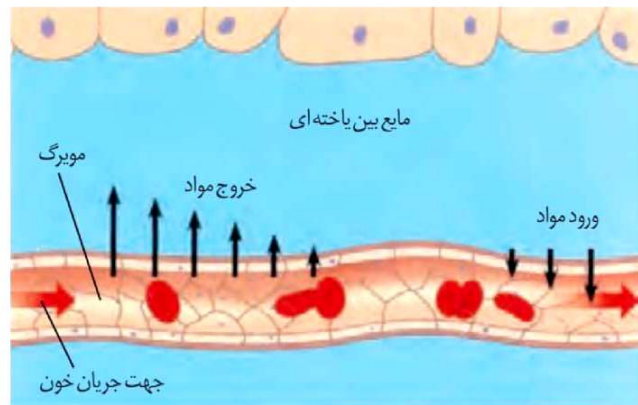


شکل ۱۲- انواع مویرگ

### تبادل مواد در مویرگ‌ها

تبادل مواد بین خون و بافت‌ها در مویرگ‌ها انجام می‌شود. مولکول‌های مواد ممکن است از یاخته‌های پوششی مویرگ و یا از این یاخته‌ها عبور کنند. در ابتدای سرخرگی مویرگ، فشار خون نسبت به فشار اسمزی است و باعث مواد از مویرگ می‌شود. در اینجا بخشی از خونابه جز مولکول‌های درشت از مویرگ خارج و به بافت وارد می‌شوند. در نتیجه خروج خونابه، فشار خون می‌یابد؛ به طوری که در بخش سیاهرگی مویرگ، فشار اسمزی از فشار خون است، در نتیجه آب همراه با مولکول‌های متفاوت از جمله یاخته‌ها، وارد مویرگ می‌شوند (شکل ۱۳).

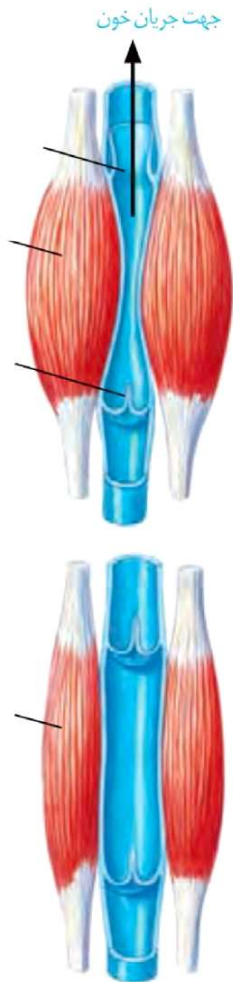
کمبود پروتئین‌های خون و افزایش فشار خون درون سیاهرگ‌ها می‌تواند سرعت بازگشت مایعات از بافت به خون را کاهش دهد. در نتیجه، بخش‌هایی از بدن، متورم می‌شوند که به این حالت «خیز» یا «ادم» می‌گویند. مصرف نمک و مصرف مایعات نیز می‌تواند به خیز منجر شود.



شکل ۱۳- تبادل مواد در مویرگ‌ها

### سیاهرگ‌ها

همان‌طور که در شکل ۱۰ دیدید، سیاهرگ‌ها با داشتن فضای داخلی و دیواره‌ای با مقاومت کم، می‌توانند بیشتر حجم خون را در خود جای دهند. خون در سیاهرگ‌ها می‌شود اما به علت کاهش شدید فشار خون و جهت حرکت خون در سیاهرگ‌ها که در بیشتر آنها به سمت است لازم است عواملی به جریان خون در سیاهرگ‌ها کمک کنند. **تلمبه ماهیچه اسکلتی:** حرکت خون در سیاهرگ‌ها به ویژه در از قلب، به مقدار زیادی به انقباض ماهیچه‌های اسکلتی وابسته است. انقباض ماهیچه‌های دست و پا، شکم و میان‌بند، به سیاهرگ‌های مجاور خود فشاری وارد می‌کنند که باعث حرکت خون در سیاهرگ به سمت قلب می‌شود (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- تلمبه ماهیچه اسکلتی و عملکرد دریچه‌های لانه کبوتری

**دریچه‌های لانه کبوتری:** در سیاهرگ‌های دست و پا، جریان خون را و به سمت بالا هدایت می‌کنند. در هنگام انقباض هر ماهیچه در سیاهرگ مجاور آن، دریچه‌های بالایی و دریچه‌های پایین، می‌شوند (شکل ۱۴).

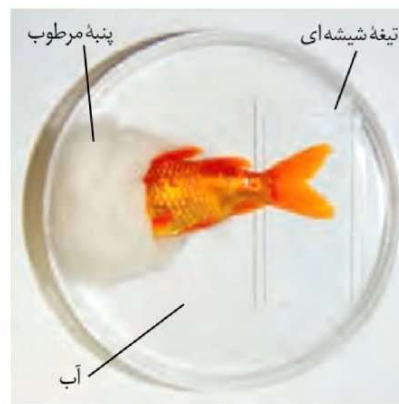
**فشار مکشی قفسه سینه:** هنگام به وجود می‌آید، که قفسه سینه می‌شود. در این حالت فشار از روی سیاهرگ‌های نزدیک قلب برداشته می‌شود و درون آنها فشار مکشی ایجاد می‌شود که خون را به سمت بالا می‌کشد.

## فعالیت ۸

### مشاهده گردش خون در باله دمی ماهی

بدن یک ماهی کوچک را در پنبه خیس بیچید به طوری که فقط باله

دمی آن بیرون باشد. ماهی را در ظرف پتری قرار دهید که مقداری آب دارد. روی باله دمی، یک تیغه بگذارید تا باله دمی گسترده شود و ماهی تکان نخورد. مجموعه را روی صفحه



میکروسکوپ طوری قرار دهید که نور از باله دمی عبور کند. ابتدا با بزرگ‌نمایی کم و سپس با بزرگ‌نمایی متوسط، آن را مشاهده کنید.

- با توجه به معکوس بودن تصویر در میکروسکوپ، چگونه می‌توانید سرخرگ و سیاهرگ را در باله دمی، تشخیص دهید؟

- گزارشی از آنچه مشاهده می‌کنید به معلم خود ارائه کنید.

- پس از پایان کار، ماهی را به آب برگردانید.

## دستگاه لنفی

دستگاه لنفی شامل ، رگ‌های لنفی، مجاری لنفی، گره‌های لنفی و اندام‌های لنفی است. کار اصلی آن، تصفیه و دیگری است که از مویرگ‌ها به فضای میان بافتی نشت

پیدا می‌کنند و به مویرگ‌ها برنمی‌گردند. نشت این مواد در جریان ورزش و ، افزایش قابل توجهی پیدا می‌کند. لنف مایعی تشکیل شده از مواد متفاوت و است.

کار دیگر دستگاه لنفی، انتقال از دیواره روده باریک به خون و همچنین از بین بردن میکروب‌های بیماری‌زا و است.

لنف بعد از عبور از مویرگ‌ها و رگ‌های لنفی از طریق دو رگ بزرگ لنفی به نام **مجرای لنفی** به سیاهرگ‌های زیر ترقوه‌ای چپ و راست می‌ریزد. بنابراین، لنف پس از به دستگاه گردش خون برمی‌گردد (شکل ۱۵).

## تنظیم دستگاه گردش خون

گره ضربان‌ساز، تکانه‌های منظمی را ایجاد و در قلب منتشر می‌کند تا چرخه ضربان قلب به‌طور منظم تکرار شود. در حالت عادی این ضربان و برون ده قلبی ناشی از آن، نیاز اکسیژن و مواد مغذی اندام‌های بدن را برطرف می‌کند. اما در هنگام فعالیت ورزشی یا در حالت استراحت، برون ده قلب باید تغییر یابد. این تنظیم‌ها با ساز و کارهای مختلفی انجام می‌شود:

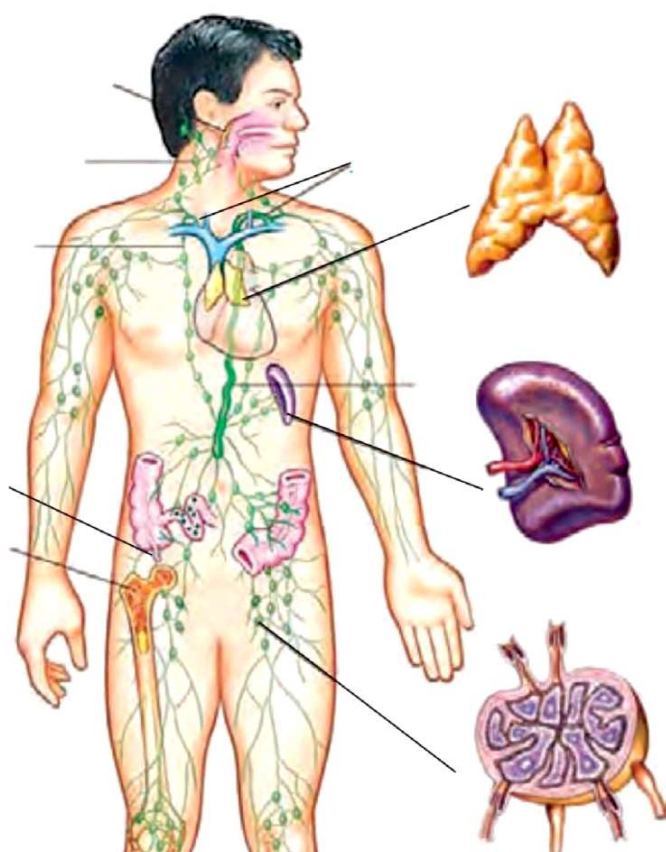
### نقش دستگاه عصبی خود مختار:

افزایش و کاهش فعالیت قلب متناسب با شرایط، به‌وسیله اعصاب دستگاه عصبی خود مختار انجام می‌شود. مرکز هماهنگی این اعصاب در و و در مرکز تنظیم تنفس قرار دارد و همکاری این مراکز، نیاز بدن به مواد مغذی و اکسیژن را در شرایط خاص به خوبی تأمین می‌کند.

**نقش هورمون‌ها:** وقتی در فشار روانی مثل نگرانی، ترس و استرس امتحان قرار می‌گیریم، ترشح بعضی هورمون‌ها از غدد درون‌ریز مثل فوق کلیه، افزایش می‌یابد. این هورمون‌ها مثلاً با اثر بر قلب، ضربان قلب و فشارخون را افزایش می‌دهند.

**تنظیم موضعی جریان خون در بافت‌ها:** افزایش کربن دی‌اکسید، با سرخرگ‌های کوچک میزان جریان خون را در آنها افزایش می‌دهد.

**نقش گیرنده‌ها در حفظ فشار سرخرگی:** گیرنده‌های حساس به فشار، گیرنده‌های حساس به کمبود اکسیژن و گیرنده‌های حساس به افزایش کربن دی‌اکسید و پس از تحریک، به مراکز عصبی پیام می‌فرستند تا فشار سرخرگی در حد طبیعی حفظ، و نیازهای بدن در شرایط خاص تأمین شود.

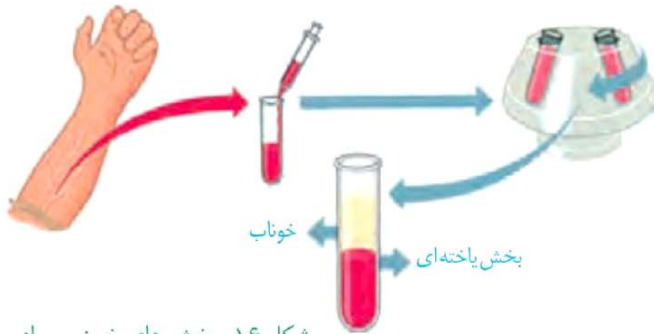


شکل ۱۵- اجزای دستگاه لنفی، مسیر لنف و چگونگی اتصال آن به دستگاه گردش خون

### بیشتر بدانید

#### ثبات فعالیت‌های دستگاه گردش خون در یک دوره زمانی (مانیتورینگ)

متخصصان با متصل کردن دستگاه‌های الکترونیکی ویژه‌ای به بدن فرد، فشارخون و فعالیت الکتریکی قلب او را در مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت تحت نظر قرار می‌دهند. در این حالت فرد فعالیت‌های معمول خود را انجام می‌دهد. پزشکان با بررسی نمودارهای حاصل، به‌چگونگی کار قلب و رگ‌ها در شرایط مختلف پی‌می‌برند.

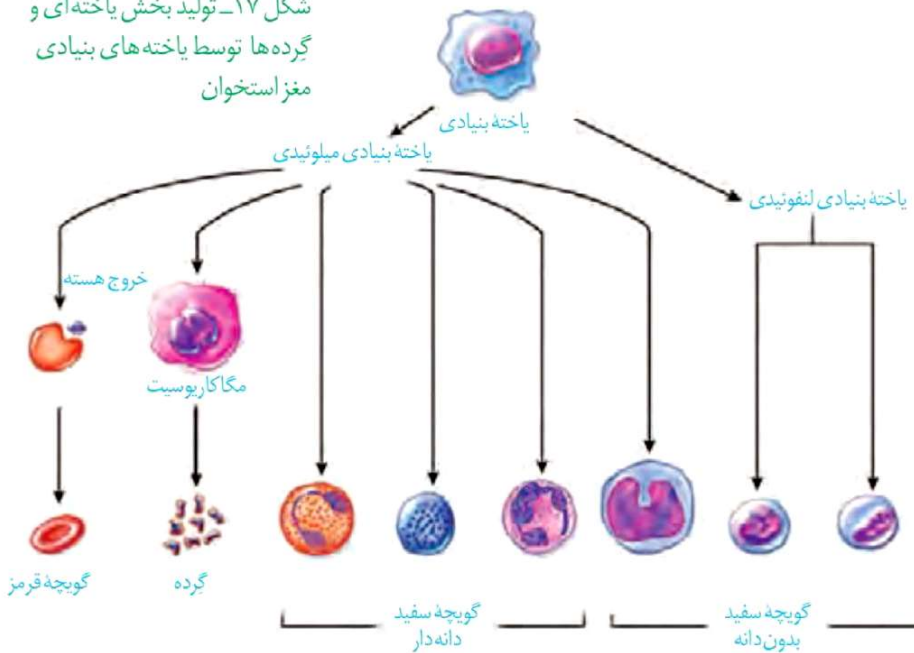


شکل ۱۶- بخش‌های خون پس از گریزانه

خون، نوعی است که به طور منظم و یک طرفه در رگ‌های خونی جریان دارد و دارای دو بخش است: خوناب که حالت مایع دارد و بخش یاخته‌ای که گویچه‌های قرمز، گویچه‌های سفید و گرده (ها) را شامل می‌شود. اگر مقداری از خون را گریزانه (سانتریفیوژ) کنیم، دو بخش خون از هم جدا می‌شود و می‌توان درصد هر کدام را مشخص کرد. معمولاً در فرد سالم و بالغ ۵۵ درصد حجم خون را خوناب (پلازما) و ۴۵ درصد را بخش یاخته‌ای تشکیل می‌دهند (شکل ۱۶).

از کارهای خون، اکسیژن، کربن دی‌اکسید، هورمون‌ها و مواد دیگر است. خون ارتباط شیمیایی بین یاخته‌های بدن را امکان‌پذیر می‌سازد و به تنظیم و یکسان کردن دما در نواحی مختلف بدن کمک می‌کند. همچنین در ایمنی و دفاع در برابر عوامل خارجی نقش اساسی دارد و در هنگام خون‌ریزی، به کمک عواملی، از هدر رفتن خون جلوگیری می‌کند. بیش از ۹۰ درصد خوناب، است و بقیه آن را موادی مانند پروتئین‌ها، مواد مغذی، یون‌ها و مواد دفعی تشکیل می‌دهند. پروتئین‌های خوناب نقش‌های گوناگونی دارند. آلبومین، فیبرینوژن و گلوبولین از پروتئین‌های خوناب‌اند. آلبومین، در حفظ فشار اسمزی خون و انتقال مثل پنی‌سیلین نقش دارد. فیبرینوژن، در گلوبولین‌ها در مبارزه با عوامل بیماری‌زا اهمیت دارند.

شکل ۱۷- تولید بخش یاخته‌ای و گرده‌ها توسط یاخته‌های بنیادی مغز استخوان



وجود یون‌های و در خوناب، اهمیت زیادی دارد؛ چون در فعالیت یاخته‌های بدن نقش کلیدی دارند. بخش دوم خون شامل گویچه‌های قرمز، گویچه‌های سفید و گرده‌ها هستند که دو گروه اول، یاخته‌های خونی و گرده‌ها، هستند. در یک فرد بالغ، تولید یاخته‌های خونی و گرده‌ها در مغز قرمز استخوان انجام می‌شود.

در مغز استخوان **یاخته‌های بنیادی** وجود دارند که با تقسیمات خود، این بخش خون را تولید می‌کنند. البته در ، یاخته‌های خونی و گرده‌ها در اندام‌های دیگری مثل کبد و طحال نیز ساخته می‌شود. یاخته‌های بنیادی مغز استخوان، یاخته‌هایی هستند که توانایی و تولید یاخته را دارند. ابتدا این یاخته‌ها تقسیم می‌شوند و دو نوع یاخته را ایجاد می‌کنند: یاخته‌های بنیادی **لنفوئیدی** که در جهت تولید لنفوسیت‌ها عمل می‌کنند و یاخته‌های بنیادی **میلوئیدی** که منشأ بقیه یاخته‌های خونی و هستند (شکل ۱۷).

### یاخته‌های خونی قرمز

در انسان بیش از ۹۹ درصد یاخته‌های خونی را گویچه‌های قرمز تشکیل می‌دهند که به خون، ظاهری قرمز رنگ می‌دهند. این یاخته‌های کروی که از ، حالت فرو رفته دارند، در تشکیل در مغز استخوان، خود را از دست می‌دهند و سیتوپلاسم آنها از هموگلوبین پر می‌شود (شکل ۱۸).

نسبت به صورت درصد بیان می‌شود،

**خون بهر (هماتوکریت)** گفته می‌شود.

نقش اصلی گویچه‌های قرمز، انتقال گازهای تنفسی است. متوسط عمر گویچه‌های قرمز ۱۲۰ روز است. تقریباً یک درصد از گویچه‌های قرمز، تخریب می‌شود و باید جایگزین شود. تخریب یاخته‌های خونی قرمز آسیب‌دیده و مرده در و انجام می‌شود. آهن آزاد شده در این فرایند یا در کبد ذخیره می‌شود و یا همراه خون به مغز استخوان می‌رود و در ساخت دوباره گویچه‌های قرمز مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱۸- یاخته‌های خونی قرمز

### واژه شناسی

**خون بهر**

(Hematocrit / هماتوکریت)

بهر در خون بهر به معنی بهره و نسبت است.

### فعالیت ۹

– به نظر شما چرا در انسان و بسیاری از ، گویچه‌های قرمز، هسته و خود را از دست می‌دهند؟

– چرا غشای گویچه‌های قرمز در دو طرف، حالت فرورفته دارد؟

– محصور بودن هموگلوبین در غشای گویچه‌های قرمز چه اهمیتی دارد؟

برای ساخته شدن گویچه‌های قرمز در مغز استخوان، علاوه بر وجود ، ویتامین « B<sub>۱۲</sub> » و فولیک اسید نیز لازم است. فولیک اسید، نوعی ویتامین از خانواده B است که برای یاخته‌ای لازم است. کمبود آن باعث می‌شود یاخته‌ها به ویژه در ، تکثیر نشوند و تعداد گویچه‌های قرمز کاهش یابد. سبزیجات با برگ سبز تیره، ، گوشت قرمز و جگر از منابع آهن و فولیک اسیدند. کارکرد صحیح به وجود ویتامین « B<sub>۱۲</sub> » وابسته است. این ویتامین در به فراوانی وجود دارد.

### بیشتر بدانید

کاهش تعداد گویچه‌های قرمز و نیز کاهش مقدار هموگلوبین را **آنمی** یا **کم خونی** می‌گویند. ضعف و خستگی زودرس و پریدگی رنگ، ممکن است از نشانه‌های کم خونی باشد ولی تشخیص آن با آزمایش خون و تعیین میزان هموگلوبین انجام می‌شود. استفاده از گوشت، جگر و سبزیجات تیره تازه، برای جلوگیری از آن توصیه می‌شود.

**تنظیم تولید گویچه‌های قرمز:** اگرچه تولید گویچه‌های قرمز به وجود آهن، فولیک اسید و ویتامین «B<sub>۱۲</sub>» وابسته است؛ در بدن ما تنظیم میزان گویچه‌های قرمز، به ترشح هورمونی به نام **بستگی** دارد. این هورمون توسط گروه ویژه‌ای از یاخته‌های و کبد به درون خون ترشح می‌شود و روی اثر می‌کند تا سرعت تولید گویچه‌های قرمز را زیاد کند. این هورمون به طور به مقدار کم ترشح می‌شود تا تعداد گویچه‌های قرمز را جبران کند. اما هنگام کاهش مقدار اکسیژن خون، این هورمون افزایش می‌یابد که این حالت در کم‌خونی، بیماری‌های تنفسی و قلبی، یا قرار گرفتن در ارتفاعات، ممکن است رخ دهد.

### فعالیت ۱۰

شاید برگه‌های جواب آزمایش خون را دیده باشید. در این برگه‌ها اطلاعات زیادی در مورد یاخته‌ها و ترکیبات خون وجود دارد. یکی از این برگه‌ها را بررسی کنید و با توجه به آن، به سؤالات زیر پاسخ دهید:

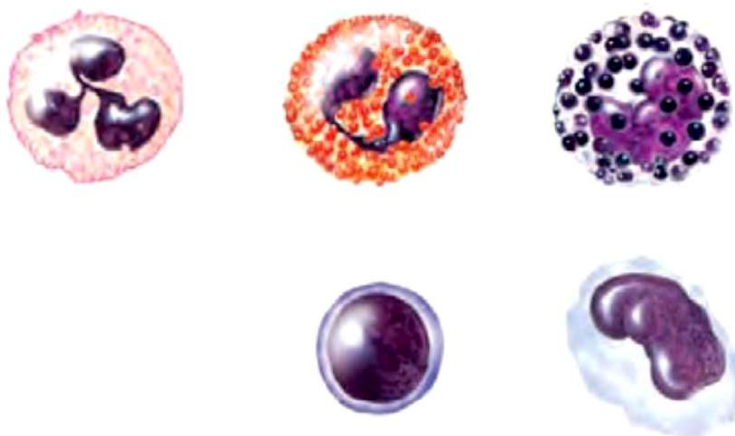
۱- تعداد طبیعی هریک از یاخته‌های خونی (WBC و RBC) و گرده‌ها (PLT) را در واحد اندازه‌گیری میکرو لیتر ( $\mu\text{L}$ ) مشخص کنید.

۲- میزان انواع لیپیدهایی را که در آزمایش خون سنجیده می‌شود؛ مشخص کنید.

۳- گفتیم که روزانه تقریباً یک درصد گویچه‌های قرمز تخریب می‌شود. با توجه به تعداد RBC اگر حجم کل خون ما پنج لیتر باشد، روزانه چه تعداد از این یاخته‌ها تخریب می‌شوند و باید جایگزین شوند؟

### یاخته‌های خونی سفید

یاخته‌های خونی، که ضمن گردش در خون، در بافت‌های مختلف بدن نیز پراکنده می‌شوند، هستند. نقش اصلی آنها، دفاع از بدن در برابر عوامل خارجی است. این یاخته‌ها هسته دارند. انواع و ویژگی‌های آنها را در شکل ۱۹ مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۹- یاخته‌های خونی سفید

- ۱- بازوفیل: هسته دو قسمتی روی هم افتاده - سیتوپلاسم با دانه‌های تیره
- ۲- آنوزینوفیل: هسته دو قسمتی دمبلی - سیتوپلاسم با دانه‌های روشن درشت
- ۳- نوتروفیل: هسته چند قسمتی - سیتوپلاسم با دانه‌های روشن ریز
- ۴- مونوسیت: هسته تکی خمیده یا لوبیایی - سیتوپلاسم بدون دانه
- ۵- لنفوسیت: هسته تکی گرد یا بیضی - سیتوپلاسم بدون دانه

## بیشتر بدانید

تعداد یاخته‌های خونی و گرده‌ها در میلی‌متر مکعب خون	
RBC	$5-6 \times 10^6$
WBC	$6-7 \times 10^2$
PLT	$250 \times 10^3$

## فعالیت ۱۱

### مشاهده یاخته‌های خونی قرمز و سفید

- با کمک معلم و رعایت نکات ایمنی، گسترش خونی تهیه کنید.
- در صورتی که امکانات لازم برای رنگ آمیزی یاخته‌های خونی در آزمایشگاه شما وجود دارد، گسترش خونی تهیه شده را رنگ آمیزی کنید.
- همچنین می‌توانید از نمونه‌های آماده یاخته‌های خونی که رنگ آمیزی شده‌اند، نیز استفاده کنید و انواع یاخته‌های خونی را با استفاده از میکروسکوپ در آن تشخیص دهید.

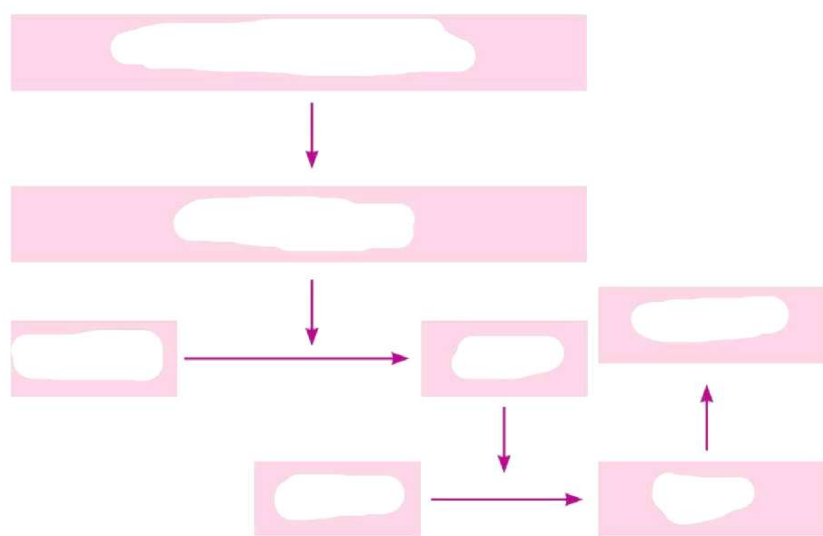


## گرده‌ها

گرده‌ها بی‌رنگ و بدون هسته‌ای هستند که درون خود دانه‌های زیادی دارند و از کوچک‌ترین گرده‌ها در مغز استخوان، زمانی تولید می‌شوند که یاخته‌های بزرگی به نام قطعه‌قطعه و وارد جریان خون می‌شوند (شکل ۱۷). درون هر یک از قطعات، دانه‌های کوچک پر از وجود دارند. گرده‌ها به چند طریق از هدر رفتن خون جلوگیری می‌کنند. در خون‌ریزی‌های محدود، که رگ‌ها آسیب جزئی می‌بینند، در محل آسیب، گرده‌ها دور هم جمع می‌شوند، به هم می‌چسبند و ایجاد درپوش می‌کنند. این درپوش جلوی خروج خون از رگ آسیب‌دیده را می‌گیرد.

در خون‌ریزی‌های شدیدتر، گرده‌ها در تولید نقش اصلی دارند. آنها با آزاد کردن مواد و با کمک پروتئین‌های خوناب مثل فیبرینوژن، لخته را ایجاد می‌کنند. تشکیل لخته در محل زخم، جلوی خون‌ریزی را می‌گیرد (شکل ۲۰). وجود ویتامین و یون در انجام روند انعقاد خون و تشکیل لخته لازم است.

مراحل انعقاد خون با کمک گرده‌ها و عوامل انعقادی دیگر را در نمودار زیر می‌بینید.

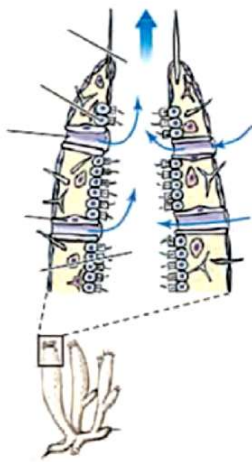


شکل ۲۰- رشته‌های پروتئینی فیبرین که یاخته‌های خونی و گرده‌ها را دربرگرفته و لخته را تشکیل داده‌اند.

## بیشتر بدانید

### آزمایش PT (Prothrombin Time)

یکی از آزمایش‌های تعیین‌کننده سلامت گرده‌ها و چگونگی عمل آنها در انعقاد خون، آزمایش PT یا زمان پروترومبین است که در آن، زمان لازم برای انعقاد خون را می‌سنجند. PT طبیعی تقریباً ۱۲ ثانیه است. اگر این مدت در فردی کم یا زیاد باشد میزان گرده یا کارکرد آنها طبیعی نیست. در استفاده از داروهای ضد انعقاد مثل وارفارین نیز معیار سنجش تأثیر دارو، تعیین PT شخص است که از روی آن میزان دارو را تغییر می‌دهند.



شکل ۲۱- گردش آب در بدن نوعی اسفنج



شکل ۲۲- شکل نوعی اسفنج

در تک یاخته‌ای‌ها تبادل گاز، تغذیه و دفع بین محیط و یاخته از آن انجام می‌شود. در جانداران پر یاخته‌ای به دلیل زیاد بودن تعداد یاخته‌ها، همه یاخته‌ها با محیط بیرون ارتباط ندارند و لازم است در آنها دستگاه به وجود آید تا یاخته‌ها نیازهای غذایی و دفع مواد زائد خود را با کمک آن برطرف کنند. دستگاه‌های گردش مواد در جانوران مختلف به صورت‌های زیر است:

**سامانه گردش آب:** در اسفنج‌ها، آب از محیط بیرون از طریق سوراخ‌های دیواره به حفره یا حفره‌هایی وارد و پس از آن از سوراخ یا سوراخ‌های بزرگ‌تری خارج می‌شود. عامل حرکت آب، هستند که دارند (شکل‌های ۲۱ و ۲۲).

**حفره گوارشی:** حفره گوارشی در هیدریر از مایعات است و علاوه بر ، وظیفه گردش مواد را نیز بر عهده دارد.

در کرم‌های پهن آزادی مثل ، انشعابات حفره گوارشی به تمام نواحی بدن نفوذ می‌کنند به طوری که فاصله انتشار مواد تا یاخته‌ها بسیار کوتاه است. در این جانوران به جابه‌جایی مواد کمک می‌کند (شکل ۲۳).

در جانوران دستگاه اختصاصی برای گردش مواد شکل می‌گیرد که در آن مایعی برای جابه‌جایی مواد وجود دارد. در این جانوران، دو نوع سامانه گردش مواد مشاهده می‌شود.

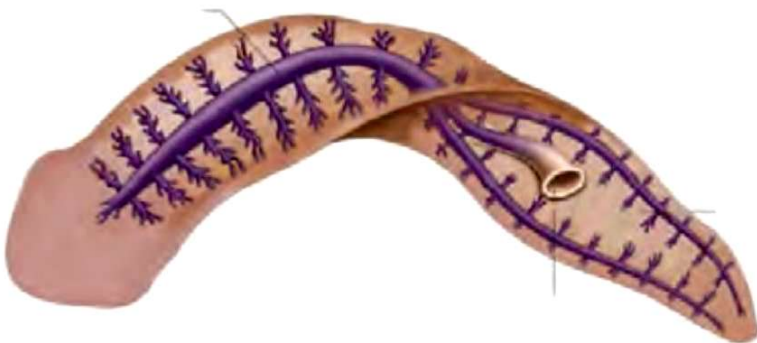
**سامانه گردش باز:** قلب در سامانه باز، مایعی به نام همولنف را به حفره‌های بدن پمپ می‌کند. همولنف نقش‌های ، لنف و آب میان‌بافتی را بر عهده دارد. جانورانی که سامانه گردش باز دارند، ندارند و همولنف مستقیماً به فضای بین یاخته‌های بدن آنها وارد می‌شود و در مجاورت آنها جریان می‌یابد. مانند ملخ سامانه گردش باز دارند.

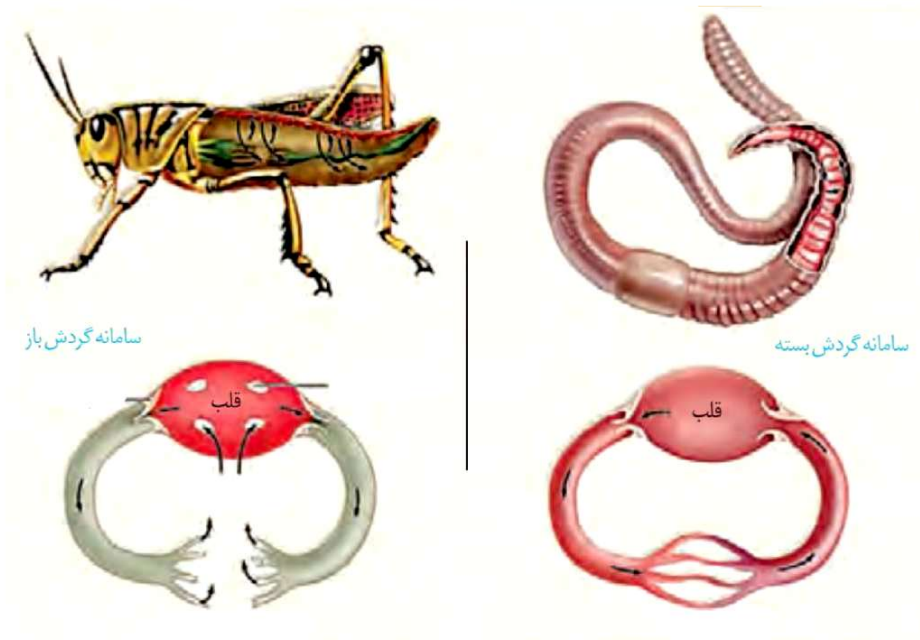
**سامانه گردش بسته:** سامانه گردش بسته در کرم‌های حلقوی، نظیر کرم‌خاکی وجود دارد. در این سامانه در کنار یاخته‌ها و با کمک آب میان‌بافتی، تبادل مواد مغذی، دفعی و گازها را انجام می‌دهند (شکل ۲۴).

مهره‌داران، سامانه گردش بسته دارند. گردش خون در مهره‌داران به صورت ساده و یا مضاعف است. در گردش ساده مثل ماهی و ، خون، ضمن یک بار گردش در بدن، یک بار از قلب دو حفره‌ای آن عبور می‌کند. مزیت این سیستم، انتقال به تمام مویرگ‌های

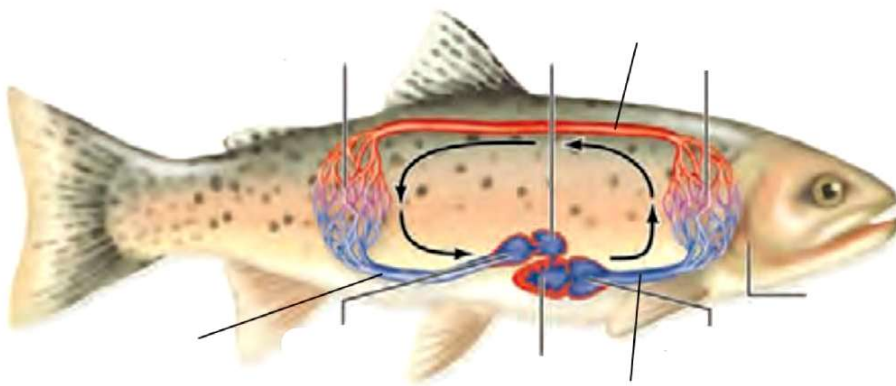
اندام‌هاست (شکل ۲۵).

شکل ۲۳- حفره گوارشی و انشعابات آن در پلاناریا





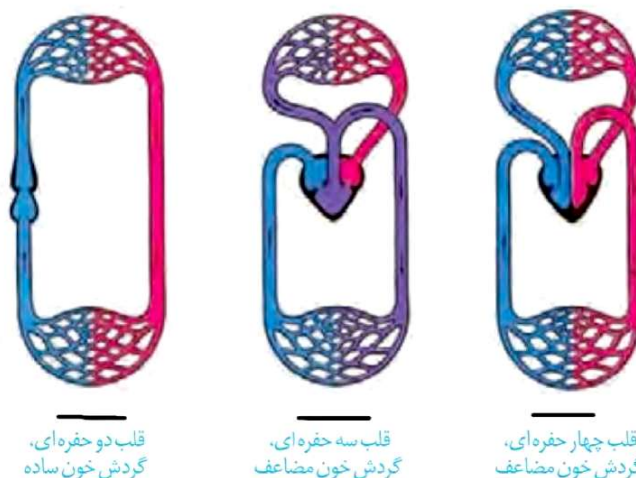
شکل ۲۴- مقایسه سامانه گردش باز و بسته در کرم خاکی و ملخ



شکل ۲۵- گردش خون ماهی - خون همه بدن از طریق سیاهرگ شکمی به دهلیز و سپس به بطن وارد می شود. انقباض بطن، خون را از طریق به آبشش ها می فرستد. پس از تبادل گازهای تنفسی، خون از طریق سرخرگ پشته به تمام بدن و پس از تبادل مویرگی با یاخته های بدن وارد سیاهرگ شکمی می شود و به قلب برمی گردد. قبل از دهلیز، و بعد از بطن، مخروط سرخرگی قرار دارد.

در گردش مضاعف، که در سایر مهره داران دیده می شود، خون ضمن یک بار گردش در بدن، از قلب عبور می کند. در این سامانه، قلب به صورت دو تلمبه عمل می کند: یک تلمبه با فشار کمتر برای و تلمبه دیگر با فشار بیشتر برای فعالیت می کند.

سامانه گردش مضعف، از به بعد شکل گرفته است. قلب سه حفره‌ای دوزیستان از یک بطن و دو دهلیز تشکیل شده است (شکل ۲۶). در فصل ۳ دانستید که دوزیستان دارند و بنابراین علاوه بر شش‌ها، نیز در تبادل گازهای تنفسی نقش اساسی دارد.



شکل ۲۶- قلب در انواع مهره داران

قلب دو حفره‌ای، گردش خون ساده

قلب سه حفره‌ای، گردش خون مضعف

قلب چهار حفره‌ای، گردش خون مضعف

### بیشتر بدانید

در سه گروه خزندگان (مارها، لاک‌پشت‌ها و سوسمارها) قلب چهار حفره‌ای است ولی دیواره بین دو بطن کامل نشده است.

رخ می‌دهد. این

جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان و پستانداران و برخی خزندگان مثل

حالت، حفظ فشار در سامانه گردش مضعف را آسان می‌کند. فشار خون بالا برای

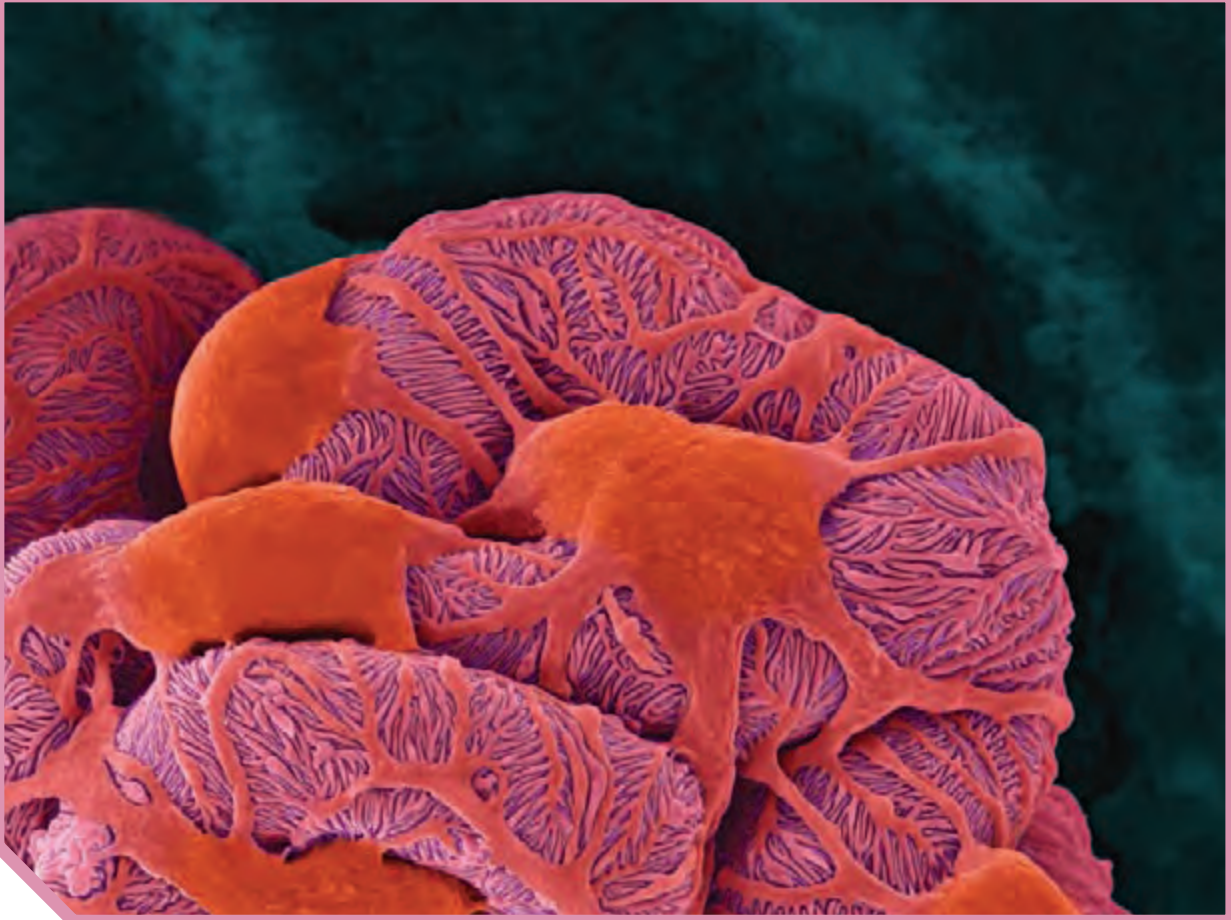
غذایی و خون غنی از اکسیژن به بافت‌ها در جانورانی با نیاز زیاد به مهم است.

### قلب و سامانه‌های گردش در پرندگان و پستانداران

### بیشتر بدانید

#### قلب مصنوعی: پیوند علم و فناوری

خون با انقباض بطن‌ها در رگ‌ها جاری می‌شود؛ اما ممکن است قلب به دلایل متفاوت آسیب ببیند و نتواند نیروی لازم را برای گردش خون فراهم کند. این وضعیت که **نارسایی قلبی** نامیده می‌شود، نیاز به مراقبت‌های پزشکی دارد و به دلایل متفاوت مانند پرفشاری خون، مشکل در رگ‌های قلب یا التهاب بافت قلب ایجاد می‌شود. در صورتی که نارسایی شدید باشد، با انجام عمل پیوند قلب، زندگی بیمار را حفظ می‌کنند. اما قلب سالم برای پیوند همیشه در دسترس نیست یا ممکن است فرد بیمار شرایط دریافت پیوند را نداشته باشد. در چنین مواردی از قلب مصنوعی برای ایجاد نیروی لازم برای گردش خون در رگ‌ها استفاده می‌شود. تاریخچه قلب مصنوعی که نمونه‌ای از پیوند زیست‌شناسی و فناوری است به اواسط قرن بیستم میلادی برمی‌گردد. ساختن قلب مصنوعی علاوه بر دانش مربوط به ساختار و عملکرد قلب و رگ‌ها، به شناخت مواد مناسب و یا چگونگی ساختن آنها، دانش ریاضی و مهندسی وابسته است. تا به امروز تلاش‌های موفقیت‌آمیزی برای بهبود قلب مصنوعی انجام شده است. در حال حاضر جدیدترین قلب مصنوعی، بیشترین شباهت را با قلب طبیعی دارد. در ایران نیز عمل پیوند قلب مصنوعی از سال ۱۳۹۳ انجام می‌شود. شرکت‌های سازنده قلب مصنوعی، در ساخت و بهبود قلب مصنوعی به مواردی مانند استفاده از مواد مناسب، بیشترین کارایی، کمترین هزینه و سهولت به کارگیری توجه دارند.



## فصل ۵

# تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد

گرچه ما انسان‌ها در خشکی زندگی می‌کنیم اما یاخته‌های ما با محیط مایع در ارتباط‌اند. آنچه درباره‌ی این محیط مایع حائز اهمیت است، مشابه بودن غلظت آن با غلظت درون یاخته‌ها یا به عبارت دقیق‌تر مشابه بودن آنهاست. اگر غلظت مایع اطراف یاخته‌ها رقیق‌تر یا غلیظ‌تر از یاخته‌ها باشد، تهدیدی جدی برای ادامه‌ی حیات ما خواهد بود؛ چون ممکن است به ورود بیش از حد آب به یاخته یا خروج آب از آن منجر شود. بدن ما چگونه فشار اسمزی مایع اطراف یاخته‌ها را تنظیم می‌کند؟ چگونه ترکیب شیمیایی آن را ثابت نگه می‌دارد؟ آیا روش‌هایی که بدن انسان به کار می‌گیرد، در سایر جانوران هم دیده می‌شوند؟ ادرار چگونه تشکیل می‌شود؟ ترکیب شیمیایی ادرار چه اطلاعاتی را درباره‌ی وضعیت درونی بدن فراهم می‌کند؟ اینها نمونه پرسش‌هایی است که پاسخ آنها را در این فصل خواهیم یافت.



## واژه‌شناسی

## هم‌ایستایی (Homeostasis) / هومئوستازی

هومئو به معنای هم یا همان و ستازی به معنی وضعیت ثابت و ایستا است و برای حفظ تعادل و پایداری وضعیت طبیعی بدن به کار می‌رود. هم‌ایستایی کلمه‌ای است که از ترکیب هم با صفت فاعلی ایستا به معنی ایستادن تشکیل شده است.

اگر در یک روز گرم تابستانی ورزش کنید، عرق می‌کنید و احتمالاً متوجه خواهید شد که از مقدار ادرار شما کاسته خواهد شد. می‌دانید چرا؟ چون بدن شما در نتیجه عرق کردن، آب از دست می‌دهد و بنابراین مقدار ادرار را کاهش می‌دهد تا آب از دست رفته را جبران کند.

کمبود آب، اکسیژن و مواد مغذی یا انباشته شدن مواد دفعی یاخته‌ها مثل کربن دی‌اکسید و مواد دفعی نیتروژن دار از جمله مواردی اند که ادامه حیات را تهدید می‌کنند. حفظ وضعیت درونی بدن در محدوده‌ای (هم‌ایستایی)، برای تداوم حیات، ضرورت دارد.

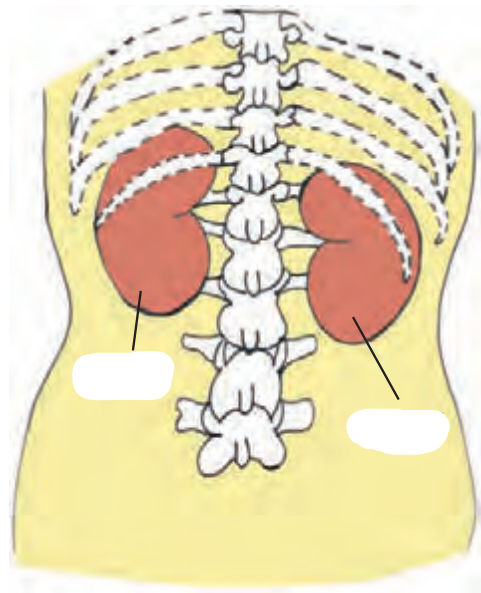
اگر وضعیت درونی بدن از تعادل خارج شود، بعضی مواد، بیش از حد لازم یا کمتر از حد لازم به یاخته‌ها می‌رسند. بیماری‌ها در نتیجه برهم خوردن هم‌ایستایی پدید می‌آیند.

کلیه‌ها در نقش اساسی دارند. حفظ تعادل آب، اسید-باز، یون‌ها و نیز دفع مواد سمی و مواد زائد نیتروژن دار، از جمله وظایف کلیه‌اند.

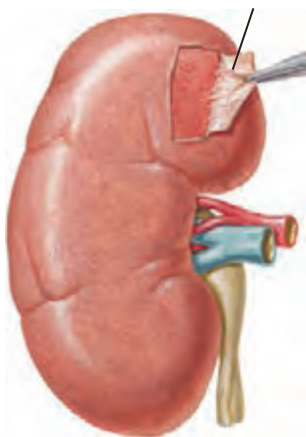
## کلیه‌ها

**ساختار بیرونی کلیه و حفاظت از آن:** کلیه‌ها، اندام‌هایی لوبیایی شکل اند و به تعداد دو عدد در طرفین ستون مهره‌ها و محوطه شکمی قرار دارند. اندازه کلیه در فرد بالغ، به اندازه مشت بسته اوست. به علت موقعیت قرارگیری و شکل کبد، کلیه راست قدری از کلیه چپ واقع است (شکل ۱).

دنده‌ها از کلیه محافظت می‌کنند. علاوه بر این، پرده‌ای از جنس به نام کپسول کلیه، هر کلیه را در بر گرفته است (شکل ۲). چربی اطراف کلیه، علاوه بر اینکه کلیه را از ضربه محافظت می‌کند در مهمی دارد. تحلیل بیش از حد این چربی در افرادی که برنامه کاهش وزن سریع و شدید به کار می‌گیرند ممکن است سبب افتادگی کلیه و تا خوردگی شود. در این صورت، فرد با خطر و عدم تخلیه مناسب ادرار از کلیه روبه‌رو می‌شود که در به نارسایی کلیه خواهد انجامید.



شکل ۱- موقعیت کلیه‌ها در انسان از نمای



شکل ۲- کپسول کلیه

## واژه شناسی

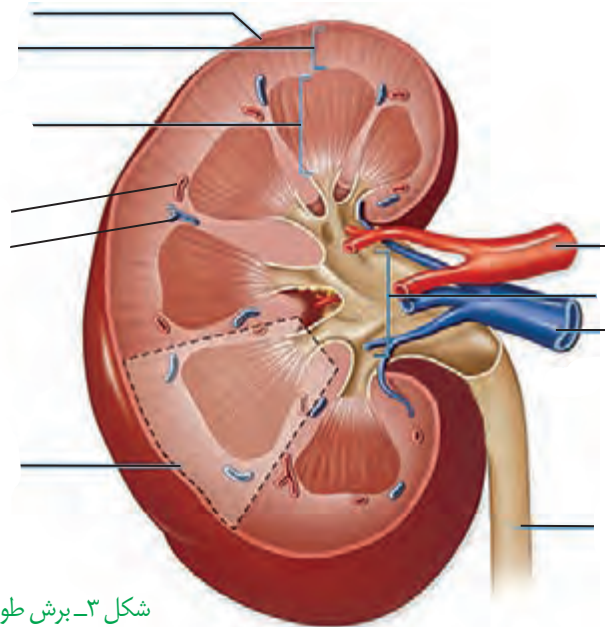
### لپ (Lobe / لوب)

لوب به هریک از بخش‌های متمایز اندام‌هایی نظیر مغز و شش و کبد گفته می‌شود و معادل آن لپ است که همان معنی بخش یا قطعه را در زبان فارسی دارد.

### بیشتر بدانید

#### از کلیه‌های خود چگونه مراقبت کنیم؟

- فعالیت بدنی داشته باشید.
- قند و فشار خون را کنترل کنید.
- از غذاهای آماده کمتر استفاده کنید.
- وزن خود را کنترل کنید.
- آب کافی بنوشید.
- سیگار نکشید.
- هیچ دارویی را خودسرانه مصرف نکنید.



شکل ۳- برش طولی کلیه

**ساختار درونی کلیه:** در برش کلیه، سه بخش مشخص دیده می‌شود که از بیرون به درون عبارت‌اند از بخش قشری، بخش مرکزی و لگنچه (شکل ۳). در بخش هرم‌ها به سمت بخش قشری و آنها به سمت لگنچه است. هر هرم و ناحیه قشری مربوط به آن را، یک لپ کلیه می‌نامند. لگنچه، ساختاری شبیه به دارد. ادرار تولید شده، به آن وارد و به میزنای هدایت می‌شود تا کلیه را ترک کند.

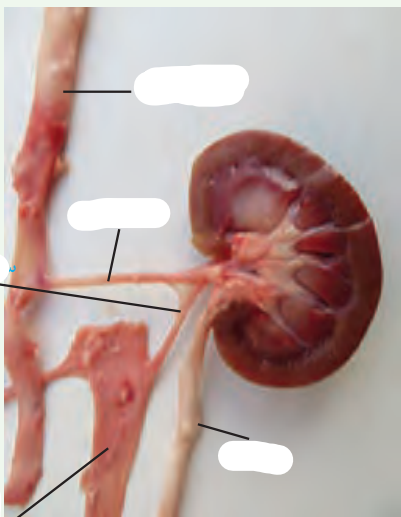
## فعالیت ۱

### تشریح کلیه گوسفند

وسایل لازم: کلیه گوسفند، قیچی، چاقوی جراحی،

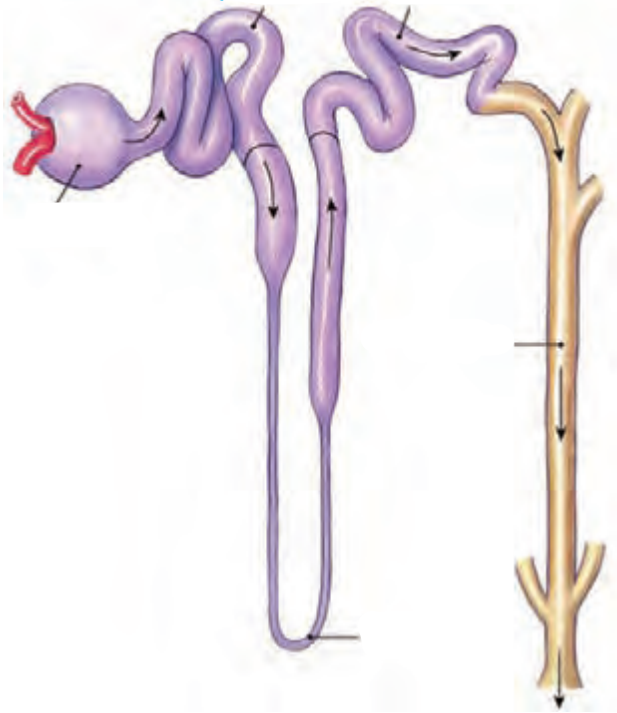
گمانه

- ۱- یک عدد کلیه گوسفند تهیه کنید. اگر چربی‌های اطراف آن کنده نشده باشد بهتر است.
- ۲- در بین میزنای، سرخرگ و سیاهرگ کلیه را تشخیص دهید.
- ۳- کیسول کلیه با بریدن قسمتی از آن، به راحتی جدا می‌شود.
- ۴- با یک برش طولی در سطح کلیه، آن را باز کنید و مطابق شکل روبه‌رو بخش‌های مختلف آن را تشخیص دهید.
- ۵- در وسط لگنچه، مشخص است. با وارد کردن گمانه و جلو بردن آن درون میزنای، می‌توانید اطمینان پیدا کنید که میزنای را درست تشخیص داده‌اید.



## گردیزه (نفرون) ها

هر از حدود یک میلیون گردیزه تشکیل شده است که فرایند تشکیل ادرار در آنها انجام می‌شود. گردیزه شبیه قیف است و کپسول بومن نام دارد. ادامه گردیزه، شکل است و در قسمت‌هایی از طول خود، دارد و بر این اساس، به قسمت‌های مختلفی نام‌گذاری می‌شود (شکل ۴). این قسمت‌ها به ترتیب عبارت‌اند از لوله پیچ خورده نزدیک، قوس هنله که U شکل است و لوله پیچ خورده دور که گردیزه را به مجرای جمع‌کننده متصل می‌کند.



شکل ۴- گردیزه و مجرای جمع‌کننده

## گردش خون در کلیه

منشأ ادرار است و بنابراین بین ورگ‌های خونی، ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. با توجه به اینکه تبادل مواد از طریق مویرگ‌ها رخ می‌دهد در اینجا نیز شبکه‌های مویرگی را می‌بینیم. دو شبکه مویرگی در ارتباط با گردیزه مشاهده می‌شود. اولی به نام کلافاک (گلوبمرول) که درون کپسول بومن قرار دارد و دومی به نام دور لوله‌ای که اطراف

به هر کلیه، یک سرخرگ وارد می‌شود. در بخش قشری به سرخرگ آوران نامیده می‌شود. سرخرگ آوران در کپسول بومن، شبکه مویرگی کلافاک را می‌سازد. خون از طریق سرخرگ به کلافاک وارد می‌شود و از طریق سرخرگ و ابران آن را ترک می‌کند. سرخرگ در اطراف لوله‌های پیچ‌خورده و قوس هنله، شبکه مویرگی دور لوله‌ای را می‌سازد. این مویرگ‌ها به یکدیگر می‌پیوندند و سیاهرگ‌های کوچکی به وجود می‌آورند که پس از عبور سرانجام سیاهرگ کلیه را می‌سازند. این سیاهرگ، خون را از کلیه بیرون می‌برد (شکل ۵).

## واژه‌شناسی

### گردیزه (Nephron / نفرون)

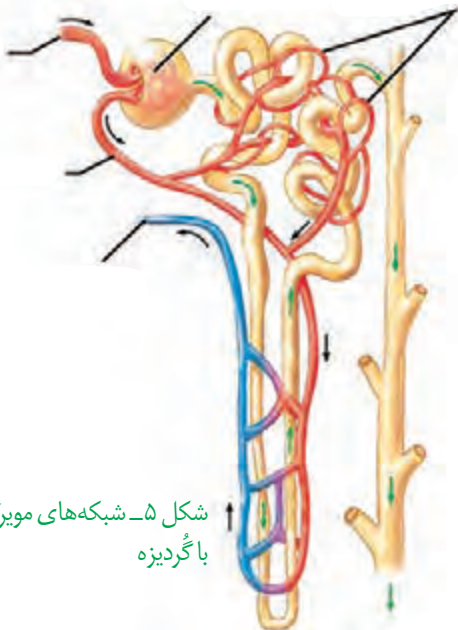
نفرون به معنی واحد ساختاری و کارکردی کلیه در مهره‌داران است و معادل آن گردیزه انتخاب شده است که از اسم گرده و پسوند ایزه تشکیل شده است. گرده در فرهنگ دهخدا به معنی کلیه و قلوه و ایزه پسوند تصغیر است و همان معنی کوچک‌ترین واحد ساختاری کلیه را دارد.

### کلافاک

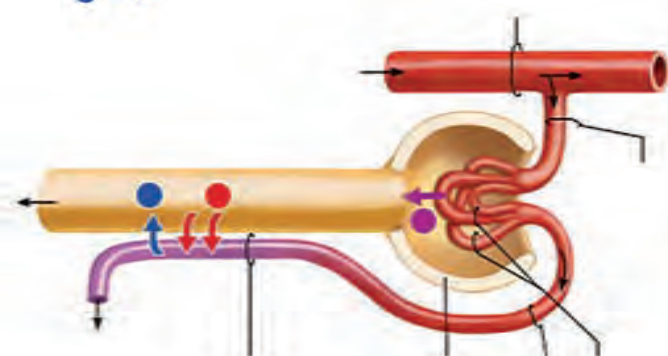
### (Glomerulus / گلوبمرول)

گلوبمرول به شبکه مویرگی اول واقع در کپسول بومن در کلیه مهره‌داران گفته می‌شود. به دلیل در هم پیچیده بودن مویرگ‌ها به صورت کلافاک کوچکی دیده می‌شود که واژه کلافاک برای آن مناسب است.

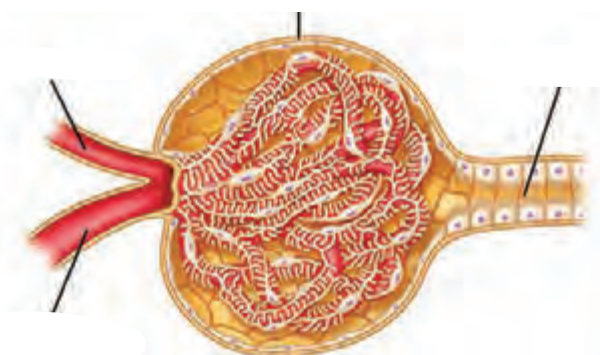
شکل ۵- شبکه‌های مویرگی مرتبط با گردیزه



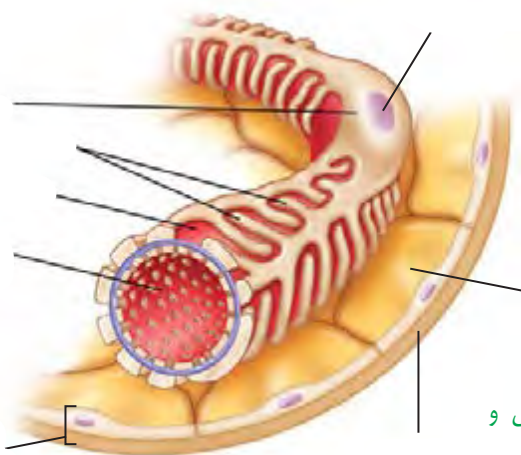
تراوش  
بازجذب  
ترشح



شکل ۶- فرایند تشکیل ادرار



شکل ۷- کلافک درون کپسول بومن



شکل ۸- دیواره بیرونی و درونی کپسول بومن

فرایند تشکیل ادرار، شامل سه مرحله تراوش، بازجذب و ترشح است (شکل ۶).

**تراوش:** تراوش، نخستین مرحله تشکیل ادرار است. در این مرحله خوناب در نتیجه فشار خون از کلافک خارج شده به کپسول بومن وارد می‌شوند. این فرایند را تراوش می‌نامند. هم ساختار کلافک و هم ساختار کپسول بومن برای تراوش متناسب شده است. مویرگ‌های کلافک از نوع هستند و بنابراین امکان خروج مواد از آنها به خوبی فراهم است. نمی‌توانند وارد کپسول بومن شوند. برای اینکه فشار تراوشی به حد کافی زیاد باشد ساز و کار ویژه‌ای در نظر گرفته شده است. قطر سرخرگ‌آوران از قطر سرخرگ‌وابران است و این، فشار تراوشی را در مویرگ‌های کلافک می‌دهد (شکل ۷).

اطراف کلافک را کپسول بومن احاطه کرده است. کپسول بومن شامل دو دیواره است؛ یکی بیرونی و دیگری درونی. دیواره بیرونی از یاخته‌های پوششی و دیواره درونی که با کلافک است، از یاخته‌هایی به نام هریک از پودوسیت‌ها رشته‌های فراوانی دارد. پودوسیت‌ها با پاهای خود اطراف مویرگ‌های کلافک را احاطه کرده‌اند.

شکاف‌های باریک متعددی که در وجود دارد به خوبی امکان نفوذ مواد را به دیواره درونی فراهم می‌کند.

**باز جذب:** در تراوش، مواد براساس وارد گردیزه می‌شوند و هیچ انتخاب دیگری صورت نمی‌گیرد. بنابراین، هم مواد دفعی مثل و هم مواد مفید مثل و به گردیزه وارد می‌شوند. مواد مفید دوباره باید به خون بازگردند. این مواد از طریق مویرگ‌های دورلوله‌ای، دوباره جذب و به این ترتیب به خون وارد می‌شوند. این فرایند را **باز جذب** می‌نامند.



شکل ۹- یاخته‌های پیچ‌خورده نزدیک لوله

به محض ورود مواد شده به بازجذب آغاز می‌شود. دیواره لوله پیچ‌خورده نزدیک از یک لایه ریزپرز دارند. ریزپرزها سطح را افزایش می‌دهند. به علت وجود ریزپرزهای فراوان در لوله پیچ‌خورده نزدیک، مقدار مواد بازجذب شده در این قسمت از گردیزه، سایر قسمت‌هاست (شکل ۹).

در بیشتر موارد، بازجذب است و با انجام می‌گیرد؛ گرچه بازجذب ممکن است غیرفعال باشد مثل بازجذب آب که با انجام می‌شود.

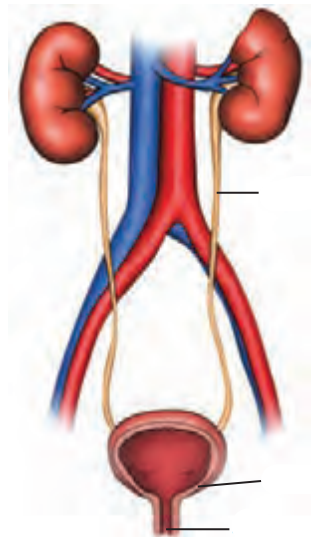
**ترشح:** ترشح در جهت بازجذب رخ می‌دهد و در آن موادی که لازم است دفع شوند از مویرگ‌های دورلوله‌ای یا خود به درون گردیزه ترشح می‌شوند. این فرایند را **ترشح** می‌نامند. ترشح در بیشتر موارد به روش و با صرف انرژی زیستی انجام می‌گیرد.

ترشح در تنظیم میزان pH خون، نقش مهمی دارد. اگر pH خون یابد، کلیه‌ها یون هیدروژن را ترشح می‌کنند. اگر pH خون افزایش یابد، کلیه بیشتری دفع می‌کند و به این ترتیب pH خون را در محدوده ثابتی نگه می‌دارد. بعضی سموم و به وسیله ترشح دفع می‌شوند.

### تخلیه ادرار

ادرار پس از ساخته شدن در کلیه، از طریق میزنای به مثانه وارد می‌شود (شکل ۱۰). حرکت دیواره میزنای، که نتیجه ورود به مثانه، دریچه‌ای که حاصل ادرار به می‌شود.

مثانه، است ماهیچه‌ای که ادرار را موقتاً ذخیره می‌کند. چنانچه حجم ادرار جمع شده در آن از حد مشخصی فراتر رود، دیواره مثانه باعث فعال شدن سازوکار تخلیه ادرار می‌شود. در محل بنداره‌ای قرار دارد که به هنگام باز می‌شود. این بنداره، که **بنداره داخلی میزراه** نام دارد، از نوع ماهیچه صاف و غیرارادی است. بعد از این بنداره، بنداره دیگری به نام **بنداره خارجی میزراه** وجود دارد که از نوع ماهیچه مخطط و ارادی است. در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاع آنان به شکل نگرفته است، تخلیه مثانه به صورت صورت می‌گیرد.



شکل ۱۰- ترسیمی از دستگاه دفع ادرار در انسان

**ترکیب شیمیایی ادرار:** دو فرایند بازجذب و ترشح، ترکیب مایع تراوش شده را هنگام عبور از و تغییر می‌دهند و آنچه به لگنچه می‌ریزد، است.

حدود ۹۵ درصد ادرار را آب تشکیل می‌دهد. دفع آب از طریق ادرار، راهی است برای تنظیم بدن. یون‌ها نیز بخش مهمی از ادرار را تشکیل می‌دهند که دفع آنها برای حفظ تعادل یون‌ها صورت می‌گیرد.

فراوان‌ترین ماده دفعی در ادرار، **اوره** است. اوره چرا و چگونه تشکیل می‌شود؟ در نتیجه تجزیه موادی مانند ، آمونیاک تولید می‌شود که بسیار است. تجمع در خون به سرعت به مرگ می‌انجامد. کبد، آمونیاک را از طریق ترکیب آن با به اوره تبدیل می‌کند. ویژگی سمی بودن اوره از آمونیاک بسیار است و بنابراین، امکان انباشته شدن آن و دفع با فواصل زمانی امکان‌پذیر است. کلیه‌ها اوره را از می‌گیرند و همراه با ادرار از بدن دفع می‌کنند.

دیگر ماده دفعی نیتروژن‌دار در ادرار است. اوریک اسید انحلال‌پذیری زیادی در آب ؛ بنابراین تمایل آن به و تشکیل بلور زیاد است. رسوب بلورهای اوریک اسید در کلیه‌ها باعث ایجاد سنگ کلیه و در مفاصل باعث می‌شود. نقرس یکی از بیماری‌های مفصلی است که با دردناک شدن مفاصل و آنها همراه است.

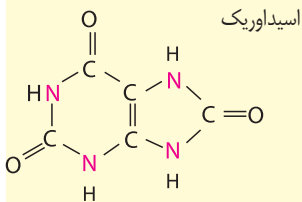
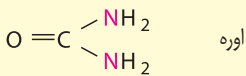
**تنظیم آب:** تنظیم آب تحت تنظیم عوامل مختلفی مثل هورمون‌ها قرار دارد. یکی از سازوکارها به مواد حل شده در خوناب ارتباط دارد. اگر غلظت این مواد از حد مشخصی فراتر رود،

در هیپوتالاموس تحریک می‌شود که نتیجه آن فعال شدن مرکز تشنگی و تمایل به نوشیدن آب و از طرف دیگر ترشح هورمون **ضد ادراری** است. این هورمون با اثر بر کلیه‌ها، را افزایش می‌دهد و به این ترتیب دفع آب از راه ادرار کاهش پیدا می‌کند.

اگر بنا به عللی هورمون ضد ادراری ترشح نشود، مقدار زیادی از بدن دفع می‌شود. چنین حالتی به **دیابت بی‌مزه** معروف است. مبتلایان به این بیماری احساس تشنگی می‌کنند و مایعات زیادی می‌نوشند. این بیماری به علت برهم زدن آب و یون‌ها در بدن، نیازمند توجه جدی است.

### بیشتر بدانید

آمونیاک  $NH_3$



### بیشتر بدانید

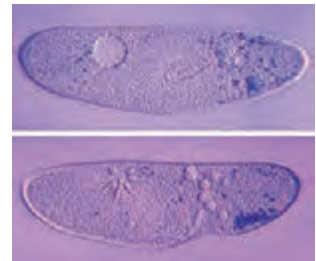
#### دیابت و کلیه‌ها

دیابت به رگ‌های کلیه آسیب می‌رساند. در نتیجه کلیه‌ها نمی‌توانند خون را به درستی تصفیه کنند. نمک و آب بیشتری در بدن می‌ماند که در نهایت به افزایش وزن و تجمع مواد دفعی در خون می‌انجامد. دیابت همچنین باعث آسیب دیدن اعصاب مثانه و ایجاد مشکلاتی در تخلیه ادرار می‌شود. اگر مثانه به موقع تخلیه نشود کلیه‌ها آسیب می‌بینند. علاوه بر این، از آنجا که در دیابت، ادرار حاوی قند است تجمع طولانی مدت ادرار در مثانه امکان رشد باکتری‌ها و عفونت مثانه را فراهم می‌آورد.



## گفتار ۳ تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

در بسیاری از تک یاخته‌ای‌ها تنظیم اسمزی با کمک انجام می‌شود. ولی در برخی دیگر مانند پارامسی، آبی که در نتیجه وارد می‌شود به همراه مواد دفعی توسط واکوئول‌های انقباضی دفع می‌شود (شکل ۱۱).



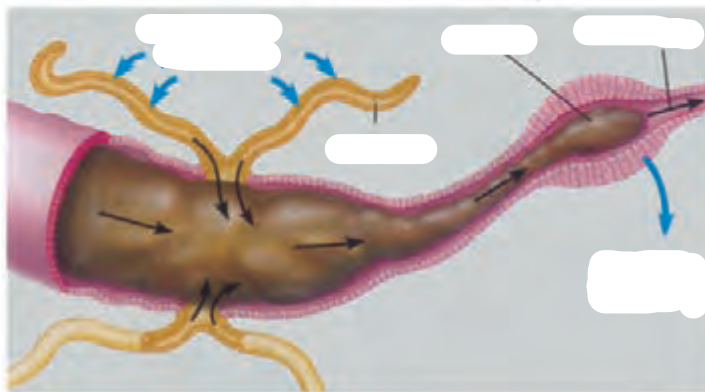
شکل ۱۱- واکوئول انقباضی در پارامسی

### در بی‌مهرگان

**نفریدی:** بی‌مهرگان دارای ساختار مشخصی برای دفع هستند. یکی از این ساختارها نفریدی است که برای دفع، تنظیم اسمزی یا هر دو مورد به کار می‌رود. **نفریدی** است که با منفذی به بیرون باز و دفع از طریق آن انجام می‌شود.

**آبشش:** در سخت‌پوستان، مواد دفعی نیتروژن دار با انتشار ساده، از دفع می‌شوند.

**لوله‌های مالپیگی:** حشرات متصل به روده به نام **لوله‌های مالپیگی** دارند (شکل ۱۲). ماده دفعی در حشرات، همراه با آب به لوله‌های مالپیگی وارد می‌شود. محتوای لوله‌های مالپیگی به روده، تخلیه و با عبور مایعات در روده، آب و یون‌ها بازجذب می‌شوند. اوریک اسید از طریق روده به همراه مواد دفعی دفع می‌شود.



شکل ۱۲- لوله‌های مالپیگی

مه‌ره‌داران کلیه دارند. ماهیان غضروفی (مثل ) که ساکن آب شور هستند، علاوه بر کلیه‌ها، دارای هستند که محلول نمک (سدیم کلرید) بسیار را به روده ترشح می‌کنند.

در ماهیان آب شیرین، فشار اسمزی مایعات بدن از محیط است؛ بنابراین آب می‌تواند وارد بدن شود. برای مقابله با چنین مشکلی، ماهیان آب شیرین معمولاً آب زیادی نمی‌نوشند (باز و بسته شدن دهان در ماهی‌ها تنها به منظور و در آبشش‌هاست). این ماهی‌ها حجم زیادی از آب را به صورت ادرار دفع می‌کنند.

در ماهیان آب شور فشار اسمزی مایعات بدن از فشار اسمزی محیط است؛ بنابراین آب، تمایل به خروج از بدن دارد. در نتیجه، ماهیان دریایی مقدار زیادی آب می‌نوشند. در این ماهیان برخی یون‌ها توسط کلیه به صورت ادرار و برخی از طریق یاخته‌های دفع می‌شوند.

دوزیستان محل ذخیره آب و یون‌هاست. به هنگام خشک شدن محیط، دفع ادرار کم، و مثانه برای ذخیره بیشتر آب بزرگ‌تر می‌شود و سپس با جذب آب از مثانه به خون افزایش پیدا می‌کند.

کلیه در و توانمندی زیادی در بازجذب آب دارد. برخی خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک‌دار مصرف می‌کنند، می‌توانند نمک اضافه‌را از طریق غده نمکی نزدیک یا ، به صورت دفع کنند (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- غده نمکی

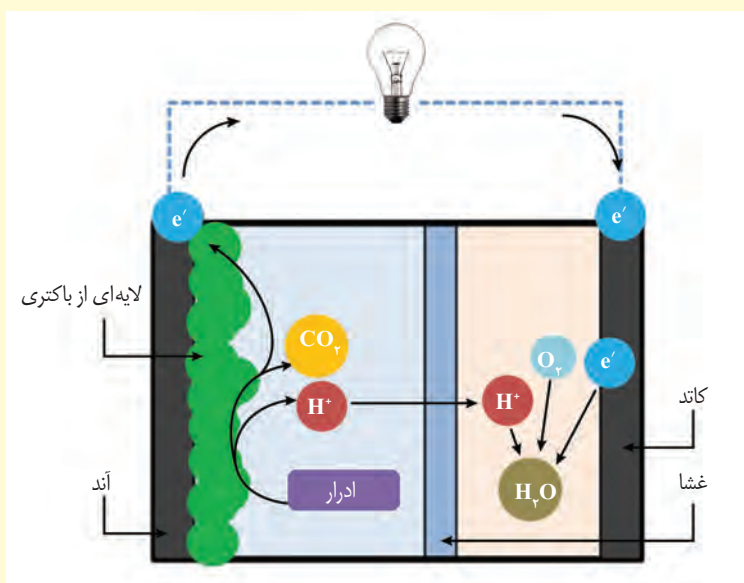
### بیشتر بدانید

#### پزشک ابزارساز

ابوالقاسم خلف‌ابن‌العباس زهراوی، جراح قرن چهارم هجری، کتابی به نام *التصریف* در پزشکی نوشته است. وی در این کتاب، علاوه بر شرح درمان بیماری‌ها به توصیف ابزارهایی پرداخته که برای درمان به کار می‌برده است. از این ابزارها وسیله‌ای برای شکستن و خارج کردن سنگ‌های مجاری ادراری است. وی در ارتباط با خروج سنگ‌های مجاری ادراری تأکید می‌کند که اگر سنگ درشت باشد، باید آن را شکست و همه ذره‌ها را خارج کرد؛ زیرا خرده‌های باقی‌مانده بزرگ می‌شوند. زهراوی ابزار مورد نیاز برای خارج کردن سنگ مجاری ادراری را میله‌ای فولادی توصیف کرده که نوک آن سه گوش و تیز است. او همچنین چاقویی مخصوص برای خارج کردن سنگ مثانه ساخته بود. زهراوی با آگاهی از درد و رنج حاصل از جراحی، در ساختن ابزارهای پزشکی به این مسئله توجه داشت که ابزارها به گونه‌ای باشند که ترس بیماران را از جراحی بیشتر نکنند.

### تولید برق از ادرار: پیوند علم و فناوری

- آزمایش ادرار از آزمایش‌های رایج برای بررسی سلامت افراد است که از دیر باز مورد استفاده بوده؛ اما این ماده استفاده‌های دیگری نیز دارد.
- ادرار جانوران از منابع مهم تأمین نیتروژن و دیگر عناصر مورد نیاز گیاهان در طبیعت است. اوره از ترکیبات نیتروژن‌دار ادرار است. انواعی از باکتری‌های خاک، اوره را به آمونیاک تبدیل می‌کنند که جذب گیاه می‌شود (فصل ۷). امروزه برای تأمین ترکیبات نیتروژن‌دار خاک‌های زراعی، معمولاً از کودهای شیمیایی استفاده می‌کنند.
  - حجم قابل توجهی از ادرار آب است و بازیافت آب از ادرار می‌تواند یکی از راه‌های تأمین آب باشد. امروزه در بعضی تصفیه‌خانه‌ها این کار انجام می‌شود.
  - در سال‌های اخیر با توجه به بحران انرژی و ضرورت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، تولید الکتریسیته از ادرار مورد توجه قرار گرفته است. به این منظور «پیل‌های سوختی میکروبی» به کار برده می‌شوند.
- در این پیل‌ها، آند نوعی باکتری است که از ادرار تغذیه می‌کند. کاتد که در سمت دیگر پیل قرار دارد، فاقد باکتری است. آند و کاتد به وسیله غشایی که نسبت به هیدروژن نفوذپذیر است از هم جدا می‌شوند. باکتری‌های آند از ادرار تغذیه و در نتیجه الکترون، هیدروژن و کربن دی‌اکسید تولید می‌کنند. الکترون‌ها به سوی کاتد جریان می‌یابند و در این مسیر الکتریسیته تولید می‌شود. هیدروژن از غشا عبور می‌کند و به کاتد می‌رود. هیدروژن در آنجا با اکسیژن و الکترون ترکیب شده، آب تولید می‌کند. تبدیل ادرار به الکتریسیته و آب، یکی از مزایای این پیل است. در حال حاضر این پیل‌ها هنوز به تولید انبوه نرسیده و به صورت محدود مورد استفاده قرار گرفته‌اند. پژوهش درباره استفاده از این کاربرد ادرار، همچنان در حال انجام است.





درخت انجیر معابد

## فصل ۶

# از یاخته تا گیاه

امروزه بیشترین گونه‌های گیاهی روی زمین را تشکیل می‌دهند. این گیاهان گرچه در جای خود ثابت‌اند؛ اما مانند جانوران به ماده و انرژی نیاز دارند. گیاهان برخلاف جانوران نمی‌توانند برای تأمین ماده و انرژی مورد نیاز خود از جایی به جای دیگر بروند و با احساس خطر، فرار یا به عامل خطر حمله کنند. چه ویژگی‌هایی به گیاهان کمک می‌کند تا بتوانند بر محدودیت ساکن بودن در محیط غلبه کنند؟ چگونه گیاهان می‌توانند در محیط‌های متفاوت، زندگی کنند؟ از طرفی گیاهان افزون بر اینکه منبع غذا برای مردم‌اند، تأمین‌کننده مواد اولیه صنعتی، مانند داروسازی و پوشاک نیز هستند. گیاهان چه ویژگی‌هایی دارند که مواد اولیه چنین صنعتی را تأمین می‌کنند؟ اولین قدم برای یافتن پاسخ چنین پرسش‌هایی، دانستن ویژگی‌های یاخته گیاهی و چگونگی سازمان‌یابی یاخته‌ها در گیاهان آوندی و شکل‌گیری پیکر آنهاست.



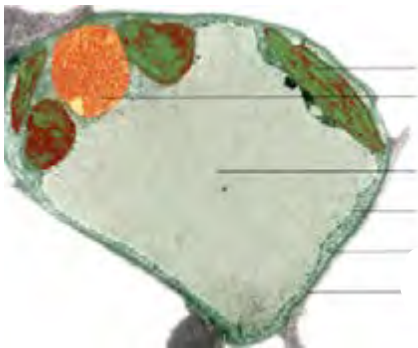
## دیواره یاخته‌ای

اگر از شما بپرسند که یاخته در گیاهان چه تفاوتی با یاخته در جانوران دارد، احتمالاً علاوه بر سبزیسه (کلروپلاست)، را نیز نام می‌برید. یاخته، اولین بار در مشاهده شد (شکل ۱). چوب پنبه از یاخته‌های تشکیل شده است. یاخته‌های این بافت در مشاهده با میکروسکوپ به صورت دیده می‌شوند که دیواره‌هایی آنها را از یکدیگر جدا کرده‌اند. این دیواره‌ها، دیواره یاخته‌ای و تنها بخش باقی مانده از یاخته گیاهی در بافتی مرده‌اند. دیواره یاخته‌ای در بافت‌های زنده گیاه، بخشی به نام پروتوپلاست را در بر می‌گیرد. پروتوپلاست شامل و هسته است (شکل ۲).

دیواره عملکردهای متفاوتی دارد. حفظ شکل و استحکام یاخته‌ها و در نتیجه استحکام پیکر گیاه، کنترل تبادل مواد بین یاخته‌ها و جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا؛ از کارهای دیواره یاخته‌ای است. برای پی بردن به نقش دیواره در هر یک از این کارها ابتدا باید ساختار دیواره را بشناسیم.

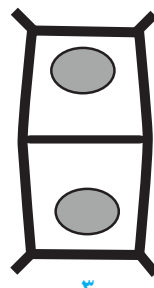
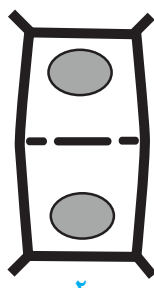
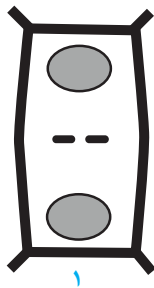
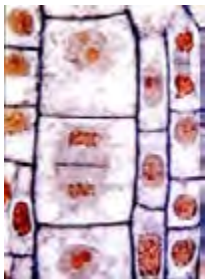


شکل ۱- میکروسکوپ ابتدایی رابرت هوک و آنچه مشاهده کرد.



شکل ۲- نوعی یاخته گیاهی

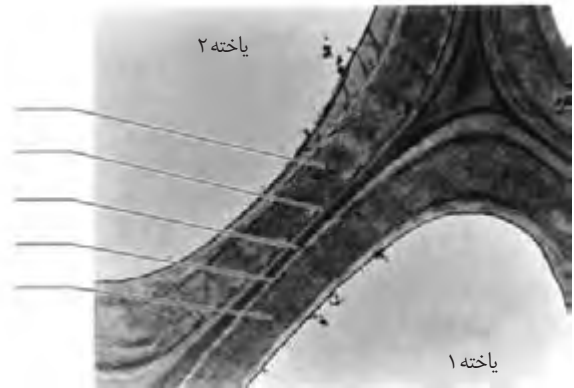
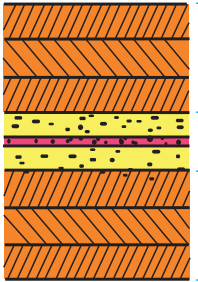
به شکل ۳ توجه کنید! در تقسیم یاخته گیاهی لایه‌ای به نام تیغه میانی تشکیل می‌شود. این لایه، سیتوپلاسم را به دو بخش تقسیم می‌کند و در نتیجه، دو یاخته ایجاد می‌شود. تیغه میانی از ساخته شده است. پکتین مانند عمل می‌کند و دو یاخته را در کنار هم نگه می‌دارد.



شکل ۳- تشکیل تیغه میانی

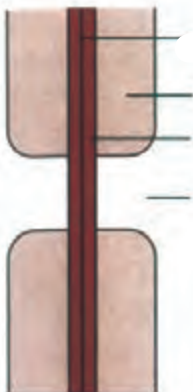
پروتوپلاست هر یک از یاخته‌های تازه تشکیل شده، دیواره نخستین را می‌سازد. در این دیواره، علاوه بر پکتین همداد، اند، دیواره نخستین، مانند قالبی، پروتوپلاست را در بر می‌گیرد؛

اما آن نمی‌شود؛ زیرا قابلیت گسترش و کشش دارد و همراه با رشد پروتوپلاست و اضافه شدن ترکیبات سازنده دیواره، اندازه آن نیز افزایش می‌یابد. در یاخته‌های گیاهی، لایه‌های دیگری نیز ساخته می‌شود که به مجموع آنها **دیواره پسین** می‌گویند. رشته‌های سلولزی در هر لایه از دیواره پسین با و با لایه دیگر دارند. استحکام و این دیواره از دیواره نخستین بیشتر است (شکل ۴). دیواره پسین یاخته می‌شود.



شکل ۴- چگونگی تشکیل دیواره یاخته‌ای. با تشکیل دیواره‌های نخستین و پسین، تیغه میانی از پروتوپلاست دور می‌شود.

دیدیم که دیواره یاخته‌ای، دور تا دور یاخته را می‌پوشاند. آیا این دیواره، یاخته‌ها را به‌طور کامل از هم جدا می‌کند؟ مشاهده بافت‌های گیاهی با میکروسکوپ الکترونی نشان می‌دهد که از یاخته‌ای به یاخته دیگر کشیده شده‌اند. به این کانال‌ها، **پلاسمودسم** می‌گویند (شکل ۵). مواد مغذی و ترکیبات دیگر می‌توانند از راه پلاسمودسم‌ها از یاخته‌ای به یاخته دیگر بروند. پلاسمودسم‌ها در مناطقی از دیواره به نام **لان**، به فراوانی وجود دارند. لان به منطقه‌ای گفته می‌شود که دیواره یاخته‌ای در آنجا مانده است.



(ب)

(الف)

شکل ۵- الف) تصویر پلاسمودسم با میکروسکوپ الکترونی ب)، لان در دیواره یاخته‌ای

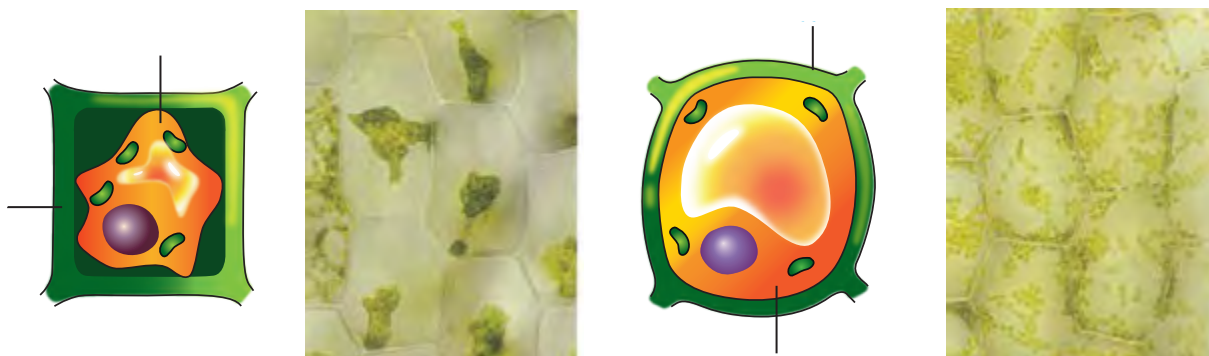
با استفاده از ابزار و مواد مناسب، نمونه‌ای از یاخته گیاهی بسازید. در این نمونه، لایه‌های دیواره و ارتباط بین یاخته‌های گیاهی را نیز نشان دهید.

### فعالیت ۱

## ، محلی برای ذخیره

چگونه گیاه پژمرده بعد از آبیاری شاداب می‌شود؟ برای پاسخ به این پرسش باید نگاهی دقیق به یاخته گیاه داشته باشیم. می‌دانیم یکی از یاخته‌های گیاهی، داشتن اندامکی به نام **واکوئول** است. در این اندامک، مایعی به نام شیره واکوئولی قرار دارد. شیره واکوئولی ترکیبی از و است. مقدار و ترکیب این شیره، از گیاهی به گیاه دیگر و حتی از بافتی به بافت دیگر فرق می‌کند.

بعضی یاخته‌های گیاهی واکوئول درشتی دارند که بیشتر حجم یاخته را اشغال می‌کند (شکل ۲). به شکل ۶ نگاه کنید! وقتی تعداد مولکول‌های آب در واحد حجم در محیط از یاخته باشد، آب وارد یاخته می‌شود، در نتیجه پروتوپلاست حجیم و به دیواره فشار می‌آورد. در این حالت واکوئول‌ها پر آب و حجیم‌اند. دیواره یاخته‌ای در برابر این فشار تا حدی کشیده می‌شود، اما پاره نمی‌شود. یاخته در این وضعیت در حالت **تورژسانس** یا تورم است. حالت تورم یاخته‌ها در بافت‌های گیاهی سبب می‌شود که اندام‌های ، مانند برگ و گیاهان علفی استوار بمانند. اگر به هر علتی تراکم آب کم شود، پروتوپلاست جمع می‌شود و از دیواره فاصله می‌گیرد. این وضعیت، **پلاسمولیز** نامیده می‌شود. اگر پلاسمولیز طولانی مدت باشد، حتی با آبیاری فراوان نیز رفع نمی‌شود و گیاه به دنبال مرگ یاخته‌هایش، می‌میرد.



شکل ۶- تورژسانس و پلاسمولیز در یاخته گیاهی

### فعالیت ۲

#### تورژسانس و پلاسمولیز در یاخته‌های گیاه

آب بر اساس می‌تواند از غشای پروتوپلاست و واکوئول، آزادانه و بدون صرف انرژی عبور کند.

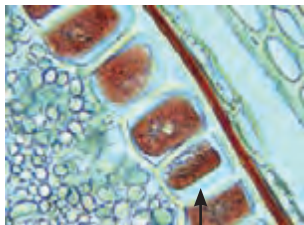
الف) برای مشاهده تورژسانس و پلاسمولیز در یاخته گیاهی آزمایشی طراحی و اجرا کنید.

ب) گفتیم که یاخته‌های گیاه بر اساس تفاوت فشار اسمزی پروتوپلاست و محیط اطراف، به حالت تورژسانس یا پلاسمولیز در می‌آیند. آیا پلاسمولیز و تورژسانس یاخته‌ها، سبب تغییر در اندازه یا وزن بافت گیاهی می‌شود؟ چگونه با روش علمی به این پرسش پاسخ می‌دهید؟

به جز آب، واکوئول محل ذخیره ترکیبات ، اسیدی و رنگی است که در گیاه ساخته می‌شوند؛ **آنتوسیانین** یکی از ترکیبات است که در واکوئول ذخیره می‌شود. آنتوسیانین در چغندر قرمز، کلم بنفش و میوه‌هایی مانند پرتقال توسرخ، به مقدار فراوانی وجود دارد. جالب است که رنگ آنتوسیانین در تغییر می‌کند.

### فعالیت ۳

غشای واکوئول مانند غشای یاخته، ورود مواد به واکوئول و خروج از آن را کنترل می‌کند. کلم بنفش را چند دقیقه در آب معمولی قرار دهید، چه اتفاقی می‌افتد؟ اکنون آن را به مدت چند دقیقه بجوشانید. چه می‌بینید؟ مشاهده خود را تفسیر کنید.



شکل ۷- یاخته‌هایی که گلوتن در واکوئول آنها ذخیره شده است.

پروتئین، یکی دیگر از ترکیباتی است که در واکوئول ذخیره می‌شود. یکی از این پروتئین‌هاست که در گندم و جو ذخیره می‌شود و برای رشد و نمو رویان به مصرف می‌رسد (شکل ۷).

### رنگ‌ها در گیاهان

گیاهان را به سبز بودن می‌شناسیم؛ در حالی که انواعی از رنگ‌ها در گیاهان دیده می‌شود. دانستیم که بعضی رنگ‌ها به علت وجود مواد رنگی در واکوئول است. آیا رنگ زرد یا نارنجی ریشه هویج، و رنگ قرمز میوه گوجه فرنگی مربوط به ترکیبات رنگی در واکوئول‌هاست؟ پاسخ منفی است. یکی دیگر از ویژگی‌های یاخته‌های گیاهی، داشتن اندامکی به نام **دیسه** ( ) است. انواعی از دیسه‌ها در گیاهان وجود دارد (شکل ۸). **سبز دیسه (کلروپلاست)** به مقدار فراوانی دارد. به همین علت گیاهان، دیده می‌شوند.



نوع دیگری دیسه وجود دارد که در آن، با نام **کاروتنوئیدها** ذخیره می‌شوند. به این دیسه‌ها، **رنگ دیسه (کروموپلاست)** می‌گویند؛ مثلاً رنگ دیسه‌ها در یاخته‌های گیاه هویج، مقدار فراوانی **کاروتن** دارند که نارنجی است.

### بیشتر بدانید

#### شیر با چای یا چای با شیر؟

چرا اگر در شیر چای بریزید، شیر کدر می‌شود؟ در واکوئول یاخته‌های برگ چای، اگرالیک اسید وجود دارد. انواعی از سنگ‌های کلیه از نوع اگرالات هستند. اگرالیک اسید با کلسیم شیر تشکیل بلورهای جامد کلسیم اگرالات می‌دهد که رسوب می‌کنند. بنابراین اگر می‌خواهید کلسیم شیر به بدن شما برسد، چای به شیر اضافه نکنید. درباره افزودن شیر به چای چه نظری دارید؟

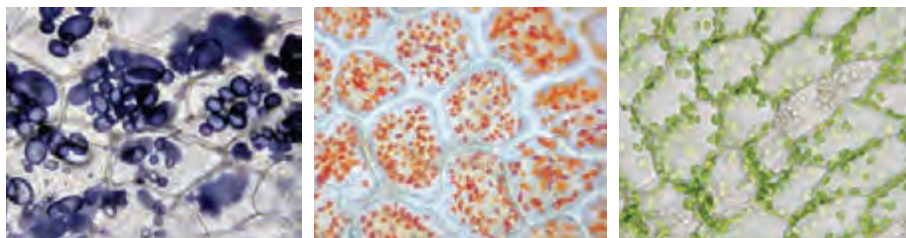
مشخص شده است که ترکیبات رنگی در واکوئول و رنگ دیسه، ( ) اند. ترکیبات پاداکسنده در پیشگیری از و نیز بهبود کارکرد مغز و اندام‌های دیگر نقش مثبتی دارند.

بعضی دیسه‌ها ندارند، مثلاً در دیسه‌های یاخته‌های بخش خوراکی سیب زمینی، به مقدار فراوانی نشاسته ذخیره شده است که به همین علت به آن **نشادیسه (آمیلوپلاست)** می‌گویند. وجود نشادیسه در بخش خوراکی سیب زمینی را چگونه نشان می‌دهید؟

ذخیره نشاسته، هنگام رویش جوانه‌های سیب زمینی، برای رشد جوانه‌ها و تشکیل پایه‌های جدید از گیاه سیب زمینی مصرف می‌شود. سبز دیسه‌ها هم دارند که با رنگ سبزینه پوشیده می‌شوند؛ در پاییز با کاهش طول روز و کم شدن نور، ساختار سبز دیسه‌ها در بعضی گیاهان



تغییر می‌کند و به رنگ دیسه تبدیل می‌شوند. در این هنگام سبزینه در برگ تجزیه می‌شود و مقدار کاروتنوئیدها افزایش می‌یابد.



(پ)

(ب)

الف) یاخته‌های دارای

شکل ۸- دیسه دریاخته‌های گیاهان

### دیسه (Plastide / پلاست)

پلاست اندامکی است که توسط غشا محصور و در یاخته‌های گیاهی ساخته‌شدن و ذخیره‌سازی مواد را برعهده دارد. معادل آن دیسه است که از مصدر دیسیدن به معنی شکل دادن و ساختن گرفته شده است. همراه این واژه سبزدیسه - رنگ دیسه و نشادیسسه نیز ساخته شده است.

### فعالیت ۴

#### مشاهده رنگ دیسه

وسایل و مواد لازم: تیغه و تیغک، میکروسکوپ نوری، تیغ، آب مقطر، پوست

گوجه‌فرنگی.

**روش کار:** برای مشاهده رنگ دیسه، با استفاده از تیغ، سمت داخلی پوست گوجه‌فرنگی را خراش دهید و از آن نمونه میکروسکوپی تهیه و با میکروسکوپ مشاهده کنید. گوجه‌فرنگی در ابتدا سبز رنگ و با گذشت زمان رنگ آن تغییر می‌کند. چه توضیحی برای این رویداد دارید؟ چگونه می‌توانید به‌طور تجربی، درستی توضیح خود را تأیید کنید؟

### ترکیبات دیگر در گیاهان

معمولاً گیاهان را به عنوان جانداران غذا ساز می‌شناسیم، اما گیاهان ترکیبات دیگری می‌سازند که استفاده‌هایی به غیر از غذا دارند (شکل ۹)؛ مثلاً قبل از تولید رنگ‌های شیمیایی، گیاهان از منابع اصلی تولید رنگ برای رنگ آمیزی الیاف بودند. آیا می‌دانید قبل از تولید رنگ‌های شیمیایی از چه گیاهانی برای رنگ آمیزی الیاف فرش استفاده می‌شد؟



روناس

نعنا

گل محمدی

شکل ۹- گیاهان استفاده‌های متفاوتی دارند.

اگر انجیر را ببرید یا اینکه میوه تازه انجیر را از شاخه جدا کنید، از محل برش، شیره سفیدرنگی خارج می‌شود که به آن می‌گویند. ترکیب شیرابه، در گیاهان متفاوت، فرق می‌کند. لاستیک برای اولین بار از نوعی درخت ساخته شد.



شکل ۱۰- خروج شیرابه از گیاهان

### بیشتر بدانید

#### آکالوئیدها در گیاهان

آکالوئیدها ترکیبات نیتروژن دارند. در ارتباط با ساخته شدن این ترکیبات در گیاهان سه نظر وجود دارد: راهی برای دفع نیتروژن اضافی، ذخیره نیتروژن و استفاده از آن در هنگام نیاز و در امان ماندن از گیاه خواران.

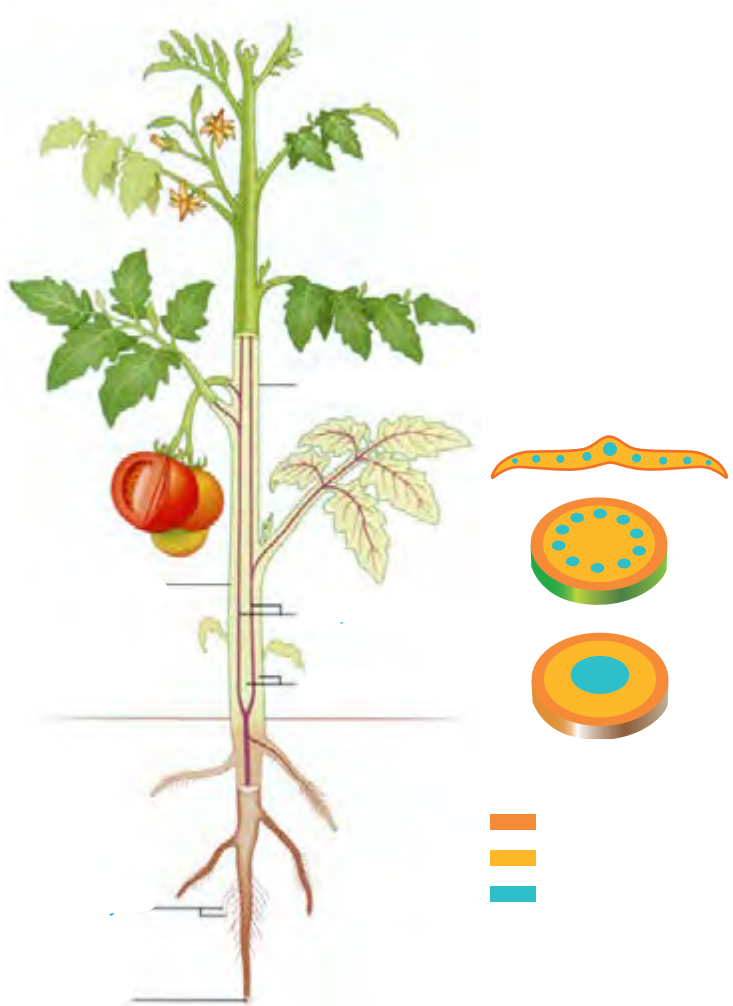
از ترکیبات گیاهی اند و در شیرابه بعضی گیاهان به مقدار فراوانی وجود دارند. نقش آنها دفاع از گیاهان در برابر گیاه خواران است. آکالوئیدها را در ساختن داروهایی مانند مسکن‌ها، آرام‌بخش‌ها و داروهای ضد سرطان به کار می‌برند. اما بعضی آکالوئیدها، امروزه مصرف مواد اعتیادآور، از معضلات بسیاری از کشورهاست که سلامت و امنیت آنها را تهدید می‌کند. آیا گیاهی بودن یک ترکیب به معنی بی‌ضرر بودن آن است؟ شرکت‌های تجاری در تبلیغ محصولات خود و تشویق مردم برای خرید، عبارت محصول کاملاً گیاهی است و هیچ ضرری ندارد! را به کار می‌برند. در حالی که ترکیباتی در گیاهان ساخته می‌شود که در مقادیر متفاوت، ممکن است سرطان‌زا، مسموم‌کننده یا حتی کشنده باشند.



### فعالیت ۵

برگ بعضی گیاهان بخش‌های غیر سبز، مثلاً سفید، زرد، قرمز یا بنفش دارد. دیده می‌شود که اگر به آنها، مثلاً به دلیل قرار گرفتن در سایه، نور کافی نرسد، مساحت بخش‌های سبز افزایش و بخش‌های غیرسبز کاهش می‌یابد. چه توضیحی برای این مشاهده دارید؟ این تغییر رنگ در برگ چه اهمیتی در ماندگاری گیاه دارد؟

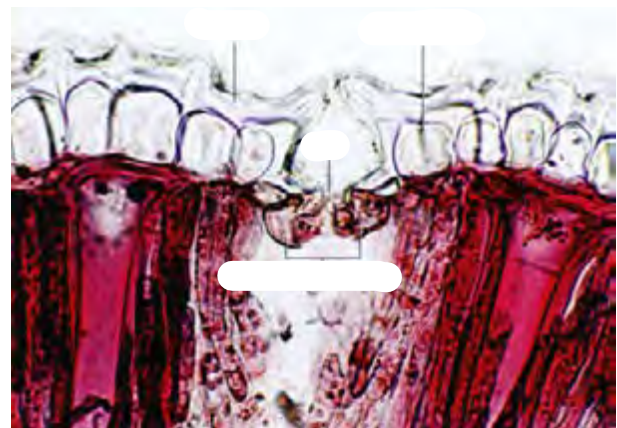
اگر ریشه، ساقه و برگ را در نهان دانگان برش دهیم، سه بخش در آنها قابل تشخیص است؛ به هر یک از این بخش‌ها **سامانه بافتی** می‌گویند؛ زیرا هر سامانه از بافت‌ها و یاخته‌های گوناگونی تشکیل شده است؛ بنابراین پیکر گیاهان نهان دانه ( ) از سه سامانه بافتی به نام‌های **پوششی، زمینه‌ای و آوندی** تشکیل می‌شود (شکل ۱۱). هر سامانه بافتی، عملکرد خاصی دارد؛ مثلاً سامانه بافت پوششی، اندام‌ها را در برابر خطرهایی حفظ می‌کند که در محیط بیرون قرار دارند. به نظر شما عملکرد دو سامانه دیگر چیست؟ ادامه، به توضیح هر یک از این سامانه‌ها می‌پردازیم.



شکل ۱۱- سه سامانه بافتی در گیاه

## سامانه بافت پوششی

این سامانه اندام گیاه را می‌پوشاند و آن را در برابر عوامل بیماری‌زا و تخریب‌گر، حفظ می‌کند؛ بنابراین عملکردی شبیه در جانوران دارد. سامانه بافت پوششی در برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌های **روپوست** نامیده می‌شود و معمولاً از یاخته تشکیل شده است (شکل ۱۲). سامانه بافت پوششی در اندام‌های گیاه، **پیراپوست (پریدرم)**



شکل ۱۲- روپوست در برگ

نامیده می‌شود و با آن در گفتار ۳، آشنا می‌شوید. یکی از کارهای روپوست، کاهش تبخیر آب از اندام‌های هوایی گیاه است؛ اما روپوست چگونه این کار را انجام می‌دهد؟ در شکل ۱۲ می‌بینید که لایه‌ای روی سطح یاخته‌های روپوست قرار دارد. این لایه **پوستک** نامیده می‌شود. پوستک از ترکیبات ساخته شده است. یاخته‌های این ترکیبات را می‌سازند. پوستک از ورود نیش حشرات و عوامل بیماری‌زا به گیاه، نیز جلوگیری می‌کند و در حفظ گیاه در برابر سرما نیز نقش دارد. بعضی گیاهان پوستک ضخیم دارند. پوستک به علت لیپیدی بودن به ن کمک می‌کند.

## واژه‌شناسی

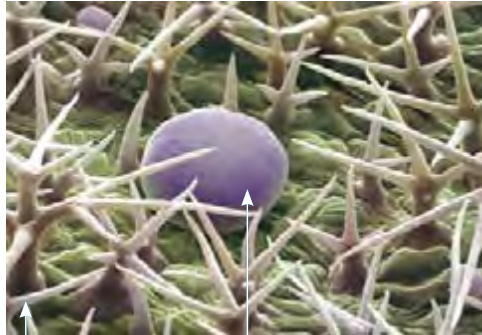
### نرم آگند

#### (Parenchyma / پارانشیم)

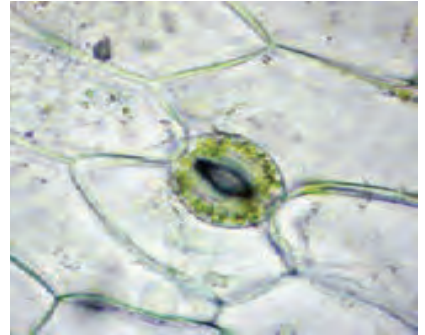
پارانشیم به بافت نرم و پُرکننده‌ای گفته می‌شود که فواصل بافت‌های دیگر را پر می‌کند. معادل نرم آگند از صفت نرم و آگند به معنی آکنده و پرکننده تشکیل شده است؛ یعنی بافتی پرکننده و نرم. در کنار آن کلمات سخت آگند و چسب آگند نیز معنی پیدا می‌کنند.

شکل ۱۳- الف) یاخته‌های نگهبان روزنه، ب) یاخته ترشچی و گُرک.

بعضی یاخته‌های روپوستی در گیاه، به یاخته‌های نگهبان روزنه، گُرک و یاخته‌های ترشچی، تمایز می‌یابند (شکل ۱۳). یاخته‌های نگهبان روزنه برخلاف یاخته‌های دیگر روپوست، دارند. تار کشنده در ریشه‌های ، از تمایز یاخته‌های روپوست ایجاد می‌شود. روپوست ریشه، ندارد. به نظر شما این ویژگی چه فایده‌ای دارد؟



ب) یاخته ترشچی گُرک



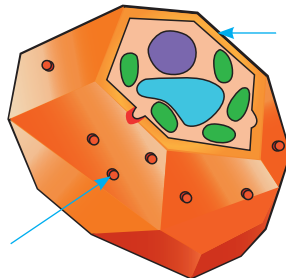
الف)

## سامانه بافت زمینه‌ای

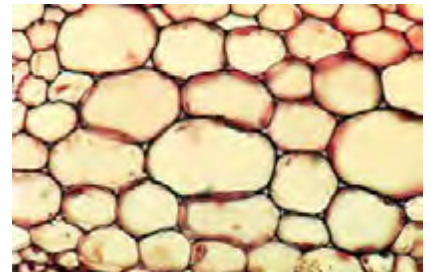
این سامانه که فضای بین روپوست و بافت آوندی را پر می‌کند از سه نوع بافت پارانشیمی (نرم آگند)، کلانشیمی (چسب آگند) و اسکلرانشیمی (سخت آگند) تشکیل می‌شود.

**بافت پارانشیمی** بافت در این سامانه است. یاخته‌های پارانشیمی، دیواره نخستین دارند؛ بنابراین نسبت به آب نفوذپذیرند (شکل ۱۴). وقتی گیاه زخمی می‌شود، این یاخته‌ها تقسیم می‌شوند و آن را بازسازی می‌کنند. بافت پارانشیمی کارهای متفاوتی، مانند ذخیره مواد و انجام می‌دهد. پارانشیم سبزینه دار به فراوانی در اندام‌های سبز گیاه، مانند برگ دیده می‌شود.

شکل ۱۴- الف) یاخته‌های پارانشیمی با دیواره نازک، ب) ترسیم از این یاخته‌ها



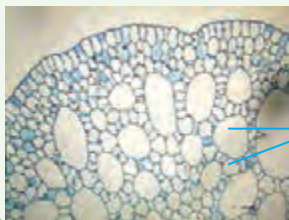
ب)



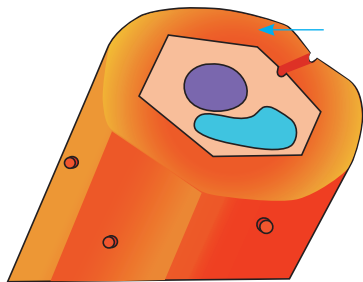
الف)

## فعالیت ۶

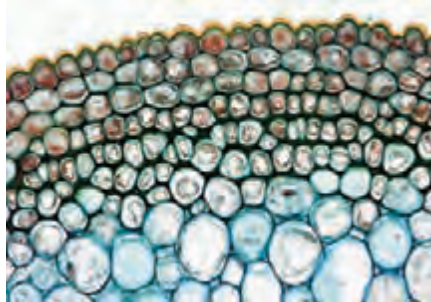
سامانه بافت زمینه‌ای در گیاهان از پارانشیمی ساخته می‌شود که فاصله فراوانی بین یاخته‌های آن وجود دارد. این فاصله‌ها با هوا پر شده‌اند. این ویژگی چه اهمیتی برای گیاهی دارد که در آب زندگی می‌کند؟



**بافت کلانشیم** از یاخته‌هایی با همین نام ساخته شده است. این یاخته‌ها دیوارهٔ ندارند؛ اما دیوارهٔ نخستین آنها است. به همین علت ضمن ایجاد سبب اندام می‌شوند. این بافت مانع رشد اندام گیاهی . یاخته‌های کلانشیمی معمولاً زیر قرار می‌گیرند (شکل ۱۵).



(ب)



(الف)

شکل ۱۵- الف) دیوارهٔ ضخیم یاخته‌های کلانشیمی به علت رنگ آمیزی تیره دیده می‌شود، ب) ترسیمی از یاختهٔ کلانشیمی

**بافت اسکلرانشیم** از یاخته‌هایی با همین نام ساخته شده است. که هنگام خوردن گلابی زیر دندان حس می‌کنیم، مجموعه‌ای از این یاخته‌هاست. این یاخته‌ها دیوارهٔ پسین دارند. چوبی شدن دیواره، به علت تشکیل ماده‌ای به نام است که در نهایت سبب مرگ پروتوپلاست می‌شود. این یاخته‌ها نقش استحکامی دارند. دو نوع یاختهٔ اسکلرانشیمی وجود دارد. **اسکلرئیدها**، یاخته‌های و **فیبرها**، یاخته‌های اسکلرانشیمی‌اند. از فیبرها در تولید و نیز استفاده می‌کنند.

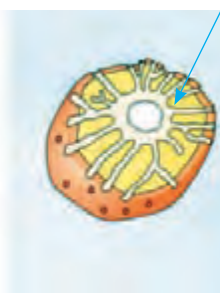
### بیشتر بدانید

#### گُرک‌های گزنده!

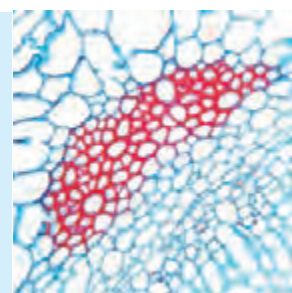
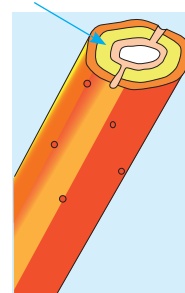
بعضی کرک‌ها نقش دفاعی نیز دارند. گُرک گزنده در گیاه گزنده، اسید دارد. وقتی نوک سوزن مانندگُرک، شکسته می‌شود، اسید از آن خارج و سبب سوزش پوست می‌شود.



(پ)



(ب)



(الف)

### سامانه بافت آوندی

شکل ۱۶- الف) فیبر در برش عرضی و ترسیمی از آن، ب) اسکلرئید و ترسیمی از آن، پ) اسکلرئید در گلابی

این سامانه بافتی، مواد را در گیاه بر عهده دارد، زیرا دارای **بافت آوند چوبی** و **بافت آوند آبکشی** است. به یاد می‌آورید این دو نوع بافت چه تفاوت اساسی با هم دارند؟ یاخته‌های این بافت‌ها، یاخته‌هایی‌اند که آوندها را می‌سازند و همان طور که دانید



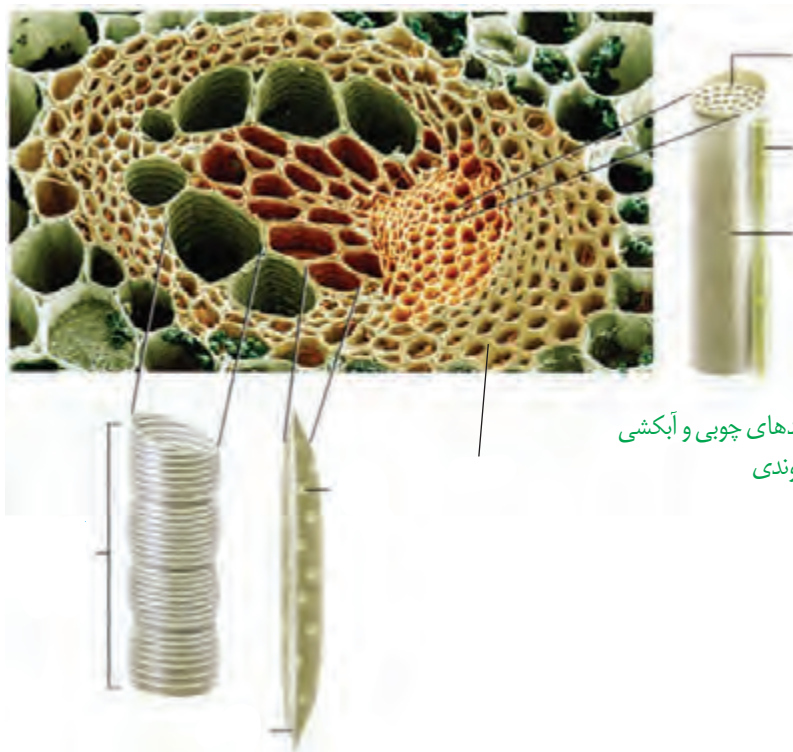
شکل ۱۷- آوندهای چوبی به شکل‌های متفاوتی دیده می‌شوند.

شیره خام و پرورده را در سراسر گیاه جابه‌جا می‌کنند. در این بافت‌ها علاوه بر آوندها، بافته‌های دیگری مانند بافته‌های پارانشیمی و فیبر نیز وجود دارد.

آوندهای چوبی بافته‌های که دیواره چوبی شده آنها، به جا مانده است. لیگنین در دیواره بافته‌های آوندچوبی به شکل‌های متفاوتی قرار می‌گیرد (شکل ۱۷).

بعضی آوندهای چوبی از بافته‌های دراز به نام **تراکنید** ساخته شده‌اند. درحالی که بعضی دیگر، از بافته‌های کوتاهی به نام **عنصر آوندی** تشکیل می‌شوند. در عناصر آوندی دیواره عرضی از بین رفته و تشکیل شده است.

آوند آبکش از بافته‌هایی ساخته می‌شود که دیواره نخستین سلولزی دارند. دیواره عرضی در این بافته‌ها دارد. این بافته‌ها هسته ندارند، اما؛ زیرا سیتوپلاسم آنها از بین نرفته است. در کنار آوندهای آبکش **نهران دانگان**، **بافته‌های همراه** قرار دارند. این بافته‌ها به آوندهای آبکش در ترابری شیره کمک می‌کنند (شکل ۱۸). همان‌طور که در شکل ۱۸ می‌بینید، آوندها را در بر گرفته‌اند.



شکل ۱۸- آوندهای چوبی و آبکشی در یک دسته آوندی

الف) سه سامانه بافتی و انواع بافته‌های سامانه بافت زمينه ای را با هم مقایسه کنید.  
ب) مقدار بافت  در ساقه چوبی شده، به مراتب بیشتر از بافت  است. این وضع چه اهمیتی برای گیاه دارد؟

## فعالیت ۷

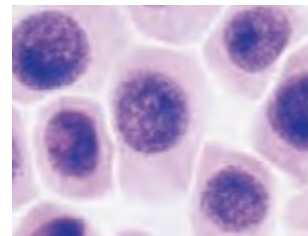
## از دانه تا درخت

پارزای، مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی برای واژه مریستم (Meristem) است. با استفاده از این واژه، واژه‌هایی مانند پارزای نخستین و پارزای پسین ساخته می‌شود.

چگونه از دانه‌ای کوچک، گیاهی چندین برابر بزرگ‌تر یا درختی با چندین متر طول ایجاد می‌شود؟ چه چیزی سبب می‌شود که گیاهان، شاخه و برگ جدید تولید کنند؟ یا چرا از شاخه یا ساقه جدا شده، گیاه کاملی ایجاد می‌شود؟

تا به اینجا دانستید که پیکر گیاه آوندی از سه سامانه بافتی ساخته می‌شود. اما منشأ این سامانه‌های بافتی چیست؟ برای پاسخ به این پرسش باید به **مریستمی** وجود دارند که در نوک ساقه و ریشه، یاخته‌های مریستمی وجود دارند که مورد نیاز برای ساختن سامانه‌های بافتی را تولید می‌کنند. این یاخته‌ها قرار می‌گیرند و هسته آنها که در قرار دارد، بیشتر حجم یاخته را به خود اختصاص می‌دهد. در ادامه، انواع مریستم را بررسی می‌کنیم.

**مریستم نخستین ریشه:** این مریستم ریشه قرار دارد و با بخش ماندی به نام **کلاهِک** پوشیده می‌شود. کلاهِک ترکیب ترشح می‌کند که سبب سطح آن و در نتیجه یاخته‌های می‌شوند. کلاهِک این مریستم را در برابر حفظ می‌کند.



الف) یاخته‌های مریستمی

**مریستم نخستین ساقه:** این مریستم در قرار دارد. جوانه‌ها مجموعه‌ای از یاخته‌های و بر افزایش، به ایجاد را بر اساس محلی که قرار دارند در دو گروه جوانه می‌دهند (شکل ۲۰).



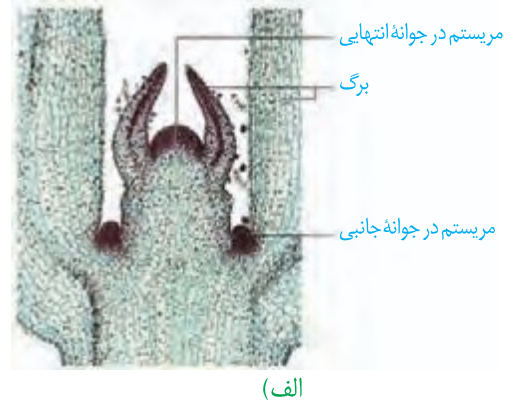
مریستم نزدیک به نوک ریشه

کلاهِک

ب) نوک ریشه

مریستم نخستین علاوه بر جوانه‌ها، در فاصله وجود دارد. گره، محلی است که نتیجه فعالیت مریستم نخستین، افزایش و ساقه، شاخه و ریشه و نیز تشکیل و گیاه شکل می‌گیرد، به آن، مریستم نخستین می‌گویند.

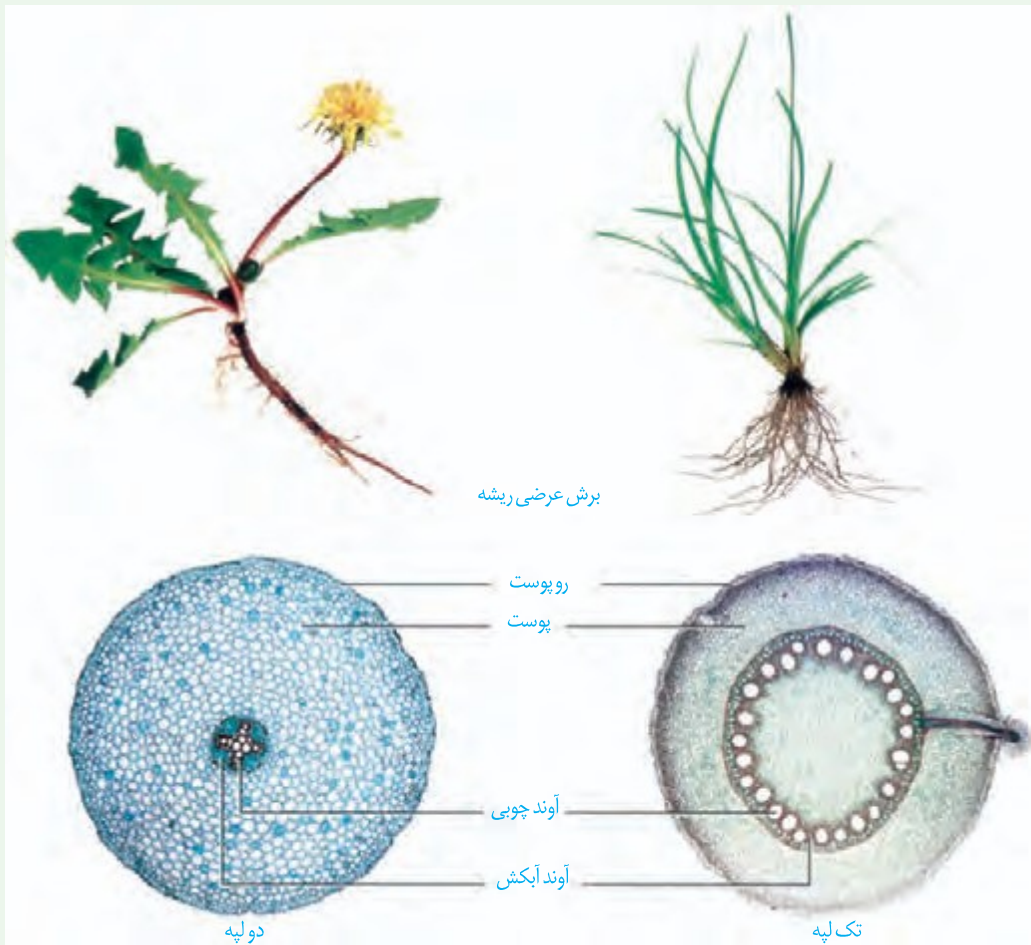
شکل ۱۹- الف) یاخته‌های مریستمی، ب) نوک ریشه در مشاهده با میکروسکوپ نوری

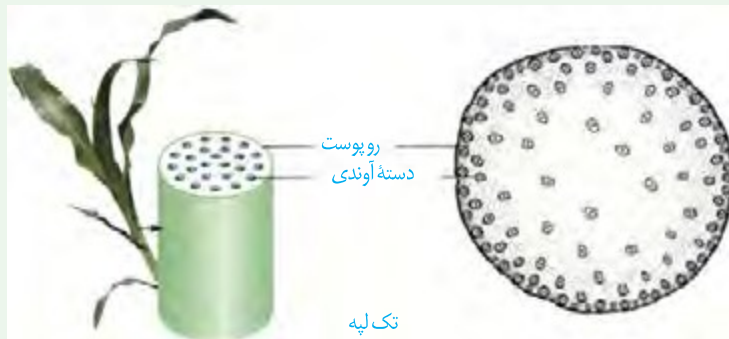
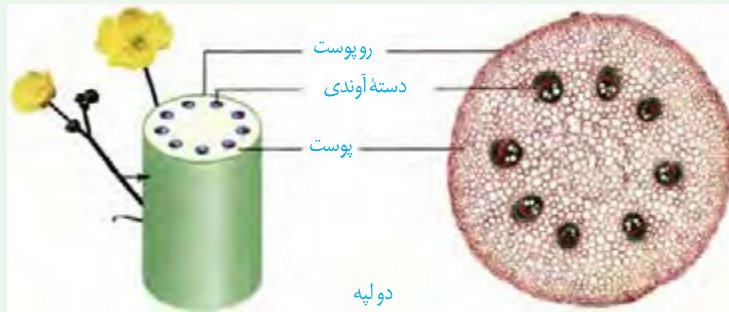


## فعالیت ۸

### ساختار نخستین ساقه و ریشه

شکل‌های زیر، ساختار نخستین ساقه و ریشه را در نوعی گیاه تک‌لپه و نوعی گیاه دو‌لپه نشان می‌دهد. برای مشاهده چگونگی قرارگیری سه سامانه بافتی در ساختار نخستین گیاه، باید از ریشه و ساقه، برش تهیه کنیم.





الف) با توجه به تصاویر، ساختار نخستین این گیاهان را با هم مقایسه کنید.

ب) برای مشاهده ساختار نخستین ریشه و ساقه در گیاهان، با استفاده از میکروسکوپ نوری روش زیر را به کار بگیرید.

**وسایل و مواد لازم:** میکروسکوپ نوری دو چشمی، تیغه و تیغک، تیغ تیز، شیشه ساعت، آب مقطر، ساقه و ریشه گیاه.

**روش کار:** در شیشه ساعت مقداری آب مقطر بریزید. با استفاده از تیغ، برش های عرضی و نازک تهیه کنید و در شیشه ساعت قرار دهید. در استفاده از تیغ، نکات ایمنی را رعایت کنید!

برش ها را با میکروسکوپ مشاهده کنید. برای مشاهده، ابتدا از بزرگنمایی کم و سپس از بزرگنمایی بیشتر استفاده کنید. شکل برش عرضی را ترسیم و نام گذاری کنید.

برای مشاهده بهتر می توانید برش ها را با یک یا دو رنگ، رنگ آمیزی کنید. برای این کار به محلول رنگ بر، یا سفیدکننده، استیک اسید یک درصد (یا سرکه سفید رقیق شده)، رنگ کارمن زاجی و آبی متیل نیاز دارید. برای رنگ آمیزی، برش ها را به ترتیب در هر یک از محلول های زیر قرار دهید.

آب مقطر، محلول رنگ بر (۱۵ تا ۲۰ دقیقه)، آب مقطر، استیک اسید رقیق (۱ تا ۲ دقیقه)، آب مقطر، آبی متیل (۱ تا ۲ دقیقه)، آب مقطر، کارمن زاجی (۲۰ دقیقه)، آب مقطر.

پ) هر یک از بافت های آوندی به چه رنگی در آمده اند؟

### مریستم هایی که بعداً عمل می کنند

تشکیل ساقه ها و ریشه هایی با قطر بسیار در نهان دانگان دولپه ای نمی تواند حاصل فعالیت مریستم نخستین در این گیاهان باشد. بنابراین باید مریستم های دیگری باشند تا بتوانند با تولید مداوم یاخته ها، بافت های لازم برای این افزایش قطر را فراهم کنند. به این مریستم ها که در افزایش

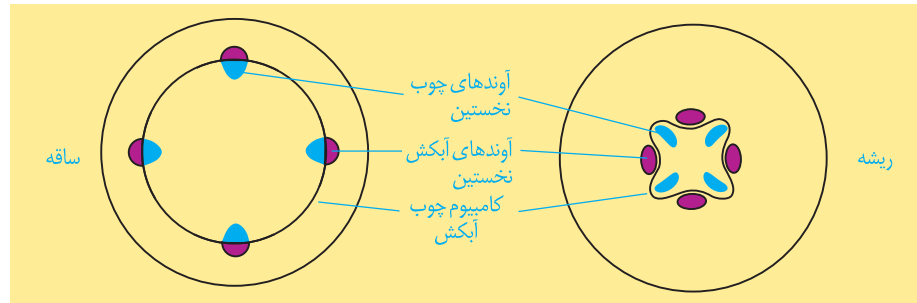
نقش دارند. مریستم پسین می گویند. دو نوع مریستم پسین در گیاهان دو لپه ای وجود دارد.

## واژه شناسی

لایه زای، مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی برای واژه کامبیوم (Cambium) است. با استفاده از این واژه، واژه‌هایی مانند لایه زای آوندی (Vascular Cambium) و لایه زای چوب پنبه (Cork Cambium) ساخته می شود.

**کامبیوم چوب آبکش (آوند ساز):** این مریستم همان طور که از نامش پیداست، منشأ بافت‌های

آوندی چوب و آبکش است (شکل ۲۱). این مریستم بین  
 می شود و آوندهای را به سمت داخل و آوندهای را به سمت بیرون تولید  
 می کند. مقدار بافت آوند که این مریستم می سازد، به مراتب بیشتر از بافت آوند است.



شکل ۲۱- کامبیوم چوب آبکش در ساقه و ریشه

**کامبیوم چوب پنبه ساز:** این مریستم در سامانه بافت زمینه ای و تشکیل می شود،

به سمت درون، یاخته های و به سمت بیرون، یاخته هایی را می سازد که دیواره آنها  
 می شود و در نتیجه، بافتی به نام بافت را تشکیل می دهند (شکل ۲۳). چوب پنبه  
 از ترکیبات و نسبت به است. بافت چوب پنبه بافت مرده ای است.



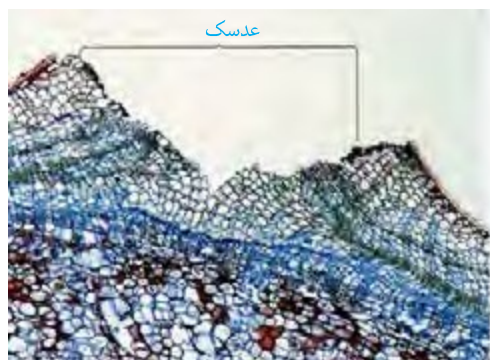
در مجموع پیراپوست (پریدرم) را تشکیل

می دهند. پیراپوست در ، جانشین می شود. پیراپوست به علت داشتن یاخته های  
 چوب پنبه ای شده، نسبت به است، در حالی که بافت های زیر آن زنده اند و برای زنده  
 ماندن به اکسیژن نیاز دارند؛ به همین علت در پیراپوست مناطقی به نام ایجاد می شود (شکل  
 ۲۲). در این مناطق یاخته ها دارند و امکان تبادل گازها را فراهم می کنند.

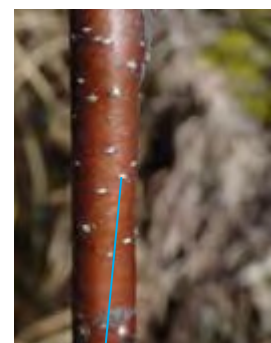
## بیشتر بدانید

### درخت های بدون کامبیوم!

تک لپه ای ها بر خلاف دولپه ای ها مریستم پسین ندارند. اما درختانی مانند نخل و نارگیل تک لپه ای اند. افزایش ضخامت در برخی از این گیاهان مربوط به بافت های حاصل از مریستم نخستین است.



(ب)

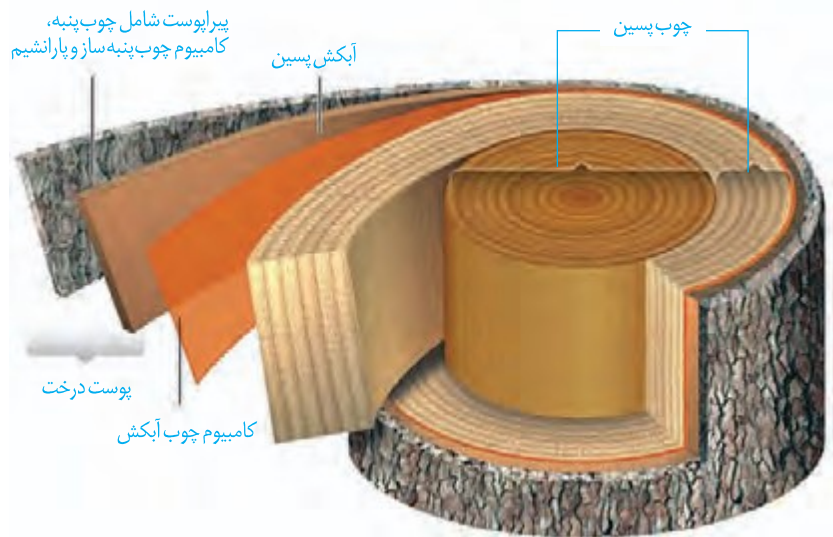


(الف)

در سطح اندام مشاهده می شود، (ب) عدسک در مشاهده با

شکل ۲۲- الف) عدسک به صورت میکروسکوپ نوری.

آنچه به عنوان پوست درخت می‌شناسیم، مجموعه‌ای از لایه‌های بافتی است که از شروع می‌شود و تا سطح اندام ادامه دارد (شکل ۲۳). با کندن پوست درخت، در برابر آسیب‌های محیطی قرار می‌گیرد.



شکل ۲۳- برشی از ساقه درخت

## فعالیت ۹

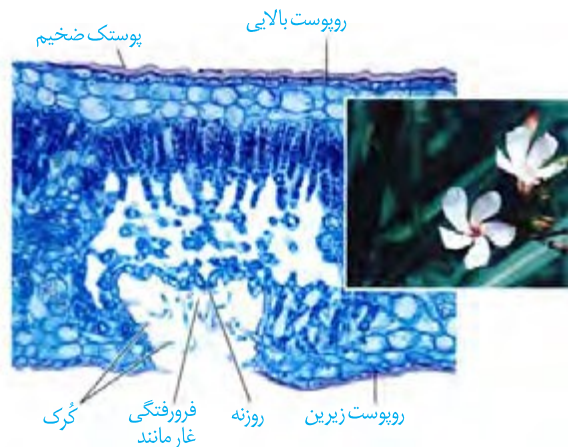
الف) مریستم نخستین و پسین را بر اساس محل تشکیل و عملکرد با هم مقایسه کنید.  
ب) در یک پژوهش گروهی، سه گیاه علفی در منطقه محل زندگی خود، انتخاب، ساختار ظاهری و

بافتی آنها را گزارش کنید.

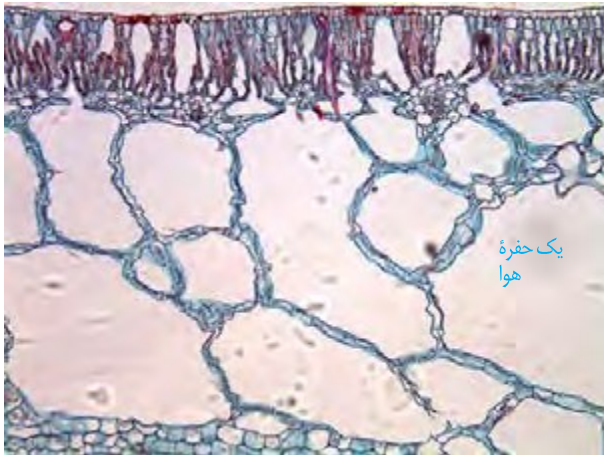
## سازش با محیط

مساحت پهناوری از سرزمین ایران را مناطق خشک و کم آب تشکیل می‌دهند؛ اما در این مناطق انواعی از گیاهان زندگی می‌کنند. برای اینکه بدانیم این گیاهان چه ویژگی‌های ساختاری متناسب با محیط دارند، ابتدا باید به این موضوع توجه کنیم که این گیاهان با چه مشکلاتی مواجه اند. همان طور که از نام این مناطق پیداست، آب در این مناطق کم، و به همین علت پوشش گیاهی اندک است. تابش شدید نور خورشید و دمای بالا، به ویژه در روز، از ویژگی‌های دیگر این مناطق است. در نتیجه، گیاهانی می‌توانند در چنین مناطقی زندگی کنند که توانایی بالایی در ساز و کارهایی برای آن داشته باشند.

**روزنه‌هایی در غار:** خرزهره گیاهی است که در چنین مناطقی رشد می‌کند. در برگ‌های این گیاه ضخیم است و روزنه‌های آن در فرورفتگی‌ها قرار می‌گیرند. در این فرورفتگی‌ها تعداد وجود دارد. این کرک‌ها با به دام انداختن ، اتمسفر در اطراف روزنه‌ها ایجاد می‌کنند و مانع از برگ می‌شوند (شکل ۲۴).



شکل ۲۴- روزنه‌ها در برگ خرزهره در فرورفتگی‌های غار مانند قرار دارند.



شکل ۲۵- برگ گیاهی آبی. به حفره‌های بزرگ هوا توجه کنید.



شکل ۲۶- شش ریشه‌های درخت جزایر سطح آب دیده می‌شوند.

در بعضی گیاهان در این مناطق ترکیب‌های خود دارند. این ترکیبات مقدار فراوانی می‌کنند و سبب می‌شوند تا آب فراوانی در واکنش‌ها ذخیره شود. گیاه در دوره‌های از این آب استفاده می‌کند. شما چه ویژگی‌های دیگری می‌شناسید که به حفظ زندگی گیاهان در چنین محیط‌هایی کمک می‌کند؟ با توجه به اینکه کشور ما با مشکل کم‌آبی مواجه است، شناخت ساختار گیاهان، نقش مهمی در انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب برای کشاورزی و توسعه فضای سبز دارد.

**زندگی در آب:** بعضی گیاهان در آب و یا جاهایی زندگی می‌کنند که زمان‌هایی از سال با آب پوشیده می‌شوند. این گیاهان با مشکل کمبود اکسیژن مواجه‌اند، به همین علت برای زیستن در چنین محیط‌هایی سازش‌هایی دارند. تشکیل فضاهای وسیع در بافت ، و از سازش‌های چنین گیاهانی است (شکل ۲۵).

جنگل‌های جزایر در سواحل استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان از بوم‌سازگان‌های ارزشمند ایران‌اند. ریشه‌های درختان جزایر قرار دارند. درختان جزایر برای مقابله با کمبود ریشه‌هایی دارند که از آمده‌اند. این ریشه‌ها با مانع از مرگ ریشه‌ها به علت کمبود اکسیژن می‌شوند. به همین علت به این ریشه‌ها، شش ریشه می‌گویند (شکل ۲۶).

### بیشتر بدانید

#### زیستن در زمین‌های شور!

گیاهانی که در زمین‌های شور زندگی می‌کنند، می‌توانند با جذب فعال سدیم، فشار اسمزی خود را بالاتر از فشار اسمزی محیط نگه دارند. بعضی از این گیاهان نمک را از سطح برگ دفع می‌کنند.

### فعالیت ۱۰

الف) با مراجعه به منابع معتبر، درباره ویژگی‌های درخت جزایر، وضعیت جنگل‌های جزایر در ایران، نقش این جنگل‌ها در حفظ

گونه‌های جانوری و زندگی مردم محلی، به صورت گروهی گزارشی ارائه دهید.

ب) در منطقه‌ای که زندگی می‌کنید، آیا گیاهانی وجود دارند که با شرایط خاص آن

منطقه سازگاری‌هایی داشته باشند؟ در صورت وجود چنین گیاهانی، گزارشی به صورت

گروهی از این سازگاری‌ها ارائه دهید.

## گیاه‌شناسی در دوران اوج تمدن اسلامی

مسلمانان نقش چشمگیری در شکل‌گیری علم گیاه‌شناسی داشته‌اند. آنها به منظور بهبود زندگی و تغذیه مردم در سرزمین‌های اسلامی، توجه ویژه‌ای به کشاورزی داشتند؛ از این‌رو بهبود کشاورزی از محورهای اساسی در مطالعات گیاه‌شناسی دانشمندان در قلمرو حکومتی مسلمانان بود. کشاورزی مسلمانان در زمان خود، فعالیتی پیشرفته، دوست‌دار طبیعت و پرمحصول بود. یکی از این دانشمندان، **احمد بن داود دینوری** از گیاه‌شناسان پیشرو در قرن سوم هجری و زاده شهر دینور ایران است. دینوری صدها گیاه را مطالعه و ویژگی‌های آنها را در کتابی به نام *کتاب النبات* مستند کرده است. این کتاب در زمان خود، منبعی برجسته و کاربردی برای شناخت گیاهان بود. شرح تنوع گیاهان و چگونگی رشد و نمو آنها از جمله تولید مثل و تشکیل میوه، این کتاب را در آن زمان به راهنمایی مهم و بی‌نظیر در انتخاب مناسب‌ترین و پرمحصول‌ترین گیاهان برای کشاورزی و به منظور تأمین غذا تبدیل کرده بود.

علاوه بر نقش گیاهان در تأمین غذا، کاربردهای دارویی آنها نیز همواره مورد توجه بوده است. **ابن سینا** در کتاب *قانون* به معرفی خواص دارویی تعدادی از گیاهان پرداخته است. چیزی که گیاه‌شناسی دانشمندان مسلمان را از هم‌تایان اروپایی خود متمایز می‌کرد، این بود که دانشمندان مسلمان در تدوین منابع صرفاً به نوشته‌ها و منابع پیشینیان اکتفا نمی‌کردند؛ بلکه از مشاهدات دقیق و تجربه‌های شخصی در تدوین این کتاب‌ها بهره می‌بردند. اهمیت تجربه نزد آنها به حدی بود که از باغ‌ها برای بررسی امکان کشت و پرورش گیاهان در اقلیم‌های متفاوت نیز بهره می‌بردند.





## فصل ۷

# جذب و انتقال مواد در گیاهان

گرچه گیاهان می‌توانند به وسیله فتوسنتز، بخشی از مواد مورد نیاز خود مانند کربوهیدرات و در پی آن پروتئین و لیپید را تولید کنند؛ اما همچنان به مواد مغذی مانند آب و مواد معدنی نیاز دارند. گیاهان، این مواد را به کمک اندام‌های خود، جذب می‌کنند. گیاهان چه ساز و کارهایی برای جذب مواد مورد نیاز و نیز انتقال آنها به اندام‌های خود دارند؟ مواد حاصل از فرایند فتوسنتز چگونه به سراسر گیاه منتقل می‌شوند؟ در این فصل به فرایندهای مربوط به تغذیه، جذب و انتقال گیاهان می‌پردازیم.



## گفتار ۱ تغذیه گیاهی

گیاهان، مواد مورد نیاز را از ، یا اطراف خود جذب می کنند. یکی از مهم ترین موادی است که گیاهان از هوا جذب می کنند. ، اساس ماده آلی و بنابراین یکی از عناصر مورد نیاز گیاهان است. کربن دی اکسید به همراه سایر گازها از طریق روزنه ها وارد فضاهای بین باخته ای گیاه می شود. مقداری از کربن دی اکسید هم با ، به صورت درمی آید که می تواند توسط گیاه جذب شود. سایر مواد مغذی هم از طریق جذب می شوند.

### خاک و مواد مغذی مورد نیاز گیاهان

خاک، ترکیبی از مواد ، و ( ) است. خاک های مناطق مختلف به علت تفاوت در این ترکیبات، توانایی متفاوتی در مقدار ، و دارند.

**گیاخاک (هوموس)**، خاک است و به طور عمده از و به ویژه تشکیل شده است. گیاخاک، با داشتن بارهای ، یون های رادر سطح خود نگه می دارند و در نتیجه مانع از این یون ها می شوند. گیاخاک همچنین باعث می شود که برای نفوذ ریشه مناسب است. ذرات خاک از تخریب و سنگ هادر فرایندی به نام ایجاد می شوند. این ذرات از اندازه بسیار کوچک تا درشت و را شامل می شوند. تغییرات متناوب یخ زدن و ذوب شدن، که باعث خرد شدن سنگ ها می شود، نمونه ای از اثر هوازدگی فیزیکی است. تولید شده توسط و نیز هم می توانند هوازدگی شیمیایی ایجاد کنند.

خاک های مختلف، ذراتی با اندازه های مختلف دارند. تحقیق کنید که رشد ریشه گیاهان در خاک های رسی و ماسه ای با چه چالش ها و فرصت هایی روبه روست؟

### فعالیت ۱

### جذب مواد معدنی خاک

و دو عنصر مهمی هستند که در ساختار و شرکت می کنند. گیاهان، ترکیبات این دو عنصر را بیشتر از جذب می کنند.

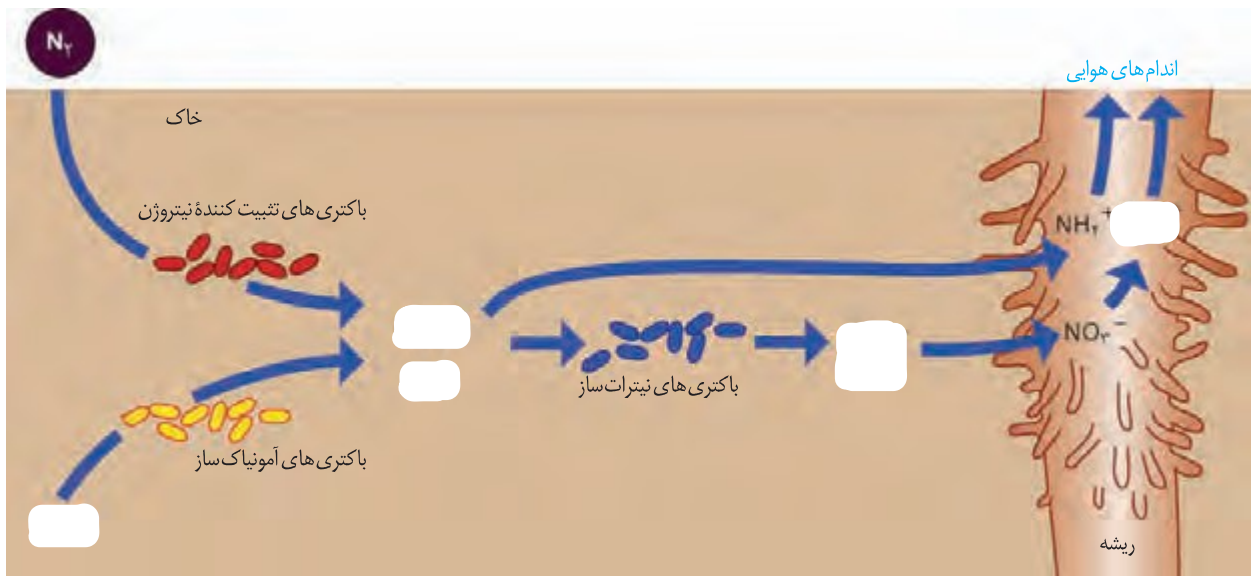


## جذب نیتروژن

با اینکه جو زمین دارای ۷۸ درصد نیتروژن ( $N_2$ ) است، گیاهان نمی‌توانند شکل نیتروژن را جذب کنند. نیتروژن مورد استفاده گیاهان به صورت یون  $(NH_4^+)$  یا  $(NO_3^-)$  است. این ترکیبات در خاک و توسط تشکیل می‌شوند. خلاصه‌ای از این فرایندها در شکل ۱ نشان داده شده است. به تبدیل نیتروژن تثبیت نیتروژن گفته می‌شود. نیتروژن تثبیت شده در خاک، حاصل عملکرد زیستی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، به صورت در خاک یا با گیاهان زندگی می‌کنند. نیتروژن تثبیت شده در این باکتری‌ها به مقدار قابل توجهی، و یا پس آنها برای گیاهان قابل دسترس می‌شود. مهم‌ترین انواع تثبیت نیتروژن، در ادامه این فصل توضیح داده خواهد شد. امروزه تلاش‌های زیادی برای انتقال ژن‌های مؤثر در تثبیت نیتروژن به گیاهان در جریان است، تا بدون نیاز به این باکتری‌ها، نیتروژن مورد نیاز در اختیار گیاه قرار گیرد.

شکل ۱- تغییرات مواد نیتروژن دار و چگونگی جذب آنها از خاک

مواد نیتروژن دار چیست؟



## جذب فسفر

فسفر (P) از دیگر عناصر معدنی است که کمبود آن، را محدود می‌کند. گیاهان، فسفر مورد نیاز خود را به صورت  $(H_2PO_4^-)$  از به دست می‌آورند. گرچه فسفات در است، اغلب برای گیاهان غیرقابل دسترس است. یکی از دلایل، این است که فسفات به بعضی ترکیبات معدنی خاک متصل می‌شود. برخی گیاهان برای جبران، از ریشه‌ها و یا ریشه‌های دارای ایجاد می‌کنند که جذب را افزایش می‌دهد.

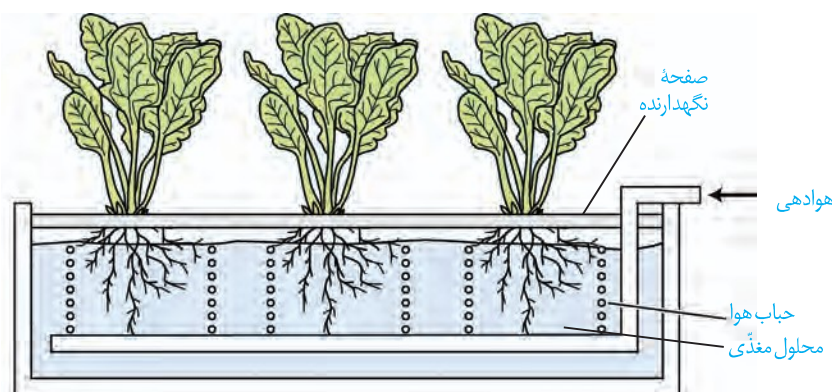
به دلیل اینکه بیشتر کشور ما دارای اقلیم خشک و یا شور است، عناصری مانند بور و آلومینیم در خاک‌ها فراوان است که می‌تواند باعث مسمومیت در گیاهان شود. گیاهان از بور برای استحکام دیوارهٔ یاخته‌ای استفاده می‌کنند ولی افزایش آن موجب کاهش نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم برگ‌های می‌شود. یون آلومینیم نیز یکی از مواد فراوان خاک است و به مقدار کم می‌تواند به بافت‌های گیاهی نفوذ کند. این یون مانع جذب مواد معدنی دیگر و آب، توسط ریشه‌ها می‌شود. مقدار آلومینیم در خاک‌های اسیدی فراوان‌تر است.

خاکِ مناطق مختلف ممکن است دچار کمبود برخی مواد یا فزونی مواد دیگر باشد. اصلاح این خاک‌ها می‌تواند آنها را برای گیاهان قابل کشت کند. اگر این خاک‌ها دچار کمبود باشند، با افزودن کود می‌توان حاصلخیزی آنها را افزایش داد. زیست‌شناسان برای تشخیص در محلول‌های مغذی رشد می‌دهند (شکل ۲). این محلول‌ها، آب و عناصر مغذی محلول به مقدار معین دارند. از این شیوه برای تشخیص

مقدار ، و قابل دسترس در ها محدود است، به همین دلیل در کودها این عناصر وجود دارند. کودهای مهم در انواع ، و ( ) وجود دارند. کودهای آلی، این کودها مواد را به آزاد می‌کنند و چون به شباهت بیشتری دارند، آنها به گیاهان آسیب کمتری می‌زند. از معایب این کودها،

کودهای شیمیایی شامل هستند که به در اختیار گیاه قرار می‌گیرند؛ بنابراین

می‌توانند ، کمبود مواد مغذی خاک را جبران کنند. مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی می‌تواند آسیب‌های زیادی به خاک و محیط‌زیست وارد و بافت خاک را تخریب کند. از طرفی، با شسته شدن توسط بارش‌ها، این مواد به آب‌ها وارد می‌شوند. حضور این مواد باعث



شکل ۲- دستگاه ساده‌ای برای کشت گیاهان در محلول‌های مغذی

می‌شود. افزایش این عوامل مانع و کافی به آب می‌شود و می‌تواند باعث

کودهای زیستی شامل هستند که برای خاک مفید و با فعالیت و تکثیر خود، مواد معدنی خاک را افزایش می‌دهند. استفاده از این کودها بسیار و است. این کودها معمولاً به همراه به خاک افزوده می‌شوند و معایب دو نوع کود دیگر را ندارند.

همان‌طور که کاهش عناصر مغذی در خاک برای گیاهان زیان‌بار است، افزایش بیش از حد بعضی مواد در خاک می‌تواند ایجاد کند و شود. بعضی گیاهان می‌توانند غلظت‌های زیادی از این مواد را درون خود به صورت نگهداری کنند؛ مثلاً نوعی می‌تواند را که ماده‌ای سمی برای گیاه است، در خود جمع کند. بعضی گیاهان می‌توانند را نیز در بافت‌ها ذخیره کنند. مثلاً گیاه گل‌ادرسی که در خاک‌های و صورتی رنگ هستند در خاک‌های آبی رنگ می‌شوند. این تغییر رنگ به علت در گیاه

است (شکل ۳). بعضی گیاهان نیز با جذب و ذخیرهٔ ، موجب ، خاک می‌شوند. با کاشت و برداشت این گیاهان در چند سال پی‌درپی می‌توان باعث کاهش شوری خاک و بهبود کیفیت آن شد.



شکل ۳- الف) رنگ گل گیاه ادریسی در خاک‌های اسیدی، ب) قلیایی و خنثی

(ب)

(الف)

آزمایشی را طراحی کنید که به کمک آن بتوان تأثیر کاهش یا افزایش مواد معدنی را در رشد و نمو گیاهان تعیین کرد.

## فعالیت ۲

### بیشتر بدانید

#### کبوترخانه: سازگار با طبیعت

کشاورزی به‌عنوان راهی برای تأمین غذای انسان همواره مورد توجه بوده است. پیشینیان می‌دانستند که کشت‌وکار مداوم باعث کاهش مواد مورد نیاز رشد گیاهان می‌شود. به همین منظور از مدفوع جانوران برای تقویت خاک‌های کشاورزی استفاده می‌کردند. آنها می‌دانستند که مدفوع کبوتر، کودی مناسب برای حاصل‌خیزی زمین‌های کشاورزی است. در پرندگان محل خروج ادرار و مواد دفعی از دستگاه گوارش یکی است و چون مدفوع شامل ادرار نیز می‌شود کودی غنی به حساب می‌آید. همچنین در مقایسه با مدفوع جانوران دیگر، مشکلات کمتری دارد. در ایران برای استفاده حداکثر از مدفوع پرندگان برج‌های گلی، معروف به کبوترخانه برای پرورش کبوترها و جمع‌آوری مدفوع آنها با مهندسی دقیق و در نظر گرفتن امنیت کبوترها ساخته شدند که بعضی همچنان پابرجا هستند. معماری این برج‌ها به گونه‌ای بود که امکان ورود پرندگان شکاری به کبوترخانه وجود نداشت و کبوترها می‌توانستند در امنیت و آسایش در آشیانه‌های ساخته شده در فضای درونی کبوترخانه، به زندگی و پرورش زاده‌ها بپردازند. استفاده از مدفوع پرنده برای حاصل‌خیزی زمین که با محیط‌زیست سازگار بود، نشانه‌ای از شناخت طبیعت و بهره‌برداری مناسب از آن است.



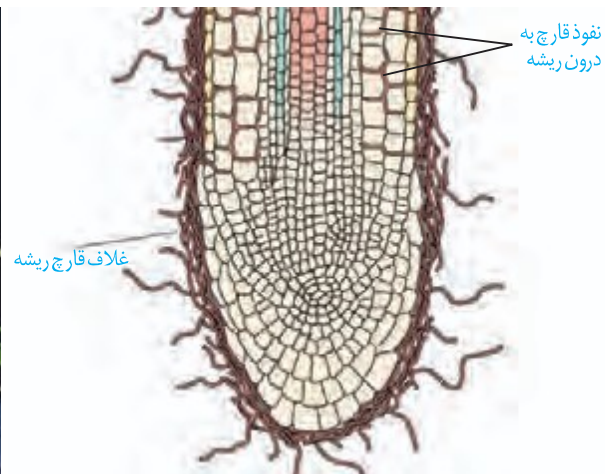
گیاهان شیوه‌های شگفت‌انگیزی برای گرفتن مواد مورد نیاز خود از جانداران دیگر دارند. گیاهان با بعضی از این جانداران ارتباط همزیستی برقرار می‌کنند. از مهم‌ترین انواع این همزیست‌ها، قارچ ریشه‌ای‌ها (میکوریزا) و باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن هستند.

### قارچ ریشه‌ای

یکی از معمول‌ترین سازگاری‌ها برای جذب آب و مواد مغذی، همزیستی ریشه گیاهان با است که به آن قارچ ریشه‌ای گفته می‌شود (شکل ۴). حدود درصد با قارچ‌ها همزیستی دارند. این قارچ‌ها در سطح زندگی می‌کنند. رشته‌های به درون ریشه می‌فرستند که تبادل مواد را با آن انجام می‌دهند. در قارچ ریشه‌ای، قارچ، مواد را از ریشه گیاه می‌گیرد و برای گیاه، مواد و به خصوص فراهم می‌کند. بیکر ، نسبت به ریشه گیاه با سطح بیشتری از خاک در تماس است و می‌تواند مواد معدنی بیشتری را جذب کند.



(ب)



(الف)

شکل ۴- همزیستی ریشه گیاه با قارچ و نتایج آن. الف) طرح ساده نوعی قارچ ریشه‌ای که غلافی را روی ریشه گیاه تشکیل می‌دهد. بخش کوچکی از قارچ به درون ریشه نفوذ و در تبادل مواد شرکت می‌کند. ب) مقایسه دو گیاه که یکی با کمک قارچ ریشه‌ای (چپ) و دیگری بدون آن (راست) و در وضعیت برابر محیطی رشد کرده است.

## همزیستی گیاه با تثبیت کننده های نیتروژن



برخی گیاهان با انواعی از باکتری ها همزیستی دارند که این همزیستی برای به دست آوردن نیتروژن بیشتر است. دو گروه مهم این باکتری ها عبارت اند از: ریزوبیوم ها و سیانوباکتری ها.

**ریزوبیوم:** از گذشته برای تقویت خاک، انجام می شد که در آن گیاهان زراعی مختلف به صورت پی در پی کشت می شد. یکی از انواع گیاهانی که در تناوب کشت مورد استفاده قرار می گیرد، گیاهان است (دلیل این نام گذاری، شباهت آنها به پروانه است). و از گیاهان مهم زراعی این تیره هستند. در ریشه این گیاهان و در محل

شکل ۵- گرهک های ریشه گیاهان تیره پروانه واران

نوعی باکتری تثبیت کننده نیتروژن به نام ریزوبیوم زندگی می کند (شکل ۵). هنگامی که این گیاهان می شود، گرهک های آنها در خاک باقی می ماند و گیاه خاک غنی از نیتروژن ایجاد می کنند. ریزوبیوم ها با تثبیت نیتروژن، نیاز گیاه را به این عنصر برطرف می کنند و گیاه نیز مواد آلی مورد نیاز باکتری را برای آن فراهم می کند.

### بیشتر بدانید

گیاه آبی آزولا، بومی ایران نیست و برای تقویت مزارع برنج به تالاب های شمالی وارد شد. رشد سریع این گیاه موجب کاهش اکسیژن آب و مرگ بسیاری آبیان می شود. این گیاه اکنون به معضلی برای این تالابها بدل شده است. چنین مواردی به ما هشدار می دهند که نباید بدون مطالعه و در نظر داشتن پیامدهای احتمالی، گونه های غیربومی را وارد محیط زیست کرد.

**همزیستی با سیانوباکتری ها.** سیانوباکتری ها نوعی از باکتری های هستند که می توانند علاوه بر فتوسنتز، تثبیت نیتروژن هم انجام دهند. آزولا گیاهی کوچک است که در تالاب های شمال و مزارع برنج کشور به فراوانی وجود دارد. گیاه آزولا با سیانوباکتری ها همزیستی دارد و نیتروژن تثبیت شده آن را دریافت می کند (شکل ۶- الف). گیاه گونرا نیز در نواحی فقیر از نیتروژن رشد شگفت انگیزی دارد. چگونه این گیاه با وجود کمبود نیتروژن چنین رشدی دارد؟ سیانوباکتری های همزیست درون و این گیاه، تثبیت نیتروژن انجام می دهند و از محصولات فتوسنتزی گیاه استفاده می کنند (شکل ۶- ب).

(ب)

(الف)

شکل ۶- الف) گیاه آبی آزولا،  
ب) گیاه گونرا



## روش‌های دیگر به دست آوردن مواد غذایی در گیاهان

**گیاهان حشره‌خوار:** این گیاهان ، ولی در مناطقی زندگی می‌کنند که از نظر نیتروژن فقیرند. در این گیاهان برای و جانوران کوچک مانند حشرات، تغییر کرده‌است. گیاه **توبره‌واش** که از گیاهان حشره‌خوار است در تالاب‌های شمال کشور می‌روید. این گیاه و آنها را به سرعت به درون بخش مانند خود می‌کشد و سپس گوارش می‌دهد. در شکل ۸، انواع دیگری از گیاهان حشره‌خوار نشان داده شده است.



شکل ۷-توبره‌واش



شکل ۸-چند نوع گیاه حشره‌خوار.

**گیاهان انگل:** انواعی از گیاهان انگل وجود دارند که از آب و مواد غذایی خود را از گیاهان فتوسنتزکننده دریافت می‌کنند. گیاه **سس**، نمونه‌ای از این گیاهان است. این گیاه ساقه تولید می‌کند که است. گیاه سس به دور گیاه سبز میزبان خود می‌پیچد و اندام‌های مکنده ایجاد می‌کند (شکل ۹- الف) که به درون گیاه نفوذ، و مواد مورد نیاز انگل را جذب می‌کند. نمونه دیگری از این گیاهان است که با ایجاد اندام مکنده و نفوذ آن به گیاهان جالیزی، مواد مغذی را دریافت می‌کند (شکل ۹- ب).



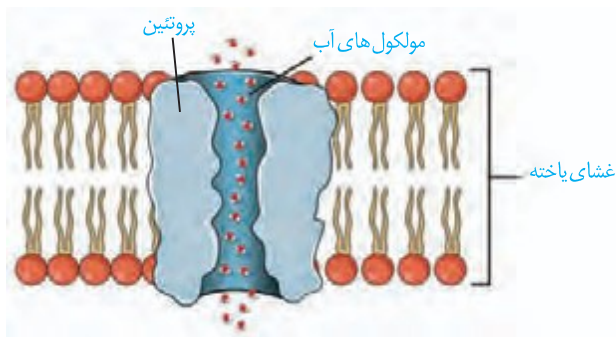
ب) گیاه گل جالیز در کنار بوته گوجه‌فرنگی



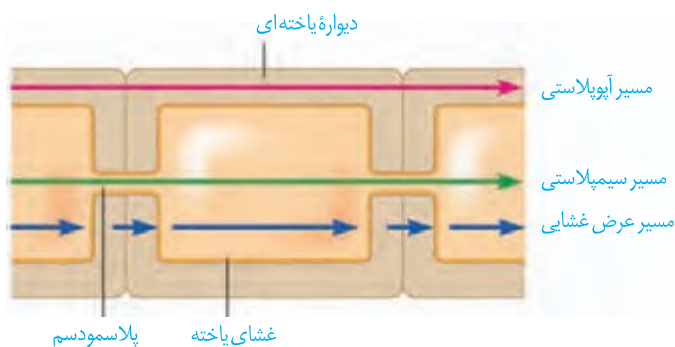
شکل ۹- گیاهان انگل: الف) گیاه سس

## انتقال از خاک به برگ

آب و مواد مورد نیاز گیاهان، که از خاک اطراف ریشه‌ها جذب می‌شود و در مسیرهایی به ساقه و برگ می‌رود. از آب جذب شده از سطح برگ‌ها به هوا تبخیر می‌شود. خروج آب به صورت از سطح اندام‌های هوایی گیاه تعرق نامیده می‌شود. تعرق، سازوکار لازم را برای جابه‌جایی آب و مواد معدنی به برگ فراهم می‌کند. جابه‌جایی مواد در گیاهان را می‌توان در دو مسیر و بررسی کرد؛ در مسیر کوتاه، جابه‌جایی آب و مواد در یا بررسی می‌شود. در مسیر بلند، جابه‌جایی مواد در مسیرهای طولانی‌تر بررسی می‌شود. این مسافت در بعضی درختان به بیش از صدمتر می‌رسد. در هر دوی این مسیرها آب به‌عنوان انتقال‌دهندهٔ مواد، نقش اساسی دارد که این نقش به علت ویژگی‌های آن است.



شکل ۱۰- پروتئین تسهیل‌کننده عبور آب در غشا



شکل ۱۱- شیوه‌های انتقال مواد در مسیرهای کوتاه

آب و بسیاری از مواد محلول از آن می‌تواند از فضای پلاسمودسم به یاخته‌های دیگر منتقل شود (شکل ۱۱). منافذ پلاسمودسم آن قدر بزرگ است که حتی و حتی آپوپلاستی، حرکت مواد محلول از

## جابه‌جایی مواد در مسیر کوتاه

## انتقال مواد در سطح یاخته‌ای: در این حالت،

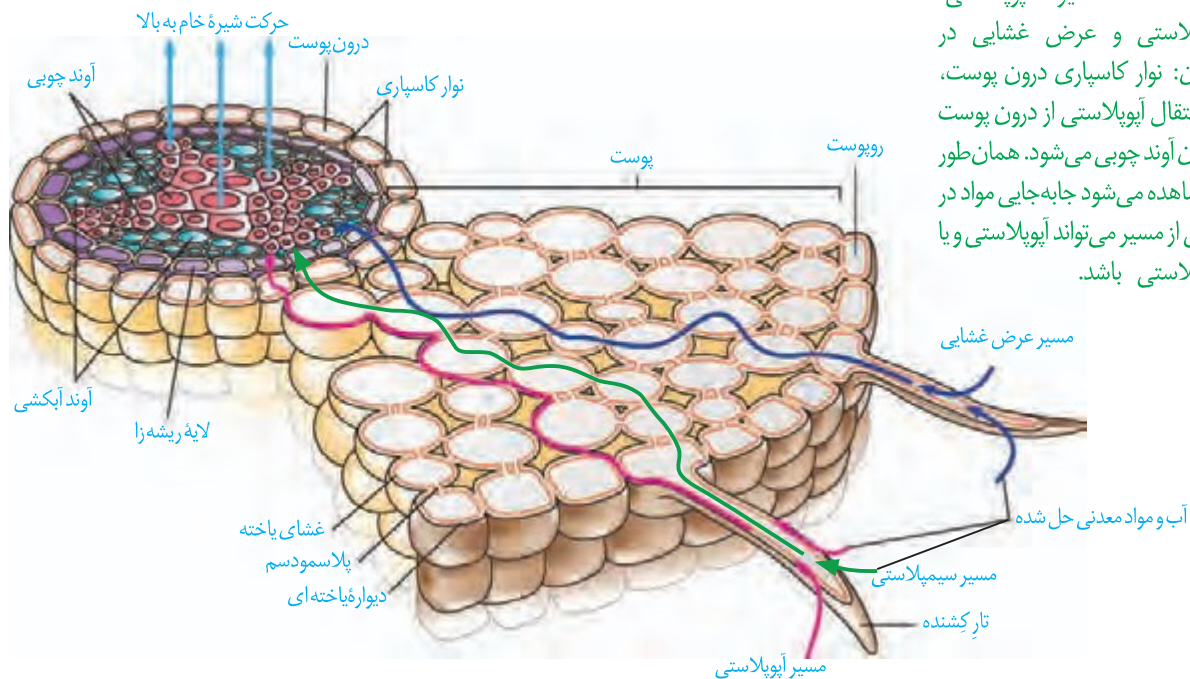
جابه‌جایی مواد با فرایندهای و در حد یاخته انجام می‌شود. با این فرایندها قبلاً آشنا شدید. شیوه‌هایی مثل انتشار و انتقال فعال، نمونه‌هایی از این روش‌هاست. برای انتقال آب در عرض غشای بعضی یاخته‌های و بعضی یاخته‌های ، پروتئین‌هایی دخالت دارند که سرعت جریان آب را افزایش می‌دهند. هنگام ساخت این پروتئین‌ها تشدید می‌شود (شکل ۱۰).

## انتقال مواد در عرض ریشه: در عرض ریشه، انتقال

آب و مواد محلول معدنی به سه روش انجام می‌شود: انتقال از انتقال و انتقال انتقال عرض غشایی شامل جابه‌جایی مواد از است. سیمپلاست به معنی همراه با است. انتقال سیمپلاستی حرکت

مواد از یک یاخته به یاخته مجاور، از راه می‌تواند از فضای پلاسمودسم به یاخته‌های دیگر منتقل شود (شکل ۱۱). منافذ پلاسمودسم آن قدر بزرگ است که حتی و حتی آپوپلاستی، حرکت مواد محلول از

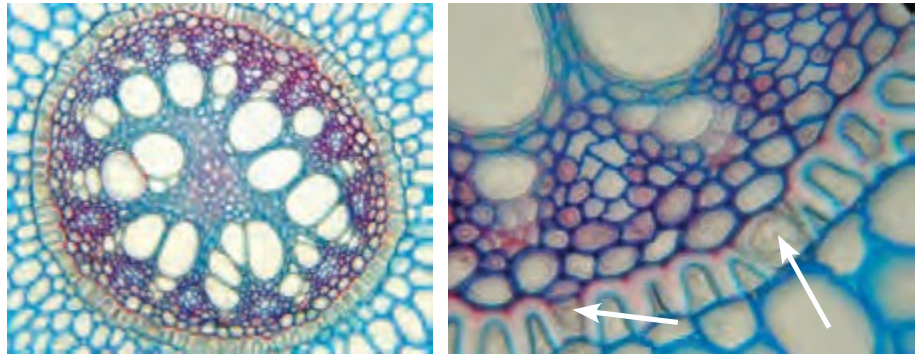
آب و مواد محلول در عرض ریشه سرانجام به درونی ترین به نام درون پوست (آندودرم) می‌رسند. درون پوست از یاخته‌ها است که یاخته‌های آن و سدی را در مقابل آب و مواد محلول ایجاد می‌کنند (شکل ۱۲). یاخته‌های درون پوست در



شکل ۱۲- مسیر آپویلاستی، سیمپلاستی و عرض غشایی در گیاهان: نوار کاسپاری درون پوست مانع انتقال آپویلاستی از درون پوست به درون آوند چوبی می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود جابه‌جایی مواد در بخشی از مسیر می‌تواند آپویلاستی و یا سیمپلاستی باشد.

خود دارای از جنس ( ) هستند که به آن گفته می‌شود. بنابراین آب و مواد محلول آن نمی‌توانند از طریق مسیر وارد یاخته‌های درون پوست شوند. یاخته‌های درون پوست را کنترل می‌کنند. این لایه در ریشه مانند عمل می‌کند که مانع از ورود مواد به بیرون از ریشه جلوگیری می‌کند. بعد از درون پوست حرکت در ادامه می‌یابد. مواد به آوندهای چوبی منتقل، و آماده جابه‌جایی برای مسیرهای طولانی‌تر می‌شود که به این فرایند گفته می‌شود. در ریشه، نوار کاسپاری علاوه بر دیواره‌های جانبی درون پوست، را نیز می‌پوشاند و انتقال مواد از این یاخته‌ها را غیرممکن می‌کند. در برش عرضی و زیر میکروسکوپ نوری این یاخته‌ها ظاهر یا شکل دارند (شکل ۱۳). در این گیاهان یاخته‌های درون پوستی ویژه‌ای، به نام وجود دارند که در اطراف خود هستند و انتقال مواد به آوندها از طریق این یاخته‌ها انجام می‌شود.

شکل ۱۳- تصویر میکروسکوپی مقطع عرضی ریشه نوعی گیاه. یاخته‌های معبر با پیکان نشان داده شده‌اند. یاخته‌های درون پوست در این ریشه‌ها به صورت نعلی شکل (U) دیده می‌شود.



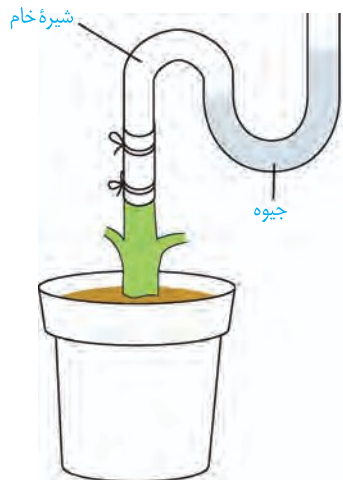
## انتقال آب و مواد معدنی در مسیرهای بلند

شیره خام در گیاهان، گاه تا فواصل بسیار طولانی جابه‌جا می‌شود. برای فواصل طولانی، کارآمد نیست. در گیاهان، جابه‌جایی مواد در مسیرهای طولانی توسط انجام می‌شود. سرعت انتشار آب و مواد در گیاه، در روز است ولی در جریان توده‌ای، این سرعت به در روز می‌رسد. جریان توده‌ای در آوندهای چوبی تحت اثر دو عامل و با همراهی انجام می‌شود.

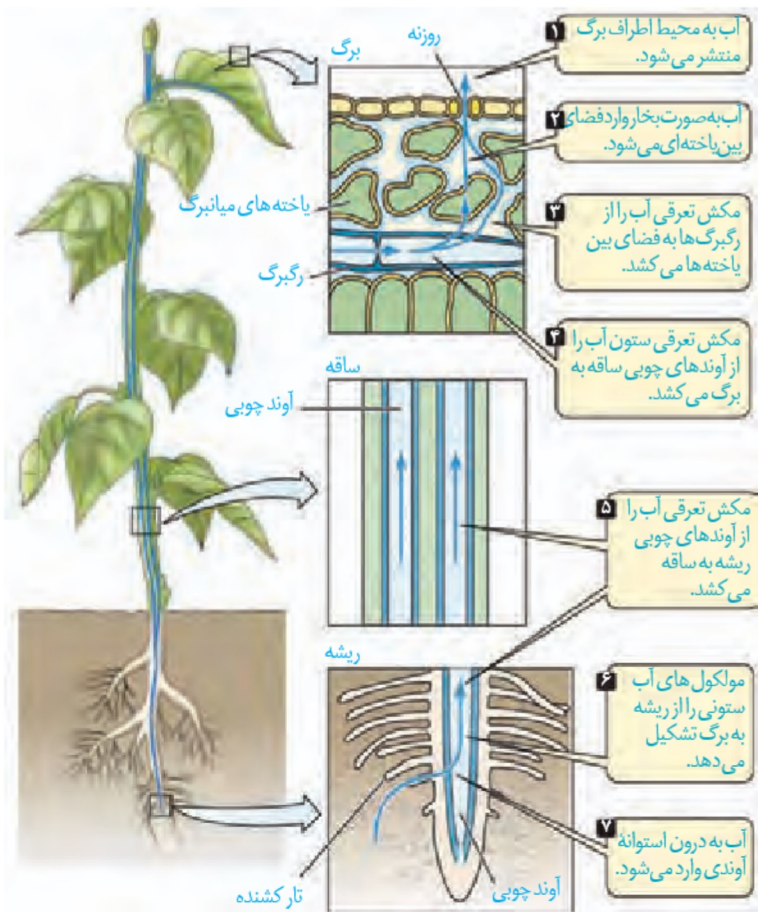
**فشار ریشه‌ای:** یاخته‌های و یاخته‌های ریشه، با انتقال فعال، را به درون آوندهای چوبی منتقل می‌کنند. این عمل باعث افزایش مقدار این یون‌ها، افزایش و در نتیجه ورود به درون آوند چوبی می‌شود. در اثر تجمع و فشار در آوندهای چوبی ریشه افزایش می‌یابد و فشار ریشه‌ای را ایجاد می‌کند. فشار ریشه‌ای باعث صعود شیره خام نقش دارد و در بهترین حالت می‌تواند چند متر آن را به بالا بفرستد. پس چه عاملی باعث حرکت شیره خام به نوک درختان بسیار بلند می‌شود؟

**تعرق:** عامل انتقال شیره خام، است که در اثر از سطح گیاه ایجاد می‌شود (شکل ۱۵). علت تعرق نیز حرکت آب از محل دارای به محل است. ستون آب درون آوندهای چوبی است. این پیوستگی به علت ویژگی‌های و مولکول‌های آب است. بیشتر تعرق گیاهان از یک روز گرم می‌تواند باعث شود؛ هرچند این کاهش است. اگر دیواره آوندهای چوبی استحکام کافی نداشت به راحتی در اثر مکش تعرق، له می‌شد.

شکل ۱۴- آزمایشی برای اندازه‌گیری فشار ریشه‌ای

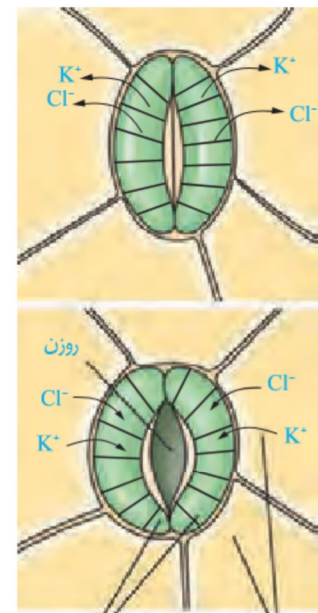


در گیاهان، تعرق می‌تواند از طریق  
 و انجام شود. بیشتر  
 تبادل گازها و در نتیجه تعرق از ( )  
 یاخته‌های نگهبان روزنه هوایی انجام می‌شود.  
 روزنه‌های هوایی می‌توانند با و شدن،  
 مقدار تعرق را تنظیم کنند. باز و بسته شدن روزنه  
 به دلیل ساختار یاخته‌های نگهبان روزنه و  
 تغییر آنها است. جذب آب به دنبال  
 در یاخته‌های نگهبان روزنه  
 انجام می‌شود. عوامل و عوامل  
 گیاه بازبسته شدن روزنه ها را تنظیم می‌کنند.  
 مثلاً با تحریک انباشت و یون‌های  
 و در یاخته نگهبان، فشار اسمزی یاخته‌ها  
 را افزایش می‌دهد و آب از یاخته‌های مجاور به  
 یاخته‌های نگهبان روزنه وارد می‌شود. در نتیجه،  
 یاخته‌ها دچار شده و به علت ساختار  
 ویژه آنها، روزنه باز می‌شود. بسته شدن روزنه‌ها  
 هم، به علت خروج آب از یاخته‌های نگهبان روزنه  
 انجام می‌شود (شکل ۱۶).



شکل ۱۵- حرکت شیره خام، تحت تأثیر مکش تعرقی

**ساختار یاخته‌های نگهبان روزنه:** دیواره یاخته‌های نگهبان روزنه، ساختار خاصی دارند که با جذب آب، افزایش پیدا می‌کنند. یکی از این عوامل، آرایش  
 که مانند دور دیواره یاخته‌های نگهبان روزنه قرار دارند. این کمربندهای سلولزی، هنگام  
 تورژسانس یاخته، مانع از گسترش یاخته شده، ولی مانع افزایش یاخته نمی‌شوند. عامل  
 دیگر، اختلاف یاخته‌های نگهبان روزنه است. هنگام تورژسانس، به علت ضخامت  
 ، دیواره پشتی یاخته منبسط می‌شود. این دو ویژگی باعث می‌شود هنگام جذب آب و  
 تورژسانس، یاخته‌ها خمیدگی پیدا کند و روزنه هوایی باز شود. در این حالت امکان تبادل گازها، فراهم  
 می‌شود (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- چگونگی باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی

یاخته‌های روپوست یاخته‌های نگهبان روزنه

## عوامل مؤثر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها

در گیاهان، تغییرات مقدار ، ، و از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر حرکات روزنه‌های هوایی است. مقدار گیاه و نیز ، از عوامل درونی مهم هستند. افزایش مقدار ، و کاهش ، تا حدی معین، می‌تواند باعث باز شدن روزنه‌ها در گیاهان شود. کاهش رفتار روزنه‌ای برخی گیاهان نواحی مانند ، در حضور نور متفاوت است و سبب می‌شود در طول ، روزنه‌ها بسته بمانند و از هدر رفتن آب جلوگیری شود. کاهش ، کاهش نیز از سازگاری‌های گیاهان برای زندگی در محیط‌های خشک هستند. شما چه سازگاری‌های دیگری را می‌شناسید؟

### فعالیت ۳

#### مشاهده روزنه‌های سطح پشتی برگ

الف) یک برگ شاداب تره را انتخاب کرده و سطح پشتی و رویی آن را مشخص کنید.  
ب) برگ را از محل رگبرگ میانی به بیرون شکسته ولی روپوست را پاره نکنید. هر نیمه را به نحوی به طرفین بکشید تا روپوست نازک آن از بافت‌های زیرین جدا شود. این کار اگر با دقت انجام شود روپوست غشایی و بی‌رنگ را جدا می‌کند.  
پ) نمونه را در یک قطره آب، روی تیغه شیشه‌ای قرار دهید و با تیغ بپوشانید. یاخته‌های روپوست و نگهبان روزنه را در بزرگ‌نمایی‌های مختلف مشاهده کنید. آیا می‌توانید سبزیسه‌ها را در این یاخته‌ها ببینید؟  
ت) تعداد روزنه‌های موجود در میدان دید را شمارش کنید. تعداد روزنه را در واحد سطح برگ تعیین کنید.  
ث) با استفاده از تیغ تیز و با احتیاط، نمونه‌های روپوست پشتی را از برگ گیاهان میخک، شمعدانی و برگ بیدی تهیه و زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. یاخته‌های روپوست و نگهبان روزنه را در این گیاهان و تره مقایسه کنید.

### تعریق



در هنگام یاد در که شدت تعرق کاهش می‌یابد، یاخته‌های درون‌پوست همچنان به پمپ کردن یون‌های معدنی به درون استوانه آوندی ادامه می‌دهند. اگر مقدار آبی که در اثر به برگ‌ها می‌رسد از مقدار آن از سطح برگ بیشتر باشد، آب به صورت از یا برگ‌های گیاهان خارج می‌شود که به آن تعریق می‌گویند (شکل ۱۷). گرچه شرایط محیطی ایجادکننده تعریق مشابه شرایط ایجاد است، این دو پدیده را نباید با هم اشتباه گرفت. تعریق از ساختارهای ویژه‌ای به نام انجام می‌شود و نشانه فشار ریشه‌ای است. این روزنه‌ها هستند و محل آنها در یا .

شکل ۱۷- تعریق در گیاهان

مشاهده باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی

الف) همانند فعالیت قبل، روی پوست تره یا کاهو را تهیه کنید و درون محلول‌های ۰/۵ درصد KCl، آب خالص و آب نمک ۴ درصد در روشنایی قرار دهید. مشابه این نمونه‌ها را تهیه و در تاریکی قرار دهید.

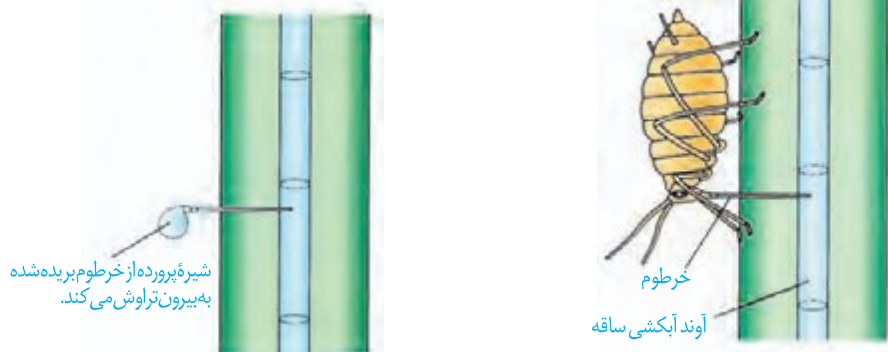
ب) پس از ۱۵ دقیقه، روی پوست را در یک قطره از همان مایعی که درون آن قرار دارد، زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. در کدام محلول‌ها روزنه‌ها باز و در کدام بسته‌اند؟ آیا میزان باز یا بسته بودن روزنه‌ها یکسان است؟ چرا؟

پ) پس از ۱۵ دقیقه نمونه‌های تاریکی را به سرعت زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. چرا باید به سرعت آنها را مشاهده کنیم؟ وضعیت روزنه‌ها را با مرحله قبل مقایسه کنید.

حرکت شیره پرورده

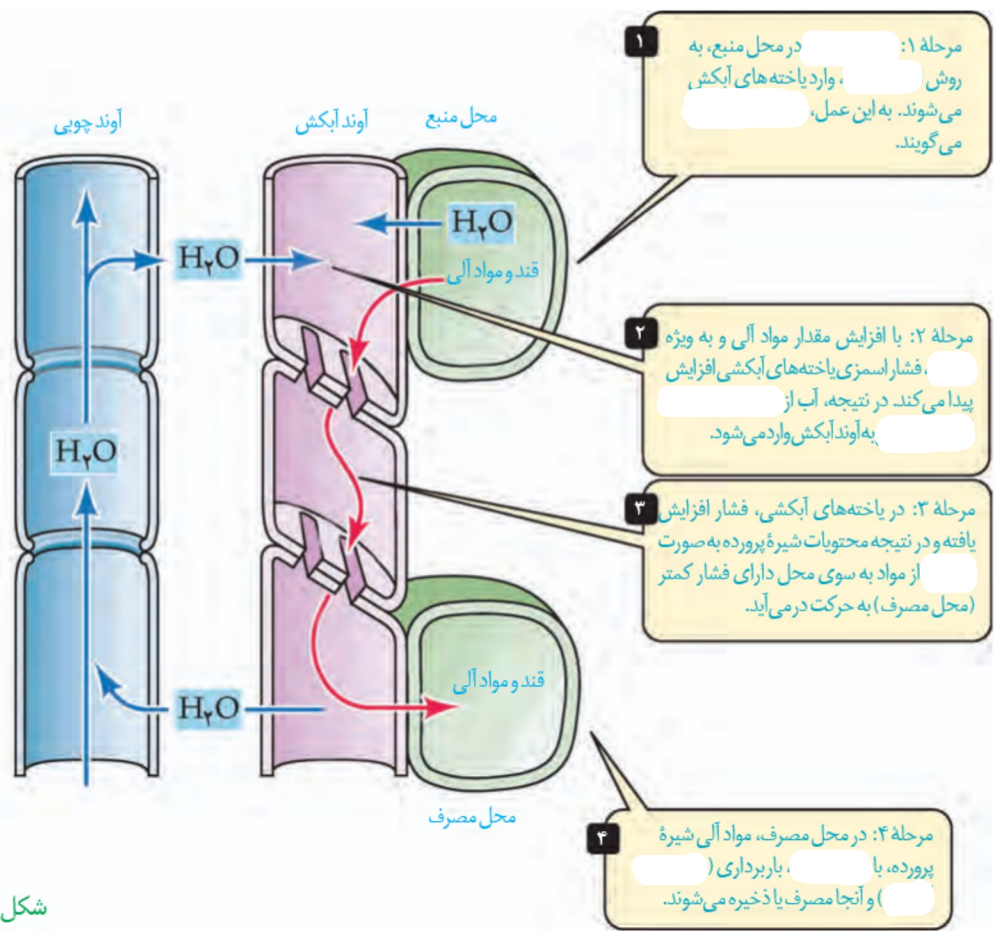
می‌دانید که شیره پرورده، درون آوندهای آبکشی حرکت می‌کند. حرکت شیره پرورده در می‌تواند انجام شود. بخشی از گیاه که ترکیبات آلی مورد نیاز بخش‌های دیگر گیاه را تأمین می‌کند، و بخشی از گیاه که ترکیبات آلی به آنجا می‌روند و (مثلاً) یا ( ) می‌شوند، نامیده می‌شود. از مهم‌ترین محل‌های منبع هستند. بخش‌های ذخیره‌کننده مواد آلی، هنگام ذخیره این مواد، محل مصرف و هنگام آزادسازی آن، محل منبع به شمار می‌آیند. برای تعیین و شیره پرورده می‌توان از استفاده کرد (شکل ۱۸).

شته را، می‌کنند و سپس خرطوم آن را می‌برند.



شکل ۱۸- استفاده از شته برای تعیین سرعت و ترکیب شیره پرورده

**چگونگی حرکت شیره پرورده:** حرکت شیره پرورده از طریق یاخته‌های زنده و از یاخته‌ای به یاخته دیگر انجام می‌شود. بنابراین حرکت شیره پرورده از شیره خام و است. یک گیاه‌شناس آلمانی به نام ارنست مونس، الگوی جریان فشاری را برای جابه‌جایی شیره پرورده، ارائه داده است که در شکل ۱۹ به طور خلاصه مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۹- چگونگی حرکت مواد در آوند آبکش

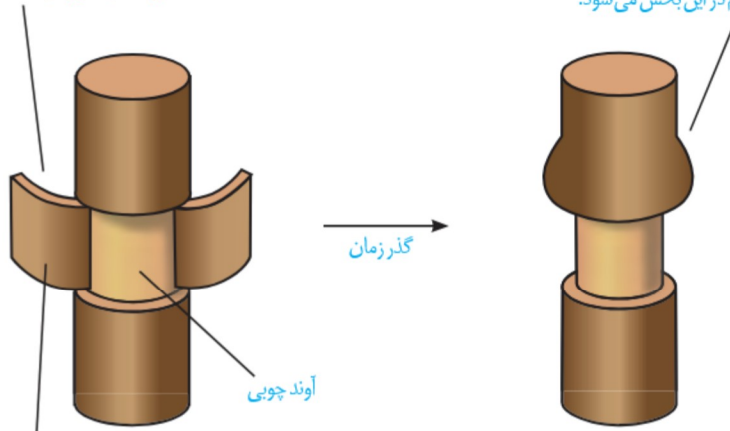
مواد آلی در گیاهان به صورت ، و می شوند. برای مثال در گل دهی یا تولید میوه، گاهی تعداد محل های مصرف، بیشتر از آن است که محل های منبع بتوانند مواد غذایی آنها را فراهم کنند. در این موارد ممکن است گیاه به کافی مواد قندی به محل های مصرف باقی مانده برسد. در باغبانی، برای داشتن میوه های درشت تر،

تعدادی از یا

را تا درختان میوه های کمتر ولی به بار آورند.

حذف پوست به صورت یک حلقه از تنه درخت

مواد آلی در آوند آبکش بالای حلقه جمع شده و باعث تورم در این بخش می شود.



بخش جدا شده شامل آوند آبکش

شکل ۲۰- طرحی برای نشان دادن محل آوند آبکش و جهت جریان شیره پرورده. تورم در بالای حلقه نشان می دهد که شیره پرورده فقط در آوند آبکش و نه در آوند چوبی (بخش باقیمانده در تنه) جریان دارد.