

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



پایه نهم

دوره اول متوسطه



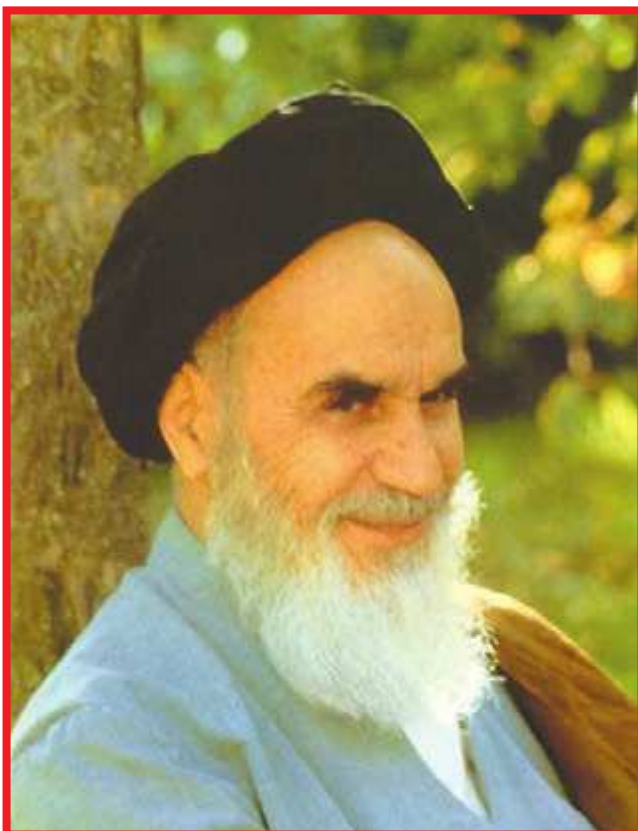


## وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب	علوم تجربی - پایه نهم دوره اول متوسطه - ۹۰۶
پدیدآورنده	سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف	دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف	احمد احمدی، پرویز انصاری راد، محمدحسن بازوبندی، حسن حذرخانی، روح‌الله خلیلی بروجنی، دوست محمدسمیعی، الهه علوی و بهمن فخریان (اعضای گروه تألیف) (غلامحسین رستگرنسب، همکار تألیف در فصل نگاهی به فضا) - حسن حذرخانی (ویراستار علمی) - سید اکبر میرجعفری (ویراستار ادبی)
مدیریت آماده‌سازی هنری	اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی	احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) - مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - حسین وهایی (طراح گرافیک و صفحه‌آرا) - ابوالفضل بهرامی، محمود مسعودی و علی مهاجران (عکاس) - مریم کیوان (طراح جلد) - فاطمه باقری‌مهر، کبری اجابتی، رعنا فرج‌زاده دروئی، فاطمه گیتی جبین، پیام حمیدی، زهرا محمدنظامی، مریم دهقان‌زاده و فاطمه رئیس‌یان فیروزآباد (امور آماده‌سازی)
نشانی سازمان	تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی) تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹ وبگاه: <a href="http://www.irtextbook.ir">www.irtextbook.ir</a> یا <a href="http://www.chap.sch.ir">www.chap.sch.ir</a>
ناشر	شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران - تهران: کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دروپخش) تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵
چاپخانه	شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ	چاپ دهم ۱۴۰۳

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک: ۴-۲۴۴۰-۰۵-۹۶۴-۹۷۸-۴ ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۴۴۰-۴ ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۴۴۰-۴



در علم و تقوا کوشش کنید که علم به هیچ کس انحصار ندارد.  
علم مال همه است. تقوا مال همه است و کوشش برای رسیدن  
به علم و تقوا وظیفه همه ماست و همه شماسست.  
امام خمینی «قُدِّسَ سِرُّهُ»





## فهرست مطالب

- |     |                                |             |
|-----|--------------------------------|-------------|
| ۱   | مواد و نقش آنها در زندگی       | فصل اول     |
| ۱۳  | رفتار اتم‌ها با یکدیگر         | فصل دوم     |
| ۲۵  | به دنبال محیطی بهتر برای زندگی | فصل سوم     |
| ۳۹  | حرکت چیست                      | فصل چهارم   |
| ۵۱  | نیرو                           | فصل پنجم    |
| ۶۳  | زمین ساخت ورقه‌ای              | فصل ششم     |
| ۷۳  | آثاری از گذشته زمین            | فصل هفتم    |
| ۸۳  | فشار و آثار آن                 | فصل هشتم    |
| ۹۵  | ماشین‌ها                       | فصل نهم     |
| ۱۰۷ | نگاهی به فضا                   | فصل دهم     |
| ۱۲۱ | گوناگونی جانداران              | فصل یازدهم  |
| ۱۳۱ | دنیای گیاهان                   | فصل دوازدهم |
| ۱۴۱ | جانوران بی‌مهره                | فصل سیزدهم  |
| ۱۵۱ | جانوران مهره‌دار               | فصل چهاردهم |
| ۱۶۳ | باهم زیستن                     | فصل پانزدهم |

## سخنی با همکاران ارجمند

علوم تجربی کوشش انسان برای درک مراتبی از واقعیت‌های خلقت جهت کشف فعل خداوند است. درس علوم به آسانی می‌تواند بین چهار عرصه خود، خلق، خلقت، مبتنی بر ارتباط با خالق متعال ارتباطی منسجم، منطقی و معنادار به وجود آورد. شناخت و استفاده مسئولانه از طبیعت به مثابه بخشی از آفرینش الهی با هدف تکریم، آبادانی و آموختن از آن برای ایفای نقش سازنده در ارتقای سطح زندگی فردی، خانوادگی، ملی و جهانی، از ضرورت‌های علوم تجربی است. به همین دلیل باید با همه‌جانبه‌نگری، لحاظ رویکرد تلفیقی، تفکر، آگاهی، توانایی و ایجاد ارتباط بین آموزه‌های علمی و زندگی واقعی و نیز کسب علم مفید، سودمند و هدفدار، که بتواند انسان‌هایی مسئولیت‌پذیر، متفکر و خلاق پرورش دهد در سازماندهی محتوا و آموزش مورد توجه قرار گیرد. برای حرکت در جهت تحقق این اهداف و همسوسازی این حوزه با برنامه درسی ملی، توجه همکاران گرامی را به موارد زیر جلب می‌کنیم:

- کلاس علوم را به فضایی شاد و پر جنب و جوش تبدیل کنید که در آن مشاهده، تجربه، آزمایش، گفت‌وگو، تفکر، اظهار نظر و همکاری گروهی جریان دارد.
- پیش از تدریس هر فصل، همیشه به منابع یادگیری یعنی کتاب راهنمای معلم و دیگر رسانه‌های آموزشی معلمان مانند فیلم و نرم‌افزار مراجعه کنید.
- هر فصل علوم درباره یک زمینه یادگیری از زندگی واقعی دانش‌آموزان باید شکل گیرد و فرصتی را برای تلفیق علوم با زندگی روزمره فراهم کند. این فرصت را به پرسش و پاسخ‌های حافظه‌مدار تبدیل نکنید.
- محیط یادگیری علوم را متنوع کنید؛ گاهی کلاس را به بیرون ببرید و گاهی بیرون را به کلاس بیاورید.
- به جای ارائه اطلاعات دانشی بسیار، بر افزایش کیفیت یادگیری و عمق بخشی آن متمرکز شوید.

- آموزش را با پدیده‌های محسوس و ملموس آغاز کنید.
- به دانش‌آموزان فرصت دهید تا نظر خود را بیان کنند.
- دانش‌آموزان را در جمع‌آوری، طبقه‌بندی و تحلیل شواهد، راهنمایی و تشویق کنید.
- به بخش‌های تاریخی علوم بپردازید.
- از رویکرد گروهی در آموزش و تحقیق استفاده کنید.
- دانستن را از یافتن جدا نسازید (علم و عمل همراه باهم).
- به جای تمرکز صرف بر اصطلاحات بر علم و فرایند علمی متمرکز شوید.
- بازتاب دهنده ارزش‌های انسانی باشید.
- روحیه پرسش‌گری درست را تقویت کنید.
- با تقویت روحیه اعتماد به نفس، اضطراب دانش‌آموزان را کاهش دهید.
- آموزش علوم را در مدرسه محدود نکنید و آنها را به سایر محیط‌های زندگی گسترش دهید.
- در ابتدای هر درس، نشانه‌ی رمزینه سریع پاسخ  آمده است که با تلفن همراه یا رایانک (تبلت)، می‌توان به محتوای آموزشی آن دسترسی پیدا کرد.
- در ارزشیابی علوم، زمان خاصی وجود ندارد. همه لحظه‌های کلاس علوم، زمان مناسب مشاهده رفتار و عملکرد دانش‌آموز و سوق دادن او به سمت یادگیری بهتر است (ارزشیابی در خدمت یادگیری).
- مطالبی که با عنوان «آیا می‌دانید» آمده است و محتوای دانشی جدول‌ها صرفاً جنبه آگاهی‌بخشی دارند و نباید در ارزشیابی‌ها مورد پرسش قرار گیرند.
- برای تقویت، حفظ و گسترش زبان فارسی به‌عنوان یک زبان کامل و پر اهمیت برای نسل‌های آینده، در این کتاب برای واژه‌های خارجی از معادل آنها که مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی است، استفاده شده است. برای آشنایی بیشتر دانش‌آموزان، اصل این واژه‌ها در پاورقی‌ها نیز آمده است.





این کتاب برای آموزش علوم تجربی بر اساس هفته‌ای سه جلسه تألیف شده است و هر جلسه درس ۵۰ دقیقه و به صورت تک زنگ باید در کلاس‌های درس اجرا شود.

معلمان محترم، صاحب‌نظران، دانش‌آموزان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب‌های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی «[nazar.roshd.ir](http://nazar.roshd.ir)» یا نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ - ۱۵۸۷۵ ارسال کنند.



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



# مواد و نقش آنها در زندگی

## فصل ۱



همه چیزهایی که شما در زندگی روزمره از آنها استفاده می‌کنید، از موادی مانند سنگ، چوب، فلز، شیشه، پلاستیک و... ساخته شده‌اند. این مواد، خود از یک یا چند ماده تشکیل شده‌اند. برخی مواد خالص و بعضی مخلوط‌اند. مواد خالص، عنصر یا ترکیب‌اند. از طرف دیگر مواد ممکن است طبیعی یا مصنوعی باشند. دانشمندان با مطالعه خواص مواد و ایجاد تغییر در آنها همواره در تلاش‌اند فرآورده‌های جدیدتر و با کارایی و خواص بهتر را عرضه کنند. در این فصل با برخی مواد و نقش آنها در زندگی انسان آشنا می‌شوید.

## برخی مواد فلزندی یا از فلز ساخته شده‌اند

در علوم هفتم با طبقه‌بندی عنصرها به دو دسته فلز و نافلز آشنا شدید. انسان از هزاران سال پیش فلزها را شناخته و راه‌های استفاده از آنها را یاد گرفته است. انسان با کشف فلزها و شناخت آنها، روش‌هایی برای ساخت اشیای مفید و گوناگون ارائه کرده است. در دنیای امروز فلزها نقش مهمی در زندگی روزانه دارند. از فلزها در ساخت خانه، پل، زیورآلات، ابزار، وسایل حمل و نقل و... استفاده می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱- تصویر برخی وسایل ساخته شده از فلزها

## جمع‌آوری اطلاعات

با مراجعه به منابع معتبر دربارهٔ چگونگی به‌کارگیری فلزهای مختلف از زمان کشف تاکنون اطلاعاتی را جمع‌آوری کنید و به کلاس گزارش دهید.

در سال‌های گذشته با برخی از خواص آهن، آلومینیم و طلا آشنا شدید. مس یکی دیگر از فلزهای پرکاربرد در زندگی است. آیا تا به حال به سیم‌هایی که در سیم‌کشی ساختمان به کار می‌رود، دقت کرده‌اید؟ اگر قسمتی از روکش آن را کنار بزنید، فلز براق و سرخ‌رنگی را مشاهده می‌کنید. این فلز مس نام دارد. فلز مس از طریق ذوب سنگ معدن آن در دمای بالا به‌دست می‌آید و نقش مهمی در صنعت کشور دارد (شکل ۲).



شکل ۲- تولید مس از سنگ معدن مس

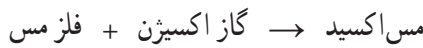
## آیا می‌دانید

یکی از معادن مس ایران که در حال حاضر از آن بهره‌برداری می‌شود، معدن مس سرچشمه در استان کرمان است (شکل ۲).

فلز مس به علت رسانایی الکتریکی زیاد، مقاومت در برابر خوردگی و قابلیت مفتول شدن، کاربرد گسترده‌ای در زندگی امروز دارد. استفاده از ظروف مسی برای پختن غذا و سیم‌های مسی در سیم‌کشی ساختمان، نمونه‌هایی از کاربردهای این فلز می‌باشند. شما چه کاربردهای دیگری از مس و ترکیب‌های آن سراغ دارید؟

### فلزها واکنش‌پذیری یکسانی ندارند

می‌دانید که آهن با اکسیژن به کندی واکنش می‌دهد و به زنگ آهن تبدیل می‌شود. فلز مس نیز با اکسیژن به کندی ترکیب و به مس اکسید تبدیل می‌شود.



درحالی که اگر یک تکه نوار منیزیم را روی شعله چراغ بگیرید، به سرعت می‌سوزد و نور خیره‌کننده‌ای تولید می‌کند؛ اما طلا برخلاف این سه فلز با اکسیژن ترکیب نمی‌شود.

### خود را بیازمایید

- متن بالا را یک بار دیگر به دقت بخوانید و به موارد زیر پاسخ دهید.
- ۱- کدام فلز واکنش‌پذیری بیشتری دارد؟ کدام فلز با اکسیژن واکنش نمی‌دهد؟
  - ۲- کدام فلزها واکنش‌پذیری کمتری دارند؟

### آزمایش کنید

- وسایل و مواد لازم: بشر، کات کبود، تیغه آهن، تیغه منیزیم، تیغه روی
- ۱- سه بشر را شماره‌گذاری کنید و درون هر یک تا یک سوم حجم آن، آب بریزید.
  - ۲- یک قاشق چای خوری کات کبود در هر یک از بشرها حل کنید.
  - ۳- در بشر شماره (۱) تیغه آهن، در بشر شماره (۲) تیغه منیزیم و در بشر شماره (۳) تیغه روی را قرار دهید.
  - ۴- سرعت تغییر رنگ در سه بشر را با هم مقایسه کنید.
  - ۵- کدام فلز واکنش‌پذیرتر است؟



### فکر کنید

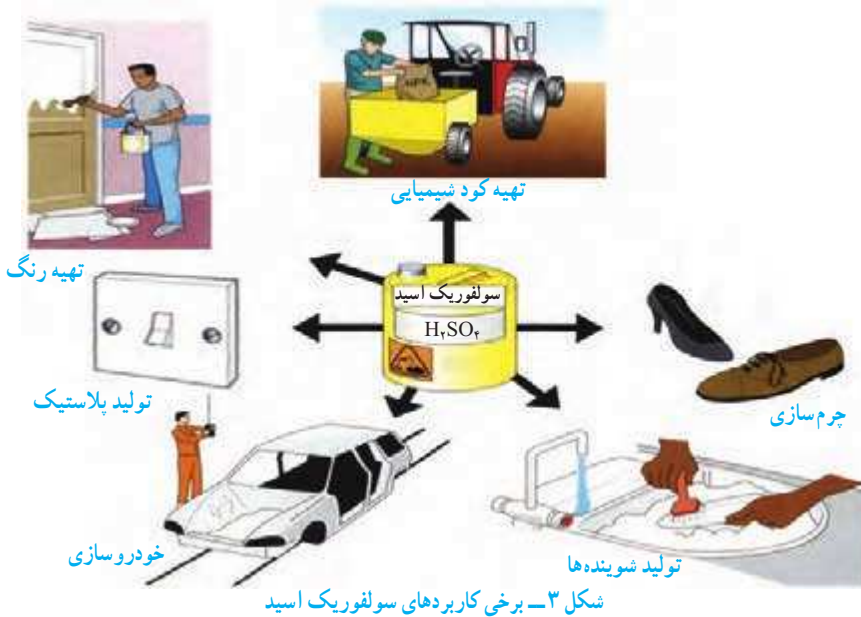
در شرایط یکسان ظروف مسی زودتر زنگ می‌زند یا ظروف آهنی؟ چرا؟

## در ساختمان برخی مواد نافلزها شرکت دارند

در علوم هشتم آموختید، هوای پاک یک مخلوط گازی و همگن است. مهم‌ترین اجزای تشکیل دهنده هوا، گازهای نیتروژن، اکسیژن، آرگون، کربن دی‌اکسید و بخار آب است.

اکسیژن یکی از گازهای تشکیل دهنده هوا است که به صورت مولکول دو اتمی وجود دارد. شکل دیگری از این عنصر، گاز اوزون است که از مولکول‌های سه اتمی ( $O_3$ ) تشکیل شده است. این گاز در لایه‌های بالایی هوای اطراف زمین و همچنین در هوای آلوده یافت می‌شود. گاز اوزون از رسیدن پرتوهای پراثری و خطرناک فرابنفش به زمین جلوگیری می‌کند و به صورت یک لایه محافظ عمل می‌کند.

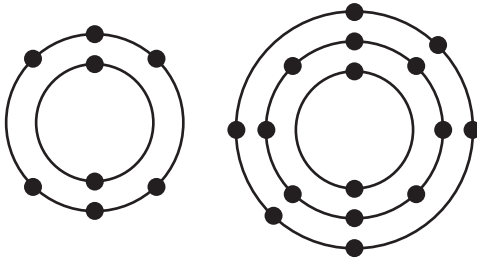
عنصر اکسیژن افزون بر اینکه گازی تنفسی است در صنعت نیز نقش مهمی دارد. این عنصر در ساختار بسیاری از ترکیب‌ها وجود دارد. یکی از این ترکیب‌ها، سولفوریک اسید با فرمول  $H_2SO_4$  است که کاربردهای گوناگونی دارد (شکل ۳).



در فرمول شیمیایی سولفوریک اسید ( $H_2SO_4$ ) علاوه بر عنصرهای H و O، عنصر گوگرد با نشانه شیمیایی S شرکت دارد. گوگرد جامدی زردرنگ است و در دهانه آتشفشان‌های خاموش یا نیمه فعال یافت می‌شود.



## فکر کنید

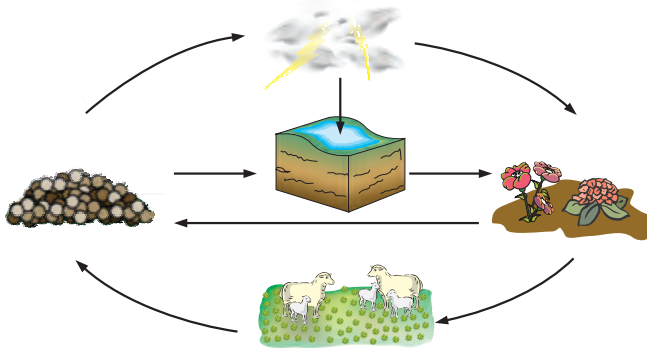


شکل روبه‌رو مدل اتمی بور برای اتم عنصرهای اکسیژن ( $O$ ) و گوگرد ( $S$ ) را نشان می‌دهد؛ تشابه و تفاوت این دو مدل اتمی را بیان کنید (در این فصل در مدل اتمی، هسته اتم نشان داده نشده است).

عنصر مهم دیگر در هوا نیتروژن است که به صورت گاز با مولکول‌های دواتمی ( $N_2$ ) یافت می‌شود.

## گفت و گو کنید

تصویر زیر چرخه ساده‌ای از نیتروژن را در طبیعت نشان می‌دهد. درباره این چرخه و نقش آن در زندگی، در کلاس گفت و گو کنید.



بخش عمده گاز نیتروژن به عنوان ماده اولیه برای تولید آمونیاک به کار می‌رود.  
 گاز آمونیاک  $\rightarrow$  گاز هیدروژن + گاز نیتروژن  
 آمونیاک نیز در تهیه کودهای شیمیایی و مواد منفجره کاربرد دارد (شکل ۴).



تولید مواد منفجره



کود شیمیایی در کشاورزی



بخ‌سازی

شکل ۴ - برخی کاربردهای گاز نیتروژن و ترکیب‌های آن

فسفر و کربن عنصرهای نافلز دیگری هستند که در صنعت کاربرد وسیعی دارند (شکل ۵).



شکل ۵- نمونه‌ای از کاربرد کربن و فسفر در زندگی

### فکر کنید

مدل اتمی بور را برای  ${}^6\text{C}$ ،  ${}^{14}\text{Si}$  و  ${}^{15}\text{P}$  رسم کنید. توضیح دهید مدل اتمی کدام یک از این عنصرها به هم شباهت دارند.



شکل ۶- خمیر دندان دارای یون فلورید است.

آیا تا به حال به نوشته‌های روی جلد یا پوشش خمیر دندان دقت کرده‌اید؟ معمولاً روی جلد خمیر دندان مواد تشکیل دهنده آن نوشته شده است (شکل ۶).

فلوئور یکی از موادی است که به خمیر دندان می‌افزایند تا از پوسیدگی دندان جلوگیری شود. اتم این عنصر در مدار آخر خود ۷ الکترون دارد. اتم عنصر کلر (Cl) نیز از نظر تعداد الکترون مدار آخر مشابه فلوئور است. در شکل ۷ برخی کاربردهای کلر و ترکیب‌های آن را مشاهده می‌کنید.



شکل ۷- کاربردهای گوناگون کلر و ترکیب‌های آن

## طبقه‌بندی عناصرها

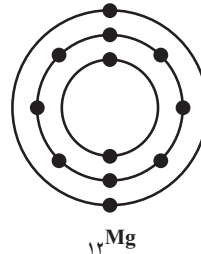
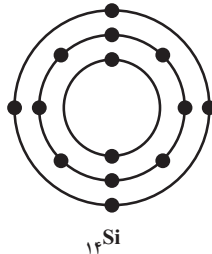
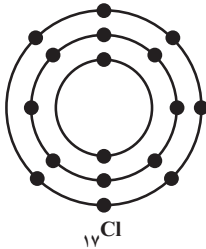
آیا تا به حال به چگونگی چیدمان کتاب‌ها در کتابخانه و همچنین مواد و وسایل در فروشگاه دقت کرده‌اید؟ چه ویژگی مشترکی در آنها مشاهده می‌کنید؟ همان‌طور که در کتابخانه برای سهولت دسترسی به کتاب مورد نظر کتاب‌ها را براساس ویژگی‌های مشترک طبقه‌بندی می‌کنند، دانشمندان نیز عناصرها را طبقه‌بندی می‌کنند. طبقه‌بندی، مطالعهٔ عناصرها را آسان‌تر می‌سازد؛ زیرا عناصرهایی که در یک طبقه قرار می‌گیرند، خواص مشابهی دارند. یکی از ویژگی‌هایی که می‌توان براساس آن عناصرها را طبقه‌بندی کرد، تعداد الکترون‌های موجود در مدار آخر اتم آنهاست. در این طبقه‌بندی معمولاً عناصرهایی که تعداد الکترون مدار آخر اتم آنها برابر است، در یک ستون قرار می‌گیرند. بر این اساس دانشمندان عناصرها را از عدد اتمی ۱ تا ۱۸ درون جدولی در هشت ستون به صورت زیر طبقه‌بندی کرده‌اند.


## فعالیت

جدول عناصرها را به دقت مشاهده کنید و به موارد زیر پاسخ دهید.

(الف) عناصرهایی که در هر ستون قرار گرفته‌اند چه ویژگی مشترکی دارند؟

(ب) با توجه به مدل اتمی عناصرهای  ${}_{17}\text{Cl}$ ،  ${}_{12}\text{Mg}$  و  ${}_{14}\text{Si}$  مشخص کنید هر یک از این عناصرها به کدام ستون جدول تعلق دارند. آنها را در جدول بنویسید.



(پ) سدیم، فلزی جامد است که با آب و اکسیژن به شدت واکنش می‌دهد و از این رو بسیار واکنش‌پذیر

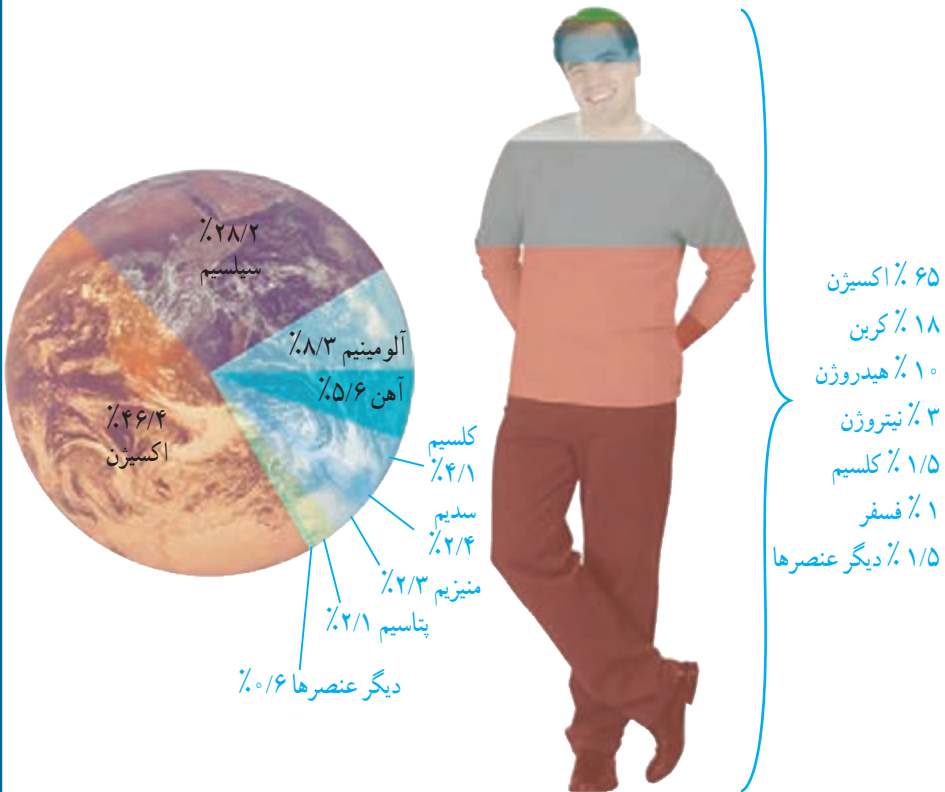
است. تصویرهای زیر برخی ویژگی‌های این فلز را نشان می‌دهد. کدام یک از عنصرهای  $Li$  و  $Mg$  و ویژگی‌هایی شبیه به سدیم  $Na$  دارند؟ چرا؟



عنصرها در فعالیت‌های بدن نیز نقش مهمی دارند؛ برای نمونه آهن در ساختار هموگلوبین خون، سدیم و پتاسیم در فعالیت‌های قلب، ید در تنظیم فعالیت‌های بدن و کلسیم در رشد استخوان‌ها مؤثرند.

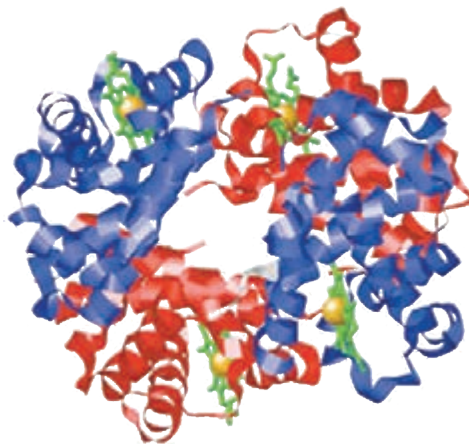
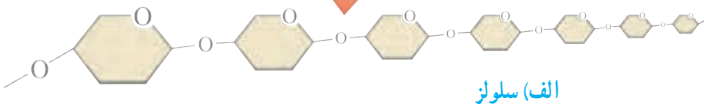
### گفت و گو کنید

در شکل زیر درصد تقریبی برخی عنصرها در پوسته زمین و بدن انسان، نشان داده شده است. درباره داده‌های این دو شکل گفت و گو کنید.

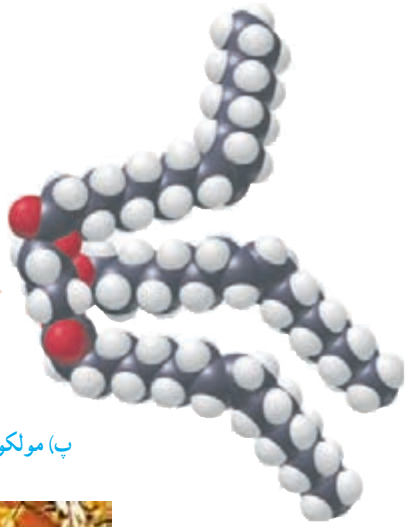


## بسیارهای طبیعی و مصنوعی

تاکنون با موادی مانند گاز اکسیژن ( $O_2$ )، گاز آمونیاک ( $NH_3$ ) و سولفوریک اسید ( $H_2SO_4$ ) آشنا شده‌اید. در مولکول این مواد تعداد اتم‌ها محدود است. به طوری که این مولکول‌ها به مولکول‌های کوچک مشهورند، اما در برخی مواد، هر مولکول از تعداد بسیار زیادی اتم ساخته شده است. برای مثال، سلولز از تعداد بسیار زیادی اتم‌های  $C$ ،  $H$  و  $O$  تشکیل شده است. مولکول‌های سلولز درشت‌اند. مولکول چربی و مولکول هموگلوبین نیز درشت‌اند. چنین موادی را **درشت‌مولکول** می‌نامند. دسته‌ای از درشت‌مولکول‌ها، **بسیار** نام دارد. هر بسیار از زنجیرهای بلندی تشکیل شده است که از اتصال تعداد زیادی مولکول کوچک به یکدیگر به دست می‌آید (شکل ۸).



ب) هموگلوبین



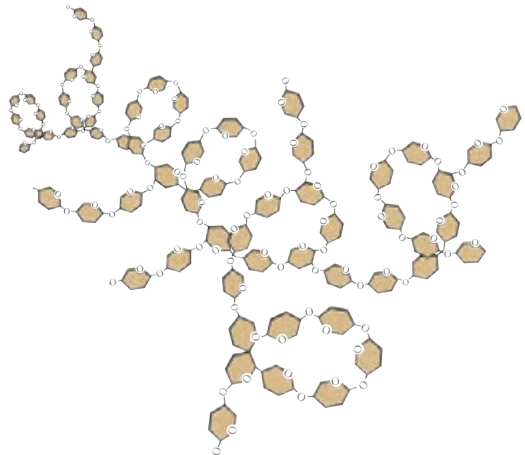
پ) مولکول‌های تشکیل دهنده روغن زیتون



ت) مولکول‌های سازنده موم زنبور عسل

شکل ۸ - درشت مولکول‌ها

بسیارها ممکن است **طبیعی** یا **مصنوعی** باشند. سلولز، نشاسته، گوشت، پشم، ابریشم و پنبه، نمونه‌هایی از بسیاری طبیعی اند. این بسیارها از گیاهان یا جانوران به دست می‌آیند (شکل ۹).



الف) نشاسته





ب) ابریشم



ت) گوشت



ب) پشم

شکل ۹

### گفت و گو کنید

دربارهٔ کاربردهای گوناگون بسپارهای طبیعی در زندگی گفت و گو کنید.

با افزایش روزافزون جمعیت در قرن بیستم، تقاضا برای مصرف بسپارها نیز افزایش یافت. به طوری که به کارگیری بسپارهای طبیعی به تنهایی نتوانست پاسخگوی این نیاز باشد. علاوه بر این تهیهٔ وسایل از آنها پرهزینه شد. در چنین شرایطی تولید بسپارهای مصنوعی از نفت مورد توجه شیمیدانان و متخصصان قرار گرفت. پلاستیک نمونه‌ای از بسپارهای مصنوعی است که در ساخت قطعات خودرو، مصالح ساختمانی، مواد بسته‌بندی، بطری و وسایل شخصی، به کار می‌رود. بسپارهای مصنوعی کاربردهای گوناگون و گسترده‌ای در زندگی دارند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ - کاربردهای مختلف بسپارهای مصنوعی در زندگی

پلاستیک‌ها در محیط زیست به راحتی تجزیه نمی‌شوند و برای مدت‌های طولانی در طبیعت باقی می‌مانند. سوزاندن آنها نیز بخارات سمی وارد هوا می‌کند. به همین دلیل آنها را بازگردانی می‌کنند.

کارخانه های تولید پلاستیک در سراسر جهان به منظور کاهش آلودگی محیط زیست و بازگردانی پلاستیک های پر مصرف، کدهای ویژه ای را برای هر یک از آنها تعیین کرده اند. این کدها را به صورت عدد در یک نشانه مثلثی شکل (سه پیکانه)، در زیر یا کنار کالاهای پلاستیکی حک می کنند؛ برای نمونه: روی بطری حاوی نوشیدنی از جنس پلی اتیلن ترفتالات نشانه 1 در یک مثلث PET برای: لیوان های یکبار مصرف و ظروف بسته بندی از جنس پلی استیرن نشانه 6 در یک مثلث PS را حک می کنند. وجود این نشانه ها مشخص می کنند که کالاهای مورد نظر را می توان به چرخه مصرف بازگرداند. به این ترتیب موادی که نشانه آنها با هم یکسان است، جداگانه جمع آوری و بازگردانی می شوند. بنابراین تفکیک زباله های پلاستیکی با استفاده از این کدها آسان تر شده و سبب می شود کالاهای پلاستیکی هم جنس از بقیه جدا شوند.



نشانه 5 روی این بسته بندی نشان می دهد که جنس آن از پلی پروپین است و هنگام بازگردانی باید با پلاستیک هایی از این جنس بازگردانی شود. نشانه استاندارد نیز روی برجسب مواد غذایی تضمین می کند که آن ماده غذایی سالم است و از نظر شرایط بهداشتی تولید در کارخانه، مقدار مجاز افزودنی ها، باقی مانده آفت کش ها و غیره از وضعیت مطلوبی برخوردار است. سازمان ملی استاندارد برای مواد غذایی سالم معیارهایی را تعریف و تدوین کرده است. هر استاندارد یک شماره مخصوص دارد. برای مثال استاندارد ملی ایران به شماره 4152 ویژگی های روغن مناسب برای سرخ کردن را نشان می دهد. برای مشاهده این معیارها می توانید به سایت سازمان ملی استاندارد ایران مراجعه کنید.

## جمع آوری اطلاعات

با مراجعه به منابع معتبر درباره کاربرد انواع پلاستیک، ویژگی ها، میزان تولید سالیانه و نشانه بازگردانی آنها اطلاعاتی را جمع آوری کنید و به کلاس گزارش دهید.

## گفت و گو کنید

با توجه به آنچه در این فصل درباره مواد محیط زندگی خود آموخته اید درباره نقش مواد در زندگی و مسئولیت هر یک از انسان ها در قبال آنها، گفت و گو کنید.





# رفتار اتم‌ها با یکدیگر

## فصل ۲



ما در دنیایی از مواد زندگی می‌کنیم که ویژگی‌های گوناگونی دارند و به حالت‌های مختلفی مانند جامد، مایع و گاز یافت می‌شوند. همه آنها از اتم ساخته شده‌اند. در واقع اتم‌ها به روش‌های گوناگون با هم ترکیب می‌شوند، یون‌ها و مولکول‌ها را ایجاد می‌کنند. آیا تا کنون به این موضوع اندیشیده‌اید که اتم‌ها چگونه با هم ترکیب می‌شوند؟ چرا برخی از آنها با هم ترکیب می‌شوند و مولکول‌ها را تولید می‌کنند، در حالی که برخی دیگر در اثر ترکیب شدن، یون‌ها را تولید می‌کنند؟ در این فصل با رفتار اتم‌ها با یکدیگر و همچنین با خواص ترکیب‌های یونی و مولکولی آشنا می‌شوید.

## ذره‌های سازنده مواد

سال گذشته آموختید که بیشتر عنصرها در طبیعت به حالت آزاد (عنصری) یافت نمی‌شوند؛ بلکه به حالت ترکیب وجود دارند. آب، شکر، سدیم کلرید، آمونیاک، اتانول، ضد یخ، کات کبود و کلسیم اکسید (آهک) مثال‌هایی از ترکیب‌های شیمیایی هستند. در شکل ۱ کاربرد برخی از این ترکیب‌ها نشان داده شده است.



(ب)



(الف)



(ت)



(پ)

شکل ۱- الف) اتیلن گلیکول (ضد یخ) را در رادیاتور خودرو می‌ریزند تا از یخ زدن آب در زمستان جلوگیری کند. ب) آمونیاک را به زمین‌های کشاورزی تزریق می‌کنند تا گیاهان بهتر رشد کنند. پ) اتانول برای ضد عفونی کردن بیمارستان‌ها و لوازم پزشکی به کار می‌رود. ت) برای اینکه مربای کدو حلوانی ترد شود، آن را قبل از پختن برای مدتی در آب آهک قرار می‌دهند.

ذره‌های سازنده این ترکیب‌ها، یون‌ها یا مولکول‌ها هستند. برای مثال شکر از مولکول‌های چند اتمی ساخته شده است؛ در حالی که نمک خوراکی از یون‌ها تشکیل شده است. از آنجا که ذره‌های سازنده این مواد با هم فرق دارند، ویژگی آنها نیز متفاوت است. به عبارت دیگر ویژگی مواد به نوع ذره‌های سازنده آنها بستگی دارد.

## آزمایش کنید

هدف: تهیه بلور

**وسایل و مواد لازم:** بشر، نخ، گیره فلزی، سدیم کلرید، کات کبود، شکر، آب مقطر، عینک، دستکش  
**روش اجرا:** الف) سه بشر ۱۰۰ میلی لیتری بردارید و درون هر کدام ۲۰ میلی لیتر آب مقطر داغ بریزید.  
ب) درون هر بشر به طور جداگانه یک قاشق چای خوری از کات کبود، سدیم کلرید و شکر بیفزایید  
و آن قدر هم بریزید تا محلول‌های شفاف به دست آیند این عمل را تا آنجا که مواد جامد حل شوند،  
ادامه دهید.

پ) یک گیره بردارید و با استفاده از نخ و مداد، آن را درون محلول آویزان کنید.

ت) بشرها را کنار پنجره بگذارید و پس از چند روز بلورهای تشکیل شده را مشاهده کنید.

● نتیجه مشاهده خود را بنویسید.

● توضیح دهید بلورهای این سه ماده چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی با هم دارند.

## هشدار

هنگام انجام دادن آزمایش‌ها، از عینک و دستکش استفاده کنید و نکات ایمنی را رعایت کنید.

## آزمایش کنید

هدف: بررسی رسانایی الکتریکی آب مقطر و محلول آبی چند ماده

**وسایل و مواد لازم:** بشر، سیم، منبع تغذیه (باتری قلمی یا کتابی)، لامپ ۱/۵ ولتی، میله کربنی،  
قاشقک، آب مقطر، سدیم کلرید، کات کبود، شکر، اتانول، عینک، دستکش  
**روش اجرا:** الف) یک مدار الکتریکی درست کنید.

ب) درون یک بشر مقداری آب مقطر بریزید و میله‌های کربن را داخل آن قرار دهید (توجه کنید  
میله‌ها با هم در تماس نباشند). مشاهده‌های خود را بنویسید.

پ) اکنون با استفاده از قاشقک، به اندازه نصف قاشق چای خوری درون آب مقطر نمک خوراکی  
بیفزایید. چه چیزی مشاهده می‌کنید.

ت) قسمت پ آزمایش را با افزودن شکر، اتانول و کات کبود به آب مقطر تکرار کنید. مشاهده‌های  
خود را یادداشت و جدول زیر را پر کنید.

نام ماده	آب مقطر	محلول نمک خوراکی	محلول شکر در آب	محلول اتانول	محلول کات کبود در آب
رسانایی الکتریکی					

از این مشاهده‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.

یون‌ها، ذره‌هایی با بار الکتریکی مثبت یا منفی اند. این ذره‌ها می‌توانند در محلول حرکت کنند و سبب برقراری جریان الکتریکی در محلول شوند. از این رو اگر یک ترکیب یونی مانند پتاسیم پرمنگنات را در آب حل کنیم (شکل ۲)، یون‌های سازنده آن در سراسر محلول پخش می‌شوند و سبب رسانایی جریان الکتریکی می‌شوند؛ در حالی که مولکول‌ها، بار الکتریکی ندارند و رسانای جریان الکتریکی نیستند. حال اگر ترکیبی را که ذره‌های سازنده آن مولکول‌ها هستند، در آب حل کنیم، مولکول‌ها در سراسر محلول پخش می‌شوند اما محلول به دست آمده، رسانای جریان الکتریکی نیست. محلول شکر و اتیلن گلیکول در آب چنین رفتاری دارند.



شکل ۲- یون‌های سازنده پتاسیم پرمنگنات در سراسر محلول پخش می‌شوند.

## آزمایش کنید

**هدف:** بررسی حرکت یون‌ها در آب

**وسایل و مواد لازم:** ظرف شیشه‌ای (پتری)، پنس، آب مقطر، سدیم هیدروکسید، کات کبود  
**روش اجرا:** الف) درون ظرف پتری تا نیمه آب مقطر بریزید.

ب) با استفاده از پنس یک دانه بلور سدیم هیدروکسید را بردارید و به آرامی در کنار دیواره ظرف پتری درون آب قرار دهید.

پ) با استفاده از پنس یک دانه بلور کات کبود بردارید و آن را درون ظرف پتری و کنار دیواره و درست روبه روی بلور سدیم هیدروکسید قرار دهید. مدتی صبر کنید و مشاهدات خود را بنویسید.

• تغییر رنگ نشانه چیست؟

• معادله نوشتاری تغییر شیمیایی انجام شده به صورت زیر است.

فراورده‌ها  $\longrightarrow$  کات کبود + سدیم هیدروکسید

فراورده‌ها  $\longrightarrow$  یون مس، یون سولفات + یون سدیم، یون هیدروکسید

بر اساس این معادله، اگر یون‌های مس و هیدروکسید به یکدیگر برسند، با هم واکنش می‌دهند.

حال توضیح دهید از تشکیل رنگ جدید درون ظرف چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

• با توجه به نتیجه این آزمایش توضیح دهید، چرا محلول نمک‌ها رسانای جریان الکتریکی است؟

اکنون این پرسش مطرح می‌شود که یون‌ها و مولکول‌ها چگونه به وجود می‌آیند؟ چرا مولکول‌ها بار الکتریکی ندارند؟

### داد و ستد الکترون و پیوند یونی

هرگاه اتم‌ها در شرایط مناسب در کنار هم قرار گیرند، یک واکنش شیمیایی بین آنها رخ می‌دهد و مواد جدیدی تولید می‌شود؛ به طوری که خواص فرآورده‌ها با واکنش‌دهنده‌ها تفاوت دارد (شکل ۳).



شکل ۳- نمایشی از واکنش فلز سدیم و گاز کلر

همان‌طور که می‌بینید، فلز براق سدیم که از اتم‌های سدیم تشکیل شده است، با مولکول‌های گاز کلر واکنش داده و نمک سدیم کلرید تولید می‌شود. در این تغییر شیمیایی، گاز زردرنگ و سمی کلر و فلز خطرناک سدیم، به سدیم کلرید سفیدرنگ تبدیل شده‌اند. در این نمک یون‌های مثبت و منفی کنار هم قرار گرفته‌اند.

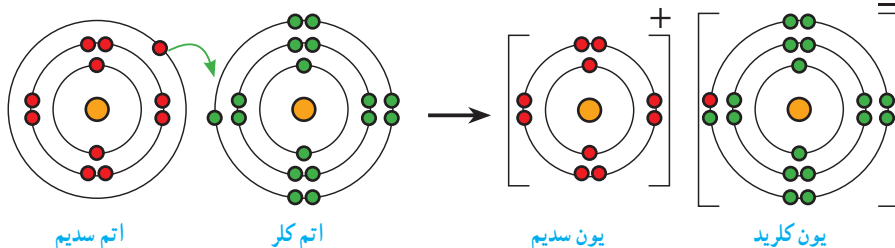
### آیا می‌دانید

وجود یون‌های سدیم و کلرید برای سلامتی بدن ضروری است اما مصرف بیش از اندازه آن سبب افزایش فشار خون و ایجاد بیماری‌های قلبی می‌شود.

در تشکیل یک ترکیب یونی مانند سدیم کلرید، برخی اتم‌ها با از دست دادن الکترون به یون مثبت (کاتیون) و برخی دیگر با گرفتن الکترون به یون منفی (آنیون) تبدیل می‌شوند. حال پرسش این است کدام اتم‌ها، الکترون از دست می‌دهند و کدام اتم‌ها الکترون می‌گیرند؟ ملاک داد و ستد الکترون‌ها چیست؟ برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها، فعالیت زیر را بررسی کنید.

## فعالیت

شکل‌های زیر آرایش الکترونی هر یک از ذره‌ها را در واکنش فلز سدیم با گاز کلر، پیش و پس از تغییر شیمیایی نشان می‌دهند.



با بررسی شکل‌ها :

الف) جدول زیر را کامل کنید.

				نام ذره	مشخصات ذره
یون کلرید	اتم کلر	یون سدیم	اتم سدیم		
					تعداد الکترون
					تعداد الکترون در مدار آخر
					آیا مدار آخر ذره پر شده است؟

ب) کدام اتم الکترون از دست داده و کدام یک الکترون گرفته است؟

پ) هر یک از اتم‌های سدیم و کلر چند الکترون مبادله کرده‌اند؟

ت) نماد شیمیایی یون‌های سدیم و کلرید را بنویسید.

ث) ملاکی برای گرفتن یا دادن الکترون توسط اتم‌ها مشخص کنید.

همان‌طور که مشاهده کردید، وقتی اتم‌های فلز کنار اتم‌های نافلز قرار می‌گیرند، اتم‌های فلز با از دست دادن الکترون به کاتیون و اتم‌های نافلز با گرفتن الکترون به آنیون تبدیل می‌شوند. همچنین دیدید که در مدار آخر یون‌های سدیم و کلرید ۸ الکترون وجود دارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که برخی



اتم‌ها تمایل دارند با انجام واکنش شیمیایی به ذره‌هایی تبدیل شوند که در مدار آخر، ۸ الکترون دارند.

### خود را بیازمایید

- ۱- از واکنش فلز سدیم با گاز فلوئور سدیم فلوئورید به دست می‌آید. با توجه به نمادهای شیمیایی  $\text{F}$  و  $\text{Na}$  به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
  - (الف) آرایش الکترونی این دو اتم را رسم کنید.
  - (ب) کدام یک با از دست دادن الکترون به ذره‌ای با مدار ۸ الکترونی تبدیل می‌شود؟
  - (پ) کدام یک با گرفتن الکترون به ذره‌ای با مدار ۸ الکترونی تبدیل می‌شود؟
  - (ت) تعداد بارهای الکتریکی ذره‌های سازنده سدیم فلوئورید را مشخص کنید.
  - (ث) آیا ترکیب یونی سدیم فلورید در مجموع خنثی است؟ به چه دلیل؟
- ۲- با توجه به آرایش الکترونی اتم‌های فلز منیزیم و اکسیژن، ذره‌های سازنده منیزیم اکسید ( $\text{MgO}$ ) را مشخص کنید ( $\text{O}$ ،  $\text{Mg}$ ).

### آیا می‌دانید



مروارید و پوشش صدفی حلزون از یک ترکیب یونی به نام کلسیم کربنات ( $\text{CaCO}_3$ ) تشکیل شده است.

### فکر کنید

سدیم  $7/7 \text{ g}$       کلر  $11/9 \text{ g}$       سدیم کلرید  $19/6 \text{ g}$

به شکل روبه‌رو به دقت نگاه کنید و به پرسش‌ها پاسخ دهید.

(الف) در مجموع چند گرم واکنش‌دهنده مصرف شده است؟

(ب) چند گرم فراورده تولید شده است؟

(پ) یکی از مهم‌ترین قوانین طبیعی، **قانون پایستگی جرم** است که در همه واکنش‌های شیمیایی نیز برقرار است. این قانون را در یک جمله بیان کنید.

## یون ها در بدن ما

آیا تا به حال از خود پرسیده‌اید که چرا هنگام خوردن میوه‌ها و غذاها از نمک خوراکی استفاده می‌کنیم؟ آیا می‌دانید روزانه با مصرف انواع مواد غذایی چند گرم نمک وارد بدن شما می‌شود؟ مقدار مفید نمک خوراکی برای بدن ما چه قدر است؟

یون‌ها در تنظیم فعالیت‌های بدن نقش اساسی دارند. یون سدیم یکی از مهم‌ترین آنهاست که مقدار آن در خون از کاتیون‌های دیگر بیشتر است. یون سدیم در حالت محلول رسانای جریان الکتریکی است. یکی از وظایف اصلی این یون ایجاد جریان الکتریکی در مغز و اعصاب و ماهیچه‌های بدن به ویژه قلب است. از این رو یون سدیم برای بدن ضروری است.

می‌دانید نمک خوراکی (NaCl) از یون‌های سدیم ( $\text{Na}^+$ ) و کلرید ( $\text{Cl}^-$ ) تشکیل شده است. بنابراین با مصرف نمک خوراکی می‌توانیم یون‌های سدیم مورد نیاز بدن را تأمین کنیم. اما پرسش اساسی‌تر این است که چه مقدار نمک خوراکی باید در طول روز مصرف کنیم؟

ما در طول شبانه روز غذاها، میوه‌ها، نوشیدنی‌ها و خوراکی‌های گوناگونی مصرف می‌کنیم. با خوردن این مواد، مقدار قابل توجهی نمک خوراکی وارد بدن ما می‌شود. بنابراین اگر نمک موجود در مواد غذایی که ما می‌خوریم زیاد باشد، مقدار زیادی یون سدیم وارد بدن می‌شود و بر عکس (شکل ۴).



شکل ۴- اغلب مواد غذایی نمک دارند. مقدار نمکی که از طریق رژیم غذایی وارد بدن یک فرد بالغ و سالم می‌شود تقریباً برابر با ۳/۵ گرم (۳۵۰۰ میلی‌گرم) در روز است.

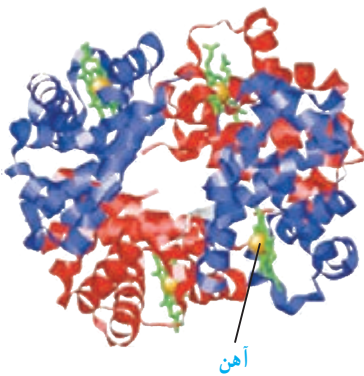
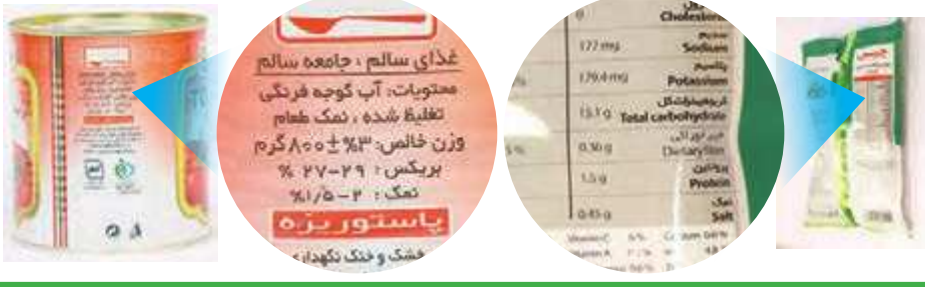
اگر مقدار نمک موجود در رژیم غذایی ما به مقدار زیادی کاهش یا افزایش یابد، فعالیت یاخته‌های بدن مختل می‌شود. به همین دلیل باید مقدار نمک خوراکی موجود در مواد رژیم غذایی را کنترل کرد. به طوری که توصیه می‌شود افرادی که بیماری قلبی، فشار خون و... دارند و افرادی که سن آنها بالای ۵۰ سال است، از رژیم غذایی کم نمک استفاده کنند.

### آیا می‌دانید

مصرف زیاد انواع برگگ (چیپس)، انواع تنقلات نمکی، غذاهای فراوری شده و غذاهای فوری (فست فودها) برای بدن زیان آور است زیرا سبب ورود بیش از حد نمک به بدن شما می‌شود.



چند ماده غذایی را انتخاب کنید و برچسب آن را مشاهده و مطالعه کنید. از روی داده های روی برچسب این مواد، مقدار نمکی را که از خوردن این مواد وارد بدن شما می شود تخمین بزنید.



شکل ۵- آهن در ساختار هموگلوبین

یون آهن با بار ۲ مثبت یکی دیگر از یون های ضروری و اساسی برای بدن است. در فصل پیش آموختید که هموگلوبین درشت مولکولی است که در گلبول های قرمز خون وجود دارد و در ساختار خود آهن دارد. گلبول های قرمز خون به دلیل داشتن اتم های آهن می تواند گاز اکسیژن را از شش ها بگیرد و به همه یاخته های بدن برساند و گاز کربن دی اکسید تولید شده در یاخته های بدن را به شش ها برگرداند.



شکل ۶- قرص آهن

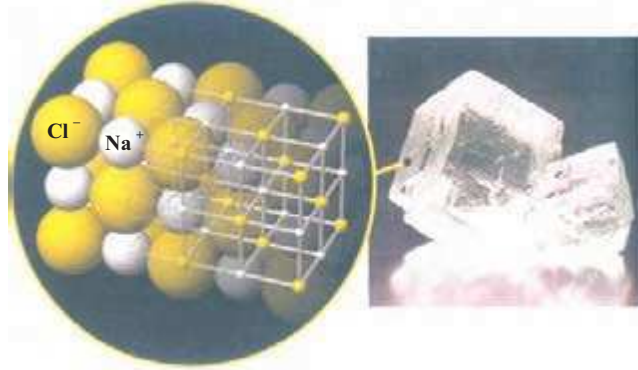
بدن ما برای ساختن هموگلوبین به **یون آهن** ( $Fe^{2+}$ ) نیاز دارد. آهن مورد نیاز بدنمان را می توانیم با مصرف مواد پروتئینی مانند گوشت، جگر، سویا، خرما و ... تأمین کنیم. اما در دوران بارداری، شیردهی، رشد و نوجوانی و در مواقعی که خون زیادی از بدن رفته باشد، بدن به آهن بیشتری نیاز دارد. در این شرایط برای درمان کم خونی و جبران کمبود آهن، پزشکان مصرف قرص آهن (فروس سولفات) را افزون بر مصرف بیشتر غذاهای سرشار از آهن (جگر و گوشت) سفارش و تجویز می کنند.

آیا می دانید

مقدار هموگلوبین در خون انسان برابر با ۱۲ الی ۱۸ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر خون است و مقدار آهن در بدن برابر با ۳ الی ۵ گرم است.

## ویژگی های ترکیب یونی

یک ترکیب یونی از کنار هم قرار گرفتن یون های مثبت و منفی پدید می آید. در واقع یون های با بار مخالف روی هم اثر می گذارند و یکدیگر را می ربایند. برای نمونه در نمک سدیم کلرید، یون های سدیم و کلرید بر یکدیگر جاذبه وارد می کنند و همدیگر را می ربایند (شکل ۷). ترکیب های یونی در مجموع از نظر بار الکتریکی خنثی هستند.



شکل ۷- به جاذبه بین یون های مثبت و منفی، پیوند یونی می گویند.

ترکیب های یونی شکننده هستند و در اثر ضربه خرد می شوند. این مواد در حالت جامد رسانای جریان الکتریکی نیستند. اغلب ترکیب های یونی در آب حل می شوند، سدیم کلرید از جمله نمک هایی است که به خوبی در آب حل می شود و در آب دریا وجود دارد. حل شدن نمک ها در آب، سبب تغییر در خواص فیزیکی آب می گردد. برای مثال، آب دریا در نقطه بالاتری از آب خالص می جوشد و رسانای جریان الکتریکی است.

### فکر کنید



۱- با توجه به شکل های روبه رو توضیح دهید چرا تخم مرغ سالم در آب مقطر فرو می رود، اما با حل کردن نمک در آن، تخم مرغ غوطه ور می شود؟



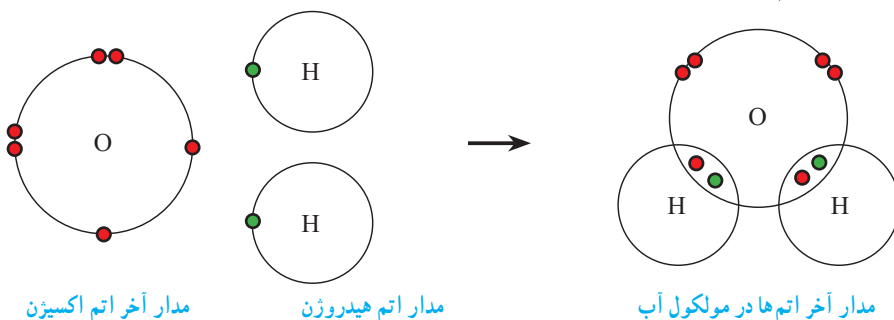
۲- آب برخی دریاچه ها مانند دریاچه ارومیه بسیار شور است. به طوری که در این دریاچه ها به راحتی می توان شناور ماند و حتی روی آب، روزنامه خواند. چرا؟



شکل ۸- مولکول‌های آب سه اتمی‌اند و در طبیعت به سه حالت گوناگون یافت می‌شوند.

**اشتراک الکترون‌ها و پیوند اشتراکی<sup>۱</sup>**  
 آب دریاها، رودخانه‌ها، قطره‌های ریز باران، بلورهای شفاف یخ، دانه‌های سفید برف، بخار آب و ابرها همگی شامل شمار بسیار زیادی از مولکول‌های آب هستند. این مولکول‌ها از اتم‌های اکسیژن و هیدروژن تشکیل شده‌اند (شکل ۸).

آب مقطر رسانای جریان الکتریکی نیست. از این رو، مولکول‌های آب، بار الکتریکی ندارند. در واقع هنگام ترکیب شدن اتم‌های هیدروژن با اکسیژن، بین آنها الکترونی دادوستد نشده است. اکنون این پرسش مطرح است که چگونه اتم‌ها با یکدیگر واکنش داده‌اند؟ هنگام تشکیل مولکول‌ها، اتم‌ها به جای داد و ستد الکترون، با یکدیگر الکترون به اشتراک می‌گذارند؛ به طوری که در اثر این اشتراک هیچ یک از اتم‌ها الکترونی از دست نمی‌دهند یا به دست نمی‌آورند. بلکه، تعدادی از الکترون‌های خود را با یکدیگر به اشتراک می‌گذارند. در شکل ۹، چگونگی اشتراک الکترون‌های اتم‌های هیدروژن و اکسیژن در مولکول آب نشان داده شده است.



شکل ۹- ساختار الکترونی اتم‌های هیدروژن و اکسیژن در مولکول آب (در این شکل برای سادگی فقط مدار آخر اتم‌ها نشان داده شده‌اند).

### خود را بیازمایید

- با توجه به شکل ۹ به پرسش‌ها پاسخ دهید.
- (الف) برای تشکیل یک مولکول آب، هر اتم هیدروژن چند الکترون به اشتراک گذاشته است؟  
 (ب) در مدار آخر اتم هیدروژن در مولکول آب چند الکترون وجود دارد؟  
 (پ) برای تشکیل یک مولکول آب، اتم اکسیژن چند الکترون به اشتراک گذاشته است؟  
 (ت) در مدار آخر اتم اکسیژن در مولکول آب چند الکترون وجود دارد؟

وقتی که اتم‌های دو نافلز کنار یکدیگر قرار می‌گیرند، یک اشتراک الکترونی بین آنها رخ می‌دهد. در این حالت اتم‌ها با هم ترکیب می‌شوند و پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهند. برای مثال، در مولکول آب دو پیوند اشتراکی وجود دارد. هر پیوند اشتراکی شامل دو الکترون است که هریک از اتم‌های هیدروژن و اکسیژن، یک الکترون به اشتراک گذاشته‌اند.

### خود را بیازمایید

مولکول متان،  $CH_4$ ، از ۴ اتم هیدروژن و یک اتم کربن تشکیل شده است. با توجه به فرمول متان:  
 الف) آرایش الکترونی مدار آخر اتم‌های H و C را رسم کنید.  
 ب) نحوه تشکیل مولکول متان را با رسم ساختارهای اتمی نشان دهید.  
 پ) هر اتم کربن چند پیوند اشتراکی می‌دهد؟  
 ت) هر اتم هیدروژن چند پیوند اشتراکی می‌دهد؟

### اشتراک الکترونی گسترده‌تر

در تشکیل پیوند اشتراکی، برخی اتم‌ها با تعداد پیوندهای اشتراکی بیشتری به یکدیگر متصل می‌شوند. برای نمونه در مولکول اکسیژن، اتم‌های اکسیژن با دو پیوند به هم متصل شده‌اند. چرا؟ همچنین وقتی اتم‌ها با هم ترکیب می‌شوند، برخی مانند اتم هیدروژن فقط یک پیوند می‌دهند؛ در حالی که برخی دیگر مانند کربن، نیتروژن و اکسیژن می‌توانند بیش از یک پیوند تشکیل دهند. شکل ۱۰، مولکول‌های کربن دی‌اکسید و متان با استفاده از مدل گلوله و میله نشان داده شده است.



شکل ۱۰- نمایش مولکول‌های متان و کربن دی‌اکسید با استفاده از مدل گلوله و میله

### فعالیت

- با استفاده از مدل‌های مولکولی و با فرض داشتن دو اتم کربن و تعداد کافی از اتم‌های هیدروژن:
- سه ترکیب مولکولی ۲ کربنه بسازید.
  - مشخص کنید در ترکیب‌هایی که ساخته‌اید، هریک از اتم‌های کربن چند پیوند داده‌اند؟
  - فرمول مولکولی هر سه ترکیب را بنویسید.



## به دنبال محیطی

## فصل ۳

# بهبتر برای زندگی



آفریدگار دانا و مهربان همهٔ مواد مورد نیاز برای بقای جانداران؛ به ویژه انسان را در کرهٔ زمین به امانت گذاشته است. این امانت برای همهٔ جانداران و نسل‌های بشر است، اما انسان‌ها با مصرف بی‌رویه و غیرمنطقی منابع، سبب برهم خوردن چرخه‌های طبیعی شده‌اند؛ به طوری که با اندکی تأمل درمی‌یابیم که زمین با زبان حال خود این گونه در گوش ما نجوا می‌کند: «شما انسان‌ها دوستی با زمین را فراموش کرده‌اید و با روش‌هایی که در پیش گرفته‌اید و با کارهایی که انجام می‌دهید، زیبایی‌های طبیعت را از بین می‌برید». اینک شایسته است به روش‌های زندگی خود با دقت بیندیشیم و به دنبال راه‌های بهتری برای زندگی کردن باشیم تا بلکه همه چیز به روال طبیعی خود برگردد و شرایط برای بقای جانداران و انسان مهیا شود. یکی از عوامل مؤثر بر چرخه‌های طبیعی مصرف سوخت‌های فسیلی است. در این فصل به بررسی تأثیرات این سوخت بر زندگی روزمره می‌پردازیم.



## چرخه های طبیعی

در علوم تجربی سال‌های پیش با چرخه آب و چرخه سنگ آشنا شدید. چرخه‌های طبیعی دیگری مانند غذا، زندگی گیاهان و جانوران و... نیز در کره زمین در جریان است (شکل ۱). این چرخه‌ها با یکدیگر ارتباط دارند. به طوری که

تغییری هرچند اندک در یکی از چرخه‌ها، بر فعالیت‌های طبیعی چرخه‌های دیگر اثر می‌گذارد و در نتیجه توازن چرخه‌ها در کره زمین بهم می‌خورد.



شکل ۱- چرخه، مجموعه‌ای از تغییرهاست که هیچ‌گاه به پایان نمی‌رسد و بارها و بارها تکرار می‌شود. آفریدگار هستی با قرار دادن چرخه‌های طبیعی، زمین را گاوآردی مناسب برای زندگی جانداران و انسان قرار داده است.

## گفت و گو کنید



باز شدن زود هنگام شکوفه‌های درختان در زمستان یکی از تبعات برهم خوردن چرخه‌های طبیعی است. درباره این رویداد و عوامل مؤثر بر آن و نتایج احتمالی آن در کلاس گفت‌وگو کنید.

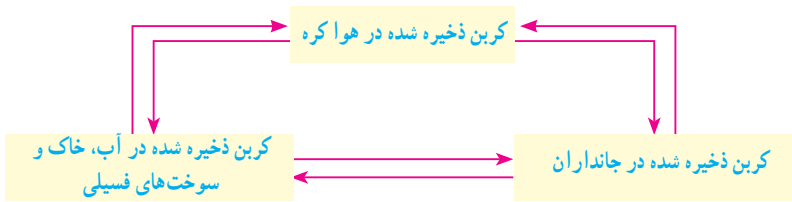
ادامه حیات جانداران به رعایت توازن در چرخه‌های طبیعی بستگی دارد؛ بنابراین دانستن اینکه، چرخه‌های طبیعی چگونه کار می‌کنند و تحت تأثیر چه عواملی هستند، به ما کمک خواهد کرد تا بتوانیم روش‌های زندگی خود را بهبود ببخشیم و محیط بهتری برای زندگی فراهم کنیم.

## چرخه کربن

چرخه کربن، یکی دیگر از چرخه‌های طبیعی است. در این چرخه، تغییرهای گوناگونی در هوا کره، سنگ کره و آب کره رخ می‌دهد و کربن به شکل کربن‌دی‌اکسید مصرف یا تولید می‌شود. به طوری که مقدار کربن در مجموع ثابت باقی می‌ماند؛ اما هرگونه تغییر در این چرخه، می‌تواند مقدار کربن‌دی‌اکسید را در هوا تغییر دهد و مشکلاتی را ایجاد کند.

### گفت و گو کنید

شکل زیر الگویی ساده از چرخه کربن را نشان می‌دهد. در این باره در کلاس گفت و گو کنید.



### فکر کنید

شکل زیر چرخه‌ای از کربن را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



- الف) در موارد مشخص شده با «۱»، «۲» و «۳» آیا گاز کربن‌دی‌اکسید مصرف می‌شود یا تولید؟  
 ب) کدام یک از بخش‌های نشان‌داده شده، در چرخه طبیعی کربن وجود ندارد؟  
 پ) مصرف سوخت‌های فسیلی چه تأثیری روی چرخه‌های طبیعی دیگر می‌گذارد؟ توضیح دهید.

سوخت‌های فسیلی (زغال‌سنگ، نفت خام و گاز طبیعی) در طی میلیون‌ها سال تشکیل می‌شوند. این فرایند پیچیده شامل تغییرهای گوناگونی است که بسیار آهسته انجام می‌شود. سوخت‌های فسیلی همگی دارای کربن هستند که در اثر سوختن، مقادیر بسیار زیادی گاز CO<sub>2</sub> به هوا کره وارد می‌کنند. یکی از نتایج افزایش بیش از اندازه کربن دی‌اکسید در هوا کره، افزایش دمای کره زمین و در نتیجه ذوب شدن یخ‌های قطبی و ایجاد تغییرات قابل توجه در فصل‌هاست.



### جمع‌آوری اطلاعات

با مراجعه به منابع معتبر درباره چگونگی تأثیر افزایش کربن دی‌اکسید بر دمای کره زمین اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و نتایج را به صورت پرده‌نگار به کلاس گزارش دهید.

### آیا می‌دانید

پیش‌بینی می‌شود اگر تولید کربن دی‌اکسید با آهنگ فعلی پیش برود، تا سال ۲۰۵۰ (۱۴۳۰) حدود یک سوم همه گونه‌های جانوری منقرض خواهند شد؛ اما کاهش آهنگ تولید کربن دی‌اکسید می‌تواند مانع از پیدایش این بحران شود. برای همین منظور کشورهای جهان تفاهم‌نامه‌ای را امضا کرده‌اند تا دولت‌ها مقدار کربن دی‌اکسید تولید شده توسط کشورشان را کاهش دهند.

## نفت خام و زندگی امروز

نفت خام، مایعی غلیظ و سیاه‌رنگ است. در ابتدای کشف این ماده انسان تمایل چندانی به استفاده از آن نداشت؛ اما شناخت نفت خام به تدریج سبب شد تا استفاده از آن گسترش یابد و در مدت کوتاهی راه و روش زندگی انسان‌ها تحت تأثیر این مایع سیاه‌رنگ قرار گیرد؛ به طوری که صنعت حمل و نقل متحول شد و انواع خودروها و هواپیماها پا به عرصه گذاشتند و مسافرت برای انسان بسیار آسان‌تر گشت. از سوی دیگر صنایع غذایی، دارویی، بهداشتی و کشاورزی به خوبی رشد کردند. از این رو انسان‌ها توانستند بر اکثر بیماری‌ها غلبه کنند یا آنها را ریشه کن کنند. در نتیجه سطح سلامت همگانی بالاتر رفت و جمعیت جهان افزایش یافت و فناوری‌های جدید گسترش پیدا کرد. همه این موفقیت‌ها



حاصل شناخت و استفاده از نفت خام بود. امروزه نفت خام کاربردهای بسیار گسترده‌ای یافته است؛ به طوری که ردپای آن را می‌توان در همه جا مشاهده کرد. به نظر شما امروزه نفت خام را در جهان بیشتر برای تأمین انرژی می‌سوزانند یا از آن برای ساختن فرآورده‌های نو استفاده می‌کنند؟

## جمع‌آوری اطلاعات

در یک فعالیت گروهی دربارهٔ کاربردهای نفت خام اطلاعاتی را جمع‌آوری کنید و نتیجه را به صورت پرده‌نگار به کلاس گزارش کنید.

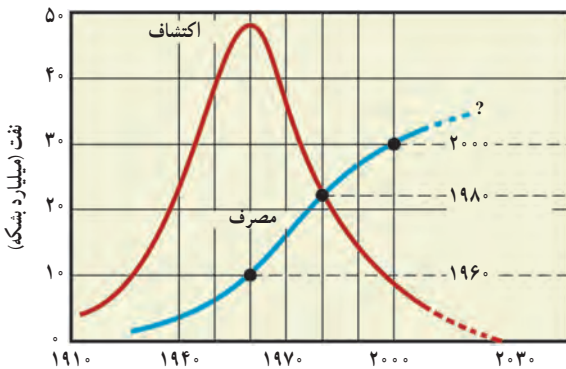


بررسی‌ها نشان می‌دهد که به‌طور میانگین  $\frac{4}{5}$  نفت مصرفی در سطح جهان صرف سوختن و تأمین انرژی در بخش‌های مختلف مانند خانه‌های مسکونی، حمل‌ونقل، تولید انرژی الکتریکی در نیروگاه‌ها و... می‌شود. در حالی که فقط  $\frac{1}{5}$  آن صرف ساختن فرآورده‌های سودمند و تازه می‌شود!

## آیا می‌دانید



مندلیف شیمیدان روسی در اواخر قرن نوزدهم هشدار داد که سوزاندن نفت برای تولید انرژی مانند آن است که اجاق آشپزخانه را با سوزاندن اسکناس روشن نگه داریم.



به نظر شما آیا باید نفت خام را برای تولید انرژی بسوزانیم یا از آن مواد سودمند بسازیم؟ آسانی دسترسی به نفت خام و افزایش نیاز به انرژی به دلیل افزایش جمعیت، سبب شده است که همچنان از این مایع ارزشمند بیشتر برای تهیه سوخت استفاده شود. نمودار ۱، مصرف نفت خام را در طول سال‌های ۱۹۱۰ میلادی تاکنون نشان می‌دهد.

## آیا می دانید

مصرف روزانه نفت خام در جهان برای نخستین بار در سال ۱۳۹۷، به فراتر از ۱۰۰ میلیون بشکه در روز رسید. حجم هر بشکه نفت خام برابر با ۱۵۹ لیتر است.

## خود را بیازمایید

- با توجه به نمودار به پرسش‌ها پاسخ دهید.
- (الف) بیشترین میزان کشف نفت خام مربوط به کدام دهه است؟
- (ب) پیش‌بینی می‌شود ذخایر نفت خام در چه دهه‌ای به حداقل برسد؟
- (پ) در چه سالی میزان مصرف نفت خام با کشف آن برابر است؟
- (ت) در چه سالی میزان مصرف نفت خام از میزان کشف آن پیشی گرفته است؟

## جمع‌آوری اطلاعات

دربارۀ راه‌های کاهش وابستگی اقتصاد کشور به نفت خام اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس در این مورد گفت‌وگو کنید. نتیجه‌گفت‌وگوهای خود را به صورت یک مقاله برای روزنامه‌های کثیرالتنشر محل زندگی خود بفرستید.

## ترکیب‌های نفت خام

نفت خام مخلوطی از صدها ترکیب به نام **هیدروکربن** است. البته به همراه نفت خام، همواره مقداری نمک، آب و گوگرد نیز یافت می‌شود. هیدروکربن‌ها از دو عنصر کربن و هیدروژن ساخته شده‌اند. در هر مولکول هیدروکربن، اتم‌های هیدروژن با اتم‌های کربن از طریق پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل‌اند. برای نمونه، در متان که ساده‌ترین هیدروکربن است، هر اتم کربن با ۴ اتم هیدروژن پیوند داده است. با افزایش تعداد کربن‌ها و هیدروژن‌ها، هیدروکربن‌های بزرگ‌تر ساخته می‌شوند. ویژگی هیدروکربن‌ها به تعداد اتم‌های سازنده آنها بستگی دارد. جدول ۱ برخی از هیدروکربن‌ها و نقطه جوش آنها را نشان می‌دهد.

نام هیدروکربن	فرمول مولکولی	نقطه جوش (°C)
متان	CH <sub>4</sub>	-۱۶۸
بوتان	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	-۰/۵
اوکتان	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	۱۲۵
ایکوزان	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	۳۴۳

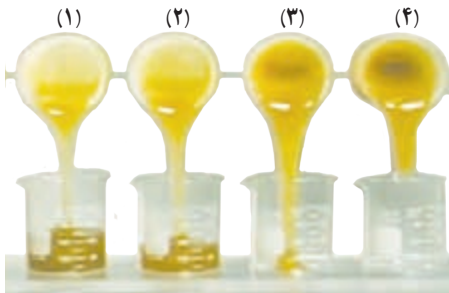
جدول ۱- مقایسه نقطه جوش چند هیدروکربن

## فکر کنید

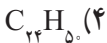
الف) چه رابطه‌ای بین نقطه جوش با تعداد اتم‌های کربن در هیدروکربن‌ها وجود دارد؟  
 ب) کدام ترکیب نقطه جوش بالاتری دارد؟ به چه دلیل؟ (۱)  $C_1H_4$  (۲)  $C_6H_{14}$

دمای جوش یکی از ویژگی‌های فیزیکی مواد است که به نیروی ربایش بین ذره‌های سازنده آنها بستگی دارد. هرچه نیروی ربایش بین ذره‌های مایع بیشتر باشد، نقطه جوش بالاتر است. در هیدروکربن‌ها با افزایش تعداد کربن، نیروی ربایش بین مولکول‌ها بیشتر می‌شود.

## فکر کنید



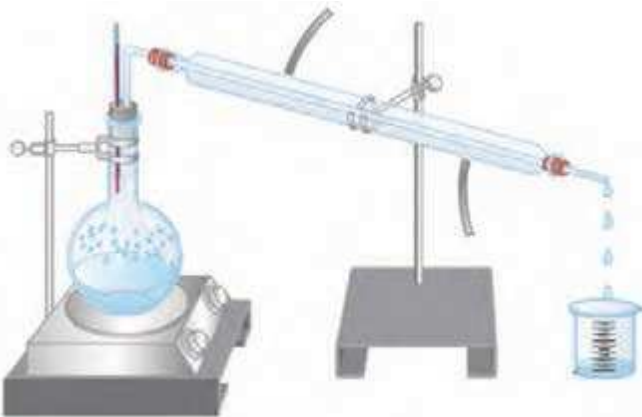
با توجه به شکل داده شده، مشخص کنید:  
 الف) کدام هیدروکربن آسان‌تر جاری می‌شود؟ چرا؟  
 ب) هر یک از فرمول‌های زیر به کدام روغن نشان داده شده در شکل روبه‌رو تعلق دارد؟



## جداسازی اجزای تشکیل‌دهنده نفت خام

اگر مخلوطی از دو هیدروکربن مایع با فرمول‌های  $C_6H_{14}$  (با نقطه جوش برابر با  $68^\circ C$ ) و  $C_9H_{20}$  (با نقطه جوش برابر با  $151^\circ C$ ) در اختیار داشته باشید، چگونه آنها را از هم جدا می‌کنید؟

شکل ۲ دستگاه تقطیر ساده را برای جداسازی مخلوط دو مایع نشان می‌دهد. در این دستگاه مایع‌ها بر اساس تفاوت در نقطه جوش از هم جدا می‌شوند. به طوری که با گرم کردن، مایعی که نقطه جوش پایین‌تری دارد، زودتر بخار و از مخلوط جدا می‌شود. سپس مولکول‌های بخار شده با عبور از یک لوله سرد دوباره به مایع تبدیل می‌شوند و از مخلوط دو مایع جدا می‌شوند.

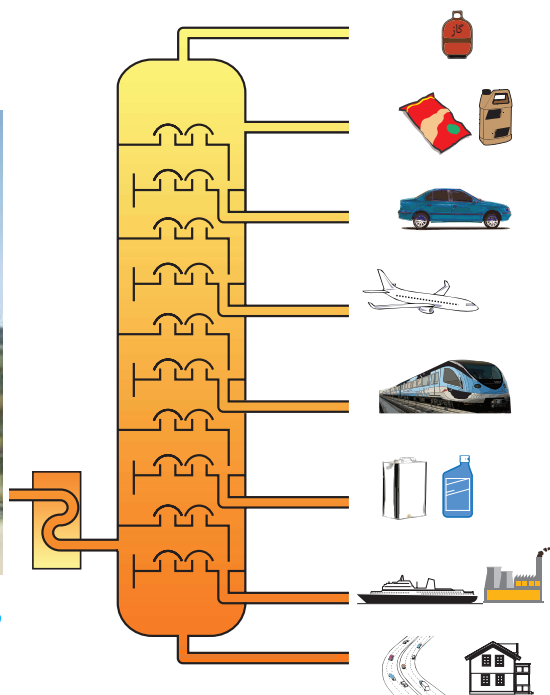


شکل ۲- تقطیر ساده برای جداسازی دو مایعی که اختلاف نقطه جوش آنها زیاد است به کار می‌رود.

در پالایشگاه‌های نفت نیز اجزای نفت خام را بر همین اساس از یکدیگر جدا می‌کنند؛ اما این کار در دستگاهی پیچیده‌تر و بزرگ‌تری به نام برج تقطیر انجام می‌شود (شکل ۳). در برج تقطیر نفت خام را گرما می‌دهند. در اثر گرما، هیدروکربن‌ها تبخیر می‌شوند و درون برج بالا می‌روند و در قسمت‌های مختلف برج از هم جدا می‌شوند. از آنجا که نقطه جوش برخی از اجزای سازنده نفت خام به یکدیگر بسیار نزدیک است، نمی‌توان همه آنها را به‌طور کامل از هم جدا کرد. بلکه آنها را به صورت مخلوطی از چند هیدروکربن که نقطه جوش نزدیک به هم دارند، از هم جدا می‌کنند. هریک از این مخلوط‌های هیدروکربنی جدا شده، یک **برش نفتی** نام دارد.



ب) نمای بیرونی برج تقطیر در پالایشگاه



الف) در برج تقطیر با گرما دادن به نفت خام، اجزای آن را جدا می‌کنند.

شکل ۳

- با توجه به شکل ۳- الف، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:
- (الف) در این برج تقطیر، نفت خام را در چند بُرش جداسازی می‌کنند؟
- (ب) نقطه جوش کدام برش از بقیه بیشتر است؟
- (پ) مولکول‌های موجود در کدام برش بزرگ‌تر و سنگین‌تر هستند؟ به چه دلیل؟
- (ت) تعداد اتم‌های کربن در مولکول‌های کدام برش از بقیه کمتر است؟
- (ث) رنگ مخلوط‌ها در کدام برش تیره‌تر است؟

## نفت منبعی برای ساختن

در حدود ۱۵۰ سال پیش همهٔ اشیایی که انسان از آنها استفاده می‌کرد، از موادی مانند چوب، سنگ، انواع فلز، شیشه یا خاک رس ساخته می‌شد. الیاف مورد استفاده نیز پنبه، پشم، کتان یا ابریشم بود. همهٔ داروها و افزودنی‌های غذایی از منابع طبیعی به‌دست می‌آمد، اما امروزه دانشمندان علوم تجربی با شناخت اجزای سازندهٔ نفت و ویژگی‌های آنها، کاربردهای تازه‌ای به غیر از سوختن برای برخی از آنها پیدا کرده‌اند. برای نمونه، اتن (اتیلن) یکی از این مواد است، اتن ( $C_2H_4$ ) گاز بی‌رنگی است که به طور طبیعی به وسیلهٔ برخی از میوه‌های رسیده مانند گوجه فرنگی و موز آزاد می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴- اتن سبب رسیدن میوه‌ها می‌شود.

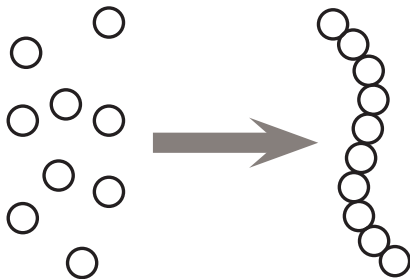
تجربه نشان داده است که می‌توان از اِتن فراورده‌های جدیدی ساخت. برای نمونه هرگاه گاز اِتن را در یک ظرف در بسته گراما دهیم، یک تغییر شیمیایی رخ می‌دهد و طی آن یک مادهٔ مصنوعی به نام پلاستیک تولید می‌شود. شکل ۵ نمونه‌هایی از پلاستیک‌ها (الیاف مصنوعی) را نشان می‌دهد که مادهٔ اولیهٔ همهٔ آنها را از نفت جداسازی کرده‌اند.



شکل ۵- همهٔ این فراورده‌ها از مواد اولیه‌ای که از نفت به دست می‌آیند، ساخته شده‌اند.

### فکر کنید

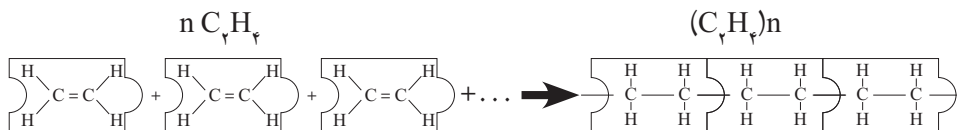
الف) عنصرهای اصلی سازندهٔ این پلاستیک‌ها چیست؟  
ب) خواص فیزیکی اِتن را با فراورده‌های حاصل از آن (پلی اِتن) مقایسه کنید.



پلی اِتن، فراورده‌ای است که طی یک تغییر شیمیایی از اِتن به دست می‌آید. در این تغییر شیمیایی مولکول‌های کوچک به مولکول‌های بزرگ تبدیل می‌شوند. برای فهم این مطلب به شکل ۶ توجه کنید.

شکل ۶- از اتصال حلقه‌های زنجیر رشته‌های بلند زنجیر ایجاد می‌شوند.

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، یک زنجیر بلند فلزی از کنار هم قرار گرفتن تعداد زیادی از حلقه‌های فلزی ایجاد می‌شود. پلی‌اتن نیز از کنار هم قرار گرفتن مولکول‌های زیادی از این تشکیل می‌شود. با این تفاوت که پیوند دوگانه بین اتم‌های کربن در این می‌شکند و مولکول‌های کوچک با پیوند اشتراکی جدید به هم متصل می‌شوند و زنجیر بلند کربنی را می‌سازند (شکل ۷). این تغییر شیمیایی به واکنش بسپارشی شدن معروف است که آن را با معادله شیمیایی زیر نشان می‌دهند.



شکل ۷- نمایش تشکیل پلی اتن

## تأثیرات نفت خام روی زندگی ما

نفت خام یکی از مهم‌ترین مواد شیمیایی است که بیشترین مصرف را در صنایع گوناگون دارد. در این صنایع روزانه حجم بسیار زیادی از نفت خام و فراورده‌های آن را می‌سوزانند تا گرما و انرژی تولید کنند. سوزاندن نفت و سایر سوخت‌های فسیلی، حجم انبوهی از کربن دی‌اکسید را تولید می‌کند و مقدار این گاز را در هوا کره به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد.



افزایش کربن دی‌اکسید در هوا کره سبب ایجاد مشکلاتی مانند گرم شدن زمین، آلودگی هوا، ذوب شدن یخ‌های قطبی و جابه‌جایی فصل‌ها شده است. این تغییرها آن قدر شدید است که زندگی روی کره خاکی را با چالش‌های جدی روبه‌رو کرده است.

هریک از ما در ایجاد این مشکلات چقدر سهمیم؟ برای جلوگیری از افزایش مقدار کربن دی‌اکسید در هوا کره و حفظ محیط زیست چه کاری باید انجام داد؟ توجه کنید که میزان برق مصرفی در خانه‌ها، نوع خودرو و میزان استفاده از آنها، روی مقدار کربن دی‌اکسید تأثیر می‌گذارد. برای درک این موضوع که چگونه فعالیت روزانه ما روی مقدار کربن دی‌اکسید هوا کره تأثیرگذار است، فعالیت‌های صفحه بعد را انجام دهید.



قبض برق خانه مسکونی خودتان را به کلاس بیاورید و با توجه به آن و داده‌های موجود در جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید :

میزان برق مصرفی در ۴۵ روز (کیلووات ساعت)	منبع تولید برق	مقدار کربن دی‌اکسید تولیدشده (کیلوگرم)
X	زغال سنگ	$0/9 \times X = \dots\dots\dots$
	نفت خام	$0/7 \times X = \dots\dots\dots$
	باد	$0/01 \times X = \dots\dots\dots$
	گرمای زمین	$0/03 \times X = \dots\dots\dots$
	انرژی خورشیدی	$0/05 \times X = \dots\dots\dots$

الف) حساب کنید میزان برق مصرفی خانواده شما در ۴۵ روز سبب ورود چند کیلوگرم کربن دی‌اکسید به هوا کره می‌شود.  
 ب) با توجه به قبض برق خانه مسکونی خودتان، حساب کنید که مقدار کربن دی‌اکسید ورودی به هوا کره در اثر مصرف سالانه برق خانواده شما چند کیلوگرم است.  
 پ) درباره میزان آلاینده‌گی هر یک از منابع‌های تولید برق گفت‌وگو کنید.  
 ت) هرگاه بدانید که یک درخت میانسال به طور میانگین سالانه ۱۰ کیلوگرم کربن دی‌اکسید مصرف می‌کند؛ حساب کنید چند درخت لازم است تا همه کربن دی‌اکسید تولید شده توسط خانواده شما مصرف شود.

### پلاستیک‌های ماندگار

پلاستیک‌هایی که از نفت تهیه می‌شوند، ارزان قیمت هستند، عمر طولانی دارند و استحکام بالایی دارند. این ویژگی‌ها و به ویژه ماندگاری پلاستیک‌ها سبب شده است که سبک زندگی ما براساس مصرف پلاستیک طراحی شود. به طوری که اکثر وسایلی که از آنها استفاده می‌کنیم یا از پلاستیک ساخته شده‌اند یا در ساختن آنها از پلاستیک استفاده شده است.  
 اما با گذشت زمان و انباشته شدن زباله‌های پلاستیکی در طبیعت، مشکلات تازه خودشان را نشان دادند (شکل ۸).



شکل ۸- مشکلات ناشی از رفتارهای نادرست ما

## جمع‌آوری اطلاعات

ایران از نظر جمعیت هجدهمین کشور جهان است. با مراجعه به منابع معتبر علمی، دربارهٔ رتبهٔ مصرف پلاستیک در ایران نسبت به سایر کشورهای جهان اطلاعاتی جمع‌آوری و به کلاس گزارش دهید.

## برای رهایی از این مشکلات چه باید کرد؟

شاید یکی از راهکارهای پیشنهادی شما این باشد که دیگر پلاستیک مصرف نکنیم! اما آیا واقعاً می‌توانیم این مواد را کنار بگذاریم؟ جواب این پرسش خیر است. ما در شرایط کنونی ناچار هستیم از این مواد استفاده کنیم. حال این پرسش مطرح است که برای کاهش آلودگی محیط زیست و یافتن محیطی مناسب برای زندگی چه باید کرد؟ سبک زندگی خودمان را چگونه باید تغییر دهیم؟

## گفت‌وگو کنید

درباره اینکه «شما چه کارهایی می‌توانید انجام دهید تا محیط زندگی برای شما، خانواده شما و همسایگان و همشهری‌هایتان مناسب‌تر شود» در گروه خود گفت‌وگو کنید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید.

## ابوریحان بیرونی



ابوریحان محمد بن احمد بیرونی در سال ۳۵۲ هجری شمسی در خوارزم دیده به جهان گشود. او بزرگ‌مردی از سرزمین‌های اسلامی-ایرانی است که دانشمندان اروپایی به دستاوردهایش در سده‌های هفدهم و هجدهم میلادی دست یافتند. ابوریحان بیرونی در نوشته‌های پُرشمارش به روشنی از گردش زمین به دور خود یاد کرده است. وی در اثر خود با نام «اسطرلاب» روشی برای اندازه‌گیری شعاع زمین ارائه کرده است. آثار گوناگون و پُرشمار بیرونی در علوم مختلف شامل: ریاضی، اخترشناسی، جغرافیا، شیمی، داروسازی و در فیزیک و مکانیک است. کتاب‌های بیرونی در فیزیک و مکانیک عبارت‌اند از (۱) اثری ارزنده در پیوند با فیزیک نور،

(۲) کتابی درباره‌ی بازتاب نور، (۳) کتابی در زمینه‌ی اوزان و مقادیر و (۴) کتابی درباره‌ی فلزات و جواهرات. از سه کتاب اول هیچ‌گونه دست‌نویسی در دست نیست و تنها در دیگر نوشته‌های بیرونی و گاهی دانشمندان دیگر فزاینده‌هایی از آنها آمده است.

کار بزرگ ابوریحان بیرونی کاربردی کردن ریاضیات در علوم می‌مانند اخترشناسی، جغرافیا، فیزیک، شیمی و کانی‌شناسی است. محاسبه‌های دقیق بیرونی در اندازه‌گیری زمین به روش کار توگرافی صدها سال زودتر از دانشمندان مغرب زمین به انجام رسیده است.

# حرکت چیس

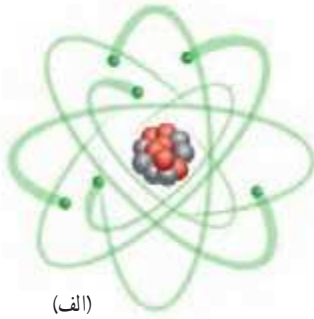


## فصل ۴



آیا می‌دانید بیشترین مسافت ثبت شده که تا کنون یک اسب توانسته است در یک ثانیه طی کند حدود ۲۴ متر بوده است؟ بررسی و شناخت حرکت اجسام از هزاران سال پیش مورد توجه بشر بوده است؛ به طوری که تند و کند بودن حرکت یک جسم برای هر کس واژه‌ای آشناست.

در این فصل خواهیم دید که با تعریف کمیت‌های فیزیکی مانند: مسافت، جابه‌جایی، تند، سرعت و شتاب می‌توانیم به بررسی حرکت اجسام پردازیم. با پیدا کردن هر یک از این کمیت‌های فیزیکی برای یک جسم در حال حرکت، می‌توان شناخت بهتری از حرکت آن جسم به دست آورد.

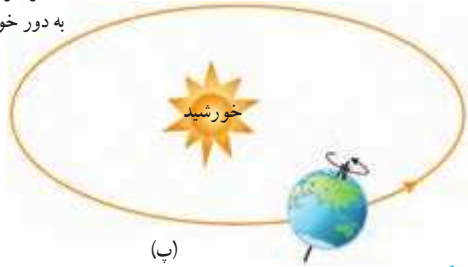


(الف)

## حرکت در همه جا و همه چیز

همه چیز در جهان پیرامون ما در حرکت است. حتی زمین که ساکن به نظر می‌رسد، نیز در حرکت است (شکل ۱). شناخت حرکت، یکی از راه‌های شناخت جهان فیزیکی پیرامون است. به همین دلیل دانشمندان راه‌های ساده‌ای را برای بررسی و شناخت حرکت ارائه داده‌اند.

مسیر حرکت زمین  
به دور خورشید



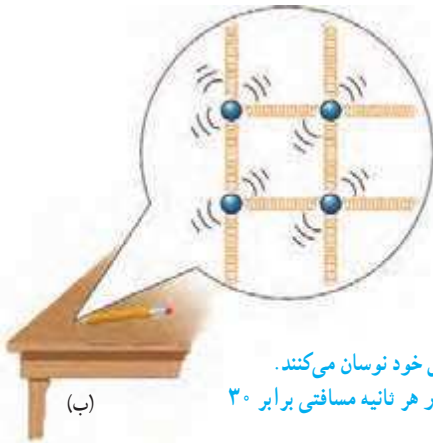
(ب)

### شکل ۱-

(الف) الکترون‌های هر اتم، همواره به دور هسته می‌چرخند.

(ب) اتم‌های موجود در نوک مدادی که روی میز شماست، همواره در محل خود نوسان می‌کنند.

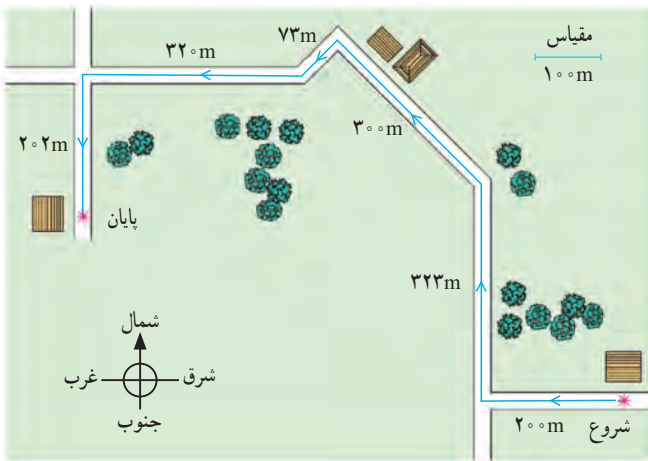
(پ) زمین علاوه بر آنکه در هر شبانه‌روز یک بار به دور خود می‌چرخد، در هر ثانیه مسافتی برابر ۳۰ کیلومتر را دور خورشید می‌پیماید.



(ب)

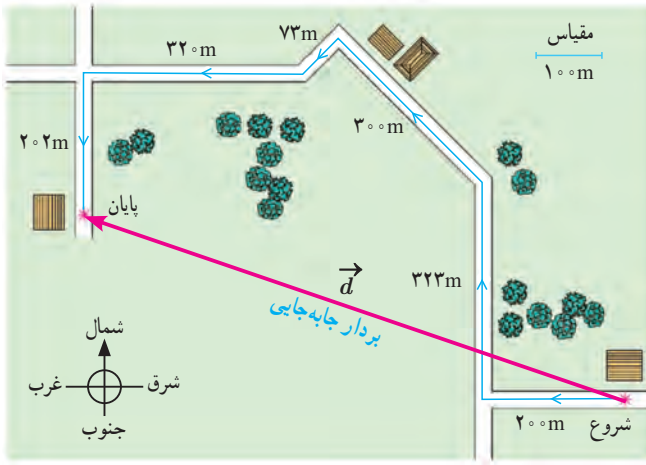
## مسافت و جابه‌جایی

برای رفتن از یک محل به محل دیگر، معمولاً از کوچه‌ها و خیابان‌های زیادی عبور می‌کنیم. شکل ۲ مسیر حرکت دانش‌آموزی را نشان می‌دهد که برای رفتن از خانه تا مدرسه می‌پیماید. به مجموع طول‌هایی که این دانش‌آموز برای رفتن از خانه (مبدأ) به مدرسه (مقصد) می‌پیماید، **مسافت پیموده شده** یا به اختصار **مسافت** می‌گوییم<sup>۱</sup>.



شکل ۲- طول کل مسیر طی شده بین نقطه شروع و نقطه پایان حرکت را مسافت پیموده شده می‌نامند.

۱- مسافت را می‌توان با نماد  $s$  نشان داد.



شکل ۳- پاره خط جهت‌داری که مبدأ حرکت را به مقصد وصل می‌کند بردار جابه‌جایی نامیده می‌شود.

همان‌طور که می‌دانیم کوتاه‌ترین فاصله یا مسیر بین دو نقطه، پاره خط راستی است که آن دو نقطه را به یکدیگر وصل می‌کند. در ریاضی سال هشتم دیدید که اگر پاره خطی دارای جهت باشد به آن **بردار** گفته می‌شود. به برداری که نقطه شروع حرکت را به نقطه پایان حرکت وصل می‌کند، **بردار جابه‌جایی** گفته می‌شود که آن را با  $\vec{d}$  نشان می‌دهیم

(شکل ۳). اندازه بردار جابه‌جایی را با  $d$  نشان می‌دهیم.

مسافت و بردار جابه‌جایی هر دو از جنس طول‌اند و برحسب متر (m) اندازه‌گیری می‌شوند، ولی می‌توانیم آنها را برحسب یکاهای کوچک‌تر یا بزرگ‌تر از متر، مانند سانتی‌متر (cm) یا کیلومتر (km) نیز بیان کنیم.

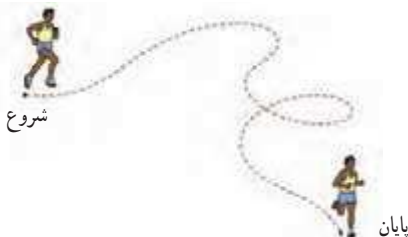
### فعالیت

الف) مسافت طی شده در شکل ۳ را برحسب متر و کیلومتر بیان کنید. ب) با توجه به مقیاس داده شده روی شکل، اندازه بردار جابه‌جایی دانش‌آموز را به کمک خط‌کش به دست آورید.

### فکر کنید

یک جسم باید چگونه حرکت کند تا مسافت طی شده توسط آن با اندازه بردار جابه‌جایی اش یکسان باشد؟

### خود را بیازمایید



شکل روبه‌رو مسیر پیموده شده توسط یک دونده را نشان می‌دهد. الف) بردار جابه‌جایی دونده را روی شکل مشخص کنید. ب) مسافت و اندازه بردار جابه‌جایی دونده را باهم مقایسه کنید.

## تندی متوسط

گاليله دانشمند سرشناس ایتالیایی نزدیک به ۵۰۰ سال پیش به کمک آزمایش به بررسی و مطالعه چگونگی حرکت اجسام پرداخت. یکی از کارهای گاليله، معرفی **تندی متوسط**<sup>۱</sup> یک متحرک بود که به صورت زیر تعریف می شود.

$$(۱) \quad \text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت پیموده شده}}{\text{مدت زمان صرف شده}}$$

اگر مسافت برحسب متر (m) و زمان برحسب ثانیه (s) اندازه گیری شوند، در این صورت یکای تندی متوسط متر بر ثانیه (m/s) خواهد شد.

### مثال ۱

دوچرخه سواری مسافت ۸۴۰ متر را در مدت زمان ۶۰ ثانیه می پیماید. تندی متوسط دوچرخه سوار چند متر بر ثانیه است؟

**حل:** با توجه به رابطه (۱) داریم:

$$\text{تندی متوسط} = \frac{۸۴۰ \text{ m}}{۶۰ \text{ s}} = ۱۴ \text{ m/s}$$

این دوچرخه سوار در هر ثانیه به طور متوسط ۱۴ متر از مسیر را پیموده است.

## فعالیت

تندی متوسط خودتان را هنگام رفتن از خانه به مدرسه حساب کنید. اگر با پای پیاده این فاصله را طی می کنید، برای اندازه گیری مسافت می توانید تعداد قدم های خود را از خانه تا مدرسه بشمارید و طول هر قدم را حدود ۰/۴ متر بگیرید. اگر با خودرو این فاصله را می پیمایید مسافت طی شده را از روی کیلومتر شمار خودرو بخوانید. در هر دو حالت زمان طی مسافت را به کمک ساعت یا زمان سنج اندازه بگیرید.

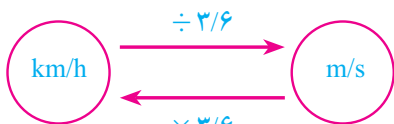
## خود را بیازمایید



۱- رکورد جهانی دوی ۱۰۰ متر مردان، ۹/۵۸ ثانیه و در اختیار اوسین بولت دوندۀ جامائیکایی است که در سال ۲۰۰۹ به نام خود ثبت کرده است. تندی متوسط این قهرمان جهانی را حساب کنید. مفهوم فیزیکی عدد به دست آمده را توضیح دهید.

۱- تندی متوسط Average Speed است. بنابراین می توان تندی متوسط را با نماد  $v_{av}$  نشان داد.





۲- کیلومتر بر ساعت (km/h) یکی دیگر از یکاهای تندی است که معمولاً برای وسایل نقلیه موتوری به کار می‌رود. با توجه به اینکه هر کیلومتر برابر ۱۰۰۰ m و هر ساعت برابر ۳۶۰۰ s است، نشان دهید یکاهای km/h و m/s به صورت روبه‌رو به یکدیگر تبدیل می‌شوند.



۳- شکل روبه‌رو نقشه جزیره ابوموسی واقع در خلیج فارس را نشان می‌دهد. مسافت بین مسجد جامع و مسجد خلیج فارس از مسیر کوتاه‌تر در این جزیره حدود ۳/۴ کیلومتر است.

اگر ۶ دقیقه طول بکشد تا شخصی با خودرو از این مسیر از مسجد جامع به مسجد خلیج فارس برود، تندی متوسط خودروی وی را برحسب متر بر ثانیه به دست آورید.

۴- تندی متوسط هر یک از موارد جدول زیر را با توجه به داده‌های آن حساب کنید.

تندی متوسط (km/h)	تندی متوسط (m/s)	زمان صرف شده	مسافت پیموده شده	
.....	.....	۱۵۰ s	۱۰۰۰ m	دوچرخه
.....	.....	۱۰ s	۱۰۰۰ m	خودروی مسابقه
.....	.....	۴ s	۱۰۰۰ m	هوایمای مسافری
.....	.....	۳ s	۱۰۰۰ m	صوت (در هوا)
.....	.....	۰/۱ s	۱۰۰۰ m	شاتل فضایی
.....	.....	۰/۰۰۱ s	۳۰۰۰۰۰ m	نور (در هوا)

## سرعت متوسط

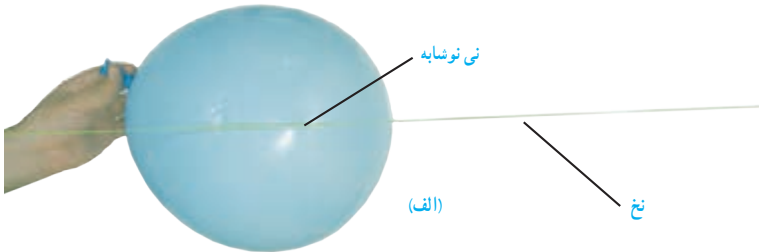
تاکنون با کمیت‌های مسافت، بردار جابه‌جایی و تندی متوسط برای توصیف و بررسی حرکت یک جسم آشنا شدیم. با انجام آزمایش زیر با کمیت دیگری به نام سرعت متوسط برای بررسی حرکت آشنا خواهیم شد.

### آزمایش کنید

**هدف:** پیدا کردن سرعت متوسط

**وسایل و مواد لازم:** یک تکه نخ بلند (۴ متر یا بیشتر)، نی نوشابه، بادکنک، چسب نواری، زمان‌سنج، متر

- ۱- تکه‌ای از نی نوشابه به طول تقریبی  $10^{\circ}$  سانتیمتر را ببرید و نخ را از درون نی عبور دهید.
- ۲- دو سر نخ را به دو طرف کلاس که فاصله بیشتری از هم دارند ببندید و طول آن را به کمک متر یا خط‌کش اندازه بگیرید.
- ۳- بادکنک را باد کنید و درب آن را محکم با دست خود بگیرید تا هوای درون آن خارج نشود و آن را مطابق شکل الف به نی بچسبانید.



- ۴- بادکنک را رها کنید تا به کمک نی متصل به آن، از یک طرف به طرف دیگر تکه نخ حرکت کند (شکل ب).



- ۵- به کمک زمان‌سنج، مدت زمانی را که بادکنک در حرکت است، اندازه بگیرید.
- ۶- نسبت بردار جابه‌جایی بادکنک به مدت زمان حرکت را حساب کنید.
- ۷- اندازه‌گیری و محاسبه‌ها را چند بار تکرار کنید تا دقت آنها بیشتر شود.

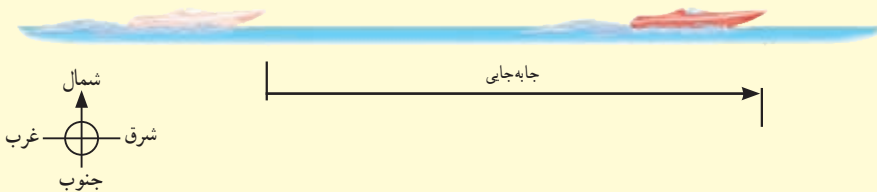
کمیت سرعت متوسط<sup>۱</sup> به صورت زیر تعریف می شود :

$$(۲) \quad \text{سرعت متوسط} = \frac{\text{بردار جابه جایی}}{\text{مدت زمان صرف شده}}$$

اگر بردار جابه جایی برحسب متر و زمان برحسب ثانیه باشد، سرعت متوسط برحسب متر بر ثانیه می شود. همان طور که بردار جابه جایی کمیته برداری است و دارای اندازه و جهت است، سرعت متوسط نیز کمیته برداری و دارای اندازه و جهت است. جهت سرعت متوسط یک متحرک، همان جهت بردار جابه جایی متحرک است.

### مثال ۲

شکل زیر قایق تندرویی را نشان می دهد که در امتداد مسیری مستقیم از غرب به شرق در حرکت است و در مدت ۸ ثانیه، ۱۱۲ متر جابه جا می شود. سرعت متوسط قایق برحسب متر بر ثانیه و همچنین کیلومتر بر ساعت چقدر است؟



**پاسخ:** با توجه به تعریف سرعت متوسط (رابطه ۲) داریم :

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{بردار جابه جایی}}{\text{مدت زمان صرف شده}} = \frac{۱۱۲\text{m (به طرف شرق)}}{۸\text{s}} = ۱۴ \text{ m/s (به طرف شرق)}$$

همان طور که پیش از این دیدیم، برای تبدیل یکای متر بر ثانیه به یکای کیلومتر بر ساعت، کافی است مقدار مورد نظر را در عدد ۳/۶ ضرب کنیم. به این ترتیب داریم :

$$\text{سرعت متوسط} = (۱۴ \times ۳/۶) \text{ km/h} = ۵۰/۴ \text{ km/h (به طرف شرق)}$$

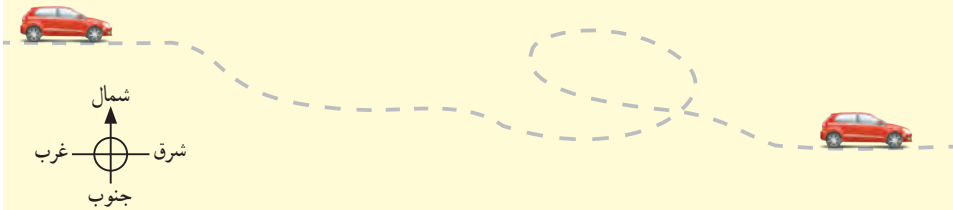
توجه کنید که در این مثال، چون قایق در امتداد خط راست حرکت می کند و جهت حرکت خود را نیز تغییری نداده است، مسافت طی شده و اندازه بردار جابه جایی آن با هم برابرند.

### فکر کنید

تندی متوسط قایق در مثال بالا چقدر است؟ توضیح دهید چرا در این مثال، تندی متوسط با اندازه سرعت متوسط برابر است.

### مثال ۳

خودرویی مسیری مطابق شکل زیر را در مدت ۳۰ دقیقه طی می‌کند. اگر طول مسیر (مسافت) برابر ۴۶ کیلومتر و بردار جابه‌جایی آن برابر ۲۴ کیلومتر و به طرف جنوب شرقی باشد، (الف) تندی متوسط و (ب) سرعت متوسط خودرو را در این مدت به دست آورید و در مورد مفهوم فیزیکی هر کدام از مقادیر فیزیکی به دست آمده، توضیح دهید.



**حل: الف)** مدت زمان حرکت ۳۰ دقیقه یا ۰/۵ ساعت است. بنابراین با توجه به تعریف تندی متوسط (رابطه ۱) داریم:

$$\text{تندی متوسط} = \frac{46 \text{ km}}{0.5 \text{ h}} = 92 \text{ km/h}$$

مفهوم این مقدار فیزیکی (تندی متوسط) آن است که خودرو در هر ساعت به طور متوسط ۹۲ کیلومتر از مسیر را طی کرده است.

(ب) با توجه به تعریف سرعت متوسط (رابطه ۲) داریم:

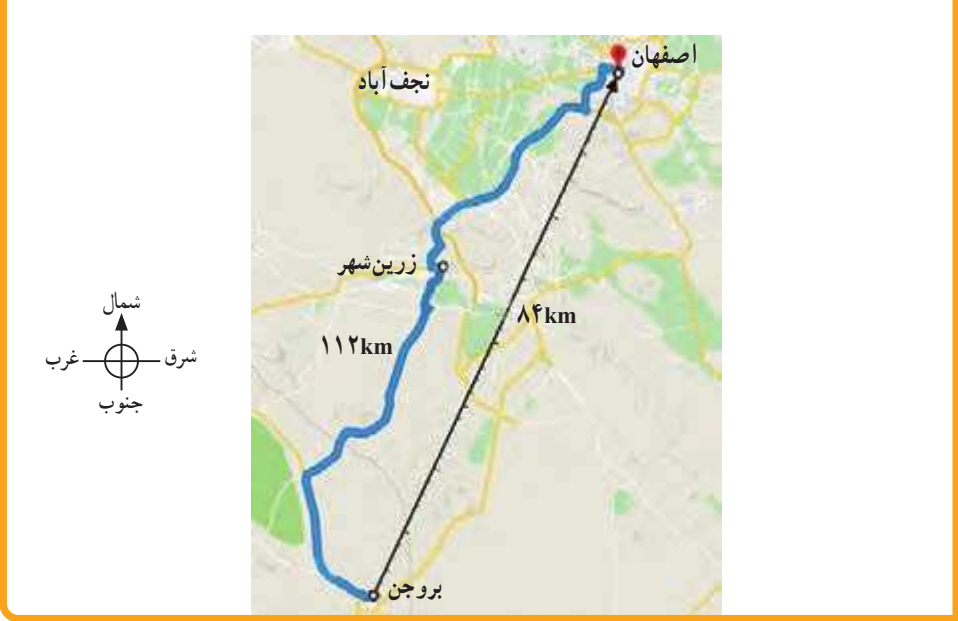
$$\text{سرعت متوسط} = \frac{24 \text{ km (به طرف جنوب شرقی)}}{0.5 \text{ h}} = 48 \text{ km/h (به طرف جنوب شرقی)}$$

مفهوم این پاسخ آن است که به طور متوسط خودرو در هر ساعت ۴۸ کیلومتر به طرف جنوب شرقی جابه‌جا و به مقصد خود نزدیک‌تر شده است.

### خود را بیازمایید

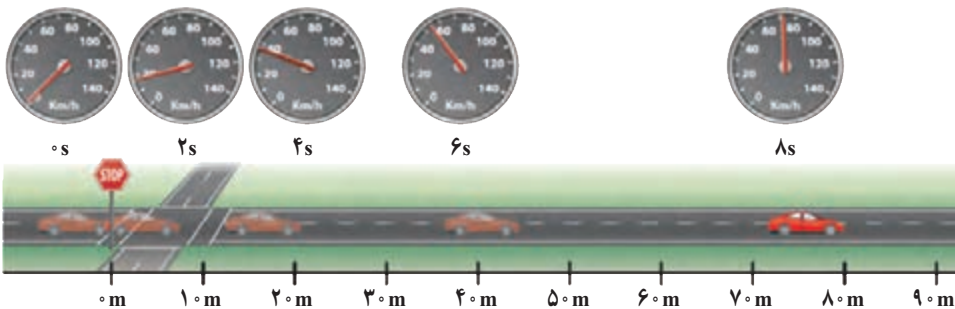
طول جاده بین شهر کوهستانی بروجن و شهر تاریخی اصفهان حدود ۱۱۲ کیلومتر و فاصله مستقیم آنها از هم ۸۴ کیلومتر است (شکل صفحه بعد). اگر خودرویی فاصله بین دو شهر را در مدت ۷۰ دقیقه طی کند، تندی متوسط و سرعت متوسط خودرو را بر حسب متر بر ثانیه و همچنین کیلومتر بر ساعت به دست آورید.

(لازم است توجه شود که به دلایل مختلفی از قبیل موانع طبیعی و هزینه احداث جاده، معمولاً جاده بین دو شهر به صورت مسیر مستقیم نیست).



## تندی لحظه‌ای

وقتی به اجسام متحرک اطراف خود نگاه می‌کنیم، برخی تندتر و برخی کندتر حرکت می‌کنند. خیلی وقت‌ها هم دیده‌ایم که متحرک، تندی حرکت خود را کمتر یا زیادتر می‌کند؛ مثلاً وقتی خودرویی پشت چراغ قرمز یک چهارراه توقف کرده است، تندی آن صفر است. با سبز شدن چراغ، به تدریج تندی خودرو افزایش می‌یابد تا از صفر به مقدار دلخواه برسد (شکل ۴). به تندی خودرو یا هر متحرک در هر لحظه، **تندی لحظه‌ای** گفته می‌شود. معمولاً برای سادگی در گفتار و نوشتار، «تندی لحظه‌ای» را به صورت «تندی» بیان می‌کنیم یا می‌نویسیم. بنابراین وقتی می‌گوییم تندی متحرکی  $18 \text{ m/s}$  است منظور تندی لحظه‌ای است.



شکل ۴- وقتی به تندی سنج یک خودرو در حال حرکت نگاه می‌کنیم، می‌توان گفت که تندی خودرو در آن لحظه چقدر است.

شکل ۵ خودرویی را نشان می‌دهد که در امتداد مسیری مستقیم از نقطه A به نقطه B رفته است. اگر در طول مسیر A تا B تندی خودرو تغییری نکرده باشد، تندی متوسط و تندی لحظه‌ای خودرو باهم برابرند. در این صورت می‌گوییم خودرو به طور یکنواخت روی مسیر مستقیم حرکت کرده است. این نوع حرکت را، **حرکت یکنواخت روی خط راست** می‌نامند. اگر متحرکی روی مسیری دایره‌ای (مثلاً

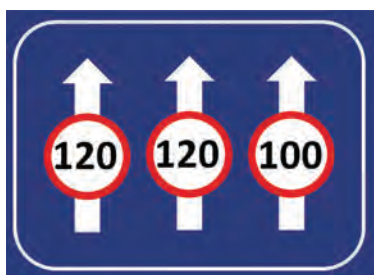
۱- Instantaneous speed

دور میدان یک شهر) با تندی ثابت حرکت کند، حرکت آن را حرکت دایره‌ای یکنواخت می‌گویند.



شکل ۵

### خود را بیازمایید



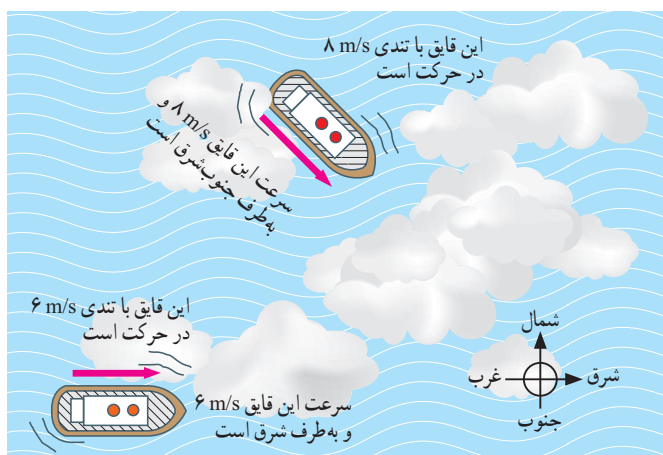
الف) بیشترین تندی مجاز رانندگی برای خودروهای سواری در آزادراه‌های ایران و هنگام روز برابر  $120^\circ$  کیلومتر بر ساعت است (شکل روبه رو). این تندی مجاز را برحسب متر بر ثانیه محاسبه کنید.  
 ب) خودرویی با تندی متوسط  $112 \text{ km/h}$  مسافت  $460$  کیلومتری تهران به اصفهان را از مسیر آزادراه طی می‌کند. مدت زمان حرکت خودرو را به دست آورید.

### سرعت لحظه‌ای

در زندگی روزمره، معمولاً از واژه‌های تندی لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای به جای یکدیگر و با یک معنا استفاده می‌کنیم. در علوم این دو واژه با یکدیگر تفاوت دارند. اگر هم تندی و هم جهت حرکت جسمی را بدانیم، در واقع **سرعت لحظه‌ای** یا به اختصار **سرعت** آن را می‌دانیم؛ مثلاً وقتی می‌گوییم خودرویی با تندی  $40 \text{ km/h}$  در حرکت است، فقط تندی آن را می‌دانیم<sup>۱</sup>. اما اگر بگوییم خودرویی با تندی  $40 \text{ km/h}$  به طرف شمال در حرکت است، سرعت آن را مشخص کرده‌ایم. همان‌طور که دیده می‌شود سرعت، دو نوع اطلاع به ما می‌دهد.

شکل ۶ اهمیت تفاوت بین تندی و سرعت را نشان می‌دهد. این دو قایق به علت مه‌گرفتگی هوا، قادر به دیدن یکدیگر نیستند؛ اما می‌توانند از طریق موج‌های رادیویی با یکدیگر ارتباط برقرار کنند.

قایقران‌ها برای آنکه به یکدیگر برخورد نکنند، افزون بر دانستن تندی‌های یکدیگر باید جهت‌های حرکت یکدیگر را نیز بدانند. به عبارت دیگر، آنها باید سرعت یکدیگر را بدانند.



شکل ۶

۱- برای اختصار، تندی لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای به ترتیب به صورت تندی و سرعت بیان شده‌اند.

## شتاب متوسط

وقتی پیاده یا با دوچرخه و یا هر وسیله نقلیه دیگر، از خانه به مدرسه می‌رویم، در طول مسیر بارها و بارها سرعت خود را تغییر می‌دهیم. گاهی حرکت خود را تندتر، گاهی حرکت خود را کندتر و گاهی اوقات جهت حرکت خود را عوض می‌کنیم. در برخی مواقع نیز ممکن است برای چند لحظه بدون هیچ حرکتی بایستیم. هنگامی که سرعت یک متحرک در حال تغییر باشد، می‌گوییم حرکتش دارای شتاب است. شتاب متوسط<sup>۱</sup> متحرک به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$(۳) \quad \text{شتاب متوسط} = \frac{\text{تغییر سرعت}}{\text{مدت زمان تغییر سرعت}}$$

یکای شتاب از تقسیم یکای سرعت (m/s) بر یکای زمان (s) به دست می‌آید که متر بر مربع ثانیه (m/s<sup>۲</sup>) است. با توجه به اینکه سرعت کمیتی برداری است، تغییر سرعت و شتاب متوسط نیز کمیت‌های برداری می‌شوند. بنابراین در تعیین شتاب متوسط یک متحرک، باید جهت آن را نیز مشخص کنیم.

### مثال ۴

راننده خودرویی در یک مسیر مستقیم و رو به شرق، سرعت خودرو را در مدت ۵ ثانیه از ۱۸ km/h به ۷۲ km/h رسانده است (شکل زیر). شتاب متوسط خودرو را برحسب متر بر مربع ثانیه (m/s<sup>۲</sup>) حساب کنید.



**پاسخ:** نخست با توجه به اینکه جهت حرکت خودرو تغییری نکرده است، تغییر سرعت خودرو را به دست می‌آوریم.

(به طرف شرق)  $54 \text{ km/h} = (72 \text{ km/h} - 18 \text{ km/h})$  (به طرف شرق) تغییر سرعت همان طور که پیش از این دیدیم، برای تبدیل یکای km/h به یکای m/s کافی است عدد مورد نظر را بر  $3/6$  تقسیم کنیم. به این ترتیب داریم:

$$\text{تغییر سرعت} = \frac{54}{3/6} \text{ m/s} = 15 \text{ m/s} \quad (\text{به طرف شرق})$$

با توجه به تعریف شتاب متوسط داریم:

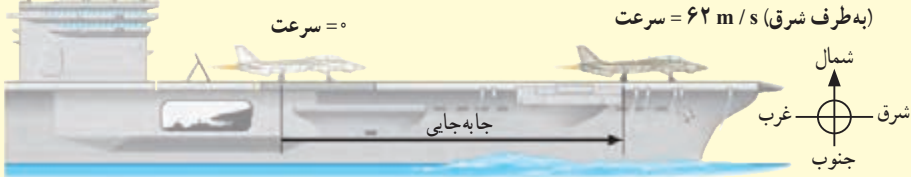
$$\text{شتاب متوسط} = \frac{\text{تغییر سرعت}}{\text{مدت زمان تغییر سرعت}} = \frac{15 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = 3 \text{ m/s}^2 \quad (\text{به طرف شرق})$$

۱- شتاب متوسط بازگردان فارسی Average acceleration است. بنابراین می‌توان اندازه شتاب متوسط را با نماد  $a_{av}$  نشان داد.



## مثال ۵

شکل زیر هواپیمایی را روی عرشهٔ یک ناو هواپیمابر نشان می‌دهد که با شتاب  $31 \text{ m/s}^2$  در جهت شرق به حرکت در می‌آید تا پس از مدت کوتاهی به سرعت برخاستن برسد. مدت زمانی را که طول می‌کشد تا سرعت هواپیما از صفر به  $62 \text{ m/s}$  به طرف شرق (حدود  $223$  کیلومتر بر ساعت به طرف شرق) برسد، حساب کنید.



**پاسخ:** تغییر سرعت هواپیما روی عرشهٔ ناو برابر است با:

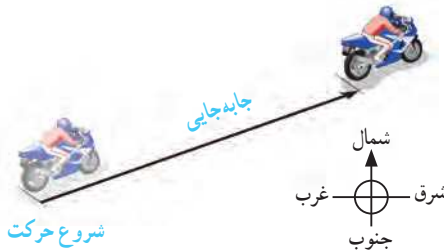
$$(\text{به طرف شرق}) \quad 62 \text{ m/s} - 0 = 62 \text{ m/s} \quad (\text{به طرف شرق}) = \text{تغییر سرعت}$$

با توجه به تعریف شتاب داریم:

$$31 \text{ m/s}^2 \quad (\text{به طرف شرق}) = \frac{62 \text{ m/s} \quad (\text{به طرف شرق})}{\text{مدت زمان صرف شده}}$$

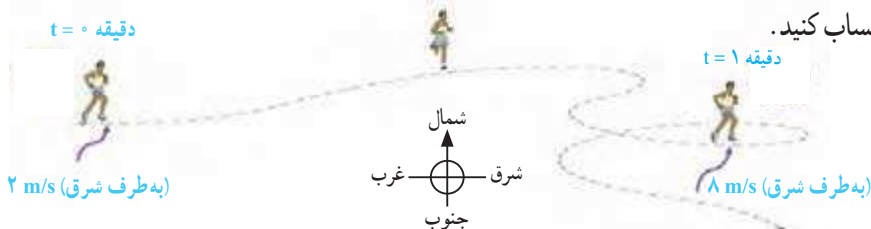
در نتیجه زمان لازم برای آنکه هواپیما به سرعت برخاستن برسد، برابر  $2 \text{ s}$  خواهد شد.

## خود را بیازمایید



۱- موتورسواری در مسیر مستقیم از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از  $6$  ثانیه سرعتش به  $54$  کیلومتر بر ساعت به طرف شمال شرق می‌رسد. شتاب متوسط موتورسوار را پیدا کنید.

۲- شکل زیر، دونه‌ای را نشان می‌دهد که سرعت آن در زمان صفر و  $1$  دقیقه پس از آن داده شده است. با توجه به اینکه جهت سرعت دونه در این دو لحظه به طرف شرق است شتاب متوسط دونه را حساب کنید.



# نیرو



## فصل ۵



فیزیکدان‌ها و مهندسان برخورد خودروها با یکدیگر را بررسی می‌کنند تا امنیت آنها را در جاده افزایش دهند. متخصصان تولید کفش‌های کوهنوردی، کفش‌هایی را طراحی و تولید می‌کنند تا اصطکاک بین کفش‌ها و کوه زیاد باشد. متخصصان خودروهای مسابقه تلاش می‌کنند تا خودروهایی را با بیشترین شتاب طراحی کنند. مهندسان برای افزایش ایمنی حرکت بالابرها، بیشترین نیرویی که کابل‌های بالابر می‌توانند تحمل کنند را بررسی می‌کنند و ...

در واقع در هر کاری که روزانه انجام می‌دهیم، با نیرو سروکار داریم. باز و بسته کردن در و پنجره، راه رفتن، بازی کردن، رانندگی کردن، شنا کردن، حمل کردن اجسام، حرکت وسایل نقلیه، پرواز هواپیما و ... بدون اعمال نیرو انجام نمی‌شود. آیا تاکنون فکر کرده‌اید، نیرو چه نقشی در تغییر حرکت دارد؟

## نیروهای متوازن

پیش از این در کتاب‌های درسی علوم؛ با مفهوم نیرو<sup>۱</sup> تا حدودی آشنا شدیم. در آنجا دیدیم که وقتی جسمی را می‌کشیم یا آن را هل می‌دهیم؛ به آن نیرو وارد می‌کنیم. اثر نیرو بر یک جسم، خود را به شکل‌های مختلف مانند: شروع به حرکت کردن، توقف، کم یا زیاد شدن اندازه سرعت، تغییر جهت سرعت و تغییر شکل آن جسم نشان می‌دهد. همچنین نیرو اثر متقابل بین دو جسم است؛ یعنی اگر شما دوستان را هل دهید، او نیز شما را هل می‌دهد و اگر شما وی را بکشید، او نیز شما را می‌کشد.

به عبارت دیگر در به وجود آمدن نیرو، همواره دو جسم مشارکت دارند و هر کدام بر دیگری اثر می‌گذارند و البته این اجسام لزوماً در تماس با یکدیگر نیستند. اگر بر جسمی چند نیرو به طور هم‌زمان اثر کند و این نیروها اثر یکدیگر را خنثی کنند، می‌گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن اند. در حالتی که نیروهای وارد بر جسم متوازن اند، برآیند این نیروها صفر است. آزمایش نشان می‌دهد، تا زمانی که نیروهای وارد بر جسم متوازن باشند جسم ساکن، همچنان ساکن باقی می‌ماند (شکل ۲ و ۵) و جسم در حال حرکت همچنان به حرکت خود ادامه خواهد داد و تغییری در نحوه حرکت آن ایجاد نخواهد شد؛ یعنی سرعت آن تغییر نخواهد کرد (شکل ۳ و ۴). به بیان دیگر؛ یک جسم حالت سکون یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ می‌کند مگر آنکه تحت تأثیر نیرو یا نیروهایی مجبور به تغییر آن حالت شود. به این بیان **قانون اول نیوتون** می‌گویند.



شکل ۱- در برخورد چکش با میخ، چکش به میخ نیرو وارد می‌کند و میخ نیز به چکش.



شکل ۳- وقتی نیروهای وارد بر خودروی در حال حرکت متوازن باشند، خودرو با سرعت ثابت حرکت می‌کند.



شکل ۲- شخص به جعبه ساکن نیرو وارد می‌کند ولی جعبه حرکت نمی‌کند زیرا نیروی رو به جلوی شخص با نیروی رو به عقب اصطکاک هم‌اندازه‌اند.



شکل ۵ - برای قایقی که ساکن روی آب است، نیروی رو به بالایی که به قایق وارد می‌شود هم اندازه با وزن قایق است.



شکل ۴ - وقتی نیروی وزن وارد بر چتر باز و نیروی مقاومت هوا هم اندازه باشند، چتر باز با سرعت ثابت به طرف زمین حرکت می‌کند.

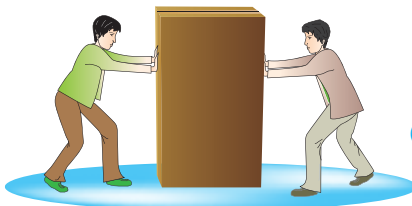
حال اگر در جسمی توازن نیروها به هم بخورد، یعنی نیروهایی که بر آن تأثیر می‌گذارند، همدیگر را خنثی نکنند، آنگاه نیروی خالصی بر جسم اثر خواهد کرد و جسم ساکن شروع به حرکت می‌کند؛ یا اگر در حال حرکت باشد، تغییری در حرکت آن به وجود خواهد آمد. مثلاً اگر در پرواز هواپیما در ارتفاع ثابت، نیروی بالابری بیشتر از وزن هواپیما شود، هواپیما اوج می‌گیرد و اگر نیروی بالابری کمتر از وزن شود، ارتفاع هواپیما کاهش پیدا می‌کند (شکل ۶).



شکل ۶ - وقتی نیروهای وارد بر هواپیمای در حال پرواز متوازن باشند، تغییری در حرکت هواپیما ایجاد نمی‌شود.

### فعالیت

دانش‌آموزان در شکل‌های زیر جسمی که در ابتدا ساکن است، را هل می‌دهند. اثر این نیروها را در هر شکل توضیح دهید (سطح زمین را صاف و صیقلی فرض کنید تا بتوانید از نیروی اصطکاک چشم‌پوشی کنید). الف) دانش‌آموزان از دو طرف، هر کدام با نیروی  $100\text{ N}$  جعبه را هل می‌دهند.



الف)

$$\longrightarrow + \longleftarrow = \dots\dots = \text{نیروی خالص}$$



(ب)

(ب) دانش‌آموز سمت چپ با نیروی  $12^\circ\text{N}$  و دانش‌آموز سمت راست با نیروی  $5^\circ\text{N}$  جعبه را هل می‌دهد.

$$\longrightarrow + \longleftarrow = \dots\dots$$

نیروی خالص =



(ب)

(پ) هر دو دانش‌آموز با نیروی  $6^\circ\text{N}$  جسم را به طرف راست هل می‌دهند.

$$\longrightarrow + \longrightarrow = \dots\dots$$

نیروی خالص =

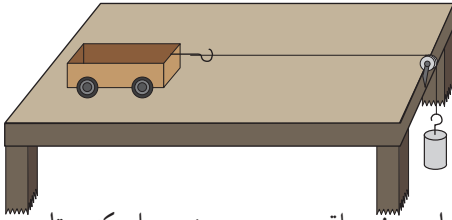
از این فعالیت چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

### نیروی خالص عامل شتاب است

همان‌طور که دیدید، اگر نیروهای وارد بر جسم در توازن باشند؛ یعنی نیروی خالص صفر باشد، سرعت جسم تغییر نمی‌کند؛ مثلاً وقتی شما و دوستان از دو طرف با نیروی هم‌اندازه و در خلاف جهت هم، یک چرخ دستی را هل می‌دهید، چرخ دستی حرکت نمی‌کند؛ اما سرعت چرخ دستی یا هر جسم دیگری وقتی تغییر می‌کند که نیروهای وارد بر آن در توازن نباشند. به عبارت دیگر نیروی خالصی بر جسم وارد شود. پس نتیجه می‌گیریم که نیروی خالص وارد بر یک جسم سبب تغییر سرعت آن می‌شود؛ یعنی **نیرو** سبب ایجاد **شتاب** می‌شود. مثلاً وقتی شما به تنهایی یک چرخ دستی ساکن را هل می‌دهید، چرخ دستی شروع به حرکت می‌کند و سرعت آن افزایش می‌یابد؛ یعنی نیرو سبب تغییر سرعت یا به عبارت دیگر سبب ایجاد شتاب در جسم می‌شود.

### خود را بیازمایید

الف) اگر بخواهیم جسمی را به حرکت درآوریم یا سرعت آن را تغییر دهیم، چه باید کنیم؟  
ب) اگر خودروی که در حرکت است بخواهد متوقف شود، باید در کدام جهت به آن نیرو وارد شود؟



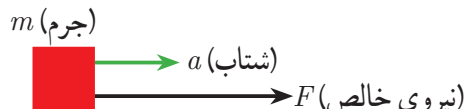
**هدف:** بررسی رابطه بین شتاب و نیرو  
**وسایل و مواد لازم:** میز، چهارچرخه،  
 قرقره، نخ، وزنه‌های مختلف، قلاب  
**روش اجرا:**

- ۱- مطابق شکل وزنه کوچک را با نخ به چهارچرخه واقع بر روی میز وصل کنید تا جسم (چهارچرخه) شروع به حرکت کند و شتاب بگیرد.
- ۲- جرم وزنه آویزان را ۲، ۳، ۴ برابر کنید و هر بار به زمان حرکت جسم توجه کنید. در کدام حالت جسم سریع‌تر طول میز را طی می‌کند؟ شتاب جسم در کدام حالت بیشتر است؟ از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
- ۳- دو وزنه که جرم هر یک از آنها در حدود جرم چهارچرخه باشد را روی چهارچرخه بگذارید و جرم وزنه آویزان را طوری انتخاب کنید که چهارچرخه به آرامی حرکت کند. حال بدون تغییر جرم وزنه آویخته، یکی از وزنه‌های روی چهارچرخه را بردارید و به حرکت چهارچرخه توجه کنید و سپس وزنه بعدی را بردارید. با کاهش جرم چهارچرخه، چه تغییری در شتاب حرکت آن دیده می‌شود؟ از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

با انجام دقیق آزمایش‌هایی مشابه آزمایش بالا، درمی‌یابیم که شتاب جسم متناسب با نیروی وارد بر جسم است. اگر جرم جسم (چهارچرخه) ثابت باشد؛ اما نیرویی که جسم را می‌کشد افزایش یابد، در اثر افزایش این نیرو، شتاب جسم نیز به همان نسبت افزایش پیدا می‌کند و اگر، نیرویی که جسم (مثلاً چهارچرخه) را می‌کشد، ثابت باشد؛ اما جرم جسم افزایش یابد. در این حالت شتاب جسم کاهش پیدا می‌کند. یعنی شتاب با جرم جسم نسبت وارون دارد.

بنابراین هرگاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود، جسم تحت تأثیر آن نیرو شتاب می‌گیرد که این شتاب نسبت مستقیم با نیروی خالص وارد بر جسم دارد و در همان جهت نیروی خالص است و با جرم جسم نسبت وارون دارد.

$$\text{شتاب جسم} = \frac{\text{نیروی خالص}}{\text{جرم جسم}}$$



شکل ۷- نیرو سبب شتاب گرفتن جسم در همان جهت نیرو می‌شود.

اگر اندازه نیروی خالص وارد بر جسم را با  $F$ ، جرم جسم را با  $m$  و اندازه شتاب را با  $a$  نشان دهیم، از رابطه بالا نتیجه می‌شود:

$$a = \frac{F}{m} \quad (1)$$

اندازه نیروی خالص  $\rightarrow$   $\leftarrow$  اندازه شتاب  
 جرم  $\rightarrow$   $\leftarrow$

در این رابطه، یکای نیرو نیوتون (N)، یکای جرم کیلوگرم (kg) و یکای شتاب متر بر مربع ثانیه ( $m/s^2$ ) است. این رابطه را اولین بار ایزاک نیوتون دانشمند انگلیسی با اطلاع از نظرهای دانشمندان قبل از خود استنتاج کرد. لذا این رابطه معروف به قانون دوم نیوتون است.

### آیا می دانید

یکای متر بر مربع ثانیه برابر با یکای نیوتون بر کیلوگرم است ( $1 \frac{N}{kg} = 1 \frac{m}{s^2}$ ).

**مثال:** در هر یک از شکل های زیر اندازه شتابی را که گاری در اثر هل دادن شخص پیدا می کند، به دست آورید.

$$\text{اندازه شتاب} = \frac{\text{اندازه نیرو}}{\text{جرم}} = \frac{40 \text{ N}}{20 \text{ kg}} = 2 \text{ m/s}^2 \quad (\text{الف})$$

$$\text{اندازه شتاب} = \frac{\text{اندازه نیرو}}{\text{جرم}} = \frac{60 \text{ N}}{20 \text{ kg}} = 3 \text{ m/s}^2 \quad (\text{ب})$$

$$\text{اندازه شتاب} = \frac{\text{اندازه نیرو}}{\text{جرم}} = \frac{40 \text{ N}}{40 \text{ kg}} = 1 \text{ m/s}^2 \quad (\text{پ})$$

از این مثال چه نتیجه ای می گیرید؟

### گفت و گو کنید



خودروهای مسابقه به گونه ای طراحی می شوند که دارای موتورهای قوی باشند تا بتوانند نیروی زیادی را بین جاده و خودرو ایجاد کنند. همچنین آنها تا آنجا که ممکن است سبک طراحی می شوند. این نوع طراحی؛ یعنی نیروی زیاد موتور و جرم کم اتومبیل، روی شتاب آنها چه تأثیری می گذارد؟





**مثال:** شکل روبه‌رو یک ماشین اسباب بازی ۲ کیلوگرمی را نشان می‌دهد که تحت تأثیر نیروی پیش‌ران (که توسط موتورش تأمین می‌شود) با شتاب  $0.5 \text{ m/s}^2$  حرکت می‌کند. نیروی خالص وارد بر ماشین اسباب بازی چقدر و به کدام طرف است؟

**پاسخ:** از قانون دوم نیوتون می‌دانیم که جهت شتاب در جهت نیروی خالص وارد بر جسم است. بنابراین نیروی وارد بر جسم در جهت پیکان نشان داده شده است.

$$F = ma \Rightarrow \text{اندازه شتاب} \times \text{جرم} = \text{اندازه نیرو} \Rightarrow \text{اندازه شتاب} = \frac{\text{اندازه نیرو}}{\text{جرم}}$$

$$F = 2 \text{ kg} \times 0.5 \text{ m/s}^2 = 1 \text{ N}$$

شکل ۸ - جسم تحت تأثیر نیروی گرانشی زمین (وزن) به طرف زمین شتاب می‌گیرد.



## وزن

وزن جسم برابر با نیروی گرانشی (جاذبه‌ای) است که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود. وزن جسم را با نیروسنج اندازه می‌گیرند و یکای آن نیوتون است.

وقتی جسمی را از بالای یک ساختمان رها می‌کنیم، وزن آن سبب می‌شود تا جسم به طرف زمین شتاب پیدا کند. بنابراین براساس قانون دوم نیوتون و با صرف نظر کردن از مقاومت هوا می‌توانیم بنویسیم:

$$\text{شتاب جاذبه} \times \text{جرم جسم} = \text{وزن جسم}$$

زمین

اگر جرم جسم را با  $m$ ، اندازه شتاب جاذبه را با  $g$  و اندازه وزن را با  $W$  نشان دهیم، رابطه بالا به شکل زیر در می‌آید:

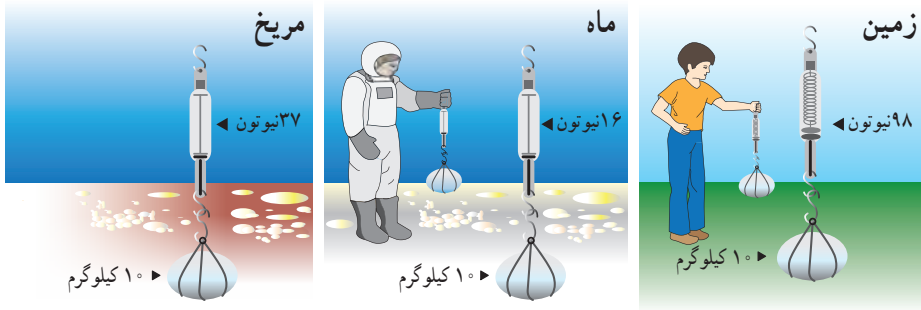
$$W = mg \quad (2)$$

شکل ۹ - به کمک نیروسنج می‌توانیم وزن اجسام را اندازه‌گیری کنیم.



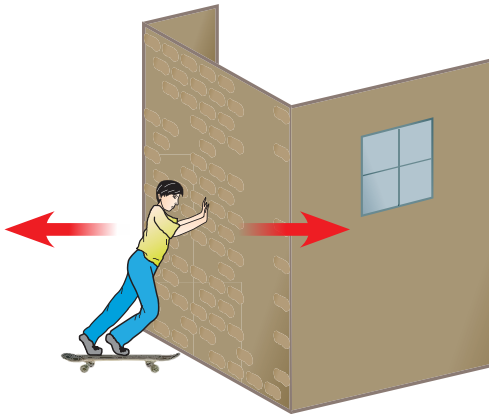
شتاب جاذبه در سطح زمین تقریباً  $9.8 \text{ m/s}^2$  است که در حل برخی از مسئله‌ها برای سادگی آن را  $10 \text{ m/s}^2$  فرض می‌کنند.

شتاب جاذبه روی زمین تقریباً  $9.8 \text{ m/s}^2$ ، روی ماه تقریباً  $1/6 \text{ m/s}^2$  و روی مریخ تقریباً  $3/7 \text{ m/s}^2$  است.



خود را بیازمایید

جرم دانش آموزی ۵۰ کیلوگرم است. اندازه وزن این دانش آموز در سطح زمین چقدر است؟



شکل ۱- شخص به دیوار نیرو وارد می کند (کنش) و دیوار نیز نیرویی هم اندازه اما در خلاف جهت به شخص وارد می کند (واکنش).

نیرو، برهم کنش دو جسم

وقتی با دست دیوار یا خودرویی را هل می دهیم، حس می کنیم دیوار یا خودرو نیز ما را هل می دهد. یعنی در برهم کنش<sup>۱</sup> بین دست و دیوار دو نیرو وجود دارد. نیرویی که ما به دیوار وارد می کنیم و نیرویی که دیوار به دست ما وارد می کند. اگر نیروی دست که دیوار را هل می دهد، **کنش<sup>۲</sup>** بنامیم، نیرویی که دیوار به دست ما وارد می کند، **واکنش<sup>۳</sup>** نامیده می شود (شکل ۱). البته می توان این نام گذاری را برعکس نیز کرد.

اگر قطب های همنام دو آهنربا را به هم نزدیک کنیم، آهنربای اولی آهنربای دومی را دفع می کند (کنش) و آهنربای دومی نیز آهنربای اولی را دفع می کند (واکنش). همچنین وقتی دو جسم باردار الکتریکی مثبت و منفی را به هم نزدیک می کنیم بار مثبت، بار منفی را جذب می کند (کنش) و بار منفی نیز بار مثبت را جذب می کند (واکنش).

نیروهای کنش و واکنش همیشه همراه هم (هم زمان) ظاهر می شوند و هیچ یک بدون دیگری نمی تواند وجود داشته باشد. ایزاک نیوتون رابطه بین نیروهای کنش و واکنش را به صورت زیر بیان کرده است:

۱- Interaction

۲- Action

۳- Reaction



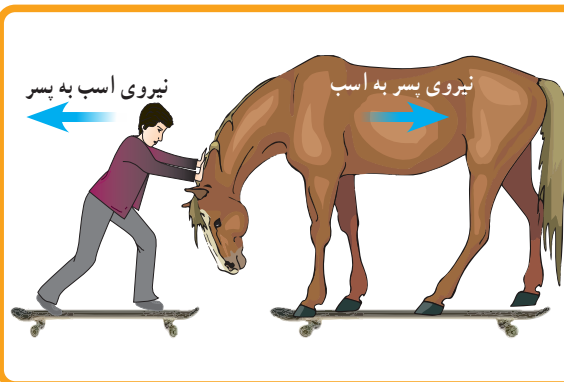
«هر گاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم اندازه ولی در خلاف جهت وارد می‌کند».

بیان بالا معروف به قانون سوم نیوتون است. در شکل ۱۱ تصویر چند حالت مختلف آورده شده است که می‌توان روی آنها نیروهای کنش و واکنش را مشخص کرد. توجه داریم که نیروی کنش و واکنش همواره هم‌اندازه و در خلاف جهت یکدیگرند و بر دو جسم وارد می‌شوند.



شکل ۱۱- شکل‌های مختلفی که می‌توان در آنها کنش و واکنش را مشخص کرد.

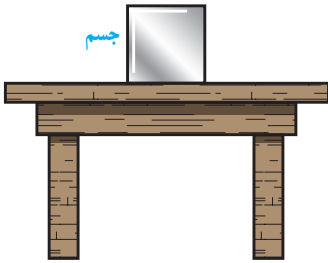
### گفت و گو کنید



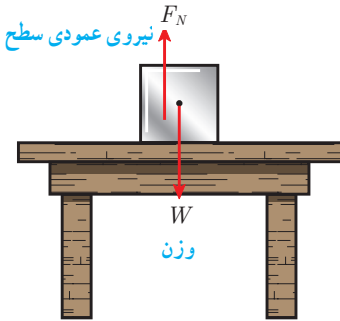
فرض کنید پسر و اسب شکل روبه‌رو، روی اسکیت‌ها ساکن‌اند. پسر و اسب یکدیگر را هل می‌دهند و در نتیجه هر دو آنها شتاب پیدا می‌کنند و به حرکت در می‌آیند اما شتاب آنها در خلاف جهت یکدیگر است. کدام یک از آنها دارای شتاب بیشتری می‌شود؟ توضیح دهید.

## نیروی عمودی سطح

شکل ۱۲ جسمی را نشان می‌دهد که روی سطح افقی میزی ساکن است و حرکت نمی‌کند. بر این جسم چه نیروهایی وارد می‌شود؟ نیروی وزن وارد بر جسم توسط چه نیروی دیگری خنثی می‌شود؟



شکل ۱۲- جسم روی سطح میز ساکن است.



شکل ۱۳- بر جسم دو نیروی وزن و عمودی سطح وارد می‌شود.

همان‌طور که دیدیم نیروهای وارد بر جسم ساکن، متوازن‌اند. بنابراین باید به جز وزن جسم که آن را به طرف پایین می‌کشد، نیروی دیگری از طرف سطح میز بر جسم رو به بالا وارد شده باشد تا اثر وزن را خنثی کند. به این نیرو، نیروی عمودی سطح<sup>۱</sup> یا نیروی عمودی تکیه‌گاه می‌گویند و آن را با  $F_N$  نشان می‌دهند (شکل ۱۳). نیروی عمودی سطح باید هم‌اندازه با نیروی وزن باشد تا برآیند دو نیرو صفر شود.

هرچه جسم سنگین‌تر باشد، نیروی عمودی تکیه‌گاه نیز بزرگ‌تر خواهد بود.

## خود را بیازمایید

اگر در شکل ۱۳ جرم جسم  $10\text{ kg}$  باشد، وزن جسم و اندازه نیروی عمودی سطح چند نیوتون است؟

## اصطکاک

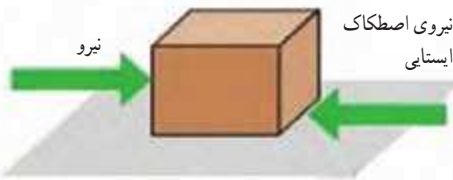
در زندگی روزمره پیوسته با نیروی اصطکاک سروکار داریم. ما آثار نیروی اصطکاک را در حرکت خودرو، راه‌رفتن، بازی کردن، هل دادن یک جسم و... مشاهده می‌کنیم. وقتی جسمی را که روی زمین قرار دارد، می‌کشیم یا هل می‌دهیم، سطح زمین نیرویی در خلاف جهت نیروی ما به جسم وارد می‌کند. همچنین وقتی جسم روی زمین در حال حرکت است، نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم از طرف سطح زمین بر جسم وارد می‌شود. به این نیروها **نیروی اصطکاک<sup>۲</sup>**



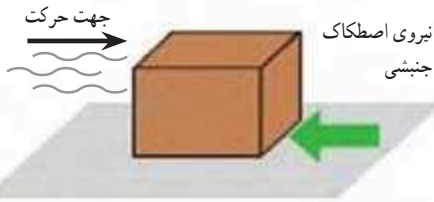
شکل ۱۴- شخص بسته را هل می‌دهد اما بسته حرکت نمی‌کند.

۱- Normal Force

۲- Friction Force



الف) به جسم نیرویی به سمت راست وارد می‌شود؛ اما جسم همچنان ساکن است



ب) جسم در حال حرکت به سمت راست است و نیرویی در جهت حرکت بر آن وارد نمی‌شود.

شکل ۱۵- شکل‌های مختلفی از نیروی اصطکاک

می‌گویند. فرض کنید می‌خواهیم جسم سنگینی را که روی سطح افقی قرار دارد، هل دهیم و جابه‌جا کنیم. اگر آن را با نیروی کمی هل دهیم، جسم به حرکت در نمی‌آید. در این حالت نیروی اصطکاک‌ای که سطح افقی در خلاف جهت نیروی ما به جسم وارد می‌کند، مانع حرکت جسم می‌شود. این نیرو را **نیروی اصطکاک ایستایی** می‌نامیم (شکل ۱۵- الف). حال جسمی را در نظر بگیرید که در اثر هل دادن یا کشیدن روی سطح افقی شروع به حرکت کند. اگر از هل دادن یا کشیدن جسم دست برداریم، سرعت جسم کاهش می‌یابد و پس از مدتی می‌ایستد. با توجه به اینکه نیرو سبب تغییر سرعت جسم می‌شود، پس باید نیرویی در خلاف جهت حرکت بر جسم وارد شده باشد و سبب توقف جسم شود. این نیرو را **نیروی اصطکاک جنبشی** می‌نامیم (شکل ۱۵- ب).

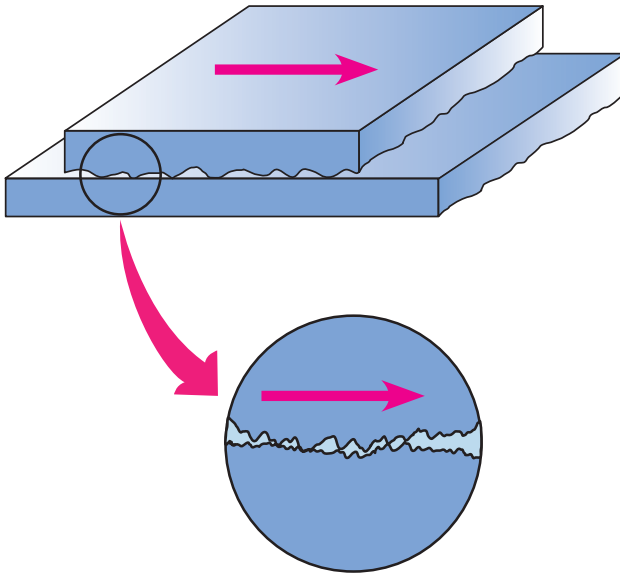
البته نیروی اصطکاک جنبشی در لحظاتی که جسم را می‌کشیدیم یا هل می‌دادیم و جسم حرکت کرده بود نیز بر جسم وارد می‌شد.

نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح‌های در تماس با هم دو جسم بستگی دارد؛ مثلاً صخره‌نوردان از کفش‌های بازیره‌های خاصی برای صخره‌نوردی استفاده می‌کنند تا نیروی اصطکاک بین کفش و سطح صخره زیاد شود، اما اسکی‌بازان تلاش می‌کنند از چوب‌های اسکی صیقلی شده استفاده کنند تا نیروی اصطکاک بین چوب‌ها و برف کم شود.



شکل ۱۶- در صخره‌نوردی نباید کفش‌ها لیز باشند، اما در اسکی باید کف چوب‌های اسکی بسیار لیز باشد.

نیروی اصطکاک بین دو جسم به علت ناهمواری‌هایی است که در سطح تماس بین دو جسم وجود دارد. این ناهمواری‌ها معمولاً به صورت میکروسکوپی است و با چشم غیرمسلح قابل رؤیت نیست. هرچه دو جسم بیشتر روی هم فشرده شوند، این ناهمواری‌ها بیشتر در یکدیگر فرو می‌روند و بیشتر مانع حرکت می‌شوند و نیروی اصطکاک افزایش می‌یابد.



شکل ۱۷- ناهمواری‌های میکروسکوپی روی سطح اجسام با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شود.

## فعالیت

آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید :

(الف) نیروی اصطکاک وارد بر جسمی مانند یک قطعه چوب مکعبی در حال لغزش روی یک سطح افقی را اندازه بگیرید.

(ب) نشان دهید که هرچه جسم سنگین‌تر شود (مثلاً با قرار دادن اجسام دیگر روی مکعب) نیروی اصطکاک جنبشی نیز افزایش می‌یابد.

## جمع‌آوری اطلاعات

با مراجعه به منابع معتبر، تحقیق کنید :

(الف) در چه مواردی باید نیروی اصطکاک را کم کرد و این عمل چگونه انجام می‌شود؟  
 (ب) در چه مواردی باید نیروی اصطکاک را افزایش داد و این عمل چگونه انجام می‌شود؟



# زمین‌ساخت ورقه‌ای



## فصل ۶



در هنگام عبور از نواحی کوهستانی البرز و زاگرس با پدیده‌های زمین‌شناسی مختلفی مانند چین‌خوردگی‌های کوچک و بزرگ، شکستگی‌ها و... مواجه می‌شوید. شاید چنین پرسش‌هایی در ذهنتان ایجاد شود که این رشته‌کوه‌ها چگونه به وجود آمده‌اند؟ قبل از تشکیل آنها سرزمین ایران چه شکلی بوده است؟ علت پیدایش چین‌خوردگی‌ها و شکستگی‌ها چیست؟ با مطالعه این فصل، پاسخ این پرسش‌ها را به دست می‌آورید.



## قاره‌های متحرک

در علوم ششم خواندید که ورقه‌های سنگ کره بر روی سست کره که حالت خمیری و نیمه مذاب دارد، حرکت می‌کنند.

### فعالیت

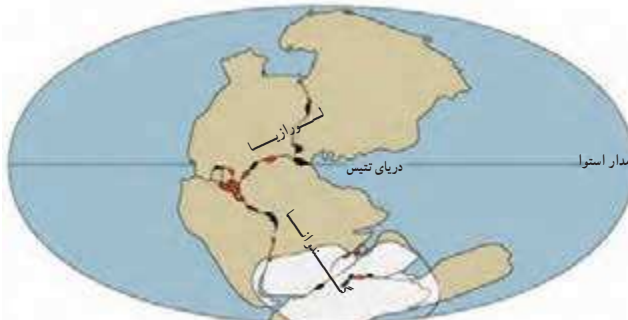
- ۱- نقشه قاره‌های جهان را بر روی یونولیت یا مقوا رسم کنید.
- ۲- شکل هندسی قاره‌ها را برش بزنید.
- ۳- قاره‌ها را مانند جورچین در کنار هم قرار دهید و به سؤالات زیر پاسخ دهید.  
الف) آیا خشکی بزرگ اولیه را ایجاد کرده‌اید؟  
ب) حاشیه کدام قاره‌ها بهتر بر هم منطبق می‌شوند؟  
پ) چرا حاشیه برخی قاره‌ها به خوبی بر هم منطبق نمی‌شوند؟

بر اساس مطالعات انجام شده، زمین‌شناسان معتقدند که حدود ۲۰۰ میلیون سال پیش در سطح کره زمین یک خشکی واحد و بزرگی وجود داشته است که اطراف آن را یک اقیانوس بزرگ فراگرفته بوده است (شکل ۱).



شکل ۱- تصویر خشکی پانگه آ و اقیانوس پانتالاسا

میلیون‌ها سال بعد، این خشکی بزرگ به دو خشکی کوچک تر تقسیم شد که بین آنها را دریای تتیس پرکرده بود (شکل ۲).



شکل ۲- موقعیت خشکی‌های لورازیا و گندوانا و دریای تتیس

## خود را بیازمایید

هریک از قاره‌های لورازیا و گندوانا شامل کدام سرزمین‌های امروزی بوده‌اند؟

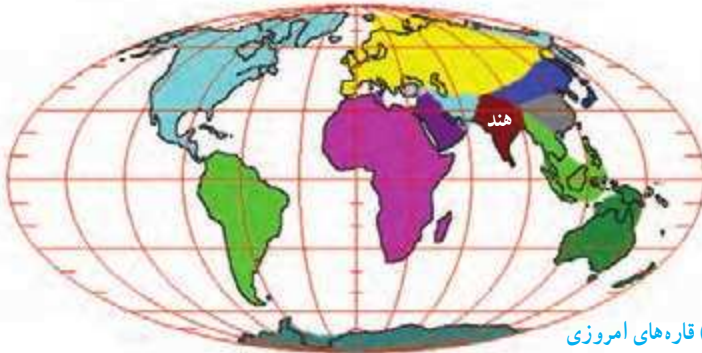
با گذشت زمان، هر کدام از دو خشکی مذکور، خود نیز به قطعات کوچک‌تر تبدیل شده و پس از جابه‌جایی، قاره‌های امروزی را به وجود آورده‌اند (شکل ۳ - الف، ب و پ).



الف) ۸۰ میلیون سال قبل



ب) ۵۰ میلیون سال قبل



پ) قاره‌های امروزی

شکل ۳ - موقعیت قاره‌ها از ۸۰ میلیون سال قبل تاکنون

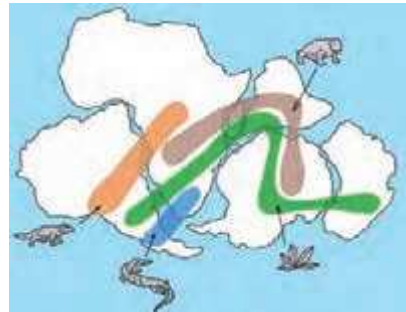
اولین بار بیش از یک قرن پیش، دانشمندی آلمانی به نام آلفرد وگنر با مطالعه و مشاهده پدیده‌های سطح زمین، بی‌برد که قاره‌ها نسبت به هم جابه‌جا شده‌اند. در آن زمان برخی افراد، یافته‌های وگنر را پذیرفتند و به فکر اثبات آن بودند و در مقابل، گروهی از افراد هم درصدد رد ادعای او بودند. آنها علت حرکت ورقه‌ها را از وگنر می‌پرسیدند. از آنجا که هنوز نظریه زمین‌ساخت ورقه‌ای مطرح نشده بود و علت حرکت ورقه‌ها معلوم نبود، وگنر در پاسخ به این سؤال، جزر و مد یا چرخش زمین را مطرح می‌کرد که قابل قبول واقع نمی‌شد. بالاخره در سال ۱۹۳۰ میلادی، وگنر فوت کرد و ۳۸ سال بعد؛ یعنی در سال ۱۹۶۸ میلادی نظریه زمین‌ساخت ورقه‌ای اثبات شد و یافته‌های وگنر مورد پذیرش زمین‌شناسان جهان واقع شد.



موافقان وگنر با استفاده از شواهدی اثبات کردند که قاره‌ها در گذشته به هم متصل بوده و سپس نسبت به هم جابه‌جا شده‌اند (شکل ۴).



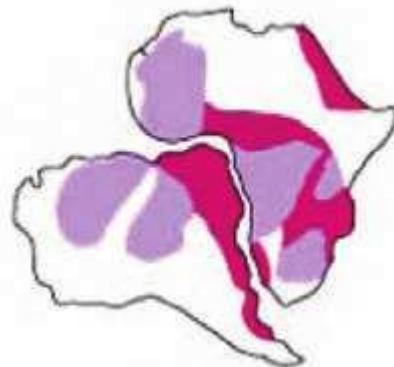
ب) انطباق حاشیه شرقی قاره آمریکای جنوبی با حاشیه غربی آفریقا



الف) تشابه فسیل جانداران در قاره‌های مختلف



ت) وجود آثار یخچال‌های قدیمی در قاره‌های مختلف



پ) تشابه سنگ شناسی در قاره‌های آفریقا و آمریکای جنوبی

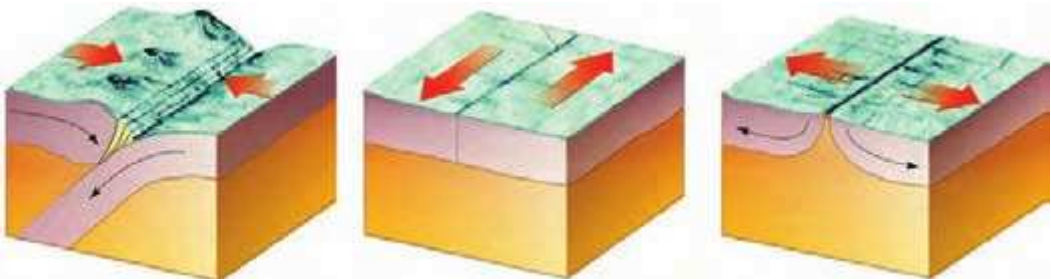
شکل ۴- شواهد جابه‌جایی قاره‌ها

## زمین ساخت ورقه‌ای

همان‌طور که می‌دانید، سست کره بخشی از گوشته است که حالت خمیری و نیمه‌مذاب دارد و سنگ کره بر روی آن واقع شده است. براساس **نظریه زمین ساخت ورقه‌ای** سنگ کره از تعدادی ورقه کوچک و بزرگ مجزا از هم تشکیل شده است (شکل ۵). این ورقه‌ها نسبت به هم حرکت دارند. گاهی به هم نزدیک می‌شوند، در جاهایی از هم دور می‌شوند و در بعضی جاها کنار هم می‌لغزند (شکل ۶). آیا می‌دانید بزرگ‌ترین ورقه سنگ کره چه نام دارد؟



شکل ۵- ورقه‌های سنگ کره

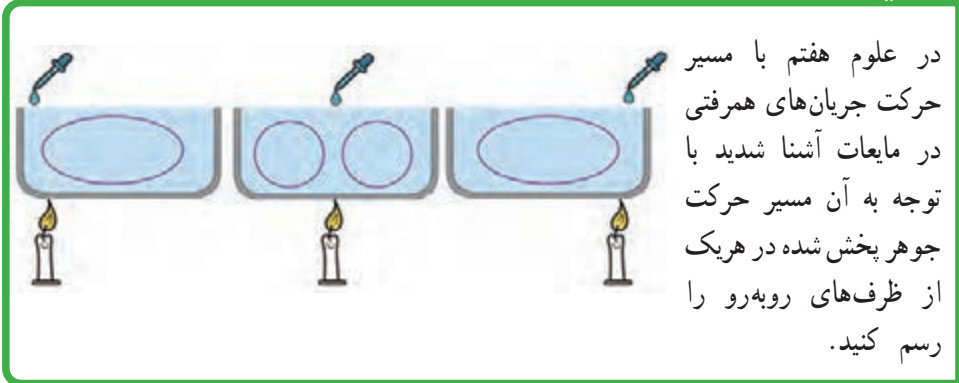


(ب) نزدیک‌شونده

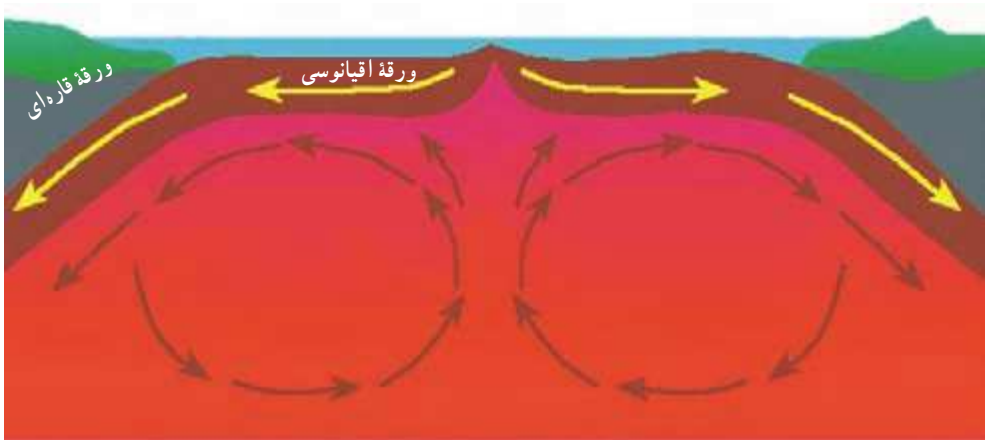
(ب) امتداد لغز

(الف) دورشونده

شکل ۶- انواع حرکت ورقه‌های سنگ کره



دانشمندان علت حرکت ورقه‌های سنگ کره را جریان‌های همرفتی سست کره می‌دانند. پدیده همرفتی داخل سست کره همانند جریان همرفتی داخل ظرف وسط است. سست کره به دلیل شرایط دما و فشار معین، حالت خمیری دارد. در قسمت پایین آن، دما زیادتر است؛ بنابراین چگالی مواد نسبت به قسمت‌های بالایی کمتر است. به دلیل اختلاف دما و چگالی بین قسمت‌های بالا و پایین سست کره، پدیده همرفت ایجاد می‌شود. در اثر این پدیده، مواد خمیری به سمت بالا حرکت می‌کنند و از محل شکاف بین ورقه‌ها به سطح زمین می‌رسند و سبب جابه‌جایی و حرکت ورقه‌ها می‌شوند (شکل ۷).



شکل ۷- جریان‌های همرفتی گوشته (سست کره) عامل حرکت ورقه‌های سنگ کره

اگر ورقه سنگ کره در زیر اقیانوس قرار گرفته باشد، آن را ورقه اقیانوسی و اگر در محل قاره‌ها باشد، آن را ورقه قاره‌ای نامند. ورقه اقیانوسی چگالی بیشتری نسبت به ورقه قاره‌ای دارد به همین دلیل در هنگام برخورد آنها با یکدیگر، ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره‌ای فرو رانده می‌شود.



## فرضیه گسترش بستر اقیانوس‌ها

اولین بار در سال ۱۹۶۲ میلادی هری هس فرضیه گسترش بستر اقیانوس‌ها را مطرح کرد. بر اساس این فرضیه، مواد مذابی که از سست‌کره نشأت گرفته‌اند، در قسمت وسط اقیانوس‌ها به بستر اقیانوس صعود می‌کنند و پس از انجماد، ورقه اقیانوسی جدید را به وجود می‌آورند. به جبران این افزوده شدن، ورقه مذکور با سرعت متوسط حدود ۵ سانتی‌متر در سال، از وسط اقیانوس به سمت ساحل حرکت می‌کند و پس از رسیدن به ساحل، با ورقه قاره‌ای برخورد می‌کند. در ادامه این حرکت، ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره‌ای فرو می‌رود (شکل ۸).



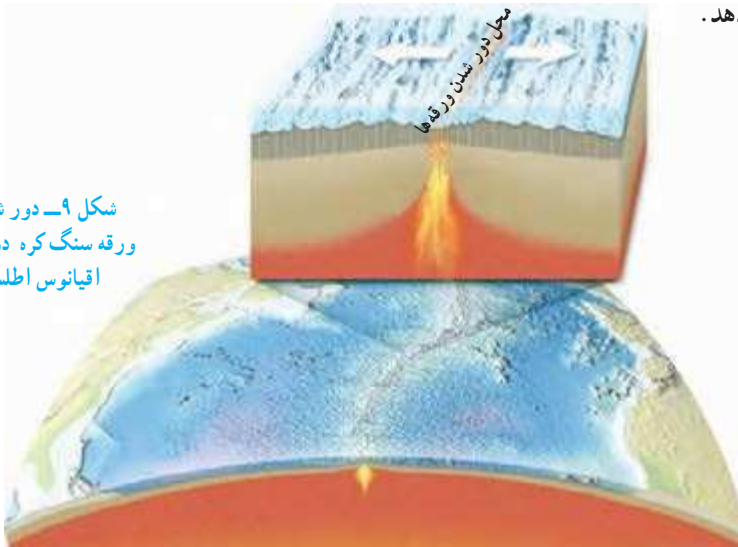
شکل ۸ - فرضیه گسترش بستر اقیانوس

## فعالیت

آیا می‌دانید ناخن‌های شما در سال چند سانتی‌متر رشد می‌کنند؟ چگونه می‌توانید مقدار آن را محاسبه کنید؟ پس از محاسبه سرعت رشد ناخنتان، این عدد را با سرعت متوسط حرکت ورقه‌های سنگ کره مقایسه کنید.

## حرکت ورقه‌های سنگ کره

در برخی نواحی ورقه‌های سنگ کره از هم دور می‌شوند. در محل دور شدن آنها، مواد مذاب گوشته بالا می‌آیند و ورقه جدیدی ساخته می‌شود (شکل ۹). در این نواحی آتشفشان‌ها و زمین‌لرزه‌های متعددی رخ می‌دهد.



شکل ۹ - دور شدن ورقه سنگ کره در بستر اقیانوس اطلس

در برخی نواحی کره زمین، ورقه‌های سنگ کره طی میلیون‌ها سال به سمت یکدیگر حرکت و در نهایت با هم برخورد کرده‌اند. برخورد آنها سبب بروز پدیده‌هایی مانند رشته کوه، چین خوردگی، گسل و حوادثی مانند زمین‌لرزه و فوران آتشفشان می‌شود. کمربند لرزه‌خیز اطراف اقیانوس آرام یکی از مهم‌ترین نواحی لرزه‌خیز جهان است که علت آن برخورد ورقه اقیانوسی آرام با ورقه‌های قاره‌ای اطراف آن است. در اثر این برخورد ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره‌ای فرو رانده می‌شود. در اثر فرورانش، ورقه‌ها می‌شکنند و انرژی آزاد می‌شود، انرژی آزاد شده به صورت امواج لرزه‌ای، باعث رخ دادن زمین‌لرزه‌های بزرگی می‌شود (شکل ۱۰-الف). افزون بر آن بر اثر فرورانش ورقه فرورونده و اصطکاک ایجاد شده، دما افزایش یافته، سنگ‌ها ذوب می‌شوند و آتشفشان‌هایی را به وجود می‌آورند (شکل ۱۰-ب).

### خود را بیازمایید

با توجه به شکل ۵، ورقه اقیانوس آرام در قسمت شمال شرق به زیر کدام ورقه قاره‌ای فرو رانده می‌شود؟



ب) پراکندگی آتشفشان‌های جهان

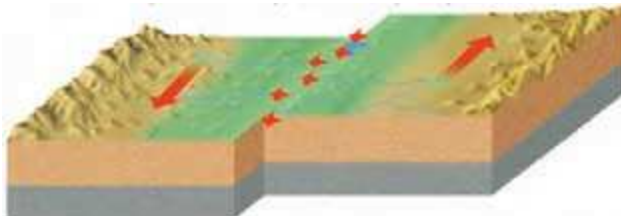


شکل ۱۰-الف) پراکندگی زمین لرزه‌های جهان

### فکر کنید

با توجه به شکل ۱۰ زمین لرزه‌ها و آتشفشان‌ها بیشتر بر چه مناطقی منطبق است؟

در برخی نواحی کره زمین، حرکت ورقه‌ها به گونه‌ای است که آنها نه از هم دور می‌شوند و نه به هم نزدیک، بلکه ورقه‌های سنگ‌کره در کنار هم می‌لغزند (شکل ۱۱). این نوع حرکت بیشتر در بستر اقیانوس‌ها رخ می‌دهد و باعث ایجاد زمین‌لرزه‌های زیادی می‌شود.



شکل ۱۱- حرکت امتداد لغز و ایجاد زمین لرزه‌های متعدد



## پیامدهای حرکت ورقه‌های سنگ کره

یکی از پیامدهای حرکت ورقه‌های سنگ کره، ایجاد چین خوردگی و تشکیل رشته کوه است. همان‌طور که در علوم هشتم آموختید، لایه‌های رسوبی در دریاها به صورت افقی ته‌نشین می‌شوند. پس از اینکه ضخامت رسوبات زیاد شد، در اثر حرکت و برخورد ورقه‌های سنگ کره، رسوبات از حالت افقی خارج می‌شوند و به حالت چین خورده در می‌آیند و رشته کوه‌ها را به وجود می‌آورند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- ایجاد چین خوردگی و تشکیل رشته کوه زاگرس (جوانرود در استان کرمانشاه)

در اثر حرکت ورقه‌های سنگ کره، پدیده‌های زمین‌شناسی مانند زمین لرزه و آتشفشان نیز ایجاد می‌شود. این پیامدها در کشور ما نیز دیده می‌شود. به این ترتیب که، هم‌اکنون از وسط دریای سرخ، مواد مذاب سست کره به بستر این دریا بالا می‌آیند و پوسته جدید را می‌سازند و این پوسته به دو طرف حرکت می‌کند (شکل ۱۳). بنابراین ورقه عربستان از چند میلیون سال قبل حرکت خود را به سمت ورقه ایران آغاز نموده و هم‌اکنون نیز ادامه دارد. در اثر برخورد ورقه عربستان با ورقه ایران، رشته کوه زاگرس به وجود آمده است و ادامه این حرکت، باعث ایجاد زمین لرزه‌هایی با بزرگی معمولاً کمتر از ۵ ریشتر در نواحی غرب و جنوب غرب ایران می‌شود. مسلماً داشتن اطلاعات دقیق و رعایت نکات ایمنی در ساخت و ساز شهرها و روستاهای کشور، آسیب‌پذیری ما را به حداقل می‌رساند.



شکل ۱۳- گسترش بستر دریای سرخ و حرکت ورقه عربستان به سمت ایران

هنگامی که در بستر اقیانوس‌ها، زمین‌لرزه یا آتشفشان رخ می‌دهد، ممکن است **سونامی** ایجاد گردد. این امواج اقیانوسی، انرژی بسیار زیادی دارند و هنگام رسیدن به سواحل، خسارت‌های زیادی بر جای می‌گذارند. هرچه عمق آب اقیانوس بیشتر باشد، سرعت و انرژی سونامی نیز بیشتر خواهد بود و خسارت‌های زیادتری را به بار خواهد آورد.

### جمع‌آوری اطلاعات

درباره عمق آب در اقیانوس هند و خلیج فارس اطلاعات جمع‌آوری و با هم مقایسه کنید.  
انرژی سونامی را در سواحل اقیانوس هند و سواحل خلیج فارس با هم مقایسه کنید.

برخی مواقع، حرکت ورقه‌های سنگ‌کره باعث شکستن سنگ‌های پوسته زمین می‌شود. شکستگی‌های پوسته زمین به دو دسته درزه و گسل، تقسیم‌بندی می‌شوند. اگر سنگ‌های دو طرف شکستگی، نسبت به هم جابه‌جا شده باشند، **گسل** را به وجود می‌آورند (شکل ۱۴) و اگر سنگ‌های دو طرف شکستگی، جابه‌جا نشده باشند، **درزه** به وجود می‌آید (شکل ۱۵).



شکل ۱۴- گسل



شکل ۱۵- مقایسه درزه و گسل (آذربایجان شرقی)

# آتاری از گذشته زمین



## فصل ۷

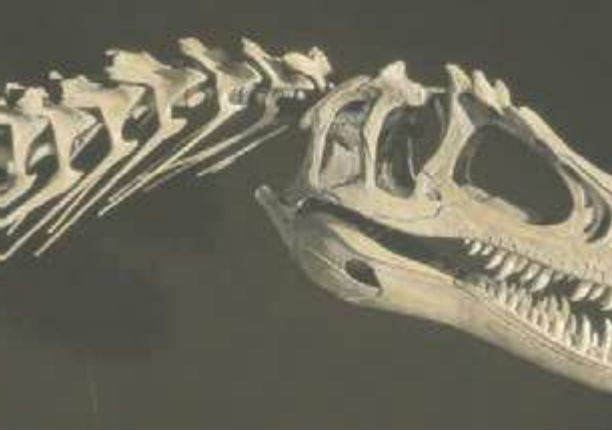


در هنگام مسافرت و یا رفتن به طبیعت و کوهنوردی، با کمی دقت در محیط اطراف خود ممکن است با این پرسش‌ها مواجه شوید که آیا سطح زمین، از ابتدا به همین شکل بوده است یا اینکه در طول زمان دچار تغییرات شده؟ گذشت زمان چگونه باعث ایجاد تغییرات در زمین شده است؟ چگونه می‌توان از تغییرهای گذشته زمین مطلع شد؟ برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها، در این فصل به چگونگی تغییرات زمین در گذر زمان می‌پردازیم.



## فسیل

در علوم پنجم به اختصار با فسیل‌ها آشنا شدید و آموختید که جانداران در طول زمان دچار تغییرات شده‌اند و بعضی از آنها مانند دایناسورها از بین رفته‌اند و نسل آنها منقرض شده است (شکل ۱).



شکل ۱ - فسیل دایناسور

### جمع‌آوری اطلاعات

درباره علل انقراض دایناسورها، شرایط محیط زیست و زمان حیات آنها اطلاعات جمع‌آوری کنید و نتیجه را به صورت روزنامه‌دیواری، ارائه نمایید.

از میلیون‌ها سال قبل، بخش‌های وسیعی از سطح زمین را آب پوشانده است و جانداران آبرزی فراوانی در آن زندگی می‌کنند. فرسایش سطح خشکی‌ها و انتقال ذرات فرسایش یافته به داخل دریاها و ته‌نشین شدن آنها به صورت لایه لایه، باعث تشکیل رسوبات می‌شود. هم‌زمان با رسوب‌گذاری این لایه‌ها، اجساد موجوداتی که در آن محیط زندگی می‌کنند، در داخل رسوبات مذکور دفن می‌شوند. با گذشت زمان رسوبات و موجودات مدفون در داخل آنها به سنگ‌های رسوبی فسیل‌دار تبدیل می‌شوند. داشتن فسیل و لایه‌لایه بودن سنگ‌های رسوبی باعث اهمیت و کاربرد آنها در مطالعه تاریخچه زمین شده است. بخش وسیعی از سطح زمین را سنگ‌های رسوبی پوشانده است.

فسیل‌ها، آثار و بقایای اجساد جانداران قدیمی هستند که در بین مواد، رسوبات و سنگ‌های رسوبی پوسته زمین وجود دارند (شکل ۲). فسیل‌شناسان از آنها به عنوان شواهدی برای تفسیر و بازسازی تاریخچه زمین استفاده می‌کنند.



شکل ۲- فسیل برخی جانداران

### خود را بیازمایید

در کدام سنگ‌های زیر، احتمال وجود فسیل وجود دارد؟ دلیل خود را بنویسید.



(ب)



(الف)

### شرایط لازم برای تشکیل فسیل

مطالعه فسیل‌ها نشان می‌دهد جاندارانی که دارای قسمت‌های سخت مانند استخوان، دندان و صدف‌هایی با پوسته آهکی و سیلیسی هستند، نسبت به جاندارانی که فاقد قسمت‌های سخت هستند، بیشتر به فسیل تبدیل شده‌اند. افزون بر این، دورماندن جسد جاندار از فاسد شدن فوری نیز در تشکیل فسیل اهمیت زیادی دارد. یعنی برای فسیل شدن جانداران، باید آنها در محلی قرار گیرند که تحت تأثیر عواملی مانند اکسیژن هوا، آب، گرما، باکتری‌ها و موجودات زنده دیگر قرار نگیرند. مسلماً شرایط فسیل شدن برای همه جاندارانی که در گذشته می‌زیسته‌اند، مهیا نبوده است. به همین دلیل اجساد تعداد کمی از آنها به فسیل تبدیل شده است و بقیه، قبل از فسیل شدن توسط عوامل تجزیه‌کننده، از بین رفته‌اند.

### فکر کنید

به نظر شما تنوع و تعداد فسیل‌ها در محیط‌های دریایی بیشتر است یا بیابان‌ها؟ چرا؟

شرایط لازم برای تشکیل فسیل در همه محیط‌ها وجود ندارد. این شرایط در محیط‌های دریایی مناسب‌تر از محیط‌های خشکی بوده، به همین دلیل بیشتر فسیل‌ها در اقیانوس‌ها و دریاها تشکیل شده‌اند؛ اما برخی فسیل‌ها در محیط‌های غیردریایی، مانند یخچال‌های طبیعی، خاکسترهای آتشفشانی (شکل ۳-الف)، صمغ گیاهان، مواد نفتی، دریاچه‌ها، مرداب‌ها، باتلاق‌ها و معادن نمک تشکیل شده‌اند (شکل ۳-ب).



ب) فسیل مرد نمکی



شکل ۳- الف) فسیل انسان‌های دفن شده در زیر خاکستر آتشفشانی

### راه‌های تشکیل فسیل

فسیل‌ها به شیوه‌های متفاوت تشکیل می‌شوند. گاهی اوقات پس از مرگ موجود زنده، قسمت‌های نرم جسد توسط عوامل تجزیه‌کننده از بین می‌روند، اما قسمت‌های سخت و مقاوم بدن، مانند فلس و استخوان (شکل ۴-الف) و صدف (شکل ۴-ب) در برابر عوامل فساد، مدت زمان بیشتری مقاومت می‌کنند و قبل از آنکه از بین بروند توسط رسوبات، پوشیده شده و به فسیل تبدیل می‌شوند.



ب) فسیل صدف



شکل ۴- الف) فسیل ماهی



در برخی موارد بدن جانداران، پس از مرگ در محیطی دور از دسترس عوامل تجزیه کننده قرار می گیرند و به طور کامل به فسیل تبدیل می شوند. در این صورت حتی قسمت های نرم بدن نیز فسیل می شوند. مانند فسیل حشره هایی که به طور کامل در داخل صمغ گیاهان حفظ شده اند (شکل ۵ - الف) و فسیل ماموت های داخل یخچال های طبیعی (شکل ۵ - ب).



ب) فسیل ماموت داخل یخچال های طبیعی



شکل ۵ - الف) فسیل عنکبوت به دام افتاده در صمغ گیاهان

اگر قسمت های سخت بدن جانداران در داخل رسوبات مدفون شوند، هنگام نفوذ آب های زیرزمینی به داخل این رسوبات، هم زمان با حل شدن بخش هایی از جسد جاندار در آب، مولکول هایی از مواد معدنی موجود در آب زیرزمینی، جایگزین آن می شود. به این ترتیب پس از مدتی جسد جاندار کامل حل می شود و جای آن را مواد معدنی موجود در آب می گیرد. یعنی بدون اینکه تغییری در شکل ظاهری قسمت های سخت جاندار داده شود، ترکیب شیمیایی مواد تشکیل دهنده آن عوض می شود. مواد معدنی جانشین شده معمولاً از ترکیبات سیلیسی و آهکی است (شکل ۶ - الف و ب).



ب) آهک شده



شکل ۶ - تنه درخت

الف) سیلیسی شده



## فکر کنید

تنهٔ درخت فسیل شده را با تنهٔ آن قبل از فسیل شدن، از نظر شکل ظاهری و ترکیب مواد سازنده مقایسه کنید.

گاهی آثار باقیمانده از فعالیت‌های زیستی جاندار مانند شواهدی از راه رفتن، خزیدن (شکل ۷)، استراحت کردن و... به فسیل تبدیل می‌شود.



شکل ۷- رد پای جانور که فسیل شده است.

## جمع آوری اطلاعات

با جست‌وجو در اینترنت تصویر نمونه‌هایی از فسیل جانداران مختلف تهیه و در کلاس ارائه کنید.

اگر فقط آثار و شکل برجستگی‌ها و اجزای سطح خارجی صدف یا اسکلت جاندار در رسوبات برجای بماند و به فسیل تبدیل شود، **قالب خارجی** تشکیل می‌شود (شکل ۸- الف). در صورتی که مواد و رسوبات نرم به داخل صدف یا استخوان بندی جاندار نفوذ کند و آثار سطح داخلی بدن جاندار در رسوبات ثبت و سپس سخت شود، **قالب داخلی** به وجود می‌آید (شکل ۸- ب).



ب- قالب داخلی



الف- قالب خارجی

شکل ۸

نمونه‌هایی از صدف جانداران را تهیه کنید و با استفاده از خمیر بازی یا هر نوع ماده دیگری قالب داخلی و خارجی آنها را بسازید و نمونه دیگری از قالب داخلی و خارجی را طراحی نمایید.

### کاربرد فسیل‌ها

در اخبار شنیده‌اید که هر وقت یک سانحه هوایی اتفاق می‌افتد، کارشناسان برای بررسی علل سانحه سراغ جعبه سیاه هواپیما می‌روند. آیا می‌دانید جعبه سیاه هواپیما چیست و چه کاربردهایی دارد؟ فسیل‌ها در بررسی حوادث زمین‌شناسی، همانند جعبه سیاه هواپیما، اطلاعاتی از گذشته در اختیار زمین‌شناسان قرار می‌دهند. البته همه فسیل‌ها برای بررسی حوادث گذشته مناسب نیستند؛ بلکه فقط برخی از فسیل‌ها که **فسیل راهنما** نامیده می‌شوند، برای این کار مناسب‌اند. فسیل‌های راهنما دارای ویژگی‌های خاصی‌اند؛ به همین دلیل فسیل‌شناسان برای آنها ارزش زیادی قائل‌اند. این فسیل‌ها در همه جا پیدا می‌شوند و تشخیص آنها آسان است. نمونه‌های موجود آن فراوان است.

سوخت‌های فسیلی با گذشت زمان طولانی از بقایای جانداران تشکیل می‌شوند. زمین‌شناسان برای شناسایی و اکتشاف ذخایر زغال سنگ، نفت و گاز از فسیل‌شناسان مختلف استفاده می‌کنند. آنها ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی و شواهد زمین‌شناسی در سطح زمین، محل‌های مستعد وجود ذخایر سوخت‌های فسیلی را تعیین می‌کنند. سپس با استفاده از امواج لرزه‌ای و دیگر روش‌های دورسنجی، احتمال وجود ذخایر را بررسی می‌کنند (شکل ۹). در صورت تأیید اولیه، جهت اطمینان از کیفیت و کمیت ذخایر مذکور با حفر چاه‌های اکتشافی (شکل ۱۰) و نمونه‌برداری از لایه‌های سنگی اعماق زمین، به مطالعه فسیل‌های ذره‌بینی (شکل ۱۱) موجود در نمونه‌های برداشت‌شده می‌پردازند. از این طریق احتمال وجود ذخایر نفت و گاز را بررسی و مطالعه می‌کنند.



شکل ۹- انجام عملیات ژئوفیزیکی جهت شناسایی اولیه ذخایر نفت و گاز

شکل ۱۰- دکل حفاری چاه‌های  
اکتشافی نفت و گاز



شکل ۱۱- فسیل موجودات ذره بینی  
تشکیل دهنده نفت و گاز



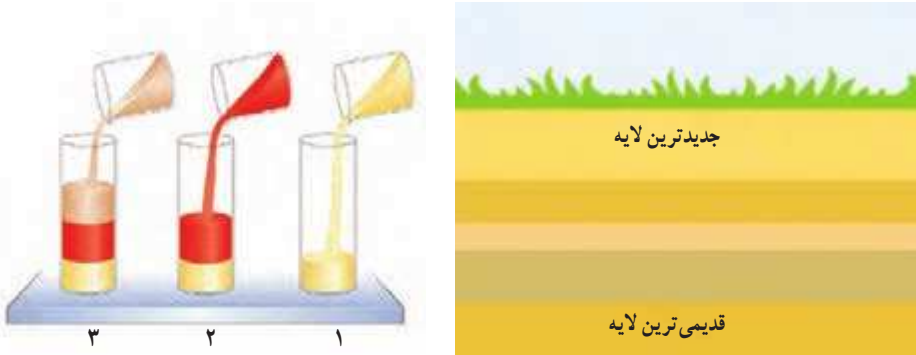
یکی دیگر از کاربرد فسیل‌ها این است که زمین‌شناسان با مطالعه فسیل‌ها، جابه‌جایی قاره‌ها را اثبات کردند. آنها با توجه به تشابه فسیل‌های موجود در سنگ‌های حاشیه غربی آفریقا و حاشیه شرقی آمریکای جنوبی اثبات کردند که در ابتدا این دو قاره به هم چسبیده بودند (شکل ۱۲)؛ اما به علت حرکت ورقه‌های سنگ کره، آن دو قاره از هم دور شده‌اند.

شکل ۱۲- تشابه فسیل‌ها در  
غرب آفریقا و شرق آمریکای  
جنوبی



فسیل‌شناسان از فسیل‌های راهنما برای تعیین سن لایه‌های تشکیل‌دهنده پوسته زمین استفاده می‌کنند. فسیل‌های راهنما دارای محدوده سنی مشخصی هستند. به عنوان مثال اگر فسیل دایناسوری مربوط به ۱۲۰ میلیون سال قبل باشد، سنگ‌های دربرگیرنده آن نیز سنی در همین حدود دارند. بنابراین با استفاده از فسیل‌های راهنما می‌توان سن آنها را تخمین زد. البته دانشمندان در تعیین سن لایه‌های سنگی به موارد زیر توجه دارند:

- ۱) در توالی لایه‌های رسوبی، هر لایه از لایه بالایی خود قدیمی‌تر و از لایه پایینی خود جدیدتر است (شکل ۱۳). البته به شرط اینکه لایه‌های رسوبی وارونه نشده باشند.
- ۲) لایه‌های رسوبی هنگام تشکیل به صورت تقریباً افقی ته‌نشین می‌شوند؛ بنابراین اگر از حالت افقی خارج شده باشند، بیانگر تغییرات در مراحل بعد از رسوب‌گذاری است.



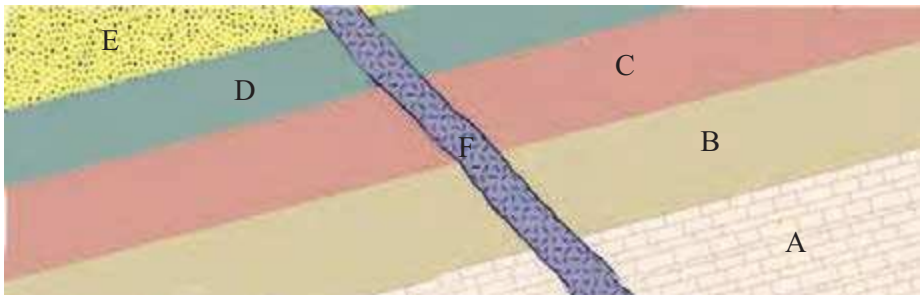
شکل ۱۳- نحوه تشکیل توالی از لایه‌های رسوبی

### فعالیت

در شکل زیر اگر در لایه B فسیل راهنمایی به سن ۲۵۰ میلیون سال و در لایه D فسیل‌هایی با سن ۲۰۰ میلیون سال وجود داشته باشد:

الف) سن تقریبی لایه‌های C و E چقدر است؟

ب) سن رگه آذرین F را با سایر لایه‌ها مقایسه کنید.



فرایندهای طبیعی که امروزه موجب تغییراتی در سطح یا درون زمین می‌گردند، در گذشته نیز به همین صورت عمل کرده‌اند؛ بنابراین با مطالعه و شناخت آنها در حال حاضر، می‌توان این سازوکار و شرایط را به گذشته تعمیم داد و شرایط گذشته زمین را بازسازی و تفسیر کرد. به عبارت دیگر «حال کلیدی برای گذشته است».

از برخی فسیل‌ها برای تعیین نوع آب‌وهوای گذشته زمین و عمق حوضه‌های دریایی استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال وجود ذخایر زغال‌سنگ در یک منطقه، بیانگر وجود جنگل و آب‌وهوای گرم و مرطوب در گذشته آن منطقه است؛ بنابراین با استفاده از فسیل برخی جانداران می‌توان شرایط آب و هوایی گذشته را مورد مطالعه قرار داد.

### فکر کنید

در علوم هشتم با سنگ‌های تبخیری آشنا شدید. به نظر شما این سنگ‌ها در چه نوع آب‌وهوایی تشکیل شده‌اند؟

معادن سنگ‌نمک و سنگ گچ موجود در استان سمنان که در گذشته تشکیل شده‌اند، بیانگر چه نوع آب‌وهوایی‌اند؟

چگونه به این نتیجه رسیدید؟

### گفت و گو کنید



امروزه مرجان‌ها در چه نوع محیطی از نظر عمق دریا و دمای آب زندگی می‌کنند؟

به‌نظر شما وجود فسیل مرجان در لایه‌های رسوبی کوهستان، بیانگر چه محیطی در گذشته است؟

درباره این موضوع با یکدیگر گفت و گو کنید.

دانشمندان با استفاده از فسیل‌ها نظم حاکم بر خلقت را کشف کردند. آنها دریافتند خداوند در آفرینش جهان، ابتدا جانداران اولیه را با ساختمان بدنی ساده و در ادامه موجودات بعدی را با ساختمان بدنی پیچیده‌تر آفریده است.



# فشار و آتار آن



## فصل ۸



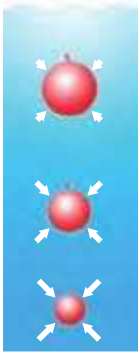
آب جمع شده در پشت سد، فشار زیادی به آن وارد می‌کند. آیا می‌دانید چرا هرچه از تاج سد به پایه آن نزدیک می‌شویم، ضخامت دیواره آن افزایش می‌یابد؟ با انجام دادن آزمایش کنید صفحه ۸۷، درک بهتری برای پاسخ به این پرسش پیدا خواهید کرد.

هوایی که تنفس می‌کنیم، آبی که از دوش حمام فرو می‌ریزد و از آن برای استحمام استفاده می‌کنیم، کفشی که می‌پوشیم، تشکی که روی آن استراحت می‌کنیم همگی به نوعی با مفهوم فشار ارتباط دارند. در این فصل پس از آشنایی با تعریف فشار، شناخت بهتری از پدیده‌هایی از این دست، به دست می‌آورید.

## فشار در زندگی روزمره

چرا وقتی با کفش‌های معمولی روی برف راه می‌روید، کفش‌هایتان در آن فرو می‌روند، اما اگر چوب اسکی (برف سُرِه) به پا داشته باشید، کمتر در برف، فرو می‌روید (شکل ۱- الف)؟ چرا ابعاد پنجرهٔ هواپیما کوچک‌تر از پنجرهٔ اتوبوس است (شکل ۱- ب)؟ چرا اندازهٔ بادکنک پر از هوا، وقتی از ته استخر آب به بالا می‌آید بزرگ‌تر می‌شود (شکل ۱- پ)؟ چرا در ته کفش بازیکنان فوتبال، تعدادی گل میخ وجود دارد (شکل ۱- ت)؟ چرا برای اتصال قطعه‌های چوبی، افزون بر پیچ و مهره، از واشر نیز استفاده می‌شود (شکل ۱- ث)؟ چرا پونز با کمی تلاش درون چوب یا دیوار فرو می‌رود (شکل ۱- ج)؟

در این فصل می‌کوشیم تا با معرفی مفهوم فشار، به شما کمک کنیم تا شناخت بهتری برای بیان دلیل برخی از پدیده‌هایی به دست آورید که در زندگی روزمره با آنها مواجه می‌شوید.



(پ)



(ب)



(الف)



(ج)



(ث)



(ت)

شکل ۱

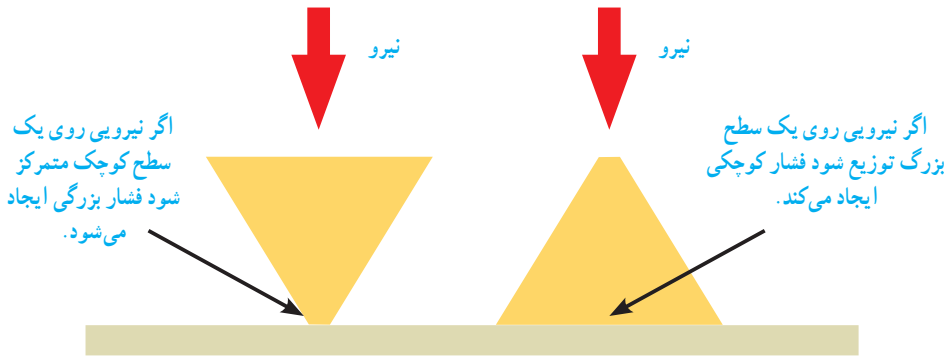
## نیرو و فشار

هرچند در گفت‌وگوهای روزمره، واژه‌های نیرو و فشار را در موارد زیادی به جای یکدیگر به کار می‌بریم ولی در علوم هرکدام از آنها، تعریف معینی دارند. در علوم فشار را به صورت اندازهٔ نیرو تقسیم بر سطحی که به آن نیرو وارد می‌شود تعریف می‌کنند. یعنی:

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}} \quad \text{یا} \quad P = \frac{F}{A} \quad (۱)$$

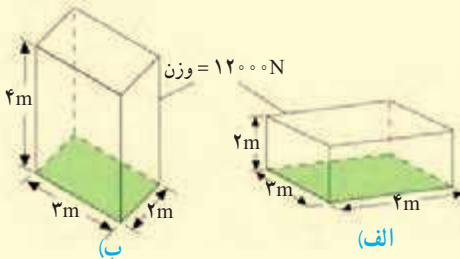


یکای فشار پاسکال (Pa) است به طوری که هر پاسکال، هم‌ارز با یک نیوتون بر متر مربع ( $1\text{N/m}^2$ ) است. رابطه (۱) نشان می‌دهد هرگاه نیروی معینی را به دو سطح متفاوت وارد کنیم، فشار نیز متفاوت خواهد بود (شکل ۲).



شکل ۲

**مثال:**



قطعه‌ای به وزن  $12000\text{N}$  نیوتون را مطابق شکل‌های الف و ب از دو وجه آن، روی سطح افقی صافی قرار داده‌ایم. فشار وارد شده از طرف قطعه به سطح را در هر یک از دو حالت، به طور جداگانه حساب کنید.

**حل:** سطح تماس قطعه با سطح زمین در حالت (الف) برابر است با:

$$\text{سطح} = 4\text{m} \times 4\text{m} = 16\text{m}^2$$

نیروی که قطعه بر سطح زمین وارد می‌کند، برابر وزن قطعه است. بنابراین با توجه به تعریف فشار داریم:

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}} = \frac{12000\text{N}}{16\text{m}^2} = 750\text{Pa}$$

به طور مشابه در حالت (ب) داریم:

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}} = \frac{12000\text{N}}{4\text{m}^2} = 3000\text{Pa}$$

همان‌طور که انتظار داشتیم با کاهش سطح، فشار افزایش یافته است.

## خود را بیازمایید

برای تحمل وزن یک ساختمان، دیوارهای آن را روی پایه‌های بتونی، می‌سازند. در شکل زیر، دو نوع پایه متفاوت که معماران در این مورد به کار می‌برند، نشان داده شده است.

الف) اگر سطح کل پایه نواری، نصف سطح پایه یک پارچه باشد، فشار وارد به زمین زیر پایه‌ها را در دو حالت با هم مقایسه کنید. از وزن پایه‌ها چشم‌پوشی می‌شود.

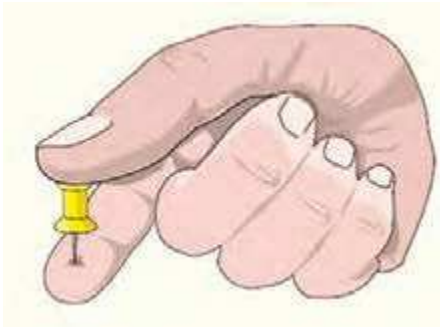


ب) برای ساختن ساختمان روی زمین نرم، کدام یک از پایه‌های نشان داده شده، مناسب‌تر است؟ علت انتخاب خود را توضیح دهید.

## فکر کنید



۱- یکی از توصیه‌هایی که همواره باید جدی بگیریم، این است که روی سطح یک استخر یخ‌زده یا دریاچه یخ‌زده راه نرویم زیرا فشاری که وزن ما ایجاد می‌کند، ممکن است برای شکستن یخ کافی باشد. با توجه به تعریف فشار توضیح دهید چرا امدادگر از یک نردبان بزرگ برای حرکت روی سطح یک دریاچه یخ‌زده، استفاده کرده است.



۲- چرا گرفتن پونز بین دو انگشت و فشردن آن می‌تواند سبب آسیب رساندن به یکی از انگشت‌ها شود (شکل روبه‌رو)؟

## فعالیت

ابتدا جرم خود را به کمک ترازو اندازه بگیرید و وزن خود را حساب کنید. سپس سطح تماس کفشی که پوشیده‌اید را با زمین اندازه بگیرید. سرانجام به کمک رابطه (۱):  
الف) فشاری که پاهای شما به زمین وارد می‌کنند را به دست آورید.  
ب) اگر روی یک پای خود بایستید چه فشاری به زمین وارد می‌کنید؟



بلز پاسکال (۱۶۶۲-۱۶۴۳) ریاضیدان، فیزیکدان و فیلسوف فرانسوی، هنوز سه سال بیشتر نداشت که مادرش را از دست داد و تحت آموزش پدرش قرار گرفت. در ۱۹ سالگی کار روی ساخت اولین ماشین حساب مکانیکی را شروع کرد و تا سه سال پس از آن ۲۰ نمونه کامل شده از این ماشین حساب‌ها را ساخت. پاسکال با وجود اینکه فقط ۳۹ سال زندگی کرد، خدمات زیادی به پیشرفت ریاضی و علوم نمود. یکای فشار به افتخار او، پاسکال (Pa) انتخاب شده است.

### فشار در مایع‌ها



شکل ۳

وقتی یکی از انگشتان خود را جلوی آبی که از شیلنگ بیرون می‌آید بگیرید، فشار آب را احساس می‌کنید (شکل ۳). همچنین وقتی به قسمت عمیق استخری بروید فشار آب را روی بدن و به خصوص پرده گوش خود احساس می‌کنید. برای آشنایی با برخی از عوامل مؤثر در فشار مایع‌ها، ابتدا آزمایش زیر را انجام دهید.

### آزمایش کنید

**هدف:** بررسی فشار در مایع‌ها

**وسایل و مواد لازم:** بطری آب (۱/۵ و ۲ لیتری)، پایه (مثلاً یک یا دو قطعه آجر)، یک ظرف نسبتاً بزرگ، نوار چسب کاغذی

**روش اجرا:**

۱- مطابق شکل سه سوراخ کوچک در بطری ۱/۵ لیتری ایجاد کنید و سوراخ‌ها را با نوار چسب کاغذی بپوشانید.

۲- بطری را از آب پر کنید و ظرف خالی را زیر آن قرار دهید.

۳- مسیری را که پیش‌بینی می‌کنید فوران‌های آب از سوراخ‌های ایجاد شده روی بطری طی می‌کنند روی





(ب)

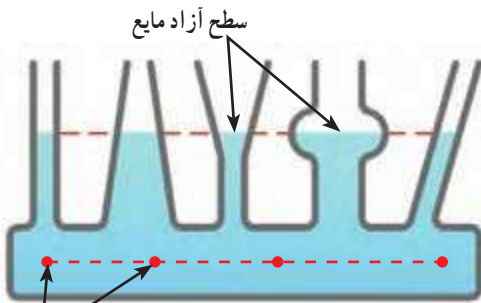


(ب)

شکل (ب) رسم و استدلال خود را بیان کنید.  
**۴-** درپوش بطری را باز کنید و نوارچسب کاغذی را به آرامی از آن جدا کنید. نتیجه مشاهده خود را با آنچه روی شکل (ب) رسم کردید مقایسه کنید.

**۵-** مطابق شکل (ب) آزمایش را با دو بطری ۱/۵ و ۲ لیتری انجام دهید. توجه کنید که سوراخ‌ها را به طور مشابه و در ارتفاع یکسان روی هر دو بطری ایجاد کنید. همچنین سطح آب در هر دو بطری مساوی باشد.

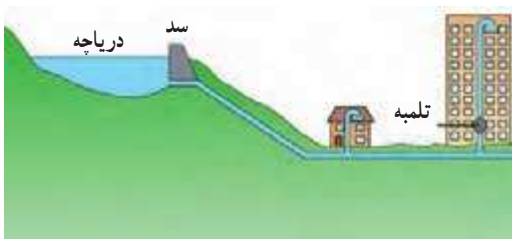
**۶-** با توجه به نتایج آزمایش‌های شکل (الف) و (ب) توضیح دهید فشار درون مایع چگونه با افزایش عمق تغییر می‌کند.



شکل ۴- هر چند لوله‌ها شکل و حجم متفاوتی دارند ولی فشار مایع در نقاط هم تراز یکسان است. نقاط هم تراز

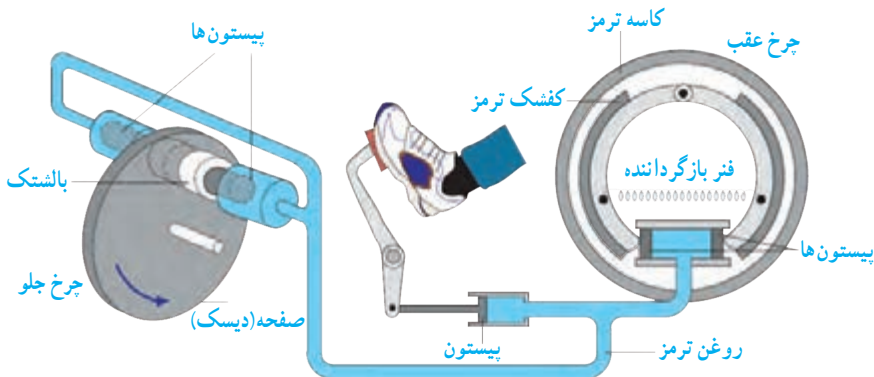
**سطح آزاد مایع:** همان‌طور که با انجام آزمایش کنید بالا دیدید فشار مایع در یک عمق مشخص از سطح مایع، بدون توجه به اندازه بطری‌ها، یکسان است. برای بررسی بیشتر این موضوع، ظرف‌های مرتبط شکل ۴ را ببینید. اگر مایعی درون یکی از آنها بریزید، مایع در ظرف‌های مختلف جریان می‌یابد تا اینکه سطح آزاد مایع در تمامی ظروف یکسان شود.

### فکر کنید



شکل روبه‌رو طرحی از سامانه آب‌رسانی یک منطقه مسکونی را نشان می‌دهد. با توجه به آنچه تاکنون در این فصل فراگرفته‌اید، نقش تلمبه (پمپ) را در ساختمان چندین طبقه توضیح دهید.

**اصل پاسکال:** یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها درباره فشار مایع‌ها این است که اگر بر بخشی از مایع که درون ظرفی محصور است فشار وارد کنیم این فشار، بدون ضعیف شدن به بخش‌های دیگر مایع و دیواره‌های ظرف منتقل می‌شود. این ویژگی مایع‌ها، **اصل پاسکال** نامیده می‌شود. شکل ۵ اجزای تشکیل دهنده ترمز هیدرولیکی خودرو را نشان می‌دهد که بر مبنای اصل پاسکال کار می‌کند. وقتی راننده پدال ترمز را فشار می‌دهد، این فشار توسط روغن ترمز به پیستون‌ها، کفشک‌ها و بالشتک‌ها منتقل می‌شود. کفشک‌ها به کاسه ترمز عقب و بالشتک‌ها به صفحه‌ای که به چرخ جلو متصل است نیرو وارد کرده و سرانجام سرعت خودرو کاهش می‌یابد.

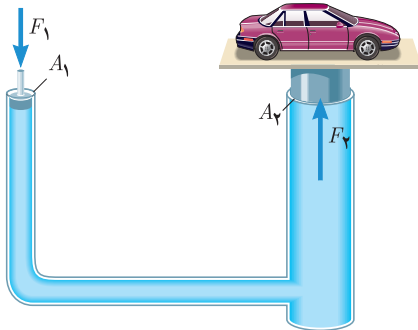


شکل ۵- کاربرد اصل پاسکال در ترمزهای هیدرولیکی

### فکر کنید

شکل ۶ طرحی ساده از یک بالابر هیدرولیکی را نشان می‌دهد که معمولاً در تعمیرگاه‌های خودرو از آن استفاده می‌کنند. این بالابرها بر اساس اصل پاسکال کار می‌کنند و رابطه زیر در محل پیستون‌های آن برقرار است:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

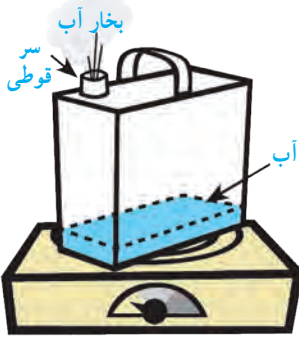


شکل ۶- طرح ساده شده‌ای از یک بالابر هیدرولیکی

## فشار در گازها

برای شما نیز ممکن است بارها اتفاق افتاده باشد که هرگاه بیش از حد مجاز، هوا را به درون بادکنکی دمیده باشید بادکنک ترکیده باشد. این تجربه ساده نشان می‌دهد که گازها نیز مانند مایع‌ها فشار وارد می‌کنند.

### آزمایش کنید



هدف: بررسی آثار فشار هوا (۱)

وسایل و مواد لازم: قوطی حلبی، منبع گرما

روش اجرا:

۱- کمی آب درون قوطی بریزید و آن را روی منبع گرما قرار دهید.

۲- مدتی (حدود ۲ الی ۳ دقیقه) صبر کنید تا مقداری بخار آب از سر قوطی خارج شود.

۳- با احتیاط قوطی را از روی منبع گرما بردارید. سر

قوطی را با درب محکم ببندید (مراقب انگشت‌های خود باشید!).

۴- پیش‌بینی کنید پس از سرد شدن قوطی، چه اتفاقی می‌افتد. استدلال خود را برای این پیش‌بینی بیان کنید.

۵- چند دقیقه صبر کنید تا قوطی خنک شود. مشاهده خود را بیان کنید. توضیح دهید که آیا نتیجه آزمایش با پیش‌بینی شما سازگار است.

### فعالیت



یک نی را مطابق شکل (الف) داخل یک بطری محتوی آب قرار دهید. درحالی که یک طرف نی درون بطری قرار دارد مطابق شکل (ب) دهانه بطری را با لب‌های خود به‌طور کامل بگیرید و درون بطری بدمید. آنچه را مشاهده می‌کنید، با توجه به آثار فشار هوا و همچنین اصل پاسکال توضیح دهید.

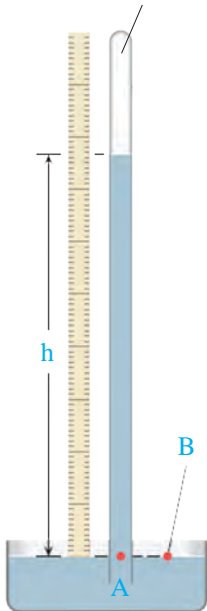


اطراف کره زمین و تا ارتفاع صدها کیلومتر بالاتر از سطح زمین، هوا وجود دارد. شکل ۷ یک ستون فرضی از مولکول‌های هوا را نشان می‌دهد. هرچه از سطح زمین بالاتر رویم فشار هوا کمتر می‌شود. به همین دلیل فشار هوا در مناطق کوهستانی کمتر از فشار هوا در مناطق ساحلی است. فشار هوا در زندگی روزمره ما اثرهای فراوانی دارد. برای مثال وقتی می‌خواهید آمیوه درون یک قوطی را به کمک نی بنوشید از آثار فشار هوا استفاده می‌کنید.



### آیا می‌دانید

این قسمت تقریباً چیزی وجود ندارد و خلأ است.



با استفاده از این واقعیت که فشار در نقاط هم تراز یک مایع یکسان است، می‌توان فشارسنج ساده‌ای ساخت که برای اندازه‌گیری فشار هوا به کار رود. شکل روبه‌رو یک فشارسنج ساده جیوه‌ای را نشان می‌دهد. یک لوله شیشه‌ای به طول حدود ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر، که یک سر آن بسته است را انتخاب می‌کنند. لوله را پر از جیوه کرده و پس از خارج کردن هوای درون جیوه، دهانه آن را می‌بندند. سپس آن را وارونه کرده و به طور قائم در یک ظرف جیوه فرو می‌برند. با بازکردن دهانه لوله، مشاهده می‌شود که سطح جیوه در لوله تا آنجا پایین می‌آید که فشار در نقطه A برابر فشار هوا در نقطه B شود. ارتفاع ستون جیوه (h) معیاری از فشار هوا در محل آزمایش است. این ارتفاع در سطح دریا حدود ۷۶ سانتی‌متر است.

توریچلی (۱۶۴۷-۱۶۰۸ میلادی)، فیزیکدان ایتالیایی، نخستین کسی بود که با انجام این آزمایش ساده، نشان داد که هوا فشار دارد. وی همچنین با اندازه‌گیری ارتفاع ستون جیوه توانست فشار هوا را در کنار دریا و بالای کوه اندازه‌گیری کند. (هشدار: جیوه و بخار آن سمی است. امروزه انجام این آزمایش در آزمایشگاه مدارس توصیه نمی‌شود.)

## آزمایش کنید

**هدف:** بررسی آثار فشار هوا (۲)

**وسایل و مواد لازم:** بطری شیشه‌ای، درپوش تک سوراخه و درپوش دو سوراخه، قیف و ظرف محتوی آب

**روش اجرا:**

۱- پیش بینی کنید با ریختن آب درون قیف شکل الف چه اتفاقی می‌افتد. استدلال خود را بیان کنید.

۲- اکنون آزمایش کنید. مطابق شکل الف به آرامی آب را درون قیف بریزید. چه اتفاقی می‌افتد؟ به دقت مشاهده کنید و سعی کنید آنچه را که اتفاق می‌افتد توضیح دهید.

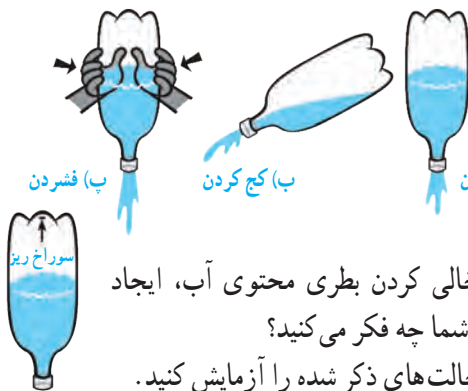
۳- اگر به جای درپوش تک سوراخه، از درپوش دوسوراخه استفاده کنیم (شکل ب)، پیش بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد.

۴- آزمایش را به کمک درپوش دوسوراخه انجام دهید و سعی کنید آنچه را که اتفاق می‌افتد توضیح دهید.



## فکر کنید

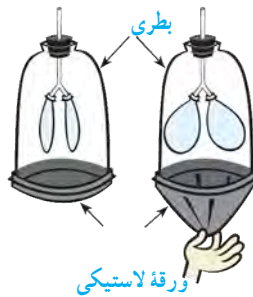
با توجه به شکل‌های روبه‌رو سریع‌ترین راه برای خالی کردن یک بطری پلاستیکی که تا نیمه از آب پر شده، کدام است؟



دانش‌آموزی می‌گوید سریع‌ترین راه برای خالی کردن بطری محتوی آب، ایجاد سوراخی ریز در ته آن است (شکل روبه‌رو). شما چه فکر می‌کنید؟ برای بررسی درستی پاسخ‌های خود، تمامی حالت‌های ذکر شده را آزمایش کنید.

## فعالیت

در علوم سال هفتم با نحوه کار شش‌ها آشنا شدید. همانطور که دیدید آنها شبیه بادکنک، داخل حفره سینه ما پر و خالی می‌شوند. اما چه چیزی باعث پر و خالی شدن آنها می‌شود؟ نقش فشار هوا در این خصوص چیست؟ شما می‌توانید پاسخ این پرسش‌ها را با ساختن مدلی از شش، مورد بررسی قرار دهید (شکل زیر).



## آیا می‌دانید

یکی از معروف‌ترین آزمایش‌های مربوط به فشار هوا را اوتو فون گریکه، شهردار یکی از شهرهای آلمان و مخترع پمپ خلأ در سال ۱۶۵۴ میلادی انجام داد. فون گریکه دو نیمکره با قطری حدود ۵۰ سانتی‌متر را، کنار هم گذاشت تا کره‌ای تشکیل دهند. او اتصال‌های هوابندی شده را با یک واشر چرمی آغشته به روغن درست کرد. وقتی با پمپ خلأ کره را از هوا تخلیه کرد، مطابق شکل حتی دو گروه اسب نیز نتوانستند دو نیمکره را از هم جدا کنند!

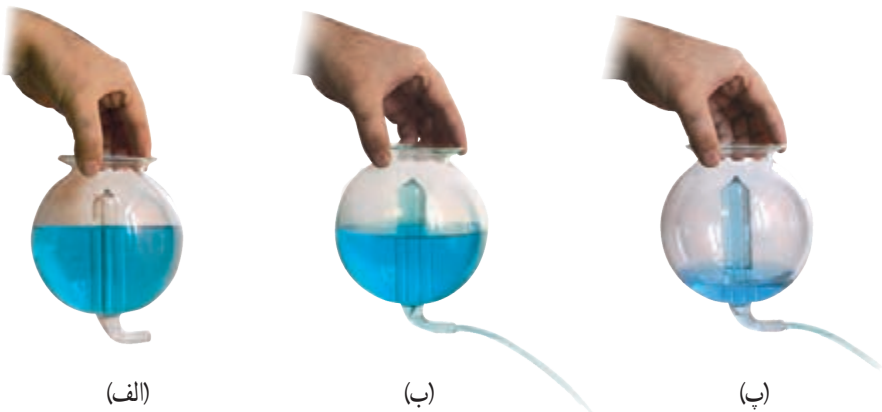


## بنوموسی

بنوموسی، سه برادر به نام‌های محمد، احمد و حسن، فرزندان موسی بن شاکر خوارزمی از برجسته‌ترین دانشمندان و مهندسان ایرانی قرن سوم هجری بودند. این سه برادر در فعالیت‌های علمی با یکدیگر همکاری داشتند و عمده شهرت آنها به سبب فعالیت‌های علمی آنان است. با توجه به دانش و مهارت بنوموسی در علوم مختلف بسیاری از امور ساخت و مهندسی به ایشان سپرده می‌شد که از آن میان می‌توان به حفر برخی از نهرهای بزرگ در نزدیکی بصره اشاره کرد.

آثار متعددی توسط برادران بنوموسی نوشته شده است که می‌توان کتاب **الحیل** را که در زمینه مهندسی مکانیک امروزی است، نام برد. این کتاب در شش فصل از ابزارها و دستگاه‌ها همچون چگالی‌سنج، فواره توربینی، دستگاه خون‌گیری، دستگاه‌های بالابر آب و ... سخن می‌گوید. تاریخ‌نویسان داخلی و خارجی در ستایش این کتاب بسیار سخن گفته‌اند.

یکی از طرح‌های مکانیکی بنوموسی متعلق به قرن سوم هجری دستگاه ساده‌ای است که کأس العدل نامیده می‌شود. این دستگاه متشکل از جامی است که درون آن لوله نسبتاً باریکی وجود دارد که یک سر لوله در داخل جام قرار گرفته و انتهای دیگر آن از کف جام بیرون آمده است؛ روی این لوله، کلاهکی به صورت لوله معکوس، به عنوان سرپوش قرار گرفته است. کارکرد آن به این صورت است که اگر آب به درون جام ریخته شود، تا زمانی که مایع به لبه بالایی لوله درونی برسد، آبی از آن خارج نمی‌شود (شکل الف). چنانچه مقدار دیگری آب افزوده شود، آب داخل جام از لبه بالایی لوله درونی سرازیر شده و در نتیجه یک جریان دائمی حرکت آب به وجود می‌آید (شکل‌های ب و پ). حرکت آب در مسیر بین دو لوله به دلیل اختلاف فشار هوای زیر کلاهک، تولید مکش و فشار جو در لوله درونی ناشی از وزن آب است.



# مانتین‌ها



## فصل ۹



چگونه می‌توانیم جسمی را که خیلی سنگین است، حمل یا جابه‌جا کنیم؟ به نظر شما ایرانیان دورهٔ باستان، چگونه توانسته‌اند قطعات سنگین تخت جمشید را روی هم قرار دهند؟ یا امروزه چگونه ماهواره‌ها را به فضا پرتاب می‌کنند؟ پاسخ این سؤالات، قطعاً استفاده از ماشین است. ماشین‌ها به ما اجازهٔ انجام کارهای فراتر از انتظار را می‌دهند. بلند کردن خودرو به وسیلهٔ جک، جابه‌جایی میلیون‌ها لیتر نفت توسط یک کشتی، حفر تونل بین دو جزیره در زیر دریا، ساختن آسمان‌خراش‌هایی با ارتفاع بیش از ۵۰۰ متر، ساخت پل‌های چند کیلومتری، پرتاب ماهواره‌ها و... تنها بخش کوچکی از کارهایی است که به کمک ماشین‌ها صورت می‌گیرد. بشر به کمک اختراع و طراحی هوشمندانهٔ ماشین‌ها توانایی انجام کار خود را بسیار افزایش داده است. انسان‌های اولیه از جابه‌جا کردن تخته سنگ‌های بزرگ یا تنه‌های درخت عاجز بودند در حالی که امروزه با استفاده از ماشین‌ها می‌توانیم سازه‌های عظیم و بسیار سنگین را جابه‌جا کنیم.

## ماشین‌ها چگونه به ما کمک می‌کنند؟

تصور زندگی بدون ماشین، بسیار سخت است. ماشین‌ها در بیشتر کارهای روزانه ما نقش اساسی دارند و به ما کمک می‌کنند. هر ماشین برای منظور و کار مشخصی طراحی و ساخته شده است. برای درک بهتر این موضوع، خوب است درباره ورودی و خروجی یک ماشین، فکر کنیم. ورودی ماشین شامل همه آن چیزهایی است که انجام می‌دهیم تا ماشین کار کند و خروجی آن چیزی است که ماشین برای ما انجام می‌دهد. مثلاً برای حرکت دوچرخه، نیرویی که به پدال وارد می‌کنیم، ورودی ماشین و خروجی آن حرکتی است که دوچرخه انجام می‌دهد (مانند سریع‌تر حرکت کردن یا از یک شیب بالا رفتن). ورودی یا خروجی ماشین‌ها ممکن است براساس نیرو، گشتاور نیرو، توان یا انرژی بررسی شوند.



شکل ۱- کار انجام شده توسط نیروی پا به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

### فکر کنید

شکل ۲ تصویر تعدادی از ماشین‌هایی را که روزانه با آنها سروکار داریم نشان می‌دهد. در مورد ورودی و خروجی این ماشین‌ها در زندگی و تبدیل انرژی در آنها گفت‌وگو کنید.



شکل ۲- تعدادی از ماشین‌هایی که روزانه با آنها سروکار داریم.



هر ماشینی می‌تواند از اجزای ساده‌تری به نام ماشین ساده تشکیل شده باشد. این اجزا با هم در ارتباطند و یک هدف را دنبال می‌کنند؛ مثلاً در ساخت دوچرخه از ماشین‌های ساده‌ای مانند: اهرم، چرخ و محور، پیچ و مهره، چرخ‌دنده و... استفاده می‌شود تا بتواند کار نیروی پا را تبدیل به انرژی جنبشی کند. دوچرخه به ما امکان حرکت سریع‌تر و جابه‌جایی بیشتری را می‌دهد.



شکل ۳ - دوچرخه از اجزا یا ماشین‌های ساده‌تری مانند: اهرم، پیچ و مهره، چرخ و محور، چرخ‌دنده و... تشکیل شده است.

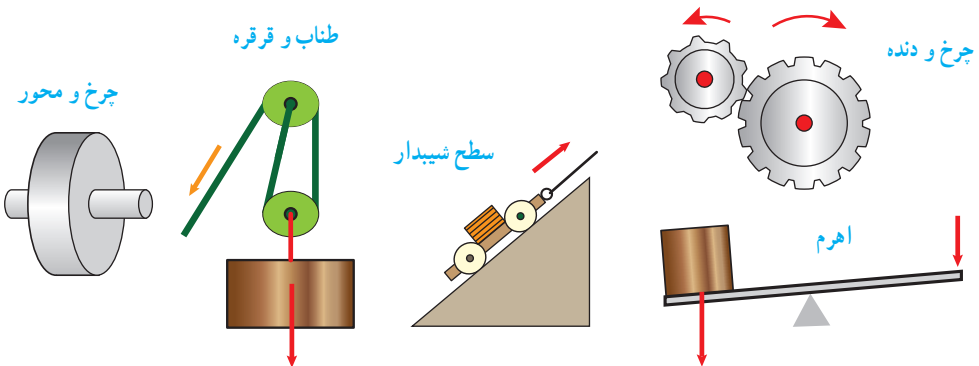
### ماشین ساده

تولید خودرو، هواپیما، کشتی، ماهواره و دیگر ماشین‌های پیچیده با اختراع ماشین‌های ساده، صورت گرفته است. یک ماشین ساده مانند اهرم، وسیله‌ای مکانیکی است که به کمک آن می‌توان فعالیت‌های مشکل را به سادگی انجام داد. مثلاً با یک اهرم، شما می‌توانید یک جسم سنگین را که وزن آن چند برابر وزن خودتان است، حرکت دهید (شکل ۴).



شکل ۴ - مرد با وارد کردن نیروی کوچکی بر دسته اهرم می‌تواند جسم سنگینی را بلند کند.

در دوره ابتدایی با ماشین‌های ساده‌ای مانند اهرم‌ها، سطح شیب‌دار و قرقره به صورت مقدماتی آشنا شدیم. در اینجا به بررسی دقیق‌تر برخی از انواع این ماشین‌ها می‌پردازیم.



شکل ۵ - برخی از انواع ماشین‌های ساده

پیش از آنکه به بررسی ماشین‌های ساده بپردازیم، مفهوم گشتاور نیرو را بیان می‌کنیم که در تحلیل برخی ماشین‌ها به ما کمک می‌کند.

### گشتاور نیرو

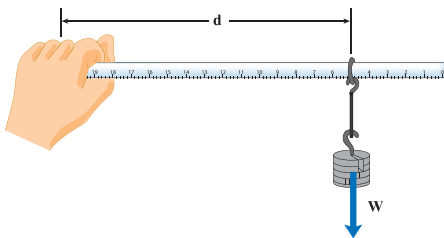
در علوم سال‌های پیش اثر نیرو بر یک جسم را بررسی کردیم، یکی دیگر از اثرهای نیرو، اثر چرخاندگی آن است. مثلاً برای باز و بسته کردن در اتاق، به آن نیرو وارد می‌کنید و در حول لولایش می‌چرخد. با وارد کردن نیرو به دسته آچار، پیچ را شل یا سفت می‌کنید. با وارد کردن نیرو به فرمان دوچرخه، آن را می‌چرخانید و دوچرخه را در جهتی که لازم است، هدایت می‌کنید.



شکل ۶- با وارد کردن نیرو به دسته آچار، پیچ می‌چرخد.

اثر چرخاندگی یک نیرو را **گشتاور نیرو** می‌گوییم. برای شناسایی عوامل مؤثر بر گشتاور نیرو، آزمایش زیر را انجام دهید.

### آزمایش کنید



**هدف:** بررسی عوامل مؤثر بر گشتاور نیرو

**وسایل و مواد لازم:** حلقه، تعدادی وزنه

کوچک شکاف‌دار، خط‌کش، وزنه‌گیر

**روش اجرا:**

۱- خط‌کش را درون حلقه قرار دهید و وزنه‌گیر را آویزان کنید.

۲- انتهای خط‌کش را با دست خود بگیرید و به صورت افقی نگه دارید.

۳- در وزنه‌گیر، وزنه قرار دهید و به تدریج وزنه‌ها را زیاد کنید.

۴- اکنون وزنه‌ها را ثابت نگه دارید و فاصله حلقه فلزی تا دستتان را کم و زیاد کنید.

از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

تأثیر چرخشی که دستتان احساس می‌کند و باید با آن مقابله کند تا خط‌کش را به صورت افقی نگه دارد، ناشی از گشتاور نیرویی است که وزنه‌ها ایجاد کرده‌اند. همان‌طور که از آزمایش بی‌برده‌اید، اندازه نیرو و فاصله نیرو تا محور چرخش در گشتاور نیرو، مؤثر است.



بزرگی گشتاور نیرو برابر با حاصل ضرب اندازه نیرو در فاصله محل اثر نیرو تا محور چرخش است.

شکل ۷- بزرگی گشتاور نیرو به اندازه نیرو و فاصله نقطه اثر نیرو تا محور چرخش بستگی دارد.

$$\text{اندازه نیرو} \times \text{فاصله نقطه اثر نیرو تا محور چرخش} = \text{اندازه گشتاور نیرو} \quad (1)$$

با توجه به اینکه یکای نیرو نیوتون (N) و یکای فاصله متر (m) است، یکای گشتاور نیرو، نیوتون متر (Nm) است.

### خود را بیازمایید

توضیح دهید چرا با آچار بلندتر، مهره محکم را می توان آسان تر باز کرد؟

اکنون که با گشتاور نیرو آشنا شدیم، می توانیم درک بهتری از اساس کار برخی از ماشین های ساده به دست آوریم.



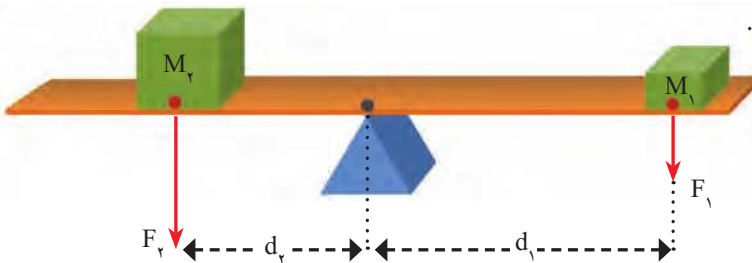
شکل ۸- در حالت تعادل گشتاور ناشی از وزن پسرها، هم اندازه و در خلاف جهت یکدیگر است.

### اهرم

اهرم ها به شکل های مختلفی وجود دارند. ساده ترین شکل اهرم، الاکلنگ است که در وسط میله آن، یک تکیه گاه قرار دارد. وقتی به یک طرف الاکلنگ نیرویی به سمت پایین وارد می شود، آن سمت به طرف پایین و سمت مقابل به طرف بالا حرکت می کند.

می توان فاصله دو جسم از تکیه گاه اهرم را چنان تنظیم کرد که اهرم در حالت **تعادل** قرار گیرد.

در این حالت، اثر چرخشی هر یک از نیروها یکدیگر را خنثی می کنند. به عبارت دیگر، در حالت تعادل، اندازه گشتاور نیرویی که هر یک از نیروها نسبت به تکیه گاه ایجاد می کنند، باهم برابر و جهت چرخششان مخالف یکدیگر است.



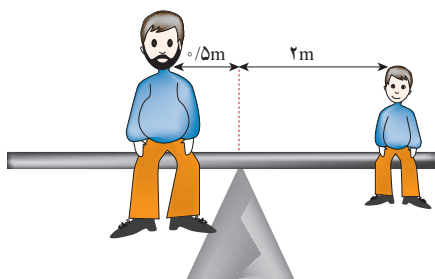
شکل ۹- گشتاور ناشی از وزنه (۱) می خواهد اهرم را ساعتگرد بچرخاند و گشتاور ناشی از وزنه (۲) پاد ساعتگرد

در شکل ۹، گشتاور نیروی  $F_1$  که از رابطه  $d_1 \times F_1$  به دست می‌آید، می‌خواهد اهرم را به صورت ساعتگرد (در جهت حرکت عقربه‌های ساعت) بچرخاند و گشتاور نیروی ناشی از  $F_2$  که از رابطه  $d_2 \times F_2$  به دست می‌آید، می‌خواهد اهرم را به صورت پاد ساعتگرد (در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت) بچرخاند. در حالت تعادل، گشتاور نیروی ساعتگرد با گشتاور نیروی پادساعتگرد هم اندازه است:

$$(2) \quad \text{گشتاور نیروی پاد ساعتگرد} = \text{گشتاور نیروی ساعتگرد}$$

$$d_1 \times F_1 = d_2 \times F_2$$

مثلاً در شکل ۱۰ گشتاور نیروی ناشی از وزن پدر با گشتاور نیروی ناشی از وزن پسر، هم اندازه است، اما گشتاور ناشی از وزن پدر به صورت پادساعتگرد و گشتاور ناشی از وزن پسر به صورت ساعتگرد است و به همین دلیل آنها در تعادل اند.



$$800 \text{ N} \times 0.5 \text{ m} = 200 \text{ N} \times 2 \text{ m}$$

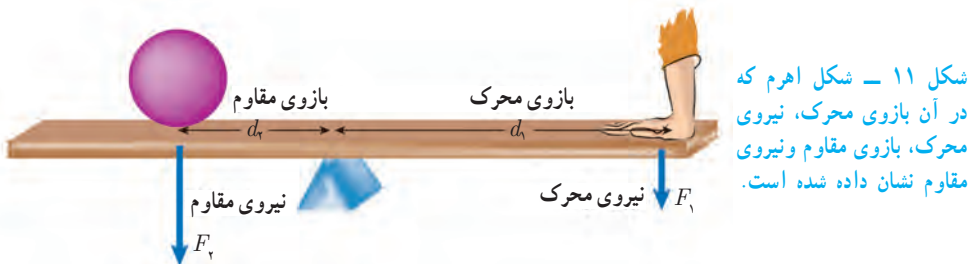
$$400 \text{ Nm} = 400 \text{ Nm}$$

شکل ۱۰- اندازه گشتاور پادساعتگرد پدر برابر با اندازه گشتاور ساعتگرد پسر است.

## مزیت مکانیکی

دیدیم برای بلند کردن یک جسم سنگین توسط یک نیروی کوچک، می‌توان از اهرم استفاده کرد. در شکل (۱۱) نیرویی که ما وارد می‌کنیم تا جسم را بلند کنیم، نیروی محرک ( $F_1$ ) و وزن جسم بزرگ را نیروی مقاوم ( $F_2$ )، فاصله نقطه اثر نیروی محرک تا تکیه‌گاه را بازوی محرک ( $d_1$ ) و فاصله نقطه اثر نیروی مقاوم تا تکیه‌گاه را بازوی مقاوم ( $d_2$ ) می‌نامیم. در حالت تعادل، هر چه بازوی محرک بزرگ‌تر باشد، برای جابه‌جا کردن جسم سنگین، به نیروی محرک کمتری نیاز داریم. مثلاً اگر بازوی محرک، ۴ برابر بازوی مقاوم باشد، نیروی محرک لازم برای جابه‌جایی وزنه (نیروی مقاوم)  $\frac{1}{4}$  نیروی مقاوم است. به طور کلی، **مزیت مکانیکی یک ماشین در حالت تعادل، به صورت نسبت اندازه نیروی مقاوم به اندازه نیروی محرک، تعریف می‌شود:**

$$(3) \quad \text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{اندازه نیروی مقاوم}}{\text{اندازه نیروی محرک}}$$



شکل ۱۱ - شکل اهرم که در آن بازوی محرک، نیروی محرک، بازوی مقاوم و نیروی مقاوم نشان داده شده است.

مثلاً اگر مزیت مکانیکی یک ماشین ۵ و نیروی مقاوم ۱۰۰۰ N باشد می توان با نیروی محرک ۲۰۰ N نیروی مقاوم ۱۰۰۰ N را جابه جا کرد.

**مثال:** اگر در شکل ۱۱، مزیت مکانیکی اهرم ۲ و اندازه وزنه (نیروی مقاوم) ۱۵۰ N باشد، اندازه نیروی محرک جقدر باشد تا دستگاه در حالت تعادل باقی بماند؟

**پاسخ:**

$F_e = ?$  = نیروی محرک ،  $150 \text{ N}$  = نیروی مقاوم ،  $2$  = مزیت مکانیکی

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{اندازه نیروی مقاوم}}{\text{اندازه نیروی محرک}} \rightarrow 2 = \frac{150 \text{ N}}{F_e} \rightarrow F_e = \frac{150 \text{ N}}{2} = 75 \text{ N}$$

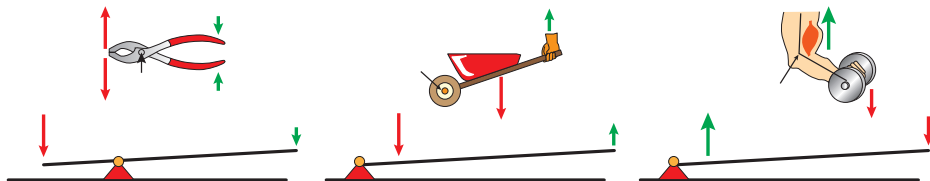
### فعالیت

نشان دهید در اهرم ها و در شرایط تعادل، مزیت مکانیکی از رابطه زیر نیز به دست می آید.

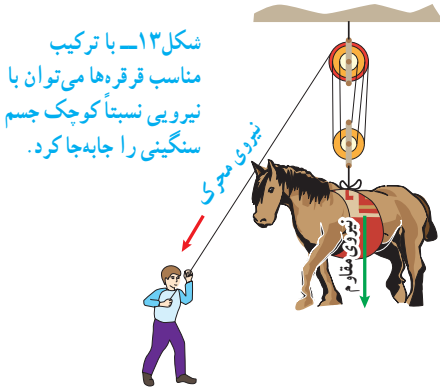
$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{بازوی محرک}}{\text{بازوی مقاوم}}$$

### فعالیت

اهرم ها در بسیاری از ماشین های معمولی، دیده می شوند. اهرم ها را می توان بر حسب محل قرار گرفتن تکیه گاه، نیروی محرک و نیروی مقاوم بررسی کرد. در هر یک از شکل های زیر تکیه گاه، محل وارد کردن نیروی محرک و نیروی مقاوم را نشان دهید. از وزن اهرم ها صرف نظر می شود.



قرقره‌ها : با طناب و قرقره نیز می‌توان ماشین ساده ساخت. با استفاده از چنین ماشینی می‌توان اجسام سنگین را بلند کرد (شکل ۱۳). هر قرقره محوری دارد که حول آن می‌تواند آزادانه بچرخد. در شکل ۱۲، دو روش اصلی استفاده از قرقره را مشاهده می‌کنید.

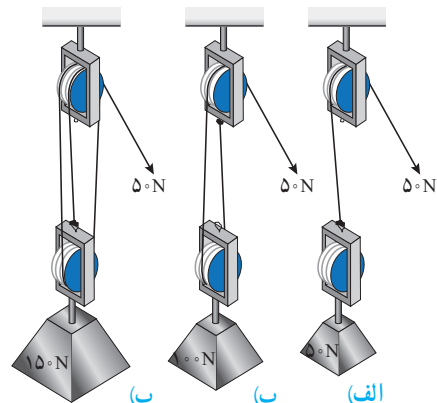


شکل ۱۲ - قرقره ثابت و قرقره متحرک

### فعالیت

به کمک یک قرقره ثابت، یک قرقره متحرک، یک وزنه معین و یک نیروسنج دربارهٔ مزیت مکانیکی قرقره‌های ثابت و متحرک شکل ۱۲ تحقیق کنید.

وقتی یک طرف طناب سبکی را که انتهای آن به دیواری بسته شده است، با نیروی  $5\text{N}$  می‌کشیم، در تمام طول طناب، نیروی کشش  $5\text{N}$  برقرار می‌شود. یعنی نیروی کشش طناب در طول آن، ثابت است. مثلاً در شکل الف، برای بلند کردن سطلی به وزن  $4^\circ$  نیوتون، کافی است با نیروی محرک  $4^\circ$  نیوتون طناب را بکشیم، اما در شکل ب برای بلند کردن سطل  $4^\circ$  نیوتونی باید نیروی محرک  $2^\circ\text{N}$  را وارد کنیم. شکل ۱۴، سه ترکیب متفاوت از به هم بستن طناب و قرقره را نشان می‌دهد. در شکل الف برای بلند کردن وزنه  $5^\circ$  نیوتونی (نیروی مقاوم) نیروی محرک  $5^\circ\text{N}$  لازم است. در شکل ب با نیروی محرک  $5^\circ\text{N}$  می‌توان وزنه  $1^\circ$  نیوتونی (نیروی مقاوم) را بلند کرد. در شکل پ با نیروی محرک  $5^\circ\text{N}$  می‌توان وزنه  $15^\circ$  نیوتونی (نیروی مقاوم) را بلند کرد.



شکل ۱۴ - بر اساس ترکیب قرقره‌ها با یک نیروی محرک ثابت نیروی مقاوم متفاوتی را می‌توان بلند کرد.



## خود را بیازمایید

با توجه به تعریف مزیت مکانیکی، جدول زیر را دربارهٔ مزیت مکانیکی ماشین‌های شکل ۱۴، کامل کنید.

شکل (الف)	شکل (ب)	شکل (پ)	
۵۰N	۵۰N	۵۰N	اندازهٔ نیروی محرک
۱۵۰N	.....	۵۰N	اندازهٔ نیروی مقاوم
.....	۲	.....	مزیت مکانیکی

در شکل پ برای جابه‌جایی جسم سنگین ۱۵۰N از نیروی کوچک‌تر ۵۰N استفاده کردیم. یعنی با ترکیبی از قرقره‌ها و طناب توانستیم به کمک یک نیروی کوچک، جسم سنگینی را به سمت بالا جابه‌جا کنیم. اما در این فرایند، جابه‌جایی طناب، ۳ برابر جابه‌جایی وزنهٔ سنگین است. یعنی اندازهٔ **کار نیروی محرک** با اندازهٔ **کار نیروی مقاوم** برابر است (البته با صرف نظر کردن از اصطکاک). به عبارت دیگر برای آنکه وزنهٔ ۱۵۰ نیوتونی را به اندازهٔ ۱m بالا ببریم باید طناب را با نیروی ۵۰N به اندازهٔ ۳m بکشیم (هر یک از سه طناب متصل به وزنه ۱m جابه‌جا می‌شود). بنابراین براساس قانون پایستگی انرژی و با صرف نظر کردن از اصطکاک، می‌توانیم بنویسیم:

$$\text{اندازهٔ کار نیروی مقاوم} = \text{اندازهٔ کار نیروی محرک} \quad (۴)$$

**مثال:** در شکل ۱۴ - ب، اگر طناب توسط شخص به اندازهٔ  $\frac{1}{4}m$  کشیده شود: الف) کار نیروی محرک چند ژول می‌شود؟ ب) جابه‌جایی وزنه چقدر خواهد بود؟

**پاسخ:** الف)  $۲۰J = ۵۰N \times \frac{1}{4}m$  = جابه‌جایی  $\times$  نیروی محرک = اندازهٔ کار نیروی محرک

ب) اندازهٔ کار نیروی مقاوم = اندازهٔ کار نیروی محرک

$$۲۰J = \text{جابه‌جایی} \times \text{نیروی مقاوم}$$

$$۲۰J = ۱۰۰N \times \text{جابه‌جایی}$$

$$\text{متر} \frac{۰}{۲} = \text{جابه‌جایی}$$

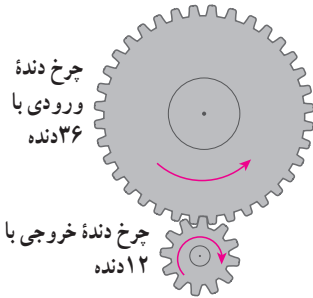
یعنی وزنه (نیروی مقاوم) به اندازهٔ نصف جابه‌جایی نیروی محرک، جابه‌جا شده است.

## جمع‌آوری اطلاعات

دربارهٔ نقش قرقره‌ها در زندگی اطلاعاتی را به همراه تصویر، جمع‌آوری کنید و آن را در کلاس گزارش دهید.



شکل ۱۵ - ترکیب پیچیده‌ای از چرخ‌دنده در جعبه‌دنده خودرو



شکل ۱۶ - به ازای هر بار چرخش چرخ دنده بزرگ چرخ دنده کوچک سه بار می‌چرخد.

**چرخ‌دنده‌ها:** در اغلب ماشین‌هایی که می‌چرخند از چرخ‌دنده استفاده می‌شود. ماشینی مانند یک دریل کوچک در سرعت‌های بالا به نیروی کمی احتیاج دارد و ماشین‌های دیگری مانند چرخ‌های بزرگ (پره‌دار) پشت کشتی‌های بخار، به نیروی زیادی در سرعت‌های کم، احتیاج دارند.

چگونگی کارکرد چرخ‌دنده‌ها به تعداد دندانه‌های آن، بستگی دارد. مثلاً در دندانه‌های نشان داده شده در شکل ۱۶، چرخ‌دنده بزرگ‌تر دارای ۳۶ دنده و دومی دارای ۱۲ دنده است. این چرخ‌دنده‌ها با هم تماس دارند و با فرض آنکه روی هم نمی‌لغزند (سُر نمی‌خورند)، وقتی چرخ‌دنده بزرگ به اندازه یک دنده می‌چرخد، چرخ‌دنده کوچک نیز یک دنده می‌چرخد. پس وقتی چرخ بزرگ که دارای ۳۶ دنده است، یک دور کامل می‌چرخد، چرخ کوچک که دارای ۱۲ دنده است، ۳ دور می‌چرخد (دور =  $\frac{۳۶}{۱۲}$ ). بدیهی است اگر چرخ‌دنده کوچک سبب چرخش چرخ‌دنده بزرگ شود، به ازای هر سه بار چرخیدن آن، چرخ‌دنده بزرگ یک بار می‌چرخد. یعنی سرعت چرخش چرخ دنده کوچک بیشتر از سرعت چرخش چرخ دنده بزرگ است.

این تبدیل‌ها در صنعت کاربردهای فراوانی دارد. از چرخ‌دنده‌ها می‌توان برای تغییر سرعت چرخش، تغییر گشتاور یا تغییر جهت نیرو استفاده کرد؛ مثلاً در خودروها چرخ‌دنده‌ها با تغییر سرعت چرخشی سبب تغییر سرعت خودرو می‌شوند.

### جمع‌آوری اطلاعات

درباره انواع چرخ‌دنده‌ها و کارکرد آنها اطلاعاتی را به همراه تصویر جمع‌آوری کنید و آن را به کلاس گزارش دهید.

**سطح شیب‌دار:** فرض کنید می‌خواهیم اسباب‌کشی کنیم. می‌دانیم که جابه‌جا کردن وسایل سنگین مانند یخچال و گذاشتن آنها داخل کامیون حمل بار، بسیار سخت است؛ زیرا برای این کار باید حداقل نیرویی هم اندازه با وزن یخچال - رو به بالا - به آن وارد کنیم. به نظر شما ساده‌ترین روش برای انجام این کار چیست؟ شکل ۱۷ نشان می‌دهد که چگونه می‌توانیم برای جابه‌جا کردن اجسام سنگین از سطح شیب‌دار استفاده کنیم. سطح شیب‌دار یک ماشین ساده است که از قدیم از آن استفاده می‌شده است.



شکل ۱۷ - استفاده از سطح شیب‌دار جابه‌جایی جسم‌های سنگین را آسان‌تر می‌کند.

سطح شیب‌دار به ما کمک می‌کند تا با نیروی کمتر؛ اما در مسافتی طولانی‌تر، جسم سنگین را به سمت بالا حرکت دهیم. وقتی از سطح شیب‌دار استفاده می‌کنیم، نیروی محرک، کاهش پیدا می‌کند؛ اما مسافتی که باید طی شود تا جسم بالا برده شود، افزایش پیدا می‌کند. به عنوان مثال اگر فردی با صندلی چرخ‌دار بخواهد به اندازه ۱m بالا برود، می‌تواند از یک سطح شیب‌دار ۱۰ متری استفاده کند. بنابراین در این حالت نیروی لازم برای بالا رفتن  $\frac{1}{10}$  برابر می‌شود (البته با صرف نظر کردن از اصطکاک). یعنی نیروی محرک لازم  $\frac{1}{10}$  نیروی مقاوم که وزن فرد و صندلی چرخ‌دار است، می‌شود؛ با استفاده از تعریف مزیت مکانیکی، مزیت این سطح شیب‌دار برابر است با:

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\frac{1}{10} \text{ نیروی مقاوم}} = 10$$

### فکر کنید



چرا در مناطق کوهستانی، قسمتی از جاده‌ها را به صورت پیچ‌های شیب‌دار می‌سازند؟

## ابن سینا



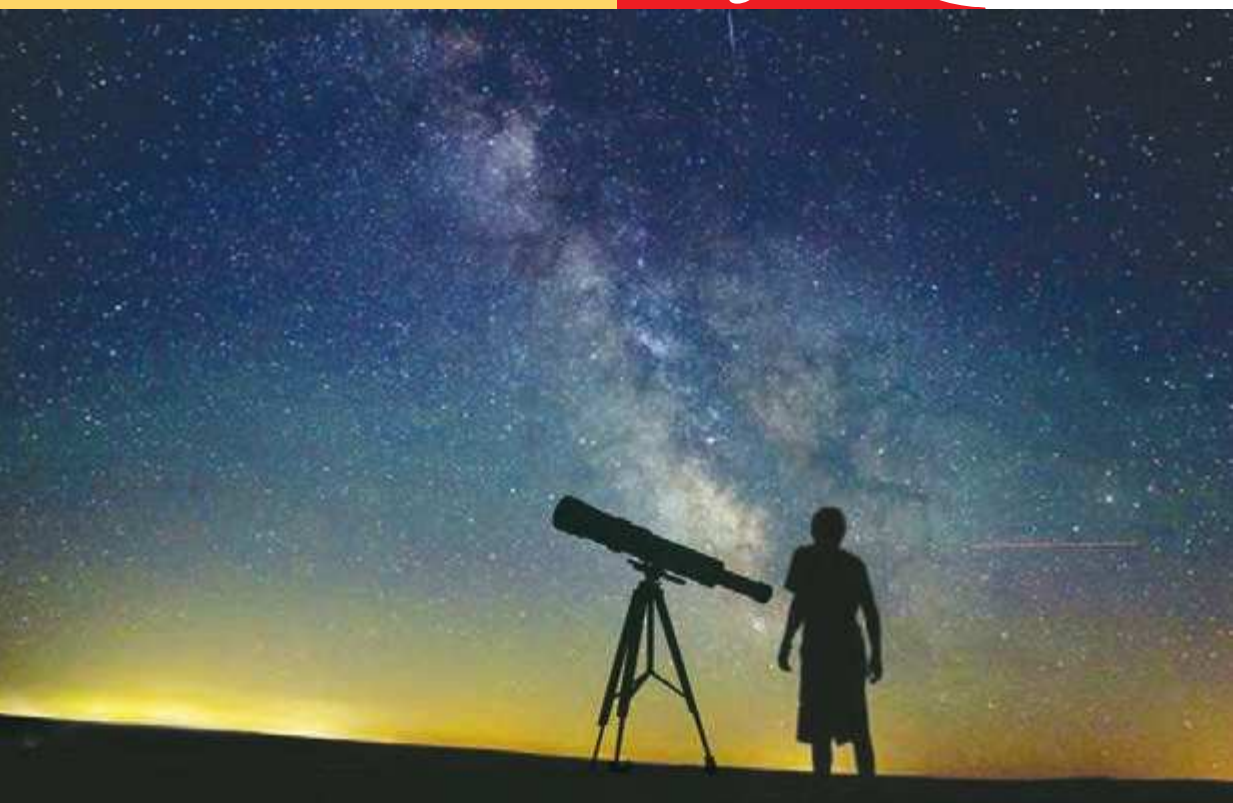
ابوعلی حسین بن عبدالله، ملقب به ابن سینا که در غرب به آوی سینا معروف است، در سال ۳۵۹ هجری شمسی در آفشنه در نزدیکی بخارا به دنیا آمد و در سال ۴۱۶ هجری شمسی در همدان درگذشت. ابن سینا که از کودکی هوشی سرشار داشت، به سرعت علوم زمان خود را فرا گرفت و در ۱۶ سالگی شروع به طبابت کرد. ابن سینا در فنون مختلف و متنوع تألیفات زیادی دارد و آثار او بالغ بر ۲۷۰ عنوان می‌شود. گرچه مهم‌ترین آثار او اثر فلسفی **شفای** و کتاب دایرةالمعارف گونه **فانون** در پزشکی است، اما او در علوم و فنون زمانه خود نیز دستی بر آتش

داشته است. کتاب **معیارالعقول** یکی از کتاب‌های منتسب به ابن سینا است که مباحث آن به فنّ طراحی و ساخت جراثقال‌ها مربوط می‌شود و لذا از آثار مهندسی تمدن اسلامی محسوب می‌گردد. در این کتاب نخست به ماشین‌های ساده‌ای مانند اهرم‌های ساده و مرکب، قرقره‌های ساده و مرکب، چرخ و محور اشاره می‌شود که همگی اجزای تشکیل‌دهنده جراثقال‌ها هستند و سپس به خود جراثقال پرداخته می‌شود. البته سوای این مطالب، ابن سینا در بخش طبیعیات کتاب‌های مهم خود مانند **شفای**، **اشارات** و **تنبیها** و **دانشنامه علایی** بخش نظری فیزیک مکانیک را نیز توسعه داد و قواعد جدیدی را برای توصیف حرکات عرضه کرد. او ضمن بحث عمیق درباره مفاهیم و کمیت‌های اساسی مکانیک نظری مانند جسم، ماده، هیئت، زمان، مکان، فضا و نظایر آن، عوامل یا نیروهای محرکه را به دو دسته داخلی و خارجی تفکیک کرد و ضمن تشریح منشأ هر کدام، سرانجام موفق به توصیف درست حرکت‌هایی شد که مکانیک ارسطویی از تبیین آنها عاجز بود.

# نگاهی به فضا



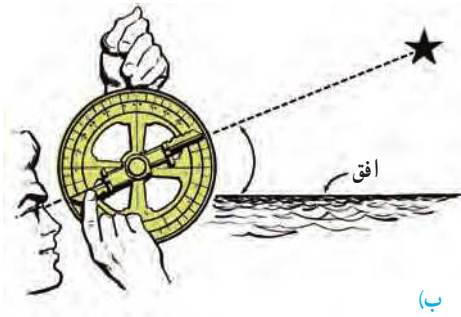
## فصل ۱۰



پس از غروب آفتاب، وقتی به آسمان نگاه می‌کنید، زیبایی و نقاط روشن آن باعث می‌شود که پرسش‌های زیادی در ذهن شما به وجود آید. این نقاط روشن در آسمان ستاره‌اند یا سیاره؟ آیا این نقاط همه آن چیزی است که در آسمان وجود دارد؟ آیا آنها در محل خود ثابت‌اند یا جابه‌جا می‌شوند؟ و... با توسعه ابزارهای مشاهده آسمان، اطلاعات و یافته‌های بشر نسبت به فضای اطراف زمین افزایش یافته است. امروزه انسان با سفر به فضا، در پی کشف اسرار جهان هستی و حیات در سیارات و سامانه‌های فراخورشیدی است. در این فصل با علم نجوم و برخی کاربردهای آن در زندگی خود آشنا می‌شوید.

## علم نجوم

از هزاران سال پیش انسان به آسمان شب، ماه و خورشید و دیگر اجرام آسمانی توجه داشته است. در حدود هزار سال قبل، همزمان با شکوفایی علم در جوامع اسلامی، مطالعات نجومی نیز مورد توجه منجمان ایرانی و مسلمان سایر کشورها، قرار گرفت. در علم نجوم، آنها به مشاهده آسمان و مطالعه اجرام آسمانی می پرداختند و با ساخت ابزار نجومی، مانند اُسْطْرلاب (شکل ۱- الف) و احداث رصدخانه و ارائه جداول دقیق نجومی، کمک زیادی به توسعه علم نجوم نمودند. آنها از اسطرلاب برای تعیین زاویه ارتفاع ستارگان و سایر مطالعات نجومی استفاده می نمودند (شکل ۱- ب).



(ب)



(الف)

شکل ۱- الف) اسطرلاب، ب) نحوه رصد ستاره به وسیله اسطرلاب

## فعالیت

### شکلی از اسطرلاب را بسازید

#### وسایل و مواد لازم:

کاغذ مقوایی به ابعاد  $12 \times 12$  سانتیمتر - نی نوشابه به طول ۱۲ سانتیمتر - نخ ضخیم به طول ۲۰ سانتیمتر - وزنه چند گرمی - پرگار - مداد - قیچی - چسب مایع و نواری - نقاله - خط کش.

#### روش ساخت:

- ۱- دو خط عمود بر هم با فاصله یک سانتیمتر از لبه کاغذ رسم کنید.
- ۲- با استفاده از پرگار، ربع دایره ای به شعاع  $10^\circ$  سانتیمتر و  $11$  سانتیمتر از تقاطع دو کمان رسم کنید و با قیچی مقوا را از روی کمان  $11$  سانتیمتر ببرید.
- ۳- با استفاده از نقاله، ربع دایره را به  $9$  قسمت  $10^\circ$  درجه ای تقسیم کنید و از  $0^\circ$  تا  $90^\circ$  را در کنار هر خط بنویسید.
- ۴- با چسب، نی را بر روی خط  $90^\circ$  درجه بچسبانید.
- ۵- وزنه را به یک سر نخ گره بزنید و سر دیگر نخ را با چسب مایع روی تقاطع دو خط یا مرکز ربع دایره بچسبانید.





۶- با استفاده از اسطرلابی که ساخته‌اید، زاویه ارتفاع چند ستاره را اندازه‌گیری نمایید. برای این کار، اسطرلاب را در دست بگیرید و از داخل نی به ستاره مورد نظر نگاه کنید. زاویه ارتفاع را به وسیله نخ و وزنه بخوانید.

در قرن هفتم هجری قمری توانمندی‌های علمی مسلمانان به اوج خود رسید و به همت خواجه نصیرالدین طوسی رصدخانه مراغه، تأسیس شد و محیطی علمی در اختیار ستاره شناسان قرار گرفت و همچنین باعث گسترش تفکر ساخت چنین رصدخانه‌هایی در دیگر نقاط جهان شد. حدود ۴۰۰ سال پیش، گاليله با ساخت اولین تلسکوپ و رصد آسمان به وسیله آن، پنجره جدیدی به سوی شناخت دقیق تر جهان گشود. پس از وی، منجمان با ساخت ابزارهای نجومی پیشرفته‌تر، مطالعات خود را به صورت علمی و منسجم از سامانه خورشیدی به فضاهاى کهکشانی، گسترش دادند. امروزه دانشمندان با بهره‌گیری از تجهیزات مدرن (شکل ۲)، درصدد کشف ناشناخته‌های جهان هستی می‌باشند.



شکل ۲- برخی ابزار نجومی پیشرفته

## کهکشان

کهکشان، مجموعه‌ای عظیم از ستارگان، گازها، گردوغبار و فضای بین‌ستاره‌ای است که تحت تأثیر نیروی



جاذبه گرانشی متقابل، در کنار هم، جمع شده‌اند (شکل ۳). برخی از آنها بدون استفاده از تلسکوپ و با چشم غیر مسلح، قابل رؤیت‌اند. سامانه خورشیدی، بخش بسیار کوچکی از کهکشان راه شیری است. کهکشان ما، خود بخش بسیار کوچکی از جهان هستی (کیهان) است و کیهان خود از میلیاردها کهکشان دیگر تشکیل شده است.

شکل ۳- کهکشان راه شیری

## ستارگان

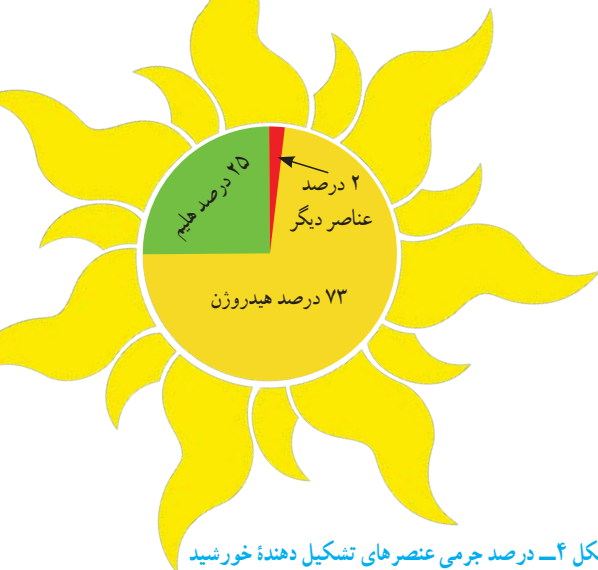
ما برای زندگی به نور و گرما نیاز داریم. خورشید به عنوان تنها ستاره سامانه خورشیدی، نور و گرمای مورد نیاز ما را تأمین می‌کند. ستاره‌ها پیوسته در حال تغییرند. زمانی متولد می‌شوند و میلیاردها سال بعد می‌میرند. نزدیک‌ترین ستاره به زمین، خورشید است که در فاصله حدود یکصد و پنجاه میلیون کیلومتری آن واقع شده است. به این فاصله، یک **واحد نجومی** اطلاق می‌شود. در علم نجوم برای بیان فواصل خیلی دور از واحد دیگری به نام **سال نوری** استفاده می‌شود. به فاصله‌ای که نور در مدت زمان یک سال طی می‌کند، یک سال نوری گفته می‌شود.

### خود را بیازمایید

نور فاصله زمین تا خورشید را در مدت هشت دقیقه و بیست ثانیه طی می‌کند. یعنی نور خورشید را که اکنون می‌بینید، هشت دقیقه و بیست ثانیه قبل از خورشید جدا شده است. با توجه به تندی نور، فاصله خورشید تا زمین را محاسبه کنید.

### آیا می‌دانید

پس از خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین، ستاره پروکسیما قنطورس است که فاصله آن از زمین حدود ۴/۲۵ سال نوری (۲۶۸۰۰۰ واحد نجومی) است.



شکل ۴- درصد جرمی عناصرهای تشکیل دهنده خورشید

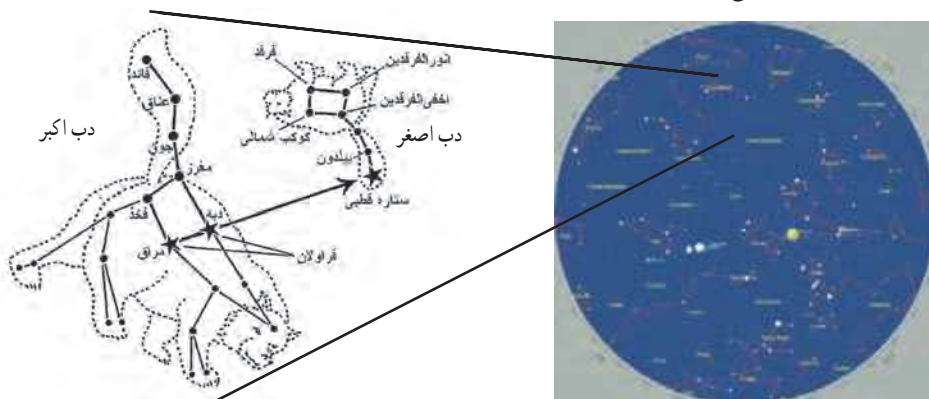
خورشید کره عظیمی از گازهای بسیار داغ است و چند صد برابر مجموع سیاره‌های سامانه خورشیدی، جرم دارد. ترکیب اصلی خورشید در حال حاضر از هیدروژن و هلیوم تشکیل شده است (شکل ۴) که به طور مداوم هیدروژن به هلیوم، تبدیل می‌شود. این تبدیل همراه با کاهش جرم و تولید انرژی به صورت گرما و نور است. کاهش جرم تا زمانی ادامه خواهد یافت که خورشید به پایان زندگی خود برسد.

## فکر کنید

وجود خورشید در زندگی ما اهمیت زیادی دارد. چند مورد از آنها را بیان کنید.

## صورت‌های فلکی

موقعیت ستارگان در آسمان به گونه‌ای است که وقتی به آنها نگاه می‌کنیم، تعدادی از آنها ممکن است به صورت‌ها و شکل‌های خاصی دیده شوند. این شکل‌ها را به اشیا و حیوانات تشبیه می‌کنند و به آن صورت فلکی می‌گویند (شکل ۵). این صورت‌های فلکی همیشه و به طور ثابت در آسمان دیده نمی‌شوند، بلکه هر یک در زمان مشخص و موقعیت خاص قابل رؤیت هستند. به همین دلیل در قدیم، انسان‌ها از آنها به عنوان تقویم استفاده می‌کردند. همچنین از ستارگان و صورت‌های فلکی برای جهت‌یابی در شب نیز می‌توان استفاده نمود. البته امروزه در شهرهای بزرگ، به دلیل وجود نور فراوان لامپ‌های روشنایی در آسمان شهر، امکان رؤیت ستارگان در شب به خوبی وجود ندارد، که به این پدیده آلودگی نوری گفته می‌شود. افزون بر آن آلودگی هوا نیز در رصد آسمان مؤثر است. وجود ابرها در آسمان نیز از موانع رصد آسمان می‌باشد.



شکل ۵- تعدادی از صورت‌های فلکی به همراه دب اکبر و دب اصغر

**هدف : تعیین جهت شمال و جنوب جغرافیایی در شب**

در محلی که ستارگان به خوبی در شب قابل رؤیت هستند، صورت فلکی دب اکبر را پیدا کنید،



سپس ستاره ششم را به ستاره هفتم با یک خط وصل کنید و خط را حدود ۵ برابر فاصله بین دو ستاره امتداد دهید (مطابق شکل). به ستاره ای خواهید رسید که چندان هم پر نور نیست. آن ستاره قطبی است. وقتی رو به آن بایستید، به سمت قطب شمال زمین ایستاده‌اید. ستاره قطبی، دم صورت فلکی دب اصغر است. در صورت امکان تصویر و فیلم تهیه و به کلاس ارائه نمایید.

جهت یابی با استفاده از ستارگان منحصر به شب نیست و در روز نیز می‌توان با استفاده از نور خورشید جهت‌های جغرافیایی را تعیین نمود.

**هدف : تعیین جهت شمال و جنوب جغرافیایی در روز**

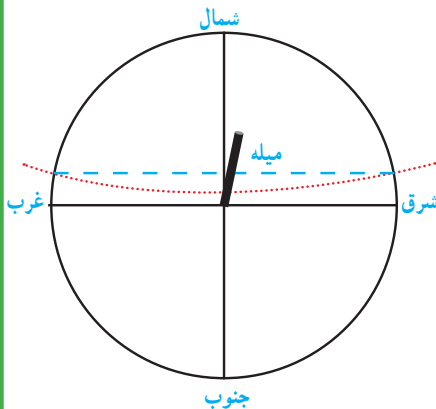
۱- میله‌ای به طول ۵/۵ متر را در مکانی آفتابی به طور عمود روی زمین نصب و دایره‌ای به شعاع یک متر و به مرکز میله رسم کنید.

۲- هنگام طلوع خورشید، طول سایه میله، بزرگ‌تر از شعاع دایره است. به مرور زمان، طول سایه میله به شعاع دایره نزدیک می‌شود. زمانی که طول سایه با شعاع دایره برابر شد، بر روی دایره علامتی بگذارید.

۳- در هنگام ظهر، طول سایه میله به کوتاه‌ترین مقدار خود می‌رسد و بعد از ظهر، به مرور زمان طول سایه میله افزایش می‌یابد. وقتی سایه میله مجدد برابر با شعاع دایره شد، بر روی دایره علامت بگذارید.

۴- دو نقطه علامت‌گذاری شده بر روی دایره را با استفاده از خط کش به هم وصل کنید. (خط چین آبی)

۵- وسط خط مذکور را تعیین نمایید و از آن نقطه خطی به میله وصل کنید. خط حاصل جهت شمال و جنوب جغرافیایی را نشان می‌دهد. سمتی که سایه تشکیل می‌شود، جهت شمال و سمت مقابل، جهت جنوب جغرافیایی می‌باشد.



در درس مطالعات اجتماعی خواندید که جهت قبله در ایران همواره به سمت جنوب غربی است. بنابراین داشتن جهت جنوب جغرافیایی و زاویه میل قبله نسبت به آن در محل سکونت خود، می‌توانید جهت قبله را تعیین کنید. زاویه میل قبله در شهرهای مختلف متفاوت است (جدول ۱).

نام شهر	زاویه میل قبله (درجه) از جنوب به سمت غرب	نام شهر	زاویه میل قبله (درجه) از جنوب به سمت غرب
اراک	۳۷	اردبیل	۲۶
ارومیه	۱۷	اصفهان	۴۶
اهواز	۴۱	ایلام	۲۷
بجنورد	۴۸	بندرعباس	۷۲
بوشهر	۵۵	بیرجند	۶۱
تبریز	۲۰	تهران	۳۸
خرم‌آباد	۳۴	رشت	۳۱
زاهدان	۷۲	زنجان	۲۹
ساری	۴۱	سمنان	۴۴
سنندج	۲۶	شهرکرد	۴۴
شیراز	۵۷	قزوین	۳۳
قم	۳۹	کرج	۳۷
کرمان	۶۴	کرمانشاه	۲۸
گرگان	۴۳	مشهد	۵۴
همدان	۳۲	یاسوج	۵۱
یزد	۵۴		

جدول ۱- زاویه میل قبله مراکز استان‌ها (حفظ اعداد و مطالب داخل جدول جزء اهداف برنامه درسی نیست)

## فعالیت

با استفاده از جدول بالا، فعالیت زیر را انجام دهید.

- ۱- کمترین و بیشترین زاویه میل قبله مربوط به کدام استان‌هاست؟
- ۲- زاویه میل قبله در استان محل سکونت شما چقدر است؟
- ۳- با جست‌وجو در منابع معتبر و اینترنت، زاویه میل قبله سایر شهرستان‌های استان محل سکونت خود را پیدا کنید و با استفاده از روش بالا، جهت قبله مدرسه یا منزل خود را تعیین کنید.

## سامانه خورشیدی

سامانه خورشیدی شامل هشت سیاره و قریب به دویست قمر طبیعی، چند خرده سیاره، میلیون ها سیارک و اجسام سنگی دیگر است که حجم بزرگی از فضا را اشغال کرده اند و همگی به دور خورشید در حال گردش هستند (شکل ۶). بیشتر ستاره شناسان معتقدند که همه اعضای سامانه خورشیدی، از ابر عظیم و چرخانی متشکل از گاز و غبار به نام سحابی خورشیدی تشکیل شده اند.



شکل ۶ - سامانه خورشیدی

### جمع آوری اطلاعات

درباره تفاوت سیاره و ستاره اطلاعاتی را جمع آوری کنید و در کلاس ارائه نمایید.

### سیارات

در دوره ابتدایی آموختید که سیارات از خود نور ندارند و به دور یک ستاره در گردش اند و ممکن است دارای یک یا چند قمر نیز باشند. امروزه دانشمندان معتقدند که سیاره به جرمی گفته می شود که در مداری به دور خورشید می چرخد و دارای جرم کافی برای ایجاد شکل کروی و جذب اجرام کوچک تر اطراف مدار خود باشد. سیارات به طور کلی به دو دسته تقسیم می شوند: گروه اول که شامل تیر (عطارد)، ناهید (زهره)، زمین (ارض) و بهرام (مریخ) است را **سیاره های سنگی (درونی)** می نامند و گروه دوم که شامل مشتری (برجیس)، کیوان (زحل)، اورانوس و نپتون است را **سیاره های گازی (بیرونی)** می نامند. جدول ۲، برخی از ویژگی های این سیارات را نشان می دهد.

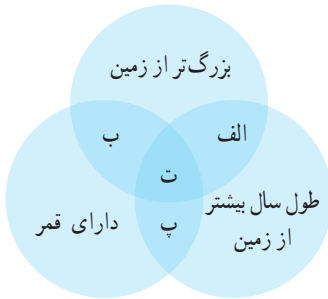


سیاره	زمان حرکت انتقالی	قطر (کیلومتر)	دما (°C)	تعداد قمرها	جنس
تیر / عطارد	۸۸ شبانه روز	۴۸۸۰	+۴۲۷	-	سنگی
ناهید / زهره	۲۲۵ شبانه روز	۱۲۱۰۰	+۴۳۷	-	سنگی
زمین / ارض	۳۶۵ شبانه روز	۱۲۷۵۶	+۲۷	۱	سنگی
بهرام / مریخ	۶۷۸ شبانه روز	۶۷۸۸	-۱۸	۲	سنگی
مشتری / پرچیس	۱۱/۸۶ سال	۱۳۷۴۰۰	-۶۵	۷۹	گازی
کیوان / زحل	۲۹/۴۴ سال	۱۱۵۱۰۰	-۱۷۸	۶۲	گازی
اورانوس	۸۴ سال	۵۰۱۰۰	-۲۱۵	۲۷	گازی
نپتون	۱۶۴/۸ سال	۴۹۴۰۰	-۲۱۷	۱۴	گازی

جدول ۲- برخی ویژگی‌های سیارات (حفظ اعداد و مطالب داخل جدول جزء اهداف برنامه درسی نیست)

### فعالیت

با توجه به جدول ویژگی سیارات، در شکل زیر نام سیاره‌های واقع در محدوده‌های الف، ب، پ و ت را بنویسید.



### فکر کنید

به نظر شما، آیا امکان حیات در تیر و مشتری، وجود دارد؟ چرا؟

### آیا می‌دانید

تا قبل از نشست اتحادیه بین‌المللی نجوم در سال ۲۰۰۶ میلادی، پلوتو آخرین و کوچک‌ترین سیاره سامانه خورشیدی محسوب می‌شد، اما براساس رأی‌گیری انجام شده در آن نشست، این جرم آسمانی به دلیل جرم کم و عدم توانایی در جذب اجرام کوچک‌تر اطراف مدار خود، از رده سیاره‌های اصلی خارج و به اجرام ماوراء نپتون (TNOs)، وارد شد. براساس پژوهش‌های انجام شده، اریس<sup>۱</sup> بزرگ‌ترین و فارفاروت<sup>۲</sup> دورترین جرم ماوراء نپتون است که تاکنون کشف شده است.

نام خرده‌سیاره	سیرس	پلوتو	ماکی‌ماکی	اریس	هاثومیا	سدنا	فارفاروت
قطر (کیلومتر)	۹۴۱	۲۳۰۶	۱۴۴۰	۲۳۲۶	۱۳۰۰	۹۹۶	۴۰۰-۶۰۰ <sup>۳</sup>

۱- Trans-Neptunian Objects

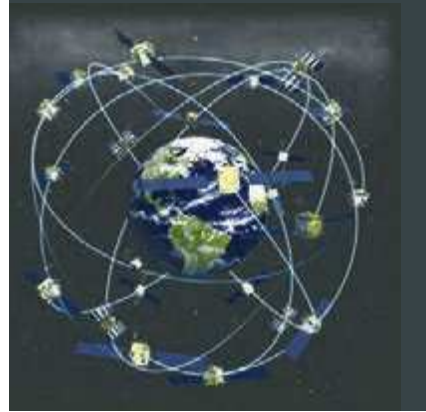
۲- Eris

۳- Farfarout

۴- براساس رصد‌ها تخمین زده شده است.

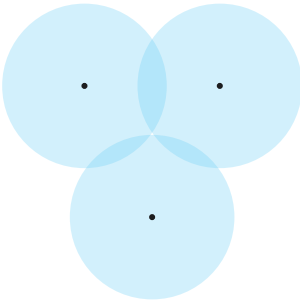
## قمر

به جرمی آسمانی که تحت تأثیر نیروی گرانش، به دور یک سیاره در گردش است، قمر گفته می‌شود. زمین تنها دارای یک قمر است که ماه نام دارد. ماه با تندی متوسط یک کیلومتر در ثانیه در مدار بیضی به دور زمین می‌گردد. فاصله متوسط مدار چرخش ماه به دور زمین حدود ۳۸۰۰۰۰ کیلومتر است. ماهواره‌ها نیز به عنوان قمرهای مصنوعی در مدارهای معین به دور زمین می‌چرخند (شکل ۷). آنها بر اساس نوع مأموریت و کاربرد در ارتفاع متفاوتی به دور زمین می‌گردند. کار ماهواره‌های مخابراتی، امکان ارتباطات تلفنی، ارسال برنامه‌های رادیو و تلویزیونی و امواج راداری است. ماهواره‌های هواشناسی در پیش‌بینی وضعیت هوا، به هواشناسان کمک می‌کنند. یکی دیگر از کاربردهای ماهواره‌ها، تعیین موقعیت و مسیریابی است. آیا می‌دانید سازوکار سامانه موقعیت یاب جهانی (GPS) چگونه است؟



شکل ۷- چرخش ماهواره‌ها به دور زمین

## فعالیت



**وسایل و مواد لازم:** خط کش، مداد، پرگار، یک برگه کاغذ

**روش اجرا:**

- ۱- یک دایره به شعاع ۳ سانتیمتر بر روی کاغذ رسم کنید.
  - ۲- با فاصله ۴ سانتیمتر از مرکز دایره اول، یک دایره دیگر به شعاع ۳ سانتیمتر رسم کنید.
  - ۳- دو دایره در چند نقطه یکدیگر را قطع کرده‌اند؟
  - ۴- دایره سوم را با همان شعاع ۳ سانتیمتر، به فاصله‌ای از دو دایره قبلی به گونه‌ای رسم کنید که، محیط آن منطبق بر یکی از نقاط تلاقی دو دایره قبلی باشد.
  - ۵- نقطه اشتراک سه دایره را علامت گذاری کنید.
- سازوکار سامانه موقعیت یاب (GPS) نیز این گونه است.

سامانه موقعیت یاب جهانی از ۲۴ ماهواره تشکیل شده است. هر ماهواره، مساحت محدودی از سطح زمین را به صورت دایره‌ای پوشش می‌دهد. فاصله ماهواره‌ها به گونه‌ای است که همیشه منطقه‌ای



شکل ۸- سه ماهواره موقعیت یاب

به صورت اشتراک بین دو ماهواره مجاور هم ایجاد می‌شود. در هر نقطه از زمین، هنگامی که یک سامانه موقعیت یاب جهانی روشن می‌شود، ابتدا از نزدیک‌ترین ماهواره اطراف خود، امواج دریافت می‌کند و در دایره تحت پوشش آن قرار می‌گیرد. در این حالت سامانه موقعیت یاب جهانی، در هر نقطه‌ای از دایره ممکن است باشد. بنابراین موقعیت دقیق آن قابل اندازه‌گیری نیست. سپس سامانه موقعیت یاب جهانی، با دومین ماهواره ارتباط برقرار می‌کند و جای GPS بین منطقه مشترک دو دایره می‌باشد و هنوز GPS قادر به تشخیص دقیق موقعیت نیست. سپس سامانه موقعیت یاب جهانی با سومین ماهواره، ارتباط برقرار می‌کند و یک نقطه مشترک بین سه ماهواره به دست می‌آورد. نقطه حاصل، موقعیت سامانه موقعیت یاب جهانی است (شکل ۸).

## جمع‌آوری اطلاعات

در مورد سایر کاربردهای ماهواره‌ها و سرنوشت آنها پس از اتمام مأموریت اطلاعات جمع‌آوری کنید و به صورت تصویری به کلاس ارائه نمایید.



شکل ۹- مدار سیارک‌ها

## سیارک‌ها

در سامانه خورشیدی افزون بر سیاره‌ها و قمرهای آنها، میلیاردها جرم فضایی دیگر به نام سیارک در حال چرخش به دور خورشید هستند. بیش از ۹۰ درصد این سنگ‌های فضایی در ناحیه‌ای به نام کمربند اصلی سیارک‌ها، که بین مدار مریخ و مشتری واقع شده است، تمرکز یافته‌اند (شکل ۹).

## شهاب سنگ ها



شکل ۱- نمونه شهاب سنگ یافت شده در بیابان لوت

هر ساله هزاران سنگ فضایی، وارد جو زمین می شوند و به سطح زمین برخورد می کنند. این سنگ ها، **شهاب سنگ (شخانه)** نام دارند. بیشتر شهاب سنگ ها در اقیانوس ها سقوط می کنند و از آنهایی که بر سطح خشکی ها برخورد می کنند، فقط تعداد کمی از آنها، در مناطق مسکونی و یا نزدیک به آن سقوط می کنند و توسط انسان ها، پیدا می شوند (شکل ۱). اگر یکی از این سنگ ها

به یک سفینه فضایی یا ماهواره ها برخورد کند، می تواند در فعالیت آن اختلال به وجود آورد و یا آن را از بین ببرد. این مشکلی است که هر لحظه، پیچیده ترین فناوری های دست ساز انسان را تهدید می کند.

## فکر کنید

چرا بیشتر شخانه ها در اقیانوس ها سقوط می کنند؟

## آیا می دانید

شهاب سنگ ها به سه گروه؛ سنگی، آهنی و سنگی - آهنی تقسیم می شوند. شهاب سنگ ورامین در زمان ناصرالدین شاه قاجار، شهاب سنگ نراق در سال ۱۳۵۳ و شهاب سنگ لوت در سال ۱۳۸۵ در لوت یافت شده است. در سال ۱۳۹۲ برخورد شهاب سنگ چلیابینسک در روسیه سبب زخمی شدن تعدادی از افراد شده است.



شهاب سنگ لوت جرم ۹۷۰g



شهاب سنگ نراق جرم ۵/۲g



شهاب سنگ ورامین جرم ۵۴kg



شکل ۱۱- بارش شهابی بر فراز قله دماوند

هر شب می‌توان در آسمان، تیرهای درخشان نور را دید که به سرعت، می‌گذرند. آنها شهاب نام دارند. قطعاتی از سنگ و غبار رها شده از مدار سیارک‌ها، که در هنگام ورود به جو زمین می‌سوزند و شهاب‌ها را به وجود می‌آورند. این ذرات در سراسر سامانه خورشیدی پراکنده و سرگردان هستند.

### سفر به فضا

بحث فضا و سفر به آن از گذشته دور مورد توجه بوده است. انسان‌ها می‌دانند افزون بر زمین فقط سیاره مریخ قابلیت بررسی شرایط حیات را دارد ولی سایر سیارات سامانه خورشیدی قابلیت حیات ندارند. به همین دلیل ذهن انسان درگیر یافتن حیات در سیارات فراخورشیدی است. اکنون به روش‌های مختلف و غیر مشاهده‌ای بیش از هزار سامانه فراخورشیدی کشف شده است و انسان سعی دارد تا با ارسال سفینه‌های فضایی، اطلاعات بیشتری را کسب نماید. سفر به فضا همان قدر که هیجان‌انگیز است مشکلات خاص خود را نیز دارد. انسان، ماه‌ها در سفینه‌های فضایی به دور زمین، گردش کرده و تا سطح ماه نیز پیش رفته است. دانشمندان تجهیزات علمی و دوربین‌های پیشرفته‌ای را در سفینه‌های بدون سرنشین نصب کرده‌اند و آنها از فضای میان سیاره‌ای و سیارات مختلف، اطلاعات و عکس‌های بی‌نظیری به زمین ارسال کرده‌اند.

### جمع‌آوری اطلاعات



شکل ۱۲- مریخ‌نورد

با مراجعه به منابع معتبر علمی درباره کاوش‌های جدید در سیاره مریخ، اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.

## خواجه نصیرالدین طوسی



نصیرالدین ابوجعفر محمد بن محمد طوسی (۶۷۸-۶۰۲ق) که زادگاهش را طوس در خراسان یا ساوه آورده‌اند، شاگرد کمال‌الدین موسی بن یونس، و از پیروان اسماعیلیه که پس از شکست اسماعیلیان توسط هلاکوخان مغول از کانون فرماندهی الموت به عنوان اخترشناس و مشاور خان مغول به دربار هلاکوخان راه یافت. گرچه بیشتر زندگی خود را در سیاست سپری کرد اما در زمینه علوم نیز کاری تاریخ‌ساز و ماندگار را با پایه‌گذاری رصدخانه و کتابخانه مراغه به انجام رسانید. خواجه نصیرالدین طوسی دانشمندان زیادی را از سرزمین‌های شکست خورده در برابر مغولان در کانون آموزش و پژوهش مراغه دور هم جمع کرد و از بی‌آن به پرورش شاگردان پُرشماری همت گماشت.

دستاوردهای نوشتاری بسیاری در زمینه‌های گوناگون علوم از ریاضی، اخترشناسی، فیزیک، موسیقی، شعر و ادب، فقه و اصول و...، از این دانشگاه بی‌همانند حاصل گردید که از ایستایی دانش و دانشمند در آن مقطع تاریخی در جهان جلوگیری نمود. افزون بر شمار زیادی آثار که استادان و دانشجویان کانون علوم مراغه خود نوشته‌اند، نصیرالدین طوسی خود نیز آثار ارزشمندی را به رشته تحریر درآورد که برخی از آنها در واقع پایان‌نامه‌های دانش‌آموختگان مراغه بودند شامل: بیست و هشت کتاب در ریاضی، بیست و سه نوشته در اخترشناسی، چهار اثر در فیزیک و مکانیک، یک کتاب در علم موسیقی، یک دانشنامه، یک کتاب درباره کانی‌ها، پنج اثر در قلمرو فلسفه و الهیات که سرآمد آنها کتاب «اخلاق ناصری» است، و سرانجام یک کتاب ارزنده در زمینه اموردارایی و اقتصاد... چهار کتاب خواجه نصیرالدین طوسی در فیزیک و مکانیک عبارت‌اند از: (۱) نوشته‌ای با نام «تحریر کتاب المناظر اقلیدس» در زمینه فیزیک نور که چندین دست‌نویس از آن در برخی کشورها و نیز ایران نگهداری می‌شود، (۲) کتابی با نام «رساله فی انعکاس الشعاعات وانعطفات» که آن نیز در قلمرو فیزیک نور بوده و دست‌نویس‌هایی از آن در چند کشور از جمله ایران موجود است، (۳) نگاشته‌ای با نام «قوس و قزح» به زبان فارسی درباره رنگین‌کمان و پردازش دلایل تشکیل آن در آسمان که چهار دست‌نویس آن در تهران نگهداری می‌شود، (۴) نوشته‌ای با نام «رساله فی الحازو البروده» در فیزیک گرما (ترمودینامیک) که تنها دست‌نویس به جای مانده آن در تاشکند از بکستان نگهداری می‌شود، کتاب موسیقی طوسی را نیز بایستی در گروه آثار وی در زمینه فیزیک به شمار آورد که متأسفانه هیچ‌گونه دست‌نویسی از آن به ما نرسیده و تنها در نوشته‌های دیگران از آن یاد شده است.



# گونا گونی جانداران



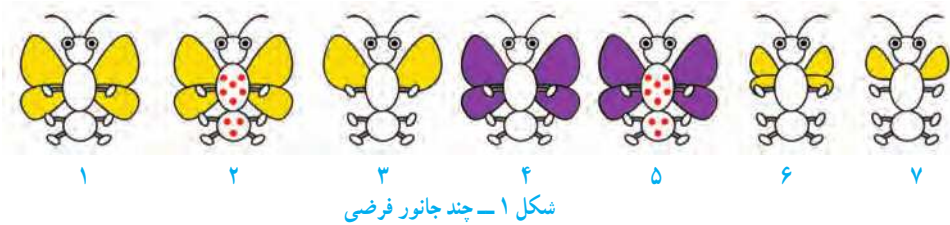
## فصل ۱۱



فرض کنید برای پیدا کردن کتابی دربارهٔ انواع پرندگانی که در ایران یافت می‌شوند، به کتابخانه‌ای رفته‌اید، اما می‌بینید کتاب‌های متفاوت را بدون هیچ نوع گروه‌بندی در قفسه‌ها قرار داده‌اند. در این کتابخانه چگونه کتاب مورد نظر خود را پیدا می‌کنید؟ روشن است که هرچه کتابخانه بزرگ‌تر و تنوع کتاب‌ها بیشتر باشد، پیدا کردن کتاب مورد نظر دشوارتر است. زیست‌شناسان نیز به منظور مطالعه و استفاده از جانداران، آنها را در گروه‌های متفاوتی قرار می‌دهند.

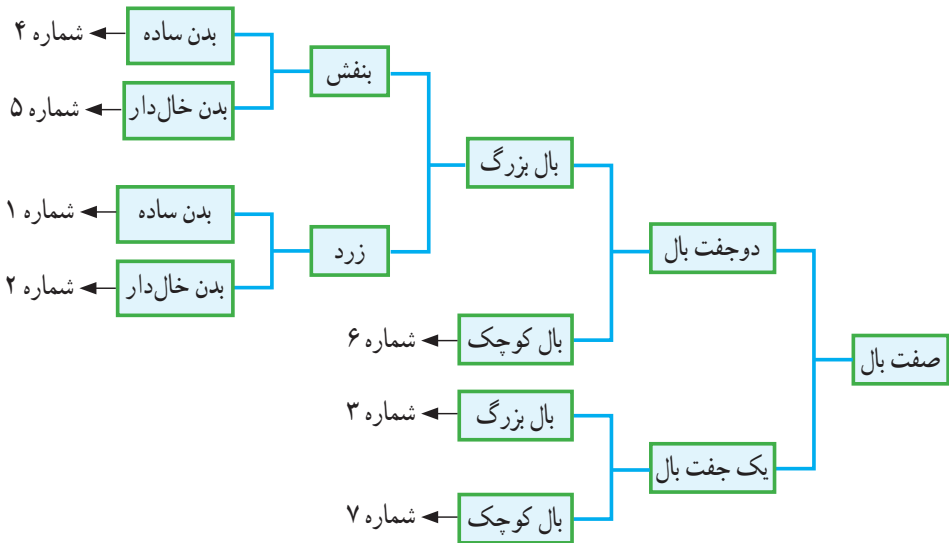
## بر سر دوراهی

به شکل ۱ توجه کنید! چگونه این جانوران فرضی را گروه‌بندی می‌کنید؟



شکل ۱ - چند جانور فرضی

احتمالاً این جانوران را بر اساس صفت‌هایی مانند تعداد پا و بال و یا رنگ بدن گروه‌بندی می‌کنید. در این صورت، شباهت‌ها و تفاوت‌های ظاهری اساس طبقه‌بندی‌ای است که انجام داده‌اید. دانش‌آموزی گروه‌بندی جانوران فرضی شکل ۱ را به شیوه زیر انجام داده است.



شکل ۲ - کلید شناسایی برای جانوران فرضی شکل ۱

این دانش‌آموز، بال را که صفت مشترک همه این جانوران است، در نظر گرفته و بعد بر اساس تعداد بال، آنها را در دو گروه قرار داده است. در مراحل بعدی نیز به همین ترتیب عمل کرده است. همان‌طور که می‌بینید، در نهایت گروه‌هایی داریم که بیشترین شباهت را با هم دارند.

او ضمن گروه‌بندی، راهنما یا کلیدی برای شناسایی این جانوران فرضی، نیز طراحی کرده است. به چنین راهنمایی، **کلید شناسایی دوراهی** می‌گویند؛ زیرا در هر مرحله باید از بین دو حالت، یک حالت انتخاب شود. همان‌طور که در شکل ۲ می‌بینید، کلید دوراهی بر اساس صفات جانداران طراحی می‌شود. از کلیدهای دوراهی برای شناسایی جانداران جدید استفاده می‌شود.

## فعالیت

با در نظر گرفتن صفت‌های ظاهری، جانوران زیر را طبقه‌بندی و کلید دوراهی برای شناسایی آنها طراحی کنید.



تا چند قرن پیش، دانشمندان نیز جانوران و گیاهان را فقط بر اساس صفت‌های ظاهری گروه‌بندی می‌کردند؛ مثلاً ارسطو، فیلسوف یونانی جانوران را در سه گروه قرار داد: آنهایی که در خشکی راه می‌روند؛ جانورانی که در آب شنا می‌کنند و آنهایی که در هوا پرواز می‌کنند. او گیاهان را در سه گروه علف‌ها، درختچه‌ها و درخت‌ها جای داده بود.

با شناخت بیشتر جانداران، افزون بر صفت‌های ظاهری، به ساختارهای داخلی پیکر جانداران نیز توجه شد؛ مثلاً بودن یا نبودن ستون مهره معیاری برای گروه‌بندی جانوران به دو گروه بزرگ مهره‌داران و بی‌مهره‌ها شد (شکل ۳).



شکل ۳- کرم و مار ظاهری شبیه به هم دارند، در حالی که کرم از بی‌مهره‌ها و مار از مهره‌داران است.

## خود را بیازمایید

امروزه در گروه‌بندی جانداران، افزون بر صفت‌های ظاهری، شباهت مولکول‌های تشکیل‌دهندهٔ یاخته‌ها را نیز بررسی می‌کنند. به نظر شما برای این منظور چه مولکولی مناسب است؟

## گروه‌بندی جانداران

آیا گروه‌های کلی جانداران را به یاد دارید؟ جانداران را به شکل‌های متفاوتی گروه‌بندی می‌کنند. در نوعی گروه‌بندی، همهٔ جانداران را در پنج گروه اصلی یا به عبارتی در پنج سلسله قرار می‌دهند (شکل ۴). سپس آنها را در گروه‌های کوچک‌تری قرار می‌دهند. شکل ۵ جای قُمری خانگی را در سلسلهٔ جانوران نشان می‌دهد.



شکل ۴- پنج سلسله جانداران



شکل ۵- جای قُمری خانگی در گروه جانوران

در شکل ۵ می‌بینید که از بالا به پایین انواع جانوران کم می‌شوند. مثلاً در گروه مهره‌داران به جز پرندگان، جانوران دیگری نیز وجود دارند، درحالی که در پایین‌ترین گروه فقط قمری خانگی قرار دارد. همهٔ قمری‌های خانگی، گروهی به نام **گونه** را تشکیل می‌دهند؛ زیرا به هم شبیه‌اند و می‌توانند از طریق تولید مثل، زاده‌هایی شبیه خود با قابلیت زنده ماندن و تولید مثل به وجود آورند.

## گفت و گو کنید

نظر خود را با ارائه دلیل دربارهٔ درستی یا نادرستی عبارت زیر بیان کنید :  
از گروه‌های بزرگ‌تر به گروه‌های کوچک‌تر، تفاوت‌های افراد بیشتر می‌شود؛ در حالی که شباهت‌های آنها کمتر می‌شود.

قمری خانگی نام فارسی این پرنده است. این پرنده در زبان‌های متفاوت، نام‌های متفاوتی دارد. از طرفی گاهی جانداران متفاوت، نام‌های یکسانی دارند.  
به شکل ۶ نگاه کنید. این دو جاندار در زبان فارسی آفتاب‌پرست نامیده می‌شوند. اگر دربارهٔ هر یک از این جانداران مطالعه‌ای انجام و در گزارشی که ارائه می‌شود، از نام آفتاب‌پرست استفاده شده باشد، چگونه می‌توان تشخیص داد که این مطالعه مربوط به کدام یک است؟



شکل ۶- گیاه و جانور با یک نام در زبان فارسی

بنابراین برای حل چنین مشکلی به هرگونه از جانداران، یک نام علمی داده‌اند که آن جاندار را به‌طور دقیق مشخص می‌کند.

## آیا می‌دانید

نام علمی قمری خانگی *Stereoptelia senegalensis* است. قسمت اول «جنس» و قسمت دوم «گونه» را نشان می‌دهد. نام علمی دو بخشی که به زبان لاتین نوشته می‌شود ابداع «لینه» زیست‌شناس سوئدی است. قبل از لینه از نام‌های سه قسمتی یا حتی بیشتر استفاده می‌شد.

## گوناگونی جانداران

جانداران متنوعی در کرهٔ زمین زندگی می‌کنند. شما تا کنون با ویژگی‌هایی از سلسله‌های جانداران آشنا شده‌اید. در این فصل با ویژگی‌های کلی سه سلسلهٔ باکتری‌ها، آغازیان و قارچ‌ها آشنا می‌شوید.



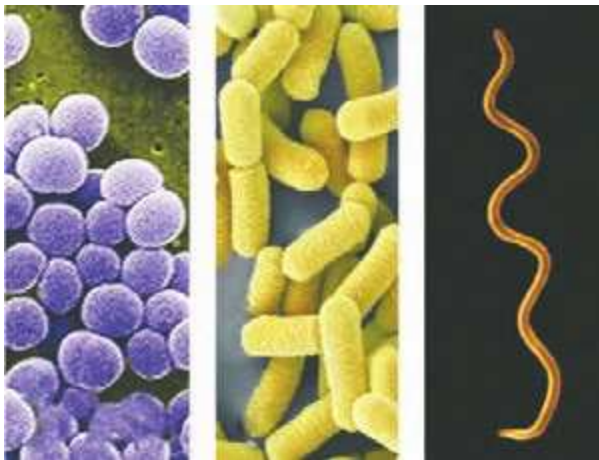
باکتری‌ها: چه ویژگی‌هایی از این جانداران می‌شناسید؟ باکتری‌ها شکل‌های گوناگونی دارند و در همه جا یافت می‌شوند. بعضی باکتری‌ها در چشمه‌های آب داغ، دریاچه‌های نمک و یخ‌های قطبی زندگی می‌کنند. چنین محیط‌هایی برای زندگی بیشتر گروه‌های جانداران نامناسب‌اند. بسیاری از باکتری‌ها بی‌ضررند. انواعی از باکتری‌ها که در بخش‌های متفاوت بدن ما زندگی می‌کنند، نه تنها مضر نیستند؛ بلکه به سلامت ما هم کمک می‌کنند. مثلاً باکتری‌های مفیدی که در دستگاه گوارش ما زندگی می‌کنند، افزون بر کمک به گوارش غذا مانع از فعالیت باکتری‌های بیماری‌زا می‌شوند. امروزه از باکتری‌ها برای پاک‌سازی محیط‌زیست، تولید گیاهان مقاوم به آفت و تولید دارو استفاده می‌کنند.

### خود را بیازمایید

الف) مادهٔ وراثتی در یاخته برخی جانداران، درون پوششی قرار دارد و در نتیجه هسته تشکیل می‌شود. این جانداران را **هسته‌ای (پروکاریوت)<sup>۱</sup>** می‌نامند. در یاخته برخی جانداران، پوششی در اطراف مادهٔ وراثتی وجود ندارد و در نتیجه هسته تشکیل نمی‌شود. این جانداران را **پیش‌هسته‌ای (پروکاریوت)<sup>۲</sup>** می‌نامند. براین اساس باکتری‌ها در کدام گروه قرار می‌گیرند؟  
 ب) باکتری‌ها دیواره یاخته‌ای دارند. این ویژگی، آنها را به کدام یک از سلسله‌های جانداران شبیه می‌کند؟

### فعالیت

این باکتری‌ها را بر چه اساسی گروه‌بندی می‌کنید و براین اساس چه نام‌هایی به آنها می‌دهید؟



### جمع‌آوری اطلاعات

روی قوطی کنسرو مواد غذایی نوشته شده است: «قبل از مصرف به مدت ۲۰ دقیقه آن را بجوشانید». با مراجعه به منابع معتبر، علت آن را پیدا کنید.

۱- Eukaryote

۲- Prokaryote



آغازیان: به شکل ۷ نگاه کنید. اشتباه نکنید! این نوارهای سبز رنگ گیاه نیستند؛ بلکه نوعی جلبک اند. آیا می‌دانید جلبک‌ها را در چه سلسله‌ای قرار می‌دهند؟



شکل ۷- جلبک‌ها در آب یا اطراف آن رشد می‌کنند.

جلبک‌ها شناخته شده‌ترین گروه از آغازیان اند. این آغازیان افزون بر تولید اکسیژن، غذای جانوران آبی مانند ماهی‌ها را نیز تأمین می‌کنند. از جلبک‌ها در ساختن مواد بهداشتی و مکمل‌های غذایی، به ویژه ویتامین‌ها استفاده می‌شود. امروزه دانشمندان در تلاش‌اند تا از جلبک‌ها سوخت‌های پاک تولید کنند.

### فعالیت

این جلبک‌ها را بر چه اساسی گروه‌بندی می‌کنید و بر این اساس چه نام‌هایی به آنها می‌دهید؟



### آیا می‌دانید

مردم بعضی کشورها از جلبک‌ها غذا درست می‌کنند. غذایی که در شکل می‌بینید، با این آغازیان درست می‌شود. از جلبک‌ها ماده‌ای به نام آگار تهیه می‌کنند.



آغازیان به راه‌های متفاوتی غذای خود را تأمین می‌کنند. برخی آغازیان مانند جلبک‌ها فتوسنتز می‌کنند، در حالی که بعضی دیگر این توانایی را ندارند.

## فعالیت

آب‌های راگد محیط مناسبی برای رشد انواعی از آغازیان‌اند. نمونه‌هایی از این آب‌ها را در ظرف‌های کوچکی جمع‌آوری و روی هر ظرف مشخصاتی مانند محل و زمان نمونه‌برداری را یادداشت کنید. با استفاده از میکروسکوپ (ابتدا با بزرگ‌نمایی کم و سپس زیاد) نمونه‌ها را با توجه به پرسش‌های زیر مشاهده کنید.

(الف) آیا تک‌یاخته‌ای‌های سبزینه‌دار (کلروفیل‌دار) می‌بینید؟

(ب) آیا انواع یکسانی در آب محل‌های متفاوت وجود دارد؟

(پ) اگر این جانداران متحرک‌اند؛ حرکت آنها چگونه است؟

برخی آغازیان پوسته‌هایی از جنس سیلیس دارند. سیلیس در صنایع متفاوت؛ مثلاً شیشه‌سازی به کار می‌رود (شکل ۸).



شکل ۸- پوسته‌های این آغازیان تک‌یاخته‌ای کاربردهای متفاوتی دارند.

**قارچ‌ها:** شاید در مزارع گندم، چنین تصاویری دیده باشید (شکل ۹). لکه‌های زرد روی برگ و سیاه شدن خوشه‌های گندم، نشان دهنده وجود قارچ در این گیاهان است. این قارچ‌ها آفت گیاه‌اند.

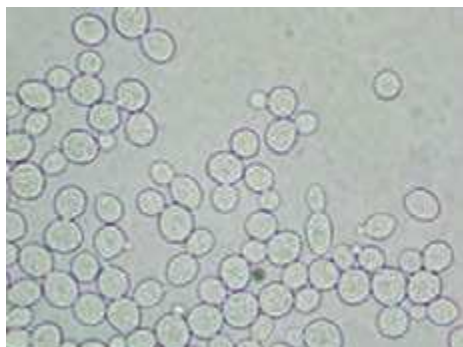


شکل ۹- برگ و خوشه گندم آلوده به قارچ

نوعی قارچ میکروسکوپی بین انگلستان پا رشد می کند و سبب پوسته یا زخم شدن پوست آن می شود. با این حال بیشتر قارچ ها مفیدند. قارچ ها انواع متفاوتی دارند. بعضی قارچ ها پریاخته ای و بعضی تک یاخته ای اند (شکل ۱۰).



الف) قارچ های پریاخته ای



شکل ۱۰- انواعی از قارچ ها

ب) قارچ مخمر در مشاهده با میکروسکوپ نوری

### خود را بیازمایید

گاه شنیده می شود که از قارچ ها به عنوان نوعی سبزی نام می برند. مثلاً می گویند «قارچ از سبزی هاست» به نظر شما چرا این جمله نادرست است؟

### فعالیت

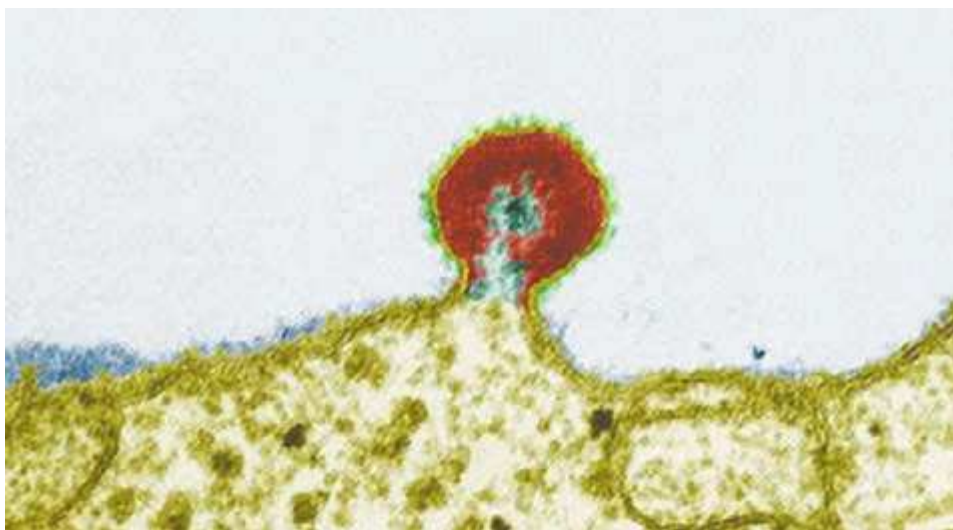
با مراجعه به منابع معتبر مثال هایی از استفاده باکتری ها، قارچ ها و آغازیان در صنعت غذایی، کشاورزی، محیط زیست و... جمع آوری و گزارش آن را در کلاس ارائه دهید. هر گروه می تواند بخشی از این کار را انجام دهد.

### جاندار یا بی جان؟

هریک از ما دچار آنفلوآنزا و سرماخوردگی شده ایم. می دانید عامل این بیماری ها، موجوداتی به نام ویروس هستند. ویروس سرماخوردگی درون بدن ما تکثیر می شود؛ درحالی که خارج از بدن ما

شبیه بلور است و تکثیر نمی‌شود. ویروس‌ها ساختار یاخته‌ای ندارند. به نظر شما ویروس‌ها با چنین ویژگی‌هایی زنده‌اند یا غیر زنده؟

ویروس‌ها می‌توانند به درون یاخته‌های همه جانداران وارد شوند و آنها را وادار به ساختن ویروس کنند. ویروس‌ها از راه‌های متفاوتی از فردی به فرد دیگر منتقل می‌شوند؛ مثلاً ویروس ایدز همراه با برخی مایعات بدن مانند خون و وسایل آلوده به آنها از فردی به فرد دیگر منتقل می‌شود (شکل ۱۱). ویروس ایدز در گویچه‌های سفید تکثیر می‌شود و با از بین بردن این یاخته‌ها، دستگاه ایمنی بدن را ضعیف می‌کند. در نتیجه، بدن قدرت مبارزه با میکروب‌ها را از دست می‌دهد و فرد بیمار می‌شود. افراد آلوده به ویروس ایدز، ممکن است تا سال‌ها هیچ علامتی از بیماری را نشان ندهند؛ اما این افراد در همین مدت می‌توانند ویروس را به افراد سالم منتقل کنند.



شکل ۱۱- ویروس ایدز روی گویچه سفید؛ مشاهده با میکروسکوپ الکترونی

### فکر کنید

چه ویژگی‌ای از ویروس‌ها آنها را شبیه جانداران می‌کند؟

### فعالیت

استفاده مشترک از وسایل تیز و برنده مانند تیغ، از راه‌های انتقال ویروس ایدز است. با مراجعه به منابع معتبر، گزارشی درباره راه‌های دیگر انتقال ویروس ایدز، تهیه کنید و در کلاس ارائه دهید.

# دنیای گیاهان



## فصل ۱۲



از گیاهان چه استفاده‌هایی می‌برید؟ آیا می‌توانید بدون گیاهان زندگی کنید؟ بسیاری از جانداران دیگر نیز بدون گیاهان دوام نمی‌آورند. انسان حتی قبل از شناخت دقیق گیاهان از آنها استفاده می‌کرد، اما شناخت ویژگی‌های گیاهان به او کمک کرد تا بتواند از آنها استفاده‌های بیشتری ببرد. در این فصل ضمن آشنایی با گروه‌ها و ویژگی‌های کلی گیاهان، فرصت می‌یابید تا گیاهان محل زندگی خود را بشناسید.



## بیشتر گیاهان آوند دارند

یاخته های گیاه نیز مانند هر یاخته دیگری برای زنده ماندن به مواد مغذی نیاز دارند. آب و مواد معدنی در خاک وجود دارند. مولکول های کربوهیدرات فقط در اندام های سبز گیاه، به خصوص برگ ساخته می شوند؛ بنابراین با این پرسش مواجه می شویم که چگونه آب و مواد معدنی از ریشه به برگ منتقل می شوند و کربوهیدرات های ساخته شده از برگ به ریشه و قسمت های دیگر گیاه می روند.

### فعالیت

مشاهده ای برای نشان دادن حرکت آب در طول ساقه طراحی کنید.

انتقال آب و مواد مغذی در بسیاری از گیاهان، از راه بافتی به نام بافت آوندی انجام می شود. این بافت اجزای لوله مانند ای به نام آوند دارد. بافت آوندی که دارای آوندهای چوبی و آبکشی است، در سراسر پیکر گیاه وجود دارد.

**آوندهای چوبی**، آب و مواد معدنی را از ریشه به اندام های دیگر می برند؛ در حالی که **آوندهای آبکشی** مواد ساخته شده در اندام های فتوسنتز کننده را به سراسر گیاه می برند. آوندها در برگ ها به خوبی مشخص اند (شکل ۱).



شکل ۱ - رگبرگ، دسته ای از آوندهای چوبی و آبکشی است.

### آیا می دانید

دیواره های عرضی آوند آبکشی، مانند ظرف آبکش سوراخ دار است. به همین علت به آنها آوند آبکشی می گویند.

دیواره آوندهای چوبی بخش هایی از جنس چوب دارد که سبب می شود آوندهای چوبی شکل های متفاوتی داشته باشند. بیشتر قطر ساقه و ریشه درختان از بافت آوند چوبی ساخته شده است.





### مشاهدهٔ آوندهای چوبی

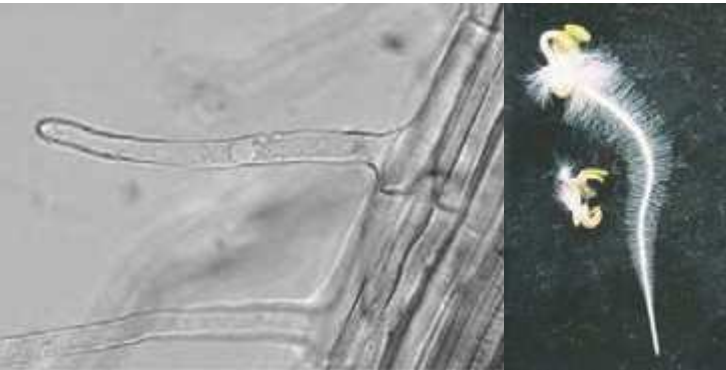
**وسایل و مواد لازم:** تیغ، شیشه ساعت، قطره چکان، تیغه و تیغک، میکروسکوپ نوری، مایع سفید کننده، آب مقطر، رنگِ آبی متیل، ساقه جوان و نازک یا دمبرگ گیاه انگور یا هر گیاه دیگر.

۱- با تیغ، برش‌هایی طولی و بسیار نازک از ساقه یا دمبرگ تهیه کنید. برای انجام دادن این کار از معلمتان کمک بگیرید. در استفاده از تیغ نکات ایمنی را رعایت کنید.

۲- برش‌ها را درون شیشه ساعت قرار دهید و چند قطره مایع سفید کننده به آنها اضافه کنید. بعد از بی‌رنگ شدن برش‌ها، آنها را با آب مقطر شست و شو دهید تا مایع سفید کننده خارج شود.

۳- چند قطره رنگ آبی متیل روی برش‌ها بریزید و صبر کنید تا آبی شوند. سپس آنها را با آب مقطر شست و شو دهید.

۴- یک برش را روی تیغه بگذارید و روی آن را با تیغک بپوشانید. نمونه را با میکروسکوپ مشاهده کنید. آیا آوندهای چوبی را تشخیص می‌دهید؟



شکل ۲- الف) تارکشنده، ب) یاخته تارکشنده

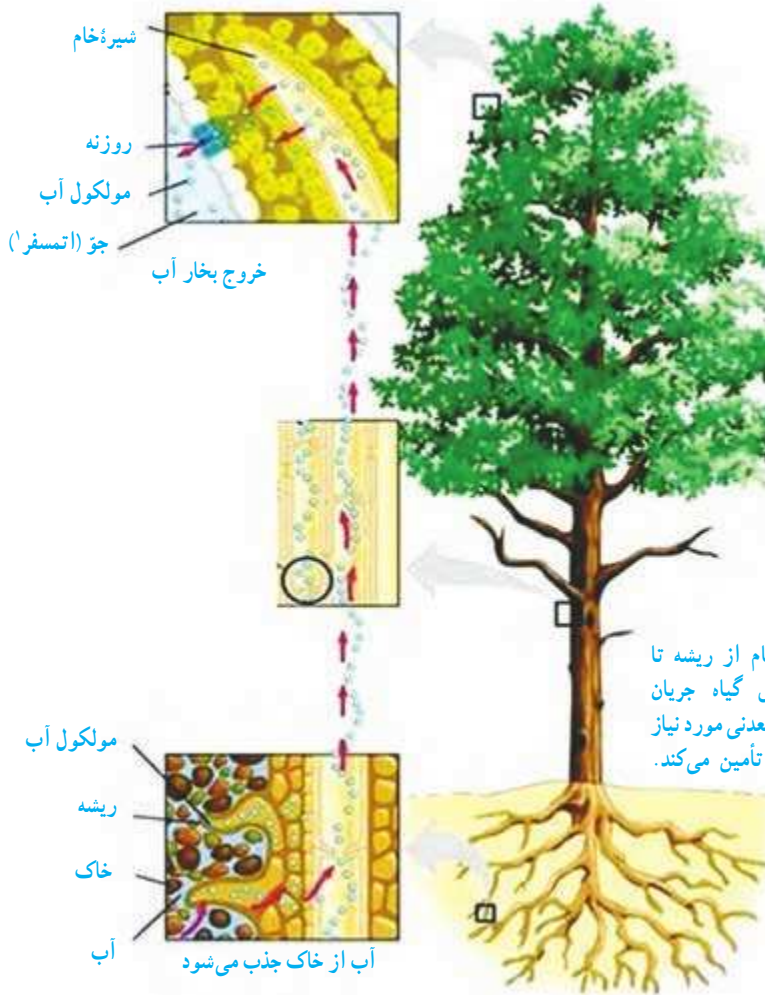
### از خاک تا برگ

چرا با مشاهدهٔ برگ‌های پژمرده گیاه، به آن آب می‌دهیم؟ آب چگونه از خاک به برگ‌ها می‌رود و سبب شادابی آنها می‌شود؟ ریشه، آب و مواد معدنی مورد نیاز گیاه را جذب می‌کند. آیا می‌دانید چه قسمتی از ریشه این کار را انجام می‌دهد؟

به شکل ۲- الف نگاه کنید. رشته‌های ظریفی که روی ریشه قرار دارند،

**تارکشنده** نامیده می‌شوند. هر تارکشنده در واقع یک یاخته بسیار طویل است (شکل ۲- ب). دیوارهٔ تارکشنده نازک است؛ بنابراین آب و مواد معدنی محلول در آن می‌توانند از دیوارهٔ تارکشنده عبور کنند و وارد ریشه شوند.

آب و مواد معدنی بعد از ورود به تارکشنده در عرض ریشه حرکت می‌کنند و وارد آوندهای چوبی می‌شوند (شکل ۳)؛ بنابراین حجمی از آب و مواد معدنی در آوندهای چوبی جریان می‌یابد که به آن **شیرهٔ خام** می‌گویند.



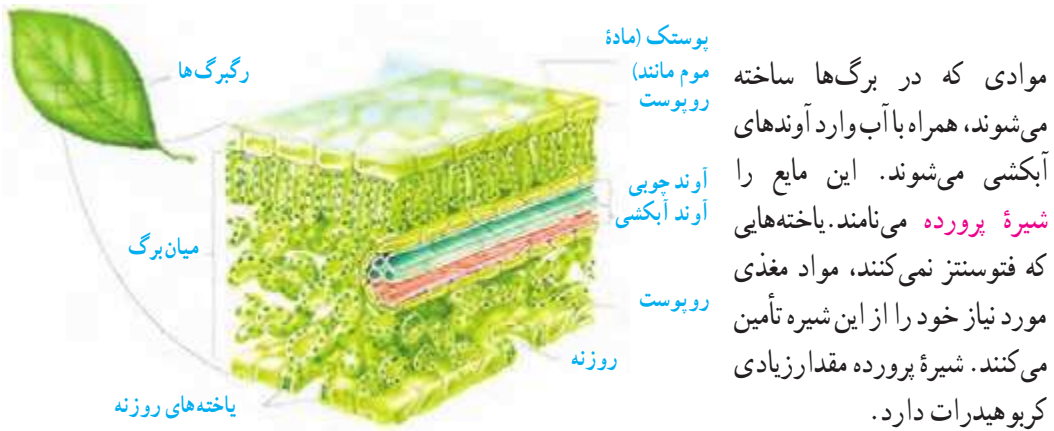
شکل ۳- شیره خام از ریشه تا بالاترین قسمت‌های گیاه جریان دارد و آب و مواد معدنی مورد نیاز یاخته‌های گیاه را تأمین می‌کند.

گیاه همهٔ آبی را که جذب کرده است، مصرف نمی‌کند؛ بلکه بخش زیادی از آن به صورت بخار از روزنه‌های برگ خارج می‌شود. خارج شدن بخار آب از برگ، نیروی مکشی در گیاه ایجاد می‌کند. این نیرو بر حرکت رو به بالای آب در گیاه نقش دارد.

### فعالیت

کاغذ آغشته به کبالت کلرید در برخورد با بخار آب، صورتی رنگ می‌شود. برای نشان دادن این واقعیت که «بخار آب از روزنه‌های برگ خارج می‌شود و در بعضی برگ‌ها تعداد روزنه‌ها در دو طرف برگ، یکسان نیست.» آزمایشی طراحی کنید.

به شکل ۴ نگاه کنید! کدام یاخته‌ها فتوسنتز انجام می‌دهند؟ چرا؟ می‌دانید گیاهان با استفاده از کربوهیدراتی که می‌سازند و مواد مغذی‌ای که از خاک می‌گیرند، مواد مورد نیاز برای رشد و نمو خود را تأمین می‌کنند، مثلاً می‌توانند پروتئین و چربی بسازند.



شکل ۴ - ساختار یک نمونه برگ

### گیاهانی که آوند دارند

سرخس‌ها: استان‌های شمالی ایران از جاهایی است که در آن سرخس به طور خودرو رشد می‌کند. سرخس‌ها اولین گروه از گیاهان آونددار و دارای ساقهٔ زیرزمینی‌اند. از این ساقه‌ها برگ‌هایی با دم‌برگ طویل ایجاد می‌شود که ظاهری شبیه شاخه دارند (شکل ۵). گاهی، پشت برگ‌های سرخس برآمدگی‌هایی به رنگ نارنجی یا قهوه‌ای دیده می‌شود. هر یک از این برآمدگی‌ها مجموعه‌ای از تعدادی هاگدان است که در آنها هاگ تشکیل می‌شود. هاگ‌ها با قرار گرفتن در جای مرطوب، رشد و سرخس جدیدی ایجاد می‌کنند. همان طور که می‌دانید سرخس‌ها دانه تولید نمی‌کنند. آیا در استان شما سرخس به طور خودرو رشد می‌کند؟



(ب) مجموعهٔ هاگدان‌ها در پشت برگ سرخس



شکل ۵ - الف) سرخس، ساقهٔ زیر زمینی دارد.

بازدانگان: شاید درخت کاج و سرو را از نزدیک دیده باشید. چه ویژگی‌هایی از این درختان می‌شناسید؟ کاج و سرو چه تفاوت اساسی با سرخس دارند؟ بازدانگان گل ندارند؛ اما دانه تولید می‌کنند. آیا می‌دانید تخمک و گرده در چه بخش‌هایی از این گیاهان تشکیل می‌شوند؟

کاج و سرو دارای مخروط‌های نر و ماده‌اند (شکل ۶). هر مخروط از تعدادی پولک ساخته شده

است. دانه‌های این گیاهان درون میوه تشکیل نمی‌شوند؛ بلکه روی پولک‌های مخروط‌های ماده ایجاد می‌شوند.



مخروط ماده کاج



مخروط ماده در سرو



مخروط نر کاج



مخروط نر در سرو

شکل ۶- کاج و سرو از بازدانگان هستند.

### فعالیت

در یک فعالیت گروهی، گزارشی دربارهٔ موارد زیر تهیه کنید و به صورت تصویری در کلاس ارائه دهید.

- الف) مقایسهٔ مخروط نر و ماده در گیاه کاج
- ب) مقایسهٔ کاج و سرو

نهان‌دانگان: بسیاری از گیاهانی که امروزه روی زمین وجود دارند، از گیاهان گلدارند. با ساختار گل و نقش آن در تولید مثل جنسی گیاهان گلدار آشنا کنید. گیاهان گلدار بسیار گوناگون‌اند و در آب و هوای

متفاوتی رشد می کنند. دانه های گیاهان گلدار در میوه محصور شده اند و به همین علت به آنها نهان دانه نیز می گویند. آیا می دانید نهان دانگان را بر چه اساسی گروه بندی می کنند؟

### خود را بیازمایید

جدول زیر بعضی تفاوت های دو گروه گیاهان نهان دانه ( تک لپه ای ها و دولپه ای ها) را نشان می دهد. در جای خالی واژه مناسب قرار دهید.

تعداد لپه	گل	برگ	ساقه	دانه	
تک لپه	 تعداد گلبرگ ها ...	 رگیگ ها ...	 آوندهای چوب و آبکس در ... حلقه	 دانه ...	...
دو لپه	 تعداد گلبرگ ها ...	 رگیگ ها ...	 آوندهای چوب و آبکس در ... حلقه	 دانه ...	...

### خود را بیازمایید

اندام های رویشی (ریشه، ساقه و برگ) در نهان دانگان متنوع اند. موارد زیر را در هر شکل، مشخص کنید.

الف) برگ، ساقه و ریشه

ب) مواد مغذی در هر گیاه در چه اندامی ذخیره شده است؟





## گیاهانی که آوند ندارند

خزه‌ها قدیمی‌ترین گیاهان روی زمین اند. این گیاهان ارتفاع زیادی ندارند و پوشش مخمل ماندی روی زمین ایجاد می‌کنند (شکل ۷ - الف).

### آزمایش کنید

مشاهده سلول‌های خزه

**وسایل و مواد لازم:** تیغه، تیغک، میکروسکوپ نوری، آب، بخش‌های برگ‌های شکل و ساقه مانند خزه.

برای مشاهده میکروسکوپی بخش‌های برگ‌های شکل و ساقه مانند خزه، نمونه میکروسکوپی تهیه کنید. آیا بخش‌های برگ‌های شکل و ساقه مانند، یاخته‌های متفاوتی دارند؟ آیا آوند در آنها می‌بینید؟

دیدید که بخش‌های برگ‌های شکل و ساقه مانند خزه از یاخته‌های مشابهی تشکیل شده‌اند؛ بنابراین گفته می‌شود که خزه، ساقه و برگ حقیقی ندارد. خزه‌ها ریشه هم ندارند و به جای آن، اجزایی به نام ریشه‌سا دارند که از یک یا چند یاخته ساخته شده‌اند. خزه‌ها مانند سرخس‌ها به جای دانه با هاگ تکثیر می‌شوند. هاگ‌ها در هاگدان موجود در رأس خزه تشکیل می‌شوند. هاگ وقتی در جای مرطوب قرار می‌گیرد، رشد می‌کند و از آن خزه جدیدی می‌روید.



ب) بخش‌های متفاوت خزه



شکل ۷ - الف) نوعی خزه



ارتفاع خزه‌ها از چند سانتی متر بیشتر نمی‌شود. به نظر شما چرا اندازه خزه‌ها کوچک است و در جاهایی رشد می‌کنند که رطوبت کافی وجود دارد؟

## فعالیت

خزه، سرخس، سرو، ذرت و نخود را بر اساس صفت‌های زیر و با استفاده از کلید دوراهی گروه‌بندی کنید. داشتن: دانه، گل، آوند، دانه تک‌لپه‌ای، دانه دولپه‌ای این گروه‌بندی را به چند شکل می‌توانید انجام دهید؟

## گیاهان در زندگی ما

اگر بخواهید از نقشی که گیاهان در زندگی ما دارند، سخن بگویید، کافی است همین کتابی را که در دست دارید، مثال بزنید. کاغذ کتابی که در دستان شماست، از گیاهان به دست آمده است (شکل ۸). گیاهان می‌توانند منبع تولید ثروت باشند؛ زیرا افزون بر استفاده‌های رایج، به عنوان ماده اولیه بعضی از داروها در پزشکی و داروسازی نیز به کار می‌روند (شکل ۹). مثلاً نوعی دارو که برای بیماران قلبی به کار می‌رود، از گیاهی به نام گل انگشتانه به دست می‌آید. از نوعی باقلا ماده‌ای به دست می‌آورند که با استفاده از آن، گروه خونی را شناسایی می‌کنند. شما چه نمونه‌هایی از کاربرد گیاهان در زندگی انسان می‌شناسید؟



شکل ۹ - گیاهی با کاربرد دارویی

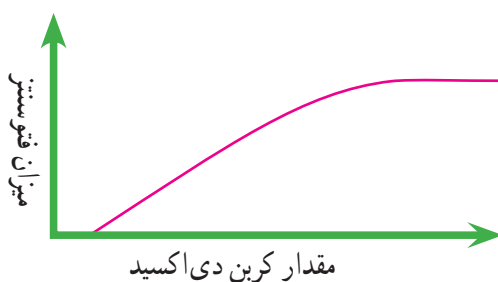


شکل ۸ - گیاهانی که در کاغذسازی به کار می‌روند.

مهم‌ترین نقش گیاهان در زندگی ما و جانوران خشکی زی، مربوط به فتوسنتز است. فتوسنتز علاوه بر تأمین غذای جانداران، در تولید اکسیژن و مصرف کربن دی‌اکسید نقش حیاتی دارد. دانستید که مقدار کربن دی‌اکسید در کره زمین افزایش یافته است. آیا با توجه به اینکه گیاهان این ماده را مصرف می‌کنند، افزایش پوشش گیاهی به تنهایی می‌تواند مشکل افزایش کربن دی‌اکسید و گرم شدن زمین را برطرف کند؟

### فعالیت

نمودار زیر اثر کربن دی‌اکسید را بر میزان فتوسنتز در بسیاری از گیاهان نشان می‌دهد. این نمودار را تفسیر کنید.



### فعالیت

در فعالیتی گروهی درباره نمونه‌هایی از گیاهانی که در محل زندگی شما وجود دارند، گزارش تصویری همراه با متن کوتاه تهیه و ارائه کنید. در تهیه گزارش به این موارد توجه کنید: نوع و نام محلی گیاه، ویژگی‌های ظاهری، شرایطی که گیاه در آن رشد می‌کند، نقشی که در زندگی مردم محلی دارد و نیز باورهای مردم درباره آنها.



# جانوران بی مهره

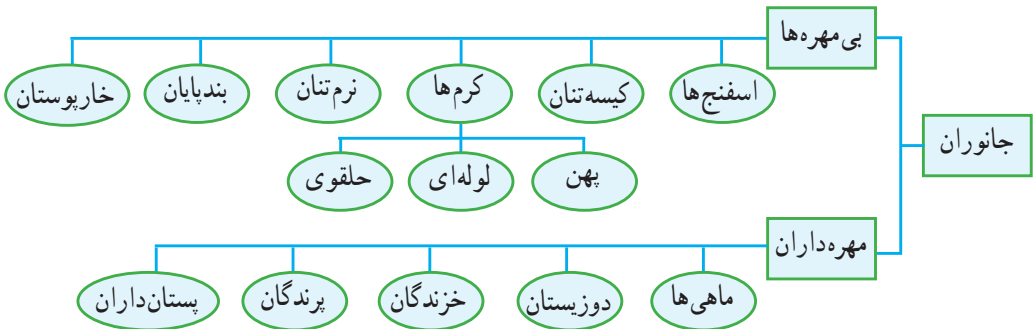
## فصل ۱۳



شاید تصاویر مرجان‌ها و جانوران دیگر را در مناطق کم عمق خلیج فارس یا دریاهای دیگر دیده باشید. در این زیستگاه‌ها جانداران متفاوت مثل انواع بی‌مهره‌ها و مهره‌داران در کنار هم زندگی می‌کنند. گفته می‌شود وجود تنوع زیستی در این محیط‌ها نشانه سلامت آب دریاست، اما می‌دانید که آلودگی یا تغییرات زیست‌محیطی دیگر باعث ازهم پاشیدن و سرانجام از بین رفتن این زیستگاه‌ها می‌شود. وجود این جانوران در دریا چه اهمیتی برای ما و دیگر موجودات روی کره زمین دارد؟ در این فصل با مشخصات و اهمیت برخی جانوران بی‌مهره، بیشتر آشنا می‌شوید.

## گوناگونی جانوران

جانوران نسبت به دیگر موجودات زنده گوناگونی بیشتری دارند. دانشمندان، سلسلهٔ جانوران را در دو گروه اصلی **بی مهره‌ها** و **مهره‌داران**، رده‌بندی می‌کنند. بیشتر بی مهره‌ها اسکلت خارجی دارند و همان‌طور که از نامشان پیداست، ستون مهره ندارند. مهره‌داران ستون مهره و اسکلت داخلی دارند. اکثر جانوران، بی‌مهره‌اند و از گروه‌های متنوعی تشکیل شده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱- طبقه‌بندی سادهٔ جانوران

### آیا می‌دانید

دانشمندان تا به حال نزدیک به دو میلیون گونهٔ جانوری را شناسایی کرده‌اند که حدود ۹۸٪ آنها بی‌مهره و ۲٪ آنها مهره‌دارند. همه ساله انواع جدیدی از جانوران نیز کشف می‌شوند. جدول زیر تنوع گونه‌های مختلف جانوران را نشان می‌دهد.

تعداد گونه‌های همهٔ مهره‌داران	بی مهره‌ها					
	خاریبستان	بندپایان	نرم‌تنان	کرم‌ها	کیسه‌تنان	اسفنج‌ها
۵۰۰۰۰	۶۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۱۱۰۰۰۰	۱۱۵۰۰۰	۹۵۰۰	۱۰۰۰۰۰
						تعداد گونه‌ها

### جانورانی با بدنی سوراخ‌دار

شکل ۲، نوعی **اسفنج** را نشان می‌دهد. این جانوران دریازی در جای خود ثابت‌اند. در پیکر اسفنج سوراخ‌های کوچکی وجود دارد که آب از آنها وارد می‌شود. آب وارد شده، از سوراخ بزرگ بالای اسفنج خارج می‌شود. در دیواره بدن آنها یاخته‌های رشته‌داری وجود دارد که

شکل ۲- اسفنج ساده‌ترین جانور دریازی







شکل ۳- جریان آب در اسفنج

حرکت آنها سبب حرکت آب در بدن اسفنج می‌شود (شکل ۳). کار دیگر این یاخته‌ها گرفتن ذره‌های غذایی از آب و گوارش آنهاست همه یاخته‌ها از این مواد گوارش یافته، استفاده می‌کنند. جریان آب در اسفنج‌ها به تنفس و دفع مواد زائد نیز کمک می‌کند. به همین دلیل اسفنج‌ها هیچ دستگاهی در بدن خود ندارند.

اسفنج‌ها محل زیست انواعی از جلبک‌ها و جانداران کوچک دریایی هستند. از آنها مواد دارویی نیز استخراج می‌شود.

### آیا می‌دانید

استحکام دیواره بدن اسفنج‌ها به علت وجود قطعات سوزن‌مانندی از جنس آهک، سیلیس یا مواد پروتئینی است.

### فعالیت

با توجه به آنچه درباره اسفنج آموختید، طرح ساده‌ای از بدن اسفنج را رسم کنید و با توجه به آن چگونگی تغذیه و تنفس و دفع مواد زائد آن را توضیح دهید.

### جانورانی با بدن کیسه‌مانند

شاید شقایق و عروس دریایی را دیده باشید. بدن آنها شبیه کیسه است، دهانه کیسه، محل ورود و خروج مواد است که بازوهایی به آن متصل است. بعضی از اینها مثل شقایق دریایی جابه‌جا نمی‌شوند و بعضی مثل عروس دریایی شناورند (شکل ۴).



(ب)



(الف)

شکل ۴- (الف) عروس دریایی، (ب) شقایق دریایی

بزرگ‌ترین گروه این جانوران، **مرجان‌هایی** هستند که اسکلتی آهکی دارند. از تجمع اسکلت آنها، اشکال مختلف مرجانی و در نهایت **آبسنگ** و **جزایر مرجانی** تشکیل می‌شود. جزایر خارک و کیش نمونه‌ای از این جزایر مرجانی هستند (شکل ۵). وجود مرجان‌ها در سواحل دریاها ضمن تشکیل زیستگاه برای بسیاری از جانوران دریایی به‌عنوان موج‌شکن طبیعی عمل می‌کند و انرژی امواج را می‌گیرد و مانع فرسایش بیشتر سواحل می‌شود.



ب) جزیره مرجانی خارک



الف) نوعی مرجان

شکل ۵- با فعالیت مرجان‌ها، جزایر مرجانی تشکیل می‌شود.

### کرم‌های پهن

ساده‌ترین گروه کرم‌ها هستند که بدنی پهن با دستگاه‌های عصبی و گوارش ساده‌ای دارند. کرم‌های پهن مانند کیسه تنان تنها یک راه برای ورود و خروج مواد از سطح بدن انجام می‌شود (شکل ۶).



کرم نواری (کدو)



کرم برگگی شکل (کپلک)



کرم پلاناریا

شکل ۶- پلاناریا، برگگی و نواری سه گروه عمده کرم‌های پهن هستند.

بیشتر کرم‌های پهن، انگل‌اند و مراحل رشد و نمو خود را در بدن چند موجود زنده از جمله انسان طی می‌کنند. مثلاً نوزاد کرم کدو که در گوشت گاو آلوده، زندگی می‌کند، می‌تواند وارد بدن ما شود و در آنجا بالغ و بزرگ شود؛ سال‌ها در روده باقی بماند و ضمن مصرف غذای گوارش یافته ممکن است باعث انسداد روده شود.



## آیا می دانید

نوع دیگری از کرم های پهن در روده سگ، زندگی می کند. تخم این کرم می تواند همراه سبزیجات، وارد بدن انسان و دام ها شود و در کبد و شش تولید غده هایی کیسه مانند و پر آب کند که به آن کیست هیداتیک می گویند.

## جمع آوری اطلاعات

بیشتر کرم های انگلی از طریق آب و غذا وارد بدن ما می شوند. برای جلوگیری از ورود آنها چه نکات بهداشتی را باید رعایت کرد؟ در این باره از منابع معتبر اطلاعاتی را جمع آوری و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید.

## کرم های لوله ای

در این کرم ها بر خلاف بی مهرگان گفته شده، دستگاه گوارش دهان و مخرج دارد. اگر چه معمولاً انواع انگل آن مثل آسکاریس (شکل ۷)، کرمک و کرم قلاب دار معرفی می شود، اما برخی زندگی آزاد دارند. تعدادی از آنها در خاک زندگی می کنند که پس از خوردن باکتری ها و قارچ ها، ترکیباتی را به



خاک اضافه می کنند که باعث رشد بهتر گیاهان می شود.

تخم کرم های لوله ای انگل بیشتر از طریق آب و سبزیجات آلوده، وارد بدن می شود و در دستگاه گوارش به کرم بالغ، تبدیل می شود.

شکل ۷- نمونه ای از کرم های لوله ای - آسکاریس

## آیا می دانید

درد ناحیه شکم، بی اشتها، اسهال و بدخوابی، ممکن است از علائم وجود آسکاریس باشد. وجود خارش در ناحیه مخرج کودکان از علائم احتمالی وجود کرمک است و یکی از دلایل کم خونی ممکن است وجود کرم قلاب دار در بدن باشد. مطمئن ترین راه تشخیص کرم های انگلی در بدن، مراجعه به آزمایشگاه های تشخیص طبی و انجام آزمایش مدفوع است.

## کرم‌های حلقوی

کرم‌های حلقوی بدنی حلقه حلقه، نرم و ماهیچه‌ای دارند. پوست آنها باید همیشه مرطوب باشد و مویرگ‌های فراوانی دارد. این وضعیت امکان جذب اکسیژن مورد نیاز را از طریق پوست فراهم می‌کند. اگر چه بیشتر کرم‌های حلقوی زندگی آزاد دارند؛ ولی تعداد کمی نیز انگل‌اند. این کرم‌ها برخلاف کرم‌های قبلی افزون بر دستگاه گوارش و عصبی، دستگاه‌های گردش خون و دفع مواد زائد را هم دارند. کرم خاکی، نمونه معروف آنهاست که وجود آن در زمین‌های کشاورزی، اهمیت زیادی دارد. زالو، نمونه دیگری از کرم‌های حلقوی است که زندگی انگلی دارد و از خون جانوران دیگر، تغذیه می‌کند (شکل ۸).



ب) زالو



الف) کرم خاکی

شکل ۸- کرم‌های حلقوی

### جمع‌آوری اطلاعات

الف) درباره نقش کرم‌های خاکی در حاصلخیزی خاک و استفاده از آنها برای تولید کود اطلاعاتی را جمع‌آوری و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید.  
ب) در طب سنتی از زالو استفاده می‌شود؛ در پزشکی نوین نیز به آن رو آورده‌اند. در مورد استفاده از زالو در پزشکی نیز اطلاعاتی را جمع‌آوری کنید.

### نرم‌تنان

نرم‌تنان بدنی نرم و بدون حلقه دارند و در بیشتر آنها بخشی سفت به نام **صدف**، بدن را در بر گرفته و از آن حفاظت می‌کند. بیشتر آنها در آب (دریا یا آب شیرین) و برخی در خشکی زندگی می‌کنند. انواعی از نرم‌تنان را در شکل ۹ می‌بینید.



هشت پا



حلزون



ده پا (نرم تن مرکب)



دوکفه‌ای

شکل ۹- انواعی از نرم تنان



شکل ۱۰- استفاده از مروارید و صدف

نرم تنان در زندگی ما کاربردهای زیادی دارند. از صدف آنها در تهیه ابزارهای زینتی و صنایع دارویی، بهداشتی، تهیه نخ بخیه و تولید کلسیم قابل جذب استفاده می‌شود (شکل ۱۰). استخراج مروارید از درون صدف دوکفه‌ای‌ها نیز یکی از فواید نرم تنان است که از لحاظ اقتصادی بسیار اهمیت دارد. برخی از نرم تنان مانند حلزون و لیسه، از آفات گیاهی به شمار می‌روند و برخی واسطه انتقال بعضی از کرم‌های انگلی به انسان‌اند.

### آیا می‌دانید

پرورش صدف‌های مرواریدساز چندین قرن است که در کشورهای مجاور دریا منبع درآمد است. مشهورترین و با ارزش‌ترین مرواریدهای جهان از صدف‌های مرواریدساز خلیج فارس به دست می‌آمده است. در جزیره قشم پروژه گشت و پرورش صدف در حال انجام است.

## جانورانی با اندام‌های حرکتی بندبند

بدن و اندام‌های حرکتی این جانوران از قطعات یا بندهایی تشکیل شده است؛ به همین دلیل به آنها بندپایان می‌گویند. این جانوران اسکلت خارجی و سختی دارند که عضلات به آن متصل است و از اندام‌های داخلی حفاظت می‌کند. سخت‌بودن اسکلت خارجی، جلوی رشد جانور را می‌گیرد. به همین دلیل، بسیاری از آنها **پوست‌اندازی** می‌کنند؛ اسکلت قبلی را از خود جدا می‌کنند و یک اسکلت بزرگ‌تر و جدید برای خود می‌سازند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- پوست‌اندازی ملخ

بندپایان، بزرگ‌ترین گروه جانوران را در روی زمین، تشکیل می‌دهند که تقریباً در همهٔ زیستگاه‌های روی زمین، یافت می‌شوند. در میان آنها **حشرات** از بقیه فراوان‌ترند (جدول ۱). بندپایان را براساس زائده‌های بدن، به ویژه تعداد پاهای حرکتی در چهار گروه، طبقه‌بندی می‌کنند (جدول ۱ و شکل ۱۲).

جدول ۱- طبقه‌بندی بندپایان

نام گروه	تعداد پای حرکتی	مثال
حشرات	۶	ملخ، پروانه، زنبور، پشه و...
عنکبوتیان	۸	عنکبوت، رتیل، عقرب، کنه
سخت‌پوستان	۱۰	خرچنگ، میگو، خرخاکی
هزارپایان	بیشتر از ۱۰ جفت	هزارپا، صدپا



عنکبوتیان



حشرات



هزارپایان



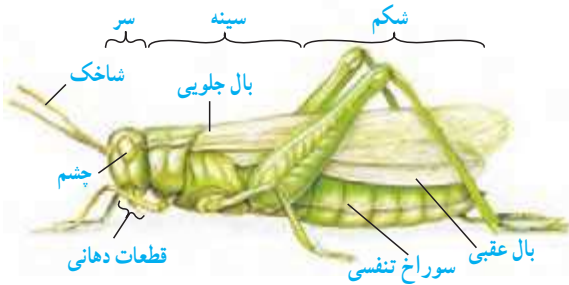
سخت‌پوستان

شکل ۱۲- نمونه‌ای از چهار گروه بندپایان

## فعالیت

اگر در محیط زندگی شما یا آزمایشگاه مدرسه، ملخ وجود دارد، یک نمونه از آن را به کلاس بیاورید و با ذره‌بین مشاهده کنید. چشم‌های مرکب، ساده، شاخک‌ها، شش عدد پا، دو جفت بال، قطعات بدن به‌ویژه شکم، سوراخ‌های تنفسی در ناحیه شکم و اندام‌های تولید مثلی را ببینید. اگر نمونه شما زنده

است، می‌توانید آن را در طبیعت رها کنید؛ ولی اگر زنده نیست؛ روی آن الکل بریزید و در یک ظرف سر بسته، نگهداری کنید.



حشرات: گروهی از بندپایان هستند که از بقیه فراوان‌تراند. شاید تعداد حشراتی که در یک باغ کوچک، وجود دارد، از تعداد ساکنان شهر شما بیشتر باشد. اگرچه ما بیشتر از آزار و ضررهای حشرات شنیده‌ایم، مثل از بین بردن محصولات کشاورزی توسط ملخ، خورده شدن چوب و کاغذ توسط موربانه، مزاحمت‌های مگس و پشه در هنگام استراحت و انتشار عوامل بیماری‌زا توسط حشرات، ولی اهمیت حشرات در دنیای ما، خیلی بیشتر از زبان‌های روزمره آنها است. اگر دنیای ما بدون حشره باشد، بسیاری میوه‌ها، سبزی‌ها و محصولات کشاورزی تولید نمی‌شوند؛ چون گرده‌افشانی آنها انجام نمی‌شود. ابریشم، موم و عسل نخواهیم داشت چون اینها را حشرات تولید می‌کنند. بسیاری



از جانوران مثل ماهی‌های آب شیرین از گرسنگی می‌میرند، چون از حشرات و لارو آنها تغذیه می‌کنند. اهمیت حشرات به عنوان موجود آزمایشگاهی به‌ویژه در آزمایشگاه ژن‌شناسی (ژنتیک<sup>۱</sup>) و تأثیر آنها در بهداشت محیط به‌ویژه تخریب لاشه جانوران مرده را نیز نباید از نظر دور داشت.

عنکبوتیان: گروهی از بندپایان هستند که شامل عنکبوت، رتیل، عقرب و کنه می‌شوند. بسیاری از آنها به داشتن نیش زهری معروف هستند. توانایی تیدن تار در عنکبوت نیز اهمیت دارد که با این کار بسیاری از حشرات مزاحم ما را شکار می‌کنند.

### جمع‌آوری اطلاعات

در مورد گروه‌های مختلف عنکبوتیان (عنکبوت، رتیل، عقرب و کنه) اطلاعاتی را جمع‌آوری و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید.

**سخت‌پوستان:** همان طور که از نامشان پیداست پوششی سخت و محکم دارند. خرچنگ پهن، خرچنگ دراز و میگو، نمونه‌هایی از آنها هستند؛ ولی بیشتر سخت‌پوستان، ذره‌بینی و دریازی‌اند و غذای جانوران بزرگ مثل ماهی‌ها را تشکیل می‌دهند. خرچاکی نمونه‌ای خشکی‌زی از سخت‌پوستان است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- خرچاکی

**هزارپایان:** نسبت به بقیه بندپایان کمیاب‌ترند. شکل ظاهری و

تعداد پاهای زیاد، آنها را از بقیه بندپایان، متمایز می‌کند. البته تعداد پاهای هزارپایان به هزار نمی‌رسد. بعضی از آنها، گوشت‌خوار و بعضی گیاه‌خوارند.

### جانورانی با بدن خاردار

خارپوستان جانورانی هستند که در سطح بدن و زیر پوست شان خارهایی وجود دارد. درون بدن آنها، دستگاه گردش آبی وجود دارد که کار دستگاه‌های گردش خون، تنفس و دفع را انجام می‌دهد. همه خارپوستان، دریازی‌اند. ستاره دریایی، توتیا و سکه شنی، نمونه‌هایی از آنها هستند (شکل ۱۴).



توتیا



سکه شنی

شکل ۱۴- دو نمونه از خارپوستان





# جانوران مهره دار

## فصل ۱۴



وقتی به اطراف خود نگاه می‌کنیم، جانوران زیادی را می‌بینیم که با زندگی ما ارتباط دارند. بسیاری از آنها بی‌مهره و کوچک‌اند. شما با بعضی از آنها آشنا شدید. اما بسیاری از جانوران اطراف ما با وجود ستونی از مهره در بدن خود، اندازه بزرگی دارند به طوری که طول بدن بعضی از آنها به چندین متر هم می‌رسد. وجود این جانوران در زندگی ما اهمیت زیادی دارد؛ از جمله در تأمین غذا، پوشاک، حمل بار، سواری و تفریح. در این فصل با انواع مختلف مهره‌داران، ویژگی‌ها و اهمیت آنها آشنا می‌شوید.

## جانورانی با ستون مهره

جانوران مهره‌دار در بخشی از استخوانگان (اسکلت<sup>۱</sup>) داخلی خود ستونی از مهره دارند که بخش‌های دیگر استخوانگان به آن متصل‌اند. وجود این ویژگی در این جانوران سبب تفاوت مهره‌داران از لحاظ اندازه و قدرت نسبت به بقیه جانوران شده است. همان‌طور که می‌دانید مهره‌داران در پنج گروه ماهی‌ها، دوزیستان، خزندگان، پرندگان و پستانداران طبقه‌بندی می‌شوند.

### ماهی‌ها

به احتمال زیاد همه شما، یک یا چند ماهی را دیده‌اید. بیشتر ماهی‌ها، دوکی شکل‌اند؛ یعنی سر و دم آنها کشیده و میانه بدنشان، پهن است. سطح بدن بیشتر ماهی‌ها لغزنده است و از پولک (فلس) پوشیده شده است.

### گفت‌وگو کنید

درباره دوکی بودن بدن ماهی، لغزنده بودن سطح بدن و قرار گرفتن بخشی از هر پولک جلویی روی پولک عقبی، با همدیگر، گفت‌وگو کنید و برای هر کدام از این ویژگی‌ها، دلیلی بیان کنید.

ماهی‌ها **آبشش** و **باله** دارند؛ به همین علت برای زیستن در آب سازگارند. در آبشش‌ها، مویرگ‌های خونی فراوان، وجود دارد که عبور جریان آب از روی آنها، باعث تبادلات گازی بین آب و خون می‌شود. بیشتر ماهی‌ها، باله‌های مختلفی دارند؛ مثل باله دمی، پشتی، سینه‌ای و شکمی که براساس محل قرار گرفتن، وظایف مختلفی مانند ایجاد حرکت، تغییر سرعت و تغییر جهت حرکت، را برعهده دارند (شکل ۱).



شکل ۱- انواع باله در ماهی قزل‌آلا. سرپوش آبششی و خط جانبی نیز مشخص شده است.

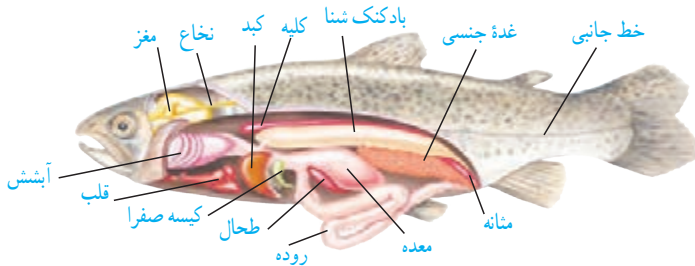
## جمع آوری اطلاعات

در باره نقش و چگونگی عمل انواع باله در ماهی ها اطلاعاتی جمع آوری و گزارش آن را در کلاس، ارائه کنید.

## فعالیت

### تشریح ماهی

یک ماهی تازه قزل آلا، تهیه کنید. ابتدا مشخصات ظاهری مثل باله ها، آبشش ها، پولک ها و خط جانبی آن را بررسی کنید. سپس محوطه شکمی آن را با یک برش طولی در پایین شکم و دو برش به سمت بالا باز کنید و به کمک معلم خود آن را با شکل زیر مقایسه کنید و بخش های مختلف دستگاه گوارش، گردش خون، دفع، تولید مثل و بادکنک شنای آن را مشاهده کنید.



دانشمندان براساس نوع استخوانگان (اسکلت)، ماهی ها را طبقه بندی می کنند. مهم ترین گروه های آنها، ماهی های غضروفی و ماهی های استخوانی هستند. برای مثال از ماهی، کوسه و ماهی خاویار از ماهی های غضروفی و قزل آلا و شیرماهی از ماهی های استخوانی هستند.

## آیا می دانید

### مقایسه ماهی های استخوانی و غضروفی

مشخصه	غضروفی	استخوانی
دهان	در سطح شکمی	در جلوی بدن
دم	نامتقارن	متقارن
سربوش آبششی	ندارند	دارند



## آیا می دانید

سرانه مصرف آبزیان به ویژه ماهی در ایران ۸ کیلوگرم در سال است که این مقدار از میانگین جهانی (۱۸ کیلوگرم) بسیار کمتر است. این درحالی است که مصرف گوشت سفید از جمله ماهی از بسیاری لحاظ بهتر از گوشت قرمز است.

## جمع آوری اطلاعات

ماهی های خاویاری دریای خزر، مرغوب ترین خاویار جهان را تولید می کنند. درباره انواع ماهی های خاویاری و طرز تهیه آن اطلاعاتی را جمع آوری و به کلاس گزارش دهید.



## دوزیستان

شما ممکن است قورباغه و وزغ را در کنار رودخانه یا محیط های آبی دیگر، دیده باشید. این جانوران



از دوزیستان اند. چرا به آنها دوزیست می‌گویند؟  
 قورباغه‌ها بخشی از عمر خود را در آب و بخشی را در خشکی می‌گذرانند. نوزاد قورباغه، پس از خروج از تخم با آبشش تنفس و از جلبک‌ها و گیاهان آبی تغذیه می‌کند و مراحل اولیه رشد خود را در آب طی می‌کند. آبشش‌های نوزاد در حین بلوغ به شش تبدیل می‌شود. به همین دلیل، قورباغه بالغ می‌تواند از آب خارج شود و در خشکی فعالیت کند (شکل ۲). غذای قورباغه بالغ بیشتر، حشرات است و با داشتن پوستی نازک، مرطوب و بدون پولک، تنفس پوستی نیز انجام می‌دهد. قورباغه‌ها و وزغ‌ها از گروه دوزیستان بی‌دم‌اند و سمندرها در گروه دوزیستان دم‌دار، قرار می‌گیرند (شکل ۳).



(ب)



(ب)



(الف)

شکل ۳- انواعی از دوزیستان (الف) وزغ (ب) سمندر (پ) قورباغه

### آیا می‌دانید

قورباغه‌ها معمولاً بدنی کشیده و پوستی صاف و لغزنده دارند. ولی وزغ‌ها بدنی پهن و پوستی خشک و زبر دارند. قورباغه‌ها بیشتر در آب اما وزغ‌ها بیشتر در خشکی فعالیت می‌کنند.

### خزندگان

پوست خزندگان با پولک‌های ضخیم و سخت یا صفحات استخوانی، پوشیده شده است. این ساختارها باعث می‌شوند که خزندگان بتوانند در خشکی زندگی کنند؛ آب بدنشان از دست نرود و در نتیجه جانور کمتر به آب، نیاز پیدا کند.

### گفت‌وگو کنید

شاید تا به حال شما، مار، مارمولک و لاک‌پشت را دیده باشید. در مورد اینکه چرا به این جانوران، خزنده می‌گویند، گفت‌وگو کنید.

حدود دویست میلیون سال پیش، خزندگان قدیمی (دایناسورها) بزرگ‌ترین گروه مهره‌داران روی زمین را تشکیل می‌دادند و اندازه بیشتر آنها نیز بزرگ‌تر از خزندگان امروزی بودند. تنوع خزندگان امروزی



نسبت به خزندگان قدیمی، بسیار محدود شده است. گروه‌های عمده خزندگان امروزی عبارت‌اند از: مارها، لاک‌پشت‌ها، سوسمارها و کروکودیل‌ها (شکل ۴).



شکل ۴- انواعی از خزندگان

مارها: با اینکه دست و پا ندارند از آشناترین خزندگان هستند. برخی از انواع آنها در خشکی و برخی دیگر در آب، زندگی می‌کنند و گونه‌های سمی و غیرسمی دارند. وجود مارها برای آدمیان مفید است چون با تغذیه از حشرات و موش‌ها در تنظیم جمعیت آنها مؤثرند. از سم مارها در تهیه بعضی از داروها مثل داروهای قلبی، ضد خونریزی و سرطان استفاده می‌شود.

### جمع‌آوری اطلاعات

دربارۀ سم مارهای سمی و استفاده‌های آن، اطلاعاتی را جمع‌آوری و گزارش آن را به صورت پرده‌نگار در کلاس، ارائه کنید.



## آیا می دانید

مارهای سمی، دندان‌های ویژه‌ای به نام دندان زهری دارند که به کیسه زهر مربوط است. سر این مارها، مثلثی شکل است و گردنی مشخص دارند؛ ولی مارهای غیرسمی معمولاً سری گرد و گردنی نامشخص دارند. دم مارهای سمی کوتاه است؛ ولی مارهای غیرسمی دم بلندتری دارند.



لاک پشت‌ها: انواع خشکی زی و دریازی دارند. سنگینی و حرکت کند از نشانه‌های آنها است. این جانوران با داشتن لاک سخت و محکم، شناخته می‌شوند. لاک آنها بخش‌هایی از استخوانگان است که پهن شده و بدن را می‌پوشاند.

## آیا می دانید

لاک پشت دریایی را بعضی به علت اینکه در آب و خشکی زندگی می‌کند به اشتباه دوزیست می‌نامند یا اینکه به علت داشتن لاک سخت آن را سخت پوست می‌گویند. در صورتی که این جانور با شش تنفس می‌کند و جزء خزندگان است. همه عمر خود را در دریا می‌گذراند فقط برای تخم‌گذاری به ساحل‌های ماسه‌ای، پناه می‌برد. نوزاد آن نیز بلافاصله پس از خروج از تخم به سمت دریا حرکت می‌کند.



سوسمارها: مارمولک و آفتاب‌پرست، نمونه‌هایی از سوسمارها هستند. هر دو، از حشرات تغذیه می‌کنند. بنابراین، در تنظیم جمعیت حشرات، نقش دارند.

## جمع‌آوری اطلاعات

با مراجعه به منابع معتبر، در مورد اهمیت و چگونگی انجام دو گزاره زیر، اطلاعاتی را جمع‌آوری کنید و در کلاس ارائه نمایید.

الف) آفتاب‌پرست در محیط‌های مختلف، رنگ خود را تغییر می‌دهد.

ب) مارمولک‌ها، گاهی دم خود را قطع می‌کنند.

کروکودیل‌ها: این جانوران جثهٔ بزرگ و تحرک کم دارند و در آب‌های کم‌عمق زندگی می‌کنند. چشم‌های آن روی سر و سوراخ‌های بینی روی پوزه‌ای دراز قرار دارند. این وضعیت باعث می‌شود که بدون اینکه دیده شوند، در آب شنا کنند. تمساح، نمونه‌ای کروکودیل است که در ایران وجود دارد.

## پرندگان

پرندگان، گروهی از مهره‌دارانند که بدن آنها از پر، پوشیده شده است. اندام حرکتی جلویی در آنها تبدیل به بال شده است. پرندگان برای اینکه بتوانند پرواز کنند، ویژگی‌هایی دارند. استخوان‌های توخالی و محکم، بدن دوکی‌شکل و نداشتن مثانه از جمله این ویژگی‌هاست.

در کنار شش‌های پرندگان، کیسه‌هایی به نام **کیسه‌های هوادار** قرار دارند که سبب افزایش کارایی شش در جذب اکسیژن می‌شوند.

پر در پرندگان، انواع مختلفی دارد. پرها را براساس شکل و نقش در سه گروه، قرار می‌دهند: **کرک پر**، **پوش پر** و **شاه پر** (شکل ۵).



شکل ۵- انواع پر در پرندگان

## فعالیت

چند نوع مختلف پر را به کلاس بیاورید. از هر پر، قطعهٔ کوچکی را جدا کنید و در زیر میکروسکوپ، مشاهده کنید.

– ساختمان انواع پر را با هم مقایسه کنید.

– کدام نوع از پرها، استحکام بیشتری دارند؟ چرا؟

– دربارهٔ نقشی که هر نوع از پرها در پرندگان دارند، گفت‌وگو و نتیجه را در کلاس، ارائه کنید.

پرندگان را بر حسب شکل منقار و پاهایشان، طبقه‌بندی می‌کنند. شکل منقار، نشان می‌دهد که پرنده، چه می‌خورد و شکل پاهای آن، نشان‌دهنده محل زندگی پرنده است. نمونه‌هایی از پرندگان را در شکل می‌بینید (شکل ۶).



شکل ۶- انواعی از پرندگان

نقش پرندگان در زندگی ما: از گوشت و تخم پرندگان مثل مرغ، اردک، بوقلمون و غاز به عنوان غذا استفاده می‌کنیم. صدای بسیاری از پرندگان مانند قناری و بلبل در طبیعت، برای ما لذت بخش است. بعضی پرندگان به خاطر خوردن حشرات و دانه علف‌های هرز به کشاورزان کمک می‌کنند. در عین حال، حمله پرندگان به محصولات کشاورزی و دامی نیز از زیان‌های آنهاست.

## پستانداران (شیرخواران)

پستانداران، مهره‌دارانی‌اند که دارای **غده شیری** هستند. غده شیری، اندامی است که مایعی مغذی به نام شیر تولید می‌کند. پستانداران در همه جای کره زمین، در آب، خشکی و حتی زیر زمین یافت می‌شوند. بدن آنها از **مو یا پشم** پوشیده شده است که عایق خوبی برای حفظ دمای بدن آنهاست. نوزادان ماهی‌ها، دوزیستان و... درون تخم، رشد و نمو می‌یابند و پس از پایان دوره جنینی، از آن بیرون می‌آیند، ولی نوزاد بیشتر پستانداران، دوره جنینی خود را درون بدن مادر، می‌گذراند و برای رشد از بدن مادر تغذیه می‌کند.

### آیا می‌دانید

کوچک‌ترین پستاندار نوعی خفاش است که بالغ آن، ۳ سانتی‌متر طول و حدود ۲ گرم وزن دارد. بزرگ‌ترین پستانداران، وال‌های آبی‌رنگ‌اند که نوع بالغ آنها با طول بیش از ۳۰ متر و وزن بیش از ۱۹۰ تن، بزرگ‌ترین پستاندار و بزرگ‌ترین جانور زنده روی زمین هستند. کوچک‌ترین پستاندار ایران حشره‌خوار کوتوله است که ۲ تا ۳ گرم وزن دارد.



حشره‌خوار کوتوله



وال آبی‌رنگ



نوعی خفاش

ساختار کلی دستگاه‌های داخلی بدن پستانداران، شبیه به سایر مهره‌داران است؛ با این تفاوت که پیچیدگی بیشتری دارد. به ویژه در دستگاه عصبی، مناطقی که با هوش، حافظه و هماهنگی عضلات مربوط است، توسعه زیادی پیدا کرده است.

پستانداران، تفاوت‌های زیادی با یکدیگر دارند. یکی از این تفاوت‌ها چگونگی پرورش جنین و نوزاد است و بر این اساس، پستانداران در سه گروه **تخم‌گذار**، **کیسه‌دار** و **جفت‌دار**، قرار می‌گیرند.

**پلاتی پوس** یا **نوک اردکی**: پستاندار تخم‌گذاری است که در آب به خوبی شنا می‌کند و در کنار آب، لانه می‌سازد. نوزاد پس از خروج از تخم از شیر مادر تغذیه می‌کند (شکل ۷-الف).

**کانگورو**: از پستانداران کیسه‌دار است که نوزاد آن به صورت نارس متولد می‌شود. نوزاد بعد از تولد به درون کیسه موجود بر روی شکم مادر می‌خزد که در آن، غدد شیری قرار دارند. نوزاد تا کامل شدن مراحل رشد و نمو از شیر مادر تغذیه می‌کند (شکل ۷-ب).





(ب)

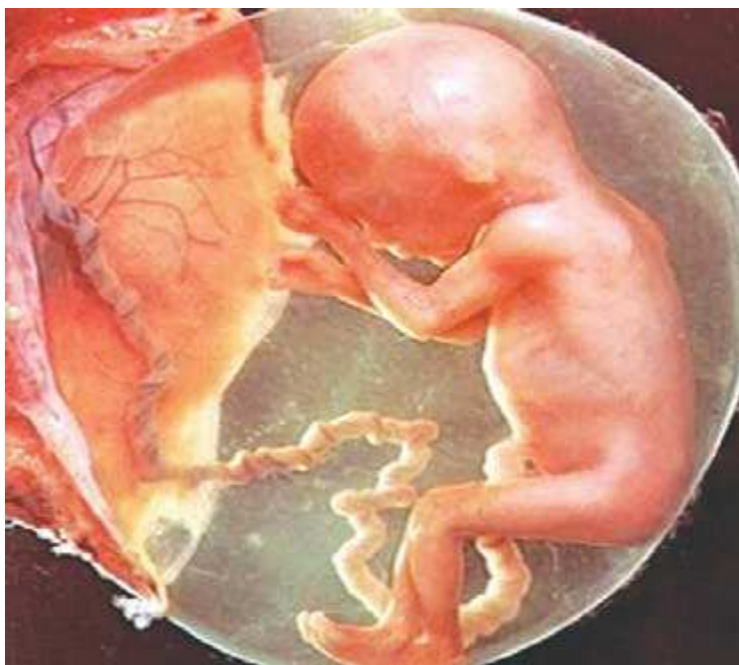


(الف)

شکل ۷- الف) پستاندار تخمگذار، ب) پستاندار کیسه دار

### پستانداران جفت‌دار

بیشتر پستاندارانی که روی کره زمین زندگی می‌کنند از جفت‌دارانند. **جفت**، اندامی است که در رحم ایجاد می‌شود و مواد غذایی و اکسیژن را از خون مادر می‌گیرد و به رگ‌های خونی بند ناف می‌دهد (شکل ۸).



شکل ۸- جنین به همراه جفت و بند ناف

بر اساس ویژگی‌های مختلف، پستانداران جفت‌دار را به گروه‌هایی طبقه‌بندی می‌کنند، برای مثال بر اساس رژیم غذایی، آنها را در سه گروه **گیاه‌خوار**، **گوشت‌خوار** و **همه‌چیزخوار**، قرار می‌دهند (شکل ۹).



شکل ۹- پستانداران جفت‌دار: الف) گیاه‌خوار، ب) گوشت‌خوار، پ) همه‌چیزخوار



شکل ۱۰- کفتار



شکل ۱۱- سنجاب

### اهمیت پستانداران

آدمی، از بسیاری از پستانداران، برای تهیه غذا، تأمین پوشاک، سواری و بارکشی، استفاده می‌کند. بعضی پستانداران مثل کفتار و شغال در طبیعت با خوردن لاشه جانوران در پاکسازی طبیعت نقش دارند. آنها با این کار از انتشار بیماری‌ها و آلودگی‌های محیط زیست، جلوگیری می‌کنند (شکل ۱۰).

گوشت‌خوارانی مثل گرگ و یوزپلنگ با تعقیب و شکار جانوران پیر و ناتوان، نقش مؤثری را در جلوگیری از بیماری‌های واگیر و بقای نسل حیوانات باهوش و قوی، ایفا می‌کنند. سنجاب در فصول مناسب، مقداری از دانه‌ها و میوه‌های جنگلی را در زیر زمین، ذخیره می‌کند. بسیاری از آنها در فصل بهار می‌رویند و گیاهان جدیدی را در جنگل‌ها به وجود می‌آورند. وجود سنجاب ایرانی به همین صورت در حفظ جنگل‌های بلوط دامنه‌های زاگرس اهمیت دارد (شکل ۱۱).

### جمع‌آوری اطلاعات

گفته می‌شود وجود گراز و خرس در جنگل، فوایدی دارد. در این مورد از منابع معتبر، اطلاعاتی را جمع‌آوری و به صورت گزارش در کلاس ارائه نمایید.



# باهم زیستن



## فصل ۱۵



زنبوری که تازه شهد گلی را خورده، به سوی کندو در پرواز است که زنبورخوارِ گرسنه‌ای آن را شکار می‌کند. شاید این آخرین غذایش باشد! شاید شاهینِ گرسنه‌ای آن را در آسمان شکار کند یا هنگام جست و جو بین گل‌ها برای یافتن غذای بیشتر، شکارِ روباهی گرسنه شود!

چه ارتباطی بین زنبورخوار، زنبور، شاهین یا روباه وجود دارد؟ چگونه زندگی جانوری مانند روباه یا شاهین با زندگی گیاهی گلدار ارتباط پیدا می‌کند؟ چه عواملی بر زندگی این جانداران تأثیر می‌گذارد؟ تلاش برای پاسخ به چنین پرسش‌هایی، مورد علاقهٔ زیست‌شناسانی است که دربارهٔ ارتباط جانداران با همدیگر و با محیط مطالعه می‌کنند.

## بوم سازگان

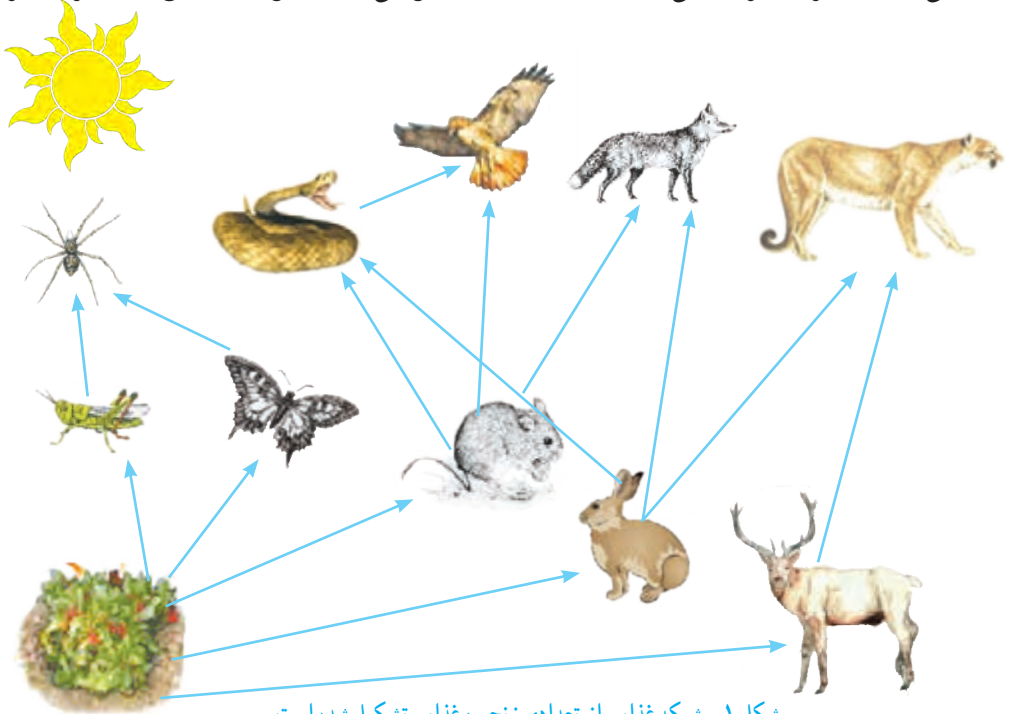
زنبورخوار در محیط زندگی اش تنها نیست. جانداران دیگری نیز در این محیط وجود دارند که بر آن تأثیر می گذارند و زنبورخوار نیز بر آنها تأثیر دارد. از طرفی این پرند بدون آب و هوا زنده نمی ماند و مانند جانداران دیگر اکسیژن مصرف و کربن دی اکسید دفع می کند. محیط زندگی زنبورخوار از عوامل زنده (جانداران دیگر) و عوامل غیر زنده (مانند آب، هوا، دما) تشکیل شده است که بر هم تأثیر می گذارند. عوامل زنده و غیرزنده محیط و تأثیرهایی که برهم می گذارند، سامانه ای به نام **بوم سازگان** می سازند. انواع متفاوتی از بوم سازگان های خشکی، آبی و خشکی - آبی وجود دارد.

جنگل گلستان نمونه ای از بوم سازگان خشکی و دریاچه زربوار نوعی بوم سازگان آبی است؛ درحالی که تالاب شادگان بوم سازگان آبی - خشکی است. باغچه، آبیزی دان (آکواریوم<sup>۱</sup>) یا حتی گلدان دارای گیاه نیز مثال هایی از بوم سازگان اند.

صرف نظر از اینکه بوم سازگان از چه نوع و در چه اندازه ای باشد دو فرایند مهم انتقال انرژی و چرخه مواد در آن اتفاق می افتد. انتقال انرژی در زنجیره ها و شبکه های غذایی رخ می دهد.

از تولیدکننده تا مصرف کننده

می دانید که هر زنجیره غذایی از تعدادی جاندار تشکیل می شود (شکل ۱). اولین حلقه هر زنجیره



شکل ۱- شبکه غذایی از تعدادی زنجیره غذایی تشکیل شده است.

غذایی، جاندارانی است که از مواد معدنی، مواد آلی می‌سازد. به چنین جاندارانی تولیدکننده می‌گویند. حلقه‌های بعدی زنجیره‌های غذایی، جاندارانی‌اند که این توانایی را ندارند و به آنها مصرف‌کننده می‌گویند. مصرف‌کنندگان به جانداران تولیدکننده وابسته‌اند؛ زیرا ماده و انرژی موردنیاز را از آنها به دست می‌آورند. تولیدکنندگانی که فتوسنتز انجام می‌دهند برای ماده و انرژی به چه چیزهایی وابسته‌اند؟ همین‌طور که در شکل ۱ می‌بینید، زنجیره‌های غذایی در یک بوم‌سازگان، به همدیگر وصل‌اند و شبکه‌ی غذایی را تشکیل می‌دهند.

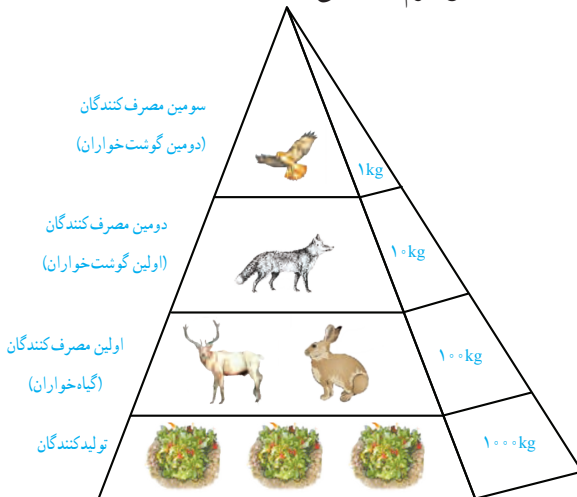
### خود را بیازمایید

این زنجیره، یکی از زنجیره‌های غذایی شکل ۱ است: گیاه ← ملخ ← عنکبوت  
شما زنجیره‌های دیگر این شکل را رسم کنید.

### فکر کنید

(الف) آیا می‌توانیم بگوییم همه‌ی شبکه‌های غذایی که روی کره‌ی زمین قرار دارند، به هم وصل‌اند؟  
(ب) دانش‌آموزی می‌گوید که تولیدکنندگان در هر زیستگاهی، گیاهان‌اند. شما چه فکر می‌کنید؟

به شکل ۲ توجه کنید! می‌بینید همه‌ی ماده‌ای که گیاه با استفاده از انرژی خورشید ساخته است، به آخرین مصرف‌کننده نمی‌رسد؛ بلکه در هر تراز مقداری از ماده و انرژی آن کم می‌شود (آیا می‌دانید چرا؟). اگر مقدار انرژی و ماده‌ای را که در زنجیره‌های غذایی از جاندار به جاندار دیگر منتقل می‌شود، محاسبه کنیم، معلوم می‌شود که فقط حدود ۱۰ درصد ماده و انرژی از یک تراز به تراز بعدی منتقل می‌شود. کاهش مقدار ماده و انرژی را در بوم‌سازگان به شکل هرم نشان می‌دهند.



شکل ۲- هرم ماده و انرژی

## گفت و گو کنید

شیوع سرطان در منطقه‌ای زیاد شده است. کارشناسان علت آن را وجود نوعی ماده‌آلاینده در خاک زمین‌های کشاورزی و مراتع آن منطقه می‌دانند. چگونه این ماده که در خاک است، عامل سرطان در مردم آن منطقه شده است؟

## آیا می‌دانید

تأمین غذای کافی برای جمعیت روبه رشد کره زمین از مسائل انسان در عصر حاضر است. از طرفی حداکثر ۲ درصد نور خورشید در فرایند فتوسنتز به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود. به همین علت یکی از زمینه‌های پژوهشی، شناسایی و تولید گیاهانی است که کارایی بیشتری در استفاده از نور خورشید دارند.

آیا کربن‌هایی که در فتوسنتز به کربوهیدرات تبدیل می‌شوند، در بقایای گیاهان و جانوران باقی می‌مانند؟ کربن چگونه به محیط بر می‌گردد؟ بعضی مصرف‌کنندگان در بوم‌سازگان نقش تجزیه‌کنندگی دارند.

تجزیه‌کنندگان، انرژی مورد نیاز خود را از بقایای جانداران دیگر به دست می‌آورند (شکل ۳). انواعی از قارچ‌ها و باکتری‌ها نقش مهمی در تجزیه بقایای جانداران دارند. آنها مولکول‌های آلی را تا حد تشکیل مولکول‌های ساده‌ای مانند کربن‌دی‌اکسید، آب، گازهای گوگرددار و نیتروژن‌دار تجزیه می‌کنند و سبب برگشت مواد به خاک، آب و هوا می‌شوند. اکنون شاید بدانید که علت بوی بد بقایای در حال فساد جانوران و گیاهان چیست.



شکل ۳- قارچ روی تنه درخت رشد کرده است.

## فعالیت

- ۱- در یک فعالیت گروهی، یک بوم‌سازگان طبیعی یا مصنوعی را در محل زندگی خود به شکل تصویری گزارش کنید. این گزارش در بردارنده ویژگی‌های کلی، اجزای زنده و غیر زنده بوم‌سازگان باشد.
- ۲- با راهنمایی معلم یک بوم‌سازگان کوچک بسازید.

## روابط بین جانداران

بین جانداران در هر بوم‌سازگان سه نوع ارتباط همزیستی، شکار و شکارچی و رقابت را می‌توان تشخیص داد.

همزیستی: همسفرگی، همیاری و انگلی سه شکل از رابطه همزیستی اند. در همسفرگی یک جاندار سود می برد؛ در حالی که جاندار دیگر سود نمی برد یا زیانی نمی بیند. در همیاری هر دو جاندار سود می برند؛ در رابطه انگلی، میزبان زیان می بیند؛ ولی جاندار دیگری که درون یا روی بدن میزبان زندگی می کند و انگل نامیده می شود، سود می برد.

### خود را بیازمایید

هر یک از این شکل ها چه نوع همزیستی را نشان می دهد؟



الف ..... ب ..... پ .....

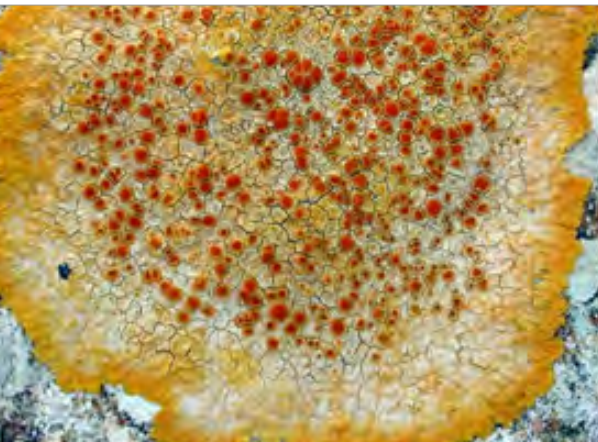
الف) میگوی تمیزکننده در حال خوردن انگل های دهان مارماهی، (ب) ماهی های کوچک همراه با کوسه شنا می کنند و پس مانده شکار کوسه را می خورند. (پ) کنه در حال مکیدن خون انسان.

### فکر کنید

به نظر شما چه نوع رابطه ای بین زنبور و گیاه گل دار وجود دارد؟ انواعی از حشره ها در گرده افشانی گل ها نقش دارند؛ اما چرا گفته می شود که نقش زنبور عسل از همه مهم تر است؟

گاهی رابطه همزیستی دو جاندار به تشکیل موجودی جدید می انجامد. **گل سنگ** چنین موجودی است که از همزیستی قارچ و جلبک تشکیل می شود (شکل ۴). قارچ، مواد معدنی را برای جلبک فراهم می آورد و جلبک با انجام دادن فتوسنتز، کربوهیدرات های مورد نیاز خود و قارچ را تأمین می کند.

بعضی گل سنگ ها به هوای آلوده حساس اند و از بین می روند؛ بنابراین مرگ گل سنگ ها ممکن است دلیلی برای آلودگی هوا باشد. گل سنگ ها سبب تشکیل خاک از سنگ می شوند، از گل سنگ ها مواد رنگی و دارویی استخراج می شود. همچنین بخشی از غذای جانورانی مانند گوزن را تشکیل می دهند.



شکل ۴- گل سنگ، به ویژه روی سنگ ها و به صورت لایه هایی به رنگ های متفاوت رشد می کند.



شکار و شکارچی: شکار کردن از راه‌های تأمین غذا در جانوران گوشتخوار است. بعضی جانوران شکارچی به دنبال طعمه می‌دوند (شکل ۵- الف)؛ اما جانوری مانند شقایق دریایی در جای خود ثابت است (شکل ۵- ب).



ب) شقایق دریایی در حال شکار نوعی خرچنگ

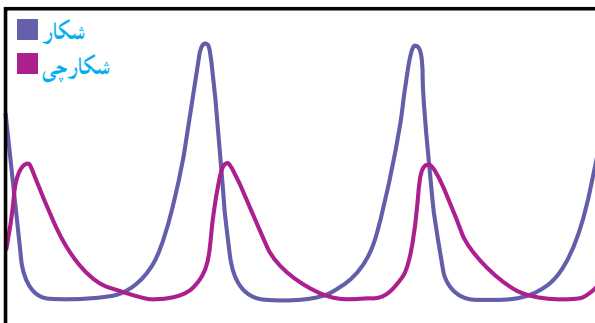
الف) شیر در حال شکار گاو وحشی

شکل ۵- جانوران به شیوه‌های متفاوتی شکار می‌کنند.

### جمع‌آوری اطلاعات

جانوران شکارچی ویژگی‌های متفاوتی دارند که به آنها در شکار کردن طعمه کمک می‌کند. هر گروه، یک جانور شکارچی را انتخاب و درباره ویژگی‌هایی که به آن در شکار کردن کمک می‌کند، اطلاعاتی جمع‌آوری کند و گزارش را به صورت تصویری و جمله‌های کوتاه ارائه دهد.

### فکر کنید



این نمودار رابطه بین جمعیت شکارچی و جمعیت شکار را در یک منطقه نشان می‌دهد. درستی عبارت زیر را با استفاده از آن نشان دهید.

«تعداد شکارچسانی که می‌توانند در یک بوم سازگان زندگی کنند، به تعداد جانورانی بستگی دارد که شکار آنها می‌شوند».



جانورانی که شکار می‌شوند، ویژگی‌هایی دارند که احتمال شکار شدن آنها را کم می‌کنند. نوزاد کرمی شکل بعضی حشرات لکه‌های رنگی چشم‌مانندی در انتهای بدن دارد که آن را شبیه مار می‌کند (شکل ۶).



(ب)



(الف)

شکل ۶- نوزاد کرمی شکل حشره (الف) که شبیه مار (ب) است.

استتار: بعضی جانوران در جایی قرار می‌گیرند که تشخیص آنها از زمینه دشوار است و به این علت از دید شکار یا شکارچی مخفی می‌مانند. آیا ماهی را در شکل ۷- الف و حشره برگ‌ری را در شکل ۷- ب تشخیص می‌دهید؟



(ب)



(الف)

شکل ۷- نمونه‌هایی از استتار جانوران

رقابت : به شکل ۸ نگاه کنید. سنجاب ایرانی در جنگل های بلوط در ارتفاعات زاگرس زندگی می کند. فرض کنید این سنجاب بین دو شکارچی گرسنه گیر افتاده باشد. کدام شکارچی موفق می شود تا سنجاب را شکار کند؟ شاید بتوانیم جواب این پرسش را بدهیم؛ اما مسلم است که این جانوران برای غذا با هم رقابت می کنند گرچه خود از این رقابت آگاه نیستند!



کورمار یا مار دوسر

سنجاب ایرانی

روپاه معمولی

شکل ۸- شکارچی ای برنده می شود که چابک تر باشد یا اینکه با آرامش بیشتر به سنجاب حمله کند.

رقابت هنگامی ایجاد می شود که جانداران نیازهای مشابهی داشته باشند و نیازهای خود را از منابع مشترکی تأمین کنند. جانوران معمولاً برای غذا، آب و محل زندگی با هم رقابت می کنند. گاهی رقابت چنان شدید می شود که دو جانور با هم می جنگند (شکل ۹).



ب) بین افراد گونه های متفاوت



الف) بین افراد یک گونه

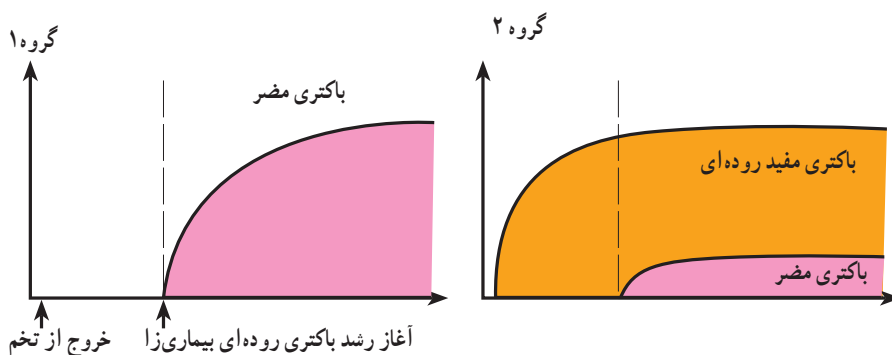
شکل ۹- رقابت برای غذا

راه هایی برای کاهش رقابت بین افراد گونه های متفاوت وجود دارد. به این مثال توجه کنید : منابع غذایی جغد و شاهین یکی است. هر دو از جواندگان کوچک تغذیه می کنند. اما جغد در شب و شاهین

در روز شکار می‌کند؛ بنابراین تقسیم بندی زمان شکار، رقابت بین این دو گونه را کم می‌کند.

## فعالیت

در آزمایشی جوجه‌های تازه از تخم درآمده را به دو گروه تقسیم کردند. گروه یک را با غذای بدون باکتری و گروه دوم را با غذایی تغذیه کردند که باکتری‌های مفید داشت. بعد از مدتی به هر دو گروه، نوعی باکتری دادند که باعث بیماری روده‌ای می‌شود. نمودارهای زیر تعداد باکتری‌های مضر را در دو گروه نشان می‌دهد. محور عمودی تعداد باکتری‌ها و محور افقی زمان را نشان می‌دهد. الف) این دو نمودار را با هم مقایسه کنید.



ب) امروزه به بعضی خوراکی‌ها زیست‌یار (پروبیوتیک<sup>۱</sup>)، مثل ماست و پنیر باکتری‌های مفید اضافه می‌کنند. با توجه به این نمودارها، این خوراکی‌ها چه نقشی در سلامت انسان دارند؟

## تنوع زیستی

تنوع زیستی در تعریفی ساده به معنای تنوع گونه‌های جانداران و محیطی است که این جانداران در آن زندگی می‌کنند. هر چه تعداد گونه‌های جانداران در محیط بیشتر باشد، تنوع زیستی آن محیط بیشتر است. مثلاً محیطی که ۳۰ گونه جاندار در آن زندگی می‌کند از محیطی با ۲۰ گونه جاندار، تنوع زیستی بیشتری دارد.

می‌دانید که جانداران نیازهای متفاوتی دارند و در زیستگاه‌هایی با آب و هوای متفاوت زندگی می‌کنند؛ بنابراین تنوع محیط به معنای فراهم شدن زیستگاه‌های مناسب برای زیستن انواعی از جانداران است. بر این اساس به دلیل وجود محیط‌های متنوع در ایران، کشور ما از کشورهایی است که تنوع زیستی زیادی دارد.

۱- Probiotic

تعداد گونه‌های گیاهی شناسایی شده در ایران تقریباً برابر با کل گونه‌های گیاهی در اروپاست؛ در حالی که اروپا چند برابر کشور ما وسعت دارد.

تنوع زیستی‌ای که امروزه روی کره زمین وجود دارد، در طی میلیون‌ها سال شکل گرفته است. در طول عمر زمین، عوامل طبیعی متفاوتی مانند یخ‌بندان یا سقوط شهاب سنگ، سبب از بین رفتن گونه‌ها و در نتیجه کاهش تنوع زیستی شده؛ اما امروزه فعالیت‌های انسانی مهم‌ترین خطر برای کاهش تنوع زیستی و عامل انقراض گونه‌های جانوری و گیاهی‌اند. وقتی می‌گوییم گونه‌ای منقرض شده به این معناست که هیچ فرد زنده‌ای از آن گونه در طبیعت وجود ندارد. بزرگ‌ترین نمونه‌ای از جانوران منقرض شده است.

## گفت و گو کنید

گاه بعضی گونه‌های تازه وارد، با رشد سریع و استفاده بیشتر از منابع، مانع از رشد گونه‌های دیگر و در نتیجه سبب کاهش تنوع زیستی می‌شوند. به نظر شما استفاده از گونه‌های بیگانه، یعنی گونه‌هایی که به طور طبیعی در یک منطقه نبوده‌اند، برای توسعه فضای سبز چه زیان‌هایی ممکن است در برداشته باشد و چه چیزهایی را برای این کار باید در نظر گرفت؟

## فعالیت

با مراجعه به منابع معتبر گزارشی مبنی بر فعالیت‌های انسانی که تنوع زیستی را کاهش می‌دهند، تهیه کنید و به صورت تصویری ارائه دهید.

## اهمیت تنوع زیستی

گرچه انسان پیش از شناختن دقیق طبیعت از آن استفاده می‌کرد؛ اما با شناخت بوم‌سازگان‌ها توانست از مواهب طبیعی بهره بیشتری ببرد.

امروزه داروهای فراوانی از جانداران استخراج می‌شوند. ماده اولیه چند صد نوع دارو از جنگل‌های بارانی به دست می‌آید. حشرات مانند کفش دوزک با خوردن آفت‌ها به حفظ گیاهان کمک می‌کنند (شکل ۱۰). جانوران به ویژه حشرات در گرده افشانی بسیاری از گیاهان نقش دارند.

همچنین جانداران و فعالیت‌های آنها از موضوعات مورد علاقه مهندسان است. مثلاً ویژگی‌های تار عنکبوت مورد توجه مهندسانی است که می‌خواهند موادی با استقامت، انعطاف پذیری و در عین حال سبکی تار عنکبوت تولید کنند تا در وسایل متفاوت به کار برند. تار عنکبوت گرچه پروتئینی است؛ اما مقاومتی چند برابر فولاد دارد! شما چه فایده‌های دیگری برای تنوع زیستی می‌شناسید؟



شکل ۱۰- استفاده از حشره‌ها برای از بین بردن آفت‌ها

### آیا می‌دانید

مرجان‌ها در خلیج فارس، خانه و منبع غذای بسیاری از جانوران دریازی‌اند؛ بنابراین در حفظ تنوع زیستی خلیج فارس نقش مهمی دارند. آلودگی آب دریاها سبب مرگ مرجان‌ها می‌شود که نشانه آن بی‌رنگ شدن مرجان‌هاست.



### فعالیت

تنوع زیستی در ایران به علت‌های طبیعی و انسانی کاهش یافته است. بعضی گونه‌ها مانند سمندر لرستانی، خرس سیاه و ماهی کور غار در خطر انقراض‌اند. ماهی کور غار فقط در ایران یافت می‌شود. با مراجعه به منابع معتبر درباره وضعیت تنوع زیستی استانی که در آن زندگی می‌کنید، مقاله‌ای بنویسید و در آن پیشنهادهایی برای حفظ زیستگاه‌های طبیعی و جانداران آن ارائه دهید.



# جدول دوره‌های عنصرها

							۱۸	
							۲ He هلیوم ۴,۰۰۳	
			۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	
			۵ B بور ۱۰,۸۰	۶ C کربن ۱۲,۰۱	۷ N نیتروژن ۱۴,۰۱	۸ O اکسیژن ۱۶,۰۰	۹ F فلور ۱۹,۰۰	۱۰ Ne نئون ۲۰,۱۸
			۱۳ Al آلومینیم ۲۶,۹۸	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸,۰۹	۱۵ P فسفر ۳۰,۹۷	۱۶ S گوگرد ۳۲,۰۷	۱۷ Cl کلر ۳۵,۴۵	۱۸ Ar آرگون ۳۹,۹۵
۱۰	۱۱	۱۲	۳۱ Ga گالیم ۶۹,۷۲	۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲,۶۴	۳۳ As آرسنیک ۷۴,۹۲	۳۴ Se سلنیم ۷۸,۹۶	۳۵ Br برم ۷۹,۹۰	۳۶ Kr کریپتون ۸۳,۸۰
۲۸ Ni نیکل ۵۸,۶۹	۲۹ Cu مس ۶۳,۵۵	۳۰ Zn روی ۶۵,۳۹	۴۹ In ایندیم ۱۱۴,۸۰	۵۰ Sn قلع ۱۱۸,۷۰	۵۱ Sb آنتیموان ۱۲۱,۸۰	۵۲ Te تلوریم ۱۲۷,۶۰	۵۳ I ید ۱۲۶,۹۰	۵۴ Xe زنون ۱۳۱,۳۰
۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶,۴۰	۴۷ Ag نقره ۱۰۷,۹۰	۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲,۴۰	۸۱ Tl تالیم ۲۰۴,۳۰	۸۲ Pb سرب ۲۰۷,۲۰	۸۳ Bi بیسموت ۲۰۹,۰۰	۸۴ Po پولونیم [۲۰۹]	۸۵ At استانتین [۲۱۰]	۸۶ Rn رادون [۲۲۲]
۷۸ Pt پلاتین ۱۹۵,۱	۷۹ Au طلا ۱۹۷,۰۰	۸۰ Hg جیوه ۲۰۰,۶۰	۱۱۳ Nh نیهونیم [۲۸۴]	۱۱۴ Fl فلرویم [۲۸۹]	۱۱۵ Mc مسکوویم [۲۸۸]	۱۱۶ Lv لیورموریم [۲۹۳]	۱۱۷ Ts تسنیه [۲۹۶]	۱۱۸ Og اوغانسون [۲۹۴]
۱۱۰ Ds دارمشتاتیم [۲۸۱]	۱۱۱ Rg رونگنیم [۲۸۰]	۱۱۲ Cn کوپرنسیم [۲۷۷]						
۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲,۰۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷,۳۰	۶۵ Tb تربیم ۱۵۸,۹۰	۶۶ Dy دیسپروزیم ۱۶۲,۵۰	۶۷ Ho هولیم ۱۶۴,۹۰	۶۸ Er اریم ۱۶۷,۳۰	۶۹ Tm تولیم ۱۶۸,۹۰	۷۰ Yb ایتربیم ۱۷۳,۰۰	
۹۵ Am امریسیم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریوم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es اینشتینیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیوم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیوم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیوم [۲۵۹]	



عدد اتمی — ۱

نماد شیمیایی — H

نام — هیدروژن

جرم اتمی میانگین — ۱/۰۰۸

۱	۱ H هیدروژن ۱,۰۰۸	۲							
۲	۳ Li لیتیم ۶,۹۴	۴ Be برلیوم ۹,۰۱							
۳	۱۱ Na سدیم ۲۲,۹۹	۱۲ Mg منیزیم ۲۴,۳۱							
۴	۱۹ K پتاسیم ۳۹,۱۰	۲۰ Ca کلسیم ۴۰,۰۸	۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴,۹۶	۲۲ Ti تیتانیم ۴۷,۸۷	۲۳ V وانادیم ۵۰,۹۴	۲۴ Cr کروم ۵۲,۰۰	۲۵ Mn منگنز ۵۴,۹۴	۲۶ Fe آهن ۵۵,۸۵	۲۷ Co کوبالت ۵۸,۹۳
۵	۳۷ Rb روبییدیم ۸۵,۴۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷,۶۲	۳۹ Y ایتزیم ۸۸,۹۱	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱,۲۲	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲,۹۱	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵,۹۴	۴۳ Tc تکنسیم -	۴۴ Ru روتینیم ۱۰۱,۱	۴۵ Rh رودیم ۱۰۲,۹۰
۶	۵۵ Cs سزیم ۱۳۲,۹	۵۶ Ba باریم ۱۳۷,۳	۷۱ Lu لوتسیم ۱۷۵,۰۰	۷۲ Hf هافنیم ۱۷۸,۵	۷۳ Ta تانتال ۱۸۰,۹۰	۷۴ W تنگستن ۱۸۳,۸۰	۷۵ Re رنیم ۱۸۶,۲۰	۷۶ Os اسمیم ۱۹۰,۲۰	۷۷ Ir ایریدیم ۱۹۲,۲۰
۷	۸۷ Fr فرانسیم [۲۲۳]	۸۸ Ra رادیوم [۲۲۶]	۱۰۳ Lr لورنسیم [۲۶۲]	۱۰۴ Rf رادرفوردیم [۲۶۷]	۱۰۵ Db دانبیم [۲۶۸]	۱۰۶ Sg سیبورگیوم [۲۷۱]	۱۰۷ Bh بورنیم [۲۷۲]	۱۰۸ Hs هاسیم [۲۷۷]	۱۰۹ Mt مایتریم [۲۷۶]

۵۷ La لانتان ۱۳۸,۹۰	۵۸ Ce سزیم ۱۴۰,۱۰	۵۹ Pr پراسئودیمیم ۱۴۰,۹۰	۶۰ Nd نئودیمیم ۱۴۴,۲۰	۶۱ Pm پرومتیم [۱۴۵]	۶۲ Sm ساماریوم ۱۵۰,۴۰
۸۹ Ac اکتینیم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم ۲۳۲,۰۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱,۰۰	۹۲ U اورانیم ۲۳۸,۰۰	۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیم [۲۴۴]

## فهرست منابع

- جان هیٹوم و مایکل باون، مجموعه دو جلدی پیش‌بینی – مشاهده – توضیح، انتشارات مدرسه، ۱۳۹۳.
- بریان آرنولد، درک فیزیک با رویکرد تصویری، انتشارات مدرسه ۱۳۹۲.
- مارک الس – کریس هانیول، مجموعه ۴ جلدی فیزیک، انتشارات مدرسه، ۱۳۹۰.
- هیکن، جانورشناسی بی مهرگان، انتشارات مدرسه، ۱۳۸۵.
- هیکن، جانورشناسی مهره‌داران، انتشارات مدرسه، ۱۳۸۹.
- بیولوژی سولومون، ترجمه و نشر: خانه زیست‌شناسی، ۱۳۸۹.
- زیست‌شناسی با رویکرد مولکولی (BSCS)، ترجمه و نشر: انتشارات فاطمی، ۱۳۹۰.
- فرهنگ‌نامه نجوم فضا، نشر طلایی، ۱۳۹۳.
- ادوارد جی. تاربوک و همکار، مبانی زمین‌شناسی، انتشارات مدرسه، ۱۳۸۳.

- Shipman, An Introduction to Physical Science, 13th Edition, 2013.
- Tillery, Physical Science 9th Edition, 2012.
- Ostdiek. Inquiry into Physics, 6th Edition, 2008.
- Hewitt Lyons, Suchocki Yeh, Conceptual Integrated Science, 2013.
- Biauca Franchi Martelli, New Focus on Science, 2011.
- Reece Campbell, Biology, 8th Edition, 2008.
- Eddaelman, CPO Science, Life Science, 2007.
- Bernard Pipkin, Geology and the Environmental, 5th Edition, 2008.
- Tarbuck & Lutgens, Erath: An Introduction to Physical Geology, 6th Edition, 1999.
- Silberberg, General Chemistry, 2007.
- Thornes, Science, GCSE, Chemistry, 2010.
- Callister, An Introduction to Chemistry, 2007.
- Stacy, Living by Chemistry, 2010.

