

## موج

آیا توجه کرده‌اید که در خیابان صدای بوق خودرو خیلی زودتر از خود خودرو به شما می‌رسد و نزدیک شدن آن را به شما خبر می‌دهد؟ هم‌چنین در شب، نور چراغ خودروها بسیار زودتر از خود خودرو، خبر نزدیک شدن آن را اعلام می‌کند؟

آیا می‌دانید تنها در قرن اخیر این امکان فراهم شده است که خبرهای مهم دنیا در زمانی کم‌تر از یک ثانیه توسط رادیو، تلویزیون، تلفن و... به شما برسد؟

علاوه بر این، پیام‌های کتبی را نیز، همراه با تصویر، می‌توان به کمک دستگاه نمایر به هر نقطه‌ای از دنیا فرستاد؛ یا با دستگاه سونوگراف می‌توان اطلاعات مهم و با ارزشی از وضعیت اعضای درون بدن انسان و حتی جنین به دست آورد.

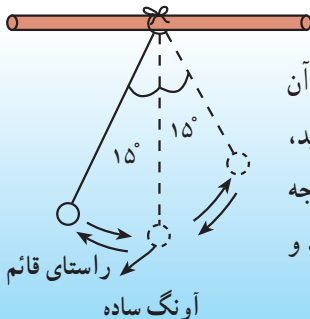
آیا می‌دانید این کارها چگونه انجام می‌شود؟

در این فصل سعی می‌کنیم به کمک یک‌دیگر، پاسخی برای این پرسش‌ها پیدا کنیم.

## موج

کلمه‌ی موج را بسیار شنیده‌اید. با شنیدن این کلمه، معمولاً موج‌های دریا به یادتان می‌آید، اگرچه ممکن است موج‌های صوتی، نورانی و رادیویی نیز برای شما نام‌های آشنایی باشند. آیا می‌دانید موج چیست؟ چگونه تولید می‌شود؟ و چه‌طور از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر می‌رود؟ آیا می‌دانید موج‌های صوتی و موج‌های نورانی و موج‌های رادیویی با هم تفاوت دارند؟ در این درس ابتدا باید با مفهومی‌های اساسی مربوط به این مبحث آشنا شویم.

## مشاهده کنید



گلوله‌ی آهنی کوچکی را با نوارچسب به یک نخ سبک ببندید و آن را، مطابق شکل از میله‌ی صافی بیاویزید. به وسیله‌ای که ساخته‌اید، آونگ ساده گفته می‌شود. آونگ را از راستای قائم حدود ۱۵ درجه منحرف کرده و رها کنید. حرکت آونگ را به دقت مشاهده کنید و نتیجه‌ی مشاهدات گروه خود را به کلاس گزارش کنید.

به حرکت‌های رفت و برگشتی مثل حرکت آونگ، حرکت نوسانی می‌گویند و جسم در حال نوسان را نوسانگر می‌نامند. حال، به کمک وزنه‌ای آویخته به یک فنر، فعالیت زیر را انجام دهید. در این حالت حرکت نوسانی به صورت عمودی، یعنی بالا و پایین رفتن، انجام می‌شود. حرکت نوسانی دارای مشخصاتی است که با انجام آزمایش زیر با آن‌ها آشنا می‌شوید.

### آزمایش کنید

فنری را، مطابق شکل از یک نقطه آویزان کنید و وزنه‌ای را به انتهای آن متصل سازید و وزنه را با دست خود ساکن نگه‌دارید. سپس وزنه را کمی پایین کشیده و رها کنید و هم‌زمان، به وسیله‌ی یک زمان‌سنج (مثلاً ثانیه‌شمار ساعت خودتان)، زمان چند نوسان (بالا و پایین رفتن) وزنه را اندازه بگیرید. با تکرار آزمایش، جدول زیر را کامل کنید. توجه داشته باشید که یک نوسان، شامل یک رفت و برگشت وزنه است.



نوسان آونگ

شماره‌ی آزمایش	تعداد نوسان	زمان نوسان‌ها (ثانیه)	زمان یک نوسان
۱	۵		
۲	۱۰		
۳	۱۵		
۴	۲۰		

نتیجه‌ی آزمایش را تفسیر کنید.

## دوره یا زمان یک نوسان

در حرکت نوسانی به مدت زمانی که طول می کشد تا نوسانگر یک نوسان انجام دهد، دوره می گوئیم. دوره با نماد  $T$  نشان داده می شود. برای مثال، اگر یک بار حرکت رفت و برگشت فنر ۲ ثانیه طول بکشد، می گوئیم دوره ی فنر، یعنی زمان یک نوسان فنر ۲ ثانیه است. در جدول صفحه ی قبل ستون سمت چپ دوره ی نوسان را نشان می دهد.

هر چه نوسانگری تندتر نوسان کند، زمان هر نوسان آن کوتاه تر می شود. برای مثال اگر وزنه ی آویخته شده به فنر جرم کمتری داشته باشد، این نوسانگر تندتر نوسان می کند و دوره ی نوسان آن کم تر می شود. (آزمایش کنید)

## بسامد یا فرکانس

شاید تاکنون واژه ی فرکانس را از رسانه های عمومی شنیده باشید. به تعداد نوسان هایی که یک نوسانگر در مدت یک ثانیه انجام می دهد، بسامد یا فرکانس می گویند. بسامد را با نماد  $f$  نشان می دهند. در فعالیت صفحه ی قبل، ستونی با عنوان «تعداد نوسان ها در یک ثانیه» اضافه کرده و آن را پر کنید. این ستون، بسامد یا فرکانس نوسان های این نوسانگر را نشان می دهد. هر چه نوسانگری تندتر نوسان کند، بسامد نوسان آن بیش تر است. برای مثال بسامد بال زدن مگس از کبوتر بسیار بیش تر است. به این ترتیب می توان نتیجه گرفت که با تندتر شدن نوسان، زمان هر نوسان کم تر و بسامد آن بیش تر می شود. یکای بسامد، هرتز است. مثلاً اگر نوسانگری در هر ثانیه ۱۰ نوسان انجام دهد، فرکانس نوسان آن ۱۰ هرتز است.

### بیش تر بدانید

رابطه ی بین دوره و بسامد

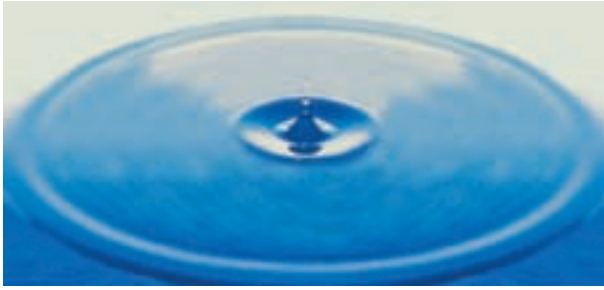
از تعریف های بالا متوجه می شویم که دوره و بسامد در حرکت نوسانی ساده، وارون یک دیگرند. بنابراین داریم:

$$f = \frac{1}{T}$$

یکای اندازه گیری دوره، ثانیه (s) است؛ بنابراین، یکای اندازه گیری بسامد، وارون ثانیه می شود. یکای بسامد را به احترام هنریش هرتز، کاشف موج های رادیویی، هرتز نام گذاری کرده و با علامت اختصاری Hz نشان می دهند. یافته های فعالیت بالا، دوره ی نوسان وزنه — فنر را نشان می دهد. اگر با استفاده از روش تناسب، بسامد این نوسان یعنی تعداد نوسان های وزنه در هر ثانیه را حساب کنید، خواهید دید که دوره و بسامد وارون یک دیگرند.

## تولید موج

اگر سنگ کوچکی را در آب آرام استخر یا برکه ای بیاندازید، در محل برخورد سنگ با آب،

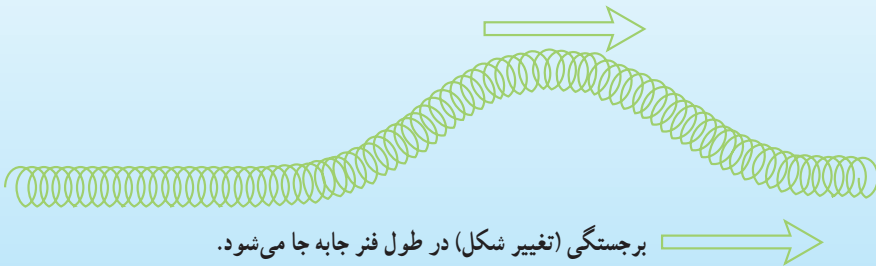


تولید موج بر سطح آب

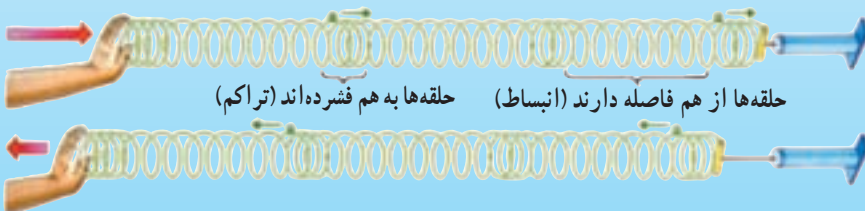
دایره‌ای تشکیل می‌شود که شعاع آن به تدریج افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر در سطح آب «تک موجی» تشکیل می‌شود که به صورت دایره به همه‌ی جهت‌ها منتشر می‌شود. برای آن که با چگونگی تولید و انتشار موج آشنا شوید فعالیت زیر را انجام دهید.

### مشاهده کنید

این فعالیت را به طور گروهی انجام دهید. برای انجام این فعالیت به یک فنر اسباب‌بازی نرم که حلقه‌های نسبتاً بزرگی دارد و حلقه‌هایش روی هم جمع می‌شوند نیاز دارید. فنر را روی زمین صاف قرار دهید و دو انتهای آن را به حالت کشیده نگه دارید. سپس یک نقطه از فنر را بگیرید و آن را عمود بر راستای طناب بکشید و رها کنید، تغییر ایجاد شده در فنر را به دقت مشاهده و دنبال کنید.



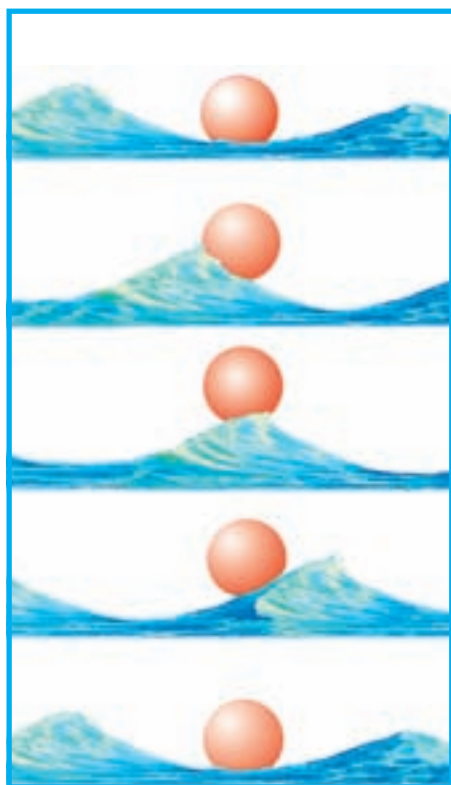
اکنون به جای کشیدن فنر، چند حلقه‌ی آن را فشرده کرده و رها کنید. مشاهدات خود را از این دو آزمایش در دفتر علوم یادداشت کنید.



تولید موج با فنر

آیا تاکنون در ورزشگاه‌ها، هنگام مسابقه‌ی فوتبال، به موجی که توسط تماشاچیان ایجاد می‌شود توجه کرده‌اید؟ هر تماشاچی بعد از نفر قبلی، از جای خود بلند می‌شود و می‌نشیند. این عمل، نفر به نفر تکرار می‌شود. تماشاچسانی که در جایگاه روبه‌روی آن‌ها نشسته‌اند، موجی را می‌بینند که، مانند موج ایجاد شده در فنر از یک طرف به طرف دیگر پیش می‌رود، بدون آن که کسی از تماشاچیان از جایگاه خود به چپ یا راست حرکت کرده باشند.

حلقه‌های فنر نیز مانند تماشاچسانی که موج می‌سازند، عمل می‌کنند. حلقه‌های فنر در مکان خود حرکت نوسانی انجام می‌دهند، بدون آن که از محلی به محل دیگر منتقل شوند. موج‌های سطح آب نیز به همین ترتیب ایجاد می‌شوند؛ یعنی ذرات آب، بدون آن که منتقل شوند، در جای خود بالا و پایین می‌روند و در سطح آب تغییر شکلی ایجاد می‌کنند که همان موج است.



### مشاهده کنید

در ظرف نسبتاً بزرگی، آب ریخته و روی آن توپ سبک و کوچکی قرار دهید. بعد از آن که آب و توپ به حالت سکون درآمدند، با انگشت خود ضربه‌های متوالی، در راستای عمود، بر سطح آب وارد کنید و حرکت توپ را مشاهده کنید.

الف) آیا توپ در راستای افقی در سطح آب جابه‌جا می‌شود؟ آیا به شما نزدیک می‌شود یا از شما دور می‌شود؟

ب) آیا توپ در راستای عمودی بالا و پایین می‌رود؟

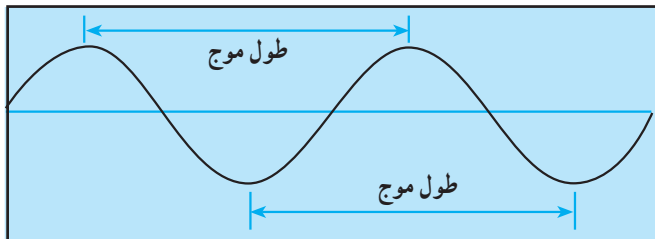
مشاهدات خود و پاسخ سؤال‌های بالا را در دفتر علوم بنویسید.

جابه‌جایی موج در یک محیط را انتشار موج می‌نامیم. وقتی موج در یک محیط، مثلاً در سطح آب یا در طول فنر، منتشر می‌شود، به هر ذره از محیط که می‌رسد، آن ذره را وادار به حرکت نوسانی می‌کند، بدون آن که ذره، همراه موج، از جایی به جای دیگر انتقال یابد.

## مشخصات موج

موج، در هر محیط، با سرعت معینی منتشر می‌شود که به آن سرعت انتشار می‌گوییم. سرعت انتشار موج در یک محیط به جنس و دیگر مشخصات آن محیط بستگی دارد. مثلاً سرعت انتشار موج بر سطح آب حدود ۵ متر بر ثانیه است. (به نظر شما چگونه می‌توان این سرعت را اندازه گرفت؟) همچنین یکی از مشخصات موج بسامد آن است. برای ایجاد موج در یک محیط، مثلاً در آب، باید با بسامد معینی به یک نقطه از سطح آب ضربه‌های متوالی وارد کنیم؛ یا در فنر، باید یک سر فنر را با بسامدی به نوسان درآوریم. به جسمی که در یک محیط موج ایجاد می‌کند چشمه‌ی موج گفته می‌شود. مثلاً بلندگوی رادیو که در حال پخش صوت است، یک چشمه‌ی موج است.

مشخصه‌ی دیگر موج، طول موج نام دارد. اگر بر سطح آب، ضربه‌های پی‌درپی و منظمی وارد کنیم، قطاری از امواج تولید می‌شود که فاصله‌ی هر دو برجستگی (قله‌ی موج) یا فاصله‌ی هر دو فرو رفتگی (قعر موج) پیایی را طول موج می‌نامند.



### بیش‌تر بدانید

طول موج را با حرف یونانی  $\lambda$  (لاندا) نشان می‌دهیم. یکای اندازه‌گیری طول موج، متر است. بین مشخصات موج، یعنی طول موج ( $\lambda$ )، سرعت ( $v$ ) و بسامد ( $f$ ) آن، رابطه‌ی زیر برقرار است:

$$v = \lambda f$$



مثال: دیپازون وسیله‌ای است دو شاخه، مانند شکل روبه‌رو که وقتی به آن ضربه‌ای وارد شود، با بسامد ثابتی به ارتعاش درمی‌آید. از دیپازون معمولاً به عنوان چشمه‌ی موج در آزمایشگاه‌ها استفاده می‌شود. به وسیله‌ی یک دیپازون که دارای بسامد  $100\text{ Hz}$  است

(یعنی در هر ثانیه ۱۰۰ نوسان انجام می‌دهد) بر سطح آب موجود در یک تشتک ضربه‌های پیاپی وارد می‌کنیم و فاصله‌ی دو قلّه‌ی موج را اندازه می‌گیریم. اگر این فاصله برابر ۵cm باشد، سرعت انتشار موج در سطح آب چند متر بر ثانیه است؟  
حل:

$$f = 100 \text{ Hz}, \lambda = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}, v = ?$$

$$v = \lambda f$$

$$v = 0.05 \times 100 \rightarrow v = 5 \text{ m/s}$$



## موج و انرژی

آیا فکر کرده‌اید که وقتی موج در یک محیط منتشر می‌شود، چه چیزی جابه‌جا می‌شود؟

## آزمایش کنید

یک سرطنابی را خودتان بگیرید و سر دیگر آن را به دست دوستان بدهید و آن را به حال کشیده نگه دارید. از دوستان بخواهید ضربه‌ای در راستای عمود به طناب وارد کند. وقتی نوسان ایجاد شده به دست شما رسید چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا وارد شدن ضربه طناب را حس می‌کنید؟ از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

آیا تاکنون یک ساحل صخره‌ای یا تصویری از آن را دیده‌اید که چگونه موج‌های دریا باعث تخریب آن شده باشند؟ به نظر شما علت آن چیست؟

موج با خود انرژی حمل می‌کند. یعنی با حرکت خود، انرژی را از ذره‌ای به ذره‌ی دیگر انتقال می‌دهد. به بیان دیگر، ذره‌های محیط با حرکت نوسانی خود، انرژی را ذره به ذره در محیط پیش می‌برند. در فعالیت توپ و آب، وقتی موج به توپ می‌رسد، آن را روی آب بالا و پایین می‌برد؛ یعنی حرکت توپ به دلیل این است که موج در هنگام رسیدن به توپ، به آن انرژی منتقل می‌کند.

### بیش‌تر بدانید

شاید تصور کنید که انرژی امواج دریا خیلی زیاد نیست. اما گاهی در اثر وقوع زمین‌لرزه در بستر اقیانوس‌ها یا آتش‌فشان‌ها و لغزش‌های بزرگ زیر دریا، امواج بسیار پر قدرتی به وجود می‌آید که به آن آب‌لرزه یا سونامی (Tsunami) می‌گویند. این امواج در اثر حرکت ناگهانی مقدار زیادی آب در امتداد قائم به وجود می‌آید و با سرعتی بسیار زیادتر از موج‌های سطح آب، منتشر می‌شود. سرعت انتشار امواج سونامی تا ۸۰۰ کیلومتر بر ساعت نیز گزارش شده است. این امواج که در هنگام برخورد با ساحل، ممکن است تا حدود ۳۰ متر بلندی داشته باشند، می‌توانند خسارت‌های زیادی را به بار آورند.



### موج‌های صوتی

یکی از ساده‌ترین راه‌ها برای برقراری ارتباط با دیگران صحبت کردن است. صدای ما توسط موج‌های صوتی به دیگران انتقال می‌یابد.

هر صوتی دارای انرژی است و به صورت موج از چشمه‌ی صوت انتشار می‌یابد. موج‌های صوتی شبیه موج‌هایی است که با فشردن و رها کردن حلقه‌های فنر در آن منتشر می‌شوند. وقتی یک چشمه‌ی صوت، مثلاً تارهای صوتی در حنجره‌ی انسان یا سیم‌های یک تار، به نوسان درمی‌آید، ذرات هوای مجاور خود را نیز وادار به نوسان می‌کند و این نوسان از یک ذره به ذره‌ی دیگر منتقل می‌شود تا سرانجام صدا از چشمه‌ی صوت به گوش ما برسد.

موج صوتی و تمام موج‌های دیگری که از آن‌ها نام بردیم، مانند موج سطح آب یا موج فنر، برای انتشار به یک محیط مانند هوا، آب و یا فنر نیاز دارند که توسط ذره‌های آن محیط، منتشر شوند. این گونه موج‌ها را امواج مکانیکی می‌نامند.



### تفسیر کنید

اگر یک بلندگوی کوچک را زیر سربوش شیشه‌ای قرار دهیم و آن را به جریان برق وصل کنیم تا صدا تولید کند، سپس هوای زیر سربوش را به وسیله تلمبه‌ی تخلیه‌ی تدریج خارج کنیم، مشاهده می‌کنیم که صدای بلندگو به تدریج کم می‌شود تا زمانی که دیگر تقریباً صدایی را نمی‌شنویم. چرا؟



موج صوتی را باید توسط یک جسم مرتعش تولید کرد. به هر جسمی که صوت تولید کند چشمه‌ی صوت می‌گوییم. حنجره‌ی انسان یک چشمه‌ی صوت است و هرکس با عبور دادن هوا از حنجره‌ی خود، تارهای صوتی آن را به ارتعاش درمی‌آورد. ارتعاش تارهای صوتی، صوت را به وجود می‌آورد. درواقع ارتعاش تارهای صوتی، به مولکول‌های هوا انرژی منتقل می‌کند و موج صوتی تولید می‌شود.

### فروصوت، فراصوت

انسان می‌تواند موج‌های صوتی‌ای که بسامد آن‌ها حدوداً بین ۲۰ تا ۲۰,۰۰۰ هرتز باشد را بشنود. یعنی برای آن که صوتی روی گوش انسان اثر گذارد و شنیده شود، باید بسامد آن در این محدوده باشد. به این محدوده، محدوده‌ی شنوایی انسان گفته می‌شود.

به صوت‌هایی که بسامد آن‌ها کم‌تر از ۲۰ هرتز باشد فروصوت می‌گویند. فروصوت روی گوش انسان اثر شنوایی ندارد یعنی شنیده نمی‌شود.

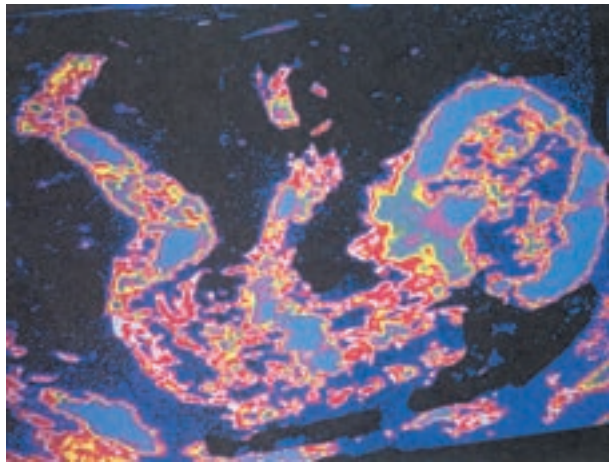
به صوت‌هایی که بسامد آن‌ها از ۲۰,۰۰۰ هرتز بیش‌تر باشد فراصوت گفته می‌شود. فراصوت نیز مانند فروصوت برای انسان قابل شنیدن نیست.

### اطلاعات جمع‌آوری کنید

۱- بعضی از حیوانات، برخلاف انسان، قادر به شنیدن فروصوت یا فراصوت هستند. تحقیق کنید که کدام‌یک از حیوانات فروصوت را می‌شنوند و کدام‌یک قادر به شنیدن فراصوت هستند و نام آن‌ها را در دو فهرست جداگانه مشخص کنید.

آیا حیوانی را می‌شناسید که از این صوت‌ها استفاده‌ی دیگری کند؟ اگر پاسخ شما مثبت است نحوه‌ی استفاده از آن را توضیح دهید.

۲- تحقیق کنید که چگونه از موج‌های فراصوت در تعیین عمق دریا استفاده می‌شود. نتیجه‌ی تحقیق را پس از بحث در گروه به کلاس گزارش کنید.



عکسی از جنین در بدن مادر

امروزه، فراصوت و استفاده از آن، در صنعت و پزشکی، اهمیت بسیار دارد؛ و به‌خصوص در پزشکی، به‌علت آن که فراصوت روی بافت‌های بدن انسان اثرهای تخریبی پرتوهای X را ندارد، بسیار مورد توجه است. به‌عنوان مثال، از فراصوت برای بررسی جنین در بدن مادر و اطلاع از وضعیت و اطمینان از سلامتی آن استفاده می‌شود.

موج‌های فراصوت که از ناحیه‌ی شکم به درون بدن فرستاده می‌شوند، از مرزها و فصل مشترک بین بافت‌ها و اعضای داخلی بدن، بازتاب شده و پس از خروج از بدن وارد گیرنده می‌شود و در گیرنده به موج‌های الکتریکی تبدیل شده و روی صفحه‌ی نمایشگر، تصویری را به‌وجود می‌آورد که در

صورت لزوم، یک دستگاه چاپگر آن را چاپ می کند. این عمل بسیار شبیه عمل عکس برداری با دوربین عکاسی است. موج های نورانی که توسط نورافکن به صورت شخص یا به موضوع عکس برداری می تابد، پس از بازتاب وارد دوربین شده و روی فیلم، تصویر تشکیل می دهد.

## موج های الکترومغناطیسی

شما با نام موج های رادیویی یا رادار آشنا هستید و روزانه این نام ها را می شنوید و شاید آن ها را به کار می برید. آیا در مورد این موج ها چیزی می دانید؟

موج های رادیویی و موج های نورانی از یک نوع هستند و به آن ها موج های الکترومغناطیسی می گویند. موج های الکترومغناطیسی از بسامدهای بسیار بالا (طول موج بسیار کوتاه که پرتوهای گاما نام دارند) تا بسامدهای بسیار کم (طول موج های بسیار بلند که موج های رادیویی نام دارند) را شامل می شوند.

این موج ها نیز مانند موج های دیگری چون موج های صوتی، با خود انرژی حمل می کنند. می دانید که خورشید منبع اصلی انرژی بشر بر روی زمین است. این انرژی توسط امواج نوری که خود نوعی موج الکترومغناطیسی هستند از خورشید به زمین می رسد. موج های الکترومغناطیسی، برخلاف موج های صوتی، از خلأ نیز می گذرند. سرعت انتشار آن ها نیز نسبت به سرعت انتشار موج های صوتی بسیار بیش تر است. سرعت موج های صوتی در هوا و در دمای معمولی حدود  $340$  متر بر ثانیه است، در حالی که سرعت انتشار موج های الکترومغناطیسی در هوا، حدود  $300,000,000$  متر بر ثانیه است. موج های الکترومغناطیسی را برحسب بسامد و کاربرد آن ها نام گذاری می کنند، شکل صفحه ی بعد انواع موج های الکترومغناطیسی را، از موج بسیار کوتاه تا موج متوسط، نشان می دهد. به این گستره، طیف موج های الکترومغناطیسی می گویند. کاربرد و خاصیت قسمت های مختلف این طیف متفاوت است و هر کدام دارای کاربرد و خاصیت مخصوص به خود هستند. موج ها در این طیف برحسب طول موج، مرتب شده اند.

### اطلاعات جمع آوری کنید

تحقیق کنید که از پرتوهای :

الف) گاما      ب) ایکس      پ) فروسرخ      ت) رادار

چه استفاده هایی می شود و نتیجه ی تحقیق خود را پس از بحث در گروه به کلاس گزارش کنید.

به طرف طول موج‌های کوتاه‌تر یا بسامد بیش‌تر

### بیش‌تر بدانید

#### اجاق‌های مایکروویو

همان‌طور که طیف موج‌های الکترومغناطیس نشان می‌دهد، طول موج رادار و مایکروویو از طول موج



اجاق مایکروویو

پرتوهای فروسرخ بلندتر و از طول

موج‌های رادیویی کوتاه‌تر است. از

مایکروویو برای ارسال پیام‌های

تلفنی، تلویزیونی و کامپیوتری از

درون تارهای نوری استفاده

می‌شود. یک تار نوری می‌تواند

همزمان، حدود هزار پیام تلفنی را با طول

موج‌های مختلف در مسیرهای طولانی انتقال

دهد. علاوه بر این، از مایکروویو در پختن غذا نیز

استفاده می‌شود. (در اجاق‌های مایکروویو) انرژی موج

توسط مولکول‌های غذا جذب شده و باعث ارتعاش شدید آن‌ها می‌شود.

### ارتباطات

انسان از زمان‌های بسیار قدیم به ارتباط و پیام‌رسانی نیاز داشته و همواره در تلاش بوده که

راه‌های جدیدتر و سریع‌تری را برای پیام‌رسانی، از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر، کشف کند.

### اطلاعات جمع‌آوری کنید

درباره‌ی موارد زیر تحقیق کنید و نتیجه‌ی تحقیق خود را به کلاس گزارش کنید.

۱- در دوره‌ی هخامنشیان، ایرانیان چگونه پیام‌های خود را ارسال می‌کردند؟

۲- قبیله‌های سرخ‌پوست در آمریکا، چگونه پیام‌رسانی می‌کردند؟

۳- دریانوردان قدیم چگونه از یک کشتی به کشتی دیگر پیام می‌فرستادند؟

به طرف طول موج‌های بلندتر یا بسامد کم‌تر



در قرن اخیر به علت پیشرفت علم و صنعت و ساخت و استفاده از وسیله‌های پیشرفته، فناوری ارتباطات پیشرفت فوق‌العاده‌ای کرده به طوری که امروزه استفاده از تلفن‌های معمولی و همراه کاری بسیار عادی و رایج شده است. اختراع تارهای نوری باعث شده که بتوان چند پیام را هم‌زمان ارسال کرد. در نتیجه مشکل شبکه‌های پیچیده‌ی سیم‌کشی بین نقطه‌های مختلف زمین، از میان برداشته شده است. ارسال پیام‌های تصویری (تلویزیونی) از هر نقطه‌ی زمین به نقطه‌ی دیگر، توسط ماهواره‌ها به راحتی انجام می‌شود. آنتن‌های زمینی، پیام‌های تصویری را به ماهواره ارسال می‌کنند و ماهواره این پیام‌ها را به آنتن‌هایی که در ایستگاه‌های زمینی که در طرف دیگر زمین نصب شده است، ارسال می‌کند.



یک ایستگاه مخابراتی



آنتن‌های ماهواره‌ای

## گرما چیست

آیا تا به حال به نقش گرما در زندگی بشر فکر کرده‌اید؟ به نظر شما، زندگی امروز ما تا چه حد به گرما و کاربردهای گوناگون آن بستگی دارد؟ آیا بین حرکت وسایل نقلیه و گرما ارتباطی می‌بینید؟ آیا صنعتی را می‌شناسید که در آن گرما نقشی را — به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم — برعهده نداشته باشد؟

دانشمندان از حدود سه قرن پیش، مطالعه درباره‌ی گرما را آغاز کرده‌اند. در آن زمان، مردم معتقد بودند که گرما یک ماده‌ی نامرئی است. اعتقاد بر آن بود که وقتی یک ماده‌ی گرم در کنار یک ماده‌ی سرد قرار می‌گیرد، ماده‌ی نامرئی به نام کالریک از ماده‌ی گرم خارج می‌شود و به ماده‌ی سرد منتقل می‌گردد. به همین دلیل، ماده‌ی گرم، سرد می‌شود و ماده‌ی سرد، گرم می‌گردد.

امروزه می‌دانیم که گرما ماده نیست بلکه یکی

از صورت‌های انرژی است. همان‌طور که

انرژی مکانیکی، انرژی شیمیایی و

انرژی الکتریکی نیز صورت‌های

دیگری از انرژی هستند و می‌توانند

به هم تبدیل شوند.

## انرژی درونی

هر ماده از ذرات بی‌شماری ساخته شده است و هر ذره مقداری انرژی دارد. به مجموعه‌ی انرژی‌های ذرات سازنده‌ی هر ماده انرژی درونی آن ماده می‌گویند. هر چه ذرات سازنده‌ی یک ماده بیش‌تر و انرژی هر ذره‌ی آن زیادتر باشد، انرژی درونی آن ماده بیش‌تر است. انرژی درونی هر ماده، هم به انرژی جنبشی ذرات آن ماده (یعنی سرعت حرکت آن‌ها)، و هم به انرژی پتانسیل (ذخیره شده) ذرات سازنده‌ی آن ماده بستگی دارد. انرژی پتانسیل هر یک از ذرات سازنده‌ی هر ماده در اثر



نیروی که از طرف ذرات اطراف به آن وارد می‌شود، به وجود می‌آید. همان گونه که انرژی پتانسیل گرانشی به علت نیروی گرانشی زمین و جسم بوجود می‌آید و یا انرژی ذخیره شده در فنر مربوط به نیروی فنر کشیده شده یا فشرده شده است. هنگامی که یک جسم گرم در کنار یک جسم سرد قرار می‌گیرد، مقداری انرژی از جسم گرم به جسم سرد منتقل می‌شود. در واقع گرما، مقدار انرژی منتقل شده از جسم گرم به جسم سرد است. در اثر انتقال گرما از جسم گرم به جسم سرد، انرژی درونی جسم گرم کاهش و انرژی درونی جسم سرد افزایش می‌یابد؛ برای مثال، وقتی یک قطعه آهن داغ را داخل یک ظرف آب می‌اندازیم، مقداری از انرژی آهن به آب منتقل می‌شود. در این حالت، آهن سرد و آب گرم می‌شود یعنی از انرژی درونی آهن کاسته و بر انرژی درونی آب افزوده شده است.

## واحد اندازه‌گیری انرژی

همان طور که می‌دانید، برای اندازه‌گیری هر کمیتی، مقیاس یا واحدی لازم است که به آن یکا نیز گفته می‌شود. برای مثال، یکای طول متر و یکای جرم کیلوگرم است. برای اندازه‌گیری گرما و انرژی‌های دیگر نیز یکای ژول را به کار می‌برند. ژول نام فیزیکدان انگلیسی است که در زمینه‌ی مفهوم گرما تحقیقات فراوانی به عمل آورده است. اکنون برای پی بردن به مقدار «یک ژول انرژی» آزمایش زیر را انجام دهید.



### آزمایش کنید

یک وزنه‌ی صد گرمی را از زمین تا ارتفاع یک متری بالا بیاورید. مقدار انرژی‌ای که صرف این بالا بردن کرده‌اید تقریباً برابر یک ژول است. این مقدار انرژی هم اکنون ذخیره شده است. حالا وزنه را رها کنید تا به زمین برخورد کند. در لحظه‌ی برخورد وزنه با زمین، تقریباً معادل یک ژول انرژی آزاد می‌شود.

بد نیست بدانید که، برای مثال، یک لامپ معمولی صد واتی برای این که به مدت یک ساعت روشن بماند به حدود چهارصد هزار ژول انرژی الکتریکی نیاز دارد و همین مقدار انرژی را به صورت گرما و نور تولید می‌کند.

## دما

گرما و دما دو کمیت مرتبط با یکدیگر هستند، اما این به معنای آن نیست که هر دو یک کمیت و به یک معنا هستند. همان‌طور که در قسمت قبل آموختید گرما، انرژی منتقل شده از جسم گرم به جسم سرد است. ولی دمای یک جسم در واقع نشان‌دهنده‌ی سرعت حرکت ذرات تشکیل‌دهنده‌ی آن است. هر چه سرعت حرکت ذرات یک ماده بیش‌تر باشد دمای آن جسم بالاتر است. به همین دلیل می‌توان گفت که افزایش دمای یک جسم به معنی افزایش انرژی جنبشی ذرات آن جسم است.

## گرمای نهان

به نظر شما، آیا همیشه، وقتی به ماده‌ای گرما می‌دهیم دمای آن افزایش می‌یابد؟ آزمایش زیر را انجام دهید تا به درستی یا نادرستی پاسخ خود پی ببرید.

### آزمایش کنید

مقداری یخ را از قسمت یخ‌ساز یخچال بیرون آورید و در یک ظرف شیشه‌ای شکن یا ظرف فلزی بریزید. یک دماسنج را به گونه‌ای در ظرف قرار دهید که مخزن آن با کف ظرف در تماس نباشد. دمای یخ را اندازه‌گیری کنید و در دفتر خود بنویسید. سپس ظرف را در یک جای گرم (مثلاً در مقابل آفتاب) بگذارید و دمای آن را هر ۲ دقیقه یک‌بار بخوانید و یادداشت کنید. آیا

دماسنج افزایش دما نشان می‌دهد؟ آزمایش را آن قدر ادامه دهید تا یخ کاملاً ذوب شود. پس از ذوب شدن یخ، باز هم مدتی آن را گرما دهید و دما را مرتباً یادداشت کنید.



وضعیت	زمان	دما
یخ	۰	$-4^{\circ}\text{C}$
یخ	پس از ۲ دقیقه	$-1^{\circ}\text{C}$
یخ	پس از ۴ دقیقه	$0^{\circ}\text{C}$
یخ و آب	پس از ۶ دقیقه	...
...	...	...
...	...	...

از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



از آزمایش صفحه‌ی قبل نتیجه گرفته می‌شود که در تمام مدت ذوب یخ، دمای مخلوط آب و یخ ثابت می‌ماند. بنابراین، گرمای داده شده به مخلوط کجا رفته است؟ این گرما فقط صرف تغییر حالت یخ (از حالت جامد به مایع) می‌شود؛ یعنی در این حالت، گرچه جسم گرما می‌گیرد و انرژی درونی آن افزایش می‌یابد اما دمای آن تغییر نمی‌کند. به این انرژی، گرمای نهان ذوب می‌گوییم.

### فکر کنید

به نظر شما چرا این انرژی را گرمای نهان ذوب نام‌گذاری کرده‌اند؟

ماده	نقطه‌ی ذوب	گرمای نهان ذوب
آلومینیم	$659^{\circ}\text{C}$	۳۲۱ کیلوژول
سرب	$327^{\circ}\text{C}$	۲۵ کیلوژول
پارافین	$52/4^{\circ}\text{C}$	۲۲۰ کیلوژول
یخ	$0^{\circ}\text{C}$	۳۳۳ کیلوژول
جیوه	$-39^{\circ}\text{C}$	۱۲ کیلوژول
آمونیاک	$-75^{\circ}\text{C}$	۴۵۲ کیلوژول

گرمای نهان ذوب، عبارت است از مقدار گرمایی که باید به ماده‌ی جامد در دمای نقطه‌ی ذوب آن بدهیم تا در همان دما از حالت جامد به مایع تبدیل شود. در جدول روبه‌رو گرمای نهان ذوب بعضی مواد برای جرم یک کیلوگرم آن‌ها آورده شده است.

### فکر کنید

— آیا می‌توانید، با استفاده از تعریف گرمای نهان ذوب، گرمای نهان انجماد را تعریف کنید؟  
— به نظر شما آیا گرمای نهان انجماد هر جسم با گرمای نهان ذوب آن مساوی است؟

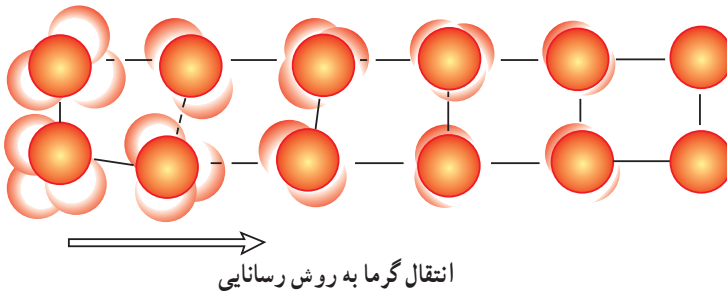
همان‌طور که برای ذوب و انجماد ماده باید به آن گرما بدهیم یا از آن گرما بگیریم، برای تبخیر و میعان نیز باید همین کار صورت پذیرد. سعی کنید مثل بالا، گرمای نهان تبخیر و گرمای نهان میعان را نیز تعریف کنید. بد نیست بدانید که گرمای نهان تبخیر یک کیلوگرم آب برابر است با حدود  $2250$  کیلوژول، یعنی برای تبدیل یک کیلوگرم آب جوش به بخار آب، باید به آن  $2250$  کیلوژول انرژی گرمایی بدهیم.

### فکر کنید

گرمای نهان ذوب و گرمای نهان تبخیر آب را با هم مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

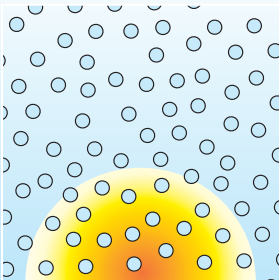
## انتقال گرما

گرما به روش‌های مختلفی از یک جسم به جسم دیگر منتقل می‌شود. رسانایی: یکی از راه‌های انتقال گرما، رسانایی است. ذره‌های تشکیل دهنده‌ی هر ماده، دائماً در حال جنبش و نوسان هستند و هر چه دمای ماده بیش‌تر باشد سرعت نوسان مولکول‌های آن بیش‌تر است. اینک با توجه به شکل زیر توضیح دهید که گرما چگونه انتقال می‌یابد.

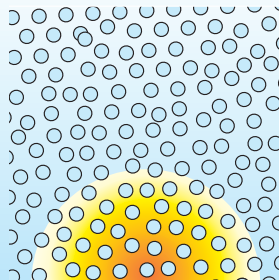


### فکر کنید

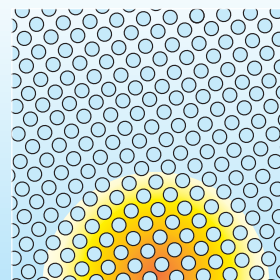
در شکل‌های زیر، وضعیت مولکول‌های یک ماده را در سه حالت جامد، مایع و گاز می‌بینید.



گاز



مایع



جامد

به نظر شما اگر قسمتی از ماده را در هر یک از این سه حالت گرم کنیم، (منطقه‌ی گرم با رنگ مشخص شده است) گرما در کدام حالت به‌روش رسانایی بهتر منتقل می‌شود؟ چرا؟

در انتقال گرما به‌روش رسانایی، انرژی گرمایی از طریق جنبش مولکول‌های ماده و ضربه زدن هر مولکول به مولکول‌های مجاور خود، به‌تدریج به تمام ماده منتقل می‌شود. روشن است که هرچه فاصله‌ی مولکول‌ها از هم کم‌تر باشد، یعنی مولکول‌ها به هم نزدیک‌تر باشند، گرما با سرعت بیش‌تری در ماده منتقل می‌شود. به همین دلیل است که رسانایی گرمایی جامدات بیش از مایعات و مایعات بیش از گازها است.

## آزمایش کنید

یک میله فلزی، یک میله شیشه‌ای و دو عدد پونز تهیه کنید. یک پونز را، به کمک چند قطره اشک شمع روی میله فلزی و پونز دیگر را روی میله شیشه‌ای بچسبانید.



مقایسه‌ی رسانایی شیشه و فلز

حالا سر میله‌ها را، با کمی فاصله، بالای شعله‌ی چراغ الکلی یا شمع نگه دارید. چه مشاهده می‌کنید؟ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

در بین مواد جامد، رسانایی گرمایی فلزات از دیگر مواد جامد چون شیشه، لاستیک و چوب بیش‌تر است. در بین فلزات نیز رسانایی گرمایی بعضی از فلزات از بعضی دیگر بیش‌تر است. در وسیله‌ای که در شکل می‌بینید سه میله فلزی از جنس‌های مختلف با طول و قطر یکسان به یک حلقه‌ی مرکزی وصل شده‌اند. با توجه به شکل توضیح دهید که این آزمایش چگونه رسانایی گرمایی فلزات را با هم مقایسه می‌کند.



به کمک این وسیله می‌توان رسانایی گرمایی فلزهای مختلف را با هم مقایسه کرد.



کدام قاشق گرما را بهتر منتقل می‌کند؟

**همرفت:** یکی دیگر از راه‌های انتقال گرما همرفت یا جابه‌جایی است. آزمایش‌های زیر را انجام دهید تا با این روش انتقال گرما بیش‌تر آشنا شوید.

### آزمایش کنید

۱- هوا را رنگ کنید!



هوا را رنگ کنید.

یک جعبه‌ی مقوایی دردار و بزرگ تهیه کنید. یکی از دیواره‌های جعبه را برید و به جای آن نایلون شفاف بچسبانید تا بتوانید داخل جعبه را ببینید. روی در و دیواره‌ی مجاور آن دو سوراخ، هریک به قطر

۳ سانتی‌متر، ایجاد کنید (مطابق شکل). حالا یک شمع کوتاه را طوری در داخل جعبه قرار دهید که زیر سوراخ روی در قرار گیرد. شمع را روشن کنید و در جعبه را بگذارید. حالا یک قطعه چوب نیم‌سوخته را، که در حال دود کردن است، نزدیک سوراخ دیگر بگیرید. چه مشاهده می‌کنید؟ آیا می‌توانید مسیر حرکت هوا را درون جعبه مشخص کنید؟

۲- آب را رنگ کنید!



آب را رنگ کنید.

یک ظرف بزرگ فلزی یا شیشه‌ای نشکن تهیه کنید و آن را تا نیمه از آب پر کنید. یک قطره‌چکان را پر از جوهر کنید و به آرامی در یک گوشه از کف ظرف بگذارید. حالا شعله‌ی شمع یا شعله‌ی چراغ الکلی را زیر یک گوشه‌ی دیگر ظرف قرار دهید. چه مشاهده می‌کنید؟ آیا می‌توانید مسیر حرکت آب درون ظرف را رسم کنید؟



در وسیله‌ای که در شکل می‌بینید همین آزمایش به صورتی دیگر انجام می‌شود. در لوله‌ی شیشه‌ای به شکل روبه‌رو وقتی نقطه‌ی کناری گرم می‌شود آب در لوله به جریان در می‌آید و قطره‌های جوهر در آب پخش می‌شود.

در انتقال گرما به روش همرفت، قسمتی از ماده که گرم شده است به طرف بالا حرکت می کند و قسمت های اطراف آن که هنوز گرم نشده اند جای آن را می گیرند. به این ترتیب انرژی گرمایی از یک نقطه به نقاط دیگر منتقل شده و به تدریج تمام ماده گرم می شود.

### فکر کنید

آیا انتقال گرما به روش همرفت یا جابه جایی فقط در مایعات و گازها انجام می شود یا در جامدات نیز گرما به این روش منتقل می شود؟ چرا؟



### علت به وجود آمدن جریان همرفتی

آیا می دانید علت پیدایش جریان همرفتی چیست؟ برای یافتن پاسخ این سؤال، ابتدا باید با مفهومی به نام چگالی آشنا شوید. چگالی هر ماده، جرم یک سانتی متر مکعب از آن ماده است؛ برای مثال، اگر شما یک قطعه آهن به حجم یک سانتی متر مکعب را در نظر بگیرید این قطعه آهن  $7/8$  گرم جرم دارد. می گوییم چگالی آهن  $7/8$  گرم بر سانتی متر مکعب است. چگالی آب خالص  $1$  گرم بر سانتی متر مکعب است. جدول روبه رو، جرم یک سانتی متر مکعب از چند ماده ی مهم را برحسب گرم (g) نشان می دهد.

یخ	$0/91$	جیوه	$13/6$
مس	$8/96$	آلومینیم	$2/70$
بتزین	$0/68$	چوب پنبه	$0/13$
طلا	$19/32$	هوا	$0/0013$

### فکر کنید

موادی را که در جدول بالا آمده اند به دو صورت طبقه بندی کنید.

طبقه بندی اول:

موادی که چگالی آنها نسبت به آب

کم تر است

بیش تر است

طبقه بندی دوم:

موادی که اگر در آب قرار گیرند

در آب فرو می روند

به روی آب می آیند

دانش آموزی از این طبقه بندی نتیجه ی زیر را گرفته است:

«وقتی جسمی در آب قرار می گیرد، اگر چگالی آن از آب بیش تر باشد در آب فرو می رود و اگر چگالی آن کم تر باشد روی آب می ایستد.» آیا شما با او موافق هستید؟ چرا؟

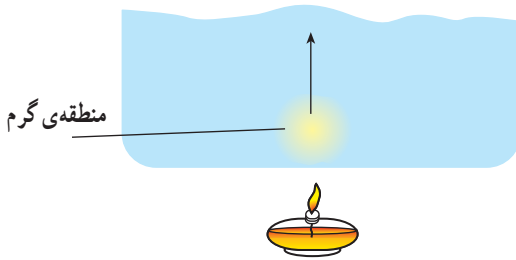
### بیش‌تر بدانید

یک قطعه‌ی آهن در آب فرو می‌رود. اما یک کشتی با وجود این‌که قسمت‌های اصلی‌اش از آهن ساخته می‌شود در آب فرو نمی‌رود. علت این موضوع را باید در تفاوت چگالی یک قطعه آهن و یک کشتی جستجو کرد. وقتی یک قطعه آهن به شکل کشتی درمی‌آید جرم آن ثابت می‌ماند و تغییر نمی‌کند. در حالی‌که حجم یک کشتی نسبت به حجم اولیه‌ی آهنی که آن را ساخته است خیلی بیش‌تر است. در نتیجه چگالی کشتی از چگالی آهن خیلی کم‌تر می‌شود. معادله‌ی ریاضی زیر به فهم بهتر موضوع کمک می‌کند.

$$\text{جرم آهن} / \text{حجم آهن} = \text{چگالی قطعه آهن}$$

$$\text{جرم کشتی} / \text{حجم کشتی} = \text{چگالی کشتی}$$

چون: جرم کشتی = جرم آهن، اما حجم آهن > حجم کشتی  
در نتیجه: چگالی آهن > چگالی کشتی  
(چرا؟)

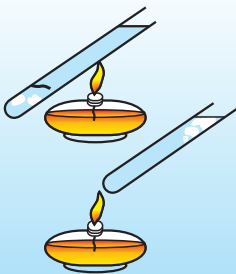


اکنون می‌توان علت به وجود آمدن جریان همرفتی را توضیح داد:

می‌دانید که وقتی ماده‌ای گرم می‌شود منبسط می‌شود یعنی فاصله‌ی مولکول‌های آن از هم بیش‌تر می‌گردد. در نتیجه، چگالی

آن کاهش می‌یابد. به همین دلیل است که وقتی یک قسمت از مایع را گرم می‌کنیم چگالی آن قسمت از مایع کم‌تر می‌شود و آن قسمت به طرف بالا حرکت می‌کند. در این هنگام مایعات اطراف آن را پر می‌کنند. این روال ادامه می‌یابد و به تدریج تمام مایع گرم می‌شود.

### آزمایش کنید



۱- در یک لوله‌ی آزمایش کمی یخ بریزید و روی یک قطعه توری فلزی بیندازید تا یخ را در کف لوله نگه دارد. در یک لوله‌ی آزمایش دیگر فقط کمی یخ بریزید. سپس هر دو لوله را تقریباً پر از آب کنید.

۲- قسمت بالای لوله‌ی اول و قسمت پایین لوله‌ی دوم را مطابق شکل، روی شعله‌ی چراغ الکلی بگیرید. چه مشاهده می‌کنید؟ در کدام لوله یخ، زودتر آب می‌شود؟

به دو پرسش زیر پاسخ دهید :

۱- از این آزمایش، درباره‌ی میزان رسانایی گرمایی آب، چه نتیجه‌ای می‌توان گرفت؟

۲- در کدام لوله جریان همرفتی به‌وجود می‌آید؟ چرا؟



برای ایجاد جریان همرفتی در یک ماده سه شرط لازم است :

۱- ماده باید مایع یا گاز باشد.

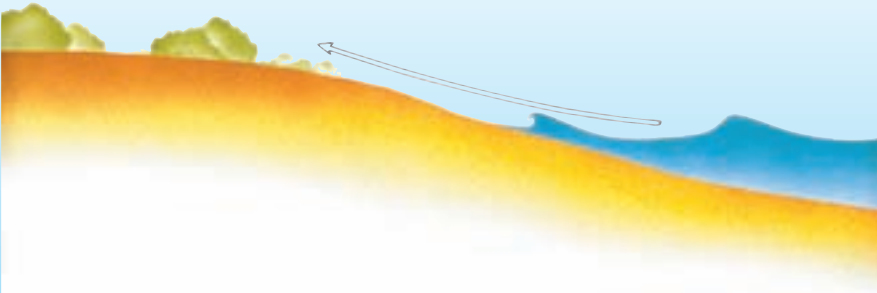
۲- بین دو نقطه‌ی آن اختلاف دما وجود داشته باشد ؛ یعنی قسمتی از آن گرم و قسمتی دیگر

سرد باشد.

۳- قسمت گرم پایین‌تر از قسمت سرد باشد.

### اطلاعات جمع‌آوری کنید

در مناطق ساحلی، هنگام روز، نسیمی از سمت دریا به ساحل و در شب، نسیمی از سمت ساحل به دریا می‌وزد. درباره‌ی چگونگی به‌وجود آمدن این پدیده اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و پس از بحث در گروه به کلاس گزارش کنید.



همرفت در طبیعت



انتقال گرما از راه تابش

**تابش:** سومین راه انتقال گرما تابش است. در انتقال گرما به روش تابش، نیازی به وجود ماده نیست. گرمای خورشید به همین شیوه در فضای خالی از ماده (خلاً) منتقل می‌شود و به زمین می‌رسد. اگر تا به حال در مقابل یک بخاری برقی یا هیز می‌قرار گرفته باشید، انتقال گرما به این روش را به خوبی حس کرده‌اید.

معمولاً تصور می‌شود که وقتی مقابل آفتاب قرار می‌گیریم، نور خورشید ما را گرم می‌کند. این تصور نه کاملاً درست و نه کاملاً غلط است. همان‌طور که می‌دانید، نور خورشید ترکیبی از رنگ‌های مختلف همچون بنفش، آبی، سبز، زرد و قرمز است. به این قسمت از نور خورشید، نور مرئی می‌گویند. علاوه بر این در تابش خورشید پرتوهایی نامرئی نیز وجود دارد که یک دسته از آن‌ها پرتوهای فروسرخ (مادون قرمز) است. این پرتوها وقتی به جسمی بتابند گرمای بیش‌تری تولید می‌کنند. پرتوهای فروسرخ، نوعی موج الکترومغناطیسی به حساب می‌آیند. شما در جدول امواج الکترومغناطیسی با نام پرتوهای فروسرخ آشنا شده‌اید.



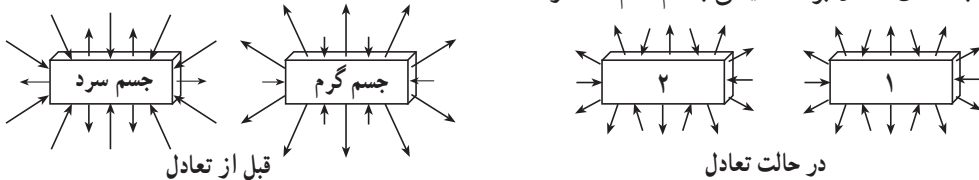
#### مشاهده کنید

برای حس کردن موج‌های فروسرخ، کافی است دست خود را با رعایت احتیاط و با کمی فاصله در مقابل یک اتوی داغ بگیرید. گرچه اتوی داغ هیچ‌یک از رنگ‌های نور مرئی را تولید نمی‌کند، اما مقدار زیادی موج‌های فروسرخ تولید می‌کند که دست شما گرمای آن را به راحتی حس می‌کند.

در اتو یا لامپ، انرژی الکتریکی به انرژی تابشی تبدیل می‌شود. در یک لامپ معمولی، حدود ۲۰ درصد از انرژی الکتریکی به نور مرئی و حدود ۸۰ درصد به پرتوهای فروسرخ تبدیل می‌شود. (به نظر شما در اتو این درصد چگونه است؟)



به طور کلی، هر جسمی در هر دمایی که باشد، همواره مقداری انرژی تابشی از محیط اطراف خود دریافت می‌کند و مقداری انرژی تابشی در محیط منتشر می‌سازد. وقتی یک جسم گرم و یک جسم سرد در کنار هم قرار می‌گیرند، مقدار انرژی‌ای که جسم سرد می‌گیرد، بیش از مقداری است که به محیط می‌دهد؛ بنابراین گرما به تدریج از جسم گرم به جسم سرد منتقل می‌شود تا این که دو جسم به دمای تعادل برسند، یعنی با هم، هم‌دم شوند.



### آزمایش کنید

مقدار انرژی تابشی یک جسم علاوه بر دمای جسم، به رنگ آن هم بستگی دارد؛ مثلاً، اگر در دو ظرف آهنی، یکی به رنگ سیاه و دیگری به رنگ نقره‌ای براق به اندازه‌ی یکسان آب داغ بریزید و در هر کدام یک دماسنج قرار دهید، مشاهده می‌کنید که دمای یکی از آن‌ها با سرعت بیش‌تری پایین می‌آید؛ یعنی میزان تابش آن بیش‌تر است. (آزمایش کنید تا متوجه شوید کدام یک تابش بیش‌تری دارد.)

با توجه به نتیجه‌ی این آزمایش توضیح دهید که چرا بالون‌های هوای گرمی را که قرار است به مدت طولانی در هوا حرکت کنند، به رنگ نقره‌ای می‌سازند؟

برای انجام دقیق آزمایش بالا از یک ظرف مکعبی که در آن آب‌جوش ریخته شده استفاده می‌شود. چهار دیواره‌ی این مکعب به رنگ‌های سفید، نقره‌ای، سیاه و قرمز است. اگر مخزن چهار



اثر رنگ بر میزان تابش

دماسنج را نزدیک این چهار دیواره قرار دهیم (نباید مخزن دماسنج‌ها به دیواره بچسبد) مشاهده می‌کنیم که دماسنج‌ها دماهای متفاوتی را نشان می‌دهند. چرا؟

## علوم، فناوری

دانستیم هرچه دمای یک جسم بیش تر باشد مقدار انرژی تابشی منتشر شده از آن هم بیش تر است. به کمک بعضی از ابزارهای خاص عکاسی، می توان از انرژی تابشی اجسام گرم عکس گرفت.



در عکس های روبه رو دست یک بیمار را قبل از عمل جراحی و بعد از آن مشاهده می کنید. همان طور که می بینید قبل از انجام عمل جراحی میزان خونی که به سر انگشت ها می رسیده کم بوده، در نتیجه مقدار تابش از این نقاط کم است و این نقاط در عکس تاریک دیده می شوند؛ اما پس از عمل، جریان خون به حالت طبیعی برگشته و همه ی دست به طور یکسان گرم شده است.

## گرم سازی و سرد سازی

حتماً تا به حال شنیده اید که دمای مناسب برای محیط زندگی انسان ۲۰ تا ۲۵ درجه ی سانتی گراد است. هم چنین شنیده اید که مواد غذایی را باید در دمای مناسب نگهداری کرد، اما به راستی دمای مناسب یعنی چه؟ آیا در همه ی موارد، «دمای مناسب» فقط به یک دمای خاص اشاره می کند؟

دما (°C)	مکان
	اتاق نشیمن
	حمام
	داخل یخچال
	داخل فریزر
	داخل کوره ی ذوب آهن

### بحث کنید

به نظر شما، دمای مناسب برای هریک از این مکان ها چند درجه ی سلسیوس است؟ چرا؟ جدول را کامل کنید.

با توجه به جدول بالا ملاحظه می کنید که انسان برای رسیدن به دمای مناسب و مورد نظر گاهی مجبور است دما را کاهش و گاهی افزایش دهد. این کار چگونه انجام می گیرد؟

## گرم سازی

نخست باید بدانیم که گرم سازی نیاز به یک منبع گرما دارد. این منبع گرما ممکن است آتش حاصل از تبدیل انرژی شیمیایی سوخت به انرژی گرمایی، گرمای حاصل از جریان برق و یا گرمای خورشید باشد. مهم ترین نکته در ایجاد یک دستگاه گرم کننده در محل های مسکونی، به وجود آوردن یک راه مناسب برای انتقال گرما از منبع گرما به طور یکسان به همه ی نقاط محیط است.

بخاری نفتی معمولی یک جریان همرفتی در اتاق ایجاد می کند که سبب می شود اتاق گرم شود؛ بدین طریق که هوای سرد اطراف بدنه ی بخاری گرم شده و به روش همرفت به طرف بالا حرکت می کند و هوای سرد اطراف جای آن را می گیرد و گرم می شود و بالا می رود. این عمل ادامه پیدا می کند تا همه ی هوای اتاق گرم شود. البته چون بدنه ی بخاری داغ است، انتقال گرما به روش تابش نیز انجام می شود، اما تأثیر آن به اندازه ی روش همرفت نیست.

یکی دیگر از وسایل گرم کننده، در محیط های مسکونی، شوفاژ است. در شوفاژ، آب در مجاورت منبع گرما داغ می شود (در موتورخانه شوفاژ) و سپس از طریق لوله هایی به درون رادیاتورها، که در محیط نصب شده است، حرکت می کند. وقتی رادیاتور داغ می شود هوای اطراف خود را گرم می کند و محیط را به روش همرفت گرم می کند. در واقع، در این جا دو جریان همرفتی وجود دارد، یکی درون لوله های شوفاژ و رادیاتورها و دیگری داخل هوای اتاق ها.



### اطلاعات جمع آوری کنید

اگر در خانه یا مدرسه ی شما شوفاژخانه وجود دارد، آن را به دقت بازدید کنید و چگونگی کار دستگاه های داخل آن را به صورت گزارش در دفتر علوم خود بنویسید.

## جلوگیری از اتلاف گرما

همان طور که می دانید بعضی از منابع انرژی مورد استفاده ی ما هم چون انرژی خورشیدی، انرژی باد و آب های جاری که به آن مربوط می شوند و نیز انرژی گرمایی درون زمین و انرژی امواج و

جزر و مد، انرژی‌هایی هستند که تا مدت‌ها در اختیار ما خواهند بود و به این زودی‌ها تمام نخواهند شد. از این‌رو به این منابع انرژی، تمام‌شدنی می‌گویند. در مقابل، بعضی دیگر از منابع انرژی، هم‌چون نفت، زغال‌سنگ و گاز طبیعی، منابع تمام‌شدنی به حساب می‌آیند. در جهان امروز مسأله‌ی کاهش روزافزون منابع انرژی و سوخت‌ها مسأله‌ای بسیار جدی است. انسان ممکن است در آینده آن‌قدر نفت و گاز در اختیار نداشته باشد که بتواند آن را هر قدر که خواست مصرف کند. به همین دلیل، صرفه‌جویی در مصرف انرژی از هر نظر ضروری است.

### فکر کنید

ما در زندگی روزانه‌ی خود از چه راه‌هایی می‌توانیم در مصرف انرژی‌ها صرفه‌جویی کنیم؟

انسان همان‌طور که در پی یافتن منابع جدید انرژی (مانند انرژی گرمایی زمین، انرژی خورشیدی و انرژی هسته‌ای) و استفاده از آن‌هاست، کوشش می‌کند تا آن‌جا که امکان دارد در مصرف انرژی صرفه‌جویی کند. یکی از راه‌های صرفه‌جویی، جلوگیری از اتلاف گرما در خانه‌ها، مدرسه‌ها و اداره‌هاست.

### اطلاعات جمع‌آوری کنید

- ۱- تحقیق کنید که گرما در محیط‌های مسکونی از چه راه‌هایی می‌تواند به‌هدر رود. به‌ویژه دقت کنید که گرما به‌روش رسانایی، به‌روش همرفت و به‌روش تابش چگونه از خانه‌ها بیرون می‌رود.
- ۲- راه‌های ممکن برای جلوگیری از اتلاف گرما به‌روش‌های بالا را بررسی کنید و به کلاس گزارش دهید.
- ۳- تحقیق کنید که استفاده از انرژی خورشیدی به چه راه‌هایی امکان‌پذیر است و چگونه به صرفه‌جویی در مصرف سوخت می‌انجامد.

### فکر کنید

یکی از راه‌های جلوگیری از اتلاف گرما استفاده از پنجره‌ی دو لایه است. به‌نظر شما پنجره‌ی دو لایه با کدام یک از راه‌های انتقال گرما از هدر رفتن گرما جلوگیری می‌کند؟



پنجره دولایه

باید دانست که در زمستان لازم نیست دمای خانه یا محیط مسکونی ما خیلی زیاد باشد. در بسیاری از کشورها برای صرفه‌جویی در مصرف سوخت، در زمستان، دمای محیط خانه را در حد ۱۵ درجه‌ی سلسیوس نگه می‌دارند و در عوض، لباس بیش‌تری می‌پوشند. هم‌چنین در بعضی از کشورها، در شب‌های زمستان هنگام خواب، دستگاه گرم‌کننده را خاموش و به‌جای آن از پوشش بیش‌تری استفاده می‌کنند. بد نیست بدانید که میزان تحمل گرما و سرما برای هر فرد، تا حدّ زیادی بستگی به این دارد که او بدن خود را به چه دمای عادت داده است؛ بنابراین ایجاد یک عادت صحیح در افراد یک جامعه، می‌تواند به کاهش مصرف سوخت بینجامد. (چگونه؟)

### بحث کنید

آیا جلوگیری از اتلاف انرژی از محیط‌های مسکونی فقط در زمستان و در مناطق سردسیر ضرورت دارد یا در تابستان و در مناطق گرمسیر هم می‌توان از اتلاف انرژی جلوگیری کرد؟ چگونه؟

### سردسازی

همان‌طور که در ابتدای این قسمت گفته شد، انسان برای رسیدن به دمای مناسب مجبور است دمای موجود را افزایش یا کاهش دهد، اما بهتر است بدانید که به‌طور کلی، گرم‌سازی بسیار آسان‌تر از سردسازی است. می‌دانید که افزایش دما از طریق آفرودختن آتش سابقه‌ای چند هزار ساله دارد اما کاهش دما یا سردسازی در مقایسه با گرم‌سازی از سابقه‌ای بسیار کم‌تر برخوردار است. بشر تنها در طول چند دهه‌ی اخیر توانسته است با استفاده از انرژی برق و موتورهای الکتریکی به راحتی محیط‌های مسکونی خود را خنک کند و دستگاه‌هایی مانند یخچال و کولر بسازد. سردسازی معمولاً با استفاده از تبخیر مایع‌ها انجام می‌شود؛ زیرا هرگاه مایعی بخواهد تبخیر شود، برای تبخیر شدن، مقداری گرما از محیط اطراف خود جذب می‌کند و این سبب می‌شود که دمای محیط اطراف کاهش یابد.



تبخیر الکل روی دست

### آزمایش کنید

- مقداری الکل روی دست خود بریزید و به آن فوت کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟ چرا؟
- آیا می‌توانید توضیح دهید که چرا در قدیم آب را برای خنک شدن داخل کوزه نگه‌داری می‌کردند؟

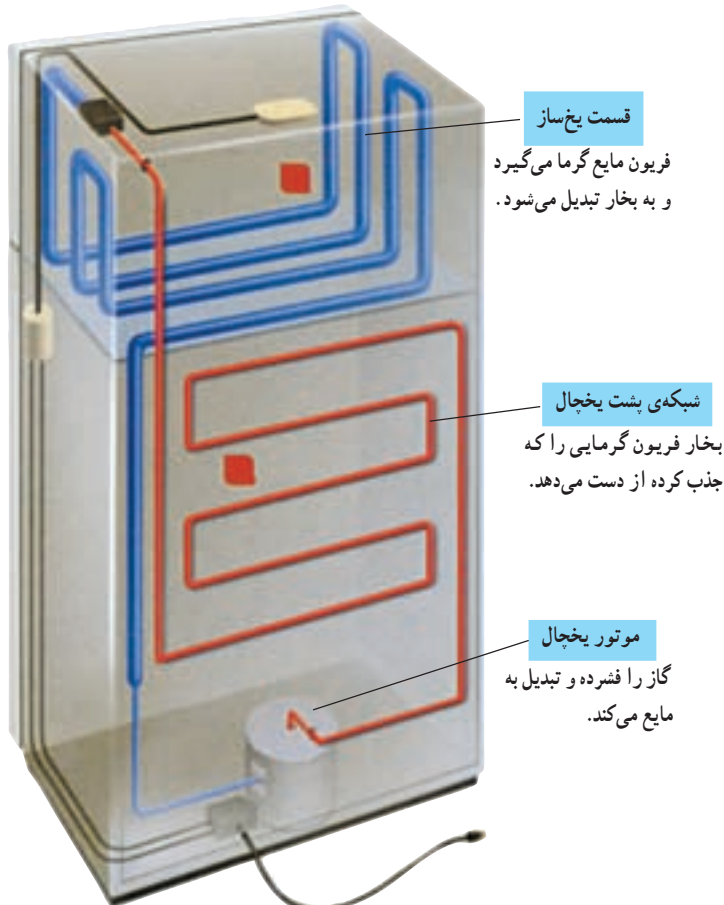
### اطلاعات جمع آوری کنید



درباره‌ی طرز کار کولر آبی و اجزای آن اطلاعاتی جمع آوری کنید و به شکل یک گزارش به کلاس ارائه دهید. در گزارش خود به طور کامل شرح دهید که هوا در کولر آبی چگونه خنک می‌شود.

کولر آبی چگونه هوا را خنک می‌کند؟

در یخچال‌ها، سردخانه‌ها و کولرهای گازی نیز تبخیر یک مایع سبب سرد شدن محیط داخل آن می‌شود؛ برای مثال، در یخچال مایعی به نام فریون در داخل لوله‌هایی که در قسمت یخ‌ساز قرار دارد وارد می‌شود. این مایع گرما را از آن محیط می‌گیرد و بخار می‌شود، در نتیجه، موادی که داخل



سردسازی به وسیله‌ی گاز فریون

یخچال هستند کاملاً سرد می‌شوند. سپس فریون که حالا به بخار تبدیل شده است، از طریق لوله به محیط خارج از یخچال منتقل و به وسیله موتور الکتریکی یخچال فشرده می‌شود و گرمای خود را از دست می‌دهد اینک فریون دوباره به مایع تبدیل و به درون یخ‌ساز فرستاده می‌شود. این عمل آن‌قدر ادامه می‌یابد تا داخل یخچال کاملاً سرد شود.

به نظر شما چرا لوله‌های سیاه پشت یخچال‌های خانگی معمولاً داغ است؟

### اطلاعات جمع‌آوری کنید

#### علوم و محیط زیست

امروزه در یخچال‌ها، به جای فریون، از مواد دیگری که برای محیط زیست آسیب کم‌تری دارند استفاده می‌شود. درباره‌ی فریون و ضررهایی که این گاز به محیط‌زیست (لایه‌ی اوزون) می‌رساند، تحقیق کنید و بگویید که امروزه چه مواد دیگری را جای‌گزین فریون کرده‌اند؟

### اطلاعات جمع‌آوری کنید

۱- به بدنه و در یک یخچال به‌طور کامل دقت کنید. به نظر شما، از چه روش‌هایی برای جلوگیری از نفوذ گرما به داخل یخچال (از طریق دیواره و در آن) استفاده شده است.

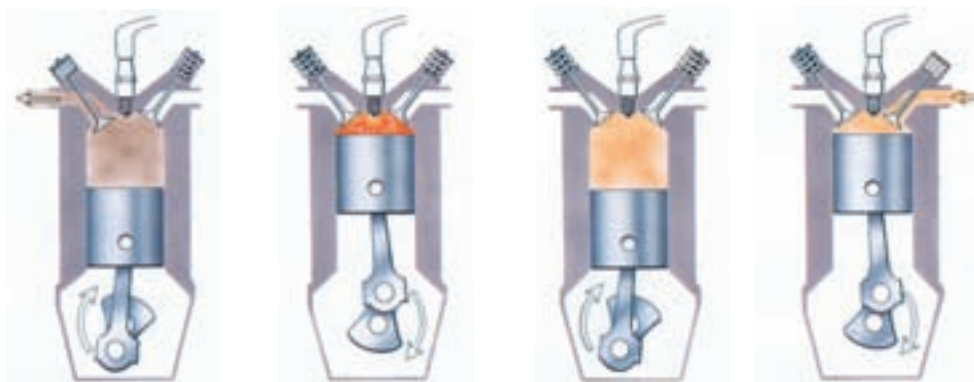
۲- درباره‌ی روش‌هایی که انسان از هزاران سال پیش تاکنون برای گرم‌سازی و سردسازی به کار برده است تحقیق کنید و گزارش خود را به کلاس ارائه دهید.

## کار و گرما

یکی از مهم‌ترین موارد استفاده از گرما، استفاده از آن در صنعت و به حرکت درآوردن انواع ماشین‌هاست. این کار از طریق تبدیل انرژی گرمایی به انرژی مکانیکی انجام می‌شود. دستگاهی که انرژی گرمایی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند، ماشین گرمایی نام دارد. ماشین گرمایی انواع گوناگونی دارد که ما در این جا به سه نوع آن اشاره می‌کنیم.

**موتور اتومبیل:** موتور اتومبیل‌ها و موتورسیکلت‌ها یکی از رایج‌ترین انواع ماشین‌های گرمایی است. در این نوع موتورها، ابتدا مخلوطی از سوخت و هوا به داخل یک محفظه‌ی فلزی استوانه‌ای شکل، به نام سیلندر، مکیده می‌شود (مرحله‌ی مکش)، سپس با بالا آمدن پیستون این

مخلوط فشرده می‌شود (مرحله فشرده‌شدن). پس از آن، شمع اتومبیل جرقه می‌زند و مخلوط را مشتعل می‌کند (مرحله آتش‌گرفتن) و در مرحله آخر، پیستون دوباره به سمت بالا حرکت می‌کند و دودهای حاصل از سوختن مخلوط را به بیرون می‌راند (مرحله خروج دود). به چنین موتوری موتور چهارزمانه می‌گویند (چرا؟).



۱- مرحله مکش      ۲- مرحله فشرده شدن      ۳- مرحله آتش گرفتن      ۴- مرحله خروج دود

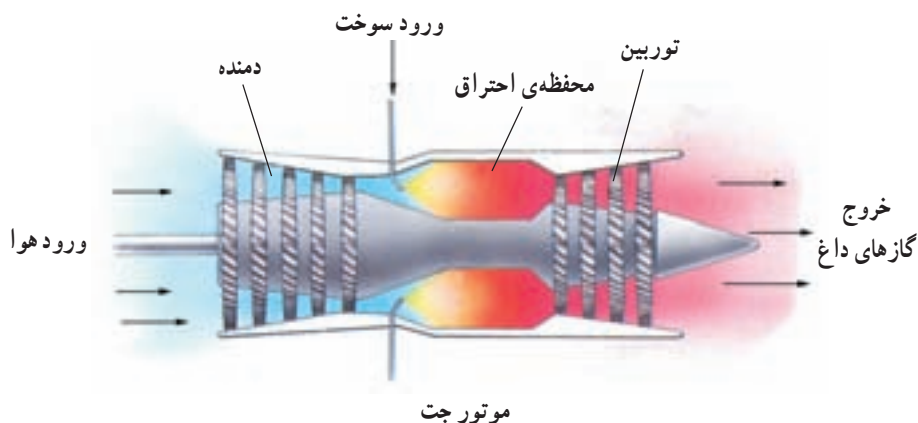
مراحل موتور چهارزمانه

### اطلاعات جمع‌آوری کنید

- ۱- کاربُراتور چه نقشی در اتومبیل بر عهده دارد؟
- ۲- در اتومبیل، اگر نسبت مقدار هوایی که با سوخت مخلوط می‌شود مناسب نباشد، چه مشکلاتی به وجود می‌آید؟
- ۳- مصرف سوخت چند اتومبیل مختلف را، به ازای یک صد کیلومتر حرکت در جاده در شرایط معمولی، با هم مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

**موتور جت:** نوع دیگری از موتورهای گرمایی موتور جت است. از موتور جت معمولاً در هواپیماها استفاده می‌شود. موتور جت پیستون ندارد بلکه هوا به وسیله‌ای یک دمنده به داخل موتور جت دمیده می‌شود و سپس با سوخت مخلوط می‌گردد. آنگاه، مخلوط سوخت و هوا در محفظه‌ای احتراق مشتعل شده و می‌سوزد و مقدار زیادی گاز (گازهای داغ) با فشار زیاد تولید می‌کند. این گازها که با سرعت زیاد از داخل موتور جت خارج می‌شوند، در مسیر خود، چرخ پره‌دار بزرگی به نام توربین را که در سر راه قرار دارد به حرکت درمی‌آورند.





موتور موشک: نوع سوم ماشین‌های گرمایی، موتور موشک است که خود نوعی موتور جت است. در موتور موشک سوخت با اکسیژن مخلوط می‌شود و در محفظه‌ی احتراق می‌سوزد. در نتیجه‌ی این عمل، مقدار زیادی گاز داغ با سرعت زیاد از انتهای موشک خارج می‌شود. همان‌طور که بادکنک هنگام حرکت، در جهت مخالف هوایی که از درونش خارج می‌شود، حرکت می‌کند، موشک نیز در جهت مخالف گازهای داغ - که از انتهای آن خارج می‌شود - به طرف جلو حرکت می‌کند.

موشک‌ها چون می‌توانند اکسیژن مورد نیازشان را با خود حمل کنند، بنابراین در خارج از جو زمین و مسافت‌های فضایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.



### اطلاعات جمع آوری کنید

درباره‌ی ساختمان موشک، انواع موشک (موشک‌هایی که به عنوان سلاح جنگی به کار می‌روند و نیز موشک‌هایی که برای سفر به فضا مورد استفاده قرار می‌گیرند) تحقیق کنید و اطلاعات خود را به صورت روزنامه‌ی دیواری در اختیار دوستان خود قرار دهید.

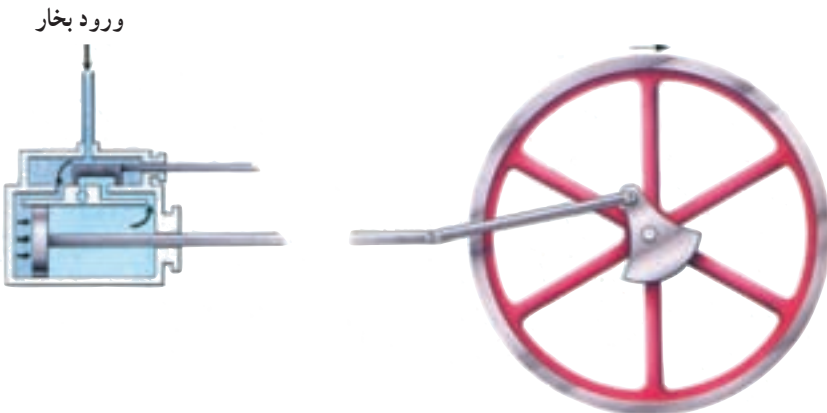
شما می‌توانید درباره‌ی

- انواع سوخت موشک
- انواع ساختمان موشک
- تاریخچه‌ی ساخت موشک
- بُرد موشک‌ها

اطلاعات جمع‌آوری کنید.

### بیش‌تر بدانید

اولین ماشین گرمایی که «ماشین بخار» نام دارد در حدود ۳ قرن پیش به وسیله‌ی دانشمندی به نام «جیمز وات» اختراع شد. در این نوع ماشین، آب در یک مخزن در بسته (شبیه دیگ زودپز) به جوش می‌آید و مقداری بخار با فشار زیاد تولید می‌کند. این بخار از طریق یک لوله به یک استوانه (سیلندر) منتقل می‌شود و پیستون درون آن را به حرکت درمی‌آورد. وقتی پیستون تا انتهای استوانه به عقب می‌رود، جهت ورود بخار به استوانه عوض می‌شود و این بار بخار در جهت مخالف به پیستون فشار می‌آورد تا به طرف جلو حرکت کند. با کمی دقت در شکل زیر، می‌توانید چگونگی کار این نوع موتور را درک کنید. در کشتی‌ها و قطارهای قدیمی از این نوع ماشین برای حرکت استفاده می‌شد.



طرز کار ماشین بخار