

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# علوم تجربی

سال سوم دورہ راہِ سنمائی تحصیلی

مرحلہ دوم تعلیمات عمومی

وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

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

نام کتاب: علوم تجربی سوم راهنمایی - ۱۳۴

مؤلفان: محمود امانی، غلامعلی محمودزاده، نعمت‌الله ارشدی، احمد حسینی، محمد کرام‌الدینی و

علیرضا اسبقی

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

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

تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وبسایت: [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

رسم: هدیه بندار

صفحه‌آرا: زهره بهشتی شیرازی

طراح جلد: طاهره حسن‌زاده

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

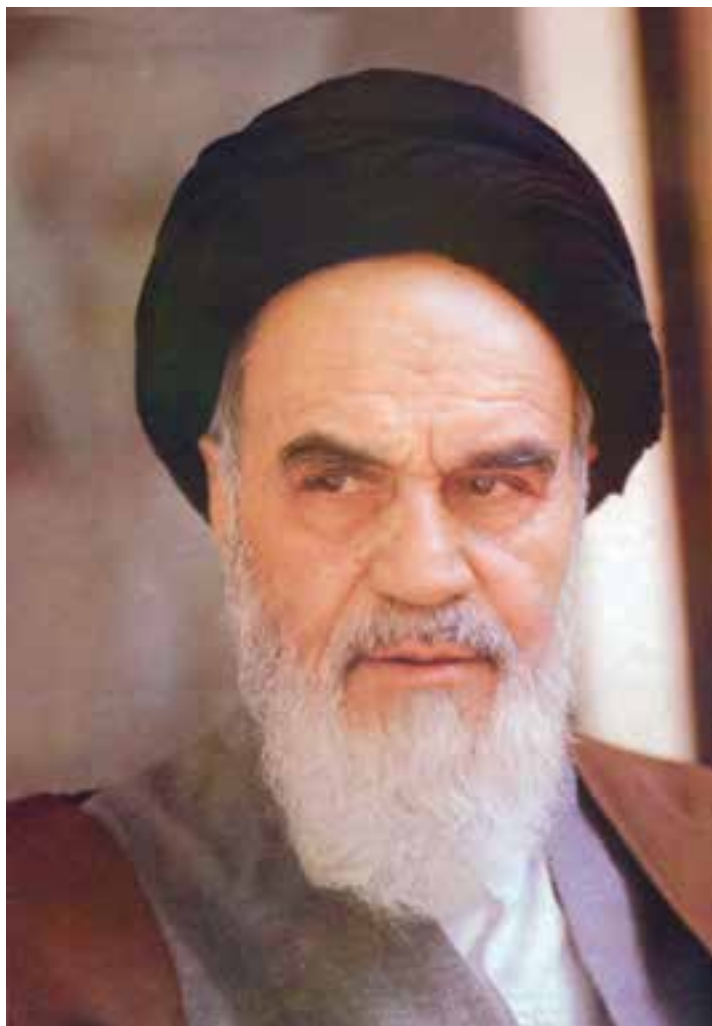
تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

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

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ سیزدهم ۱۳۹۲

حق چاپ محفوظ است.

شابک X-۱۲۳۲-۵-۹۶۴-۰۵-۹۶۴-۰۵-۱۲۳۲-X ISBN 964-05-1232-X



شما جوان‌های محصل و سایر جوان‌ها امید من هستید، نوید من هستید. امید من به شما توده‌ی جوان و شما توده‌ی محصل است. من امید آن را دارم که مقدرات مملکت ما بعد از این به دست شما عزیزان بیفتد و مملکت را شما عزیزان حفظ کنید.

امام خمینی (ره)

## فهرست

### بخش اول: ماده و تغییرات آن



- فصل ۱: درون اتم ۲
- فصل ۲: اتم‌ها و ترکیب‌های شیمیایی ۱۴

### بخش دوم: زمین زیستگاه ما



- فصل ۳: سرگذشت زمین ۲۶
- فصل ۴: زمین ساخت ورقه‌ای ۳۸
- فصل ۵: فراتر از زمین ۴۵

### بخش سوم: انرژی، زندگی



- فصل ۶: کار، انرژی و توان ۵۴
- فصل ۷: فشار ۷۷
- فصل ۸: بارالکتریکی ۸۶
- فصل ۹: جریان الکتریکی ۹۴

### بخش چهارم: دنیای زنده



- فصل ۱۰: انسان و حرکت ۱۰۶
- فصل ۱۱: هماهنگی و ارتباط ۱۱۷
- فصل ۱۲: نوجوانی و بلوغ ۱۲۷
- فصل ۱۳: تولید مثل ۱۳۴
- فصل ۱۴: آدمی و محیط زیست ۱۴۶

# یادآوری

اگر اکنون بعد از هفت سال مطالعه و یادگیری درس علوم از شما پرسیده شود که مهم ترین تفاوت این درس با درس های دیگر در چیست، چه جوابی می دهید؟ به احتمال زیاد می گوئید این درس فعالیت های زیادی دارد و بیش تر با آزمایش همراه است و اگر از خودتان بپرسید چه چیزهایی را در درس علوم یاد گرفته اید، ممکن است جواب دادن برایتان آسان نباشد، زیرا معمولاً بیش تر ما مطالبی از قبیل طرز کار بدن انسان، آهن ربا، مواد شیمیایی یا نام انواع سنگ ها را بعد از مدتی فراموش می کنیم و برای یادآوری، لازم است دوباره آن ها را بخوانیم. همچنان که شما نیز همه آن ها را بعداً و در دبیرستان، به صورت کامل تر و بیش تر می خوانید. اما شما باید در این مدت، چیزهای دیگری را یاد گرفته باشید که نسبت به آن نوع مطالب، اهمیت زیادتری دارند و با گذشت سال ها هم فراموش نمی شوند. مثلاً:

۱- علم را باید از راه انجام دادن کارها یاد گرفت. یک ضرب المثل بسیار قدیمی چینی می گوید:

به من بگو: فراموش می کنم  
نشانم بده: ممکن است یادم بماند  
بگذار انجام بدهم: می فهمم

وقتی شما هر فعالیتی را در درس علوم انجام می دهید، در واقع به یک نکته و مفهوم اساسی و مهم علمی می رسید. البته منظور این نیست که چیزی را برای اولین بار کشف می کنید، بلکه، راهی را می روید که دانشمندان قدیمی رفته اند. آنان، بدون در اختیار داشتن وسایل گران قیمت و پیچیده، نکات بسیار زیادی را یافته اند. آنچه دانشمندان زمان های گذشته به مقدار زیاد داشتند، کنجکاوی و قدرت تفکر و ابتکار بوده است.



دانشمندان به آنچه در اطرافشان می گذرد بی اعتنا نمی ماندند.

۲- شما در طول سال‌های گذشته، در درس علوم همواره با کلماتی از قبیل مشاهده، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، تفسیر کردن، یا طراحی تحقیق و مشابه آن‌ها روبرو بوده‌اید. به این نوع اصطلاحات، در زبان علم، مهارت‌های یادگیری می‌گوییم.

منظور ما از مهارت‌های یادگیری، کارهایی است که از طریق آن‌ها آموزش مفاهیم علمی عمیق‌تر و پایدارتر می‌شود و به عبارت دیگر، موضوعی را که می‌خواهید یاد بگیرید، می‌فهمید. در میان این کلمات، چیزی به نام «حفظ کردن» را نخواهید یافت. البته، منظور این نیست که حفظ کردن، در آموزش علوم جایی ندارد. به هر حال، شما نام‌ها، ارقام خاص، فرمول‌ها، علائم شیمیایی و چیزهای زیادی را باید حفظ کنید، اما روابط، قوانین و اصول و مفاهیم علمی را باید پیدا کنید، که راه آن‌هم استفاده از مهارت‌های یادگیری است. معلم‌ان شما ممکن است در زمان تحصیل، با این شیوه آموزش ندیده باشند، اما آن‌را در کلاس‌های شما به کار می‌برند و اکنون، شما باید به این روش عادت کرده باشید. این روش در واقع همان روش کار دانشمندان است، در ضمن، شما در تمام عمر به استفاده از مهارت‌ها نیاز دارید.

۳- شما آموخته‌اید که تقسیمات سنتی علم شامل سه شاخه علوم فیزیکی، علوم زیستی و علوم زمین است. در کتاب‌ها نیز همین تقسیم‌بندی رعایت شده است، اما اشکال این طبقه‌بندی آن است که ممکن است خیال کنید در طبیعت نیز چنین تقسیم‌بندی وجود دارد و هر مفهوم و موضوعی را باید جدا از بقیه یاد بگیرید حال آن‌که مفاهیم علمی کاملاً به هم مربوط‌اند و این قبیل طبقه‌بندی‌ها فقط زاده ذهن ما هستند و برای آسانی کار مطالعه و یادگیری ابداع شده‌اند. در واقع، علم مطالعه طبیعت است و به عبارتی می‌توان آن را روشی برای جستجوی پاسخ به پرسش‌ها دانست.



فناوری، فرزند علم است.

هر جا که از علم استفاده عملی شود، آن را فناوری می‌نامیم. مثلاً اطلاع داشتن درباره‌ی امواج رادیویی، قسمتی از علم است (علوم فیزیکی)، اما به کمک همین علم، رادیو ساخته شده است و از آن استفاده می‌کنیم. کشف آنتی‌بیوتیک‌ها علم است و از آن یافته، پزشک برای درمان ذات‌الریه به کمک پنی‌سیلین استفاده می‌کند.

قرن بیستم زمان تغییرات بزرگ بوده است. در سال ۱۹۰۰، کسی از انرژی اتمی برای مصارف صلح یا جنگ اطلاعی نداشت. کسی نمی‌دانست تلویزیون چیست؟ هیچ کدام از ویتامین‌ها کشف نشده بودند. از وجود هورمون‌ها هم بی‌اطلاع بودیم. دانه‌های پرمحصول و جدیدی که امروزه جزئی غذاهای ما شده‌اند، تهیه نشده بودند. آنتی‌بیوتیک‌ها را نمی‌شناختیم.

از علت بروز بیش‌تر بیماری‌ها و راه درمان آن‌ها آگاهی نداشتیم، میانگین طول عمر افراد حدود

۴۰ سال بود، حال آن که امروزه به حدود ۷۰ سال رسیده و در حال بالاتر رفتن است. همه این تغییرات در فاصله یکصد سال صورت گرفتند. ممکن است یک قرن به نظر شما زمانی طولانی باشد، اما شاید بدانید که کشف عامل بیماری مالاریا، ۲۰۰۰ سال طول کشید و بحث بر سر منشأ پیدایش جانداران، ۳۰۰ سال ادامه داشت. آنچه که پیدایش تغییرات سریع در زندگی انسان را باعث شد، علم بود و علم، فناوری را به دنبال آورد. بدیهی است که این تغییر، با سرعت زیادتری همچنان ادامه دارد.



اختراع سیم خاردار، با همه سادگی، در تغییر سرنوشت جنگ دوم جهانی بسیار مؤثر بود.

۴- بدون طرح پرسش، چیزی برای جستجو و تحقیق وجود ندارد. شما باید بتوانید پرسش‌های خوب مطرح کنید. البته، طرح چنین پرسش‌هایی آسان نیست اما باید در طول سال‌های گذشته تا حدودی راه خوب پرسیدن را آموخته باشید. به خاطر داشته باشید که پرسش‌های شما مبنای تفکر کردن، استفاده از مهارت‌های یادگیری و انجام فعالیت برای رسیدن به پاسخ است. مثلاً، به پرسش‌های زیر توجه کنید و ببینید کدام را می‌پسندید. البته، دلیل انتخاب را باید بدانید.

۱- بهترین اندازه برای یک چتر نجات چقدر است؟

۲- کدام نوع کود بهتر است؟

۳- برای سریع‌تر کردن انحلال زله چه باید کرد؟

۴- کدام نوع چتر نجات از همه بهتر است؟

الف - این سؤال نشان می‌دهد که چه چیز باید تغییر کند و چه چیز اندازه گرفته شود (۱).

ب - این سؤال نشان می‌دهد که چه چیز باید تغییر کند، اما خودم باید درباره‌ی آنچه اندازه گرفته می‌شود، تصمیم بگیرم (۲).

پ - این سؤال نشان می‌دهد چه چیز را باید اندازه بگیرم، اما خودم باید در مورد آنچه تغییر دادنی است، تصمیم بگیرم (۳).

ت - در این سؤال، آنچه را که باید تغییر کند و اندازه‌گیری شود، خودم تعیین می‌کنم (۴).

## پرسش‌های خوب برای فکر کردن

سن درخت و نوع رشد سالانه آن را از روی دایره‌های متحدالمرکزی که در مقطع درخت مشاهده می‌شوند، می‌توان استنباط کرد. شما هم با مشاهده‌ی تصویر بگویید :



۱- این درخت در زمان قطع، چند ساله بوده است؟

۲- این موارد را روی تنه تشخیص بدهید :

- اثر آتش‌سوزی

- رشد در سال‌های پرباران

- رشد در سال‌های خشک و کم آب

۳- چرا در نقاط گرمسیر، استفاده از این روش برای تعیین

سن، دقیق نیست؟

۴- برای تعیین سن درختان زنده چه باید کرد؟

## پرسش خوب برای تحقیق کردن

• کدام یک سریع‌تر گرمای بدن را از دست

می‌دهند : موش یا شیر؟

- آزمایشی طراحی کنید که بتوانید به جواب

این پرسش برسید.

- فرضیه شما چیست؟

- با انجام این آزمایش، به کدام مفهوم علمی

می‌رسید؟



۵- حتماً می‌دانید که در دنیای امروز، هیچ‌کس نمی‌تواند کارهای مهم را به تنهایی انجام بدهد، به ویژه که وسایل و دستگاه‌ها پیچیده‌اند و یک نفر، در زمینه‌های مختلف به تخصص لازم نمی‌رسد. همکاری در انجام کارها به صورت گروهی، همیشه نتیجه مطلوب‌تری را حاصل می‌آورد. اما به خاطر داشته باشید که هنوز هم ابداع روش‌ها و کارها در اصل، در ذهن یک نفر ایجاد می‌شود و دیگران، نقش تکمیل‌کننده و بهبود بخشیدن به آن را دارند.

۶- یادداشت‌برداری از کارهایی که در یک تحقیق علمی - و حتی مطالعه یک کتاب یا مقاله - انجام می‌دهید، بسیار مهم است. شما باید بتوانید نتیجه افکار، مشاهدات، محاسبات، اندازه‌گیری‌ها و آزمایش‌ها را



بنویسید. بعد از مدتی که این کار را انجام بدهید، متوجه بروز تحول در نوع برداشت‌ها و نتیجه‌گیری‌های خود می‌شوید. دانشمندان هم اغلب، از همین راه موفق به انجام کشفیات خود می‌شوند. یادداشت‌های شما لازم نیست بسیار طولانی یا کاملاً منظم باشند. مهم آن است که نوع تفسیرها، فرضیه‌ها، پیش‌بینی‌ها، نتیجه‌گیری‌ها و پرسش‌های احتمالی را روی کاغذ بیاورید. در طول زمان، راه درست نوشتن، به اندازه نوشتن و استفاده از جدول و نمودار را هم یاد خواهید گرفت.

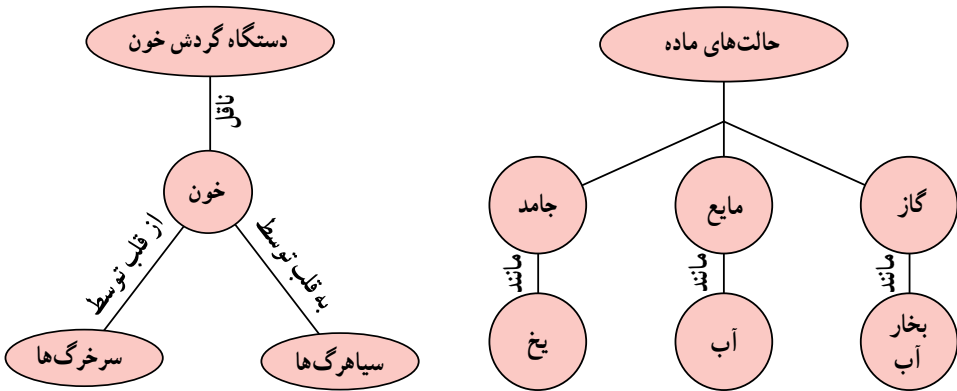
کسانی که خوب می‌نویسند، زیاد هم مطالعه می‌کنند و از نوع کار دیگران در زمینه موضوع مورد علاقه خود با خبر می‌شوند. شما هم باید نوشته دیگران را بخوانید و فکر کنید اگر «شما» می‌خواستید همان موضوع را بنویسید، چه چیزهای آن را حذف می‌کردید، چه چیزهایی را به آن می‌افزودید یا چه چیزهایی را تغییر می‌دادید.

	۱۹۶۸	۱۹۶۰	۱۹۵۰	۱۹۴۰	۱۹۳۰	۱۹۲۰	۱۹۱۰	۱۹۰۰	علت مرگ
بیماری‌های واگیر	۳۷	۳۷	۳۱	۷۰	۱۰۳	۲۰۸	۱۶۲	۲۰۳	آنفلوآنزا
	۳	۶	۲۲	۴۶	۷۲	۱۱۴	۱۶۰	۲۰۲	سل
	۲	۴	۵	۱۰	۲۶	۵۴	۱۱۷	۱۳۳	اسهال
	۰/۰	۰/۰	۰/۳	۱	۵	۲۶	۲۱	۴۳	دیفتری
	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱	۵	۸	۲۶	۳۶	حصه
	۰/۰	۰/۲	۰/۳	۰/۵	۳	۹	۱۲	۱۲	سرخک
	۰/۰	۰/۱	۰/۷	۲	۵	۱۲	۱۱	۱۲	سیاه سرفه
	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۵	۲	۵	۱۲	۱۰	مخملک
	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱	۳	۴	۲	۸	مالاریا
	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۱	۰/۶	۰/۴	۲	آبله
بیماری‌های غیر واگیر	۳۷۳	۳۶۶	۳۰۰	۲۹۳	۲۰۶	۱۵۹	۱۵۹	۱۳۲	ناراحتی قلبی
	۱۰۶	۱۰۷	۱۰۰	۹۱	۸۱	۸۲	۷۶	۷۲	سکته مغزی
	۱۶۰	۱۵۱	۱۴۰	۱۲۰	۹۷	۸۳	۷۶	۶۳	سرطان
	۳	۳	۲	۳	۴	۱۳	۲۳	۴۶	برونشیت
	۱۵	۱۱	۷	۹	۷	۷	۱۴	۱۳	سیروز کبدی
	۰/۷	۱	۲	۱۰	۱۵	۱۳	۱۱	۱۰	آپاندیسیت
	۱۹	۱۷	۱۶	۲۷	۱۹	۱۶	۱۵	۱۰	دیابت
	۵	۱۱	۲۱	۸۲	۹۱	۸۹	۹۹	۸۶	کلیوی

از مقایسه‌ی ارقام جدول‌ها چه استنباطی می‌کنید؟

(این ارقام مربوط به یک کشور پیشرفته است یا در حال پیشرفت؟)

۷- شما باید مفاهیم یا نکات مهم هر درس را تشخیص بدهید و روابط میان آن‌ها را درج کنید. در این صورت، یادگیری آن درس بهتر صورت می‌گیرد و آن نکات، مدت بیشتری در ذهن شما می‌مانند، به ویژه که وقتی به نوع ارتباطات میان مفاهیم پی ببرید، درک بهتری از متن درس خواهید داشت. برای آن‌که در چنین کاری توانا شوید، باید بتوانید ابتدا روابط میان مفاهیم را تعیین کنید. این کار هم آسان است. به مثال‌های زیر توجه کنید :



وقتی شما در این مثال‌ها تعریف حالت جامد یا مایع را می‌گویید و تفاوت این دو حالت را تشخیص می‌دهید، معنایش آن است که مفهوم جامد بودن یا مایع بودن را می‌دانید. ذکر مثال (به ویژه مثالی که در کتاب یا درس معلم نباشد) نشانه آن است که مفهوم را خوب درک کرده‌اید و کاربرد آن را می‌دانید. به عنوان تمرین، نقشه مفهومی غذاسازی گیاهان را بنویسید.

۸- مطالعه علم با تفریح و سرگرمی همراه است، اما گاهی نیز می‌تواند خطرناک شود. بنابراین، در هنگام انجام فعالیت‌ها و آزمایش‌ها، چه در محیط مدرسه و چه بیرون از آن، باید نکات ایمنی را حتماً رعایت کنید. آزمایشگاه، جای کار جدی است. بیش‌ترین علت بروز حادثه در کارها، بی‌دقتی، بی‌احتیاطی، رفتار نامناسب یا به‌کاربردن وسایل نامناسب برای کارهاست. به خاطر داشته باشید که یک حادثه به ظاهر کوچک و کم‌اهمیت، ممکن است زخم‌های بزرگ، یا ناراحتی‌های شدیدی را برای شما پیش آورد.

– در مدرسه، قبل از برداشتن هر وسیله، از معلم خود اجازه بگیرید و مطمئن شوید که طرز استفاده از آن وسیله را می‌دانید. به خاطر داشته باشید که حتی کوچک‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین اتفاقات بد را هم به معلم خبر بدهید.  
– مراقبت از چشم‌ها، به‌ویژه در هنگامی که با اسیدها، بازها یا شعله و وسایل گرم‌مازا کار می‌کنید، بسیار مهم است.

– در کارکردن با اشیای تیز، باید مراقب باشید که طرف تیز را به طرف خودتان نگیرید. بهتر آن است که برش‌ها را در روی میز انجام بدهید.

– استفاده از اجاق و شعله برای گرم کردن مواد، باید با احتیاط لازم صورت بگیرد. تا جایی که ممکن است برای گرم کردن از دستگاه‌های برقی استفاده کنید و شعله به کار نبرید. هرگاه، چیزی را در لوله آزمایش گرم می‌کنید، حتماً دهانه لوله را دور از خود و دیگران بگیرید و هرگز از بالا به داخل لوله نگاه نکنید. وقتی مایع را داخل لوله آزمایش حرارت می‌دهید، گرما را از قسمت بالای لوله به طرف پایین بدهید. در غیر این صورت، بخارهای حاصل در زیر، مایع روی خود را بالا می‌برند و باعث پاشیده شدن محتوای لوله می‌شوند.

– نیازی نیست در مورد کاربرد وسایل برقی تذکری داده شود. هرگز سیم رابط میکروسکوپ یا دستگاه‌ها را روی زمین و محل عبور افراد نیندازید. این سیم‌ها را از لبه میز و جایی عبور ندهید که احتمال برخورد افراد با آن و افتادن دستگاه‌ها از روی میز وجود داشته باشد. مراقب باشید که دستگاه‌ها را در حالت «خاموش» به برق وصل کنید. بعد از اتمام کار هم آن‌ها را خاموش کنید و سپس از پریز جدا کنید.

– در کار با جانوران و گیاهان، حتماً از معلم خود اجازه بگیرید. در برابر جانوران، حالت بیرحمی نشان ندهید و سعی کنید موجب آزار، درد و ناراحتی آن‌ها نشوید. بعد از کار با گیاهان و جانوران هم حتماً دست‌های خود را صابون بزنید. در ضمن، وقتی گیاهی را نمی‌شناسید، دانه یا میوه آن را نخورید!

معلمان محترم، صاحب نظران، دانش آموزان عزیز و اولیای آنان می توانند نظراً اصلاحی خود را در باره ی مطالب  
این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۱۵۸۵۵،۳۶۳ - گروه دوسمی مربوط و یا پیام نگار (Email)  
talif@talif.sch.ir ارسال نمایند.

دفتر نامه ی رسمی و چاپ کتاب های دوسمی

بخش اول

# ماده و تغییرات آن

سال‌هاست که انسان با تفکر در طبیعت و مشاهده‌ی پدیده‌های بسیار، همواره تلاش کرده است که پرده از اسرار آفرینش بردارد و به اصل هستی پی‌برد. بشر تا به امروز با پرواز به اوج آسمان و ورود به فضا و کشف ناشناخته‌ها از یک سو و ورود به دنیای اتم‌ها و مولکول‌ها از سوی دیگر، تلاش کرده تا پاسخ‌گوی ذهن کنجگاو خود باشد. در این بخش به دنیای اتم‌ها پا می‌گذاریم و با ورود به درون اتم، با ساختار پیچیده‌ی آن آشنا می‌شویم. این آشنایی ما را در درک بهتر ویژگی‌ها و رفتار مواد سازنده‌ی پیرامون یاری خواهد داد.



## درون اتم

در سال‌های پیش با ساختار ذره‌ای ماده آشنا شدید و آموختید که ذره‌های سازنده‌ی مواد اتم یا مولکول هستند. هم‌چنین عنصر و ترکیب را شناختید و آموختید که از ۱۰۹ عنصر شناخته شده تنها ۹۱ عنصر در طبیعت یافت می‌شود، در حالی که میلیون‌ها ترکیب شیمیایی گوناگون از به هم پیوستن اتم این عناصرها به وجود می‌آید. حتماً به یاد دارید که دموکریت (فیلسوف یونانی) و دالتون (دانشمند انگلیسی) بر این باور بودند که اتم تجزیه‌ناپذیر است. به عبارت دیگر، نمی‌توان آن را به ذره‌های کوچک‌تر تجزیه کرد. در واقع، با اتم دالتون یا به عبارت دیگر، با تصویری از اتم که دالتون از تفسیر مشاهده‌های خود به دست آورده بود، آشنا شدید. اما آیا واقعاً اتم همان کروی توپری است که دالتون می‌گفت؟ شما چه فکر می‌کنید؟ تصور کنید یک اتم آهن تا اندازه‌ای بزرگ شود که بتوان آن را به آسانی دید. در این صورت، به نظر شما اتم آهن چه شکلی خواهد داشت؟ تفاوت آن با یک اتم مس چه خواهد بود؟ با ما همراه شوید تا در این فصل به تصویر کامل‌تری از یک اتم دست یابید.

### مدل‌های گوناگونی برای اتم

به یاد دارید که دموکریت برای اتم‌ها شکل‌های گوناگونی تصور می‌کرد، درحالی‌که دالتون اتم‌ها را ذره‌هایی کروی می‌دانست. این که دموکریت و دالتون چگونه به این نتیجه رسیدند، پرسشی است که یافتن پاسخ آن ما را در درک بهتر پدیده‌های طبیعی بیش‌تری خواهد کرد. برای پاسخ به این پرسش، آزمایش زیر را انجام دهید.

#### آزمایش کنید

یکی از جسم‌های صفحه‌ی بعد را درون یک جعبه‌ی کفش قرار دهید و در آن را ببندید. به گروه‌های چهار یا پنج نفری تقسیم شوید. از دو یا سه نفر از اعضای گروه خود بخواهید بدون بازکردن در جعبه، جسم درون جعبه را شناسایی کنند. به عبارت دیگر، درباره‌ی شکل و جنس جسمی که در جعبه قرار دارد حدس‌هایی بزنند یا تصویری از آن را رسم کنند. سپس نتیجه‌ی به دست آمده توسط هر عضو گروه را یادداشت کنید و در پایان آزمایش، درباره‌ی آن‌ها



به گفت و گو بپردازید. آیا می توانید بدون باز کردن درِ جعبه، جسمی را که درون آن قرار دارد، شناسایی کنید؟ چگونه؟

اتم آن قدر کوچک است که نمی توان آن را دید اما مانند جسمی که درون جعبه است و دیده نمی شود، می توان با بررسی رفتاری که از خود نشان می دهد، در مورد شکل و ویژگی های آن حدس هایی زد. اما این حدس ها تا چه اندازه درست خواهد بود؟ پاسخ به این پرسش، کمی دشوار به نظر می رسد. تنها می توان گفت که هر چه شکل و ویژگی های پیشنهادی، شمار بیش تری از ویژگی های یک اتم را توجیه کند، آن حدس دقیق تر و درست تر است.

دانشمندان بسیاری پس از دالتون نیز برای یافتن اطلاعات بیش تری از ساختار اتم به همین طریق عمل کردند و با مطالعه ی دقیق رفتار مواد و اجرای آزمایش های بسیاری روی آن ها، تصویر درست تری از ساختار اتم به دست آوردند.

جوزف تامسون، دانشمند انگلیسی، دیدگاه دالتون مبنی بر کروی شکل بودن اتم را پذیرفت اما برخلاف او که اتم را مانند یک ساچمه ی فلزی، کره ای توپر و سفت و بدون ساختار درونی تصور می کرد، تامسون درباره ی ساختار اتم نظر دیگری داشت :



آزمایش های من ثابت می کند که در مواد، ذره هایی با بار الکتریکی منفی وجود دارد؛ ذره هایی که الکترون نامیده شده اند. چون همه ی مواد خنثی هستند، پس باید ذره های سازنده ی ماده نیز خنثی باشد. اگر الکترون های موجود در ماده را به اتم ها نسبت دهیم در این صورت باید در ساختار اتم علاوه بر بار منفی به همان اندازه بار مثبت نیز موجود باشد. اما، چگونه بارهای منفی و مثبت در کنار هم قرار گرفته اند؟ من فکر می کنم که الکترون ها مانند کشمش های درون یک کیک کشمش در میان خمیری از بار مثبت پراکنده شده اند. آیا می توانید تصویر ذهنی من از اتم را بارسم یک شکل یا ساختن یک مدل نشان دهید؟

## بیش تر بدانید

تامسون برای معرفی تصویر ذهنی خود از اتم، از شبیه کردن اتم به یک کشمشی یا در واقع جسمی که برای همه‌ی ما آشناست، استفاده کرد. چنین شبیه‌یابی‌هایی بسیار متداول است و ما را در درک مفاهیم علمی یاری می‌دهد. معمولاً برای معرفی ساختار و ویژگی‌های جسم‌های بسیار کوچک (مانند اتم، سلول و ...)، جسم‌های بسیار بزرگ (مانند سیاره‌ها، ستارگان و ...) و جسم‌هایی که به طور مستقیم قابل دیدن نیستند (مانند اندام‌های درون بدن و ...)، طرح‌ها یا ساختارهایی پیشنهاد می‌شود. به کمک این طرح‌ها یا ساختارها می‌توان رفتار و ویژگی‌های هر یک از جسم‌های یاد شده را به آسانی بررسی و درک کرد. این طرح‌ها یا ساختارهای مشابه را مدل می‌نامند. یک کشمشی در واقع مدلی بود که تامسون برای درک ساختار درونی اتم پیشنهاد کرد.

چهارده سال پس از تامسون، یعنی در سال ۱۹۱۱ میلادی، ارنست رادرفورد دانشمند نیوزلندی در درستی مدل تامسون برای اتم تردید کرد. وی پس از آزمایش‌های بسیار ساختار دیگری برای اتم پیشنهاد کرد و مدل تازه‌ای برای آن ارائه داد.



نتایج آزمایش‌های من ثابت می‌کند که اتم باید ویژگی‌های زیر را داشته باشد.

- ❖ یک هسته‌ی کوچک که تقریباً همه‌ی جرم اتم در آن متمرکز شده است.
  - ❖ هسته‌ی اتم دارای بار الکتریکی مثبت است.
  - ❖ حجم هسته‌ی اتم در مقایسه با حجم اتم بسیار کوچک است، زیرا بیش تر حجم اتم را فضای خالی تشکیل می‌دهد.
  - ❖ هسته‌ی اتم به وسیله‌ی الکترون‌ها محاصره شده است.
- آیا می‌توانید تصویر ذهنی من از اتم را با رسم یک شکل یا ساختن یک مدل نشان دهید؟



اگر هسته‌ی اتم را به اندازه‌ی یک گوی کوچک در نظر بگیرید، در این صورت یک اتم به اندازه‌ی یک استادیوم فوتبال خواهد بود.



رادرفورد در مدل خود، بار مثبت هسته‌ی اتم را به ذره‌هایی به نام پروتون نسبت داد. بار الکتریکی پروتون به اندازه‌ی بار الکترون است. درحالی که اندازه‌گیری‌ها نشان داده است که جرم پروتون حدود دو هزار بار بیش‌تر از جرم یک الکترون است.

### مقایسه کنید

مدل اتمی تامسون و مدل اتمی رادرفورد چه شباهت‌ها و چه تفاوت‌هایی با یک‌دیگر دارند؟

دو سال پس از رادرفورد یعنی در سال ۱۹۱۳ میلادی، نیلزبور، دانشمند دانمارکی، مدل اتمی رادرفورد را برای توجیه برخی از ویژگی‌های اتم نارسا دانست و از این رو مدل دیگری برای اتم پیشنهاد کرد.



از آن‌جا که انتظار می‌رود در مدل اتمی رادرفورد الکترون‌ها روی هسته سقوط کنند (چرا؟)، به نظر من مانند منظومه‌ی خورشیدی که خورشید در مرکز آن قرار دارد و سیاره‌ها روی مدارهایی به دور آن می‌چرخند، در اتم نیز هسته در مرکز قرار دارد و الکترون‌ها روی مدارهایی دایره‌ای شکل، به دور هسته پیوسته در حال گردش هستند.

### مقایسه کنید

مدل اتمی رادرفورد و مدل اتمی بور چه شباهت‌ها و چه تفاوت‌هایی با یک‌دیگر دارند؟

## بیش‌تر بدانید

امروزه مدل دیگری برای اتم پذیرفته شده است که آن را مدل لایه‌ای نامیده‌اند. در این مدل نیز مانند مدل بور هسته که عمدی جرم اتم را تشکیل می‌دهد در مرکز اتم قرار دارد و الکترون‌ها با انرژی‌های مختلف به دور هسته در حال گردش هستند. با این تفاوت که در این مدل الکترون‌ها به شکل ابری که ابرالکترونی نامیده شده است در اطراف هسته‌ی اتم و در فضای بسیار بزرگی که قطر آن ۱۰,۰۰۰ برابر قطر هسته‌ی اتم است در حرکتند. شاید در این مدل بتوان الکترون‌ها را مانند زنبورهای عسلی تصور کرد که پیوسته پیرامون کندوی خود و در فواصل گوناگون در حال پروازند. زنبورهایی که با سرعت بسیار زیاد در حرکتند و نمی‌توان جای آن‌ها را به‌طور دقیق معین کرد.



مدل لایه‌ای اتم. در این مدل الکترون‌ها در لایه‌هایی با انرژی معین حضور دارند.



مدل اتمی بور. در این مدل الکترون‌ها در مدارهایی با انرژی معین حرکت می‌کنند.

اگر چه امروزه مدل درست‌تر و پیچیده‌تری جای‌گزین مدل بور شده است ولی به‌علت دشواری نمایش اتم به کمک مدل امروزی، هم‌چنان برای نمایش اتم‌ها از مدل بور استفاده می‌شود. گفتنی است مدل بور علی‌رغم نارسا بودن اطلاعات سودمندی درباره‌ی ساختار هر اتم در اختیار ما می‌گذارد. ما هم در این فصل از مدل بور برای نشان دادن اتم‌ها استفاده کرده‌ایم.

## دیگر ذره‌های سازنده‌ی اتم

جیمز چادویک، دانشمند انگلیسی، ۲۰ سال پس از بور کشف کرد که در هسته‌ی اتم علاوه بر پروتون، ذره‌ی دیگری نیز وجود دارد. او این ذره را که جرم آن تقریباً با جرم پروتون برابر است و بار الکتریکی ندارد، نوترون نامید. به این ترتیب، وجود سه ذره در ساختار اتم ثابت شد.

نام ذره	بار الکتریکی نسبی	جرم نسبی (نسبت به جرم الکترون)	جای ذره
پروتون	+۱	۱۸۴۰	درون هسته
نوترون	۰	۱۸۴۰	درون هسته
الکترون	-۱	۱	اطراف هسته

## بیش تر بدانید



پروتون‌ها که ذره‌هایی با بار الکتریکی مثبت هستند یک‌دیگر را به شدت دفع می‌کنند، اما علی‌رغم وجود چنین دفعه‌ای، در فضای بسیار کوچک هسته در کنار هم قرار گرفته‌اند. دانشمندان معتقدند که نوترون‌ها در ایجاد یک نیروی جاذبه‌ای قوی برای کنار هم نگاه‌داشتن پروتون‌ها در هسته‌ی اتم، نقش مهمی دارند. به این نیروی بسیار قوی که امکان تشکیل هسته‌ی اتم را فراهم آورده است، نیروی قوی هسته‌ای می‌گویند. هنگامی که هسته‌ی یک اتم می‌شکند یا تلاشی می‌یابد انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود. به این انرژی آزاد شده

انرژی هسته‌ای می‌گویند. نیروگاه هسته‌ای مکانی است که در آن جا با تلاشی کردن کنترل‌شده‌ی هسته‌ی برخی اتم‌ها، انسان‌ها توانسته‌اند مقداری از انرژی مورد نیاز زندگی امروزی خود را تأمین کنند. گفتنی است که تولید بمب‌های هسته‌ای نظیر بمب‌هایی که انفجار آن‌ها در هیروشیما و ناگازاکی باعث نابودی صدها هزار تن از مردم غیرنظامی ژاپن شد، یکی از کاربردهای غیراخلاقی انرژی هسته‌ای در زندگی بشر به‌شمار می‌آید.

## فکر کنید

مدل بور برای سه اتم مختلف در زیر نشان داده شده است.



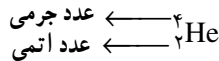
نوترون   پروتون   الکترون

- ۱- تعداد الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌ها را در هر اتم مشخص کنید.
- ۲- به مجموع تعداد پروتون‌های یک اتم، عدد اتمی آن اتم می‌گویند. عدد اتمی هر اتم را مشخص کنید.
- ۳- به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در یک اتم عدد جرمی گفته می‌شود. در هر مورد، عدد جرمی اتم را معلوم کنید.
- ۴- کدام اتم سنگین‌تر است؟ چرا؟ (از جرم ناچیز الکترون‌ها چشم‌پوشی کنید).

## رسم کنید

مدل بور را برای اتم نیتروژن با عدد اتمی ۷ و عدد جرمی ۱۴ رسم کنید.

همان طور که می دانید تا به حال  $109$  عنصر شناخته شده است. اتم های سازنده ی هر یک از این عنصرها، عدد اتمی ویژه ی خود را دارند؛ برای نمونه، اتم هیدروژن ساده ترین اتم شناخته شده است و تنها یک پروتون هسته ی آن را می سازد. عدد اتمی این اتم یک است. عنصر بعد از هیدروژن، هلیم است؛ این عنصر دو پروتون و دو نوترون در هسته ی خود دارد. بنابراین، عدد اتمی آن ۲ است. اگر عنصرهای شناخته شده را به ترتیب افزایش عدد اتمی آن ها، کنار هم قرار دهیم، جدولی به دست می آید که به آن جدول تناوبی عنصرها می گویند. در این جدول برای نمایش عنصرها از نمادهای ویژه ای استفاده می کنند که نمادهای شیمیایی نامیده می شوند. عدد اتمی و عدد جرمی، دو ویژگی مهم یک اتم به شمار می آید. این دو ویژگی را به صورت عددهایی در سمت چپ نماد شیمیایی عنصر می نویسند؛ برای مثال، اتم هلیم با دو پروتون (عدد اتمی: ۲) و دو نوترون (عدد جرمی:  $2+2=4$ ) به صورت زیر نشان داده می شود.



## نمادهای شیمیایی

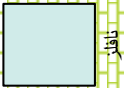
همان گونه که گفتیم به حروفی که در هر خانه ی جدول تناوبی عنصرها می بینید نماد شیمیایی می گویند. برای نمایش هر عنصر به جای نوشتن نام کامل آن از این نمادهای یک یا دو حرفی استفاده می شود. این نمادها بیش تر از نام لاتین عنصرها گرفته شده اند. برای مثال، هیدروژن را با حرف H نشان می دهند. H نخستین حرف از نام لاتین این عنصر یعنی Hydrogen است. هم چنین نیتروژن را با حرف N نشان می دهند. این حرف نیز نخستین حرف از نام لاتین این عنصر یعنی Nitrogen است. نام و نشانه ی شیمیایی برخی عنصرها را در جدول زیر می بینید.

نام عنصر	نام لاتین	نشانه ی شیمیایی	نام عنصر	نام لاتین	نشانه ی شیمیایی
هلیم	Helium	He	آلومینیم	Aluminium	Al
کربن	Carbon	C	فسفر	Phosphorus	P
اکسیژن	Oxygen	O	کلر	Chlorine	Cl*
فلوئور	Fluorine	F	کلسیم	Calcium	Ca

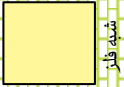
\* دومین حرف در نماد شیمیایی عنصرها ضرورتاً دومین حرف در نام لاتین آن ها نیست.

جدول تناوبی عناصرها

<b>H</b> هیدروژن ۱	<b>He</b> هلیوم ۲																		
<b>Li</b> لیتیم ۳	<b>Be</b> بریلیم ۴																		
<b>Na</b> سدیم ۱۱	<b>Mg</b> منیزیم ۱۲																		
<b>K</b> پتاسیم ۱۹	<b>Ca</b> کلسیم ۲۰	<b>V</b> وانادیوم ۲۳	<b>Cr</b> کروم ۲۴	<b>Mn</b> منگنز ۲۵	<b>Fe</b> آهن ۲۶	<b>Co</b> کوبالت ۲۷	<b>Ni</b> نیکل ۲۸	<b>Cu</b> مس ۲۹	<b>Zn</b> روی ۳۰	<b>Ga</b> گالیم ۳۱	<b>Ge</b> ژرمانیم ۳۲	<b>As</b> آرسنیک ۳۳	<b>Se</b> سلنیم ۳۴	<b>Br</b> برم ۳۵	<b>Kr</b> کریپتون ۳۶	<b>Xe</b> زنون ۵۴	<b>Rn</b> رادون ۸۶		
<b>Rb</b> روبیدیم ۳۷	<b>Sr</b> استرانسیم ۳۸	<b>Y</b> ایتیم ۳۹	<b>Zr</b> زیرکونیم ۴۰	<b>Tc</b> تکنسیم ۴۳	<b>Ru</b> روتنیم ۴۴	<b>Rh</b> روتنیم ۴۵	<b>Pd</b> پالادیم ۴۶	<b>Ag</b> نقره ۴۷	<b>Cd</b> کادمیم ۴۸	<b>In</b> ایندیم ۴۹	<b>Sn</b> فلج ۵۰	<b>Sb</b> آنتیموان ۵۱	<b>Te</b> تلوریم ۵۲	<b>I</b> ید ۵۳	<b>At</b> استانتین ۸۵	<b>Lu</b> لوئیسیم ۷۱	<b>Lr</b> لارنسیم ۱۰۳		
<b>Cs</b> سزیم ۵۵	<b>Ba</b> باریم ۵۶	<b>Ta</b> تانفال ۷۳	<b>W</b> تنگستن ۷۴	<b>Re</b> رینم ۷۵	<b>Os</b> اوسیم ۷۶	<b>Ir</b> ایریدیم ۷۷	<b>Pt</b> پلاتین ۷۸	<b>Au</b> طلا ۷۹	<b>Hg</b> جیوه ۸۰	<b>Tl</b> تالیم ۸۱	<b>Pb</b> سرب ۸۲	<b>Bi</b> بیسموت ۸۳	<b>Po</b> پلونیوم ۸۴	<b>At</b> استانتین ۸۵	<b>Lu</b> لوئیسیم ۷۱	<b>Lr</b> لارنسیم ۱۰۳			
<b>Fr</b> فرانسیم ۸۷	<b>Ra</b> رادیوم ۸۸	<b>Rf</b> رادرفوردم ۱۰۴	<b>Sg</b> سیورگیوم ۱۰۶	<b>Bh</b> بوریم ۱۰۷	<b>Hs</b> هاسیم ۱۰۸	<b>Mt</b> مایتنریم ۱۰۹	<b>U</b> اورانیم ۹۲	<b>Np</b> نپتونیم ۹۳	<b>Pu</b> پلوتونیم ۹۴	<b>Am</b> امرسیم ۹۵	<b>Cm</b> کوریوم ۹۶	<b>Bk</b> برکلیم ۹۷	<b>Cf</b> کالیفرنیم ۹۸	<b>Es</b> اشنتیم ۹۹	<b>Fm</b> فرمیوم ۱۰۰	<b>Er</b> ارنیم ۶۸	<b>Tm</b> تولیم ۶۹	<b>Yb</b> ایتربیم ۷۰	<b>No</b> نوبلیوم ۱۰۲
		<b>Ce</b> سرم ۵۸	<b>Pr</b> پرازئودیم ۵۹	<b>Nd</b> نئودیم ۶۰	<b>Pm</b> پرومتیم ۶۱	<b>Sm</b> ساماریوم ۶۲	<b>Eu</b> یوربوم ۶۳	<b>Gd</b> گادولینیم ۶۴	<b>Tb</b> تریم ۶۵	<b>Dy</b> دیسپروزیوم ۶۶	<b>Ho</b> هولم ۶۷	<b>Er</b> ارنیم ۶۸	<b>Tm</b> تولیم ۶۹	<b>Yb</b> ایتربیم ۷۰	<b>Lu</b> لوئیسیم ۷۱	<b>Lu</b> لوئیسیم ۷۱	<b>Lr</b> لارنسیم ۱۰۳		



قلقله



شبه فلز



فلز

**H**  
هیدروژن  
۱

← نماد شیمیایی  
← عدد اتمی

نام عنصر →

حالت فیزیکی در دمای اتاق

**H** کار  
**Br** مایع  
**Mg** جامد



همان‌گونه که در جدول صفحه‌ی پیش دیده می‌شود در نشانه‌ی شیمیایی دو حرفی فقط حرف نخست را بزرگ می‌نویسند؛ برای مثال، عنصر کلسیم را که با نشانه‌ی Ca نشان می‌دهند، نخستین حرف را به شکل C (حرف بزرگ) و دومین حرف را به صورت a (حرف کوچک) می‌نویسند.

### مشاهده کنید

نام عنصرهای نشان داده شده در شکل‌های زیر را مشخص کنید.



Na



S



Ar



Cr



Cu

### بیش تر بدانید

یاکوب برسیلیوس دانشمند معروف سوئدی آزمایشگری بسیار توانا بود، زیرا طی ده سال با کم‌ترین وسایل و در فضایی بسیار کوچک بیش از دو هزار آزمایش انجام داد تا جرم‌های اتمی ۵۰ عنصر شناخته شده در زمان خود (حدود ۲۰۰ سال پیش) را اندازه‌گیری کند. عظمت کار وی هنگامی آشکار می‌شود که نتایج او را با نتایجی مقایسه کنید که با ابزارهای بسیار دقیقی اندازه‌گیری شده‌اند. او هم‌چنین در طول فعالیت‌های علمی خویش عنصرهای سرب و توریم که در ساختار توری گاز به کار می‌رود و عنصرهای سیلیسیم و سلنیم را کشف کرد که امروزه در تولید سلول‌های خورشیدی و وسایل الکترونیکی کاربرد دارند.



مهم‌ترین کار برسیلیوس معرفی نمادهایی ساده برای نمایش عنصرها و فرمول‌های شیمیایی بود. نمادهایی که هنوز هم به کار می‌روند.

### مقایسه کنید



مدل بور برای سه اتم در روبه‌رو نشان داده شده است :

۱- این سه اتم چه شباهتی با یکدیگر دارند؟

۲- این اتم‌ها چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

۳- هر یک از این اتم‌ها به چه عنصری تعلق دارند؟

۴- عدد اتمی و عدد جرمی هر یک از آن‌ها را معین کنید.

۵- با کمک نماد شیمیایی عنصر یاد شده هر یک از این اتم‌ها را نمایش دهید.

۶- جای آن‌ها را در جدول تناوبی عنصرها مشخص کنید.

اتم‌هایی که عدد اتمی یکسانی دارند ولی عدد جرمی آن‌ها با هم تفاوت می‌کند، در یک خانه از جدول تناوبی عنصرها قرار می‌گیرند. دانشمندان به چنین اتم‌هایی هم‌مکان یا ایزوتوپ می‌گویند. در واقع، ایزوتوپ‌ها تنها در تعداد نوترون‌ها با یکدیگر تفاوت دارند و این سبب می‌شود که جرم ایزوتوپ‌ها با هم متفاوت باشد. ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند اما به علت تفاوت اندکی که در جرم آن‌ها وجود دارد، در برخی از خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی، تفاوت‌های ناچیزی با یکدیگر دارند.

### فکر کنید

ایزوتوپ	$^{16}_8\text{O}$	$^{17}_8\text{O}$	$^{18}_8\text{O}$
تعداد ایزوتوپ‌های موجود در میان صد هزار اتم اکسیژن	۹۹۷۶۳	۳۷	۲۰۰

برای اکسیژن سه ایزوتوپ در طبیعت یافت می‌شود. جدول روبه‌رو، این ایزوتوپ‌ها و فراوانی آن‌ها را در طبیعت نشان می‌دهد.

۱- عدد‌های نوشته شده در سمت چپ - بالا و پایین نماد شیمیایی، چه معنایی دارند؟

۲- کدام ایزوتوپ اکسیژن از همه سبک‌تر است؟ چرا؟

۳- کدام ایزوتوپ اکسیژن در طبیعت به مقدار بیش‌تری یافت می‌شود؟

## بیش تر بدانید

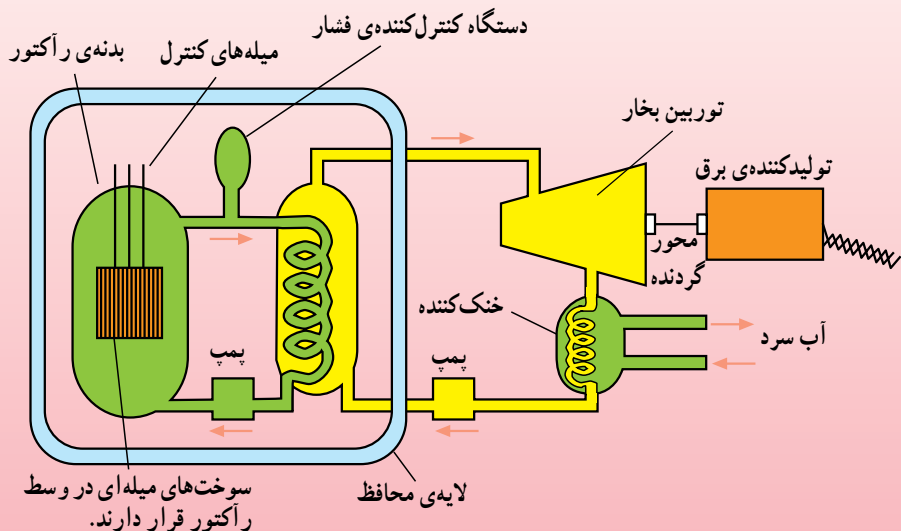
بیش تر ایزوتوپ‌هایی که در طبیعت یافت می‌شوند پایدارند. در واقع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته‌ی اتم‌های آن‌ها با گذشت زمان تغییر نمی‌کند. این درحالی است که برخی ایزوتوپ‌ها هسته‌هایی ناپایدار دارند به این معنا که تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته‌ی آن‌ها به مرور زمان دچار تغییر می‌شود. از آن‌جا که هر هسته تعداد معینی پروتون دارد، تجمع این تعداد ذره با بار مثبت مجموعه‌ای ناپایدار به وجود می‌آورد. بنابراین به تعدادی نوترون هم نیاز است تاگردهمایی این تعداد پروتون را امکان‌پذیر سازد و هسته‌ای پایدار ایجاد کند. اگر هسته‌ای بیش از اندازه نوترون داشته باشد (بیش از  $1/5$  برابر تعداد پروتون‌ها) باز هم ناپایدار می‌شود و زمینه برای تغییر در آن فراهم می‌آید. هسته‌ی ناپایداری برای رسیدن به پایداری متلاشی می‌شود — به این فرایند شکافت هسته‌ای می‌گویند — و ضمن تبدیل به هسته یا هسته‌هایی کوچک‌تر و پایدارتر، پرتوهای پرانرژی و خطرناکی را به اطراف پراکنده می‌کند. چنین هسته‌ای را پرتوزا یا رادیواکتیو می‌گویند. اورانیم و پلوتونیم از جمله مهم‌ترین عنصرهای پرتوزا هستند. از مواد پرتوزا در پزشکی هسته‌ای برای تشخیص سلول‌های سرطانی و در کشاورزی و صنعت به‌کار می‌روند.

## یک پله بالاتر

همان‌طوری که می‌دانید بر اثر شکافت هسته‌ای مقدار قابل توجهی گرما آزاد می‌شود. از این گرما می‌توان برای به جوش آوردن آب در نیروگاه‌ها و تولید بخار استفاده کرد. بخار حاصل، توربین بخار را به حرکت درمی‌آورد. این توربین هم به‌نوبه‌ی خود محور گردنده‌ی مولد برق را می‌چرخاند. امروزه از انرژی هسته‌ای بیش‌تر به همین منظور، یعنی تولید برق یا انرژی الکتریکی استفاده می‌شود.

سوخت بیش‌تر نیروگاه‌های هسته‌ای، فلز اورانیم است. یک ایزوتوپ خاص اورانیم یعنی اورانیم ۲۳۵ (اتم اورانیم با عدد جرمی ۲۳۵ که ۹۲ پروتون و ۱۴۳ نوترون در هسته‌ی خود دارد) در نیروگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. هنگامی که یک نوترون با سرعت کم از کنار هسته‌ی یک اتم اورانیم ۲۳۵ عبور می‌کند، این احتمال وجود دارد که توسط آن هسته جذب شود؛ یعنی یک هسته‌ی اورانیم ۲۳۶ به وجود بیاید. هسته‌ی اورانیم ۲۳۶ ناپایدار است؛ یعنی پس از مدت بسیار کوتاهی متلاشی می‌شود و هسته‌های کوچک‌تر و پایدارتری به وجود می‌آورد. در این فرایند که با تولید مقدار زیادی انرژی همراه است، ۲ یا ۳ نوترون پرانرژی نیز تولید می‌شود. در صورتی که سرعت این نوترون‌ها کم شود، اتم‌های اورانیم ۲۳۵ آن‌ها را جذب می‌کنند و به این ترتیب آماده‌ی متلاشی شدن می‌شوند. به این ترتیب پیوسته نوترون‌های بیش‌تر و بیش‌تری تولید و هسته‌های اورانیم فراوان‌تری متلاشی می‌شود. این فرایند تا زمانی ادامه می‌یابد که سوخت هسته‌ای در رآکتور موجود باشد. از مواد پرتوزا به عنوان سوخت در رآکتورهای هسته‌ای استفاده می‌کنند. موادی هم که پس از متلاشی شدن هسته‌های اورانیم به وجود می‌آیند، بسیار پرتوزا هستند و تا هزارها سال هم چنان به‌صورت پرتوزا باقی می‌مانند. از آن‌جایی که پرتوهای حاصل از مواد پرتوزا برای موجودات زنده بسیار خطرناکند — برای نمونه پلوتونیم یکی از مواد حاصل از واکنش‌های هسته‌ای و خطرناک‌ترین ماده‌ی شناخته شده برای موجودات زنده است — خوردن یا تنفس یک میلیونیم گرم از آن برای ایجاد سرطان کافی است. بنابراین دفع این مواد که زباله‌ی





هسته‌ای به‌شمار می‌آید، به خودی خود یک مسأله‌ی بسیار مهم زیست محیطی است و امروزه به مانعی جدی در برابر بهره‌برداری بیش‌تر از انرژی هسته‌ای تبدیل شده است. یک نیروگاه هسته‌ای معمولی، سالانه حدود ۶۰ تن زباله تولید می‌کند. هم‌اکنون بعضی از کشورها درصد بالایی از انرژی الکتریکی مورد نیاز خود را از نیروگاه‌های هسته‌ای به‌دست می‌آورند و به فکر وارد کردن نیروگاه‌های هسته‌ای در شبکه‌ی برق خود هستند. امروزه دانشمندان سعی دارند انرژی هسته‌ای را از روشی متفاوت با روش شکافت هسته‌ای به‌دست آورند. این روش جوش هسته‌ای نامیده شده است. در این روش به‌جای اورانیم از هیدروژن استفاده می‌شود. اگرچه دانشمندان با تلاش‌های فراوان به بمب جوش هسته‌ای دست یافته‌اند؛ اما تبدیل بمب به رآکتور، یعنی روشی برای کنترل کردن انرژی آزاد شده در این واکنش هسته‌ای هنوز شناخته نشده است. چنان‌چه روزی دانشمندان بتوانند رآکتورهای جوش هسته‌ای بسازند، می‌توان امیدوار بود که مشکل کمبود انرژی و آلودگی محیط‌زیست هر دو با هم حل شوند.

### تحقیق کنید

در یک فعالیت گروهی یک عنصر از جدول تناوبی عناصر را انتخاب کرده، درباره‌ی آن تحقیق کنید. در این تحقیق به نام و ارتباط آن با نماد شیمیایی، به برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی و برخی از جالب‌ترین ویژگی‌ها و کاربردهای آن عنصر نیز اشاره کنید. نتیجه‌ی کار خود را به‌صورت روزنامه‌ی دیواری به کلاس ارائه دهید.

## اتم‌ها و ترکیب‌های شیمیایی

چهره‌ی جهان پیرامون ما پیوسته در حال دگرگونی است. این دگرگونی شهر، محله و خانه‌ی شما و حتی لباسی را که به تن دارید دربر می‌گیرد. هر روز ماده‌ی تازه‌ای شناخته یا در آزمایشگاه‌ها ساخته می‌شود و پس از مدت کوتاهی آن هم به شکل‌های گوناگون به بازار مصرف راه می‌یابد. امروزه میلیون‌ها ترکیب شیمیایی گوناگون شناخته شده است که هریک خواص و کاربردهای ویژه‌ای دارند. اکنون این پرسش به ذهن می‌آید که چگونه از تعداد انگشت‌شماری عنصر این همه ترکیب شیمیایی متنوع به‌وجود می‌آید؟ پرسشی که پاسخ آن را باید در ویژگی‌های اتم جست‌وجو کرد.

### پیوند میان اتم‌ها و فرمول شیمیایی

آیا تا به حال قطعه‌های یک پازل را در کنار هم چیده‌اید؟ اگرچه در نگاه اول هیچ رابطه‌ی با معنایی میان قطعه‌های به‌هم‌ریخته مشاهده نمی‌شود، اما می‌دانید که اگر این قطعه‌ها به شیوه‌ی درستی کنار هم قرار گیرند به خوبی در هم چفت می‌شوند و سرانجام الگوی با معنایی را ایجاد می‌کنند.



یک پازل، تصویر کاملی که تنها با درست کنار هم قرار گرفتن و چفت شدن قطعه تصویرها به دست می‌آید.

## مدل بسازید

یک ورق مقوایی سفید تهیه کنید و به کمک قیچی طرح‌های زیر را به تعداد مشخص شده ببرید و سپس رنگ‌آمیزی کنید.



اکنون به کمک این قطعه‌ها مدل مولکول‌های زیر را بسازید :

- ۱- گاز نیتروژن (دو اتم نیتروژن)
- ۲- آب (یک اتم اکسیژن و دو اتم هیدروژن)
- ۳- آمونیاک (یک اتم نیتروژن و سه اتم هیدروژن)
- ۴- کربن دی‌اکسید (یک اتم کربن و دو اتم اکسیژن)
- ۵- آیا با اتصال این قطعه‌ها می‌توانید مولکول‌های دیگری بسازید؟ امتحان کنید.

برای این فعالیت کدام نتیجه‌گیری زیر درست است؟

الف - اتم‌ها به شیوه‌ی ثابتی می‌توانند به یک دیگر متصل شوند و مولکول‌هایی با شکل معین ایجاد کنند.

ب - اتم‌ها بر اثر اتصال به هم مولکول‌های گوناگونی (دو اتمی، سه اتمی و ...) را تشکیل می‌دهند.

پ - هر اتم تنها می‌تواند با تعداد معینی از دیگر اتم‌ها پیوند یابد.

ت - مولکول‌ها علاوه بر نوع و تعداد اتم‌ها، از نظر شکل و اندازه نیز با هم تفاوت دارند.

ث - این مدل ساده برای نمایش مولکول‌ها و نوع و تعداد اتم‌های سازنده‌ی آن‌هاست.

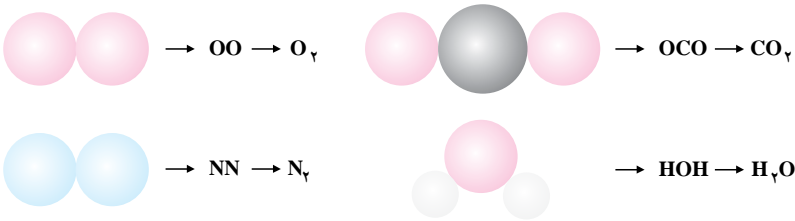
## رسم کنید

جان دالتون برای نمایش اتم عنصرها، نمادهای ترسیمی ویژه‌ای را ارائه کرد. چند نمونه از آن‌ها را در زیر می‌بینید. سعی کنید با کمک این نمادها مولکول‌های گاز نیتروژن، آب، آمونیاک و کربن دی‌اکسید را رسم کنید. همان‌طور که می‌دانید امروزه به جای نمادهای ترسیمی دالتون از نمادهای شیمیایی برای نمایش اتم عنصرها استفاده می‌شود. به نظر شما کدام روش بهتر است؟ چرا؟



امروزه برای نمایش نوع عنصرها و تعداد اتم‌های سازنده‌ی ترکیب‌های شیمیایی از کنار هم قرار دادن نماد شیمیایی آن عنصرها استفاده می‌شود. با این کار عبارتی به دست می‌آید که آن را فرمول شیمیایی نامیده‌اند.

برای نمونه اکسیژن و نیتروژن را به ترتیب با فرمول‌های شیمیایی  $O_2$  (بخوانید: او دو) و  $N_2$  (بخوانید: ان دو) و نیز کربن دی‌اکسید و آب را به ترتیب با فرمول‌های شیمیایی  $CO_2$  (بخوانید: سی او دو) و  $H_2O$  (بخوانید: اچ دو او) نشان می‌دهند.

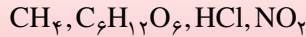


همان‌گونه که مشاهده می‌شود فرمول شیمیایی آب  $H_2O$  است. در این فرمول H نماد شیمیایی هیدروژن و O نماد اکسیژن است. در ضمن عدد ۲ تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در هر مولکول آب را نشان می‌دهد. در فرمول‌های شیمیایی از نوشتن عدد ۱ خودداری می‌شود.

همان‌گونه که گفته شد فرمول شیمیایی یک ماده اطلاعات سودمندی درباره‌ی نوع عنصرهای سازنده‌ی یک ترکیب شیمیایی و تعداد اتم‌های هریک از آن‌ها به ما می‌دهد. اگر نمادهای شیمیایی عنصرها را حروف الفبا فرض کنیم، فرمول‌های شیمیایی کلمه خواهند بود.

## محاسبه کنید

فرمول شیمیایی برخی از ترکیب‌های شیمیایی در زیر داده شده است :

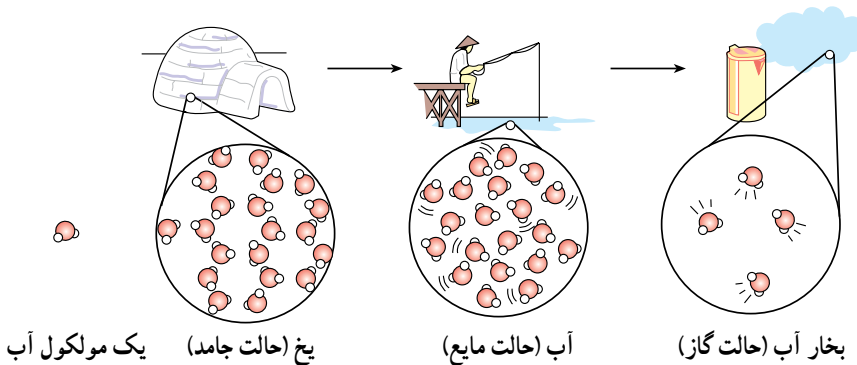


الف - هر فرمول وجود چند نوع عنصر مختلف را در آن ترکیب شیمیایی نشان می‌دهد؟  
ب - هر فرمول وجود چند اتم از هر نوع عنصر را در ساختار مولکول‌های آن ترکیب نشان می‌دهد؟

## تشکیل مولکول‌ها و ترکیب‌های مولکولی

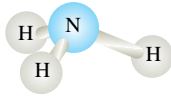
شاید یافتن پاسخ این پرسش که «چه نیرویی اتم‌ها را به هم می‌چسباند؟» ذهن کنجکاو شما را نیز به خود مشغول کرده باشد. دانشمندان نیرویی را، عامل اتصال اتم‌ها به یک‌دیگر می‌دانند. آن‌ها به این نیرو که اتم‌ها را به یک‌دیگر متصل می‌کند و باعث به‌وجود آمدن مولکول‌های کوچک و بزرگ بسیاری می‌شود پیوند کووالانسی می‌گویند. پیوند کووالانسی نوعی نیروی جاذبه‌ی بسیار قوی است که اتم‌ها را در یک مولکول محکم کنار هم نگاه می‌دارد.

هر مولکول ذره‌ی سازنده‌ی ماده‌ای است که به آن ترکیب مولکولی گفته می‌شود. آب یک ترکیب مولکولی است. یک قطره آب، از تجمع میلیارد‌ها میلیارد مولکول آب تشکیل شده است.



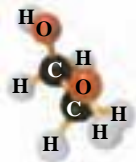
آب فراوان‌ترین ترکیب مولکولی شناخته شده، در طبیعت است.

ما در زندگی روزانه از ترکیب‌های مولکولی بسیاری استفاده می‌کنیم. برخی از این ترکیب‌ها، مولکول‌های کوچک و سبک و برخی دیگر، مولکول‌هایی بزرگ و سنگین دارند. در شکل‌های صفحه‌ی بعد، با برخی از ترکیب‌های مولکولی آشنا می‌شوید. در هر مورد نوع و تعداد اتم‌ها را مشخص کنید.



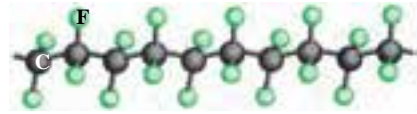
(ب) آمونیاک

گازی که به طور مستقیم به عنوان کود شیمیایی مصرف می‌شود و در صنعت به طور مستقیم از واکنش گاز نیتروژن موجود در هوا و گاز هیدروژن به دست می‌آید.



(ت) اتیلن گلیکول

مایعی که به عنوان ضدیخ و ضدجوش به رادیاتور خودروها افزوده می‌شود. از مقایسه‌ی مولکول‌های اتیلن گلیکول و اتانول (شکل پ) چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

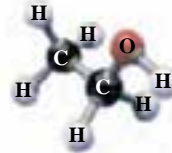


(الف) تفلون.

نوعی پلیمر است. درشت مولکولی با نام پلی‌تترافلورواتیلن که به عنوان ماده‌ی نجسب کاربرد دارد. اگرچه این نوع



مولکول‌ها که درشت مولکول نیز نامیده می‌شوند آن اندازه بزرگ نیستند که با چشم دیده شوند، اما در مقایسه با دیگر مولکول‌ها، بسیار بزرگ و غول آسا به نظر می‌آیند.



(پ) اتانول








مایعی بی‌رنگ که از تخمیر مواد غذایی به دست می‌آید و به عنوان حلال در صنعت کاربرد دارد.

## یون‌ها، ذره‌هایی با بار الکتریکی

اتم به رغم داشتن الکترون و پروتون، ذره‌ای خنثی است؛ زیرا تعداد الکترون‌ها و تعداد پروتون‌ها در هر اتم با یک دیگر برابر است.

### مقایسه کنید

با دقت به شکل‌های زیر بنگرید، سپس دیگر ستون‌های خالی جدول را کامل کنید.

تعداد پروتون‌ها منهای تعداد الکترون‌ها	تعداد الکترون‌ها	تعداد پروتون‌ها	مدل بور پروتون  نوترون  الکترون 	ردیف
				۱
				۲
				۳
				۴

۱- مدل‌های شماره‌ی ۱ و ۲ چه تفاوتی با هم دارند؟ آیا مدل شماره‌ی ۲ ذره‌ای خنثی را نشان می‌دهد؟ چرا؟

۲- مدل‌های شماره‌ی ۳ و ۴ چه تفاوتی با هم دارند؟ آیا مدل شماره‌ی ۴ ذره‌ای خنثی را نشان می‌دهد؟ چرا؟

۳- اگر به ذره‌ای که تعداد الکترون‌های آن با تعداد پروتون‌هایش برابر نباشد یون بگوییم، کدام مدل یک یون را نشان می‌دهد؟ این یون ذره‌ی باردار مثبت است یا منفی؟

مواد بسیاری وجود دارد که یون‌ها ذره‌های سازنده‌ی آن هستند. به این مواد، ترکیب‌های یونی می‌گویند. به نظر شما در یک ترکیب یونی، این ذره‌های باردار چگونه کنار هم قرار می‌گیرند؟ همان‌طور که دو قطب هم‌نام دو آهن‌ریا، یک‌دیگر را دفع و دو قطب ناهم‌نام آن‌ها، یک‌دیگر را جذب می‌کنند، بارهای الکتریکی نیز چنین رفتاری دارند. دو بار الکتریکی هم‌نام یک‌دیگر را می‌رانند و دو بار الکتریکی ناهم‌نام یک‌دیگر را می‌ربایند.

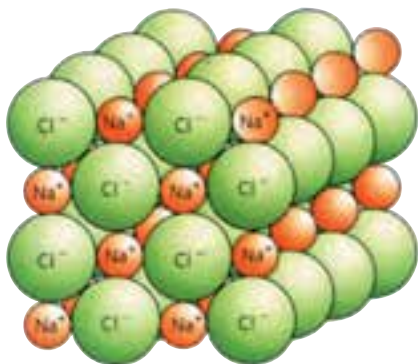
رانش یا دافعه‌ی دو بار هم‌نام  $\ominus \longleftarrow \quad \longrightarrow \ominus$        $\oplus \longleftarrow \quad \longrightarrow \oplus$

رُبایش یا جاذبه‌ی دو بار ناهم‌نام  $\oplus \longrightarrow \quad \longleftarrow \ominus$



به هنگام واکنش سدیم و کلر گرما و نور زیادی آزاد می‌شود.

این جاذبه در میان یون‌های با بار ناهم‌نام نوعی پیوند شیمیایی ایجاد می‌کند که به پیوند یونی معروف است. در ترکیب‌های یونی یون‌ها توسط پیوندهای یونی کنار هم قرار گرفته‌اند. سدیم و کلر با هم واکنش می‌دهند و در یک واکنش بسیار گرماده یک ترکیب یونی به نام سدیم کلرید ایجاد می‌کنند. سدیم کلرید همان نمک خوراکی است.



بخشی از شبکه‌ی بلوری نمک خوراکی یا سدیم کلرید. یون‌های سدیم و کلرید به وسیله‌ی پیوندهای قوی یونی به‌طور بسیار منظمی در کنار هم قرار گرفته‌اند.



یون کلرید



یون سدیم



دانشمندان سدیم کلرید را به صورت NaCl نشان می دهند. NaCl فرمول شیمیایی نمک خوراکی است. در این فرمول شیمیایی Na نماد شیمیایی سدیم و Cl نماد شیمیایی کلر است. در ترکیب های یونی مولکول های جدا از هم دیده نمی شود بلکه میلیارد ها میلیارد یون های مثبت و منفی به صورت نشان داده شده در شکل صفحه ی قبل کنار هم قرار گرفته اند.

### فکر کنید

با دقت به شکل بخشی از شبکه ی بلوری نمک خوراکی (شکل صفحه ی قبل) نگاه کنید. آیا می توانید نیروهای جاذبه ای را که باعث ایجاد این شبکه ی بلوری شده است مشخص کنید؟

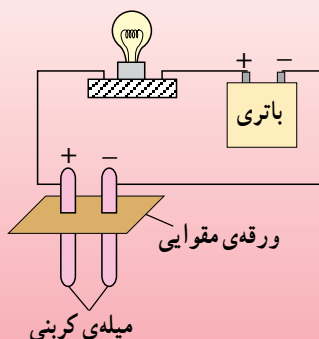
### یک ویژگی مهم ترکیب های یونی

هنگامی که یک ترکیب یونی در آب حل می شود پیوندهایی که یون ها را در این نوع ترکیب ها کنار هم نگاه می دارند به آسانی شکسته می شوند. در واقع مولکول های آب سبب می شوند که این یون ها از یک دیگر جدا و در محلول پراکنده شوند. پراکنده شدن این ذره ها در آب رسانایی الکتریکی محلول حاصل را به صورت چشم گیری تغییر می دهد.

### آزمایش کنید

مواد و وسایل مورد نیاز: یک باتری کتابی ۹ ولتی، یک لامپ ۹ ولتی و سریج، دو میله ی کربنی، تعدادی سیم، ورقه ی مقوایی کوچک کمی بزرگ تر از قطر دهانه ی لیوان، آب مقطر، نمک خوراکی، سه لیوان یک بار مصرف

روش کار: مداری مطابق شکل روبه رو ببندید و سپس به کمک آن آزمایش های زیر را انجام دهید:



- ۱- دو میله ی کربنی را برای مدت کوتاهی در لیوانی پر از آب مقطر وارد کنید. مشاهده ی خود را یادداشت کنید.
- ۲- دو میله ی کربنی را در لیوانی پر از آب معمولی وارد کنید. مشاهده ی خود را یادداشت کنید.
- ۳- مقداری نمک خوراکی در یک لیوان پر از آب مقطر

بریزید و به هم بزنید. اکنون دو میله ی کربنی را در این لیوان وارد کنید. چه مشاهده می کنید؟

طی مراحل ۱ تا ۳ رسانایی الکتریکی مایع مورد آزمایش چه تغییری کرده است؟ چرا؟  
۴- مقدار نمک خوراکی را تا دو برابر آزمایش بیش افزایش دهید. مشاهده‌ی خود را یادداشت کنید. از انجام دادن این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟  
۵- آزمایش بند ۳ را با شکر، سرکه، الکل، آب‌لیمو و جوش شیرین تکرار کنید. اگر به ماده‌ای که محلول آن جریان برق را از خود عبور می‌دهد الکترولیت و به ماده‌ای که محلول آن در آب جریان برق را از خود عبور نمی‌دهد غیرالکترولیت بگوییم، مواد یاد شده در کدام گروه قرار می‌گیرند.  
۶- آیا می‌توان همه‌ی ترکیب‌های یونی را که با نام عمومی نمک شناخته می‌شوند الکترولیت دانست؟ برای نمونه کلسیم کربنات (آهک مرده) و کلسیم سولفات (گچ)؟ آزمایش کنید.

## اسیدها و بازها، نمونه‌ی دیگری از ترکیب‌های شیمیایی

اسیدها و بازها دسته‌ی مهمی از ترکیب‌های شیمیایی هستند که با آن‌ها به خوبی آشنایی دارید، سرکه، آب‌لیمو، جوهرنمک، آسپیرین و حتی ویتامین ث از جمله اسیدها هستند. گرد بازکننده‌ی لوله‌های فاضلاب، مایع سفیدکننده، جوش شیرین و مایعی که بر اثر فشار از پوست پرتقال بیرون می‌آید از جمله بازهایی هستند که روزانه با آن‌ها سروکار دارید.

اسیدها دسته‌ای از مواد با خواص مشابه‌اند. همه‌ی اسیدها مزه‌ای ترش دارند و با فلزها و بازها واکنش می‌دهند. درحالی که بازها همه تلخ مزه‌اند و آغشته شدن پوست دست به آن‌ها حالتی صابون‌مانند به وجود می‌آورد. محلول بازها و اسیدها در آب جریان برق را از خود عبور می‌دهد و به این علت اسیدها و بازها را می‌توان جزو الکترولیت‌ها به‌شمار آورد.

**هشدار** هرگز برای شناسایی یک ماده‌ی شیمیایی آن را نچشید. در ضمن اسیدها و بازها خورنده‌اند و تماس با آن‌ها خسارت‌های جبران‌ناپذیری بر بدن وارد می‌کند. اسیدها و بازها را می‌توان به کمک آزمون‌های شیمیایی ساده شناسایی کرد. رنگ‌های خوراکی بسیاری یافت می‌شود که در اسیدها یک رنگ و در بازها رنگ دیگری دارند. به این مواد رنگی شناساگر می‌گویند.

## آزمایش کنید

مواد و وسایل مورد نیاز: کاغذ لیتموس، آب مقطر، یک نی پلاستیکی، یک لیوان، یک تخم‌مرغ، چند ماده برای آزمون (فهرست آن‌ها در بند ۱ آمده است) براده‌ی آهن، محلول

برموتیمول بلو، هیدروکلریک اسید (جوهر نمک)، محلول فنول فتالین، یک قطره چکان، محلول سود (سدیم هیدروکسید).

### روش کار:

۱- با کمک کاغذ لیتموس اسید یا باز بودن هر یک از مواد زیر را مشخص کنید. افشردی میوه‌هایی مانند کیوی، سیب، پرتقال و گوجه‌فرنگی؛ جوش شیرین، صابون، قرص آسپرین، مایع سفیدکننده، اسید باتری، مایع ظرف‌شویی، شامپو، نوشابه‌ی گازدار کاغذ لیتموس را به چند قطعه‌ی کوچک ببرید و با هر قطعه یک آزمون را انجام دهید. نتیجه‌ی هر آزمون را در دفتر علوم خود یادداشت کنید.

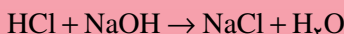
توجه: مواد جامد را پیش از آزمون در آب مقطر حل کنید.

۲- یک لیوان را پر از آب کنید و به آن چند قطره محلول برموتیمول بلو اضافه کنید. اگر محلول شما کمی زرد رنگ بود به آن چند قطره محلول جوش شیرین بیفزایید تا محلول آبی رنگ شود. سپس با کمک یک نی پلاستیکی به مدت دو تا چند دقیقه هوای بازدم خود را به درون محلول آبی رنگ بدمید، چه روی می‌دهد؟ چرا؟

توجه: مراقب باشید که محلول را به دهان خود نکشید.

۳- ۳۰ قطره محلول رقیق هیدروکلریک اسید را در یک نعلبکی بریزید و به آن یک قطره محلول فنول فتالین بیفزایید. سپس قطره قطره محلول رقیق سدیم هیدروکسید به آن اضافه کنید تا محلول رنگ ارغوانی بسیار کم‌رنگی پیدا کند. اگر این رنگ به صورتی گرایید، در این صورت یک قطره هیدروکلریک اسید به آن اضافه کنید. با این کار شما یک واکنش خنثی‌شدن را انجام داده‌اید. در واقع با این کار یک اسید را با یک باز خنثی کرده‌اید. در واقع محلول حاصل دیگر نه اسید و نه باز است. از واکنش اسیدها با بازها ماده‌ی تازه‌ای به دست می‌آید که به آن نمک می‌گویند. پیش از این با برخی خواص نمک‌ها آشنا شده‌اید. فرآورده‌ی واکنشی که شما انجام داده‌اید سدیم کلرید یعنی همان نمک خوراکی است. افزون بر نمک در این واکنش آب نیز تولید می‌شود.

با نوشتن یک معادله‌ی نوشتاری واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌های این واکنش را مشخص کنید. معمولاً معادله‌ی واکنش‌های شیمیایی را به کمک فرمول‌های شیمیایی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌های آن واکنش می‌نویسند و به آن معادله‌ی شیمیایی می‌گویند. معادله‌ی شیمیایی واکنش یاد شده را به صورت زیر می‌نویسند:

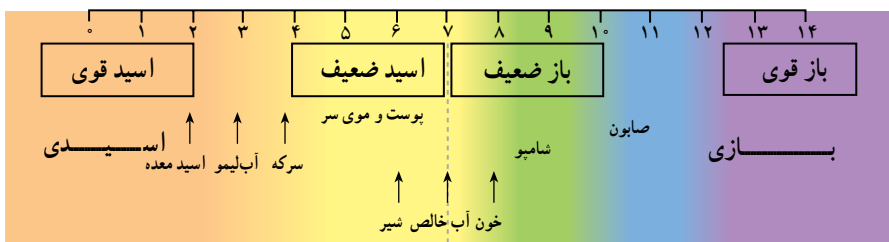


۴- مقداری براده‌ی آهن در لیوانی که تا نیمه محلول هیدروکلریک اسید دارد، بریزید. چه مشاهده می‌کنید؟ آیا می‌توانید با آزمایشی گاز حاصل از این واکنش را شناسایی کنید؟

۵- یک تخم‌مرغ را در لیوانی که تا نیمه محلول هیدروکلریک اسید دارد، بیندازید. چه مشاهده می‌کنید؟ آیا می‌توانید با آزمایشی گاز حاصل از این واکنش را شناسایی کنید؟ اگر تخم‌مرغ چند دقیقه در این محلول باقی بماند چه روی می‌دهد؟ چرا؟

### بیش‌تر بدانید

میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول را با مقیاسی با نام pH (بخوانید: پی‌اچ) می‌سنجند این مقیاس هم‌ی عددهای بین صفر تا ۱۴ را شامل می‌شود. شکل زیر مقیاس pH و گستره‌ی قوت اسیدها و بازها را نشان می‌دهد.



pH یک محلول را با کمک کاغذهای pH یا دستگاه‌های الکترونیکی اندازه‌گیری می‌کنند.



یک pH سنج الکترونیکی. با این دستگاه pH نوعی نوشابه‌ی گازدار اندازه‌گیری شده است. نوشابه‌های گازدار خاصیت اسیدی یا بازی دارند؟ چرا؟

# زمین زیستگاه ما

آیا زمین همیشه به همین شکل بوده است که ما آن را می بینیم؟ آیا کوه‌ها، دره‌ها، دریاها، قاره‌ها، گیاهان، جانوران، اتمسفر و آب و هوای آن با گذشت زمان تغییر کرده‌اند؟ زمین در آینده چه تغییراتی خواهد کرد؟

این موضوعات، همواره اندیشه‌ی زمین شناسان را به خود مشغول داشته‌اند. با این حال باید بدانیم تحقیق درباره‌ی تغییرات گذشته و آینده‌ی زمین نمی‌تواند به مرحله‌ی کمال برسد. شاید کنجکاو‌ی و فعالیت شما در آینده بتواند پاسخ‌هایی برای برخی از این پرسش‌ها فراهم آورد.



## سرگذشت زمین

چندی پیش، در یکی از کشورهای غربی، جمله‌ی جالبی روی خط‌کش‌های پلاستیکی دانش‌آموزان نوشته شده بود که ترجمه‌ی آن چنین است.

«به جای کتاب، طبیعت را مطالعه کنید».

شما هم ممکن است مانند افراد زیادی، فقط از مشاهده‌ی محل عکس زیر خوشتان بیاید، اما کسانی که طبیعت را مطالعه می‌کنند، از کنار آن بی‌تفاوت نمی‌گذرند و مثلاً می‌خواهند بدانند:

– این پدیده قبلاً به چه شکل بوده است؟

– قدمت آن چقدر است و چرا به این شکل درآمده است؟



راه میناب به بندر جاسک

اگر ما هم بخواهیم فقط به پرسش‌های بالا پاسخ بدهیم، به اطلاعات قبلی زیادی نیاز داریم. مثلاً، باید جنس مواد تشکیل‌دهنده‌ی آن را بدانیم. دلیل تغییر شکل را بشناسیم و با طرز تعیین سن سنگ‌ها آشنا باشیم.

مطالعه درباره‌ی گذشته‌ی زمین، بسیار شبیه به مطالعه در تاریخ ملت‌هاست. کسی که می‌خواهد تاریخ تمدن‌ها و ملت‌ها را مطالعه کند، باید شواهد زیادی درباره‌ی حوادث گذشته جمع‌آوری کند. در مطالعه‌ی تاریخچه‌ی زمین نیز دانشمندان باید نظیر همان کار را انجام بدهند. بیش‌ترین شواهد، از لایه‌های سنگ رسوبی و فسیل‌های درون آن‌ها به دست می‌آیند.

## لایه‌های سنگ‌ها



سنگ‌های رسوبی به صورت لایه‌های موازی ته‌نشین می‌شوند.

سنگ‌های رسوبی معمولاً به صورت موازی در روی هم انباشته می‌شوند و مانند ورق‌های کتاب‌اند. در یک سری لایه از جنس سنگ‌های رسوبی، اصولاً لایه‌های زیرین قدیمی‌تر از لایه‌های بالایی هستند. اما در صورتی که سنگ‌ها چین‌خورده باشند، نمی‌توانیم اصل بالا را درست بدانیم و برای تعیین وضعیت گذشته‌ی آن‌ها باید به دنبال شواهد دیگری بگردیم.



سنگ‌های رسوبی بر اثر چین‌خوردگی از حالت افقی خارج می‌شوند.

### فکر کنید

در مطالعه‌ی تاریخچه‌ی زمین، سنگ‌های رسوبی بهتر از بقیه‌ی اقسام سنگ‌ها هستند. دلیل چیست؟

## فسیل

در گذشته، جانداران فراوانی بر روی زمین زندگی می‌کردند. برخی از آن‌ها در زمان ما وجود ندارند. آیا تا به حال از خود پرسیده‌اید که، این جانداران چه شکلی بوده‌اند؟ دارای چه ویژگی‌هایی بوده‌اند؟ چه تفاوت‌ها و چه شباهت‌هایی با جانداران امروزی داشته‌اند؟ چرا برخی از آن‌ها – اکنون – وجود ندارند؟ برای پاسخ دادن به این قبیل سؤال‌ها باید از فسیل‌ها کمک گرفت.

به آثار و بقایای موجودات قدیمی که در بین برخی از مواد تشکیل دهنده‌ی پوسته‌ی زمین پیدا می‌شوند، فسیل می‌گویند. از میان جانداران گذشته، فقط تعداد بسیار کمی به صورت فسیل درآمده‌اند. جاندارانی که دارای اعضای نرم و فاقد اسکلت سخت داخلی یا خارجی بوده‌اند، در برابر عوامل مخرب طبیعی مقاومتی نداشته و پس از مرگ، در مجاورت هوا یا زیر آب تجزیه گردیده یا خوراک جانداران دیگر شده و بدون آن که از خود اثری به جای گذارند، از بین رفته‌اند. در میان جانداران گذشته‌ی زمین، آن‌هایی که دارای اعضای سخت مانند استخوان، دندان، صدف، کتین یا بافت چوبی بوده‌اند، امکان فسیل شدنشان وجود داشته است. این جانداران باید بلافاصله پس از مرگ، در محلی قرار گیرند تا در معرض تجزیه و فساد قرار نگیرند.

### فکر کنید

یک جاندار پس از مرگ، باید دور از چه عواملی قرار گیرد تا همه یا قسمتی از جسد آن باقی بماند؟

### آزمایش کنید

یک ران مرغ پخته یا جسد مرده‌ی یک حیوان را در عمق ۲۰ سانتی متری خاک در هوای آزاد قرار دهید. پس از دو هفته، آن را از زیر خاک خارج کنید. چه تغییراتی مشاهده می‌نمایید؟ چه عواملی سبب این تغییرات شده است؟

## مکان‌های مناسب برای فسیل شدن

برای فسیل شدن، محیط‌های رسوبی مانند دریاها و دریاچه‌ها مناسب‌تر از سایر مناطق‌اند. در این مناطق، رسوب‌گذاری شدید است و بقایای جانداران به وسیله‌ی رسوبات بهتر مدفون و پوشیده می‌شود. هم‌چنین، این مناطق – نسبت به سایر مناطق – به علت شرایط مناسب حیات، جانداران متنوعی دارد که تعدادشان نیز زیاد است. به همین علت، در آن‌جا امکان فسیل شدن بیش‌تر فراهم می‌شود.



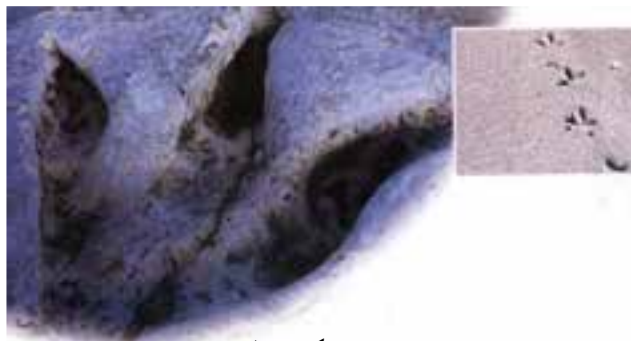


محیط‌های کم‌عمق دریاها، با تنوع جاندارانی که دارند، محل مناسبی برای فسیل شدن جانداران است.

در خشکی‌ها نیز گاهی فسیل به وجود می‌آید ولی تعداد آن‌ها نسبت به فسیل‌هایی که در دریاها تشکیل شده‌اند، بسیار ناچیز است. یخچال، غار، طوفان‌های شن و ماسه، شیره‌های گیاهی، مواد نفتی و خاکسترهای آتش‌فشانی شرایطی را به وجود می‌آورند که جانوران یا گیاهان قبل از فساد و تجزیه، همه یا قسمتی از جسد آن‌ها سالم بماند.



آثار این انسان‌ها در میان خاکسترهای آتش‌فشان به خوبی باقی مانده است.



جای پای یک جاندار



در بیش‌تر فسیل‌ها فقط تزئینات خارجی جاندار باقی می‌ماند.

## فکر کنید

- ۱- به کمک جای پای یک جاندار، چه اطلاعاتی درباره‌ی آن جاندار می‌توان کسب کرد؟
- ۲- وجود زغال‌سنگ در یک منطقه، چه اطلاعاتی درباره‌ی آب و هوای گذشته‌ی آن جا می‌تواند دربر داشته باشد؟
- ۳- آیا می‌توان به کمک فسیل‌ها مناطق مختلف دریا‌های گذشته را از نظر عمق شناسایی کرد؟
- ۴- آیا می‌توان به کمک فسیل‌ها دریاچه‌های آب شیرین را از دریاچه‌های آب شور تشخیص داد؟

## استفاده از فسیل‌ها

برخی از فسیل‌ها مانند زغال‌سنگ و نفت - که به آن‌ها سوخت‌های فسیلی هم گفته می‌شود - به طور مستقیم در تأمین انرژی و برخی مواد کاربرد فراوان دارند. از سایر فسیل‌ها نیز برای تعیین محل بعضی از مواد معدنی استفاده می‌گردد. فسیل‌ها در تشخیص آب و هوای گذشته نیز قابل استفاده‌اند.

به کمک فسیل‌ها می‌توان اطلاعاتی درباره‌ی خشکی‌ها، دریاها، دریاچه‌ها، بیابان‌ها و ... به دست آورد.

**تحول در حیات:** با مطالعه در روی فسیل‌های به دست آمده از میان لایه‌های رسوبی مختلف، معلوم شده است که فسیل‌های موجود در لایه‌های قدیمی‌تر (زیرین) در مقایسه با آن‌ها که در لایه‌های بالایی پیدا می‌شوند، ساختمان بدنی ساده‌تری را نشان می‌دهند. یعنی، هرچه به زمان حاضر نزدیک می‌شویم، هم ساختمان بدن جانداران پیچیده‌تر می‌شود، هم بر تعداد انواع آن‌ها اضافه می‌شود.

دانشمندان، به همین ترتیب توانسته‌اند اولاً با نوع تحولات و تغییرات جانداران در گذشته آشنا شوند، ثانیاً نوعی جدول زمانی را به کمک فسیل‌ها تنظیم کنند که راهنمای مناسبی برای تعیین قدمت لایه‌های رسوبی مجهول هم هست.

چنان‌که در جدول صفحه‌ی بعد مشاهده می‌کنید، ترتیب پیدایش جانوران، از بی‌مهره‌ها به مهره‌داران ساده، خونسرد و سپس مهره‌داران خونگرم، یعنی پرنده‌ها و پستانداران است. گیاهان نیز در آغاز محدود به جلبک‌های دریایی بودند، و در زمان‌های بعد سرخس‌ها و انواع مشابه پدید آمدند. پیدایش گیاهان گلدار، که انواعی کامل‌تر و پیچیده‌تر از اقسام بی‌گل و هاگدار است، در زمان‌های نزدیک به زمان حال در روی زمین ظاهر شدند.

## فکر کنید

از ترتیب پیدایش جانداران در روی زمین، چگونه می‌توانند به قدیم یا جدید بودن لایه‌های رسوبی چین خورده بی‌برند؟

### بیش‌تر بدانید

	<p>زمان حاضر دوران سنوزوئیک (حیات جدید) فراوانی پستانداران و گیاهان گلدار (۶۵ میلیون سال پیش)</p>
	<p>دوران مزوزوئیک (حیات میانی) فراوانی خزندگان و پیدایش اولین گیاهان گلدار (۲۵۰ میلیون سال پیش)</p>
	<p>دوران پالئوزوئیک (حیات قدیمی) اواخر این دوره پیدایش گیاهان بی‌گل و نخستین مهره‌داران آوایل این دوره فراوانی بی‌مهره‌ها (۵۷۰ میلیون سال پیش)</p>
	<p>دوران پرکامبرین پیدایش آغازیان و بی‌مهره‌های ساده (۳ میلیارد سال پیش)</p>

## جمع آوری اطلاعات

دانشمندان معتقدند که حیات ابتدا در دریا آغاز شد و از آن جا به خشکی نیز انتقال یافت. امروزه هم هنوز بیش تر از ۹۰ درصد جانوران ساکن دریا هستند. در مورد مطالعاتی که در این زمینه انجام شده، اطلاعاتی را تهیه کنید و به کلاس گزارش بدهید.



این جاندار که نوعی سخت پوست است از ابتدای پالئوزوئیک تا اواخر آن در دریا زندگی می کرد.



در مزوزوئیک آمونیت ها فراوان شدند.



این اولین پرنده روی زمین است که برخی از ویژگی های خزندگان را هم داشته است.

خزندگان دوران مزوزوئیک



## تغییر گونه‌های جانداران

یکی از مهم‌ترین کاربردهای فسیل‌ها بی‌بردن به چگونگی تغییرات شکل ظاهری و ساختمان بدنی و در نتیجه به وجود آمدن انواع جدید جانداران است. با مطالعه فسیل‌ها متوجه می‌شویم، هرچه از گذشته به زمان حال نزدیک می‌شویم بر تعداد گونه‌های جانداران افزوده می‌شود. امروزه بیش از ۲ میلیون نوع جاندار در روی زمین زندگی می‌کنند. در حالی که مطالعه‌ی فسیل‌ها نشان می‌دهد که در ابتدا تعداد گونه‌های جانداران بسیار محدود و رفته رفته افزایش پیدا کرده‌اند. این مطالعات همچنین نشان می‌دهند که برخی از جانداران، تنها در زمان‌های خاصی به وجود آمده و پس از مدتی از بین رفته‌اند. حال این سؤال پیش می‌آید که چه عواملی سبب بروز تغییر در میان جانداران شده و چگونه انواع جدید از انواع قبلی به وجود آمده‌اند و چرا نسل برخی از جانداران مانند دایناسورها از بین رفته‌اند؟ برای پاسخ به این سؤال دانشمندان فرضیه‌های مختلفی ارائه داده‌اند.

لامارک، دانشمند فرانسوی، در قرن هجدهم، استفاده یا استفاده نکردن اندام‌ها را عامل بروز تغییر می‌دانست و عقیده داشت که وقتی اندامی زیاد به کار برده شود، قوی خواهد شد و برعکس، اندامی که کار نکند، رشد چندانی نخواهد داشت. به عقیده‌ی لامارک، صفاتی که به این ترتیب کسب می‌شوند، قابل به ارث رسیدن نیز خواهند بود. پس، چون زرافه گردن خود را برای خوردن برگ‌های درختان بالا کشانده، نسل به نسل بر طول گردنش اضافه شده است.

### بیش‌تر بدانید

یک دانشمند آلمانی به نام ویسمن، آزمایش جالبی با یک دسته موش انجام داد. او برای آن که به همه‌ی موش‌ها صفت اکتسابی بدهد، دم آن‌ها را قطع کرد و تا مرحله‌ی تولید نوزاد، مراقب آن‌ها شد. سپس، دم نوزادان را هم قطع کرد و این عمل را تا ۲۲ نسل روی ۱۵۹۲ موش تکرار کرد. براساس نظریه‌ی لامارک، باید موش‌های نسل بعد دم‌های کوتاه‌تری دارا می‌شدند، اما چنین وضعی اتفاق نیفتاد و موش‌های آخرین نسل، دم‌هایی به بلندی دم موش‌های نسل اول داشتند. ویسمن از این آزمایش نتیجه گرفت که صفات اکتسابی هیچگاه ارثی نمی‌شوند، یعنی، تغییرات سلول‌های عادی بدن را نمی‌توان به سلول‌های جنسی انتقال داد.

چارلز داروین، زیست‌شناس انگلیسی، در قرن نوزدهم، که از اوایل زندگی به مطالعه‌ی گیاهان و جانوران علاقمند بود، در مورد چگونگی تغییر گونه‌ها، نظریه‌ی انتخاب طبیعی خود را در کتابی به نام «منشأ انواع» انتشار داد.

انتخاب طبیعی به این معناست که طبیعت در هر محیط، افراد سازگارتر را انتخاب می‌کند و آن‌هایی را که برای زیستن در آن محیط مناسب نیستند، از میان می‌برد.

فکر انتخاب طبیعی، از آنجا در ذهن داروین ریشه گرفت که مشاهده کرد: تعداد اولاد جانداران، همیشه بیش‌تر از تعداد والدین است با وجود این، جمعیت انواع بخصوصی، همواره ثابت می‌ماند. بنابراین باید همیشه تعدادی از اولاد جانداران به طریقی از بین بروند و چون بین افراد یک نوع، تفاوت‌های فردی وجود دارد و همه‌ی آن‌ها از لحاظ سازش با محیط، مشابه نیستند (بعضی سریع‌تر می‌دوند، بعضی از چشم دشمن دور می‌مانند و ...)، درضمن، چون غذا و جا معمولاً برای همه‌ی افراد وجود ندارد، میان آن‌ها رقابت درمی‌گیرد. در این رقابت افرادی که سازش بیش‌تری با محیط دارند، از شانس بیش‌تری هم برای زنده ماندن برخوردارند و در نتیجه، در رقابت پیروز می‌شوند، به سن زاد و ولد می‌رسند و تولید مثل می‌کنند.



شانس زنده ماندن این پروانه زیاد است یا کم، چرا؟



این حشره ماده در هر بار تخم‌ریزی بین ۳۰ تا ۴۰ تخم می‌گذارد. آیا همه‌ی نوزادان آن به سن مادرشان خواهند رسید؟



شانس زنده ماندن این خرگوش‌ها در چه محیطی بیش‌تر است؟

## مقایسه کنید

بین این دو نظریه چه تفاوتی وجود دارد؟

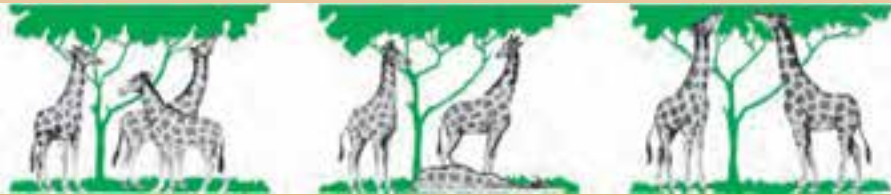


۱

۲

۳

نظریه‌ی لامارک



۱

۲

۳

نظریه‌ی داروین

## فکر کنید

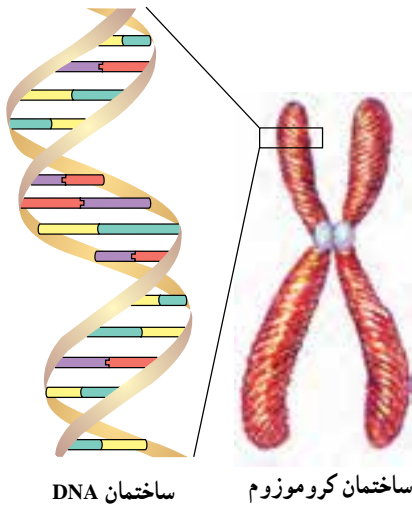
۱- نوع سازگاری هر کدام از جانداران زیر را مشخص کنید.

گاو مار کاکتوس اردک بوته‌ی کدو

۲- آیا مهاجرت می‌تواند یکی از عوامل ایجاد تغییر در جمعیت‌های جانداران باشد؟ برای گفته‌ی خود دلیل بیاورید.

دووریس: در اوایل قرن بیستم یک دانشمند هلندی به نام دووریس نظریه‌ی جهش را ارائه داد. دووریس معتقد بود، صفاتی به طور ناگهانی در یک فرد ظاهر می‌شوند و این صفات قابل انتقال به نسل‌های بعدی نیز هستند. جاندارانی را که در آن‌ها صفات جدید به وجود می‌آید در اصطلاح جهش یافته می‌نامند. صفات جدیدی که در یک جهش به وجود می‌آیند اغلب مضر هستند و سبب نابودی جاندار می‌شوند، گاهی به ندرت در یک جهش صفات مفیدی هم ظاهر می‌شوند. جاندارانی که در آن‌ها یک یا چند صفت مفید ظاهر می‌شود، نسبت به هم‌نوعان خود، سازگاری بیشتری با محیط پیدا می‌کنند و رفته رفته تعداد آن‌ها در محیط افزایش پیدا می‌کند.

چگونگی بروز جهش: می‌دانید که صفات ارثی، از طریق کروموزوم‌های داخل هسته به ارث می‌رسند. مشاهده‌ی دقیق کروموزوم‌ها هم نشان داده است که ماده‌ی اصلی سازنده‌ی آن‌ها، مولکول‌های



ساختمان DNA

ساختمان کروموزوم

DNA است که در سلول‌های همه‌ی جانداران وجود دارد و امروزه آن‌ها را عوامل به‌وجودآورنده‌ی صفات مختلف در همه‌ی جانداران می‌شناسیم. پس اگر قرار باشد تغییری در صفات جانداران پدید آید، این تغییر (جهش) باید در ساختمان DNA اثر بگذارد.

DNA مولکولی بسیار با ثبات است و ساختمان آن کم‌تر دچار تغییر می‌شود. عواملی که سبب بروز تغییر در ساختمان چنین مولکولی می‌شوند، باید بسیار قوی باشند. مواد رادیواکتیو و بعضی از مواد شیمیایی و دارویی را از جمله‌ی این عوامل می‌دانند.

### تفسیر کنید

این جمله را تفسیر کنید :  
 «جهش به وجودآورنده‌ی تغییرات در جانداران و انتخاب طبیعی گسترش‌دهنده‌ی آن‌ها در میان جمعیت‌هاست».

### جمع‌آوری اطلاعات

امروزه، پدیدآوردن گاوهای شیری مرغوب، مرغ‌های گوشتی، ذرت و گندم دارای پروتئین بیش‌تر و ده‌ها نمونه‌ی دیگر را نتیجه‌ی انتخاب مصنوعی می‌دانند. در این مورد اطلاعاتی را جمع‌آوری کنید و به کلاس گزارش بدهید.

### شواهد تغییر

وجود شباهت‌های فراوان در میان جانداران، حاکی از وابسته‌بودن آن‌ها به همدیگر است. البته، شباهت میان جانداران یک گروه زیاده‌تر از شباهت میان جانداران گروه‌های دور از هم است. به‌عنوان مثال، تقریباً همه‌ی پستانداران در سطح بدن مو دارند و به بچه‌های خود شیر می‌دهند. بدیهی است که ساختمان اندام‌های داخلی مانند دستگاه‌های تنفس، گردش خون، کلیه‌ها و غیره هم در آن‌ها بسیار شبیه است و همگی فعالیت‌های حیاتی مانند تغذیه، تنفس و غیره را به یک شکل انجام می‌دهند. چنین شباهتی به ترتیب در میان افراد گروه‌های دیگر مهره‌داران کم‌تر می‌شود، با این حال، میان



این گروه‌ها هم شباهت‌ها زیاد است.

در مجموع، مشاهدات انجام شده حاکی از آنند که :

– جانداران از اجداد قدیمی و مشترکی به وجود آمده‌اند.

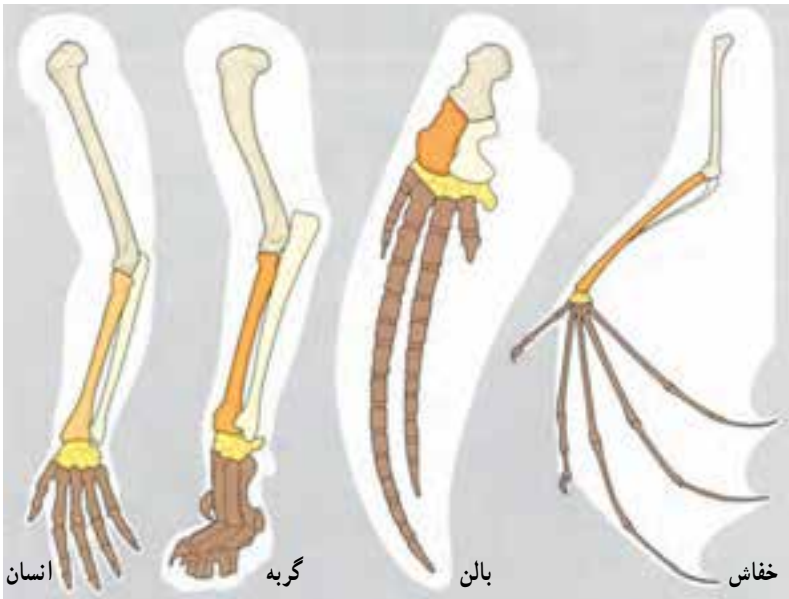
– تغییرات در جمعیت‌های جانداران پدید می‌آیند، نه در افراد. زیرا یک فرد پس از مدت

کم و بیش کوتاهی می‌میرد، اما نسل و جمعیت باقی می‌ماند.

– زندگی از حالت ساده و ابتدایی، به صورت پیچیده تحول یافته است.



جانوران مختلف، در مراحل جنینی، شباهت‌های زیادی به همدیگر دارند.



انسان

گره

بالن

خفاش

در بسیاری از اعضای بدن مهره‌داران (از جمله، اندام‌های حرکتی) شباهت‌های زیادی وجود دارد. به نظر شما این شباهت‌ها چه دلیلی می‌تواند داشته باشد؟

## زمین ساخت ورقه‌ای

فردی که به مسائل کره‌ی زمین علاقه‌مند است، همه روزه با سؤال‌های زیادی روبه‌روست. مثلاً: چرا زمین می‌لرزد؟ چرا این لرزش‌ها در برخی از نقاط بیش‌تر از نقاط دیگر است؟ چرا آتش‌فشان به وجود می‌آید؟ چرا در همه‌ی نقاط زمین فعالیت‌های آتش‌فشانی دیده نمی‌شود؟ چرا در برخی نقاط رشته‌کوه‌های مرتفع و پیوسته‌ای وجود دارد ولی در نقاط دیگر کوه دیده نمی‌شود؟ چرا برخی از قاره‌ها روز به روز به هم نزدیک و برخی از یک‌دیگر دور می‌شوند؟ چرا سنگ‌های قاره‌ها بسیار قدیمی‌اند ولی سنگ‌های کف اقیانوس‌ها جوان‌اند؟ یا چرا در برخی نقاط در اقیانوس‌ها، گودال‌های بسیار عمیق وجود دارد؟ امروزه زمین‌شناسان برای این قبیل پرسش‌ها از نظریه‌ی جدید «زمین ساخت ورقه‌ای»، استفاده می‌کنند. این نظریه‌ی انقلابی، توانسته است علت بسیاری از پدیده‌های زمین‌شناسی را در ارتباط با هم توضیح دهد.

### جابه‌جایی قاره‌ها

در سال ۱۹۱۲ میلادی یک دانشمند آلمانی به نام «وگنر» با شواهدی که به دست آورده بود، اظهار داشت که حدود ۲۰۰ میلیون سال پیش تمام خشکی‌ها به هم متصل بوده و خشکی یک‌تکه‌ای را می‌ساخته‌اند. این خشکی عظیم رفته‌رفته به دو خشکی بزرگ تقسیم



شد و پس از میلیون‌ها سال هر یک از دو خشکی قطعه‌قطعه شده و قاره‌های امروزی را به وجود آوردند.

در حالی که وگنر برای گفته‌های خود، دلایل نسبتاً خوبی ارائه داده بود، با مخالفت شدید دانشمندان آن زمان روبه‌رو شد. برخی از دلایل وگنر، برای جابه‌جایی قاره‌ها را در شکل‌های صفحه‌ی بعد می‌بینید. به نظر شما، این دلایل اشکالی دارند؟



تشابه برخی از سنگ‌های قاره‌ها با هم



فسیل این نوع گیاه فقط در این نواحی یافت شده است.

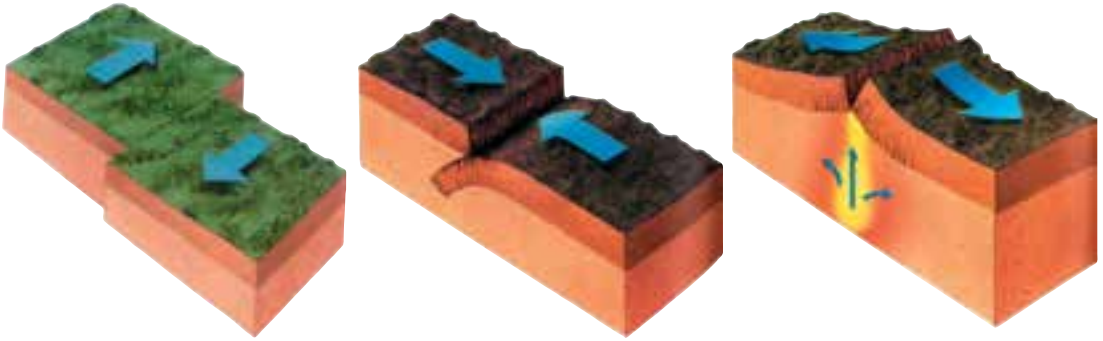


تشابه شکل کناره‌های دو قاره با هم

پس از مرگ وگنر، تعداد کمی از زمین‌شناسان نظریه‌ی وی را تحسین‌انگیز خواندند و برای اثبات آن به دنبال شواهد بهتری بودند.

در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۸، پیشرفت شایان فناوری، امکان مطالعه‌ی زمین‌شناسان را بر روی قسمت‌های ناشناخته‌ی زمین، خصوصاً کف اقیانوس‌ها فراهم آورد. در سال ۱۹۶۸، با توجه به مجموعه‌ی اطلاعات و شواهد به‌دست آمده، نظریه‌ی وگنر مبدل به یک نظریه‌ی جامع‌تر با عنوان زمین‌ساخت ورقه‌ای شد.

براساس این نظریه، سنگ‌کره‌ی زمین یک‌تکه نیست، بلکه از تعدادی ورقه‌های کوچک و



دو ورقه در کنار هم می‌لغزند.

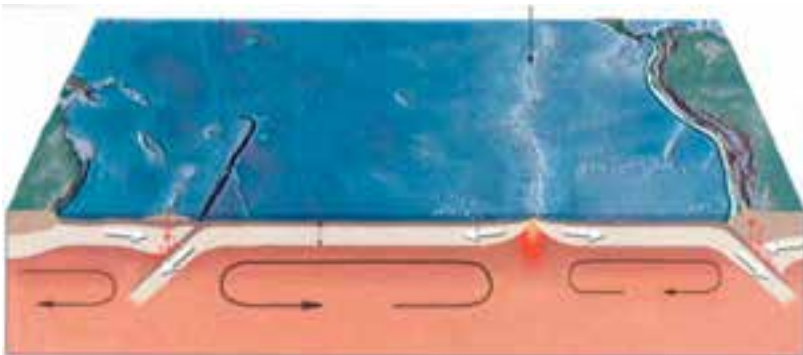
دو ورقه با یک دیگر برخورد می‌کنند.

دو ورقه از هم دور می‌شوند.

بزرگ تشکیل شده است. برخی از این ورقه‌ها در زیر اقیانوس‌ها واقع‌اند، برخی در زیر قاره‌ها و پاره‌ای هم، قسمت‌هایی از هر دو را در بر می‌گیرند. همه‌ی ورقه‌ها که تا عمق حدود  $20^{\circ}$  تا  $150^{\circ}$  کیلومتری ادامه دارند، می‌توانند آزادانه و مستقل از هم، حرکت کنند.

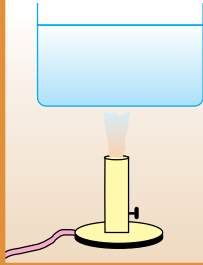
دانشمندان عقیده دارند که دما و فشار در زیر سنگ کره به اندازه‌ای است که سنگ‌ها حالتی شکل‌پذیر و خمیرمانند دارند. دما در همه‌ی قسمت‌های این بخش خمیری یکسان نیست؛ قسمت‌های زیرین، دمای بیش‌تر و قسمت‌های رویی کم‌تری دارد. این اختلاف دما سبب می‌شود که قسمت‌های زیرین چگالی کم‌تری نسبت به قسمت‌های رویی داشته باشد. اختلاف چگالی در قسمت‌های خمیری گوشته سبب برقراری جریان جابه‌جایی (همرفتی) بسیار کند می‌شود (حدود چند سانتی‌متر در سال)؛ یعنی مواد سازنده‌ی نرم کره به آرامی بالا می‌آیند، سپس به طرفین و سرانجام به سمت پایین کشیده می‌شوند. وقتی در نرم کره چنین جریانی به وجود آید، ورقه‌های سنگ کره روی آن می‌خزند و همراه آن جابه‌جا می‌شوند. در این حالت، ورقه‌های سنگ کره در محلی که جریان روبه بالا باشد از هم دور می‌شوند و سپس به زیر ورقه‌ی مقابل فرو می‌روند.

محل دور شدن



جریان‌های همرفتی سبب حرکت ورقه‌ها می‌شود.

## آزمایش کنید



ظرف بزرگی را پر از آب کنید و از قسمت میانی روی شعله نگه دارید. روی سطح آب، دو تکه مقوا قرار دهید. پس از مدتی، شعله را خاموش کنید و در دو طرف ظرف یک قطره جوهر بچکانید. نتیجه‌ی مشاهدات خود را بازگو کنید.

## پدیده‌های حاصل از حرکت ورقه‌ها

ورقه‌ها، به سه شکل مختلف می‌توانند نسبت به هم جابه‌جا شوند:

۱- ورقه‌های دورشونده: بیش‌تر محل‌هایی که ورقه‌ها از هم دور می‌شوند، در اقیانوس‌ها قرار دارند. در این مناطق، مواد مذاب از شکاف موجود در بین دو ورقه خارج شده و در همان‌جا سخت می‌شوند و پوسته‌ی جدیدی را به‌وجود می‌آورند. از این‌رو، هر ساله چند سانتی‌متر بر وسعت اقیانوس‌ها افزوده می‌شود.



چگونگی دور شدن تدریجی دو ورقه از یک‌دیگر و به‌وجود آمدن رشته‌کوه‌های میان اقیانوسی

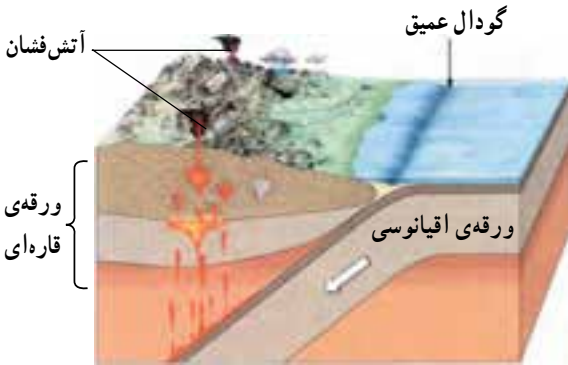
خروج مواد مذاب در این مناطق سبب به‌وجود آمدن رشته‌کوه‌هایی در میان اقیانوس‌ها می‌شود. این رشته‌کوه‌ها زنجیره‌ی پیوسته‌ای را می‌سازند که طول آن در مجموع بیش از ۶۰/۰۰۰ کیلومتر است. رشته‌کوه‌های میان اقیانوسی، محل وقوع تعدادی از زمین‌لرزه‌ها و آتش‌فشان‌هاست.

## فکر کنید

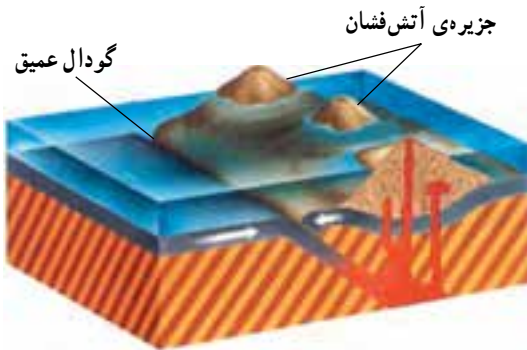
در محل ورقه‌های دورشونده، مرتباً سنگ‌کره‌ی جدید تشکیل می‌شود. در این صورت، آیا وسعت زمین هم‌اکنون در حال افزایش است؟

۲- ورقه‌های نزدیک‌شونده: چون ورقه‌های نزدیک‌شونده خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مختلفی دارند، پدیده‌های حاصل به یکی از صورت‌های زیر خواهد بود.

الف - برخورد ورقه‌ی اقیانوسی با ورقه‌ی قاره‌ای: در این محل‌ها ورقه‌ی اقیانوسی، به زیر



محل برخورد ورقه‌ای اقیانوسی با ورقه‌ای قاره‌ای



محل برخورد دو ورقه‌ای اقیانوسی



محل برخورد دو ورقه‌ای قاره‌ای

ورقه‌ای قاره‌ای کشیده می‌شود و با خم شدن لبه‌ی ورقه‌ها، گودال عمیق اقیانوسی به موازات قاره در داخل اقیانوس به وجود می‌آید. ورقه‌ی اقیانوسی به همراه خود مقداری از رسوبات دریایی را به پایین می‌کشانند. وقتی این مواد به عمق حدود ۱۰۰ کیلومتری می‌رسند، ذوب می‌شوند و از شکاف‌های ورقه‌ی قاره‌ای، خود را به بالا می‌کشند و سبب به وجود آمدن کوه‌های آتشفشانی بر روی قاره‌ها می‌شوند. گودال‌های عمیق و اطراف آن، محل وقوع زلزله‌های شدید است.

**ب- برخورد دو ورقه‌ی اقیانوسی:**  
در این محل‌ها، یکی از ورقه‌ها به زیر دیگری فرو می‌رود و با خم شدن لبه‌ی ورقه‌ها، گودال عمیق اقیانوسی به وجود می‌آید. ورقه‌ی فرورانده شده - مانند حالت قبل - ذوب می‌شود و مواد مذاب حاصل از آن، این بار از بستر دریا خارج می‌گردد. با ادامه‌ی فعالیت این آتشفشان‌ها، جزایری سر از آب بیرون می‌آورند که به مجموعه‌ی آن‌ها جزایر قوسی گفته می‌شود. اطراف این گودال‌ها، محل وقوع تعداد دیگری از زلزله‌های شدید است.

**پ- برخورد دو ورقه‌ی قاره‌ای:** در این محل‌ها، ورقه‌ای به زیر ورقه‌ی دیگر فرو نمی‌رود؛ زیرا جرم هر دو، کم و مساوی است. نتیجه‌ی چنین برخوردی، ایجاد کوه و زلزله‌های شدید است.

۳- ورقه‌هایی که در کنار هم می‌لغزند: در این محل‌ها نه پوسته‌ی جدیدی به وجود می‌آید و نه ورقه‌ای تخریب می‌شود، بلکه فقط ورقه‌ها از کنار هم عبور می‌کنند. در بیش‌تر مواقع ممکن است این جابه‌جایی برای مدتی صورت نگیرد و انرژی ذخیره گردد و به‌هنگام آزاد شدن انرژی، حرکت ناگهانی ورقه‌ها سبب زلزله‌های شدیدی شود.

### فکر کنید

- ۱- گفته می‌شود که هر چه تعداد زلزله‌های کوچک در یک منطقه بیش‌تر باشد، بهتر است. به نظر شما دلیل چیست؟
- ۲- کدام پدیده‌ی زمین‌شناسی در تمام حاشیه‌های ورقه‌های سازنده‌ی سنگ‌کره‌ی زمین به وجود می‌آید؟

### تفسیر کنید

نقشه‌ی زیر، محل زلزله‌های ۵۰ سال اخیر را نشان می‌دهد. با استفاده از این نقشه، محل حاشیه‌ی ورقه‌های سازنده‌ی سنگ‌کره‌ی زمین را مشخص کنید.



### تفسیر کنید

تصویرهای الف، ب، پ و تصویر صفحه‌ی ۴۳ را با دقت مشاهده کنید.  
چه رابطه‌ای بین این تصویرها با تصویر (ت) می‌یابید؟



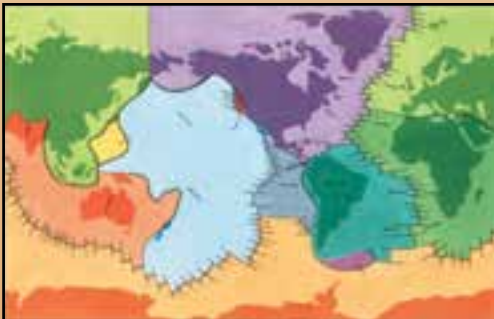
الف — محل آتش‌فشان‌های فعال کره‌ی زمین



ب — رشته‌کوه‌های جوان کره‌ی زمین



پ — محل رشته‌کوه‌های میان‌اقیانوسی



ت — ورقه‌های سازنده‌ی سنگ کره



## فرا تر از زمین



کهکشان راه شیری

اگر در یک شب که آسمان صاف است به بالای سر خود نگاه کنید، ستارگان بی‌شماری را در آسمان می‌بینید. همه‌ی این ستاره‌ها و حتی بیش‌تر ستارگانی که باید آن‌ها را به کمک تلسکوپ دید، در کهکشان راه شیری قرار دارند. کهکشان راه شیری در شب‌های صاف به صورت ابری بسیار رقیق که از این سر آسمان به آن سر آسمان کشیده شده باشد مشاهده می‌شود. این کهکشان حدود ۱۰۰ میلیارد ستاره دارد. یکی از ستارگان

کهکشان راه شیری، خورشید است که نه سیاره به دور آن در حال گردش‌اند و بیش‌تر آن‌ها، خود دارای تعدادی قمر هستند. گذشته از سیارات و قمرها، هزاران سیارک، شهاب و چندین دنباله‌دار به دور خورشید می‌چرخند. به خورشید و همه‌ی اجزایی که به دور آن می‌چرخند، منظومه‌ی شمسی می‌گویند.

### منظومه‌ی شمسی

حدود ۱۰ میلیارد سال پیش، در قسمتی از فضا یک توده‌ی عظیم ابر مانند به وجود آمد که ۸۰ درصد آن هیدروژن، ۱۵ درصد آن هلیوم و ۵ درصد بقیه، بیش‌تر، شامل گازهایی چون اکسیژن، نیتروژن، کربن و مواد سنگین‌تری چون سیلیسیم، آلومینیم، آهن، منیزیم و کلسیم بود. این توده‌ی عظیم در حدود ۵ میلیارد سال پیش تحت تأثیر نیروی گرانشی شروع به متراکم شدن و چرخیدن کرد و پس از مدتی به شکل دو بشقاب که از لبه روی هم قرار گرفته باشند درآمد. بعد از مدتی بیش‌تر گازها



مراحل به وجود آمدن منظومه شمسی

در وسط این شکل جای گرفتند و خورشید را تشکیل دادند و مواد سنگین تر، سیاراتی چون عطارد، زهره، زمین و مریخ را به وجود آوردند. بقیه ی مواد نیز که هم مواد سنگین و هم مواد گازی داشتند سیارات دیگر یعنی مشتری، زحل، اورانوس و نپتون را به وجود آوردند. از این جهت، سیارات منظومه ی شمسی را به دو گروه زمین مانند (سیارات داخلی) و مشتری مانند (سیارات خارجی) تقسیم می کنند. در این تقسیم بندی نهمین سیاره یعنی پلوتو جای ندارد سیارات داخلی بیش تر از سنگ و فلز ساخته شده اند و نسبت به سیارات خارجی، اندازه های کوچکی دارند ولی سیارات خارجی اندازه های بزرگی دارند و بیش تر از مواد مایع و گازند.

### مقایسه کنید

چه تفاوت ها و شباهت هایی بین سیارات زمین مانند و مشتری مانند وجود دارد؟ (اعداد حفظ نشوند)

سیاره	قطر به کیلومتر	جرم یک سانتیمتر مکعب به گرم	مدت زمان گردش به دور خود	مدت زمان گردش به دور خورشید	سرعت حرکت کیلومتر بر ثانیه	اتمسفر (غالب)	حالت
عطارد	۴۸۷۸	۵/۴	۵۹ روز	۸۸ روز	تقریباً ۴۸	ندارد	جامد
زهره	۱۲۱۰۴	۵/۲	۲۴۳ روز	۲۲۵ روز	۳۵	رقیق	جامد
زمین	۱۲۷۵۶	۵/۵	حدود ۲۴ ساعت	۳۶۵ روز	۳۰	رقیق	جامد
مریخ	۶۷۹۴	۳/۹	حدود ۲۴/۵ ساعت	۶۸۷ روز	۲۴	رقیق	جامد
مشتری	۱۴۳۸۸۴	۱/۳	حدود ۱۰ ساعت	۱۲ سال	۱۳	غلظت	مایع و گاز
زحل	۱۲۰۵۳۶	۰/۷	حدود ۱۰ ساعت	تقریباً ۳۰ سال	۹/۵	غلظت	مایع و گاز
اورانوس	۵۱۱۱۸	۱/۲	حدود ۱۷ ساعت	تقریباً ۸۴ سال	۶/۸	غلظت	مایع و گاز
نپتون	۵۰۵۳۰	۱/۷	حدود ۱۶ ساعت	تقریباً ۱۶۵ سال	۵/۴	غلظت	مایع و گاز
پلوتو	۲۴۴۵			تقریباً ۲۴۸ سال	۴/۷		

## خورشید



مشاهده‌ی اتمسفر خورشید زمانی ممکن است که خورشید گرفتگی کامل اتفاق بیفتد.

خورشید ستاره‌ای است که ۷۳ درصد حجم آن را هیدروژن و ۲۵ درصد را هلیوم تشکیل داده است. قطر خورشید در حدود  $1/4$  میلیون کیلومتر ( $110^6$  برابر قطر زمین) است. خورشید، چنان داغ است که گازهای تشکیل دهنده‌ی آن به حالت درخشان درآمده‌اند. نوری هم که از آن به اطراف پخش می‌شود، به همین علت است. در سطح خورشید، قسمت‌های سردتری هم وجود دارد که

تیره رنگند و به نام لکه‌های خورشیدی معروفند. دوام لکه‌ها بین چند روز تا چند ماه است. منشأ گرمای خورشید، واکنش‌های هسته‌ای است. در این واکنش‌ها هیدروژن به هلیوم تبدیل می‌شود و گرمای فراوانی را حاصل می‌آورد.

## اجزای دیگر منظومه شمسی

سیارک‌ها: اندازه‌گیری‌های

نجومی نشان می‌دهد که فاصله‌ی بین سیاره‌ی مریخ و سیاره‌ی مشتری بسیار زیاد است. هم‌چنین، بررسی‌ها نشان داده که در فاصله‌ی بین این دو سیاره، قطعات سنگی و فلزی بسیاری، که قطر آن‌ها از چند سانتی متر تا صدها کیلومتر متفاوت است و به آن‌ها سیارک می‌گویند،



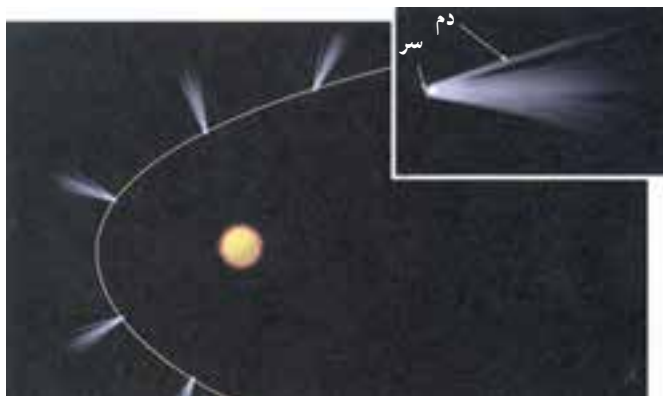
کمر بند سیارکی در فاصله‌ی مریخ و مشتری. سیارک‌ها بیش‌تر از جنس آهنی یا سیلیکاتی‌اند.

در روی یک مدار و در جهت حرکت سایر سیارات، به دور خورشید می‌گردند.

شهاب: همه روزه زمین توسط هزارها قطعه سنگ آسمانی بمباران می‌شود. این قطعات، هنگام ورود به اتمسفر بر اثر اصطکاک با هوا، داغ و تبخیر می‌شوند. در صورتی هم که این سنگ‌ها بزرگ

باشند، می‌سوزند و نوری ایجاد می‌کنند که از زمین قابل مشاهده است. به این نورها شهاب و به قطعه سنگ‌های بزرگی که از اتمسفر هم می‌گذرند و روی زمین می‌افتند، شهابسنگ می‌گویند.

**دنباله‌دارها:** این اجرام، از جنس غبار و یخ‌اند و تا حدی به «گلوله‌ی برف گل‌آلود» شباهت دارند. بعضی از دنباله‌دارها را که به زمین نزدیک می‌شوند، می‌توان با چشم هم دید، اما بیش‌تر آن‌ها را باید با تلسکوپ ببینیم. وقتی دنباله‌دارها به خورشید نزدیک شوند، یخ آن‌ها بخار می‌شود و دم درازی به طول هزارها کیلومتر می‌سازد. دم همیشه در جهت مخالف خورشید قرار می‌گیرد.



مسیر حرکت یک دنباله‌دار

**قمرها:** از اجزای دیگر منظومه‌ی شمسی قمرها هستند که به دور سیارات می‌چرخند. به جز عطارد و زهره، بقیه‌ی سیارات منظومه‌ی شمسی حداقل یک قمر دارند. بزرگی بعضی از قمرها به بزرگی سیاره‌ای مانند عطارد است. کره‌ی ماه قمر کره‌ی زمین است. سنگ‌هایی که فضانوردان از ماه به زمین آورده‌اند نشان می‌دهد که مواد سازنده‌ی این قمر مانند مواد سازنده‌ی زمین و سیارک‌هاست.

### جمع‌آوری اطلاعات

درباره‌ی تعدادی قمرهای سیارات منظومه‌ی شمسی مطالبی جمع‌آوری کنید و به کلاس گزارش دهید.

### فعالیت: تلسکوپ بسازید

شما با دو لوله‌ی مقوایی که یکی در داخل دیگری می‌لغزد و دو عدسی خوب با فاصله‌ی کانونی ۲ تا ۳ سانتی‌متر (برای عدسی چشمی) و ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر (برای عدسی دور از چشم) می‌توانید تلسکوپی حتی بهتر از تلسکوپ گالیله را بسازید. لازم است عدسی‌ها را طوری در

دهانه‌ی لوله‌ها نصب کنید که مسیر نوری هر دوی آن‌ها کاملاً در امتداد هم باشد. درضمن، اگر عدسی‌ها آکروماتیک باشند (نور را مانند منشور تجزیه نکنند) نتیجه‌ی بهتری می‌گیرید.



## ستارگان

اگر شب‌های غیرمهتابی در نقطه‌ای دور از نور چراغ‌های شهر به آسمان نگاه کنید، ستاره‌های زیادی را می‌بینید که برخی پر نور و بعضی کم‌نورند. اگر تلسکوپ ساده، یا دوربین دوچشمی قوی داشته باشید و با آن به نقطه‌ای از آسمان نگاه کنید، ستاره‌های بیش‌تری را می‌بینید. اختراع تلسکوپ، علم اخترشناسی را متحول کرد. اخترشناسان، به کمک تلسکوپ و ابزارهای علمی مختلف و بهره‌گیری از دانش فیزیک، شیمی و ریاضیات، نکات زیادی را درباره‌ی ستاره‌ها دریافته‌اند. در زیر، به‌طور ساده با نمونه‌هایی از روش کار این دانشمندان آشنا می‌شوید.

**نور:** فاصله‌ی یک ستاره از زمین و جرم ستاره بر مقدار نور آن تأثیر دارند. پس وقتی ستاره‌ای پر نورتر از ستاره‌ی دیگر به نظر می‌رسد، معنایش آن است که یا جرم بیش‌تری دارد، یا فاصله‌ی کم‌تری با زمین دارد.

**دما:** ستاره‌ها با وجود آن‌که به‌صورت نقاط نورانی به چشم می‌آیند، در مقابل تلسکوپ‌های قوی، به رنگ‌های آبی مایل به سفید، سبز کم‌رنگ، زرد یا نارنجی مایل به قرمز دیده می‌شوند. اخترشناسان، از روی رنگ هر ستاره، مقدار دمای سطحی آن را تعیین می‌کنند (مانند لامپ‌های برق و سیم ملتهب شده اجاق برقی). ستاره زرد رنگی مانند خورشید، نسبتاً داغ محسوب می‌شود و دمای سطحی آن را در حدود  $6000$  درجه می‌دانند. ستاره‌ی قرمز، سردتر است ( $3000$  درجه). در عوض، ستاره‌های آبی بسیار داغند و دمای سطحی آن‌ها به  $20$  تا  $35$  هزار درجه می‌رسد.

**ترکیب:** تجزیه‌ی نور ستاره، اطلاعاتی هم درباره‌ی ترکیب آن در اختیار می‌گذارد. برای این کار از دستگاهی به‌نام طیف‌نگار استفاده می‌کنند. در سال قبل خواندید که با منشور می‌توان طیفی رنگی از نور

سفید ایجاد کرد. اما در طیف ستاره‌ها، نوارهای تیره‌ای هم وجود دارد. وجود این نوارها نشان می‌دهد که بعضی از طول موج‌های نور محو شده، یا آن‌که توسط گازهای موجود در اتمسفر ستاره جذب شده‌اند. هر عنصر (هیدروژن، هلیوم، کلسیم و...) دارای نوارهای تیره‌ی مخصوص به خود است (مانند «بارکد» روی کالاها). در این صورت، با مشاهده‌ی طیف جذبی ستاره، می‌توان درباره‌ی ترکیب اتمسفر آن قضاوت کرد.



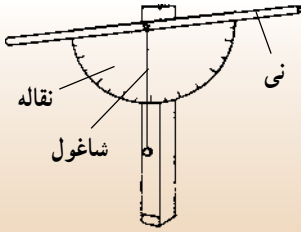
طرز ایجاد طیف جذبی

	<b>تفسیر کنید</b>
هیدروژن	<p>با مشاهده‌ی طیف‌های روبه‌رو، ترکیب احتمالی ستاره‌های ۱، ۲ و ۳ را تعیین کنید.</p> <p>– در ترکیب خورشید چه عناصری وجود دارد؟</p> <p>– در کدام ستاره، کلسیم و در کدام یک سدیم یافت می‌شود؟</p> <p>– ترکیب کدام ستاره به ترکیب خورشید شبیه است؟</p>
هلیوم	
سدیم	
کلسیم	
جیوه	
خورشید	
ستاره‌ی ۱	
ستاره‌ی ۲	
ستاره‌ی ۳	

**بزرگی:** بزرگی ستارگان بسیار متفاوت است. کوچک‌ترین آن‌ها کمی از زمین بزرگ‌تر است. بزرگ‌ترین ستاره‌ی شناخته شده، قطری حدود  $230^\circ$  برابر قطر خورشید دارد.

**فاصله:** تعیین فاصله‌ی ستاره‌ها از زمین، یکی از مشکلات بزرگ اخترشناسان است. وقتی نمی‌توانیم به ستاره‌ای سفر کنیم، چگونه می‌توانیم فاصله‌اش را تعیین کنیم؟

### فعالیت: زاویه یاب بسازید

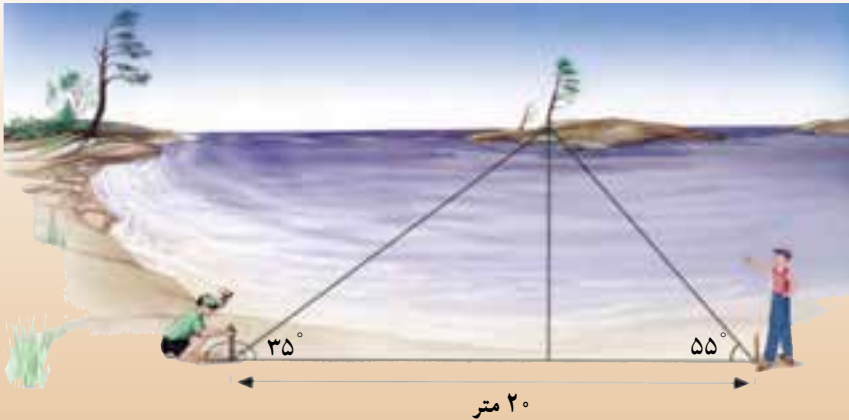


زاویه یاب ساده، با چسباندن یک نی آشامیدنی به قاعده‌ی نقاله ساخته می‌شود. به پیچی که از مرکز نقاله می‌گذرد و به پایه‌ی چوبی متصل است، یک شاغول بیاویزید. این شاغول، هم قائم بودن پایه را نشان می‌دهد، هم آن‌که با آن می‌توانید ارتفاع یک ستاره یا هر جسم دیگری را که از درون نی دیده می‌شود، اندازه‌گیری کنید.

یک روش مرسوم در این کار، به مثلث‌بندی معروف است. شما هم با انجام فعالیت زیر، می‌توانید با چگونگی کار آشنا شوید.

### فعالیت

۱- در این تصویر، چگونگی اندازه‌گیری فاصله با جسمی که به‌طور مستقیم قابل دسترس نیست، نشان داده شده است.



– طرز کار را شرح بدهید.

– آیا اندازه‌ی خط پایه، می‌تواند در دقت اندازه‌گیری مؤثر باشد؟

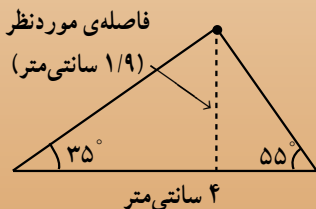
– ارزش تعیین مقیاس در چیست؟

۲- نظیر همین کار را در محل زندگی خود و با جسمی

مانند یک درخت، ساختمان، برج و غیره تکرار کنید.

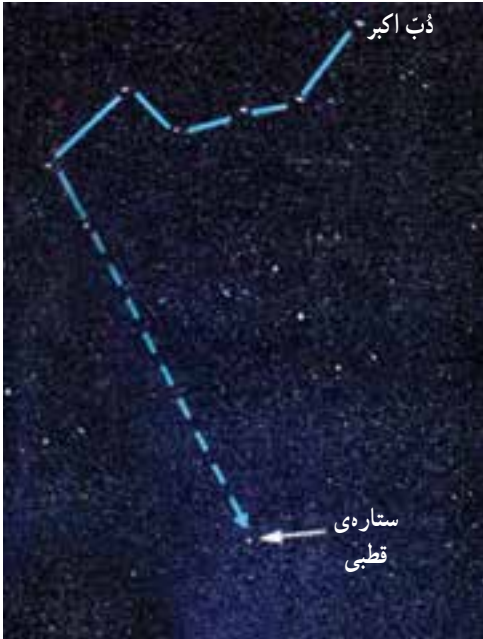
فاصله‌ی به‌دست آمده را در کلاس با مقادیری که دیگران

به‌دست آورده‌اند، مقایسه کنید.



## صورت‌های فلکی

اجداد ما، براساس تصورات خود، ستارگانی را که در نزدیکی هم در آسمان می‌دیدند، در گروه‌های خاصی قرار می‌دادند و شکل‌های ویژه‌ای را هم برای آن‌ها در نظر می‌گرفتند. به این مجموعه ستارگان، نام عمومی صورت فلکی داده شده است. یونانی‌ها، اعراب، رومیان، مصری‌ها و چینی‌ها نام‌های خاصی برای هر صورت فلکی دارند (در ایران، هنوز نام‌های عربی کاربرد دارد). معروف‌ترین صورت فلکی، دُب اکبر است. امروزه، ۸۸ صورت فلکی در آسمان مشخص شده است.



صورت فلکی دُب اکبر

## بیش‌تر بدانید

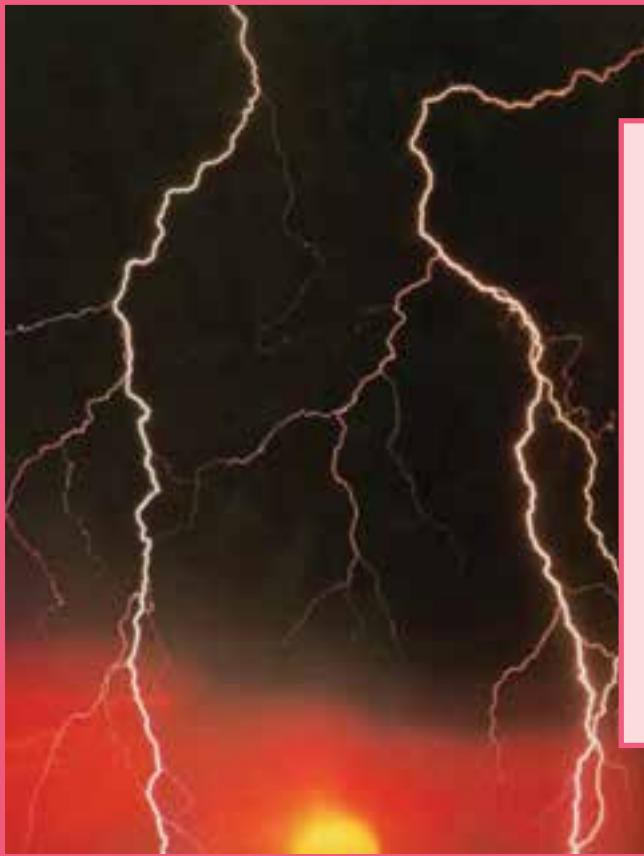
بجز خورشید، ۲ تا ۶ هزار ستاره‌ای که بدون استفاده از تلسکوپ و در طول سال در آسمان دیده می‌شوند، خارج از منظومه شمسی قرار دارند. اما، همه‌ی این ستاره‌ها متعلق به مجموعه‌ی بسیار بزرگی به نام کهکشان راه شیری‌اند که میلیاردها ستاره دارد و منظومه‌ی شمسی ما، تنها نقطه‌ی کوچکی از آن است. کهکشان، مجموعه ستاره‌هایی است که دور یک مرکز می‌چرخند. در خارج از کهکشان راه شیری هم کهکشان‌های متعدد دیگری وجود دارند.



کهکشان‌ها به شکل‌های مختلفی دیده می‌شوند.



# انرژی، زندگی



در جهان امروز، بشر توانسته است انجام کارهای گوناگون را برای خویش آسان تر از گذشته سازد. این امر به مدد پیشرفت در دو شاخه‌ی اصلی علم فیزیک یعنی مکانیک و الکتریسیته صورت پذیرفته است. مکانیک به موضوعاتی هم چون کار، نیرو، انرژی، حرکت، شارها و فشار می‌پردازد. الکتریسیته نیز به موضوعاتی هم چون بارالکتریکی، جریان الکتریکی و اثرات آن در زندگی بشر مربوط می‌شود. در این بخش با این دو شاخه‌ی اصلی فیزیک بیش تر آشنا می‌شوید.

## کار، انرژی و توان

آیا تا به حال، جملاتی از این قبیل را شنیده‌اید :

«او به سختی کار می‌کند». «این کودک تمام روز را مشغول فعالیت و بالا و پایین پریدن بوده است. او این همه انرژی را از کجا می‌آورد؟»، «چه وزنه‌برداری! عجب توانی دارد!»

ما در زندگی، هر روز از واژه‌هایی مانند کار، انرژی، نیرو، توان، قدرت و ... بسیار استفاده می‌کنیم. این واژه‌ها در ورزش، صنعت، حمل و نقل و بسیاری از امور دیگر، با معنای خاص خود، مورد استفاده قرار می‌گیرند اما در عرصه‌ی علم، به‌ویژه در زمینه‌ی خاصی از علم که فیزیک نامیده می‌شود و به بررسی موضوعاتی چون انرژی، نیرو، حرکت، نور، الکتریسیته، صوت، گرما و ... می‌پردازد معنای خاص علمی خود و تعریفی دقیق دارند. گاهی این تعریف‌ها با آنچه که روزانه مورد استفاده قرار می‌گیرد بسیار شبیه است و گاهی نیز بین آن‌ها تفاوت چشم‌گیری وجود دارد.

در این قسمت، با مفهوم دقیق بعضی از این واژه‌ها چون کار، توان، انرژی، ماشین و ... و کاربردهای آن‌ها در زندگی آشنا خواهید شد.

### کار

برای بی‌بردن به مفهوم کار بهتر است ابتدا به معناهای مختلفی که در زندگی روزانه برای این واژه در نظر گرفته می‌شود توجه کنیم. با انجام فعالیت زیر می‌توانید به معناهای مختلف این واژه بی‌ببرید.

#### فکر کنید

عبارت‌های زیر را بخوانید. به نظر شما در هر جمله «کار» به چه معنایی به کار رفته است؟

«الان کار دارم، بعد به شما تلفن خواهم کرد.»

«کار من تولید وسایل و ابزارآلات کشاورزی است.»

«چه کار می‌کنی؟ در حال فکر کردن روی مسئله‌ی هندسه‌ام هستم.»

«با وجود دوندگی فراوان، نتوانستم هیچ کاری انجام دهم.»

سعی کنید چند جمله‌ی دیگر بنویسید که واژه‌ی کار در آن‌ها معنای متفاوتی داشته باشد.

در علم فیزیک، کار دقیقاً همان معنایی را که روزانه از آن استفاده می‌کنیم ندارد؛ مثلاً گاهی، می‌گوییم «هیچ کاری انجام نشده است» در حالی که از نظر فیزیکی «کار» انجام شده است. (مانند جمله‌ی آخر از عبارت‌های صفحه‌ی قبل) و برعکس، گاهی از نظر فیزیکی کاری انجام نشده است اما در کاربرد معمولی واژه‌ها، ما از واژه‌ی کار استفاده می‌کنیم (مانند عبارت سوم).

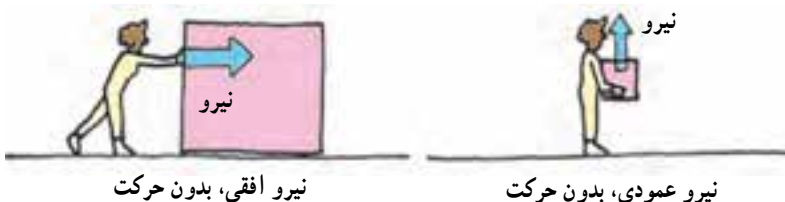
شما در سال‌های پیش، با مفهوم نیرو آشنا شده‌اید. می‌دانید وقتی به یک جسم ساکن نیرو وارد شود، ممکن است جسم در جهتی که نیرو بر آن وارد می‌شود به حرکت درآید. در این صورت می‌گوییم، نیرو روی جسم کار انجام داده است.

به شکل‌های زیر نگاه کنید و بگویید در هر کدام، آیا کار انجام می‌شود؟ چرا؟



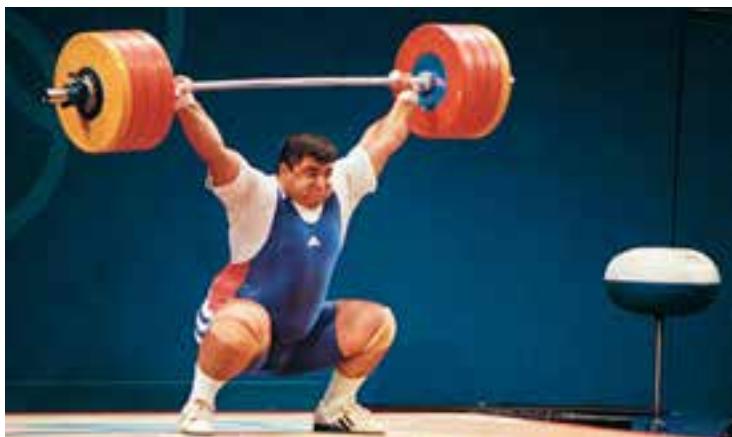
البته فقط در هنگام به حرکت درآوردن اجسام ساکن کار انجام نمی‌شود. بلکه اگر نیرویی بر یک جسم متحرک نیز وارد شود، ممکن است سرعت یا جهت حرکت جسم، در جهت وارد شدن نیرو تغییر کند. در چنین حالتی هم کار انجام می‌شود. مثلاً وقتی بر پدال گاز یک اتومبیل در حال حرکت، فشار بیشتری وارد می‌کنیم، نیروی موتور اتومبیل سبب می‌شود که سرعت اتومبیل افزایش یابد. در این حالت بر روی اتومبیل کار انجام شده است.

گاهی بر یک جسم نیرو وارد می‌شود ولی، چون جسم به حرکت در نمی‌آید، در واقع کاری انجام نشده است.



برای مثال وقتی یک وزنه‌بردار، وزنه‌ای را از روی زمین بلند می‌کند و به بالای سرش می‌برد، کار انجام می‌دهد اما زمانی که وزنه را بالای سر خود نگه می‌دارد، دیگر از نظر فیزیکی کاری انجام نداده است. ممکن است تصور کنید که در این حالت وزنه‌بردار انرژی مصرف می‌کند

و در نتیجه، به سرعت خسته می‌شود. بله، این امر کاملاً درست است اما باید توجه داشت که در این حالت، انرژی وزنه‌بردار صرف فعالیت‌های داخلی بدن او می‌شود ولی بر روی جسم کاری انجام نمی‌شود؛ زیرا جسم در این حالت ساکن است و هیچ‌گونه حرکتی ندارد. وقتی برای بلند کردن یک وزنه یا نگه‌داشتن آن تلاش می‌کنید، ماهیچه‌های شما مرتباً بر اثر پیام‌های عصبی‌ای که از مغز دریافت می‌کند منقبض می‌شود. در ماهیچه‌ها با هر بار انقباض، مقدار بسیار کمی کار انجام می‌شود. در طول چند ثانیه، تعداد انقباض‌ها به هزاران بار می‌رسد و در نتیجه، در مجموع مقدار بسیار زیادی کار انجام می‌شود.



وقتی وزنه‌بردار وزنه را بالای سر خود نگه می‌دارد، بر روی وزنه کار انجام نمی‌شود.

### بحث کنید

در کدام یک از موارد زیر کار انجام می‌شود؟ چرا؟

- شخصی از نردبان بالا می‌رود؛
- هنگام بالا رفتن از نردبان، وزنه‌ای را با خود حمل می‌کند؛
- شخصی روی صندلی می‌نشیند؛
- جرثقیل، باری را به درون کامیون منتقل می‌کند؛
- قطعه‌ای آهن به وسیله‌ی آره به دو قسمت تقسیم می‌شود؛
- دانش‌آموزی کیف خود را با دو دست بالای سرش نگه می‌دارد؛
- چرخ اتومبیلی در جوی می‌افتد و همه تلاش می‌کنند تا آن را بیرون بیاورند اما موفق نمی‌شوند؛
- جریان آب تخته‌سنگ‌های بزرگ را نمی‌تواند جابه‌جا کند اما ذرات گل ولای را با خود حمل می‌کند.



هم چنین گاهی نیرویی بر یک جسم وارد می‌شود اما جسم در جهت وارد شدن نیرو حرکت نمی‌کند؛ مثلاً، فردی را در نظر بگیرید که جعبه‌ی چوبی سنگینی را در دست دارد و آن را در جهت افقی حرکت می‌دهد.

در این حالت، فرد دو نیرو بر جسم وارد می‌کند؛

یک نیرو درست برابر با نیروی وزن جسم اما در جهت بالا (خلاف جهت گرانش) به منظور نگاه داشتن جسم و جلوگیری از افتادن آن بر روی زمین و نیروی دیگری به صورت افقی به منظور به حرکت در آوردن جسم به طرف جلو.

نیروی اول کاری انجام نمی‌دهد؛ چون در جهت وارد شدن آن، جسم جابه‌جا نمی‌شود. اما نیروی دوم، یعنی نیرویی که از سوی فرد برای به حرکت در آوردن جسم به طرف جلو وارد می‌شود، کار انجام می‌دهد.

### بیش تر بدانید

شاید تصور کنید «همیشه وقتی جسمی در حال حرکت است حتماً کار انجام می‌شود». این تصور در موارد زیادی درست است اما همیشه این طور نیست؛ مثلاً، فضاییابی را در نظر بگیرید که در فضاها دور دست



بدون این که هیچ نیرویی جلوی حرکت آن را بگیرد، بدون هیچ گونه اصطکاک‌کی در فضای بی‌کران در حال حرکت است. در چنین حالتی، چون هیچ نیرویی سبب کند شدن حرکت جسم نمی‌شود، جسم هم چنان با سرعتی ثابت و در جهتی معین به حرکت خود ادامه می‌دهد. در این حالت، گرچه جسم در حال حرکت است اما کاری انجام نمی‌شود؛ زیرا طبق تعریف کار «هرگاه نیرویی بر جسمی وارد شود و در حرکت جسم در جهتی که نیرو وارد شده است تغییر ایجاد شود، کار انجام شده است». روشن است که بر این جسم نیرویی وارد نمی‌شود و در حرکت آن نیز هیچ گونه تغییری صورت نمی‌گیرد؛ پس می‌توان گفت که کاری بر روی جسم انجام نمی‌شود.

حرکت آزادانه‌ی اجسام در فضای بی‌کران انجام کار محسوب نمی‌شود.

## محاسبه و اندازه‌گیری کار

آیا مقدار کاری که برای انجام فعالیت‌های مختلف انجام می‌شود، یکسان است؟  
آیا می‌دانید مقدار کاری که انجام می‌شود به چه عواملی بستگی دارد؟

### تفسیر کنید

با توجه به دو عبارت زیر مشخص کنید که مقدار کار انجام شده به چه عواملی بستگی دارد:

- ۱- وقتی یک وزنه بردار، وزنه‌ی ۱۵۰۰ نیوتونی (حدوداً ۱۵۰ کیلوگرمی) را بلند می‌کند، نسبت به هنگامی که وزنه‌ی ۱۲۰۰ نیوتونی را به بالای سر می‌برد کار بیشتری انجام می‌دهد.
- ۲- وزنه بردار برای بلند کردن وزنه تا بالای سر نسبت به بلند کردن آن تا مقابل سینه‌ی خود، باید کار بیشتری انجام دهد.

برای محاسبه‌ی مقدار کار انجام شده می‌توان از معادله‌ی زیر استفاده کرد:

$$\text{جابه‌جایی} \times \text{نیرو} = \text{کار}$$

این معادله نشان می‌دهد که مقدار کار انجام شده روی یک جسم به میزان نیرویی که بر جسم وارد می‌شود و کار انجام می‌دهد و نیز اندازه‌ی جابه‌جایی جسم بستگی دارد و هرچه این دو بیش‌تر باشند، مقدار کار انجام شده نیز بیش‌تر است.

در این معادله، نیرو برحسب نیوتون (N)، جابه‌جایی برحسب متر (m) و مقدار کار برحسب ژول (J) است.

**یادآوری:** هنگام استفاده از معادله‌ی کار، باید نیرو را برحسب نیوتون بیان کرد. به خاطر داشته باشید که وزن هر جسم بر روی زمین، نیروی گرانشی است که از طرف زمین بر آن جسم وارد می‌شود و از نظر عددی، تقریباً مساوی با ده برابر جرم آن جسم برحسب کیلوگرم است؛ یعنی:

$$۱۰ \times \text{جرم جسم برحسب کیلوگرم} = \text{وزن جسم برحسب نیوتون}$$

### محاسبه کنید

به مثال زیر توجه کنید: پدري هنگام بازی با فرزند خردسالش، او را به آرامی از زمین تا بالای سر خود بلند می‌کند. وزن کودک ۱۵۰ نیوتون و ارتفاعی که پدر، کودک را بلند می‌کند حدود ۲ متر است. پدر برای بلند کردن کودک، چه مقدار کار انجام می‌دهد؟

۱- اطلاعات به دست آمده از مسأله را می نویسیم :

$$\text{نیرو} = ۱۵۰\text{N}$$

$$\text{جابه جایی} = ۲\text{m}$$

۲- معادله‌ی کار را یادداشت می کنیم.

۳- اطلاعات خود را در معادله جای گزین می کنیم و مقدار کار را به دست می آوریم :

$$\text{کار} = ۱۵۰\text{N} \times ۲\text{m} = ۳۰۰\text{J}$$

مسأله‌های زیر را حل کنید :

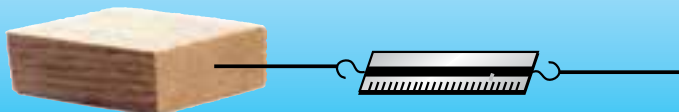
۱- سیمی به وزن یک نیوتون از شاخه‌ای به ارتفاع ۱ متر بر زمین می افتد. محاسبه کنید چه مقدار کار به وسیله‌ی نیروی جاذبه‌ی زمین (گرائش) بر روی سیم انجام شده است.

۲- دو چرخه‌ای بر اثر نیروی اصطکاک ۱۲۵ نیوتونی بین چرخ‌های آن و زمین، پس از ۱۴ متر جابه جایی، متوقف می شود. محاسبه کنید نیروی اصطکاک چه مقدار کار انجام داده است.

۳- یک مکانیک اتومبیل به وسیله‌ی یک بالابر روغنی، اتومبیلی به جرم ۱۲۰۰ کیلوگرم را نیم متر از سطح زمین بلند می کند. بالابر چه اندازه کار روی اتومبیل انجام داده است؟

### اندازه گیری کنید

قطعه چوبی را به یک نیروسنج متصل کنید و آن را روی سطح افقی یک میز، به آرامی به اندازه‌ی یک متر جابه جا نمایید. هنگام حرکت به نیروسنج نگاه کنید و مقدار نیروی وارد بر چوب را در زمان حرکت بخوانید. سپس مقدار کار انجام شده روی چوب را محاسبه کنید. چه نیرویی این کار را انجام داده است؟ این آزمایش را روی سطح شیبدار نیز انجام دهید.



### کار و انرژی

از سال‌های قبل با انرژی‌های گوناگون هم چون انرژی پتانسیل، جنبشی، الکتریکی، تابشی، مکانیکی، صوتی، گرمایی، شیمیایی و هسته‌ای آشنا شدید. هم چنین، دانستید که برای اندازه گیری انرژی از یکای ژول استفاده می شود؛ مثلاً، اگر جسمی به وزن یک نیوتون در فاصله‌ی یک متری سطح زمین قرار داشته باشد، مقدار انرژی پتانسیل گرانشی آن نسبت به سطح زمین برابر با یک ژول است.

## فکر کنید

آیا می‌دانید از یکسان بودن یکای اندازه‌گیری انرژی و یکای اندازه‌گیری کار (ژول) چه نتیجه‌ای می‌توان گرفت؟

## بیش‌تر بدانید



یکای اندازه‌گیری انرژی و کار به افتخار جیمز ژول (۱۸۸۹-۱۸۱۸ میلادی)، فیزیک‌دان انگلیسی، ژول نامیده شد. ژول برای نشان دادن این موضوع که گرما شکلی از انرژی است، آزمایش‌های فراوانی انجام داد. آزمایش‌های ژول و چند دانشمند دیگر، یکی از قانون‌های اصلی علم به نام «قانون پایستگی انرژی» را به وجود آورد. این قانون بیان می‌کند که «انرژی در واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی خلق و نابود نمی‌شود بلکه از شکلی به شکل دیگر تبدیل می‌گردد». شما در سال اول راهنمایی با این قانون آشنا شدید.

انرژی و کار به یک‌دیگر کاملاً مربوطند؛ به طوری که می‌توان گفت: هرگاه کاری انجام شود ممکن است حالت‌های زیر برای انرژی پیش آید:

۱- هنگام انجام کار، انرژی از صورتی یا نوعی به صورت یا نوع دیگر تبدیل می‌شود؛



۲- هنگام انجام کار، انرژی از یک جسم به جسم دیگر انتقال یابد.





## تمرین

برای هر یک از دو حالت بالا چند مثال ذکر کنید. با هم کلاسی‌های خود درباره‌ی مثال‌هایی که یافته‌اید بحث و گفت‌وگو نمایید.

در فیزیک انرژی چنین تعریف می‌شود: «انرژی توانایی انجام کار است». طبق این تعریف، اگر جسمی انرژی داشته باشد، می‌تواند کار انجام دهد. البته گاهی یافتن راهی برای عملی ساختن این امر، بسیار مشکل است؛ یعنی، بعضی اوقات ممکن است جسمی انرژی داشته باشد اما آزادسازی انرژی آن و به حرکت درآوردن اجسام به وسیله‌ی آن کار آسانی نباشد؛ مثلاً در هسته‌ی اتم‌ها انرژی فراوانی ذخیره شده است اما آزادسازی این انرژی و انجام کار به وسیله‌ی آن نیازمند فناوری در سطح بالاست. قابل ذکر است که انسان‌ها تنها در قرن اخیر توانسته‌اند به‌طور بسیار محدود از آن استفاده کنند.

همان‌طور که گفته شد، کار و انرژی ارتباط بسیار نزدیکی با یکدیگر دارند؛ به طوری که می‌توان گفت هرگاه کاری انجام می‌شود، حتماً انجام کار با تبدیل انرژی همراه است و یا انرژی از جسمی به جسم دیگر انتقال یافته است. هم‌چنین، هرگاه جسمی دارای انرژی باشد می‌توان در صورت ایجاد شرایط مناسب به کمک آن انرژی جسمی را به حرکت درآورد.

## یک پله بالاتر

در بالون‌های سرنشین‌دار، مشعل، هوای گرم را به درون بالون می‌فرستد و آن را به طرف بالا به حرکت درمی‌آورد. بالون پس از سرد شدن، به سمت پایین حرکت می‌کند.

۱- به نظر شما در کدام حالت - حرکت رو به بالا یا حرکت رو به پایین - کار انجام می‌شود؟ چرا؟

۲- در هر یک از حالت‌ها، کدام انرژی سبب انجام کار شده است؟

## بیش‌تر بدانید

مقدار انرژی موجود در مواد غذایی معمولاً برحسب کیلوژول ( $1\text{kJ} = 1000\text{J}$ ) بیان می‌شود. این عدد، مقدار انرژی شیمیایی‌ای را که در یک ماده‌ی غذایی قابل آزاد شدن است، نشان می‌دهد؛ مثلاً، یک قطعه شیرینی خامه‌ای متوسط در حدود ۹۰۰ کیلوژول انرژی دارد. شما با خوردن این قطعه شیرینی، می‌توانید ۹۰۰ کیلوژول کار انجام دهید (محاسبه کنید که با این مقدار انرژی چه کارهایی می‌توان انجام داد). این انرژی در صورت مصرف نشدن، در بافت‌های چربی بدن به شکل انرژی شیمیایی ذخیره می‌شود. بنابراین پر خوری و عدم فعالیت می‌تواند به افزایش بافت‌های چربی کمک کند.

## توان، سرعت انجام کار

هنگام بالا دویدن از پله‌ها، درست به اندازه‌ی بالا رفتن آهسته و قدم به قدم، کار انجام می‌شود. هم‌چنین کار انجام شده به وسیله‌ی دو دوندگی صد متر تقریباً با هم برابر است درحالی‌که فقط یکی از آن‌ها به‌عنوان برنده اعلام می‌شود. با توجه به مثال‌های بالا بگویید تفاوت بین کار انجام شده در دو حالت متفاوت در چیست؟

در زندگی ما مدت زمانی که طول می‌کشد تا کاری معین انجام شود، یکی از عوامل مهم در انجام آن کار به‌شمار می‌آید. ما این عامل را در فیزیک با نام توان می‌شناسیم. توان به معنی سرعت انجام کار است؛ به عبارت دیگر، توان نشان‌دهنده‌ی میزان کار انجام شده در واحد زمان است. سرعت انجام کار به‌وسیله‌ی دونده‌ای که مسیر مسابقه را زودتر طی می‌کند، بیش‌تر است. به عبارت دیگر توان این دونده از دونده‌ی دیگر بیش‌تر است.

برای محاسبه‌ی توان از معادله‌ی زیر که به آن معادله‌ی توان می‌گوییم استفاده می‌کنیم:

$$\text{توان} = \frac{\text{مقدار کار انجام شده}}{\text{زمان انجام کار}}$$

در این معادله، مقدار کار انجام شده برحسب ژول (J)، مقدار زمان انجام کار برحسب ثانیه (s) و توان برحسب وات (W) است. یک وات توان ماشینی است که در مدت یک ثانیه یک ژول کار انجام می‌دهد؛ مثلاً اگر فردی یک وزنه‌ی یک نیوتونی (تقریباً ۱۰۰ گرمی) را در مدت یک ثانیه از زمین به ارتفاع یک متری بالا ببرد، توان او در هنگام انجام این کار برابر با یک وات است (چرا؟). یادآوری: همان‌طور که  $1000\text{ J} = 1\text{ kJ}$  است، برای وات نیز می‌توان نوشت  $1000\text{ W} = 1\text{ kW}$ .

### محاسبه کنید

به مثال زیر توجه کنید:

یک بالابر در مدت ۲۰ ثانیه برای بالا بردن یک جسم به اندازه‌ی ۱۰۰ کیلوژول کار انجام می‌دهد. توان این بالابر را محاسبه کنید.

۱- اطلاعات به‌دست‌آمده از مسأله را می‌نویسیم:  $100\text{ kJ} = 100,000\text{ J}$  کار

$20\text{ s}$  زمان

$$\text{توان} = \frac{\text{کار}}{\text{زمان}}$$

۲- معادله‌ی توان را یادداشت می‌کنیم:

۳- اطلاعات خود را در معادله، جای‌گزین و توان را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{توان} = \frac{100000 \text{ (ژول)}}{20 \text{ (ثانیه)}} = 5000 \text{ W}$$

به این ترتیب، توان بالا بر در این مسأله ۵ kW است.

مسأله‌های زیر را حل کنید:

۱- احمد هنگام بلند کردن یک اتومبیل با جک روغنی، ۵۳۵۰ ژول کار در مدت ۵۰ ثانیه انجام می‌دهد. توان احمد هنگام انجام این کار چه قدر است؟

۲- تصور کنید یک جعبه‌ی ۳۰۰ نیوتونی در اختیار دارید. توان خود را در دو حالت زیر محاسبه کنید:

الف- در مدت ۲۰ ثانیه، با یک نیروی ۶۰ نیوتونی جعبه را به مسافت ۱۲ متر روی زمین افقی جابه‌جا می‌کنید.

ب- در مدت ۳ ثانیه، جعبه را از روی زمین بلند می‌کنید و روی سکویی به ارتفاع ۱/۵ متر می‌گذارید.

۳- در یک نیروگاه برق در هر ثانیه به اندازه‌ای انرژی تولید می‌شود که می‌تواند ۹۰۰ میلیون ژول کار انجام دهد. توان تولید انرژی در این نیروگاه چه قدر است؟

## اندازه‌گیری کنید

### توان شما چه قدر است؟



۱- وزن خود را بر حسب نیوتون مشخص کنید. برای تعیین وزن می‌توانیم جرم خود بر حسب کیلوگرم را در ۱۰ (یا به طور دقیق‌تر، ۹/۸) ضرب کنیم.

۲- به گروه‌های دونفره تقسیم شوید. راه‌پله‌ای را انتخاب کنید. تعداد پله‌های آن را بشمارید و ارتفاع هر پله را اندازه بگیرید. سپس ارتفاع راه‌پله را محاسبه کنید.

۳- آیا می‌دانید با بالا رفتن از راه‌پله چه قدر کار انجام داده‌اید؟ با استفاده از معادله‌ی کار، آن را محاسبه کنید.

- ۴- از دوست خود بخواهید با یک عدد ساعت ثانیه‌شماردار یا یک زمان‌سنج دقیق، زمان حرکت شما از پایین تا بالای راه‌پله را اندازه بگیرد.
- ۵- توان خود را با استفاده از معادله‌ی توان حساب کنید.

### فکر کنید

جالب است بدانید که گاهی توان یک فرد (مثلاً توان یک کودک) از توان یک انسان دیگر (مثلاً یک فرد بزرگسال) بیش‌تر است درحالی‌که نیروی فرد دوم به مراتب از اولی بیش‌تر است. آیا می‌دانید چگونه چنین چیزی ممکن است؟ مثال بزنید.

۱۰۰ ژول انرژی گرمایی و تابشی در هر ثانیه تولید می‌شود.



۱۰۰ ژول انرژی الکتریکی در هر ثانیه مصرف می‌شود.

مفهوم توان، هم برای نشان دادن سرعت انجام کار توسط یک فرد یا یک ماشین و هم برای مشخص کردن سرعت تولید یا مصرف انرژی به وسیله‌ی دستگاه‌ها، استفاده می‌شود؛ مثلاً وقتی می‌گوییم توان یک لامپ برقی ۱۰۰ وات است، یعنی در هر ثانیه ۱۰۰ ژول انرژی الکتریکی توسط این لامپ مصرف و مطابق قانون پایستگی انرژی ۱۰۰ ژول انرژی گرمایی و تابشی (نور) به وسیله‌ی آن تولید می‌شود.

### جمع‌آوری اطلاعات

توان مصرفی بیش‌تر وسیله‌های برقی برحسب وات روی بدنه‌ی آن‌ها نوشته شده است. درباره‌ی میزان مصرف انرژی توسط این گونه دستگاه‌ها اطلاعات جمع‌آوری کنید و در کلاس ارائه نمایید.

سعی کنید برای پرسش‌های زیر توضیحاتی بیابید:

- آیا همه‌ی وسایل برقی مشابه، مثلاً همه‌ی یخچال‌ها مصرف برق مشابهی دارند؟
- به نظر شما، هنگام خرید وسیله‌های برقی به چه نکاتی باید توجه کرد؟ چرا؟
- برحسب انرژی که بر روی بعضی از وسایل برقی چسبانده شده است چه مفهومی دارد؟

## بیش تر بدانید

واحد توان به افتخار دانشمندی به نام جیمزوات (۱۸۱۹-۱۷۳۶ میلادی)، وات نامیده شده است. جیمزوات مخترع ماشین بخار است. او برای متقاعد کردن مردم برای استفاده از این ماشین بخار، ناچار بود توان ماشین خود را به نحوی برای ایشان قابل درک و فهم کند. او ابتدا مقدار کاری که یک اسب بسیار قدرتمند در طول مدت یک نایه انجام می‌دهد را اندازه‌گیری کرد. سپس توان ماشینی را که ساخته بود در مقایسه با توان آن اسب به مردم بازگو کرد؛ به عبارت دیگر، او به مشتریان خود می‌گفت که ماشین اش به اندازه‌ی چند اسب قوی می‌تواند کار انجام دهد. در واقع او توان ماشین خود را برحسب «قوه‌ی اسب» بیان می‌کرد. امروزه، هنوز برای بیان توان بعضی از موتورهای الکتریکی پر قدرت و موتور اتومبیل‌ها از «قوه‌ی اسب» استفاده می‌شود. هر قوه‌ی اسب برابر با ۷۴۶ وات است.

## ماشین

آیا تا به حال به نقش وسیله‌های مختلفی که هر روز برای آسان کردن کارها از آن‌ها استفاده می‌کنیم، فکر کرده‌اید؟

## فکر کنید

برای آسان‌تر کردن کارهای زیر از چه ابزار و وسیله‌هایی استفاده می‌کنید؟

- بلند کردن ماشین برای تعویض چرخ
- بریدن درخت
- بستن بیج یا باز کردن آن
- باز کردن در بطری نوشابه



شاید تصور کنید که استفاده از جک برای بلند کردن اتومبیل سبب می‌شود که ما کار کم‌تری برای بلند کردن آن انجام دهیم اما هرگز چنین نیست. طبق معادله‌ی کار، برای بلند کردن اتومبیل باید مقدار معینی کار انجام شود و این مقدار با به کارگیری جک کاهش پیدا نمی‌کند. جک تنها انجام کار را آسان‌تر می‌کند؛ مثلاً برای بلند کردن اتومبیل بدون استفاده از جک، لازم است شما نیرویی بیش از ۵۰۰۰ نیوتون را بر آن وارد کنید. مسلماً وارد کردن چنین نیرویی توسط شما غیرممکن

است. جک به شما کمک می‌کند تا با نیرویی در حدود ۱۰۰ نیوتون اتومبیل را بلند کنید. به وسایلی که در انجام کارها به ما کمک می‌کنند تا کارها آسان‌تر انجام شود ماشین گفته می‌شود؛ مانند جک اتومبیل. ماشین‌ها به صورت‌های گوناگون در انجام کارها به ما کمک می‌کنند. یکی از راه‌های کمک ماشین‌ها به ما، تغییر محل وارد شدن نیرو به جسم و گاهی نیز تغییر جهت نیروست؛ مثلاً هنگام بلند کردن اتومبیل به وسیله‌ی جک، ما بر دسته‌ی جک نیرویی را به صورت چرخشی وارد می‌کنیم و آن‌را به چرخش درمی‌آوریم. جک این نیرو را بر بدنه‌ی ماشین رو به بالا وارد می‌کند.

هم‌چنین، ماشین‌ها گاهی با افزایش مقدار نیرو به ما کمک می‌کنند که کارهایی را که نمی‌توانیم انجام دهیم یا انجام آن‌ها ممکن است سخت باشد به آسانی انجام دهیم. گاهی هم با افزایش مسافت اثر نیرو بر جسم و افزایش سرعت انجام کار ماشین‌ها به ما کمک می‌کنند.

مثلاً، جک اتومبیل با افزایش نیرو به ما کمک می‌نماید؛ یعنی ما نیروی کمی را به جک وارد می‌کنیم و جک نیروی ما را چندین برابر کرده و بر بدنه‌ی ماشین وارد می‌کند. در واقع می‌توان گفت جک با افزایش نیرو و تغییر جهت نیرو، هر دو، به ما کمک می‌کند.



بعضی دیگر از ماشین‌ها به جای افزایش نیرو، مسافتی را که نیرو بر آن اثر می‌کند افزایش می‌دهند؛ مثلاً جاروی دسته‌بلندی را که معمولاً برای جارو کردن حیاط مدرسه یا پیاده‌روی خیابان‌ها از آن استفاده می‌شود، در نظر بگیرید. افراد هنگام استفاده از این جارو فقط دسته‌ی آن را حدود ۲۵ سانتی‌متر جلو و عقب می‌برند ولی سر جارو مسافتی به اندازه‌ی بیش از یک متر از کف حیاط را می‌پیماید و تمیز می‌کند. پس این نوع جارو، مسافت اثر نیرو و سرعت انجام کار را افزایش می‌دهد.

### فکر کنید

تعدادی ماشین را نام ببرید و بگویید که هر کدام به چه طریق به ما کمک می‌کنند.

### مزیت مکانیکی یک ماشین

ماشین‌ها می‌توانند مقدار نیرویی را که به آن‌ها وارد می‌شود، افزایش یا کاهش دهند، مزیت مکانیکی یک ماشین نسبت بین نیرویی که ماشین به جسم وارد می‌کند و نیرویی که به ماشین وارد می‌شود را نشان می‌دهد.

مزیت مکانیکی یک ماشین از طریق معادله‌ی زیر به دست می‌آید :

نیروی که ماشین به جسم وارد می‌کند (نیروی مقاوم) = مزیت مکانیکی  
نیروی که ما به ماشین وارد می‌کنیم (نیروی محرک)

مزیت مکانیکی نشان می‌دهد که ماشین، نیروی وارده را چند برابر می‌کند. همان‌طور که در مثال صفحه‌ی قبل دیدیم، جک اتومبیل نیروی وارد بر آن را حدوداً پنجاه برابر کرده بود (چرا؟). در این حالت می‌گوییم «مزیت مکانیکی این جک حدوداً برابر ۵۰ است». در قسمت‌های بعد، درباره‌ی مزیت مکانیکی ماشین‌های مختلف توضیح بیشتری خواهیم داد.

### کار داده‌شده و کار گرفته‌شده از ماشین

به شکل‌های زیر نگاه کنید. آیا مقدار کاری که برای گذاشتن جعبه از روی زمین به داخل کامیون، در دو حالت نشان‌داده شده (یعنی با استفاده از سطح شیب‌دار و بدون استفاده از آن) صرف می‌شود، متفاوت است؟



جابه‌جایی ۱ متر

جابه‌جایی ۳ متر

همان‌طور که مشاهده می‌شود، وقتی که شخص جعبه را مستقیماً از روی زمین به داخل کامیون منتقل می‌کند، نیروی بیش‌تری را به کار می‌برد اما مقدار جابه‌جایی بار کم‌تر است. در نتیجه، مقدار کار با حالتی که فرد با استفاده از نیروی کم‌تر، همراه با جابه‌جایی بیش‌تر بار را به داخل کامیون می‌برد – در مقایسه با حالت قبل – برابر است؛ یعنی مقدار کلی کار انجام شده در هر دو حالت مساوی است و می‌توان نتیجه گرفت که ماشین (سطح شیب‌دار) در مقدار کار انجام شده، کاهش ایجاد نمی‌کند، بلکه فقط انجام کار را آسان‌تر می‌نماید.

مطابق قانون «پایستگی انرژی»، انرژی هنگام تبدیل شدن از یک صورت به صورت دیگر با انتقال

از یک جسم به جسم دیگر خلق و نابود نمی‌شود. بنابراین، مقدار انرژی داده شده به یک ماشین نیز همیشه با مقدار انرژی که از ماشین گرفته می‌شود برابر است.

(انرژی گرفته شده از ماشین = انرژی داده شده به ماشین)

البته معمولاً مقداری از انرژی داده شده به ماشین، صرف انجام کار مورد نظر ما می‌شود که به آن کار مفید می‌گوییم و بقیه‌ی آن به صورت‌های مختلف مثلاً به صورت گرمای ناشی از اصطکاک هدر می‌رود؛ به این مقدار از انرژی به هدر رفته، انرژی تلف شده گفته می‌شود.

(انرژی تلف شده + انرژی (یا کار) مفید گرفته شده از ماشین = کل انرژی داده شده به ماشین)  
در هر وسیله، می‌توان نسبت کار مفید به کل انرژی داده شده به دستگاه را به عنوان یک عامل مهم در کیفیت آن وسیله در نظر گرفت. این نسبت بازده نام دارد. به معادله‌ی زیر توجه کنید:

$$\text{انرژی یا کار مفید گرفته شده از وسیله} \\ \text{کل انرژی داده شده به وسیله} = \text{بازده ماشین}$$

برای مثال، بازده جک اتومبیل در حدود ۷۵٪ است؛ یعنی اگر ۱۰۰۰ ژول انرژی به جک داده شود، ۷۵۰ ژول آن صرف بالا بردن ماشین و ۲۵۰ ژول آن در اثر اصطکاک به گرما تبدیل می‌شود.

### فکر کنید

چگونه می‌توان بازده یک ماشین را به عنوان یک ملاک برای کیفیت عملکرد آن در نظر گرفت؟

### محاسبه کنید

- با استفاده از معادله‌ی مزیت مکانیکی و معادله‌ی بازده مسأله‌های زیر را حل کنید.
- ۱- به تصویرهای صفحه‌ی قبل توجه کنید و مزیت مکانیکی سطح شیب‌دار آن را محاسبه کنید.
  - ۲- یک لامپ برقی در مدت یک ساعت ۳۶۰۰۰ ژول انرژی الکتریکی دریافت و ۹۰۰۰ ژول انرژی نورانی تولید می‌کند. بازده این لامپ چه قدر است؟ بقیه‌ی انرژی چه می‌شود؟

### ماشین‌های ساده

گروهی از ماشین‌ها که پایه و اساس ساخت ماشین‌های دیگر را تشکیل می‌دهند، ماشین ساده نامیده می‌شوند. می‌توان گفت ماشین‌های دیگر، حالت تغییر شکل یافته‌ی ماشین ساده یا ترکیبی از چند ماشین ساده با یک‌دیگر هستند. در شکل‌های صفحه بعد شش نوع ماشین ساده را مشاهده می‌کنید.





اهرم



قرقره



چرخ و محور



گوه



بیج



سطح شیبدار

اهرم: برای درک چگونگی کار اهرم، یک الاکلنگ را در نظر بگیرید. وقتی به یک طرف الاکلنگ نیرویی به سمت پایین وارد شود، آن سمت به طرف پایین و سمت مقابل به طرف بالا حرکت می کند؛ یعنی میله‌ی الاکلنگ به عنوان یک اهرم عمل می کند.  
 در هر اهرم یک تکیه‌گاه، یک بازوی محرک و یک بازوی مقاوم وجود دارد. اهرم‌ها را می‌توان برحسب قرار گرفتن محل تکیه‌گاه، نیروی محرک و نیروی مقاوم به شکل‌های زیر در نظر گرفت.



مزیت مکانیکی اهرم هم چون هر ماشین دیگری از معادله‌ی مزیت مکانیکی (صفحه‌ی ۶۷) به دست می‌آید. البته در صورتی که از اصطکاک صرف نظر کنیم مزیت مکانیکی اهرم را از معادله‌ی زیر نیز می‌توان محاسبه کرد:

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

### آزمایش کنید

به کمک یک خط کش یا میله‌ی بلند، یک نیروسنج و چند وزنه دربارهِی مزیت مکانیکی اهرم‌های نوع اول، دوم و سوم در حالت‌های مختلف آزمایش‌هایی انجام دهید و نتیجه‌ی کار خود را به کلاس گزارش کنید.

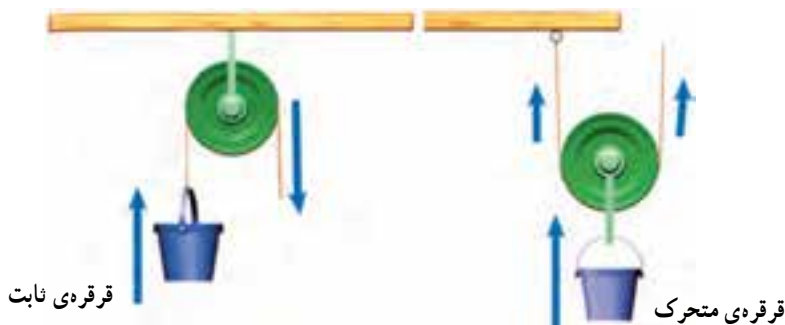
### فکر کنید

بر اساس شکل‌ها و آزمایش‌های بالا مشخص است که همیشه مزیت مکانیکی اهرم نوع دوم بیش‌تر از یک و مزیت مکانیکی اهرم نوع سوم کم‌تر از یک است؛ یعنی اهرم نوع دوم، نیرو را افزایش می‌دهد در حالی که اهرم نوع سوم نیرو را کاهش می‌دهد. به نظر شما، مزیت مکانیکی اهرم نوع اول چگونه است؟ چرا؟

### جمع‌آوری اطلاعات

چند اهرم که در زندگی ما کاربرد دارند مثال بزنید و روی هر کدام، بازوها را مشخص کنید.

قرقره: قرقره یکی دیگر از ماشین‌های ساده است. هر قرقره محوری دارد که حول آن می‌تواند آزادانه بچرخد. در شکل‌های زیر دو نحوه‌ی اصلی استفاده از قرقره را مشاهده می‌کنید.



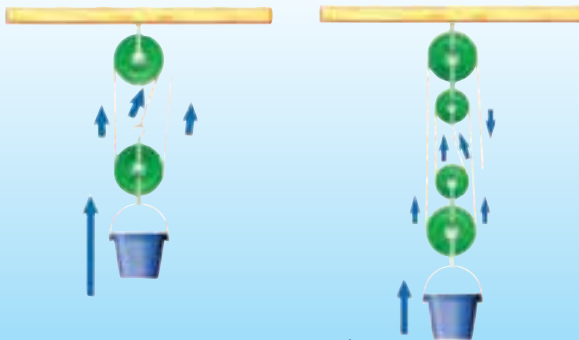
کدام نوع قرقره جهت نیرو را تغییر می‌دهد؟

## آزمایش کنید

به کمک یک قرقره‌ی ثابت، یک قرقره‌ی متحرک، یک وزنه‌ی معین و یک نیروسنج درباره‌ی مزیت مکانیکی قرقره‌ی ثابت و قرقره‌ی متحرک تحقیق کنید.

## بیشتر بدانید

البته گاهی می‌توان دو یا چند قرقره‌ی ثابت و متحرک را با هم ترکیب کرد و یک قرقره‌ی مرکب به وجود آورد. مزیت مکانیکی قرقره‌های مرکب گوناگون است و بعضی از آن‌ها جهت نیرو را نیز تغییر می‌دهد.



چند شکل از قرقره‌های مرکب

شما می‌توانید با بستن قرقره‌های مرکب گوناگون و اندازه‌گیری نیروهای مقاوم و محرک هر کدام، درباره‌ی مزیت مکانیکی این قرقره‌ها تحقیق کنید.

**چرخ و محور:** چرخ و محور، چرخ‌ی است که به مرکز آن یک میله وصل شده است. با

چرخاندن چرخ، میله نیز می‌چرخد.



در چرخ و محور معمولاً نیروی محرک را به چرخ و نیروی مقاوم را به محور وارد می‌کنند. اما برعکس این حالت نیز امکان‌پذیر است. برای این که افزایش یا کاهش نیرو را در این دو حالت احساس کنید، آزمایش زیر را انجام دهید.

### آزمایش کنید

به کمک وسیله‌های ساده‌ای که در اطراف شما است یک چرخ و محور بسازید. مثلاً می‌توانید از یک سینی گرد یا چرخ سه‌چرخه به‌عنوان چرخ و یک میله‌ی چوبی یا فلزی به‌عنوان محور استفاده کنید. دقت کنید که چرخ در نقطه‌ی اتصال به محور نلغزد. حالا یکی از دانش‌آموزان چرخ را در دست بگیرد و بچرخاند، یک دانش‌آموز دیگر محور را با دو دست محکم بگیرد و سعی کند از حرکت آن جلوگیری کند. چه اتفاقی می‌افتد؟ سپس سعی کنید با چرخاندن محور، چرخ را به حرکت درآورید. در کدام حالت نیرو افزایش و در کدام حالت کاهش می‌یابد؟

در چرخ و محور بین شعاع (قطر) چرخ و شعاع (قطر) محور و نیروهایی که به چرخ و محور وارد می‌شود، رابطه‌ی زیر برقرار است:

$$\frac{\text{نیروی که بر محور وارد می‌شود}}{\text{شعاع (قطر) محور}} = \frac{\text{شعاع (قطر) چرخ}}{\text{نیروی که بر چرخ وارد می‌شود}}$$

با استفاده از معادله‌ی مزیت مکانیکی (صفحه‌ی ۶۷) و رابطه‌ی بالا، شما می‌توانید مزیت مکانیکی چرخ و محور را به‌آسانی محاسبه کنید.

### فکر کنید

- چگونه می‌توان از چرخ و محور به طوری استفاده کرد که مزیت مکانیکی آن کم‌تر از یک باشد؟ آیا می‌توانید برای آن چند مثال بزنید؟
- برای ماشین‌هایی که تا به حال با آن‌ها آشنا شده‌اید (اهرم نوع اول، دوم و سوم، قرقه‌ها، چرخ و محور) در زندگی روزمره مثال‌هایی ذکر کنید و بگویید هر کدام چگونه به ما کمک می‌کنند.

## یک پله بالاتر

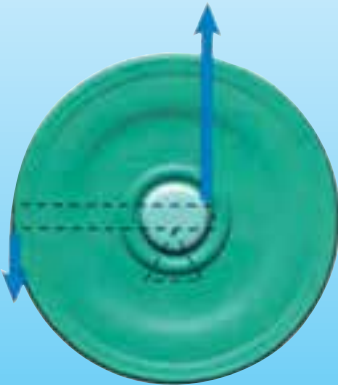
به شکل های زیر نگاه کنید.



همان طور که ملاحظه می کنید قرقره ها را می توان نوعی اهرم به شمار آورد. با این تفاوت که دامنه ی حرکت اهرم محدود است اما دامنه ی حرکت قرقره محدود نیست.

آیا می توانید از روی شکل بگویید که قرقره ی ثابت و قرقره ی متحرک هر کدام چه نوع اهرمی هستند و مزیت مکانیکی آن ها چند است؟

با نگاهی به شکل روبه رو می توان دریافت که چرخ و محور نیز نوعی اهرم است. با این تفاوت که چرخ و محور نه در دامنه ی حرکت محدودیت دارد و نه در مزیت مکانیکی (چرا؟).



سطح شیب دار: در قسمت های قبل مشاهده کردید که به وسیله ی سطح شیب دار می توانیم یک جسم سنگین را با وارد کردن نیرویی کوچک تر از وزن آن، به داخل کامیون منتقل کنیم.

سطح شیب دار هم نوعی ماشین ساده است و سبب می شود که بتوانیم به کمک یک نیروی کم اما در مسافتی طولانی، جسمی را به سمت بالا حرکت دهیم، در حالی که ممکن است جابه جا کردن این جسم به طور مستقیم از سطح زمین بر روی سطح بالایی، در حد نیروی ما نباشد.



سطح شیب دار، به اندازه ی نیروها توجه نمایند.



### بیش تر بدانید



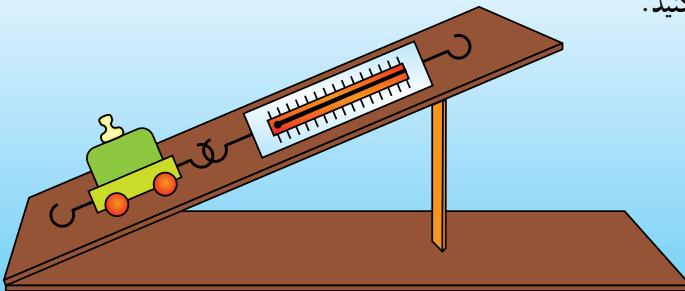
مصریان باستان چندین هرم بزرگ به عنوان مقبره‌ی پادشاهان خود ساخته‌اند. بزرگ‌ترین این اهرام، هرم خوفو است که به آن هرم بزرگ نیز گفته می‌شود. این هرم از بیش از ۲ میلیون قطعه سنگ ساخته شده است. جرم متوسط این قطعه‌سنگ‌ها در حدود  $\frac{2}{5}$  تن است. البته در بین این قطعه‌سنگ‌ها، سنگ‌هایی با جرم بیش از ۱۵ تن نیز وجود دارد. گفته می‌شود که در ساخت این هرم‌ها از سطح شیب‌دار خاکی استفاده شده است.

### محاسبه کنید

- ۱- هرم بزرگ در حدود  $140^\circ$  متر ارتفاع دارد. برای بردن یک سنگ متوسط به بالای این هرم چه قدر کار باید انجام شود؟
- ۲- اگر مصریان این هرم‌ها را با به وجود آوردن سطح‌های شیب‌دار که از خاک درست می‌شوند، ساخته باشند، و اگر مزیت مکانیکی این سطح‌های شیب‌دار را برابر با ۳ بگیریم، مقدار نیروی لازم برای بالا بردن یک تخته سنگ متوسط چه قدر می‌شود؟ تصور کنید اگر نیروی یک کارگر در حدود  $50^\circ$  نیوتون باشد، برای بالا بردن این تخته سنگ به چند کارگر نیاز است؟

### آزمایش کنید

یک نیروسنج، یک چهار چرخه‌ی کوچک، یک وزنه و یک تخته‌ی یک متری به عنوان سطح شیب‌دار تهیه کنید. ابتدا وزنه را به نیروسنج بیاویزید و وزن آن را اندازه بگیرید. وزن چهار چرخه را نیز جداگانه اندازه‌گیری کنید.



وزنه را روی چهار چرخه بگذارید و آن را روی سطح شیبدار قرار دهید. با نیروسنج چهار چرخه را به آرامی به طرف بالا بکشید. دقت کنید که در هنگام کشیدن چهار چرخه نیروسنج موازی سطح شیبدار باشد.

نیروسنج چه نیرویی را نشان می‌دهد؟ مزیت مکانیکی سطح شیبدار را محاسبه کنید. آزمایش را با شیب‌های مختلف تکرار کنید و در هر بار مزیت مکانیکی سطح شیبدار را محاسبه کنید.

با توجه به آزمایش فوق به سؤالات زیر پاسخ دهید :

- ۱- اگر شیب سطح شیبدار زیاد باشد مزیت مکانیکی آن کم‌تر می‌شود یا بیش‌تر؟
- ۲- مزیت مکانیکی یک سطح شیبدار طویل بیش‌تر است یا یک سطح شیبدار کوتاه؟ (ارتفاع هر دو سطح از سطح زمین مساوی است).
- ۳- آیا مزیت مکانیکی یک سطح شیبدار می‌تواند کم‌تر از یک باشد؟

**گوه و پیچ:** گوه و پیچ نیز جزء ماشین‌های ساده هستند و می‌توان آن‌ها را نوعی سطح شیبدار به حساب آورد. شکل‌های زیر به شما کمک می‌کنند تا این دو ماشین را بهتر بشناسید. چاقوی معمولی یک گوه به حساب می‌آید. تیغه‌های قیچی نیز گوه هستند. در واقع گوه یک سطح شیبدار متحرک است. پیچ نیز سطح شیبداری است که به دور یک میله پیچیده شده است. از ترکیب پیچ و گوه، مته به وجود می‌آید.



## اطلاعات جمع آوری کنید

برای سطح شیبدار، گوه و پیچ در زندگی مثال‌هایی ذکر کنید و بگویید هر کدام چگونه به ما کمک می‌کنند؟

## بیش‌تر بدانید

ماشین‌های مرکب یا پیچیده: گاهی دو یا چند ماشین ساده با هم ترکیب می‌شوند و ماشین جدیدی را به وجود می‌آورند؛ مثلاً از ترکیب گوه و اهرم، قیچی ساخته می‌شود. به چنین ماشین‌هایی ماشین مرکب یا پیچیده گفته می‌شود. دو چرخه نیز یک نوع ماشین پیچیده است.



دو چرخه یک ماشین پیچیده است.

## آزمایش کنید

فعالیت زیر را در گروه انجام دهید :

به کمک نیروسنج، تعدادی وزنه‌ی آهنی و چوبی، چند میله‌ی محکم (به‌عنوان اهرم)، تعدادی قرقره، سطح شیبدار و دیگر ماشین‌های ساده، آزمایش‌هایی را طراحی و اجرا کنید؛ به طوری که مزیت مکانیکی و نحوه‌ی کار هر ماشین به‌خوبی نشان داده شود. لااقل دو گزارش در مورد عملکرد ماشین‌ها تهیه کنید و به کلاس ارائه دهید.



# فشار

آیا تا به حال فکر کرده‌اید که چرا یک پونز یا میخ نوک تیز به راحتی در دیوار گچی فرو می‌رود؟ شاید در فیلم‌های مستند دیده باشید که اسکیموها برای جلوگیری از فرورفتن در برف، به کف کفش‌های خود، دو صفحه‌ی بزرگ - مثل راکت تنیس - می‌بندند. آیا تا به حال به چگونگی انتقال یک مایع از ظرفی به ظرف دیگر، فقط، به وسیله‌ی یک لوله‌ی پلاستیکی فکر کرده‌اید؟

تمام این موضوع‌ها به مسأله‌ی فشار و مفهوم و قانون‌های آن در جهان مربوط می‌شود. در این قسمت از کتاب علوم، در این باره مطالبی را خواهید آموخت.

## فشار

واژه‌ی فشار نیز هم‌چون واژه‌ی کار در زندگی روزمره به فراوانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. حتماً تا به حال عبارت‌هایی مانند فشار کار، فشار امتحان و فشارهای روانی و اجتماعی را شنیده‌اید. اما در علم فیزیک، فشار به معنایی بسیار خاص و با تعریفی متفاوت از مفهوم روزانه‌ی آن، مطرح می‌شود.

### فکر کنید

درباره‌ی عبارت‌های زیر فکر کنید. آیا می‌توانید این پدیده‌ها را به مفهومی که در ذهن خود از فشار دارید مربوط نمایید؟

- لبه‌ی تیز چاقو گوشت را به راحتی می‌برد اما لبه‌ی پهن آن نمی‌برد.

- میخ از سر تیزش در چوب فرو می‌رود اما از

سر پهن‌اش فرو نمی‌رود.

- مرتاض‌های هندی روی یک تخت چوبی

پوشیده از میخ می‌خوابند اما نمی‌توانند روی

آن بایستند.



از نظر فیزیکی، فشار در واقع مقدار نیرویی است که به طور عمود بر واحد سطح وارد می‌شود. شاید این تعریف برای شما مشکل و غیرقابل فهم به نظر بیاید. بهتر است با ذکر مثالی آن را ساده‌تر بیان کنیم.

آیا تا به حال دقت کرده‌اید که وقتی روی تشک می‌خوابید، احساس می‌کنید که کمی در آن فرو می‌روید اما وقتی روی تشک می‌ایستید، پای شما در تشک بیش‌تر فرو می‌رود؟ به عبارت دیگر، هنگامی که نیروی وزن بدن شما بر روی یک سطح بزرگ پخش می‌شود، فشار کم‌تری به آن سطح وارد می‌شود، درحالی‌که اگر نیروی وزن بدن بر سطح کوچک‌تری وارد شود، مقدار فشار بر آن سطح بیش‌تر می‌شود و به همین دلیل است که وقتی روی تشک می‌ایستیم، بیش‌تر در آن فرو می‌رویم. برای این که مفهوم فشار را بهتر حس کنید، آزمایش زیر را انجام دهید.

### آزمایش کنید



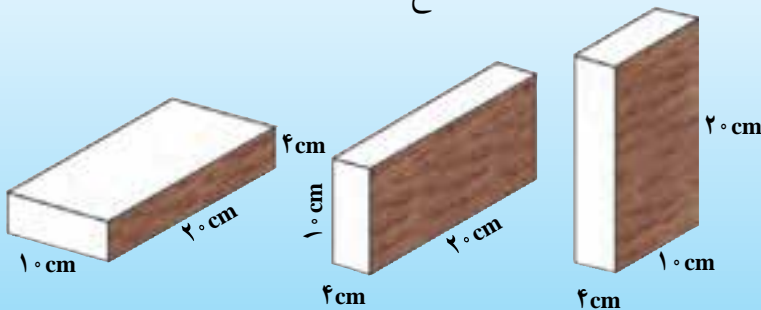
- ۱- در فاصله‌ی حدوداً  $30^\circ$  سانتی‌متری دیواری بایستید و بدن خود را کمی به پهلو خم کنید تا مقداری از نیروی وزن شما، روی کف دستتان بیفتد و از طریق کف دست به دیوار وارد شود.
- ۲- در مرحله‌ی بعدی، به اندازه‌ی کف دست از دیوار دور شوید تا زاویه‌ی بدن شما با دیوار چندان تغییر نکند، حالا به جای کف دست، نیروی وزن‌تان را روی نوک انگشت خود بیندازید. آیا تفاوتی احساس می‌کنید؟

### محاسبه کنید

برای آشنایی بیش‌تر با مفهوم فشار، یک قطعه فلز به شکل مکعب مستطیل، به ابعاد  $4 \times 10 \times 20$  سانتی‌متر و به وزن  $40^\circ$  نیوتون را در نظر بگیرید. محاسبه کنید که اگر این جسم روی هر یک از

سطح‌های خود قرار بگیرد، بر سطح میزی که زیر آن است چه فشاری وارد می‌کند.

(از معادله‌ی فشار استفاده کنید:  $\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}}$ )



حالت ۱- اگر مکعب مستطیل روی سطح  $10 \times 20$  سانتی‌متری خود قرار بگیرد، مساحت سطحی که در تماس با میز است برابر است با:  $10 \times 20 = 200 \text{ cm}^2$   
از آن جا که فشار، نیروی وارد بر واحد سطح است، فشار این مکعب بر سطح میز در این حالت برابر است با:

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{مساحت سطح}} = \frac{40 \text{ N}}{200 \text{ cm}^2} = 0.2 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

واحد فشار در این حالت برحسب نیوتون بر سانتی‌مترمربع به دست آمده است.

حالت ۲ و ۳- اینک شما فشار مکعب بر سطح میز در حالت ۲ و ۳ را محاسبه کنید.  
در کدام حالت فشار فلز بر سطح میز بیش‌تر است؟

همان‌طور که ملاحظه کردید، گرچه نیروی وزن فلز در هر سه حالت یکسان است اما فشاری که به سطح زیرین خود وارد می‌کند، در حالت‌های مختلف متفاوت است. اگر نیرو ثابت بماند، هرچه مساحت سطحی که نیرو به آن وارد می‌شود کوچک‌تر و کم‌تر باشد، میزان فشار وارد بر سطح بیش‌تر است.

### تمرین کنید

- اگر نیرویی که در آزمایش صفحه‌ی قبل بر دیوار وارد می‌شود، حدود  $20$  نیوتون و مساحت نوک انگشت شما حدود  $1$  سانتی‌مترمربع باشد، محاسبه کنید فشاری که به وسیله‌ی نوک انگشت شما به دیوار وارد می‌شود چه قدر است؟
- با فرض ثابت ماندن نیرو در هر دو حالت و با تخمین مساحت کف دست خود، میزان فشار را در این حالت محاسبه کرده و با حالت قبلی مقایسه کنید.

## تفسیر کنید

- ۱- وقتی شما لبه‌ی تیز چاقو را روی گوشت می‌گذارید آن را می‌برید، اما لبه‌ی پهن چاقو نمی‌تواند این کار را بکند. علت چیست؟
- ۲- چرا یک میخ به راحتی با فشار دست در دیوار گچی فرو نمی‌رود اما یک پونز به راحتی در آن فرو می‌رود؟

## بحث کنید

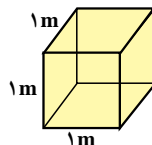
ما در این قسمت از یکای نیوتون بر سانتی متر مربع به عنوان واحد سنجش فشار استفاده کردیم. آیا می‌توانید مفهوم این یکا را در چند جمله برای دوستان خود بیان کنید؟

واحد فشار در فیزیک، نیوتون بر متر مربع است که به افتخار پاسکال، فیزیکدان مشهور فرانسوی (۱۶۶۶-۱۶۲۳ میلادی)، به نام او نامیده شده است و آن را با علامت Pa نشان می‌دهند. یک نیوتون بر سانتی متر مربع برابر است با ۱۰۰۰۰ پاسکال (چرا؟)

## فشار مایعات

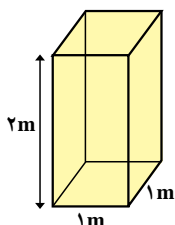
همان‌طور که معمولاً فشار هر جسم جامد بر سطح زیرین آن در اثر نیروی گرانش است، فشار مایعات نیز در اثر نیروی وزن آن‌ها به وجود می‌آید. آب درون یک مخزن را در نظر بگیرید، اگر ناگهان دیوارهای مخزن یا کف آن برداشته شود، چه اتفاقی می‌افتد؟ مسلماً، آب فرو می‌ریزد؛ در واقع، دیواره‌ها و کف مخزن، جلوی ریزش آب را می‌گیرند و فشار ناشی از نیروی آن را تحمل می‌کنند. بسیاری از شهرها دارای شبکه‌ی آب لوله‌کشی هستند. در شبکه‌ی آب‌رسانی شهرها، معمولاً مخزن آب را در ارتفاعی بالاتر از بقیه‌ی نقاط می‌سازند. در نتیجه، آب در اثر نیروی گرانش در شبکه‌ی آب شهر جاری می‌شود.

برای این که به مفهوم فشار مایعات بهتری ببرید، به مثال زیر توجه کنید: اگر یک ظرف مکعبی شکل پر از آب به ابعاد  $1 \times 1 \times 1$  متر را در نظر بگیرید، این ظرف محتوی حدود هزار کیلوگرم آب است.



وزن این مقدار آب در حدود ۱۰۰۰۰ نیوتون می‌شود. بنابراین فشار وارد بر کف مخزن برابر است با:

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}} = \frac{۱۰۰۰۰ \text{ نیوتون}}{۱ \text{ مترمربع}} = ۱۰۰۰۰ \frac{\text{نیوتون}}{\text{مترمربع}} = ۱۰۰۰۰ \text{ Pa}$$



حال اگر ارتفاع آب در مخزن به جای ۱ متر، ۲ متر باشد، فشار آب بر کف آن، دو برابر - یعنی ۲۰۰۰۰ پاسکال - می‌شود.

بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که فشار مایعات به ارتفاع آن‌ها بستگی دارد. یعنی هرچه ارتفاع ستون مایع بیشتر باشد، نیروی وزن مایع بر سطح زیرین خود بیشتر می‌شود و در نتیجه فشار مایع بیشتر خواهد بود. آزمایش زیر را انجام دهید تا بهتر به این مفهوم پی ببرید.

### آزمایش کنید



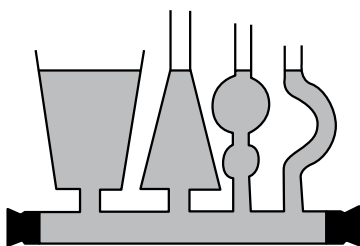
یک لوله‌ی PVC به قطر ۶ یا ۱۰ سانتی‌متر و به ارتفاع حدود ۱ متر تهیه کنید (معمولاً این‌گونه لوله‌های خاکستری رنگ در فروشگاه‌های لوازم ساختمانی به فروش می‌رسند و به آن‌ها لوله‌ی پولیکا هم گفته می‌شود).

۱- روی بدنه‌ی این لوله در نقاط ۲۵، ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر از انتهای آن، سوراخ‌هایی به قطر ۵/۰ سانتی‌متر ایجاد کنید. برای انجام این کار از دستگاه سوراخ‌کن برقی یا دستی یا یک پیچ‌گوشتی نوک تیز می‌توانید استفاده کنید.

۲- یک انتهای لوله را با یک درپوش مناسب کاملاً مسدود کنید و آن را عمودی روی مکانی بالاتر از سطح زمین بگذارید.

۳- سوراخ‌ها را با خمیر مسدود و لوله را از آب پر کنید. (بهتر است آن را زیر شیر آب قرار دهید) سپس ناگهان سوراخ‌ها را باز کنید. به چگونگی ریزش آب از سوراخ‌ها توجه کنید. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

(این آزمایش را می‌توانید با یک بطری نوشابه‌ی خانواده نیز انجام دهید.)

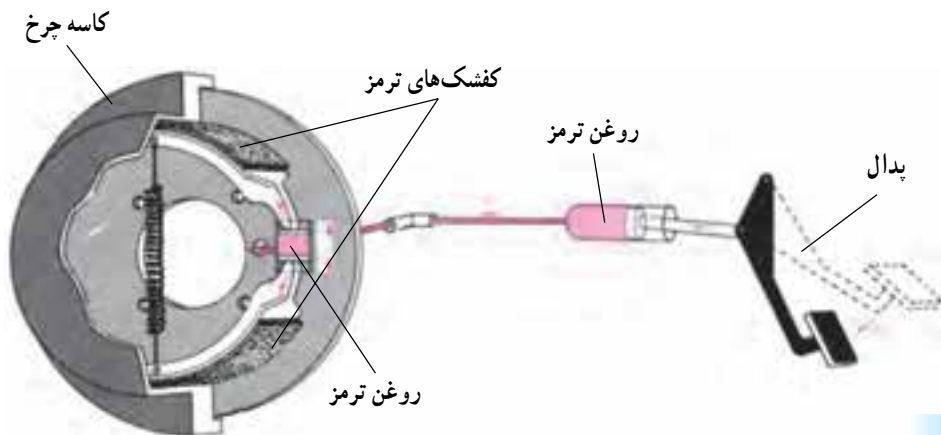
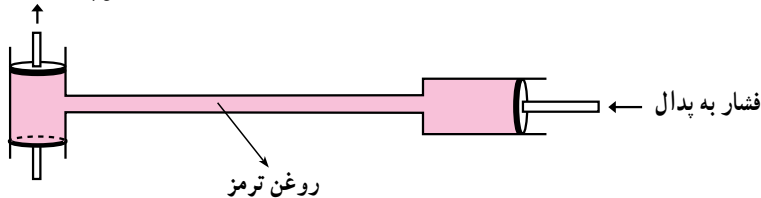


معمولاً در آزمایشگاه، یک وسیله‌ی شیشه‌ای به شکل روبه‌رو وجود دارد که اگر در آن آب ریخته شود می‌بینید که ارتفاع آب در همه‌ی لوله‌ها به یک اندازه بالا می‌آید.

این وسیله نشان می‌دهد که مقدار فشار آب در هر لوله، فقط به ارتفاع آب در آن بستگی دارد و به مقدار کلی آب در لوله و سطح قاعده‌ی آن بستگی ندارد. یکسان بودن ارتفاع آب در لوله‌ها نشان می‌دهد که فشار آب در همه‌ی لوله‌ها با هم مساوی است؛ زیرا اگر فشار آب در یک لوله با لوله‌های دیگر متفاوت بود، آب در لوله‌ها به حرکت درمی‌آمد تا فشار در همه جا مساوی شود.

یک نکته‌ی بسیار جالب در مورد فشار مایعات این است که مایعات، فشار را به خوبی و به‌طور یکسان در همه‌ی جهات منتقل می‌کنند. از این خاصیت، در موارد بسیاری استفاده می‌شود. از جمله در دستگاه ترمز اتومبیل‌ها از خاصیت انتقال فشار مایعات بهره گرفته می‌شود. وقتی که پدال ترمز را فشار می‌دهیم، این فشار توسط روغن ترمز به کفشک‌های ترمز منتقل می‌شود و آن‌ها را به کاسه‌ی چرخ می‌چسباند. به این ترتیب، به کفشک‌های ترمز نیرو منتقل می‌شود. از این خاصیت در وسایل دیگری هم چون جک‌های روغنی نیز استفاده می‌شود.

انتقال به کفشک‌های ترمز



## فشار گازها

وقتی با انگشت خود جلوی جریان آب را در یک لوله می‌گیرید، فشار مایع را به خوبی احساس می‌کنید، آیا فشار هوا را نیز می‌توان به خوبی احساس کرد؟

### آزمایش کنید

- ۱- در یک قوطی فلزی نوشابه‌ی خالی، مقداری آب داغ بریزید. سپس آب داغ را خالی کنید و بلافاصله با انگشت خود در قوطی را مسدود نمایید (مواظب باشید لبه‌ی تیز فلز دست شما را نبرد). حالا روی قوطی آب سرد بریزید. چه اتفاقی می‌افتد؟ چرا؟
- ۲- لیوانی را پر از آب کنید. یک برگ کاغذ کلفت را روی در آن بگذارید. لیوان را سر و ته کنید. چه اتفاقی روی می‌دهد؟ چرا؟



فشار هوا، نوشیدنی را به داخل دهان ما می‌راند.

هوای اطراف زمین، به وسیله‌ی نیروی گرانش زمین به طرف پایین کشیده می‌شود. نیروی گرانش سبب می‌شود که هوا بر همه‌ی اجسام روی زمین، فشار وارد کند؛ مانند آبی که بر کف ظرف خود فشار وارد می‌کند. وجود فشار هوا در انجام بعضی کارها به ما کمک می‌کند؛ مثلاً وقتی که با یک نی، نوشیدنی می‌خورید، فشار هوا، مایع را از لیوان به درون دهان شما منتقل می‌کند.

فشار هوا بر روی تمام اجسامی که روی سطح زمین قرار دارند از همه‌ی جهت‌ها وارد می‌شود.

### بیش تر بدانید

فشار هوای روی سطح زمین در کنار دریاهاى آزاد حدوداً برابر ۱۰۰۰۰۰ نیوتون بر متر مربع (۱۰ نیوتون بر سانتی متر مربع) است. هرچه از سطح زمین بالاتر برویم مقدار فشار هوا کم تر می شود. فشار هوا بر فراز قله‌ی اورست، آن قدر کم است که کوهنوردان باید برای تنفس از مخازن هوای فشرده استفاده کنند.

### یک نکته‌ی جالب

شاید شنیده باشید که ما معمولاً هر کار آسانی را به «آب خوردن» تشبیه می کنیم اما آیا می دانید آب خوردن برای کسانی که در ایستگاه‌های فضایی در شرایط بی وزنی قرار دارند کار چندان آسانی هم نیست؟

بر روی سطح زمین، وقتی بطری آب را کج می کنیم در اثر نیروی گرانش، آب به دهان ما سرازیر می شود اما در شرایط بی وزنی حتی اگر بطری آب را کاملاً هم سر و ته بگیریم، آب فرو نمی ریزد. در این شرایط چگونه می توان آب خورد؟

در چنین شرایطی آب را می توان به وسیله‌ی نی نوشید. فشار هوای موجود در ایستگاه فضایی، این کار را امکان پذیر می سازد. اما می دانید چگونه؟

وقتی در یک محیط بسته، مقداری گاز وارد می کنیم، مولکول‌های گاز که پیوسته در حال حرکت و جنبش هستند دائماً به دیواره‌های ظرف برخورد می کنند. برخورد هر مولکول با دیواره‌ی ظرف، نیرویی بر دیواره وارد می کند. به عبارت دیگر، می توان گفت که عامل ایجاد فشار یک گاز بر دیواره‌های ظرف آن، ضربه‌های متوالی مولکول‌های گاز به دیواره است. هرچه مقدار گازی که به یک ظرف در بسته وارد می کنیم بیش تر باشد، فشار گاز درون آن ظرف بیش تر می شود؛ زیرا با افزایش تعداد مولکول‌ها؛ تعداد برخورد آن‌ها با دیواره‌ی ظرف افزایش می یابد.

### فکر کنید

– می دانید که اگر لاستیک ماشین یا توپ را بیش از حد باد کنیم، می ترکد. علت آن چیست؟  
– به نظر شما اگر دمای گازی که در یک ظرف در بسته وجود دارد افزایش یابد فشار آن بیش تر می شود یا کم تر؟ چرا؟

همان طور که ملاحظه می کنید، عامل وجود فشار هوا بر اجسام روی سطح زمین، نیروی گرانشی است که از طرف زمین بر هوای اطراف آن وارد می شود و آن را به طرف خود می کشد اما در



مورد گازی که در یک ظرف در بسته قرار دارد - مثل هوای موجود در لاستیک اتومبیل یا گاز موجود در کپسول یا هوای موجود در فضاپیما - می‌توان گفت که عامل فشار در واقع جنبش و حرکت مولکول‌های گاز آن است.

### **بیش‌تر بدانید**

معمولاً در ایستگاه‌های فضایی، بیش‌تر مواد غذایی مایع یا نیمه‌جامد و خمیری شکل (از جمله آب) در لوله‌هایی شبیه لوله‌ی خمیردندان قرار دارد و فضاانوردان با فشردن لوله، مواد غذایی درون آن را به دهان خود منتقل می‌کنند. این روش از پراکنده شدن ذرات مواد غذایی و آب در فضای فضاپیما جلوگیری می‌کند.

## بارالکتریکی

وقتی با پارچه‌ی خشک و پُرزداری، صفحه‌ی تلویزیون را تمیز می‌کنید، پرزهای پارچه به صفحه‌ی تلویزیون می‌چسبند؛ هنگامی که با شانه‌ی پلاستیکی موهای خشک و تمیز خود را شانه می‌کنید، موها مرتب نشده و به دنبال شانه کشیده می‌شوند؛ آیا تاکنون توجه کرده‌اید که نور شدید حاصل از برق میان ابرها چگونه آسمان را در تاریکی شب، روشن می‌کند؟

دوهای غلیظ و سیاهی که از دودکش کارخانه‌ها وارد هوا می‌شوند، آسیب جدی و جبران‌ناپذیری به محیط زیست وارد می‌کنند. چگونه می‌توان با جلوگیری از ورود دود به هوا، محیط زیست را سالم نگه داشت؟

با مطالعه و یادگیری مطالب این فصل، علت این پدیده‌ها را بهتر درک می‌کنید و می‌توانید برای این قبیل پرسش‌ها، پاسخ مناسب ارائه دهید.

### مشاهده کنید



۱- یک میله‌ی پلاستیکی مانند خودکار معمولی یا یک شانه که بدنه‌ی پلاستیکی دارد را با پارچه‌ی پشمی یا موهای سر خود، مالش دهید و آن را به تکه‌های کوچک کاغذ نزدیک کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟

۲- سعی کنید بادکنکی را بدون استفاده از چسب به دیوار بچسبانید.

نتیجه‌ی فعالیت و نحوه‌ی انجام آن را بنویسید و به کلاس گزارش کنید.

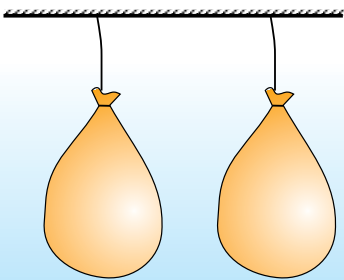
توجه نمایید که برای انجام تمام فعالیت‌های الکتریسیته، وسایل باید خشک باشند.

## بار الکتریکی

انسان، از زمان‌های بسیار دور با پدیده‌هایی مشابه آنچه بیان شده آشنا بوده است. بررسی این پدیده‌ها و تلاش برای درک علت آن‌ها باعث پیشرفت دانش و فناوری بسیار گسترده‌ای در این زمینه شده است. به این مبحث از دانش، **الکتریسیته** گفته می‌شود. برای بررسی الکتریسیته، ابتدا باید با کمیتی به نام «بار الکتریکی» آشنا شویم.

وقتی میله‌ای پلاستیکی را با پارچه‌ای پشمی مالش می‌دهیم، به علت مالش میله با پارچه، در میله تغییری ایجاد می‌شود و میله خاصیت جدیدی پیدا می‌کند، از این رو، تکه‌های کوچک کاغذ را جذب می‌کند. در این صورت، می‌گوییم میله دارای بار الکتریکی شده است. وقتی دو جسم با یک‌دیگر مالش داده شوند، معمولاً، هر دو دارای بار الکتریکی می‌شوند.

### آزمایش کنید



- ۱- دو بادکنک و یک تکه پارچه‌ی پشمی تهیه کنید. به داخل بادکنک‌ها بدمید و دهانه‌ی آن‌ها را محکم ببندید.
- ۲- یکی از بادکنک‌ها را با پارچه‌ی پشمی مالش دهید. سپس یک بار پارچه و بار دیگر، بادکنک را به تکه‌های کاغذ نزدیک کنید. چه روی می‌دهد؟
- ۳- بادکنک را توسط یک نخ آویزان کنید و آن را با پارچه مالش دهید. اکنون پارچه را بدون تماس با بادکنک، به آن نزدیک کنید. چه روی می‌دهد؟
- ۴- دو بادکنک را مطابق شکل در نزدیکی یک‌دیگر آویزان کنید. با مالش پارچه به آن‌ها، بادکنک‌ها را باردار کنید. چه روی می‌دهد؟ نتیجه‌ی مشاهدات خود را بنویسید و به کلاس گزارش دهید.

مشاهده‌ی آثار باردار شدن جسم‌ها، این واقعیت را نشان می‌دهد که وقتی دو جسم دارای بار الکتریکی می‌شوند، بر یک‌دیگر نیرو وارد می‌کنند. بررسی و تحلیل آزمایش‌هایی نظیر فعالیتی که شما انجام دادید، دو واقعیت را نشان می‌دهد:

الف) نیروی الکتریکی موجود بین جسم‌هایی که دارای بار الکتریکی هستند، گاهی رابشی و گاهی رانشی است.

ب) دو نوع بار الکتریکی وجود دارد.

## دو نوع نیرو، دو نوع بار الکتریکی

دیدیم که نیروی الکتریکی موجود بین پارچه و بادکنک، ربایشی است اما دو بادکنکی که با یک پارچه مالش داده شده‌اند، یک‌دیگر را می‌رانند؛ یعنی، نیروی الکتریکی بین آن‌ها، رانشی است. هر دو بادکنک با یک پارچه مالش داده شده‌اند، در نتیجه، بار الکتریکی آن‌ها یکسان است. وجود نیروی ربایشی بین پارچه و بادکنک و نیز نیروی رانشی بین دو بادکنک، نشان می‌دهد که وقتی پارچه و بادکنک به یک‌دیگر مالش داده می‌شوند، بارهای الکتریکی ایجاد شده در آن‌ها، یکسان نیست. زیرا اگر بار الکتریکی پارچه و بادکنک یکسان باشد، باید پارچه، بادکنک را براند. از یکسان نبودن بار الکتریکی پارچه و بادکنک می‌توان نتیجه گرفت که دو نوع بار الکتریکی وجود دارد.

### تفسیر کنید

به وسیله‌ی یک میله‌ی پلاستیکی، یک بادکنک و یک تکه پارچه‌ی پشمی، آزمایش‌های زیر را انجام دهید.



- ۱- بادکنک را آویزان کنید و آن را با پارچه‌ی پشمی مالش دهید.
  - ۲- میله‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش دهید. ابتدا پارچه و سپس میله‌ی پلاستیکی را به بادکنک نزدیک کنید.
- با توجه به نتیجه‌ی آزمایش‌ها، مشخص کنید که بار الکتریکی میله مشابه بار الکتریکی بادکنک است یا بار الکتریکی پارچه؟

دانشمندان برای تشخیص بارهای الکتریکی از یک‌دیگر، آن‌ها را نام‌گذاری کرده‌اند؛ بار الکتریکی‌ای که در بادکنک ایجاد می‌شود (و بارهای مشابه آن) را بار الکتریکی منفی و بار الکتریکی‌ای که در پارچه ایجاد می‌شود (و بارهای مشابه آن) را بار الکتریکی مثبت می‌نامند.

## آزمایش کنید

یک میله‌ی پلاستیکی، تکه‌ای پارچه‌ی پشمی، دو میله‌ی شیشه‌ای کوچک و یک کیسه‌ی نایلونی مانند کیسه مواد غذایی فراهم کنید. آزمایش‌های زیر را انجام دهید و مشاهدات خود را بنویسید.

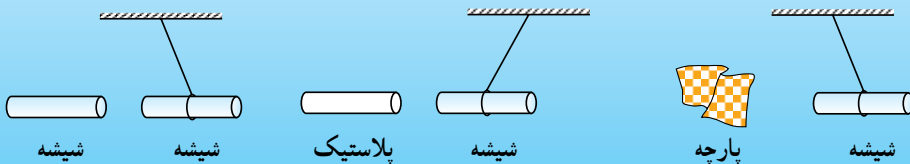
۱- میله‌های شیشه‌ای را با کیسه‌ی نایلونی مالش دهید و از این طریق به میله‌ها بار الکتریکی

بدهید. یکی از میله‌ها را بیاویزید و دیگری را به آن نزدیک کنید. چه روی می‌دهد؟

۲- میله‌ی پلاستیکی را با مالش به پارچه‌ی پشمی، باردار کنید و آن را به میله‌ی آویخته شده

نزدیک کنید. سپس پارچه‌ی پشمی را به میله‌ی شیشه‌ای نزدیک کنید. چه روی می‌دهد؟ آیا

می‌توانید مشخص کنید که بار الکتریکی شیشه منفی است یا مثبت؟



آنچه را درباره‌ی بار الکتریکی آموخته‌اید یک بار مرور کنید. نتیجه‌ی فعالیت‌ها را بررسی و تحلیل کنید. آیا می‌دانید نیرویی که دو جسم باردار بر یکدیگر وارد می‌کنند در چه صورت ربایشی و در چه صورت رانشی است؟

بررسی چند آزمایش - نظیر آنچه شما انجام داده‌اید - به ما کمک می‌کند تا به دو قاعده‌ی

اساسی الکتریسته درباره‌ی نیروهایی که دو جسم باردار به یکدیگر وارد می‌کنند، پی ببریم:

۱- دو جسم که بار الکتریکی همنام دارند (هر دو منفی یا هر دو مثبت) بر یکدیگر نیروی

رانشی وارد می‌کنند.

۲- دو جسم که بار الکتریکی غیرهمنام (یکی منفی و دیگری مثبت) دارند، بر یکدیگر نیروی

ربایشی وارد می‌کنند.

## برق نما بسازید

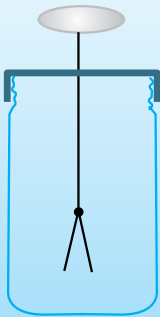
برق نما (الکتروسکوپ) وسیله‌ی ساده‌ای است که به کمک آن می‌توان آزمایش‌های ساده‌ی

الکتریسته را انجام داد. برای ساختن آن به یک بطری شیشه‌ای نظیر بطری مربا با در

پلاستیکی، میله‌ی فلزی، قرص فلزی (سکه)، و ورقه‌ی نازک فلزی مانند زرورق شکلات یا

فویل آلومینیومی، نیاز دارید.

ابتدا مانند شکل، میله را از درپوش بگذرانید و یک سر آن را به قرص فلزی لحیم کنید. سپس



ورقه‌ی نازک فلزی را مثل عدد ۸ تا کنید و روی قسمت پایین میله با نوار چسب بچسبانید. ورقه‌ها را چند بار باز و بسته کنید تا به راحتی بتوانند از هم جدا شوند یا به هم بچسبند. حالا میله را وارد بطری کنید. اکنون شما یک برق‌نما ساخته‌اید. به قرص فلزی، کلاهک و به ورقه‌های فلزی، ورقه‌های الکتروسکوپ می‌گوییم. به کمک برق‌نما می‌توان نشان داد که یک جسم بار الکتریکی دارد یا ندارد. علاوه بر آن می‌توان نوع بار الکتریکی یک جسم را نیز مشخص کرد.

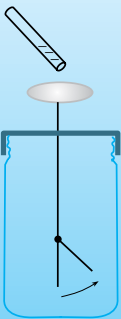
● **توجه کنید:** آزمایش‌های مربوط به بار الکتریکی در هوای مرطوب به علت رسانا بودن هوا، خوب نتیجه نمی‌دهند. بنابراین قبل از آزمایش وسیله‌ها را کاملاً خشک کنید و حتی الامکان، آزمایش را در محیط‌های غیرمرطوب انجام دهید.

معمولاً در برق‌نماها تیغه‌های پایین را به شکل لولای می‌سازند تا به راحتی بتواند حرکت کند.

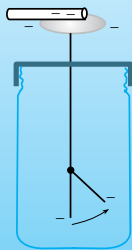
### آزمایش کنید

به کمک برق‌نمایی که در مدرسه موجود است یا خودتان ساخته‌اید، آزمایش‌های زیر را انجام دهید:

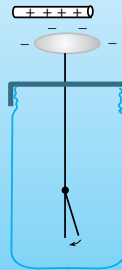
- ۱- یک میله‌ی پلاستیکی و یک میله‌ی شیشه‌ای را باردار کنید.
- ۲- به نوبت، میله‌ی پلاستیکی و شیشه‌ای را بدون تماس، به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک نمایید و سپس از آن دور کنید. چه روی می‌دهد؟ (شکل ۱)
- ۳- میله‌ی پلاستیکی (یا شیشه‌ای) باردار را به کلاهک تماس دهید و سپس از آن دور کنید. چه روی می‌دهد؟ (شکل ۲)



۱



۲

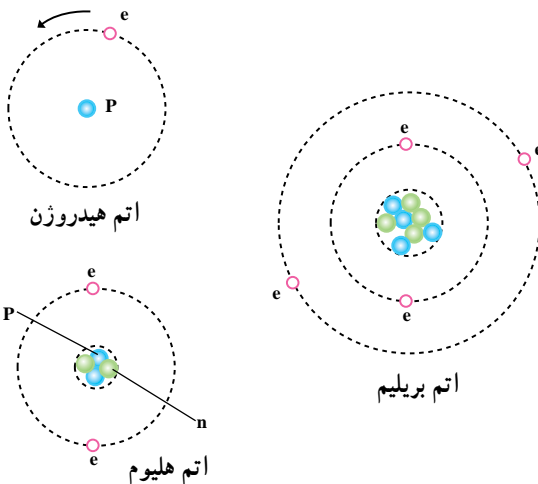


۳

- ۴- ابتدا میله‌ی شیشه‌ای و سپس میله‌ی پلاستیکی باردار را بدون تماس به کلاهک الکتروسکوپ - که در مرحله ۳ به آن بار الکتریکی داده‌اید - نزدیک کرده و از آن دور کنید. چه روی می‌دهد؟ (شکل ۳) نتیجه‌ی آزمایش‌های بالا

را تحلیل کنید. سپس در دفتر علوم خود بنویسید که چگونه می‌توان به کمک الکتروسکوپ :  
الف) نشان داد که یک جسم بار الکتریکی دارد یا ندارد.  
ب) نوع بار الکتریکی یک جسم را مشخص کرد.

همان‌طور که در بخش ماده و تغییرات آن خواندید، همه‌ی مواد از اتم ساخته شده‌اند. هر اتم از تعدادی پروتون (p) و نوترون (n) که هسته‌ی آن را می‌سازند و تعدادی الکترون (e) که به دور هسته در حال چرخش هستند، ساخته شده است. بار الکتریکی یک پروتون مثبت و از نظر اندازه، برابر با بار الکتریکی الکترون (منفی) است. در یک اتم در حالت عادی، تعداد پروتون‌ها همیشه با تعداد الکترون‌ها مساوی است.



در نتیجه، چون اتم در حالت عادی دارای دو نوع بار الکتریکی مثبت و منفی به مقدار مساوی است، اتم از نظر بار الکتریکی خنثی است. اما اگر از یک اتم، الکترونی جدا شود چون تعداد پروتون‌های آن بیش‌تر از تعداد الکترون‌هایش می‌شود، دیگر از نظر بار الکتریکی خنثی نیست و دارای بار الکتریکی مثبت می‌شود.

همچنین، اگر تعدادی الکترون به یک اتم افزوده شود، اتم دارای بار الکتریکی منفی می‌شود. باید توجه داشت که باردار شدن اتم‌ها فقط از طریق انتقال الکترون انجام می‌شود و پروتون‌ها در این کار نقشی ندارند؛ زیرا پروتون‌ها ذرات سنگینی هستند که با نیروی بسیار زیادی در هسته‌ی اتم نگه‌داشته شده‌اند و نمی‌توان آن‌ها را به راحتی الکترون از اتم جدا کرد.

### فکر کنید

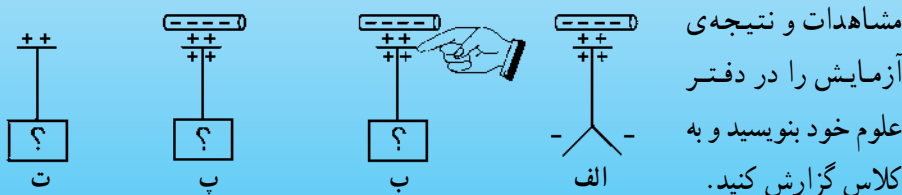
وقتی دو جسم را به یک‌دیگر مالش می‌دهیم (مثلاً میله‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی یا میله‌ی شیشه‌ای را با کیسه‌ی نایلونی)، یکی از آن‌ها دارای بار الکتریکی مثبت می‌شود و دیگری به همان اندازه بار الکتریکی منفی به دست می‌آورد. با توجه به ساختمان اتم، توضیح دهید که هنگام مالش دو جسم به یک‌دیگر، چه پدیده‌ای رخ می‌دهد؟

## القای بار الکتریکی

با باردار کردن اجسام به روش مالش دادن، آشنا شدید. معمولاً از روش مالش برای باردار کردن اجسام غیر فلزی استفاده می‌شود. اکنون می‌خواهیم شما را با شیوه‌ای برای باردار کردن اجسام فلزی آشنا کنیم. برای این منظور، فعالیت زیر را انجام دهید.

### مشاهده کنید

- برای انجام این فعالیت، به میله‌ی پلاستیکی، پارچه‌ی پشمی و به الکتروسکوپ نیاز دارید.
- ۱- با تماس انگشت به کلاهک الکتروسکوپ، مطمئن شوید که الکتروسکوپ بدون بار الکتریکی است.
  - ۲- با مالش پارچه به میله‌ی پلاستیکی، به آن بار الکتریکی بدهید.
  - ۳- میله‌ی پلاستیکی باردار را، بدون این که با آن تماس داشته باشد به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک کنید. در این حالت، ورقه‌های الکتروسکوپ از یک‌دیگر دور می‌شوند (شکل الف).
  - ۴- در حالی که میله‌ی پلاستیکی نزدیک کلاهک الکتروسکوپ است، انگشت خود را به کلاهک الکتروسکوپ تماس دهید و سپس از آن جدا کنید (شکل‌های ب و پ). در این حالت، ورقه‌های الکتروسکوپ چگونه قرار می‌گیرند؟
  - ۵- بعد از آن که انگشت خود را از روی کلاهک برداشتید، میله‌ی پلاستیکی را از آن دور کنید. در این حالت به انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ توجه کنید (شکل ت).



برای باردار کردن اجسام فلزی می‌توانید روش بالا را به همان ترتیب به کار ببرید. باید توجه داشت که جسم فلزی حتماً روی یک پایه‌ی غیر فلزی قرار بگیرد و با اجسام فلزی دیگر در تماس نباشد. به این روش باردار کردن «القای بار الکتریکی» گفته می‌شود.

### فکر کنید

اگر فعالیت بالا را با میله‌ی شیشه‌ای انجام دهید، بار القا شده در الکتروسکوپ مثبت می‌شود یا منفی؟



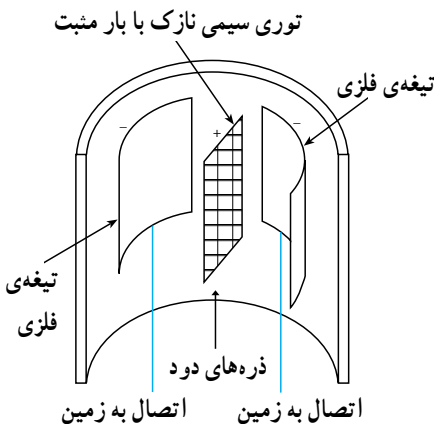
## آذرخش (صاعقه)، برقگیر

ابرها به علت مالش به هوا یا کوه‌های بلند، دارای بار الکتریکی می‌شوند. اگر قطعه ابر بارداری به زمین نزدیک شود، بین ابر و بلندترین نقطه‌ی زمین در یک منطقه، مثلاً قله‌ی یک کوه بلند، جرقه‌ی الکتریکی زده می‌شود. جرقه‌ی الکتریکی، در واقع، جهش الکترون‌ها از یک جسم به جسم دیگر است. این عمل با نور و گرما همراه است. گاهی طول جرقه بین ابر و زمین (یا دو قطعه ابر) به چند کیلومتر می‌رسد. این عمل را **تخلیه‌ی الکتریکی** می‌نامند. به تخلیه‌ی الکتریکی بین ابر و زمین «آذرخش یا صاعقه» گفته می‌شود. اگر آذرخش به محل مسکونی یا مزرعه برخورد کند، خسارت‌های جبران ناپذیری ایجاد می‌کند. برای حفاظت ساختمان‌های بلند از خطر اصابت آذرخش، از وسیله‌ی بسیار ساده‌ای به نام **برقگیر** استفاده می‌کنند. برقگیر یک میله‌ی فلزی کلفت (معمولاً مس) است که در بالاترین نقطه‌ی ساختمان‌های بلند نصب می‌شود. این قطعه‌ی مسی توسط کابل مسی به زمین مرطوب در زیر ساختمان وصل می‌شود. در صورت نزدیک شدن ابر باردار به ساختمان، بار الکتریکی ابر توسط برقگیر، در زمین تخلیه می‌شود و ساختمان از آسیب مصون می‌ماند.



### بینش‌تر بدانید (علوم و فناوری)

رسوب دهنده‌ی الکتریکی: دودهای سیاه غلیظ و گرد و غباری را که از دودکش کارخانه‌ها بالا



می‌روند، می‌توان توسط رسوب دهنده‌ی الکتریکی از هوا جدا کرد و مانع ورود آن‌ها به هوا شد. رسوب دهنده‌ی الکتریکی از توری فلزی نازکی با بار الکتریکی مثبت و دو تیغه‌ی فلزی که به زمین متصل هستند، تشکیل شده است. ذرات دود و گرد و غبار هنگام عبور از میان توری فلزی دارای بار مثبت می‌شوند. ذره‌های دود باردار شده، از توری رانده می‌شوند و روی تیغه‌ها رسوب می‌کنند. به این ترتیب، از هوا جدا می‌گردند. تیغه‌ها را گاه با زدن ضربه می‌تکانند تا دوباره آماده‌ی کار شوند.

## جریان الکتریکی

وقتی کلید برق اتاق را وصل می‌کنید، لامپ روشن می‌شود. وقتی دو شاخه‌ی اتو، پنکه، تلویزیون یا هر وسیله‌ی برقی دیگر را به پریز وصل می‌کنید، آن‌ها روشن می‌شوند و هر کدام کاری انجام می‌دهند. راننده با چرخاندن کلید، اتومبیل را روشن می‌کند. در همه‌ی این مثال‌ها «جریان الکتریکی» برقرار می‌شود و عمل مورد نظر ما مانند روشن شدن لامپ، گرم شدن اتو و ... انجام می‌گردد. اکثر مردم بدون توجه به آن چه رخ می‌دهد، از انرژی جریان الکتریکی استفاده می‌کنند. به جریان الکتریکی، جریان برق نیز گفته می‌شود. هنگام ایجاد رعد و برق بین دو قطعه‌ی ابر و نیز روی دادن صاعقه، نوعی جریان الکتریکی بین ابرها یا ابر و زمین برقرار می‌شود.



### فکر کنید و پاسخ دهید

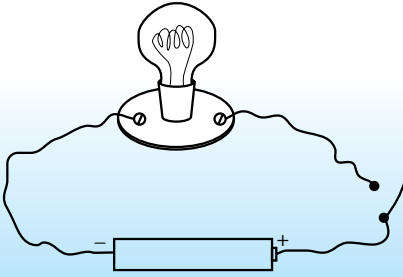
دیدیم که برق و نیز صاعقه، تخلیه‌ی الکتریکی بین دو ابر یا ابر و زمین است، با توجه به آن چه تاکنون آموخته‌اید، پاسخ دهید که «در تخلیه‌ی الکتریکی چه روی می‌دهد؟»

### رسانا، نارسانا

آیا تاکنون به سیم‌هایی که مخصوص سیم‌کشی برق است، توجه کرده‌اید؟ این سیم‌ها از دو قسمت درست شده‌اند؛ یک قسمت، رشته‌های باریکی هستند که در داخل قرار گرفته‌اند و قسمت دیگر، روکش آن است.

قسمت مرکزی از یک نوع فلز (معمولاً مس) تشکیل شده و قسمت خارجی آن پلاستیکی است. آیا می‌دانید چرا سیم‌های برق را به این صورت می‌سازند؟ این پرسش را با انجام آزمایش صفحه‌ی بعد پاسخ دهید.

### آزمایش کنید



شما در درس حرفه‌وفن با مدار الکتریکی آشنا شده‌اید. به وسیله‌ی یک لامپ کوچک، یک قوه و مقداری سیم، یک مدار الکتریکی درست کنید. همان‌طور که در شکل می‌بینید، دو سر سیم را در یک نقطه از هم جدا کنید.

- ۱- دو سر سیم را به هم بچسبانید تا مطمئن شوید لامپ در این حالت روشن می‌شود.
- ۲- مواد مختلف فلزی و غیرفلزی را بین دو سر سیم قرار دهید. چه مشاهده می‌کنید؟ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

به موادی که جریان برق را از خود عبور می‌دهند رسانا و به موادی که عبور نمی‌دهند نارسانا گفته می‌شود. تمامی فلزات از جمله مس که سیم برق از آن ساخته می‌شود رسانا هستند. روکش پلاستیکی سیم و بیش‌تر غیرفلزات نارسانا هستند.

در اتم بعضی عناصرها، الکترونی که در دورترین فاصله از هسته واقع است، به راحتی از اتم جدا می‌شود و از یک اتم به دیگر جهش می‌کند. به این گونه الکترون‌ها «الکترون آزاد» گفته می‌شود. در مواد رسانا تعداد بی‌شماری الکترون آزاد وجود دارد. الکترون‌های آزاد با جابه‌جاشدن در داخل رسانا، باعث جابه‌جایی بار الکتریکی از داخل رسانا می‌شوند.

در جسم نارسانا، به تعداد کافی الکترون آزاد برای جابه‌جایی وجود ندارد؛ در نتیجه، وقتی به یک جسم نارسانا الکترون اضافه یا کاسته شود، جسم دارای بار الکتریکی می‌گردد و بار الکتریکی در همان محل، ساکن باقی می‌ماند و جابه‌جا نمی‌شود.

اکنون که با چگونگی عبور بار الکتریکی در داخل جسم رسانا آشنا شدید، می‌توانید توضیح دهید که چرا برای برق‌رسانی از سیم‌های رسانا با روکش لاستیکی استفاده می‌شود.


### آزمایش کنید

رسانا	نارسانا
مس	پلاستیک

فهرستی از جسم‌های رسانا و نارسانا تهیه کنید و آن را در جدولی مانند جدول روبه‌رو، در دفتر علوم خود بنویسید. برای تعیین رسانا و یا نارسانا بودن یک جسم می‌توانید مانند آزمایش بالا، عمل کنید.

## اختلاف پتانسیل

همان طور که در آزمایش بالای صفحه‌ی قبل مشاهده کردید، در مدار الکتریکی در صورتی که مدار به درستی بسته شده باشد، جریان الکتریکی به وجود می‌آید و لامپ روشن می‌شود. برای به وجود آمدن جریان الکتریکی وجود قوه یا باتری ضروری است. هر قوه یا باتری دارای دو پایانه است که یکی را پایانه‌ی مثبت و دیگری را پایانه‌ی منفی می‌نامند. علاوه بر آن درون قوه و باتری اجزای دیگری نیز وجود دارند.



### مشاهده کنید

یک قوه را به دقت بررسی کنید. برجستگی بالای آن، پایانه‌ی مثبت و کف قوه (بدنه‌ی آن) پایانه‌ی منفی است و با احتیاط و به کمک معلم یا یکی از اولیای خود، بدنه‌ی قوه را شکافته و محتویات آن را مورد مشاهده قرار دهید. نتیجه‌ی آن را بنویسید و به کلاس گزارش کنید.

باتری اتومبیل نیز مانند قوه از سه قسمت اساسی تشکیل شده است؛ هر خانه‌ی باتری دارای دو صفحه است که یکی پایانه‌ی مثبت و دیگری منفی است. قسمت سوم، مایع درون باتری است که به آن «الکترولیت» می‌گوییم. الکترولیت باتری، محلول رقیق سولفوریک اسید است. به قوه و باتری، مولد جریان الکتریکی گفته می‌شود.

هر مولد جریان الکتریکی دارای یک مشخصه به نام ولتاژ یا اختلاف پتانسیل الکتریکی است. اختلاف پتانسیل الکتریکی را با یکایی به نام ولت اندازه می‌گیرند. اختلاف پتانسیل بین پایانه‌های



قوه‌ی معمولی برابر با  $1/5$  ولت است. باتری ماشین‌های معمولی  $12$  ولت و باتری کامیون‌ها  $24$  ولت یا بیش‌تر است. اختلاف پتانسیل الکتریکی، عامل ایجاد جریان الکتریکی در مدار است؛ یعنی برای ایجاد جریان در یک مدار، باید توسط یک مولد، بین دو سر مدار، اختلاف پتانسیل

برقرار کنیم. اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه را با وسیله‌ای به نام «ولت‌سنج» اندازه می‌گیریم. برای این کار، دو سر ولت‌سنج را مانند شکل صفحه‌ی قبل، به دو سر قسمتی که می‌خواهیم اختلاف پتانسیل بین آن‌ها را اندازه بگیریم، وصل می‌کنیم.



**آزمایش کنید: یک قوه بسازید**

یک لیموترش نسبتاً بزرگ فراهم کنید و آن را روی میز قرار داده و آرام آن را به میز فشار دهید و بغلتانید؛ به طوری که پرده‌های داخل آن له و پاره شوند ولی لیمو پاره نشود. دو تیغه‌ی کوچک و نازک فلزی غیرهم‌جنس – مثلاً یکی از جنس روی و دیگری از مس – را مطابق شکل در لیمو فرو ببرید. توجه کنید که تیغه‌ها با هم تماس نداشته باشند. با اتصال تیغه‌ها به یک ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر آن را اندازه بگیرید.

### شدت جریان

تجربه نشان می‌دهد که اگر ولتاژ مولد جریان الکتریکی در یک مدار افزایش یابد، مقدار جریان الکتریکی در مدار به همان نسبت افزایش می‌یابد؛ مثلاً اگر در یک مدار به جای یک قوه‌ی  $1/5$  ولتی از دو قوه‌ی  $1/5$  ولتی که به‌طور سری به هم وصل شده‌اند (یعنی قطب مثبت اولی به قطب منفی دومی وصل شده است) استفاده کنیم، در مجموع، اختلاف پتانسیل قوه‌ها برابر ۳ ولت می‌شود. در این حالت، مقدار جریان الکتریکی مدار نیز دو برابر می‌شود. مقدار جریان الکتریکی که در یک مدار جاری است را شدت جریان الکتریکی یا آمپراژ می‌نامند. شدت جریان هر مدار با وسیله‌ای به نام آمپرسنج برحسب یکای آمپر اندازه‌گیری می‌شود. آمپرسنج همیشه در مدار به شکل سری (متوالی) با بقیه‌ی اجزای مدار، قرار می‌گیرد.

### مقاومت الکتریکی

وقتی انسان از یک محل شلوغ و پررفت و آمد عبور می‌کند، با کسانی که در جهت‌های مختلف در رفت و آمد هستند، برخورد می‌کند. این برخوردها مانع حرکت انسان می‌شود و انرژی او

را تلف می‌کند. از این رو، مقداری از انرژی انسان به گرما تبدیل می‌شود. وقتی یک برگ کاغذ را افقی می‌گیرید و رها می‌کنید، ضمن پایین آمدن، مقداری از انرژی پتانسیل گرانشی آن در برخورد با مولکول‌های هوا، تلف می‌شود. مولکول‌های هوا که با سرعت در جهت‌های مختلف در حرکت هستند، از سرعت سقوط کاغذ می‌کاهند و انرژی آن را تلف می‌کنند.

### مشاهده کنید

یک لامپ را روشن و پس از مدت کوتاهی خاموش کنید. سپس آن را لمس کنید، چه تغییری کرده است؟

وقتی جریان الکتریکی از یک رسانا - مانند رشته‌ی درون لامپ - می‌گذرد، مقداری از انرژی الکتریکی به انرژی گرمایی تبدیل شده و باعث گرم شدن لامپ می‌شود. در اتو، پلوپز، اجاق برقی و سایر وسیله‌های برقی نظیر آن‌ها، همین اتفاق می‌افتد و انرژی الکتریکی ضمن عبور از آن‌ها به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود. تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی گرمایی در این وسیله‌ها، مانند حرکت انسان در محل پررفت و آمد و تبدیل انرژی به گرماست.

وقتی دو سربیک رسانا را به یک مولد وصل می‌کنیم، اختلاف پتانسیل الکتریکی مولد، باعث می‌شود که الکترون‌های آزاد، در مدار حرکت کنند. در واقع، مولد به الکترون‌های آزاد موجود در رسانا انرژی می‌دهد. با تبدیل انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی (حرکتی)، الکترون‌ها در رسانا به حرکت درمی‌آیند. الکترون‌ها ضمن حرکت در رسانا با ذره‌های سازنده‌ی آن، برخورد کرده و آن را به حرکت درمی‌آورند و به این ترتیب انرژی آن‌ها به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود و در نتیجه، رسانا گرم می‌شود. این عمل مرتباً تکرار می‌شود؛ یعنی مولد به الکترون‌ها انرژی می‌دهد و انرژی الکترون‌ها در برخورد با ذره‌های مرتعش رسانا به گرما تبدیل می‌شود. به همین دلیل، بعد از مدتی که از مولد استفاده می‌شود، انرژی آن تمام خواهد شد. در واقع، الکترون‌ها در هنگام حرکت در رسانا، همیشه با نوعی مقاومت روبه‌رو هستند که به این مقاومت، «مقاومت الکتریکی» گفته می‌شود. مقاومت الکتریکی رسانا را با وسیله‌ای به نام «اُهم‌متر» اندازه می‌گیرند. یکای اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی - به افتخار اُهم دانشمند آلمانی - «اُهم» نامیده می‌شود.

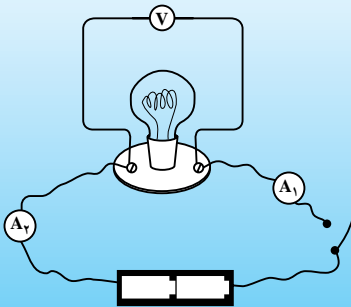
انجام آزمایش‌ها نشان می‌دهد که هرچه مقدار مقاومت الکتریکی یک مدار بیش‌تر باشد، شدت جریان الکتریکی در آن مدار کم‌تر است؛ از این رو، می‌توان نتیجه گرفت که در یک مدار الکتریکی

بین شدت جریان مدار، ولتاژ و مقاومت الکتریکی آن رابطه‌ی زیر برقرار است :

$$\text{قانون اهم) (مقاومت الکتریکی (برحسب اهم) = \frac{\text{ولتاژ (برحسب ولت)}}{\text{شدت جریان (برحسب آمپر)}}$$

### اندازه‌گیری کنید

به کمک یک لامپ ۳ ولتی، دو قوه‌ی ۱/۵ ولتی، یک ولت‌سنج، دو آمپرسنج و یک کلید، مداری مطابق شکل بسازید. وقتی کلید را می‌بندید، لامپ روشن می‌شود. آمپرسنج‌ها  $A_1$  و  $A_2$ ، جریان الکتریکی در مدار و ولت‌سنج (V)، اختلاف پتانسیل دو سر لامپ را نشان می‌دهند.



پاسخ پرسش‌های زیر را به کلاس گزارش کنید :

- ۱- آمپرسنج‌های  $A_1$  و  $A_2$  اندازه‌هایی را نشان می‌دهند. آیا این اندازه‌ها یکسان هستند یا خیر؟ از مقایسه‌ی آن‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
- ۲- محاسبه کنید مقاومت الکتریکی لامپ چه اندازه است؟

### بیش‌تر بدانید

مقاومت الکتریکی یک رسانا با تغییر دما تغییر می‌کند. مثلاً، وقتی یک رشته سیم فلزی گرم می‌شود، مقدار مقاومت الکتریکی آن افزایش می‌یابد. اگر شما مقاومت الکتریکی یک لامپ الکتریکی را در حالت سرد (خاموش) و داغ (بلافاصله پس از خاموش کردن) اندازه بگیرید، همین موضوع را مشاهده می‌کنید. اهم نیز در یادداشت‌های خود به تغییر مقاومت الکتریکی - در زمانی که دمای جسم تغییر می‌کند - اشاره کرده است.

### آهن‌ربا



سنگ مغناطیسی آهن

شما با آهن‌ربا آشنا هستید و می‌دانید که وسایلی چون سنجاق و میخ‌های آهنی را به خود جذب می‌کند. دریانوردان، از زمان‌های قدیم به کمک آهن‌ربا جهت‌یابی می‌کردند و مسیر خود را در دریا و اقیانوس تشخیص می‌دادند. وقتی در یخچال را می‌بندیم، آهن‌رباهایی که درون نوار پلاستیکی، دور در گذاشته‌اند، در یخچال را به بدنه‌ی آن می‌چسبانند. در طبیعت نیز سنگ‌هایی یافت

می شود که به آن ها سنگ مغناطیسی آهن می گویند. این سنگ ها، قطعه های کوچک آهن را به خود جذب می کند.

## قطب های آهن ربا

یک آهن ربا به هر شکلی که ساخته شده باشد، دارای دو قطب است. برای آن که به خاصیت قطب های آهن ربا پی ببرید، کافی است یک آهن ربا را درون ظرفی که پر از میخ های کوچک است فرو ببرید و سپس بیرون بیاورید.

به ناحیه هایی از آهن ربا که میخ بیش تری جذب می کند و خاصیت آهن ربایی در آن نواحی بیش تر است، قطب های آهن ربا می گویند. هر آهن ربا دارای دو قطب است.

آیا قطب های آهن ربا، خاصیت دیگری نیز دارند؟



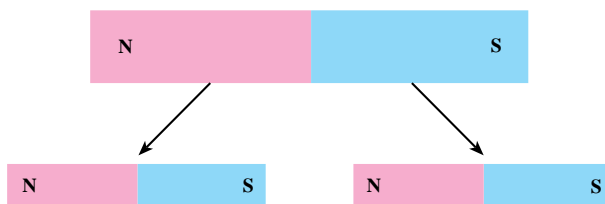
از دوره ی ابتدایی به یاد دارید که اگر آهن ربا را به دور از چیزهای آهنی، آزادانه بیاویزیم، همیشه در راستای شمال جنوب قرار می گیرد، از این رو قطب های آهن ربا را به قطب N یا شمال یاب و قطب S یا جنوب یاب نام گذاری می کنند.

در آهن رباهای نعلی شکل، یکی از شاخه های آهن ربا قطب N و شاخه ی دیگر

قطب S است. در آهن رباهای حلقه ای معمولاً دو سمت بالا و پایین آهن ربا قطب ها را تشکیل می دهند.

### بیش تر بدانید

اگر یک آهن ربا را نصف کنید، هر قطعه ی آن تبدیل به یک آهن ربای مستقل با دو قطب N و S می شود. قطب های آهن رباهای جدید به صورت زیر خواهند بود:

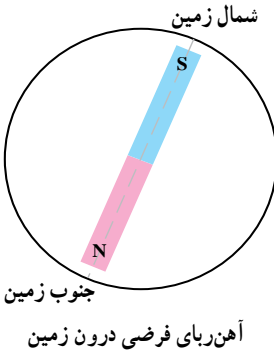




## اطلاعات جمع آوری کنید

آیا می دانید که در قدیم دریانوردان چگونه به کمک آهن ربا، جهت یابی می کردند؟ در این مورد و نیز در مورد این که قطب نما (عقربه‌ی مغناطیسی) و قبله نما چگونه ساخته می شوند و چگونه کار می کنند، تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

## بیش تر بدانید

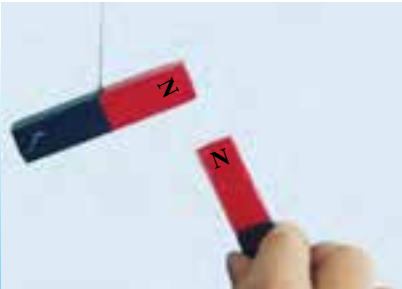


بر روی کره‌ی زمین، تمامی قطب نماها و آهن رباهای آویخته شده در راستای شمال - جنوب به گونه‌ای قرار می گیرند که قطب N آن‌ها به سمت شمال و قطب S آن‌ها به سمت جنوب باشد. گویی در داخل زمین یک آهن ربای بسیار قوی وجود دارد که قطب S آن در شمال کره‌ی زمین و قطب N آن در جنوب قرار گرفته است. درباره‌ی چگونگی به وجود آمدن چنین خاصیتی در کره‌ی زمین نظریه‌های علمی گوناگونی وجود دارد که در علوم بین رشته‌ای فیزیک و زمین شناسی به طور تخصصی به آن‌ها پرداخته می شود.

## اثر قطب‌های آهن ربا بر یک دیگر

دیدیم که بارهای الکتریکی بر یک دیگر نیرو وارد می کنند. بارهای همنام یک دیگر را می رانند و بارهای غیر همنام یک دیگر را می ربایند. آیا قطب‌های آهن ربا بر یک دیگر نیرو وارد می کنند؟ اگر بر یک دیگر نیرو وارد می کنند، نحوه‌ی اثر آن‌ها بر یک دیگر چگونه است؟ برای مشخص شدن نحوه‌ی اثر قطب‌های آهن ربا بر یک دیگر، فعالیت زیر را انجام دهید و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

## مشاهده کنید



- ۱- یک آهن ربای تیغه‌ای را از گرانیگاه بیاویزید.
- ۲- قطب N آهن ربای دیگری را به نوبت به قطب S و N آهن ربای آویخته شده نزدیک کنید.
- ۳- آزمایش مرحله‌ی ۲ را با قطب S تکرار نمایید.

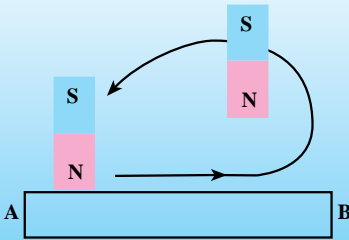
از آزمایش‌هایی نظیر فعالیت بالا نتیجه می شود که «قطب‌های همنام یک دیگر را می رانند و قطب‌های غیر همنام یک دیگر را می ربایند».

## ساختن آهن ربا

آهن ربا معمولاً به سه روش مالش، القا و الکتریکی ساخته می‌شود. آهن ربا به روش مالش به صورت زیر ساخته می‌شود.

### آهن ربا بسازید

یک تیغه آهنی را که خاصیت آهن ربایی ندارد فراهم کنید و با یک قطب آهن ربای تیغه‌ای چند بار و در یک جهت از ابتدا تا انتهای آن را مطابق شکل، مالش دهید. با این عمل، تیغه‌ی آهنی به آهن ربا تبدیل می‌شود. انتهای تیغه که محل برداشتن قطب مالش دهنده است، قطب غیر همنام قطب مالش دهنده می‌شود. در شکل، تیغه‌ی AB را با قطب N مالش داده‌ایم، انتهای B که محل برداشتن قطب N است، به قطب S تبدیل می‌شود و ابتدای تیغه (یعنی A) قطب N می‌شود.



## القای مغناطیسی

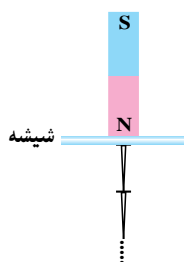
آیا می‌دانید یک آهن ربا چگونه یک سنجاق یا میخ آهنی را جذب می‌کند؟ آیا تاکنون زنجیر مغناطیسی ساخته‌اید؟

### مشاهده کنید

یک آهن ربا را با دست نگه دارید و سنجاق آهنی کوچکی را مطابق شکل به آن نزدیک کنید. اکنون سنجاق دیگری را به سنجاق اول نزدیک کنید. این کار را تا آنجا که ممکن است ادامه دهید. به این ترتیب، شما یک زنجیر مغناطیسی ساخته‌اید.

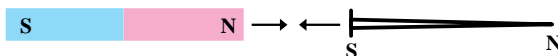


در واقع، سنجاق اولی توسط آهن ربا به یک آهن ربا تبدیل شده که توانسته است سنجاق دومی را جذب کند. همین‌طور سنجاق دوم، سوم و ... همگی به آهن ربا تبدیل شده‌اند. اگر آهن ربای



قوی تری در اختیار داشته باشید، می توانید زنجیر بلندتری بسازید اگر صفحه ای کاغذ یا مقوا یا یک شیشه را مطابق شکل بین آهن ربا و اولین سنجاق قرار دهید، باز هم می توانید زنجیر مغناطیسی بسازید؛ یعنی بدون تماس آهن ربا با سنجاق، آهن ربا خاصیت مغناطیسی را در سنجاق ایجاد می کند. این پدیده، یعنی ایجاد خاصیت مغناطیسی در یک آهن توسط یک آهن ربا حتی بدون تماس با آن، را القای مغناطیسی می نامند.

اکنون می توانیم بفهمیم که یک آهن ربا چگونه میخ آهنی را جذب می کند. آهن ربا ابتدا سنجاق یا یک ماده ی مغناطیسی را طوری به آهن ربا تبدیل می کند که قطب های ناهم نام آهن ربا و سنجاق در مجاورت یک دیگر واقع شوند. در این حالت نیروی جاذبه ی مغناطیسی بین قطب های ناهم نام، باعث جذب سنجاق توسط آهن ربا می شود.



## آهن ربای الکتریکی

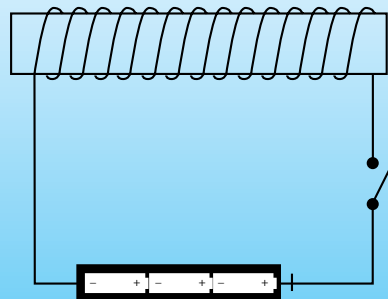
تاکنون با دو روش برای تبدیل آهن به آهن ربا آشنا شدید. آیا روش دیگری وجود دارد که به کمک آن بتوان یک قطعه آهن را به آهن ربا تبدیل کرد؟

### بسازید

یک میله ی کوچک آهنی و مقداری سیم نازک برق که دارای روکش باشد (مانند سیم لاکه) و دو یا سه قوه ی کوچک فراهم کنید و به کمک آن ها فعالیت زیر را انجام دهید.

۱- قوه ها را درون یک لوله ی مقوایی (مطابق شکل) به دنبال یک دیگر قرار دهید. به این ترتیب، شما یک باتری ساخته اید.

۲- سیم را به دور میله ی آهنی بپیچید (لااقل پنجاه دور). دقت کنید که سیم ها از یک جهت به دور میله پیچیده شوند (مطابق شکل).



۳- به کمک باتری و میله ی سیم پیچی شده، یک مدار الکتریکی مانند شکل بسازید. کلید را وصل کنید و سنجاق یا میخ های آهنی را به میله نزدیک کنید. نتیجه را به کلاس گزارش کنید. به وسیله ای که ساخته اید «آهن ربای الکتریکی» گفته می شود.

## تمرین

همان طور که دانستید، به سه روش می توان آهن ربا ساخت :

- ۱- مالش
- ۲- القا
- ۳- الکتریکی

شرح این سه روش را به طور خلاصه در دفتر علوم خود بنویسید.

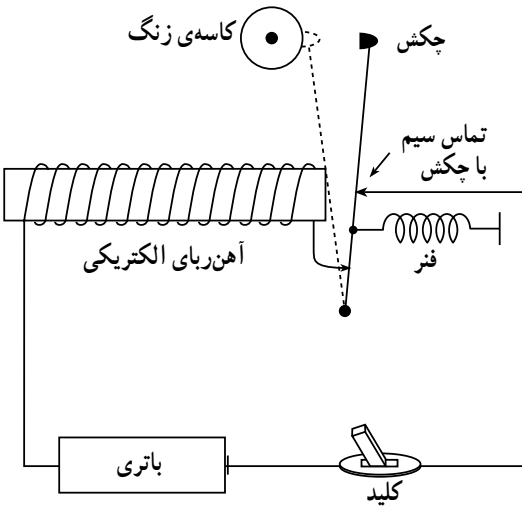
## بیش تر بدانید

بیش تر آهن رباها در صورتی که از آن ها مراقبت نشود به تدریج خاصیت آهن ربایی خود را از دست می دهند. مهم ترین عواملی که خاصیت آهن ربایی را تضعیف می کنند، گرما و ضربه هستند. برای جلوگیری از ضعیف شدن آهن ربا باید:

- ۱- از وارد شدن ضربه به آن جلوگیری کرد.
- ۲- از قرار دادن آن در محل گرم خودداری کنیم.
- ۳- آهن رباها را به صورت دوتایی به نحوی که قطب N هریک در مجاورت قطب S دیگری قرار داشته باشد، نگهداری کنیم یا آن ها را به یک جسم آهنی بچسبانیم.

## بیش تر بدانید

### زنگ اخبار



در ساختمان زنگ اخبار از آهن ربای الکتریکی، باتری، کلید فشاری، چکش، کاسه ی زنگ و فنر استفاده شده است. وقتی کلید را فشار می دهید، مدار وصل می شود و وقتی آن را رها می کنید، مدار قطع می گردد. با وصل مدار، چکش توسط آهن ربا جذب می شود و به کاسه ی زنگ برخورد می کند. با جلو آمدن چکش، تماس چکش با سیم قطع می گردد. در نتیجه، مدار قطع شده و آهن ربای الکتریکی خاصیت خود را از دست می دهد.

در این حالت، فنر، چکش را به جای اول خود برمی گرداند و مدار دوباره وصل می شود و همه چیز دوباره تکرار می گردد. در صورت داشتن وسایل شما نیز می توانید یک زنگ اخبار ساده بسازید.

## اطلاعات جمع آوری کنید

یک فهرست از وسیله هایی که در آن ها از آهن ربا استفاده شده است تهیه کنید و نحوه ی کار آهن ربا را در هر یک از آن ها شرح دهید.

بخش چهارم

# دنیای زنده



با مطالعه‌ی دنیای زنده، به اسرار و شگفتی‌های زیادی پی‌می‌بریم. زیست‌شناسی از بررسی مولکول‌های سازنده‌ی پیکر جانداران تا شناخت محیط زندگی آن‌ها را شامل می‌شود. بنابراین به‌طور مستقیم زندگی روزمره‌ی ما را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

شناخت و حل مسایل زیست‌محیطی، تغذیه‌ای، پزشکی و بهداشتی با اطلاع از این علم صورت می‌گیرد. زیست‌شناسی به ما کمک می‌کند تا خود و دنیای پیرامون مان را بهتر بشناسیم و در دنیای امروز مسئولانه زندگی کنیم.

## انسان و حرکت

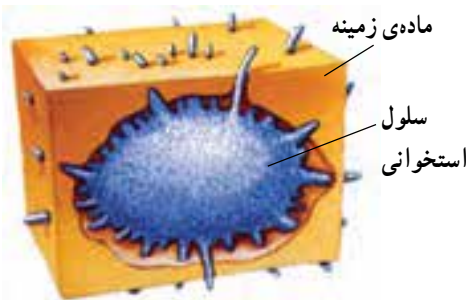
می‌دانید که در میان جانوران، اقسام ساکن هم وجود دارد. اما اغلب آن جانوران، دریازی‌اند. این جانوران نیز معمولاً وسایل حرکتی مانند بازو، مژک و تاژک دارند تا با جابه‌جا کردن محیط اطراف خود نیازهای خویش را تأمین کنند. به این صورت، به نظر می‌رسد که حرکت، لازمی زنده ماندن جانور است. در سال‌های قبل خواندید که انسان برای حرکت کردن به استخوان و ماهیچه نیاز دارد. در حقیقت، ماهیچه‌ها عامل اصلی حرکت‌اند اما جاندارى که برای جابه‌جایی فقط به ماهیچه‌هایش متکی باشد (مانند کرم‌خاکی) حرکتش بسیار کند خواهد بود. ماهیچه‌ها در صورتی بهتر عمل می‌کنند که به جای مناسبی تکیه داشته باشند. این تکیه‌گاه همان استخوان‌ها هستند.

### استخوان و کار آن

انسان مانند بسیاری از جانوران بزرگ دارای چارچوبی به نام اسکلت داخلی است که شامل استخوان‌ها، غضروف‌ها و اجزای دیگر است. یک لحظه خودتان را بدون استخوان تصور کنید. در آن صورت، بدن شما مثل خمیر نانوايي روی زمین پهن می‌شد. استخوان‌ها به بدن شکل می‌دهند و باعث می‌شوند که بتوانیم راست بایستیم. کار دیگر آن‌ها حفاظت از اندام‌های ویژه‌ای مانند مغز و قلب است. از طرف دیگر، وجود استخوان‌ها باعث می‌شوند تا اندام‌های حرکتی به‌طور مناسب و با سرعت لازم حرکت کنند. برخی استخوان‌ها مثل دنده‌ها، جمجمه، جناغ و لگن در تولید گلبول‌های خون نیز مؤثرند.

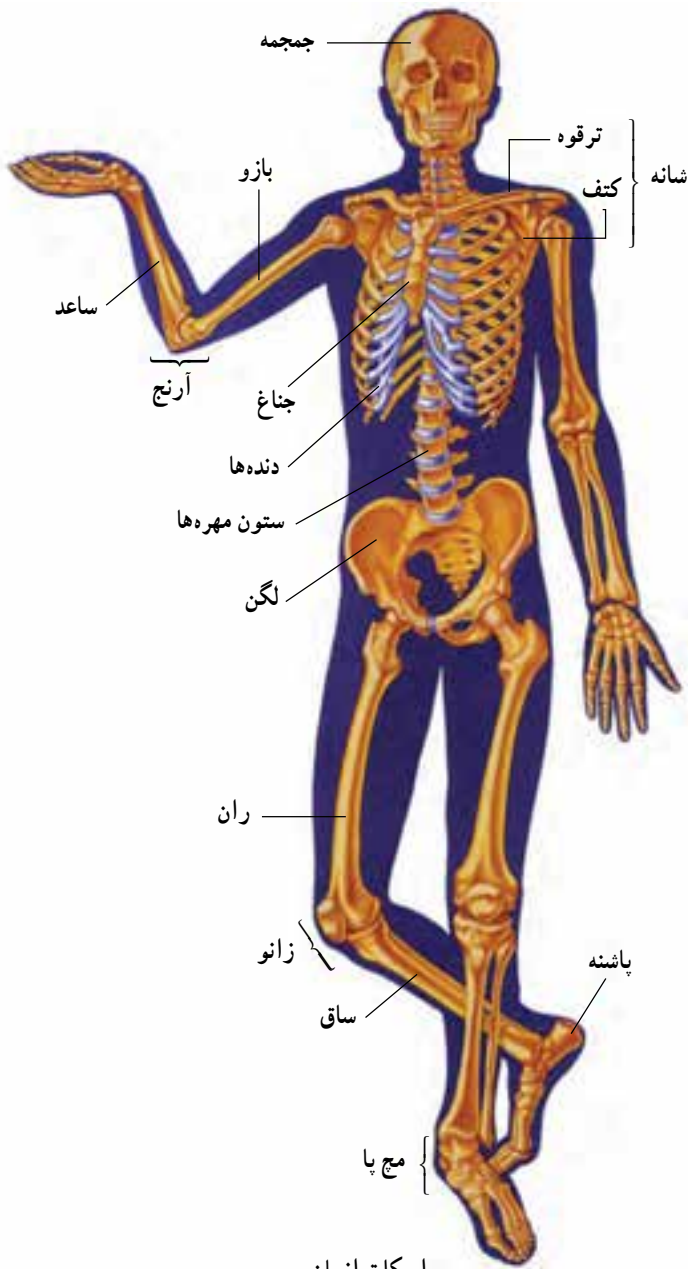
### ساختمان استخوان

استخوان اندامی زنده است. سلول‌های استخوانی تقریباً مانند کشمش‌های یک کیک کشمشی در ماده‌ای زمینه‌ای قرار دارند. این ماده از کلسیم، فسفر و رشته‌های پروتئینی درازی ساخته شده است که با چشم دیده نمی‌شود. کلسیم



سلول استخوانی

و فسفر باعث استحکام استخوان می‌شوند و آن را در برابر فشار، مقاوم می‌سازند. رشته‌های پروتئینی باعث مقاومت استخوان در برابر ضربه می‌شوند.



اسکلت انسان

بدن هر یک از ما دارای استخوان‌هایی به شکل و اندازه‌های مختلف است که با هم ارتباط دارند و اسکلت ما را تشکیل می‌دهند.

## آزمایش کنید



این تصویر مربوط به کدام آزمایش است؟ کدام استخوان در برابر فشار مقاوم تر است؟

– یک تکه استخوان جوشیده شده و یک قطعه استخوان تازه تهیه کنید و اجزای آن‌ها را به دقت، بررسی و مقایسه کنید. چه تفاوتی بین اجزای آن‌ها وجود دارد؟ (بهتر است استخوان‌ها مشابه به هم باشند.)

– یک قطعه استخوان مرغ را با پنس بگیرید و چند دقیقه روی شعله حرارت دهید. مراقب باشید که استخوان سالم بماند. سپس آن را روی میز قرار

دهید و ضربه‌ی مختصری به آن وارد کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟ چرا؟

– دو قطعه استخوان مشابه مرغ را بگیرید. یک تکه استخوان مرغ را به مدت یک هفته در اسید رقیق بیندازید. سپس آن را از اسید درآورد و بشوید. سختی آن را با استخوان دیگر مقایسه کنید. چه تفاوتی وجود دارد؟ چه اتفاقی افتاده است؟ چرا؟

اگر در غذای انسان به اندازه‌ی کافی کلسیم و فسفر وجود نداشته باشد، استخوان‌ها ضعیف می‌شوند؛ به همین دلیل، کمبود کلسیم و فسفر در کودکان، باعث خمیدگی استخوان‌های پا می‌شود. هرچه سن انسان بالاتر می‌رود، تولید رشته‌های پروتئینی استخوان کاهش بیش‌تری می‌یابد. در برخی افراد، کاهش بیش از اندازه‌ی رشته‌های پروتئینی، باعث می‌شود استخوان‌ها آسیب‌پذیرتر شوند.

## بیش‌تر بدانید: پوکی استخوان

در سنین بالا، مواردی از پوک شدن استخوان در بعضی از افراد مشاهده می‌شود که علت آن، کم شدن ذخیره‌ی کلسیم و فسفر در استخوان و ورزش نکردن است. در این حالت، بافت استخوانی ضعیف، پر حفره و سبک می‌شود و با ضربه‌ای مختصر می‌شکند. پزشک معمولاً در این موارد، رژیم غذایی‌ای را تجویز می‌کند که دارای املاح بیش‌تری باشد. عارضه‌ی پوکی استخوان، در زنان بالای ۵۰ سال بیش‌تر است.

## غضروف

بخش مهمی از اسکلت انسان را غضروف تشکیل می‌دهد. غضروف نرم‌تر و قابل انعطاف‌تر از استخوان است. نوک بینی و لاله‌ی گوش شما از غضروف ساخته شده است. لایه‌ای از غضروف، روی استخوان‌های متحرک را در محل اتصالشان به یک‌دیگر پوشانده است. سطح لغزنده‌ی غضروف





مانع اصطکاک استخوان‌ها می‌شود.

بیش‌تر استخوان‌ها در ابتدا از جنس غضروف‌اند اما به تدریج با جذب کلسیم و فسفر غذا، تبدیل به استخوان می‌شوند. استخوانی شدن، از دوران جنینی شروع می‌شود و تا حدود ۲۰ سالگی ادامه پیدا می‌کند. از آن به بعد، امکان افزایش قطر و ترمیم (در صورت شکستگی و آسیب‌دیدگی) وجود دارد اما رشد طولی متوقف می‌شود.

### مقایسه کنید

ستون پشتی مهره‌داران از تعدادی مهره که به یک‌دیگر مفصل شده‌اند، تشکیل شده است. ستون مهره‌ها به‌طور طبیعی دارای دو خمیدگی است که حرکت آن را ساده‌تر می‌کند. این خمیدگی‌ها فایده‌ی دیگری نیز دارند. به کمک آزمایش زیر، این فایده را توضیح دهید.

– دو قطعه مقوا به ابعاد  $15 \times 10$  سانتی‌متر ببرید.

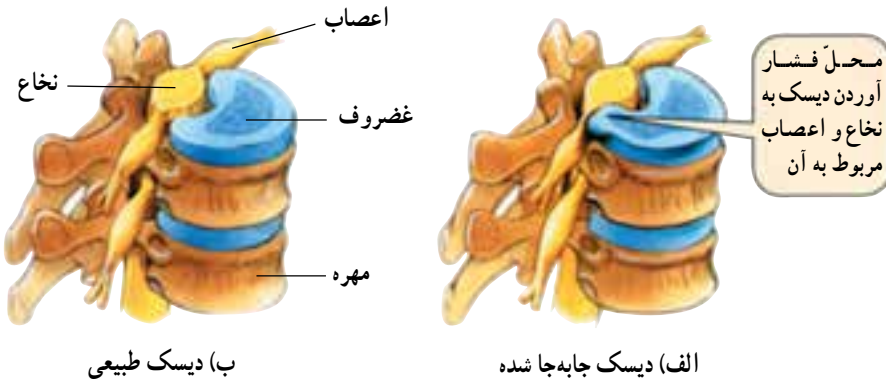
– یکی از آن‌ها را روی لبه‌ی دو کتاب قرار دهید و تا جایی که مقوا واژگون نشود، روی آن سکه بگذارید.

– مقوای دیگر را به‌صورت خمیده بین کتاب‌ها قرار دهید و همان کار را تکرار کنید.

بخش‌های صورتی رنگ غضروف هستند.

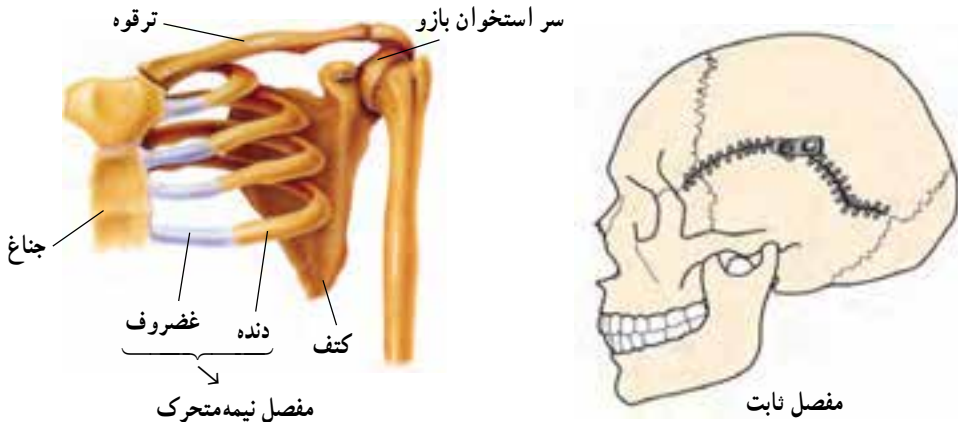
## بیش تر بدانید

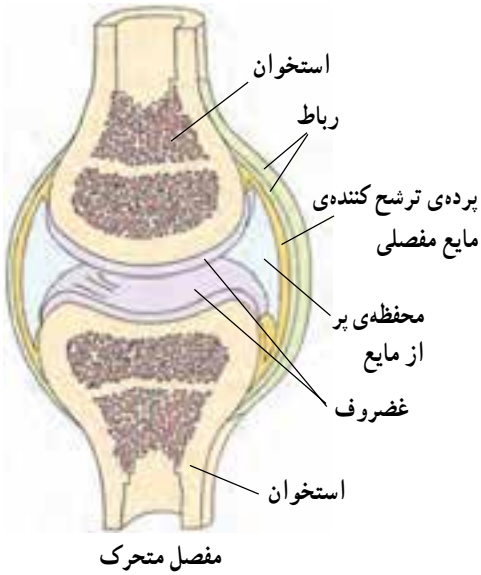
علت اصلی بیش تر کمر دردها، جابه‌جا شدن صفحه‌ی غضروفی (دیسک) بین مهره‌های کمر است که در نتیجه، به نخاع یا اعصاب اطراف آن فشار وارد می‌آورد. احساس درد شدید هم مربوط به همین وضع است. افراد مبتلا، باید با انجام ورزش‌های خاص یا استراحت، کاری کنند که صفحه‌ی غضروفی دوباره به جای اول خود برگردد. در غضروف، رگ و خون وجود ندارد؛ بنابراین، در صورت آسیب دیدگی به کندی بهبود می‌یابد (در سن بالا، فرسودگی آن جبران نمی‌شود).



## مفصل

محلّ اتصال استخوان‌ها به هم را مفصل می‌گویند. مفصل‌ها را براساس ساختمان و نوع حرکت، به سه گروه ثابت، نیمه متحرک و متحرک تقسیم می‌کنند. استخوان‌ها در محلّ مفصل‌های ثابت به کمک رشته‌های سخت و در مفصل‌های نیمه متحرک به کمک غضروف در کنار یک‌دیگر قرار گرفته‌اند اما ساختمان مفصل‌های متحرک پیچیده‌تر است.

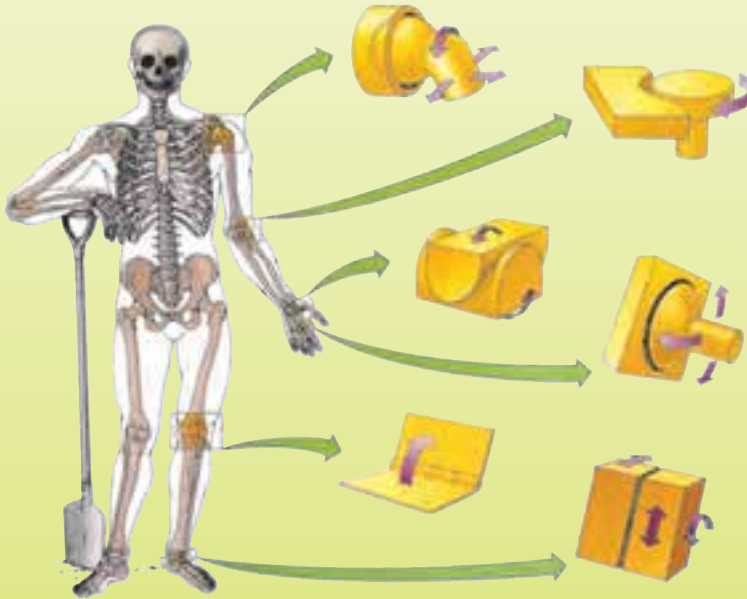




در این نوع مفصل‌ها، سر دو استخوان با لایه‌ای از غضروف پوشیده شده و بین این دو سر، مایع مفصلی در پوششی که آن را ترشح می‌کند جای گرفته است. استخوان‌ها به کمک رشته‌های محکمی از بافت پیوندی به نام رُباط در محلّ خود مستقر شده‌اند.

### فعالیت خارج از کلاس

نمونه‌هایی از انواع مفصل‌های متحرک در انسان را می‌بینید.



برخی انواع مفصل‌های متحرک

- به کمک مقوا، یونولیت یا اسفنج مدل‌هایی برای نمایش نوع حرکت هر کدام بسازید.
- با توجه به نوع حرکت هر مفصل، مثال‌هایی از آن را در بدن خود پیدا کرده و سعی کنید

مفصل های متحرک را گروه بندی نمایید.

– سعی کنید مدل های خود را با استفاده از مقوای کلفت یا چوب، اسفنج و کش در کنار یکدیگر کامل تر کنید (شکل پایین). آیا می توانید بگویید در این مدل هر قطعه بیانگر کدام بخش از مفصل است؟



مدل مهره ها



مدل ران و لگن



مدل آرنج

### بیش تر بدانید

#### شکستگی استخوان

گاهی به دلیل وارد آمدن ضربه های مختلف، استخوان ها می شکنند. شکستگی استخوان، مشکل مهمی است و باید فوراً برای معالجه ی آن اقدام کرد. ترمیم این عارضه را پزشکان متخصص انجام می دهند؛ زیرا، کاری بسیار دقیق است. چند ساعت بعد از ایجاد شکستگی، لخته ی خون بزرگی در اطراف محل آن تشکیل می شود. در این هنگام، تعدادی از سلول های ویژه در محل شکستگی شروع به ساختن ماده ی استخوانی می کنند. در طول هفته های بعد، لخته ی خون از بین می رود و بافت استخوانی جدیدی، محل شکستگی را پر می کند.

#### ترمیم شکستگی استخوان

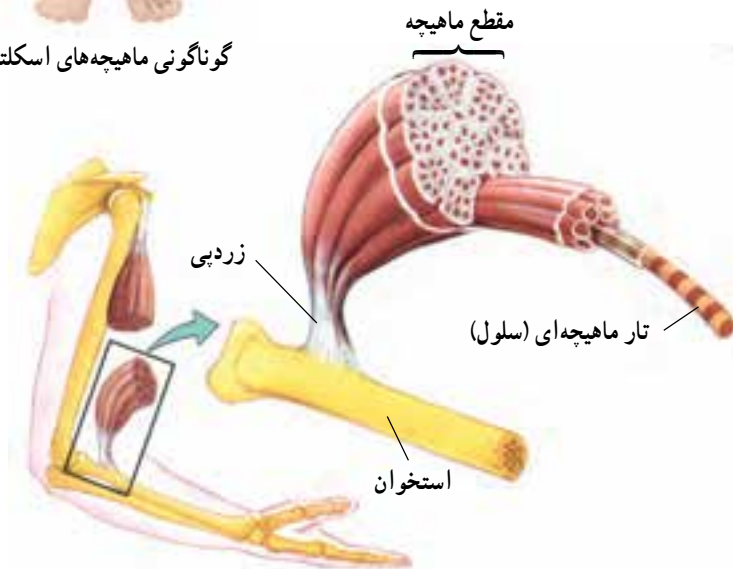






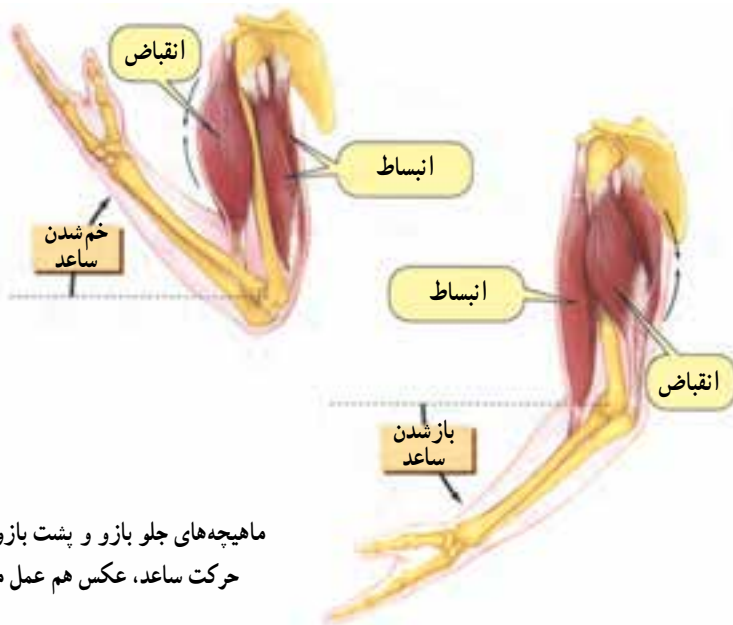
گوناگونی ماهیچه‌های اسکلتی

ماهیچه‌های اسکلتی به شکل‌های مختلفی وجود دارند. این ماهیچه‌ها شامل دسته‌هایی از سلول‌های ماهیچه‌ای هستند که به کمک بافت پیوندی در کنار یک‌دیگر قرار گرفته‌اند. بافت پیوندی بین تارهای ماهیچه‌ای تا دو سر ماهیچه ادامه می‌یابد و طناب محکم سفید رنگی به نام زردپی (تاندون) به وجود می‌آورد که معمولاً به استخوان متصل می‌شود. بزرگ‌ترین زردپی بدن زردپی آشیل است، که از پشت ساق پا تا کف پا امتداد می‌یابد. نام این زردپی به عنوان نشانه‌ای از قدرت و استحکام، معروف شده است. شما می‌توانید آن را بالای پاشنه‌ی پای خود لمس کنید.



ساختمان ماهیچه‌های اسکلتی

وقتی ماهیچه منقبض می‌شود، طول آن کم و ضخامتش زیاد می‌شود. در این حالت، زردپی و استخوانی را که به آن اتصال دارد می‌کشد اما این ماهیچه با انبساط خود نمی‌تواند استخوان را به جای قبلی بازگرداند. این عمل را باید یک یا چند ماهیچه در سمت دیگر استخوان به کمک انقباض خود، انجام دهد. به همین دلیل، بیش‌تر ماهیچه‌های اسکلت عمل متقابل دارند و جفت جفت کار می‌کنند.



ماهیچه‌های جلو بازو و پشت بازو در هنگام حرکت ساعد، عکس هم عمل می‌کنند.

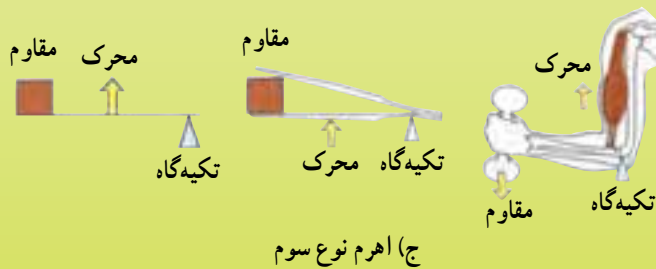


### تجربه کنید

– یک دست را در پهلوئی خود عمود بر بدنتان نگهدارید و در کنار دیوار به گونه‌ای بایستید که نوک انگشتانتان با دیوار تماس پیدا کند. سپس بدون این‌که از جای خود تکان بخورید، چند بار به سرعت ساعد خود را روی بازو خم کنید. حال، دوباره دست خود را عمود بر بدن نگهدارید. آیا دست شما به دیوار می‌رسد؟ این چه واقعیتی را درباره‌ی ماهیچه‌ها به شما نشان می‌دهد؟ چند بار دستتان را به سمت پایین تکان دهید و دو مرتبه امتحان کنید. آیا این بار دست شما به دیوار می‌رسد؟ چه اتفاقی افتاده است؟

## مقایسه کنید

ماهیه‌های اسکلتی بدن، مانند اهرم عمل می‌کنند. نمونه‌های هر سه نوع اهرم را در ماهیه‌ها می‌توان یافت. با توجه به آنچه درباره‌ی اهرم‌ها می‌دانید، این شکل‌ها را تفسیر کنید.



## بیش‌تر بدانید

### گرفتگی ماهیه‌ها

گاهی اتفاق می‌افتد که یکی از ماهیه‌های ارادی، انقباض طولانی و غیر ارادی پیدا می‌کند که به این حالت، گرفتگی ماهیه‌ها می‌گویند. گرفتگی ماهیه‌ها چندین علت دارد اما در افراد سالم، معمولاً بعد از حرکات شدید ورزشی صورت می‌گیرد. با ماساژ دادن و کشیدن ملایم، می‌توان گرفتگی ماهیه‌ها را رفع کرد.



## هماهنگی و ارتباط

در یک جامعه، گرچه افراد مختلف هر کدام مسئولیت خاصی به عهده دارند ولی چون هماهنگ با هم کار می‌کنند، می‌توانند نیازهای یک‌دیگر را برطرف نمایند و در پایداری اجتماع خود مؤثر باشند. بدن شما هم از سلول‌ها و اندام‌های مختلفی درست شده است. هر کدام وظیفه‌ی معمول خود را به خوبی انجام می‌دهند اما هیچ یک به تنهایی قادر به ادامه‌ی حیات نیستند. برای زنده ماندن باید هر قسمت از بدن هماهنگ با بقیه‌ی قسمت‌ها عمل کند. انتقال پیام‌ها از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر بدن، جهت ارتباط بخش‌های مختلف، با ارسال علامت‌های الکتریکی و شیمیایی یا هر دوی آن‌ها به وسیله‌ی دستگاه‌های عصبی و هورمونی صورت می‌گیرد.

### هماهنگی

وقتی که هنگام بازی تویی به سمت شما می‌آید، چشم شما باید با ماهیچه‌های دست و پا برای دویدن و گرفتن آن ارتباط برقرار کند. از طرف دیگر، ماهیچه‌های شما باید با دستگاه گردش خون و تنفس شما ارتباط داشته باشد تا فعالیت‌های آن زیادتر شود و غذا و اکسیژن بیشتری به سلول‌های ماهیچه‌ای برساند. در ضمن، شما به روحیه‌ای قوی برای ادامه‌ی بازی هم نیاز دارید. همه‌ی این اعمال و رفتارها به هماهنگی نیاز دارند.

هماهنگی، پاسخی در برابر شرایط محیط خارجی و محیط داخلی بدن است. وقتی محیط اطراف جاندار تغییر کند. نوع رفتار آن جاندار نیز عوض می‌شود.



ج) عمل کردن    ب) تصمیم‌گیری    الف) احساس کردن

### فکر کنید

بین سلول‌های جاندار پرسرلولی تقسیم کار صورت گرفته است. وقتی جاندار می‌خواهد عملی را انجام دهد که هر قسمت آن به عهده‌ی سلول‌های خاصی است، باید هماهنگی لازم بین آن‌ها فراهم شود.

— یک اتفاق را در نظر بگیرید. هماهنگی‌های لازم در بیرون و درون بدن جاندار را برای

برخورد مناسب با آن اتفاق بیان کنید. (انواع پیام‌ها، دستورها، بخش‌های مربوط و نیز چگونگی ارتباط آن‌ها را بررسی کنید).

## دستگاه عصبی

دستگاه عصبی که وظیفه‌ی کنترل، ارتباط و هماهنگی اندام‌های مختلف بدن را به عهده

دارد، شامل شبکه‌ای از سلول‌های عصبی به نام نورون است که با یک‌دیگر ارتباط متقابل دارند. شبکه‌ی نورون‌ها به‌طور پیوسته اطلاعاتی را درباره‌ی شرایط داخلی و شرایط محیطی جمع‌آوری و هماهنگ کرده، آن‌ها را تفسیر می‌کند.

دستگاه عصبی بدن شما دو بخش اصلی

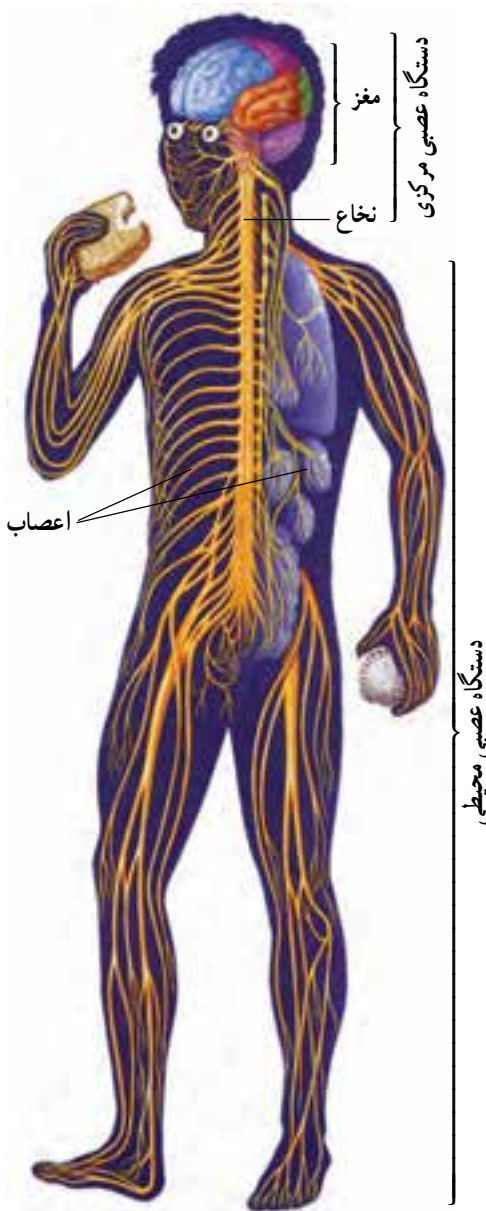
دارد:

### دستگاه عصبی مرکزی

اجتماعی از نورون‌ها به صورت مغز و نخاع، که مراکز کنترل اعمال ارادی و غیرارادی بدن هستند. این دستگاه، اطلاعات دریافت شده از محیط بیرون و درون بدن را تفسیر می‌کند و به آن‌ها پاسخ می‌دهد.

### دستگاه عصبی محیطی

اعصابی که از مغز و نخاع منشعب شده است و ارتباط آن‌ها را با بخش‌های مختلف بدن برقرار می‌کند.



## بیش تر بدانید

نقش مراکز عصبی (مغز و نخاع)، مانند نقش رهبر یک گروه سرود است که با حرکات دست خود، اعضای گروه را هدایت کرده و بین آن‌ها هماهنگی ایجاد می‌کند.

بزرگ‌ترین بخش مغز، مخ است که از دو نیم‌کره درست شده است. نیم‌کره‌ی راست مخ مسئول کنترل کارهای طرف چپ بدن است و نیم‌کره‌ی چپ، کنترل حرکات طرف راست بدن را برعهده دارد اما ساختمان و کارهای دو نیم‌کره مشابه نیست.

در مجموع، نیم‌کره‌ی راست بیش‌تر در زمینه‌های هنری و ادبیات فعالیت دارد و نیم‌کره‌ی چپ، کارهای مهندسی، ریاضیات و استدلال را بهتر انجام می‌دهد؛ از این‌رو، بهتر است که هرکس، متناسب با توانایی‌های مغزی خود، رشته‌ی تحصیلی و نوع کارهایش را انتخاب کند.

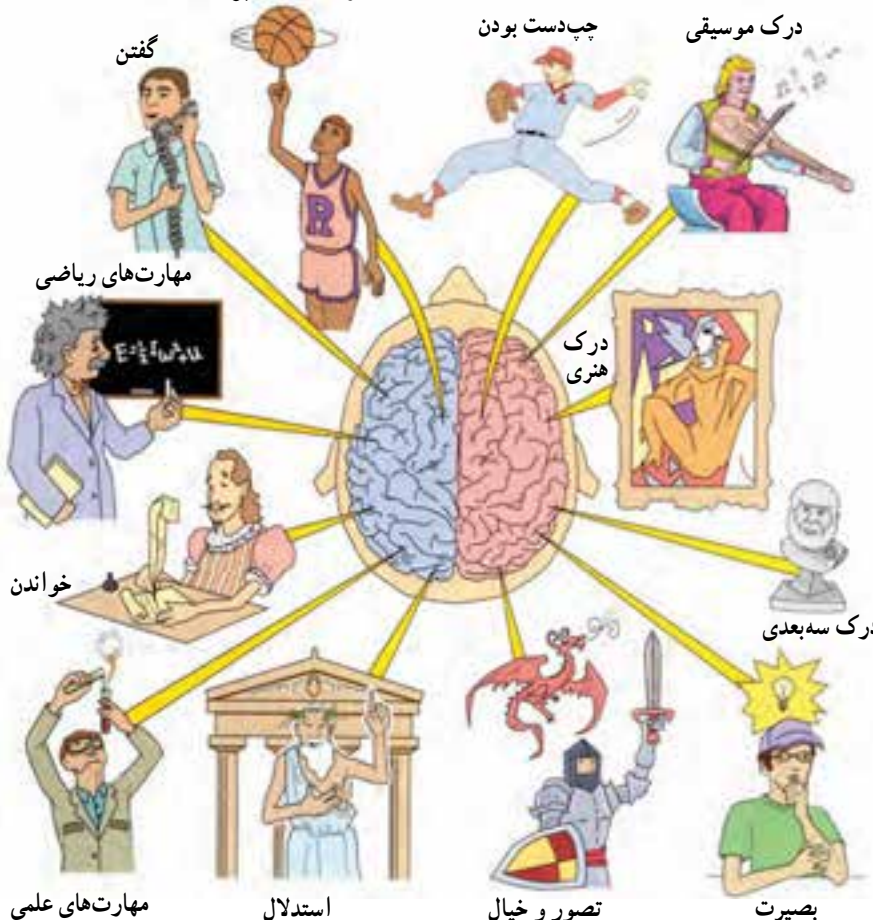


راست دست بودن

چپ دست بودن

درک موسیقی

گفتن



مهارت‌های علمی

استدلال

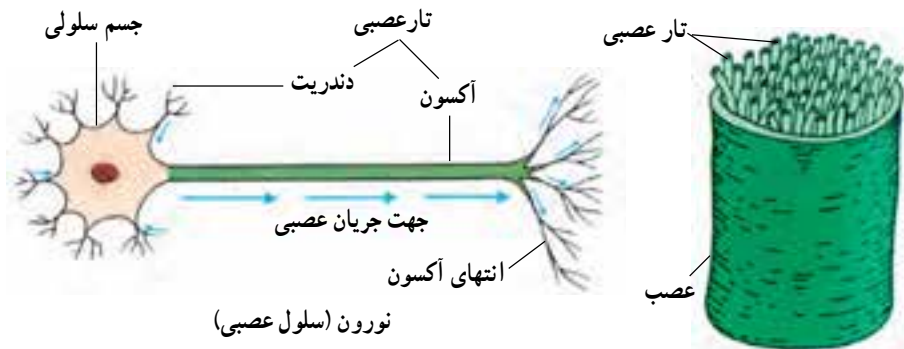
تصور و خیال

بصیرت

## نورون‌ها

مراکز عصبی و اعصابی که از آن‌ها منشعب شده‌اند، همه از سلول‌های عصبی یا نورون‌ها ساخته شده‌اند.

نورون‌ها از نظر شکل، ساختمان و اندازه با یک‌دیگر متفاوت‌اند ولی همه‌ی آن‌ها از جسم سلولی، دندریت و آکسون تشکیل شده‌اند.



نورون (سلول عصبی)

جسم سلولی شامل هسته، سیتوپلاسم و غشای سلولی است. دندریت و آکسون، دنباله‌های سیتوپلاسمی نورون‌اند که گاه بسیار طویل هستند. این دنباله‌های سیتوپلاسمی را تار (رشته)‌های عصبی می‌نامند که اجتماع آن‌ها در کنار یک‌دیگر اعصاب را تشکیل می‌دهد.

### مقایسه کنید

مراکز عصبی را می‌توان با یک مرکز تلفن مقایسه کرد.

– درباره‌ی این تشابه توضیح دهید. نقش سلول‌های بدن و نورون‌ها را بررسی کنید.

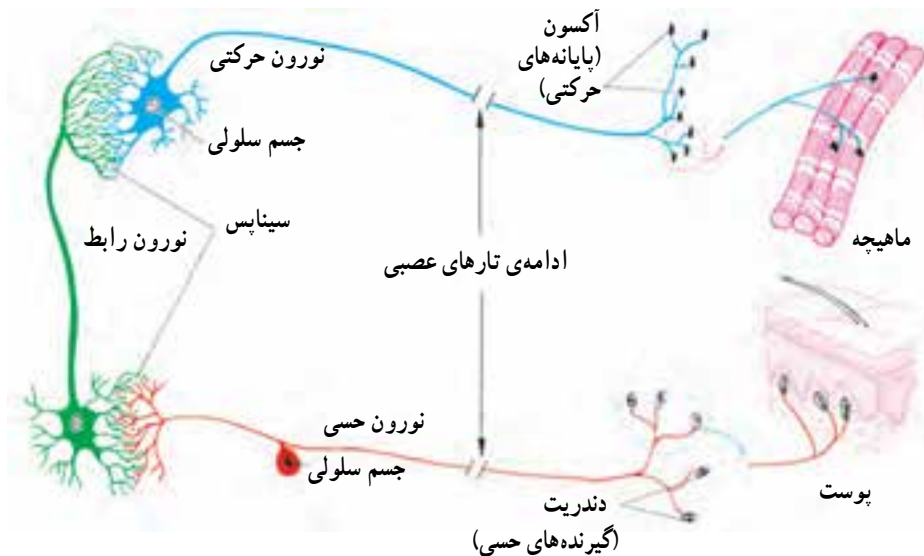
– چنان‌چه مرکز تلفن وجود نداشته باشد، برقراری ارتباط بین مردم چه مشکلاتی در بر خواهد داشت؟

– محدودیت‌های این مقایسه چیست؟ درباره‌ی تفاوت‌های این دو مرکز بحث کنید.

کار نورون‌ها انتقال پیام عصبی به مراکز عصبی و از آنجا به همه‌ی نقاط بدن است. نورون‌ها این عمل را فقط در یک جهت انجام می‌دهند.

پیام عصبی در طول نورون‌ها جریان می‌یابد و منتقل می‌شود. نورون‌ها با یک‌دیگر و نیز با اندام‌های مختلف بدن در ارتباط‌اند. این محل ارتباط را سیناپس می‌گویند. در سیناپس، نورون‌ها به یک‌دیگر یا به اندام‌های بدن متصل نمی‌شوند بلکه فقط آکسون و دندریت آن‌ها در کنار هم یا در کنار اندام‌ها قرار دارد و پیام عصبی بین آن‌ها از دندریت‌ها به سمت آکسون‌ها جریان می‌یابد. در جدول زیر، گوناگونی نورون‌ها را از نظر عملی مشاهده کنید:

کار	ویژگی ساختاری	نوع نورون
انتقال پیام عصبی از اندام‌های حسی و اعضای داخلی بدن به سمت مراکز عصبی	دندریت بلند، آکسون کوتاه	حسی
انتقال پیام عصبی در مراکز عصبی و برقراری ارتباط بین نورون‌های حسی و حرکتی	دندریت کوتاه، آکسون کوتاه یا بلند	رابط
انتقال پیام عصبی از مراکز عصبی به کلیه‌ی بخش‌های عمل‌کننده‌ی بدن (مثل غده‌ها و ماهیچه‌ها)	دندریت کوتاه، آکسون بلند	حرکتی



## فکر کنید

- سؤالات زیر درباره‌ی نورون‌هاست. به این سؤالات پاسخ دهید:
- چه خصوصیت‌هایی در سلول‌های عصبی دیده می‌شود که شبیه آن‌ها در سلول‌های دیگر بدن وجود ندارد؟
  - فرق عمل دندریت‌ها و آکسون‌ها چیست؟
  - با توجه به این که اغلب پیام‌های عصبی باید بسیار سریع ارسال شود، ماهیت آن‌ها احتمالاً به کدام یک شبیه‌تر است؟ الکتریکی یا شیمیایی؟ دلیل بیاورید.
  - انتقال پیام‌های عصبی در طول نورون به صورت یک طرفه انجام می‌شود. فایده‌ی این وضع چیست؟

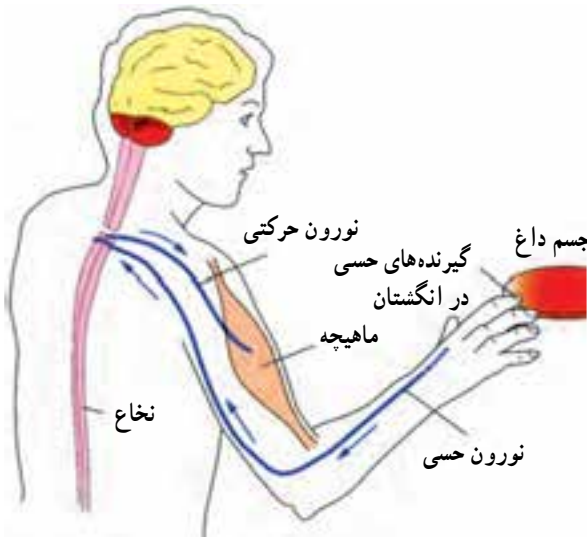
## بیش‌تر بدانید

مواد مخدر، ترکیبات شیمیایی خاصی هستند که در انتقال پیام‌های عصبی اختلال ایجاد می‌کنند. گروهی از این مواد، مانند مورفین و هروئین، مانع از عمل طبیعی نورون‌ها در انتقال پیام می‌شود و نظم بدن را به هم می‌زند؛ مثلاً، ضربان‌های قلب نامنظم می‌شود. فشار خون بالا می‌رود، گوارش مختل می‌شود، مفاصل‌ها و ماهیچه‌ها دچار خستگی و درد می‌گردند و رفتار شخص غیر طبیعی می‌شود.

## انعکاس

هنگامی که با دوست خود صحبت می‌کنید یا نامه می‌نویسید، کاری را به اراده‌ی خود انجام می‌دهید اما همه‌ی اعمال شما این‌گونه نیستند. گاهی اوقات کارهایی را به صورت غیرارادی، بسیار سریع، بدون تفکر و اغلب به عنوان حفاظت از خود انجام می‌دهید که آن‌ها را اعمال انعکاسی می‌گویند.

انعکاس‌ها، ممکن است ساده یا پیچیده باشند؛ مثلاً ممکن است در اثر برخورد دستتان با یک جسم



مسیر انعکاس

داغ فقط دست خود را عقب بکشید یا بدن خود را نیز دور کنید یا حتی یک قدم به عقب بردارید. در چنین حالت‌هایی، به ترتیب، ماهیچه‌های بیش‌تری در انعکاس شرکت کرده‌اند.

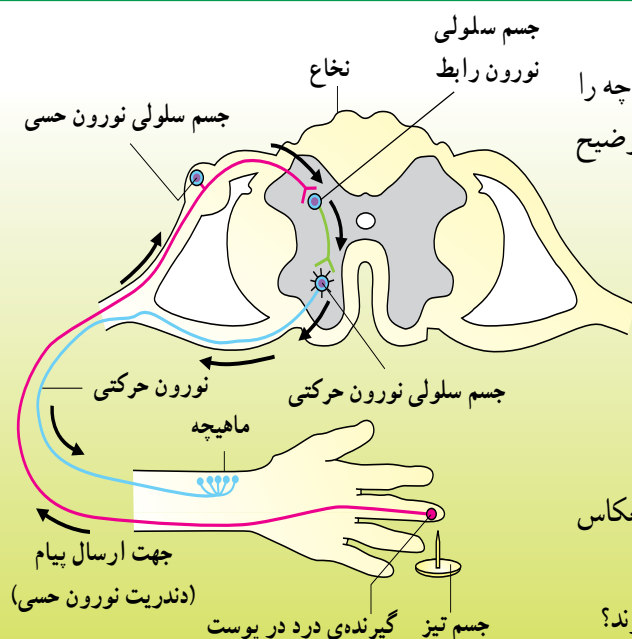
### فکر کنید

جدول زیر درباره‌ی انعکاس‌هاست. آن را تکمیل کنید :

منظور	پاسخ	محرک	نوع انعکاس
		سوزن	عقب کشیدن دست
		مشاهده‌ی غذا	ترشح بزاق
	بستن چشم		پلک زدن
خروج غبار از چشم			ریزش اشک
	خروج هوا از بینی		عطسه
عدم ورود غذا به نای			سرفه
		نور زیاد	تغییر قطر مردمک
دریافت مقدار زیاد اکسیژن			خمیازه
	حرکت ساق پا به بالا		پرش زانو

### تفسیر کنید

با مشاهده‌ی شکل روبه‌رو، آن چه را که در این جا رخ داده است، توضیح بدهید.

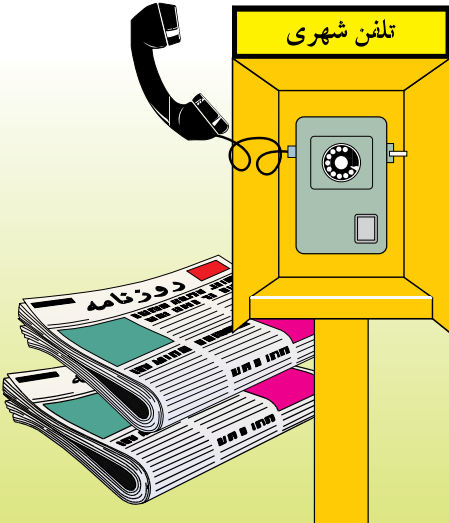


- چرا مسیر رفت و برگشت پیام متفاوت است؟
- فایده‌ی سرعت و غیرارادی بودن عمل انعکاس چیست؟
- آیا می‌توان گفت که عمل انعکاس نیاز به آموزش ندارد؟
- آیا جانوران هم انعکاس دارند؟

## دستگاه هورمونی

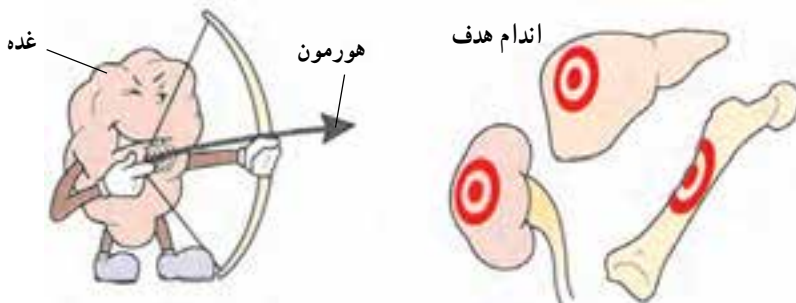
دستگاه عصبی، با همه‌ی توانایی خود و با انشعابات‌ی که به تمامی نقاط بدن می‌فرستد، تنها دستگاه هماهنگ کننده‌ی بدن نیست. بسیاری از اعمال بدن به نوع دیگری از ارتباط و هماهنگی بین بخش‌های مختلف بدن نیاز دارند که ایجاد آن به عهده‌ی دستگاه هورمونی است.

**مقایسه کنید**



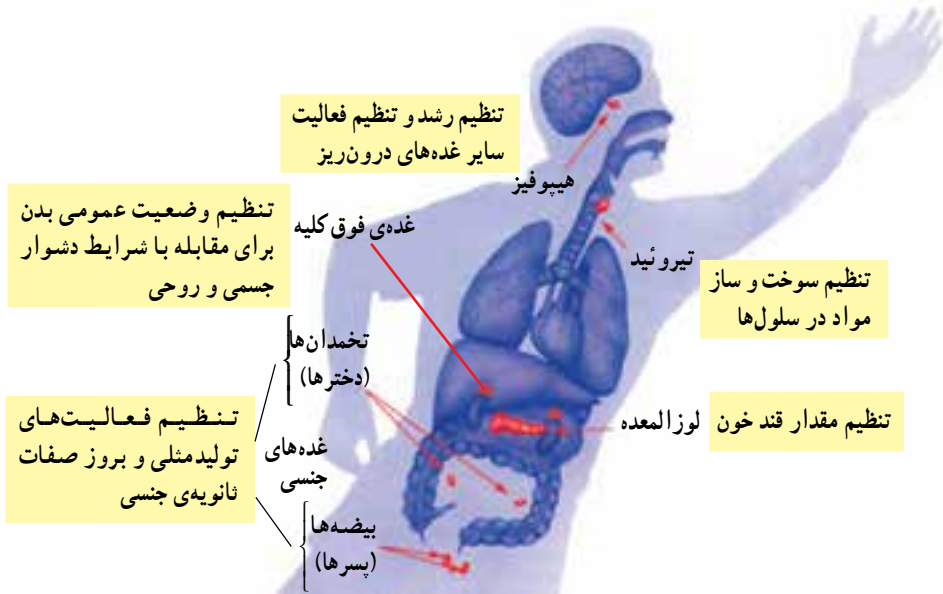
برقراری ارتباط بین سلول‌های بدن از طریق پیام‌های هورمونی و عصبی صورت می‌گیرد. پیام هورمونی ارتباط را از طریق شیمیایی برقرار می‌کند ولی پیام عصبی تا حدود زیادی ماهیت الکتریکی دارد، اگر چه در ارتباط‌های عصبی، مواد شیمیایی نیز دخالت دارند. برقراری ارتباط الکتریکی و شیمیایی را می‌توان به شبکه‌ی ارتباط تلفنی و مطبوعاتی در یک شهر تشبیه کرد. موارد شباهت و تفاوت این دو شبکه‌ی ارتباطی را بیان کرده، کارآیی آن‌ها را مقایسه کنید. مواردی را نام ببرید که قابل بررسی و پیگیری در بدن انسان باشد.

هورمون‌ها، ترکیبات شیمیایی خاصی در بدن هستند که از غده‌های خاصی در خون ترشح می‌شوند. این مواد در حقیقت رابط‌های شیمیایی هستند که بین فعالیت‌های اجزای تشکیل دهنده‌ی بدن هماهنگی به وجود می‌آورند. هورمون‌ها به مقدار بسیار کم ترشح می‌شوند و به وسیله‌ی خون به اندام هدف خود می‌رسند و در آن‌جا سبب کاهش یا افزایش شدت یک نوع فعالیت و در واقع تنظیم آن فعالیت می‌شوند. اندام هدف شامل مجموعه‌ی خاصی از سلول‌های حساس به یک هورمون است.

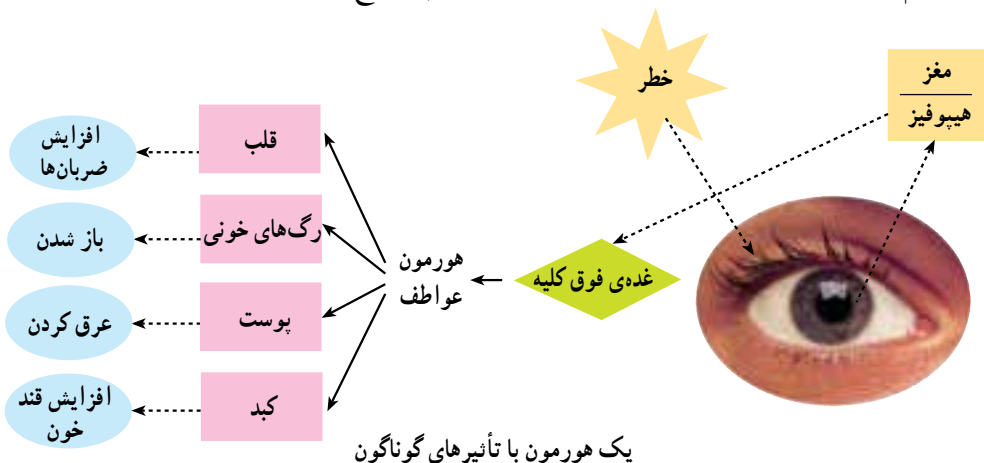




برخی از غده‌ها، یک هورمون و گروهی چند هورمون ترشح می‌کنند. مقدار ترشح هورمون همواره باید به اندازه‌ی مشخصی باشد. افزایش یا کاهش این مقدار باعث ایجاد بیماری می‌گردد. میزان ترشح هورمون‌ها به راه‌های دقیقی کنترل می‌شود. علاوه بر این که هر غده مقدار هورمون تولیدی خود را به دقت زیر نظر دارد، معمولاً توسط غده‌ی هیپوفیز هم کنترل می‌شود. این غده نیز به نوبه‌ی خود تحت نظارت بخشی از مغز قرار دارد. به این ترتیب، بعضی از کارها را هر دو دستگاه عصبی و هورمونی با ارتباط و هماهنگی هم‌دیگر انجام می‌دهد.



در بدن هورمون‌های زیادی ترشح می‌شوند که هر کدام کار مشخصی دارند. بعضی نیز کارهای مختلفی را به عهده دارد و گاهی نیز برای انجام یک فرایند تأثیر چند هورمون لازم است. تنظیم رشد و تنظیم قندخون از مواردی هستند که تحت تأثیر عمل چند نوع هورمون قرار دارند.



در رشد بدن هورمون‌های هیپوفیز و تیروئید مؤثرند. تأثیر هورمون غده‌ی تیروئید بیش‌تر مربوط به دوران جنینی است. از غده‌ی هیپوفیز هورمون‌های مختلفی ترشح می‌شود که یکی از آن‌ها هورمون رشد است. این هورمون بر ناحیه‌ی انتهایی استخوان‌های دراز اثر می‌کند که در نتیجه‌ی آن، تا حدود ۲۰ سالگی، با تبدیل غضروف به استخوان، بر طول قد اضافه می‌شود. مقدار ترشح هورمون رشد، بسیار اهمیت دارد؛ به طوری که کم یا زیاد شدن مقدار آن، ایجاد بیماری می‌کند.

در مقدار قند خون، به طور عمده پنج نوع هورمون که از لوزالمعده، هیپوفیز و فوق کلیه ترشح می‌شوند، نقش دارند. فقط یکی از این هورمون‌ها، یعنی انسولین که از لوزالمعده ترشح می‌شود، باعث کاهش قند خون و ورود آن به سلول‌ها می‌گردد اما بقیه‌ی هورمون‌ها که یکی از آن‌ها از خود لوزالمعده ترشح می‌شود باعث افزایش قند خون می‌شود.

### جمع آوری اطلاعات

درباره‌ی میزان قند خون انسان مطالبی را جمع‌آوری کنید.  
مطالب شما می‌تواند در ارتباط با این موضوع‌ها باشد: چگونه ثابت ماندن قند خون، عوامل مؤثر در افزایش یا کاهش قند خون، نقش هورمون‌ها به خصوص انسولین، بیماری دیابت (مرض قند) و انواع آن، عوارض دیابت و مراقبت‌های لازم هنگام بیماری.

### مقایسه کنید

این جدول را تکمیل کنید:

دستگاه هورمونی	دستگاه عصبی	
	تقریباً الکتریکی	نوع پیام
خون		مسیر انتقال
	زیاد	سرعت نسبی
تدریجی		سرعت پاسخ
	کم	دوام پیام

### فکر کنید

چرا اثر هورمون‌ها پایدارتر از اثر پیام‌های عصبی است؟ فایده‌ی این پایداری چیست؟

## نوجوانی و بلوغ

یک جاندار پرسلولی هر قدر هم بزرگ باشد، در آغاز زندگی، سلول کوچکی بیش نبوده است. این سلول کوچک، رشد کرده، تقسیم شده، به صورت‌های گوناگون درآمده و در نهایت، جاندار کامل ولی کوچکی را ایجاد کرده است. مراحل بعدی رشد، این جاندار کوچک را آماده می‌سازد تا بتواند موجودات زنده‌ای مشابه خود به وجود آورد. به دست آوردن چنین آمادگی با ایجاد تغییرات وسیعی در ساختمان، اعمال و رفتار جاندار همراه است که آن را «بالغ شدن» می‌گویند.

### رشد

انسان در طول زندگی خود، مراحل مختلفی را از جنینی تا پیری می‌گذراند ولی برخلاف گیاهان که در تمامی عمر خود رشد می‌کنند، فقط در محدوده‌ی زمانی خاصی این توانایی را دارد. رشد به معنی افزایش تعداد سلول‌ها یا افزایش غیر قابل برگشت ابعاد آن‌هاست. آهنگ رشد انسان در ابتدای دوران جنینی بسیار سریع است ولی به تدریج کاهش می‌یابد. این کاهش در سال‌های نوزادی و کودکی ادامه می‌یابد ولی در دوران بلوغ مجدداً شدت می‌گیرد و سپس در جوانی پایان می‌پذیرد. البته تکثیر برخی سلول‌ها به منظور ترمیم و جایگزینی سلول‌های از دست رفته، همواره ادامه خواهد داشت.

### تفسیر کنید

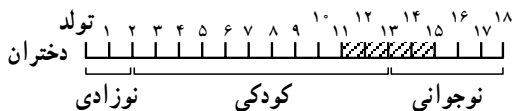
– می‌دانید که پروتئین‌ها برای رشد انسان مورد استفاده قرار می‌گیرند. حجم مواد پروتئینی که یک نوزاد مصرف می‌کند از یک کودک دبستانی که سال‌های اول مدرسه را می‌گذراند کم‌تر است. از طرف دیگر، نوزاد به دلیل رشد بیشتر، نیازش به پروتئین بیش‌تر از کودک دبستانی است. این مطلب را چگونه تفسیر می‌کنید.

– آیا افزایش ابعاد یک سلول که آب را جذب کرده است، رشد است؟

### بلوغ

بلوغ یک واژه‌ی عمومی است که در موارد مختلفی کاربرد دارد اما به عنوان رویداد مهمی که در مراحل رشد انسان پیش می‌آید، به صورت‌های مختلفی تعریف شده است. معمولاً، مجموعه‌ی

تغییرات بدنی و روانی که بین دوران‌های کودکی و نوجوانی پیش می‌آید و گاه تا دوران جوانی ادامه می‌یابد، بلوغ نامیده می‌شود.



بلوغ (و عمدتاً بلوغ جنسی) سال‌های آخر کودکی و آغاز نوجوانی را دربر می‌گیرد.

دوران نوجوانی، حد فاصل کودکی و جوانی است و دوره‌ی انتقال به بزرگسالی محسوب می‌شود. در این دوره، به دلیل رخ دادن بلوغ، تغییر و تحولات سریعی در شما پدید می‌آید. رشد در دوران نوجوانی با رشد سریع جسمی - که در دخترها زودتر از پسرها اتفاق می‌افتد - آغاز می‌شود و تا زمانی

که جهات دیگر رشد (جنسی، روانی، اجتماعی و...) تکمیل شود، ادامه می‌یابد. در حقیقت، نوجوانی دورانی است که زندگی آینده‌ی شما شکل جدی‌تری می‌گیرد و پی‌ریزی می‌شود؛ بنابراین، هر قدر دانش و آگاهی شما درباره‌ی بلوغ و نوجوانی بیش‌تر باشد، نگرانی‌ها و مشکلات کم‌تری در این دوره خواهید داشت. در این صورت، راحت‌تر می‌توانید با هیجان‌ها و بحران‌های آن سازگاری پیدا کنید و زندگی سالم، پرنشاط و سودمندی داشته باشید.

### بحث کنید

بلوغ، پدیده‌ای چند بُعدی است. تغییراتی که در زمینه‌ی رشد به وجود می‌آید، مشخص‌تر است و زودتر رخ می‌دهد اما زمینه‌های دیگری هم وجود دارد که در تکامل شخصیت نوجوان تا تبدیل شدن به یک جوان کامل مؤثر است. در جدول زیر، توصیف‌هایی درباره‌ی انواع بلوغ آورده شده است.

ایجاد ویژگی‌های تازه‌ای در ساختار، رفتار و نیازها که باعث تفاوت دخترها و پسرها می‌شود.	
ایجاد تغییرات وسیع در شکل و حجم بدن و نیز طرح کلی اندام‌ها که موجب افزایش و در نهایت، تکمیل رشد اعضای بدن می‌گردد.	
ایجاد قدرت تشخیص مسائل و پیش‌آمدهای زندگی که امکان قبول مسئولیت‌های اجتماعی را به وجود می‌آورد.	
ایجاد توانایی اداره‌ی مستقل زندگی از نظر اقتصادی که یافتن جایگاه و موقعیت مشخص اجتماعی را به دنبال دارد.	
ایجاد آمادگی لازم برای انجام وظایف دینی که هم‌زمان با رسیدن به سن تکلیف - براساس سال قمری - است.	

درباره‌ی مطالب جدول صفحه‌ی قبل که در مورد زمینه‌های مختلف بلوغ است با یک دیگر بحث کنید و مشخص نمایید که «بلوغ روانی، بلوغ شرعی، بلوغ جسمی، بلوغ اقتصادی و اجتماعی و بلوغ جنسی» هر یک با کدام تعریف مطابقت دارد.

## تغییرات جنسی

اگر چه دختر یا پسر بودن انسان از دوران جنینی هم مشخص است ولی اگر به نوزادان پسر و دختر لباس مشابهی بپوشانیم، شناسایی آن‌ها دشوار خواهد بود. در دوران بلوغ به دلیل ترشح هورمون‌های جنسی، صفات ثانویه‌ی جنسی به وجود می‌آید که باعث تفاوت دو جنس می‌شود. در حیوانات، یال شیر، تاج خروس، دم قرقاول، پرها و وس و شاخ گوزن از صفات ثانویه‌ی جنسی محسوب می‌شوند.



تفاوت‌های ظاهری جنس نر با ماده در بسیاری از جانوران به دلیل ترشح هورمون‌های جنسی و بروز صفات ثانویه‌ی جنسی است.

هورمون‌های جنسی، از غده‌های جنسی شامل بیضه در پسرها و تخمدان در دخترها ترشح می‌شود. هورمون‌های جنسی مسئول بروز علایم اصلی بلوغ جنسی، یعنی ایجاد صفات ثانویه‌ی جنسی و نیز تولید گامت‌های نر و ماده‌اند. (با تولید گامت‌ها در فصل تولیدمثل آشنا خواهید شد.) هورمون بیضه‌ها تستوسترون نام دارد که باعث افزایش رشد ماهیچه‌ها و استخوان‌ها می‌گردد. به همین دلیل، بلوغ جنسی همراه با افزایش قد، وزن و قدرت عمومی بدن صورت می‌گیرد. بم‌شدن صدا، رویش موی بدن و صورت از جمله صفات ثانویه‌ی جنسی در پسرهاست. تخمدان‌ها دو نوع هورمون استروژن و پروژسترون تولید می‌کنند. این هورمون‌ها باعث افزایش رشد استخوان لگن، رشد سینه‌ها و رویش موی بدن می‌شوند که از جمله صفات ثانویه‌ی جنسی در دخترها هستند.

### فکر کنید

به نظر شما، زمان بروز علایم بلوغ در افراد مختلف و جوامع گوناگون به چه عواملی بستگی دارد؟

## تغییرات عاطفی

همچنان که بدن شما در دوران بلوغ متحول می‌شود، از لحاظ عاطفی و روانی هم تغییراتی در شما پدید می‌آید. در این دوران، همان‌طور که جسم شما برای سالم ماندن به غذا و مراقبت نیاز دارد، از لحاظ روانی نیز دارای نیازهای ویژه‌ای است که باید آن را برطرف کنید تا بتوانید از ایمنی خاطر برخوردار شوید؛ از جمله:

**الف — نیاز به قابل ارزش بودن:** احساس دوستی‌های متقابل، در هر سنی وجود دارد. در دوران بلوغ نیز هر یک از اشخاص احساس می‌کند که باید فردی از یک گروه باشد و دیگران برای او احترام و ارزش قائل شوند.

**ب — نیاز به تصمیم‌گیری:** در دوران کودکی، مایل بودید که دیگران از شما مراقبت کنند اما اکنون، احساس می‌کنید که در بسیاری از موارد، خودتان باید درباره‌ی بسیاری از کارها تصمیم‌گیری کنید و به اصطلاح، مستقل باشید اما در مواردی هم می‌بینید که خانواده چنین اجازه‌ای را به شما نمی‌دهد. در تصمیم‌گیری، مهم‌تر از هر چیز، شناخت دقیق قابلیت‌ها و توانایی‌های خود است اما اعتماد به نفس داشتن، شما را در این زمینه کمک می‌کند. فراموش نکنید که همیشه خانواده بهتر از دیگران می‌تواند در تصمیم‌گیری و ارزشیابی تصمیماتتان به شما کمک کند.

## بحث کنید

- ۱- چرا ارزشیابی از تصمیم‌گیری‌ها بعد از اجرا اهمیت دارد؟
- ۲- چرا معمولاً بزرگ‌ترها در دادن آزادی بیش‌تر به شما تردید دارند؟
- ۳- اگر بخواهید برای نوع تحصیلات دبیرستانی و شغل آینده‌تان تصمیم‌گیری کنید، چه نوع اطلاعاتی را باید جمع‌آوری نمایید؟

با وجود این‌که خانواده همچنان به صورت عامل مهمی در تصمیم‌گیری‌های شما باقی است، اندک‌اندک، زمان بیش‌تری را دور از خانه، یعنی در مدرسه، با دوستانتان می‌گذرانید. در این صورت، دیگران هم بر شما اثرگذار می‌شوند؛ مثلاً، ممکن است شما را به این فکرها بیندازند که «در دبیرستان، کدام رشته را انتخاب کنم؟ آیا باید تحصیلات خود را ادامه دهم یا وارد بازار کار شوم؟» و مهم‌تر این‌که «آیا دوستانی که وقت زیادی را در کنار آنان می‌گذرانم، چیزهای درستی به من می‌آموزند؟» به هر حال، شما از تأثیر دوستان دور نمی‌مانید.



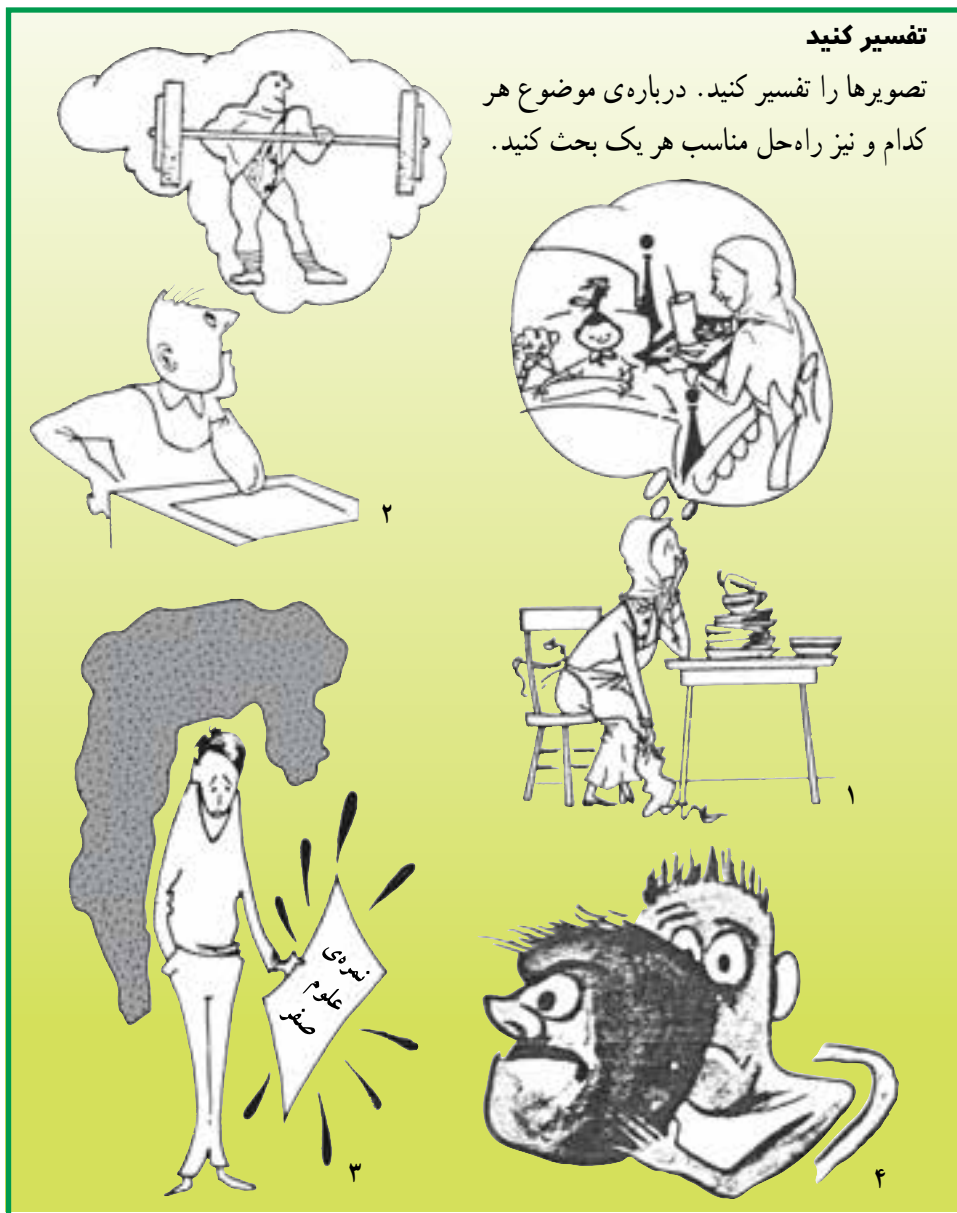
## عواطف و رفتارها

در سنین بلوغ، دچار شدن به احساسات شدید، امری طبیعی است. گاهی به شدت خوشحالیید و چند دقیقه بعد ممکن است افسرده شوید و خود دلیل این حالت‌ها را ندانید. قسمتی از این تغییرات، محصول ترشحات نامتوازن هورمون‌هاست که بعد از مدتی، خودبه‌خود تنظیم خواهند شد، اما گاهی هم افکار ناراحت‌کننده‌ای به سراغ شما می‌آیند که نمی‌توانید یا نمی‌خواهید درباره‌ی آن‌ها با دیگران صحبت کنید. بعضی از افراد، با استفاده از روش‌هایی به نام واکنش‌های دفاعی با چنان

افکاری مقابله می‌کنند. برخی از این واکنش‌ها مفید و بعضی مضرند اما به یاد داشته باشید که واکنش دفاعی به منزله‌ی زرهی است که شخص فاقد ایمنی خاطر، برای پوشاندن ضعف خود در برابر شرایط محیطی، یا برای جبران محرومیت‌ها، آن را به کار می‌برد. افراد قوی و دارای اعتماد به نفس، کم‌تر به این واکنش‌ها نیاز دارند.

### تفسیر کنید

تصویرها را تفسیر کنید. درباره‌ی موضوع هر کدام و نیز راه‌حل مناسب هر یک بحث کنید.





برخی از واکنش‌های دفاعی عبارت‌اند از :  
جایگزینی: جانشین‌سازی یک هدف با احتمال موفقیت زیاد به جای هدف غیر قابل دسترس.  
خیالبافی: فرو رفتن در عالم رؤیا و فکر کردن درباره‌ی وقایعی که مایل بودیم اتفاق بیفتند.  
دلیل‌تراشی: ارائه دادن دلیل به ظاهر قانع‌کننده برای عمل بدی که انجام داده‌ایم.  
جبران نقص: نسبت دادن صفاتی به خود، که در واقع فاقد آن‌ها هستیم.  
انکار: پوشاندن مسئله یا واقعیت ناخوشایندی که نمی‌خواهیم برای دیگران آشکار شود.

### بحث کنید

درباره‌ی پرسش‌های زیر که مربوط به واکنش‌های دفاعی است، در کلاس بحث کنید و برای هر کدام از واکنش‌های دفاعی مثال‌هایی بیاورید.

- موارد زیر، به کدام یک از واکنش‌های دفاعی مربوط می‌شود :
  - چون ارزان بود، آن را خریدم.
  - گریه دستش به گوشت نمی‌رسد، میگه بو میده.
  - اگر با دیگرانش بود میلی چرا جام مرا بشکست لیلی
  - جمع‌آوری عکس قهرمانان و هنرپیشه‌های معروف
  - چگونه ممکن است برخی از واکنش‌های دفاعی مفید باشند؟

## تولید مثل

در محیط اطراف شما، جانداران گوناگونی از انواع مختلف وجود دارد. این موجودات زنده، یا تک سلولی یا پرسلولی، هستند اما همه‌ی آن‌ها از جانداران هم‌نوع خود به‌وجود آمده‌اند؛ یعنی، زندگی هر موجود زنده با سلول یا سلول‌هایی آغاز می‌شود که زمانی جزئی از بدن والد یا والدینش بوده است. به این صورت، نسل جانداران پایدار مانده و بقای حیات ممکن شده است.

## اهمیت و گوناگونی

در میان ویژگی‌هایی که جانداران را از موجودات بی‌جان متمایز می‌کند، شاید تولیدمثل مهم‌ترین آن‌ها باشد؛ زیرا، در بین آثار حیاتی مختلف، مانند تغذیه، تنفس، حرکت و ... هیچ‌کدام به اندازه‌ی تولیدمثل تفاوت موجودات زنده و غیرزنده را نشان نمی‌دهد. شما و پروس‌ها را به‌عنوان گروهی که در مرز میان موجودات بی‌جان و جاندار قرار دارند می‌شناسید. و پروس‌ها نیز به نوعی تولیدمثل می‌کنند. — گرچه این عمل آن‌ها به‌وسیله‌ی سلول میزبان (سلولی که به آن وارد شده‌اند) صورت می‌گیرد. — به‌هرحال تولیدمثل تقریباً مهم‌ترین شباهتی است که و پروس‌ها به موجودات زنده دارند. هر جانداری دیر یا زود می‌میرد. اگر موجودات زنده تولیدمثل نکنند، به زودی همه‌ی جانداران روی زمین از میان خواهند رفت؛ بنابراین، تولیدمثل نقش اصلی را در بقای نسل جاندار به عهده دارد. تولیدمثل، ویژگی و عملی است که موجب تولید جانداران جدید از هم‌نوعان خود می‌گردد. تولیدمثل در موجودات زنده به دو روش صورت می‌گیرد:

**الف — غیر جنسی:** روشی که در آن وجود یک فرد برای به‌وجود آمدن جانداران جدید کافی

است.

**ب — جنسی:** روشی که در آن به وجود آمدن جانداران جدید وابسته به‌وجود «دو جنس» مختلف است که معمولاً از آن‌ها به عنوان نر و ماده نام می‌برند.

برخی از موجودات زنده فقط به یک روش و بعضی به هر دو روش تولیدمثل می‌کنند.

## بحث کنید

درباره‌ی موضوع تولیدمثل و هدف‌های آن با هم کلاسی‌های خود گفت‌وگو کرده و در مورد پرسش‌های زیر بحث کنید :

– با این‌که تولیدمثل ویژگی مهم موجودات زنده است اما هیچ جانداري، اگر فعالیت تولیدمثلي نداشته باشد، جان خود را از دست نمی‌دهد. به نظر شما دلیل آن چیست؟ تولیدمثل چه تفاوتی با سایر ویژگی‌های موجودات زنده دارد؟

– یک جاندار حتی اگر توانایی تولیدمثل داشته باشد، باز هم ممکن است نسلش پایدار نماند. چه عواملی در بقای نسل جاندار مؤثر است؟

– یکی از اهداف تولیدمثل، افزایش تعداد جاندار است. آیا این هدف به تنهایی کافی است و می‌تواند نسل جاندار را حفظ کند؟ اگر شرایط محیط تغییر کند، چه اتفاقی می‌افتد؟ چه هدف مهم‌تری باید در تولیدمثل مورد توجه باشد؟

– به نظر شما کدام یک از هدف‌های تولیدمثل، در تولیدمثل غیرجنسی و کدام یک در تولیدمثل جنسی تأمین می‌شود؟

## تولیدمثل غیرجنسی

در این روش، کار تولیدمثل به وسیله‌ی یک فرد صورت می‌گیرد. در این نوع تولیدمثل، وقتی جاندار به مرحله‌ی معینی از رشد برسد می‌تواند تکثیر بیابد و افراد جدیدی را به وجود آورد. بسیاری از موجودات زنده از جانداران ساده، مثل باکتری‌ها و تک سلولی‌ها، تا بعضی از گیاهان و جانوران به این روش تولیدمثل می‌کنند.



دو نیم شدن یک باکتری

### الف – تولیدمثل رویشی: نوعی تولیدمثل

غیرجنسی است که در آن، جاندار اولیه یا قسمتی از پیکرش جاندار مشابه را ایجاد می‌کند. تولیدمثل رویشی به راه‌های مختلف صورت می‌گیرد؛ مثلاً، سلول باکتری‌ها و برخی آغازیان با دو نیم شدن تکثیر می‌شوند. در این روش، سلول اولیه که ممکن است دارای هسته یا فاقد آن باشد از



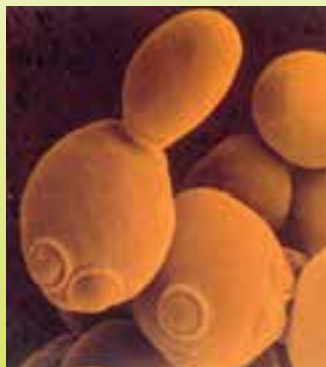
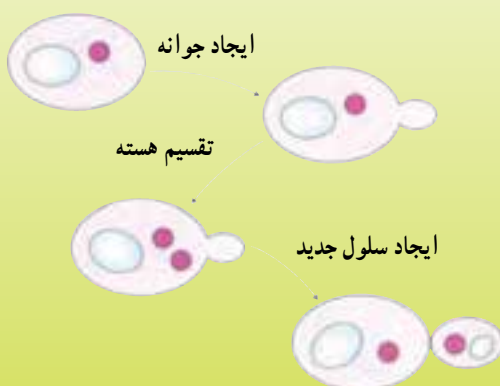
مراحل دو نیم شدن

وسط به دو نیمه تقسیم می‌گردد. در برخی گیاهان و جانوران **قطعه قطعه** شدن دیده می‌شود؛ مثلاً، وقتی خزه رشد می‌کند، ممکن است انشعاب‌های جدید از گیاه قدیمی جدا شود. در این صورت، هر کدام می‌توانند به گیاه تازه‌ای تبدیل شوند.

### آزمایش کنید

در سال‌های قبل با مخمرها آشنا شدید. مخمرها که نوعی قارچ تک‌سلولی هستند با جوانه زدن تکثیر می‌شوند که نوعی تولیدمثل رویشی محسوب می‌شود. «جوانه» بخشی از جاندار اولیه است که به‌طور اختصاصی وظیفه‌ی تولیدمثل ندارد ولی می‌تواند رشد کند و جاندار جدیدی به‌وجود آورد. این روش در برخی جانوران هم وجود دارد (مثال‌هایی در این مورد پیدا کنید).

- کمی گرد مخمر را از نانواپی یا قنادی تهیه کنید. آن را به همراه کمی شکر در آب بریزید و هم بزنید. مدتی صبر کنید و سپس قطره‌ای از آن را روی لام میکروسکوپی قرار دهید و جوانه زدن مخمرها را مشاهده کنید.



جوانه زدن در مخمر

### جمع‌آوری اطلاعات

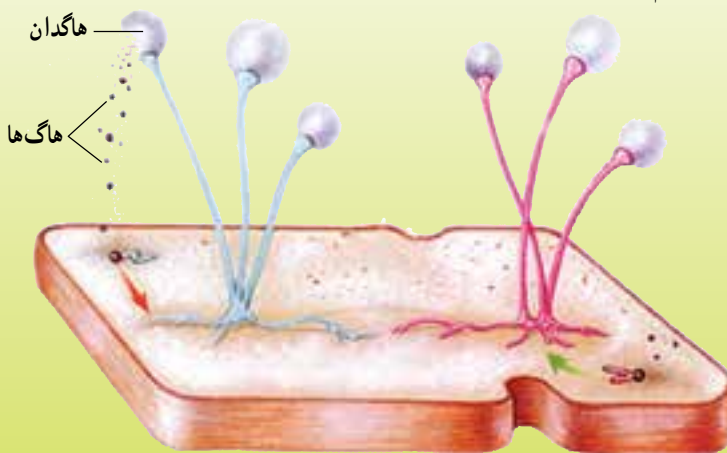
کشاورزان و باغداران، بسیاری از گیاهانی را که می‌توانند از طریق تولیدمثل جنسی تکثیر شوند به‌وسیله‌ی تولیدمثل غیرجنسی به‌صورت رویشی زیاد می‌کنند. از جمله‌ی این روش‌ها، استفاده از ساقه‌ی زیرزمینی (غده‌ی سبب‌زمینی یا پیاز گل‌ها) یا راه‌های مصنوعی تولیدمثل رویشی مثل قلمه زدن، پیوند زدن، خوابانیدن و جدا کردن است.

درباره‌ی چگونگی این روش‌ها، انواع آن‌ها و ضرورت استفاده از آن‌ها اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و در کلاس گزارش دهید.

**ب – هاگ‌زایی:** نوعی تولیدمثل غیرجنسی است که به کمک هاگ صورت می‌گیرد. هاگ، یک سلول ویژه برای تولیدمثل است که توسط جاندار اولیه تولید می‌شود و می‌تواند به تنهایی و به‌طور مستقیم جاندار جدید را ایجاد کند. هاگ‌ها در اندام‌هایی به نام هاگدان تولید می‌شوند و پس از رسیدن، با پاره شدن دیواره‌ی هاگدان آزاد می‌شوند. این هاگ‌ها همراه باد یا آب به نقاط مختلف می‌روند. در هر جا که شرایط رویش برای آن‌ها مناسب باشد، رشد می‌کنند و موجودی مانند والد خود را به‌وجود می‌آورند.

### آزمایش کنید

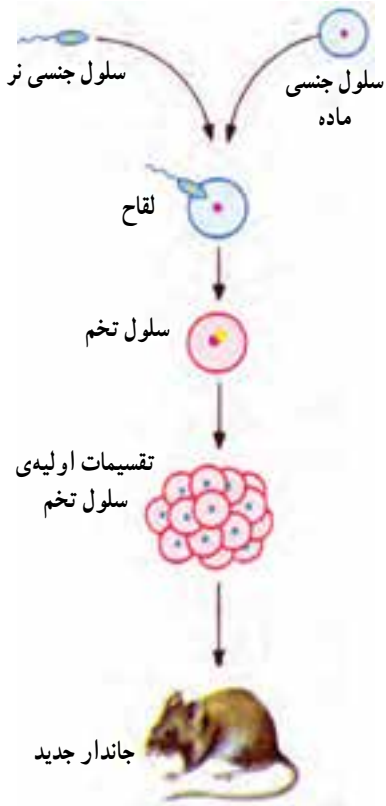
کمی نان یا خمیر آن را مرطوب کنید، درون کیسه‌ای قرار داده و در جای تاریک و تا حدودی گرم قرار دهید. پس از یکی دو روز، کپک‌ها روی آن رشد می‌کنند. مقدار کمی از کپک‌ها را با سوزن بردارید، همراه قطره‌ای آب روی لام قرار دهید و زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. سعی کنید هاگدان‌ها و هاگ‌های درون آن را ببینید. این کار را با کپک‌های روی یک میوه‌ی کپک‌زده نیز انجام دهید. چه تفاوتی مشاهده می‌کنید؟



افزایش کپک‌ها بر روی نان

### تولیدمثل جنسی

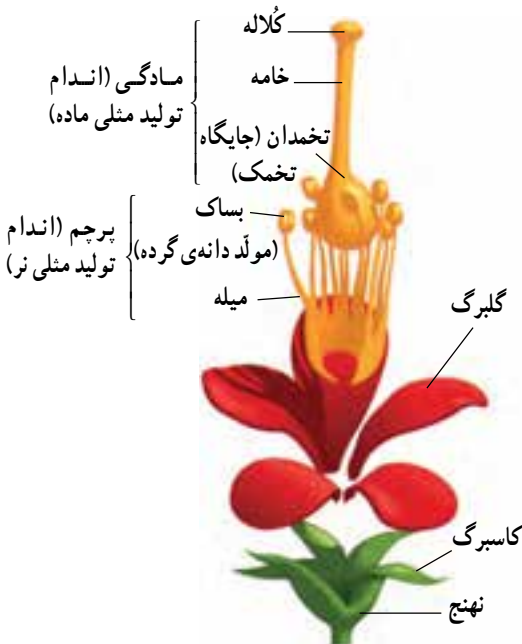
در این نوع تولیدمثل، باید دو نوع سلول جنسی نر و ماده وجود داشته باشد تا این سلول‌ها با هم ترکیب شوند و اولین سلول جاندار جدید حاصل آید. پس در این نوع تولیدمثل، وجود دو جنس لازم است؛ و تولیدمثل جنسی به وسیله‌ی گامت‌ها (سلول‌های جنسی) صورت می‌گیرد، که توسط



دو جنس مختلف (نر و ماده) تولید می‌شوند. گامت، یک سلول ویژه برای تولیدمثل است که برای تولید جاندار جدید باید با گامت دیگری از جنس مخالف همان نوع جاندار ترکیب شود.

گامت در اندام تولیدمثلی به وجود می‌آید. اندام‌های تولیدمثلی نر و ماده ممکن است در دو جاندار مختلف (نر و ماده) یا یک جاندار (نر - ماده) وجود داشته باشد. بسیاری از گیاهان و برخی از جانوران «نر - ماده» هستند. در برخی از موجودات زنده، نر و ماده اسم‌های مختلف دارند؛ مثل: مرغ و خروس یا زن و مرد.

ترکیب سلول‌های جنسی نر و ماده را که منجر به تشکیل سلول تخم می‌شود، لقاح می‌گویند. تخم اولین سلول جاندار جدید است که با تقسیم‌های پی‌در پی و تغییراتی که پیدا می‌کند، در نهایت، جاندار مشابه والدین ایجاد می‌کند.



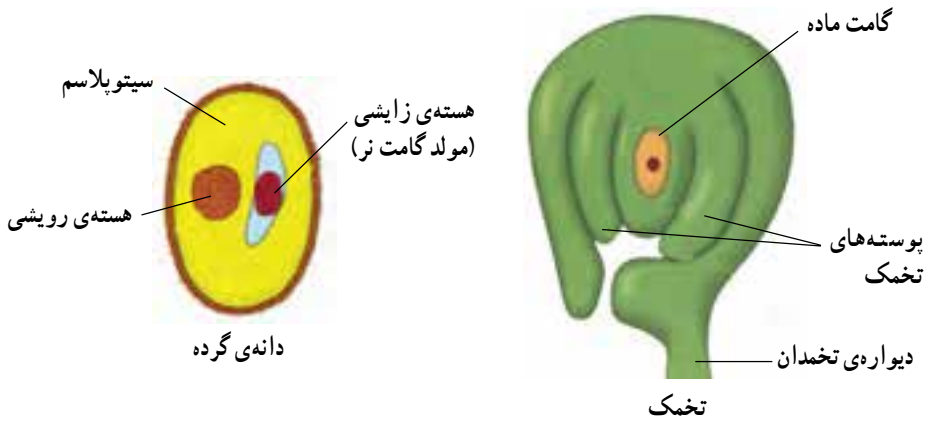
ساختمان گل (اجزاء از یک دیگر جدا شده)

### تولیدمثل جنسی در گیاهان گلدار

کشاورزان، بیش‌تر گیاهان را با کاشتن دانه زیاد می‌کنند. می‌دانید که دانه در داخل گل تشکیل می‌شود و می‌تواند رشد کند و گیاهی شبیه به گیاه والد خود را به وجود آورد.

گل، اندام تولیدمثلی گیاهان گلدار (نهان دانه) است. در گل، بخش‌های تولیدکننده‌ی گامت، پرچم و مادگی هستند. در بیش‌تر گل‌ها، دو نوع اندام نر و ماده مشاهده می‌شود و گل‌ها نر - ماده هستند؛ یعنی، هم پرچم و هم مادگی دارند.

در قسمت پایین مادگی که حجیم‌تر است



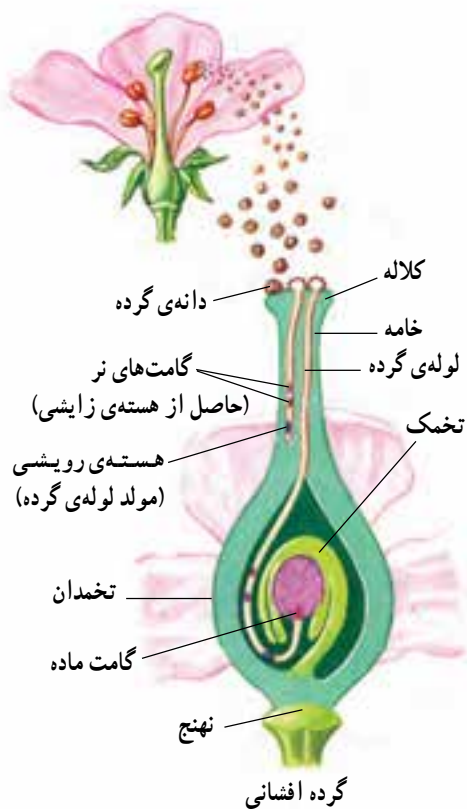
(تخمندان) یک یا چند تخمک وجود دارد. در هر کدام از تخمک‌ها، گامت ماده به وجود می‌آید. در نوک پرچم، برجستگی کوچکی (بساک) دیده می‌شود که بعد از رسیدن، می‌ترکد و از داخل آن تعداد زیادی دانه‌ی گرده خارج می‌شود، که گامت نر در آن به وجود می‌آید.

### مشاهده کنید

تعدادی گل نسبتاً بزرگ تهیه کنید. کاسبرگ‌ها و گلبرگ‌های گل‌ها را جدا کنید.  
 - با کمک ذره‌بین، اجزای درون گل را با دقت مشاهده کنید. تصویر پرچم و مادگی آن‌ها را رسم کنید. آیا در همه‌ی گل‌ها، اجزای درون گل، شبیه به هم است؟  
 - به وسیله‌ی تیغ، با احتیاط، مادگی را از طول برش دهید و تخمک‌ها را ببینید. آیا در گل‌های مختلف آرایش تخمک‌ها در تخمدان با هم متفاوت است؟  
 - دانه‌های گرده‌ی درون بساک را به کمک قطره‌ای آب بین لام و لامل قرار دهید و زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. پوشش خارجی آن‌ها چگونه است؟

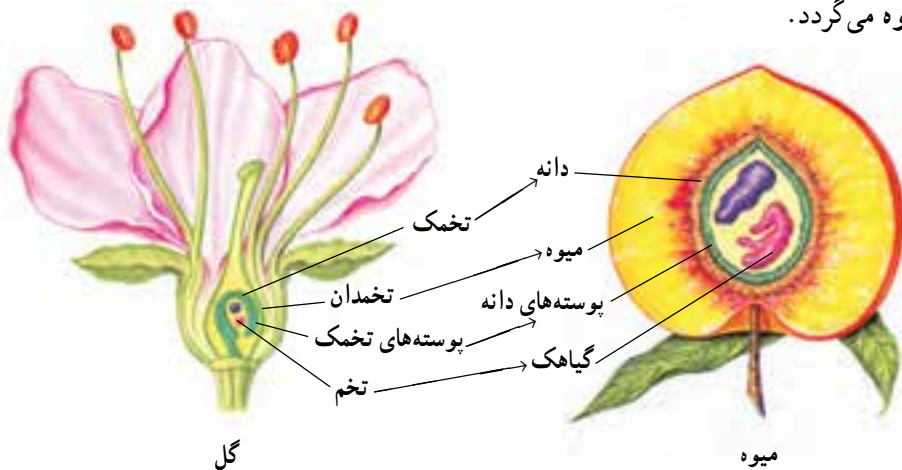
### بحث کنید

به گل‌هایی که فقط پرچم دارند «گل نر» و آن‌هایی که فقط مادگی دارند «گل ماده» می‌گویند. برخی گیاهان گل‌های نر و ماده‌شان از هم جداست ولی روی شاخه‌های مختلف یک گیاه قرار دارند. در بعضی دیگر، گل‌های جدا بر روی گیاهان جداگانه‌ای - از یک نوع - جای گرفته‌اند. گروهی از گیاهان هم دارای گل‌های نر - ماده هستند. درباره‌ی امتیاز هر یک از این سه حالت نسبت به هم بحث کنید.



دانه‌های گرده‌ای که از نوک پرچم‌ها آزاد می‌شوند، باید به نوک مادگی برسند. نوک مادگی چسبناک است و وقتی دانه‌های گرده به آن جا برسند، به راحتی پایین نمی‌روند و باید به کمک آنزیم‌های حل‌کننده، راه خود را به محل گامت ماده در داخل تخمک باز کنند و با آن ترکیب شوند.

پس از گرده افشانی (پراکنده شدن دانه‌های گرده به منظور قرار گرفتن روی کلاله‌ی مادگی)، گامت نر و ماده با یکدیگر ترکیب می‌شوند و سلول تخم را ایجاد می‌کنند. سلول تخم که درون تخمک قرار دارد، گیاهک (جنین گیاه جدید) را می‌سازد. در این حالت، تخمک تبدیل به دانه و تخمدان تبدیل به میوه می‌گردد.

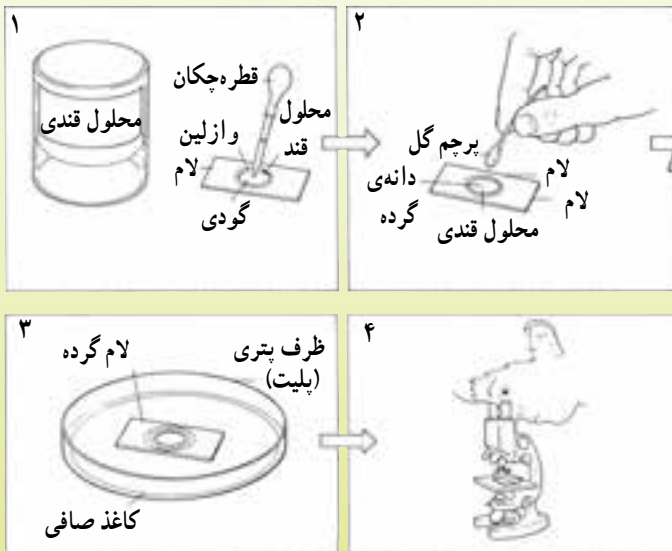


تشکیل میوه در گیاهان گلدار



## آزمایش کنید

روی یک لام میکروسکوپی به کمک وازلین یک حلقه درست کنید و درون آن کمی محلول قندی بریزید (در صورت امکان می‌توانید از لام‌های دارای گودی استفاده کنید).  
مقداری دانه‌ی گرده به محلول بیفزایید و روی آن را با لامل پوشانید. سپس لام و لامل را در ظرفی قرار دهید و به مدت چند روز در محل نسبتاً گرمی نگهداری کنید.  
سپس لام را زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. آن چه را می‌بینید توضیح دهید. چرا این اتفاق رخ داده است؟ محل انجام این پدیده در گیاه کجاست؟



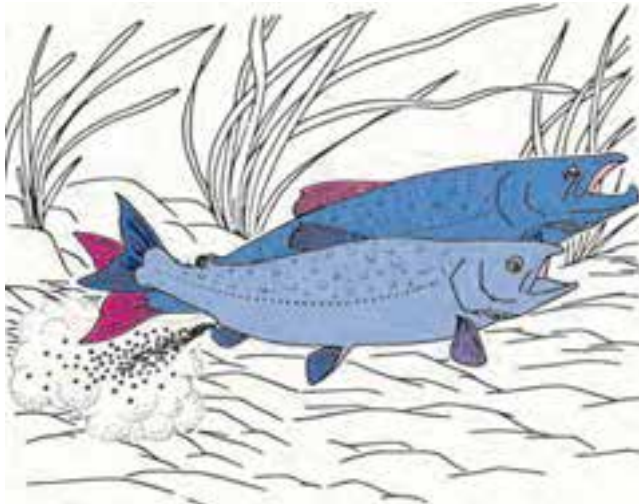
تشکیل لوله‌ی گرده

## تولیدمثل جنسی در جانوران

جانوران هم، برای تولید مثل، به سلول‌های نر و ماده نیاز دارند. گامت نر اسپرم و گامت ماده تخمک نام دارد که در اندام‌های تولیدمثلی نر و ماده به وجود می‌آیند. در همه‌ی مهره‌داران و بعضی از بی‌مهره‌ها، جانور نر و ماده از هم جدا هستند، اما در بعضی بی‌مهره‌ها از قبیل اسفنج‌ها، مرجان‌ها، بعضی از کرم‌ها و نرم‌تنان، مانند گیاهان، اندام تولیدمثل نر و ماده در بدن یک فرد است (نر- ماده‌اند). جانوران گرچه در تولیدمثل جنسی روش‌های مختلفی دارند ولی دو ویژگی مشترک در این روش‌ها وجود دارد که در قالب شرایط گوناگون ساختار بدنی و محیطی آن‌ها به شکل‌های مختلفی بروز می‌کند:

**الف - ایجاد امکان لقاح:** گامت‌ها باید با یک‌دیگر برخورد کنند تا بتوانند ترکیب شوند و سلول تخم را ایجاد نمایند. گرچه اغلب، گامت نر - برخلاف گامت ماده - متحرک است اما معمولاً برای برخورد با هم به شرایط محیطی وابسته‌اند؛ بنابراین، برای انجام لقاح شرایط مکانی و زمانی خاصی لازم است.

از نظر شرایط مکانی، لقاح ممکن است در بیرون بدن جاندار صورت بگیرد (مانند بسیاری از بی‌مهره‌گان، ماهی‌ها و دوزیستان) یا آن که در داخل بدن باشد (مانند خزندگان، پرندگان و پستانداران و بسیاری از گیاهان). در حالت اول آن را لقاح خارجی و در صورت دوم، آن را لقاح داخلی گویند. از نظر شرایط زمانی، تولید گامت‌ها و نیز رها شدن آن‌ها به منظور ترکیب با یک‌دیگر باید تقریباً در یک موقع و در زمان مناسب باشد تا امکان برخورد مؤثر گامت‌ها فراهم شود. این زمان مناسب، در برخی جانوران مثل پستانداران و پرندگان، دوره‌ی جنسی نام دارد.

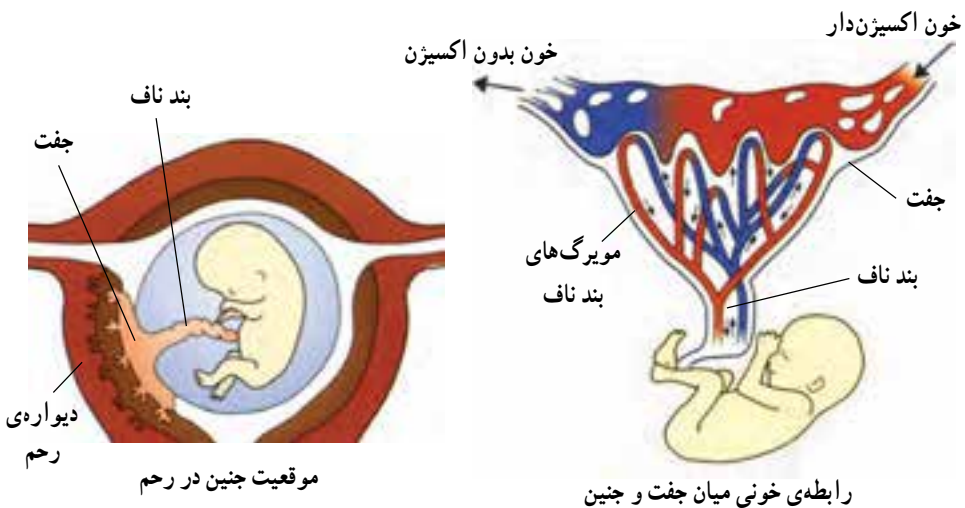


## بحث کنید

- در لقاح خارجی، گامت‌ها در محیط زندگی جاندار - که معمولاً آب است - رها می‌شوند. البته در لقاح داخلی نیز باید محیط مناسب برای زنده ماندن گامت‌ها تا هنگام لقاح، فراهم باشد.
- گامت‌هایی که لقاح خارجی دارند، باید چه ویژگی‌هایی داشته باشند؟
- چرا لقاح خارجی روش مطمئنی برای تولید جاندار جدید نیست؟
- چرا برای والدین، لقاح خارجی، روشی متکی بر صرفه‌جویی ماده و انرژی نیست؟
- مزایای لقاح داخلی بر لقاح خارجی چیست؟
- چرا حتی در لقاح داخلی تعداد گامت‌های نر بسیار بیش‌تر از گامت‌های ماده است؟

ب - ایجاد امکان رشد تخم تا ایجاد نوزاد: برای آن که تولیدمثل موفق باشد باید شرایط تغذیه و حفاظت از جنین فراهم شده باشد. در جانورانی که جنین داخل «رحم» درون شکم مادر پرورش می‌یابد، این شرایط به بهترین صورت وجود دارد. جنین از طریق اندامی به نام «جفت» که به وسیله‌ی «بند ناف» به جنین متصل است با خون مادر ارتباط دارد و مواد لازم را از آن دریافت می‌کند و مواد زاید را به آن می‌دهد.

در جانوران تخم‌گذار، جنین از نظر تغذیه به اندوخته‌ی غذایی داخل تخم وابسته بوده و از نظر حفاظت با توجه به نوع جانور، به پوسته‌ی سخت یا قابل انعطاف تخم متکی است.



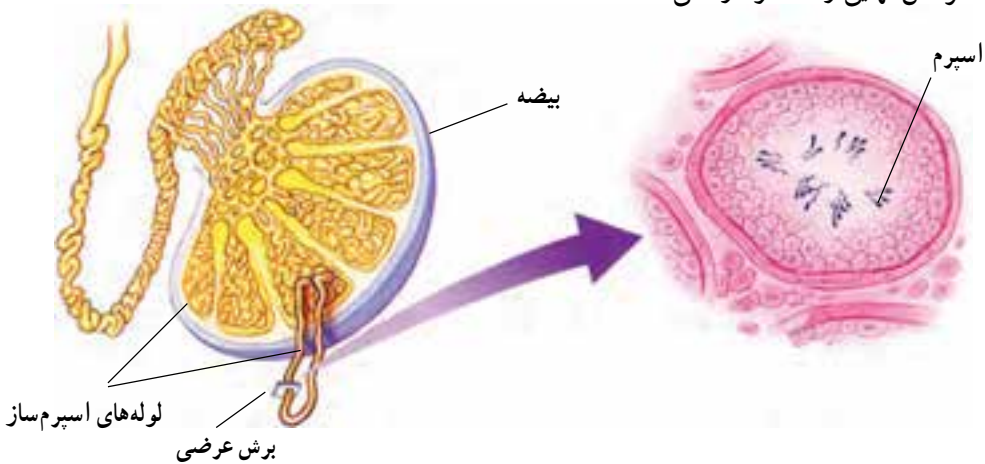
## فکر کنید

- گامت‌های نر و ماده در حیوانات تخم‌گذار و بچه‌زا با یکدیگر متفاوت‌اند.
- چرا در بسیاری از تخم‌گذاران، گامت‌های ماده بسیار بزرگ‌تر از گامت‌های نر است؟
- حیوانات بچه‌زا چه مزیت‌هایی بر حیوانات تخم‌گذار دارند؟

## تولیدمثل در آدمی

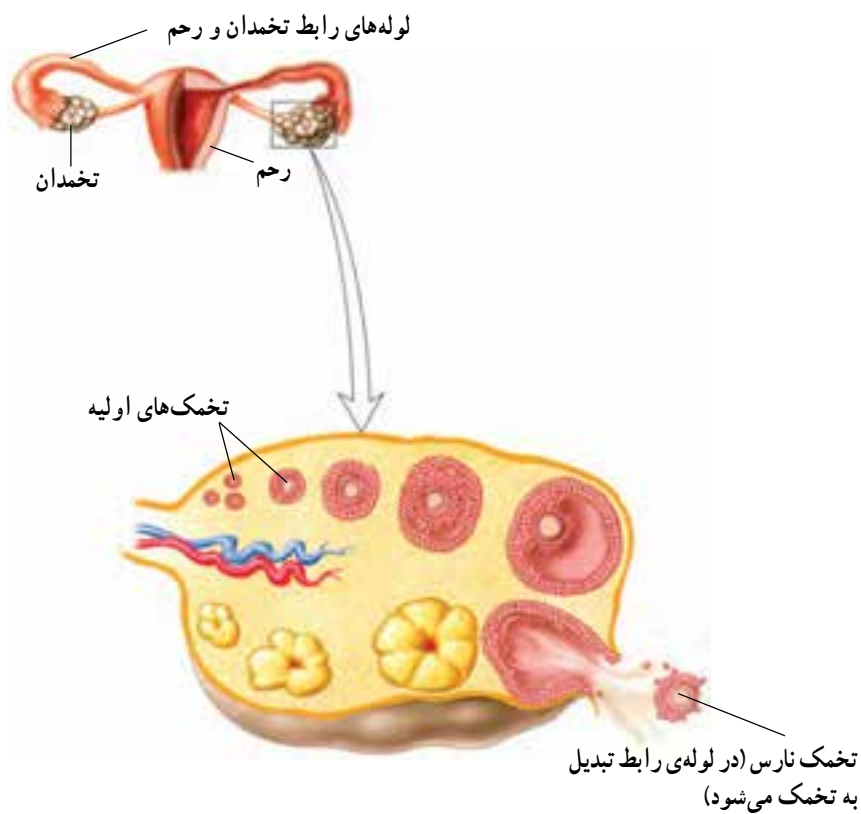
تولیدمثل در انسان نیز مانند پستانداران دیگر با تشکیل سلول‌های جنسی نر و ماده و ترکیب هسته‌های آن‌ها با یکدیگر و ایجاد سلول تخم صورت می‌گیرد. در انسان، گامت‌ها توسط غدد جنسی تولید می‌شوند. شما با غدد جنسی به عنوان غدد مولد هورمون‌های جنسی آشنا شدید اما آن‌ها، گامت نر (اسپرم) و گامت ماده (تخمک) نیز تولید می‌کنند.

بیضه‌ها یک جفت غده هستند که در زیر شکم و خارج از آن قرار دارند. این غدد شامل لوله‌های نازک و پرپیچ و خمی هستند که عمل اسپرم‌سازی را در دمایی کم‌تر از دمای معمولی بدن و به‌طور دائم از دوران بلوغ تا پایان عمر انجام می‌دهند. البته شدت آن در سنین کهولت کاهش چشمگیری پیدا می‌کند. اسپرم‌ها پس از ساخته شدن در مجاری پیچیده‌ای کنار بیضه انباشته می‌شوند تا مراحل نهایی رشد خود را طی کنند.



تخمندان‌ها دو عدد غده‌ی بیضی شکل هستند که در دو طرف داخل شکم، در پایین و جلوی روده‌ها قرار دارند. تخمدان‌ها عمل تخمک‌سازی را از دوران بلوغ تا حدود ۳۰ تا ۴۰ سال بعد انجام می‌دهند. هر تخمدان دارای تعداد زیادی سلول مولد تخمک است که اولین مراحل تبدیل شدن

به تخمک را در دوران جنینی طی کرده‌اند. معمولاً در هر ماه یکی از این سلول‌ها (تخمک‌های اولیه) فعال شده و یک تخمک ساخته می‌شود. این سلول به وسیله‌ی لوله‌هایی که تخمدان را به رحم مرتبط می‌کنند، وارد آن می‌گردد. تخمک سلول بسیار درشتی است و در انسان حدود  $1/10^6$  میلی‌متر قطر دارد.

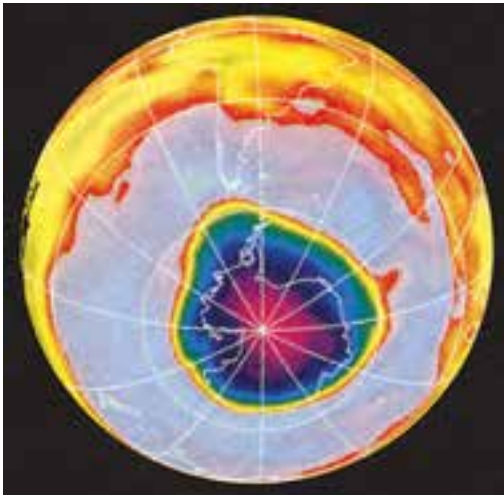


## آدمی و محیط زیست

انسان از روزگاران دور، هر آنچه را برای زندگی و سلامت خود نیاز داشته، از طبیعت به دست آورده است؛ اما تعداد آدمیان همواره زیاد و زیاده‌تر و برای بهره‌وری از منابع طبیعی مجهز و مجهزتر شده‌اند. ده‌هزار سال قبل، در حدود دوازده میلیون نفر در جهان زندگی می‌کرده‌اند ولی امروزه این جمعیت از مرز ۶ میلیارد نفر گذشته است. تمامی این مردم به مواد غذایی، پوشاک، مسکن، مدرسه، درمانگاه و بسیاری کالاهای تولیدی نیاز دارند. اگر همه‌ی ما از منابع طبیعی مراقبت نکنیم، کاهش می‌یابند و تمام می‌شوند. از طرف دیگر، محیط‌زیست ما ممکن است چنان آلوده شود که زندگی برایمان غیرممکن گردد.

### منابع طبیعی

افزایش جمعیت، میزان تقاضا را برای منابع طبیعی بالا می‌برد و بر محیطی که منشأ این منابع است، تأثیر می‌گذارد. منابع طبیعی، مواد خام مورد نیاز انسان‌هاست و به دو صورت تجدید شدنی و تجدید نشدنی در طبیعت وجود دارد.



تصویر ماهواره‌ای از کاهش لایه‌ی اوزون بر فراز قطب جنوب (رنگ‌های بنفش و قرمز کم بودن لایه و نارنجی و زرد حالت عادی را نشان می‌دهند).

گروه اول به‌طور عمده از جانداران تشکیل شده و قابل جایگزینی است؛ مثل محصولات دامی، درختان، نخ و پشم.

گروه دوم موادی هستند که در صورت تمام شدن، یا قابل جبران نیستند یا زمان لازم برای جایگزینی آن‌ها به قدری طولانی است که عملاً تجدید شدنی محسوب نمی‌شوند؛ مثل: سوخت‌های فسیلی (نفت، گاز طبیعی، زغال‌سنگ) و معادن فلزات.

تأثیر انسان بر محیط خود بسیار وسیع است؛ آلودگی هوا، آلودگی آب، افزایش

زباله‌ها، نابودی گیاهان و جانوران و نیز تخریب لایه‌ی اوزون مثال‌هایی از نتیجه‌ی فعالیت‌های انسان است که باعث آسیب طبیعت گردیده است.

### بحث کنید

در بعضی از کشورهای جهان، بعضی کشاورزان ترجیح داده‌اند به جای کود شیمیایی، فقط از کودهای غیرشیمیایی طبیعی استفاده کنند. خوبی‌ها و بدی‌های این نوع کشاورزی را مورد بحث قرار دهید. هنگام بحث توجه داشته باشید که بین دلایل علمی و حدس‌های غیرعلمی تمایز قائل شوید. این روش چگونه به حفظ منابع طبیعی کمک می‌کند؟

### حفظ محیط زیست

امروزه دانش مردم نسبت به خطراتی که محیط زندگی آن‌ها را تهدید می‌کند، زیادتر شده است. یک انسان آگاه و یک شهروند مسئول گرچه برای رفاه زندگی خود از منابع طبیعی استفاده می‌کند اما



جنگل‌های پرباران استوایی. غنی‌ترین مناطق خشکی کره‌ی زمین از نظر تولیدکنندگی و زیستگاه بیش از پنجاه درصد گونه‌های گیاهی و جانوری جهان

به حفظ آن نیز می‌اندیشد. حفاظت محیط‌زیست به معنی تلاش برای دستیابی به توازن میان استفاده از منابع طبیعی و حفظ آن‌ها برای آینده، است. حفظ ذخایر زیرزمینی، منابع آب، مصرف صحیح انرژی و حفاظت از گیاهان و جانوران مثال‌هایی در این مورد هستند.

حمایت از تنوع موجودات زنده‌ی زمین مورد توجه پژوهشگران قرار دارد. گسترش شهرها، شهرک‌ها و آبادی‌ها، زیستگاه‌های طبیعی جانداران آن مناطق را از بین می‌برد. علاوه بر آن، آلودگی زمین، آب، خاک و هوا بر زندگی سایر جانداران اثر می‌گذارد. دود حاصل از اتومبیل‌ها و کارخانه‌ها باعث نابودی درختان می‌شود و گوناگونی زیستی را تهدید می‌کند.

گوناگونی زیستی جنگل‌های انبوه مناطق گرمسیری که در مناطق استوایی زمین قرار دارند، از سایر مناطق بیش‌تر است. دو سوم از انواع مختلف موجودات زنده در این جنگل‌ها که آن‌ها را جنگل‌های پرباران استوایی می‌نامند، زندگی می‌کنند. متأسفانه، این گوناگونی در حال حاضر در حال تهدید است. هر روزه، مناطق وسیعی از این جنگل‌ها برای توسعه‌ی زمین‌های کشاورزی، چراندن دام‌ها و استفاده از چوب درختان جنگلی از بین می‌رود. اگر این جنگل‌زدایی با همین سرعت ادامه یابد، در ۲۵ سال آینده، حداقل نیمی از انواع موجودات زنده‌ی زمین منقرض می‌شود؛ یعنی، از کره‌ی زمین محو می‌گردد.



نابودی جنگل‌های پرباران استوایی به دست انسان



## فعالیت خارج از کلاس

محیط اطراف خود را مورد مشاهده قرار دهید تا به تنوع زیستی آن پی ببرید. در محیط اطراف خانه‌ی خود به جست و جو بپردازید. کلیه‌ی عوامل زنده و غیرزنده‌ای را که مشاهده می‌کنید، یادداشت کنید. سعی کنید جانداران کوچک لای بوته‌ها و شکاف‌های دیوارها و تنه‌ی درختان را نیز فراموش نکنید.

– روابط میان عوامل زنده و غیرزنده‌ی محیط اطراف خودتان را شرح دهید.

– حضور انسان چه تأثیری بر عوامل زنده گذاشته است؟

## آلودگی هوا

احتمالاً تا به حال بطری‌های پلاستیکی یا پاکت‌های خالی چپیس را در جوی آب دیده‌اید. شاید هم دربار‌ی غرق شدن کشتی‌های نفت کش و تخلیه‌ی بار آن‌ها در اقیانوس‌ها مطالبی شنیده باشید. آلودگی وقتی به وجود می‌آید که چیزهایی که نباید در محیط باشد وارد آن می‌شود.



منابع آلودگی آب – به نظر شما نقش هر یک از این منابع آلوده‌کننده چیست؟

آلودگی هوا یکی از مهم‌ترین مسائل زیست‌محیطی ماست. اگر چه همواره برخی اتفاقات طبیعی مثل آتش‌فشان‌ها باعث آلوده شدن هوا بوده‌اند اما درگذشته، طبیعت این فرصت را داشته است

که به ترمیم خرابی‌ها پردازد و محیط خود را تصفیه نماید. امروزه هم پدیده‌های طبیعی (مثل باد، باران و برف) مواد آلوده‌ای را که در هوا رها می‌شود، پخش کرده یا رقیق می‌کنند. گاهی نیز آن‌ها را به صورت‌های مختلف وارد آب یا خاک می‌نمایند ولی چون قدرت تصفیه‌ی طبیعت محدود است، در اغلب موارد در نبرد با آلودگی‌های هوا ناکام می‌ماند.

ذرات گرد و غبار و دود حاصل از سوختن ناقص سوخت‌های فسیلی اثرات مختلفی بر زندگی انسان دارند؛ از جمله: کثیف شدن ساختمان‌ها و لباس‌ها، کاهش میزان رسیدن نور خورشید به زمین، کاهش رشد گیاهان، فرسودگی ماشین‌آلات و کاهش عمر و کارایی آن‌ها و ایجاد مشکلات تنفسی.



آلودگی هوا

### مشاهده کنید

چند قطعه کاغذ پشت چسب‌دار (برچسب) تهیه کرده و پوشش آن‌ها را جدا کنید. کاغذها را در محل‌های مختلف به صورتی که طرف چسب‌دار آن رو به بیرون باشد ثابت کنید. چند روز بعد آن‌ها را جمع کرده و به کمک ذره‌بین با دقت مشاهده کنید، گوناگونی ذرات و تعداد آن‌ها را در چند میلی‌متر مربع مشخص نمایید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ (اگر این کار را با نایلون پشت چسب‌دار انجام دهید، می‌توانید از میکروسکوپ برای مشاهده استفاده کنید.)

## فکر کنید

یکی از راه‌های جلوگیری از آلودگی محیط بازیافت است. بازیافت، فرایند عمل آوردن مواد و محصولات مصرف شده (کاغذ، پلاستیک، شیشه و ...) است به گونه‌ای که دوباره قابل استفاده شوند. به نظر شما، بازیافت چگونه در این مسائل مؤثر است:

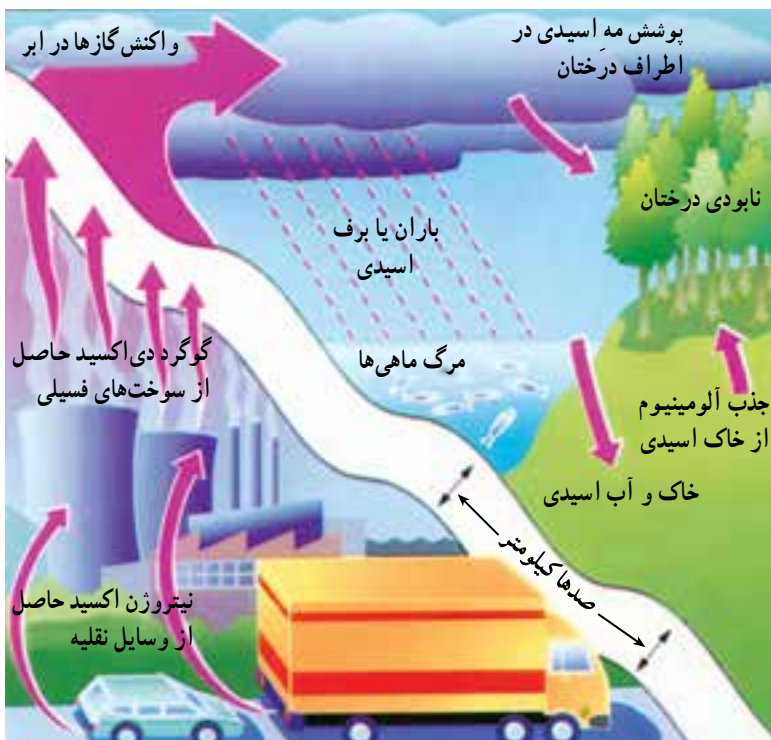
– صرفه‌جویی در منابع ماده و انرژی

– کمک به حفظ محیط‌زیست

– کاهش هزینه‌های اقتصادی

## باران اسیدی

همه ساله میلیون‌ها تن گازهای اسیدی از نیروگاه‌ها، وسایل نقلیه و کارخانه‌ها تولید می‌شود. این گازها موجب آلودگی هوا می‌شوند. باران، مه و برف، این گازها را با خود به زمین می‌آورند و موجب آسیب‌های فراوانی می‌شوند. نابود شدن جنگل‌ها، آلوده شدن آب‌ها و تخریب ساختمان از جمله زیان‌های این پدیده هستند. باران اسیدی، بارانی است که گازهای اسیدی در آن حل شده‌اند.



تشکیل باران اسیدی و اثرات آن



تأثیر باران اسیدی بر درختان

باران‌های اسیدی ممکن است در جایی دورتر از کارخانه یا نیروگاهی که آن را تولید کرده است، بیارد. اثر این نوع باران، تدریجی است. ممکن است سال‌ها طول بکشد تا از بین رفتن برگ‌های درختان به ناپودی خود آن‌ها منجر شود و در نهایت، یک جنگل از بین برود. مرگ آبیان در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها نیز با افزایش میزان اسید آب بیش‌تر می‌شود و در نهایت به ناپودی همگی گیاهان و جانوران آلوده می‌انجامد.

#### فعالیت

نمونه‌هایی از آب‌هایی که در محیط اطراف شما وجود دارد، تهیه کنید (آب آشامیدنی، آب جوی‌ها، آب آبیاری گیاهان، آب باران). سپس میزان اسیدیته‌ی هر کدام را به کمک کاغذ pH تعیین کنید. اگر pH کمی پایین‌تر از ۷ باشد، نشانه‌ی وجود کربن دی‌اکسید در هواست اما pH حدود ۵/۵ یا کم‌تر بیانگر وجود گوگرد دی‌اکسید یا نیتروژن دی‌اکسید در هواست.

توضیح دهید که چگونه روش‌های زیر در کاهش باران اسیدی مؤثر است:

– قرار دادن فیلترهایی در دودکش کوره‌ها

– به کارگیری وسایل نقلیه‌ی عمومی

– استفاده‌ی بیش‌تر از انرژی باد و منابع انرژی تجدیدشدنی

– بهره‌گیری از انرژی هسته‌ای



اجتماع بزرگ را می‌توان مانند یک شبکه‌ی بزرگ دانست. اگر در یک شبکه‌ی بزرگ، تعدادی از تارها پاره شوند، شبکه هم‌چنان پابرجا می‌ماند و از بین نمی‌رود؛ مثلاً، اگر جمعیت خرگوش‌های یک محیط در اثر بیماری کاهش یابد، روباه‌ها تا فراوان شدن دوباره‌ی خرگوش‌ها، به خوردن موش و سایر جانوران کوچک روی می‌آورند. در این حالت، حتی اگر بیش‌تر خرگوش‌ها از بین بروند، اجتماع آن‌ها هم‌چنان پایدار می‌ماند.

فعالیت‌های انسان ممکن است طبیعت را تحت تأثیر قرار دهد. این اثرها ممکن است مثبت یا منفی باشند؛ مثلاً وقتی انسان کشاورزی می‌کند، بعضی از حلقه‌های زنجیره‌های غذایی را از بین می‌برد و بعضی دیگر را تکثیر می‌کند؛ مثلاً برای درست کردن زمین‌های کشاورزی، محیط‌های طبیعی، شامل گیاهان و جانورانی که به‌طور طبیعی در آن‌جا زندگی می‌کنند را نابود و در عوض، گیاهان کاشتنی را در آن‌جا تکثیر می‌کنند. با ظهور گیاهان کشاورزی، گروهی دیگر از مصرف‌کنندگان، مانند پرندگان و جوندگانی چون موش و نیز حشرات – که از بخش‌هایی از گیاهان کاشتنی تغذیه می‌کنند – تکثیر پیدا می‌کنند. انسان سعی می‌کند این جانوران را که از نظر غذایی رقیب او هستند، از بین ببرد و برای این منظور از سموم و حشره‌کش‌ها استفاده می‌کند.

سموم به دلایل مختلفی استفاده می‌شوند؛ مثلاً، برای نابود کردن پشه‌هایی که در مناطق گرمسیری بیماری مالاریا را به انسان منتقل می‌کنند، از سموم حشره‌کش استفاده می‌شود. سالانه، در سراسر جهان میلیون‌ها کیلوگرم از این سموم تولید و مصرف می‌شود و در نهایت، وارد زنجیره‌های غذایی می‌گردد.

### بحث کنید

D.D.T (دِ دِ تِ) نوعی حشره‌کش است که در قدیم برای نابودی حشرات، به‌ویژه پشه‌ی مالاریا، از آن استفاده می‌کردند. از معایب این نوع حشره‌کش، یکی این است که برخلاف حشره‌کش‌های امروزی، مدت زیادی در طبیعت باقی می‌ماند و تجزیه نمی‌شود، هم‌چنین، وقتی این حشره‌کش وارد بدن جانوران می‌شود، در بافت‌های بدن آن‌ها باقی می‌ماند و از بدن دفع نمی‌شود. امروزه، مصرف این حشره‌کش در بسیاری از کشورها ممنوع شده است اما بعضی از کشورها هنوز به مقدار زیاد از آن استفاده می‌کنند. با توجه به این اطلاعات، اثر این سم را در زنجیره‌های غذایی مورد بحث قرار دهید.

یکی از مشکلات انسان در به‌کار بردن حشره‌کش‌ها آن است که بعضی از حشرات نسبت به این سموم مقاوم‌اند و در اثر آن‌ها نمی‌میرند. همان‌گونه که بین انسان‌ها تفاوت‌های فردی وجود دارد، یعنی

هر شخص با سایر اشخاص متفاوت است، در بین حشرات نیز همین تفاوت‌های فردی باعث ایجاد چنین مشکلی می‌شود. هنگامی که نوعی سم حشره‌کش به کار برده می‌شود، ممکن است تعداد زیادی از حشرات در اثر این سم بمیرند اما گروه اندکی از آن‌ها که نسبت به سم مقاوم‌اند، نمی‌میرند و باقی می‌مانند. این حشرات مقاومت طبیعی بدن خود را نسبت به سم‌های حشره‌کش به نسل‌های بعد منتقل می‌کنند و پس از چندی، جمعیت آن‌ها به قدری افزایش می‌یابد که جای همه‌ی حشرات از میان رفته را می‌گیرند. هم‌چنین، به کار بردن دوباره‌ی این سم، اثری بر آن‌ها ندارد؛ بنابراین، انسان ناچار است برای پیروزی بر رقیبان غذایی خود، نوع سموم را به‌طور دائم تغییر دهد و بر تنوع آن‌ها بیفزاید.

به هر حال، زندگی انسان‌ها بر زندگی سایر جانداران اثر می‌کند. پژوهش‌ها نشان داده است که انسان در بعضی از موارد توازن‌های ظریفی را که در طبیعت وجود دارد، به هم زده است. به هم خوردن تعادل و توازن این شبکه، زندگی همه را به خطر می‌اندازد و آن را با مشکل روبه‌رو می‌کند. اثر انسان بر محیط‌زیست بسیار بیش‌تر از اثر مجموع همه‌ی جانداران ساکن زمین است؛ مثلاً، سرازیر



نابودی ماهی‌ها در اثر آلودگی نفتی آب‌ها

شدن نفت از نفت‌کش‌های آسیب‌دیده، همه ساله موجب مرگ میلیون‌ها جانور دریازی و نیز جانورانی که از آن‌ها تغذیه می‌کنند، می‌شود. سوختن نفت و مشتقات آن باعث آزاد شدن میلیون‌ها تن کربن دی‌اکسید در هر سال می‌شود. این کربن دی‌اکسید اضافی هوای کره‌ی زمین را گرم‌تر می‌کند. چند سالی است که همه‌ی ما آثار گرم‌تر شدن هوای کره‌ی زمین را احساس کرده‌ایم. فکر می‌کنید این گرم‌تر شدن هوا، بر یخ‌های قطبی و سرانجام بر میزان آب اقیانوس‌ها چه اثرهایی خواهد گذاشت؟ اثرهای افزایش



استفاده از باکتری‌ها برای زدودن آلودگی‌های نفتی آب‌ها

میزان آب اقیانوس‌ها بر مناطق ساحلی چگونه خواهد بود؟

از جمله نمونه‌هایی که از اثرهای منفی انسان بر محیط‌زیست کشورمان وجود دارد، می‌توان به آلودگی دریای خزر، آلودگی آب‌های بعضی از رودها، آلودگی شهرهای بزرگ و قطع بی‌حساب درختان جنگل‌ها اشاره کرد.

محیط‌زیست ما در خطر جدی است. انسان با آلوده کردن محیط، استفاده‌ی بیش از حد از منابع آن و نابودی زیستگاه‌های طبیعی جانداران، درحال نابودی سریع محیط‌زیست خود و سایر جانداران است. اگر در آینده نیز وضع به همین ترتیب ادامه یابد، انسان‌های آینده زیستگاه امن و مناسبی برای زیستن نخواهند داشت.

### بیش‌تر بدانید

یکی از کوشش‌هایی که درحال حاضر برای نجات محیط‌زیست از خرابی‌ها و ویرانگری‌های انسان درحال انجام است، برگزاری کنفرانس بین‌المللی اقلیم جهان است. سه هدف عمده‌ی این کنفرانس عبارت‌اند از:

- ۱- تهیه‌ی قواعدی برای جلوگیری از سوزاندن بیش از حد مواد و در نتیجه، جلوگیری از ورود بیش از حد کربن‌دی‌اکسید و سایر گازهایی که باعث گرم‌تر شدن هوای کره‌ی زمین می‌شوند.
- ۲- حمایت از جنگل‌های استوایی که درحال حاضر با سرعت درحال نابودی‌اند.
- ۳- جلوگیری از تولید موادی که CFC نامیده می‌شوند و بر لایه‌ی اوزون اثر مخرب دارند.

از جمله‌ی اقدامات دیگری که به غیر از برقراری این کنفرانس لازم است انجام شود، تنظیم خانواده در جهان است. منظور از تنظیم خانواده در جهان، جلوگیری از افزایش بیش از حد جمعیت انسان در کره‌ی زمین است.

