

گرما و بهینه سازی مصرف انرژی



دمای محیط چنان اهمیتی دارد که هرگونه حیاتی کاملاً به آن وابسته است. دو سیاره نزدیک به زمین یعنی زهره (ناهید) و مریخ (بهرام) را در نظر بگیرید. دمای زهره چنان زیاد است که اگر دمای زمین به آن مقدار برسد، حتی برخی از فلزها در آن ذوب می‌شوند و مریخ نیز آن چنان سرد است که همه چیز روی آن یخ می‌زند. جست‌وجوی حیات روی سیاره دیگر بر اساس وجود آب در حالت مایع در آن سیاره انجام می‌شود. در صورتی آب به حالت مایع وجود خواهد داشت که دمای محیط مناسب باشد.

در این فصل نخست با مفهوم دما و دماسنجی سپس با گرما، روش‌های انتقال آن و عایق بندی گرمایی آشنا می‌شوید.

دما

دمای جسم‌هایی که روزانه با آنها سر و کار داریم و محیطی که در آن زندگی می‌کنیم، معمولاً تأثیر زیادی در کار و فعالیت ما دارد؛ مثلاً در زمستان برای گرم کردن خانه، مدرسه یا محل کار، همچنین در تابستان برای خنک کردن این محیط‌ها، کارهای زیادی انجام می‌شود (شکل ۱)؛ حتی پوشش‌مان نیز بسته به فصل‌های سال تغییر می‌کند.



شکل ۱- برای گرم کردن یا سرد کردن خانه و مدرسه از وسایل مختلفی استفاده می‌شود.



گیاهان و جانوران نیز تحت تأثیر محیطی اند که در آن زندگی می‌کنند؛ به همین دلیل است که شکل گیاهان و جانوران مشابه در مناطق گرمسیری با جانوران و گیاهان مناطق سردسیری تفاوت دارد (شکل ۲).

شکل ۲- رنگ خرس قطبی با خرس‌های دیگر متفاوت است.

فعالیت

در مورد پوشش، رنگ لباس و روش گرم کردن منزل مسکونی و عایق بندی ساختمان‌ها در نواحی سردسیر و نواحی گرمسیر تحقیق کنید و به کلاس گزارش دهید (تشابه‌ها و تفاوت‌ها را مشخص کنید).

آیا می‌دانید

در ساحل دریاهای آزاد مانند خلیج فارس آب در دمای صفر درجه سلسیوس یخ می‌بندد و در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس می‌جوشد.

هر چه جسمی گرم‌تر باشد، دمای آن بیشتر است؛ مثلاً دمای یک فنجان چای داغ بیشتر از دمای یک فنجان آب خنک است. با استفاده از حس لامسه خود تشخیص می‌دهیم چه جسمی داغ و چه جسمی سرد است؛ اما نمی‌توانیم به طور دقیق، مقدار گرمی و سردی آن را مشخص کنیم. وقتی می‌خواهیم بینیم فردی تب دارد یا نه، معمولاً دست خود را روی پیشانی او قرار می‌دهیم و با مقایسه دمای بدن او با دمای بدنمان تشخیص می‌دهیم که شخص تب دارد یا خیر؛ حتی اگر تشخیص دهیم که بیمار تب دارد، نمی‌توانیم تشخیص دهیم او چند درجه تب دارد و برای این منظور از دماسنج استفاده می‌کنیم.

آزمایش کنید

در سه ظرف مشابه به‌طور جداگانه، آب سرد، آب معمولی و آب گرم بریزید. دست راست را در آب گرم و دست چپ را در آب سرد قرار دهید و حدود ۳۰ ثانیه صبر کنید. حال هر دو دست را بیرون آورید و در آب معمولی قرار دهید و احساس خود را بیان کنید.



شکل ۳ - وقتی دما کم باشد، ارتفاع الکل یا جیوه در لوله کم است و با افزایش دما، ارتفاع الکل زیاد می‌شود.

دماسنج: دماسنج وسیله‌ای است که با استفاده از آن دما را اندازه می‌گیریم؛ مثلاً با استفاده از دماسنج پزشکی می‌توانیم دمای بدن فرد بیمار را با دقت اندازه‌گیری کنیم (شکل ۳). دماسنج‌های جیوه‌ای و الکی رایج‌ترین دماسنج‌ها هستند. اگر این دماسنج‌ها را در محیط گرم قرار دهیم، جیوه یا الکل درون مخزن آنها منبسط می‌شود و از لوله نازک بالا می‌رود. در این حالت ارتفاع الکل رنگی یا جیوه درون لوله، دمای محیط را نشان می‌دهد (شکل ۴).

شکل ۴ - استفاده از دماسنج‌های مختلف پزشکی برای تعیین دمای بدن بیمار.



برای درجه‌بندی دماسنج‌های الکلی و جیوه‌ای، ابتدا مخزن آنها را در مخلوط آب و یخ قرار می‌دهند و سطح جیوه یا الکل را با صفر نشانه‌گذاری می‌کنند؛ سپس دماسنج را در مجاورت بخار آب در حال جوش قرار می‌دهند و سطح مایع درون دماسنج را با عدد ۱۰۰ علامت‌گذاری می‌کنند. بین این دو عدد (صفر تا ۱۰۰) را به صد قسمت مساوی تقسیم کرده‌اند و هر قسمت را یک درجه سلسیوس (1°C) می‌نامند؛ یعنی آب در دمای 0°C (صفر درجه سلسیوس) یخ می‌زند و در دمای 100°C می‌جوشد (البته در فشار یک اتمسفر که فشار هوای کنار دریاها آزاد است).

برای اندازه‌گیری دمای یک جسم با دماسنج الکلی یا جیوه‌ای، مخزن دماسنج را در تماس با جسم مورد نظر قرار می‌دهیم و مدتی صبر می‌کنیم تا ارتفاع مایع در لوله باریک دیگر تغییر نکند؛ آن‌گاه عددی را که مایع در آن ارتفاع قرار دارد؛ می‌خوانیم. این عدد همان دمای جسم است.

آیا می‌دانید

دماسنج‌های نواری با تغییر رنگ و دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی با تغییر حجم، دما را نشان می‌دهند.

بیشتر بدانید

لوله دماسنج معمولاً بلند و نازک انتخاب می‌شود تا یک تغییر کوچک در حجم جیوه یا الکل بتواند به تغییر ارتفاع قابل ملاحظه‌ای در لوله بینجامد.

فعالیت

به همراه گروه خود نخست به طراحی یک دماسنج بپردازید و سپس با آوردن وسایل مورد نیاز، آن دماسنج را بسازید و درجه‌بندی کنید. با استفاده از این دماسنج چند اندازه‌گیری را انجام دهید.

فعالیت

در هر یک از موارد زیر ابتدا دما را پیش‌بینی، و سپس با استفاده از یک دماسنج آن را اندازه‌گیری و جدول را کامل کنید و به کلاس گزارش دهید. توجه کنید برای اندازه‌گیری دما، دماسنج به اندازه کافی در تماس با جسم مورد نظر قرار گیرد.

ردیف	جسم مورد اندازه‌گیری	پیش‌بینی دما (درجه سلسیوس)	دمای اندازه‌گیری شده (درجه سلسیوس)
۱	آب لوله‌کشی		
۲	مخلوط آب و یخ		
۳	مخلوط نمک و یخ خردشده		
۴	چای داغ		
۵	هوای کلاس		
۶	هوای داخل یخچال		

گرما

برای آشنایی با مفهوم دمای تعادل و گرما آزمایش زیر را انجام دهید.

آزمایش کنید

وسایل و مواد: لیوان، دماسنج، میخ نسبتاً بزرگ و انبرک یا دم باریک
روش آزمایش

- ۱- لیوان را تا نیمه از آب سرد پر کنید و دمای آن را اندازه بگیرید.
- ۲- میخ را به کمک انبرک روی شعله اجاق قرار دهید و پس از داغ شدن، داخل لیوان بیندازید.
- ۳- دوباره دمای آب را اندازه بگیرید.
- ۴- نتیجه مشاهده خود را گزارش کنید.

در این آزمایش دمای آب چگونه تغییر کرده است؟ دمای میخ چطور؟ آب انرژی از دست داده است یا میخ؟ کدام یک انرژی گرفته اند؟

فکر کنید

برای دقت بیشتر باید لوله باریک دماسنج و خط نشان مایع دماسنجی را در خط افق در مقابل دیدگان قرار دهیم.

اگر درون آب به جای میخ داغ، میخ سردی که درون فریزر یا جایی قرار داشته است، بیندازیم، چه اتفاقی می افتد؟ دمای میخ و آب چگونه تغییر می کنند؟ این بار کدام یک انرژی از دست می دهد و کدام یک انرژی می گیرد؟

از این آزمایش و آزمایش‌های مشابه نتیجه می گیریم، وقتی دو جسم با دماهای متفاوت در تماس با یکدیگر قرار می گیرند، دمای جسم گرم کم، و دمای جسم سرد زیاد می شود. این فرایند آن قدر ادامه پیدا می کند تا دمای دو جسم یکسان شود. این دما را دمای تعادل دو جسم می نامیم و در این حالت می گوئیم دو جسم با یکدیگر در تعادل گرمایی اند (شکل ۵).

آیا می دانید

گرم ترین نقطه روی زمین، ناحیه ای در کویر لوت است که دمای آن تا حدود 70°C و سردترین نقطه در قطب جنوب است که دمای آن تا -89°C گزارش شده است.



شکل ۵ - مدتی پس از تماس دو جسم سرد و گرم، دو جسم هم دما می شوند و به دمای تعادل می رسند.

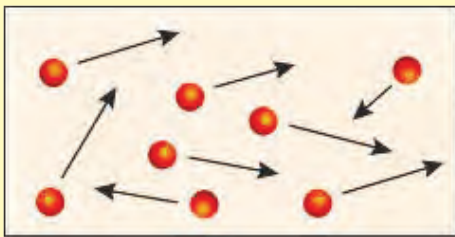
به مقدار انرژی‌ای که در اثر اختلاف دما از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود، گرما می‌گویند. در آزمایش قبل در حالتی که میخ داغ را درون آب سرد می‌اندازیم، میخ انرژی از دست می‌دهد و آب انرژی می‌گیرد؛ به عبارت دیگر میخ به آب گرما می‌دهد. وقتی ظرف غذا را روی اجاق قرار می‌دهیم، چون اجاق از ظرف گرم‌تر است، انرژی به ظرف منتقل می‌شود؛ به عبارت دیگر اجاق به ظرف غذا، گرما می‌دهد؛ یعنی به‌طور طبیعی گرما همواره از جسم گرم به جسم سرد منتقل می‌شود.

همان‌طور که گفته شد، گرما نوعی انرژی است که به علت اختلاف دما بین دو جسم در تماس با هم منتقل می‌شود؛ بنابراین یکای آن ژول (J) است. از یکای ژول برای همهٔ شکل‌های انرژی استفاده می‌کنند.

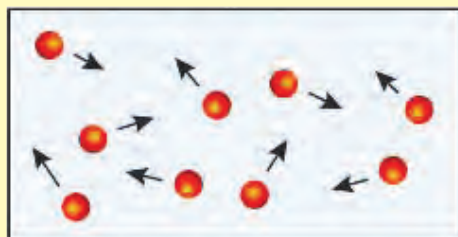
جسمی که گرم‌تر است، دمای آن بیشتر است و مولکول‌هایش جنب و جوش بیشتری دارند؛ یعنی انرژی مولکول‌ها به‌طور متوسط بیشتر از جسمی است که سردتر است. در جسم سردتر، جنب و جوش مولکول‌ها کمتر است؛ یعنی به‌طور متوسط مولکول‌ها انرژی کمتری دارند (شکل ۵). وقتی ظرف آبی را روی شعله قرار می‌دهیم، انرژی داده شده به آب، سبب افزایش انرژی مولکول‌های آب می‌شود و جنبش مولکول‌ها افزایش می‌یابد و در نتیجه دمای آب هم بیشتر می‌شود.



دو محفظهٔ A و B که در آنها مولکول‌های یکسانی قرار دارند را در نظر بگیرید، محفظهٔ A داغ و محفظهٔ B سرد است. الف) جنبش مولکولی A و B را با هم مقایسه کنید. ب) اگر دو محفظه را در تماس با یکدیگر قرار دهیم، جنبش مولکولی کدام محفظه کم و کدام محفظه زیاد می‌شود؟ پ) پس از رسیدن به حالت تعادل، جنبش مولکولی دو محفظه را با هم مقایسه کنید.



محفظه A



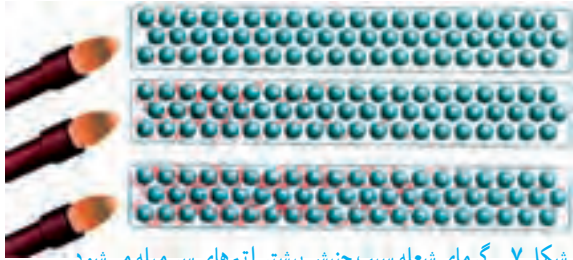
محفظه B

انتقال گرما

همان‌طور که دیدیم، گرما شکلی از انرژی است؛ بنابراین مانند هر انرژی دیگری می‌تواند منتقل شود و در انتقال آن نیز همواره قانون پایستگی انرژی برقرار است. گرما به روش‌های مختلفی از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود که در اینجا به آنها می‌پردازیم.



شکل ۶- گرما از سر داغ به سر دیگر منتقل می‌شود.



شکل ۷- گرمای شعله سبب جنبش بیشتر اتم‌های سر میله می‌شود.

رسانش: هرگاه یک سر میله فلزی را روی شعله قرار دهید، طولی نمی‌کشد که سر دیگر آن، که در دست شماست، آن قدر داغ می‌شود که دیگر نمی‌توانید آن را نگه دارید. گرما از سری که روی شعله قرار دارد، وارد می‌شود و آن را داغ می‌کند. با توجه به اختلاف دمای دو سر میله، گرما از سر داغ به سمت دیگر میله منتقل می‌شود (شکل ۶). این نوع انتقال گرما را رسانش گرمایی می‌نامیم. در رسانش گرمایی، گرمای شعله سبب می‌شود که جنبش اتم‌های سر گرم شده میله، بیشتر شود و در اثر برخورد با اتم‌های مجاور، انرژی به آنها منتقل کند و در نتیجه سبب افزایش جنبش اتم‌های مجاور شود؛ بدین ترتیب اتم‌ها بدون رفتن از جایی به جای دیگر انرژی خود را منتقل می‌کنند (شکل ۷).

آزمایش کنید

وسایل و مواد: سه میله هم طول و هم ضخامت از جنس مس، فولاد یا آهن و شیشه، شمع، کبریت، سه پایه و پارافین.

روش آزمایش

۱- به کمک پارافین به سر میله‌ها، چوب کبریت بچسبانید.

۲- مطابق شکل سر دیگر میله‌ها را روی شعله قرار دهید.

۳- مدتی صبر کنید تا چوب کبریت‌ها بیفتند.

۴- نتیجه مشاهدات خود را بنویسید و درباره آن گفت‌وگو کنید.

در این آزمایش کدام میله سریع‌تر از بقیه گرما را منتقل می‌کند؟ کدام میله گرما را بسیار کند منتقل می‌کند؟

آیا می‌دانید

وجود هوا در لایه لای پشم و پر سبب کاهش میزان رسانایی گرمایی می‌شود.



به اجسامی مانند شیشه، چوب، لاستیک، هوا، پشم، چوب پنبه و... که گرما را بسیار آهسته منتقل می‌کنند، نارسا یا عایق گرما گویند و به اجسامی مانند انواع فلزها که گرما را بسیار سریع منتقل می‌کنند، رسانای گرمایی گویند.

آزمایش نشان می‌دهد برخی از فلزها نسبت به فلزهای دیگر رسانای بهتری برای گرما هستند. پشم شیشه و فایبرگلاس به علت داشتن هوای محبوس نارسا خوب به شمار می‌روند.

با استفاده از وسایل در دسترس، یک لیوان عایق دردار طراحی کنید و بسازید؛ سپس مقداری آب داغ در آن بریزید و دمای آب را اندازه بگیرید. پس از یک ساعت دوباره دمای آب را اندازه بگیرید. ظرف کدام گروه گرمای کمتری را منتقل کرده است؟ کدام ظرف گرمای بیشتری را منتقل کرده است؟

همرفت: آیا تاکنون آب در حال جوش را در یک ظرف مشاهده کردید؟ حباب‌ها در ته ظرف تشکیل می‌شوند و به سمت بالا حرکت می‌کنند. با حرکت آب داغ از ته ظرف به سمت بالا، آب سرد بالای ظرف به سمت پایین حرکت می‌کند. در واقع آب با جابه‌جا شدن، گرما را منتقل می‌کند (شکل ۸). به این روش انتقال گرما، همرفت می‌گویند. در انتقال گرما به روش همرفت قسمتی از مایع یا گاز که گرم شده است به طرف بالا حرکت می‌کند و قسمت‌های اطراف آن، که سردترند، جای آن را می‌گیرند.



شکل ۸- آب گرم شده به سمت بالا حرکت می‌کند و آب سرد جای آن را می‌گیرد.

آزمایش کنید

وسایل و مواد: یک ظرف شیشه‌ای نشکن، منبع گرما (شمع یا چراغ گاز یا چراغ الکلی)، قطره‌چکان، جوهر
روش آزمایش



- ۱- تا سه چهارم ظرف شیشه‌ای را با آب پر کنید و آن را مطابق شکل روی شعله قرار دهید.
 - ۲- با قطره چکان، چند قطره جوهر در یک طرف ظرف بریزید.
 - ۳- به مسیر حرکت جوهر توجه، و مشاهدات خود را به‌طور دقیق یادداشت کنید.
 - ۴- در گروه خود درباره علت رفتار مشاهده شده، بحث کنید.
- وقتی آب را از پایین گرم می‌کنیم، مولکول‌های آن تندتر حرکت می‌کنند و بیشتر از هم دور می‌شوند؛ یعنی آب منبسط می‌شود. در نتیجه چگالی آن کم می‌شود و به طرف بالا رانده می‌شود. در این هنگام آب خنک‌تر، جای آبی را می‌گیرد که گرم شده و به طرف بالا رفته است. با تکرار این فرایند، همه آب گرم می‌شود.

دو بشر هم اندازه انتخاب کنید. یکی را از آب و دیگری را از ماسه پر کنید و آن را در آفتاب قرار دهید. هر ۳۰ دقیقه یک‌بار دمای آنها را اندازه‌گیری و یادداشت کنید و سپس نمودار دما برحسب زمان آنها را رسم کنید، از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

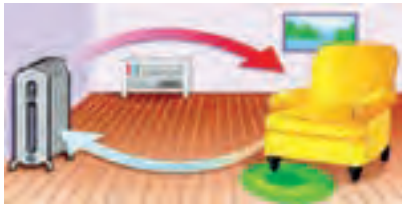


شکل ۹ - جریان‌های همرفتی سبب ایجاد باد در ساحل دریا می‌شود.

جریان‌های همرفتی می‌توانند هوا را نیز به حرکت در آورند و باد تولید کنند؛ مثلاً در طول روز، ساحل دریا (خشکی) زودتر از آب دریا گرم می‌شود و دمای آن از دمای آب بالاتر می‌رود. در نتیجه هوای خنک بالای آب به طرف ساحل می‌آید و هوای گرم روی ساحل به طرف بالا می‌رود. حاصل این فرایند نسیم دریاست (شکل ۹).

فکر کنید

اگر در ساحل، آتش روشن کنید، متوجه می‌شوید در طول روز، دود به طرف خشکی و در طول شب به طرف دریا کشیده می‌شود. علت را توضیح دهید.



خود را بیازمایید

شکل مقابل نحوه گرم شدن اتاق را به وسیله یک رادیاتور نشان می‌دهد. توضیح دهید چگونه قسمت‌هایی از اتاق که با رادیاتور فاصله دارند، گرم می‌شوند.

تابش: بیشتر انرژی گرمایی روی زمین از خورشید است. این انرژی سطح زمین را گرم می‌کند و انرژی مورد نیاز گیاهان، جانوران و... را تأمین می‌کند. آیا می‌دانید این انرژی چگونه به زمین می‌رسد؟ آیا این انرژی با فرایند رسانش به زمین می‌رسد؟ آیا ممکن است این انرژی به صورت همرفت به زمین رسیده باشد؟ همان طور که دیدیم برای انتقال گرما به روش همرفت و رسانش به محیط مادی نیاز است؛ ولی انرژی گرمایی خورشید از خلأ عبور می‌کند و به ما می‌رسد و ما را گرم می‌کند. این نوع انتقال انرژی، تابش گرمایی نامیده می‌شود.

فعالیت



با همکاری معلم یا والدین خود یک اتوی برقی را روشن، و مدتی صبر کنید تا سطح اتو کاملاً داغ شود. پشت دست خود را مطابق شکل در فاصله چند سانتی‌متری زیر اتو قرار دهید. آیا گرمای اتو را در پشت دست خود احساس می‌کنید؟ آیا ممکن است گرما از طریق رسانش یا همرفت به پشت دست شما رسیده باشد؟ توضیح دهید.

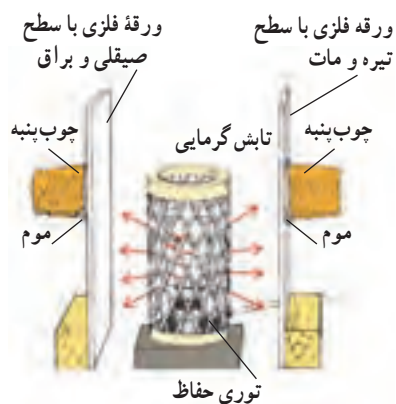
همه اجسام می‌توانند انرژی خود را به صورت تابش منتشر کنند؛ اما اجسام گرم‌تر، مقدار بیشتری انرژی تابشی منتشر می‌کنند؛ مثلاً سطح خورشید که دمای بالایی دارد، انرژی تابشی زیادی گسیل می‌کند.

وقتی در یک روز آفتابی در حال پیاده روی هستید، پرتوهای خورشید به شما برخورد می‌کنند. قسمتی از پرتوها جذب بدن شما می‌شوند و شما را گرم‌تر می‌کنند و قسمتی از پرتوها، بازتابش می‌کنند.

در یک آزمایش، بخاری برقی استوانه‌ای بین دو ورقه فلزی قرار داده شده است. سطح‌هایی از ورقه‌ها که مقابل بخاری قرار دارند، یکی صیقلی و براق و دیگری سیاه و مات است. در طرف دیگر، ورقه‌های چوب پنبه‌ای توسط موم یا پارافین چسبانده شده است.

وقتی بخاری برقی را روشن می‌کنیم، خواهیم دید که چوب پنبه پشت سطح سیاه، زودتر می‌افتد (شکل ۱۰). با انجام این آزمایش و آزمایش‌های مشابه می‌توان نتیجه گرفت که:

اجسام تیره و ناهموار، انرژی تابشی بیشتری را جذب می‌کنند و سطوح صاف و براق مقدار کمتری از انرژی تابشی را جذب، و بیشتر آن را بازتابش می‌کنند.

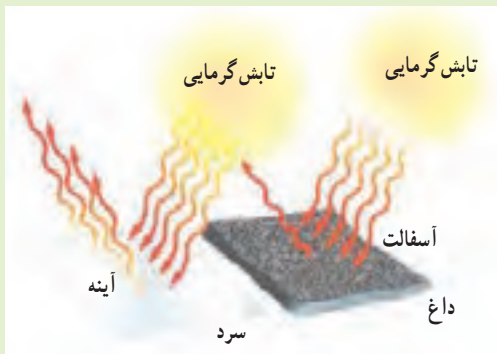


شکل ۱۰ - جذب تابش گرمایی

فکر کنید

کدام مورد بیشتر تابش گرمایی خورشید را جذب می‌کند؟ چرا؟

الف) آسفالت ب) آینه



آزمایش کنید

وسایل و مواد: دو قوری یا لیوان کاملاً یکسان که رنگ یکی تیره و دیگری سفید باشد، دو دماسنج و یک فلاسک (دمابان) آب داغ.

روش آزمایش

- در هر یک از لیوان‌ها یا قوری‌ها، مقدار مساوی آب داغ بریزید و با دماسنج دمای آنها را اندازه‌گیری کنید.
- هر ۵ دقیقه دمای آب درون ظرف‌ها را اندازه‌گیری کنید و نمودار دما را بر حسب زمان برای هر یک از ظرف‌ها رسم کنید. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

۱- دمابان (مصوب فرهنگستان)

فناوری و کاربرد



شکل ۱۱- سامانه خنک کننده خودرو از گرم شدن بیش از حد موتور جلوگیری می‌کند.

موتور خودرو: اگر دمای خیلی از چیزها را کنترل نکنیم، ممکن است خراب شوند؛ مثلاً اگر دمای موتور خودرو خیلی بالا رود، موتور آسیب جدی می‌بیند و حتی ممکن است بسوزد. برای جلوگیری از این اتفاق، سامانه خنک کننده خودرو طراحی و ساخته شده است تا انرژی گرمایی موتور را به رادیاتور منتقل کند. رادیاتورها به صورت پهن و در نتیجه با سطح زیاد ساخته می‌شوند. این طراحی سبب از دست دادن گرما به صورت همرفت و تابش خواهد شد. علاوه بر این، خودروها پنکه (فن) خنک کننده نیز دارند. هنگامی که موتور داغ شود، پنکه‌ها روشن می‌شوند و سبب دور شدن هوای داغ اطراف رادیاتور می‌گردند.

کاهش اتلاف گرما در خانه: دمای مناسب برای داخل خانه یا محل‌های کار و مدرسه، بین 18°C تا 20°C است. در روزهای سرد اختلاف دمای درون خانه و بیرون بسیار زیاد می‌شود و این اختلاف دما سبب اتلاف گرمایی زیادی می‌شود و ممکن است هزینه زیادی را به خانواده تحمیل کند؛ به طوری که مجبور به پرداخت مبلغ کلانی برای قبض‌های برق و گاز شویم. برای جلوگیری از اتلاف گرمایی و سازگاری بیشتر با محیط‌زیست راه‌های مختلفی وجود دارد. شکل ۱۲ نشان می‌دهد که چگونه می‌توان اتلاف گرما را در خانه کاهش داد و از هزینه‌های گرمایشی خانه کاست.

آیا می‌دانید

انرژی مصرفی یک خانواده برای پخت و پز در طول سال حدود ۵ تن گاز گلخانه‌ای را وارد جو می‌کند. برق مصرفی یک یخچال نیز در طول سال ۲ تن گاز گلخانه‌ای به محیط‌زیست اضافه می‌کند!



شکل ۱۲- روش‌های مختلف جلوگیری از اتلاف گرما در خانه



شکل ۱۳- فلاسک خلأ می‌تواند مدت نسبتاً زیادی دمای جسم را تقریباً ثابت نگه دارد.

فلاسک خلأ: اگر بخواهید به مسافرت یا تفریح بروید، نوشیدنی داغ مانند چای را چگونه گرم نگه می‌دارید؟ نوشیدنی خنک مانند آب‌میوه را چگونه خنک نگه می‌دارید؟ اگر این نوشیدنی‌ها را در محفظه‌ای قرار دهید و هر سه راه انتقال گرما به آن یا از آن به بیرون را ببندید، نوشیدنی داغ یا خنک می‌ماند. معمولاً این کار را فلاسک‌های خلأ انجام می‌دهند. شکل ۱۳ یک نوع از این فلاسک و اجزای تشکیل دهنده آن را نشان می‌دهد. اصلی‌ترین جزء فلاسک یک بطری شیشه‌ای دوجداره است که بین آن خلأ است و روی سطح آن، هم از درون و هم از بیرون نقره‌اندود است. در گروه خود درباره نقش هر قسمت از فلاسک خلأ بحث کنید.

اَنَا خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ نَطْفَةٍ أََمْشَاجٍ نَبْتَلِيهِ فَجَعَلْنَاهُ سَمِيعًا بَصِيرًا
ما انسان را از اختلاط نطفه آفریدیم و برای او گوش شنوا و چشم بینا قرار دادیم.
سوره دهر (انسان)، آیه ۲

دنیای درون من

بدن ما دنیایی از یاخته‌ها و دستگاه‌هایی است که گرچه کارهای متفاوتی انجام می‌دهند؛ اما هماهنگ با هم کار می‌کنند و سبب سلامت ما می‌شوند. این در حالی است که بر بسیاری از این فعالیت‌ها آگاه نیستیم. در این بخش با برخی دستگاه‌های بدن و نقش آنها آشنا می‌شویم. همچنین می‌آموزیم که چگونه با تغذیه‌ای سالم قردان سلامت خود باشیم.

فصل ۱۱ - یاخته و سازمان‌بندی آن

فصل ۱۲ - سفره سلامت

فصل ۱۳ - سفر غذا

فصل ۱۴ - گردش مواد

فصل ۱۵ - تبادل با محیط

یاخته* و سازمان‌بندی آن



چه شباهتی بین ساختار بدن شما و پیکر جاندارانی مانند گنجشک، درخت سیب یا باکتری وجود دارد؟ با همه تفاوتی که پیکر این جانداران با هم دارند؛ در یک ویژگی مشترک‌اند. همه آنها از یاخته ساخته شده‌اند. جاندارانی مثل باکتری فقط از یک یاخته ساخته شده است در حالی که بعضی جانداران بیش از یک یاخته دارند. در این فصل با یاخته، اجزای آن و چگونگی فعالیت یاخته‌ها در جانداران پر یاخته آشنا می‌شوید.

یاخته؛ کوچک‌ترین واحد زنده

با دقت به پوست دست خود نگاه کنید. آیا می‌توانید یاخته‌های پوست دستتان را ببینید؟
درسال گذشته انواعی از یاخته‌ها را با میکروسکوپ مشاهده کردید.

فعالیت

با میکروسکوپ‌یی که در مدرسه دارید، روی پوست برگ بعضی گیاهان، پوست داخلی و خارجی پیاز را مشاهده، و شکل یاخته‌های آنها را رسم کنید.

دیدید که در یک قطعه کوچک از هر نمونه تعداد زیادی یاخته وجود دارد. یاخته، واحد ساختار و عمل در موجودات زنده است. بدن ما از هزاران میلیارد یاخته ساخته شده است. شکل ۱ انواعی از یاخته‌های سازنده بدن شما را نشان می‌دهد.

* مصوب فرهنگستان و معادل سلول است.

یاخته‌های پوستی، ماهیچه‌ای، عصبی و خونی انواعی از یاخته‌های بدن ما هستند. با همه شباهت‌هایی که این یاخته‌ها با هم دارند، هریک از آنها ساختار منحصر به فردی دارند. از دوره ابتدایی می‌دانید هر یاخته در بدن شما ویژگی‌های یک موجود زنده را دارد. آیا این ویژگی‌ها را به خاطر می‌آورید؟

هر ساختار زنده‌ای که در بدن موجودات زنده وجود دارد، از یاخته تشکیل شده است و هر عملی که توسط بخشی از بدن انجام می‌شود، یاخته‌های آن قسمت، آن را انجام می‌دهند. به همین دلیل یاخته را واحد ساختار و عمل در موجودات زنده می‌نامند.



شکل ۱ - انواعی از یاخته‌ها

فعالیت

به شکل‌های زیر نگاه کنید. درباره شباهت‌های آنها در گروه خود گفت‌وگو کنید.



شباهت یاخته‌ها

اگرچه انواع مختلفی از یاخته وجود دارد، همه آنها ویژگی‌های مشترکی دارند. همان‌طور که در فعالیت قبل دیدید، پوششی همه یاخته‌ها را احاطه می‌کند. این پوشش، غشای پلاسمایی^۱ نامیده می‌شود. به نظر شما کار این غشا چیست؟ آیا هر ماده‌ای می‌تواند از آن عبور کند؟

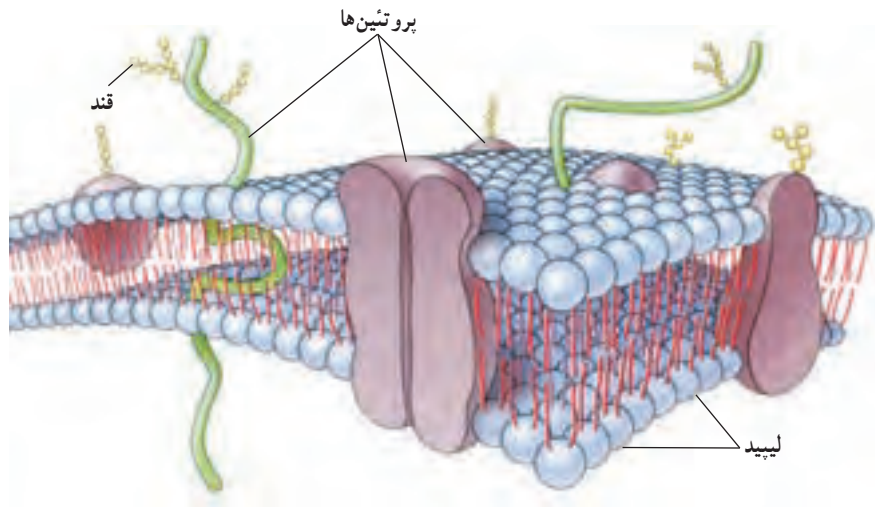
غشا ضمن محافظت از یاخته، ورود و خروج مواد را نیز تنظیم می‌کند. غشا نفوذپذیری انتخابی دارد؛ یعنی فقط به مواد مورد نیاز یاخته اجازه ورود می‌دهد و مواد زائد و ترشحات را از یاخته خارج می‌کند.

همان‌طور که در شکل ۲ می‌بینید، غشای یاخته عمدتاً از لیپید (چربی) ساخته شده است. همچنین انواعی از مولکول‌های پروتئین و کربوهیدرات (قند) نیز در این غشا وجود دارد.

آیا می‌دانید

هر سانتی‌متر مربع پوست حدود ۱۰۰۰۰۰ یاخته دارد.

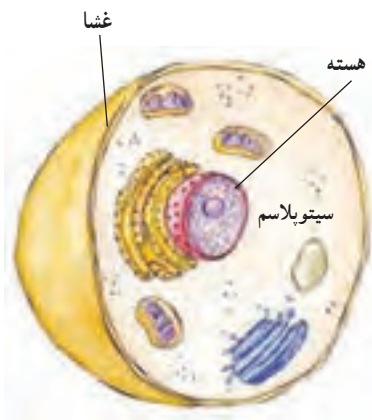
۱- خوناب (مصوب فرهنگستان)



شکل ۲ - ساختار غشای پلاسمایی

سیتوپلاسم بخشی از یاخته است که در آن اندامک‌ها و مواد مورد نیاز بقای یاخته، مانند نمک‌ها، آنزیم‌ها و مواد دیگر در آن قرار دارند. اندامک‌ها ساختارهایی درون یاخته‌اند که برای فعالیت‌های مختلف به صورت جدا به یاخته کمک می‌کنند. اگر چه همه یاخته‌ها اندامک دارند، اندامک‌های همه مشابه نیستند.

هسته بخشی از یاخته است که فعالیت‌های آن و ویژگی‌هایی مثل شکل و اندازه آن را نیز تنظیم می‌کند؛ مثلاً تقسیم یاخته با تنظیم هسته انجام می‌شود (شکل ۳- الف).



الف) یاخته جانوری

گفت و گو کنید

در باره عبارت زیر در گروه خود گفت و گو کنید.
یاخته‌های ماهیچه‌ای با یاخته‌های عصبی کاملاً متفاوت‌اند.

هسته در گیاهان، جانوران، قارچ‌ها و آغازیان، غشایی دارد که آن را دربر می‌گیرد؛ اما در باکتری‌ها، مواد هسته‌ای در غشایی قرار ندارند و هسته مشخصی را تشکیل نمی‌دهند (شکل ۳- ب).



ب) یاخته باکتری

شکل ۳

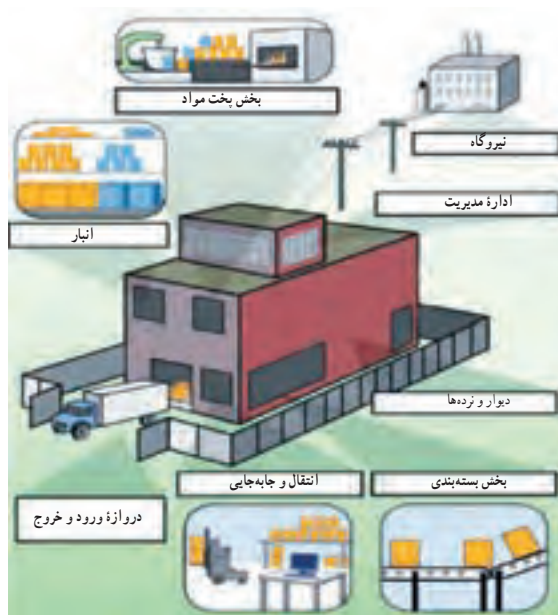
اطلاعات جمع‌آوری کنید

در یک فعالیت گروهی و با مراجعه به اینترنت در مورد بزرگ‌ترین یاخته‌ها تحقیق، و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

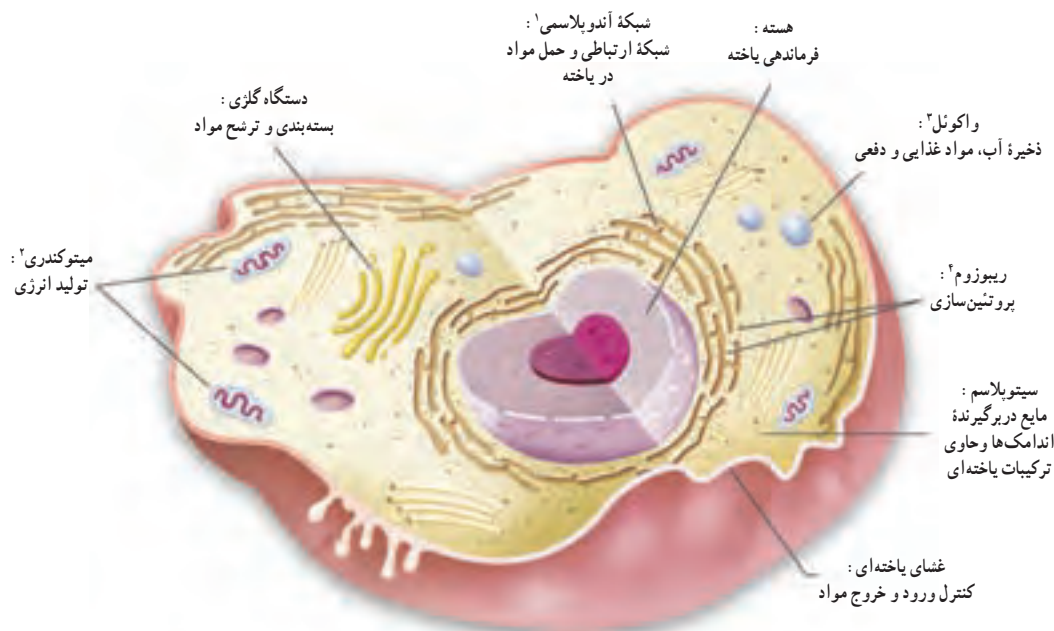
۱- میان یاخته (مصوب فرهنگستان)

نگاهی به درون یاخته

یک کارخانه تولید مواد غذایی را در نظر بگیرید که روزانه انواعی فراورده تولید می‌کند. مواد اولیه وارد کارخانه شده در آنجا مخلوط و پخته می‌شوند؛ سپس تولیدات بسته‌بندی، و به محل‌های مختلف فرستاده می‌شوند. هر یک از این کارها در بخش‌های متفاوتی از کارخانه انجام می‌شود (شکل ۴). یاخته نیز شباهت زیادی به کارخانه دارد (شکل ۵).



شکل ۴



شکل ۵

۲- راکبزه (مصوب فرهنگستان)

۱- میان‌یاخته‌ای (مصوب فرهنگستان)

۴- رُناتَن (مصوب فرهنگستان)

۳- کُرَبچه (مصوب فرهنگستان)

با توجه به شکل صفحه قبل، بخش‌های یک کارخانه را با یاخته مقایسه، و جدول زیر را کامل کنید.

بخش‌های یاخته‌ای	بخش‌های کارخانه	فرایند
	درها و دروازه‌های کارخانه	ورود و خروج مواد
میتو کندری	منبع انرژی (موتورخانه)	
ریبوزوم	بخش مخلوط و پخت	
	بخش بسته بندی و توزیع	بسته بندی و پخش
هسته		تنظیم و مدیریت
	انبار	

رنگ آمیزی یاخته‌ها و مشاهده اندامک‌ها

در سال گذشته یاخته‌های پوشش داخلی دهان و روپوست گیاهان را بدون رنگ آمیزی و به آسانی مشاهده کردید. اما مشاهده همه یاخته‌ها بدون رنگ آمیزی امکان پذیر نیست؛ از این رو برای مشاهده بهتر یاخته‌ها آنها را رنگ می‌کنیم. رنگ‌ها به ترکیبات اصلی یاخته می‌چسبند و آنها را واضح تر می‌کنند؛ مثلاً آبی متیل رنگی است که به پروتئین‌های غشا و هسته می‌چسبد و آنها را به خوبی مشخص می‌کند.

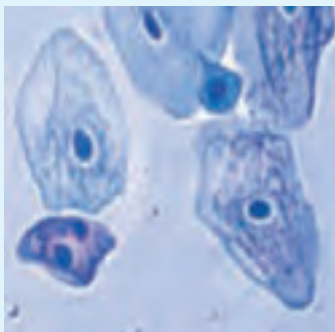
آزمایش کنید

وسایل و مواد: گیاه خزه، سیب زمینی، میکروسکوپ، تیغه و تیغک، چوب بستنی، آبی متیل، لوگول

روش آزمایش



خزه



یاخته‌های پوششی دهان

۱- برگ خزه را روی تیغه قرار دهید و زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. لکه‌های سبز رنگ در یاخته‌ها همان کلروپلاست‌ها هستند که بدون رنگ آمیزی مشاهده می‌شوند.

۲- همانند سال گذشته نمونه‌ای از یاخته‌های پوششی دهان را تهیه کنید و روی نمونه چند قطره آبی متیل یا لوگول بریزید. پس از چند دقیقه نمونه را زیر میکروسکوپ مشاهده کنید و سه بخش اصلی یاخته یعنی غشا، هسته و سیتوپلاسم را در آن تشخیص دهید.

۳- سیب زمینی را دو قسمت کنید و لبه کارد را روی آن بکشید. مایع روی لبه کارد را روی تیغه شیشه‌ای منتقل و مقداری لوگول به آن اضافه کنید. پس از چند دقیقه با میکروسکوپ آن را مشاهده کنید. لکه‌های تیره رنگ، پلاست‌های ذخیره‌ای هستند.

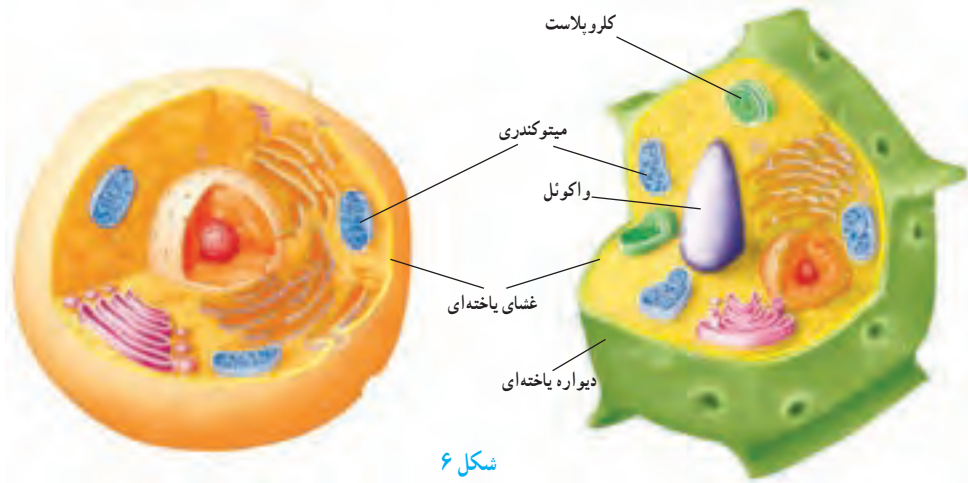
چه ماده‌ای در آنها ذخیره شده است؟ برای پاسخ خود دلیل بیاورید.

۴- شکل آنچه را که در هر مرحله دیدید، رسم کنید. در مورد آنها با گروه خود مشورت کنید.

۱- سبز دیسه (مصوب فرهنگستان)

مقایسهٔ یاخته‌های گیاهی و جانوری

یاخته‌های گیاهی و جانوری در عین شباهت با هم تفاوت‌هایی نیز دارند؛ مثلاً یاخته‌های گیاهی، دیوارهٔ یاخته‌ای و کلروپلاست دارند در حالی که یاخته‌های جانوری این دو را ندارند. با وجود دیوارهٔ یاخته‌ای شکل، یاخته‌های گیاهی نیز منظم‌تر است (شکل ۶).



شکل ۶



با توجه به شکل بالا جدول را کامل کنید.

مشخصه	یاخته گیاهی	یاخته جانوری
کلروپلاست	دارد	
دیوارهٔ یاخته‌ای		
میتوکندری		
واکونل مرکزی		ندارد

سازمان‌بندی یاخته‌ها

جانداران تک یاخته‌ای فقط از یک یاخته تشکیل شده‌اند و همهٔ فعالیت‌های حیاتی خود را با همان یک یاخته انجام می‌دهند. در حالی که جانداران پریاخته‌ای تعداد زیادی یاخته دارند. در اینها فعالیت‌های حیاتی چگونه انجام می‌شود؟

سال گذشته جلبک رشته‌ای را با میکروسکوپ دیدیم. در این جاندار، تعدادی یاخته در کنار هم قرار دارند. هر یاخته می‌تواند مستقل از یاخته‌های دیگر به فعالیت حیاتی خود ادامه دهد. به چنین جاندارانی، پریاخته‌ای ساده یا کُلنی^۱ می‌گویند (شکل ۷).



شکل ۷- دو نوع کلنی

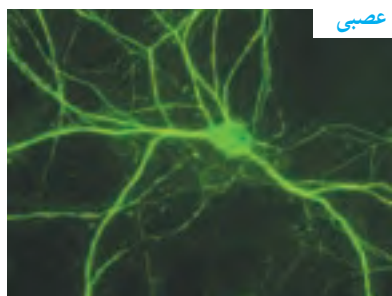
۱- برگه (مصوب فرهنگستان)

آیا می دانید
بعضی از بافت‌ها انواعی دارند؛
مثلاً بافت پیوندی شامل بافت‌های
خونی، استخوانی، غضروفی،
چربی و ... است.

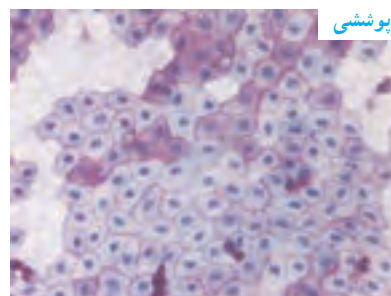
در پریاخته‌ای‌هایی مثل گیاهان و جانوران تقسیم کار صورت گرفته است. در این موجودات یاخته‌ها به شکل‌های مختلفی وجود دارند و هر کدام کارهای ویژه‌ای را انجام می‌دهند. بین نوع کار و شکل یاخته‌ها تناسب وجود دارد؛ مثلاً در بافت پوششی، بسته به نوع کار، یاخته‌ها به شکل‌های متفاوتی دیده می‌شوند. یاخته‌های این نوع بافت در محل‌هایی که وظیفهٔ محافظت را بر عهده دارند، مثل پوست، به هم فشرده و ضخیم هستند؛ اما در محل‌هایی که تبادل مواد را انجام می‌دهند، مثلاً در مویرگ‌ها یاخته‌ها نازک‌اند و منافذی بین آنها وجود دارد. یاخته‌های خونی برای آسانی حرکت در رگ‌ها شکل گرد دارند و یاخته‌های عصبی برای انتقال پیام عصبی لازم است دراز و کشیده باشند (شکل ۸).



خونی

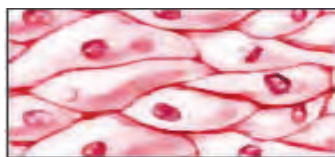


عصبی

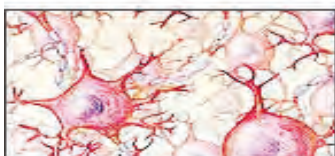


پوششی

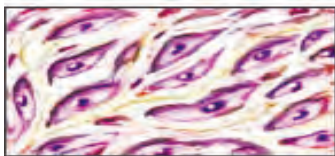
شکل ۸— تناسب شکل و کار سلول‌ها



بافت پوششی



بافت عصبی



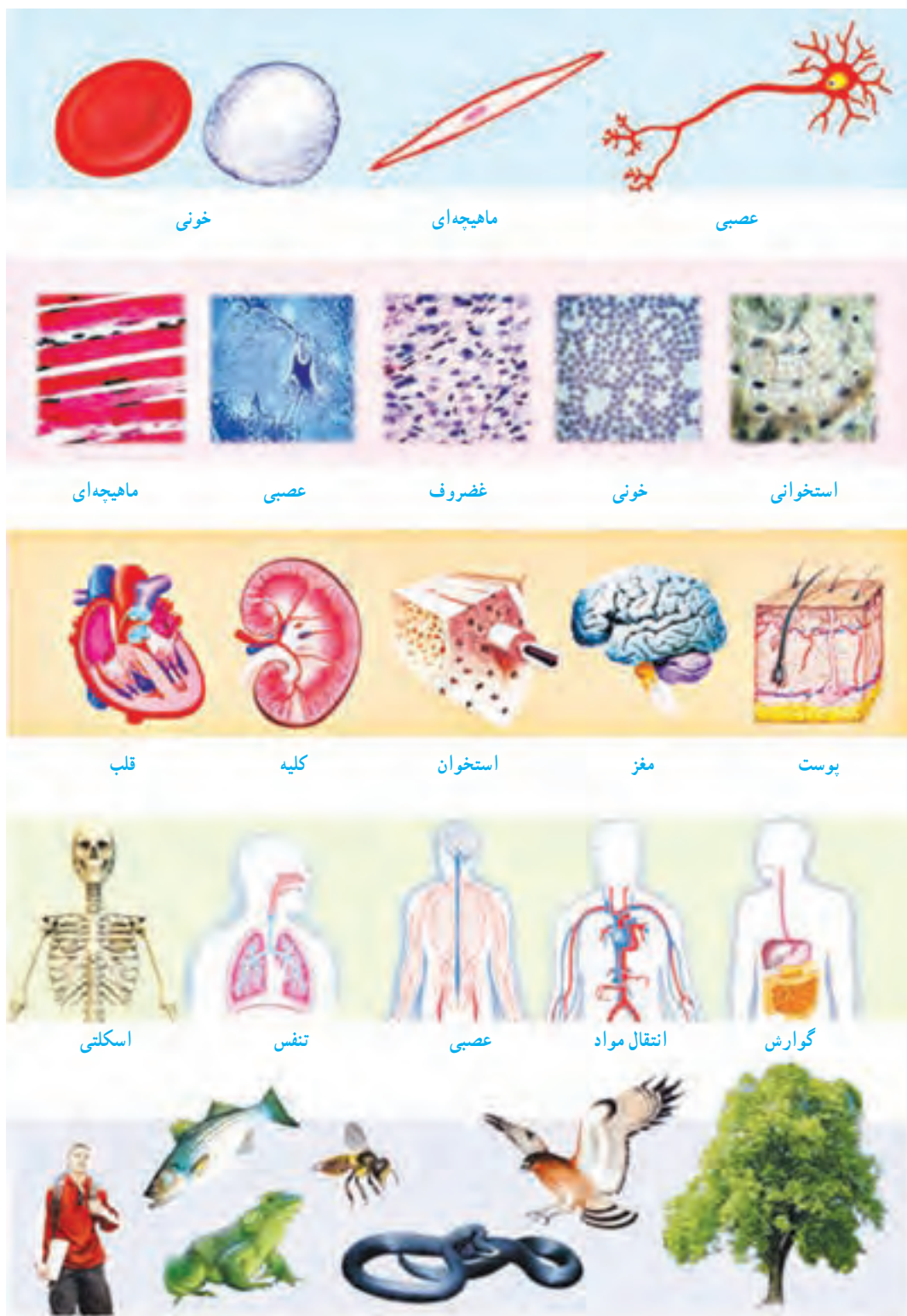
بافت پیوندی



بافت ماهیچه‌ای

شکل ۹— انواع بافت اصلی در بدن ما

در یاخته‌های گیاهی نیز چنین وضعی وجود دارد. برای نمونه در گیاهان، آوندها که دراز و لوله‌مانند هستند، انتقال مواد را بر عهده دارند. در جانداران پریاخته‌ای از اجتماع تعدادی از یاخته‌های همکار و مشابه، بافت تشکیل می‌شود. در بدن ما چهار نوع بافت اصلی به نام‌های پوششی، پیوندی، عصبی و ماهیچه‌ای وجود دارد (شکل ۹).
وقتی بافت‌های مختلف در کنار هم قرار می‌گیرند، اندام یا عضو تشکیل می‌شود؛ مثل معده، کلیه و قلب.
اندام‌ها یا اعضا در کنار هم دستگاه‌ها را به وجود می‌آورند؛ مثل دستگاه گردش خون و گوارش.
با جمع شدن دستگاه‌ها در کنار هم موجود زنده به وجود می‌آید (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ - سازمان بندی یاخته‌ها

سفره سلامت



به غذاهای مورد علاقه‌تان فکر کنید! چرا به این غذاها علاقه دارید؟ این غذاها از چه موادی درست شده‌اند؟ آیا می‌دانید غذاهایی که می‌خورید بر سلامت شما چه تأثیری دارند و چه نوع تغذیه‌ای سالم است؟ در این فصل با مواد مغذی و نقش آنها در سلامت آشنا می‌شوید.

موادی که غذاها دارند

از زمان تولد تاکنون، یاخته‌های زیادی در بدنتان ساخته شده و رشد کرده‌اند. بدن شما مواد لازم برای ساخته شدن و رشد این یاخته‌ها را با غذاهایی به دست می‌آورد که می‌خورید. غذا، انرژی لازم را برای انجام دادن فعالیت‌های متفاوت نیز تأمین می‌کند. چه موادی در غذاها وجود دارند که نیاز بدن ما را به ماده و انرژی، تأمین، و سلامت ما را حفظ می‌کنند؟

فعالیت

ترکیبات: آرد گندم، آرد گندم کفیل، روغن نباتی، شکر سفید، شربت اینورت، بی کربنات سدیم خوراکی، شماره صفت، نمک فولکی تصفیه شده، اسید سیتریک، استین، آب آشامیدنی

Nutritional Facts Value 100g

Energy	456.4	انرژی
Carbohydrate	57.2	کربوهیدرات
Fat	22.5	چربی
Protein	7	پروتئین
Fiber	3.5	فیبر
Humidity	2.5	رطوبت
Ferrous	26 ppm	آهن

شکل روبه‌رو یک بسته خوراکی را نشان

می‌دهد.

چه موادی در این خوراکی وجود دارد؟

کارهایی که غذاها در بدن ما انجام می‌دهند به مواد مغذی آنها بستگی دارد. انواع متفاوتی از مواد مغذی وجود دارد. کربوهیدرات‌ها، لیپیدها (چربی‌ها)، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها، مواد معدنی و آب، مواد مغذی‌اند که در خوراکی‌های متفاوت وجود دارند.

انرژی تولید می‌کنند

کربوهیدرات‌ها گروهی از مواد مغذی‌اند که انرژی مورد نیاز بدنمان را تأمین می‌کنند.

آزمایش کنید

وسایل و مواد: لوگول (محلول بد)، سیب زمینی، خیار، سیب، نان

روش آزمایش

۱- به برش‌هایی از هر یک از این خوراکی‌ها چند قطره لوگول اضافه کنید.

۲- نتیجه مشاهده خود را بنویسید.

با انجام دادن آزمایش بالا دریافتید که برخی خوراکی‌ها نشاسته دارند. چه خوراکی‌های

دیگری می‌شناسید که نشاسته دارند؟

نشاسته از چه چیزی ساخته شده است؟ برای پاسخ به این پرسش، فعالیت زیر را انجام

دهید.

فعالیت

با استفاده از وسایل و مواد زیر، مدلی از نشاسته بسازید.

خمیر بازی، سیم نازک در اندازه‌های متفاوت

روش اجرا

۱- از خمیر بازی، گلوله‌هایی به اندازه نخود بسازید.

۲- با گذراندن سیم، آنها را به شکل‌های متفاوتی به هم وصل کنید.



شکل ۱- نشاسته از مولکول‌های گلوکز ساخته می‌شود.

نشاسته نوعی کربوهیدرات است و در گیاهان ساخته می‌شود. گیاهان در فتوسنتز، ابتدا قندی به نام گلوکز می‌سازند؛ سپس با وصل کردن مولکول‌های گلوکز به هم، نشاسته می‌سازند؛ بنابراین نشاسته نوعی کربوهیدرات مرکب و گلوکز نوعی کربوهیدرات ساده است (شکل ۱). به کربوهیدرات‌ها، قند نیز می‌گویند. قندهای ساده شیرین‌اند و به فراوانی در میوه‌ها و سبزی‌های شیرین وجود دارند.

مفید اما بدون انرژی

گیاهان کربوهیدرات مرکب دیگری نیز می‌سازند. این کربوهیدرات سلولز نام دارد. سلولز در همه غذاهای گیاهی وجود دارد و مانند نشاسته از مولکول‌های گلوکز ساخته می‌شود. میوه‌ها و سبزی‌ها مقدار زیادی سلولز دارند. گرچه بدن ما از انرژی سلولز نمی‌تواند استفاده کند، خوردن غذاهایی که سلولز دارند به سلامتی ما کمک می‌کند. با اهمیت این کربوهیدرات در فصل بعد آشنا می‌شوید.

چربی‌ها، خوب یا بد؟

به جز روغن و کره، چه خوراکی‌های دیگری می‌شناسید که چربی دارند؟

آزمایش کنید

وسایل و مواد: روغن مایع، آب میوه، آب سبزی، پودر تخم آفتابگردان، کاغذ روش آزمایش

- ۱- قطعه‌ای کوچک از کاغذ را با روغن مایع چرب کنید. چه تغییری در کاغذ ایجاد می‌شود؟
- ۲- اکنون این کار را با مواد دیگر انجام دهید. با کدام یک، حالت کاغذ شما مانند آزمایش قبل می‌شود؟ چرا؟

آموختید که چربی‌ها برای ساخته شدن غشای یاخته‌ها به کار می‌روند. همچنین بافت چربی که نوعی بافت پیوندی است، دورتادور اندام‌های داخل بدن را می‌پوشاند و آنها را از آسیب و ضربه حفظ می‌کند (شکل ۲).

نقش دیگر چربی‌ها انرژی‌زایی آنهاست. مقدار انرژی‌ای که یک گرم چربی تولید می‌کند، تقریباً دو برابر مقدار انرژی حاصل از یک گرم کربوهیدرات است. از طرفی چربی‌ها خطر تنگ شدن رگ‌ها و سکته قلبی را افزایش می‌دهند. بنابراین در مصرف چربی‌ها به چه چیزهایی باید توجه کنیم؟



شکل ۲- قلب و چربی اطراف آن

آیا می‌دانید قند و شکر که با چای می‌خورید، از قندی ساخته می‌شود که از ریشه گیاه چغندر قند یا ساقه گیاه نیشکر به دست می‌آید.

چربی‌ها دو نوع گیاهی و جانوری دارند (شکل ۳). چربی‌های گیاهی در دمای معمولی مایع‌اند در حالی که چربی‌های جانوری در این دما، معمولاً جامدند. احتمال رسوب چربی‌های جامد در رگ‌ها از چربی‌های مایع بیشتر است. به همین علت پزشکان توصیه می‌کنند که از چربی‌های جامد کمتر استفاده کنیم.



شکل ۳- این خوراکی‌ها چربی دارند. چربی هم در گیاهان و هم در جانوران وجود دارد. چربی‌هایی مانند روغن‌گردو و زیتون برای سلامتی مفیدند.

ماهیچه‌های قوی

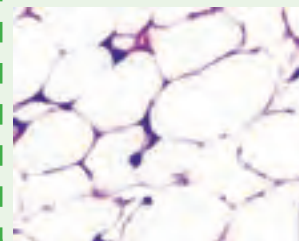
افرادی که ورزش می‌کنند، ماهیچه‌های قوی دارند. ماهیچه‌های قوی به ما کمک می‌کنند تا بتوانیم مثلاً سریع‌تر بدویم. بافت ماهیچه‌ای تقریباً در بیشتر دستگاه‌های بدن وجود دارد. بدن ما برای ساختن این بافت به پروتئین نیاز دارد. پروتئین‌ها برای ساخته شدن یاخته‌ها و بافت‌های دیگر نیز به کار می‌روند (شکل ۴). بنابراین، غذاهایی که می‌خوریم، باید مقدار کافی پروتئین داشته باشند.



شکل ۴- پروتئین در غضروف و استخوان نیز وجود دارد.

آیا می‌دانید

چربی در یاخته‌های بافت چربی ذخیره می‌شود.



آیا می‌دانید

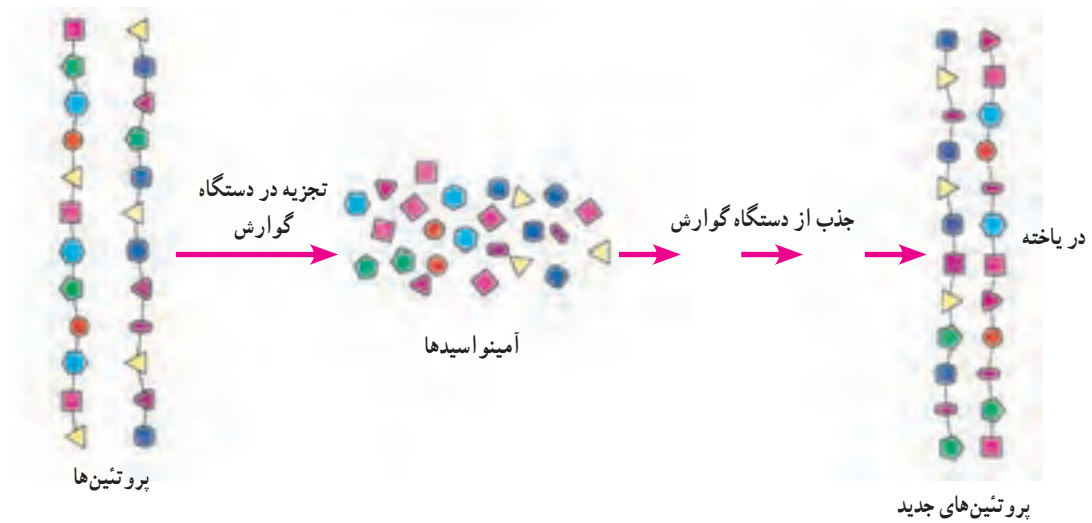
شتر با چربی‌ای که در کوهانش ذخیره شده است، می‌تواند چندین روز بدون آب و غذا در بیابان زنده بماند.





الف) با توجه به اطلاعاتی که دارید در شکل روبه‌رو، خوراکی‌هایی را که منبع پروتئین‌اند، مشخص کنید.
ب) نتیجه را بنویسید.

دانستید که غذاهای گیاهی نیز مانند غذاهای جانوری، منبع پروتئین‌اند؛ اما کدام یک منبع بهتری برای تأمین پروتئین‌های مورد نیاز بدن ما هستند؟ برای پاسخ به این پرسش ابتدا باید بدانیم که پروتئین‌ها از چه چیزهایی ساخته شده‌اند. همه پروتئین‌ها از مولکول‌هایی به نام آمینواسید ساخته شده‌اند (شکل ۵).



شکل ۵ - پروتئین‌ها در دستگاه گوارش به آمینواسیدها تجزیه می‌شوند.



آیا می‌دانید
پروتئین در پر پرندگان، تار عنکبوت
و مو نیز وجود دارد.

بدن ما پروتئین‌های مورد نیاز را فقط با چند نوع آمینواسید می‌سازد. همچنین بدن ما می‌تواند تعدادی از این آمینواسیدها را با استفاده از غذاهایی که می‌خوریم، بسازد؛ اما بعضی را نمی‌تواند بسازد. به این آمینواسیدها، آمینواسیدهای ضروری می‌گویند؛ زیرا باید آنها را به طور آماده و از طریق غذاهایی که می‌خوریم به دست آوریم. بیشتر پروتئین‌های گیاهی بعضی آمینواسیدهای ضروری را ندارند.

فکر کنید

الف) اگر فردی هیچ نوع غذای جانوری مصرف نکند، چه مشکلی ممکن است برایش پیش آید؟
ب) چنین افرادی چه نکاتی را باید در برنامه غذایی خود رعایت کنند؟



آیا می دانید
شیر و تخم مرغ منبع غنی از
آمینواسیدهای ضروری اند.

شاداب و سلامت

ویتامین ها چه نقشی در بدن دارند و آنها را در چه غذاهایی می توانیم پیدا کنیم؟ بدن ما به مقدار کمی ویتامین نیاز دارد؛ اما کمبود آنها رشد و عملکرد مناسب دستگاه های بدنمان را با مشکل روبه رو می کند. گاهی مواقع نیز به علت کمبود ویتامین، بیمار می شویم.

فعالیت

درباره ویتامین هایی که می شناسید، منبع و نقشی که در بدن دارند در گروه خود گفت و گو کنید و نتیجه آن را در جدولی بنویسید. هر گروه، جدول خود را با جدول گروه های دیگر مقایسه کند.

ویتامین ها را به دو گروه کلی محلول در آب و محلول در چربی تقسیم می کنند. ویتامین C و ویتامین های گروه B از ویتامین های محلول در آب اند. این ویتامین ها در بدن ما ذخیره نمی شوند و مقدار اضافی آنها از طریق ادرار دفع می شود. ویتامین C در سلامت پوست و لثه نقش مهمی دارد. ویتامین های گروه B در پیشگیری از کم خونی و ریزش مو نقش دارند.



(ب)



(الف)

شکل ۶- بعضی خوراکی های منبع ویتامین C (الف) و B (ب)

آیا می دانید

اگر هنگام مسواک زدن از لثه های شما خون می آید؛ شاید به اندازه کافی ویتامین C به بدنتان نمی رسد.



آیا می دانید

بهترین زمان استفاده از نور خورشید، اول روز است که پرتوهای خورشید مایل اند. قرار گرفتن در برابر آفتاب شدید می تواند خطر سرطان پوست را افزایش دهد.



ویتامین های A و D از ویتامین های محلول در چربی اند. ویتامین A در سلامت چشم و بینایی ما به ویژه در نور کم نقش دارد. می توانید با خوردن هویج و گوجه فرنگی ویتامین A مورد نیاز بدنتان را تأمین کنید. این خوراکی ها ویتامین A ندارند؛ اما ماده ای دارند که در بدن به ویتامین A تبدیل می شود. اگر ویتامین D در بدن شما به اندازه کافی نباشد، استخوان های تان به اندازه کافی کلسیم جذب نمی کنند و نرم می مانند و حتی شاید تغییر شکل نیز بدهند. این وضع به ویژه در دوره رشد اهمیت زیادی دارد. بدن ما می تواند این ویتامین را با استفاده از آفتاب بسازد.



(ب)



(الف)

شکل ۷- بعضی خوراکی های منبع ویتامین A (الف) و D (ب)



هیچ ویتامینی را بدون تجویز پزشک مصرف نکنید!

از خاک تا بدن ما

عناصر در بدن ما نقش مهمی دارند. کلسیم و آهن دو نمونه از این عناصرند. کلسیم از مواد اصلی استخوان های بدن ما و مهره داران دیگر است. آهن در ساختار یاخته های قرمز خون وجود دارد. کلسیم و آهن در ترکیب خاک نیز وجود دارند و مواد معدنی نامیده می شوند. این مواد چگونه از خاک به بدن ما و جانوران دیگر وارد می شوند؟



شکل ۸- غذاهای آهن دار. کمبود آهن از عوامل کم خونی است. اگر زیاد احساس خستگی می کنید و رنگ پریده اید، شاید آهن کافی به بدن شما نمی رسد.

با توجه به شکل زیر، سفر مواد معدنی را از خاک تا بدنتان در چند جمله بنویسید.



ید و سدیم دو ماده معدنی دیگرند. ید در غذاهای دریایی به فراوانی وجود دارد. این ماده معدنی در تنظیم فعالیت یاخته‌ها و رشد بدن نقش دارد. سدیم تقریباً در همه مواد غذایی، به خصوص میوه‌ها و سبزی‌ها وجود دارد. سدیم در نمک خوراکی نیز وجود دارد. مصرف زیاد سدیم (نمک) خطر ابتلا به فشارخون و یوکی استخوان را در بزرگسالی افزایش می‌دهد. بسیاری از مواد مغذی به صورت محلول در آب وارد بدن ما و یاخته‌های آن می‌شوند. بسیاری از مواد زائد نیز معمولاً به حالت محلول در آب از بدن دفع می‌شوند. همچنین آب در اطراف و درون یاخته‌ها وجود دارد؛ اما آب بدن ما چگونه تأمین می‌شود؟

آیا می‌دانید

نمک خوراکی از سدیم و کلر ساخته شده است. امروزه برای پیشگیری از کمبود ید، به نمک خوراکی ید اضافه می‌کنند. مصرف بیش از پنج گرم نمک در روز سلامت ما را به خطر می‌اندازد. اگر غذاهای پر نمک می‌خورید برای حفظ سلامت خود این عادت را ترک کنید.

الف) برای تعیین مقدار آبی که در میوه‌ها و سبزی‌ها وجود دارد، فعالیتی طراحی و اجرا کنید. آیا نتایج گروه‌ها یکسان است؟ اگر پاسخ «نه» است، دلایلی برای این تفاوت ارائه دهید.
ب) با ارائه دلیل، درستی یا نادرستی این جمله را بررسی کنید: «نیاز همه افراد به نوشیدن آب یکسان است».

تغذیه سالم

به نظر شما با چه معیارهایی می‌توان درباره سلامت تغذیه قضاوت کرد؟ اگر غذاهای گوناگونی می‌خورید که همه مواد مغذی را به مقدار کافی به بدن شما می‌رساند و انرژی



شکل ۹- معمولاً بین وعده‌های اصلی، خوراکی‌های متفاوتی می‌خوریم. این خوراکی‌ها میان وعده مناسبی‌اند.

مورد نیاز بدنتان را تأمین می‌کند، تغذیه سالمی دارید. افزون بر این تغذیه‌ای سالم است که غذاها به روش بهداشتی و سالم تهیه شده باشند. شاید غذاهای سرخ شده با روغن خوش مزه تر باشند؛ اما غذاهای آب‌پز و بخارپز سالم‌ترند. رفتارها و عادت‌های غذایی ما در سلامت تغذیه و در نتیجه سلامت بدن ما تأثیر زیادی دارند. خوردن خوراکی‌هایی مانند، پفک، شکلات و شیرینی بین وعده‌های غذا از عادت‌های نادرست است که برای سلامت ما زیان دارد در حالی که میوه‌ها، میان وعده سالمی هستند (شکل ۹). شما چه معیارهای دیگری برای تغذیه سالم می‌شناسید؟

اگر گرسنه باشید و بخواهید خوراکی بخرید، آیا به مواد مغذی و مقدار انرژی آن توجه می‌کنید؟ با توجه به نقشی که غذا در سلامت مردم دارد، شرکت‌های تولیدکننده مواد غذایی موظف‌اند نوع و مقدار مواد مغذی و مقدار انرژی خوراکی را روی بسته آن بنویسند. با خواندن این اطلاعات می‌توانیم به ارزش غذایی آن خوراکی و در نتیجه تأثیر آن بر سلامتمان پی‌ببریم. هرچه تنوع مواد مغذی هر خوراکی بیشتر باشد، ارزش غذایی آن خوراکی بیشتر است.

فعالیت

الف) با توجه به اطلاعاتی که نوشته شده است درباره ارزش غذایی هر یک از این نوشیدنی‌ها، گفت‌وگو کنید.

ترکیبات: مایه پختن، نمک، پودر شیر، شکر، عصاره پرتقال، قند، میوه، اسانس و رنگ‌های طبیعی، طعم، نگهدارنده، آب سرد

اطلاعات تغذیه‌ای برای ۱۰۰ میلی‌لیتر	
انرژی	۱۶۰ کیلوکالری
چربی	۰
کربوهیدرات	۳۳.۳
پروتئین	۰.۶



نظرات مخلوطه سیب و موز

مقدار تغذیه‌ای این محصول

میزان ۱۰۰ میلی‌لیتر (۳.۳۳ اونس)

انرژی	۶۵.۸ کیلوکالری
انرژی از چربی	۰ کیلوکالری
کل چربی	۰.۰۰۰ گرم
کل کربوهیدرات	۱۶.۰۰۰ گرم
کل پروتئین	۰.۰۰۰ گرم
فیبر	۰.۰۰۰ گرم
شکر	۱۶.۰۰۰ گرم
نمک	۰.۰۰۰ گرم
کلسیم	۰.۰۰۰ میلی‌گرم
آهن	۰.۰۰۰ میلی‌گرم
ویتامین A	۰.۰۰۰ واحد
ویتامین C	۰.۰۰۰ میلی‌گرم
ویتامین B	۰.۰۰۰ میلی‌گرم

ب) کاری که غذا برای ما انجام می‌دهد، چیزی بیش از تأمین ماده و انرژی است. در بسیاری از مناسبت‌ها غذاهای خاصی پخته می‌شود. از طرفی پختن برخی خوراکی‌ها همراه با مراسم خاصی است؛ مانند پختن سمنو در پایان سال خورشیدی. گزارشی درباره چنین مناسبت‌ها یا مراسمی که در محل زندگی شما وجود دارد به صورت گروهی تهیه کنید و در کلاس ارائه دهید. گزارش را می‌توانید به صورت تصویر، متن یا فیلم تهیه کنید.

سفر غذا



نان و پنیر و سبزی میان‌وعدهٔ سالمی است. برای اینکه مواد مغذی آن به یاخته‌های بدن ما برسند، ابتدا باید ریز و خرد شود. این کار را چه دستگاهی در بدن ما انجام می‌دهد؟ این دستگاه از چه قسمت‌هایی تشکیل شده است و چه ویژگی‌هایی دارد؟
در این فصل با اجزا و کار دستگاه گوارش آشنا می‌شوید.

گوارش غذا

غذایی که می‌خورید، مواد مغذی را برای یاخته‌های بدن شما فراهم می‌کند؛ اما این مواد برای رسیدن به تک تک یاخته‌های شما سفری طولانی در پیش دارند. دستگاه گوارش، مسیر این سفر است. غذا در این سفر چه تغییرهایی می‌کند و از چه جاهایی می‌گذرد؟

فکر کنید

فرض کنید از شما خواسته‌اند یک دستگاه گوارش طراحی کنید. این دستگاه چه قسمت‌هایی باید داشته باشد؟

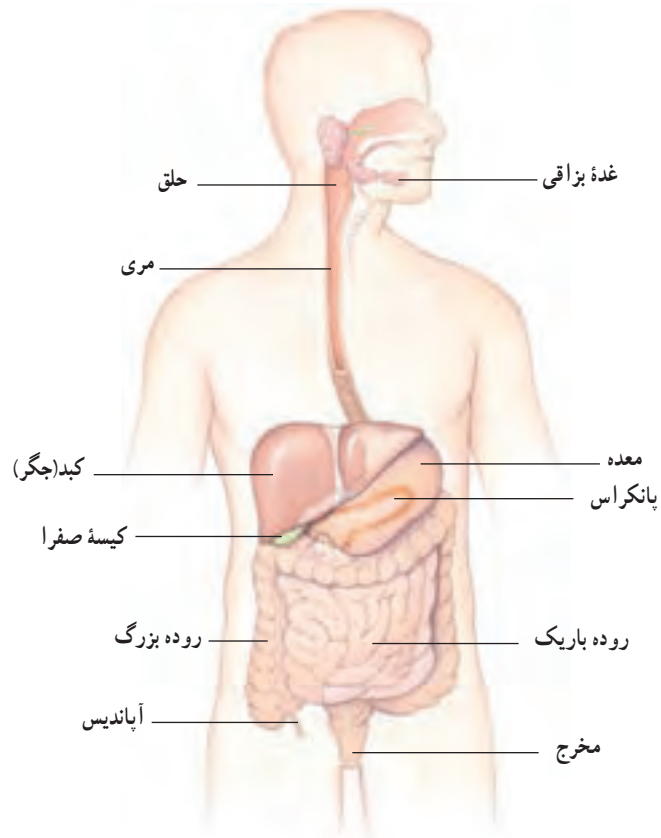
یکی از کارهای دستگاه گوارش ما این است که غذاها را به قدری ریز کند که مواد آن بتوانند وارد خون شوند؛ یعنی غذا را به مولکول‌های قابل جذب تبدیل کند. این فرایند را گوارش می‌نامند (شکل ۱). کوچک شدن مواد غذایی در بخش‌های متفاوت دستگاه گوارش انجام می‌شود.



شکل ۱- طرح ساده‌ای از فرایند گوارش

لوله‌ای پریپیچ و خم

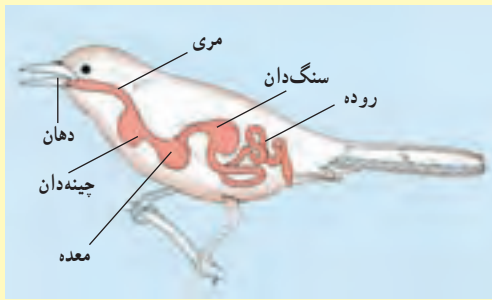
بخشی از دستگاه گوارش ما، لوله‌ای پریپیچ و خم است که از دهان شروع، و به مخرج ختم می‌شود. این لوله را لوله گوارش می‌نامند. لوله گوارش از بخش‌های مختلف تشکیل شده است. هر یک از این بخش‌ها کار مشخصی انجام می‌دهند. بخش دیگر دستگاه گوارش، اندام‌هایی‌اند که در اطراف لوله گوارش هستند و با آن ارتباط دارند (شکل ۲).



شکل ۲- دستگاه گوارش انسان



فعالیت

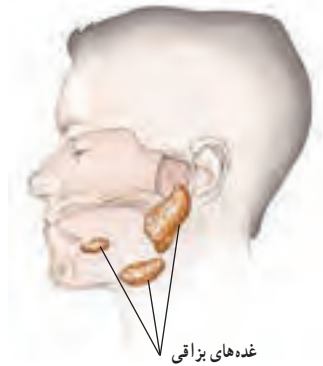


لوله گوارش در جانوران متفاوت از بخش‌های متفاوتی تشکیل شده است. شکل روبه‌رو لوله گوارش پرندۀ ای را نشان می‌دهد. با توجه به شکل، لوله گوارش این پرندۀ چه تفاوت‌هایی با لوله گوارش ما دارد؟

اکنون ببینیم در هر یک از قسمت‌های لوله گوارش چه اتفاقی برای لقمه نان و پنیر و سبزی‌ای که خورده‌اید، رخ می‌دهد؟

از دهان تا معده

وقتی غذا را می‌جوید در واقع، آن را با دندان‌هایتان ریز می‌کنید. حرکات زبانتان سبب می‌شود غذا با بزاق دهان ترکیب شود و به صورت توده‌های خمیری شکل درآید. بزاق دهان دارای آب و آنزیم است و از غده‌های بزاقی ترشح می‌شود (شکل ۳). آنزیم‌ها مولکول‌هایی‌اند که سرعت واکنش‌های شیمیایی را زیاد می‌کنند. بعضی آنزیم‌ها تجزیه مواد غذایی را سرعت می‌بخشند؛ مثلاً نوعی آنزیم بزاقی در تجزیه نشاسته به قند ساده نقش دارد.



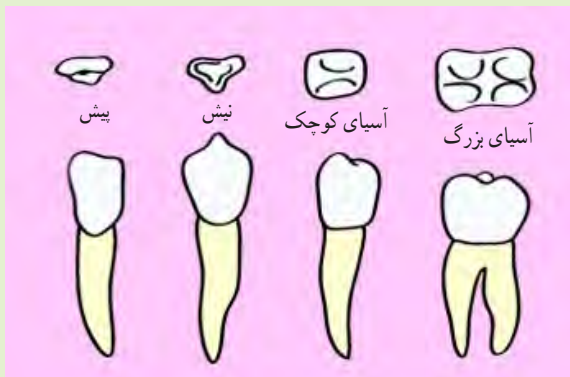
شکل ۳- غده‌های بزاقی. ترشح بزاق دهان شما چه وقتی زیاد می‌شود؟

فعالیت

آزمایشی طراحی کنید که بتوان با آن، وجود آنزیم تجزیه‌کننده نشاسته را در بزاق نشان داد.

فکر کنید

شکل زیر سه نوع دندان پیش، نیش و آسیا را نشان می‌دهد.

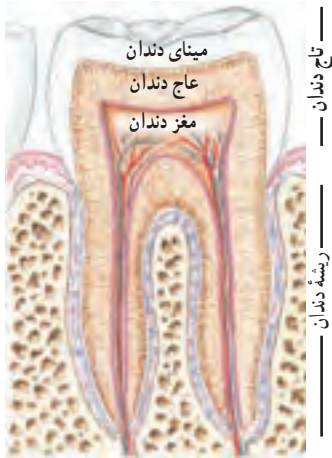


الف) چه ارتباطی بین شکل و کار هر دندان وجود دارد؟
ب) چه تعدادی از هر نوع دندان در دهانتان دارید؟



آیا می‌دانید

امروزه از آنزیم‌ها در صنعت استفاده می‌کنند. یک مثال، افزودن آنزیم به پودرهای لباس‌شویی است. با این کار قدرت تمیزکنندگی پودرهای لباس‌شویی افزایش می‌یابد.



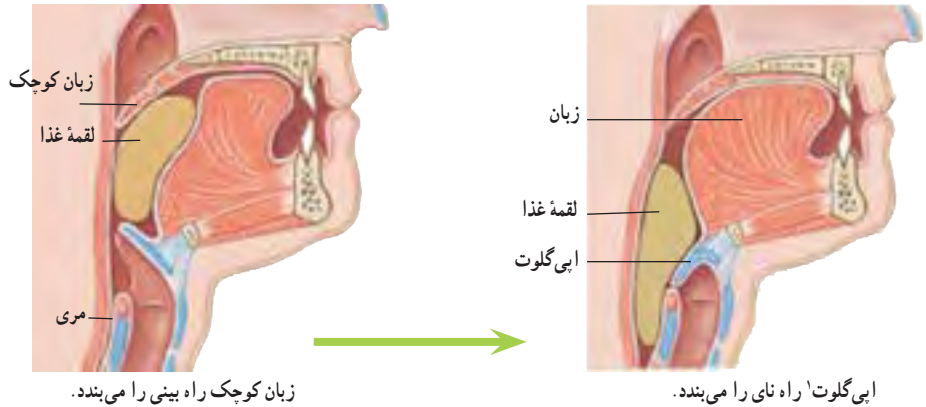
تاج دندان
ریشه دندان

چقدر به سلامت دندان‌هایتان اهمیت می‌دهید؟

وقتی شیرینی، ترشی می‌شود!

شنیده‌اید که خوردن شیرینی و شکلات از عوامل پوسیدگی دندان‌هاست؛ اما چرا؟ مواد قندی غذای باکتری‌هایی است که در دهان وجود دارند. این باکتری‌ها اسید تولید می‌کنند. اسید، مینای دندان را از بین می‌برد و در نتیجه سبب پوسیدگی دندان می‌شود.

آنچه شما بعد از جویدن، می‌بلعید، هیچ شباهتی به لقمه غذایی که خورده‌اید، ندارد. مری مقصد بعدی این توده‌های خمیری شکل است، اما این توده قبل از اینکه وارد مری شود، سر چهارراهی به نام حلق قرار می‌گیرد (شکل ۴). هنگام بلع، فقط راه ورود به مری باز است و راه‌های دیگر بسته می‌شوند؛ بنابراین غذای خمیر شده وارد مری می‌شود.



زبان کوچک راه بینی را می‌بندد.

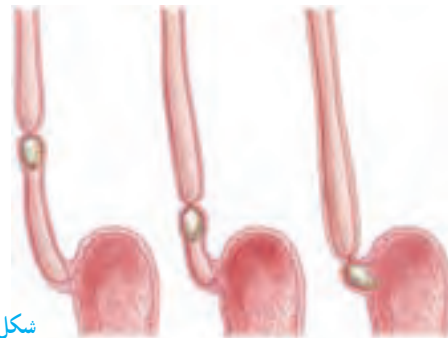
ابی‌گلوت راه نای را می‌بندد.

شکل ۴- حلق و دریچه‌ها

فکر کنید

آیا برای شما پیش آمده است که غذا در گلویتان بپرد؟ در آن موقع چه حسی داشتید؟ با توجه به شکل ۴ بگویید چرا این اتفاق افتاده است؟

وقتی غذا وارد مری می‌شود، ماهیچه‌های دیواره مری منقبض و منبسط می‌شوند. در نتیجه غذا به پایین و به سمت معده رانده می‌شود (شکل ۵).



شکل ۵- حرکت لقمه غذا در مری

آیا می‌دانید
لقمه‌های کوچک چه تأثیری بر سلامت شما دارند؟ اگر لقمه‌های کوچک از غذا برداریم، می‌توانیم آن را بیشتر بجویم. در این حالت غذا به خوبی با بزاق دهان آغشته و گوارش آن آسان‌تر می‌شود.

غذا برای مدتی در معده باقی می ماند تا به خوبی با شیرۀ گوارشی معده ترکیب شود. این شیرۀ را یاخته های پوششی معده ترشح می کنند. شیرۀ گوارشی معده، آنزیم و اسید دارد. این دو ماده به گوارش مواد غذایی کمک می کنند. وقتی ماهیچه های دیواره معده منقبض می شوند، غذا نرم تر و با شیرۀ گوارشی مخلوط می شود. غذای گوارش شده، معده را ترک می کند و وارد روده باریک می شود.

اطلاعات جمع آوری کنید

در شیرۀ گوارشی معده، اسید وجود دارد. این اسید معمولاً آسیبی به دیواره معده نمی رساند؛ اما گاهی باعث ایجاد زخم هایی در معده می شود. تحقیق کنید برای پیشگیری از زخم معده چه مواردی را باید رعایت کنید.



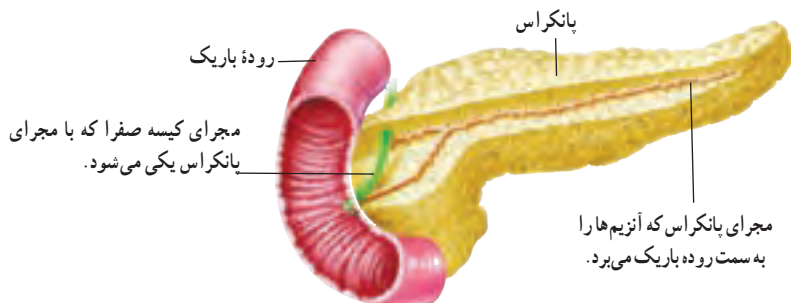
آیا می دانید

مدت توقف غذا در معده به غذایی بستگی دارد که خورده اید. غذاهای چرب، زمان بیشتری در معده می مانند.

گوارش نهایی غذا

روده باریک محل گوارش نهایی غذاست. این کار با کمک آنزیم های متفاوتی انجام می شود که در روده باریک وجود دارند. این آنزیم ها، بیشتر مواد مغذی را گوارش و در نتیجه تجزیه می کنند.

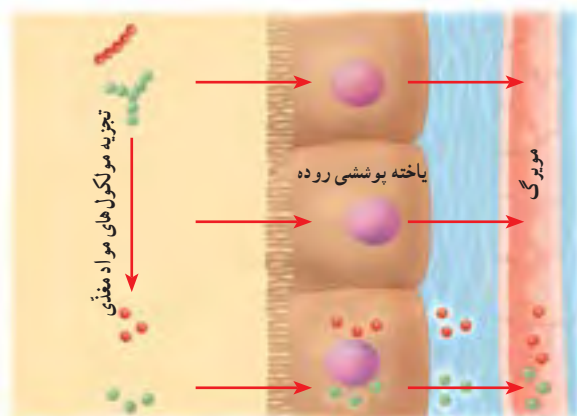
بیشتر آنزیم های روده باریک در پانکراس ساخته می شوند. آنزیم های ساخته شده در پانکراس از طریق لوله ای وارد ابتدای روده باریک می شوند (شکل ۶).



شکل ۶- پانکراس به روده باریک وصل است.

مواد مغذی جذب می شوند

دانستیم که غذاها چگونه گوارش و به مولکول های قابل جذب تبدیل می شوند. مولکول های مواد مغذی در روده باریک آن قدر کوچک شده اند که می توانند از غشای یاخته های آن عبور کنند (شکل ۷). روده باریک تنها بخشی از لوله گوارش است که همه مواد مغذی از آن جذب و وارد خون می شوند.



شکل ۷- مواد مغذی از یاخته پوششی روده عبور می کنند و وارد مویرگ می شوند.

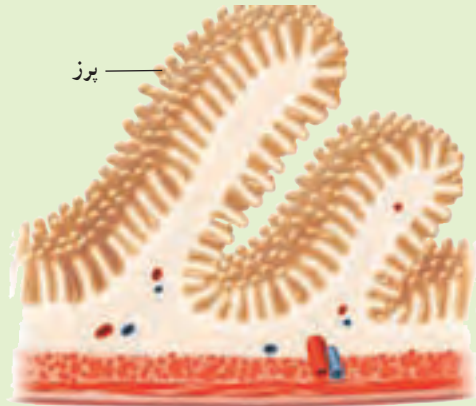
آیا می دانید

چرا بعضی ها با خوردن شیر، ناراحتی گوارشی پیدا می کنند؟ نوعی قند به نام لاکتوز در شیر وجود دارد. بعضی افراد نسبت به این قند حساسیت دارند. چنین افرادی می توانند شیر بدون لاکتوز مصرف کنند.

سطح داخلی روده باریک، چین خوردگی های فراوانی دارد. اگر همه این چین ها باز شوند، سطحی در حدود ۲۰ فرس 4×3 را می پوشانند. با توجه به کار روده باریک این چین خوردگی ها چه اهمیتی دارند؟



برزهای روده انسان (۲۷۰ برابر)



آنچه به جا می ماند

موادی که در روده باریک گوارش نشده اند از آن خارج و وارد روده بزرگ می شوند؛ مثلاً بخشی از سبزی که همراه نان و پنیر خورده اید در روده باریک گوارش نمی شود؛ چرا؟ موادی که از روده باریک خارج می شوند، هنوز مقدار زیادی آب و مواد معدنی دارند. بخشی از آنها در روده بزرگ جذب می شوند. اگر روده بزرگ این کار را انجام ندهد، بدن ما با مشکل کم آبی و کمبود مواد معدنی روبه رو می شود.

در سراسر لوله گوارش ما انواعی باکتری زندگی می کنند. باکتری هایی که در روده بزرگ ما وجود دارند از مواد گوارش نشده، مانند سلولز تغذیه می کنند. این باکتری ها ویتامین K و برخی ویتامین های گروه B را تولید می کنند. روده بزرگ می تواند این ویتامین ها را جذب و وارد خون کند. کار دیگر روده بزرگ، دفع مدفوع است. با انقباض ماهیچه های روده بزرگ، مدفوع به سمت مخرج حرکت می کند و احساس دفع ایجاد می شود.

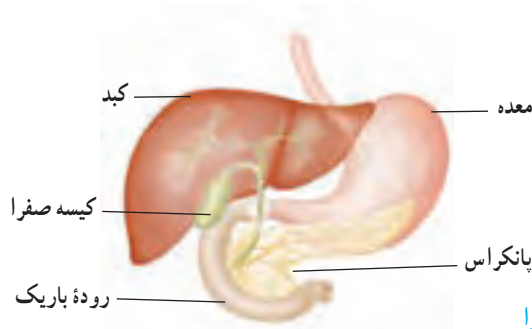


آیا می دانید

خوردن روزانه سبزی و میوه چه اهمیتی در سلامت دستگاه گوارش ما دارد؟ سلولز این خوراکی ها سبب افزایش حرکات روده بزرگ و در نتیجه دفع آسان می شود.

کبد، مخزنی بزرگ

خونی که در رگ‌های اطراف روده باریک وجود دارد، سرشار از مواد مغذی است. این خون ابتدا وارد کبد می‌شود (شکل ۸). بسیاری از مواد مغذی در این اندام ذخیره و با توجه به نیاز یاخته‌های بدن به تدریج وارد خون می‌شوند. کبد همچنین با این مواد، مواد دیگری می‌سازد که بدن ما به آنها نیاز دارد. از کارهای دیگر کبد، ساختن صفراست. این ماده در کیسه صفرا ذخیره می‌شود. صفرا در گوارش چربی‌ها نقش دارد.



شکل ۸ - کبد و کیسه صفرا

قندهایی که چربی می‌شوند

کربوهیدرات‌ها انرژی مورد نیاز یاخته‌های بدن ما را فراهم می‌کنند؛ اما اگر مقدار زیادی کربوهیدرات بخوریم، کبد از آنها برای ساختن چربی استفاده می‌کند. بنابراین اگر در خوردن خوراکی‌های پر از کربوهیدرات زیاده‌روی کنیم با مشکل اضافه وزن روبه‌رو می‌شویم. پزشکان می‌گویند وزن مناسب در سلامت افراد مؤثر است؛ مثلاً خطر فشارخون زیاد و بیماری‌های قلبی در افرادی که اضافه وزن دارند، بیشتر است. از طرفی احتمال پوکی استخوان در افرادی که کمبود وزن دارند، بیشتر است. بنابراین اضافه وزن و کمبود وزن خصوصاً برای شما که در دوره رشد هستید، بسیار مهم است. آیا می‌دانید وزن شما حاصل چه عواملی است؟

گفت و گو کنید

الف) موارد زیر چه ارتباطی با وزن شما دارند؟
ماهیچه‌ها، استخوان‌ها، بافت چربی، قد، نوع و مقدار غذا، ورزش و فعالیت‌های بدنی
ب) توضیح دهید کدام یک از موارد گفته شده در اختیار شما قرار دارد.



آیا می‌دانید

حداقل نیم ساعت فعالیت ورزشی در روز به داشتن وزن مناسب و همچنین سلامت کار دستگاه گوارش کمک می‌کند.

آیا می‌دانید

سرب و مواد آلاینده‌ای که در هوای آلوده وجود دارند، باکتری‌های مفید روده را کم می‌کنند. به همین علت، توصیه می‌شود وقتی هوا آلوده است، شیر بیشتری بنوشیم.

فعالیت

دیابت بزرگسالی یا بیماری قند در افراد بالای ۴۰ سال دیده می‌شود. پزشکان این بیماری را نوعی بیماری ارثی می‌دانند؛ اما معتقدند که نوع تغذیه و فعالیت بدنی در بروز آن نقش دارد. تحقیق کنید که چه شیوه‌ای از زندگی در پیشگیری از این بیماری نقش دارد.

گردش مواد

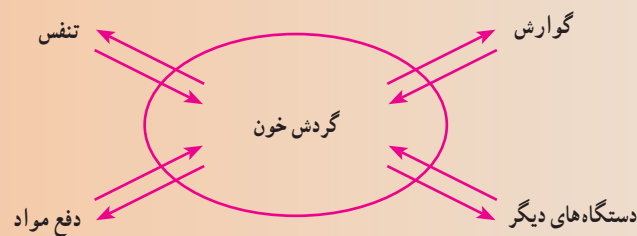


جانداران تک‌یاخته‌ای چون با محیط اطراف در تماس‌اند، مواد مورد نیاز خود را به‌طور مستقیم از محیط می‌گیرند و مواد زائد را نیز به همان محیط می‌فرستند. ولی جانداران پریاخته‌ای مثل بدن ما که همهٔ یاخته‌های آن با محیط ارتباط ندارند، لازم است دستگاهی به کمک آنها بیاید تا نیازهایشان تأمین شود. این دستگاه همان دستگاه گردش مواد است.

در این فصل با اجزای دستگاه گردش مواد و وظایف آن بیشتر آشنا می‌شوید.

رابطهٔ بین همهٔ دستگاه‌های بدن

در فصل قبل گفتیم که مواد مغذی پس از گوارش جذب می‌شوند؛ اما این مواد چگونه به تک تک یاخته‌های بدن می‌رسند؟ یاخته‌ها افزون بر مواد مغذی به اکسیژن نیز نیاز دارند و لازم است کربن دی‌اکسید تولید شده و مواد زائد را از خود دور کنند. این نیازها چگونه تأمین می‌شوند؟ برای رسیدن به این اهداف، دستگاه گردش مواد به کمک یاخته‌ها می‌آید (شکل ۱).



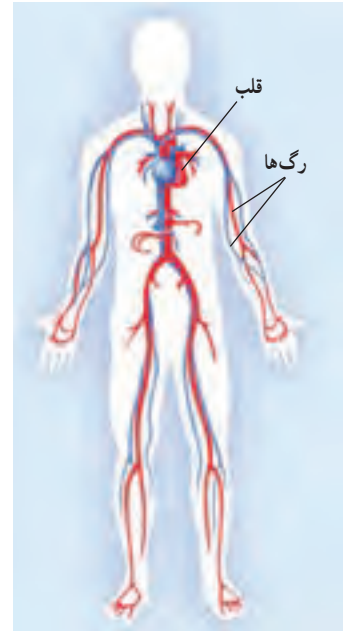
شکل ۱- ارتباط بین دستگاه‌های بدن

گفت و گو کنید

به نظر شما دستگاه گردش مواد باید چه بخش‌هایی با چه مشخصاتی داشته باشد؟

این دستگاه گردش مواد برای اینکه بتواند با تمام یاخته‌های بدن ارتباط برقرار کند به مایعی نیاز دارد تا مواد را با خود جابه‌جا کند. این مایع در بیشتر جانوران، خون است. دستگاه گردش مواد در انسان شامل قلب، رگ‌ها و خون است.

خون در شبکه‌ای از لوله‌های مرتبط با هم جریان دارد. به این لوله‌ها، رگ‌های خونی می‌گویند. همچنین برای به گردش در آوردن این مایع درون رگ‌ها به نوعی پمپ نیاز است که همان قلب است (شکل ۲).



شکل ۲- دستگاه گردش خون

قلب

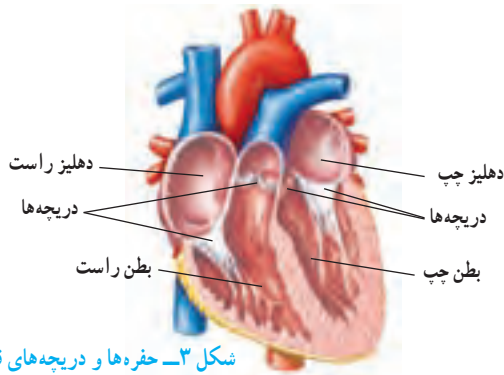
کدام تلمبه می‌تواند سالانه حدود ۲ میلیون لیتر مایع را جابه‌جا کند؛ در حالی که کمتر از ۳۰۰ گرم وزن دارد؟ قلب ما این کار را انجام می‌دهد. قلب با ضربان خود، خون را با فشار به درون رگ‌ها و اندام‌ها می‌فرستد و چون رگ‌ها به هم مرتبط‌اند، خون دوباره به قلب برمی‌گردد و این کار، بی‌وقفه تکرار می‌شود.

فعالیت



گوش کردن به صدای قلب: با استفاده از گوشی پزشکی صدای قلب خود و دوستانتان را بشنوید. در کجای سینه صدای قلب بهتر شنیده می‌شود؟ سعی کنید تعداد ضربان قلب خود را در یک دقیقه بشمارید.

قلب، تلمبه‌ای ماهیچه‌ای و توخالی است و چهار حفره دارد، دو حفره در بالا و دو حفره در پایین. حفره‌های بالایی و پایینی با کمک دریچه‌هایی با هم ارتباط دارند (شکل ۳).



شکل ۳- حفره‌ها و دریچه‌های قلب

آیا می‌دانید

برخی جانوران به جای خون در بدن خود آب را به گردش در می‌آورند؛ مثل اسفنج‌ها و کیسه‌تنان.



اطلاعات جمع آوری کنید

درون قلب، دریچه‌های مختلف با نام‌های دهلیزی بطنی و سینی قرار دارند. به نظر شما وجود این دریچه‌ها چه اهمیتی دارد؟ با استفاده از منابع مختلف درباره این دریچه‌ها اطلاعاتی را جمع‌آوری و در کلاس گزارش کنید.

بافت‌های تشکیل دهنده قلب

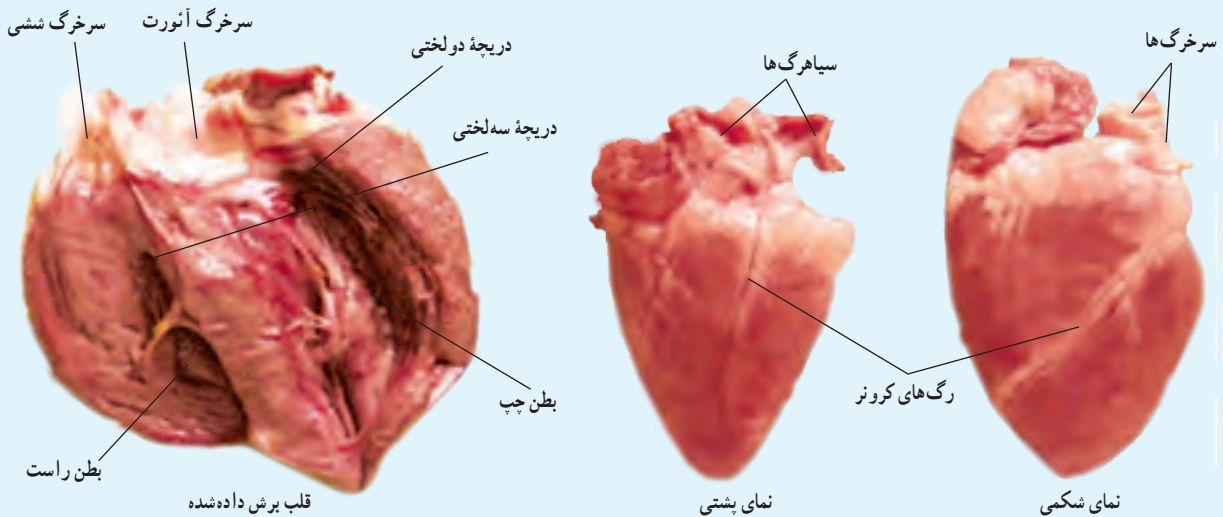
بخش عمده قلب از نوعی بافت ماهیچه‌ای تشکیل شده است که به آن ماهیچه قلبی می‌گویند. درون حفره‌های قلب را بافت پوششی می‌پوشاند که در تشکیل دریچه‌های قلبی نیز شرکت می‌کنند. وجود بافت پیوندی در اطراف قلب نیز به حفاظت از آن کمک می‌کند. وقتی بافت ماهیچه‌ای قلب منقبض می‌شود، نیرویی ایجاد می‌کند که به خون فشار می‌آورد و آن را به درون سرخرگ‌ها می‌راند.

آزمایش کنید

وسایل و مواد: قلب گوسفند، قیچی، سوند

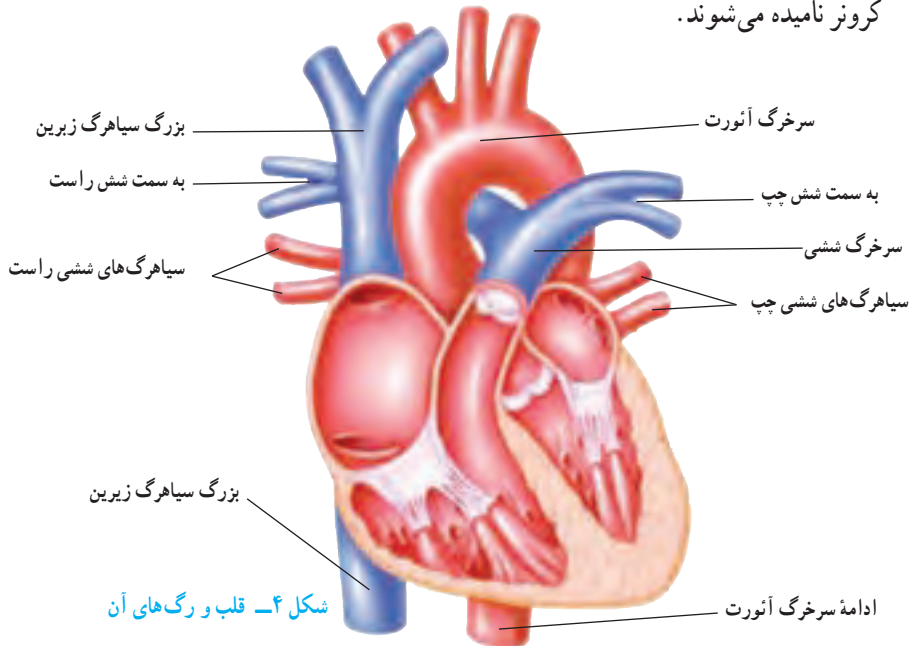
روش آزمایش

- ۱- با کمک معلم خود ابتدا جلو و عقب قلب، سپس چپ و راست قلب را مشخص کنید.
- ۲- با توجه به ضخامت دیواره و میزان خاصیت ارتجاعی رگ‌ها، سرخرگ‌ها را از سیاهرگ‌ها تشخیص دهید.
- ۳- با راهنمایی معلم، برش‌هایی در قلب ایجاد کنید تا بتوانید حفره‌ها، دریچه‌ها و رگ‌های مختلف قلب را تشخیص دهید.
- ۴- سمت چپ و راست قلب را با هم مقایسه کنید. چه تفاوتی با هم دارند؟ چرا؟



رگ‌های قلب

سرخرگ‌ها خون را از قلب خارج می‌کنند و سیاهرگ‌ها خون را به قلب برمی‌گردانند. مهم‌ترین رگ‌های قلب را در شکل ۴ می‌بینید. رگ‌هایی که به بافت قلب خون‌رسانی می‌کنند، کرونر نامیده می‌شوند.

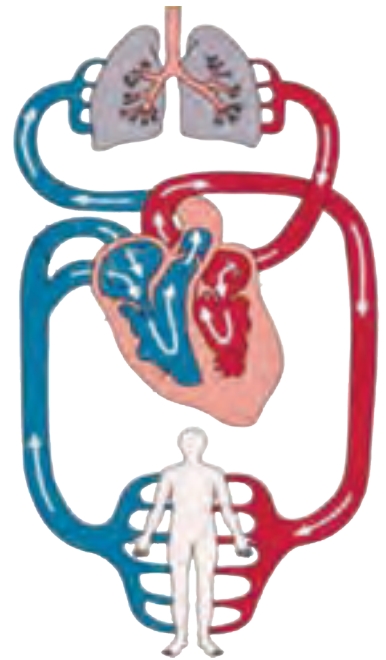


شکل ۴- قلب و رگ‌های آن

تیره و روشن

هریک از بخش‌های چپ و راست قلب، فعالیت مستقلی دارند. با توجه به شکل ۵ می‌توانید تفاوت عمل این دو بخش را مشخص کنید. خونی که در سمت چپ قلب وجود دارد، اکسیژن بیشتری دارد و روشن است. این خون از طریق سرخرگ آنورت به تمام بدن فرستاده می‌شود تا نیاز باخته‌های بدن را به مواد مغذی و اکسیژن تأمین کند (گردش عمومی خون).

در سمت راست قلب، خون تیره (دارای کربن دی‌اکسید) جریان دارد. این خون را بزرگ سیاهرگ‌ها به دهلیز راست می‌آورند. این خون، که اکسیژن کمتری دارد، وارد بطن راست می‌شود و از طریق سرخرگ ششی به شش‌ها می‌رود تا از آنجا اکسیژن را جذب کند. خون اکسیژن‌دار و روشن از طریق سیاهرگ‌های ششی به دهلیز چپ، و سپس به بطن چپ می‌رود تا دوباره در بدن به گردش درآید (گردش ششی خون).



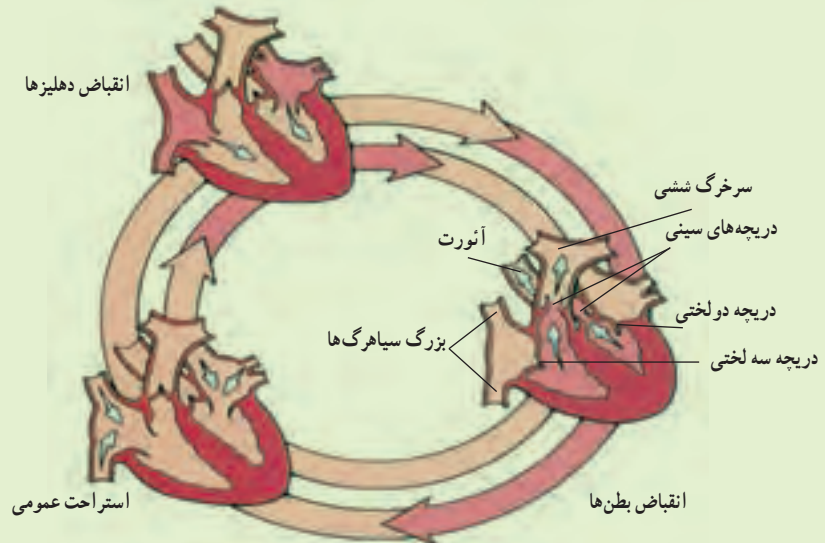
شکل ۵- گردش عمومی و ششی

فعالیت

الف) درباره‌ی درستی یا نادرستی عبارت زیر در گروه خود گفت‌وگو کنید.
همه سرخرگ‌ها خون روشن و همه سیاهرگ‌ها خون تیره دارند.

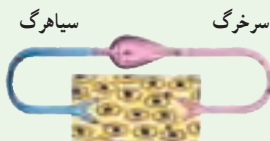
ب) مسیر حرکت خون در حفره‌ها، دریچه‌ها و رگ‌های اصلی قلب را با ذکر نام و با استفاده از پیکان، مشخص، و درباره‌ی درستی آن در گروه خود گفت‌وگو کنید. در گزارش خود خون تیره و روشن را با رنگ‌های مختلف نشان دهید.

در شکل زیر مراحل کار قلب را مشاهده می‌کنید. به مجموع این سه مرحله ضربان قلب می‌گویند. خون در هر مرحله چه مسیری را طی می‌کند؟



آیا می‌دانید

برخی جانوران مانند حشرات مویرگ ندارند. در این جانوران خون از سرخرگ خارج می‌شود و در اطراف یاخته‌ها قرار می‌گیرد. خون بعد از تبادل مواد با یاخته‌ها وارد سیاهرگ می‌شود. به این نوع گردش خون، گردش خون باز می‌گویند.



رگ‌های بدن

در دستگاه گردش مواد سه نوع رگ وجود دارد: سرخرگ، سیاهرگ و مویرگ. همان‌طور که در تشریح قلب دیدید، سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها با هم متفاوت‌اند. سرخرگ‌ها دیواره ضخیم و قابل ارتجاع دارند ولی سیاهرگ‌ها دیواره نازک‌تری دارند و خاصیت ارتجاعی آنها نیز کمتر است (شکل ۶).

سرخرگ‌ها پس از ورود به هر اندام انشعاب زیادی پیدا می‌کنند و به مویرگ‌ها تبدیل می‌شوند. دیواره مویرگ‌ها فقط از یک لایه بافت پوششی ساخته شده است. این دیواره‌ها به قدری نازک و نفوذپذیرند که مواد می‌توانند از آن خارج یا به آن وارد شوند؛ سپس مویرگ‌ها با اتصال به همدیگر سیاهرگ را به وجود می‌آورند که خون را از اندام خارج می‌کنند.



شکل ۶ - مقایسه رگ‌های خونی

با توجه به شکل های قبل و تشریح قلب که انجام دادید در جدول زیر مشخص کنید کدام ویژگی به سرخرگ و کدام به سیاهرگ مربوط است.

ویژگی	سرخرگ	سیاهرگ
به بطن هام متصل اند.		
به دهلیزها متصل اند.		
خون را از قلب خارج می کنند.		
خون را به قلب برمی گردانند.		
خون را به سایر اندام می برند.		
خون را از اندامها خارج می کنند.		

نبض چگونه به وجود می آید؟

قلب در هر ضربان، یک بار خون را با فشار به درون سرخرگ ها می فرستد. خون متناسب با کار قلب بر دیواره سرخرگ ها فشار می آورد که در نتیجه آن قطر سرخرگ به طور متناوب کم و زیاد می شود. تنگ و گشاد شدن سرخرگ ها به صورت موجی در طول سرخرگ به حرکت در می آید. این وضعیت به صورت نبض در نقاطی از بدن احساس می شود که با استفاده از آن می توانیم تعداد نبض را اندازه گیری کنیم (شکل ۷).



شکل ۷- احساس نبض

- نبض خود را حداقل در سه نقطه بدن حس، و شمارش کنید.
- پزشکان به جای استفاده از گوشی برای شمارش ضربان قلب از نبض استفاده می کنند؛ چرا؟
- نبض خود و دوستانتان را قبل و بعد از مدتی که دویدید، اندازه بگیرید. چرا نبض در وضعیت های مختلف متفاوت است؟

خون

در بدن ما حدود پنج لیتر خون جریان دارد. خون نوعی بافت پیوندی است که از یک بخش مایع به نام پلاسما و یک بخش یاخته ای ساخته شده است. پلاسما بخش مایع خون است و از آب، مواد محلول به ویژه قند، نمک و پروتئین تشکیل شده است. یاخته های خونی در پلاسما شناورند (شکل ۸).

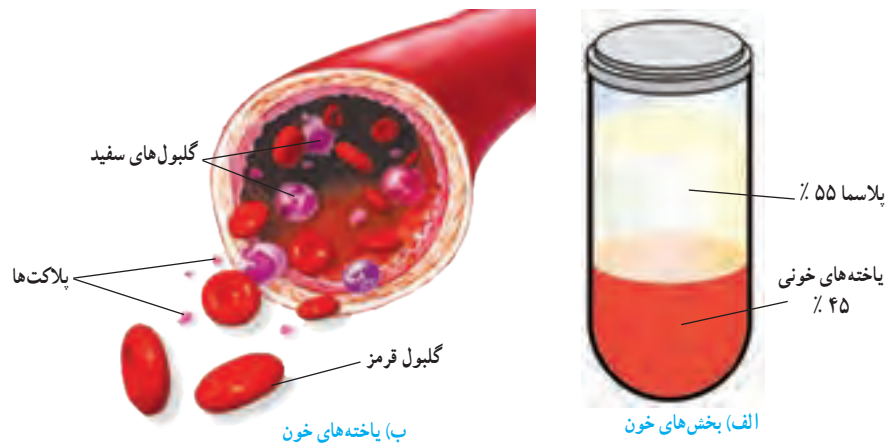
خون با انتقال مواد، ارتباط بین دستگاه های متفاوت بدن را برقرار می کند و در ایمنی بخشی و تنظیم دمای بدن نقش اساسی دارد.

آیا می دانید

فشارخون نیرویی است که از طرف خون بر دیواره رگ وارد می شود. معمولاً مقدار فشار خون را با واحد میلی متر جیوه و با دو عدد نشان می دهند؛ مثلاً فشار خون طبیعی $\frac{120}{80}$ میلی متر جیوه است.

آیا می دانید

چرا وقتی مدت طولانی ایستاده‌اید یا روی صندلی نشسته‌اید، پاهای شما ورم می‌کند؟ توجه کنید انقباض ماهیچه‌ها و حرکت دادن پا به جریان خون در سیاهرگ‌های آن کمک می‌کند و عدم تحرک، سبب تجمع خون در آنها می‌شود. برای جلوگیری از این حالت باید با حرکت دادن یا قدم زدن وضعیت خود را برای مدتی تغییر دهیم.



شکل ۸

یاخته‌های خونی

در جدول زیر انواع یاخته‌های خونی و کار آنها نشان داده شده است.

نوع یاخته	شکل	کار
گلبول‌های قرمز ^۱	سکه مانند با وسط فرو رفته	انتقال گازهای تنفسی (O_2 و CO_2) در خون
گلبول‌های سفید	تقریباً کروی شکل	دفاع از بدن در برابر عوامل بیگانه مثل میکروب‌ها
پلاکت‌ها ^۲	بسیار ریزند و شکل به خصوصی ندارند.	دخالت در انعقاد خون هنگام خون‌ریزی جلوگیری از هدر رفتن خون

فعالیت

با استفاده از تیغه‌های آماده خونی که در آزمایشگاه دارید، می‌توانید انواع یاخته‌های خونی را در زیر میکروسکوپ ببینید. تهیه این تیغه‌ها از آزمایشگاه‌های تشخیص طبی آسان است.

اطلاعات جمع‌آوری کنید

الف) در مورد تعداد انواع یاخته‌های خونی تحقیق، و گزارش خود را به کلاس ارائه کنید.

ب) در گزارش‌های آزمایش خون دو اصطلاح WBC و RBC دیده می‌شود. درباره آنها تحقیق، و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

۱- گویچه (مصوب فرهنگستان)

۲- گرده (مصوب فرهنگستان)

تبادل با محیط



گرسنگی و تشنگی را می‌توان تا چند روز بدون مشکل مهمی تحمل کرد؛ اما بدون هوا بیشتر از چند دقیقه زنده نمی‌مانیم. یاخته‌های بدن ما برای فعالیت خود به اکسیژن نیاز دارند. یاخته‌ها مواد دفعی نیز تولید می‌کنند.

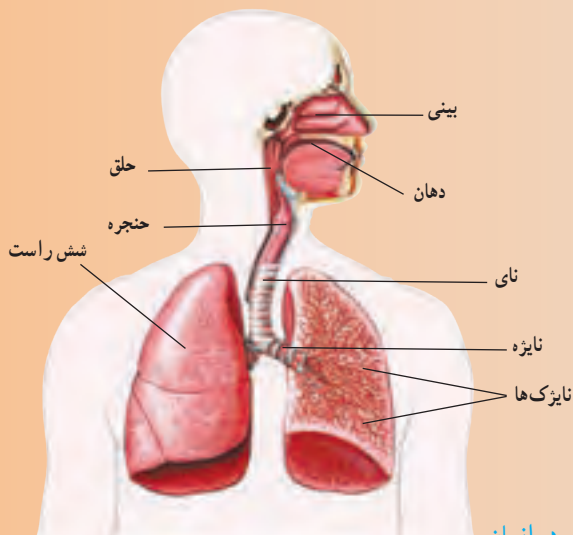
دستگاه تنفس، اکسیژن را برای یاخته‌ها تأمین، و کربن دی‌اکسید را دفع می‌کند. همچنین مواد دفعی دیگری وجود دارند که دستگاه دفع، آنها را به خارج از بدن می‌فرستد. در این فصل با دستگاه تنفس و دفع مواد زائد بیشتر آشنا می‌شوید.

ساختار دستگاه تنفس

شکل ۱ ساختار دستگاه تنفس را نشان می‌دهد. با توجه به شکل،

هوا برای رسیدن به شش‌ها چه مسیری را طی می‌کند؟

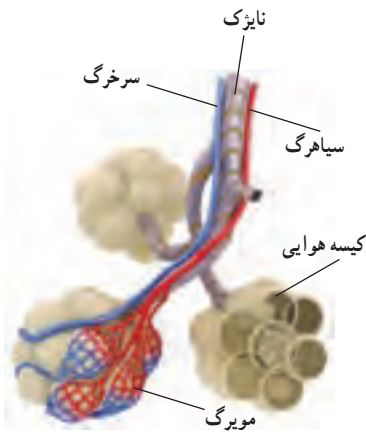
همان‌طور که می‌دانید، هوا ابتدا از طریق بینی یا دهان وارد دستگاه تنفس می‌شود و پس از عبور از حلق وارد حنجره و سپس وارد نای می‌شود. نای دو شاخه دارد که به آنها نایژه می‌گویند. نایژه‌ها هوا را به نایژک‌ها که به تعداد زیاد در شش‌ها پراکنده‌اند، می‌رسانند. در انتهای نایژک‌ها کیسه‌های هوایی قرار دارند.



شکل ۱ - دستگاه تنفس در انسان

گفت و گو کنید

الف) به نظر شما هوا هنگام عبور از مجاری تنفسی چه تغییری می‌کند؟
ب) شما می‌توانید از طریق بینی و دهان نفس بکشید. برخی عادت دارند، بیشتر از طریق دهان نفس بکشند. به نظر شما این کار چه ضرری برای بدن دارد؟



شکل ۲- کیسه‌های هوایی. اکسیژن از کیسه‌های هوایی وارد خون و کربن دی‌اکسید از خون وارد کیسه‌های هوایی می‌شود.

تبادل هوا

انتهای نایزک‌ها در شش‌ها به کیسه‌های هوایی ختم می‌شود. هر شش دارای میلیون‌ها کیسه‌های هوایی است. در اطراف کیسه‌های هوایی، مویرگ‌های خونی فراوانی وجود دارند. بین این مویرگ‌ها و کیسه‌های هوایی تبادل گازهای تنفسی انجام می‌شود (شکل ۲).

فعالیت

وسایل و مواد: شش سالم گوسفند، قیچی، دستمال کاغذی

- پس از تمیز کردن شش، نای، نایزه‌ها و بخش چپ و راست آن را تشخیص دهید.
- درون نای آن قدر بدمید تا شش‌ها پر از هوا شوند. به تغییر حجم آنها توجه کنید.
- با قیچی، برش‌هایی را در نای و نایزه‌ها ایجاد کنید تا به نایزک‌ها برسید.
- در دیواره نای، نایزه‌ها و نایزک‌ها قطعات غضروفی به شکل‌های مختلف وجود دارد. وجود آنها چه اهمیتی دارد؟
- در ساختار شش‌ها افزون بر نایزک‌ها، تعداد زیادی رگ‌های خونی نیز دیده می‌شود. وظیفه این رگ‌ها چیست؟

آیا می‌دانید

پرده جنب، پرده‌ای دو لایه است که شش‌ها را به دیواره داخلی قفسه سینه وصل می‌کند. مایع جنب بین دو لایه پرده جنب را پر کرده است.

دم و بازدم

شش‌ها درون قفسه سینه جای دارند. قفسه سینه ضمن محافظت از شش‌ها در باز و جمع شدن آنها نیز نقش دارد. در پایین قفسه سینه، پرده دیافراگم قرار دارد که با تغییر شکل خود باعث دم و بازدم می‌شود. ورود هوا از محیط بیرون به درون شش‌ها را دم و خروج آن از شش‌ها را بازدم گویند.

فعالیت

دستگاهی شبیه شکل صفحه بعد آماده کنید.

- ۱- هر یک از شماره‌ها در شکل نشان دهنده کدام قسمت در دستگاه تنفس است؟
- ۲- وقتی پرده شماره ۴ به پایین کشیده می‌شود، چه اتفاقی می‌افتد؟



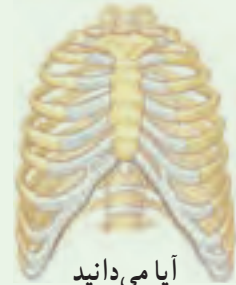
۳- وقتی پرده رها می شود، چه رخ می دهد؟
۴- هر کدام از این حرکات، مشابه کدام حرکت تنفسی است؟



در هوای سالم و بدون آلودگی حدود ۲۱٪ اکسیژن وجود دارد که هنگام دم وارد شش های ما می شود. امروزه در شهرهای بزرگ یا صنعتی با وجود آلودگی های مختلف درصد اکسیژن هوا کاهش یافته است.



درباره راه های کاهش آلودگی شهرهای بزرگ و صنعتی، چه پیشنهادهایی دارید؟
در گروه خود در مورد آنها گفت و گو، و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.



آیا می دانید

قفسه سینه از ۲۴ دنده تشکیل شده است که از پشت به ۱۲ مهره و از جلو به استخوان جناغ سینه متصل اند. کف قفسه سینه پرده دیافراگم قرار دارد.

اطلاعات جمع آوری کنید

به صورت گروهی در مورد یکی از پرسش های زیر اطلاعاتی را جمع آوری، و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید.

- دود سیگار بر سلامت فرد سیگاری و اطرافیانش چه اثری دارد؟
- در دود سیگار چه ترکیب های سمی ای وجود دارد؟
- در افراد سیگاری چه بیماری هایی شایع تر است؟

تولید صدا

حنجره بعد از حلق و در ابتدای نای قرار دارد. درون آن دو پرده ماهیچه ای وجود دارد که به آن تارهای صوتی می گویند. عبور هوا از میان این قسمت باعث ارتعاش و تولید صدا می شود (شکل ۳).

به نظر شما هنگام صحبت کردن، دم انجام می دهیم یا بازدم؟



شکل ۳- حنجره

انتقال گازها

پس از مبادله اکسیژن و کربن دی اکسید در کیسه‌های هوایی، کربن دی اکسید از طریق شش خارج و اکسیژن وارد خون می‌شود. خون با کمک گلبول‌های قرمز و پلاسما گازهای تنفسی را انتقال می‌دهد.

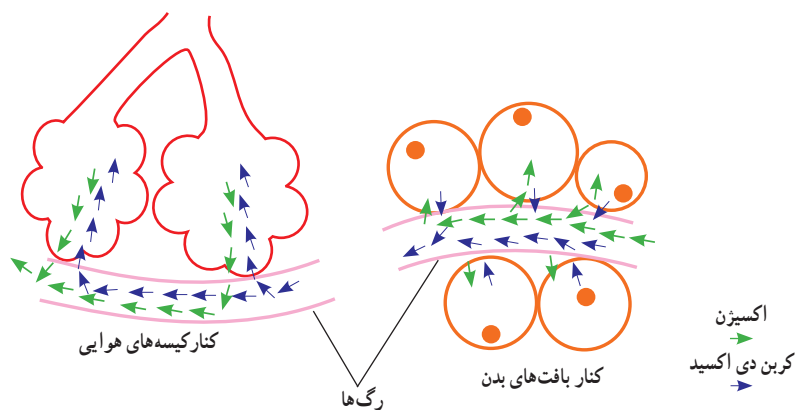
اکسیژن به اطراف یاخته‌ها می‌رسد و وارد آنها می‌شود تا در فرایند آزاد کردن انرژی موادی مثل قندها و چربی‌ها شرکت کند. در این فرایند همچنین گاز کربن دی اکسید آزاد می‌شود. کربن دی اکسید تولید شده در یاخته‌ها وارد خون می‌شود تا از طریق بازدم از بدن خارج شود.

آیا می‌دانید

در بعضی از جانوران مثل پرنده‌گان به حنجره، جعبه صدا نیز می‌گویند.

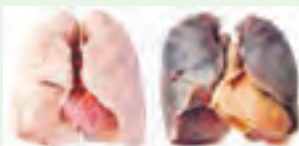
گفت و گو کنید

با توجه به شکل زیر، خون، هریک از گازهای تنفسی را از کجا به کجا منتقل می‌کند؟
در مورد پاسخ خود با گروه گفت و گو کنید.



آیا می‌دانید

دود سیگار سبب تخریب و سیاه شدن شش‌ها می‌شود.



شش سالم

شش ناسالم

آزمایش کنید

نشان دادن وجود کربن دی اکسید در هوای بازدم

وسایل و مواد: آهک، کاغذ صافی، بشر، قیف، نی نوشابه خوری

روش آزمایش

۱- مقداری آهک را در آب حل، و با کاغذ صافی آن را صاف کنید.

۲- با یک نی درون این مایع شفاف بدمید.

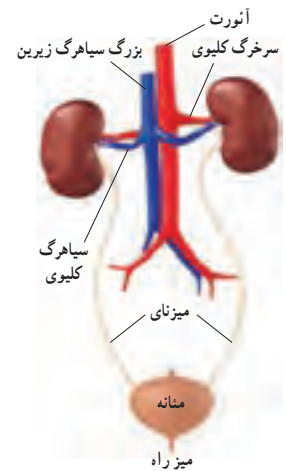
۳- چه تغییری در محلول صورت می‌گیرد؟

از منابع مختلف، اطلاعاتی را در مورد این موضوع جمع‌آوری کنید و علت این تغییر را توضیح دهید.

دستگاه دفع ادرار

دانستیم که دستگاه تنفس، کربن دی اکسید را دفع می کند. افزون بر آن مواد دیگری مثل اوره که سمی اند در بدن تولید می شوند و باید دفع شوند. این مواد با فعالیت کلیه ها از خون گرفته می شوند و به همراه نمک های اضافی و مازاد آب بدن به صورت ادرار از بدن خارج می شوند. دستگاه دفع از کلیه ها و بخش های دیگری تشکیل شده است (شکل ۴).

کلیه ها به صورت دو اندام لویبایی شکل در طرفین ستون مهره ها و در بالای ناحیه کمر قرار دارند. به هر کلیه یک سرخرگ وارد می شود. این سرخرگ انشعایی از آئورت است که خون را برای تصفیه شدن به این اندام می آورد. خون تصفیه شده، توسط یک سیاهرگ از کلیه خارج می شود و به بزرگ سیاهرگ زیرین می ریزد.



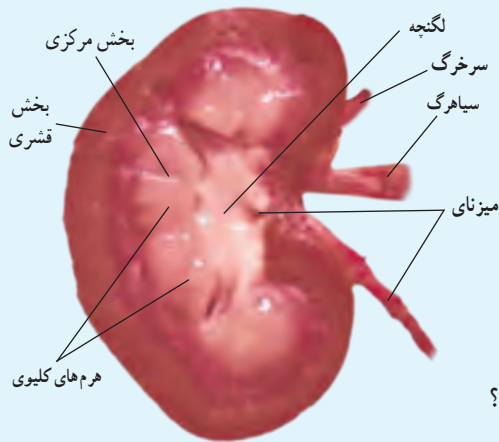
شکل ۴ - دستگاه دفع ادرار

آزمایش کنید

وسایل و مواد: کلیه سالم گوسفند، اسکالپل، سوند

روش آزمایش

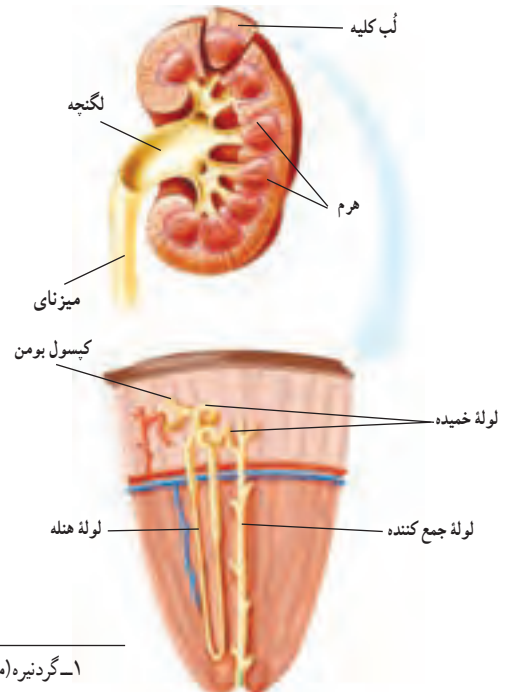
- ابتدا بخش های خارجی کلیه و پوشش آن را بررسی کنید.
- پوشش نازک کلیه را جدا کنید و از طول، آن را برش دهید.
- بخش های قشری، مرکزی، لگنچه و میزنای را مشخص کنید.
- بخش های قشری و مرکزی را با هم مقایسه کنید.
- لگنچه چه مشخصاتی دارد؟ سوراخ وسط آن به کجا وصل می شود؟



چگونگی کار کلیه

کلیه چگونه خون را تصفیه می کند؟ در ساختار میکروسکوپی کلیه میلیون ها لوله پیچ در پیچ وجود دارد که به آنها لوله ادراری یا نفرون^۱ گویند. کار اصلی کلیه ها را این لوله ها انجام می دهند؛ یعنی خون را تصفیه و مواد دفعی آن را جدا می کنند (شکل ۵).

نفرون ها، مواد زائد مثل اوره و نمک های اضافی خون را به همراه مقداری آب از مویرگ ها می گیرند و ادرار را می سازند. ادرار تشکیل شده در نفرون ها به لگنچه می ریزد و از آنجا از طریق میزنای به مثانه وارد و در آنجا ذخیره می شود. وقتی حجم ادرار در مثانه از حدی بیشتر می شود، احساس دفع ادرار ایجاد می شود.



شکل ۵ - ساختار داخلی کلیه

۱- گردنبره (مصوب فرهنگستان)

اطلاعات جمع‌آوری کنید

به جز کلیه و شش از پوست نیز به عنوان اندام دفعی نام می‌برند. در این مورد اطلاعاتی را جمع‌آوری، و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید.

تنظیم محیط داخلی

یاخته‌های بدن در میان مایعی بین یاخته‌ای قرار دارند که به مجموع آن، محیط داخلی می‌گویند. نوع و مقدار مواد این محیط باید ثابت بماند تا یاخته‌ها بتوانند کارهای خود را به درستی انجام دهند.

کلیه‌ها با دفع مواد زائد، آب و نمک‌های اضافی در این تنظیم نقش اساسی دارند. یکی از مهم‌ترین کارهای کلیه، تنظیم میزان آب بدن است. کلیه‌ها با کم و زیاد کردن دفع آب به صورت ادرار این تنظیم را انجام می‌دهند.

فکر کنید

آیا می‌دانید وجود علامت استاندارد هر کشور، روی محصولات نشان‌دهنده رعایت استانداردهای لازم است.



الف) بدن ما به چه صورت‌هایی آب را دفع می‌کند؟
ب) تأمین آب مورد نیاز بدن به چه صورت‌هایی انجام می‌شود؟
پ) آیا همیشه میزان آب مصرفی شما یکسان است؟
بروز بعضی از بیماری‌ها مثل سنگ کلیه و سنگ مثانه بسیار دردناک و خطرناک است و ممکن است باعث از کار افتادن کلیه یا حتی مرگ شود. استفاده از آب‌های آشامیدنی دارای مواد معدنی مناسب و استاندارد در جلوگیری از این بیماری‌ها مؤثر است.

گفت‌وگو کنید

گفته می‌شود نگهداشتن ادرار به مدت زیاد در مثانه ممکن است باعث سنگ مثانه شود. در این باره در گروه خود گفت‌وگو، و نتایج را به کلاس ارائه کنید.

- Shipman, An Introduction to Physical Science, 13th Edition, 2013.
- Tillery, Physical Science 9th Edition, 2012.
- Hewitt, Conceptual Physical Science 5th Edition, 2012.
- Ostdiek, Inquiry into Physics 6th Edition, 2008.
- Judith, Goodenough, Betty McGuire, Biology of Humans, 4th Edition, Concepts, Applications and Issues, Pearson Education, 2012.
- Mary Jones, Cambridge Biology, 1st Edition, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 2008.
- Scott Eddleman, CPO Science, Life science, 2007.
- Scott Eddleman, CPO Science, Earth science, 2007.
- Ann Fullick, Niva Miles, AQA Science Biology, Nelson Thornes, 2011.
- Lutgens, Essential of Geology, 11th Edition, 2012.
- Silberberg, General Chemistry, 2007.
- Thornes, Science, GCSE, Chemistry, 2010.
- Callister, An Introduction to Chemistry, 2007.
- Stacy, living by Chemistry, 2010.
- Tro, Chemistry in focus, 2009.

- بریان آرنولد، درک فیزیک با رویکرد تصویری، انتشارات مدرسه، چاپ سوم ۱۳۹۲.
- مارک الس - کریس هانیول، مجموعه ۴ جلدی فیزیک، انتشارات مدرسه، ۱۳۹۰.
- محمد مهدوی، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.
- حسین معاریان و همکار، زمین شناسی فیزیکی، انتشارات پیام نور، ۱۳۶۹.

عکس‌های جلد از سازمان حفاظت محیط‌زیست؛ عکاس: علی مهاجران

