

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

زیست‌شناسی و آزمایشگاه (۱)

سال دوم آموزش متوسطه

رشته علوم تجربی

**وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی**

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای درسی

نام کتاب : زیست‌شناسی و آزمایشگاه (۱) - ۲۳۱/۱

مؤلفان : محمد کرام الدینی، علی حائری روحانی، وحید نیکنام و سیدعلی آل محمد

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل چاپ و توزیع کتابهای درسی

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۰۹۰۶۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۰۹۲۶۶، ۰۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وبسایت: www.chap.sch.ir

صفحه آرا : طرفه سهائی

طراح جلد : علیرضا رضائی کر

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

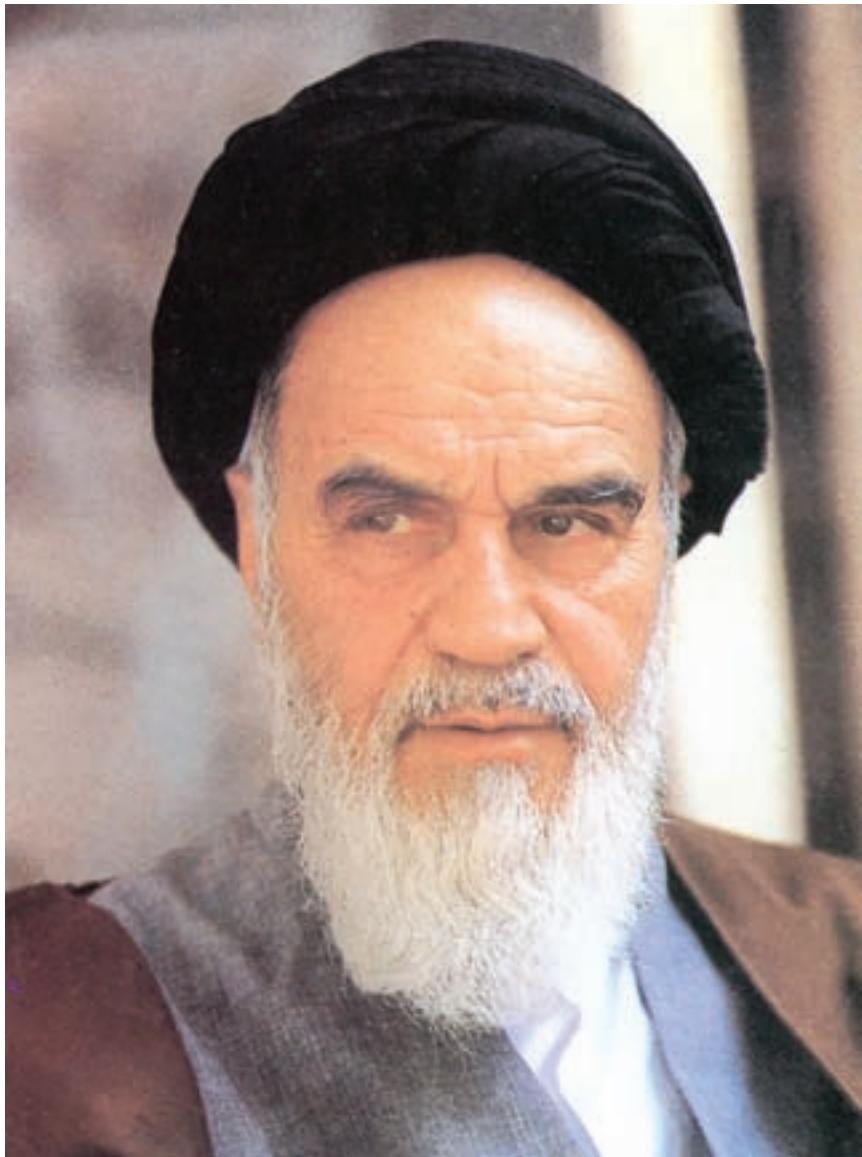
تلفن: ۰۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۰۴۴۹۸۵۱۶، صندوق پستی: ۱۳۴۴۵/۶۸۴

چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ دوازدهم ۱۳۹۰

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۱-۷۲۶-۰۵۰-۹۶۴ ISBN 964-05-0726-1



نهضت برای اسلام نمی‌تواند محصور باشد در یک کشور و نمی‌تواند محصور باشد در حتی کشورهای اسلامی. نهضت برای اسلام همان دنبالهٔ نهضت انبیاست. نهضت انبیا برای یک محل نبوده است، پیغمبر اکرم اهل عربستان است لیکن دعوتش مال عربستان نبوده، محصور نبوده به عربستان، دعوتش مال همهٔ عالم است.

امام خمینی

فهرست

سخنی با دانشآموزان عزیز

درس ۱

مولکول‌های زیستی

۱

درس ۲

سفری به درون سلول

۱۶

درس ۳

سازمان‌بندی سلول‌ها

۴۲

درس ۴

تفذیه و گوارش

۵۴

درس ۵

تبادل گازها

۶۸

درس ۶

گردش مواد

۷۵

درس ۷

تنظیم محیط داخلی و دفع مواد زايد

۱۰۳

درس ۸

حرکت

۱۱۱

۱۲۷

فهرست منابع

سخنی با دانش‌آموزان عزیز

فکر می کنید روزی چند خبر درباره زیست‌شناسی در رسانه‌های گروهی جهان منتشر می شود؟ اگر به اخبار یک روز این رسانه‌ها توجه کنید، حتماً خبری درباره زیست‌شناسی در آنها خواهد بافت.

گرم تر شدن تدریجی هوای کره زمین، آلودگی هوای آلودگی آبها، انتراض گونه های جانداران، مهندسی زنگنه، کودکان آزمایشگاهی، تقدیم، تنظیم وزن بدن، بیماری ها و پیشرفت های بیزنشکی و بسیاری خبرهای خوب یا بد دیگر، نمونه های از خبرهایی از زیست شناسی هستند که دائمًا درباره آنها مطالعه می خواهیم باشیم. در شکل زیر تصویری از بریده خبرهایی را که مربوط به زیست شناسی هستند، و فقط در یک شماره از روزنامه ای حاصل شده اند، مشاهده می کنید.



یک شماره از یک روزنامه و خبرهای مربوط به زیست‌شناسی، که در آن به حاد رسیده است.

(روزنامه و روز انتشار آن به طور اتفاقی، انتخاب شده است).

امیدهایی که این خبرها بر می انگیزانند و حل دشواری های مربوط به آنها و بسیاری از موضوع های مشابه دیگر، در حیطه کار زیست شناسان است. بنابراین، زیست شناسی نقش بسیار مهمی در زندگی امروز انسان دارد.

زیست شناسی در دنیا امروز بیشتر به این دلیل مشهور شده است که زیست شناسان امروزی در پیشبرد فناوری و علوم پژوهشی دارویی و غذایی نیز سهم عمده ای دارند. در نتیجه بسیاری از کشفیات زیست شناسان، در زندگی روزمره ما کاربرد دارد. مثلاً یکی از جدیدترین کاربردهای داشت زیست شناسی، فناوری انتقال رن از جانداری به جاندار دیگر و به وجود آوردن جاندارانی جدید است. ژنتیک مولکولی پایه های این فناوری نوین را تشکیل می دهد. امروزه پژوهشگران از این فناوری که مهندسی ژنتیک نیز نامیده می شود، در کشاورزی و دامپروری، برای تولید داروهای جدید، درمان بعضی بیماری های ارثی، بهبود گیاهان و جانوران، استفاده می کنند.

یکی از مهم ترین کاربردهای زیست شناسی، حل مسائل زیست محیطی است. امروزه انسان با مسائل مهمی در رابطه با محیط زیست خود روبه روست؛ تغییر آب و هوای کره زمین، یکی از این مسائل است. همه ساله بخش عظیمی از جنگل های جهان بی درخت می شوند. قطع درختان جنگل عمده ای برای استفاده از چوب آنها، یا انجام کشاورزی در زمین هایی که روزگاری جنگل بوده اند، باعث نابودی تعداد بی شماری گونه گیاهی و جانوری و نیز افزایش دی اکسید کربن هوا و در نتیجه گرم تر شدن جو، می شود. خطر بزرگ گرم تر شدن هوای کره زمین، ذوب شدن بخ های قطبی، بالا آمدن آب های دریا های کره زمین و در نتیجه بروز مسائل دیگر زیست محیطی است.

برای به حداقل رساندن این مشکلات، آشنایی با علم زیست شناسی ضروری است. بدون داشتن داشت پایه درباره آن، نمی توان در دنیا امروز مسئولانه زندگی کرد. مثلاً برای کسب سلامتی و حفظ آن، آشنایی با مولکول ها، سلول، شناخت گیاهان، جانوران مفید و زیان مند و نیز شناخت ساختار و کار بخش های بدن آدمی، لازم است.

برای بی بدن به اثرهای نامطلوب خرابی محیط زیست، شناخت گیاهان، جانوران، اکوسیستم ها، چرخه های مواد، سلول، مولکول ها و فتوسترنز لازم است. آشنایی با چرخه های آب، کربن و نیتروژن، رشد جمعیت آدمی و اثرهای آب و هوا بر پراکندگی جانداران کره زمین نیز از مطالبی است که به جلوگیری از تشدید این مسائل و نیز به حل آنها کمک می کند.

زیست شناسی، از مولکول های زیستی سازنده پیکر جانداران تا اکوسیستم ها و زیست کره را شامل می شود و لذا، به طور مستقیم زندگی روزمره ما را تحت تأثیر قرار می دهد. این علم به ما کمک می کند تا بر بسیاری مسائل زیست محیطی، تغذیه ای، پژوهشی و بهداشتی، پیروز شویم. زیست شناسی به ما کمک می کند، خود و دنیا پیرامون مان را بهتر بشناسیم.

کتابی که در دست دارید نخستین کتاب از مجموعه کتاب های زیست شناسی دوره دبیرستان، ویژه دانش آموزان رشته علوم تجربی است. در این کتاب های نیز، مانند کتاب علوم زیستی و بهداشت که سال اول خوانید، سعی شده است در کتاب مطالب علمی، فعالیت هایی برای شما در نظر گرفته شود. این فعالیت ها برای افزایش درک شما از زیست شناسی و ارتقای توانایی شما در حل مسائل زیستی طراحی شده اند. معلم تان به شما کمک خواهد کرد تا این فعالیت ها را انجام دهید. به یاد داشته باشید که زیست شناسی، علمی تجربی است و فقط با حفظ کردن مطالب آن، بدون داشتن مهارت لازم در زمینه اندیشیدن و پژوهش در دنیا پیرامون، نمی توان سهم شایسته ای در پیشبرد آن بر عهده گرفت.

برای انجام فعالیت هایی که در این کتاب برای شما پیش بینی شده است، عمده ای باید یک یا چند مورد زیر را انجام دهید:

در بعضی از فعالیت ها از شما خواسته شده است با توجه به دانشی که در متن درس به دست آورده اید، پاسخ یک یا چند سؤال را بدهید.

در بعضی دیگر از فعالیت ها، موضوعی برای بحث بین شما و همکلاسی هایتان مطرح شده است. شما باید در زمینه موضوع پیشنهادی با یکدیگر بحث کنید و به تبادل نظر بپردازید و سرانجام نتیجه بحث خود را ارائه دهید.

در بعضی از فعالیت ها باید براساس دستورالعمل که به شما داده شده است، آزمایشی را انجام دهید. برای انجام این آزمایش ها باید سعی کنید براساس آنچه برایتان شرح داده شده است، عمل کنید و نتیجه را به معلم گزارش دهید.

مشاهده، مهارتی است که در بعضی از فعالیت ها باید انجام دهید. منظور از مشاهده کردن در روش علمی فقط نگاه کردن نیست. اگرچه هنگام مشاهده بیشتر از چشم استفاده می کنیم، اما استفاده مناسب از همه حواس به درک ما از اشیا و پدیده های پیرامون مان کمک می کند.

یکی از مهم‌ترین کارها و مهارت‌هایی که هنگام پژوهش و تحقیق مطرح می‌شود، تفسیر کردن نتایجی است که از تحقیقات و آزمایش‌ها به دست می‌آید. در این نوع فعالیت‌ها از شما خواسته شده است با کمک قوّهٔ استدلال از حقایقی که به صورت داده به شما ارائه می‌شود، نتیجه‌گیری کنید.

گاهی لازم است اطلاعاتی جمع‌آوری کنید. برای این کار به کتاب‌ها، مجلات، روزنامه‌ها و غیره مراجعه کنید یا از افرادی که تشخیص می‌دهید در این زمینه مفید و آگاه هستند، بپرسید. اطلاعاتی را که به دست می‌آورید، منظم کنید و آنها را که تشخیص می‌دهید قابل ارائه است، به کلاس گزارش دهید. گاه لازم است برای جمع‌آوری اطلاعات به مشاهده و بررسی موجودات زنده یا پدیده‌های مربوط به آنها پردازید.

توجه داشته باشید همه آنچه شرح داده شد برای تحقیق و پژوهش لازم است. به طور کلی همه موارد بالا در چهار مرحلهٔ پژوهش جای داده می‌شود.

۱- طراحی آزمایش ۲- اجرای آزمایش ۳- تفسیر نتایج حاصل از آزمایش ۴- ارائه گزارش

یکی از اهداف آموزش زیست‌شناسی تقویت این مهارت‌ها در شماست. فراگیری این مهارت‌ها همراه با دانشی که به صورت واقعیت‌های علمی در این کتاب ارائه شده است و نگرش‌هایی که در ضمن یادگیری به دست می‌آورید، در مجموع برای رسیدن به اهداف آموزش زیست‌شناسی و مشارکت در کوشش‌های پژوهشگران زیست‌شناسی ضروری است.

علم زیست‌شناسی در سدهٔ بیست و یکم میلادی، به شکوفاترین حد خود رسیده است. پیشرفت‌های سریع زیست‌شناسی که در سال‌های اخیر روی داده است، اگر چه به بسیاری از سؤالات پاسخ داده، اما مجهولات و مسائلی را نیز رو به روی ما قرار داده است که کشف و حل بسیاری از آنها بر عهدهٔ شماست!

بر عهدهٔ شما دانش آموزان میهن اسلامی است که با تلاش خود، در کوشش جهانی پژوهشگران عرصهٔ علم سهیم شوید و با شرکت در توسعهٔ علمی و اجتماعی کشورمان بر افتخارات سرزمین اسلامی مان که یکی از گهواره‌های تمدن و فرهنگ انسانی است، بیفزایید.

سایت گروه زیست‌شناسی
<http://biology-dept.talif.sch.ir>

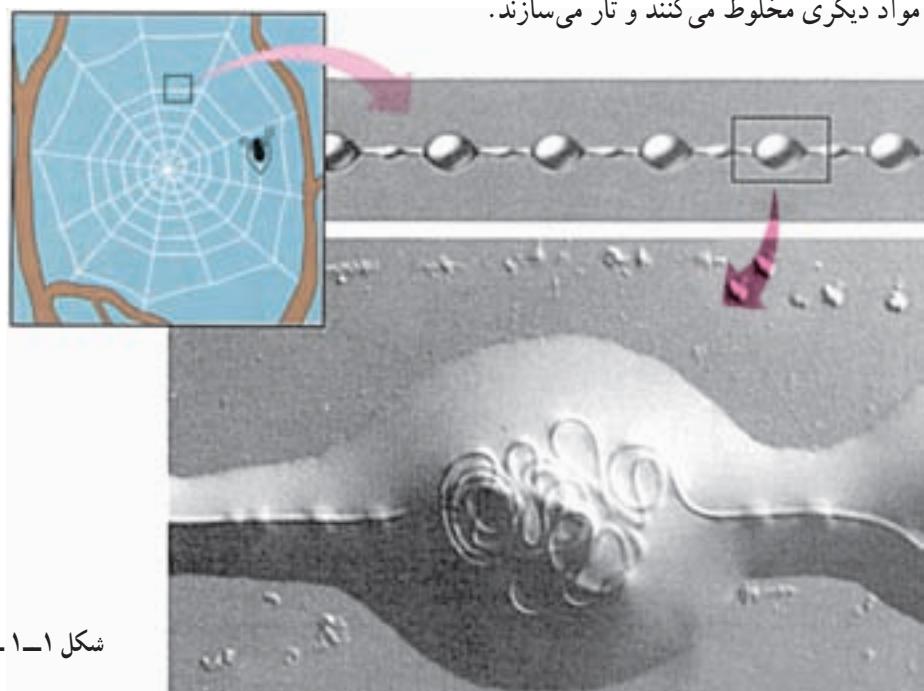
گروه زیست‌شناسی
دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی



مولکول‌های زیستی

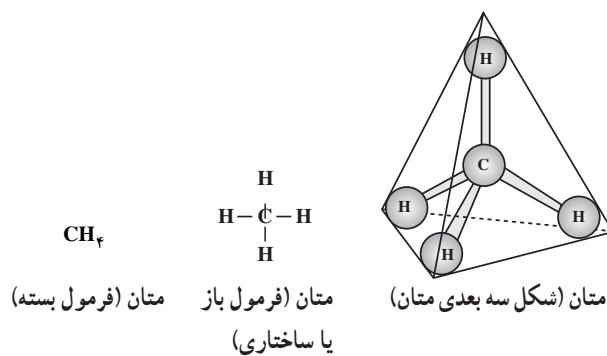
پروتئین‌های تشکیل‌دهنده تار عنکبوت استحکام، چسبندگی و کشسانی بسیار دارند، به طوری که حشره‌ای که در دام می‌افتد، نمی‌تواند دام را بگسلد و فرار کند. رشته‌های موجود در تار عنکبوت که درون اجسام مهره مانند (شکل ۱-۱) روی یکدیگر پیچ و تاب خورده‌اند، چسبناک و کشسان هستند. دراثر نیرویی که به این قسمت از رشته‌ها وارد می‌شود، پیچ و تاب‌های آنها باز

تار عنکبوت همیشه برای آدمی جالب توجه بوده است. مقاومت هر یک از این تارها، نسبت به قطری که دارند، بسیار زیاد و بی‌همتاست. عنکبوت تنیدن تار را با سرعت بسیار انجام می‌دهد. توانایی تنیدن تار ارشی است و عنکبوت اطلاعات مربوط به این توانایی را به شکل مولکول‌های DNA از والدین خود به ارث برده است. غده‌های مربوط به تنیدن تار در زیر سطح شکمی جانور قرار گرفته‌اند. این غده‌ها پروتئین ویژه‌ای را با مواد دیگری مخلوط می‌کنند و تار می‌سازند.



شکل ۱-۱ – ساختار یک تار عنکبوت

در شکل ۱-۲ ساختار اتم‌های کربن و هیدروژن و تمایل آنها برای ترکیب با یکدیگر، نشان داده شده است. هر اتم کربن می‌تواند با چهار اتم هیدروژن پیوند برقرار سازد (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳- پیوند بین یک اتم کربن و چهار اتم هیدروژن یک مولکول متان به وجود می‌آورد.

هر یک از خط‌هایی که در شکل ۱-۳ در مولکول متان اتم‌های کربن را به هیدروژن متصل کرده است، نشان‌دهندهٔ یک پیوند کووالانسی است که از به اشتراک گذاشتن دو الکترون ساخته شده است: یک الکترون مربوط به کربن و الکترون دیگر مربوط به اتم هیدروژن. مولکول متان (CH_4) یک مولکول چهار وجهی است و چهار اتم هیدروژن متان در چهار گوشهٔ این چهار وجهی قرار گرفته‌اند.

متان و سایر مولکول‌هایی که در ساختار خود فقط کربن و هیدروژن دارند، هیدروکربن نام دارند. در شکل ۱-۴ چند نوع هیدروکربن می‌بینید.

زنگیرهٔ کربنی مولکول‌های آلی، اسکلت کربنی نامیده

می‌شود.

$-\text{C}-$ $-\text{H}$

شکل ۱-۲- کربن چهار ظرفیتی و هیدروژن یک ظرفیتی است.

خودآزمایی‌ها

۱- اصطلاحات زیر را تعریف کنید:

ماده‌آلی هیدروکربن اسکلت کربنی

۲- اتم کربن با چند اتم دیگر می‌تواند پیوند کووالانسی تشکیل دهد؟

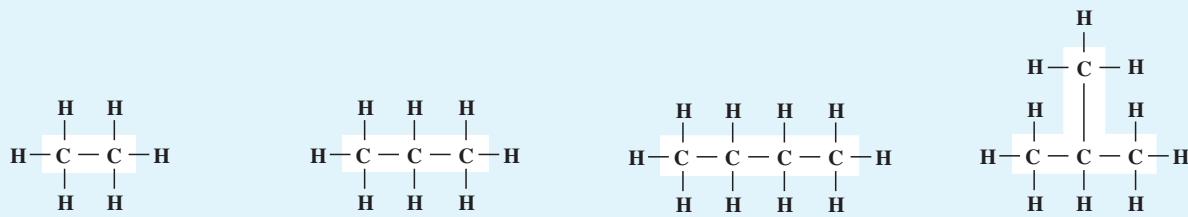
می‌شود. در این حالت طول رشته‌ها به چهار برابر افزایش می‌باید. پس از قطع کشش یا راش، بار دیگر رشته‌ها پیچ و تاب می‌خورند و به حالت اول باز می‌گردند. این توانایی برای نگه داشتن حشراتی که به دام افتاده‌اند و نیز برای دارا بودن انعطاف در برابر باد و سایر نیروها، مانند وزن قطره‌های باران یا شبیم، لازم است. قابلیت پیچ خوردنگی و باز شدن مجدد این پیچ خوردنگی‌ها خاصیت کشناسانی فراوانی به تارها می‌دهد.

شبکه‌تارهای عنکبوت، نشانگر کاربرد مولکول‌های زیستی در جانداران هستند: پروتئین‌های موجود در تار و DNA جاندار که توانایی تولید تار را از والدین به فرزندان منتقل می‌کند، دو گروه از مولکول‌های مهم زیستی هستند. گوناگونی این دو نوع مولکول زیستی، زمینهٔ گوناگونی جانداران است.

ویژگی‌های عنصر کربن به ایجاد گوناگونی مولکول‌های زیستی کمک کرده است.

قریباً همهٔ مولکول‌هایی که در سلول‌ها ساخته می‌شوند، کربن دارند. کربن در این مولکول‌ها با سایر اتم‌ها پیوند برقرار می‌کند. بعد از آب، مولکول‌های کربن‌دار، بیشترین ترکیب‌های بدن جانداران را تشکیل می‌دهند.

مواد کربن‌داری که در سلول ساخته می‌شوند، مواد آلی نام دارند. تاکنون بیش از دو میلیون نوع ماده‌آلی شناخته شده است و پژوهشگران هر روزه تعدادی به این شمار، می‌افزایند. اتم کربن در ترکیب با عناصر دیگر می‌تواند حداقل ۴ پیوند کووالانسی تشکیل دهد. به عبارت دیگر، ظرفیت عنصر کربن ۴ است، یعنی این عنصر می‌تواند با چهار عنصر یک ظرفیتی دیگر پیوند برقرار کند.



شکل ۴-۱- فرمول ساختاری چند نوع هیدروکربن دیگر با اتم‌های کربن و هیدروژن بسازید؟

تفاوت‌های بین جانداران، از جمله اختلاف‌های فردی که بین افراد یک گونه از جانداران وجود دارد، به علت نوع ترکیب مونومرهای مختلف با یکدیگر و درنتیجه تولید پلیمرهای مختلف است. یکی از اصول اساسی حیات و جانداران این است: مولکول‌های کوچک که در همه جانداران یکسان‌اند، به صورت درشت مولکول‌هایی درمی‌آیند که در افراد مختلف جانداران، متفاوت‌اند.

هیدرولیز و سنتز آب‌دهی دو واکنش مهم زیستی هستند می‌دانیم که فرمول شیمیایی آب، H_2O یا HOH است. بعضی از گروه‌های $-H$ و $-OH$ که در مونومرها حضور دارند، تمایل دارند با یکدیگر ترکیب و به صورت H_2O از مونومرها جدا شوند. نتیجه آن می‌شود که آن دو مونومر با هم ترکیب می‌شوند و یک مولکول آب، از بین آن دو، آزاد می‌شود (شکل ۵-۱). این نوع واکنش سنتز آب‌دهی نام دارد.

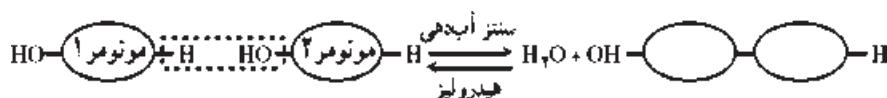
عکس چنین واکنشی هنگام تجزیه یک پلیمر به مونومرهای آن اتفاق می‌افتد؛ یعنی هنگام تجزیه یک پلیمر به مونومرهای سازنده آن، مولکول‌های آب به صورت $-H$ و $-OH$ در می‌آیند و بدین ترتیب یک مولکول پلیمر را به مونومر تبدیل می‌کنند. چنین واکنشی هیدرولیز نام دارد (شکل ۵-۲).

سلول‌ها از چند نوع مولکول کوچک، انواع بسیاری درشت مولکول می‌سازند

بسیاری از مولکول‌های زیستی نسبت به مولکول‌های غیرزیستی بسیار بزرگ‌اند و بنابراین درشت مولکول نامیده می‌شوند. مثلاً، هر مولکول پروتئین از هزاران اتم ساخته شده است که با پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند. نوکلئیک اسیدها و کربوهیدرات‌ها (هیدرات‌های کربن) نیز درشت مولکول‌اند.

بسیاری از این درشت مولکول‌ها در سلول، به صورت پلیمر ساخته می‌شوند. پلیمر مولکولی است که از واحدهایی کم و بیش یکسان تشکیل شده باشد. مثلاً سلولز یک پلیمر است که از واحدهایی مشابه (گلوکز) ساخته شده است. هر یک از واحدهای سازنده یک مولکول پلیمر، مونومر نامیده می‌شود.

گوناگونی پلیمرها در دنیای جانداران بسیار گسترده است. مثلاً در حدود هزار میلیارد نوع پروتئین در دنیای جانداران وجود دارد. البته، باید بدانیم که تعداد انواع پروتئینی که جانداران در مجموع می‌توانند تولید کنند، حد و مرز ندارد و بی‌نهایت است و جالب توجه این است که سلول‌ها این همه تنوع را تهبا با ۲۰ نوع آمینواسید (اسید آمینه) می‌سازند. مونومرهای تشکیل‌دهنده مولکول‌های (نوکلئوتیدها) در دنیای زنده فقط ۴ نوع هستند. DNA



شکل ۵-۱- سنتز آب‌دهی و هیدرولیز

خودآزمایی ۲

۱- پلیمر چیست؟

۲- پروتئین‌ها از چند نوع آمینواسید ساخته شده‌اند؟

۳- تفاوت جانداران با یکدیگر به سبب تفاوت در مولکول‌های کوچک است یا تفاوت در درشت مولکول‌ها؟

۴- تجزیه و تشکیل یک پلیمر به کمک چه واکنش‌هایی انجام می‌گیرد؟

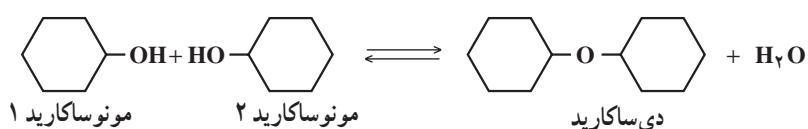
سوخت اصلی سلول‌ها مصرف می‌شود. فروکتوز و گلوکز در بسیاری از میوه‌های خوراکی وجود دارد و گالاكتوز مونوساکاریدی است که از هیدرولیز لاکتوز (قند شیر) حاصل می‌شود. هرگاه دو مونوساکارید با واکنش سنتز آبدهی با یکدیگر ترکیب شوند، مولکولی به نام دیساکارید به وجود می‌آورند (شکل ۱-۷).

ساکارز، مالتوز و لاکتوز، سه نوع دی‌ساکارید هستند.
ساکارز همان قند یا شکر است، مالتوز قندی است که در جوانه
جو، به فراوانی یافت می‌شود و لاکتوز قند شیر است:
ساکارز + آب \rightleftharpoons فروکتوز + گلوکز
مالتوز + آب \rightleftharpoons گلوکز + گلوکز
لاکتوز + آب \rightleftharpoons گالاکتوز + گلوکز

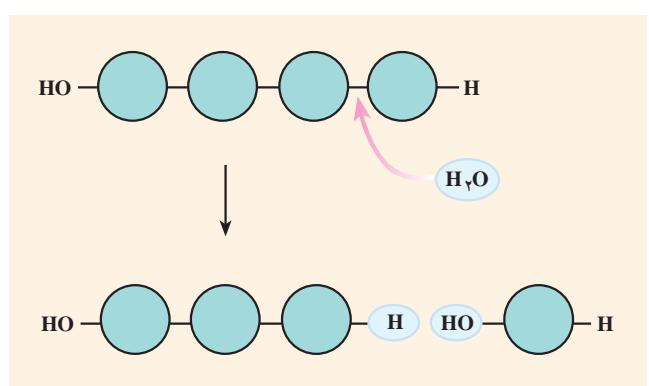
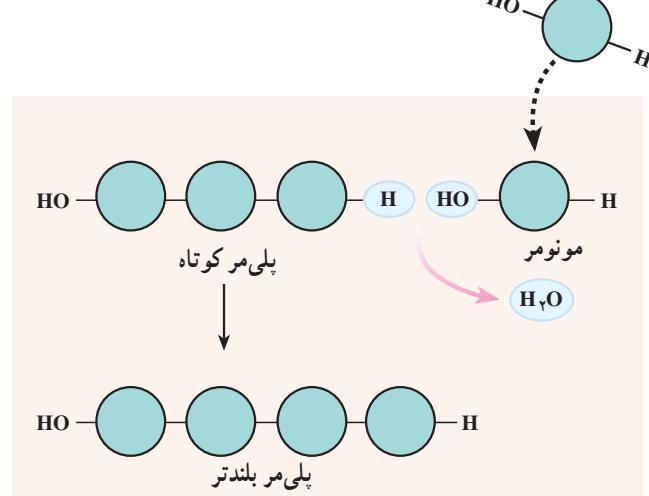
پلیساکاریدها زنجیره‌های طویلی از مونوساکاریدها هستند: چند صد تا چند هزار مونوساکارید با واکنش سنتز آب دهی به هم می‌پیوندند و یک مولکول پلیساکارید به وجود می‌آورند. نشاسته یک پلیساکارید ذخیره‌ای است. در شکل ۱-۸ مشاهده می‌کنید که این مولکول از مونومرهای گلوکز ساخته شده است.

سلول‌های گیاهی همیشه برای آزاد کردن انرژی به گلوکز نیاز دارند. گیاهان مولکول‌های گلوکز را به صورت پلی مرنشاسته در می‌آورند و آن را ذخیره می‌کنند. سلول‌های گیاه، هنگام نیاز، پیوندهای بین مولکول‌های گلوکز موجود در نشاسته را به روش هیدرولیز قطع می‌کنند و گلوکز آزاد می‌کنند. دستگاه گوارش انسان و بسیاری از جانوران آنزیم هیدرولیز کنندهٔ نشاسته را دارد. سیب‌زمینی و دانه‌هایی مانند گندم، برنج و ذرت، مقدار زیادی نشاسته دارند.

سلول‌های جانوری گلوکز اضافی خود را به صورت گلیکوژن ذخیره می‌کنند. گلیکوژن به نشاسته شاهست سیار دارد.



شكل ۷-۱- سنتز آبدهی و هیدرولیز دیساکاریدها



شكل ٦-١ - سنتز آب دهی (بالا) و هیدرولیز (پایین)

کے یہ هدراں

مونوساکاریدها ساده‌ترین کربوهیدرات‌ها هستند: مونوساکاریدها، مونومرهای پلی‌ساکاریدها هستند. مهم‌ترین مونوساکاریدها هنگروزها (۶ کربنی) و پنتوزها (۵ کربنی) هستند. مهم‌ترین مونوساکاریدهای ۶ کربنی گلوکز، فروکتوز و گالاكتوز هستند. مهم‌ترین مونوساکاریدهای ۵ کربنی ریبوز و دئوكسی ریبوز نام دارند.

گلوکز در گیاهان ساخته می‌شود و به صورت غذا به بدن مام رسید. این مو نو ساکارید در خون ما گردش می‌کند و به عنوان مام مرسید.

می‌آورند. در شکل ۱-۸ ساختار سه پلی‌ساقارید نشاسته، گلیکوژن و سلولز با یکدیگر مقایسه شده است.

جانوران آتزیمی را که بتواند پیوندهای بین مولکول‌های گلوکز را در مولکول سلولز هیدرولیز کند، نمی‌سازند، بنابراین سلولزی که در مواد غذایی وجود دارد، بدون گوارش یافتن دفع می‌شود. رشته‌های سلولزی که در غذاها وجود دارد، الیاف نامیده می‌شوند. الیاف سلولزی برای کار منظم رودها و جلوگیری از بعضی بیماری‌های گوارشی مورد نیاز هستند. غذای اصلی بعضی جانوران، مانند گاو و مرغیانه سلولز است. در لوله گوارش این جانداران، میکروب‌های مفیدی زندگی می‌کنند که می‌توانند سلولز را هیدرولیز کنند و مورد استفاده خود و جانور میزان قرار دهند.

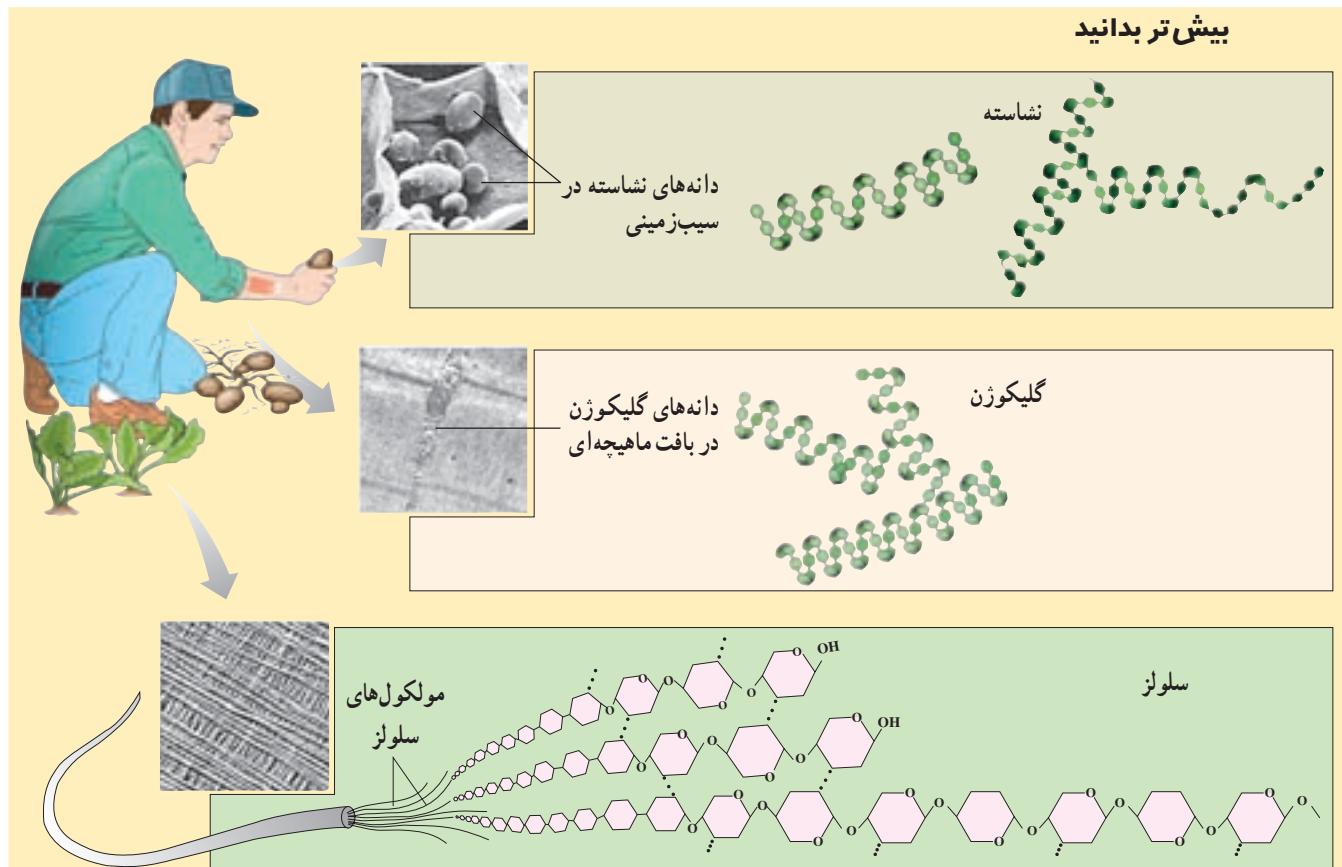
گلیکوژن در بدن ما به صورت ذره‌هایی در سلول‌های جگر و ماهیچه‌ای ذخیره شده است و در صورت نیاز به گلوکز تجزیه می‌شود. گلیکوژنی که در غذاهای جانوری وجود دارد، در دستگاه گوارش ما به گلوکز هیدرولیز می‌شود.

پلی‌ساقاریدها بیشتر در ساختار سلول‌ها و نیز استحکام آنها نقش دارند. سلولز که بیشترین ترکیب آلى طبیعت را تشکیل می‌دهد، به صورت رشته‌هایی محکم در ساختار دیواره سلولی گیاهان شرکت دارد. مولکول سلولز رشته‌ای و بدون انشعاب است. چند هزار از این رشته‌ها در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و یک فیبریل سلولزی تشکیل می‌دهند. لایه‌های سلولزی در دیواره‌های سلولی با سایر مواد ترکیب می‌شوند و ساختاری محکم را به وجود

خود آزمایی ۱۱

- ۱- سه نوع دی‌ساقارید نام بیرید و بگویید که هر کدام از چه مونو‌ساقاریدهایی تشکیل شده‌اند؟
- ۲- شکل ذخیره‌ای گلوکز در جانوران و گیاهان کدام است؟
- ۳- چرا انسان نمی‌تواند سلولز را تجزیه کند؟
- ۴- رشته‌های سلولزی موجود در غذاها چه نام و چه اهمیتی دارد؟

بیشتر بدانید



شکل ۸— مقایسه ساختار سه پلی‌ساقارید نشاسته، گلیکوژن و سلولز

فعالیت ۱-۱



روزنامه‌های خوراکی

کاغذ عمدتاً از سلولز تشکیل شده است. روشی برای تبدیل روزنامه‌های باطله به قند پیشنهاد کنید. پیش‌بینی می‌کنید چه مشکلاتی در این راه وجود خواهد داشت؟ چه کارهای احتیاطی باید برای این کار انجام داد؟

نگاه کنید، در آنجا پیوندی دو گانه بین دو اتم کربن می‌بینید. به چنین مولکولی، مولکول سیرنشده گفته می‌شود. مولکول سیرنشده مولکولی است که حداقل یک پیوند دو یا سه گانه دارد، یعنی تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در آن کمتر از حدی است که آن مولکول می‌تواند در حالت حداکثر داشته باشد. خمیدگی‌هایی که در اسیدهای چرب سیرنشده وجود دارد، باعث می‌شود بخشی از این مولکول‌ها از یکدیگر فاصله بگیرند و درنتیجه این مولکول‌ها در دمای معمولی اتاق مایع و روان هستند. روغن ذرت، روغن آفتاب‌گردان، روغن زیتون و سایر روغن‌های گیاهی، سیرنشده هستند. چربی‌هایی که حداکثر تعداد هیدروژن را دارند، سیرشدۀ نام دارند. روی بعضی از قوطی‌های روغن‌های خوراکی نوشته شده است: «روغن نباتی جامد هیدروژنه». روغن‌های نباتی مایع را با افزودن هیدروژن به مولکول آنها، به حالت جامد درمی‌آورند.

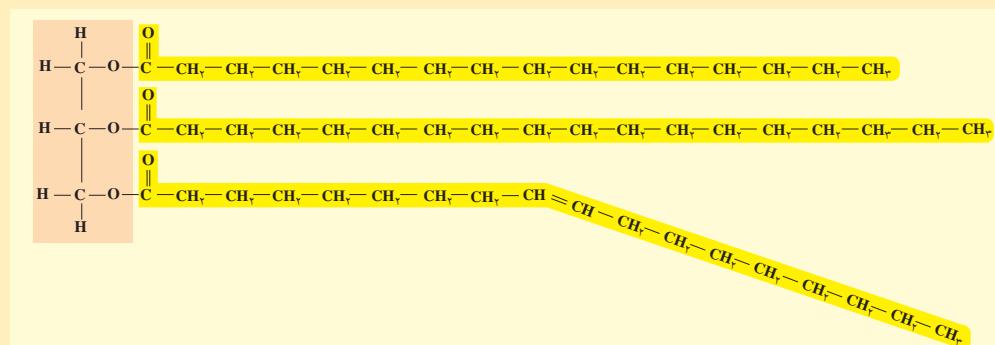
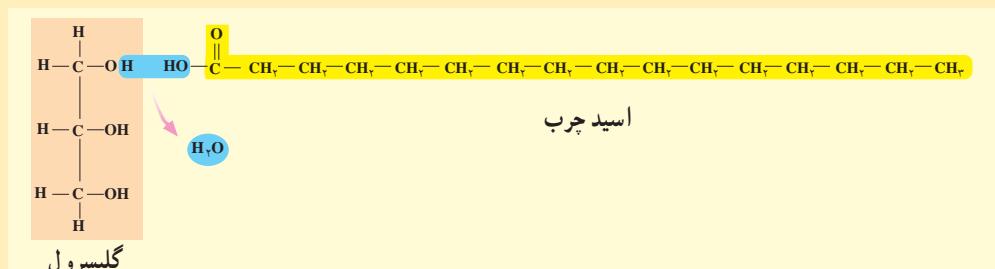
ترکیب‌های بسیار متفاوتی در گروه لیپیدها قرار می‌گیرند و یزگی همه لیپیدها آب‌گریزبودن آنهاست. روغن‌ها و چربی‌ها انواعی از لیپیدها هستند و ساختار آنها از مولکول‌های اسید چرب و گلیسرول ساخته شده است.

یکی از مهم‌ترین وظایف مولکول‌های چربی درون سلول‌ها، ذخیره انرژی است. یک گرم چربی بیش از دو برابر یک گرم پلی‌ساقارید، مانند نشاسته، انرژی آزاد می‌کند.

به مولکول‌های چربی، تری‌گلیسرید نیز گفته می‌شود. سه اسید چربی که در ساختار هر مولکول تری‌گلیسرید حضور دارند، ممکن است با یکدیگر متفاوت باشند. در بسیاری از چربی‌ها چنین است.

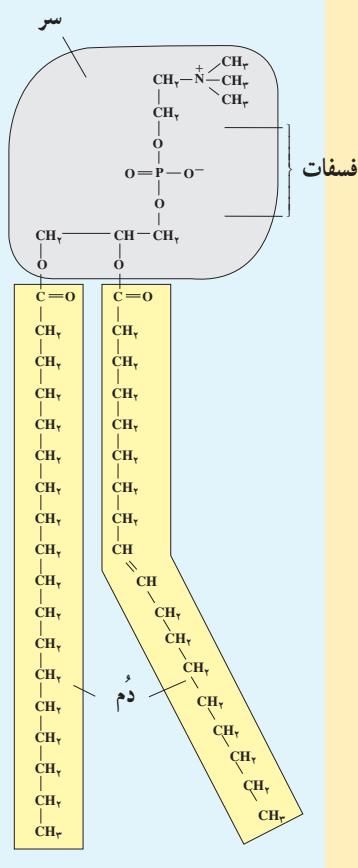
پایین‌ترین اسید چرب مولکول چربی شکل ۱-۹ به سمت پایین خمیده شده است. اگر بادقت به محل خمیدگی

بیش تر بدانید



شکل ۱-۹- یک مولکول تری‌گلیسرید و چگونگی ساخته شدن آن

بیش تر بدانید



شكل ۱-۱۰- یک مولکول فسفولیپید

آمینواسید تشکیل شده‌اند. هریک از ما، ده‌ها هزار نوع پروتئین در بدنمان داریم که هرکدام از آنها ساختار سه‌بعدی خاصی دارد و کار ویژه‌ای انجام می‌دهد. پروتئین‌ها در ساختار سلول‌ها و بدن جانداران شرکت دارند و باعث انجام همه کارهای درون سلول‌ها می‌شوند.

بیش تر چربی‌های جانوری سیرشده و درنتیجه جامد هستند. خوردن این گونه چربی‌ها احتمال سخت شدن دیواره رگ‌ها و ابتلا به بیماری‌های قلب و رگ‌ها را افزایش می‌دهد.

فسفولیپیدها، مومنا و استروئیدها نیز لیپید هستند
چربی‌ها تنها یک گروه از لیپیدها هستند. لیپیدهای دیگری نیز در سلول‌ها وجود دارند که هر کدام نقش مهمی ایفا می‌کنند.
فسفولیپیدها، مومنا و استروئیدها از این گروه هستند.

فسفولیپیدها: اجزای اصلی غشاها سلولی هستند. ساختار این لیپیدها سیار به تری گلیسریدها شباهت دارد. تفاوت مهم این دو در آن است که مولکول گلیسرول در فسفولیپیدها به دو اسیدچرب و یک گروه فسفات متصل است.

مومنا: مومنا از چربی‌ها آب گریزترند. این ویژگی سبب شده است تا مومنا پوشش مناسبی برای بخش‌های جوان‌گیاهان، میوه‌ها و غیره باشند. بسیاری جانوران، از جمله حشراتی مانند زنبور عسل نیز مومن تولید می‌کنند.

استروئیدها: کلسترول یک استروئید است که در غشاها سلولی جانوری یافت می‌شود. سلول‌ها از این ماده برای ساختن سایر استروئیدها، مثلًا هورمون‌های استروئیدی استفاده می‌کنند. افزایش کلسترول خون ممکن است موجب بیماری مربوط به رگ‌ها شود. ساختار همه استروئیدها یکسان و شبیه مولکول کلسترول است.

پروتئین‌ها در ساختار و کار سلولی نقش اساسی دارند
پروتئین‌ها: پلی‌مرهایی هستند که از مونومرهایی به نام

چو آزمایی

۱- ویژگی عمومی لیپیدها چیست؟

۲- تری گلیسرید چیست؟

۳- اسیدهای چرب سیر شده چه تفاوتی با اسیدهای چرب سیر شده دارند؟

۴- چرا روغن‌های گیاهی در دمای اتاق، مایع‌اند؟

۵- فسفولیپیدها چه تفاوتی با تری گلیسریدها دارند؟

۶- دو لیپید نام ببرید که در غشا سلول یافت شود.

۷- کدام استروئید مخصوص غشا سلول‌های جانوری است؟

آنواع پروتئین‌ها

می‌شوند

پروتئین‌ها، از نظر کاری که در بدن انجام می‌دهند، در

هفت گروه اصلی جای می‌گیرند:

۱- پروتئین‌های ساختاری: تار عنکبوت، ابریشم و حتی موها و ناخن‌های ما از آن جمله‌اند. همچنین رشته‌های موجود در رُباط‌ها و زردی‌ها از پروتئین‌های ساختاری هستند.

۲- پروتئین‌های منقبض شونده: رشته‌های پروتئینی که باعث حرکت ماهیچه‌ها می‌شوند، از این نوع پروتئین‌ها هستند.

۳- پروتئین‌های ذخیره‌ای: مانند سفیده تخم مرغ که آلبومین نامیده می‌شود. سفیده تخم مرغ منبع مناسبی از آminoاسید‌هاست و جنین جوجه، درحال رشد و نمو خود از آن استفاده می‌کند.

۴- پروتئین‌های دفاعی: نوع دیگر پروتئین‌ها هستند و به بدن برای دفاع از پادتن‌ها از این گروه پروتئین‌ها هستند و به بدن برای دفاع از

سلول‌ها آminoاسید‌های مختلف را با واکنش سنتز آب‌دهی

به یکدیگر متصل می‌کنند. وقتی دو آminoاسید به این طریق به یکدیگر متصل می‌شوند، پیوند پیتیدی بین آنها به وجود می‌آورند.

مولکولی که با ایجاد یک پیوند پیتیدی بین دو آminoاسید به وجود می‌آید، دی‌پیتید نام دارد. دی‌پیتیدها با برقراری پیوندهای پیتیدی دیگر با سایر آminoاسیدها ترکیب می‌شوند و سرانجام پلی‌پیتید را به وجود می‌آورند. پلی‌پیتیدها پلی‌مرهایی هستند که از اتصال چند عدد تا چندهزار آminoاسید تشکیل شده‌اند.

هر گاه یک یا چند پلی‌پیتید پیچ و تاب بخورند و شکل فضایی خاصی به وجود بیاورند، مولکول حاصل یک پروتئین است.

بیشتر بدانید



شکل ۱-۱۱- برقراری پیوند پیتیدی بین دو آminoاسید و آزادشدن یک مولکول آب

فعالیت ۱-۲

خواص برخی از ترکیبات شیمیایی مهم بدن

- ۱- مقداری گلوکز جامد و ساکارز را در آب حل کنید. آیا این دو به یک نسبت در آب حل می‌شوند؟ چه تفاوت‌هایی از این نظر بین آنها وجود دارد؟ توضیح دهید.
- ۲- سعی کنید مقداری نشاسته را در آب حل کنید. چرا حل شدن نشاسته در آب مشکل تراز سایر کربوهیدرات‌هاست؟
- ۳- حل شدن چربی و روغن را در آب بررسی کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟ خصوصیات چربی‌ها با نقشی که در بدن بر عهده دارند، چه تنااسبی دارد؟
- ۴- مقداری پروتئین محلول، همانند آلبومین را در آب حل کنید. آیا این ماده به راحتی در آب حل می‌شود؟ اگر به آرامی آب را گرم کنید، چه اتفاقی می‌افتد؟
- ۵- حل شدن پروتئین‌های جامد مثل مو در آب چگونه است؟ تفاوت‌هایی که در ویژگی‌های این دو پروتئین موجود است، چه ارتباطی با نقش آنها در بدن دارد؟

با سرعت بسیار H_2O_2 را به آب و اکسیژن تبدیل می‌کند: یک مولکول کاتالاز در مدت یک دقیقه، شش میلیون مولکول پراکسیدهیدروژن را تجزیه می‌کند.

در هر سلول بدن ما هزاران نوع آنزیم وجود دارد آنزیم‌ها درون سلول‌ها ساخته می‌شوند. بعضی از آنها پس از تولیدشدن از سلول به بیرون رانده می‌شوند و کار خود را در خارج از سلول انجام می‌دهند. چنین آنزیم‌هایی، آنزیم‌های بروون‌سلولی نامیده می‌شوند. آنزیم‌های گوارشی که به درون معده و رودهٔ ما ترشح می‌شوند، از این گونه آنزیم‌ها هستند.

سایر آنزیم‌ها درون سلول فعالیت دارند. چنین آنزیم‌هایی، آنزیم‌هایی درون‌سلولی نام دارند. این آنزیم‌ها نه تنها به بیشتر واکنش‌های زیستی درون سلول‌ها سرعت می‌بخشند، بلکه در تنظیم کار آنزیم‌های دیگر نیز مؤثرند.

هم‌اکتون هزاران واکنش شیمیایی، همراه با یکدیگر، در بدن ما درحال انجام است. انجام هر واکنش را آنزیم ویژه‌ای تنظیم می‌کند. آنزیم‌ها انجام واکنش‌هایی را که لازم است صورت بگیرند، در زمان مشخصی، عملی می‌کنند.

خود، کمک می‌کنند.

۵- پروتئین‌های انتقال دهنده: نوع دیگر پروتئین‌ها هستند. هموگلوبین که پروتئینی آهن‌دار است، اکسیژن و دی‌اکسید کربن را در خون منتقل می‌کند.

۶- پروتئین‌های نشانه‌ای: مانند بعضی هورمون‌ها که بیام‌های را از بخشی از بدن به بخش دیگر می‌رسانند.

۷- آنزیم‌ها: مهم‌ترین پروتئین‌ها هستند. این مواد به واکنش‌های درون سلول‌ها سرعت می‌بخشند یا آنها را به انجام می‌رسانند.

آنژیم‌ها مهم‌ترین ابزارهای سلول هستند

آنژیم‌ها واکنش‌دهنده‌های زیستی هستند و بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را که در سلول‌ها انجام می‌شوند، عملی می‌کنند. بدون آنزیم‌ها، واکنش‌های زیستی به اندازه‌ای آهسته صورت می‌گیرند که ادامه زندگی با این حالت، ممکن نیست.

آنژیم‌ها وظایفی را که بر عهده دارند، با کارآیی بالایی به انجام می‌رسانند. مثلاً یکی از محصولات جانبی که در سلول‌های جگر ساخته می‌شود، پراکسیدهیدروژن (H_2O_2) است. این ماده سمتی است و بنابراین باید فوری تجزیه شود. کاتالاز آنزیمی است که

بیش تر بدانید

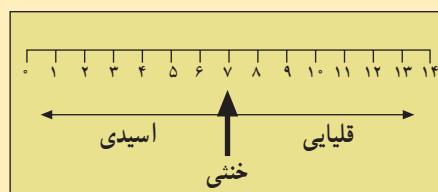
pH

pH نشان دهنده‌این است که یک محلول اسیدی، قلیایی، یا خنثی است. مواد ترش مزه مانند آبلیمو و سرکه اسیدی، اما محلول جوش‌شیرین در آب قلیایی است. pH همچنین میزان اسیدی یا قلیایی بودن محلول‌ها را بازگو می‌کند. مقیاس pH از صفر تا ۱۴ است:

pH ۷ خنثی است، یعنی نه اسیدی است و نه قلیایی، مانند آب خالص

pH کمتر از ۷ اسیدی است، هرقدر pH از ۷ کمتر باشد، درجه اسیدی بودن آن بیشتر است.

pH بالاتر از ۷ نشان دهنده قلیایی بودن محیط است. هرقدر pH از ۷ بیشتر باشد، قلیایی بودن آن بیشتر است.



شكل ۱-۱۲

آنزیم‌ها و یزگی‌های متعدد دارند

آنزیم‌ها پنج یزگی دارند:

۱- بیشتر آنها پروتئینی هستند، امروزه چند آنزیم غیرپروتئینی نیز کشف شده است.

۲- عمل اختصاصی دارند، هر کدام از آنها واکنش خاصی را انجام می‌دهند.

۳- سلول از هر کدام از آنها بارها استفاده می‌کند، چون آنزیم‌ها در واکنش‌هایی که انجام می‌دهند، هیچ تغییری نمی‌کنند.

البته مقدار آنزیم، پس از تولید، رو به کاهش می‌گذارد و برای انجام همیشگی واکنشی خاص، سلول باید دائمآن را تولید کند.

۴- به تغییرات شدید دما حساس‌اند. آنزیم‌ها نیز همانند سایر پروتئین‌ها به گرما حساس‌اند و در گرمای زیاد خواص خود را از دست می‌دهند. بسیاری از آنزیم‌های بدن ما در دمای بالاتر از 45°C غیرفعال می‌شوند.

۵- به تغییرات شدید pH محیط حساس‌اند. بسیاری از آنزیم‌های درون بدن ما در محیط خنثی فعالیت دارند. محیط خنثی محیطی است که نه اسیدی باشد و نه بازی (قلیابی).

آنزیم‌ها چگونه عمل می‌کنند

برای نشان دادن چگونگی عمل آنزیم‌ها، ساده‌ترین راه، طرحی است که در شکل ۱-۱۳ مشاهده می‌کنید.

آنزیم‌ها نیز مانند سایر پروتئین‌ها شکل سه‌بعدی و یزه‌ای دارند.

بخشی از مولکول آنزیم قالبی است برای چسبیدن به بخشی از پیش‌ماده.

آن بخش از آنزیم که به پیش‌ماده ملحاق می‌شود، جایگاه فعال نام دارد. پس از اتصال پیش‌ماده به جایگاه فعال، واکنش انجام می‌شود.

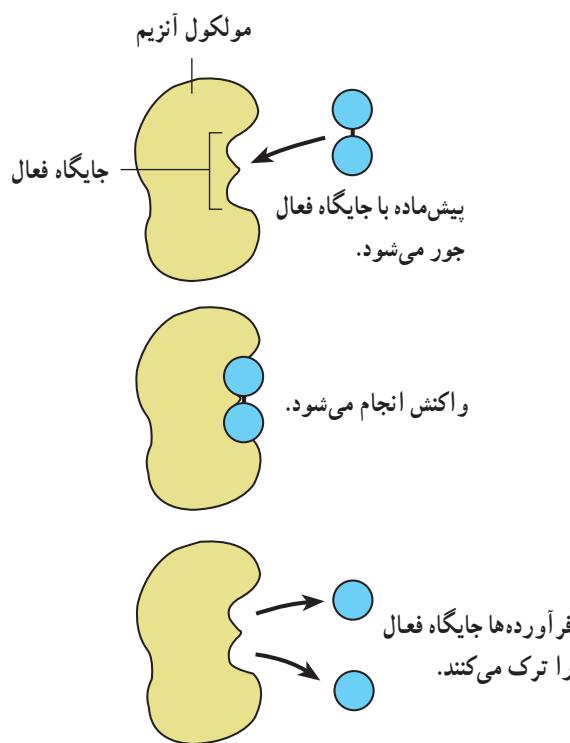
سپس پیش‌ماده که اکنون فرآورده نام دارد، از آن جدا می‌شود.

اکنون می‌توانید حدس بزنید چرا هر آنزیم واکنش خاصی را انجام می‌دهد. بخشی از مولکول آنزیم قالبی است برای مولکول

پیش‌ماده و تنها با آن جفت می‌شود. گرما و تغییرات اسیدی بودن محیط شکل سه‌بعدی آنزیم را تغییر می‌دهد و اتصال پیش‌ماده را به آن غیرممکن می‌سازد.

می‌توان عمل آنزیم‌ها را سریع‌تر یا کندرتر کرد

هر عاملی که باعث شود که احتمال برخورد پیش‌ماده و آنزیم



شکل ۱-۱۳- چگونگی عمل آنزیم

را با یکدیگر افزایش دهد، باعث سرعت بخشیدن به عمل آنزیم می‌شود. مثلاً افزایش دما باعث افزایش سرعت عمل آنزیم می‌شود. گرما به حرکت مولکول سرعت می‌بخشد و احتمال برخورد تصادفی آنزیم را با پیش‌ماده مربوط به آن افزایش می‌دهد. البته می‌دانید که گرمای پیش از حد بر فعالیت آنزیم‌ها اثر منفی دارد.

بعضی ویتامین‌ها و مواد معدنی اتصال آنزیم را به پیش‌ماده آسان‌تر می‌کنند و بدین سان باعث افزایش سرعت انجام واکنش‌های آنزیمی می‌شوند.

از سوی دیگر بعضی سم‌ها، مانند سیانید و ارسنیک و حشره‌کش‌ها محل جایگاه فعال آنزیم‌ها را اشغال و از فعالیت آنها جلوگیری می‌کنند. اثر بعضی از سم‌ها دائمی و بعضی دیگر موقتی است. در این حالت پیش‌ماده نمی‌تواند به آنزیم متصل شود.

از آنزیم‌ها استفاده‌های زیادی می‌شود آنزیم را می‌توان از سلول‌ها استخراج کرد و مورد استفاده قرار داد. از پروتئازها، یعنی آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین‌ها و نیز لیپازها، یعنی آنزیم‌های تجزیه‌کننده لیپیدها، در پودرهای لباس‌شویی استفاده می‌شود.

۲—آمیلازها: نشاسته را به قندهای شیرین تبدیل می‌کند.

از این آنزیم برای تهیه آب میوه، شکلات و سایر مواد مشابه استفاده می‌کنند.

۳—سلولاز: سلولز موجود در مواد گیاهی را تجزیه می‌کند. برای نرم کردن مواد گیاهی و خارج کردن پوسته دانه‌ها در کشاورزی از این آنزیم استفاده می‌کنند.

۴—کاتالاز: برای ساختن اسفنج کاربرد دارد. امروز آنزیم‌هایی که در خانه و صنعت کاربرد دارند، از میکروب‌ها استخراج می‌شوند. برای این کار میکروب‌ها را در بشکه‌های بزرگ و مخصوصی، کشت می‌دهند.

یکی از ویژگی‌های آنزیم‌های موجود در پودرهای لباس‌شویی آن است که این آنزیم‌ها در دمای پایین کار خود را به خوبی انجام می‌دهند، بنابراین به آب گرم نیاز ندارند. بعضی افراد به این پودرها حساسیت نشان می‌دهند.

استفاده از آنزیم‌ها در پودرهای لباس‌شویی، مثالی از کاربرد آنزیم‌ها در خانه است. از آنزیم‌ها در صنعت نیز استفاده می‌شود.

مهم‌ترین کاربردهای آنزیم‌ها در صنعت، عبارت‌اند از :

۱—پروتئازها: برای نرم کردن گوشت، پوست کدن ماهی، زدودن موهای روی پوست جانوران و تجزیه پروتئین‌های موجود در غذای کودکان خردسال کاربرد دارند.

بیش تر بدانید

نام‌گذاری آنزیم‌ها

آنژیم‌ها معمولاً با افزومن پسوند ... ساز به نام یا بخشی از نام ماده یا موادی که آنزیم بر آن تأثیر می‌گذارد، نام‌گذاری می‌شوند. بنابراین :

- آنزیم‌هایی که بر کربوهیدرات‌ها تأثیر می‌گذارند، کربوهیدرازها نامیده می‌شوند.

- آنزیم‌هایی که بر لیپیدها تأثیر می‌گذارند، لیپازها نامیده می‌شوند.

- آنزیم‌هایی که بر پروتئین‌ها تأثیر می‌گذارند، پروتئازها نامیده می‌شوند.

هر یک از سه گروه عمده آنزیم‌ها، یعنی کربوهیدرازها، لیپازها و پروتئازها دارای آنزیم‌هایی هستند که بر مواد خاصی اثر می‌گذارند. مثلاً آمیلاز نوعی کربوهیدراز است که واکنش تجزیه‌ی نشاسته (آمیلوز) را به مالتوز تسهیل می‌کند و مالتاز نوعی کربوهیدراز است که واکنش تجزیه‌ی مالتوز به گلوکز را تسهیل می‌کند.

فعالیت ۱-۳

کدام نوع پودرهای لباس‌شویی مناسب‌ترند



آزمایشی طراحی کنید که اثر پودرهای لباس‌شویی بدون آنزیم و پودرهای لباس‌شویی دارای آنزیم را بر لکه‌های روی لباس‌ها، مورد مقایسه قرار دهد.

از درستی مقایسه‌ای که انجام خواهید داد، مطمئن شوید. قبل از شروع آزمایش طرح خود را با معلمتان درمیان بگذارید و سپس در صورت تأیید، آن را انجام دهید. گزارش کاملی از کار خود را به معلم ارائه دهید.

فعالیت ۱-۴



یک آنزیم صنعتی به یکی از دو روش زیر با ماده اولیه در تماس قرار می‌گیرد. در روش نخست، محلولی از آنزیم ساخته و سپس با محلول ماده اولیه مخلوط می‌شود. در روش دوم، مولکول‌های آنزیم به طور دائمی به سطح ثابتی مانند ذرات پلاستیک متصل می‌شوند و سپس آن‌ها را در محلول ماده اولیه قرار می‌دهند.

— فکر می‌کنید از سطح ثابت به چه منظوری استفاده می‌شود؟

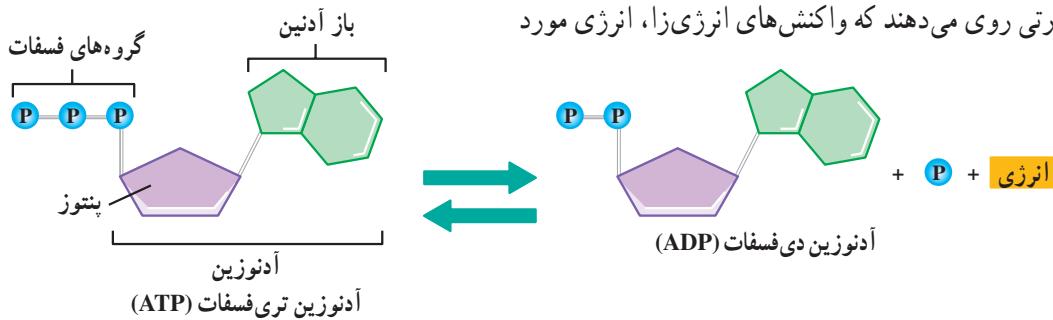
مجموعه اکنش‌هایی که درون سلول‌ها انجام می‌شود، نیاز آنها را فراهم کنند. متابولیسم نام دارد

ATP انرژی را ذخیره و آزاد می‌کند

بخشی از انرژی‌ای که در واکنش‌های انرژی‌زا آزاد می‌شود، به صورت گرمای درمی‌آید، اما بخش دیگر آن برای تولید موادی که می‌توانند انرژی را در خود ذخیره و در موقع لزوم آن را آزاد کنند، مصرف می‌شود. ATP یا آدنوزین تری‌فسفات چنین ماده‌ای است.

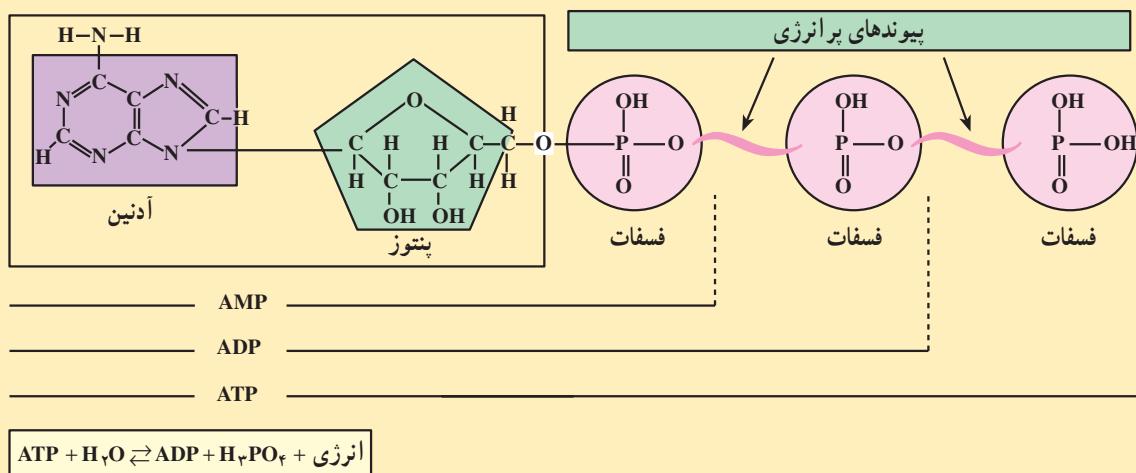
مولکول آدنوزین تری‌فسفات از دو بخش تشکیل شده است. بخشی از آن که آدنوزین نام دارد، خود از یک مولکول پنتوز و یک مولکول آدنین ساخته شده است. آدنین نوعی باز آلی است که در ساختار نوکلئوتیدها شرکت دارد و با علامت A نشان داده می‌شود (کتاب علوم زیستی سال اول). بخش دیگر ATP از سه مولکول فسفات ساخته شده است

نحوه تولید و مصرف ATP در سلول‌ها به شرح زیر است :



شکل ۱۴-۱- تولید و مصرف ATP

بیشتر بدانید



شکل ۱۵-۱- ساختار ATP، ADP و AMP

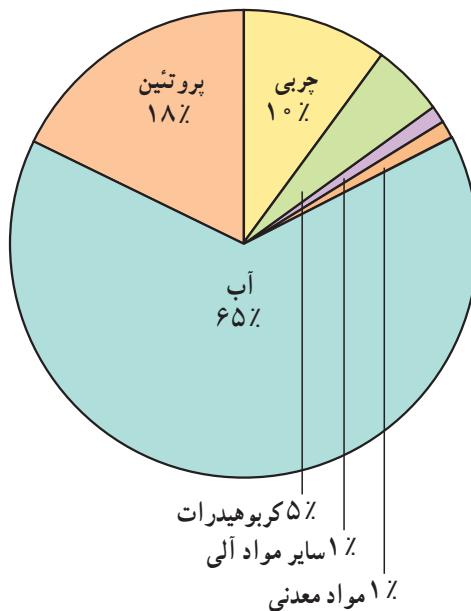
در هر لحظه، درون هر سلول زنده هزاران واکنش، همزمان با یکدیگر در حال انجام هستند. به مجموع این واکنش‌ها متابولیسم یا سوخت‌وساز می‌گویند. ساختن و تجزیه مواد، از واکنش‌های متابولیسمی هستند. بیشتر واکنش‌های متابولیسمی با کمک آنزیم‌ها انجام می‌شوند. بعضی واکنش‌های متابولیسمی به انرژی احتیاج دارند. به چنین واکنش‌هایی انرژی خواه می‌گویند. ساخته شدن مولکول‌های پلی‌مرازنومرها انرژی خواه است. فتوسنتز یک واکنش انرژی خواه است.

بعضی دیگر از واکنش‌های متابولیسمی انرژی‌زا هستند. یعنی هنگام انجام شدن مقداری انرژی آزاد می‌کنند. واکنش‌هایی مانند سنتز آبدهی انرژی خواه هستند. انتقال بعضی مواد در بخش‌های مختلف سلول، یا تبادل آنها بین سلول و محیط پیرامون نیز انرژی خواه است. واکنش‌های انرژی خواه در صورتی روی می‌دهند که واکنش‌های انرژی‌زا، انرژی مورد

فعالیت ۵-۱

بدن شما از چه ساخته شده است

- ۱- خودتان را وزن کنید و وزن خود را به کیلوگرم یادداشت کنید.
- ۲- به شکل زیر توجه کنید. در این شکل نسبت مواد مختلفی را که در بدنه یک انسان وجود دارند، نشان می‌دهد. فرض کنید در صد مواد تشکیل دهنده بدنه شما نیز مشابه مقادیری است که در این شکل نشان داده شده‌اند.
- ۳- مقدار مواد مختلف تشکیل دهنده بدنه خود را محاسبه کنید.



شکل ۱-۱۶- درصد مواد تشکیل دهنده بدنه

خود آزمایی ۵-۱

- ۱- پروتئین‌ها چه کارهایی را انجام می‌دهند؟
- ۲- آنزیم‌ها از نظر محل اثر خود، به چند گروه تقسیم می‌شوند؟ نام ببرید.
- ۳- ویژگی مشترک آنزیم‌ها کدام است؟
- ۴- چرا آنزیم‌ها عمل اختصاصی دارند؟
- ۵- پیوند پپتیدی بین چه مولکول‌هایی برقرار می‌شود؟
- ۶- پلی‌پپتید چیست؟
- ۷- منظور از متابولیسم چیست؟
- ۸- واکنش‌های انرژی خواه، کدام‌اند؟
- ۹- انرژی واکنش‌های انرژی خواه چگونه تأمین می‌شود؟
- ۱۰- انرژی چگونه در ATP ذخیره و آزاد می‌شود؟

فعالیت ۱۶



میکروب‌ها با ترشح آنزیم‌های خارج‌سلولی از مواد غذایی استفاده می‌کنند.

مواد لازم: ۱- یک عدد ظرف پتری سترون با گنجایش ۱۵ تا ۲۰ میلی‌لیتر محلول ۲٪ درصد نشاسته که به آگار سترون اضافه شده است.

۲- یک گرم خاک خشک که از عمق ۱۰ سانتی‌متری باغچه برداشته‌اید.

۳- مقداری محلول یُددار (یک گرم بلور یُد و ۲ گرم یُدید پتانسیم که در ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطور حل شده‌اند)

۴- ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطور سترون

۵- یک عدد سواب سترون پنهانی

روش کار: یک گرم خاک خشک را در ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطور استریل بریزید و بهم بزنید، تا کاملاً با آب مخلوط شود. سواب را به خاک آغشته کنید و مطابق شکل روی آگاری که در ظرف پتری قرار دارد، بکشید. تاریخ شروع آزمایش را روی در ظرف پتری بنویسید و ۲ تا ۳ روز آن را در دمای ۳۰°C قرار دهید.

پس از آن، بادقت، مقداری محلول یُددار را بر سطح ظرف پتری بریزید، به‌طوری که سطح آن را به‌طور کامل تا عمق یک میلی‌متر پوشاند.

- آنچه مشاهده می‌کنید شرح دهید. چرا این اتفاق افتاده است؟



۲

یک ظرف پتری دارای نشاسته و آگار تهیه کنید.



۱

یک گرم خاک را در ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطور بریزید.



۴

ظرف را به مدت ۲ تا ۳ روز در دمای حدود ۳۰°C قرار دهید.



۳

خاکی را که در آب معلق شده است به درون یک ظرف پتری منتقل کنید.



۵

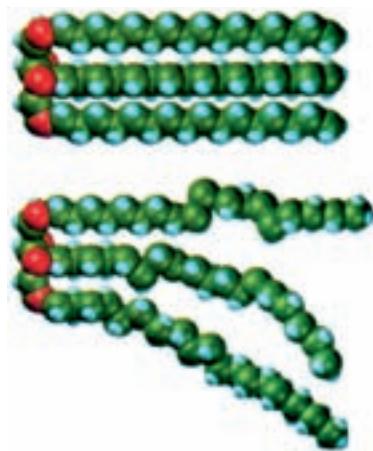
محلول یُددار را روی محیط کشت
بریزید و نتیجه را مشاهده کنید.

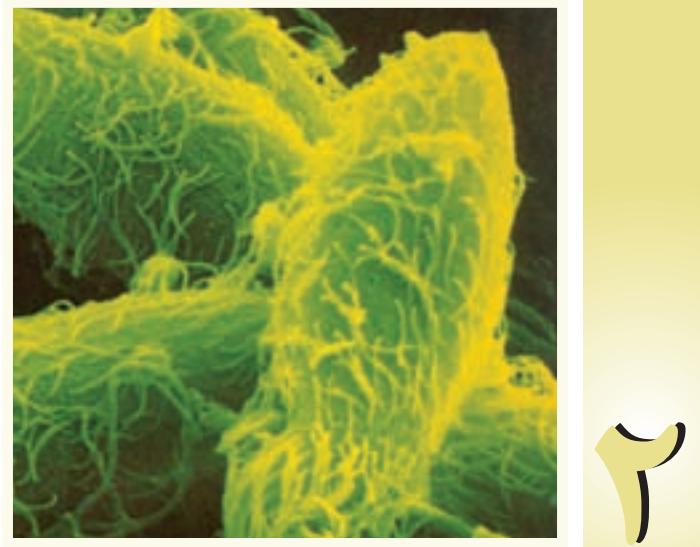
شکل ۱۷- جستجوی آمیلاز در میکروب‌های خاک

فعالیت ۷_۱



- ۱- چه عواملی به ایجاد گوناگونی جانداران کمک می کنند؟
- ۲- بین اتم های موجود در مولکول های آلبی ممکن است یک یا چند پیوند برقرار باشد. به تصاویر مربوط به مولکول های آلبی این فصل دقت کنید و تعداد این پیوندها و نیز نوع عناصر مربوطه را پیدا کنید.
- ۳- مثال هایی غیر زیستی برای مونومر و پلیمر پیدا کنید.
- ۴- دو واکنش هیدرولیز و سنتز آب دهی را با استفاده از جدولی دو ستونی، با یکدیگر مقایسه کنید.
- ۵- چرا لیپیدها را که از نظر ویژگی ها با یکدیگر تفاوت های بسیاری دارند، در یک گروه جای می دهند؟
- ۶- اصطلاحات زیر را توضیح دهید : الف. جایگاه فعال آنزیم ب. تخصصی بودن کار آنزیم
- ۷- ۵۱ آمینواسید با واکنش سنتز آب دهی با یکدیگر ترکیب شده اند و یک پلی پپتید به وجود آورده اند. در این واکنش ها چند مولکول آب آزاد شده است؟
- ۸- در شکل زیر دو نوع تری گلیسرید نشان داده شده است. تعیین کنید گوارش کدام یک آسان تر است. چرا؟





پارامسی (۱۰۰۰)

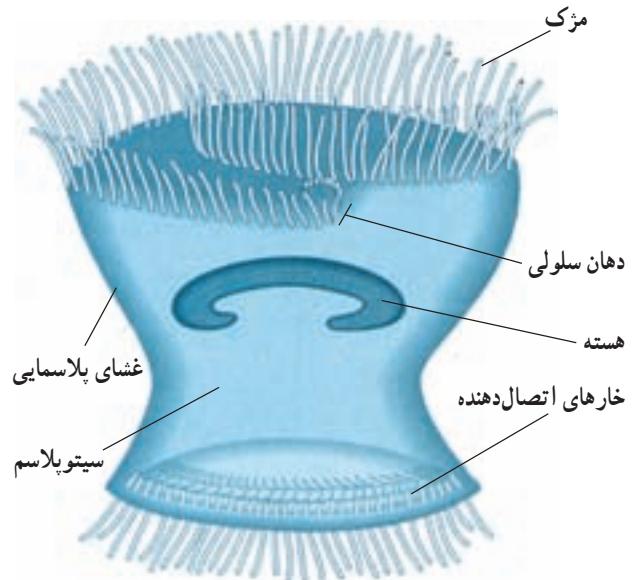
سفری به درون سلول

متصل می‌کنند. این ویژگی‌ها، یعنی داشتن مژک، دهان سلولی و خارهای اتصال دهنده موجب می‌شوند تا این جاندار، سلولی بسیار تخصص یافته باشد.

بدن انسان از اشتراک تعداد زیادی سلول تشکیل شده است. سلول‌های بدن ما تخصصی هستند و هر گروه بر حسب وظیفه‌ای که بر عهده دارد، شکل و ساختار ویژه‌ای پیدا کرده است. سلول‌های بدن انسان دهان سلولی ندارند، اما بعضی از آنها، مانند سلول‌های پوشاننده لوله‌های تنفسی، همانند تریکودینا مژک دارند. بین تریکودینا و سلول‌های سازنده بدن ما یک همانندی دیگر نیز وجود دارد: هر دو، هسته‌ای محتوی DNA دارند. می‌دانید که برخی ژن‌های موجود در DNA تریکودینا شکل و ویژگی‌های ریخت‌شناختی سلول را تعیین و برخی ژن‌های دیگر با تنظیم تولید پروتئین‌های اختصاصی شکل و کار سلول را اختصاصی می‌کنند.

همه سلول‌ها، از جمله تریکودینا، غشای پلاسمایی دارند. غشای پلاسمایی محتویات سلول را از محیط بیرون جدا می‌کند و در واقع، مرز بین سلول و دنیای خارج از سلول است. این غشا به سلول کمک می‌کند تا مواد موردنیاز خودش را از محیط اطراف بگیرد و مواد زاید را به محیط دفع کند. غشای پلاسمایی

جانداری تکسلولی که در شکل ۲-۱ می‌بینید، تریکودینا نام دارد و آبزی است. این جاندار همانند فرفه روی بدن لغزنه ماهی‌ها حرکت و از باکتری‌ها تغذیه می‌کند.



شکل ۲-۱ - تریکودینا

مژک‌های این تکسلولی، با زنش‌های خود، هم باکتری‌ها را به سوی دهان سلولی خود می‌رانند و هم موجب حرکت جاندار می‌شوند. در بخش پایینی شکل، خارهای اتصال دهنده را می‌بینید که این خارها جاندار را به تکیه‌گاه خود، یعنی روی بدن ماهی،

است تریکوودینای زنده یا برشی از بافت جانوری یا گیاهی باشد. میکروسکوپ نوری می‌تواند تصویر نمونه را تا $100\times$ برابر بزرگ کند. بزرگ کردن تصویر یک جسم را بزرگ‌نمایی می‌نمند. عکسی که به وسیله میکروسکوپ از نمونه گرفته می‌شود، ریزنگار نام دارد. اگر تصویری $100\times$ برابر بزرگ شده باشد، این بزرگ‌نمایی را به این صورت در کنار آن می‌نویسیم: $\times 100$. در شکل ۲-۲ ریزنگارهایی از تریکوودینا نشان داده شده است. بزرگ‌نمایی این تصویرها چقدر است؟

بزرگ‌نمایی، فقط یکی از عوامل مهم در میکروسکوپی است («میکروسکوپی» یعنی استفاده از میکروسکوپ). از عوامل مهم دیگر در این مورد قدرت تفکیک است. قدرت تفکیک عبارت است از توانایی یک ابزار نوری در نشان دادن دو جسم به صورت مجزا از یکدیگر. مثلاً اگر شب هنگام با چشم غیر مسلح به آسمان نگاه کنیم، آنچه به چشم ما یک ستاره می‌آید، با تلسکوپ ممکن است به صورت دو ستارهٔ نزدیک به هم دیده شود. بنابراین می‌گوییم، قدرت تفکیک تلسکوپ بیشتر از قدرت تفکیک چشم انسان است به همین علت هم هست که از آن برای دیدن اجسام دور استفاده می‌کنیم.

توانایی هر ابزار نوری به قدرت تفکیک آن بستگی دارد. مثلاً میکروسکوپ نوری نمی‌تواند اجسام کوچک تراز $2/\text{میکرومتر}$ را نشان دهد. بنابراین، با میکروسکوپ نوری هیچ‌گاه خواهیم توانست ساختار درونی سلول باکتری را به وضوح مشاهده کنیم.

تا اواسط قرن بیستم، زیست‌شناسان برای مطالعه سلول، فقط میکروسکوپ نوری در اختیار داشتند که با آن، به اکتشافات ارزشمندی نیز دست یافتند. مثلاً تریکوودینا حدود $20\times$ پیش کشف شد. همچنین، زیست‌شناسان با میکروسکوپ نوری توانستند بعضی از بخش‌های درون سلول را نیز کشف کنند. با اختراع میکروسکوپ الکترونی در دهه ۱۹۵۰، داشن ما در برای ساختار سلول به طور چشمگیری افزایش یافت. در میکروسکوپ الکترونی به جای نور از الکترون استفاده می‌شود. قدرت تفکیک میکروسکوپ الکترونی، از قدرت تفکیک میکروسکوپ نوری به مراتب بیشتر است. قوی‌ترین میکروسکوپ‌های الکترونی مدرن می‌توانند اجسام ریزی به اندازهٔ

سیتوپلاسم را احاطه کرده است.

سیتوپلاسم ماده‌ای نسبتاً روان (سیال) است که اندامک‌های مختلفی در آن جای دارند. هسته و هرنوع از اندامک‌های سیتوپلاسمی وظیفهٔ خاصی بر عهده دارند: هسته برای تنظیم فعالیت‌های سلول تخصص یافته است، مژک‌ها موجب حرکت سلول یا حرکت مایع در اطراف سلول می‌شوند. در این فصل ساختار و کار سلول و اندامک‌های آن را بررسی می‌کنیم؛ اما پیش از آن لازم است با میکروسکوپ آشنا شویم.

بدون میکروسکوپ مشاهدهٔ اغلب سلول‌ها و اندامک‌های آنها ممکن نیست

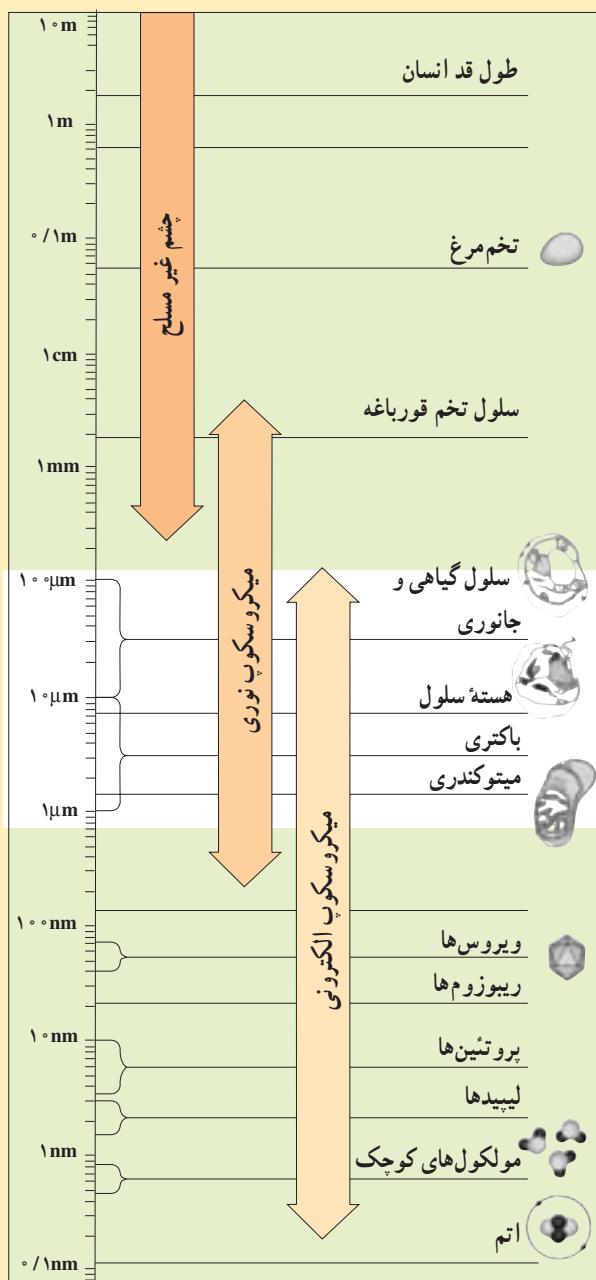
برای مشاهدهٔ اشیای ریز، یا جزئیات یک شیء، می‌توان از ذره‌بین استفاده کرد. ذره‌بین‌های معمولی می‌توانند تصویر اشیا را تا حدود $10\times$ برابر بزرگ کنند. بزرگ‌نمایی این نوع ذره‌بین‌ها را به صورت $10\times$ نمایش می‌دهیم. برای دیدن اشیای بسیار ریز، که با ذره‌بین دیده نمی‌شوند، از میکروسکوپ استفاده می‌کنیم. میکروسکوپ‌هایی که در آزمایشگاه‌های مدارس وجود دارند، از نوع میکروسکوپ نوری هستند (شکل ۲-۴). فعالیت ۲-۱ را بادقت انجام دهید تا با میکروسکوپ و طرز کار با آن بیشتر آشنا شوید. با انجام فعالیت ۲-۲ نیز طریقهٔ به دست آوردن میزان بزرگ‌نمایی میکروسکوپ را تمرین کنید.

واحد اندازه‌گیری سلول و اجزای آن میکرومتر (میکرون) است. میکرومتر را با علامت μm نشان می‌دهند ($1\mu\text{m} = 0.001\text{mm}$).

از زمانی که میکروسکوپ برای اولین بار مورد استفاده قرار گرفت، بیش از 330 سال می‌گذرد. تا قبل از آن هیچ‌کس نمی‌دانست که جانداران از سلول ساخته شده‌اند. اولین میکروسکوپ‌ها، همانند میکروسکوپ‌هایی که شما در آزمایشگاه زیست‌شناسی از آنها استفاده می‌کنید، میکروسکوپ‌های نوری بودند. در میکروسکوپ نوری نور مرئی از نمونهٔ مورد نظر عبور می‌کند، از عدسی‌های شبیه‌ای مختلفی می‌گذرد و به این ترتیب تصویر بزرگ‌شده‌ای از نمونه حاصل می‌آید. آنچه را که با میکروسکوپ می‌خواهیم مطالعه کنیم، نمونه می‌نامیم. نمونه ممکن

میکروسکوپ‌های نوری نشدن. یکی از علل این امر، آن است که با میکروسکوپ‌های الکترونی که نام برده شد، نمی‌توان سلول زنده را بررسی کرد. از این‌رو، برای مطالعه سلول زنده، همچنان به میکروسکوپ نوری نیاز است. آیا شما می‌توانید علل دیگری را نیز بیان کنید؟

بیش‌تر بدانید

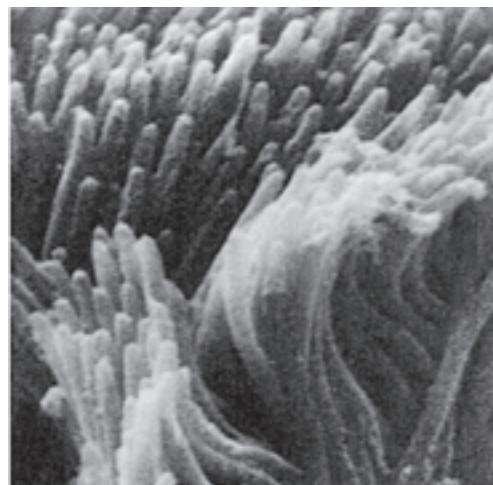
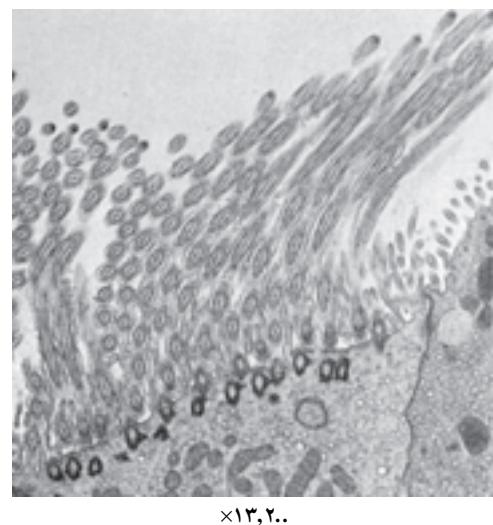


شکل ۲-۳—دامنه کاربرد میکروسکوپ‌های نوری و الکترونی.

۲/۰ نانومتر ($10^{-9} \text{ m} = 1 \text{ nm}$) را نشان دهند. با این میکروسکوپ‌ها اندامک‌های سلول و حتی مولکول‌های بزرگی چون DNA و پروتئین‌ها، قابل مشاهده‌اند (شکل ۲-۳).

ریست‌شناسان از دو نوع میکروسکوپ الکترونی نگاره استفاده می‌کنند (شکل ۲-۲) : **میکروسکوپ الکترونی نگاره** که با آن سطح اجسام را مشاهده می‌کنند. این میکروسکوپ تصویری سه‌بعدی از سطح نمونه رافراهم می‌کند و **میکروسکوپ الکترونی گذاره** که با آن ساختار درونی سلول را مطالعه می‌کنند.

اگرچه میکروسکوپ‌های الکترونی، حقیقتاً انقلابی عظیم در بررسی و شناخت سلول پدید آوردند، اما جایگزین



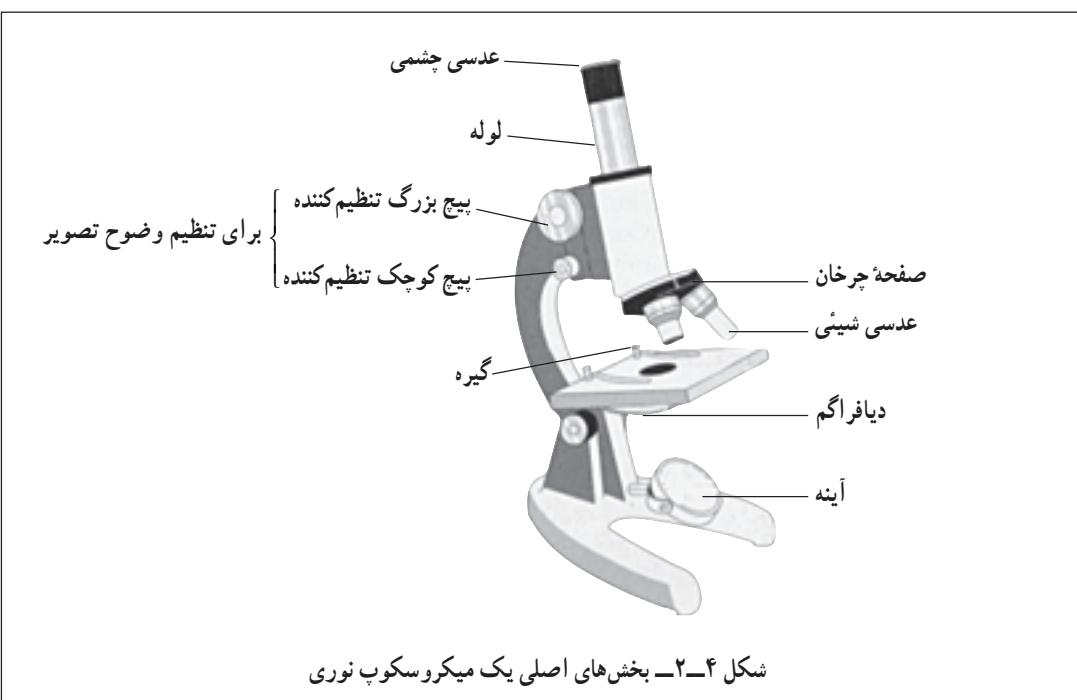
شکل ۲-۲—بالا: تصویری از مژک‌های تریکودینا با میکروسکوپ الکترونی گذاره؛ پایین: همان شیء با میکروسکوپ الکترونی نگاره.

فعالیت ۲-۱

کار با میکروسکوپ



- ۱- به میکروسکوپی که در اختیار شما قرار می‌گیرد یا به تصویر آن، خوب نگاه کنید و آن را با شکل ۲-۴ مقایسه کنید، چه تفاوتی مشاهده می‌کنید؟ قبل از کار با میکروسکوپ، نام بخش‌های مختلف آن را به خاطر بسپارید.
- ۲- برای آن که اشیا را زیر میکروسکوپ بینید، باید ابتدا آنها را روی تیغهٔ شیشه‌ای مخصوصی قرار دهید و روی آن را تیغک شیشه‌ای پوشانید. معلم شما یک نمونهٔ آماده‌شده را در اختیار شما قرار خواهد داد.



شکل ۲-۴- بخش‌های اصلی یک میکروسکوپ نوری

- ۳- نمونهٔ آمده را روی صفحهٔ میکروسکوپ بگذارید. به‌طوری که نمونه در وسط صفحهٔ میکروسکوپ قرار گیرد.
- ۴- با کمک دو گیره، تیغه را روی صفحهٔ میکروسکوپ ثابت نگهدازیرید.
- ۵- صفحهٔ چرخان عدسی‌های شیئی را بچرخانید تا کوچکترین عدسی شیئی روی نمونه قرار بگیرد. اطمینان حاصل کنید که عدسی شیئی درست در محل خود قرار گرفته است.
- ۶- یک چراغ مطالعه را جلو میکروسکوپ قرار دهید. آینهٔ میکروسکوپ را طوری تنظیم کنید که نور چراغ به درون لولهٔ میکروسکوپ هدایت شود.
- ۷- از طریق عدسی‌های چشمی به درون میکروسکوپ نگاه کنید. دایره‌ای روشن با خاکستری خواهید دید که میدان دید نمیده می‌شود. با کمک دیافراگم، میدان دید میکروسکوپ را روشن کنید به‌طوری که درخشندگی آن زیاد نباشد.
- ۸- از پهلو به صفحهٔ میکروسکوپ نگاه کنید. پیچ بزرگ تنظیم کننده را طوری بچرخانید که لولهٔ میکروسکوپ به سمت پایین حرکت کند.
- ۹- پیچ بزرگ تنظیم کننده را به اندازه‌ای بچرخانید که عدسی شیئی در پایین‌ترین موقعیت خود و در تزدیکی تیغه قرار گیرد.
- ۱۰- حالا مجدداً به داخل میکروسکوپ نگاه کنید. به‌آرامی پیچ بزرگ تنظیم کننده را درجهت عکس بچرخانید به‌طوری که لولهٔ میکروسکوپ به تدریج به سمت بالا حرکت کند و سرانجام نمونه روی تیغه در میدان دید شما قرار گیرد.
- ۱۱- با کمک پیچ‌های بزرگ و کوچک تنظیم، فاصلهٔ نمونه و عدسی شیئی را طوری تنظیم کنید که نمونه به بهترین وجه دیده شود.

۱۲- در صورت نیاز می‌توانید با تنظیم دیافراگم، روشنایی نمونه را تنظیم کنید. در صورتی که نور ورودی به میکروسکوپ چندان زیاد نباشد، تصویر بهتری بدست خواهد آورد.

اکنون شما نمونه را با کمترین درشت‌نمایی می‌بینید. برای دیدن آن با بزرگ‌نمایی بیش‌تر، مراحل زیر را انجام دهید.

۱۳- صفحه چرخان عدسی را بچرخانید تا عدسی‌های شیئی بزرگ‌تر روی نمونه قرار بگیرند. همان‌طور که گفته شد، باید سعی کنید که عدسی شیئی درست در محل خود قرار بگیرد.

۱۴- برای آن که نمونه را بهتر ببینید، از پیچ‌کوچک تنظیم کننده استفاده کنید. دقت کنید که رأس عدسی‌های شیئی به تیغک برخورد نکند.

۱۵- در صورت نیاز می‌توانید با تنظیم دیافراگم میزان روشنایی را تغییر دهید. شما نمونه را با بزرگ‌نمایی، بیش‌تر می‌بینید. اندازه نمونه چه تغییری کرده است؟

به خاطر داشته باشید: که همیشه با احتیاط کامل با میکروسکوپ کار کنید، چون این وسیله حساس، دقیق و گران‌قیمت است. همواره برای حمل آن از دو دست خود استفاده کنید. وقتی که با آن کار نمی‌کنید روی آن را با روپوش بپوشانید. آن را هرگز روی کتاب یا لبه میز قرار ندهید. دقت کنید که به عدسی‌های آن آسیب وارد نشود و برای تمیز کردن آن از معلم خود کمک بخواهید.

فعالیت ۲-۲

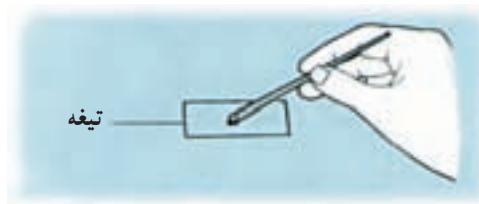


مشاهده پر با کمک میکروسکوپ

از معلم خود یک پر پرنده، مانند پر کبوتر، بگیرید.

۱- با کمک قیچی قطعاتی به ابعاد تقریبی 5 mm^2 از آن تهیه کنید.

۲- یک قطعه پر را روی تیغه میکروسکوپ قرار دهید(شکل ۲-۵).



شکل ۲-۵

۳- با کمک قطره‌چکان یا وسیله مشابهی، یک قطره روغن سدر یا روغن زیتون روی نمونه بریزید.



شکل ۲-۶

۴- روی قطعه پر را با تیغک بپوشانید و به آرامی روی آن فشار وارد آورید، تا روغن به طور کامل در زیر تیغه پخش شود.



شکل ۲-۷

- ۵- اکنون ساختار پر را زیر میکروسکوپ بررسی کنید. تصویری از آنچه در میکروسکوپ می‌بینید، رسم کنید به طوری که جزئیات ساختار پر را نشان دهد.
- ۶- برای تصویر خود مقیاس تهیه کنید. برای این کار یک خطکش شفاف را روی صفحه میکروسکوپ قرار دهید و با کمک میکروسکوپ، قطر میدان دید میکروسکوپ را در بزرگ‌نمایی موردنظر بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری و با اندازه تصویری که رسم کرده‌اید، مقایسه کنید.

به مقدار کافی DNA، پروتئین و اندامک‌های لازم برای زیستن و تولید مثال کردن را در خود جای دهد. عامل محدود کننده اندازه سلول، نسبت سطح به حجم است: سطح سلول باید به اندازه‌ای باشد که بتواند به مقدار کافی مواد غذایی از محیط بگیرد و مواد زاید به محیط دفع کند. سلول‌های بزرگ‌تر، سطح بزرگ‌تری دارند، اما نسبت سطح به حجم آنها در مقایسه با سلول‌های کوچک‌تر هم‌شکل خود، کوچک‌تر است. برای درک بهتر به شکل ۲-۸ نگاه کنید. در این شکل، یک سلول مکعبی شکل بزرگ و ۲۷ سلول مکعب شکل کوچک نشان داده شده است (دایره‌های بنفس رنگ، هسته‌های سلول را نشان می‌دهند).

هر دو مورد، در مجموع حجم یکسانی دارند:

$$3^3 \mu\text{m}^3 = 27,000 \mu\text{m}^3 = 27,000 \mu\text{m} \times 3^3 \mu\text{m}$$

اما مساحت آن دو متفاوت است:

$$\begin{aligned} & 6 \times (3^2 \mu\text{m})^2 = 6 \times 9 \mu\text{m}^2 = 54 \mu\text{m}^2 \\ & 6 \times (1^2 \mu\text{m})^2 = 6 \times 1 \mu\text{m}^2 = 6 \mu\text{m}^2 \end{aligned}$$

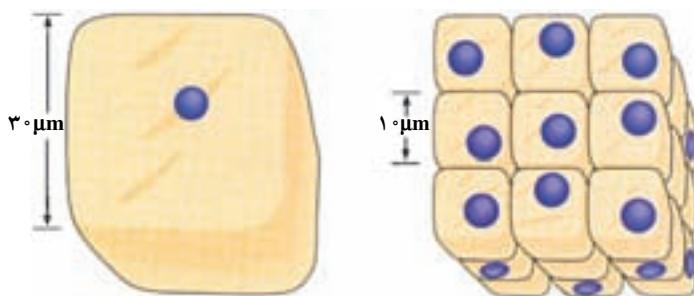
مجموع مساحت همه ۲۷ مکعب کوچک برابر است با مساحت مکعب بزرگ. پس می‌بینیم که نسبت سطح به حجم در سلول بزرگ‌تر، کوچک‌تر است. در مواردی که حجم سلول

سلول‌های مختلف اندازه‌های متفاوتی دارند کوچک‌ترین سلول‌ها، باکتری‌هایی هستند که اندازه آنها بین $1 \mu\text{m}$ و $10 \mu\text{m}$ است. درازترین سلول‌ها بعضی از سلول‌های عصبی و ماهیچه‌ای هستند. اندازه کوچک‌ترین سلول‌های گیاهی و جانوری در حدود $10 \mu\text{m}$ و اندازه بزرگ‌ترین آنها (صرف نظر از سلول‌های دراز عصبی و ماهیچه‌ای و سلول‌های تخم بسیاری از جانوران) در حدود $100 \mu\text{m}$ تریکوپرین $5 \mu\text{m}$ قطر دارد.

اندازه و شکل هر سلول، به کار آن سلول بستگی دارد. تخمک پرنده‌گان حجیم است چون مقدار زیادی مواد غذایی را برای رشد جنین، در خود جای داده است. سلول‌های ماهیچه‌ای درازند در نتیجه می‌توانند قسمت‌های مختلف بدن را به یکدیگر تزدیک کنند. سلول‌های عصبی نیز درازند، در نتیجه می‌توانند پیام‌های عصبی را به سرعت از یک نقطه بدن به نقطه‌ای دیگر منتقل کنند. از سوی دیگر، کوچک بودن اندازه سلول نیز فواید زیادی دارد. مثلاً گلوبول‌های قرمز خون فقط $8 \mu\text{m}$ قطر دارند و در نتیجه می‌توانند از درون باریک‌ترین رگ‌های بدن عبور کنند.

اندازه سلول‌ها از حد معینی بزرگ‌تر و از حد معینی کوچک‌تر نمی‌شود

کوچک‌ترین اندازه سلول باید به قدری باشد که بتواند



شکل ۲-۸- سمت چپ: سطح یک سلول مکعبی بزرگ $54 \mu\text{m}^2$ است. سمت راست: مجموع سطح این ۲۷ سلول $27 \mu\text{m}^2$ است.

فعالیت ۲-۳



- ۱- فرض کنید میکروسکوپ شما دارای یک عدسی چشمی و دو عدسی شیئی است. قدرت بزرگ‌نمایی عدسی چشمی $\times 10$ و قدرت بزرگ‌نمایی عدسی های شیئی $\times 10$ و $\times 40$ است. کمترین و بیشترین بزرگ‌نمایی میکروسکوپ شما چقدر است؟
- ۲- یک نمونه 5 mm طول دارد. طول آن در زیر میکروسکوپ با این دو عدسی شیئی چقدر خواهد بود؟ فرض کنید تصویری که شما از نمونه کشیده‌اید، 2 cm طول دارد. چگونه برای طرح خود مقیاس تهیه می‌کنید؟ چرا برای زیست‌شناسان اختصاص دادن مقیاس به تصاویری که تهیه می‌کنند، لازم است؟

خودآزمایی ۱-۱

- ۱- قدرت تفکیک را تعریف کنید.
- ۲- انواع میکروسکوپ‌ها را نام ببرید.
- ۳- اندازه و شکل هر سلول به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۴- چرا اندازه سلول‌ها از حد معینی بزرگ‌تر یا کوچک‌تر نمی‌شود؟

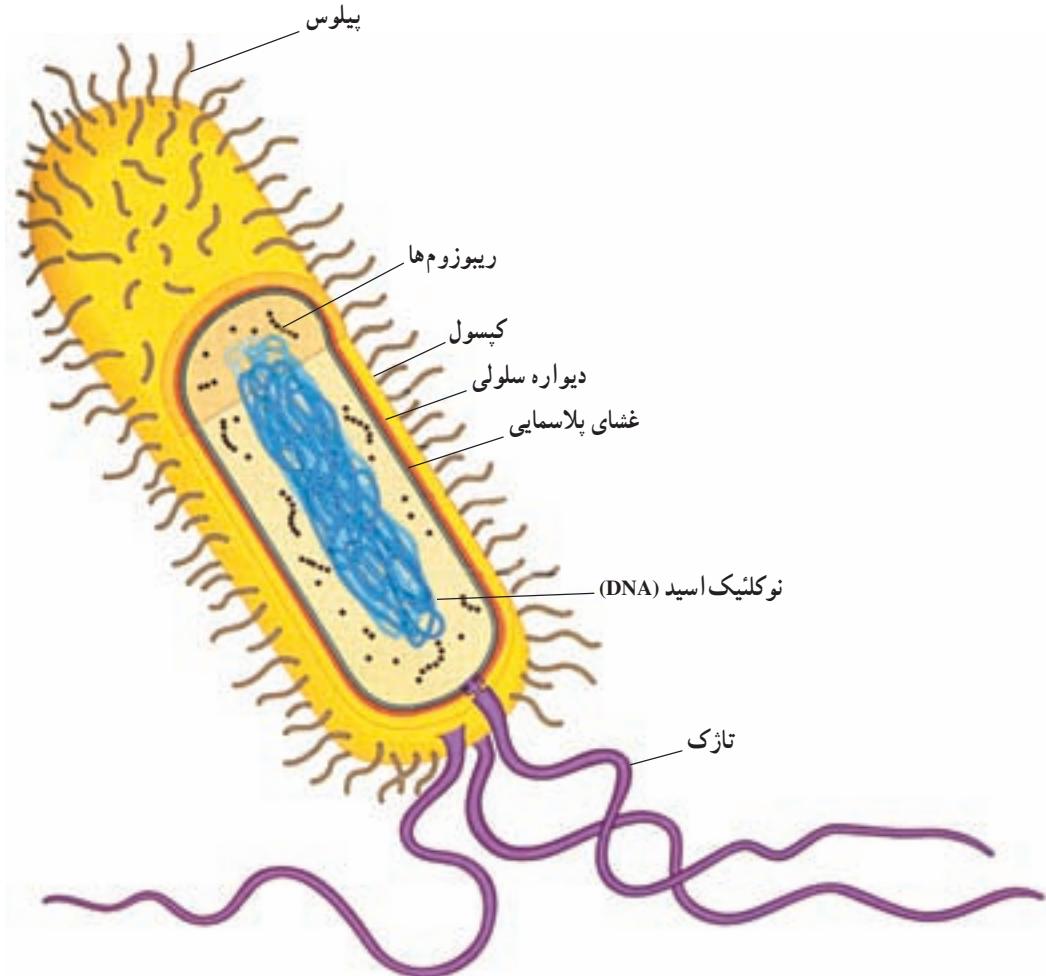
الکترونی استفاده کنیم. سلول‌های پروکاریوتی نیز از این قاعده مستثنی نیستند، چون بسیار ریزند. اندازه بیشتر سلول‌های پروکاریوتی بین $2\mu\text{m}$ تا $8\mu\text{m}$ است. سلول پروکاریوتی، هسته مشخص و سازمان یافته ندارد و DNA و پروتئین‌های همراه آن درون ناحیه هسته مانندی به نام ناحیه نوکلئوئیدی قرار گرفته است. از آنجا که هیچ غشایی ناحیه نوکلئوئیدی را احاطه نمی‌کند، DNA و پروتئین‌های همراه آن در تماس مستقیم با دیگر محتویات سلول هستند. ریبوزوم‌ها، از دیگر اجزای سلول هستند که با توجه به اطلاعاتی که از DNA می‌رسد، آمینواسیدها را به یکدیگر متصل می‌کنند و پلی‌پیتید می‌سازند. چنان‌که می‌دانید، پروتئین‌ها از پلی‌پیتیدها تشکیل شده‌اند و DNA با واسطه‌هایی، نوع پروتئین را تعیین و از این راه، فعالیت‌های سلول را کنترل می‌کند.

غشای پلاسمایی، سیتوپلاسم سلول باکتری را دربر می‌گیرد. در بیشتر باکتری‌ها، اطراف غشای پلاسمایی را دیواره‌ای تقریباً سخت فراگرفته که آن را دیواره سلولی باکتریایی می‌نامند. این دیواره از سلول محافظت و سلول را در حفظ کردن شکل، یاری می‌کند. در بعضی از باکتری‌ها، دیواره سلولی به وسیله پوشش چسبناکی به نام کپسول احاطه شده است. کپسول

خیلی زیاد باشد، سطح آن نمی‌تواند احتیاجات حجم را برآورده کند؛ بنابراین، نسبت سطح به حجم است که اجازه نمی‌دهد سلول از حد معینی بزرگ‌تر باشد.

وقتی سلول‌های زنده روی کره زمین پدید آمدند، فقط آنها بی زنده ماندند و تولید مثل کردند که سطح کافی برای تأمین احتیاجات حجم خود را داشتند. خاطرنشان می‌کنیم که همه سلول‌ها مکعب کامل یا کره کامل نیستند. شکل‌های متعددی از سلول‌ها پدید آمده‌اند که بر محدودیت اندازه چیره شده‌اند. سلول‌های ماهیچه‌ای و عصبی می‌توانند بسیار دراز باشند، چون باریک‌اند و بنابراین به ازای هر واحد حجم، سطح بیشتری نسبت به سلول‌های کروی شکل دارند.

سلول‌های پروکاریوتی کوچک‌اند و ساختار ساده دارند از عمر زمین، مدت زمان زیادی می‌گذرد. طی این مدت، دو نوع سلول، با ساختارهایی متفاوت، نسبت به یکدیگر، پدید آمده‌اند. سلول‌های پروکاریوتی که عبارت‌اند از باکتری‌ها و سیانوباكتری‌ها و سلول‌های یوکاریوتی که بقیه سلول‌ها هستند. در شکل ۲-۹ یک سلول باکتریایی نشان داده شده است. برای دیدن ساختار دقیق هر سلول، باید از میکروسکوپ



شکل ۹-۲-یک سلول باکتریایی × ۵۰,۰۰۰

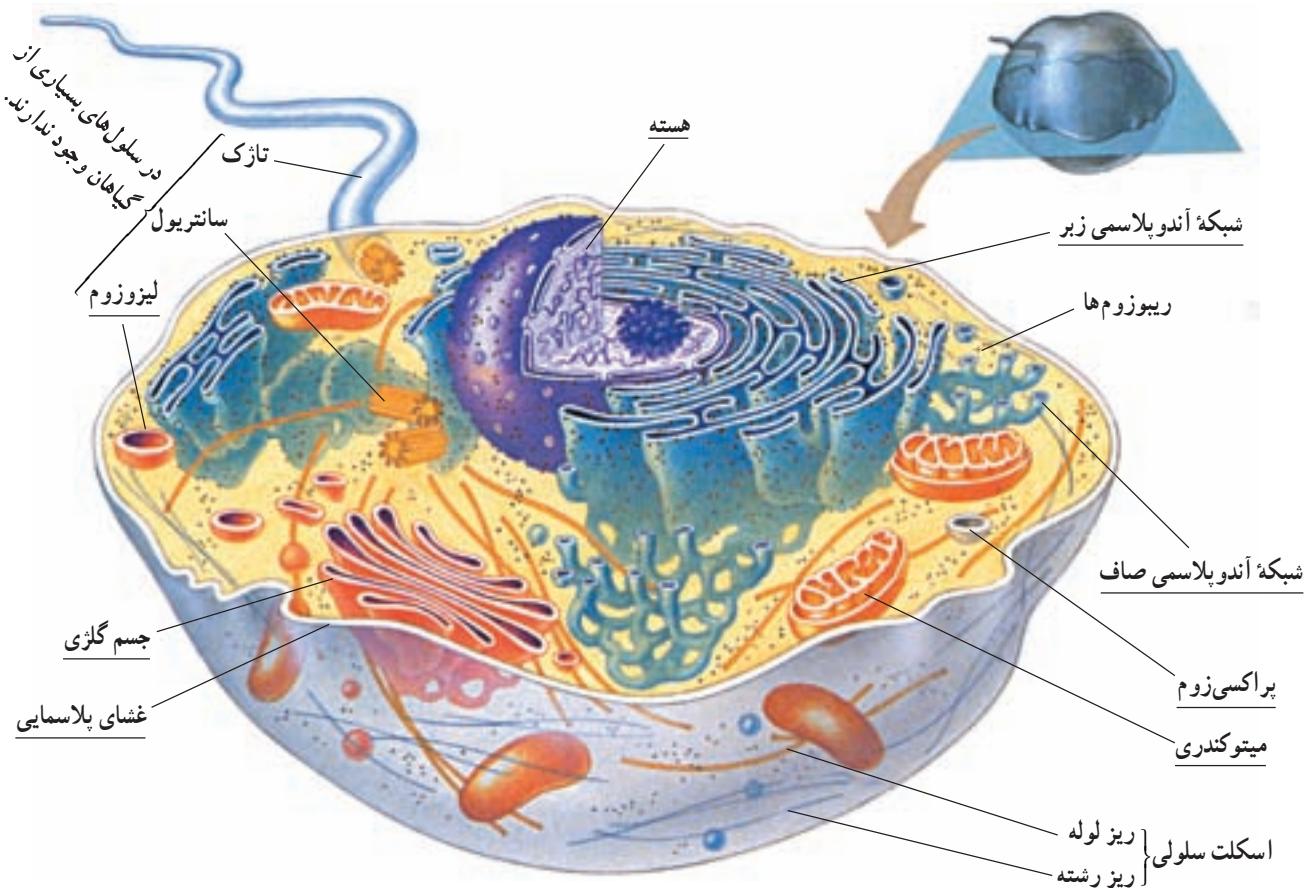
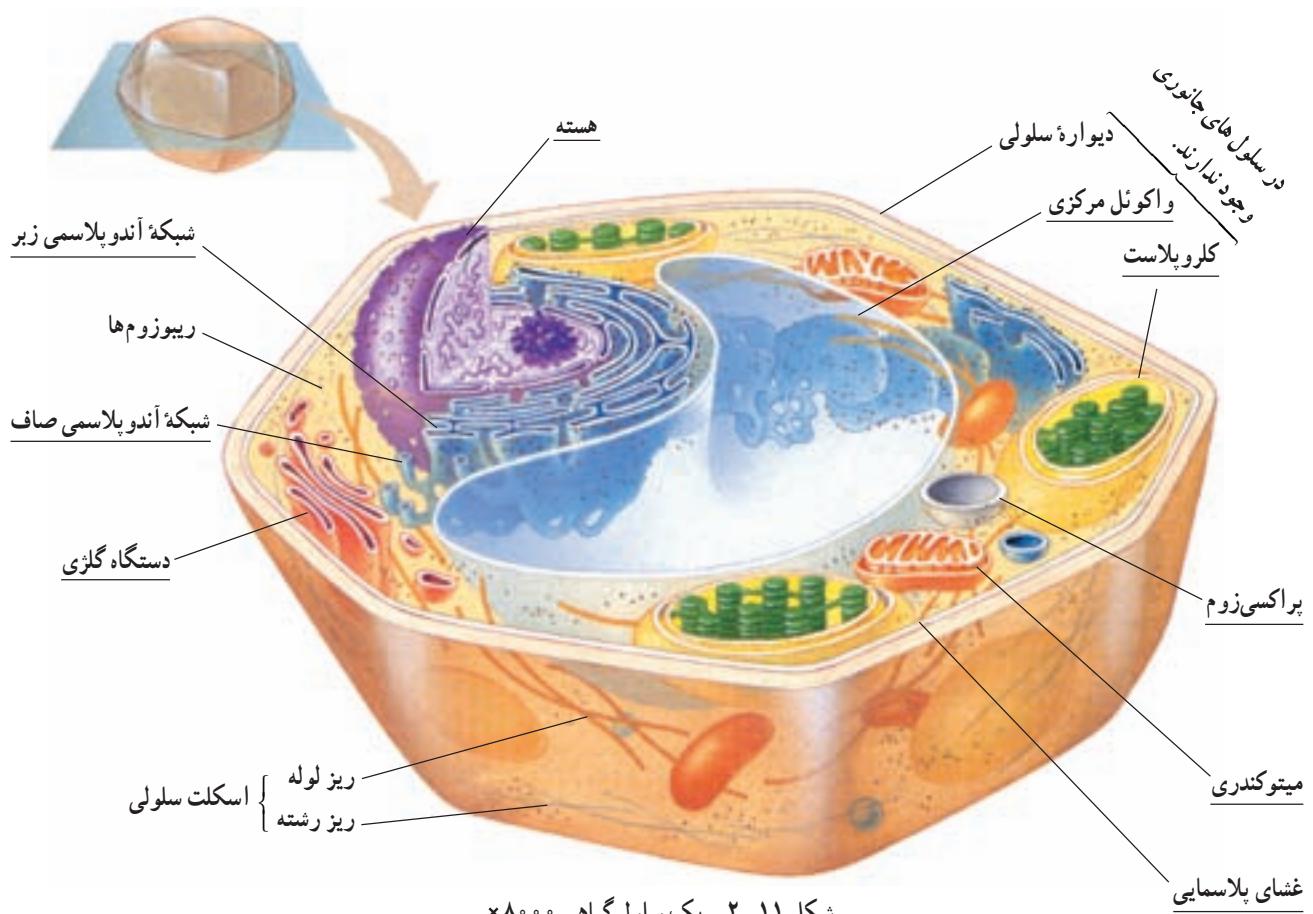
این قسمت، ساختار یک سلول جانوری و یک سلول گیاهی را به عنوان نمونه‌هایی از سلول‌های یوکاریوتی، بررسی می‌کنیم. شکل ۹-۱۰ یک سلول جانوری را نشان می‌دهد. جزئیاتی را که در شکل نشان داده شده است، با میکروسکوپ الکترونی گذاره می‌توان دید. در نگاه اول، درمی‌باییم که سلول یوکاریوتی، از سلول پروکاریوتی پیچیده‌تر است. آشکارترین تفاوت، سلول‌های پروکاریوتی و یوکاریوتی این است که، اندامک‌های گوناگونی در سیتوپلاسم سلول‌های یوکاریوتی وجود دارد. توجه داشته باشید که بیشتر این اندامک‌ها را غشا می‌پوشانند.

در سلول‌های یوکاریوتی، غشاها بی سیتوپلاسم را به قسمت‌های مجزا تقسیم می‌کنند. زیست‌شناسان، قسمت‌هایی را که با غشاها بی احاطه شده‌اند، اندامک‌های غشادر می‌نامند (در شکل‌های ۹-۱۱ و ۹-۱۲ زیر نام هر یک از اندامک‌های

نیز باعث محافظت سلول می‌شود. همچنین، کپسول به بعضی از باکتری‌ها کمک می‌کند تا به سطوح مختلف، مثلاً به سنگ‌هایی که در مسیر جریان سریع آب در رودخانه قرار دارند یا به بافت‌های درون بدن آدمی بچسبند. بعضی از باکتری‌ها، برآمدگی‌هایی بر سطح خود دارند. این برآمدگی‌های مو مانند را اگر کوتاه باشند، پیلی (مفرد آن: پیلوس) می‌نامند. پیلی به چسبیدن باکتری به سطوح مختلف کمک می‌کند. برآمدگی‌های بلند را تاژک می‌نامند. تاژک با حرکت‌های خود باکتری را در محیط مایع پیرامون به جلو می‌راند.

درون سلول‌های یوکاریوتی بخش‌های عمل کننده مجزایی وجود دارد

همه سلول‌های یوکاریوتی، از هر نوعی که باشند –جانوری، گیاهی، آغازی یا قارچی – با یکدیگر شباهت‌های اساسی دارند، اما با سلول‌های پروکاریوتی بسیار متفاوت‌اند. در

شکل ۲-۱۰- یک سلول جانوری $\times 8000$ شکل ۲-۱۱- یک سلول گیاهی $\times 8000$

درخواهید یافت که استثنای هم در این مورد وجود دارد. برای مثال سانتریول که از ساختارهای سلولی بدون غشا است و در سازماندهی میکروتوبول‌ها، تشکیل دوک تقسیم و تشکیل تازک و مژک‌ها دخالت دارد، در سلول‌های جانوری و گیاهان ابتدایی مثل خزه‌ها و سرخس‌ها وجود دارد؛ اما در گیاهان پیشرفت‌هه دیده نمی‌شود. سلول‌های جانوری ممکن است یک یا چند تازک داشته باشند؛ اما به جز سلول‌های جنسی نر بعضی گونه‌های گیاهی، سلول‌های گیاهی تازک ندارند. (تازک سلول‌های یوکاریوتی از نظر ساختار و عمل با تازک باکتری‌ها تفاوت دارد.)

سلول گیاهی اجزایی دارد که سلول جانوری از آنها بی‌بهره است. مثلاً سلول گیاهی (همانند سلول‌های قارچ‌ها و بسیاری از آغازیان) دیواره سلولی سخت و ضخیمی دارد. دیواره سلولی، از سلول محافظت می‌کند و سلول را در حفظ شکل یاری می‌دهد. دیواره سلولی گیاهی، از نظر ساختار شیمیایی با دیواره سلولی باکتریایی متفاوت است و از سلولز ساخته شده است. برخلاف بیشتر سلول‌های جانوری، بسیاری از سلول‌های بالغ گیاهی به شکل چند وجهی هستند.

اندامک دیگری که در سلول‌های گیاهی وجود دارد، اما در سلول‌های جانوری یافت نمی‌شود، پلاست است. پلاست‌ها انواع متفاوتی دارند. در کلروپلاست‌ها فتوستتر رخ می‌دهد (کلروپلاست در بعضی از آغازیان نیز وجود دارد). وجود یک واکوئل مرکزی بزرگ، ویژه بسیاری از سلول‌های گیاهی بالغ است. واکوئل کیسه‌ای از جنس غشاست که در خود آب و مواد شیمیایی گوناگونی را ذخیره می‌کند. در بیشتر سلول‌های گیاهی بالغ، واکوئل مرکزی آنزیم‌هایی دارد که گوارش سلولی را به انجام می‌رسانند. علاوه بر این، واکوئل‌ها با جذب آب اضافی و منبسط شدن می‌توانند به بزرگ شدن سلول کمک کنند.

گرچه تاکنون تأکید ما بر اندامک‌های غشادر بوده است، اما در سلول‌های یوکاریوتی اجزای بدون غشا نیز وجود دارد (در شکل‌های ۲-۱۰ و ۲-۱۱ زیر این ساختارها خط کشیده نشده است). از میان این اجزا می‌توان سانتریول‌ها و اسکلت سلولی را نام برد. همه این‌ها از لوله‌هایی پروتئینی به نام ریز لوله (میکروتوبول)

غشادر، خط کشیده شده است). اندامک‌های غشادری که در شکل ۲-۱۰ دیده می‌شوند، عبارت‌اند از: هسته، شبکه آندوپلاسمی، جسم گلتری، میتوکندری، لیزوژوم و پراکسی‌زوم. توجه داشته باشید که در سلول زنده، پیشتر اندامک‌ها بی‌رنگ‌اند و استفاده از رنگ در این شکل، فقط برای سهولت تشخیص آنهاست.

بسیاری از فعالیت‌های شیمیایی سلول، یا به عبارت دیگر متابولیسم سلولی، در فضای درون اندامک‌های غشادر انجام می‌گیرد. این فضاهای از مواد سیال (روان) پر شده‌اند. در فضای درون هر اندامک، وضعیت خاصی که برای انجام واکنش‌های شیمیایی ویژه مورد نیاز است، ایجاد و حفظ می‌شود. این وضعیت در اندامک‌های گوناگون، متفاوت است. بنابراین، فرآیندهای متفاوت متابولیسمی که به وضعیت‌های متفاوتی نیاز دارند، می‌توانند به طور همزمان در یک سلول به انجام برسند؛ چون هر یک از آنها در اندامک جداگانه‌ای به وقوع می‌یابند. مثلاً در شبکه آندوپلاسمی هورمون‌های استرودئیدی ساخته می‌شوند، در پراکسی‌زوم‌ها، که در مجاورت شبکه آندوپلاسمی قرار دارند، هیدروژن پراکسید (H_2O_2) تولید می‌شود. برای سلول سمی است و طی بعضی از واکنش‌های متابولیسمی، به عنوان محصول فرعی تولید می‌شود. چگونه استرودئیدها از تخریب به وسیله H_2O_2 در امان می‌مانند؟ H_2O_2 در درون پراکسی‌زوم‌ها باقی می‌ماند و در همانجا، به سرعت به H_2O تبدیل می‌شود.

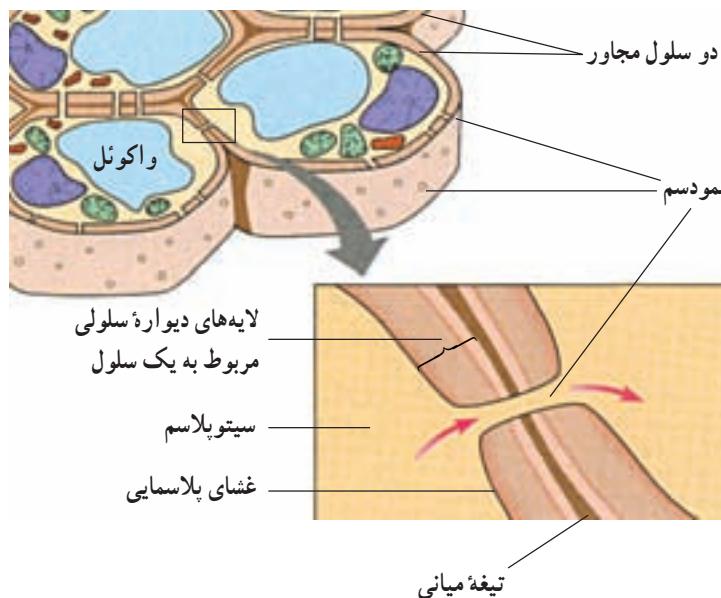
یکی دیگر از فواید غشاهای درون سلولی این است که این غشاهای مجموع مساحت غشاهای سلول را به مقدار قابل توجهی افزایش می‌دهند. در سلول‌های یوکاریوتی، غشاهای درونی سطوحی را فراهم می‌کنند که در آنها فرآیندهای مهم متابولیسمی روی می‌دهند. در واقع بسیاری از آنزیم‌هایی که وجود آنها برای فرآیندهای متابولیسمی لازم است، درون غشای اندامک‌ها جای دارند. اگر غشاهای درونی موجود نبودند، سلول‌های یوکاریوتی احتملاً سطح کافی برای پاسخ‌گویی به نیازهای متابولیسمی خود در اختیار نمی‌داشتند.

اندامک‌هایی که تاکنون از آنها نام برده شد، هم در سلول‌های جانوری و هم در سلول‌های گیاهی یافت می‌شوند. اگر شکل‌های ۲-۱۰ و ۲-۱۱ را با یکدیگر مقایسه کنید،

به شکل ۱۲-۲ توجه کنید، دیواره سلولی چند لایه‌ای است. یکی از لایه‌ها بین سلول‌های مجاور مشترک است. این لایه تیغه میانی نام دارد. این لایه سلول‌های مجاور را به هم می‌چسباند. مجاور تیغه میانی لایه‌ای به نام دیواره نخستین قرار گرفته است. در بعضی سلول‌ها، به ویژه سلول‌های مُسن، در سطح درونی دیواره نخستین دیواره دیگری به نام دیواره دومین رسوب می‌کند و ضخامت دیواره را افزایش می‌دهد. دیواره سلولی سلول‌های گیاهی، ضخیم است، اما منافذی دارد که از طریق آنها ارتباط بین سلول‌های مجاور برقرار می‌شود. ماده زنده‌ای که درون این منافذ را پر می‌کند، پلاسمودسм (شکل

و رشته‌های پروتئینی به نام ریزرشته ساخته شده‌اند. نقطه‌های قهوه‌ای رنگی که در شکل‌ها دیده می‌شوند، ریبوزوم‌ها هستند. بعضی از ریبوزوم‌ها درون مایع سیتوپلاسمی قرار دارند و بعضی دیگر به بخش‌هایی از شبکه آندپلاسمی و نیز غشای خارجی هسته چسبیده‌اند.

دیواره سلولی گیاهان که ضخامت آن $10\text{ }\mu\text{m}$ برابر غشای پلاسمایی است، عمدتاً از رشته‌های سلولزی نازکی ساخته شده است. این رشته‌ها در سیمانی از جنس سایر پلی‌ساقاریدها و پروتئین قرار گرفته‌اند. در شکل ۱۲-۲ دیواره سلولی چند سلول گیاهی نشان داده شده است.



تصویری از ساختار دیواره سلولی
زیر میکروسکوپ الکترونی ($\times 30,000$)
جهت‌گیری رشته‌های سلولزی را تفسیر کنید.

شکل ۱۲-۲- دیواره سلولی سلول‌های گیاهی و ارتباط میان سلول‌ها

ورود یا خروج می‌دهد و برای این کار ساختار ویژه‌ای دارد که در شکل ۲-۱۳ نشان داده شده است.

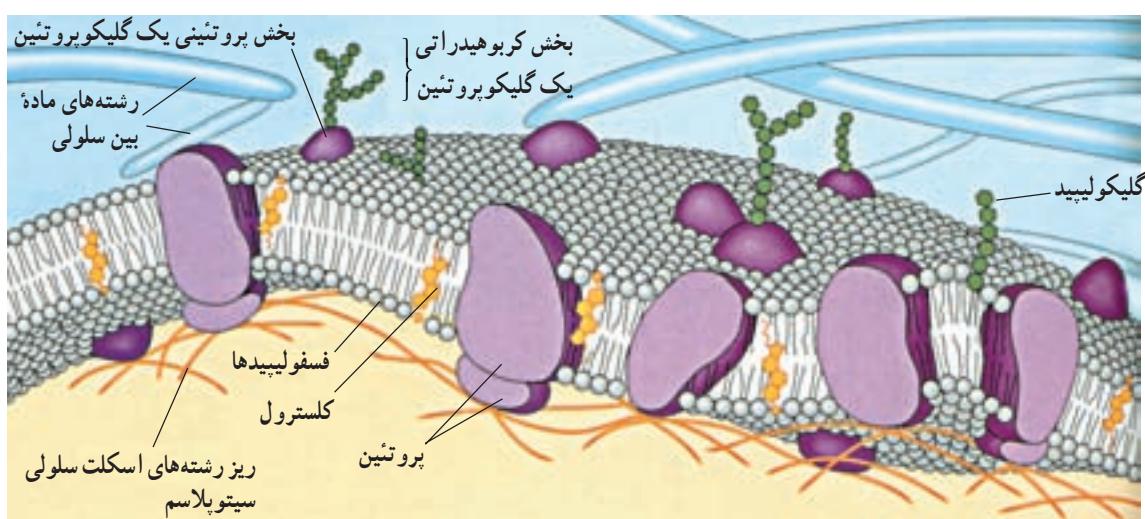
بیشترین تعداد مولکول‌های غشا، مولکول‌های فسفولیپیدی هستند. می‌دانیم بخشی از مولکول‌های فسفولیپیدی نیز مانند سایر مواد لیپیدی آب گریز هستند. بخش دیگر این مولکول‌ها آب دوست هستند. در نتیجه فسفولیپیدهای غشا به صورت دولايه‌ای به گونه‌ای قرار گرفته‌اند که سدی در برابر مولکول‌های آب و مواد محلول در آن، ایجاد می‌کند. البته این سد نسبت به آب کاملاً غیرقابل نفوذ نیست و مولکول‌های آب به علت کوچکی، می‌توانند به مقدار اندک از آن عبور کنند. مولکول‌های لیپیدی به آسانی از این بخش غشا عبور می‌کنند. به مولکول‌های درشت پروتئینی شکل ۲-۱۳ توجه کنید. بعضی از این مولکول‌های پروتئینی به ویژه آنها که بر سطح خارجی قرار گرفته‌اند، مولکول‌هایی پذیرنده هستند؛ یعنی به مولکول‌های دیگر متصل می‌شوند و از این راه به برقراری اتصال فیزیکی میان سلول‌ها و مولکول‌ها کمک می‌کنند. پروتئین‌هایی که در سراسر عرض غشا قرار دارند کانال‌ها یا منافذی را برای عبور مواد در غشا ایجاد می‌کنند. مولکول‌ها از یک سمت این پروتئین‌ها وارد و از سمت دیگر آن خارج می‌شوند. کانال‌های پروتئینی تخصصی عمل می‌کنند، یعنی فقط به یک نوع مولکول اجازه عبور می‌دهند (مولکول‌های کوچک مانند آب نیز می‌توانند از این کانال‌ها عبور کنند). بعضی از این کانال‌ها همیشه باز

۲۴) نام دارد. موادی از طریق پلاسمودسما از سلولی به سلول‌های مجاور منتقل می‌شود. آب، مواد غذایی و پیام‌های شیمیایی از جمله این مواد هستند.

دیواره سلولی در بعضی نقاط نازک‌تر می‌شود. این مناطق نازک‌تر لان نامیده می‌شوند. لان‌های سلول‌های مجاور، معمولاً در مجاورت یکدیگر قرار می‌گیرند و دیواره در آن قسمت در مجموع نازک‌تر از سایر بخش‌هاست.

ساختار غشای سلولی برای کاری که انجام می‌دهد، مناسب است

یکی از کارهای غشای پلاسمایی، که پیرامون سلول را فرا گرفته است، آن است که مانند دیوارهای ظرفی که مواد درون خود را از محیط پیرامون جدا می‌کند، مواد درون سلول را از محیط اطراف جدا می‌کند؛ اما نمی‌توان غشای پلاسمایی را کاملاً شبیه دیوارهای ظرف دانست چون، غشای پلاسمایی بعضی مواد را از خود عبور می‌دهد و از نفوذ بعضی دیگر، جلوگیری می‌کند. اگر کمی به این موضوع بیندیشید، خود به اهمیت آن بی خواهد برد. غشای سلولی برای آن که مرز مناسبی بین محتويات سلول و محیط پیرامونی به وجود آورد، باید به بسیاری مواد اجازه ورود یا خروج ندهد؛ اما سلول در همه حال تا وقتی که زنده است، به جذب یا دفع بعضی مواد نیاز دارد. بنابراین، غشای سلول نسبت به مواد تراوایی نسبی دارد، یعنی فقط به بعضی مواد اجازه



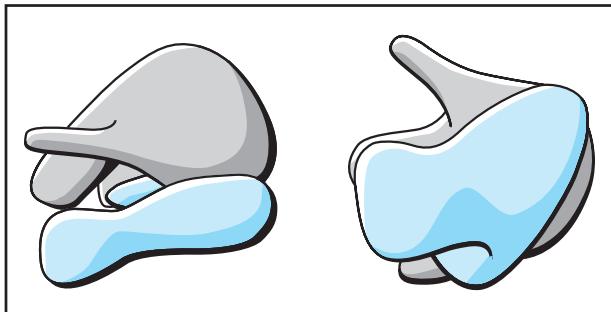
شکل ۲-۱۳—ساختار غشا

سازمان درون سلولی از اجزای گوناگونی ساخته شده است

ریبوزوم: ریبوزوم‌ها از اجزای بسیار ریز سلول هستند. این اجرا در سیتوپلاسم و نیز درون اندامک‌هایی، مانند میتوکندری و کلروپلاست یافت می‌شوند. وظیفه ریبوزوم‌ها مشارکت در پروتئین‌سازی است.

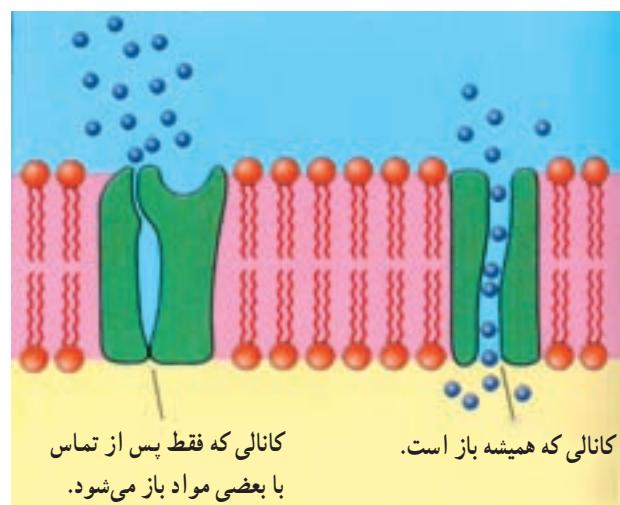
هر ریبوزوم از دو بخش غیرمساوی تشکیل شده است.

هر دو این بخش‌ها از پروتئین و انواع ویژه‌ای RNA که به آنها RNA‌های ریبوزومی (به اختصار rRNA) می‌گویند، ساخته شده است. در شکل ۲-۱۵ نمایی از ساختار و اندازه این دو بخش، نسبت به یکدیگر، نشان داده شده است.



شکل ۲-۱۵- نمایی از ساختار یک ریبوزوم از دو جهت مختلف.

هستند و بعضی از آن‌ها فقط در موقع عبور مواد باز می‌شوند. بعضی از پروتئین‌های غشا ناقل هستند. پروتئین‌های ناقل موادی مانند یون‌ها را وارد سلول می‌کنند (شکل ۲-۱۴). غشای پلاسمایی با دیواره ظرف تفاوت‌های فراوانی دارد. بنابر آنچه گفته شد، غشاها برای تنظیم وضعیت درون سلولی اهمیت زیادی دارند.



شکل ۲-۱۴- عبور مواد از غشا با کمک پروتئین‌های غشایی

خودآزمایی ۲-۳

۱- سلول‌های بروکاریوتی و یوکاریوتی چه شباهت‌ها و چه تفاوت‌هایی دارند؟

۲- شکل ساده‌ای از یک باکتری رسم کنید و قسمت‌های مختلفی را که رسم کرده‌اید، نام‌گذاری و کار

هر قسمت را بیان کنید.

۳- وجود غشاها درون سلولی چه مزایایی برای سلول‌ها دارد؟

۴- سانتریول از چه چیزی ساخته شده و چه وظایفی را بر عهده دارد؟

۵- اندامک‌های غشادار و غیرغشادار یک سلول جانوری و یک سلول گیاهی را نام ببرید.

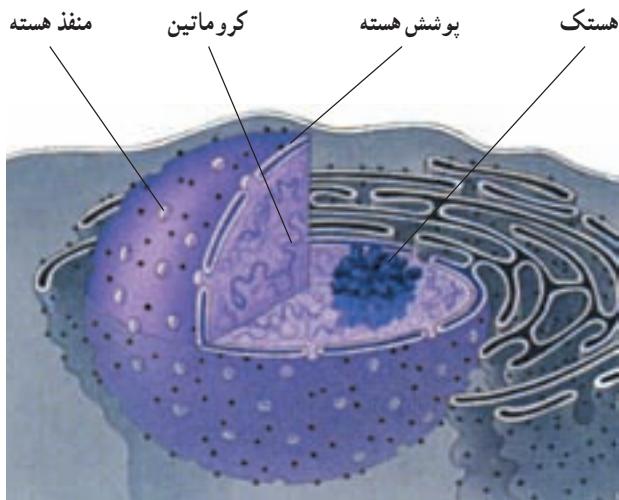
۶- چرا دیواره باکتری‌ها و قارچ‌ها یکپارچه، اما دیواره سلول‌های گیاهی منفرد است؟

۷- ساختار دیواره سلول گیاهی را توضیح دهید.

۸- پلاسمودسیم ولان را تعریف کنید.

۹- چه تفاوت‌هایی بین غشای پلاسمایی و دیواره ظرف وجود دارد؟

۱۰- پروتئین‌های غشا، چه کارهایی را انجام می‌دهند؟



شکل ۲-۱۶- هسته همراه با بخشی از سیتوپلاسم

تشکیل شده‌اند. بعضی از این غشاها به طور فیزیکی به هم پیوسته‌اند، اما بعضی دیگر از هم جدا هستند. در مجموع، این غشاها شبکه‌ای درون سیتوپلاسم تشکیل می‌دهند که زیست‌شناسان آن را دستگاه غشایی درونی می‌نامند. اندامک‌های این دستگاه در ساخت، ذخیره و ترشح مولکول‌های مهم زیستی با یکدیگر همکاری می‌کنند.

شبکه آندوپلاسمی، بهترین مثال برای معرفی آن قسمت از دستگاه غشایی درونی است که از غشاهای به هم پیوسته تشکیل شده است. واژه «درون سلول» است. خواهیم دید که، دو نوع شبکه آندوپلاسمی وجود دارد: شبکه آندوپلاسمی زبر و شبکه آندوپلاسمی صاف. این دو اندامک از نظر ساختار و عمل با هم تفاوت دارند، اما غشای سازنده آنها، به هم پیوسته است. همچنین، غشای شبکه آندوپلاسمی به غشای خارجی پوشش هسته پیوسته است (شکل ۲-۱۶).

شبکه آندوپلاسمی، فضای درون سلول را به دو قسم تقسیم می‌کند: فضای درون شبکه آندوپلاسمی و فضای بیرون

ریبوزوم‌های سلول‌های پروکاریوتی ساختاری ساده‌تر و اندازه‌ای کوچک‌تر دارند و به ریبوزوم‌های درون میتوکندری‌ها و کلروپلاست‌های سلول‌های یوکاریوتی شبیه هستند؛ در حالی که ریبوزوم‌های موجود در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم (سیتوسل) سلول‌های یوکاریوتی و ریبوزوم‌های چسبیده به برخی بخش‌های شبکه آندوپلاسمی این سلول‌ها، ساختاری پیچیده‌تر و اندازه‌ای کمی بزرگ‌تر از ریبوزوم‌های سلول‌های پروکاریوتی دارند. زیست‌شناسان برای شباهتی که شرح داده شد اهمیت زیادی فائل هستند (آیا می‌دانید چرا؟).

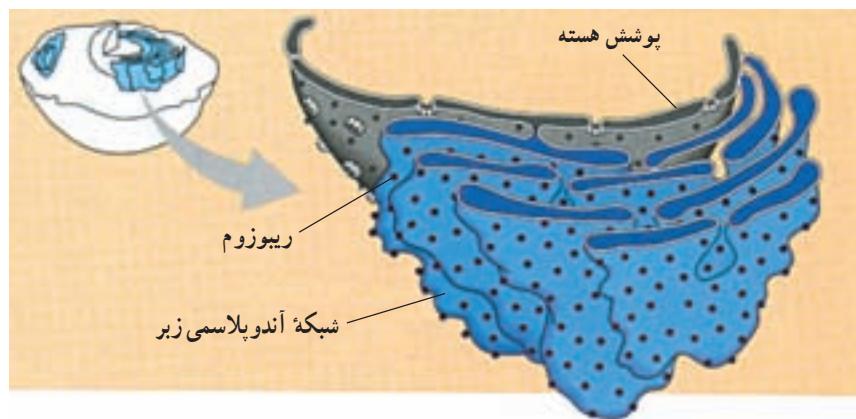
هسته: بیشتر ماده ژنتیک سلول‌های یوکاریوتی در ساختار اندامک هسته جا دارد (شکل ۲-۱۶). اغلب سلول‌های یوکاریوتی یک هسته و بعضی دو یا چند هسته دارند. هسته مرکز تنظیم ژنتیک سلول یوکاریوتی است. DNA موجود در هسته فعالیت‌های سلول را رهبری می‌کند. هسته را پوشش هسته احاطه می‌کند. پوشش هسته از دو غشای منفذدار تشکیل شده است. تبادل مواد بین هسته و سیتوپلاسم از همین منفذ صورت می‌گیرد. درون هسته از مایعی به اسم شیره هسته پر شده است که DNA و پروتئین‌های متصل به آن، هستک یا هستک‌ها و پروتئین‌های تشکیل دهنده اسکلت هسته‌ای در آن قرار دارند. پروتئین‌های اسکلت هسته‌ای به صورت شبکه در هم رفته‌ای در هسته قرار دارند و موجب پایداری شکل هسته و پایداری پوشش هسته‌ای می‌شوند. درون هسته یک یا چند توده متراکم دیده می‌شود این توده از رشته‌ها و دانه‌هایی تشکیل شده است و هستک نام دارد. هستک، جای بخشی از DNA و پروتئین‌های متصل به آن، RNA و پروتئین است و محلی است که ریبوزوم‌ها در آن ساخته می‌شوند.

دستگاه غشایی درونی از اندامک‌های غشادار تشکیل شده است

گروهی از اندامک‌های یوکاریوتی از غشاهای به هم مرتبط

خودآزمایی ۲-۱۶

- ۱- ساختار و عمل ریبوزوم را توضیح دهید.
- ۲- جایگاه ریبوزوم در سلول، کجاست؟
- ۳- ساختار و عمل هسته را توضیح دهید.



شکل ۲-۱۷- بخشی از شبکه آندوپلاسمی زبر

۱- پلی پیتید ساخته و به درون شبکه آندوپلاسمی وارد می شود.

۲- زنجیره های کوچکی از مولکول های قند به پلی پیتید اضافه می شود. بدین ترتیب یک مولکول گلیکوپروتئین حاصل و مولکول برای ارسال به خارج از شبکه آندوپلاسمی، آماده می شود.

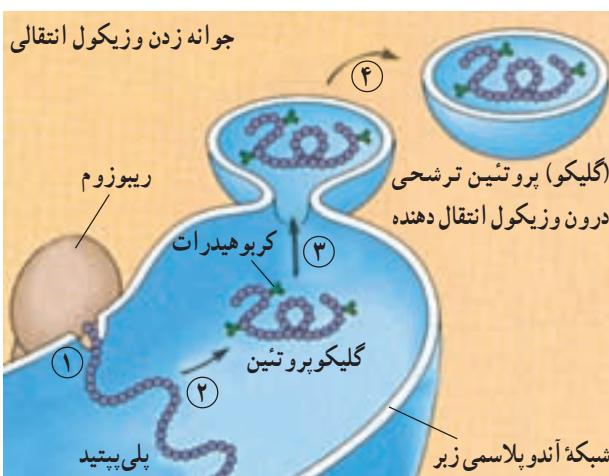
۳- شبکه آندوپلاسمی گلیکوپروتئین را در کیسه های ریزی به نام وزیکول (کیسه چه) انتقالی بسته بندی می کند.

۴- این وزیکول از غشای شبکه آندوپلاسمی به بیرون جوانه می زند. اکنون پروتئین ترشحی، به دستگاه گذرنی منتقل می شود تا بقیه کارهای لازم برای ترشح آن، انجام شود. بعد از آماده شدن پروتئین برای ترشح، وزیکول انتقالی به سوی غشای

شبکه آندوپلاسمی. تقسیم کردن فضای درون سلول به قسمت های مختلف، کار اصلی دستگاه غشایی درونی است.

شبکه آندوپلاسمی زبر: شبکه آندوپلاسمی زبر را از آن جهت زبر می خوانند که در ریزنگارهای میکروسکوپ الکترونی، روی آن دانه هایی دیده می شود (شکل ۲-۱۷). این دانه ها، ریبوزوم ها هستند. شبکه آندوپلاسمی زبر، از کیسه های پهنه ای ساخته شده است که به یکدیگر متصل اند. این شبکه دو کار مهم بر عهده دارد : اول، غشاسازی. بعضی از پروتئین هایی که به وسیله ریبوزوم ها ساخته می شوند و نیز فسفولیپیدهایی که توسط آتزیم های شبکه آندوپلاسمی ساخته می شوند، درون غشای شبکه آندوپلاسمی جای می گیرند. در نتیجه، غشای شبکه آندوپلاسمی وسیع تر می شود، تا این که قسمتی از آن به دیگر اندامک ها فرستاده می شود.

دومین کار مهمی که شبکه آندوپلاسمی زبر انجام می دهد، ساخت پروتئین هایی است که قرار است به خارج از سلول ترشح شوند. از این پروتئین های ترشحی می توان پادتن ها را مثال زد. پادتن ها، مولکول های دفاعی بدن هستند که توسط گلبول های سفید خون ساخته و ترشح می شوند. هر مولکول پادتن از چند رشته پلی پیتید ساخته شده است. ریبوزوم های شبکه آندوپلاسمی زبر، پلی پیتیدهای مولکول های پادتن را می سازند. این پلی پیتیدها درون شبکه آندوپلاسمی کنار هم قرار می گیرند و به این ترتیب، پادتن کامل و فعال حاصل می شود. در شکل ۲-۱۸ ساخته شدن و بسته بندی پروتئینی ترشحی که فقط از یک رشته پلی پیتیدی ساخته شده است، مشاهده می شود :



شکل ۲-۱۸- ساخته شدن و بسته بندی یک پروتئین ترشحی در شبکه آندوپلاسمی زبر

ماهیچه‌ای یون کلسیم برای انقباض ماهیچه‌ها لازم است. وقتی پیام عصبی به سلول ماهیچه‌ای می‌رسد یون کلسیم از شبکه آندوپلاسمی صاف نشست می‌کند، به درون سیتوپلاسم وارد و موجب انقباض سلول می‌شود.

جسم گلزاری، به پاس پژوهش‌های کامیلو گلزاری، زیست‌شناس و پژوهش‌کار ایتالیایی، به این اسم نام‌گذاری شد. گلزاری با استفاده از میکروسکوپ نوری و نیز روش‌های رنگ‌آمیزی سلول، موفق به کشف این اندامک شد. مشاهده جسم گلزاری با میکروسکوپ الکترونی نشان می‌دهد که این اندامک از کیسه‌های پهنه‌ی که روی هم قرار گرفته‌اند، تشکیل شده است (شکل ۲-۲۰). جنس این کیسه‌ها از غشاء است. همان‌گونه که در شکل می‌بینید، این کیسه‌ها، برخلاف کیسه‌های شبکه آندوپلاسمی، به طور فیزیکی به هم پیوسته نیستند. تعداد اجسام گلزاری در هر سلول از چند عدد تا چند صد عدد است. این تعداد، به میزان فعالیت سلول در ترشح پروتئین‌ها و مواد ترشحی دیگر بستگی دارد.

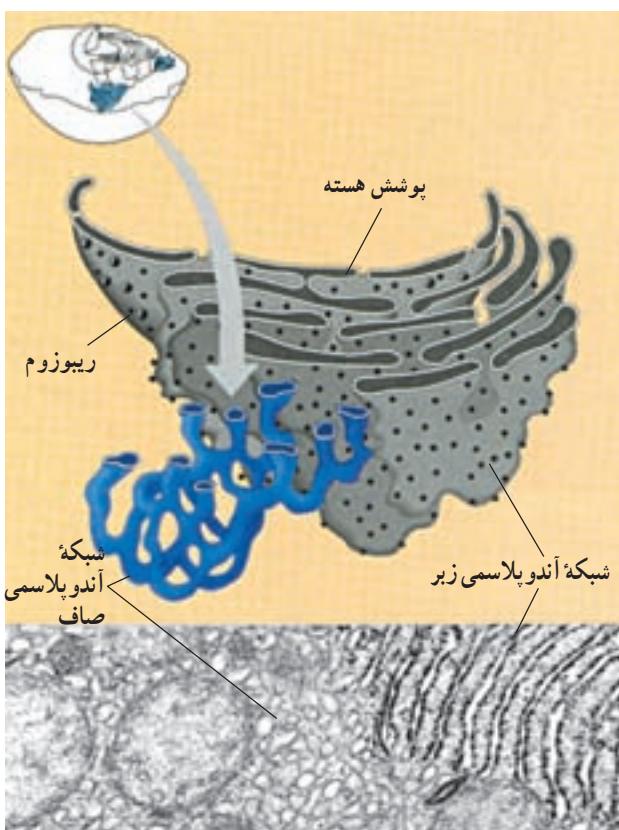
جسم گلزاری با همکاری شبکه آندوپلاسمی کارهای متعددی انجام می‌دهد. مولکول‌هایی که توسط شبکه آندوپلاسمی تولید می‌شوند، به وسیله وزیکول‌های انتقالی به دستگاه گلزاری می‌رسند. در دستگاه گلزاری، این مولکول‌ها دستخوش تغییرات شیمیایی می‌شوند و در نتیجه این تغییرات، مولکول‌ها نشانه‌گذاری می‌شوند و بر حسب نشانه‌ای که دارند، به نقاط مختلف سلول فرستاده می‌شوند.

لیزوژروم، جزء دیگر دستگاه غشایی درونی، است. شبکه آندوپلاسمی زیر و دستگاه گلزاری لیزوژروم‌ها را تولید می‌کنند. لیزوژروم کیسه‌ای است غشایی (غشادار) که دارای آنزیم‌های تجزیه‌کننده است (شکل ۲-۲۱). به یاد بیاوریم که تقسیم کردن فضای درون سلول به قسمت‌های مختلف، کار اصلی دستگاه غشایی درونی است. غشای لیزوژروم، در واقع پیرامون قسمتی را فراگرفته است که آنزیم‌های گوارشی در آن جا ذخیره می‌شوند. بدین ترتیب دیگر قسمت‌های سیتوپلاسم از گزند آنزیم‌های گوارشی در امان می‌مانند. بدون لیزوژروم، هیچ سلولی نمی‌تواند آنزیم‌های گوارشی را درون خود داشته باشد.

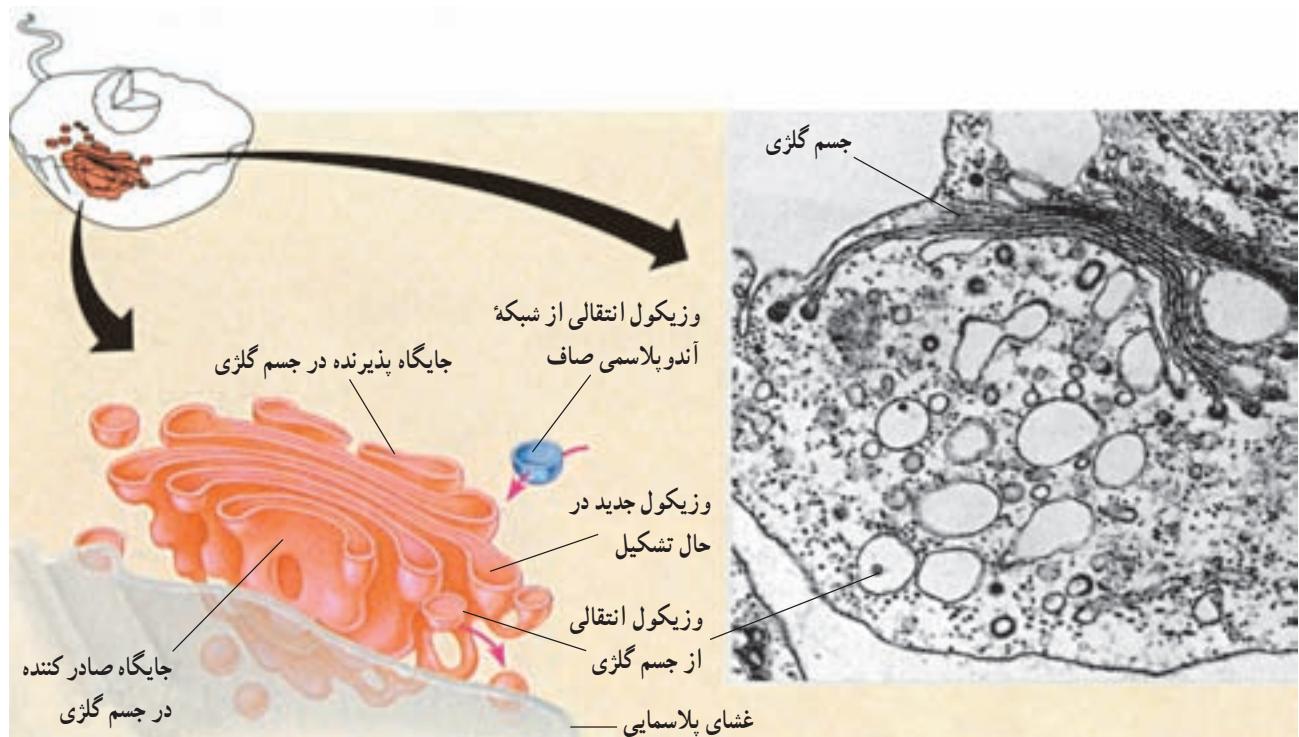
لیزوژروم چند کار گوارشی متفاوت انجام می‌دهد. بسیاری از سلول‌ها، مواد غذایی را می‌بلعند، یعنی آن را از راه کیسه‌های

پلاسمایی می‌رود تا محتويات خود را به خارج از سلول ترشح کند. شبکه آندوپلاسمی صاف: شبکه به هم پیوسته‌ای از لوله‌ها و کیسه‌های غشادار و بدون ریبوزوم است (شکل ۲-۱۹) که درون غشای آن، آنزیم‌های متعددی جای گرفته است. این آنزیم‌ها کارهای اصلی این شبکه را انجام می‌دهند. یکی از مهم‌ترین کارهای شبکه آندوپلاسمی صاف، ساخت موادی مانند اسیدهای چرب، فسفولیپیدها و استروئیدهاست. هر یک از این فرآورده‌ها توسط نوع خاصی سلول تولید می‌شود.

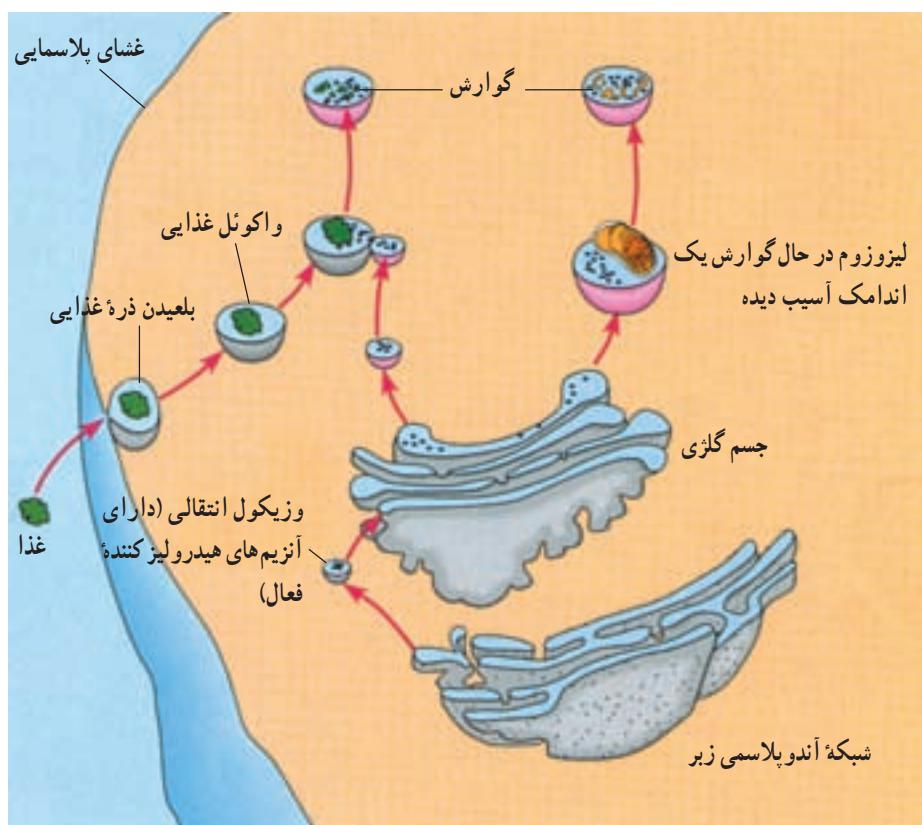
در سلول‌های جگر ما شبکه‌های آندوپلاسمی صاف گستردۀ‌ای وجود دارد که کارهای دیگری نیز انجام می‌دهند. در این شبکه آندوپلاسمی، آنزیم‌های خاصی وجود دارد که به تنظیم مقدار قندی که از سلول‌های جگر به جریان خون آزاد می‌شود، کمک می‌کند. همچنین آنزیم‌های دیگری وجود دارد که داروها و نیز مواد شیمیایی مضر را تجزیه می‌کنند. این کار سلول‌های جگر را سمزدایی می‌نامند. یکی دیگر از کارهای شبکه آندوپلاسمی صاف، ذخیره یون کلسیم است. در بافت



شکل ۲-۱۹—شبکه آندوپلاسمی صاف



شکل ۲-۲۰- جسم گلزی



شکل ۲-۲۱- خاستگاه و کار لیزوزوم ها

ممکن است رنگیزه‌هایی داشته باشند که سبب جذب حشرات به‌هنگام گرده‌افشانی می‌شوند. در بعضی از گیاهان واکوئل‌ها حاوی مواد سمی هستند و به این ترتیب گیاه در برابر جانوران گیاهخوار و بعضی از آفات گیاهی از خود دفاع می‌کند.

شکل ۲-۲۲-ب، نوع سیار متفاوتی از واکوئل را در یک تک سلولی به نام پارامسی نشان می‌دهد. در این شکل، دو واکوئل ضربان‌دار دیده می‌شود که آب اضافی را از سلول جمع می‌کنند و آن را به‌پرون می‌رانند. چنین فعالیتی برای آغازیابی که در آب شیرین زندگی می‌کنند، بسیار ضروری است. چون آب دائمًا وارد آنها می‌شود، اگر راهی برای دفع آب اضافی وجود نداشته باشد، سلول آن قدر حجم می‌شود که سرانجام می‌ترکد. در واقع واکوئل‌های ضربان‌دار برای حفظ محیط درونی سلول، حیاتی هستند.

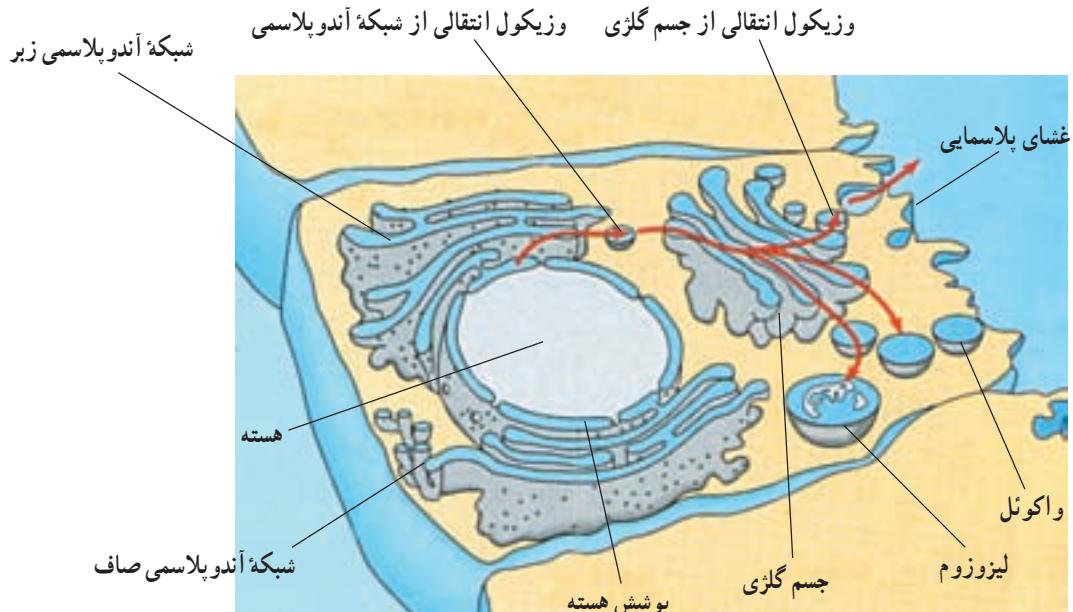
نحوه ارتباط اندامک‌های دستگاه غشایی درونی: در شکل ۲-۲۳ خلاصه‌ای از نحوه ارتباط اندامک‌های مختلف دستگاه غشایی درونی نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، پیوستگی‌های ساختاری مستقیمی بین پوشش هسته، شبکه آندوپلاسمی زیر و شبکه آندوپلاسمی صاف برقرار است. پیکان‌ها پیوستگی‌های کاری را در دستگاه غشایی درونی نشان می‌دهند. مثلاً وزیکول انتقالی در شبکه آندوپلاسمی ساخته می‌شود، بعد به جسم گلزاری وارد می‌شود و سرانجام به لیزوژوم یا واکوئل تبدیل می‌شود. چه مطالب دیگری از این شکل قابل استنتاج‌اند؟

سیتوپلاسمی ریزی به نام واکوئل‌های غذایی به سیتوپلاسم وارد می‌کنند. لیزوژوم‌ها با پیوستن به واکوئل‌های غذایی، آنزیم‌های گوارشی را به درون واکوئل تخلیه و محتوای درون واکوئل را تجزیه می‌کنند. مولکول‌های کوچک حاصل از این گوارش، مثل آمینواسیدها، واکوئل را ترک می‌کنند و به مصرف سلول می‌رسند. یکی دیگر از کارهای لیزوژوم، بلع و گوارش اندامک‌های آسیب دیده یا پیر سلول است. از اجزای حاصل از تجزیه اندامک‌های آسیب دیده یا پیر، اندامک‌های جدیدی بازسازی می‌شود. لیزوژوم‌ها در نمو جنبه نیز نقشی حیاتی دارند. مثلاً آنزیم‌های لیزوژومی، بافت‌هایی را که در زمان جنبه بین انگشتان دست و پا قرار دارد، نابود و انگشتان را از یکدیگر جدا می‌کنند.

واکوئل‌ها، نیز همانند لیزوژوم‌ها کیسه‌هایی از جنس غشا هستند که به دستگاه غشایی درونی تعلق دارند. واکوئل‌ها، شکل و اندازه‌های متفاوتی دارند و کارهای مختلفی نیز انجام می‌دهند. پیش از این دیدیم که واکوئل‌های گوارشی و لیزوژوم‌ها با یکدیگر همکاری دارند. در شکل ۲-۲۲-الف، یک واکوئل مرکزی را درون یک سلول گیاهی بالغ می‌بینیم. این واکوئل را می‌توان به عنوان یک لیزوژوم بزرگ در نظر گرفت. واکوئل مرکزی، با جذب آب به بزرگ شدن سلول گیاهی کمک می‌کند. همچنین، مواد شیمیایی حیاتی یا فرآورده‌های دفعی حاصل از متابولیسم سلول را ذخیره می‌کند. واکوئل‌های مرکزی در گلبرگ گیاهان



شکل ۲-۲۲-الف. یک واکوئل مرکزی در یک سلول گیاهی. ب. واکوئل ضربان‌دار در پارامسی



شکل ۲۳-۲- ارتباط بخش‌های مختلف دستگاه غشایی درونی

تقویت آزمایش

- ۱- دستگاه غشایی درونی از چه اندامک‌هایی تشکیل شده است؟
- ۲- شبکه آندوپلاسمی بر چند نوع است؟ نام ببرید.
- ۳- شبکه آندوپلاسمی زبر، چه وظایفی را بر عهده دارد؟
- ۴- سمزدایی بر عهده کدام یک از اندامک‌های سلول است؟
- ۵- جسم گلزاری چیست و چه کارهایی را بر عهده دارد؟
- ۶- منشاً لیزوژوم کجاست؟
- ۷- کارهای واکوئل را نام ببرید.
- ۸- انواع واکوئل را نام ببرید و کار هر یک را بیان کنید.
- ۹- نحوه ارتباط اندامک‌های مختلف دستگاه غشایی درونی را توضیح دهید.

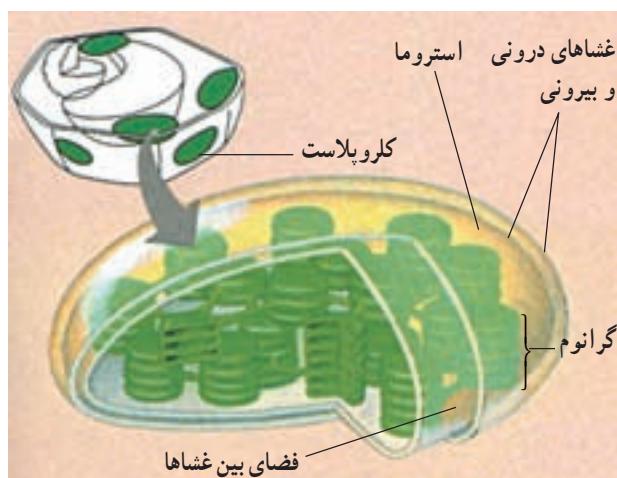
کلروپلاست، انجام فتوسنتر را بر عهده دارد و در گیاهان ساخته شده است.

غشاها، فضای درون کلروپلاست را به سه قسمت تقسیم و ساختار کلروپلاست را با کاری که انجام می‌دهد، متناسب کرده‌اند. در شکل ۲۴-۲ این قسمت‌ها را می‌بینید. یک قسمت، فضای باریکی است که بین غشای خارجی و درونی کلروپلاست وجود دارد. قسمت دوم، فضایی است که توسط غشای درونی محصور شده است. این قسمت، توسط ماده سیالی به نام بستره پر شده است و در آن شبکه‌ای از لوله‌ها و قرص‌های غشادر توخالی، وجود دارد. فضای درون این لوله‌ها و قرص‌های

و بعضی از آغازیان، مانند جلبک‌ها یافت می‌شود. فتوسنتر، فرآیندی است که طی آن انرژی نوری خورشیدی جذب و به انرژی شیمیایی نهفته در مولکول‌های قند، تبدیل می‌شود. بخشی از این قندها برای تهیه مواد غذایی دیگر به کار می‌رond. دنیای زنده، تا حد زیادی مرهون انرژی‌ای است که فتوسنتر ذخیره می‌کند. با نگاهی به ساختار درونی کلروپلاست با میکروسکوپ الکترونی، نیروگاهی خورشیدی را خواهیم دید که بسیار موفق‌تر از هر آن چیزی عمل می‌کند که تاکنون توسط قدرت ابتکار و نبوغ آدمی

را در تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی شیمیایی ایفا می‌کند.
علاوه بر کلروپلاست‌ها، در سلول‌های گیاهان ممکن است انواع دیگری از پلاست‌ها دیده شوند که در آنها مواد متفاوتی، مثل نشاسته، ذرات رنگی، پروتئین‌ها و لیپیدها ذخیره می‌شوند.
میتوکندری: میتوکندری، اندامکی است که انرژی شیمیایی را از شکلی به شکل دیگر تبدیل می‌کند. این اندامک، انجام تنفس سلولی را بر عهده دارد. تنفس سلولی، فرآیندی است که طی آن، انرژی شیمیایی غذایها مانند قندها، به انرژی شیمیایی مولکول سوختی سلول، یعنی ATP (آدنوزین تری‌فسفات) تبدیل می‌شود.

ساختار میتوکندری همانند دیگر اندامک‌ها، با کاری که انجام می‌دهد، متناسب است (شکل ۲-۲۶). میتوکندری، همانند کلروپلاست، دارای دو غشاست، اما فضای درون آن فقط از دو قسمت تشکیل شده است: یک قسمت، فضای بین دو غشاست و قسمت دیگر، فضایی است که توسط غشای درونی محصور شده و با ماده‌ای سیال به نام ماتریکس پر شده است. بسیاری از واکنش‌های شیمیایی مربوط به تنفس سلولی، درون ماتریکس رخ



شکل ۲-۲۴- کلروپلاست و اجزای آن

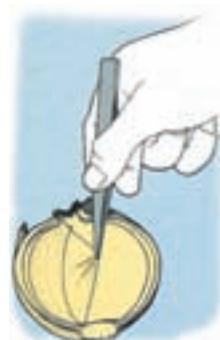
غشایی، سومین قسمت از فضاهای درون کلروپلاست است. توجه داشته باشید که این قرص‌ها به صورت دسته‌های چندتایی روی یکدیگر قرار می‌گیرند. هر دسته را یک گرانوم می‌نامیم. گرانوم‌ها مکان‌هایی هستند که در آن‌جا انرژی خورشیدی به دام می‌افتد. خواهیم دید که هر قسمت از کلروپلاست نقش ویژه‌ای

فعالیت ۲-۴

مشاهده سلول‌های گیاهی



- ۱- یک پیاز را به دو بخش تقسیم کنید.
- ۲- یکی از فلس‌های ضخیم را از داخل پیاز جدا کنید.
- ۳- با کمک انبرک، یکی از لایه‌های نازک را از سطح داخل فلس پیاز جدا کنید.
- ۴- با کمک قیچی یک قطعه کوچک از آن، به ابعاد 5 mm تهیه کنید.
- ۵- قطعه کوچک از این لایه نازک را روی تیغه بگذارید و یک قطره محلول یوددار رقیق روی آن بریزید. به طوری که محلول یُد، سراسر نمونه را فرا بگیرد.
- ۶- یک تیغک روی نمونه بگذارید.



شکل ۲-۲۵

- ۷- تیغه را زیر میکروسکوپ ابتدا با بزرگ‌نمایی کم و سپس با بزرگ‌نمایی بالا، بررسی کنید. یک سطح از نمونه را که

- سلول‌های آن مشخص تر هستند، انتخاب و سپس ساختار آن سلول‌ها را با دقت مشاهده کنید.
- ۸- شکل یکی از سلول‌های پیاز را بکشید و بخش‌های مختلف آن را نام‌گذاری کنید؛ اگرچه پیاز بخشی از گیاه محسوب می‌شود و فلس‌های آن نوعی برگ هستند، ولی در سلول‌های آن هیچ کلروپلاستی پیدا نمی‌کنید. چرا؟
 - ۹- خزه‌ای را تهیه کنید و یکی از برگ‌های کوچک آن را به کمک قیچی جدا کنید.
 - ۱۰- برگ خزه را با یک قطره آب، روی تیغه بگذارد و روی آن را با تیغک بیوشانید.
 - ۱۱- نمونه را با درشت‌نمایی کم، بررسی کنید. چه ساختارهایی می‌بینید که در سلول‌های پیاز نبودند؟ دلیل وجود آنها را در سلول‌های خزه توضیح دهید.
 - ۱۲- یکی از مناسب‌ترین سلول‌ها را انتخاب کنید و آن را با بزرگ‌نمایی بالا ببینید.
 - ۱۳- شکلی از سلول‌های خزه بکشید و جزئیات ساختاری آن را نام‌گذاری کنید.
 - ۱۴- چرا دیدن هسته در سلول‌های خزه مشکل، یا غیرممکن است؟
 - ۱۵- برای دیدن هسته چه اقدامی می‌توان انجام داد؟

می‌دهند. غشای درونی، بسیار چین‌خورده است و آتزیم‌هایی که به وجود می‌آورد. کریستال‌ها موجب افزایش سطح غشای درونی ساختن ATP را بر عهده دارند، درون این غشا و نیز بر سطح آن می‌شوند. افزایش سطح غشای درونی میتوکندری به نوبه خود باعث بالا رفتن توانایی میتوکندری در تولید ATP می‌شود.

جواب آزمایش ۵

- ۱- فضای درونی کلروپلاست و میتوکندری به چند قسمت تقسیم شده است؟
- ۲- انرژی خورشید در کدام قسمت کلروپلاست به دام می‌افتد؟
- ۳- وظیفه میتوکندری چیست؟
- ۴- منظور از «تنفس سلولی» چیست؟
- ۵- ساختمان میتوکندری و کلروپلاست را با یکدیگر مقایسه کنید.

فعالیت ۲-۵



- ۱- کلروپلاست و میتوکندری چه عمل مشترکی انجام می‌دهند؟ تفاوت کار آنها در چیست؟
- ۲- غشاهای درونی سلول‌های یوکاریوٹی چه فایده‌هایی برای آنها دارند؟
- ۳- قطر نوعی سلول $20\mu\text{m}$ است. برای ساختن خطی فرضی با ضخامت یک سلول و به طول 1cm چند عدد از این سلول‌ها لازم است؟

۴- دانش‌آموزی چند ریزنگار الکترونی که از یک مرکز تهیه عکس با کمک میکروسکوپ الکترونی، گرفته بود، به کلاس آورد تا به سایر دانش‌آموزان و معلم نشان دهد. این ریزنگارها عبارت بودند از: یک ریزنگار الکترونی از سلول‌های موش، دو ریزنگار الکترونی از سلول‌های برگ لویبا و دو ریزنگار الکترونی از یک باکتری. متأسفانه او فراموش کرده بود نام تصاویر را یادداشت نکد و نمی‌دانست کدام تصویر مربوط به کدام جاندار است. این عکس‌ها از بخشی از سلول تهیه شده بود و در آنها فقط چند جزء سلول قابل تشخیص بود. آیا شما می‌توانید با توجه به شرح این ریزنگارها، تشخیص دهید کدام عکس مربوط به کدام جاندار است؟

عکس الف - کلروپلاست، چند ریبوزوم، هسته

عکس ب - دیواره سلولی، غشای پلاسمای

عکس ج - میتوکندری، دیواره سلولی و غشای پلاسمایی

عکس د - غشای پلاسمایی، چند ریبوزوم

عکس ه - هسته، شبکه آندوپلاسمی زیر

۵- فرض کنید سلولی کاملاً کروی شکل است و شعاعی به طول $10\text{ }\mu\text{m}$ دارد. سطح این سلول چند میکرومتر مربع وسعت دارد؟ حجم آن را نیز محاسبه کنید. نسبت سطح این سلول به حجم آن چقدر است؟

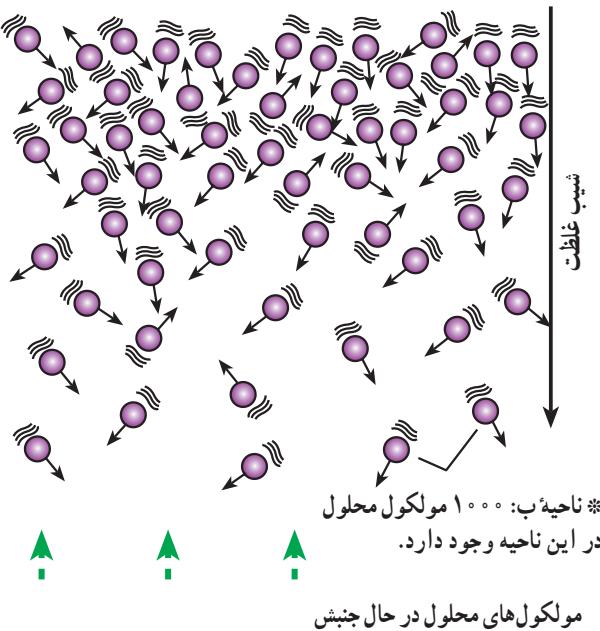
اگر فرض کنید سلولی کروی شکل دیگری شعاعی به طول $20\text{ }\mu\text{m}$ دارد. سطح، حجم و نسبت سطح به حجم این سلول

چقدر است؟ نسبت‌های سطح به حجم این دو سلول را با یکدیگر مقایسه کنید. از این مقایسه چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

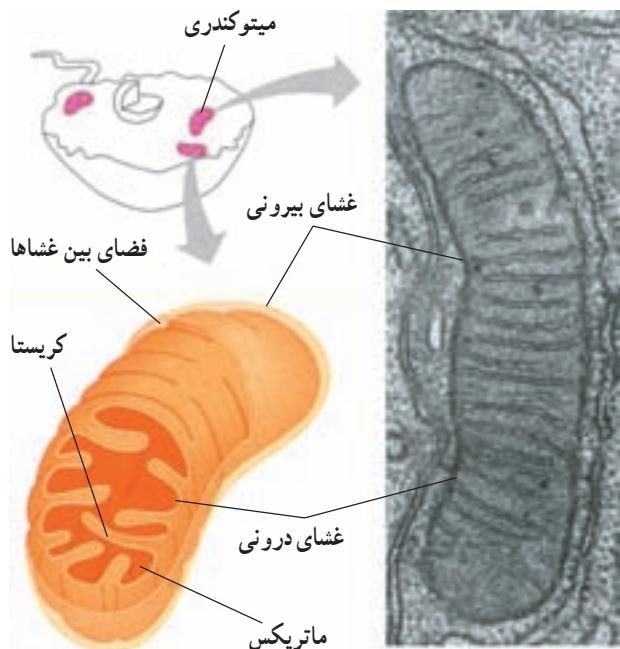
$$\text{یادآوری: } r = \text{شعاع کره}, V = 4\pi r^3, A = 4\pi r^2 \Rightarrow \frac{A}{V} = \frac{4\pi r^2}{4\pi r^3} = \frac{1}{r} = \frac{1}{20} = 0.05.$$

از شکل می‌توانید استنباط کنید که مولکول‌ها به طور اتفاقی و در تمام جهات حرکت می‌کنند؛ به طوری که در مجموع، پس از مدتی حرکت مولکول‌ها موجب یکسان شدن غلظت در محیط این ماده بین دو ناحیه می‌شود. بنابراین شبیه انتشار، یعنی حرکت مولکول‌ها، بیشتر در جهت یک نواختی غلظت در محیط است. به عبارت دیگر شبیه انتشار از تراکم بیشتر در سمت تراکم کمتر است. حرکت خالص مولکول‌ها را در انتشار می‌توان از طریق تفیق تعداد مولکول‌هایی که به سمت غلظت بیشتر می‌روند از مولکول‌ها از محل پُر تراکم به محل کم تراکم می‌روند.

* ناحیه الف: $100,000$ مولکول محلول در این ناحیه وجود دارد.



شکل ۲-۲۷ - انتشار مولکول‌ها در جهت شبیه انتشار



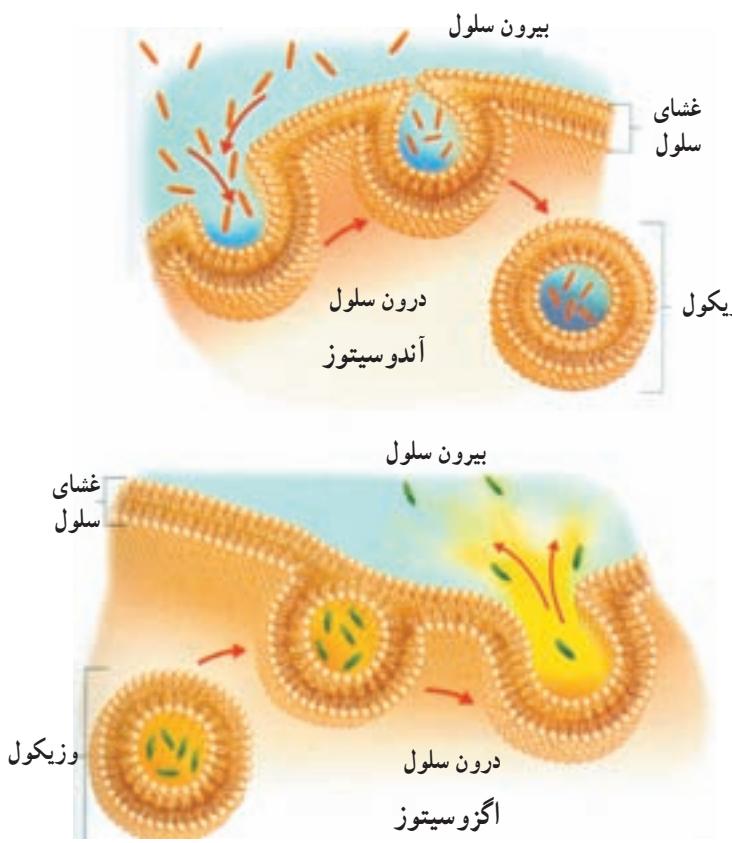
شکل ۲-۲۶ - میتوکندری و بخش‌های آن

چگونه مواد به سلول وارد، یا از آن خارج می‌شوند
بسیاری از مواد از طریق انتشار به سلول وارد و یا از آن خارج می‌شوند. انتشار، یعنی حرکت ماده از جایی که تراکم آن بیشتر است به سوی محلی که تراکم همان ماده کمتر است.
به عبارت دیگر، اختلاف غلظت (شبیه غلظت) بین دو نقطه، باعث انتشار می‌شود.

به شکل ۲-۲۷ دقت کنید. همان‌طور که می‌بینید مولکول‌ها در این محیط به طور یکسان پخش نشده‌اند و بین دو ناحیه بالایی و پایینی، اختلاف غلظت وجود دارد. این اختلاف غلظت موجب پدیدار شدن شبیه غلظت یا شبیه انتشار بین دو ناحیه می‌شود.

پدیده انتشار مولکول‌ها در جهت شیب غلظت، از سلول خارج شوند؛ اما سلول با مصرف ATP و توسط ناقل‌های پروتئینی این مولکول‌ها را در جهت خلاف شیب غلظت، به درون سلول وارد می‌کند. به این نوع انتقال، انتقال فعال گفته می‌شود؛ بنابراین انتقال فعال، حرکت مواد از جای کم تراکم به سوی جای پرترکم و برخلاف شیب غلظت است. ریشه‌های گیاهان بعضی مواد را به این طریق از خاک جذب می‌کنند.

فقط ذرات بسیار کوچک، مانند یون‌ها و مولکول‌های کوچک، می‌توانند به وسیله انتشار و انتقال فعال به سلول‌ها وارد، یا از آنها خارج شوند. بعضی سلول‌ها می‌توانند ذرات بزرگ‌تر را به وسیله فرآیندی که آندوسیتیوز نامیده می‌شود، جذب کنند. آندوسیتیوز واژه‌ای یونانی و به معنای «ورود به سلول» است. موجودات تک‌سلولی، مانند آمیب، به این روش تغذیه می‌کنند. اگزوسیتیوز بر عکس آندوسیتیوز است. این دو فرآیند به انرژی زیستی نیاز دارند (شکل ۲-۲۹).



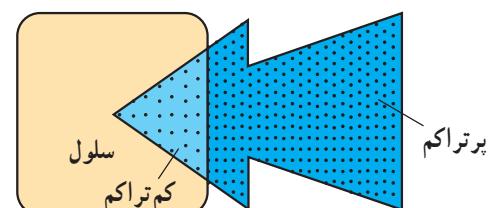
شکل ۲-۲۹ - آندوسیتیوز (بالا) و اگزوسیتیوز (پایین)

مولکول‌هایی که از این ناحیه دور می‌شوند و به سمت غلظت کم‌تر می‌روند، محاسبه کرد. مثلاً اگر 5 مولکول به سمت جای غلظت‌تر بروند اما 30 مولکول از آن جا دور شوند، نتیجه آن حرکت 25 مولکول از جای دارای تراکم بیشتر به سوی جایی است که تراکم کم‌تر دارد.

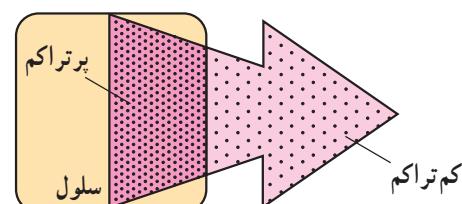
نتیجه نهایی انتشار یک ماده، یکسان شدن غلظت آن در همه نقاطی است که آن ماده قرار دارد. اکسیژن از طریق انتشار وارد سلول می‌شود و دی‌اکسید کربن از همین طریق از سلول خارج می‌شود (شکل ۲-۲۸). بعضی مواد به راحتی نمی‌توانند از غشای فسفولیپیدی سلول عبور کنند. این مواد به کمک کانال‌های پروتئینی (شکل ۱۴-۲) از عرض غشا می‌گذرند. در این پدیده نیز جهت حرکت مواد از جای پرترکم به جای کم‌تراکم است (انتشار) و چون عبور مواد از عرض غشا، با کمک کانال‌ها انجام می‌گیرد، به این نوع انتشار، انتشار تسهیل شده گفته می‌شود.

انتشار یک فرآیند کاملاً فیزیکی است و از انرژی زیستی استفاده نمی‌کند. افزایش گرمای محیط باعث افزایش سرعت انتشار می‌شود. چرا؟

بعضی از مواد برخلاف شیب غلظت، از عرض غشای سلول عبور می‌کنند. وقتی غلظت یک مولکول داخل سلول بیشتر از غلظت آن در بیرون سلول باشد، این انتظار هست که براساس



الف - اکسیژن به درون سلول انتشار می‌یابد.



ب - دی‌اکسید کربن به بیرون از سلول انتشار می‌یابد.

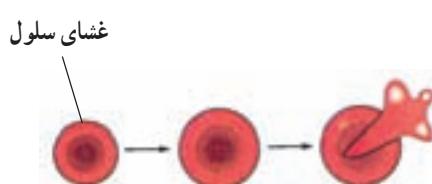
شکل ۲-۲۸ - انتشار

انتخابی، اُسمز نامیده می‌شود. اسمز جایی روی می‌دهد که دو محلول با غلظت متفاوت آب، به وسیله یک غشای دارای نفوذپذیری انتخابی از یکدیگر جدا می‌شوند.

اسمز در سلول‌های انسانی: سلول‌های انسانی محتوى محلولی از نمک‌ها و مواد دیگرند که در آب حل شده‌اند و غشای سلول که نفوذپذیری انتخابی دارد، آنها را محصور می‌کند. فرض کنید یک گلbul قرمز خون را در آب خالص فرو بردۀاید. چه اتفاقی می‌افتد؟ آب از طریق اسمز وارد سلول می‌شود. سلول متورم می‌شود و سرانجام می‌ترکد (شکل ۲-۳۱). سلول به این دلیل می‌ترکد که غشای سطحی آن به قدری نازک و ظرف است که نمی‌تواند در مقابل فشار داخل سلول مقاومت کند. بدیهی است که در درون بدن ما سلول‌ها نباید در خطر ترکیدن قرار داشته باشند. چه چیزی از این رویداد جلوگیری می‌کند؟ خون و مایعات دیگر بدن ما غلظتی مشابه غلظت درون سلول‌ها دارند، در نتیجه آب نمی‌تواند بیش از حد به طریق اسمز وارد شود.

اسمز در سلول‌های گیاهی: سلول‌های گیاهی نیز، مثل سلول‌های جانوری غشای پلاسمایی دارند؛ اما در خارج از این غشا دیواره‌ای سلولی از جنس سلولز قرار دارد. در درون یک سلول گیاهی محلولی از نمک‌ها و سایر موادی که در آب حل شده‌اند، وجود دارد. بسیاری از این مواد در واکوئل‌ها قرار دارند. غشای پلاسمایی سلول‌های گیاهی، مثل غشای پلاسمایی سلول‌های جانوری، نفوذپذیری انتخابی دارد؛ اما دیواره سلولی نسبت به آب و موادی که در آن حل شده‌اند، به طور کامل تراواست. اگر یک سلول گیاهی را در آب فرو ببریم چه اتفاقی می‌افتد؟

در این صورت آب از پیرون سلول، از میان دیواره سلولی و غشای پلاسمایی به درون واکوئل جریان می‌یابد. در نتیجه سلول باد می‌کند، اما نمی‌ترکد. این پدیده تورژسانس (آماس) نام دارد. علت این است که دیواره سلولی از منبسط شدن سلول به مقدار زیاد جلوگیری می‌کند. دیواره سلولی کشیده می‌شود، اما شکسته



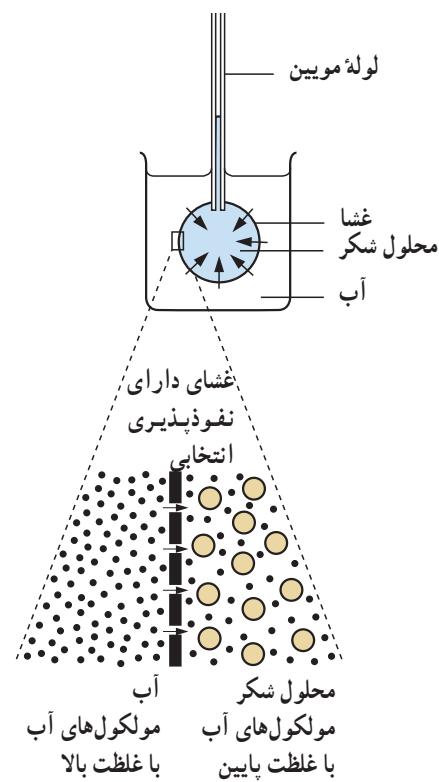
شکل ۲-۳۱— گلbul قرمز انسان در آب متورم می‌شود و سرانجام می‌ترکد.

اسمز

آب از طریق نوع خاصی از انتشار که اُسمز نامیده می‌شود، به سلول وارد و یا از آن خارج می‌شود.

کیسه‌ای که در شکل ۲-۳۰ می‌بینید، از غشای نازکی که خاصیت نفوذپذیری انتخابی دارد (مثلاً کاغذ سلوفان) ساخته شده است. این کیسه از محلول شکر پر شده است. انتهای باز کیسه به دور انتهای یک لولهٔ مویین بسته شده است. کیسه در ظرف آب قرار دارد.

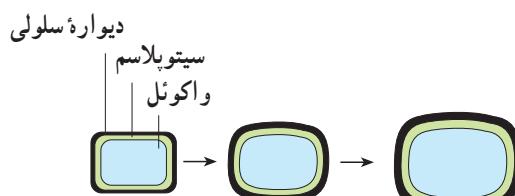
بعد از زمان کوتاهی، آب از ظرف به کیسه وارد می‌شود. در نتیجه محلول شکر در لولهٔ مویین، بالا می‌رود فشاری که مایع درون لوله به مایع موجود در کیسه وارد می‌کند فشار اسمزی نام دارد. برای فهمیدن این که چرا این مسئله رخ می‌دهد، به شکل ۲-۳۰ نگاه کنید. مولکول‌های شکر از مولکول‌های آب بزرگ‌تر هستند. غشایی که کیسه از آن ساخته شده است، سوراخ‌های ریزی دارد. این سوراخ‌ها به اندازه‌ای هستند که فقط مولکول‌های آب از میان آنها عبور می‌کنند و به مولکول‌های شکر اجازه عبور نمی‌دهند. ما این نوع غشا را غشای دارای نفوذپذیری انتخابی می‌نامیم. انتشار آب از عرض یک غشای دارای نفوذپذیری



شکل ۲-۳۰— اسمز راه انتشار آب از غشای دارای تراوایی نسبی است.

برای آن که ساقه‌های خود را راست نگه دارند، به تورژسانس (پاره) نمی‌شود (شکل ۲-۳۲).

تورژسانس در گیاهان خشکی بسیار مهم است. تورژسانس متکی‌اند. وقتی که چنین گیاهی پژمرده می‌شود، ساقه خم می‌شود.



شکل ۲-۳۲—سلول‌های گیاهی در آب متورم می‌شوند، سپس تورژسانس حاصل می‌کنند، اما نمی‌ترکند.

سلول‌ها، به گیاه کمک می‌کند تا استوار بمانند، مثلاً، وقتی همه سلول‌های یک برگ به طور کامل متورم شده باشند، به یکدیگر فشار وارد می‌کنند و برگ در حالتی گسترشده و منبسط قرار می‌گیرد. اگر گیاه آب از دست بدهد، سلول‌ها تورم خود را از دست می‌دهند و برگ‌ها پژمرده می‌شوند. این پدیده پژمرده شدن پلاسمولیز نامیده می‌شود. گیاهان علفی که چوب زیادی ندارند،

خودآزمایی ۷

- ۱—فرایند انتشار را تعریف کنید.
- ۲—منظور از انتقال فعال چیست؟
- ۳—سلول، ذرات بزرگ را توسط چه فرایندی جذب می‌کند؟
- ۴—اسمز چیست؟
- ۵—منظور از غشای دارای نفوذپذیری انتخابی چیست؟
- ۶—تورژسانس چیست و چه موقع رخ می‌دهد؟



۱—برای هر یک از موارد زیر توضیحی ارائه دهید:

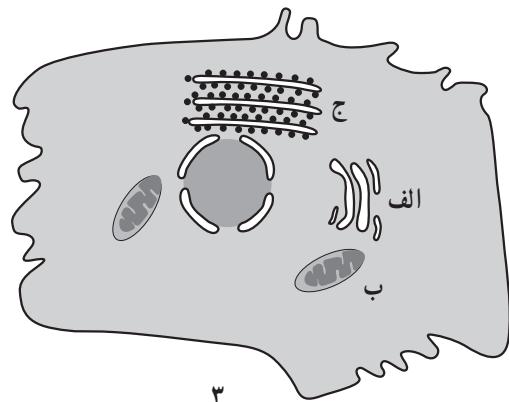
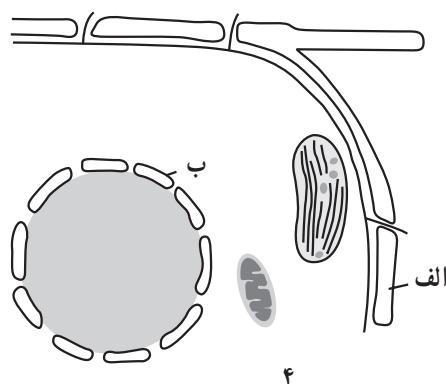
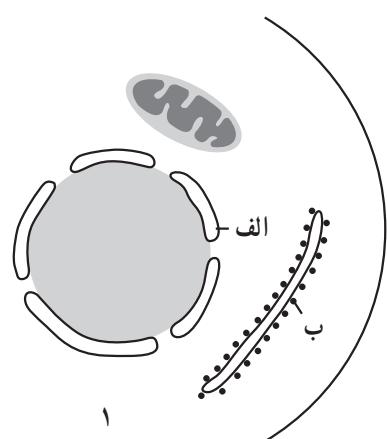
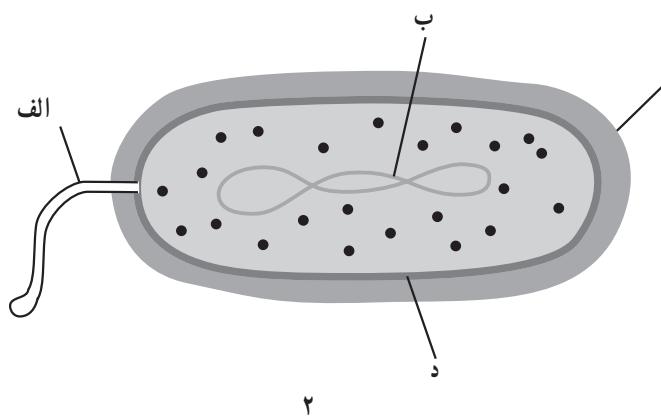
- الف—اگر برگ‌های کاهو پژمرده شوند، می‌توان با قرار دادن آن در آب به مدت کوتاهی دوباره آن را تازه کرد.
- ب—اگر روی تعدادی میوه توتفرنگی شکر پیاشید، عصاره آن به بیرون تراوش می‌کند.
- ۲—ممکن است تصور کنید، وقتی شخصی در آب شنا می‌کند، آب از پوست به طریقه اسمز وارد بدن او می‌شود، اما چنین نمی‌شود. چرا؟
- ۳—اگر یک گلبوی قرمز خون و یک سلول گیاهی در محلولی فرو برد شوند که غلظت نمک‌های موجود در آن بیشتر از غلظت نمک‌های درون سلول‌ها باشد، چه اتفاقی برای هر کدام می‌افتد؟ چرا؟

فعالیت ۲-۷

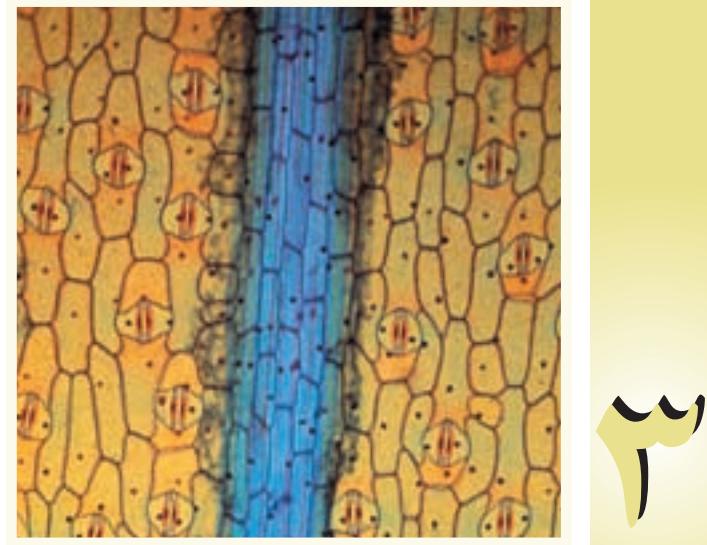


- ۱—اریترومایسین دارویی است که خاصیت آنتی‌بیوتیکی دارد. این دارو از پروتئین‌سازی در سلول‌های باکتری جلوگیری می‌کند، اما بر بروتئین‌سازی سلول‌های بدن ما چنین اثری ندارد. با توجه به اطلاعاتی که از این فصل به دست آورده‌اید، یک فرضیه برای وجود چنین خاصیتی بیان کنید. این آنتی‌بیوتیک چه اثری بر سلول‌های ما دارد؟
- ۲—فکر می‌کنید چرا تعداد میتوکندری‌های بعضی سلول‌های بدن بیشتر است؟ این سلول‌ها کدام‌اند؟
- ۳—در سال ۱۹۹۷ انسان توانست با کمک نوعی میکروسکوپ الکترونی بسیار پیشرفته، ذره‌ای به بزرگی ۴۰۰ نانومتر را ببیند. قدرت تفکیک این میکروسکوپ چقدر بوده است؟
- ۴—سلول‌های بروکاریوتی، کوچک‌تر و ساده‌تر از سلول‌های یوکاریوتی هستند. تحقیق کنید آیا توان زنده ماندن و تولید مثل کردن آنها نیز از سلول‌های یوکاریوتی کم‌تر است؟

۵- در شکل های زیر بخش های تعیین شده را نام گذاری کنید.



۳



سازمان‌بندی سلول‌ها

تازک‌ها به طرف بیرون از پیکر جاندار قرار می‌گیرند. جاندار هنگام حرکت در آب می‌چرخد. در بعضی از گونه‌های این جاندار سلول‌های خاصی که برای تولید مثل اختصاصی شده‌اند، وجود دارد (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱- کلنی و لوکس

سلول‌های درشتی که درون کلنی‌های **ولوکس** مشاهده می‌کنید، تقسیم می‌شوند و از تقسیم‌های آنها کُرهای جدید سلولی به وجود می‌آید. هر کلنی جدید که بدین ترتیب به وجود می‌آید، از هزاران سلول بسیار کوچک ساخته شده است. کُره نوزاد، با هضم

پیکر بعضی جانداران که به آنها تک‌سلولی می‌گوییم، فقط از یک سلول ساخته شده است. کارهای زیستی چنین جانداری درون همان سلول انجام می‌گیرد. آمیب‌آب‌شیرین یکی از جانداران تک‌سلولی است. بین آمیب‌هایی که در یک محیط زندگی می‌کنند، صرف نظر از موادی که از خود ترشح می‌کنند و از این نظر باهم رقابت می‌کنند و موادی که از خود ترشح می‌کنند، هیچ اتصال زیستی، مثلاً اتصال سیتوپلاسمی وجود ندارد. پیکر جانداران پرسلولی از پیش از یک سلول ساخته شده است و این سلول‌ها در بدن جانداران پرسلولی، با یکدیگر اتصال زیستی برقرار کرده‌اند.

در پیکر ساده‌ترین جانداران پرسلولی، هر سلول صرف نظر از اتصالی که با سلول‌های مجاور دارد، به طور مستقل زندگی می‌کند.

چنین جاندارانی را که پیکر آنها از چندین سلول کم و پیش همانند و متصل بهم ساخته شده است، اصطلاحاً **گُلُنی** می‌نامند. **ولوکس** و **اسپیروزیر** دو جلیک سبز هستند که پیکر آنها به صورت گُلُنی است. **ولوکس** جانداری ساکن آب‌شیرین است. پیکر آن به شکل کره توخالی است و از یک لایه سلولی مشکل از هزاران سلول، تشکیل شده است، سلول‌ها کلروفیل دارند و هر یک دارای دو تازک هستند و به گونه‌ای در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند که

مجموعه سلول‌هایی که در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و همانگ با یکدیگر و ظایف خاصی را انجام می‌دهند، یک بافت را تشکیل می‌دهند. سال گذشته با بافت، اندام و دستگاه آشنا شدید.

چند سلول مادر، از درون آن خارج می‌شود و زندگی مستقل را در محیط ادامه می‌دهد.

بسیاری از جانداران پرسلولی، سلول‌های تخصصی دارد

بافت‌های جانوری

در مهره‌داران چهار نوع بافت اصلی وجود دارد: بافت پوششی، بافت پیوندی، بافت ماهیچه‌ای و بافت عصبی. بافت پوششی: بافت پوششی یکی از ساده‌ترین بافت‌های جانوری است و سطح بدن و نیز سطح حفره‌ها و مجاری درون بدن، مانند دهان، معده، رگ‌ها و روده‌ها را می‌پوشاند. سلول‌های پوششی بسیار به یکدیگر تزدیک‌اند، یعنی بین آنها فضای بین سلولی اندکی وجود دارد. در زیر این بافت بخشی به نام غشای پایه وجود دارد. غشای پایه بافت پوششی را به بافت‌های زیر آن، متصل نگه می‌دارد و شبکه‌ای است از پروتئین‌های رشته‌ای و پلی‌ساقاریدهای چسبناک.

در بسیاری از جانداران پرسلولی، سلول‌ها برای انجام وظایف خاص، اختصاصی شده‌اند. چون فرآیندهای زیستی در این جانداران پیچیده است، همه کارهای زیستی را یک سلول به تنها‌ی انجام نمی‌دهد. به عبارت دیگر در چنین جاندارانی بین سلول‌ها تقسیم کار صورت گرفته است. مثلاً ساختار بدن هیدر (شکل ۴-۲) بسیار ساده است و از چند نوع سلول ساخته شده است. هر گروه از این سلول‌ها، وظایف خاصی بر عهده دارد. فرآیندی که طی آن سلول‌های جانداران برای انجام وظایف خاصی، شکل و ساختار خاصی پیدا می‌کنند، تمایز نام دارد. تمایز باعث تشکیل بافت‌های مختلف در جانداران می‌شود.

بیشتر بدانید

جدول ۱—۳— دستگاه‌های سازنده بدن آدمی

نام دستگاه	بخش‌های اصلی	وظایف اصلی
دستگاه گوارش	لوله گوارش، کبد و پانکراس	گوارش و جذب غذا
دستگاه تنفس	نای، نایزه‌ها و شش‌ها	جذب اکسیژن و دفع دی‌اکسیدکربن
دستگاه گردش خون	قلب، رگ‌ها و خون	انتقال مایعات درون بدن، اکسیژن، دی‌اکسیدکربن، مواد غذایی، هورمون‌ها و ...
دستگاه دفع ادرار	کلیه، مجاری ادرار، مثانه	دفع مواد زاید و سمی از خون به صورت مایع
دستگاه حس	چشم‌ها، گوش‌ها، زبان، بینی و بوست	درک اثرهای محیطی
دستگاه عصبی	مغز، نخاع و اعصاب	هدایت پیام‌های عصبی از یک بخش از بدن به بخش‌های دیگر
دستگاه حرکتی	ماهیچه‌ها و استخوان‌ها	حرکت و استحکام
دستگاه تولیدمثل	بیضه‌ها و تخمدان‌ها	تولیدمثل
دستگاه ایمنی	سلول‌های بدن، به ویژه گوچه‌های سفید	دفاع از بدن و ایمن‌سازی آن

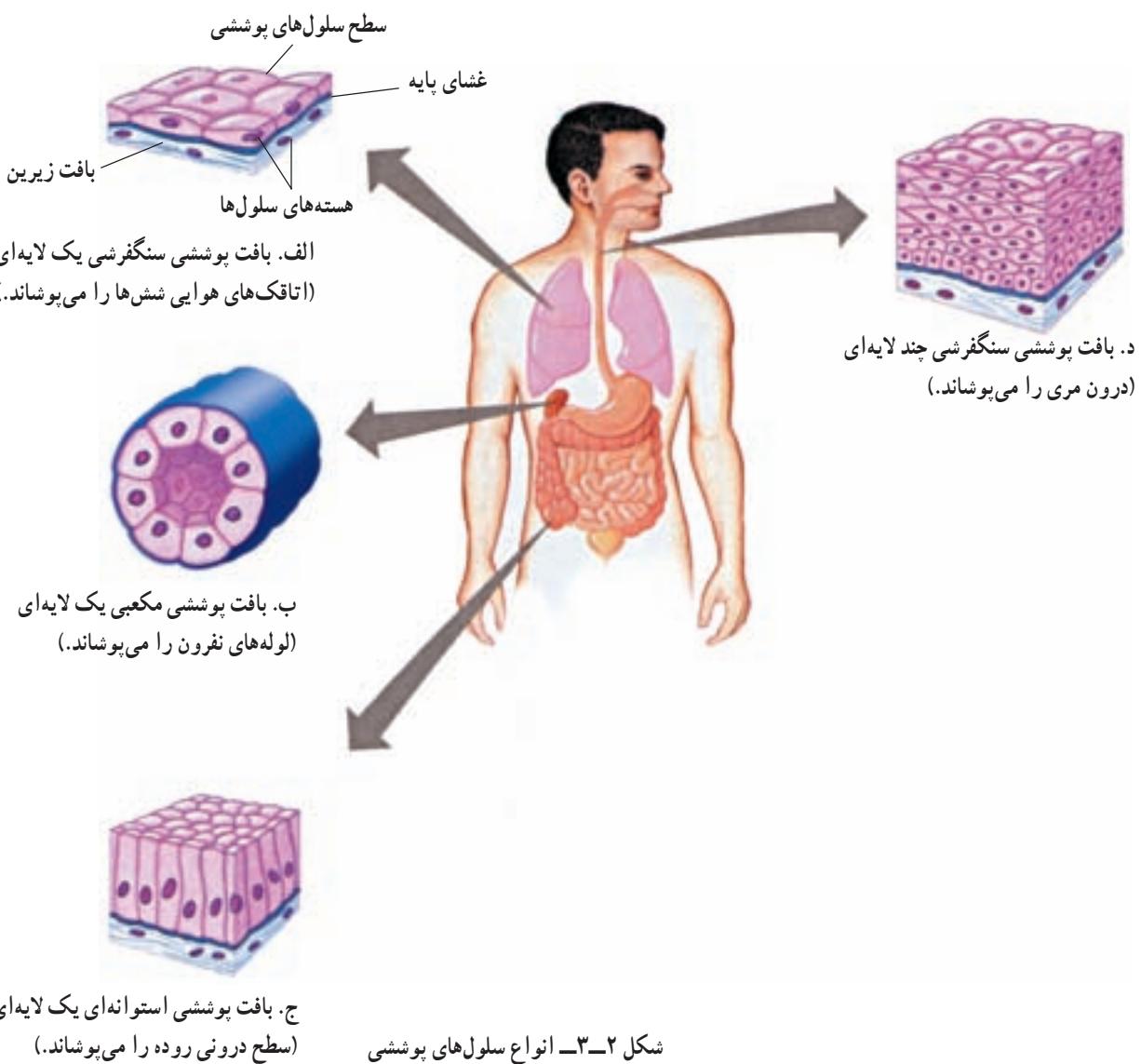
می‌شوند، بگیرند. این نوع بافت برای پوشاندن لوله‌گوارشی، بهویزه برای پوشاندن سطح درونی مری مناسب است.

سلول‌های پوشاننده سطح درونی مری دائماً در معرض غذاهای زبر و بنا بر این در معرض فرسوده شدن و کنده شدن قرار دارند. پوست بدن مانیز از بافت سنگفرشی چند لایه‌ای ساخته شده است که لایه‌ای ضخیم از سلول‌های مرده آن را می‌پوشاند. بافت پوششی سنگفرشی یک لایه‌ای برای تبادل گازهای تنفسی مناسب است. سطح خانه‌های نشی از این بافت پوشیده شده است. سطح درونی رگ‌های خونی مانیز از بافت پوششی سنگفرشی یک لایه‌ای پوشیده شده است. سطح بعضی از سلول‌های پوششی موادی نرم، چسبنده و

انواع بافت‌های پوششی را می‌توان در دو گروه عمده جای داد: بافت‌های پوششی یک لایه‌ای (ساده) و بافت‌های پوششی چند لایه‌ای (مرکب).

شکل سلول‌های پوششی ممکن است سنگفرشی، مکعبی یا استوانه‌ای باشد (شکل ۳-۲). در شکل، بخش‌های الف، ب و ج بافت‌های پوششی یک لایه‌ای و بخش دنوعی بافت پوششی چند لایه‌ای است.

ساختار هر نوع بافت پوششی با وظیفه‌ای که آن بافت بر عهده دارد، متناسب است. مثلاً سلول‌های بافت پوششی سنگفرشی چند لایه‌ای، دائماً در حال تقسیم‌انداز سلول‌های جدید حاصل از تقسیم، جای سلول‌هایی را که از سطح آن کنده



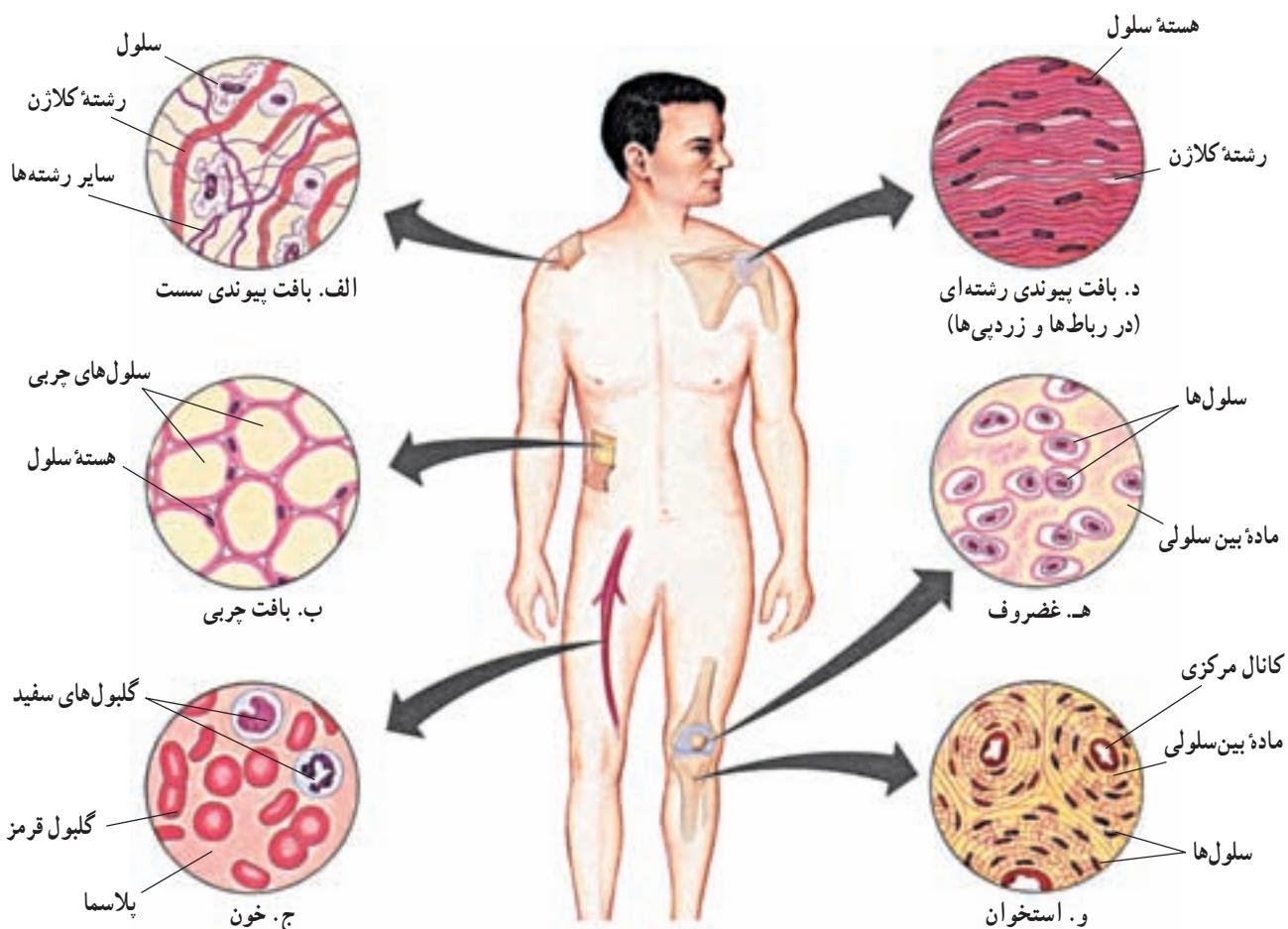
شکل ۳-۲- انواع سلول‌های پوششی

نامیده می‌شود. در این بافت سلول‌ها از هم فاصله زیاد دارند و شبکه‌ای از رشته‌های درهم بافته شده‌ای در بین آنها وجود دارد. بسیاری از این رشته‌ها محکم و طناب مانند و از جنس نوعی پروتئین به نام کلاژن است. این نوع بافت پیوندی در زیر پوست وجود دارد و بافت پوششی پوست را به ماهیچه‌های زیرین آن پیوند می‌دهد.

بافت چربی نوعی دیگر بافت پیوندی است که وظیفه آن عایق کردن بدن، ذخیره انرژی و ضربه‌گیری است. هر سلول چربی مقدار زیادی ماده چربی در خود ذخیره دارد. در صورت مصرف شدن این چربی، سلول مذکور بار دیگر کوچک می‌شود. خون نیز نوعی بافت پیوندی است که ماده بین سلولی آن مایع است و پلاسما نامیده می‌شود. پلاسما از آب، نمک‌ها و پروتئین‌های حل شده در آن تشکیل شده است. گلbul‌های سفید، گلbul‌های قرمز و پلاکت‌ها در پلاسما شناورند. وظیفه بافت خونی

لزج ترشح می‌کند. سطح داخلی لوله گوارشی و لوله‌های تنفسی از این نوع بافت پوششی که غشای موكوزی (مخاطی) نامیده می‌شود، پوشیده شده است. این ماده لزج و چسبنده که موكوز نامیده می‌شود، در لوله تنفسی ذرات و گرد و غبار موجود در هوا را جذب می‌کند. حرکت مژک‌های سلول‌های این بافت، دائمًا موكوز را همراه با موادی که به آن چسبیده‌اند، بسوی گلو می‌راند.

بافت پیوندی: بین سلول‌های بافت پیوندی، برخلاف سلول‌های بافت پوششی، فضای بین سلولی فراوانی وجود دارد. این فضای بین سلولی را ماده ای زمینه‌ای پُر می‌کند. ماده زمینه‌ای را سلول‌های بافت پیوندی می‌سازند و ترشح می‌کنند. این ماده ممکن است مایع، ژله‌مانند یا جامد باشد و نیز ممکن است در آن شبکه‌ای از رشته‌های پروتئینی نیز یافته شوند. در انسان شش نوع بافت پیوندی یافت می‌شود (شکل ۳-۳). یکی از انواع بافت پیوندی انسان، بافت پیوندی سُست است

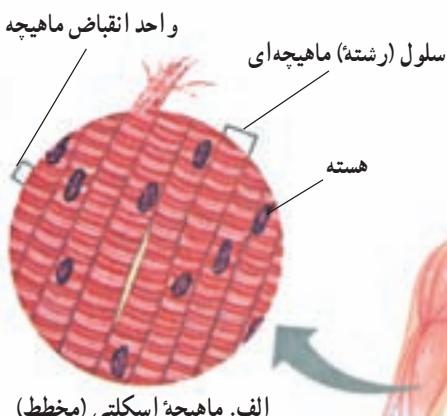


شکل ۳-۳ - انواع بافت‌های پیوندی

زردبی‌ها بافت ماهیچه‌ای اسکلتی را به استخوان‌ها متصل می‌کنند. این بافت ماهیچه‌ای ارادی است، به همین دلیل ماهیچه‌آرادی نیز نامیده می‌شود. سلول‌های این بافت رشته‌ای هستند و در آنها بخش‌های تیره و روشن وجود دارد. به این دلیل به آنها ماهیچه‌مُخطط (خطدار) هم می‌گویند. تعداد سلول‌های ماهیچه‌مخطط پس از تولد افزایش نمی‌یابد، چون این سلول‌ها تقسیم نمی‌شوند. بزرگ‌شدن ماهیچه‌ها با افزایش حجم آنها صورت می‌گیرد. ماهیچه قلبی منقبض کننده قلب است. این بافت نیز، مانند ماهیچه‌مخطط، خطدار است، اما سلول‌های آن برخلاف سلول‌های ماهیچه‌اسکلتی، منشعب هستند.

سلول‌های ماهیچه‌ای صاف خطدار نیستند، به این دلیل به آنها صاف می‌گویند. ماهیچه‌های پیرامون لوله گوارشی، مثانه، مجرای ادرار، سرخرگ‌ها و سایر اندام‌های داخلی بدن که غیر ارادی کار می‌کنند از این نوع‌اند. شکل این سلول‌ها، دوکی است. این سلول‌ها به آهستگی منقبض می‌شوند و انقباض خود را مدت بیش‌تری نگه می‌دارند.

بافت عصبی شبکه‌ای ارتباطی در بدن تشکیل می‌دهد ادامه زندگی یک جانور به توانایی پاسخ به حرکت‌های محیطی وابسته است. لازم است که بخش‌های مختلف بدن یک جانور هماهنگ با یکدیگر عمل کنند. بافت عصبی



انتقال مواد از یک بخش از بدن به بخش‌های دیگر و نیز اینمی بخشی به بدن است.

انواع دیگر بافت پیوندی که ماده بین سلولی آنها متراکم یا جامد است، عبارت‌اند از بافت پیوندی رشته‌ای، غضروف و استخوان.

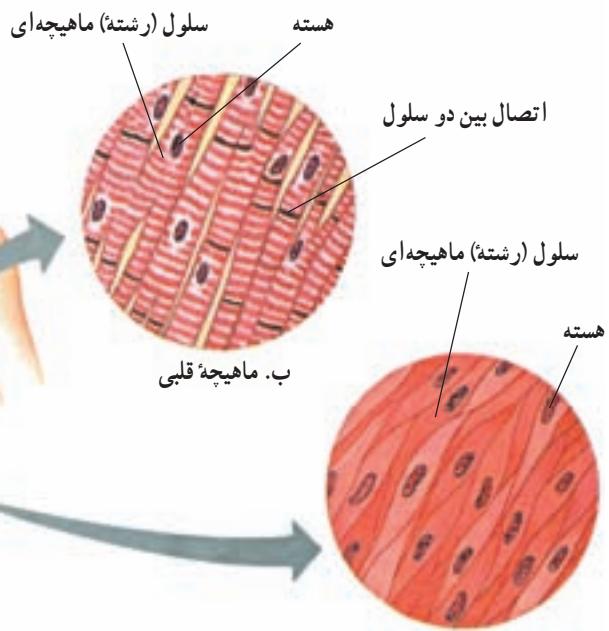
بافت پیوندی رشته‌ای از رشته‌های بهم فشرده شده و گش سان ساخته شده است. زردبی‌ها که ماهیچه‌ها را به استخوان‌ها متصل می‌کنند و رباط‌ها که استخوان‌ها را به یکدیگر متصل نگه می‌دارند، از این نوع‌اند.

غضروف ماده‌ای بین سلولی دارد که دارای قابلیت انعطاف است. در این ماده رشته‌های فراوان گش سان وجود دارد. سر استخوان‌ها در محل مفصل‌ها، نوک یعنی، لاله گوش و صفحه بین مهره‌ها غضروفی است.

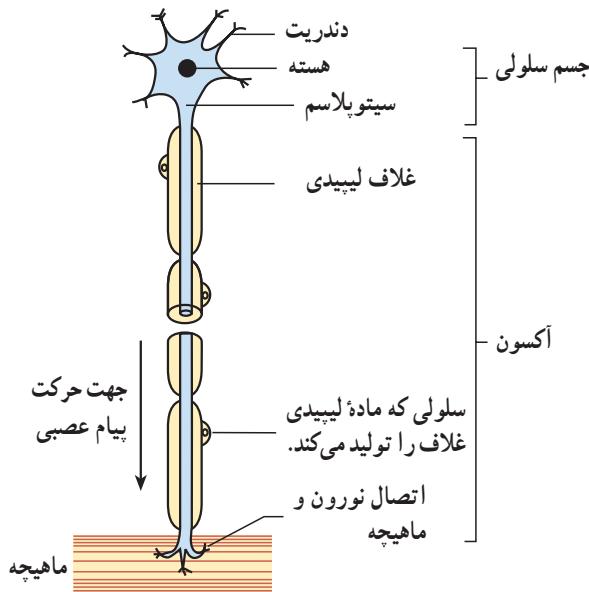
استخوان سخت‌ترین نوع بافت پیوندی است و ماده بین سلولی آن شامل رشته‌های کلاژن و مواد کلسیمی دار است.

بافت ماهیچه‌ای باعث حرکت می‌شود

وزن بافت ماهیچه‌ای در بدن جانور از وزن سایر بافت‌های بدن بیش‌تر است. سه نوع بافت ماهیچه‌ای در بدن مهره‌داران وجود دارد: بافت ماهیچه‌ای اسکلتی، بافت ماهیچه‌ای قلبی و بافت ماهیچه‌ای صاف.



شکل ۴-۳- انواع بافت ماهیچه‌ای بدن انسان



شکل ۳-۵- یک سلول بافت عصبی (نورون)

شبکه‌ای ارتباطی در بدن تشکیل می‌دهد و پیام‌های عصبی را تولید و از بخشی از بدن به بخش دیگر هدایت می‌کند.
سلول‌های بافت عصبی نورون نام دارند و کاملاً تخصص یافته‌اند. هر نورون از یک جسم سلولی که هسته را در خود جای داده است و تعدادی اجزای رشتہ‌مانند، تشکیل شده است. رشتہ‌هایی که پیام‌های عصبی را به سوی جسم سلولی هدایت می‌کنند، دندrit و رشتہ‌هایی که، بر عکس، پیام‌های عصبی را از جسم سلولی به سوی انتهای رشتہ می‌برند، آکسون نام دارند. درون بافت عصبی به جز نورون‌ها، نوعی دیگر سلول غیر عصبی وجود دارد. بعضی از این سلول‌ها به تغذیه نورون‌ها کمک می‌کنند و بعضی دیگر در پیرامون آکسون‌ها و دندrit‌ها می‌سیچند و آنها را عایق می‌کنند. این سلول‌ها نوروگلیا یا سلول‌های پشتیبان نامیده می‌شوند.

سازمان‌بندی سلول‌های گیاهان

سلول‌های روپوست پوشاننده سطح هستند. آوندهای گیاه که وظيفة هدایت مواد مختلف را در گیاه برعهده دارند، در استوانه مرکزی قرار دارند. درون استوانه مرکزی، علاوه بر آوندها، بافتی به نام می‌شود: روپوست، پوست و استوانه مرکزی (شکل ۶-۳).

خودآزمایی‌ایم

- ۱- تمایز را تعریف کنید.
- ۲- بافت چیست؟
- ۳- چهار نوع بافت اصلی را در مهره‌داران نام ببرید.
- ۴- غشای پایه چیست؟
- ۵- ویژگی‌های بافت پوششی را بنویسید.
- ۶- دو نوع بافت پوششی را با یکدیگر مقایسه کنید.
- ۷- سلول‌های پوششی به چه شکلی دیده می‌شوند؟ نام ببرید و مثال بزنید.
- ۸- ویژگی‌های بافت پیوندی را شرح دهید.
- ۹- انواع بافت پیوندی بدن انسان را نام ببرید.
- ۱۰- کلاژن چیست؟
- ۱۱- وظایف بافت چربی کدام‌اند؟
- ۱۲- ویژگی‌های استخوان و غضروف را بنویسید.
- ۱۳- انواع بافت ماهیچه‌ای را با یکدیگر مقایسه کنید.
- ۱۴- کارهای بافت عصبی کدام‌اند؟
- ۱۵- بخش‌های مختلف نورون را معرفی کنید.

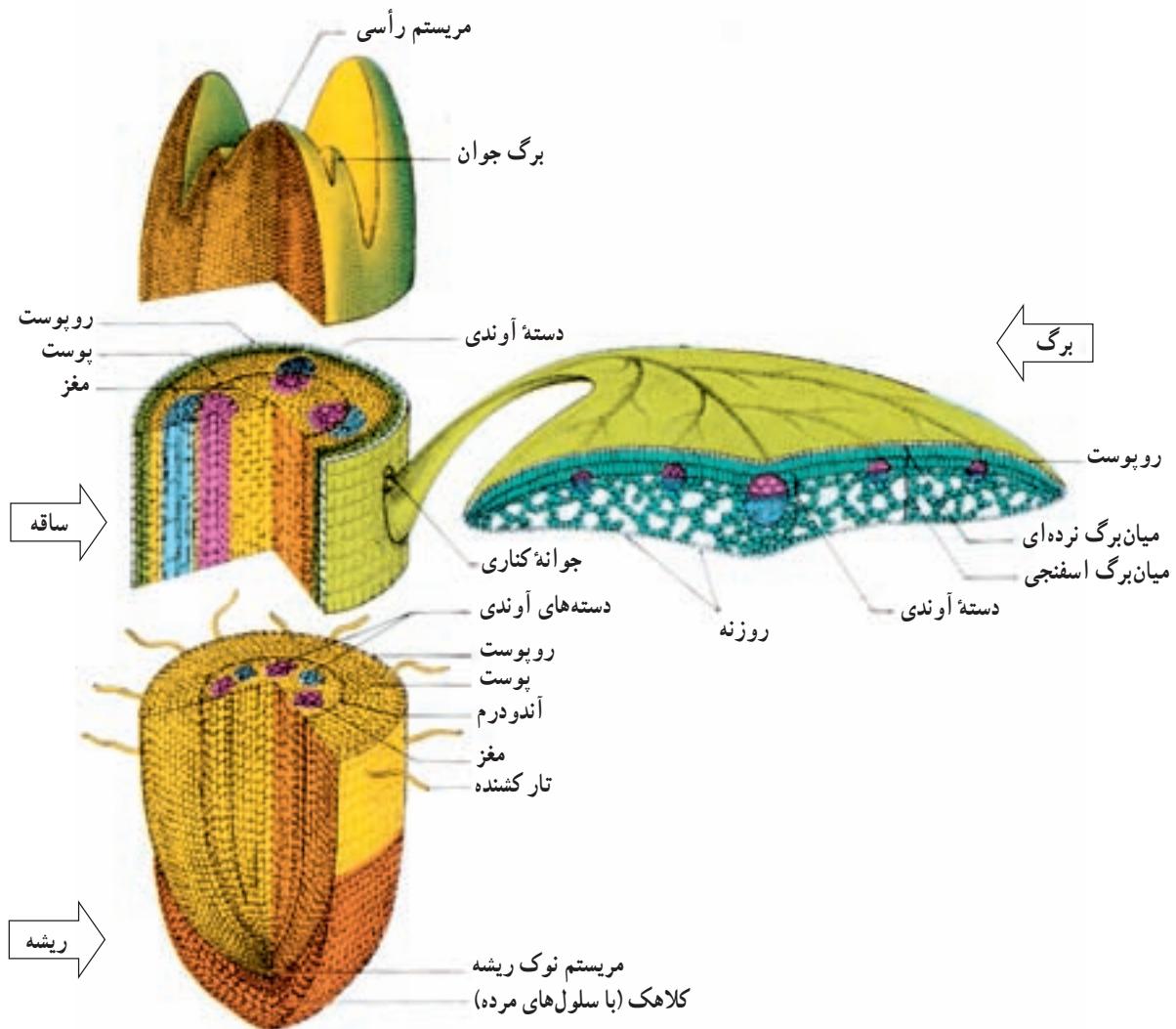
مغز وجود دارد. بافتی که بین روپوست و استوانه مرکزی را پُر می‌کند، پوست نام دارد (شکل ۳-۷).

گروهی از سلول‌های رأسی سلول‌های بنیادی نام دارند. این سلول‌ها که هسته بزرگ دارند و فاقد واکوئل هستند؛ تقسیم می‌شوند و مریستم‌ها را می‌سازند. این مریستم‌ها، به نوبه خود تقسیم می‌شوند و سه گروه بافت اصلی به نام‌های بافت روپوست (اپیدرم)، بافت‌های زمینه‌ای و بافت‌های هادی را به وجود می‌آورند. این سه نوع بافت اصلی در ساختار همه‌ی گیاهان علفی و جوان دیده می‌شوند.

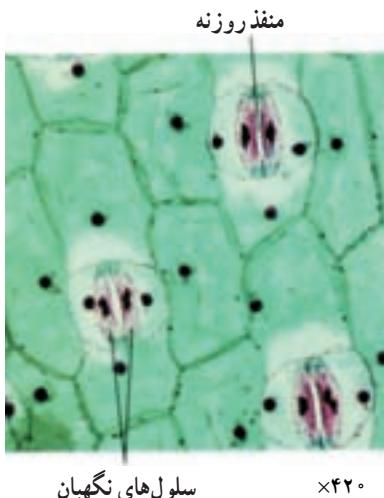
روپوست: روپوست، علاوه بر ساقه، بخش‌های دیگر جوان گیاه، مانند برگ‌ها، میوه‌ها و بخش‌های گل را می‌بوشند. لایه‌ای کوتینی به نام پوستک (کوتیکول) سلول‌های روپوستی را در اندام‌های هوایی گیاه می‌پوشاند. کوتین پلی‌مری از اسیدهای چرب طویل است. پوستک از تبخیر آب، حمله میکروب‌ها و اثر سرما بر سلول‌های زیرین خود محافظت می‌کند. سلول‌های

سلول‌های بسیاری از بخش‌های بدن جانوران، برای ترمیم، رشد، یا تولید مثل تقسیم می‌شوند؛ اما در گیاهان تقسیم سلولی فقط در چند منطقه خاص که مناطق مریستمی نام دارند، انجام می‌شود. مناطق مریستمی محل‌های تولید بخش‌های مختلف گیاهی است. مهم‌ترین مناطق مریستمی موجود در گیاهان جوان و علفی، مریستم‌های رأسی هستند. این مریستم‌ها در نوک ساقه‌ها و شاخه‌های جانبی و نیز در تزدیکی نوک ریشه قرار دارند. در شکل ۳-۶ ساختار نوک ساقه و ریشه یک گیاه علفی نشان داده شده است.

کلاهک ریشه از مریستم نوک ریشه محافظت می‌کند. در رأس ساقه وظیفه حفاظت از مریستم بر عهده‌ی برگ‌های جوان یا



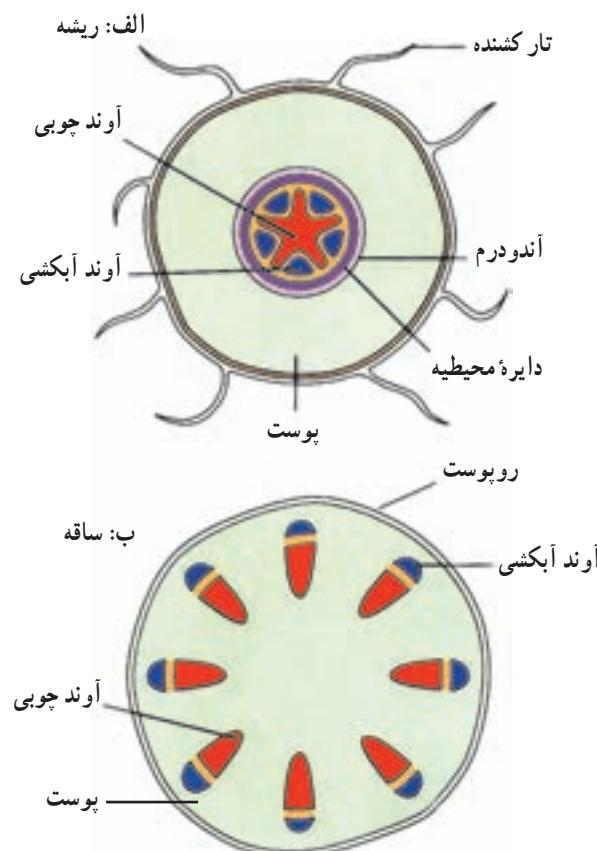
شکل ۳-۶- ساختار بخش‌های مختلف یک گیاه علفی



شکل ۸-۳— سلول های رو پوستی برگ یک گیاه

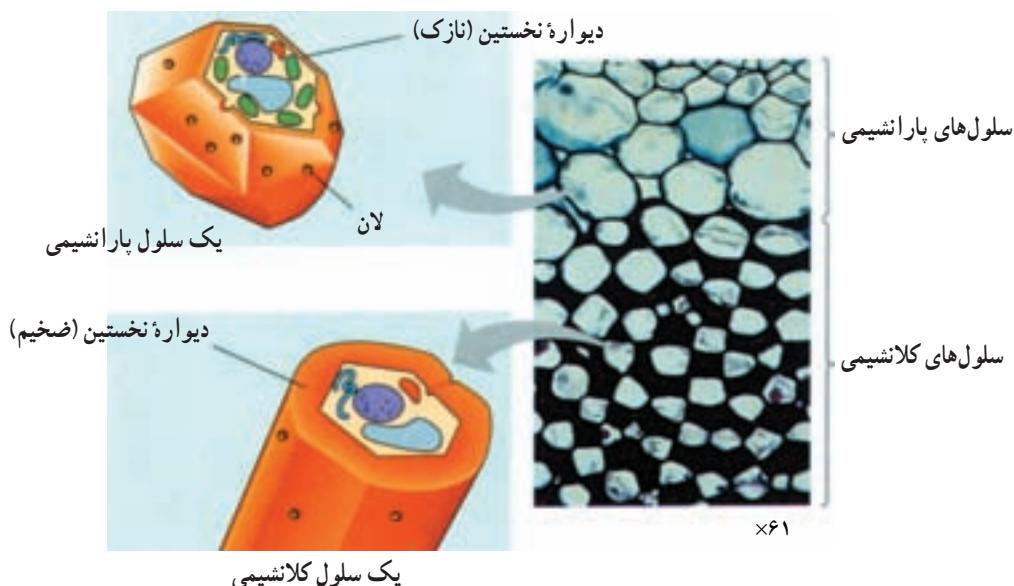
بافت های زمینه ای: بافت های اصلی زمینه ای از بافت های ساده ای زیر تشکیل شده اند.

بافت پارانشیمی: سلول های بافت پارانشیمی بزرگ اند، اما دیواره های نازک دارند. دیواره دومین بندرت در این سلول ها به وجود می آید و بنابراین پروتوپلاسم آنها زنده و فعال است. سلول های بافت پارانشیمی در فتوسنتز، ترشح، ذخیره مواد غذایی و آب دخالت دارند. بین سلول های پارانشیمی فضاهای بین سلولی زیادی وجود دارد. پارانشیم فتوسنتز کننده، کلرانشیم نام دارد و در بخش های سبزرنگ گیاه دیده می شود. سلول های میان برگ نوعی کلرانشیم هستند. سلول های جوان پارانشیمی تا حدودی قدرت تقسیم شدن نیز دارند (شکل ۹-۳).



شکل ۷-۳— ساختار بخشی از ریشه یک گیاه علفی (بالا) و بخشی از ساقه همان گیاه (پایین).

نگهبان روزنه و گُرک ها دونوع سلول تمایز یافته روپوستی ساقه هستند (شکل ۸-۳). تار کشنده از تمایز سلول های روپوست ریشه تشکیل می شود (شکل ۷-۳).

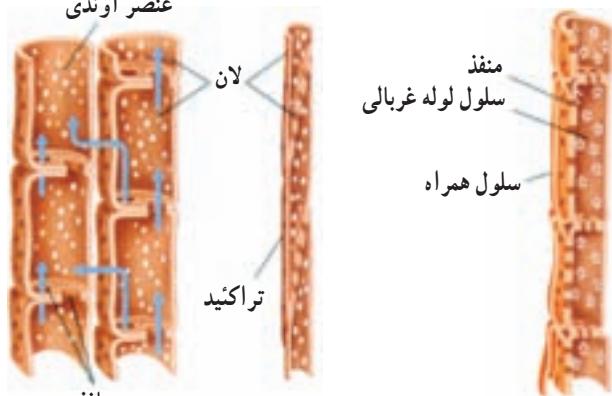


شکل ۹-۳— یک سلول پارانشیمی (بالا) و یک سلول کلانشیمی (پایین)

بافت‌های هادی: گیاهان برای تراپری آب و مواد محلول در آن دو نوع بافت‌های هادی دارند: چوب و آبکش. سلول‌های هر دو نوع بافت پشت سر یکدیگر قرار می‌گیرند و لوله‌های باریکی به وجود می‌آورند. این لوله‌ها همانند یک شبکه لوله‌کشی کار می‌کنند و مایعات و مواد حل شده در آن را در سرتاسر گیاه به گردش در می‌آورند (شکل ۱۱-۳).

آوند چوبی: آوند‌های چوبی در بافت‌های چوبی، هدایت آب و مواد معدنی (شیره خام) را از ریشه‌های گیاه به برگ‌های آن بر عهده دارد. دیواره سلولی سلول‌های آوند‌های چوبی ضخیم است. سلول‌های آوند‌های چوبی، قبل از آن که هدایت آب و

عنصر آوندی



سلول‌های هادی آوند چوبی، تراکنیدها و عنصر آوندی هستند. تراکنیدها باریک و دارای پایانه‌های مخروطی هستند. عنصر آوندی کوتاه‌تر، اما گشادتر از تراکنیدها هستند.

سلول‌های هادی آبکشی، سلول‌های غربالی هستند که لوله‌های غربالی را تشکیل می‌دهند. سلول‌های همراه در مجاورت لوله‌های غربالی قرار دارند.

شکل ۱۱-۳- نمای طولی آوند‌های چوبی و آبکشی

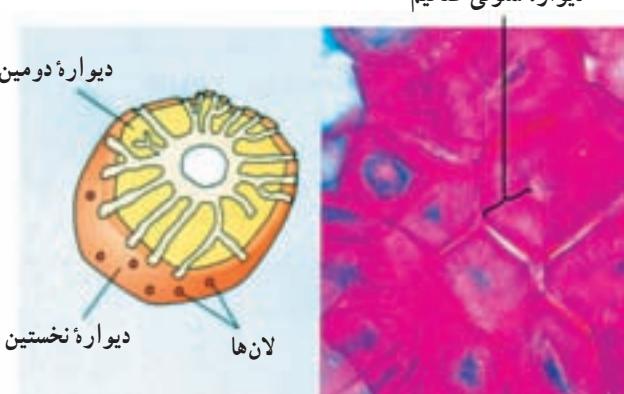
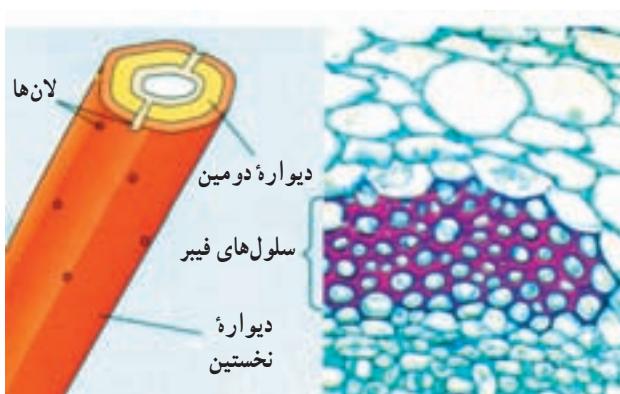
بافت کلانشیمی: بسیاری از سلول‌های بخش خارجی پوست ساقه‌های جوان، دیواره‌ای دارند که بعضی بخش‌های آن ضخیم‌تر است. این سلول‌ها، سلول‌های کلانشیمی نام دارند. سلول‌های کلانشیمی با دیواره‌های ضخیم سلولزی خود باعث استحکام و برافراشته ماندن ساقه‌ها و سایر بخش‌ها می‌شوند. این سلول‌ها قادر به رشد خود را حفظ کرده‌اند و هماهنگ با رشد گیاه، رشد می‌کنند و گاه کلروپلاست دارند و فتوسنتز نیز انجام می‌دهند (شکل ۹-۳).

بافت اسکلرانشیمی: سلول‌های بافت اسکلرانشیمی برای استحکام بخشیدن به گیاه تمایز یافته‌اند. این سلول‌ها دیواره‌های دومین ضخیمی تشکیل می‌دهند که در آن ماده چوب (لیگین) وجود دارد. چوبی شدن دیواره دومین باعث از بین رفتن پروتوبلاسم و مرگ سلول می‌شود. دو نوع سلول اسکلرانشیمی در گیاهان یافت می‌شود: فیبرها و اسکلرئیدها.

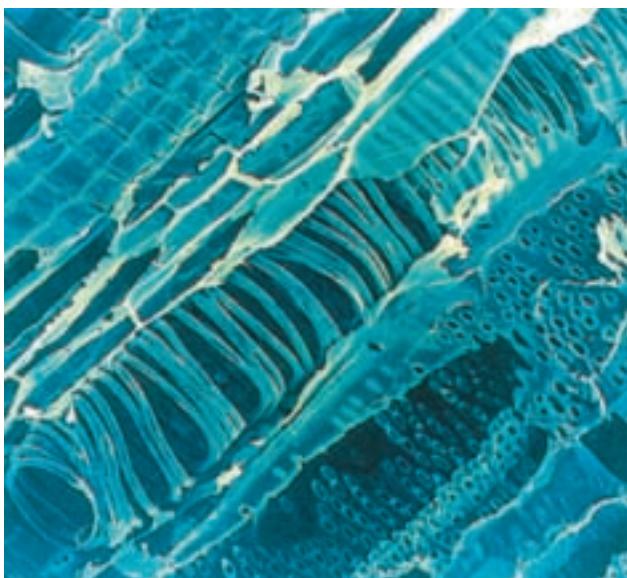
فیبرها سلول‌های دراز و کشیده‌ای هستند که در میان بافت‌های دیگر به ویژه در تریدیکی بافت‌های آوندی قرار گرفته‌اند. اسکلرئیدها سلول‌هایی کوتاه، گاه منشعب هستند و بیشتر در پوشش دانه‌ها و میوه‌ها یافت می‌شوند (شکل ۱۰-۳).

بافت‌های زمینه‌ای در ساقه در دو بخش پوست و مغز دیده می‌شوند. مغز بسیاری از ساقه‌های علفی از بافت پارانشیمی ساخته شده است. سلول‌های مغز دارای فضاهای بین سلولی فراوان هستند و معمولاً مواد غذایی ذخیره می‌کنند. بخشی از مغز که در میان دسته‌های آوندی قرار گرفته است، اشعه مغزی نام دارد.

دیواره سلولی ضخیم



شکل ۱۰-۳- فیبر و اسکلرئید



الف

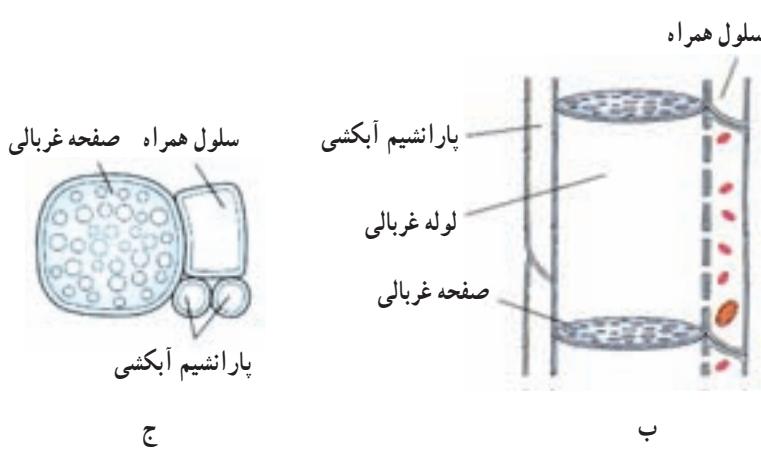


ب—آوند چوبی و سلول‌های پارانشیمی

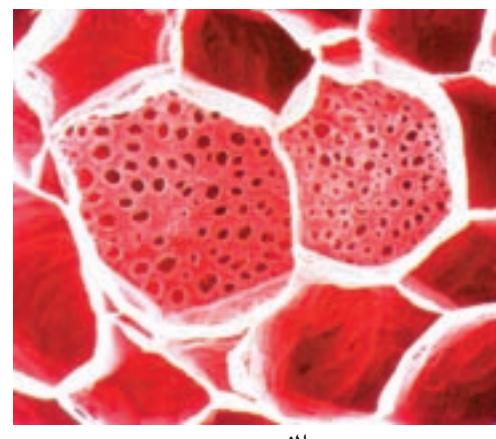
شکل ۱۲-۳—تصویر مقطع طولی (الف) و عرضی (ب) سلول‌های آوند چوبی ($\times 300$).

مواد معدنی را بر عهده بگیرند، غشای سلولی، هسته و سیتوپلاسم خود را از دست می‌دهند. تنها قسمت باقی‌مانده این سلول‌ها دیواره سلولی است. یک نوع از سلول‌های آوند چوبی که در همه گیاهان آوندی یافت می‌شود، تراکئید است. تراکئیدها باریک و طویل هستند و در قسمت انتهایی شکل مخروطی پیدا می‌کنند. حرکت آب از هر تراکئید به تراکئید مجاور از راه لان‌ها که نواحی نازک دیواره هستند، انجام می‌شود. گیاهان گلدار نوع دیگری از سلول‌های آوند چوبی نیز دارند که عناصر آوندی نامیده می‌شوند. عناصر آوندی گشادر از تراکئیدها هستند و در پایانه‌های خود دارای منافذ بزرگی هستند. این منافذ امکان جریان سریع تر آب را بین عناصر آوندی فراهم می‌کنند (شکل ۱۲-۳).

آوند آبکشی: بافت آوند آبکشی دارای سلول‌هایی است که هدایت قندها و مواد غذایی دیگری که در گیاه ساخته می‌شود (شیره پرورده) را در سرتاسر گیاه بر عهده دارند. سلول‌های هادی آبکشی دارای دیواره سلولی، غشای پلاسمایی و سیتوپلاسم هستند. این سلول‌ها فاقد هسته و اندامک هستند، یا اندامک‌های آنها تغییر یافته است. لوله‌های هدایت کننده در آوند آبکشی لوله‌های غربالی نامیده می‌شوند. در لوله‌های غربالی، منافذ موجود در دیواره‌های میان سلول‌های مجاور سیتوپلاسم این سلول‌ها را به یکدیگر مرتبط می‌کنند و امکان عبور آزادانه مواد را از یک سلول به سلول دیگر فراهم می‌کنند. به علاوه در مجاورت لوله‌های غربالی سلول‌های همراه قرار دارند. سلول‌های همراه دارای اندامک هستند و در آنها سنتز پروتئین و دیگر واکنش‌های متابولیسمی موردنیاز سلول‌های لوله غربالی انجام می‌شود (شکل ۱۲-۴).



ج

شکل ۱۳-۳—تصویر مقطع عرضی سلول‌های آوند آبکشی (الف) ($\times 650$). طرح مقاطع طولی (ب) و عرضی (ج) سلول‌های آوند آبکشی.

الف

ب

ج

فعالیت ۳-۱**مشاهده روپوست برگ**

- ۱- یک برگ گیاه تهیه کنید. برگ تره برای این کار مناسب‌تر است.
- ۲- روپوست آن را جدا و زیر میکروسکوپ بررسی کنید.
- ۳- آنچه را می‌بینید شرح دهید و طرحی از آن رسم کنید. فراموش نکنید شکل خود را نام‌گذاری کنید و مقیاس آن را هم ذکر کنید.

فعالیت ۳-۲**مشاهده بافت گیاهی**

- ۱- یک میوه نرم، مانند گوجه‌فرنگی تهیه کنید.
- ۲- میوه را به دو نیم برش دهید.
- ۳- مقدار کمی از مواد نرم درون میوه را با کاردک بردارید.
- ۴- موادی را که خارج کرده‌اید، روی یک تیغهٔ شیشه‌ای قرار دهید.
- ۵- یک قطره آب روی آن برزید.
- ۶- آن را با تیغک پوشانید.
- ۷- بافتی را که آماده کرده‌اید نخست با بزرگنمایی کم و سپس با بزرگنمایی زیاد زیر میکروسکوپ ببینید.
- ۸- مشخصات بافتی را که مشاهده می‌کنید شرح دهید.

فعالیت ۳-۳**مشاهده بافت‌های گیاهی**

علم شما یک گیاه یا بخشی از آن را در اختیار شما قرار می‌دهد. به هر روشی که مناسب می‌دانید، بافت‌های مختلف تشکیل‌دهنده آن را مورد بررسی قرار دهید.

روش خود را به‌طور کامل شرح دهید. هرگاه لازم می‌دانید از آنچه مشاهده می‌کنید طرح‌هایی رسم کنید. فراموش نکنید طرح‌ها را نام‌گذاری و مقیاس طرح‌ها را نیز ذکر کنید.

خودآزمایی ۳-۱

- ۱- اگر در بخشی از یک ساقه، یا ریشهٔ گیاهی علفی برشی ایجاد کنیم در این برش، در زیر میکروسکوپ، سه منطقه دیده می‌شود. آنها را شرح دهید.
- ۲- سه نوع بافت اصلی در ساقه و ریشهٔ گیاهان علفی یافت می‌شود. آنها را نام ببرید.
- ۳- اصطلاحات زیر را شرح دهید:
کوتین، پوستک، کلرانشیم و لیگنن

۴- دو نوع سلول تمايز يافته روپوستی را نام ببرید.

۵- ویژگی های بافت پارانشیمی کدام اند؟

۶- بافت کلانشیمی را با پارانشیمی مقایسه کنید.

۷- دو نوع بافت اسکلرانشیمی را شرح دهید.

۸- ویژگی های بافت اسکلرانشیمی را شرح دهید.

۹- اشعه مغزی چیست؟

۱۰- انواع بافت هادی را با یکدیگر مقایسه کنید.

۱۱- تراکئید را با عنصر آوندی مقایسه کنید.

۱۲- اصطلاحات زیر را تعریف کنید :

لوله های غربالی، سلول همراه



تغذیه و گوارش

ذرات موجود در آب در لای اندام‌های شانه مانند او گیر می‌کند. در این هنگام جانور این مواد را می‌بلعد و وارد معده خود می‌کند. پس از آن معده وال کوژپشت که در هر وعده می‌تواند در حدود نیم تُن مواد غذایی را در خود جای دهد، گوارش را آغاز می‌کند. وزن غذای روزانه این وال به حدود ۲ تن می‌رسد. بنابراین غذای بزرگ‌ترین جانور از ریزترین جانوران تأمین می‌شود.

تغذیه و گوارش در جانوران چهار مرحله اصلی دارد (شکل ۱-۴) :

- ۱- بلع: یعنی فرو بردن غذا از دهان به معده.
- ۲- گوارش: که شامل دو نوع است : گوارش مکانیکی، یعنی خرد کردن ذرات درشت غذا به تکه‌های کوچک و گوارش

وال‌ها بزرگ‌ترین جانوران کره زمین هستند. وال کوژپشت که تصویر آن را در شکل ۱-۴ می‌بینید، از نظر اندازه، متوسط است. این وال ۱۶ متر درازا دارد.

وال کوژپشت جهت تأمین ماده و انرژی برای بدن ۷۲ تُنی خود نیاز به غذای فراوان دارد. غذای این جانور ماهی‌های کوچک و خرچنگ‌های ریز ساکن دریاهاست. وال کوژپشت به جای دندان چند ردیف اندام شانه مانند در دو طرف آرواره بالای خود دارد. این جانور، برای غذا خوردن، نخست دهان و گلوی خود را باز می‌کند و مقدار زیادی آب به همراه جاندارانی که در آن شنا می‌کنند، وارد دهان و گلوی خود می‌کند. هنگامی که وال دهان خود را می‌بندد، آب از دهان خارج می‌شود، اما



شکل ۱-۴ - تغذیه وال کوژپشت

غذا را درون آن گوارش می‌دهد. بسیاری از اسفنج‌ها نیز به همین شیوه غذا را گوارش می‌دهند. آمیب و اسفنج فقط گوارش درون سلولی دارند.

بسیاری از جانداران، درون بدن خود، جایگاه خاصی برای گوارش غذا دارند. این جایگاه خاص در خارج از محیط داخلی، یعنی در خارج از خون و سلول‌های بدن است.

جانوران ساده و ابتدایی، مانند هیدر که از کیسه‌تنان است، کیسه‌گوارشی دارند. این کیسه فقط یک راه به خارج دارد و آن دهان جاندار است. کیسه‌گوارشی به گوارش و توزیع غذا بین سلول‌های جاندار می‌پردازد. هیدر می‌تواند ذرات غذایی بسیار بزرگ‌تر از سلول‌های خود را ببلعد.

شکل ۴-۲، مراحل اصلی گوارش و جذب غذا در بدن هیدر نشان می‌دهد. هیدر جانداری صیاد است و صید خود را (که در این جانوعی سخت‌پوست کوچک است) با نیش‌های زهری خود می‌کشد. جاندار با کمک بازوهاخود شکار را وارد دهان خود می‌کند. هنگامی که طعمه درون کیسه‌گوارشی هیدر قرار

شیمیایی، یعنی تجزیه پلیمرها به مونومرهای سازنده آنها؛ چون پلیمرها مولکول‌های درشتی هستند و نمی‌توانند از غشای سلول‌ها عبور کنند و وارد سلول‌ها شوند. از سوی دیگر سلول‌ها به مونومرها نیاز دارند، تا بتوانند با آنها پلیمرهای مورد نیاز خود را بسازند.

۳- جذب: یعنی ورود مولکول‌های مونومر به سلول‌های پوشاننده سطح روده و سپس ورود آنها به درون خون.

۴- دفع مدفعه: یعنی خروج مواد گوارش نیافته و ترشحات لوله‌گوارشی از بدن.

گوارش غذا در جانوران مختلف، متفاوت است

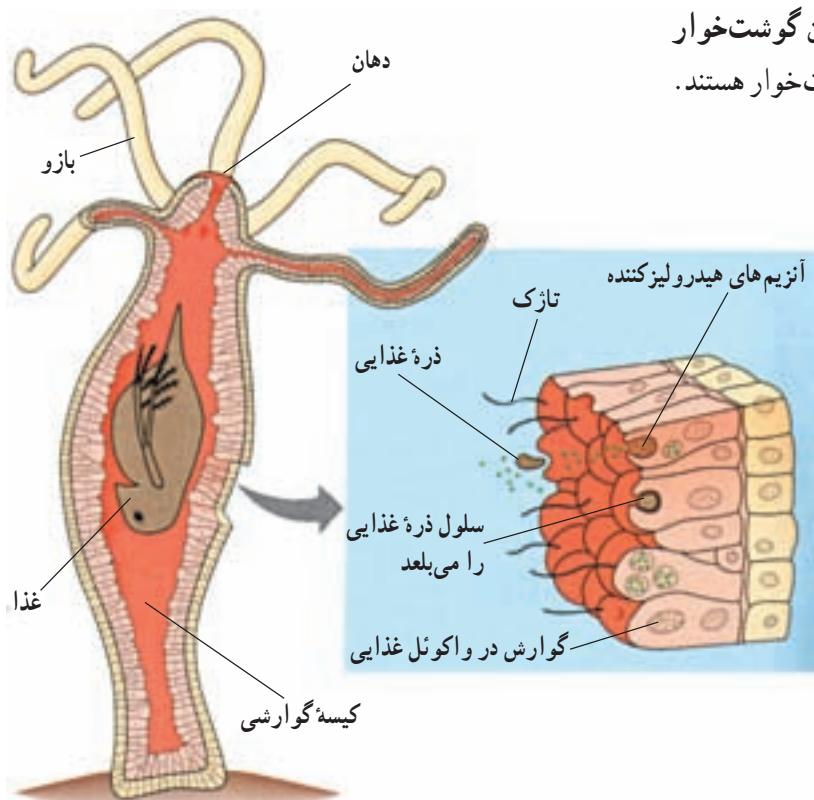
نوع غذا و روش‌های گوارش آن در جانوران مختلف، متفاوت است. کرم کدو نواری‌شکل است و به صورت انگل در روده انسان زندگی می‌کند، دهان و لوله‌گوارشی ندارد، و از پوست بدن خود مواد غذایی گوارش یافته را که درون روده وجود دارد، جذب می‌کند. جانوران دیگر کیسه‌گوارشی، یا لوله‌گوارش دارند و مواد غذایی را می‌بلعند.

گاو، گوسفند، آهو، گوزن، گوریل و بعضی از جانوران آبری گیاهخوار هستند. بعضی دیگر از جانوران گوشت‌خوار هستند. شیر، کوسه، عقاب، عنکبوت و مار گوشت‌خوار هستند.

گروهی از جانوران، هم مواد گیاهی و هم مواد جانوری می‌خورند. این جانوران همه‌چیزخوار نام دارند. انسان جانداری همه‌چیزخوار است.

هر جاندار برای تغییر دادن و جذب و استفاده از غذا باید محیطی برای عمل کردن آنزیم‌های گوارشی ایجاد کند. این محیط باید در جایی در بیرون از سلول‌های جاندار باشد، تا آنزیم‌های گوارشی به مولکول‌های زیستی خود جاندار آسیب نرسانند.

جانداران تک سلولی نیز برای گوارش مواد غذایی، در درون خود، واکوئل‌های خاصی دارند. مثلاً آمیب، واکوئل گوارشی دارد که



شکل ۴-۲- گوارش غذا در بدن هیدر

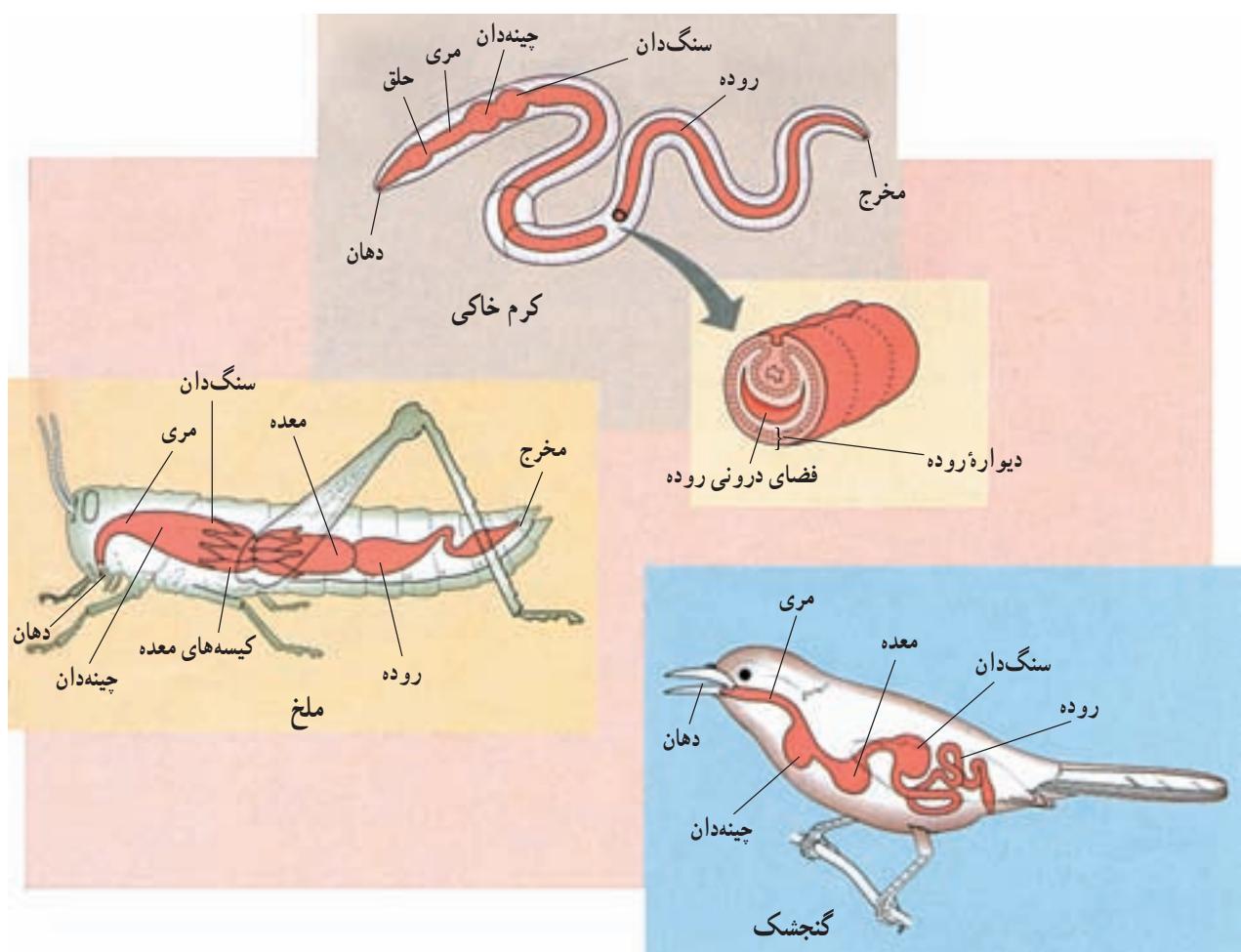
است، بخش‌های مختلف لوله‌گوارشی برای انجام کارهای اختصاصی، شکل و عمل اختصاصی پیدا کرده‌اند. مثلاً غذا از دهان به گلو و از آنجا، از راه مری، به معده می‌رود. لوله‌گوارش بعضی جانوران دارای چینه‌دان و سنگ‌دان نیز هست. چینه‌دان محل نرم‌تر شدن و ذخیره موقعی غذاست.

معده و سنگ‌دان نیز محل ذخیره موقعی غذایند، اما ماهیچه‌های آنها بسیار قوی‌تر از ماهیچه‌های چینه‌دان است و می‌توانند غذا را تا حدودی خرد و آسیاب کنند.

رووده که جایگاه اصلی گوارش و جذب غذاست، بین معده و مخرج قرار دارد. در جانوران مختلف، براساس نوع جانور و نوع غذایی که می‌خورند، بخش‌های مختلف لوله‌گوارشی متفاوت است. در شکل ۳-۴، دستگاه گوارش سه نوع جاندار که غذاهای متفاوتی می‌خورند، نشان داده شده است.

می‌گیرد، بعضی سلول‌های پوشاننده کيسه، آنزیم‌های هیدرولیز کننده ترشح می‌کنند. تازک‌هایی که از بعضی سلول‌ها بیرون زده‌اند، غذا را با آنزیم‌های گوارشی مخلوط می‌کنند. آنزیم‌ها بخش نرم بدن صید را به ذرات کوچک‌تر تجزیه می‌کنند. هنگامی که بعضی بخش‌های بدن شکار به ذرات کاملاً ریز تبدیل شد، این ذرات وارد سلول‌های پوشاننده کيسه گوارشی می‌شوند و بقیه مراحل گوارشی خود را درون سلول‌ها می‌گذرانند. باقی‌مانده بدن صید که گوارش نیافته است، از راه دهان خارج می‌شود. بنابراین گوارش هیدر ابتدا بروون سلوالی و سپس درون سلوالی است.

بسیاری از جانوران لوله‌گوارشی دارند. لوله‌گوارشی از دهان آغاز و به مخرج ختم می‌شود. جهت حرکت غذا نیز درون لوله‌گوارشی، یک طرفه و از سوی دهان به سوی مخرج



شکل ۳-۴ - لوله‌گوارشی سه نوع جانور مختلف، کرم خاکی، ملخ و گجشک

ملخ انجام می‌شود. نقش رودهٔ ملخ جذب آب و فشردهٔ تر کردن مواد غذایی برای خارج کردن آنها از مخرج است.

طرح دستگاه گوارش پرندگانی مانند گنجشک نیز بسیار شبیه طرح دستگاه گوارش دو جانداری است که مورد بررسی قرار گرفت. چینه‌دان پرندگان آنها را قادر می‌سازد تا غذایی را که با سرعت بلعیده‌اند، درون آن ذخیره کنند. گوارش شیمیایی و مکانیکی غذاها درون معده آغاز می‌شود. بسیاری پرندگان همراه با غذا، سنگ‌ریزه نیز می‌خورند. این سنگ‌ریزه‌ها سنگ‌دان را توانا می‌سازند تا به آسیاب کردن غذا بپردازد. پرندگان دندان ندارند و به جای آن سنگ‌دان آسیاب کردن غذاها را عهده‌دار است. گوارش شیمیایی غذا درون رودهٔ پرنده ادامه می‌بابد. مواد غذایی و آب از رودهٔ جذب می‌شوند و مواد گوارش نیافته از مخرج خارج می‌شوند.

بعضی پرندگان، مانند گنجشک و مرغ خانگی همه‌چیزخوارند و از حشرات، دانه‌ها و میوه‌ها تغذیه می‌کنند؛ اما بعضی دیگر، مانند عقاب و جغد گوشت‌خوارند و از راه شکار موش، پرندگان کوچک، مار و حشرات تغذیه می‌کنند.

کرم خاکی جانوری همه‌چیزخوار است. این جانور درون خاک حرکت می‌کند و خاک سر راه خود، همراه با مواد آلی درون آن را می‌بلعد. این مواد از دهان به مری و از آنجا به چینه‌دان جانور برده می‌شوند. درون سنگ‌دان غذا به کمک سنگ‌ریزه‌هایی که وارد لولهٔ گوارشی شده‌اند، آسیاب می‌شود. در روده، مواد آلی غذایی گوارش می‌یابند و مواد قابل جذب آن، جذب می‌شوند. در شکل ۳-۴ مشاهده می‌کنید که دیوارهٔ رودهٔ کرم خاکی برجسته است. این برجستگی سطح تماس روده را با غذا افزایش می‌دهد؛ بدین‌وسیله تعداد سلول‌هایی که در تماس با غذا قرار می‌گیرند، افزایش می‌یابد و کارایی روده بیشتر می‌شود. مواد گوارش نیافته، خاک و سنگ‌ریزه‌ها از مخرج کرم خارج می‌شوند.

ملخ جانوری گیاهخوار است. صفحه‌های آرواره مانندی که در اطراف دهان ملخ قرار دارد، برای خرد کردن غذا که عمدتاً برگ‌ها و بخش‌های تازه و نرم گیاهی هستند، به کار می‌رود. ملخ نیز مانند کرم خاکی چینه‌دان و سنگ‌دان دارد. غذایی که به ذرات ریز خرد شده است، از سنگ‌دان وارد معده می‌شود. معده جایگاه گوارش شیمیایی غذاست. در اطراف معدهٔ ملخ تعدادی کیسه وجود دارد که به درون معده راه دارند. جذب مواد غذایی در معده

خودآزمایی‌ایم

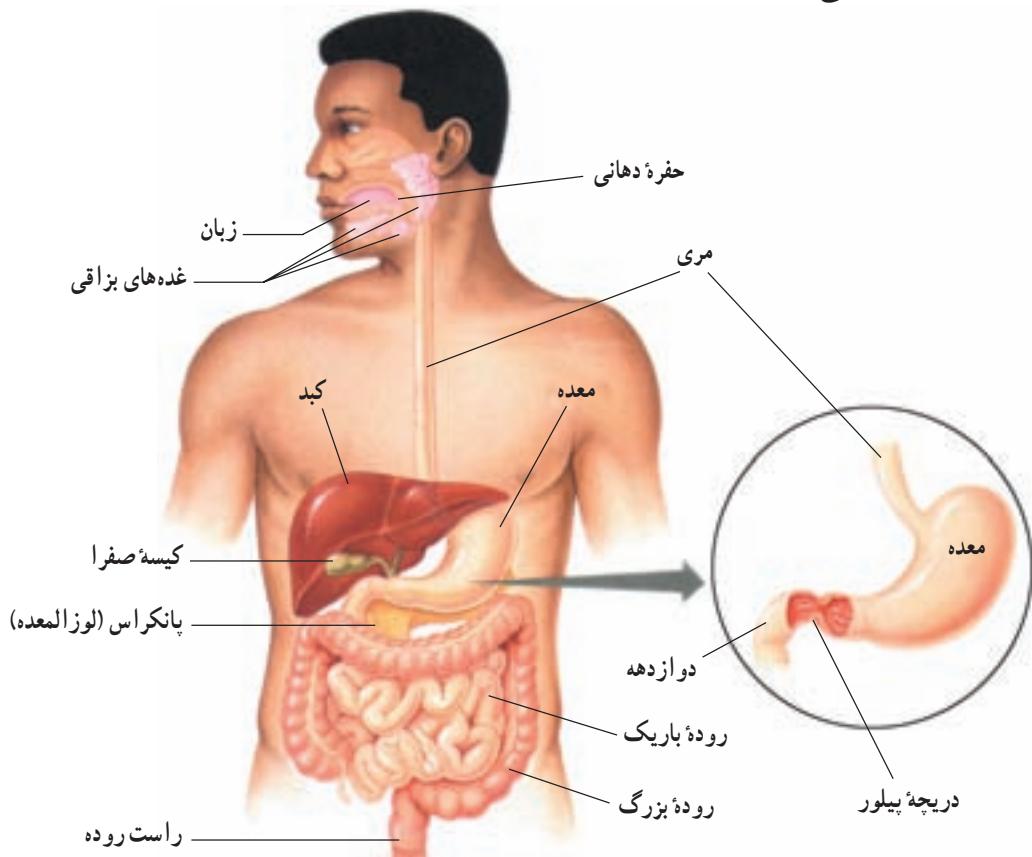
- ۱- مراحل اصلی تغذیه و گوارش را در جانوران نام ببرید.
 - ۲- انواع گوارش را نام ببرید و هر یک را توضیح دهید.
 - ۳- کرم کدو از چه طریقی مواد غذایی مورد نیاز خود را به دست می‌آورد؟
 - ۴- منظور از گوارش درون سلولی چیست؟ جانورانی را نام ببرید که گوارش درون سلولی دارند.
 - ۵- جانوری را نام ببرید که دارای کیسهٔ گوارشی باشد.
 - ۶- سلول‌های پوشانندهٔ کیسهٔ گوارشی هیدر چه اعمالی انجام می‌دهند؟ توضیح دهید.
 - ۷- انواع گوارش در هیدر را توضیح دهید.
 - ۸- چینه‌دان و سنگ‌دان چه نقشی در گوارش مواد غذایی دارند؟ جانورانی را نام ببرید که دارای چینه‌دان و سنگ‌دان باشند.
 - ۹- در جاهای خالی کلمه‌های مناسب قرار دهید.
- کرم خاکی : مواد غذایی ← دهان ← ← مری ← ← روده ← ← مخرج
- گنجشک : مواد غذایی ← ← مری ← ← معده ← ← مخرج
- ۱۰- جذب مواد غذایی در چه قسمتی از لولهٔ گوارشی ملخ انجام می‌گیرد و رودهٔ ملخ چه نقشی دارد؟

خارجی در حفرهٔ شکمی بخشی از پردهٔ صفاق یا روده‌بند را تشکیل می‌دهد که اندام‌های موجود در حفرهٔ شکمی را از خارج به هم وصل می‌کند. ماهیچه‌های دیوارهٔ لولهٔ گوارش، جز در ناحیهٔ دهان و ابتدای حلق که از نوع مخاطط و ارادی هستند، از نوع صاف‌اند و به صورت غیرارادی به انقباض در می‌آیند. انقباض ماهیچه‌های لولهٔ گوارش موجب خرد و نرم شدن مواد و حرکت آنها به سوی جلو می‌شود. در زیر مخاط طیک لایهٔ پیوندی با رگ‌های خونی فراوان مخاط را از ماهیچه‌ها جدا می‌کند. مخاط لولهٔ گوارش از بافت پوششی با آستری پیوندی ساخته شده است. نوع بافت پوششی آن به گونه‌ای است که با کار آن همانگی زیادی دارد. این پوشش در دهان از نوع سنگفرشی چند لایه‌ای و در روده و معده از نوع استوانه‌ای طیک لایه‌ای است. در مخاط لولهٔ گوارش، سلول‌های ترشحی برون‌ریز و نیز سلول‌های پوششی جذب‌کنندهٔ مواد قرار دارند. در سطح داخلی لولهٔ گوارش در اکثر نواحی چین‌های ریزی وجود دارد که سطح تماس مخاط و مواد غذایی را افزایش می‌دهند.

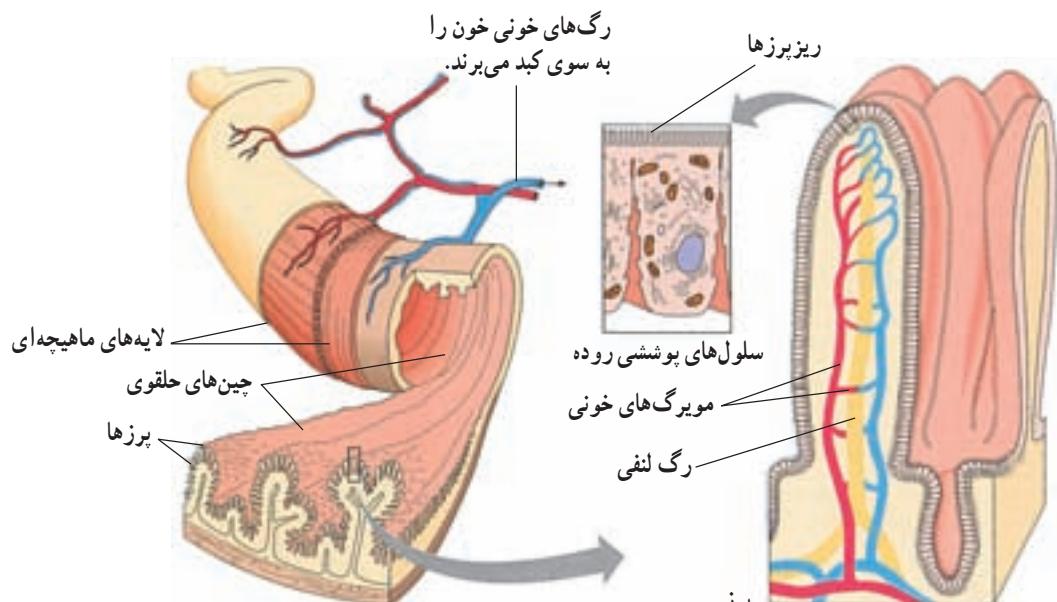
دستگاه گوارش انسان به تأمین آب و مواد غذایی مورد نیاز بدن کمک می‌کند

اغلب مواد غذایی مورد استفادهٔ بدن به صورت مولکول‌های درشتی هستند که قبل از تغییرات فیزیکی و شیمیایی نمی‌توانند وارد خون شوند. این مواد در لولهٔ گوارش خرد می‌شوند و با کمک آنزیم‌ها به مولکول‌های ساده‌تر تبدیل و سپس جذب خون می‌شوند.

دستگاه گوارش انسان شامل لولهٔ گوارشی و غده‌های گوارشی است (شکل ۴-۴). غده‌های گوارشی، یعنی غده‌های بزاقي، غده‌های دیوارهٔ معده و روده، پانکراس و جگر آنزیم‌ها و مواد لازم را به این لوله می‌ريزند. لولهٔ گوارشی، شامل دهان، حلق، مری، معده، رودهٔ باریک، رودهٔ بزرگ و راست روده است. ساختار لولهٔ گوارش: دیوارهٔ لولهٔ گوارش، تقریباً در تمام طول آن، به ترتیب از خارج به داخل، شامل لایه‌های پیوندی، ماهیچه‌ای طولی، ماهیچه‌ای حلق‌قی، زیر مخاطی و مخاطی (بافت پوششی که مواد موکوزی ترشح می‌کند) است. لایهٔ پیوندی

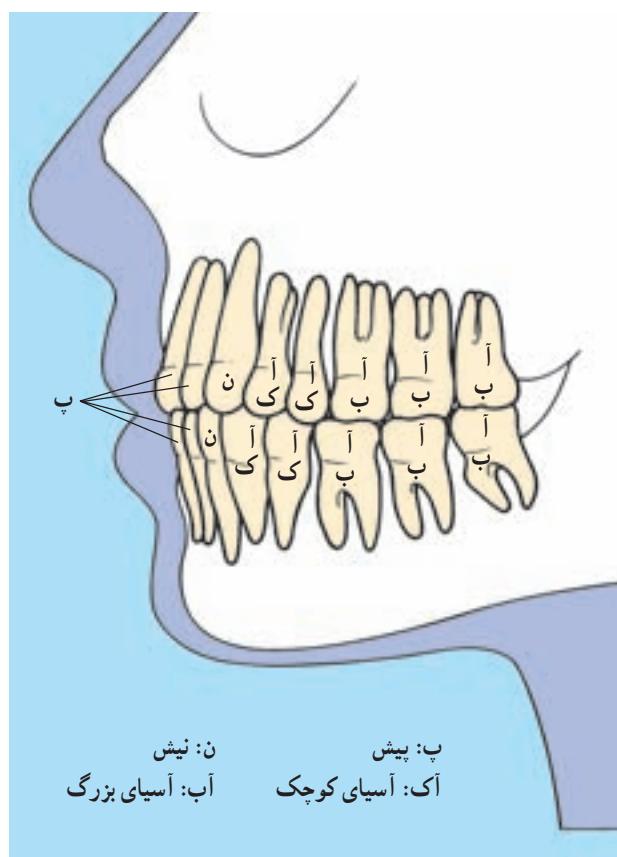


شکل ۴-۴ - دستگاه گوارش انسان



شکل ۵ - ۴ - ساختار بخشی از روده باریک

جویدن که فک پایین را حرکت می دهند، در هنگام جویدن در بین دندان های دو آرواره نیروی شدیدی ایجاد می کنند. این نیرو در انسان تا حدود ۱۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می رسد.



شکل ۶ - ۴ - دندان های کامل یک انسان

ماهیچه های روده غذا را به جلو می رانند
حرکات لوله گوارش به صورت های دودی و موضعی (قطعه ای) است. حرکات دودی با انقباض ماهیچه ها و انتقال حرکت به تارهای ماهیچه ای جلوتر مواد را در طول روده به جلو می رانند. این حرکت ها هنگام پایان یافتن گوارش درون معده، به حدی شدید می شوند که موجب تخلیه آن می گردد. حرکات دودی در روده باریک ضعیف است و این حرکات مواد موجود در روده را، در هر نوبت فقط ۱۵ تا ۱۰ سانتیمتر، به جلو می بردند؛ به طوری که رسیدن غذا به انتهای روده باریک چند ساعت طول می کشد. اتساع لوله گوارش باعث تحریک اعصاب دیواره آن و در نتیجه راه اندازی حرکات دودی می شود.

حرکات موضعی به صورت انقباض های جدا از یکدیگر محتویات روده را به قطعات جدا از یکدیگر تقسیم می کنند. تکرار این حرکات در ابتدای روده باریک بیش از انتهای آن است و این اختلاف باعث به جلو رانده شدن مواد می شود.

در شکل گیری حرکات دودی و موضعی، هر دو نوع ماهیچه طولی و حلقوی نقش دارند.

گوارش در دهان: حرکات جویدن و اثر آنزیم های موجود در براق بر مواد غذایی باعث گوارش مکانیکی و شیمیایی غذاها در دهان می شود. دندان ها در گرفتن لقمه غذایی و خرد کردن آنها نقش اصلی را دارند (شکل ۶ - ۴). ماهیچه های مخصوص

بزاق کارهای مختلفی انجام می‌دهد

اپی‌گلوت بسته و غذا وارد مری می‌شود. مرکز بلع با اثر خود بر مرکز تنفس باعث قطع تنفس در هنگام بلع می‌شود. لقمهٔ غذایی پس از ورود به مری با حرکات دودی مری حرکت می‌کند و به معده می‌رسد. نیروی جاذبه در حرکت لقمه نقش مهمی ندارد. ماهیچه‌های حلقوی بخش انتهایی مری (کاردیا) در حالت عادی منقبض است و از ورود محتویات معده به مری جلوگیری می‌کنند؛ ولی با رسیدن هر موج دودی به‌این ناحیه، انقباض ماهیچه‌ها از بین می‌رود و ورود غذا به معده تسهیل می‌شود. همراه با لع آب و مواد غذایی مقداری هوا نیز وارد معده می‌شود.

غذا مدتی در معده می‌ماند

مواد غذایی قبل از ورود به روده، در معده بر اثر حرکات معده و آنزیم‌های شیره‌آن ریز، نرم و به‌طور نسبی هضم می‌شوند و به صورت ماده‌ای خمیری شکل به‌نام کیموس درمی‌آیند. کیموس سپس به تدریج به دوازدهه (قسمت ابتدایی روده باریک) (شکل ۴—۴) وارد می‌شود. سطح داخلی معدهٔ خالی چین‌خوردگی‌های زیادی دارد. این چین‌خوردگی‌ها با پر شدن معده از بین می‌روند. ماهیچه‌های صاف حلقوی (داخلی) و طولی (خارجی) دیوارهٔ معده، در تزدیکی پیلور (دریچه انتهایی معده) قطورتر از نواحی بالایی معده هستند و انقباض شدیدتر دارند.

حرکت معده به دو منظور صورت می‌گیرد

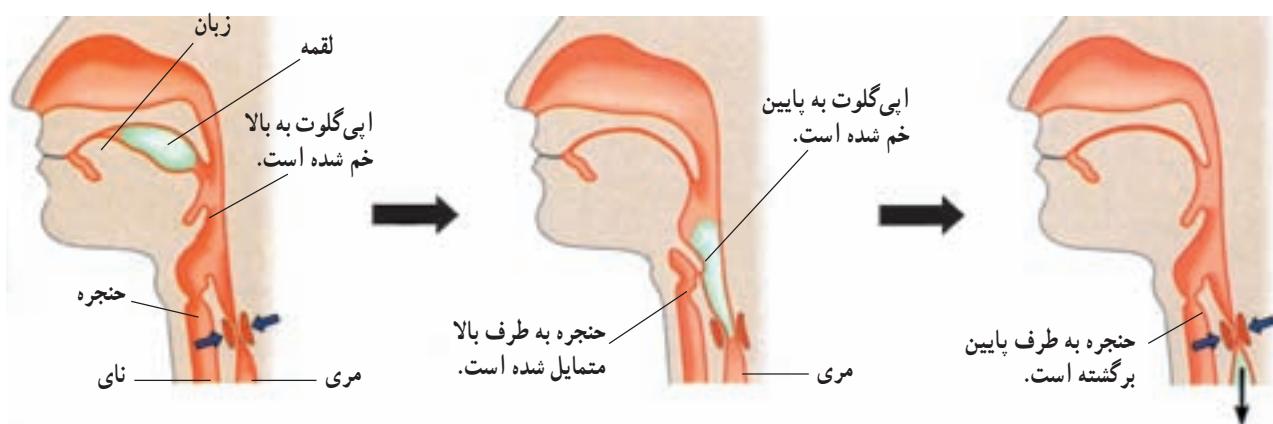
چند دقیقه پس از ورود غذا به معده انقباض‌های ضعیفی در ماهیچه‌های آن ظاهر می‌شود این انقباض‌ها که به تدریج شدیدتر

بزاق مخلوطی از ترشحات سه جفت غدهٔ بناگوشی،

زیرآرواره‌ای و زیرزبانی و نیز غده‌های کوچک ترشح کنندهٔ موسین است. ترشح غده‌های بناگوشی رقيق‌تر و بیشتر از غده‌های دیگر است و در آن یک آمیلاز ضعیف به‌نام پتیالین وجود دارد که گوارش کربوهیدرات‌های غذا را آغاز و نشاسته را به مالتوز تبدیل می‌کند. مادهٔ دیگری، به‌نام موسین، در بزاق یافت می‌شود که پس از جذب آب محلولی چسباندن ذرات جویده شده و لغزنه می‌آورد. موکوز باعث به هم چسباندن ذرات جویده شده و مناسب شدن آن برای انجام عمل بلع می‌شود. غده‌های ترشح کنندهٔ موسین در سراسر طول لولهٔ گوارش وجود دارند. لیزوزیم موجود در بزاق دیوارهٔ سلولی باکتری‌های پیماری‌زا را از بین می‌برد و باعث ضدغفاری کردن حفره دهان می‌شود. ترشح دائمی بزاق محیط درون دهان را پیوستهٔ مرطوب نگاه می‌دارد، به احساس چشایی کمک می‌کند، حرکت زبان و لب‌های در هنگام سخن گفتن تسهیل می‌کند. ترشح بزاق در هنگام خواب بسیار کاهش می‌یابد.

بلع، غذا را از دهان به معده می‌رساند

بلع انتقال لقمهٔ غذایی جویده شده از دهان به معده است که به‌وسیلهٔ مرکز عصبی آن انجام می‌شود. غذا پس از جویده شدن با بالا آمدن زبان و چسبیدن به کام، به سوی گلو رانده می‌شود و گیرنده‌های مکانیکی دیوارهٔ گلو را تحریک و انگکاس بلع را ایجاد می‌کند. در هنگام بلع زبان کوچک به سمت بالا می‌رود و دهانه راه بینی را می‌بندد. راه نای نیز با بالا آمدن حنجره و پایین رفتن



شکل ۷—۴— گلو در هنگام بلع

غده‌هایی که به پیلور تزدیک ترند، آنزیم‌های شیره معده را می‌سازند و غده‌های بالاتر علاوه بر آنزیم، ترشح اسید کلریدریک و فاکتور داخلی معده را نیز به عهده دارند.

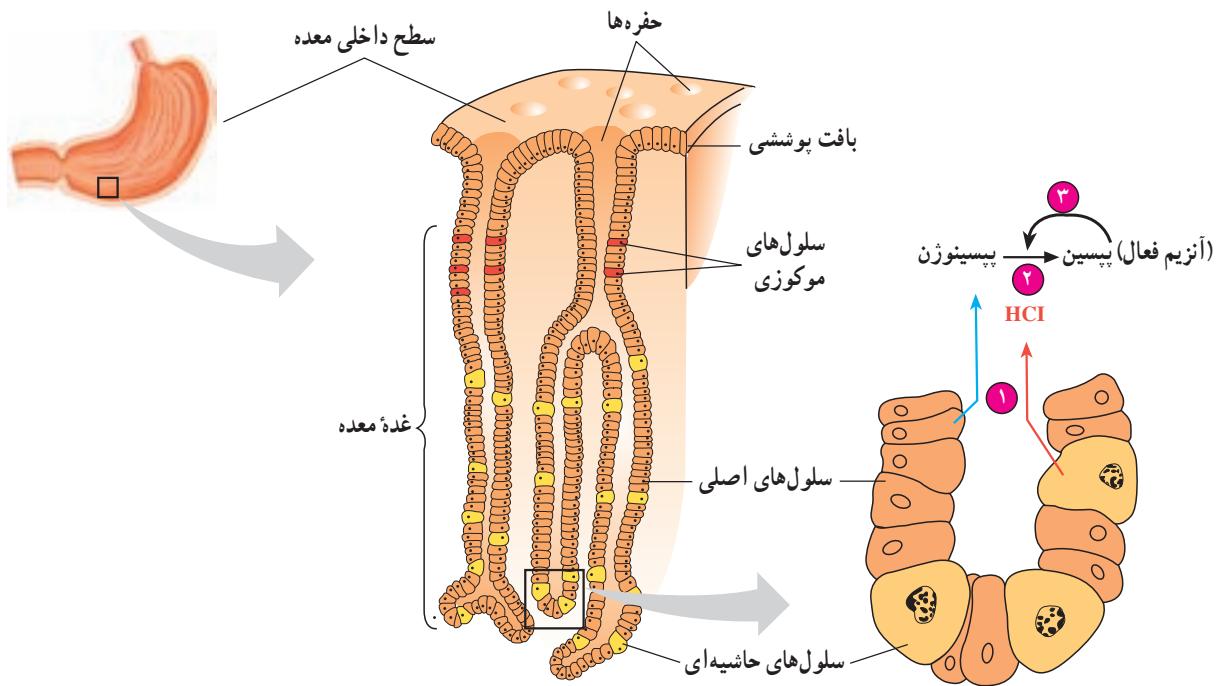
فاکتور داخلی معده برای حفظ ویتامین B₁₂ و جذب آن در روده ضروری است و با توجه به نقشی که این ویتامین در رازیش طبیعی گلوبول‌های قرمز خون دارد، برداشت معده یا آسیب دیواره آن باعث کاهش تعداد گلوبول‌های قرمز خون می‌شود. آنزیم‌ها به وسیله سلول‌های اصلی (پیتیک) و اسید کلریدریک به وسیله سلول‌های حاشیه‌ای موجود در غدد دیواره معده ترشح می‌شوند.

آنژیم‌های شیره معده شامل چند پروتئاز است که به نام کلی پیپسینوژن خوانده می‌شوند. این مواد پس از تماس با اسید کلریدریک به مولکول‌های کوچک‌تر تبدیل می‌شوند و به صورت پیپسین فعال در می‌آیند. همان‌گونه که در شکل ۴-۸ مشاهده می‌کنید، پیپسین خود با اثر بر پیپسینوژن، تبدیل آن را سریع‌تر می‌کند. پیپسین پروتئین‌ها را به مولکول‌های کوچک‌تر پیتیدی تجزیه می‌کند. در شیره معده نوزادان آدمی و بسیاری از پستانداران آنزیم دیگری به نام رنین یافت می‌شود که پروتئین‌شیر (کازئین) را رسوب می‌دهد. از رنین به عنوان مایه پنیر در پنیرسازی

و تعداد آنها بیشتر می‌شود، به صورت امواج دودی از زیر کارdia شروع می‌شود و در طول معده به سوی پیلور به پیش می‌روند. انقباض‌های دودی در مجاورت پیلور شدیدتر و باعث نرم شدن مواد غذایی و مخلوط شدن آنها با شیره معده می‌شوند. در پایان گوارش معدی، شدت این انقباض‌ها به حدی می‌رسد که در هر حرکت، بخشی از کیموس معده را به درون دوازدهه می‌راند و بقیه کیموس به علت بسته شدن مجدد پیلور به معده بازمی‌گردد. هرچه حجم کیموس بیشتر و کشیدگی دیواره معده شدیدتر باشد، حرکات تخلیه‌ای معده نیز با شدت بیشتر صورت می‌گیرند، ولی ترکیب شیمیایی و حجم کیموس موجود در دوازدهه مهم‌ترین عامل مؤثر بر تخلیه معده است.

در معده مواد مختلفی ترشح می‌شود

سلول‌های ترشح کننده موسین در سراسر سطح داخلی معده وجود دارند و با ترشح خود یک لایه ضخیم چسبنده و قلیابی موکوزی ایجاد می‌کنند. این ماده سطح معده را لغزند و مخاط آن را از اثر شیره معده محافظت می‌کند. علاوه بر آن در دیواره معده تعداد زیادی غده ترشح کننده شیره معده وجود دارد که آنزیم‌ها، اسید کلریدریک و فاکتور داخلی معده را می‌سازند و ترشح می‌کنند.



شکل ۸-۴ - غده‌های معده

محتويات معده و بخش بالايی روده باريک، از راه دهان است. تحریک ناحیه گلو و گيرنده های معده و روده و بيماري های مختلف ممکن است اين انعکاس را ايجاد کنند. استفراغ با يك دم عميق و بسته شدن حنجره و بالا رفتن زبان کوچک آغاز می شود و با انقباض ماهیچه های شکم و سینه و افزایش فشار وارد بر معده، محتويات آن را از راه دهان خالي می کند.

استفاده می شود. ماده ای به نام گاسترین که به وسیله غده های مجاور پیلور به خون می ریزد، محرك ترشح اسید کلریدريک و تا حدی آتزیم های شیره معده است.

استفراغ يك عمل دفاعي است

استفراغ يك انعکاس دفاعي است که هدف آن خالي کردن

بيش تر بدانيد

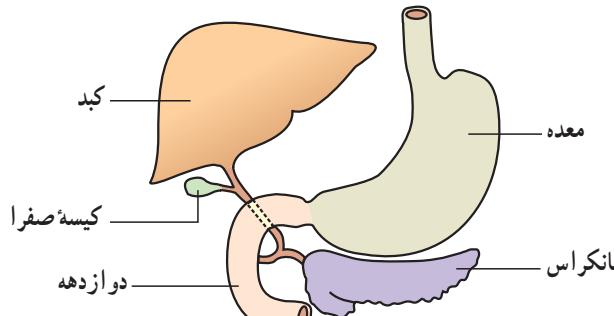
عفونت های باكتريائي موجب زخم معده می شوند.

شیره گوارشي همراه با اسید بسيار قوي در معده، به ما کمک می کند تا بتوانيم انواع مختلف غذها را گوارش دهيم. قدرت اسیدی بودن شیره گوارش به قدری است که قادر است فولاد را در خود حل کند. معمولاً پوشش موکوز ديواره معده را از اثر تخریب کننده شیره گوارشي محافظت می کند؛ ولی اين اثر محافظتي صدرصد نیست. وقتی محافظت كامل از ديواره معده به عمل نيايد، به ديواره معده آسیب وارد می شود و زخم هایي در آن به وجود می آيد. اين زخم ها زخم معده نام دارند. از علائم زخم معده معمولاً درد آزاردهنده در بخش بالايی معده است که ممکن است تا چند ساعت پس از صرف غذا، ادامه پیدا کند. تاکنون تصور بر اين بوده است که زخم های معده بر اثر تولید پيش از حد پيسين، يا اسید، يا ترشح بسيار کم موکوز به وسیله پوشش معده، ايجاد می شود؛ ولی امروزه، شواهدی در دست است که يك باكتري ماريچي شکل به نام هليکوباكترپيلوري¹ علت اصلی اين بيماري محسوب می شود. pH پايان معده، اكثرب ميكروب ها را به جز معده از جمله هليکوباكترپيلوري را می کشد. اين باكتري خود را به پوشش معده می چسپاند و به نظر می رسد که اسیديته اطراف خود را با ترکيبات قلياني خود ختشي می کند. ظاهرآ رشد باكتري در بى كاهش موضعی موکوز و آسیب پوشش معده آغاز می شود. در اين حالت انواع مختلف گلbul های خونی برای از بين بردن عفونت به سوي ديواره مهاجرت می کنند. به دنبال حضور گلbul های خونی، بافت معده دچار التهاب خفيف موسوم به گاستريت می شود. محققان تخمين می زنند که ۵۰٪ از جمعيت جهان به هليکوباكترپيلوري آلوده هستند. گاستريت حدود ۱۰ درصد از افرادي که آلوده شده اند، وقتی رو به و خامت می گذارد که سرعت تخریب سلول های ديواره معده به وسیله پيسين و اسید کلریدريک، از سرعت ترميم آنها بيش تر باشد، زخم های معده در اين هنگام گسترش پیدا می کنند.

سرانجام، احتمال می رود که در ديواره معده حفره ای ايجاد شود و از طریق این حفره، عفونت به داخل شکم سرايت کند و یا خونریزی خطرناک داخلی در بی آن بروز کند. شواهد، نشان می دهد که باكتري هليکوباكترپيلوري در انواع خاصی از سرطان معده نیز، دخالت دارد.

زخم های معده را معمولاً با ترکيبی از آنتی بيوتیک ها که باكتري ها را از بين می برند، درمان می کنند. همچنان، داروهایی که اسیديته معده را کاهش می دهند، نیز در اين مورد مفید خواهند بود. محققان تلاش می کنند تا واکسنی برای جلوگیری از ابتلا به عفونت هليکوباكترپيلوري تهيه کنند.

هنگامي که غذاي هضم شده معده را ترك می کند مقداری شیره معده با خود دارد، بنابراین احتمال دارد که در اولین بخش از روده کوچک که دوازدهه ناميده می شود، نيز زخم هایي ايجاد شود.



شکل ۹-۴- ارتباط جگر و پانکراس با روده باریک

دودی روده را شدت می‌دهند و قلیایی بودن صفرا به ختنی کردن کیموس کمک می‌کند. در ترکیب صفرا، رنگ‌ها، املاح، کلسترول و لستین (نوعی لیپید) وجود دارد. صفرا ابتدا به کیسه صفرا می‌رود و در آنجا غلیظتر می‌شود. در صفرا دو ماده رنگی به نام‌های بیلی‌وردین و بیلی‌روبین وجود دارد که از تجزیه هموگلوبین گویچه‌های قرمز مرده به وجود می‌آیند. بخشی از مواد رنگی صفرا در روده دوباره جذب خون و از راه ادرار دفع می‌شود. رنگ زرد ادرار به همین علت است. بخشی دیگر از این مواد رنگی صفرا بر اثر آنزیم‌های گوارشی تغییر می‌کند و رنگ قهوه‌ای مدفوع را می‌سازد. رسوب کلسترول در کیسه صفرا یا مجاری خروج آن، سنگ‌های صفرا را ایجاد می‌کند. ورود رنگ‌های صفرا به خون که ممکن است بر اثر سنگ‌های صفرا یا بیماری‌های خونی و کبدی صورت گیرد، باعث بیماری یرقان یا زردی می‌شود.

روده باریک مکان اصلی گوارش شیمیایی و جذب غذاست

گوارش شیمیایی مواد در روده با اثر آنزیم‌های قوی شیره پانکراس و با کمک صفرا و آنزیم‌های آزاد شده از سلول‌های دیواره روده به پایان می‌رسد. دیواره داخلی روده باریک چین خوردگی‌های زیادی دارد که روی آنها پرزهای متعدد دیده می‌شود. این پرزها و چین خوردگی‌ها سطح تماس روده را با مواد غذایی افزایش می‌دهند.

شیره پانکراس: بخش برون‌ریز پانکراس قوی‌ترین آنزیم‌های لوله گوارش را ترشح و به ابتدای دوازده‌هه وارد می‌کند. صفرا نیز به همین ناحیه از دوازده‌هه می‌ریزد (شکل ۹-۴). در شیره پانکراس، علاوه بر آنزیم‌ها مقدار زیادی یکریبات سدیم برای از بین بردن اثر اسیدی کیموس معده و قلیایی کردن محیط روده وجود دارد که بیشترین قسمت آن در روده دوباره جذب می‌شود. هورمون سکرتین محرک مؤثری بر ترشح یکریبات شیره پانکراس است. آنزیم‌های شیره پانکراس و عمل آنها در جدول ۹-۱ خلاصه شده است. پروتئازهای این شیره در پانکراس به صورت غیرفعال هستند و پس از ورود به روده به صورت فعال درمی‌آیند. عوامل عصبی و هورمونی ترشح شیره پانکراس را تنظیم می‌کنند.

عمل صفرا: صفرا یک ماده قلیایی است و جگر آن را می‌سازد و ترشح می‌کند. صفرا پس از ورود به روده باعث پراکنده شدن ذرات ریز چربی در آب و ایجاد یک امولسیون پایدار می‌شود و اثر لیپاز پانکراس را بر آنها آسان‌تر می‌کند. املاح صفرا حرکات

بیشتر بدانید

جدول ۹-۴- مواد موجود در شیره پانکراس و کارهای آنها

نام آنزیم	مواد غذایی مورد اثر	نتیجه عمل آنزیم
تریپیسین	پروتئین	جدا کردن ارتباطات پیتیدی
کربوکسی پپتیداز	پروتئین و پپتید	جدا کردن آمینواسید از انتهای زنجیره
لیپاز	لیپید	ایجاد گلیسرول و اسید چرب
گلوسیدازها (آمیلاز، لاکتاز، ساکاراز)	کربوهیدرات‌ها (پلی‌ساکاریدها)	ایجاد قندهای ساده
ریبونوکلئاز	اسید ریبونوکلئیک	جدا کردن مونونوکلئوتیدهای آزاد
دزکسی ریبونوکلئاز	اسید دزکسی ریبونوکلئیک	از اسیدهای نوکلئیک

پروتئین‌های موجود در ترشحات لوله‌گوارش و سلول‌های مرده و جدا شده بافت پوششی روده حاصل می‌شوند.

چربی‌ها که پس از گوارش به مونوگلیسریدها، دی‌گلیسریدها و اسیدهای چرب تبدیل می‌شوند، به سهولت وارد سلول‌های پوششی مخاط روده می‌شوند و مجدداً به صورت تری‌گلیسرید درمی‌آیند و آن‌گاه وارد مویرگ‌های لنفی می‌شوند. علت آن که مواد چربی برخلاف سایر مواد آلی از راه لنفی جذب می‌شوند، این است که سطح خارجی مویرگ‌های خونی دیواره روده، مانند سایر مویرگ‌ها با لایه‌ای از پلی‌اساکاریدها پوشیده شده است که مانع ورود مولکول‌های چربی می‌شود. در حالی که در مویرگ‌های لنفی این لایه وجود ندارد. ویتامین‌های محلول در چربی (A، D، E و K) همراه با ذرات چربی جذب، اما سایر ویتامین‌ها به خون منتشر می‌شوند. ویتامین B₁₂ مولکول درشتی است که جذب آن به کمک یک پروتئین حامل (فاکتور داخلی معده) صورت می‌گیرد. ترکیبات معدنی روده از راه انتشار و یا انتقال فعال جذب می‌شوند. جذب آب در روده منحصراً از قوانین اسمز تعیت می‌کند.

روده بزرگ: ابتدای روده بزرگ روده کور نام دارد و به زایده آپاندیس ختم می‌شود. روده بزرگ شامل سه قسمت تقریباً مستقیم به نام‌های کولون بالارو (در سمت راست)، کولون افقی و کولون پایین رو (در سمت چپ) است. کولون پایین رو به راست روده و ماهیچه‌های حلقوی داخلی و خارجی مخرج ختم می‌شود که اولی از ماهیچه‌های صاف (غیرارادی) و دومی از ماهیچه‌های مخطط (ارادی) ساخته شده است. موادی که وارد روده بزرگ می‌شوند، شامل آب و املاح، مقدار کمی مواد غذایی گوارش نیافته مانند سلولز و بقایای ترشحات غده‌های گوارشی است. دیواره روده بزرگ آب و املاح را جذب می‌کند

ترشحات غده‌های دیواره روده: در دیواره روده باریک، علاوه بر غدد ترشح کننده موکوز غده‌های دیگری وجود دارد که مایعی نمکی بدون آتزیم ترشح می‌کنند و حرکت مواد در روده را آسان می‌کنند. منشأ آن گروه از آتزیم‌هایی که در روده وجود دارند، اما از پانکراس ترشح نشده‌اند، سلول‌های پوششی دیواره روده است. عمر این سلول‌ها کوتاه است و پس از کنده شدن از دیواره روده به درون روده می‌افتد و آنزیم‌های درونی آنها آزاد می‌شود.

جذب ورود مواد از لوله گوارش به خون است
مواد غذایی پس از گوارش به مولکول‌های کوچک قابل جذب تبدیل می‌شوند. فرآیند شیمیایی اصلی در این تغییرات هیدرولیز است. در پایان گوارش، کربوهیدرات‌ها به مونوساکارید، پروتئین‌ها به آمینواسیدها و چربی‌ها به گلیسرول و اسیدهای چرب تبدیل می‌شوند. جذب مواد غذایی در روده صورت می‌گیرد ولی برخی مواد دارویی از مخاط دهان و معده نیز جذب می‌شوند.
وجود چین‌ها و پرده‌های درشت و ریز در مخاط روده، سطح جذب را چندین برابر افزایش می‌دهد. هر سلول پوشش مخاط روده صدها ریزیز دارد، به طوری که مساحت جذب در روده به حدود ۲۵۰ مترمربع می‌رسد. جذب مواد در روده با پدیده‌های انتشار و اسمز و انتقال فعال صورت می‌گیرد.

جذب اغلب قندهای ساده با انتقال فعال به وسیله سلول‌های پوششی مخاط و همراه با جذب سدیم و به کمک آن صورت می‌گیرد.

جذب آمینواسیدها با انتقال فعال صورت می‌گیرد و وجود سدیم در روده برای انتقال برخی از آنها لازم است. آمینواسیدهایی که از روده جذب می‌شوند از گوارش پروتئین‌های غذا و

بیش تر بدانید

جذب غذا: فرض کنیم در غذای روزانه یک فرد بالغ در حدود ۵۰۰ گرم کربوهیدرات، ۲۰۰ گرم مواد پروتئینی و ۸۰ گرم چربی وجود دارد که حجم آن همراه با املاح و آب و ترشحات لوله گوارش، به حدود ۹ لیتر می‌رسد. از این مقدار فقط در حدود ۵/۰ لیتر باقی مانده به روده بزرگ وارد می‌شود و بقیه در روده باریک جذب خون می‌شود.

که گوارش مواد گیاهی دشوارتر از گوارش گوشت و مواد جانوری است. علاوه بر آن طولانی تر شدن روده سطح تماس پوشش درونی روده را با غذا افزایش می دهد و می دانیم که غلظت مواد غذایی قابل جذب در غذاهای گیاهی کمتر از مواد جانوری است.

نوزاد قورباغه که آب زی است گیاه خوار، اما قورباغه بالغ حشره خوار است. نسبت طول روده نوزاد قورباغه به طول بدن بسیار بیشتر از این نسبت در قورباغه بالغ است. هنگام دگردیسی و تبدیل نوزاد قورباغه به قورباغه بالغ رشد روده نسبت به سایر اندامها اندک است.

پستانداران گیاه خوار عموماً روده بسیار طویلی دارند. در بعضی از گیاه خواران، میکروب های تجزیه کننده سلولز، در روده بزرگ یا روده کور زندگی می کنند. دستگاه گوارش فیل و اسب از این نوع است. روده کور و روده بزرگ این جانوران مواد حاصل از گوارش سلولز را جذب می کند.

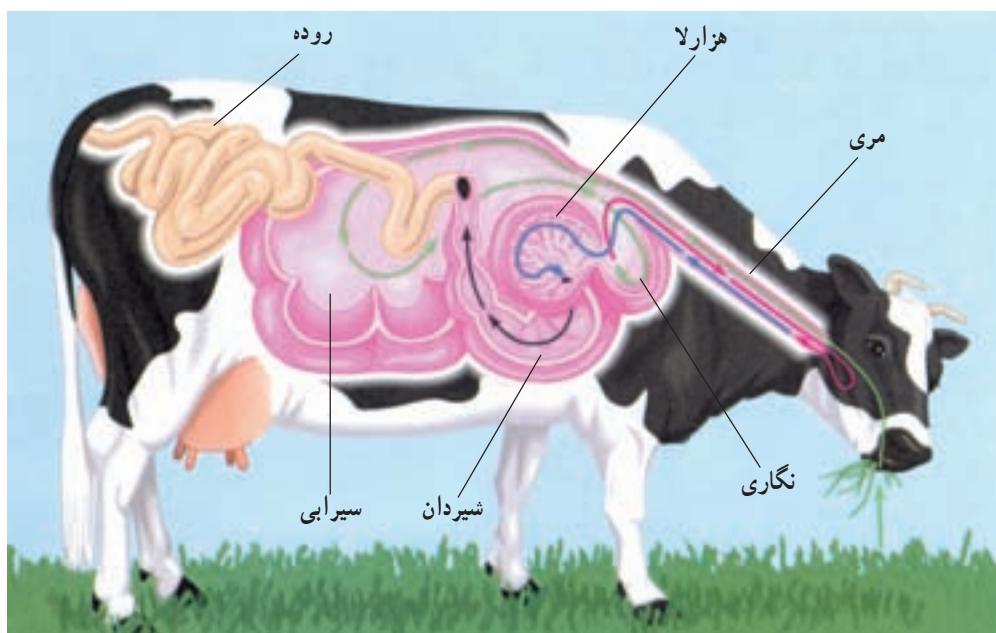
از آنجا که گوارش سلولز در روده باریک این جانوران انجام نمی شود، بسیاری از مواد غذایی موجود در روده آنها به صورت مدفع دفع می شود.

و بدین طبق باعث غلیظتر شدن مدفع می شود. باکتری هایی که در روده بزرگ زندگی می کنند، برخی مواد مانند سلولز را تجزیه و از گلوکز ایجاد شده برای تغذیه خود استفاده می کنند. مقدار کمی ویتامین های B و K نیز به وسیله این باکتری ها ساخته می شود و جذب خون می گردد. بخشی از گازهای روده، مانند هیدروژن، متان و سولفید هیدروژن مربوط به عمل تجزیه ای باکتری های روده است. مقدار کمی پتاسیم و موکوز از غده های دیواره روده بزرگ ترشح و دفع می شود. روده بزرگ تحرک زیادی ندارد.

سازش دستگاه گوارش علف خواران

طرح کلی دستگاه گوارش انسان را بررسی کردیم؛ اما دستگاه گوارش مهره داران با یکدیگر تفاوت هایی دارد. این تفاوت ها برای حداکثر استفاده از غذا و کارایی دستگاه گوارش ایجاد شده است.

طول لوله گوارش تعیین کننده نوع غذایی است که جاندار می خورد. طول روده گوشت خواران کوتاه تر از سایر جانوران است. بلندر بودن طول روده فرصت بیشتری به آن می دهد تا مواد غذایی موجود در مواد گیاهی را بیشتر جذب کند. می دانیم



شکل ۱۰-۴ - دستگاه گوارش گاو، یک جانور نسخوار کننده

شیردان وارد می‌شود. در شیردان آنژیم‌های گوارشی جانور، موجب گوارش شیمیابی غذا می‌شوند. در اینجا غذا همراه با باکتری‌هایی که با آن وارد شده‌اند گوارش می‌یابد و مقدار زیادی از مواد غذایی آماده جذب می‌شوند. باکتری‌ها با سرعت بسیار تولید مثل می‌کنند و بنابراین مقدار آنها تقریباً همیشه در لوله گوارشی جانور ثابت می‌مانند.

دستگاه گوارش نشخوارکنندگان به علت سازگاری بیشتری که برای زندگی باکتری‌های تجزیه‌کننده سلولز و گوارش کامل غذا پیدا کرده است، نسبت به علف‌خواران دیگر، مانند اسب و فیل کارآئی بیشتری دارد.

دستگاه گوارش نشخوارکنندگان، مانند گاو و گوزن برای استفاده از سلولز موجود در مواد غذایی سازگاری پیدا کرده است (شکل ۱۰-۴). معده این جانوران چهاربخشی است: جانور ابتدا مواد گیاهی را نیمه جوییده می‌بلعد و وارد سیرابی و نگاری خود می‌کند. باکتری‌های تجزیه‌کننده سلولز در سیرابی و نگاری جانور زندگی می‌کنند و مقدار قابل توجهی از سلولز موجود در مواد گیاهی را تجزیه می‌کنند. جانور هنگام استراحت غذای موجود در سیرابی و نگاری را بار دیگر وارد دهان خود می‌کند و آن را دوباره می‌جود و بار دیگر می‌بلعد. غذا این بار وارد هزارلا می‌شود و آب آن جذب می‌شود. پس از آن غذا به

خود آزمایی ها

- ۱- بخش‌های مختلف دستگاه گوارش انسان را بنویسید.
- ۲- نقش غده‌های گوارشی را بنویسید.
- ۳- ساختار بافتی لوله گوارش را بنویسید.
- ۴- ماهیچه‌های دیواره لوله گوارش در چه قسمت‌هایی از نوع غیرارادی هستند؟
- ۵- غذا چگونه در لوله گوارشی خرد و نرم می‌شود؟ توضیح دهید.
- ۶- مخاط از چه قسمت‌هایی تشکیل شده است؟
- ۷- داخلی‌ترین بافت لوله گوارشی از چه نوع بافتی است؟
- ۸- انواع حرکات لوله گوارشی را بنویسید و نقش آن‌ها را توضیح دهید.
- ۹- غده‌های ترشح کننده بزاق دهان را نام ببرید.
- ۱۰- مواد مختلف بزاق را نام ببرید.
- ۱۱- آنژیم‌های بزاق را نام ببرید و کارهای کاری را بنویسید.
- ۱۲- موکوز چیست و چه کاری انجام می‌دهد.
- ۱۳- ترشح بزاق چه اهمیتی دارد؟
- ۱۴- در هنگام بلع غذا چگونه راه نای و بینی بسته می‌شود؟
- ۱۵- نتیجه حرکات معده چیست؟ توضیح دهید.
- ۱۶- کیموس را تعریف کنید.
- ۱۷- شیره معده از چه موادی درست شده است؟
- ۱۸- آنژیم‌های شیره معده چه نام دارند و چه عملی انجام می‌دهند؟
- ۱۹- رنین چیست و چه کاری انجام می‌دهد؟

- ۲۰- فاکتور داخلی معده چه اهمیتی دارد و از چه سلول‌هایی ترشح می‌شود؟
- ۲۱- گوارش نهایی مواد غذایی در کدام بخش از لوله گوارش انجام می‌گیرد؟ چرا؟
- ۲۲- شیره پانکراس از چه موادی تشکیل شده است و به چه بخشی از روده باریک وارد می‌شود؟
- ۲۳- صفراء از چه موادی درست شده است و چه کاری انجام می‌دهد؟
- ۲۴- نحوه جذب قندها، اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب را در روده باریک بنویسید.
- ۲۵- نقش روده بزرگ را در گوارش بنویسید.
- ۲۶- دستگاه گوارش نشخوارکنندگان چه سازگاری‌هایی دارد؟

فعالیت ۱-۴



- ۱- چرا لوله گوارشی درون بدن پیچ و تاب خورده است و مستقیم نیست؟
- ۲- علت هر یک از موارد زیر را بیان کنید :
 - الف - اگر لقمه‌ای نان را در دهان خود مدتی بیش از حد معمول نگه داریم، شیرین‌مزه می‌شود.
 - ب - هنگامی که لقمه‌ای را می‌بلعیم، لقمه معمولاً از انتهای دهان وارد حفره بینی نمی‌شود.
- ۳- نوعی بیماری در گاو مشاهده می‌شود که در آن چین‌خوردگی‌های درون روده جانور ازین می‌روند و سطح روده از درون صاف می‌شود. دراثر این بیماری جانور لاغر می‌شود، فکر می‌کنید علت چیست؟
- ۴- گفته می‌شود بزاقی که هنگام غذا خوردن ترشح می‌شود، نسبت به بزاقی که قبل از غذا خوردن ترشح می‌شود، آنژیم بیشتری دارد. آزمایشی طراحی کنید که این موضوع را تأیید یا رد کند.
- ۵- بسیاری جانوران بزرگ جثه لوله گوارشی دارند که از یکسو به دهان و از سوی دیگر به مخرج منتهی می‌شود. چرا برای جانوران بزرگ جثه کارآبی لوله گوارشی بیشتر از کیسه گوارشی است؟



تبادل گازها

است و خون فراوانی به ماهیچه‌های پروازی، می‌رسانند. در ماهیچه‌های پروازی آنها ماده‌ای شبیه به هموگلوبین، به نام میوگلوبین وجود دارد که می‌تواند همیشه مقداری اکسیژن ذخیره داشته باشد. بنابراین دستگاه تنفس این پرنده حداکثر کارایی و سازگاری را که برای جذب اکسیژن و دفع دی‌اکسیدکربن لازم است، پیدا کرده است (شکل ۵-۱).

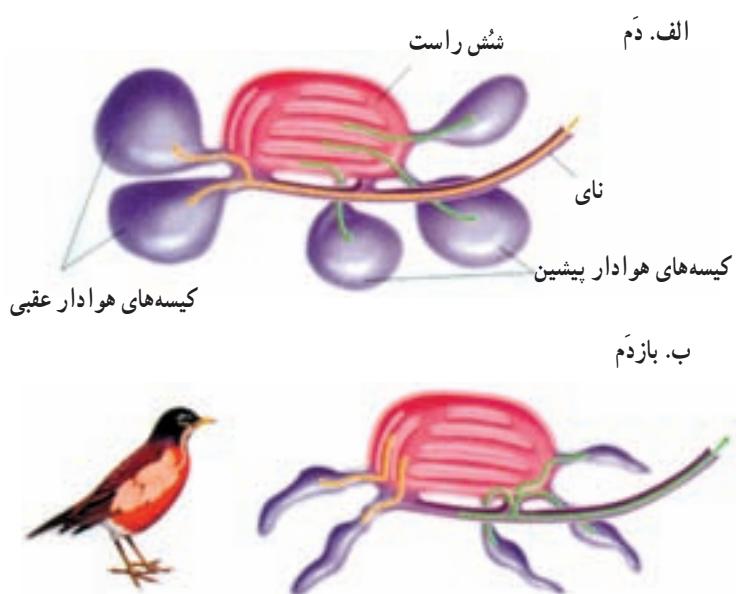
دستگاه تنفسی پرنده‌گان در اساس با دستگاه تنفسی سایر مهره‌داران متفاوت است. جریان هوای درون شش‌های پرنده‌گان یک طرفه و از عقب به سوی جلو است.

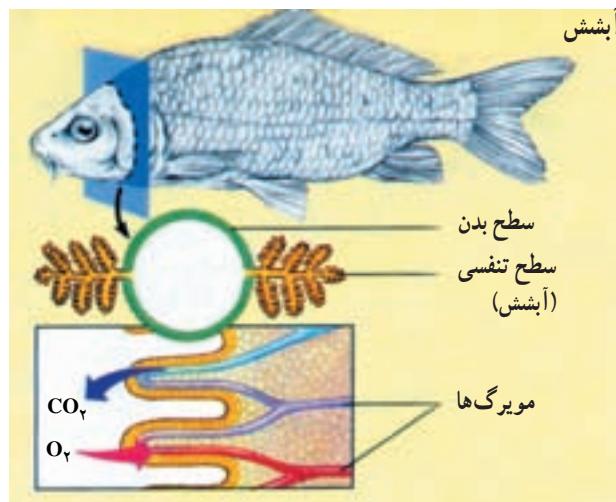
افرادی که برفراز کوه‌های هیمالیا، بین هندوستان و چین با هواپیما پرواز کرده‌اند، ممکن است دسته‌هایی از غازهای وحشی دیده باشند که در ارتفاع ۹ کیلومتری بالای سطح زمین، جایی که آدمی به علت سرمای شدید و کمبود اکسیژن، نمی‌تواند زندگی کند، در حال پرواز و مهاجرت‌اند.

یکی از عوامل ایجاد‌کننده این سازگاری در غازهای وحشی، کارایی بالای شش‌های آنهاست که می‌توانند مقدار بسیار اندک اکسیژن هوا را جذب کنند. هموگلوبین آنها نیز قدرت پیوستگی زیادی با اکسیژن دارد. تعداد مویرگ‌های آنها فراوان است، پیدا کرده است (شکل ۵-۱).

شکل ۵-۱— دستگاه تنفسی پرنده‌گان، تعداد کیسه‌های هوایی ۹ عدد است که یکی از آن‌ها بین دو نیمه بدن مشترک است. الف. هنگام دم هوای پیشین (پیکان‌های زردرنگ) درصد) به کیسه‌های هوادر عقبی می‌رود. در این حال هوای تهویه شده حاصل از دم قبلی (پیکان‌های سبزرنگ) به کیسه‌های هوادر پیشین منتقل می‌شود.

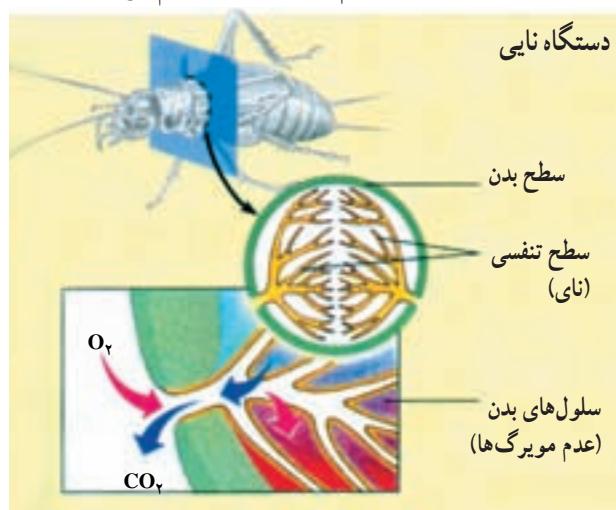
ب. هنگام بازدم هوای تهویه شده حاصل از دم (پیکان‌های زردرنگ) به درون شش‌های وارد می‌شود. در این حال هوای تهویه شده حاصل از دم قبلی (پیکان‌های سبزرنگ) از کیسه‌های هوادر پیشین خارج می‌شود.





شکل ۵-۳- دستگاه تنفسی آبشن ماهی

جذب اکسیژن موجود در هوا نیستند؛ بنابراین سطوح تنفسی (سطح مبادله اکسیژن و دی اکسید کربن) جانوران ساکن خشکی، به درون بدن منتقل شده است. حشرات سیستم تنفسی متفاوتی دارند. این سیستم از تعدادی لوله‌های درونی به نام نای تشکیل شده است (شکل ۵-۴). شاخه‌های نای در سراسر بدن منشعب می‌شوند. تبادل گازها (اکسیژن و دی اکسید کربن) از این انشعابات با سلول‌های بدن، به طور مستقیم و بدون نیاز به همکاری سیستم گردش مواد، انجام می‌گرد.



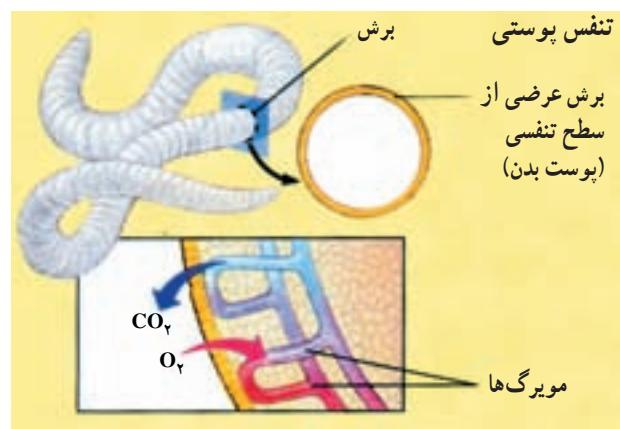
شکل ۵-۴- دستگاه تنفسی نایی حشرات

بیشتر مهره‌داران ساکن خشکی شش دارند. شش‌ها کیسه‌هایی هستند که جدار آن‌ها از یک لایه نازک سلول‌های پوششی درست شده است.

همان‌طور که در شکل ۵-۵ می‌بینید، سطوح داخلی

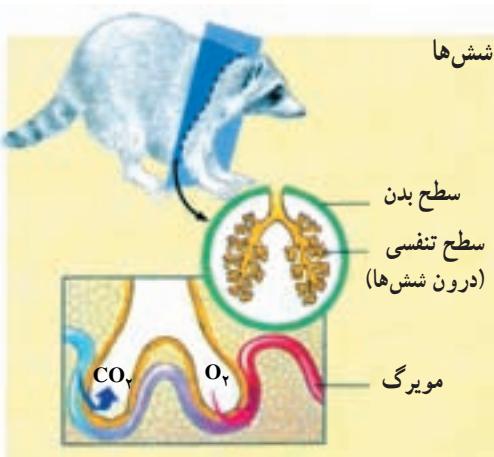
کار دستگاه تنفسی رساندن اکسیژن به بدن است موجودات تک‌سلولی آبزی اکسیژن موردنیاز خود را از طریق انتشار می‌گیرند و دی اکسید کربن را نیز از همین طریق دفع می‌کنند.

تنفس جانوران پرسلوی به شکل‌های گوناگونی انجام می‌شود. بعضی جانوران برای انجام تنفس از همه سطح بدن خود استفاده می‌کنند. به این نوع تنفس، تنفس پوستی می‌گویند. تنفس کرم خاکی پوستی است: اکسیژن از جدار نازک مویرگ‌های پوستی عبور می‌کند و وارد خون می‌شود. دی اکسید کربن نیز به همین طریق از بدن دفع می‌شود (شکل ۵-۲).



شکل ۵-۲- تنفس کرم خاکی

کرم خاکی و موجودات دیگری که تنفس پوستی دارند باید در محیط‌های مرطوب و یا در آب زندگی کنند تا سطح بدن آنها همیشه مرطوب بماند. این جانوران معمولاً جثه کوچک دارند و بسیاری از آنها بدن دراز (کرم خاکی) یا پهن (کرم پهن) دارند. این سازگاری‌ها برای افزایش سطح تنفس انجام شده است. پوست بیشتر جانوران برای انجام تنفس مناسب نیست؛ بنابراین در بدن این جانوران بخش‌های ویژه‌ای برای تنفس تمایز یافته‌اند. ماهی‌ها با آبشن تنفس می‌کنند. در دو طرف سرماهی ردیف‌هایی از آبشن‌ها قرار دارد (شکل ۵-۳). اکسیژن محلول در آب از سطح آبشن‌ها وارد مویرگ‌ها می‌شود و دی اکسید کربن در خلاف جهت اکسیژن از مویرگ‌ها به درون آب انتشار می‌یابند. در جانوران خشکی‌زی آبشن برای تنفس مناسب نیست، زیرا در نبود آب رشته‌های آبشنی به هم می‌چسبند و آبشن‌ها قادر به

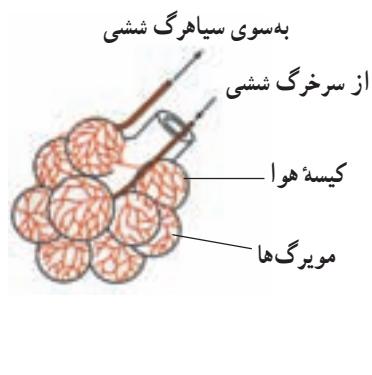


شکل ۵-۵- دستگاه تنفسی جانداران خشکی

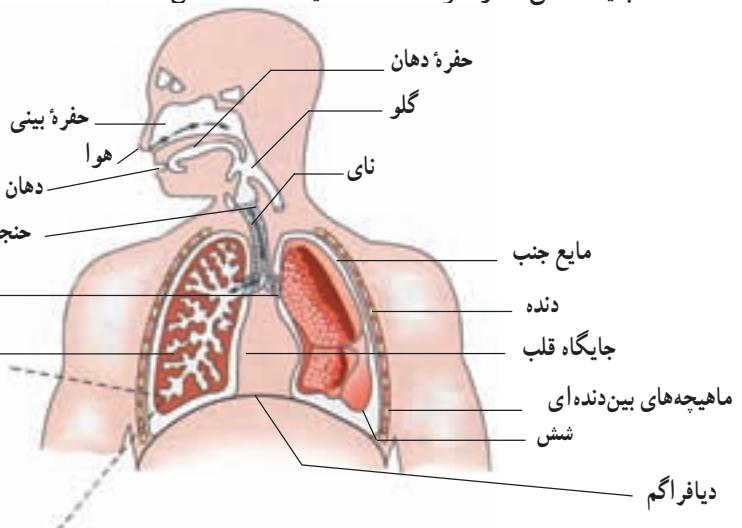
شش‌ها به دفعات چین خورده و سطح تنفس بزرگی تشکیل داده است. انتقال گازها بین شش‌ها و سلول‌های بدن با کمک سیستم گردش مواد انجام می‌گیرد.

دستگاه تنفسی انسان شامل شش‌ها، مجاری هوا و قفسهٔ سینه است

حرکات تنفسی: دستگاه تنفس شامل شش‌ها، مجاری هوا و قفسهٔ بستهٔ سینه است که شش‌ها را در خود جای داده است. پردهٔ دوجدارهٔ جنب شش‌ها را به دیوارهٔ قفسهٔ سینه مربوط می‌کند. مقدار کمی مایع در بین دو دیوارهٔ جنب وجود دارد که لغزنه است و حرکت شش‌ها را آسان می‌کند. دم و بازدم نتیجهٔ تبعیت شش‌ها از حرکات قفسهٔ سینه است (شکل ۶-۵).



شکل ۶-۵- شکل ساده‌ای از دستگاه تنفس انسان. تعداد نایزک‌ها و کیسه‌های هوایی در بدن انسان بسیار بیشتر از چیزی است که در شکل دیده می‌شود.



جواب آزمایش ۱-۵

۱- نوع تنفس را در موجودات زیر بنویسید.

الف) کرم خاکی ب) ماهی ج) ملخ

۲- دستگاه تنفس پرندگان چه سازگاری‌هایی یافته است؟

فعالیت ۱-۵



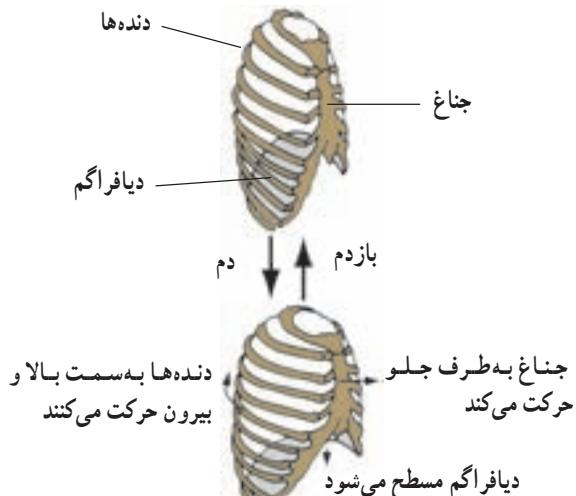
ظرفیت شش‌های افراد مختلف مساوی نیست. با ساختن دستگاهی مانند شکل زیر، می‌توانید گنجایش شش‌های خود و همکلاسی‌هایتان را اندازه بگیرید.

برای دمیدن از طریق لوله، ابتدا نفس بسیار عمیقی بکشید و تا جایی که می‌توانید در لوله فوت کنید.

بهتر است برای خنثی کردن وزن دستگاه در آب، درحالی که شما فوت می‌کنید، یک نفر دیگر، به آرامی ظرف را بالا بیاورد.

۱- آیا عددی که در اینجا نشان داده می‌شود، ظرفیت واقعی شش‌های شماست؟ دلیل بیاورید.

۲- چگونه می‌توانید به کمک این دستگاه، مقدار هوای دم و بازدم خود را نیز اندازه بگیرید؟



شکل ۵-۷- تغییر حجم قفسه سینه هنگام دم و بازدم

بقیه آن در مجرای تنفسی می‌ماند و نمی‌تواند دی‌اکسیدکربن و اکسیژن خود را با خون مبادله کند. این یک سوم هوا را هوای مرده می‌نامند.

پس از هر دم معمولی می‌توان با یک دم عمیق حجم بیشتری از هوا را به درون شش‌ها فرستاد. این حجم هوا را هوای ذخیره دمی یا هوای مکمل می‌نامند. همچنین هوایی را که پس از هر بازدم معمولی و با یک بازدم عمیق می‌توان از شش‌ها خارج کرد، هوای ذخیره بازدمی می‌نامند.

به مجموع هوایی که هر فرد پس از یک دم عمیق، طی یک بازدم عمیق بیرون می‌دهد، ظرفیت حیاتی می‌گویند. پس از حداکثر بازدم، هنوز مقداری هوا درون شش‌ها باقی می‌ماند که به آن هوای باقی مانده می‌گویند. اگر حجم هوای جاری را در تعداد حرکات تنفس در یک دقیقه ضرب کنیم، حجم تنفسی در دقیقه به دست می‌آید.

در انسان و سایر پستانداران، قفسه سینه به وسیله پرده‌دیافراگم از حفره شکم جدا شده است.

دیافراگم با حرکت خود به پایین و بالا، حجم قفسه سینه را افزایش و کاهش می‌دهد و در تنفس آرام و طبیعی مهم‌ترین نقش را در حرکات شش‌ها دارد. بالا و پایین رفتن دندنهای (با کمک ماهیچه‌های بین دندنهای) و استخوان جناغ، با افزایش و کاهش حجم قفسه سینه به عمل دیافراگم کمک می‌کند. در تنفس شدید، انقباض عضلات شکم نیروهای قبلی را تقویت می‌کند. ماهیچه‌هایی که قفسه سینه را بالا می‌برند و حجم آن را افزایش می‌دهند ماهیچه‌های دم و ماهیچه‌هایی که قفسه سینه را پایین می‌برند، ماهیچه‌هایی بازدم به حساب می‌آیند (شکل ۵-۷).

ماده‌ای به نام سورفاکتانت از برخی سلول‌های دیواره کیسه‌های هوایی ترشح می‌شود، سطح داخلی این کیسه‌ها را می‌بوشند و کشنش سطحی مایع پوشاننده آنها را کاهش می‌دهد و بازشدن طبیعی آنها را تسهیل می‌کند. سورفاکتانت در اواخر دوران جنبی ساخته می‌شود به همین جهت بعضی از نوزادان زودرس که مقدار سورفاکتانت در آنها به مقدار کافی ساخته نمی‌شود، به زحمت تنفس می‌کنند.

اگر در جدار قفسه سینه شکافی ایجاد شود، شش‌ها بر روی خود می‌خوابند و هوا به درون حفره سینه مکیده می‌شود. گنجایش شش‌های افراد مختلف با یکدیگر متفاوت است. هریک از ما در هر دم (فرو بردن هوا به درون دستگاه تنفسی) و بازدم (خارج کردن هوا از دستگاه تنفسی) در حدود 50 میلی لیتر هوا را جابه‌جا می‌کنیم. به این میزان هوا، هوای جاری گفته می‌شود. تزدیک به دو سوم هوای جاری دمی به شش‌ها می‌رسد و

خداداری‌های ۳

- ۱- بخش‌های مختلف دستگاه تنفسی انسان را بنویسید.
- ۲- کار پرده جنب چیست؟
- ۳- ماهیچه‌های دم و بازدمی را نام ببرید.
- ۴- نقش دیافراگم در تنفس را بنویسید.
- ۵- ماهیچه‌های تنفسی را نام ببرید.
- ۶- نقش سورفاکتانت را در تنفس بنویسید.
- ۷- اصطلاحات زیر را تعریف کنید :

- ج) هوای باقی مانده
و) هوای ذخیره بازدمی

- الف) هوای جاری
د) هوای ذخیره دمی (مکمل)
ب) ظرفیت شش‌ها
ه) هوای مرده

اکسیژن به مایع بین سلولی می شود و با افزایش جریان خون در بافت ها این انتشار نیز بیش تر می شود. هرچه مصرف اکسیژن سلول ها بیش تر باشد، فشار اکسیژن در مایع بین سلولی کم تر و ورود اکسیژن به آن شدیدتر می شود. دی اکسید کربن ایجاد شده به وسیله سلول ها از مایع بین سلولی به داخل مویرگ ها منتشر می شود و چون انتشار آن بسیار سریع تر از اکسیژن صورت می گیرد، اختلاف فشار کم این ماده که از چند میلی متر جیوه بیش تر نیست، برای انتشار آن کافی است.

اعمال مجازی تنفس: بعد از نای و نایزه ها، مجازی تنفس بیش از ۲۰ بار به انشعابات باریک تر به نام نایزک تقسیم می شوند. حلقه های غضروفی زیادی که در دیواره نای و نایزه ها وجود دارد، مجرای آنها را همیشه باز نگاه می دارد. در بیماری آسم نایزک ها تنگ می شوند و تنفس را مشکل می کنند. سطح داخلی دیواره مجازی هوا از یینی تا نایزک های انتهایی از یک بافت پوششی مژه دار پوشیده شده است و ترشحات مخاطی روی این سلول ها لایه چسبناکی به وجود می آورد که علاوه بر مرطوب کردن هوای تنفسی، ذرات ریز موجود در هوای دم را جذب می کند. حرکت ضربانی مژه ها به سوی حلق باعث رانده شدن این ترشحات به همراه ذرات خارجی به سوی گلو می شود.

سرفه و عطسه برای بیرون راندن مواد از راه های تنفسی انجام می شود

حساسیت زیاد نای، نایزه ها و مجازی یعنی باعث می شود تا ورود گازها و مواد خارجی باعث واکنش سرفه یا عطسه شود. در این حالت هوا با فشار از راه دهان (سرفه) یا یعنی (عطسه) همراه با مواد خارجی به بیرون رانده می شود. در شروع سرفه یا عطسه حنجره بسته می شود و هوا را در داخل شش ها محبوس می کند. سپس با بازشدن ناگهانی حنجره، هوا با فشار خارج می شود. عطسه بر اثر تحریک مجازی یعنی ایجاد می شود و در آن زبان کوچک به پایین کشیده می شود و هوا از طریق یعنی خارج می گردد.

تكلم: تکلم با شرکت دستگاه تنفس و مراکز عصبی تکلم صورت می گیرد. تولید صدا با ارتعاش تارهای صوتی حنجره و واژه سازی به وسیله لب ها، دهان و زبان صورت می گیرد.

هموگلوبین برای انتقال گازها در خون، به کار می رود در حدود ۹۷ درصد اکسیژن به وسیله هموگلوبین و بقیه به صورت محلول در پلاسما به بافت ها منتقل می شود. اگر فشار اکسیژن زیاد باشد مقدار بیش تری از آن با هموگلوبین ترکیب و هرگاه فشار اکسیژن کم باشد، اکسیژن از هموگلوبین رها می شود (شکل ۸-۵). در شرایط عادی که فشار اکسیژن در هوای کیسه های هوایی شش ها در حدود ۱۰۴ میلی متر جیوه است، هموگلوبین در حدود ۹۷ درصد توان خود اکسیژن می گیرد و در خون سیاهرگ هایی که از بافت ها باز می گردند، هموگلوبین هنوز در حدود ۷۸ درصد توسط اکسیژن اشباع شده است. وجود مونو اکسید کربن که با هموگلوبین میل ترکیبی بسیار شدید تر از اکسیژن دارد، مانع ترکیب اکسیژن با هموگلوبین و در نتیجه باعث مسمومیت و سر انجام مرگ می شود. تقریباً ۷۰ درصد دی اکسید کربن در خون به صورت بیکربنات در می آید و به شش ها منتقل می شود. مقداری دی اکسید کربن با اثر آتنیم آنیدراز کربنیک که در غشاء گلبول های قرمز وجود دارد، با آب ترکیب می شود و اسید کربنیک می سازد که بیش ترین مقدار آن به یون های بیکربنات و هیدروژن تجزیه می شود. تقریباً ۲۳ درصد دی اکسید کربنی که در بافت ها تولید می شود به صورت مستقیم با هموگلوبین ترکیب می شود. ۷ درصد باقی مانده نیز به صورت محلول در پلاسما انتقال می یابد.



شکل ۸-۵— هموگلوبین با چهار مولکول اکسیژن ترکیب می شود.

تنفس واقعی در سلول ها انجام می شود

تنفس واقعی سلول های بدن با رسیدن اکسیژن به مایع بین سلولی صورت می گیرد. اختلاف فشار زیاد اکسیژن بین خون و مایع بین سلولی، در مجاورت مویرگ ها، موجب انتشار سریع

فعالیت ۵-۲



تغییرات فشار و حجم در مدل قفسه سینه

۱- دستگاهی مطابق طرح زیر بسازید؛ این مدل، مدل قفسه سینه و دستگاه تنفسی است. چه قسمت‌هایی از این مدل معادل شش‌ها، نای، نایزه‌ها، دندنه‌ها و دیافراگم هستند؟



شکل ۹-۵ - مدل قفسه سینه

۲- به آرامی صفحه لاستیکی را به طرف پایین بکشید. با دقت به بادکنک‌ها نگاه کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟ توضیح دهید.

۳- اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف - وقتی که صفحه لاستیکی را به طرف پایین می‌کشید، حجم و فشار داخل ظرف چه تغییری می‌کند؟

ب - با کمک پاسخ پرسش الف توضیح دهید که چرا بادکنک‌ها هنگام پایین کشیدن صفحه پلاستیکی پر از هوا می‌شوند؟

ج - در این مدل از قفسه سینه انسان، نقش کدام‌یک از ماهیچه‌های مهم بدن در نظر گرفته نشده است؟

فعالیت ۵-۳



مقایسه مقدار دی‌اکسیدکربن در هوای دم و بازدم

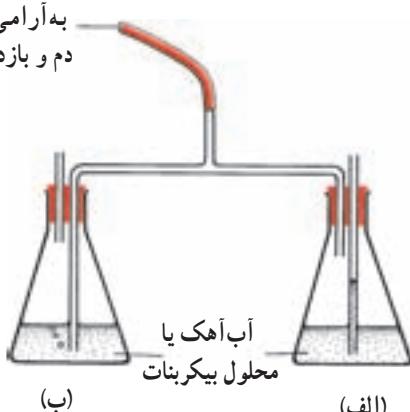
برای انجام این آزمایش می‌توانید از محلول آب‌آهک یا بیکربنات که معرف CO_2 هستند استفاده کنید. اگر دی‌اکسیدکربن به آنها دمیده شود، آب‌آهک حالت شیری رنگ به خود می‌گیرد و محلول معرف بیکربنات زردرنگ می‌شود.

الف - دستگاه را مطابق شکل سوار کنید. انتهای لوله طوبیل را در داخل محلول و انتهای لوله کوتاه را در بالای محلول قرار دهید.

ب - به آرامی از طریق لوله مرکزی عمل دم و بازدم انجام دهید. در هنگام دم از انتهای کدام لوله حباب هوا خارج می‌شود؟ در هنگام بازدم چطور؟

ج - دم و بازدم را ادامه دهید تا رنگ معرف در یکی از لوله‌ها تغییر کند. آن را یادداشت کنید.

د - چند دقیقه دیگر نیز به دم و بازدم ادامه دهید و تغییرات بعدی را که در رنگ هر دو لوله مشاهده می‌کنید، یادداشت کنید.



شکل ۱۰-۵ - مقایسه مقدار دی‌اکسیدکربن هوای دم و بازدم

اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید

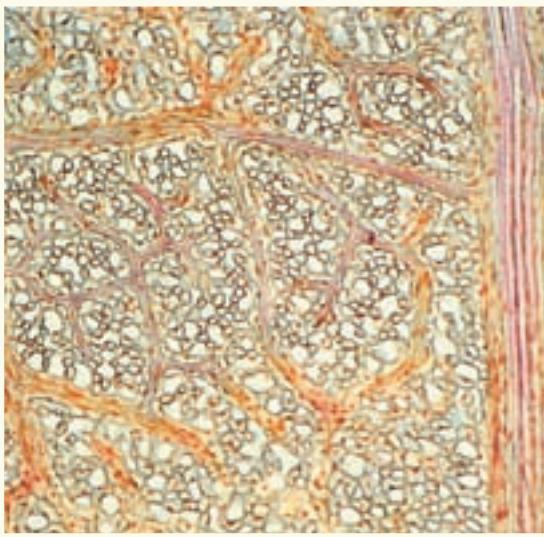
الف - به نظر شما چرا هوای دمی به یک لوله وارد می‌شود و هوای بازدمی به لوله دیگر؟

ب - نخست در کدام لوله تغییر رنگ مشاهده کردید؟ در لوله هوای دمی و یا لوله‌ی بازدمی که حباب‌های هوا از آن خارج می‌شوند؟

ج - آیا معرف در هر دو لوله سرانجام تغییر رنگ داد؟ این موضوع چه چیزی را برای ما روشن می‌کند؟

خودآزمایی ها

- ۱- نقش هموگلوبین را در تنفس بیان کنید.
 - ۲- چرا تنفس گاز مونوکسید کربن خطرناک است؟
 - ۳- بیشترین مقدار دی اکسید کربن به چه طریقی در خون حمل می شود؟
 - ۴- منظور از تنفس واقعی چیست؟
 - ۵- وجود ترشحات مخاطی در مجاری تنفسی چه اهمیتی دارد؟
 - ۶- با توجه به مسیر تنفس، در نقطه چین ها، کلمه های مناسب قرار دهید.
- بینی ← حلق ← نای ← ... ← ... ← کیسه هوازی ← ... ← ... ← ... ← بینی



گردش مواد

در بدن خود دستگاهی به نام دستگاه گردش مواد دارند. کار این دستگاه به گردش درآوردن اکسیرن، دی اکسید کردن، مواد غذایی، هورمون‌ها و مواد دیگر در بدن است. در گیاهان نیز دستگاهی برای انتقال موادی که جذب می‌شود و نیز انتقال فرآوردهایی که در گیاه تولید می‌شود، وجود دارد.

دستگاه گردش خون در جانوران گوناگون، متفاوت است

کیسه‌تانان دستگاه گردش خون ندارند. بدن این جانوران از دو یا سه لایه سلولی ساخته شده است. بنابراین همه سلول‌ها می‌توانند به طور مستقل به تبادل مواد با محیط بپردازند. در کیسه‌تانان آب از دهان وارد کیسه گوارشی می‌شود و سپس بار دیگر از همان طریق از آن خارج می‌شود. کیسه‌تانان خون ندارند. عروس دریایی (شکل ۶-۱) نیز یک کیسه گوارشی دارد، اما این کیسه دارای لوله‌هایی است که به صورت شعاعی به یک لوله دائمی دیگر متصل‌اند. سلول‌های پوشاننده درون این لوله‌ها مزک دارند و زنش این مزک‌ها آب را در این لوله‌ها به حرکت درمی‌آورد. تنها این سلول‌ها به طور مستقیم با مواد غذایی موجود در آب در تماس‌اند، اما فاصله سایر سلول‌ها با آب، چندان زیاد نیست. جانورانی که بدن آنها چندین لایه سلولی دارد به یک دستگاه گردش مواد و مایعی به نام خون نیازمندند. در جانوران

بدن ما دائمًا تحت اثر نیروی گرانش زمین قرار دارد. نیروی گرانش زمین به رانده شدن خون به درون بخش‌های پایینی بدن کمک می‌کند. دستگاه گردش خون ما سازگاری جالبی با این گرانش پیدا کرده است. اگر این سازگاری نبود، خون درون پاهای ما جمع می‌شد و پاهای متورم می‌شدند. این سازگاری چگونه حاصل شده است؟ بخشی از این

سازگاری، وجود قلب ماهیچه‌ای است، بخشی دیگر مربوط به تلمبه ماهیچه‌هایست؛ هنگامی که راه می‌رویم یا می‌دویم، فشاری که از سوی ماهیچه‌های در حال انقباض به رگ‌ها وارد می‌شود، خون درون آنها را به بالا، به سوی قلب می‌راند. در سیاهرگ‌های پاهای ما دریچه‌هایی وجود دارد که به سوی قلب، یک طرفه هستند. علاوه بر این‌ها، مقدار زیادی بافت پیوندی در پا وجود دارد. این بافت از متورم شدن بیش از حد رگ‌های پاهای جلوگیری می‌کند. علی‌رغم این سازگاری‌ها، گاه نیروی گرانش زمین پیروز می‌شود؛ گاهی به علت ایستادن بیش از حد، بهویژه در افرادی که معمولاً ایستاده کار می‌کنند، خون در رگ‌های پاهای جمع می‌شود. توانایی به گردش درآوردن خون، برخلاف جهت نیروی گرانش، برای جانوران اهمیت بسیار دارد.

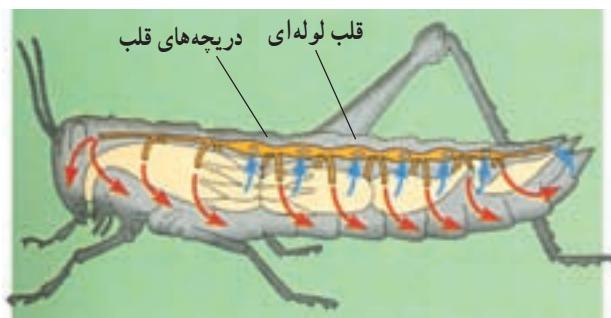
همه جانداران باید به تبادل مواد با محیط بپردازند و موادی را که از محیط جذب کرده‌اند در درون خود در جهت یا خلاف جهت گرانش زمین به گردش درآورند. بسیاری از جانوران

مهره‌داران دستگاه گردش خون بسته دارند. این دستگاه از قلب و شبکه‌ای از رگ‌ها ساخته شده است. خون در این نوع دستگاه گردش خون، هنگام گردش از رگ‌ها خارج نمی‌شود. دستگاه گردش خون ماهی (شکل ۴-۶)، نمونه‌ای از دستگاه گردش خون بسته است.

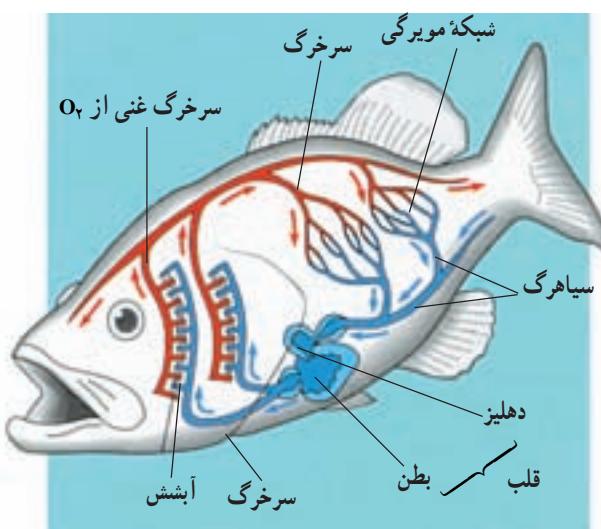


شکل ۱-۶- دستگاه گردش مواد در عروس دریایی: ساده‌ترین دستگاه گردش مواد در جانوران

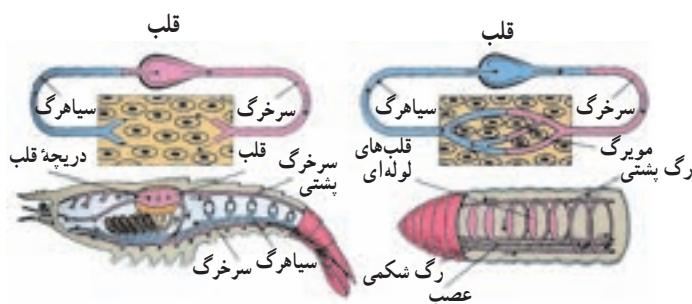
دو نوع دستگاه گردش خون وجود دارد: بسیاری از بی‌مهرگان، مانند عنکبوتیان، خرچنگ دراز و ملخ گردش خون باز دارند. خون در بدنه این جانداران درون رگ‌های بسته جریان ندارد، بلکه از انتهای باز بعضی رگ‌ها خارج می‌شود و در میان سلول‌ها گردش می‌کند (شکل ۶-۲).



شکل ۳-۶- دستگاه گردش خون ملخ باز است.



شکل ۴-۶- دستگاه گردش خون ماهی بسته است. (در ماهی‌های استخوانی معمولاً چهار جفت کمان آبششی و صدها هزار مویرگ آبششی وجود دارد.)



گردش خون بسته در کرم خاکی
شکل ۲-۶- نمایش گردش خون بسته در کرم خاکی و گردش خون باز در خرچنگ دراز

قلب ملخ (شکل ۳-۶) لوله‌ای شکل است و خون را به سوی سر و سایر بخش‌های بدن می‌راند. مواد غذایی به طور مستقیم بین خون و سلول‌های ملخ مبادله می‌شوند و حرکت ماهیچه‌های بدن جانور خون را به بخش‌های عقبی بدن می‌راند. هنگام استراحت قلب، خون بار دیگر از طریق چند منفذ به قلب باز می‌گردد. هر یک از این منافذ دریچه‌ای دارد که هنگام انقباض قلب بسته می‌شود.

خودآنماش ا-۶

- ۱- چرا جانداران به دستگاه گردش مواد احتیاج دارند؟
- ۲- دستگاه گردش خون ما برای غلبه بر نیروی گرانش چه سازگاری‌هایی حاصل کرده است؟
- ۳- مواد در بدن عروس دریایی چگونه به گردش درمی‌آیند؟
- ۴- دستگاه گردش خون را در ملخ و ماهی، با یکدیگر مقایسه کنید.

گازها با محیط می‌بردازد. خونی که از آبشش‌ها خارج می‌شود، از راه سرخرگ پشتی به سراسر بدن می‌رود و بار دیگر از سیاه‌رگ شکمی به قلب باز می‌گردد.

قلب این جانور دو حفره‌ای است و یک دهلیز و یک بطن دارد. خون از سیاه‌رگ وارد دهلیز می‌شود و از آنجا به بطن می‌رود. بطن خون را به درون سرخرگ می‌فرستد. خون از سرخرگ به آبشش‌ها می‌رود و در آنجا به تبادل

بیشتر بدانید

کاشف گردش ششی خون

ابن‌نفیس دانشمند مسلمان قرن هفتم هجری است. برشکی یکی از رشته‌هایی بود که ابن‌نفیس در آن تبحر داشت. او برشکی را در بیمارستان بزرگ آن زمان دمشق آموخت و سپس کار خود را در بیمارستان‌های مصر دنبال کرد. ابن‌نفیس کاشف گردش کوچک خون (گردش خون میان قلب و شش‌ها) است. تا سال ۱۹۲۴ میلادی، این کشف را به یک اسپانیایی به نام میگوئل سروتو (Miguel Serveto) نسبت می‌دادند ولی در این سال یک دانشجوی مصری در رساله‌ی دکتری خود اثبات کرد که سیصد سال قبل از سروتو ابن‌نفیس برای اولین بار گردش ششی خون را توضیح داده است.

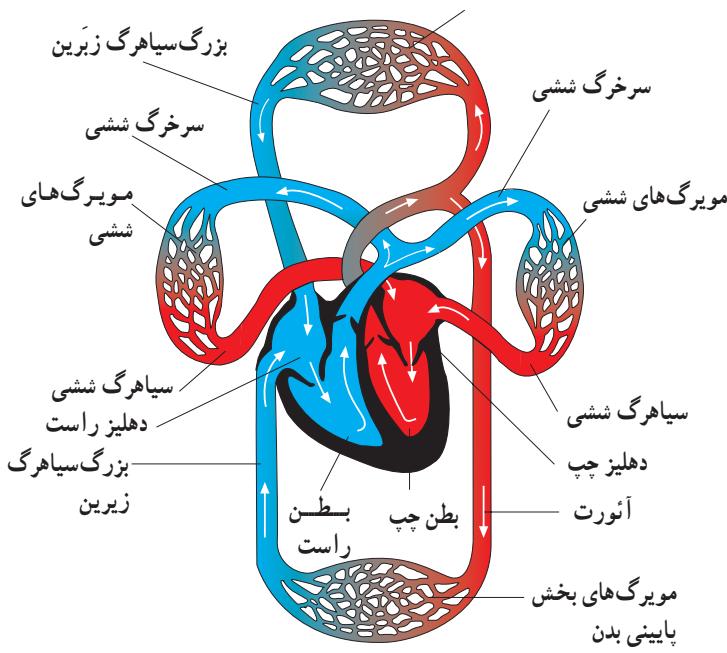
ابن‌نفیس اعتقاد داشت برای این که عمل هر یک از اعضای بدن را بشناسیم، باید فقط به نگاه دقیق و بررسی صادقانه درباره‌ی آن عضو تکیه کنیم، بدون ملاحظه‌ی این که آیا با آنچه پیشینیان گفته‌اند، مطابقت دارد یا نه. به همین دلیل او بدن انسان و جانوران را تشریح کرد و توانست چیزهای جدیدی را کشف و تصورات دانشمندان قبل از خود را تصحیح کند. او در کتاب خود که شرحی بر بخش تشریح کتاب قانون این سیناست، نظریه‌ی ویژه‌ی خود را درباره‌ی گردش ششی خون عرضه کرده است.

نظریه‌ی او را پیشگام نظریه‌ی گردش کلی خون می‌شمارند که ولیام هاروی در قرن هفدهم میلادی ارائه کرده است.

ابن‌نفیس ضمن ارائه‌ی نظریه‌ی خود درباره‌ی گردش ششی خون، توضیح می‌دهد که دیواره‌ی میان دو بطن ضخیم است و آن طور که جالینوس فکر می‌کرد، مشبک نیست و سیاه‌رگ‌های ریه با هوا و یا دود پر شده‌اند، بلکه درون آن‌ها خون جریان دارد. تقدیمه‌ی قلب هم از طریق سرخرگ‌های جدار آن انجام می‌شود و نه از طریق دهلیز چپ و داخل قلب. هم‌چنین برخلاف نظر این‌سینا قلب از سه حفره تشکیل نشده است.

دستگاه گردش خون انسان شامل قلب، رگ‌ها و خون است

مویرگ‌های بخش بالایی بدن



شکل ۵-۶- مسیر جریان خون پستانداران و پرندگان

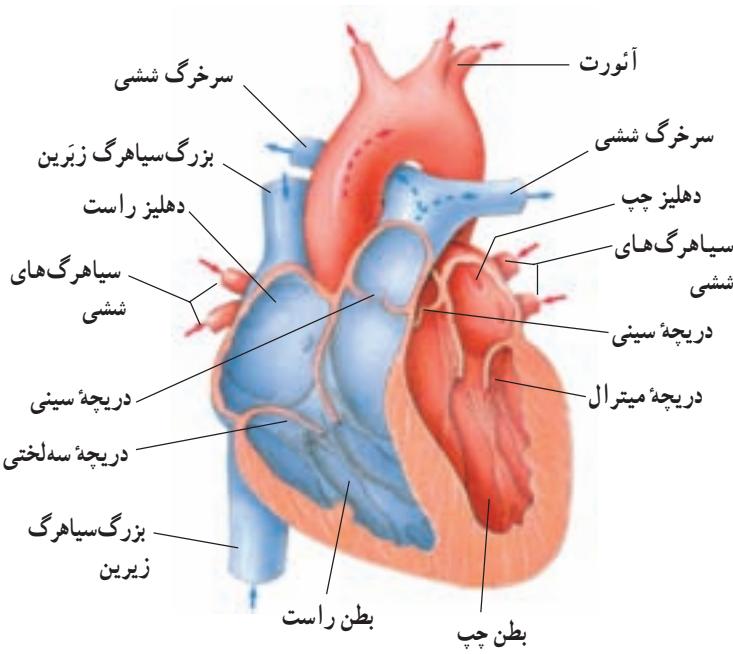
قلب: قلب تلمبه مرکزی دستگاه گردش خون است و با زنش‌های خود خون را در رگ‌ها به جریان می‌اندازد. جریان خون در ماهی‌ها به صورت ساده و در سایر مهره‌داران مضاعف است. منظور از ساده‌بودن جریان خون در ماهی‌ها این است که خون تیره‌ای (دارای CO_2 با تراکم بالا) که به قلب می‌آید با زنش‌های قلب به آبشش‌ها می‌رود و پس از تبادلات گازی، دیگر به قلب برنمی‌گردد، بلکه مستقیماً به بافت‌های بدن می‌رود. در حالی که در سایر مهره‌داران خون تیره از قلب ابتدا به شش‌ها می‌رود و پس از تبادل اکسیژن و دی‌اکسیدکربن، به قلب باز می‌گردد و پس بار دیگر در گردش عمومی خون به حرکت در می‌آید و به اندام‌ها می‌رود (شکل ۵-۶).

قلب خزندگان، پرندگان و پستانداران از چهار حفره، دو دهلیز در بالا و دو بطن در پایین، ساخته شده است. سمت راست

شده است. لایهٔ داخلی از جنس بافت پوششی است که حفره‌های دهلیز و بطن را می‌پوشاند. لایهٔ میانی ماهیچه‌ای و ضخیم و بخش قابل انقباض قلب است و لایهٔ خارجی بافت پیوندی است که آبسامه قلب را می‌سازد. در ساختار قلب، علاوه بر بافت ماهیچه‌ای میوکارد، نوعی بافت ماهیچه‌ای دیگر نیز وجود دارد که بافت گرهی خوانده می‌شود و در تولید و هدایت تحريك‌های قلب نقش اساسی دارد.

ویژگی‌های ماهیچه قلب: میوکارد دهلیزها و میوکارد بطن‌ها، هر کدام جداگانه به صورت یک مجموعه تارهای ماهیچه‌ای به هم پیوسته به انقباض درمی‌آیند. زیرا تارهای (سلول‌های) ماهیچه‌ای هر یک از این ماهیچه‌ها به یکدیگر متصل هستند و تحريك یک تار به سهولت از راه این اتصال‌ها به تارهای دیگر انتشار می‌یابد. در محل ارتباط ماهیچه دهلیزها به ماهیچه بطن‌ها یک بافت پیوندی عایق وجود دارد، به طوری که انتشار تحريك از دهلیزها به بطن‌ها، فقط از طریق بافت گرهی صورت می‌گیرد.

قلب ماهیچه‌ای خودکار است و بافت گرهی، کانون زایش تحريك و انقباض آن است. اعصاب قلب می‌توانند این انقباض‌ها را تندد یا کند کنند. به انقباض درآمدن ماهیچه قلب را سیستول و بازگشت آن به حالت آرامش را دیاستول می‌گویند.



شکل ۶-۶— قلب انسان

قلب خون را به شش‌ها می‌فرستد. این مسیر را گردش کوچک (ششی) می‌نامند. سمت چپ قلب خونی را که از شش‌ها آمده است، در مسیر گردش بزرگ به جریان می‌اندازد. دیواره قلب از سه لایهٔ داخلی (آنوکارد)، میانی (میوکارد) و خارجی (پریکارد) ساخته

فعالیت ۱-۶



تشريح قلب گوسفند

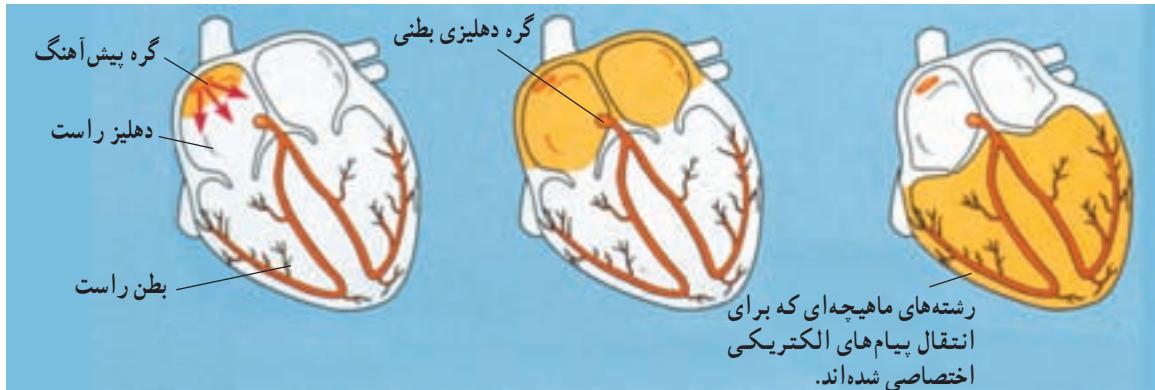
مواد لازم برای هر گروه: قلب سالم گوسفند، تستک تشريح، وسایل تشريح.

الف — مشاهدهٔ شکل ظاهري: قسمت پیش‌تر قلب را بطن‌های آن تشکيل می‌دهند. محل بطن‌ها را لمس کنید. متوجه خواهيد شد که دو بطن ضخامت یکسانی ندارند. بطن چپ دیوارهٔ قطعه‌تری نسبت به بطن راست دارد. آیا علت این ضخامت زیاد را می‌توانید حدس بزنید؟ در روی بطن‌ها رگ‌های غذا دهندهٔ قلب و مقداری چربی نیز وجود دارد. در صورتی که قلب را با دقت از بدن گوسفند بیرون آورده باشند، آبشame و مایع درونی آن به راحتی قابل مشاهده است، در غیر این صورت تنها پردهٔ داخلی آبشame که روی قلب چسبیده قابل مشاهده است که با نوک چاقو می‌توان کمی از آن را جدا کرد.

در قاعدهٔ قلب سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌های قلب قابل مشاهده‌اند. دیواره سرخرگ‌ها در مقایسه با سیاهرگ‌ها محکم‌تر و دارای خاصیت ارجاعی پیش‌تر هستند. با وارد کردن یک خودکار یا مداد به داخل آنها و تشخیص این که خودکار در دهلیز و یا بطن فرو می‌رود می‌توان سیاهرگ‌ها و سرخرگ‌ها را از یکدیگر تمیز داد.

ب — مشاهدهٔ بخش‌های درونی قلب: یک سوند شیاردار را از دهانهٔ سرخرگ ششی به بطن راست وارد کنید، سپس دیواره سرخرگ و بطن راست را در امتداد آن با قیچی بیرید به این ترتیب دریچه سینی در ابتدای سرخرگ مشاهده می‌شود. سپس می‌توانید به مشاهدهٔ درون طبع ببردازید. در سطح داخلی بطن برآمدگی‌هایی ماهیچه‌ای دیده می‌شود که به نوک برخی از آنها طناب‌های ارجاعی دریچه سه‌لختی متصل‌اند. در حد فاصل بین دهلیز و بطن راست دریچه سه‌لختی قابل مشاهده است.

مشاهدهٔ بطن چپ بالنجام اقدامات مشابه با شکافتن سرخرگ آورت و دیواره بطن صورت می‌گیرد.



۱- گره پیش آهنگ پیام های الکتریکی را تولید می کند.

۲- پیام های الکتریکی در دهلهزها منتشر می شوند.

۳- پیام های الکتریکی در بطنها منتشر می شوند.

شکل ۷-۶- بافت گرھی قلب و طرز کار آن

منتشر می شود. سرعت انتشار تحریک در گرھ دهلهزی - بطنی و الیاف دیواره بین دو بطن نسبتاً کم و در شبکه گرھی دیواره میوکارد زیاد است، به طوری که تحریک به سرعت و به صورت همزمان ماهیچه هر دو بطن را فرا می گیرد.

دریچه های قلب و رگ ها: دریچه های دهلهزی - بطنی به صورت یک طرفه خون را از دهلهزها به بطن ها راه می دهند و بسته می شوند. این دریچه ها شامل دریچه دولختی (میترال) بین دهلهز چپ و بطن چپ و دریچه سه لختی، بین دهلهز راست و بطن راست است. این دریچه ها قادر بافت ماهیچه ای هستند و جهت جریان خون آنها را باز یا بسته می کند. دریچه ها به وسیله رشته هایی به برجستگی های ماهیچه ای دیواره داخلی قلب اتصال دارند. در ابتدای آئورت و ابتدای سرخرگ ششی دریچه های سینی شکل دیده می شوند. این دریچه ها در هنگام ورود خون به سرخرگ ها باز می شوند و از بازگشت خون از سرخرگ ها به درون بطن ها جلوگیری می کنند. در طول سیاهرگ های نواحی پایین بدن، دریچه های لانه کبوتری وجود دارد که به صورت یک طرفه به سوی قلب باز می شوند و بازگشت خون از سیاهرگ ها به قلب را تسهیل می کنند (شکل ۶-۱۲).

صدای های قلب: در هر دوره قلبی که شامل سیستول و دیاستول دهلهزها و بطن هاست، صدای هایی از قلب شنیده می شود. این صدای را می توان به کمک گوشی طبی از سمت چپ قفسه سینه شنید. دو صدای اصلی از قلب به گوش می رسد. صدای اول طولانی تر و بم تر از صدای دوم است و در هنگام بسته شدن

بافت گرھی و خودکاری قلب: بافت گرھی که به علت نقش هدایت کننده خود بافت هادی نیز خوانده می شود، تحریک کننده میوکارد قلب است. هنگام به وجود آمدن قلب در جنین همه تارهای ماهیچه ای آن قادر به انقباض ذاتی هستند، ولی به تدریج با تمایز یافتن بافت ماهیچه ای قلب و افزایش قدرت انقباض تارها این خاصیت در میوکارد معمولی قلب از بین می رود و منحصرآ در بافت گرھی قلب، باقی می ماند. بافت گرھی قلب انسان شامل یک گرھ دهلهزی - دهلهزی، یک گرھ دهلهزی - بطنی و رشته هایی در دیواره بین دو بطن و در میوکارد بطن هاست. گرھ اول گرھ پیشاھنگ خوانده می شود و محل زایش تحریکات طبیعی قلب است. این گرھ در دیواره پشتی دهلهز راست و زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زبرین قرار گرفته است و از گرھ دوم بزرگتر است. تارهای ماهیچه ای این گرھ متناوباً به صورت خود به خودی تحریک می شوند. این تحریک به سایر تارهای میوکارد قلب منتقل می شود و آنها را به انقباض درمی آورد. گرھ دهلهزی - بطنی در حد فاصل بین دهلهزها و بطن ها و کمی متمایل به دهلهز راست قرار گرفته است. چند رشته از جنس بافت گرھی، گرھ دهلهزی - سینوسی - دهلهزی و دهلهزی - بطنی را به یکدیگر مربوط می سازد. تحریکی که در گرھ سینوسی - دهلهزی ایجاد می شود، سراسر ماهیچه دهلهزها را فرا می گیرد و پس از رسیدن به گرھ دهلهزی - بطنی به الیاف گرھی موجود در دیواره دو بطن منتقل می شود و از این راه به نوک بطن و سراسر بافت گرھی که در ماهیچه میوکارد پراکنده است و بالاخره به ماهیچه میوکارد

یک پدیده الکتریکی کلی نیز تولید می‌کند. این پدیده الکتریکی با توجه به هادی بودن بافت‌های بدن تا سطح بوست منتشر می‌شود و ثبت آن الکتروکاردیوگرافی نام دارد. منحنی ثبت شده الکتروکاردیوگرام است که به نوار قلب نیز شهرت دارد. برای الکتروکاردیوگرافی الکترودهای دستگاه الکتروکاردیوگراف را بروی بوست قرار می‌دهند و جریان الکتریکی قلب که به وسیله دستگاه تقویت می‌شود به صورت یک منحنی روی کاغذ رسم، یا روی یک صفحه حساس نمایان می‌شود. این منحنی‌ها را می‌توان از جلو قفسه سینه و یا از اندام‌ها (دست‌ها و پای‌چپ) ثبت کرد. شکل منحنی‌ها در انواع مختلف ثبت، کمی متفاوت است. در یک منحنی عادی الکتروکاردیوگرام سه موج ثبت می‌شود که با حروف P، QRS و T نشان داده می‌شوند. موج P کمی قبل از انقباض دهلیزها و موج QRS کمی قبل از انقباض بطن‌ها رسم می‌شود و بخش T نیز کمی پیش از پایان یافتن انقباض بطن‌ها و بازگشت آنها به حالت آرامش ثبت می‌شود. در بیماری‌های قلبی تغییراتی در این منحنی‌ها پدیدار می‌شود که از آنها برای تشخیص

دریچه‌های دهلیزی – بطئی ایجاد می‌شود. صدای دوم مربوط به بسته شدن دریچه‌های سرخرگی (سینی شکل) است. در برخی بیماری‌های قلب و در تقایص مادرزادی در جدار بین دهلیزها یا بطن‌ها، ممکن است صداهای غیرطبیعی و ممتد از قلب شنیده شود.

کار قلب: هر دوره کار قلب شامل انقباض دهلیزها، انقباض بطن‌ها و استراحت عمومی قلب است. این دوره در انسان، در حالت استراحت، به ترتیب $1/30^{\circ}$ و 4° ثانیه طول می‌کشد. در پایان دیاستول در حدود 12° میلی‌لیتر خون در هر بطن جمع می‌شود که تقریباً 7° میلی‌لیتر آن در سیستول بعدی وارد سرخرگ‌ها می‌شود. به مقدار خونی که در هر ضربان از هر بطن خارج می‌شود حجم ضربه‌ای و به حاصل ضرب حجم ضربه‌ای در تعداد زنش‌های قلب در دقیقه بروند و قلب می‌گویند.

کاردیوگرافی و الکتروکاردیوگرافی: ثبت حرکات مکانیکی و تغییرات فشار درون حفره‌های قلب را کاردیوگرافی و منحنی ثبت شده را کاردیوگرام می‌گویند. قلب در هر انقباض

فعالیت ۶-۲



سرعت طیش قلب خود را اندازه بگیرید

شما می‌توانید با لمس کردن محل نبض خود در مج دست، سرعت زنش قلب خود را اندازه بگیرید.

۱- روی صندلی یا نیمکت آرام بشینید و کف یک دست خود را رو به بالا نگه دارید.

۲- با انگشت میانی دست دیگر محلی را که در شکل نشان داده شده است، به آرامی لمس کنید.

آیا حرکت نبض خود را احساس می‌کنید؟ اگر پاسخ منفی است مکان انگشت خود را کمی تغییر دهید تا هنگامی که نبض را احساس کنید.

۳- تعداد ضربان‌های نبض خود را که همیشه مساوی با ضربان‌های قلبتان است، به مدت یک دقیقه بشمارید.

۴- مرحله ۳ را چهار بار تکرار کنید و میانگین طیش قلب خود را در یک دقیقه به دست آورید. این عدد سرعت طیش قلب را در حال استراحت نشان می‌دهد.

۵- به مدت یک دقیقه بایستید.



شکل ۶-۸

۶- در حالی که هنوز ایستاده‌اید، ضربان‌های قلب خود را دو دقیقه، اندازه بگیرید. این کار را نیز پنج بار تکرار کنید و میانگین تعداد ضربان‌های قلب خود را در حالت ایستاده محاسبه کنید. بین دو عددی که به دست آورده‌اید چقدر تفاوت وجود دارد؟ فکر می‌کنید چرا این دو عدد متفاوت‌اند؟

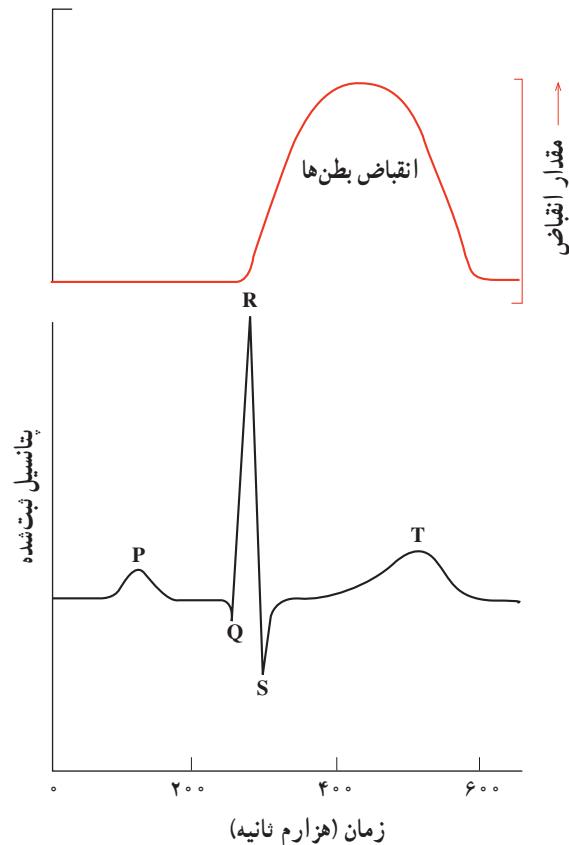
می‌توانند حجم زیادی خون را در خود جای دهند. سرخرگ‌ها با دیواره قابل ارجاعی خود، بخشی از انرژی سیستول قلب را در دیواره خود ذخیره می‌کنند و در دیاستول به خون بر می‌گردانند و به این ترتیب پیوستگی خون در رگ‌ها را تأمین می‌کنند.

دیواره مویرگ‌ها فقط از یک ردیف سلول ساخته شده و باعث تبادلات بین خون و مایع بین‌سلولی می‌شود. تعداد زیاد گلولهای قرمز و پروتئین‌های پلاسمای ایکسوسو و کمی قطر رگ‌ها از سوی دیگر، نوعی مقاومت ایجاد می‌کنند و موجب می‌شوند که حرکت خون در رگ‌ها به فشار نسبتاً زیادی نیاز داشته باشد. سرعت سیر خون در وسط رگ‌ها بیش از کناره‌های آن است. سرعت متوسط خون در آئورت از رگ‌های دیگر بیشتر است.

توزيع خون در بافت‌ها: خون رسانی به بافت‌ها و کم و زیادشدن آن با عوامل مختلف ارتباط دارد که قطر رگ‌ها و تعداد ضربان‌های قلب را تغییر می‌دهند. سرخرگ‌های کوچک در دیواره خود ماهیچه‌های صاف حلقوی فراوان دارند و مهم‌ترین نقش را در تغییر مقدار خون بافت‌ها به عهده دارند، زیرا ماهیچه‌های دیواره آنها برای مواد شیمیایی و یا تحریک عصبی به سرعت به انقباض یا انبساط درمی‌آیند و قطر رگ را کم یا زیاد می‌کنند. اندام‌هایی که به طور طبیعی متابولیسم شدید دارند و یا به طور موقت فعال‌تر می‌شوند خون بیشتری را به سوی خود می‌کشند، زیرا تغییرات حاصل از متابولیسم، مانند کاهش اکسیژن و افزایش دی‌اکسید کربن و گرمای مسنتقیماً بر دیواره رگ‌ها اثر می‌کند و باعث گشادشدن رگ‌ها می‌شود. فقط واکنش رگ‌های دیواره کیسه‌های هوایی شش‌ها در برابر کمبود اکسیژن با نواحی دیگر بدن متفاوت است.

فشار سرخرگی: فشار خون در سرخرگ‌ها بین دو حد، یعنی حداکثر و حداقل، نوسان می‌کند و به علت خاصیت ارجاعی دیواره آنها به صفر نمی‌رسد. فشار خون در مسیر گردش خون به تدریج پایین می‌آید. در انسان به علت وضعیت قائم بدن، فشار سرخرگی نسبتاً بالاست و خون رسانی به مغز را در حالت ایستاده تأمین می‌کند.

نوع بیماری استفاده می‌کنند. این تغییرات ممکن است در شکل منحنی، ارتفاع آن و یا زمان بخش‌های مختلف پدیدار شود. مثلاً بزرگ شدن قلب در مواردی، مانند فشار خون مزمن و تنگی دریچه‌ها باعث افزایش ارتفاع QRS و افارکتوس قلب که ناشی از نرسیدن خون به میوکارد است، موجب کاهش این ارتفاع می‌شود و اگر تحریک ایجاد شده در گره سینوسی کنترل از حالت عادی به سوی بطن‌ها هدایت شود، فاصله زمانی P تا Q از حد طبیعی خود بیشتر می‌شود. بی‌نظمی‌های زنش قلب نیز روی منحنی‌های الکتروکاردیوگرام نمایان می‌شوند (شکل ۶-۹).



شکل ۶-۹. الکتروکاردیوگرام و ارتباط آن با انقباض بطن‌ها

گردش خون در رگ‌ها: در هر دو مسیر گردش بزرگ و گردش کوچک، رگ‌ها شامل سرخرگ‌های بزرگ، سرخرگ‌های کوچک، مویرگ‌ها، سیاهرگ‌های کوچک و سیاهرگ‌های بزرگ است. بیشترین مقدار خون در سیاهرگ‌های بزرگ است. سیاهرگ‌ها با داشتن قطر زیاد و مقاومت کم دیواره خود،

خودآزمایی ۷

- ۱- منظور از دستگاه گردش خون ساده و مضاعف چیست؟ در هر مورد یک مثال ذکر کنید.
- ۲- خونی که از بخش‌های پایین بدن به طرف قلب می‌رود چه مسیرهایی را طی می‌کند تا به بافت مغز برسد؟
- ۳- لایه‌های مختلف دیواره قلب را نام ببرید. مهم‌ترین ویژگی ماهیچه قلب چیست؟
- ۴- نقش بافت هادی را در تولید و هدایت پیام الکتریکی قلب، شرح دهید.
- ۵- در هنگام دیاستول و سیستول چه دریچه‌هایی باز و چه دریچه‌هایی بسته هستند؟ هریک از صداهای قلب مربوط به بسته شدن چه دریچه‌ای است؟
- ۶- براساس مثالی که در کتاب برای مدت زمان هریک از مراحل ضربان قلب شرح داده شده است، قلب در هر دقیقه چند ضربان خواهد داشت؟ اگر حجم ضربه‌ای ۶۵ میلی لیتر باشد، بروان ده قلب چقدر خواهد بود؟
- ۷- یک منحنی الکتروکاردیوگرام را رسم کنید. هریک از مراحل آن را مختصراً توضیح دهید.

فعالیت ۷-۳

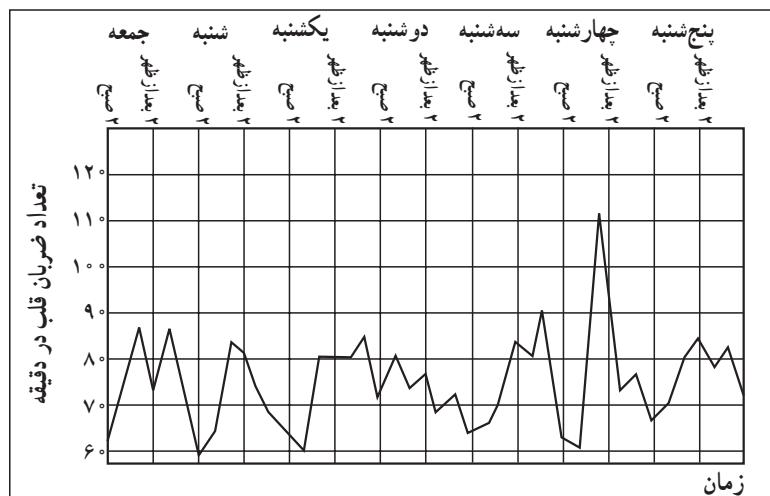
- ۱- فشار خون یک شخص را می‌توان با قراردادن دستگاه الکترونیکی حساس به فشار، درون یکی از سرخرگ‌ها به طور دائم اندازه گرفت. نمودار زیر تغییرات فشار خون شخصی را که به ترتیب فوق به دست آمده است، نشان می‌دهد :

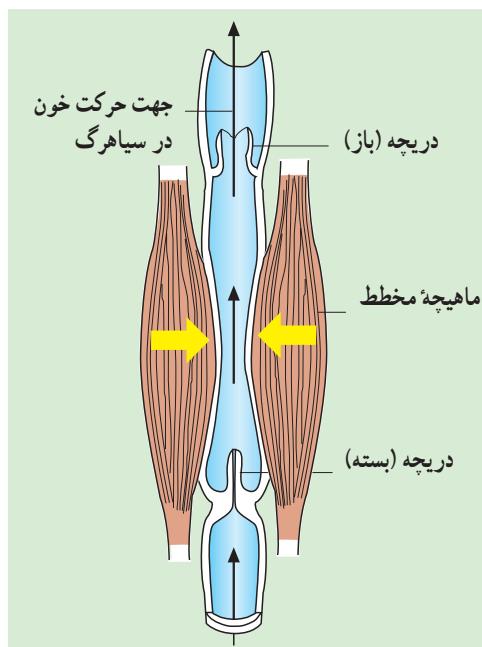


شکل ۶-۱۰

- الف - فکر می‌کنید چرا فشار خون مرتب بالا و پایین می‌رود؟
- ب - چه عواملی ممکن است باعث افزایش تعداد این امواج در واحد زمان بشوند؟
- ۲- برای هر کدام از موارد زیر، حداقل یک دلیل ذکر کنید :
 - الف - دیواره بطن چپ بزرگ‌تر از دیواره بطن راست است.
 - ب - لایه ماهیچه‌ای موجود در دیواره سرخرگ‌ها ضخیم‌تر از لایه ماهیچه‌ای دیواره سیاهرگ‌هاست.
 - ج - دیواره مویرگ‌ها بسیار نازک است.
 - د - در سیاهرگ‌ها دریچه‌هایی وجود دارد.
- ۳- آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد دیواره سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها از نظر خاصیت کشناسانی یکسان نیستند.
- ۴- سرعت متوسط خون در سرخرگ‌ها در حدود ۳۵ سانتی متر در ثانیه است، اما این سرعت در مویرگ‌ها $\frac{1}{5}$ میلی متر در ثانیه است :
 - الف - سرعت حرکت خون در سرخرگ‌ها چند برابر سرعت حرکت خون در مویرگ‌هاست؟
 - ب - این تفاوت به چه علت است؟
 - ج - چرا لازم است سرعت حرکت خون در مویرگ‌ها، به نسبت آهسته باشد؟
- ۵- نمودار صفحه بعد تعداد ضربان‌های قلب یک بیمار را که هر ۴ ساعت یکبار اندازه‌گیری شده است، نشان می‌دهد.
- الف - آیا می‌توانید تغییراتی تناوبی در تپش‌های قلب این بیمار بیابید؟ اگر پاسخ مثبت است، آن را توصیف کنید.

- ب - آیا روش رسم نمودار برای نشان دادن حرکات قلب این بیمار را مناسب می دانید؟ پاسخ خود را شرح دهید.
- ج - بیشترین و کمترین زنش های قلب چه هنگامی انجام شده اند؟
- د - چند دلیل برای ایجاد این بیشترین و کمترین زنش ها ذکر کنید.





شکل ۱۳-۶- حرکت خون در سیاهرگ ها

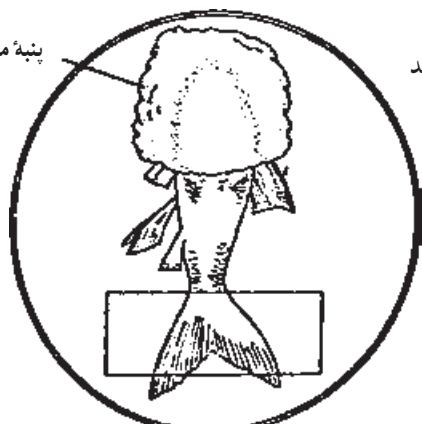
گردش خون در سیاهرگ ها: سیاهرگ ها بیشترین مقدار خون را در خود جا داده اند. قطر سیاهرگ ها بیشتر از سرخرگ ها و دیواره آنها کم مقاومت است. باقیمانده فشار سرخرگی باعث ادامه جریان خون در سیاهرگ ها می شود. علاوه بر آن فشار منفی (مکش) قفسه سینه که به سیاهرگ های این ناحیه منتقل می شود و فشاری که براثر پایین آمدن پرده دیافراگم در هنگام دم بر شکم وارد می شود و به خصوص حرکات موزون ماهیچه ها که به سیاهرگ های مجاور خود اثر می گذارند، مک مؤثری به جریان خون در سیاهرگ ها می کند. وجود دریچه های سیاهرگی یک طرفی در اغلب سیاهرگ ها که به سوی قلب باز می شوند نیز بازگشت خون به قلب را تسهیل می کند و در موقع ایستادن اثر نامساعد نیروی گراش زمین را بر گردش خون در سیاهرگ ها کاهش می دهد (شکل ۱۳-۶).

فعالیت ۶-۴



مشاهده گردش خون ماهی

بدن یک ماهی کوچک را مطابق شکل ۱۴ در پنبه مرطوب بیچید به طوری که فقط باله دمی آن بیرون باشد. ماهی را در ظرف پتی که اندازی آب دارد قرار دهید، روی باله دمی یک لام بگذارید تا آن را گسترده نگهدارد. حال آن قسمت از ظرف پتی را که حاوی باله و لام است در زیر میکروسکوپ قرار دهید و ابتدا با بزرگنمایی کم و سپس با بزرگنمایی متوسط آن را مشاهده کنید. در صورتی که ماهی به حد کافی کوچک باشد می توانید آن را روی لام مرطوب بینید و باله دمی آزاد آن را در زیر میکروسکوپ ببینید. گزارشی از آنچه مشاهده می کنید به معلم خود ارائه دهید.



شکل ۱۴-۶- طرز استفاده از باله دمی ماهی برای مشاهده جریان خون در رگ ها

بیشتر بدانید

روش های تشخیص بیماری های قلب و رگ ها

آزمون ورزش: یکی از راه های بررسی عملکرد قلب آزمون ورزش است. در این روش نعالیت راه رفت و یا دویدن بر روی یک نقاله ای متحرک، شبیه سازی می شود. فشارخون و نوار قلب فرد را در این حالت اندازه گیری و ثبت می کنند. پزشک متخصص با بررسی و تفسیر نتایج به وجود تنگی در رگ های کرونری قلب بی می برد و یا انجام روش های دیگر را توصیه می کند.

ثبت فعالیت‌های دستگاه گردش خون در یک دوره‌ی زمانی: مخصوصاً با متصل کردن دستگاه‌های الکترونیکی و پژوهش‌های 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 به چگونگی کار قلب و رگ‌ها در شرایط مختلف بی‌می‌برند.

آنژیوگرافی (رگ‌نگاری): تصویربرداری از رگ‌های اندام‌های مختلف بدن با استفاده از پرتو ایکس، آنژیوگرافی 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 موردنظر هدایت می‌کنند. سپس از طریق لوله، ماده‌ی 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 کرونری 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 لوله‌ی مشبك فنری از بسته شدن دوباره‌ی رگ جلوگیری کنند.

اسکن قلب: این روش برای تشخیص خون‌رسانی سرخرگ‌های کرونر قلب در دو حالت همراه با آزمون ورزش و استراحت انجام می‌شود. در مرحله‌ی نخست فرد مدتی بر روی نقاله‌ی متحرک حرکت می‌کند، سپس یک رادیودارو به یکی از سیاه‌رگ‌های او تزریق می‌شود. پس از آن یک دستگاه آشکارساز پرتوهای حاصل از رادیوداروی موجود در بدن بیمار را به الکتریسیته تبدیل و آن‌ها را به صورت تصاویر رنگی ثبت می‌کند. در مرحله‌ی دوم بدون انجام ورزش به بیمار رادیودارو تزریق و تصویربرداری انجام می‌شود. تصویرهای حاصل از هر دو مرحله را متخصص پزشکی هسته‌ای و گزارش آزمون ورزش را نیز متخصص قلب و عروق تفسیر می‌کند. در این روش بخش‌های آسیب دیده‌ی قلب و تنگی موجود در رگ‌های آن مشخص می‌شوند.

نحوه‌ی آزمایش‌ها^{۱۰}

- ۱- توزیع خون در بافت‌ها چگونه کنترل می‌شود، چه عواملی باعث گشادشدن رگ‌های بافت‌ها می‌شوند؟
- ۲- تغییرات فشار خون در سرخرگ‌های گردش بزرگ و گردش ششی، چگونه است؟
- ۳- چه نوع سازگاری‌هایی بین ساختار دیواره سرخرگ‌ها و سیاه‌رگ‌ها و نقش هریک دیده می‌شود؟
- ۴- چه نیروهایی در تبادل مواد بین مویرگ‌ها و بافت‌ها دخالت دارند. نقش هریک در مبادله مواد چیست؟
- ۵- چه عواملی در بازگشت خون از سیاه‌رگ‌ها به قلب مؤثرند؟

در جانورانی که گردش خون بسته دارند، خون فقط با آن

خون مایعی است که درون رگ‌ها حرکت می‌کند

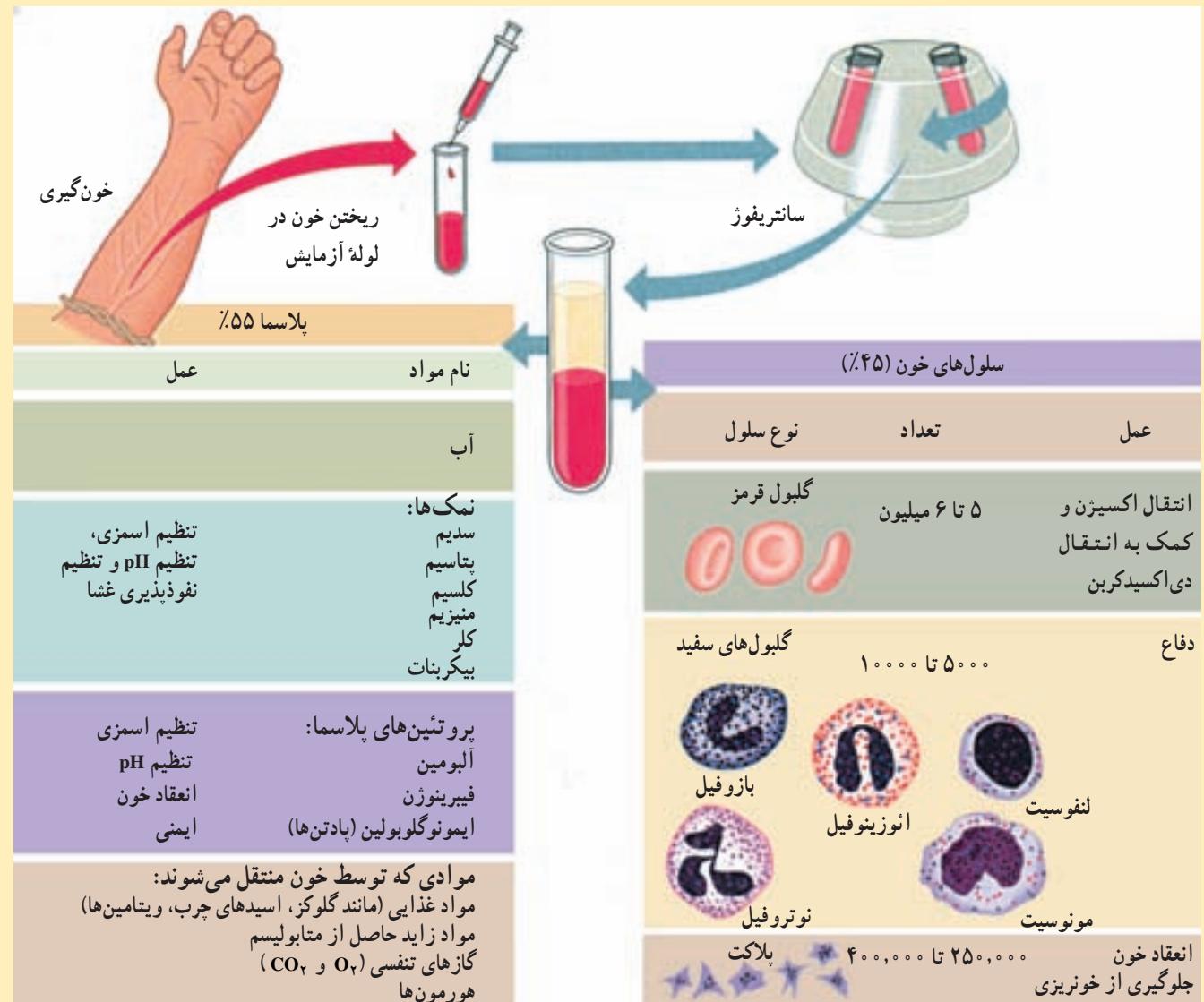
دسته از سلول‌هایی که در دیواره داخلی قلب و رگ‌ها قرار دارند، تماس مستقیم دارد. در این جانوران بخشی از پلاسمای خون از دیواره مویرگ‌ها به فضاهای بین سلول‌ها نفوذ می‌کند و مایع میان بافتی را می‌سازد. این مایع پس از تغذیه سلول‌ها به وسیله رگ‌های لنفی جمع‌آوری و به سیاه‌رگ‌ها بازگردانده می‌شود. در جانورانی که گردش خون باز دارند در بین سرخرگ‌ها

خون ارتباط شیمیایی بین سلول‌های بدن را امکان‌پذیر می‌سازد. حرکت خون در بدن علاوه بر انتقال مواد غذایی، اکسیژن و دی‌اکسید کربن، هورمون‌ها و مواد دیگر، به تنظیم دمای بدن و یکسان کردن دما در نواحی مختلف بدن کمک می‌کند. خون با عمل گلوبول‌های سفید در اینمی بدن و دفاع در برابر عوامل خارجی نقش اساسی دارد.

شناورند. در انسان بالغ خون در حدود ۸ درصد کل وزن بدن را تشکیل می‌دهد. ۵۵ درصد حجم خون را پلاسما و ۴۵ درصد آن را سلول‌های خونی تشکیل می‌دهند. نسبت حجم سلول‌ها به حجم خون هماتوکریت نام دارد که به درصد بیان می‌شود (شکل ۱۵-۶).

و سیاهرگ‌ها شبکهٔ مویرگی کامل وجود ندارد و خون مستقیماً به فضای بین سلول‌های بدن وارد می‌شود و در مجاورت سلول‌ها جریان می‌یابد. این مایع همولنف نام دارد و نقش خون، مایع میان بافتی و لف را داراست. در خون گلbulول‌های قرمز، گلbulول‌های سفید و پلاکت‌ها (گرده‌ها) در یک محیط مایع به نام پلاسما

بیش تر بدانید



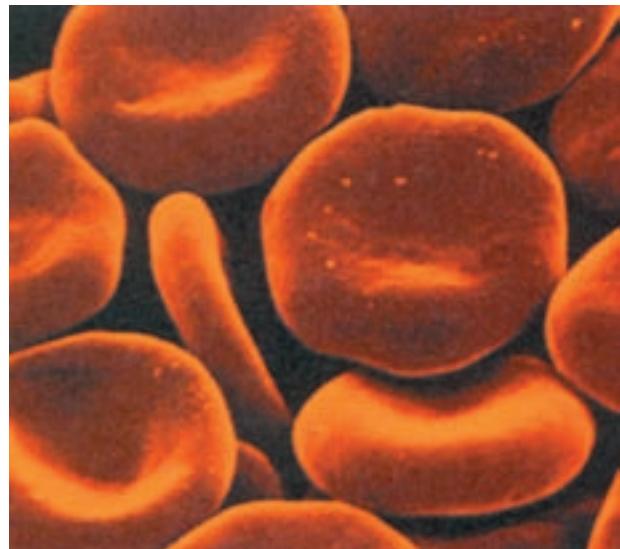
به بعد گلوبول‌سازی فقط در مغز استخوان‌های پهنه و بخش کوچکی از استخوان‌های دراز که به تنه متصل هستند، ادامه می‌یابد. عامل تنظیم کنندهٔ تولید گلوبول‌های قرمز ماده‌ای به نام اریتروپویتین است که بر اثر کاهش اکسیژن رسانی به بافت‌ها از کلیه‌ها و کبد ترشح می‌شود و بر سلول‌های زایندهٔ مغز استخوان اثر می‌کند و تولید گلوبول‌های قرمز را افزایش می‌دهد. برای تولید گلوبول‌های قرمز وجود ویتامین B₁₂ و اسید فولیک ضرورت دارد. همان‌طور که می‌دانید، با توجه به این که سلول‌های دیوارهٔ معده با ترشح گلیکوپروتئینی (پروتئین + کربوهیدرات) به نام فاکتور داخلی معده از تخرب ویتامین B₁₂ به وسیلهٔ آنزیم‌های معده جلوگیری می‌کند، آسیب مخاط معده باعث کم خونی و خیم می‌شود.

هموگلوبین پروتئین آهن‌داری است. در بدن فرد بالغ و سالم در حدود ۴ گرم آهن وجود دارد که بخش اصلی آن در هموگلوبین گلوبول‌های قرمز و نیز در میوگلوبین ماهیچه‌هاست. کمبود آهن بدن باعث کوچک شدن گلوبول‌های قرمز و کاهش هموگلوبین آنها می‌شود. هر مولکول هموگلوبین دارای یک بخش پروتئینی به نام گلوبین و یک بخش آهن‌دار به نام هم است.

مرگ گلوبول‌های قرمز: عمر گلوبول‌های قرمز پس از ورود به خون در حدود ۱۲۰ روز است. با افزایش سن آنها، از مقدار آنزیم‌های آنها کم و غشا شکننده می‌گردد. این گلوبول‌ها در موقع عبور از مویرگ‌های باریک کبد و طحال آسیب می‌بینند و ازین می‌روند. هموگلوبین آزاد شده، به وسیلهٔ ماکروفازها تجزیه می‌شود و آهن آن بار دیگر به مغز استخوان انتقال می‌یابد و برای ساخته شدن گلوبول‌های جدید به کار می‌رود. گلوبین نیز وارد چرخه‌های متابولیک پروتئین‌ها می‌شود. بیلی‌رویین که ماده اصلی رنگی صفر است، به وسیلهٔ ماکروفازها از تجزیهٔ هموگلوبین به وجود می‌آید.

کاهش تعداد گلوبول‌های قرمز و نیز کاهش مقدار هموگلوبین گلوبول‌ها را آنمی، و به افزایش آن‌ها پلی‌سیتومی می‌گویند. از دست دادن خون و کمبود آهن از علل مهم آنمی و کم رسانیدن اکسیژن به بافت‌ها و یا پرکاری غیرطبیعی مغز استخوان علت اصلی بیلی‌سیتومی است.

گلوبول‌های قرمز (اریتروسیت‌ها): این سلول‌ها که در انسان و بسیاری دیگر از جانوران بدون هسته هستند، تقریباً همه اجزای سلولی خود را از دست داده‌اند و از ماده‌ای به نام **هموگلوبین** پر شده‌اند. در دو طرف مقعر هستند (شکل ۶-۱۶). شکل خاص گلوبول‌های قرمز موجب می‌شوند تا این سلول‌ها بتوانند تغییر شکل دهند و از مویرگ‌های باریکی که در برخی نواحی بدن از اندازهٔ گلوبول‌ها نیز کوچک‌تر هستند، عبور کنند. البته برخی از گلوبول‌های پیر در عبور از این رگ‌ها، آسیب می‌بینند و ازین می‌روند. در ارتفاعات که فشار اکسیژن هوا کم‌تر است بر تعداد گلوبول‌های قرمز خون افزوده می‌شود. گلوبول‌های قرمز به وسیلهٔ هموگلوبین خود اکسیژن خون را حمل و پخش می‌کنند و نقش مختصری نیز در جایه‌جایی دی‌اکسیدکربن دارند. گلوبول‌های قرمز علاوه بر آن با دارا بودن مقدار زیادی آنزیم اندیرازکربنیک (فصل ۵) در غشاء خود به ترکیب آب و دی‌اکسیدکربن کمک می‌کنند و با این عمل خود در جایه‌جایی و دفع دی‌اکسیدکربن نیز نقش بسیار مهم دارند.



شکل ۶-۱۶— گلوبول‌های قرمز

زایش گلوبول‌های قرمز: در دورهٔ جنینی گلوبول‌های قرمز ابتدا در کیسهٔ زرده و سپس در کبد، طحال، گره‌های لنفی و مغز استخوان ساخته می‌شوند. مغز استخوان‌های دراز و پهنه همچنان به تولید گویچه‌های قرمز ادامه می‌دهند و از حدود ۵ سالگی

فعالیت ۵-۶



- ۱- در هر میلی متر مکعب خون، به طور متوسط پنج میلیون گلbul قرمز وجود دارد. سطح هر گلbul قرمز $120\text{ }\mu\text{m}^2$ میکرومتر مربع و حجم خون انسان به طور متوسط $5\text{ }\text{L}$ است :
- الف - در خون انسان حدوداً چند گلbul قرمز وجود دارد؟
 - ب - مجموع سطوح گلbul های قرمز خون یک انسان چند متر مربع است؟
 - ج - وجود این سطوح از گلbul قرمز، چه مزیتی دارد؟
 - ۲- چرا از دست دادن بیش از دو لیتر خون خطرناک است؟
 - ۳- پژوهشگری تعداد متوسط گلbul های قرمز افرادی را که در ارتفاع 5860 m از سطح دریا زندگی می کنند و نیز تعداد متوسط گلbul های قرمز خون افرادی را که در کنار دریا زندگی می کنند، اندازه گرفته است :

۵ میلیون در هر میلی متر مکعب	در سطح دریا	فکر می کنید دلیل این تفاوت چیست؟
$7/4$ میلیون در هر میلی متر مکعب	در ارتفاع 5860 m از سطح دریا	

أوزینوفیل‌ها از نظر ظاهری به نوتروفیل‌ها شباهت دارند ولی قدرت آندوسیتوز (فصل ۲) آنها کمتر است. أوزینوفیل‌ها در عفونت‌های انگل‌افزايش می‌يابند و با ترشح موادی می‌توانند بسیاری از انگل‌ها را نابود سازند. در حساسیت‌ها (آلرژی‌ها) نیز تعداد أوزینوفیل‌ها زیاد می‌شود. بازوفیل‌ها در ترشح هپارین که یک ماده ضد انعقاد خون است و هیستامین که گشاد کننده رگ‌هاست دخالت دارند.

مونوپلی‌تها به همراه نوتروفیل‌ها با حمله به باکتری‌ها، ویروس‌ها و سایر ذرات خارجی که به بدن وارد شده‌اند، آنها را از بین می‌برند. مونوپلی‌ها پس از خروج از خون و ورود به بافت‌های بدن به صورت سلول‌های درشتی به قطر $8\text{ }\mu\text{m}$ میکرون به نام ماکرو‌فائز درمی‌آیند و با داشتن لیزوزوم‌های فراوان در مبارزه با عوامل بیماری‌زا نقش مهمی دارند. مونوپلی‌ها و نوتروفیل‌ها دارای حرکات آمیزی شکل هستند و به کمک پدیده‌ای به نام دیاپلز از منافذ رگ‌های خونی عبور می‌کنند.

گلbul های سفید: این سلول‌ها در مغز قرمز استخوان ساخته می‌شوند و به تعداد تقریبی $7000\text{ }\mu\text{L}$ در هر میلی متر مکعب خون سیستم دفاعی بدن را می‌سازند. گلbul های سفید به دو نوع اصلی گرانولوسیت و آگرانولوسیت تقسیم می‌شوند. گرانولوسیت‌ها خود شامل سه گروه : نوتروفیل، اوزینوفیل و بازوفیل هستند. آگرانولوسیت‌ها به دو گروه لنفوپلیت و مونوپلیت تقسیم می‌شوند. طول عمر گلbul های سفید به جز مونوپلی‌ها بیش از ماکرو‌فائز تبدیل می‌شوند و می‌توانند تا بیش از یک سال زنده بمانند، از چند ساعت تا چند هفته بیشتر نیست. مهم‌ترین اعمال گلbul های سفید به شرح زیر است : نوتروفیل‌ها سلول‌هایی هستند که تحرک زیاد دارند. این سلول‌ها با خاصیت تاکتیک شیمیایی به سوی ذرات خارجی یا بافت‌های در حال تخریب کشیده می‌شوند و با پدیده فاگوسیتوز موجب از بین رفتن آنها می‌شوند.



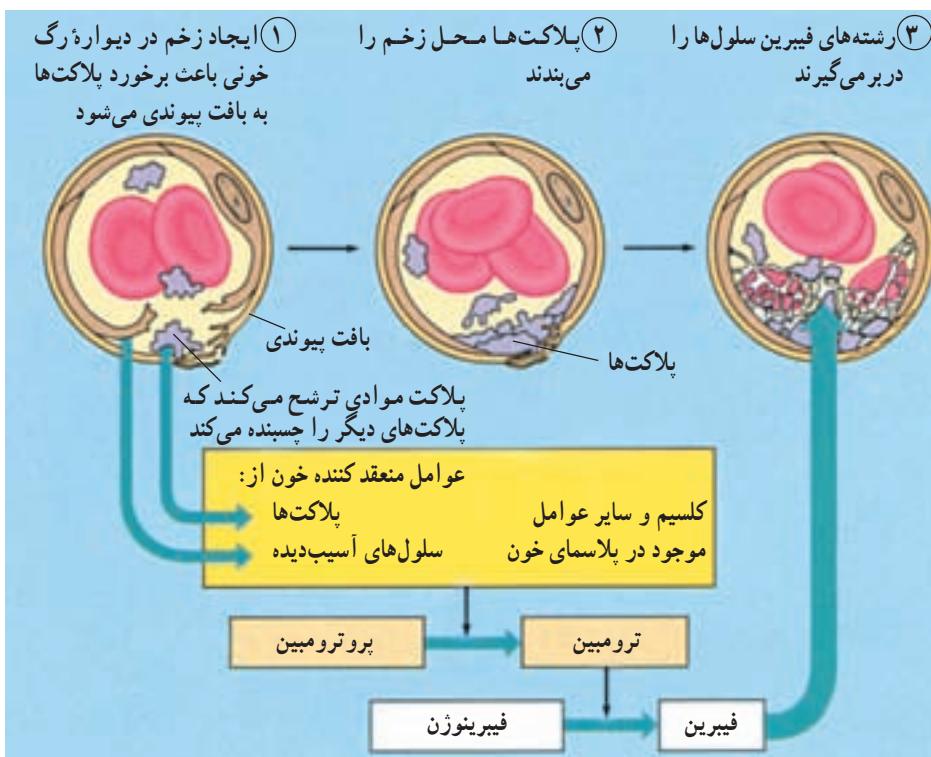
شکل ۱۷-۶- انواع گلbul های سفید خون

انعقاد خون: اگر یک رگ خونی پاره شود، برای جلوگیری از خونریزی تغییراتی در محل زخم رخ می‌دهد که اگر پارگی رگ زیاد نباشد، به بسته شدن آن منجر می‌شود. پلاکت‌ها در این واکنش‌ها نقش اساسی دارند.

انقباض ماهیچه‌های صاف دیواره رگ در محل بریدگی و آماس و به هم چسبیدن پلاکت‌ها و بالاخره لخته شدن خون مانع خونریزی می‌شود. در روند انعقاد، فیبرینوژن محلول در پلاسما، تحت تأثیر ماده‌ای به نام ترومیبین به رشته‌های فیبرین تبدیل می‌شود و فیبرین گلبول‌های خون را با خود جمع می‌کند و لخته را می‌سازد. ترومیبین از شکسته شدن یکی از پروتئین‌های پلاسما به نام پروتروموبین به وجود می‌آید. این عمل تحت تأثیر ماده‌ای به نام ترومبوپلاستین صورت می‌گیرد که از بافت‌های آسیب‌دیده جدار رگ‌ها، یا از پلاکت‌ها آزاد می‌شود. وجود ویتامین K و کلسیم برای انجام روند انعقاد خون لازم است.

گروه‌های خونی: در سال گذشته با چهار گروه خون اصلی به نام‌های A و B و O آشنا شدیم و دیدید که نوع گروه خونی بستگی به نوع آنتی‌زن موجود در غشاء گلبول قرمز دارد. علاوه بر آنتی‌زن A و B گلبول‌های قرمز اکثر افراد دارای آنتی‌زن دیگری به نام Rh نیز هستند.

آنٹی‌زن رزووس (Rh): به افرادی که آنتی‌زن Rh دارند، Rh^+ و به کسانی که فاقد آن هستند Rh^- می‌گویند. اگر خون Rh^+ را به فرد Rh^- تزریق کنند، پادتن ضد Rh در خون او ساخته می‌شود به طوری که اگر چنین تزریقی تکرار شود، واکنش شدیدی در بدن میزان پدید می‌آید. در بارداری‌هایی که Rh خون مادر منفی و Rh خون جنین مثبت باشد، به علت ورود مقداری آنتی‌زن‌های Rh از خون جنین به خون مادر، پادتن‌های ضد Rh در بدن مادر به وجود آمده از جفت عبور می‌کنند و موجب آگلوبولینه شدن خون جنین می‌شوند. این واکنش از حاملگی‌های دوم به بعد ظاهر می‌شود.



شکل ۱۸-۶- مراحل انعقاد خون

خودآزمایی ۴-۷

- ۱- مهم‌ترین اعمال خون را نام ببرید.
- ۲- نقش پروتئین‌های خون، گلbulول‌های قرمز و هریک از گلbulول‌های سفید و پلاکت‌ها را در جریان خون مختصرًا توضیح دهید.
- ۳- هریک از موارد زیر در تولید گلbulول قرمز چه نقشی را به عهده دارند؟
مغز قرمز استخوان، اریتروپویتین، فاکتور داخلی، آهن
- ۴- با رسم شکل مراحل انعقاد خون را تشریح کنید.

پلاسما منشأ می‌گیرد، در بافت‌هایی که در مجاورت آن مویرگ قرار دارند، به گردش درمی‌آید و در این حالت مایع میان بافتی نامیده می‌شود. پروتئین‌ها و گلbulول‌های خون از مویرگ خارج نمی‌شوند. بخشی از مایع میان بافتی پس از تبادل مواد با سلول‌ها بار دیگر به مویرگ‌ها باز می‌گردد؛ اما بخشی از آن به رگ‌های باریکی که مویرگ لنفي نامیده می‌شوند، وارد می‌شود. مایع مذکور هنگامی که درون دستگاه لنفي در جریان است، لنف نامیده می‌شود. لنف مایعی بی‌رنگ است.

دستگاه لنفي به گردش خون و نیز به اینمی بدن کمک می‌کند

گاهی ممکن است پرشك زیر چانه و گردن ما را برای پیدا کردن «غده‌ها» لمس کرده باشد. متورم بودن این گره‌ها، علامت بیماری است. کار این گره‌ها چیست؟ برای یافتن پاسخ این پرسش، لازم است دستگاه گردش خون را بار دیگر مرور کنیم. هنگامی که خون درون مویرگ‌ها حرکت می‌کند، مایعی از میان دیواره مویرگ‌ها به خارج آنها نشست می‌کند. این مایع که از

فعالیت ۶-۷

- ۱- شخصی دندان درد گرفته است، اما پس از مدتی گره لنفي زیر گلوی او متورم و دردناک شده است. علت آن چیست؟
- ۲- چرا وجود گره‌های لنفي فراوان در گلو و گردن لازم است؟



خودآزمایی ۵-۸

- ۱- مایع میان بافتی و لنف چگونه به وجود می‌آیند؟ تفاوت آنها با پلاسما در چیست؟
- ۲- نقش گره لنفي چیست؟ چند نوع گره لنفي نام ببرید.

رگ‌های لنفي در همه جای بدن حضور دارند و شبکه‌ای به نام دستگاه لنفي تشکيل می‌دهند. لنف سرانجام به يكی از سياهرگ‌های بدن می‌ريزد و به اين طريق دوباره به خون باز می‌گردد. در يچه‌هایی که در رگ‌های لنفي قرار دارند، از بازگشت مایع درون آنها جلوگیری می‌کنند.

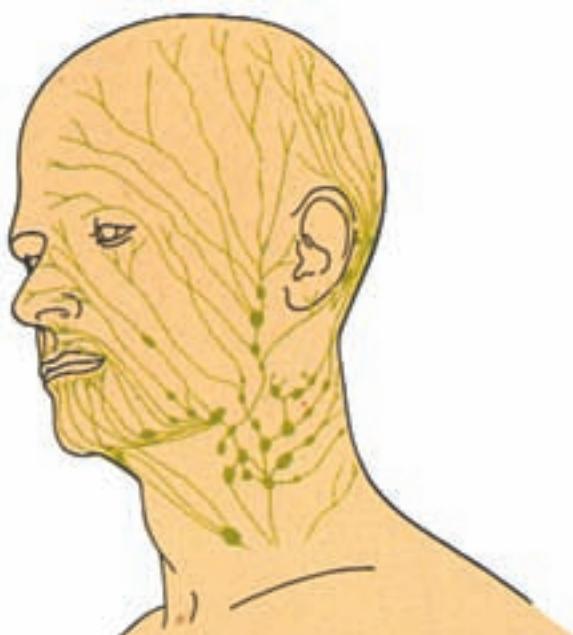
در مسیر رگ‌های لنفي برآمدگی‌هایی به نام گره لنفي وجود دارد. اين گره‌ها اسفنجی هستند. لنف در میان حفره‌ها و مجاري اسفنج مانند اين گره‌ها حرکت می‌کند و میکروب‌ها و ذرات درشت خود را در آن‌جا برجای می‌گذارد. ماکروفازها در اين گره‌ها حضور دارند و با میکروب‌ها مبارزه می‌کنند.

فرض کنید اگر جایی در دهان شما دچار عفونت شده است، میکروب‌هایی که از طریق این عفونت به بدن شما راه پیدا کرده‌اند، در گره‌های لنفي گردن و زیر چانه به دام می‌افتد و مبارزه‌ای که در آن‌جا بین بدن و این باکتری‌ها درمی‌گیرد، باعث تورم این گره‌ها می‌شود. پژوهش با لمس این گره‌ها از وضعیت آنها آگاه می‌شود و به بیمار بودن یا نبودن ما بی می‌برد. شایان ذکر است که این گره‌ها «غده» نیستند، چون ماده‌ای از خود به بیرون ترشح نمی‌کنند؛ اما در زبان عامیانه به آنها «غده» گفته می‌شود.

در اطراف گردن، زیر بغل و کشاله ران تعداد زیادی گره لنفي وجود دارد. لوزه‌ها نیز ساختار لنفي دارند.

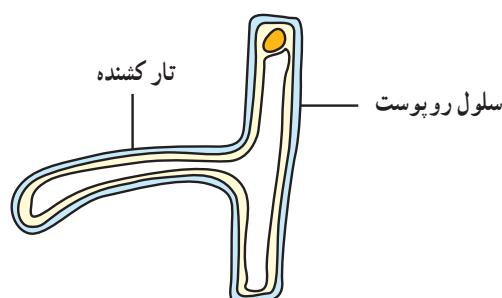
انتقال مواد در گیاهان

نقش اصلی ریشه‌ها جذب آب و مواد معدنی است.

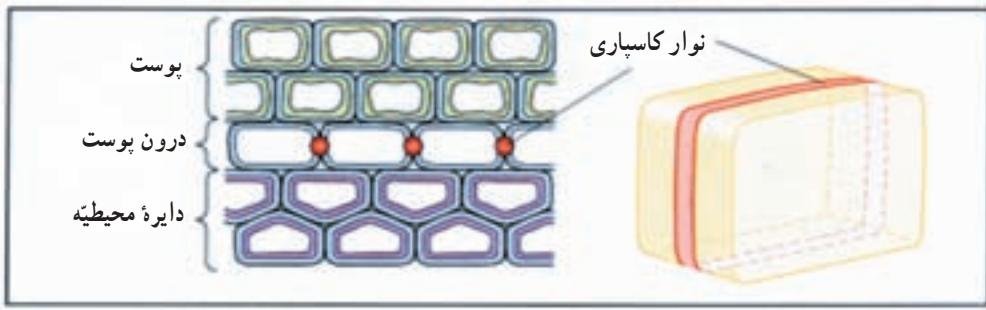


شکل ۱۹-۶- بخشی از دستگاه لنفي در سر و گردن

ریشه‌ها گیاه را در خاک ثابت نگه می‌دارند، اما نقش مهم‌تر آنها جذب آب و بیون‌های معدنی محلول از خاک است. در تزدیکی رأس ریشه، تارهای کشنده از لایه خارجی، یعنی روپوست (فصل ۳) ایجاد می‌شوند. تارهای کشنده فقط در منطقه کوچکی از ریشه، قابل مشاهده هستند. این تارها در اصل سلول‌های روپوستی طویل شده‌ای هستند (شکل ۲۰-۶) که سطح وسیعی را برای جذب آب فراهم می‌کنند.



شکل ۲۰-۶- یک سلول تار کشنده



شکل ۲۱-۶ ساختار سلول‌های درون‌پوست

جذب آب

گیاهان برای فتوسنتز و نیز به منظور حفظ شادابی (آماس) سلولی به آب نیاز دارند. به منظور تراپری نمک‌های معدنی و مواد محلول آلی نیز آب مورد نیاز است. ریشه‌ها آب موردنیاز بقیه بخش‌های گیاه را جذب می‌کنند.

اسمز

ذرات خاک موجود در اطراف ریشه‌ها را لایه‌ای نازک از آب می‌پوشاند. در این لایه نازک آب، یون‌های معدنی حل شده است. قسمت اعظم آبی که گیاه جذب می‌کند، از منطقه تارهای کشنده است. همان‌طوری که در شکل ۲۲-۶ مشخص است، فشار اسمزی آب را از این لایه نازک به درون سلول‌های تارهای کشنده وارد می‌کند.

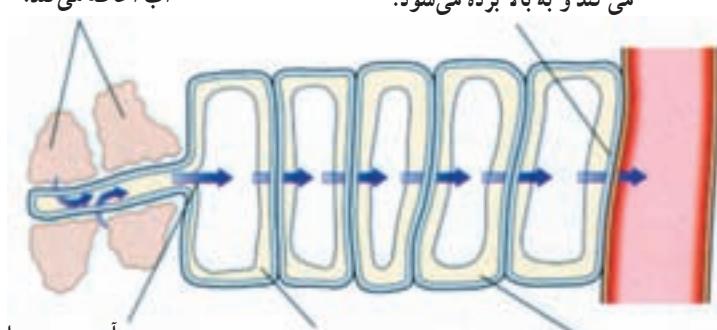
ذرات خاک را لایه نازکی از آب احاطه می‌کند.

درون‌پوست (آنودرم) درونی‌ترین لایه پوست را تشکیل

می‌دهد. سلول‌های درون‌پوست دارای یک لایه موئی، به نام سوبیرین (چوب پنبه) در اطراف خود هستند. این لایه چوب‌پنهایی (که به آن آندودرمین نیز می‌گویند) نوار کاسپاری را تشکیل می‌دهد. سوبیرین نسبت به آب نفوذناپذیر است. در نتیجه دیواره سلول‌های درون‌پوست در محل‌هایی که سوبیرین وجود دارد، نسبت به آب نفوذناپذیر است. این امر در حرکت آب و یون‌های معدنی در عرض ریشه بسیار مهم است. در شکل ۶-۲۱ به ساختار سلول‌های درون‌پوست توجه کنید.

در ریشه برخی از گیاهان، چند لایه سطحی پوست به صورت برون‌پوست (اگزو درم) تمایز پیدا می‌کنند. در ریشه‌های دارای برون‌پوست، نوار کاسپاری در دیواره‌های جانبی (شعاعی و عرضی) این سلول‌ها قابل تشخیص است. وجود برون‌پوست، کنترل ورود یون‌های معدنی را دوچندان می‌کند.

آب به داخل آوند چوبی حرکت می‌کند و به بالا برده می‌شود.

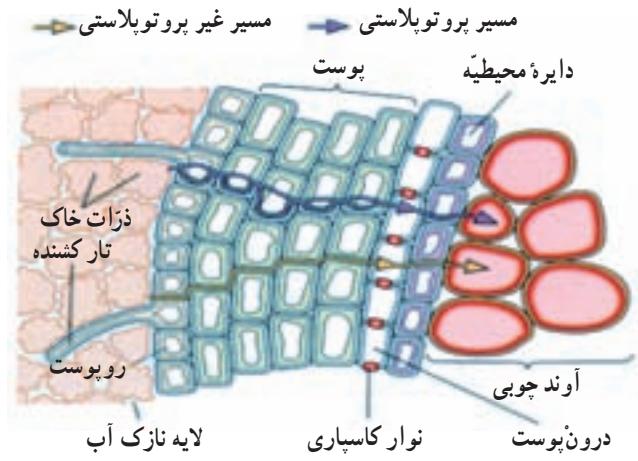
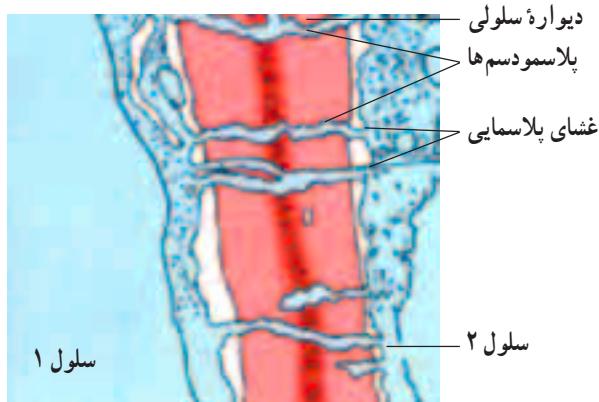


آب به روش اسمز از خاک وارد سلول تار کشنده ریشه می‌شود.

به مخصوص ورود آب به سلول تار کشنده، پتانسیل آب سلول افزایش می‌یابد. بنابراین آب وارد سلول بعدی می‌شود.

و به همین ترتیب آب در عرض ریشه از یک سلول به سلول دیگر حرکت می‌کند.

شکل ۶-۲۲-۶ مسیر حرکت آب از خاک به آوند چوبی. آب همواره از محلی که پتانسیل آب در آنجا بیشتر است به محلی که پتانسیل آب کم‌تر دارد، حرکت می‌کند.



شکل ۲۴-۶ دو مسیر برای حرکت آب در عرض ریشه گیاه به محض ورود آب به سلول تار کشند، پتانسیل آب سلول تار کشند افزایش می‌یابد. حال پتانسیل آب این سلول بالاتر از پتانسیل آب سلول درونی تر مجاور آن است. بنابراین آب از سلول تار کشند به سلول مجاور آن منتقل می‌شود. فرآیند انتقال آب از یک سلول به سلول مجاور درونی تر در عرض ریشه تکرار می‌شود تا آب وارد آوند چوبی شود.

آب در عرض ریشه از چند مسیر عبور می‌کند (شکل ۲۴-۶). دو راه عبور آب در عرض ریشه را نشان می‌دهد:

مسیر پروتوپلاستی و مسیر غیر پروتوپلاستی.

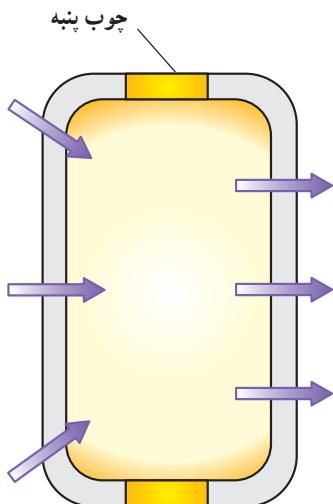
شکل ۲۴-۶ تصویر(میکروسکوپ الکترونی) دو سلول گیاهی مجاور و پلاسمودسماهای بین آنها ($\times ۶۸۰۰$)

بالا حرکت می‌کند و آب سلولهای مجاور آوند جانشین آبی می‌شود که به بالاتر صعود کرده است. هنگامی که آب از این سلولها به آوند چوبی می‌رود، پتانسیل آب این سلولها کاهش می‌یابد و درنتیجه اختلاف فشار اسمزی، آب سلولهای مجاور را به این سلولها می‌راند. واقعی که ذکر شد، در عرض ریشه به صورت پیوسته انجام می‌شود و درنتیجه یک حرکت پیوسته آب، از لایه نازک آب اطراف ذرات خاک، به درون ریشه و در عرض پوسٹ ریشه به داخل آوند چوبی، صورت می‌گیرد.

مسیر غیرپروتوپلاستی

دیواره سلولی از رشته‌های سلولزی به همراه پلی‌ساکاریدهای بسترهای تشکیل شده است. بنابراین در دیواره برای حرکت مولکولهای آب، فضای کافی وجود دارد. برخی

لایه آب موجود در اطراف ذرات خاک، نسبت به سلولهای تارکشند ریشه دارای پتانسیل آب بالاتری است. درنتیجه فشار اسمزی آب را وارد سلول تار کشند می‌کند. آب برای ورود به سلول، از دیواره سلولی و غشا عبور می‌کند. پلاسمودسما که از منافذ موجود در دیواره‌های سلولی عبور می‌کند، سیتوپلاسم سلولهای گیاهی مجاور را به یکدیگر مرتبط می‌کند (شکل ۲۴-۶). آب و مواد محلول در آن که از خاک وارد سیتوپلاسم سلولهای تار کشند شده است، از طریق پلاسمودسما از سیتوپلاسم یک سلول به سیتوپلاسم سلول مجاور وارد می‌شود. به این مسیر، مسیر پروتوپلاستی می‌گویند. به دلیل اختلاف پتانسیل آب در سلولهای عرض ریشه، آب جذب بخش‌های درونی تر می‌شود. در توضیح این مسئله می‌توان گفت که آب در آوند چوبی به صورت پیوسته به سمت



در یک سلول جوان درون پوست، نوار چوب پنبه (نوار کاسپاری) از حرکت آب و یون‌ها از طریق دیواره‌های جانبی جلوگیری می‌کند.
شکل ۶-۲۵—درون پوست و نوار کاسپاری، پایان مسیر غیرپروتوپلاستی است.

کشیده شدن آب از بالا

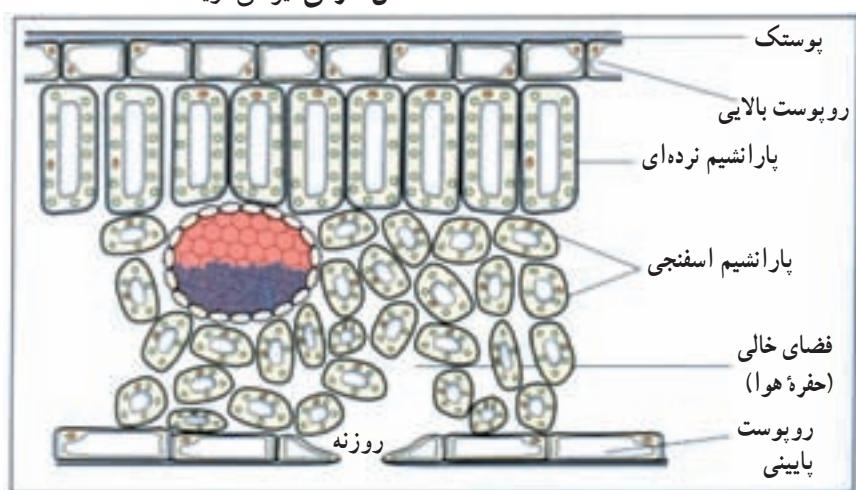
در شکل ۶-۲۶ حفره‌های هوایی درون برگ یک گیاه نمایش داده شده است. این فضاهای همواره با بخار آب دیواره‌های سلولی میان برگ اسفنجی اشیاع هستند. به محض تبخیر مقداری از آب هر سلول، این سلول به روش اسمز مقداری آب از سلول مجاور جذب می‌کند. بدین ترتیب هر سلول از سلول قبلی خود آب جذب می‌کند و سرانجام آخرین سلول آبی را که از دست داده است، از آوند چوبی می‌گیرد. هنگامی که آب در برگ با نیروی اسمزی از آوند چوبی خارج می‌شود، یک کشش (یا مکش) در ستون آب موجود در آوند چوبی ایجاد می‌شود. به این پدیده کشش تعرقی نیز می‌گویند.

از مولکول‌های آب که وارد ریشه می‌شوند، در عرض ریشه از طریق دیواره‌های سلولی و فضاهای برون سلولی بین سلول‌ها حرکت می‌کنند. مولکول‌های آب به یکدیگر چسبیده‌اند (نیروی هم‌چسبی) و بنابراین آب در عرض ریشه به سمت آوند چوبی حرکت می‌کند. یون‌های معدنی محلول در آب نیز می‌توانند از راه مسیر غیرپروتوپلاستی حرکت کنند.

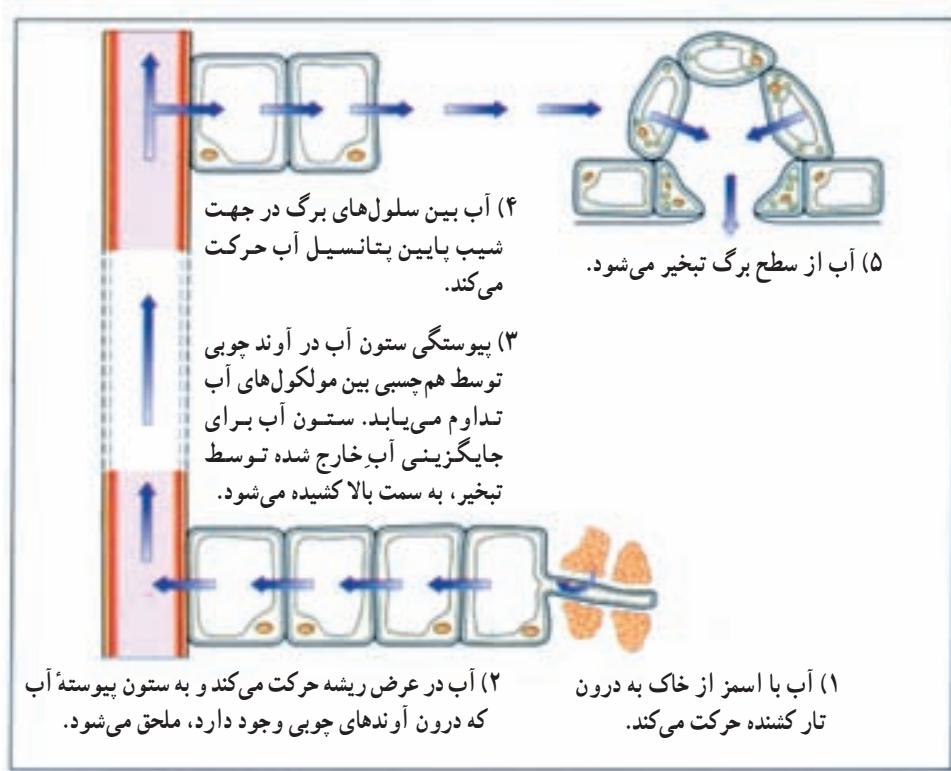
مسیر غیرپروتوپلاستی می‌تواند آب را در عرض پوست تا محل درون پوست حرکت دهد. در محل درون پوست، چوب پنبه موجود در نوار کاسپاری، از حرکت آب و یون‌های معدنی در مسیر غیرپروتوپلاستی جلوگیری می‌کند. از این رو آب و یون‌ها مجبور به ورود به درون سیتوپلاسم می‌شوند (شکل ۶-۲۵). به نظر می‌رسد که نوار کاسپاری راهی برای کنترل ورود آب و یون‌های معدنی به درون آوند چوبی فراهم می‌کنند.

حرکت آب در داخل گیاه

حرکت آب در آوند چوبی وابسته به تعرق است. تعرق، یعنی خروج آب به صورت بخار از سطح گیاه که بیشتر توسط برگ‌ها انجام می‌شود. قسمت اعظم تعرق از طریق روزنه‌ها انجام می‌شود. روزنه‌ها به منظور مبادله گازها باز می‌شوند. به علاوه، آب از راه پوستک (کوتیکول) و عدسک‌ها نیز از گیاه خارج می‌شود. در برخی از گیاهان برگ‌ها در فاصله‌ای بیش از ۱۰۰ متری بالای سطح زمین قرار دارند. در چنین گیاهانی آب و مواد معدنی چگونه به برگ‌ها می‌رسد؟



شکل ۶-۲۶—ساختار برگ

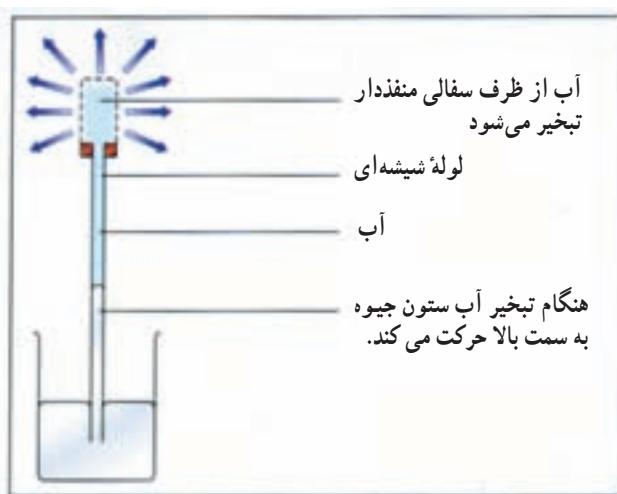


شکل ۲۷-۶- چگونگی حرکت آب در داخل گیاه مطابق نظریه هم چسبی - کشش

مولکول‌های آب دارای هم چسبی هستند، یعنی توسط پیوندهایی به یکدیگر متصل و چسبیده هستند. نیروی هم چسبی توان ستون آب درون آوند چوبی را بسیار زیاد می‌کند و در نتیجه احتمال ایجاد گسستگی (حفره‌دار شدگی یا حباب‌دار شدگی) کاهش می‌یابد. هنگامی که تعرق به خروج آب از آوند چوبی برگ منجر می‌شود، کل ستون آبی که در آوند چوبی وجود دارد، به سمت بالا کشیده می‌شود. حرکت آب در داخل گیاه را نظریه، چسبی - کشش تفسیر می‌کند (شکل ۶-۲۷).

عامل دیگری که به کشیده شدن آب در آوند چوبی به سمت بالا کمک می‌کند و از گسستگی ستون آب جلوگیری می‌کند، چسبندگی مولکول‌های آب به دیواره‌های آوندهای چوبی است. این نیرو دگر چسبی نامیده می‌شود.

می‌توان برای به نمایش درآوردن نظریه هم چسبی - کشش آزمایشی انجام داد (شکل ۶-۲۸).



شکل ۶-۶- آزمایشی برای نشان دادن نیروهای بالابرندۀ شیره خام (هم چسبی، دگر چسبی و کشش)

رانده شدن آب از پایین

اگر ساقه گیاهی را که در گلدان کاشته شده است، درست در بالای ریشه قطع کنیم، یک لوله شیشه‌ای را به ساقه بریده

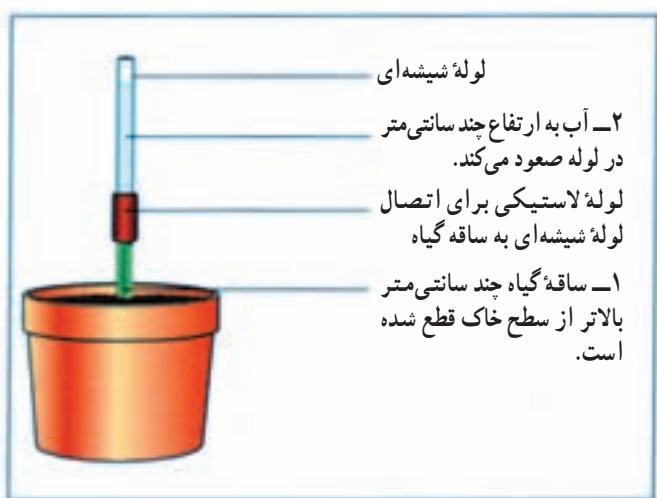


شکل ۲۹-۳۰- تعریق در برگ یک گیاه که نشان دهنده وجود فشار ریشه‌ای است.

دارند، اما تعداد آنها در برگ بسیار بیشتر از سایر بخش‌های فضاهای بین سلولی کندویی شکل که پراز هوا هستند سلول‌های میان برگ را که دیواره نازک دارند، احاطه می‌کنند. روزنه‌ها در تماس با این فضاهای هستند.

هر روزنه را یک جفت سلول نگهبان لوبیایی شکل احاطه می‌کند. تغییرات فشار آب سلول‌های نگهبان، باعث باز و بسته شدن روزنه‌ها می‌شود (شکل ۲۹-۳۱). وقتی که سلول‌های نگهبان آب جذب می‌کنند، متورم می‌شوند و فشار آب (فشار آماس) در آنها افزایش می‌یابد. با این حال آرایش شعاعی رشته‌های سلولی دیواره‌های سلولی اگرچه به سلول‌ها اجازه افزایش طول را می‌دهد، ولی از افزایش قطعی آنها جلوگیری می‌کند (شکل ۲۹-۳۲). در نتیجه جذب آب توسط سلول‌های نگهبان باعث می‌شود که این دو سلول از یکدیگر دور شوند و با بازشدن روزنه‌ها تعرق انجام شود. هنگام خروج آب از سلول‌های نگهبان، این سلول کوتاه‌تر و به یکدیگر تزدیک‌تر می‌شوند. تزدیک‌شدن سلول‌های نگهبان به یکدیگر باعث بسته شدن روزنه و توقف تعرق می‌شود. بنابراین خروج آب از سلول‌های نگهبان باعث بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه توقف تعرق بیشتر آب می‌شود.

گیاهان برای کاهش تعرق دارای سازش‌های متعددی هستند. داشتن روزنه‌های فرورفتہ و کاهش تعداد روزنه‌ها در اقلیم‌های خشک و سرد (درختان کاج)، یا گرم (تیره کاکتوس) و داشتن گُرک روی برگ‌ها از این سازش‌ها هستند. در گیاهان تیره گل ناز، روزنه‌ها در روز بسته و در شب باز هستند.



شکل ۲۹-۲۹- نمایش فشار ریشه‌ای

لوله شیشه‌ای

- ۲- آب به ارتفاع چند سانتی‌متر در لوله صعود می‌کند.
- لوله لاستیکی برای اتصال لوله شیشه‌ای به ساقه گیاه
- ۱- ساقه گیاه چند سانتی‌متر بالاتر از سطح خاک قطع شده است.

به ورود آب به درون آوند چوبی کمک می‌کند. نکته مهم این است که حرکت این یون‌های معدنی به درون آوند چوبی باعث ایجاد فشار ریشه‌ای می‌شود.

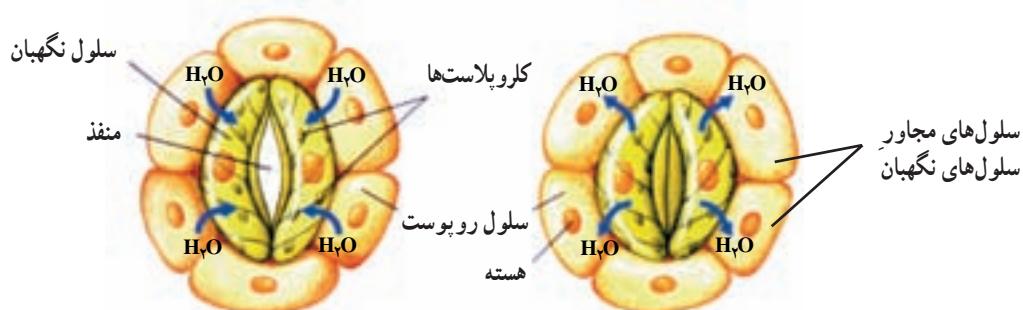
تعریق از نشانه‌های بارز فشار ریشه‌ای است

خروج آب از گیاه به صورت مایع تعریق نامیده می‌شود. این پدیده موقعی انعام می‌گیرد که فشار آب در داخل گیاه زیاد، اما شدت تعرق کمتر از شدت جذب باشد. این حالت در شب‌های تابستان که خاک هنوز گرم است و عمل جذب ادامه دارد، اما به علت سرد شدن هوا تعرق کاهش یافته است، مشاهده می‌شود. به علاوه در مواقعی که هوا گرم و اتمسفر اشباع از بخار آب است (در مناطق گرمسیری)، یعنی در شرایطی که سرعت جذب آب بالا، ولی تعرق پایین است، پدیده تعریق به علت افزایش فشار ریشه‌ای در گیاهان قابل مشاهده است.

تعریق از راه روزنه‌های ویره‌ای به نام روزنه‌های آبی که در منتهی‌الیه آوند‌های چوبی قرار دارند انجام می‌شود. دهانه این روزنه‌ها همواره باز است. روزنه‌های آبی در حاشیه برگ‌های لادن، عشقه، گوجه‌فرنگی و یا در انتهای برگ‌های گیاهان تیره گندم وجود دارد. خروج آب به صورت مایع از گیاه که به ویره در سپیده صبح به خوبی قابل روئیت است، نباید با شبینم اشتباه شود.

سلول‌های نگهبان و تعرّق

روزنه‌ها در ساختار همه بخش‌های هوایی جوان گیاه وجود



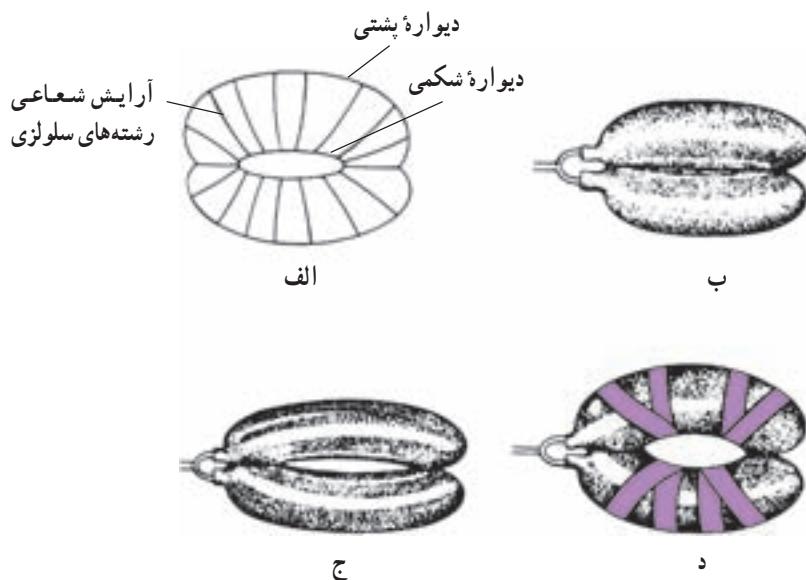
۱- سلول های نگهبان پس از جذب آب انساط طولی پیدا می کنند و از یکدیگر دور می شوند. درنتیجه روزنه ها باز می شود.

۲- سلول های نگهبان آب از دست می دهند و کوتاه تر می شوند. با نزدیک شدن این سلول ها به یکدیگر روزنه بسته می شود.

شکل ۳۱-۶- تغییرات
شکل سلول های نگهبان
باعث باز و بسته شدن
روزنه ها می شود.

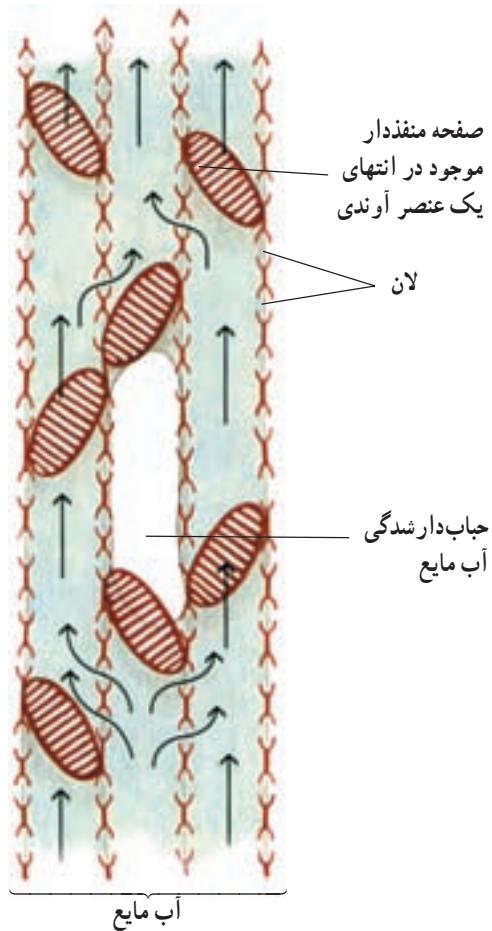
انبساط عرضی آنها جلوگیری می کند. نیروی دوم در محل تماس میان دو سلول نگهبان مستقر است. هنگام انبساط، طول دیواره مشترک این دو سلول در محل تماس، ثابت باقی می ماند. در هنگام ورود آب به درون سلول های نگهبان، دیواره های خارجی (پشتی) نسبت به دیواره های داخلی (شکمی) بیش تر منبسط می شوند و علت این امر طول بیش تر دیواره پشتی و ضخامت کمتر آن نسبت به دیواره شکمی است. نیروی حاصل از انبساط بیش تر دیواره پشتی از طریق رشته های شعاعی سلولزی به دیواره شکمی منتقل می شود و در نتیجه منفذ روزنه باز می شود.

جهت گیری شعاعی رشته های سلولزی دیواره های سلول های نگهبان در باز شدن روزنه ها دخالت می کنند:
همان طوری که در قسمت قبل نیز اشاره شد، ساختار سلول های نگهبان نقش مهمی در باز و بسته شدن روزنه ها بر عهده دارد. هنگام انبساط سلول های نگهبان، دو نیروی فیزیکی باعث خمیده شدن این سلول ها و باز شدن منفذ روزنه می شود. یکی از این نیروها، آرایش شعاعی رشته های سلولزی دیواره سلول های نگهبان است (شکل ۳۲-۶). این جهت گیری رشته های سلولزی امکان طویل شدن سلول های نگهبان را فراهم می کند، اما از



شکل ۳۲-۶- مدلی برای نمایش آرایش شعاعی رشته های سلولزی در دیواره سلول های نگهبان. (الف) یک جفت سلول نگهبان که در دیواره سلولی آنها آرایش شعاعی رشته های سلولزی نشان داده است. (ب) دو بادکنک نسبتاً مسطح که در دو انتهای خود به یکدیگر چسبانیده شده اند. (ج) دو بادکنک مشابه شکل ب که در اثر فشار زیاد به طور کامل کشیده شده اند و درنتیجه یک مجرای باریک بین آن دو باز شده است. (د) یک جفت بادکنک که به منظور نشان دادن اثر آرایش شعاعی رشته های سلولزی، به دور آنها نوار چسب به صورت شعاعی چسبانیده شده است. در حالت اخیر مجرای باز شده بزرگتر از حالت ج است. چرا؟

حباب‌های هوا ممکن است پیوستگی شیره خام را در آوندچوبی قطع کنند



شکل ۶-۳۳ - مدلی برای نمایش پدیده حباب دارشده‌گی در عناصر آوندی. بخار آب و هوا ممکن است باعث مسدود شدن یک عصر آوندی شوند. در چنین حالتی آب و شیره خام می‌توانند از راه لان‌ها از یک سلول آوندی حباب دار شده وارد عنصر آوندی مجاور شوند.

به سه دلیل حرکت ترکیبات آلی در یک گیاه نسبت به حرکت آب پیچیده‌تر است: نخست، آب در سلول‌های خالی آوند چوبی به صورت آزاد حرکت می‌کند، درحالی که ترکیبات آلی باید از طریق سیتوپلاسم سلول‌های زنده آوند‌های آبکشی عبور کنند. دوم، آب در آوند چوبی فقط به سمت بالا حرکت می‌کند، در حالی که ترکیبات آلی در آوند آبکشی در همه جهات حرکت می‌کنند. سوم، آب می‌تواند از طریق غشاهاي سلولی نیز منتشر شود، در حالی که ترکیبات آلی قادر به انتشار از غشاهاي پلاسمایی نیستند. یک گیاه‌شناس آلمانی به نام ارنست موشن در سال ۱۹۲۴ یک مدل برای جابه‌جایی پیشنهاد کرد. مدل موشن که اغلب تحت عنوان مدل جریان‌فشاری یا مدل جریان توده‌ای نامیده می‌شود، در شکل ۶-۳۴ نشان داده شده است.

شیره خام در درون خود دارای گازهای محلول (هوای محلول) است. هنگامی که تعقیق شدید باشد، این گازها تمايل به خروج از شیره خام پیدا می‌کنند و با پیوستن مولکول‌های گاز به یکدیگر یک حباب هوای بزرگ در تداوم شیره خام اختلال ایجاد می‌کنند (شکل ۶-۳۳). علاوه بر آن هنگامی که آوند‌های چوبی یا تراکنیدهای گیاه در اثر نیش حشره یا شکستن شاخه آسیب می‌بینند، امکان بروز پدیده حباب دارشده‌گی افزایش می‌باید. انجماد نیز به این پدیده سرعت می‌بخشد، چون هوا در بین حل نمی‌شود. خوشبختانه به دلیل ساختار خاص لان‌های دیواره آوند‌های چوبی و تراکنیدهای، امکان انتشار این حباب‌ها از یک آوند به آوند دیگر بسیار کم است و بنابراین حباب‌ها در یک آوند چوبی یا تراکنید محصور می‌مانند. با این حال اگر فشار حاصل از این حباب‌ها زیاد باشد، ممکن است از یک آوند چوبی یا تراکنید به آوند‌ها یا تراکنیدهای مجاور منتقل شوند. به این پدیده بذر افسانی هوا می‌گویند. افزایش فشار ریشه‌ای ممکن است باعث کاهش پدیده حباب دارشده‌گی شود.

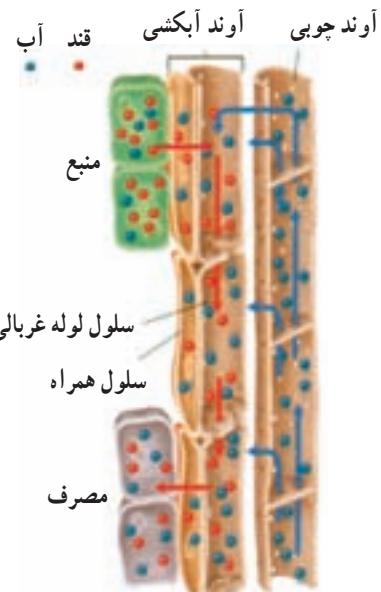
حرکت مواد آلی در گیاه

ترکیبات آلی گیاهان، درون آوند‌های آبکشی حرکت می‌کنند. گیاه‌شناسان بخشی از گیاه را که ترکیبات آلی مورد نیاز بخش‌های دیگر گیاه در آنجا تأمین می‌شود، منبع می‌نامند. مثلاً، برگ یک منبع است، زیرا با کمک فرآیند فتوسنتر نشاسته تولید می‌کند. ریشه‌ای که قند ذخیره می‌کند نیز منبع محسوب می‌شود. گیاه‌شناسان همچنین به بخشی از گیاه که ترکیبات آلی به آنجا هدایت می‌شوند و در آنجا به مصرف می‌رسند محل مصرف می‌گویند. بخش‌های در حال رشد، مانند نوک ریشه‌ها و نیز میوه‌های در حال تکوین مثال‌هایی از محل‌های مصرف هستند. بافت‌های ذخیره‌ای گیاه، هنگام وارد کردن ترکیبات آلی « محل‌های مصرف » و هنگام صدور ترکیبات آلی « محل‌های منبع » نامیده می‌شوند.

حرکت ترکیبات آلی درون گیاه از منبع به محل مصرف جابه‌جایی نامیده می‌شود.

چگونه می‌توان مدل جریان‌فشاری را به صورت تجربی مورد آزمون قرارداد؟ به شکل ۳۵ نگاه کنید. در ظرف الف کیسه‌ای با غشایی که دارای تراوایی انتخابی است و با محلول غلیظ قند پر شده است به منظور نمایش محل منبع، قرار دارد. در ظرف ب نیز کیسه‌ای با همین مشخصات، اما دارای آب و نشاسته به منظور نمایش محل مصرف قرار دارد. در اطراف این کیسه‌ها آب خالص وجود دارد. در ظرف الف آب به روش اسمز وارد کیسه می‌شود. در نتیجه فشار افزایش می‌یابد و محلول قند از طریق لوله رابط از ظرف الف به ظرف ب حرکت می‌کند. در ظرف ب فقط مقدار اندکی آب وارد کیسه موجود در آن می‌شود. علت این پدیده آن است که نشاسته نامحلول است و بنابراین پتانسیل آب در کیسه موجود در ظرف ب بالاست و ورود آب به روش اسمز اندک است. بدین ترتیب قند از ظرف الف به ظرف ب به صورت توده‌ای حرکت می‌کند. در این آزمایش حرکت مورداشاره پس از مدتی متوقف می‌شود؛ اما به عقیده طرفداران فرضیه جریان‌فشاری در صورتی که به صورت مدام قند به کیسه موجود در ظرف الف اضافه شود این حرکت به صورت دائمی انجام خواهد شد.

آیا فرضیه جریان‌فشاری صحیح است؟ دانشمندان از صحت کامل فرضیه جریان‌فشاری مطمئن نیستند، سرعت حرکت ساکارز و آمینواسیدها در آوند آبکشی آنقدر سریع است که با روش نیروی غیرفعال جریان توده‌ای قابل توجیه نیست. براساس نتایج تحقیقات انجام شده، مواد حل شده مختلف با سرعت‌های متفاوت حرکت می‌کنند و حتی جهت حرکت مواد مختلف در حرکت محلول



شکل ۳۴-۶. مدل جریان‌فشاری. این مدل جابجایی را توصیف می‌کند.

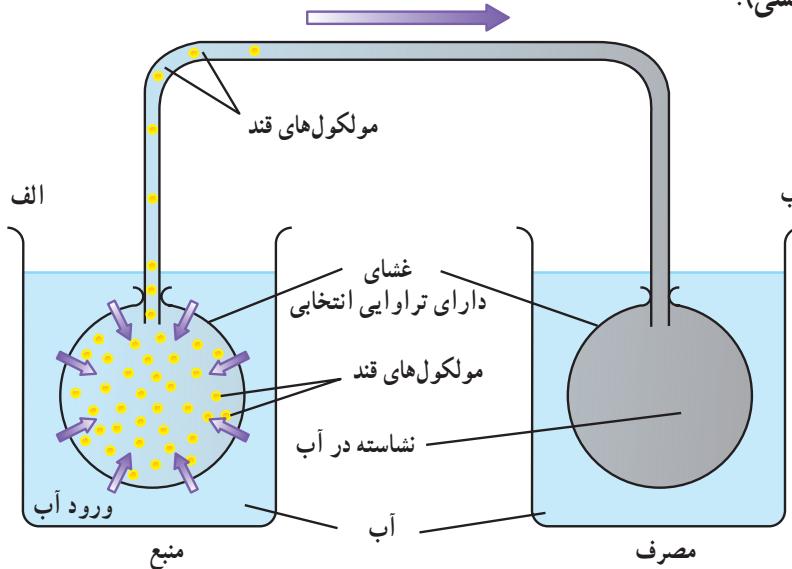
این مدل را می‌توان در ۴ مرحله ذیل خلاصه کرد:

مرحله ۱: قندی که در سلول‌های برگ (منبع) تولید می‌شود به روش انتقال فعال وارد سلول‌های آوند آبکشی می‌شود (بارگیری آبکشی).

مرحله ۲: وقتی که غلظت قند در آوند آبکشی افزایش می‌یابد پتانسیل آب کاهش پیدا می‌کند. در نتیجه آب به روش اسمز از آوند چوبی وارد آوند آبکشی می‌شود.

مرحله ۳: فشار در داخل سلول‌های آوند آبکشی افزایش می‌یابد و در نتیجه قند به همراه محتويات دیگر شیره پرورده به صورت جریان توده‌ای به حرکت درمی‌آید.

مرحله ۴: قند موجود در شیره پرورده به روش انتقال فعال وارد محل مصرف می‌شود (باربرداری آبکشی).



شکل ۳۵-۶. مدلی برای نمایش جریان‌فشاری (جریان توده‌ای).

آوند آبکشی متفاوت است. سلول‌های همراه که دارای میتوکندری‌های زیادی هستند، انرژی موردنیاز برای حرکت فعال ترکیبات آلی آوند آبکشی را تأمین می‌کنند.

حشرات، مانند شته است. شته از شیره پرورده تغذیه می‌کند. این حشرات که به صورت کُلّنی روی ساقه‌های گیاهان زندگی می‌کنند، خرطوم دهانی خود را تا محل آوندهای آبکشی در پوست فرو می‌کنند و مدت ۲ تا ۳ ساعت به همان حالت باقی می‌مانند (شکل ۶-۳۶). برای جمع‌آوری شیره پرورده، نخست آنها را بی‌حس می‌کنند و سپس خرطوم آنها را قطع می‌کنند.

شته‌ها به تعیین ترکیب شیره پرورده کمک مهمی کرده‌اند که از راه‌های استخراج شیره پرورده استفاده از برخی یکی از راه‌های استخراج شیره پرورده استفاده از برخی



شکل ۶-۳۶- شته‌ها برای تغذیه، خرطوم خود را وارد آوند آبکش می‌کنند. با بریدن خرطوم این حشره، شیره پرورده از انتهای خرطوم به بیرون تراویش می‌کنند.

بیشتر بدانید

یکی از روش‌هایی که برای بررسی چگونگی انتقال مواد در گیاهان به کار می‌رود، استفاده از ایزوتوپ‌های رادیواکتیو به عنوان ماده‌ی نشاندار و ردیابی آن‌ها در بافت‌ها و سلول‌های گیاهان است. این روش از دهه‌ی ۱۹۴۰ به این طرف، کاربردهای فراوانی پیدا کرده است. گیاه‌شناسان برای اندازه‌گیری میزان جذب آب و مواد معدنی، تعیین مسیر عبور آب و مواد معدنی در ریشه و چگونگی حرکت مواد آلی در بخش‌های مختلف گیاهان از ایزوتوپ عناصرهایی مثل نیتروژن، فسفر، هیدروژن و کربن استفاده می‌کنند. این ایزوتوپ‌ها، فعالیت‌های معمول گیاهان را تغییر نمی‌دهند.

خودآزمایی ۶-۷

- ۱- شباهت‌های درون‌پوست و برون‌پوست را بنویسید.
- ۲- به نظر شما برون‌پوست چه وظایفی را بر عهده دارد؟
- ۳- تفاوت‌های بین مسیر غیرپرتوپلاستی و مسیر پرتوپلاستی را بنویسید.
- ۴- هر یک از بخش‌های مختلف دستگاهی که در شکل ۲۸-۶ نشان داده شده است، مشابه کدام بخش‌های گیاه هستند.
- ۵- تعرق چه وظایفی در گیاهان بر عهده دارد؟
- ۶- چه عواملی ممکن است بر تعرق مؤثر باشند؟
- ۷- شب‌هنگام، وقتی که تعرق بسیار پایین است، قطرات آب در حاشیه برگ‌های برخی از گیاهان ظاهر می‌شود. علت این امر را توضیح دهید.
- ۸- پدیده تعریق در کدام یک از گیاهان به خوبی دیده می‌شود؟
- ۹- چرا گیاهان تیره گل ناز روزنه‌های خود را در شب باز می‌کنند؟

۱۰- نحوه دخالت آرایش شعاعی رشته های سلوژی در بازشدن روزنه ها را توضیح دهید.

۱۱- حباب دار شدگی چیست؟ چه عواملی این پدیده را تشید می کنند؟

۱۲- نقش فشار ریشه ای در حباب دار شدگی چیست؟

۱۳- در مدلی که در شکل ۲۵-۶ نشان داده شده است، چرا در ظرف ب نسبت به ظرف الف آب کمتری

وارد کیسه می شود؟

۱۴- نقش شته ها در پژوهش های مربوط به شیره بروورده چیست؟

فعالیت ۶-۷

تعیین سرعت خروج آب از گیاه



کاغذ آغشته به کلرید کُبالت برای تشخیص رطوبت کاربرد دارد. این کاغذ هنگامی که خشک باشد، آبی رنگ است، اما پس از مرطوب شدن صورتی رنگ می شود.

با استفاده از کاغذ کلرید کُبالت آزمایشی طراحی کنید که خروج آب را از موارد زیر تعیین کند:

۱- سطح بالای و سطح زیرین برگ یک گیاه

۲- سطوح زیرین برگ های گیاهان مختلف

پس از تأیید معلم و در صورتی که کاغذ کلرید کُبالت در اختیار دارید، آزمایشی که طراحی کرده اید، انجام دهید. نتایجی را که از آزمایش خود می گیرید، یادداشت کنید و مورد بحث قرار دهید.

فعالیت ۶-۸

یک آشام سنج بسازید



از آشام سنج برای اندازه گیری سرعت صعود آب از ساقه گیاه استفاده می شود. با استفاده از دستورالعمل زیر یک آشام سنج بسازید:

۱- انتهای بریده شده یک شاخه گیاهی را با یک لوله پلاستیکی کوچک به یک لوله مویین متصل کنید.

۲- گیاه و لوله مویین را به طور عمودی در یک بشر آب قرار دهید. توجه داشته باشید که هوا وارد لوله نشود.

۳- دو علامت در طول لوله مویین بگذارید. فاصله بین این دو علامت ۱۰ cm باشد.

۴- اکنون لوله مویین را از بشر خارج کنید، آب ته لوله را با دستمال کاغذی خشک کنید و دوباره آن را وارد بشر بکنید. به این وسیله یک حباب هوا در ابتدای لوله تشکیل می شود.

۵- مدت زمانی را که حباب هوا از نقطه پایینی که علامت گذاری کرده اید، به نقطه بالای می رسد (یعنی ۱۰ cm) اندازه گیری کنید.

۶- هنگامی که حباب هوا از علامت بالای عبور کرد و بالاتر رفت، با فشار دادن محل لوله لاستیکی، حباب را به درون بشر بازگردانید و به جای آن آب را دوباره به درون لوله مویین بالا بکشید.

۷- اکنون با دستگاهی که ساخته اید آزمایش های زیر را انجام دهید:

الف - گیاه را در برابر باد قرار دهید و آزمایش را تکرار کنید.

ب - گیاه را در محیط مرطوب قرار دهید و آزمایش را تکرار کنید.

ج - مقداری واژلین روی سطح برگ های شاخه ای که مورد آزمایش قرار می دهد، بمالید تا روزنه ها بسته شوند و سپس آزمایش را تکرار کنید.

د - تعدادی از برگ های گیاه یا همه آنها را قطع کنید و آزمایش را تکرار کنید.

ه - گیاه را در موقعیت های دیگری، به انتخاب خود، قرار دهید و آزمایش را تکرار کنید.

و - چه نتیجه ای از این آزمایش ها می گیرید؟

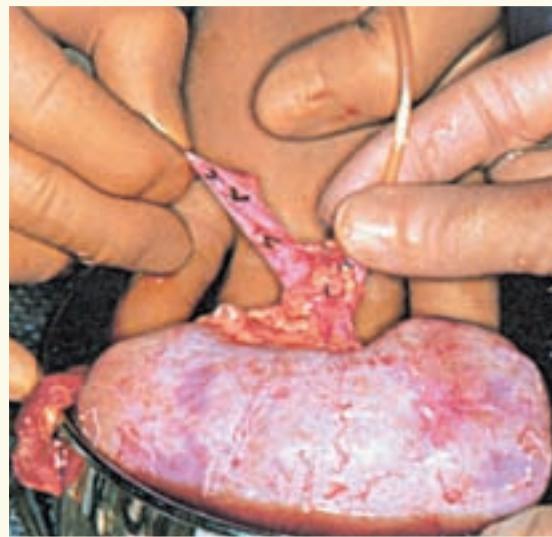
فعالیت ۶-۹



کشف راه عبور آب در گیاه



- ۱- یک گیاه علفی کوچک را همراه با ریشه، از خاک خارج کنید.
- ۲- ریشه را با آب خوب شست و شو دهید تا خاک و گل‌های اطراف آن شسته شود.
- ۳- درون یک لیوان مقداری جوهر رنگی بربریزد.
- ۴- چهار ساعت پس از آن، با تغیر چاقویی تیز ساقه را از طول نصف کنید. مواطظ بباشید دستستان را نبریزد.
- ۵- بخشی از ساقه را که در آب رنگی فرار داشته، با بخش‌های بالاتر از آن مقایسه کنید. مشاهدات خود را تفسیر کنید.
- ۶- ساقه را از طول برش دهید و صعود ماده رنگی را در آوندهای آن بررسی کنید.



تنظیم محیط داخلی و دفع مواد زاید

زاید در جانوران آبزی بیشتر آمونیاک (NH_3) است که بسیار سمی است، اما به آسانی از بدن جانوران آبزی، به آب پیرامونی، انتشار می‌یابد.

بی‌مهرگان کوچک، مانند کرم پنهن پلاتاریا، از همه سلول‌های سطحی بدن خود آمونیاک دفع می‌کنند. ماهی‌ها نیز با آبشش‌های خود آمونیاک دفع می‌کنند.

جانوران خشکی‌زی نمی‌توانند آمونیاک دفع کنند. این جانوران، آمونیاک را به موادی که کمتر سمی هستند، تبدیل می‌کنند. این مواد اوره و اوریک اسید هستند. جانوران خشکی‌زی می‌توانند اوره و اوریک اسید را مدتی در بدن خود نگه‌دارند و سپس به تناوب آنها را دفع کنند. جانوران باید برای تبدیل آمونیاک به اوره یا اوریک اسید، انرژی مصرف کنند.

پستانداران و دوزیستان اوره دفع می‌کنند. اوره با سرعت در آب حل می‌شود. سمیت اوره در حدود $100,000$ بار کمتر از آمونیاک است. بعضی جانوران هم اوره و هم اوریک اسید دفع می‌کنند و بعضی دیگر به تناسب زیستگاه خود، آمونیاک یا اوره دفع می‌کنند. مثلاً بعضی وزغ‌ها هنگامی که در آب هستند آمونیاک و وقتی که در خشکی به سرمی‌برند، اوره دفع می‌کنند.

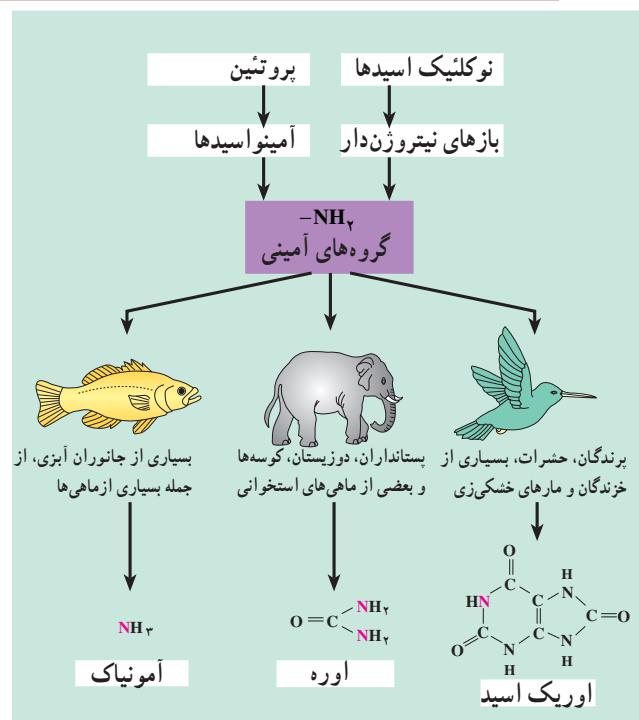
پندگان، حشرات و بسیاری از خزندگان اوریک اسید دفع می‌کنند. دفع اوریک اسید به آب چندانی احتیاج ندارد.

سلول‌های بدن جانوران پرسلولی در میان مایعی بین سلولی قرار دارند که کُل آن را در بدن جانور، محیط داخلی می‌گویند. خون بخشی از این محیط است که مواد مورد نیاز سلول‌ها را به فضای بین سلولی منتقل می‌کند و نیز مواد دفعی سلول‌ها را به اندام‌های دفعی می‌برد. برای آن که سلول‌ها زنده بمانند و به طور طبیعی فعالیت کنند، محیط اطراف آنها باید حالت نسبتاً پایدار و یکنواختی داشته باشد. مجموعه اعمالی که در بدن جانداران پرسلولی، برای حفظ پایداری محیط داخلی انجام می‌شود، هومؤستازی نام دارد. هومؤستازی شامل اعمالی نظیر تنظیم قند، نمک، آب، اسید—باز، دما و نیز دفع مواد زاید است. شما به تدریج با چگونگی انجام آنها آشنایی شوید.

جانوران باید مواد زاید نیتروژن دار را دفع کنند
واکنش‌هایی که در بدن جانوران انجام می‌شود، منجر به تولید موادی زاید، بهویژه مواد زاید نیتروژن دار می‌شوند. بیشتر این مواد نیتروژن دار محصول سوختن آمینواسیدها هستند. جانوران باید این مواد زاید را که سمی هستند، از خود دفع کنند. مواد زاید نیتروژن داری که در بدن جانوران مختلف تولید و دفع می‌شود، یکسان نیستند. زیستگاه جانوران، عامل مهمی در این زمینه است. همان‌گونه که در شکل ۱-۷ می‌بینید، مواد

یک میلیون نفرون یا لوله سازنده ادرار هستند. نفرون‌ها خون را پالایش می‌دهند و مواد زاید آن را به صورت ادرار خارج می‌کنند. نفرون‌ها در انتهای خود به مجاری جمع کننده ادرار اتصال دارند. این مجاری، ادرار را به لگنچه تخلیه می‌کنند. مجرای میزنانی ادرار را از لگنچه به مثانه می‌برد. در ابتدای هر نفرون یک شبکه مویرگی به نام گلومرول در داخل محفظه بسته کپسول بومن قرار دارد و در دنباله این کپسول بخش‌های دیگر لوله ادراری، شامل لوله خمیده نزدیک، لوله هنله و لوله خمیده دور، وجود دارند. این بخش‌ها ادرار را می‌سازند و سرانجام آن را به لوله جمع کننده می‌رینزند. دیواره لوله ادراری از یک ردیف سلول پوششی ساخته شده، ولی شکل و کار این سلول‌ها در نقاط مختلف متفاوت است. در ساختار کلی کلیه، دو بخش قشری و مرکزی دیده می‌شود. گلومرول‌ها در بخش قشری هستند و در زیر میکروسکوپ به آن منظره دانه‌دار می‌دهند. بخش مرکزی کلیه از هرم‌های ساخته شده که به علت وجود لوله‌های ادراری، مخطط به نظر می‌رسند. به هر کلیه یک سرخرگ کلیوی وارد می‌شود. اشعابات سرخرگ کلیوی از فواصل بین هرم‌ها عبور می‌کند و در بخش قشری به سرخرگ‌های کوچک‌تری تقسیم می‌شود. این اشعابات سرانجام گلومرول‌ها یا کلافه‌های درون کپسول‌های بومن را می‌سازند (شکل ۷-۲).

دو دیواره نفوذپذیر، یعنی دیواره مویرگ و دیواره کپسول بومن بین خون و حفره درون کپسول بومن وجود دارد. از گلومرول سرخرگ کوچکی خارج می‌شود که دوباره در اطراف لوله‌های پیچ خورده و لوله هنله اشعابات مویرگی جدیدی به نام شبکه دوم مویرگی می‌سازد. این مویرگ‌ها به یکدیگر می‌پیوندند و سیاهرگ‌های کوچکی به وجود می‌آورند که سرانجام سیاهرگ‌های کلیه را می‌سازند. این سیاهرگ‌ها خون را از کلیه بیرون می‌برند.



شکل ۷-۱—دفع مواد زاید نیتروژن دار در چند جاندار

بنابراین دفع چنین ماده‌ای در جانوران ساکن مناطق خشک معمول‌تر است. سمی بودن اوریک اسید بسیار کم‌تر از اوره و آمونیاک است. جانوران مناطق خشک می‌توانند اوریک اسید را که نسبت به اوره و آمونیاک، فرمول پیچیده‌تری دارد، به شکل بلورهای جامد از خود دفع کنند. دفع اوریک اسید نسبت به دفع اوره به انرژی بیش‌تری نیاز دارد.

دستگاه دفع ادرار بسیاری مواد زاید بدن انسان را دفع می‌کند

اوره، اوریک اسید، کراتینین و مواد خارجی، مانند داروها و حشره‌کش‌ها از جمله موادی هستند که به‌وسیله کلیه‌ها دفع می‌شوند.

ساختار کلیه‌ها: کلیه‌ها، به صورت قرینه، در دو طرف سطون مهره‌ها، در بخش پشتی شکم قرار دارند و هر کدام دارای تقریباً

خودتازی با ا-

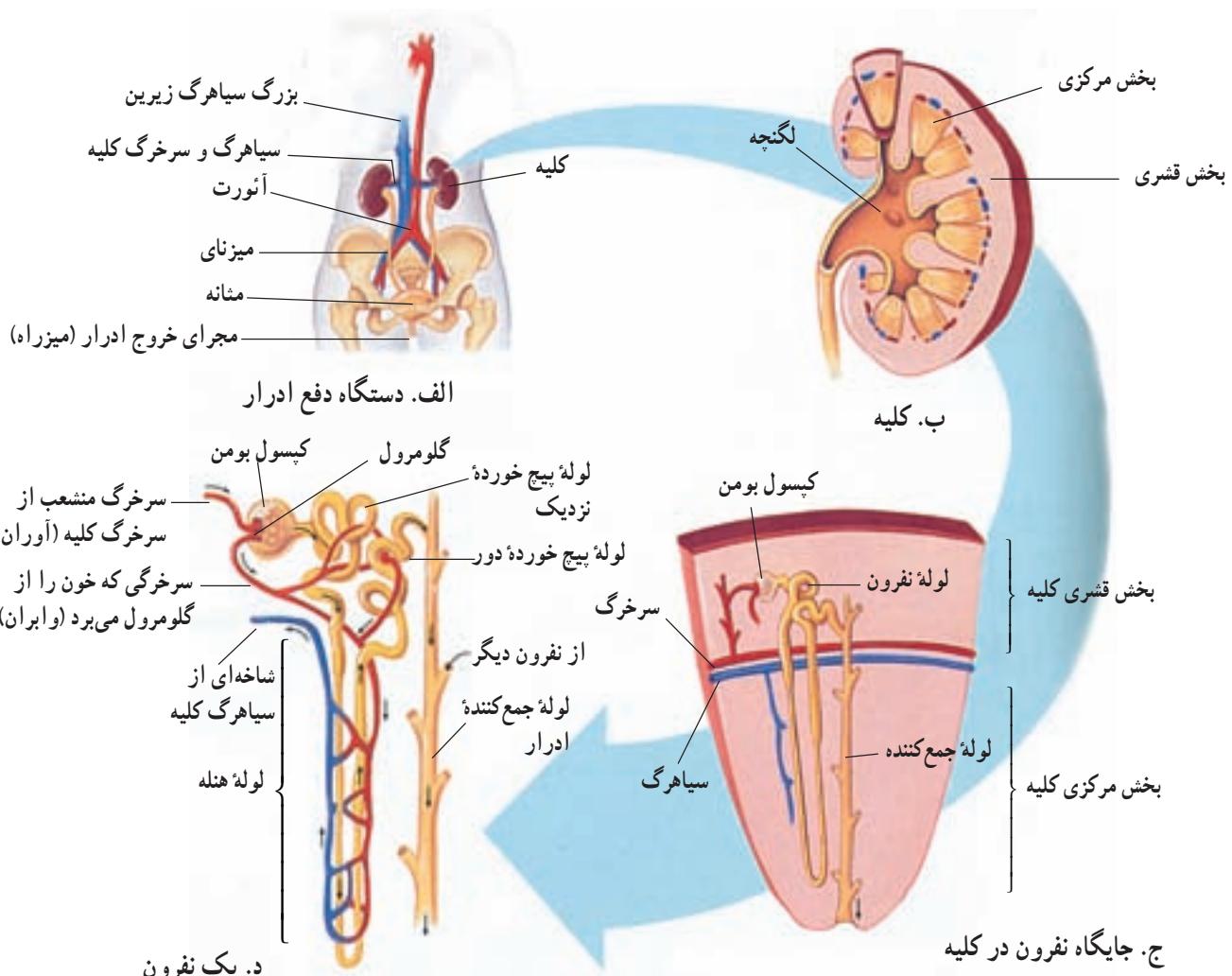
۱—مایع میان بافتی چیست؟

۲—هو مئوستازی را شرح دهید.

۳—عامل مهمی که در نوع مواد نیتروژن دار دفعی جانوران مؤثر است، چیست؟

۴—نوع مواد دفعی جانوران زیر را بنویسید :

- (الف) جانوران آبزی (ب) جانوران خشکی‌زی (ج) پستانداران (د) دوزیستان (ه) پرندگان



شکل ۲-۷ - دستگاه دفع ادرار انسان و بخش‌های آن

فعالیت ۱-۷**مشاهده کلیه**

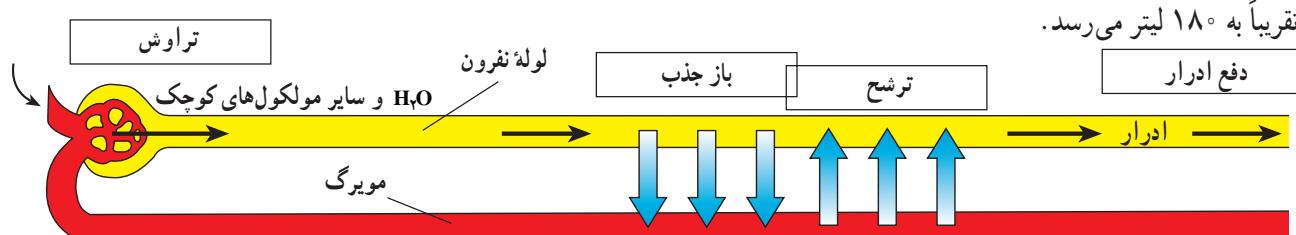
شکل ۳

- ۱- یک کلیه گوسفند تهیه کنید.
- ۲- مانند شکل، آن را از طول برش دهید.
- ۳- در برش‌ها چه بخش‌هایی مشاهده می‌کنید؟ ادرار از کدام بخش کلیه خارج می‌شود، آن را بیابید. ادرار پس از خروج از کلیه به کجا می‌رود؟
- ۴- شکلی از برشی که تهیه کرده‌اید، رسم و آن را نام‌گذاری کنید.

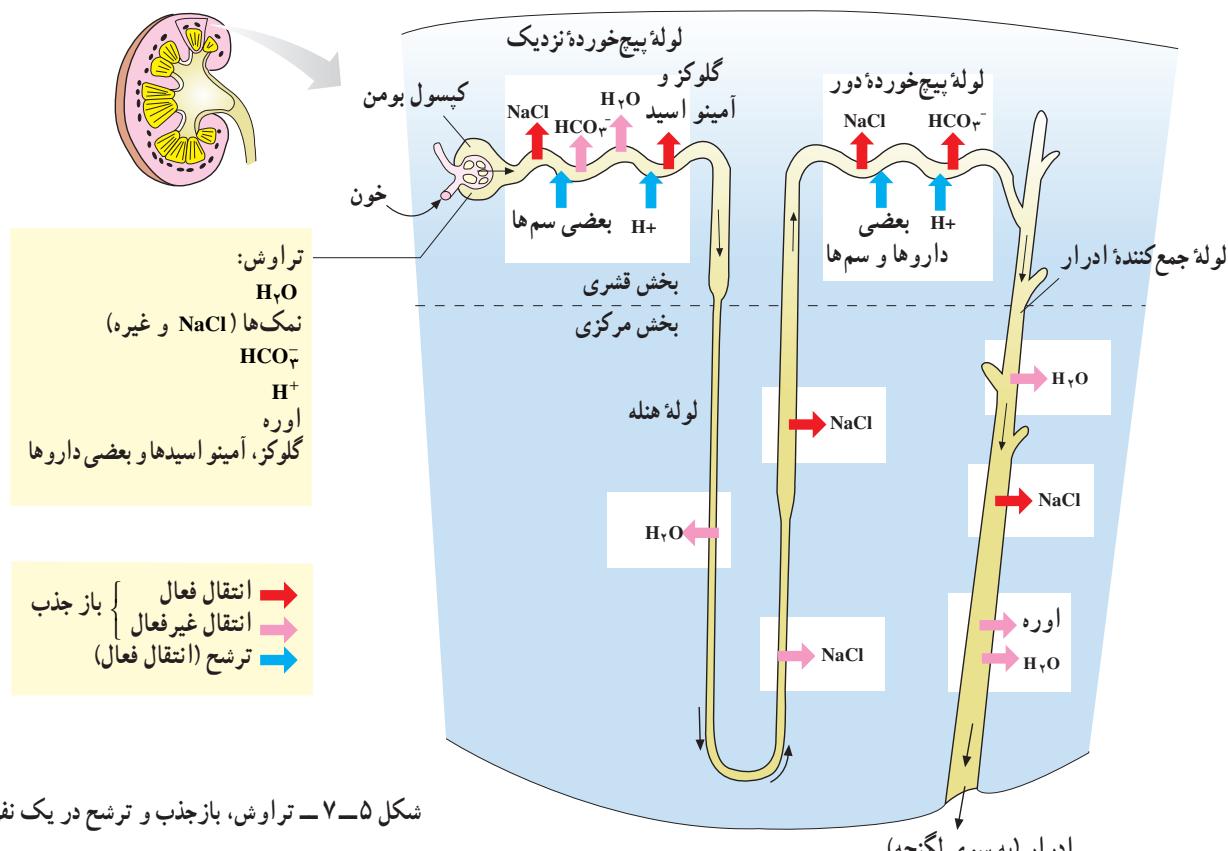
بازجذب: در حدود ۹۹ درصد موادی که در گلومرول‌ها تراوشن شده‌اند، دوباره در مویرگ‌های اطراف لوله ادراری جذب خون می‌شوند و به این ترتیب از هدر رفتن موادی مانند گلوكز و سدیم جلوگیری می‌شود. بازجذب مواد به خون در کلیه‌ها به دو صورت فعال و غیرفعال صورت می‌گیرد: جذب فعال مواد برخلاف شبکه انتشار آنها صورت می‌گیرد و به ATP نیاز دارد. بازجذب گلوكز به همین صورت است. بازجذب غیرفعال نتیجه اختلاف غلظت است، مثلاً در لوله جمع‌کننده ادرار تراکم اوره بیش از مایع بین‌سلولی است و در نتیجه مقداری اوره به مایع بین‌سلولی باز می‌گردد و به دنبال آن آب نیز باز جذب می‌شود.

ترشح: در طول لوله ادراری برخی مواد از خون گرفته و به داخل لوله وارد می‌شوند. یون‌های هیدروژن و پتانسیم و بعضی داروها، مانند پنی‌سیلین از جمله این مواد است.

تشکیل ادرار: ساخته شدن ادرار نتیجه سه پدیده تراوشن، بازجذب و ترشح مواد در نفرون‌هاست. حجم زیادی از مواد موجود در پلاسمای خون با عبور خون از گلومرول به درون کپسول بومن تراوشن می‌شود. در دنباله لوله ادراری، پس از بازجذب بسیاری از این مواد به خون و ترشح مواد دیگر از خون به درون لوله، ترکیب نهایی ادرار مشخص می‌شود. تراوشن: دیواره مویرگ‌های گلومرول و دیواره کپسول بومن نسبت به گلوبول‌های قرمز و مولکول‌های درشت، مانند پروتئین‌ها نفوذناپذیر است، ولی سایر مواد از آن می‌گذرند. فشارخون در مویرگ‌های گلومرول باعث تراوشن پلاسمای درون نفرون می‌شود. وجود پروتئین‌های خون تا حدی از نیروی تراوشن می‌کاهد. در انسان که کل پلاسمای خون در حدود ۳ لیتر است، حجم ماده تراوشن شده به درون کپسول‌های بومن در هر شبانه روز تقریباً به ۱۸۰ لیتر می‌رسد.



شکل ۴-۷ - تشکیل ادرار



شکل ۵-۷ - تراوشن، بازجذب و ترشح در یک نفرون

فعالیت ۱۲**بررسی اثر نوشیدن آب فراوان بر تولید ادرار**

آزمایشی طراحی کنید که اثر نوشیدن مقدار زیاد آب را بر سرعت و حجم ادرار تولید شده، نشان دهد.
برای این کار، نخست به طور دقیق تعیین کنید می خواهید چه چیز را مورد بررسی قرار دهید. چه چیزهایی را باید اندازه بگیرید و این اندازه گیری را چگونه می خواهید انجام دهید.
اجرای این آزمایش لازم نیست. معلم شما پس از طراحی آزمایش توضیحات لازم را برای شما خواهد داد. پس از شنیدن توضیحات، در این مورد نتیجه گیری کنید.

تخلیه ادرار: با ورود ادرار از دو میزنای به مثانه به تدریج فشار درون مثانه افزایش می یابد و دیواره آن کشیده می شود. ورود ادرار به مثانه با واسطه حرکات دودی شکل ماهیچه های صاف دیواره میزنای صورت می گیرد. اگر کشش دیواره مثانه به حد خاصی برسد گیرنده های آن تحریک می شوند و با ارسال پیام های عصبی به نخاع انعکاس تخلیه مثانه را، فعال می کنند. در شخص بالغ این انعکاس به وسیله مراکز مغزی و به صورت ارادی قابل مهار یا تسهیل است. ماهیچه های صاف حلقوی که در نواحی

نقش کلیه ها در تنظیم تعادل اسید - باز در بدن: pH محیط داخلی بدن ثابت و در حد تقریبی $7/4$ نگهداری می شود. کلیه ها یکی از عوامل مهم تنظیم تعادل اسید - باز در بدن هستند به این ترتیب که با کم و زیاد کردن دفع هیدروژن و بیکربنات، از اسیدی شدن یا قلیایی شدن خون جلوگیری می کنند. هنگامی که محیط داخلی بدن به حالت قلیایی تغییر می کند، کلیه ها بیکربنات پیشتری دفع می کنند. در حالتی که خون وضعیت اسیدی پیدا کند، بر عکس دفع هیدروژن در ادرار پیشتر می شود.

فعالیت ۱۳**۱- کدام موادی که در ستون الف نوشته شده است در مایعات ستون ب وجود دارد؟**

ستون ب	ستون الف
خون ورودی به کلیه	بروتئین
خون خروجی از کلیه	گلوبزل
خونی که به کپسول بومن تراوosh می شود	اوره
ادراری که کلیه را ترک می کند	آب

۲- هر یک از موارد زیر چه اثری بر مقدار و ترکیبات موجود در ادرار دارد؟

الف - خوردن مقدار زیادی غذای شور

ب - حمام رفتن و دوش گرفتن

ج - نوشیدن مقدار زیادی آب

د - بازی کردن فوتبال به مدت طولانی

ه - خوردن دو عدد آبنبات

۳- گفته می شود مقدار ادراری که در هوای گرم تولید می شود، کمتر از مقدار ادراری است که در هوای سرد تولید می شود.

الف - آزمایشی برای درستی این فرضیه طراحی کنید.

ب - اگر این فرضیه درست باشد، به نظر شما علت چیست؟

مخطّط قرار دارد که ارادی است. در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاع آنها به طور کامل برقرار نشده است، تخلیه مثانه به صورت غیررادی صورت می‌گیرد.

پایینی مثانه قرار دارند، به صورت یک اسفنگتر داخلی عمل می‌کنند و معمولاً منقبض هستند و دهانه میزراه را بسته نگاه می‌دارند. کمی پایین‌تر در میزراه ماهیچه حلقوی دیگری از نوع

خودآزمایی ۷

- ۱- کلیه‌های انسان چه موادی دفع می‌کنند؟ نام ببرید.
- ۲- ساختار کلیه انسان را شرح دهید.
- ۳- سه مرحله تشکیل ادرار را شرح دهید.
- ۴- چگونگی تخلیه ادرار را توضیح دهید.

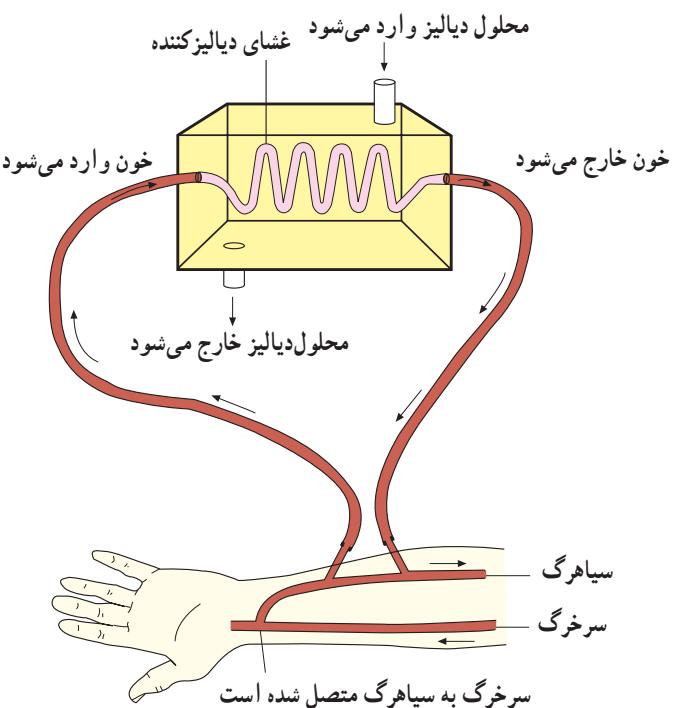
فعالیت ۷-۴

متن زیر را بخوانید و سپس به پرسش‌های آن پاسخ دهید

کلیه مصنوعی

کلیه‌های بعضی افراد به دلایل متعددی از کار می‌افتد. کلیه مصنوعی به این بیماران کمک فراوان می‌کند. برای استفاده از کلیه مصنوعی (انجام دیالیز)، نخست با جراحی کوچکی یکی از سرخرگ‌های دست را به یکی از سیاهرگ‌های آن متصل می‌کنند. سپس دو لوله به آن سیاهرگ متصل می‌کنند (شکل ۷-۶). خون از یکی از این لوله‌ها به سوی کلیه مصنوعی می‌رود و از لوله دیگر به بدن بازمی‌گردد.

چرا باید سیاهرگ را به سرخرگ متصل کرد؟ چون فشار خون سیاهرگی برای راندن خون به درون کلیه مصنوعی کافی نیست. چرا سرخرگ را مستقیماً به کلیه مصنوعی متصل نمی‌کنند؛ چون سرخرگ‌ها باریک‌تر از سیاهرگ‌ها هستند و برای چنین اتصالی مناسب نیستند. سیاهرگی که برای این کار انتخاب می‌شود، زیر پوست دست قرار دارد و دسترسی به آن آسان است. اگر به بازو و ساعد خود نگاه کنید، این سیاهرگ را خواهید دید.



شکل ۷-۶- طرح ساده‌ای از دستگاه کلیه مصنوعی و طریقه اتصال آن به بدن. غشای دیالیز کننده ممکن است به صورت صفحات مسطوح موازی با یکدیگر باشد، یا به صورتی که در شکل می‌بینید، به صورت لوله‌ای ماربیچی باشد. هدف از هر دنوع طرح غشای دیالیز کننده، ایجاد سطح گسترده در محفظه‌ای کوچک است.

خون در درون دستگاه در تماس غشای ویژه که از جنس نوعی ماده پلیمر، شبیه سلوفان است، قرار می‌گیرد. در سوی دیگر این غشا، محلولی آبی از مواد مختلفی که بدن به آنها نیاز دارد، با همان غلظت‌های موردنیاز بدن، قرار دارد. گلوکز و نمک از جمله این مواد هستند.

این غشا فوژپدیری انتخابی دارد، یعنی به بعضی مواد اجازه عبور از خود را می‌دهد و به بعضی دیگر این اجازه را نمی‌دهد. چنین غشایی، غشا دیالیزکننده نام دارد و محلولی که در آن سوی آن قرار دارد، محلول دیالیز نامیده می‌شود. مواد زاید از خون به محلول دیالیز رانده می‌شوند، درحالی که پروتئین‌های درشت و گلوبول‌ها درون خون باقی می‌مانند. محلول دیالیز، دائمًا درحال جریان است و مواد زاید را بلا فاصله از محل دفع دور می‌کند هنگامی که خون از دستگاه خارج می‌شود، غلظت مواد درون آن، با غلظت این مواد در محلول دیالیز تقریباً مساوی می‌شود. خون تصفیه شده، بدین طریق از کلیه مصنوعی خارج و بار دیگر وارد بدن می‌شود.

کسی که کلیه‌های او کاملاً از کار افتاده است باید تقریباً در هر هفته سه‌بار و هر بار در حدود پنج ساعت از وقت خود را با دستگاه کلیه مصنوعی بگذراند. امروزه دستگاه‌های قابل حمل کلیه مصنوعی به بازار عرضه شده است و کسانی که می‌خواهند از آن استفاده کنند، می‌توانند آموزش لازم را بینند.

کلیه مصنوعی یکی از موارد کاربرد فناوری در زندگی روزانه است و تاکنون زندگی هزاران نفر را نجات داده است.

۱- غشای دیالیزکننده چه ساختاری می‌تواند داشته باشد؟ شکلی از برش عرضی آن رسم کنید و شرح دهید چرا پروتئین‌های درشت و گلوبول‌های خون نمی‌توانند از آن عبور کنند.

۲- محلول دیالیز دارای موادی به صورت محلول است که غلظت آنها برابر با غلظت همین مواد در خون است.

اهمیت این امر در چیست؟ چرا محلول دیالیز باید دائمًا در جریان باشد و تعویض شود؟

۳- کلیه مصنوعی دستگاه گران قیمت است. آیا فکر می‌کنید بهتر است برای تکمیل این اختراع سرمایه‌گذاری کرد یا همین سرمایه را صرف کارهای اساسی تر کرد؟

۴- تعداد دستگاه‌های کلیه مصنوعی به اندازه‌ای نیست که هر کسی که به آن نیاز دارد، بتواند به آسانی از آن استفاده کند.

با درنظر گرفتن این که عدم استفاده از آن ممکن است باعث مرگ ییماران شود، فکر می‌کنید چه کسانی برای استفاده از آن در اولویت قرار دارند؟

اولیه فتوسنتر، مصرف می‌شوند. مقدار اضافی هر یک از این مواد با انتشار از طریق روزنه‌ها، دفع می‌شوند.

برخی از مواد دفعی گیاهان ممکن است از طریق افتادن برگ‌ها و بخش‌هایی از پوست گیاهان چوبی، دفع شوند. موادی چون رزین، تانن و صمغ که در نتیجه متابولیسم گیاهان به وجود می‌آیند، در بخش‌هایی از گیاه، مثل مغز ساقه، انبار می‌شوند. در گیاهان علفی، مواد دفعی در واکوئل‌ها و دیواره سلول‌های آنها جمع می‌شوند. برخی از مواد دفعی گیاهان، نقش دفاعی دارند و از خورده شدن گیاه توسط جانوران گیاهخوار جلوگیری می‌کنند، یا گیاه را در مقابل عوامل بیماری‌زا، حفظ می‌کنند.

دفع مواد زاید در گیاهان

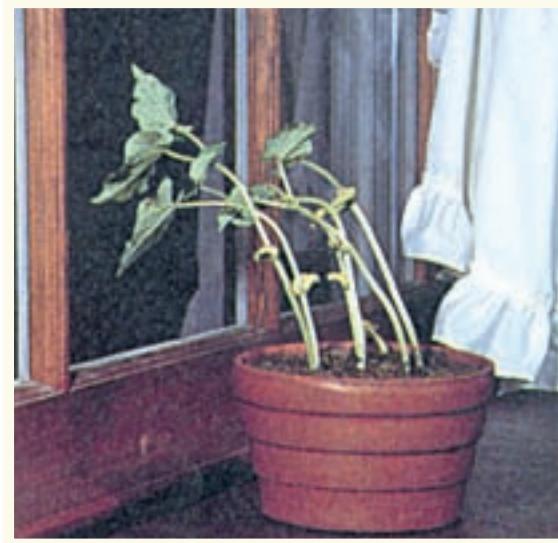
گیاهان مواد آلی مورد نیاز خود را با استفاده از مواد معدنی محیط، می‌سازند. در حالی که جانوران مواد آلی را از راه تقدیم به دست می‌آورند و سپس آنها را به مواد آلی مورد نیاز خود، تبدیل می‌کنند. در نتیجه متابولیسم گیاهان و جانوران تفاوت‌های زیادی دارند. بیشتر مواد دفعی حاصل از متابولیسم گیاهان شامل اکسیژن، دی‌اکسید کربن و آب است. اکسیژن در نتیجه فتوسنتر تولید و در تنفس سلولی مصرف می‌شود. دی‌اکسید کربن و آب نیز در تنفس سلولی تولید و به عنوان مواد

فعالیت ۵-۷

- ۱- غذاهای جانوری، چون پروتئینی و در نتیجه آمینو اسید فراوان دارند، pH محیط داخلی بدن را اسیدی می‌کنند.
- غذاهای گیاهی بر عکس باعث قلیابی شدن آن می‌شوند. بیان کنید کلیه‌ها چگونه pH محیط داخلی را ثابت نگه می‌دارند :
- ۲- با توجه به شکل ۷-۵ بیان کنید کدام قسمت‌های نفرون در بخش قشری و کدام قسمت‌های آن در بخش مرکزی قرار دارد.
- ۳- تحقیق کنید برای مراقبت از کلیه‌ها چه باید کرد.
- ۴- به جز کلیه‌ها، اندام دیگری هم در بدن وجود دارد که کار آنها ثابت نگداشتند ترکیب مایع میان بافتی است. این اندام‌ها کدام‌اند و هر کدام چه موادی دفع می‌کنند؟
- ۵- اهمیت وجود شبکه دوم مویرگی چیست؟

خودآزمایی ۷-۷

- ۱- مواد دفعی گیاهان کدام‌اند؟
- ۲- راه‌های دفع مواد را از گیاهان بنویسید.



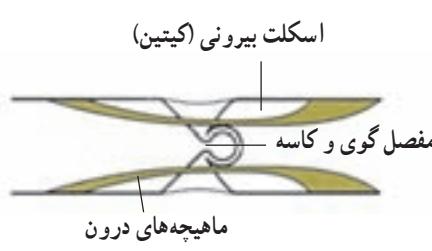
حرکت

بندهای پاهای مورچه، توخالی و لوله‌مانند، اما استحکام آنها به اندازه‌ای است که دراثر نیروهایی که معمولاً مورچه با آنها سروکار دارد، نمی‌شکنند. ماهیچه‌های درون این لوله‌ها بسیار قدرتمند و در عین حال باریک‌اند. چون وزن بدن مورچه روی هر شش پا وارد می‌شود، نیرویی که به هر پا وارد می‌شود، چندان زیاد نیست.

حرکت یکی از ویژگی‌های جانوران است. بسیاری از جانوران روی پاهای خود راه می‌روند یا می‌دوند. تعداد پاهای در جانوران دو، چهار، شش، هشت و در بعضی حتی بیشتر از هشت است. بعضی جانوران شنا می‌کنند، گروهی می‌خرند، بعضی دیگر پرواز می‌کنند و عده‌ای راه می‌روند یا می‌دونند.

جانوران چگونه حرکت می‌کنند

مورچه‌ها در سراسر خشکی‌های کره زمین، به جز مناطق پوشیده از برف و بیخ، زندگی می‌کنند. این حشرات جاندارانی بسیار بر تحرک هستند. بدن مورچه، نمونه‌ای از هماهنگی ساختار با کار را نشان می‌دهد. مورچه‌ها نیز مانند سایر حشرات اسکلتی خارجی دارند که از جنس مادهٔ محکمی به نام کیتین است. رشته‌های کیتینی که از جنس نوعی پلی‌ساکارید سخت و مستحکم هستند، درون ماده‌ای زمینه‌ای از جنس پروتئین قرار می‌گیرند و اسکلت خارجی حشره را می‌سازند. هر یک از شش پای مورچه از چند بند ساخته شده است (شکل ۱-۸). بندها در محل مفصل‌ها بهم متصل می‌شوند.



هنگامی که این ماهیچه منقبض می‌شود، پا به طرف پایین خم می‌شود.

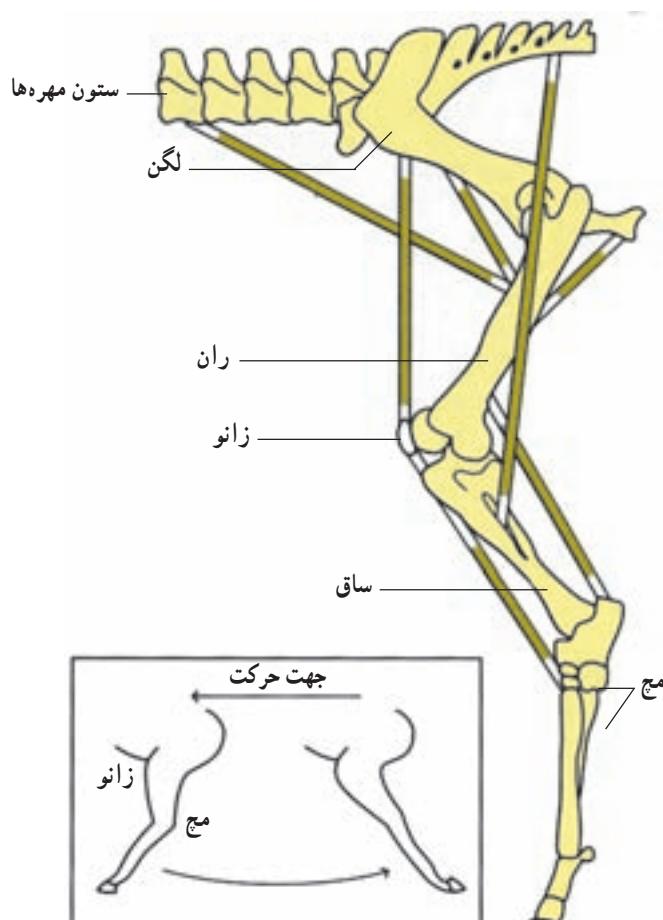


شکل ۱-۸—ساختار پای مورچه

جانوران نیاز به حرکت دارند

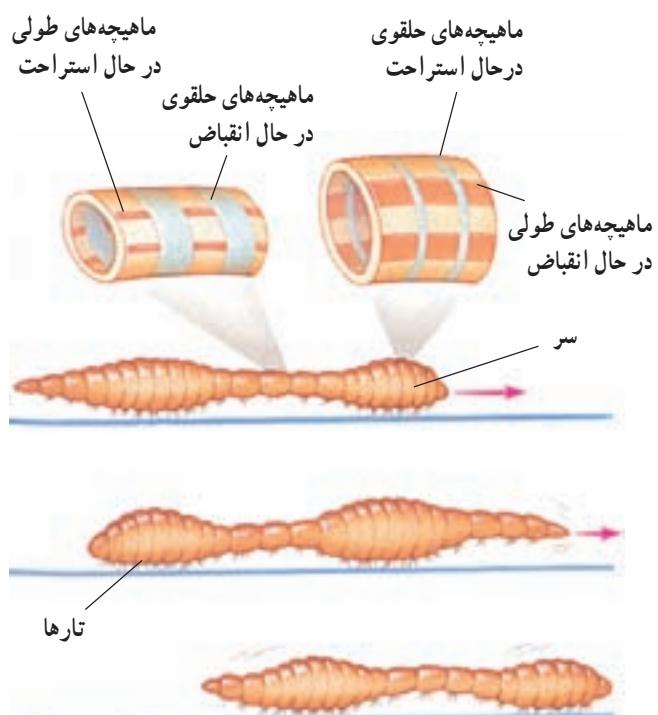
جانوران برای جستجوی غذا، فرار از دشمنان، یا برای یافتن جانوران دیگر، به حرکت کردن نیاز دارند. تعداد اندکی از جانداران ثابت‌اند و جابه‌جا نمی‌شوند. این جانوران عموماً آب‌زی هستند و آب را در پیرامون خود به حرکت درمی‌آورند. شقایق دریایی که از کیسه‌تنان است و نیز اسفنج‌ها جانورانی ثابت‌اند. سایر جانوران متحرک هستند.

بعضی از جانوران بدون پا حرکت می‌کنند: بعضی جانوران، مانند کرم خاکی پا ندارند و با حرکت دادن ماهیچه‌های طولی و حلقوی زیر بوسیله خود جابه‌جا می‌شوند تارهای سطح بدن کرم خاکی به این حرکت کمک می‌کنند (شکل ۲-۸). این جانور می‌تواند بدن خود را درازتر یا کوتاه‌تر کند و بدین طریق درون زمین یا بر سطح آن حرکت کند.



پا به عقب حرکت می‌کند و سپس به حالت مستقیم درمی‌آید.

شکل ۳-۸- چگونگی حرکت اندام حرکتی عقبی اسب



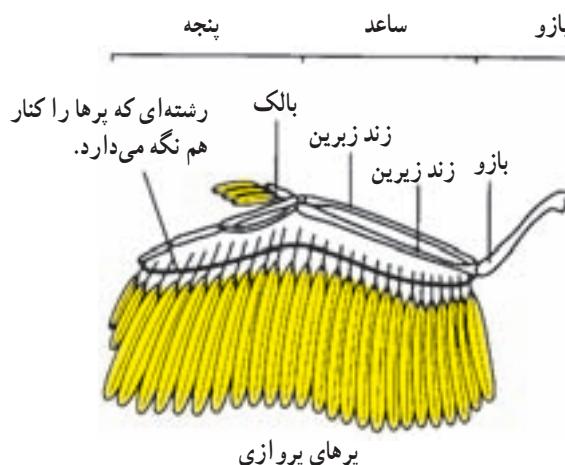
شکل ۲-۸- چگونگی حرکت کرم خاکی

بیشتر جانوران با کمک پاهای حرکت می‌کنند: چگونگی حرکت پاهای حشرات در شکل ۱-۸ نشان داده شده است. درون هر پا دو ماهیچه وجود دارد. کار این دو

ماهی‌ها درون بدن خود بادکنک شنا دارند که به حرکات عمودی آنها کمک می‌کند.

پرواز: سه گروه از جانداران می‌توانند پرواز کنند: حشرات، پرندگان و خفاشان.

پرندگان با کمک بال‌های خود که با پر پوشیده شده‌اند، پرواز می‌کنند (شکل ۸-۵).



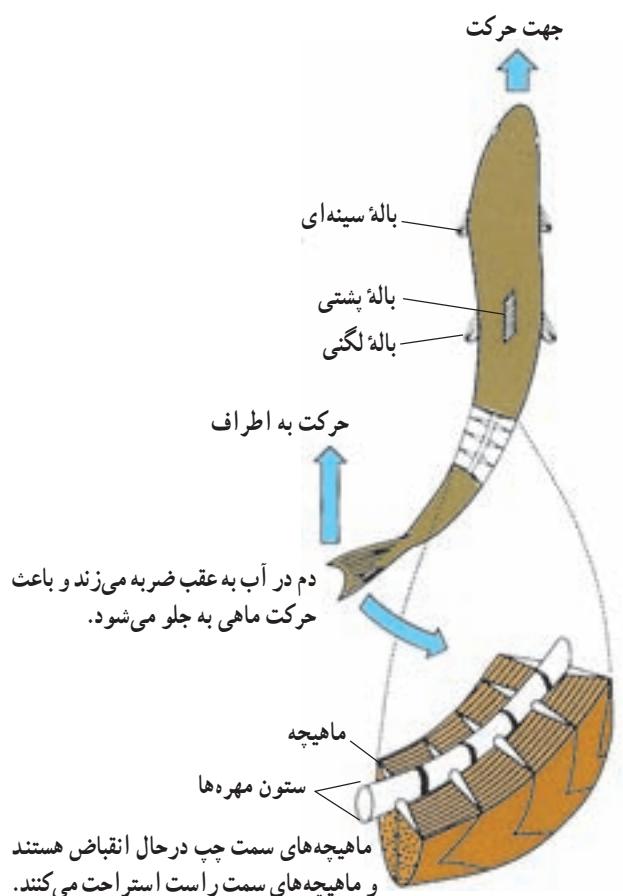
شکل ۸-۵ - بال یک پرنده

حرکت پرنده در هوای با حرکت دادن بال‌ها یا گاه بدون حرکت دادن آنهاست. پرواز پرنده شباهت زیادی به حرکت بادبادک در هوای دارد. هنگام حرکت، فشار هوای زیر بال‌ها افزایش می‌یابد و در همان حال از فشار هوای بالای بال‌ها کاسته می‌شود (شکل ۸-۶). نتیجه این تغییرات صعود پرنده است.

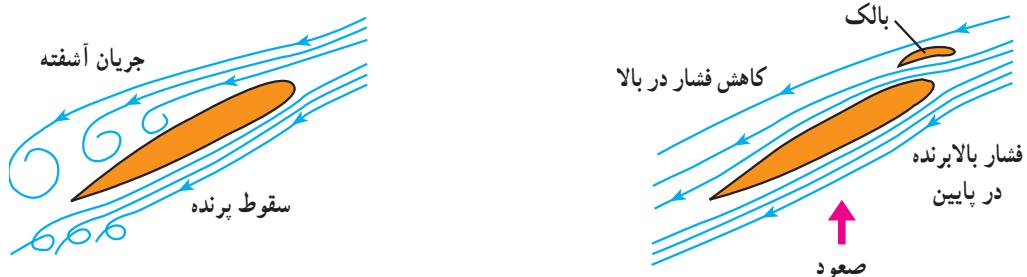
به نقش بالک در پرواز پرنده‌گان توجه کنید. در شکل ۸-۶، سمت چپ، مشاهده می‌کنید که بدون بالک، جریان آشفته هوادر زیر و روی بال به وجود می‌آید. این جریان آشفته هوا از ادامه پرواز جلوگیری می‌کند.

شناکردن: ماهی با حرکت دادن باله دمی خود به چپ و راست، به جلو حرکت می‌کند (شکل ۸-۴). مساحت باله دمی به نسبت زیاد است. شکل دوکی بدن ماهی، حرکت آن را در آب آسان می‌کند.

اسکلت ماهی درونی است و جانور با حرکت دادن ماهیچه‌های دوسوی ستون مهره‌ها به طور متناوب، به جلو می‌رود. ماهی‌ها درحال حرکت مسیر خود را تغییر می‌دهند، به چپ، راست، پایین یا بالا می‌روند، به حرکت خود سرعت می‌بخشنند، آن را کندر می‌کنند، یا متوقف می‌شوند. حرکت باله‌های سینه‌ای به تندری یا کندر کردن حرکت ماهی، کمک می‌کند. باله‌های سینه‌ای با کمک باله‌های پشتی و لگنی برای تغییر جهت حرکت به کار می‌روند (شکل ۸-۴). بسیاری از



شکل ۸-۴ - ماهی باله دمی خود را به چپ و راست، حرکت می‌دهد و جابه‌جا می‌شود.



ب - در صورتی که بالک وجود نمی داشت، پرنده نمی توانست صعود کند.

الف - بالک به صعود پرنده کمک می کند.

شکل ۶-۸- نقشهای بال و بالک هنگام پرواز

فعالیت ۱۷

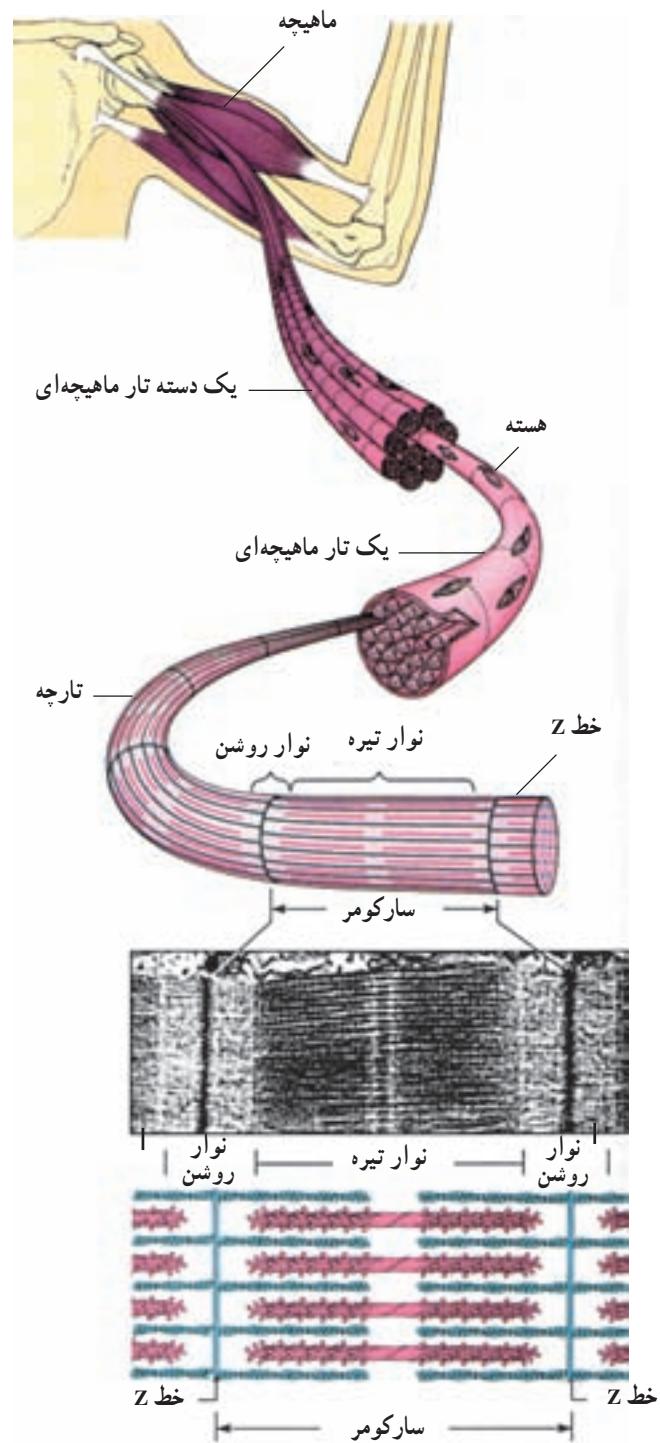
مشاهده حركت جانوران

- چند جانور از جانوران زیر را در حال حرکت مشاهده کنید: کرم خاکی، خرخاکی و خرچنگ. مواطبه باشید به آنها آزار نرسانید. مشاهدات خود را شرح دهید.
- بعضی جانوران روی زمین سُر می خورند و با سُریدن حرکت می کنند. در این باره در این فصل شرحی داده شده است. تحقیق کنید کدام جانوران چنین حرکت می کنند؟ حرکت آنها چگونه است؟ شرح دهید.

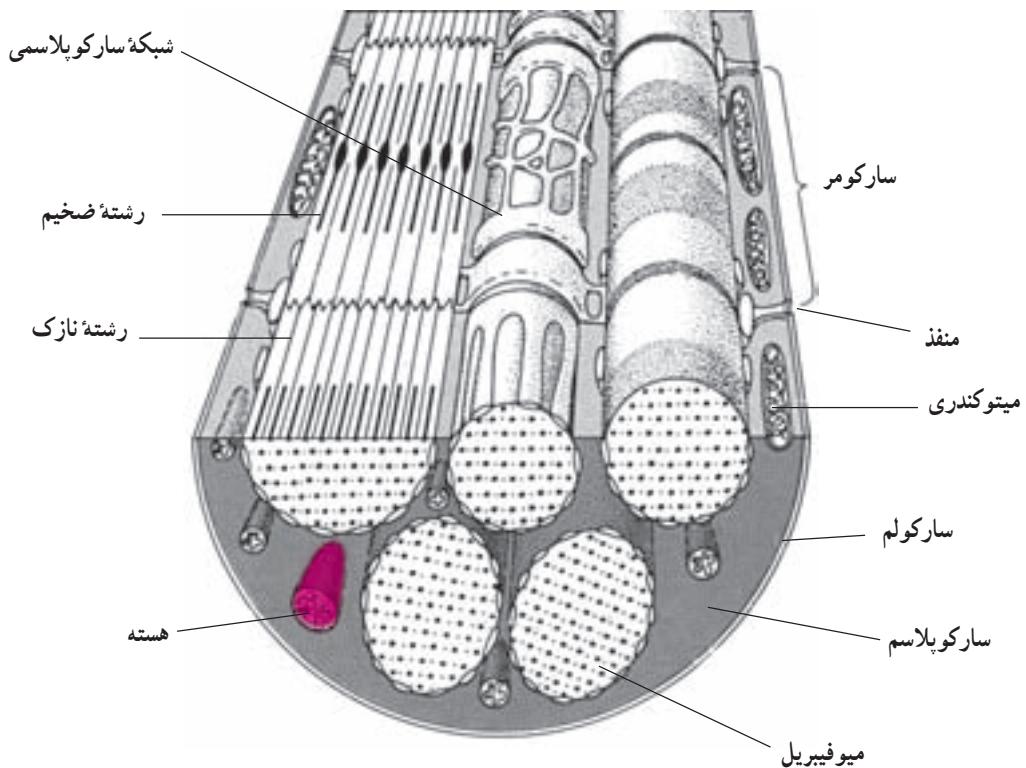
و روشن را که به آنها منظرة مخطط (خطدار) می دهد، مشاهده می کنیم (شکل ۷-۸). در ماهیچه قلبی نیز همین تناوب لایه های تیره و روشن وجود دارد، ولی ماهیچه های صاف وضع متجانس دارند و خطدار نیستند. هر تار ماهیچه ای از پوششی به نام سارکولم احاطه شده و درون آن چندین تارچه وجود دارد. هسته ها و تعدادی میتوکندری و کمی سارکوپلاسم (سیتوپلاسم معمولی سلول ماهیچه ای) در زیر سارکولم دیده می شود. هر تارچه از توالی تعدادی سارکومر درست شده است و هر سارکومر بخشی است که بین دو خط Z قرار دارد (شکل ۷-۸). پس از هر خط Z یک نوار روشن و در دنبال آن یک بخش تیره وجود دارد. این بخش تیره خود به وسیله یک صفحه بسیار روشن، به نام صفحه هنسن به دو بخش برابر تقسیم شده است. پس از بخش تیره یک نوار روشن دیگر وجود دارد که به خط Z بعدی ختم می شود. در وسط صفحه هنسن نیز خط تیره M دیده می شود.

آدمی با کمک ماهیچه ها و استخوان ها حرکت می کند
ماهیچه ها: حرکت به صورت های مختلف در همه سلول های زنده دیده می شود، ولی سلول های ماهیچه ای اختصاصاً برای حرکت تمایز یافته اند. سلول های ماهیچه ای به صورت تارهای قابل انقباض درآمده اند و به سه نوع ماهیچه مخطط، ماهیچه صاف و ماهیچه قلبی تقسیم می شوند.

ساختار ماهیچه مخطط (ماهیچه اسکلتی): واحد ساختاری ماهیچه های مخطط تارهایی به قطر $10\text{ }\mu\text{m}$ میکرون است که طول متفاوت دارند و میون نامیده می شوند. میون ها، در ماهیچه به وسیله سیمانی از بافت پیوندی در کنار یکدیگر قرار دارند و غلافی پیوندی مجموعه آنها را می پوشاند. این غلاف در سرتارها به هم می پیونددند و زردی های دو سر ماهیچه ها را می سازند. زردی از نوع بافت پیوندی بسیار مقاوم است و نیروی انقباض ماهیچه را به استخوان ها منتقل می کند. اگر یک تار ماهیچه ای مخطط را در زیر میکروسکوپ بررسی کیم، وجود لایه های تیره



شکل ۷-۸- ساختار ماهیچه، تار ماهیچه‌ای، تارچه و سارکومر



شکل ۸-۸- ساختار بخشی از یک سلول ماهیچه‌ای

در حالت آرامش، وجود دارد و باعث سختی نسبی آنها می‌شود، تونوس ماهیچه‌ای خوانده می‌شود. تونوس ماهیچه‌های گردن و تنہ باعث حفظ وضعیت سر و تنہ می‌شود. در حفظ تونوس ماهیچه‌ای، تارهای ماهیچه‌ای به نوبت به انقباض درمی‌آیند و درنتیجه ماهیچه خسته نمی‌شود. تونوس ماهیچه‌ها هنگام به خواب رفتن متوقف می‌شود. به این دلیل هنگام به خواب رفتن گردن و پلک‌ها به پایین می‌افتد.

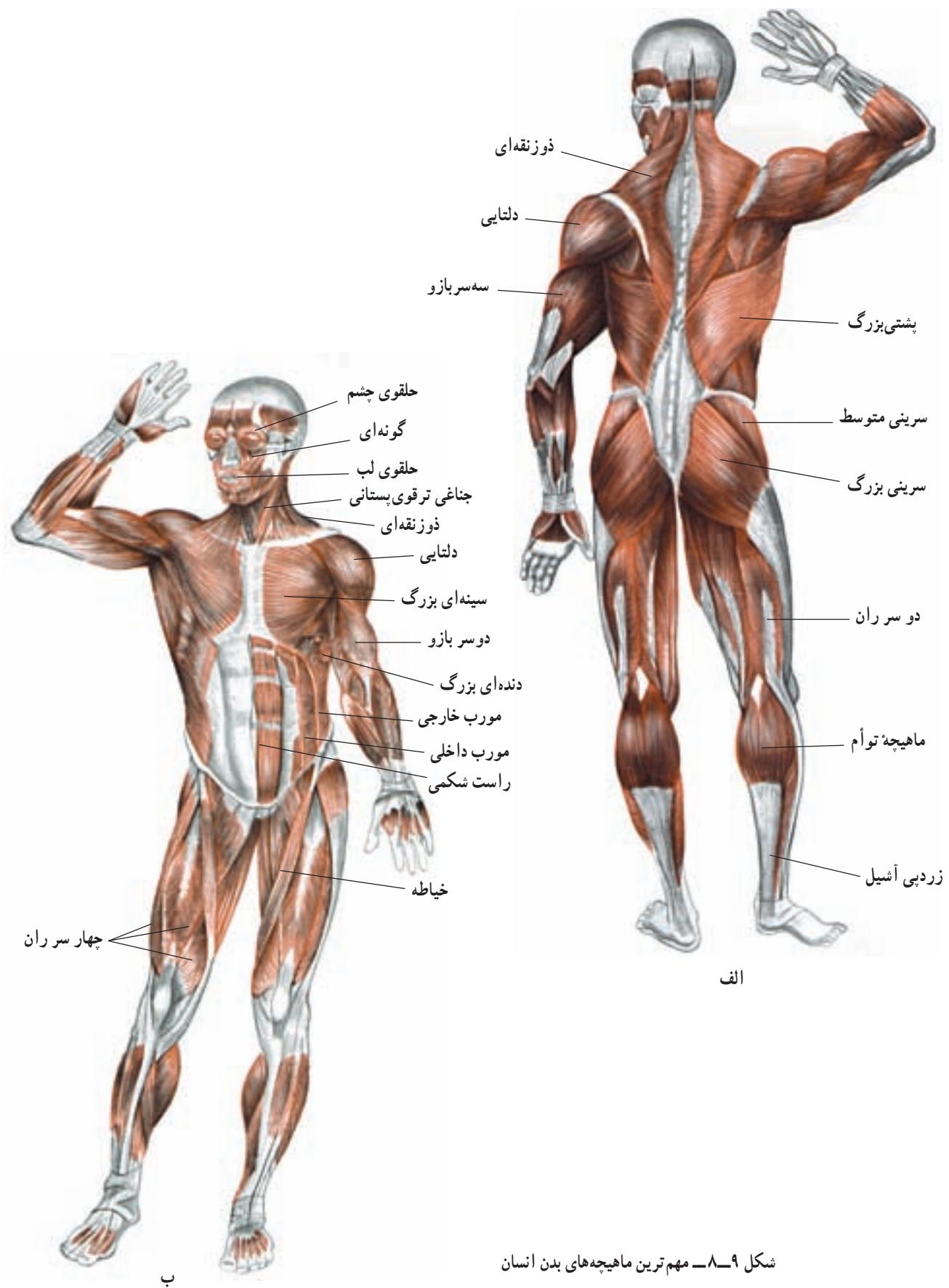
استخوان‌ها علاوه بر استحکام و حرکت و ظایف دیگری نیز عهده‌دار هستند.

استخوان‌ها: اسکلت داخلی بدن مهره‌داران در بعضی ماهی‌ها غضروفی، اما در سایر مهره‌داران استخوانی است. اسکلت محور و تکیه‌گاه ماهیچه‌های بدن است و بخش‌های سازنده آن با انقباض ماهیچه‌ها به حرکت درمی‌آیند. استخوان جمجمه مغز و استخوان‌های قفسه‌سینه، قلب و شش‌ها را از آسیب‌های مکانیکی خارجی محافظت می‌کنند. بیشترین تعداد عناصر سلولی خون در مغزا استخوان ساخته می‌شوند.

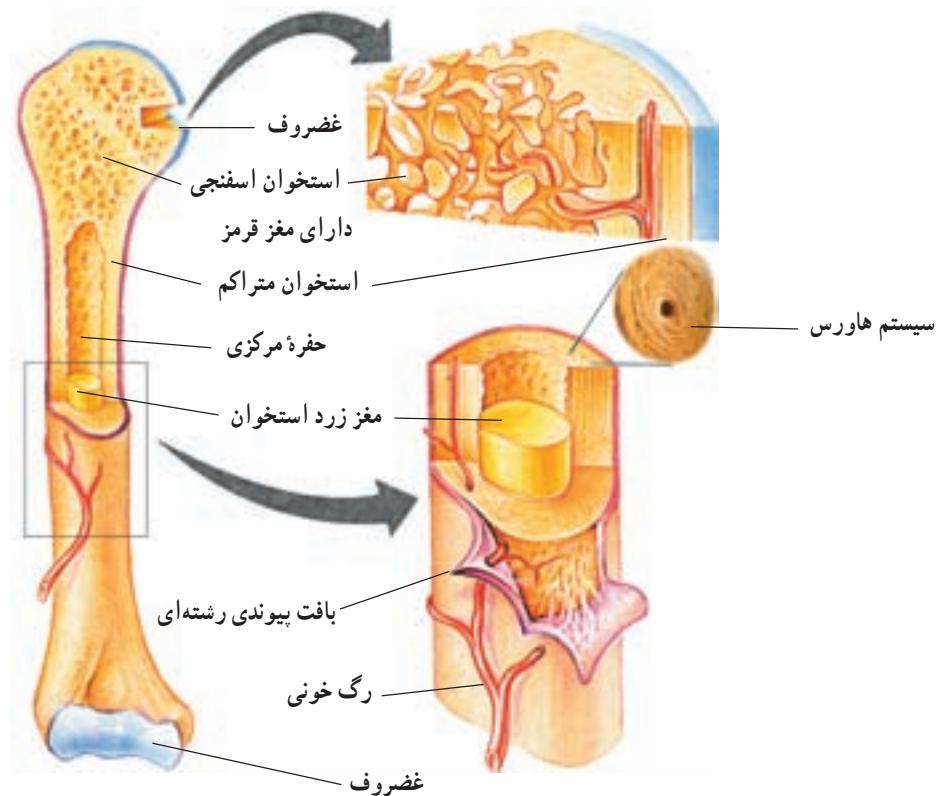
شبکه آندوپلاسمی که در تارهای ماهیچه‌ای شبکه سارکوپلاسمی خوانده می‌شود، در سلول‌های ماهیچه‌ای گسترش زیاد یافته و اطراف هر تارچه را احاطه کرده است. این شبکه در فواصل منظم، در هر سارکومر، به صورت کیسه‌هایی متسفع می‌شود و لوله‌های عرضی به درون سارکومر وارد می‌کند (شکل ۸-۸). شبکه آندوپلاسمی و لوله‌های عرضی آن، مقدار زیادی کلسیم ذخیره‌ای دارند و در انقباض نقش اساسی ایفا می‌کنند (فصل ۲).

انقباض ایزوتونیک و ایزومتریک: انقباض ماهیچه در صورتی ایزوتونیک (با کشش ثابت) است که طول ماهیچه تغییر کند. چنانچه انقباض ماهیچه به علت مقاومت شدیدی که در برابر آن وجود دارد، نتواند طول ماهیچه را کم کند، از نوع ایزومتریک است. نگاهداشتن یک وزنه بدون حرکت دادن آن نتیجه انقباض ایزومتریک، اما حرکات بدن از نوع ایزوتونیک است.

تونوس ماهیچه‌ای: انقباض خفیفی که در ماهیچه‌ها،



شکل ۸-۹ - مهم‌ترین ماهیچه‌های بدن انسان



شکل ۸-۱۰- ساختار یک استخوان دراز و بخش‌های اسفنجی و متراکم آن

دایره‌های متعدد مرکز در اطراف یک مجرای هاورس در درون ماده زمینه استخوانی قرار گرفته‌اند و یک سیستم هاورس را می‌سازند. اجتماع سیستم‌های هاورس در اطراف مغز استخوان بافت استخوانی متراکم را به وجود می‌آورد.

در بافت اسفنجی سلول‌ها به صورت نامنظم، در کنار یکدیگر، قرار دارند و تیغه‌هایی از ماده زمینه استخوانی در بین آنها وجود دارد و مغز استخوان حفره‌های متعددی را که بین این تیغه‌ها تشکیل می‌شود، پر می‌کند.

بافت استخوانی: در بدن انسان و سایر مهره‌داران سه نوع استخوان: دراز (ران)، کوتاه (بندهای انگشتان) و پهن (جمجمه) وجود دارد. ساختار بافتی این استخوان‌ها از دو نوع متراکم و اسفنجی است.

تنه استخوان‌های دراز و بخش‌های خارجی استخوان‌های کوتاه و پهن از نوع متراکم و دوسر استخوان‌های دراز و بخش میانی استخوان‌های کوتاه و پهن از نوع اسفنجی (شکل ۸-۱۰) است. در بافت استخوانی متراکم سلول‌های استخوانی به صورت

فعالیت ۸-۲



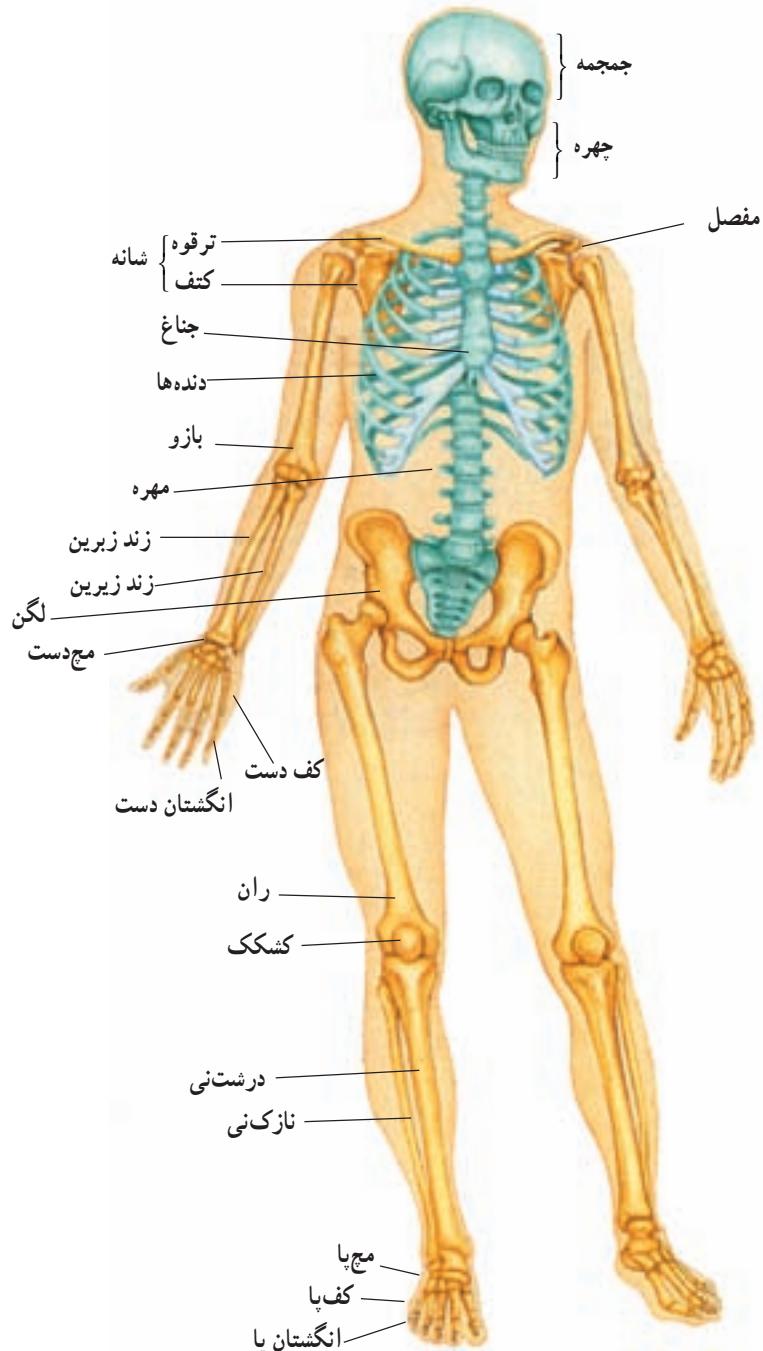
۱- معلم شما یک مدل اسکلت انسان، یا تصویری از آن را به شما نشان می‌دهد. بخش‌های زیر را در این اسکلت پیدا

کنید :

جمجمه، آرواره پایین، ستون مهره‌ها، دندنهای، جناغ، کتف، ترقوه، لگن، ساعد و ساق

۲- اکنون با رسم طرح‌های ساده‌ای از استخوان‌ها و مفصل‌های در گیر، حرکت‌های زیر را رسم کنید :

خم کردن زانو، بالا بردن بازو و خم کردن سر به پایین



شكل ۱۱-۸- استخوان‌بندی بدن انسان

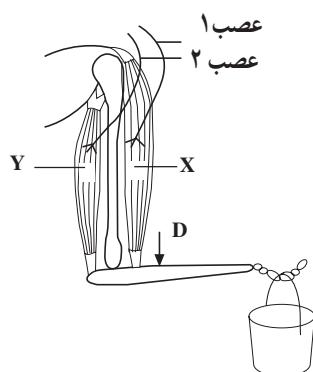
فعالیت ۱۲-۸

با توجه به شکل ۱۲-۸ به سوالات زیر پاسخ دهید :

- ۱- هر یک از بخش‌هایی که در شکل مشاهده می‌کنید، چه کار(ها)یی انجام می‌دهند؟ ماهیچه‌ها، زردی‌ها، رباط‌ها،

مفصل.





شکل ۸-۱۲

۲- در این شکل می‌بینید که وقتی یکی از ماهیچه‌ها منقبض می‌شود، ماهیچه دیگر باید به حالت استراحت باشد: وقتی ماهیچه X منقبض می‌شود، ماهیچه Y استراحت می‌کند.

توضیح دهد چگونه چنین کاری امکان‌پذیر است. در توضیحات خود از واژه‌های زیر استفاده کنید: عصب ۱، عصب ۲، مغز، نخاع، هماهنگی، هماهنگ کننده.

۳- دست، برای بالا بردن سطل، به شکل اهرم کار می‌کند.

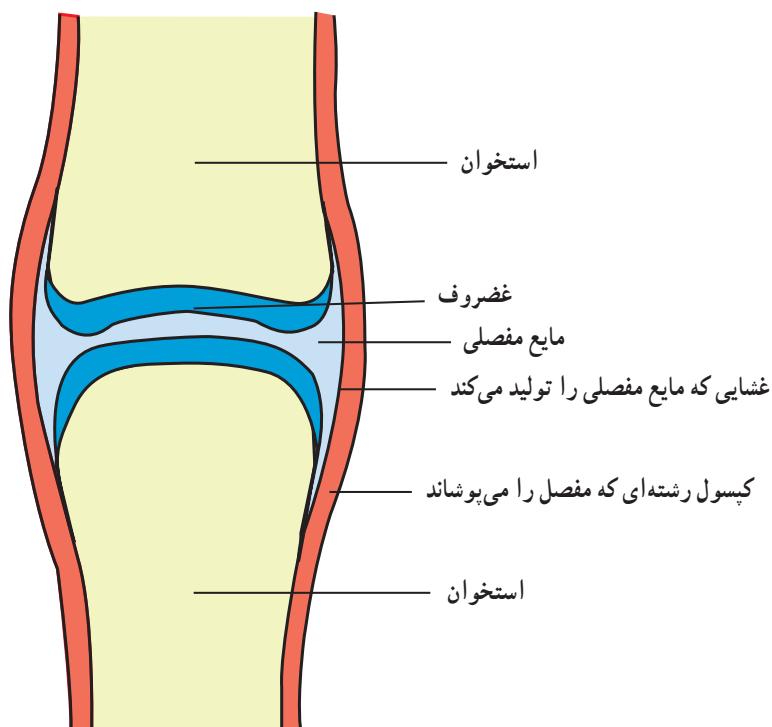
الف- نوع اهرمی را که در هنگام بالا بردن سطل ایجاد می‌شود، شرح دهد.

ب- اگر ماهیچه X به نقطه D متصل می‌بود، چه اثری بر کار این اهرم می‌گذاشت؟ در این حالت آیا به نیروی بیشتری نیاز می‌داشت یا به نیروی کمتری؟ چرا؟

ج- فکر می‌کنید چرا ماهیچه X این اندازه به مفصل آرنج نزدیک است؟

آسان می‌کند و اصطکاک میان آن دو را کاهش می‌دهد. مایع مفصلی مناسب‌ترین مایع برای کاهش دادن اصطکاک میان دو سطح است که روی هم می‌لغزند.

مفصل‌ها محل اتصال استخوان‌ها با یکدیگر هستند به شکل (۸-۱۳) توجه کنید. در این شکل یک مفصل نشان داده شده است. مایعی به نام **مایع مفصلی** بین دو استخوان قرار دارد. این مایع لغزیدن دو استخوان را در مجاورت یکدیگر



شکل ۸-۱۳- ساختار یک مفصل

دهید. این استخوان‌ها در جهات جلو و عقب حرکت می‌کنند. مفصل زانو از نوع لولایی است، چون کار آن با کار لولای در شبیه است.

رباط‌ها استخوان‌ها را در محل مفصل‌ها متصل به یکدیگر نگه می‌دارند

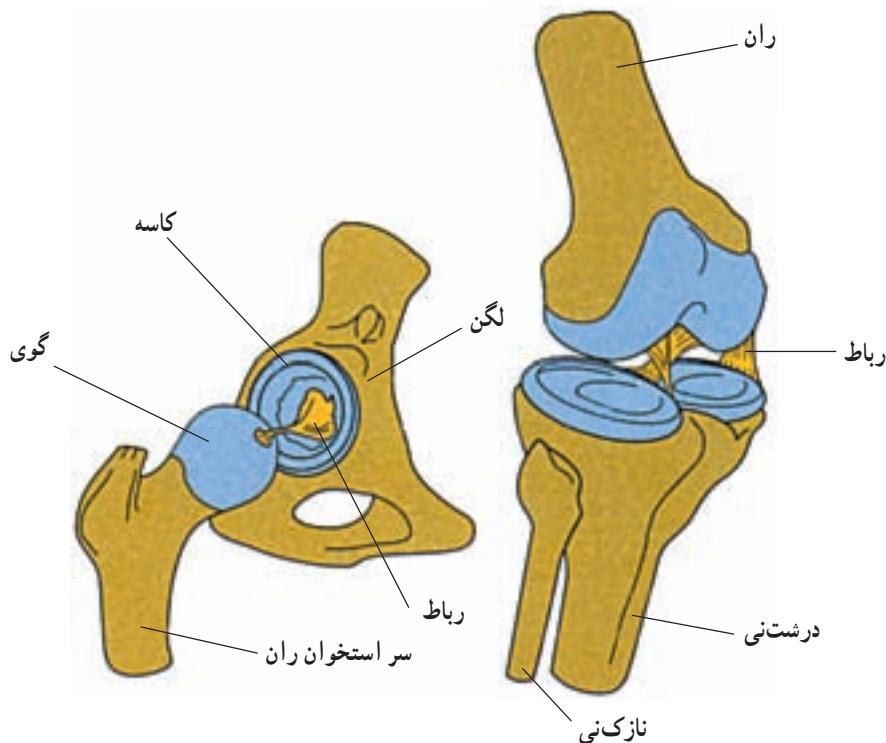
اگر استخوان‌ها، در محل مفصل‌ها، با رشته‌هایی به یکدیگر متصل نبودند، به آسانی از یکدیگر جدا می‌شدند. کپسول رشته‌ای که محل مفصل را می‌پوشاند (شکل ۸-۱۳) و نیز رباط‌ها و حتی ماهیچه‌ها، دو استخوان را در محل مفصل‌ها، در اتصال با یکدیگر نگه می‌دارند. بعضی رباط‌ها در خارج از محل مفصل و بعضی دیگر درون آن هستند (شکل ۸-۱۴).

انتهای استخوان‌ها غضروفی است. غضروف از استخوان نرم تر است و حرکت استخوان‌ها را در محل مفصل‌ها آسان‌تر می‌کند.

مفصل‌ها نقاط ضعف اسکلت هستند. بنابراین نگهداری و محافظت از آنها لازم است.

أنواع مفصل: محل اتصال سر استخوان ران به استخوان نیم لگن از نوع گوی و کاسه است (شکل ۸-۱۴). مفصل گوی و کاسه باعث می‌شود استخوان‌ها بتوانند در همه جهات بچرخدند. شما می‌توانید خود این ویژگی را آزمون کنید. هنگامی که ایستاده‌اید پای خود را به جلو، عقب، چپ و راست حرکت دهید و سپس آن را حول مفصل ران بچرخانید.

اکنون سعی کنید استخوان‌های مفصل زانو را حرکت



شکل ۸-۱۴- دو نوع مفصل گوی و کاسه‌ای و لولایی.

در هر دو مفصل کپسول رشته‌ای برداشته شده و استخوان‌ها در محل طبیعی خود از یکدیگر دورتر رسم شده‌اند.

فعالیت ۸-۴

مفصل شانه و مفصل آرنج از کدام نوع هستند؟ چرا؟



- از بیماری‌های قلب و رگ‌ها جلوگیری می‌کند.
- توانایی بدن ما را برای انجام کارهای روزانه افزایش می‌دهد.

- به مکمل می‌کند تا از نظر جسمی و روانی احساس بدن ما به دلایل متعددی به ورزش کردن نیازمند است. سلامتی داشته باشیم.
- اعتماد به نفس ما را افزایش می‌دهد و توانایی ما را در غلبه بر فشارها و مشکلات زندگی، افزایش می‌دهد.
- وزن بدن ما را متعادل نگه می‌دارد.

بیشتر بدانید

ورزش عامل حفظ بهداشت بدن

ابن‌سینا دانشمند شهیر اسلامی در «کلیات قانون» درباره‌ی بهداشت به وسیله‌ی ورزش با دقت و تفصیل سخن گفته است. به نظر او اگر ورزش مطابق دستور پزشک و در زمان مناسب انجام شود، یک روش درمانی است که حتی می‌تواند جایگزین روش‌های دیگر هم شود. ابن‌سینا انواع ورزش‌ها را از نظر شدت، شرح می‌دهد و توصیه می‌کند که ورزش باید متنوع باشد و نباید فقط به یک نوع ورزش اکتفا کرد. هم‌چنین برای بیماری‌های مختلف ورزش‌های خاص لازم است.

فعالیت ۵-۸



توجه: اگر به بیماری قلبی مبتلا هستید، از انجام این فعالیت خودداری کنید.



برای انجام این فعالیت به یک چارپایه یا صندلی به ارتفاع تقریبی ۴۳ سانتی‌متر احتیاج دارید و شما باید در هر دقیقه ۳۰ بار روی آن بالا و پایین بروید. بنابراین برای هر بار بالارفتن یا پایین آمدن ۲ ثانیه وقت دارید.

این فعالیت را دونفری انجام دهید: یک نفر زمان و ضربان‌های قلب را اندازه‌گیرید و نفر دوم تمرین‌ها را انجام می‌دهد.

۱ - به مدت ۵ دقیقه روی صندلی یا چارپایه بالا و پایین شوید.

۲ - به مدت ۱ دقیقه بشنینید و استراحت کنید.

۳ - تعداد ضربان‌های قلب خود را به مدت ۳۰ ثانیه اندازه‌گیری کنید و عددی را که به‌دست می‌آورید، A بنامید.

۴ - ۳۰ ثانیه دیگر استراحت کنید.

۵ - بار دیگر به مدت ۳۰ ثانیه تعداد ضربان‌های قلب خود را اندازه‌گیرید و عددی را که به‌دست می‌آورید B بنامید.

۶ - ۳۰ ثانیه استراحت کنید.

۷ - مجدداً، به مدت ۳۰ ثانیه تعداد ضربان‌های قلب خود را اندازه‌گیری کنید و عدد حاصل را C بنامید.

۸ - اکنون محاسبه زیر را انجام دهید: $A + B + C$

۹ - عددی را که به‌دست می‌آورید با اعداد جدول صفحه‌ی بعد مقایسه کنید:

شکل ۱۵-۸

اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید :

۱- در انجام این فعالیت، توانایی چه بخش‌هایی از بدن شما سنجیده می‌شود؟

۲- آیا فکر می‌کنید چنین آزمایشی برای درک میزان آمادگی بدن مناسب است؟ چه نتایصی

در آن وجود دارد؟

جدول ۸-۱

آمادگی بدن برای انجام کارهای بدنی	دختر	پسر
زیاد	۱۹° یا کمتر	۱۷۵ یا کمتر
مناسب	۲۲° در حدود	۲۰° در حدود
کم	۲۳۵ در حدود	۲۱۵ در حدود
بسیار کم	۲۵° در حدود	۲۳° در حدود

خودآزمایی ۱

۱- جانوران به چه علت‌هایی حرکت می‌کنند؟

۲- چه جانورانی بیشتر ثابت هستند؟ چرا؟

۳- چگونگی حرکت کرم خاکی را شرح دهید.

۴- اسکلت درونی و اسکلت بیرونی هر یک در چه جانورانی یافت می‌شود؟

۵- چگونگی شنا کردن ماهی را شرح دهید.

۶- بادکنک شنای ماهی‌ها چه کمکی در حرکت به آنها می‌کند؟

۷- نقش بالک را در پرواز پرنده‌گان شرح دهید.

۸- اصطلاحات زیر را تعریف کنید :

میون، سارکوپلاسم، شبکه سارکوپلاسمی، سارکومر، تونوس ماهیچه‌ای

۹- چرا ماهیچه مخطوط به این نام خوانده می‌شود؟ شرح دهید.

۱۰- انقباض ایزوتونیک را با انقباض ایزومتریک مقایسه کنید.

۱۱- سه نوع استخوان موجود در انسان را با یکدیگر مقایسه کنید.

۱۲- دو نوع بافت استخوانی را با یکدیگر مقایسه کنید.

۱۳- اصطلاحات زیر را شرح دهید : سیستم هاورس، مایع مفصلی، کپسول رشته‌ای، رباط

۱۴- انواع مفصل را نام ببرید و آنها را با یکدیگر مقایسه کنید.

۱۵- بدن انسان به چه دلایلی به ورزش نیازمند است؟ حداقل پنج مورد را شرح دهید.

گیاهان نیز حرکت می‌کنند

حرکت‌های فعال. بازشدن هاگدان‌ها و پراکنده شدن هاگ‌ها و نیز بازشدن میوه‌ها در اثر تغییر میزان رطوبت هوا صورت می‌گیرند و درنتیجه غیرفعال هستند؛ چون سلول‌هایی که چنین وظایفی بر عهده دارند، مرده‌اند و حرکت‌های فعال فقط در بخش‌های زنده گیاه انجام می‌شوند.

در ظاهر به نظر می‌رسد گیاهان در زیستگاه خود ثابت‌اند و حرکت نمی‌کنند؛ اما با کمی دقت می‌توان حرکات گیاهان را نیز مشاهده کرد. به شکل ۸-۱۶ توجه کنید. آیا این شکل بیان کننده نوعی حرکت در گیاهان است؟

گیاهان دو نوع حرکت دارند: حرکت‌های غیرفعال و



شکل ۸-۱۶ - چرا ساقه این گیاهان نورسته به سمت پنجه خم شده‌اند؟

فعالیت ۶



- ۱- یک مخروط (میوه) بازشده گیاه کاج را تهیه کنید.
- ۲- این مخروط را درون یک لیوان آب فرو ببرید.
- ۳- هر ۱۵ دقیقه یک بار به آن نگاه کنید.
- ۴- مشاهدات خود را یادداشت و تفسیر کنید.

پیچش، یعنی رشد مارپیچی نوک ساقه گیاهان پیچنده، از حرکت‌های خودبه‌خودی است. پیچش به این علت به وجود می‌آید که در هر زمان سرعت رشد در بخشی از ساقه، بیشتر از سایر بخش‌هاست. وقتی نوک ساقه به جسم باریکی، مانند شاخه گیاهی دیگر برخورد کند، حرکت پیچشی باعث می‌شود ساقه به تکیه گاه محکم شود. نوک برگ بعضی گیاهان نیز پیچش انجام می‌دهد

حرکت‌های فعال: بعضی از حرکت‌های گیاهی در اثر عوامل درونی گیاه، مانند رشد نابرابر بخش‌های مختلف یک اندام، تغییر در حجم سلول به علت جذب یا ازدست دادن آب، صورت می‌گیرد. در این گونه حرکت‌ها، محرك‌های بیرونی، مانند نور، نیروی جاذبه و غیره دخالتی ندارند. چنین حرکت‌هایی، حرکت‌های خودبه‌خودی نامیده می‌شوند.

حرکت‌های گرایشی: پاسخ اندام‌های درحال رویش

به محرك‌های خارجی، مانند نور، گرما، آب، موادشیمیایی و جاذبه زمین است. گیاه به سوی این عوامل، یا به سمت مخالف آن، خم می‌شود، نورگرایی، زمینگرایی، شیمیگرایی، آبگرایی و گرمگرایی از انواع جنبش‌های گرایشی هستند. شکل ۸-۱۶، در واقع نوعی نورگرایی را نشان می‌دهد.

(شکل ۸-۱۷).

بعضی دیگر از حرکت‌های گیاه دراثر محرك‌های بیرونی انجام می‌شوند. این نوع حرکت‌های فعال حرکت‌های القایی نامیده می‌شوند. حرکت‌های القایی را می‌توان در سه گروه حرکت‌های گرایشی، حرکت‌های تاکتیکی و حرکت‌های تنفسی جای داد.



شکل ۸-۱۷ - پیچش نوک برگ گیاهان تیره پرانه واران

فعالیت ۸-۷



چند دانهٔ لوبیا در محیطی قرار دهید تا جوانه بزند. اکنون با این دانه‌های تازه روییده، و نیز با چند دستمال کاغذی یا مقداری پنبه، چند سوزن و یک مقوی یا تخته بزرگ، آزمایشی طراحی و اجرا کنید که فرضیه زیر را مورد آزمون قرار دهد: «دانه‌های نورسته را در هر وضعیتی که قرار دهیم، ریشه به سمت زمین گرایش پیدا می‌کند». توجه داشته باشید نتیجه این آزمایش چند روز بعد به دست می‌آید. در این مدت دانه‌ها باید دائمًا مرتبط باشند.

روش کار خود را شرح و نتیجه آن را گزارش دهید. این آزمایش کدامیک از انواع حرکت‌های گرایشی را مورد آزمون قرار می‌دهد؟

باز و در شب بسته می شود. چنین حرکت هایی شب تننجی نامیده می شوند.

گیاه حساس نیز برگ های مرکب دارد. لمس کردن یکی از این برگ ها باعث تاخوردن و بسته شدن فوری آن می شود. این حرکت لرزه تننجی نامیده می شود (شکل ۸-۱۸).

برگ گیاهان گوشتخوار نیز به برخورد اشیا و لمس حساس است. در اثر تماس بدن حشره یا جانور کوچک دیگر، حرکت هایی در برگ ها ایجاد می شود و جانور به دام می افتد. چنین حرکتی باسوش تننجی نامیده می شود.

حرکت های تاکتیکی: هنگامی انجام می شوند که سلول های گیاهی به سوی روشنایی، بعضی مواد شیمیایی و غیره حرکت می کنند. سلول نر گیاهان به سوی سلول های ماده جذب می شود و به سوی آن حرکت می کند. این حرکت، نوعی حرکت تاکتیکی است.

حرکت های تنجشی: بعضی گیاهان، مانند گل ابریشم، اقاقیا برگ های مرکب دارند. برگ چه های این گیاهان در هنگام روز گسترش می شوند، اما شب هنگام هر یک از دو برگ چه ای که در برابر هم قرار دارند، تا می خورند، به یکدیگر تزدیک می شوند و در کنار هم قرار می گیرند. گل های بعضی گیاهان نیز هنگام روز



ج

ب

الف

شکل ۸-۱۸- الف و ب : بسته شدن برگ های گیاه حساس پس از لمس کردن و ج: برگ گیاه گوشتخوار دیونه حشره ای را شکار کرده است.

خودآزمایی ۱-۴

- ۱- دو نوع کلی از حرکت های گیاهی را با یکدیگر مقایسه کنید.
- ۲- چه عواملی را می شناسید که باعث حرکت های فعال گیاهی می شوند؟
- ۳- حرکت خود به خودی چیست؟ یک نمونه از این نوع حرکت ها را شرح دهید.
- ۴- حرکت القایی در گیاهان بر چند نوع اند؟ نام ببرید و آنها را شرح دهید.

فهرست مراجع

- 1 - Michael Roberts; **Biology, Nelson Science**; Nelson; 1995.
- 2 - Campbell N. A. et al.; **Biology Concepts & Connections**; Addison Wesly Longman, inc.; 1997.
- 3 - **Biology , A Human Approach**; BSCS Student Edition; Kendall/Hunt Publication; 1997 .
- 4 - James D. Mauseth; **Botany, an Introduction to Plant Biology**, Jones & Bartlett pub.;1998.
- 5 - Raven, P. H., Evert,R.F. and Eichhorn,S.E., **Biology of Plants**; W.H. Freeman and Company / worth Publication; 1999.
- 6 - Campbell N. A. et al.; **Biology** 5th edition; Addison Wesly Longman, inc.; 1999.
- 7 - Chris Lea, et al. **Biology**, Heinemann Educational publisher; 2000.
- 8 - George B. Johnson; **Biology, Priciples & Explorations**; Holt, Rinehart and Winston, 2001.



سیدان محترم، صاحب نظر ای ان. دانش آموزان عزیز و ای سایر آنها می توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطابق

این کتاب از طیل نامه به شعبه تهران - صندوق پستی ۲۶۲ - ۱۵۸۵۵ - کرد و در میان مبلغ مذکور (Email)

ارسال نمایند.

و همچنان سریزی نمایند کتاب: talif@talif.sch.ir