

فصل نور

و ویژگی‌های آن

۱۴



معماران ایران زمین، در بناهایی که می‌ساختند بسیار هنرمندانه از نور و ویژگی‌های آن استفاده می‌کردند.

دریاچه‌های آبی رنگ، جنگل‌های سبز، ابرهای سفید، غروب سرخ رنگ خورشید، برای هر شخصی که آنها را می‌بیند، لذت بخش است. ولی با مطالعه بخشی از علوم به نام نورشناسی که رفتار نور را بررسی می‌کند، می‌توان به درک بهتری از دنیای قابل مشاهده دست یافت.

### « چشمه‌های نور

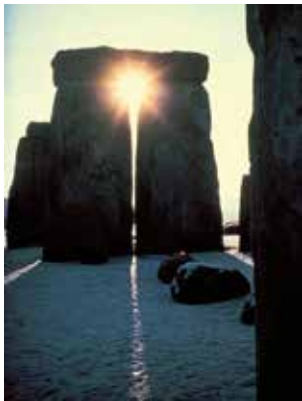
در علوم دوره ابتدایی آموختید هر جسمی که از خود نور تولید می‌کند، جسم منیر یا چشمه نور نامیده



چشمه‌های نور را می‌بینیم زیرا از خود نور تولید می‌کنند.

اجسام غیر منیر را می‌بینیم، زیرا آنها نور را باز می‌تابانند.

شکل ۱-۱۴- هرگاه از جسمی، نوری وارد چشم ما شود آن را می‌بینیم.



شکل ۲-۱۴- مسیر نوری که از شکاف بین دو سنگ گذشته، روی زمین باریکه‌ی نور تشکیل داده است.

می‌شود. خورشید، لامپ روشن و هر جسم شعله‌ور، مانند شمع روشن، نمونه‌هایی از چشمه‌ی نورند اما جسم‌هایی مانند مداد، کتاب و بیشتر چیزهایی که در اطرافمان می‌بینیم، از خود نور تولید نمی‌کنند و جسم غیر منیر نامیده می‌شوند.

جسم‌های غیر منیر، نوری را که از چشمه‌های نور به آنها تابیده می‌شود، به طرف چشم ما باز می‌تابانند و ما آنها را می‌بینیم (شکل ۱-۱۴)

خورشید و لامپ روشنی که زیر آن مطالعه می‌کنیم، نمونه‌هایی از چشمه‌ی گسترده‌ی نوراند. همچنین ستارگانی که در آسمان شب می‌درخشند یا لامپ روشنی که در فاصله‌ی نسبتاً دوری از ما قرار دارد، از جمله چشمه‌های نقطه‌ای نورند.

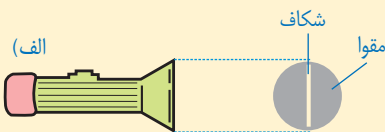
## « نور چگونه حرکت می‌کند؟

وقتی نور از شکاف ایجاد شده میان یک یا چند جسم گذر عبور می‌کند، مسیر نور روی زمین، یک باریکه‌ی نور تشکیل می‌دهد (شکل ۲-۱۴). هرچه عرض شکاف کمتر باشد، باریکه‌ی نوری که تشکیل می‌شود، نازک‌تر خواهد بود.

## آزمایش کنید

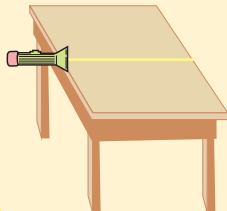
هدف آزمایش: ایجاد باریکه‌ی نور

مواد و وسایل: چراغ قوه، یک تکه مقوا، نوارچسب  
روش اجرا:



۱- دایره‌ای به اندازه‌ی سطح شیشه‌ی چراغ قوه از مقوا جدا کنید.

۲- شکافی به عرض یک تا دو میلی‌متر مطابق شکل الف روی مقوا ایجاد کنید.



۳- مقوای شکاف دار را بر دهانه‌ی چراغ قوه با نوارچسب نصب کنید تا

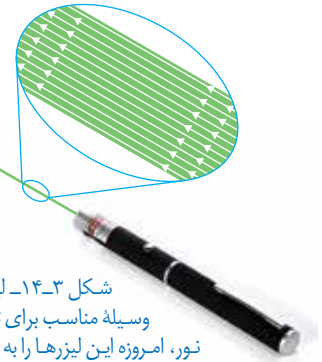
آن را به طور کامل بپوشاند.

۴- در مکانی نسبتاً تاریک، چراغ قوه را مطابق شکل ب در لبه‌ی میز

نگه دارید و آن را روشن کنید. باریکه‌ی نور بر سطح میز تشکیل می‌شود.

نازک‌ترین باریکه نوری را که بتوان تصور کرد، پرتو نور نامیده می‌شود. هر باریکه نور در عمل از تعداد بی‌شماری پرتو نور موازی تشکیل شده است (شکل ۳-۱۴). هرچند هرگز نمی‌توان پرتوهای نور را به‌طور جداگانه ایجاد کرد، ولی در مبحث نورشناسی، مدل پرتو نور برای نمایش مسیر نور روی کاغذ بسیار مفید است.

شکل ۳-۱۴- لیزر مدادی  
وسيله مناسب برای تولید باریکه نور، امروزه این لیزرها را به سادگی و با قیمت مناسب می‌توان تهیه کرد.



هنگام کار با لیزر، هیچ‌گاه باریکه نور ایجاد شده را به طرف چشم خود یا دیگران نگیرید. نگاه کردن مستقیم به نور لیزر می‌تواند آسیب جدی به چشم وارد کند.

تجربه‌های روزانه ما نشان می‌دهد که نور در خط راست منتشر می‌شود. برای مثال پرتوهای نور خورشید وقتی از لابه‌لای شاخ و برگ درختان به زمین می‌رسند، نشانگر این است که نور در خط راست منتشر می‌شود (شکل ۴-۱۴).

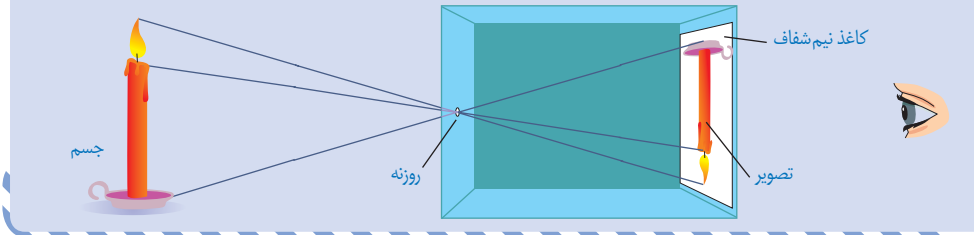


شکل ۴-۱۴- روی شکل چند پرتو فرضی نور را یا خط راست و پیکانی روی آن، که جهت انتشار نور را مشخص می‌کند، نشان داده ایم.

آزمایشی طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان نشان داد نور در خط راست منتشر می‌شود.



**آیا می‌دانید؟**  
دوربین روزنه‌ای یکی از ابتدایی‌ترین دوربین‌هاست که نزدیک به ۵۰۰ سال پیش ساخته شد. در این دوربین درواقع از انتشار نور در خط راست برای تهیه تصویر استفاده می‌شد. دوربین روزنه‌ای شامل جعبه‌ای است که در یک سمت آن روزنه کوچکی ایجاد شده است و مقابل این روزنه یک صفحه کاغذ نیم‌شفاف (کاغذ پوستی) قرار دارد (شکل زیر). شما نیز می‌توانید یک دوربین روزنه‌ای بسازید و تصویری از اشیاء و مناظر اطراف روی کاغذ پوستی تشکیل دهید.



## « سایه چگونه تشکیل می شود؟ »



### فعالیت

الف) چند جسم کدر متفاوت را به طور جداگانه مقابل یک چشمه نور، مانند لامپ یا شمع روشن بگیرید و به سایه تشکیل شده توسط هر کدام روی پرده (یا دیوار کلاس) توجه کنید. آیا شکل سایه هر جسم با خود جسم مشابه است؟ برای پاسخ خود دلیل کافی به کلاس درس ارائه دهید.

ب) از پشت یک تکه مقوا، یک ورقه شیشه ای تمیز و یک کاغذ پوستی، به یک شمع یا لامپ روشن نگاه کنید و نتیجه را به کلاس درس گزارش دهید.

برخی اجسام مانند شیشه و آب، نور را از خود عبور می دهند و بسیاری دیگر مانند چوب، سنگ و مقوا جلوی عبور نور را می گیرند. به جسم هایی که نور از آنها عبور می کند، جسم شفاف و به جسم هایی که مانع عبور نور می شوند، جسم کدر می گویند. همچنین به جسم هایی مانند کاغذ پوستی، که تنها بخشی

از نور تابیده شده را عبور می دهند و از پشت آنها اجسام به وضوح دیده نمی شوند، جسم نیمه شفاف گفته می شود.

هرگاه جسم کدری مقابل یک چشمه نور قرار گیرد، در پشت جسم فضای تاریکی ایجاد می شود که به آن سایه می گویند (شکل ۵-۱۴).

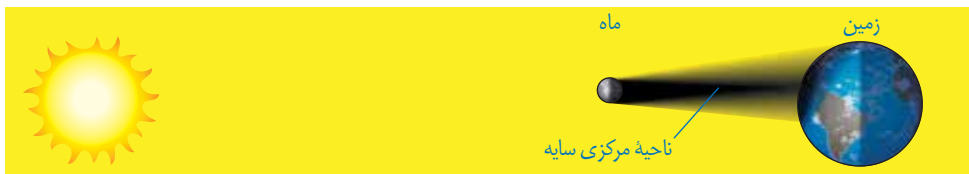


شکل ۵-۱۴- تشکیل سایه

### فکر کنید

توضیح دهید چگونه تشکیل سایه می تواند دلیلی بر انتشار نور به خط راست باشد؟

یکی از تماشایی ترین سایه ها را روی زمین وقتی می بینیم که ماه از فضای بین زمین و خورشید عبور کند و هر سه در یک راستا قرار گیرند این حالت خورشیدگرفتگی (کسوف) نامیده می شود. شکل ۶-۱۴ با مقیاس مناسبی رسم نشده است، ولی پدیده زیبای خورشیدگرفتگی را نشان می دهد.



شکل ۶-۱۴- کسوف، مردمی که در ناحیه مرکزی سایه زندگی می کنند، هیچ نوری از خورشید به آنها نمی رسد.

ماه گرفتگی یا خسوف پدیده طبیعی دیگری است که وقتی زمین بین ماه و خورشید قرار می گیرد و با آنها در یک راستا باشد، رخ می دهد (شکل ۷-۱۴). هنگام ماه گرفتگی نور خورشید به ماه نمی رسد و سایه زمین روی ماه می افتد.



شکل ۷-۱۴- خسوف

## فکر کنید

الف) با توجه به شکل های ۶-۱۴ و ۷-۱۴ توضیح دهید پدیده خورشیدگرفتگی را افراد بیشتری می بینند یا پدیده ماه گرفتگی را؟  
ب) بررسی کنید که در یک دوره معین، آیا کسوف امکان وقوع بیشتری دارد یا خسوف؟

## فعالیت

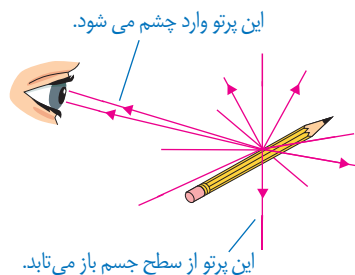
به کمک یک توپ تنیس روی میز (ماه) یک کره جغرافیایی (زمین) و یک لامپ (خورشید)، آزمایش ساده ای برای نمایش پدیده های خسوف و کسوف طراحی و اجرا کنید.

هیچ گاه حتی هنگام خورشیدگرفتگی، بدون محافظ ایمنی چشم که به همین منظور ساخته می شود، به خورشید نگاه نکنید. تماشای مستقیم خورشید، صدمه شدید و جبران ناپذیری به چشم وارد می کند.

## « بازتاب نور

تا این جا آموختید که چشمه های نور مانند خورشید، لامپ روشن و شعله شمع به این دلیل دیده می شوند که نور ایجاد شده توسط آنها به طور مستقیم به چشم ما می رسد. همچنین اجسام غیر منیر هنگامی دیده می شوند که نور یک چشمه نور مانند لامپ روشن از سطح آنها برگردد و به چشم ما برسد (شکل ۸-۱۴). برگشت نور از سطح اجسام را بازتاب نور می نامند.

اگر سطح یک جسم، مانند آینه ها تخت، کاملاً صاف و هموار

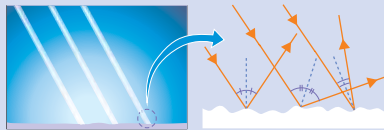


شکل ۸-۱۴- پرتوهایی که پس از بازتاب از سطح جسم به چشم ما می رسند، سبب دیده شدن جسم می شوند.

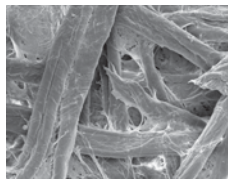
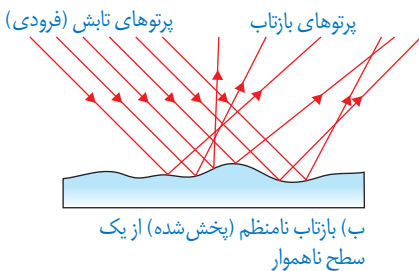
باشد همه پرتوهای موازی را که به آن می تابند، به صورت پرتوهای موازی باز می تاباند (شکل ۹-۱۴). این بازتاب را بازتاب منظم می نامند.

## آیا می دانید؟

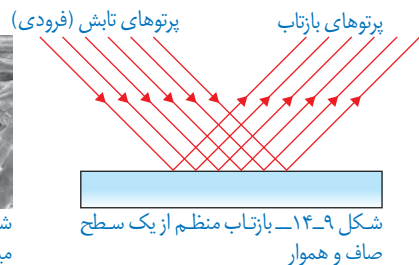
قانون بازتاب نور برای همه سطوح، حتی اگر بسیار ناهموار باشند، نیز برقرار است. شکل زیر تصویر بزرگ شده ای از یک سطح ناهموار، مانند کاغذ را نشان می دهد.



اگر سطح یک جسم، مانند آینه تخت کاملاً صاف و هموار باشد، همه پرتوهای موازی را که به آن می تابند، به صورت پرتوهای موازی باز می تاباند (شکل ۹-۱۴). این بازتاب را بازتاب منظم می نامند. سطح بسیاری از اجسامی که در اطراف ما وجود دارد، ناصاف است. حتی اگر با میکروسکوپ سطح یک ورقه کاغذ یا مقوا را مشاهده کنیم، برخلاف تصور ما، بسیار ناهموار است (شکل ۱۰-۱۴)؛ بنابراین وقتی یک دسته پرتو موازی نور به سطح صفحه می تابند، در جهت های مختلف و به طور نامنظم باز می تابند (شکل ۱۰-۱۴ ب) این بازتاب را بازتاب نامنظم می نامند.

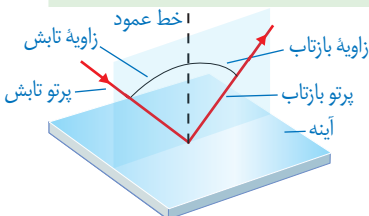


شکل ۱۰-۱۴ الف) تصویر میکروسکوپی از سطح کاغذ



## فعالیت

در یک اتاق نسبتاً تاریک، ابتدا نور چراغ قوه یا لیزر را به سطح یک آینه و سپس به سطح دیوار بتابانید، تفاوت بازتاب نور را از این دو سطح باهم مقایسه کنید. این فعالیت را به کمک دو قطعه فویل آلومینیمی، یکی با سطح کاملاً صاف و دیگری با سطح چروکیده، انجام دهید.



شکل ۱۱-۴ بازتاب نور از آینه تخت

## « قانون بازتاب نور

شکل ۱۱-۴ بازتاب یک پرتو نور را از سطح یک آینه تخت نشان می دهد. خط عمود بر آینه در نقطه تابش با خط چین نشان داده شده است. زاویه بین پرتو تابش و خط عمود را زاویه تابش و

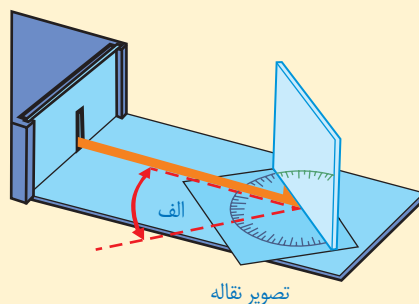
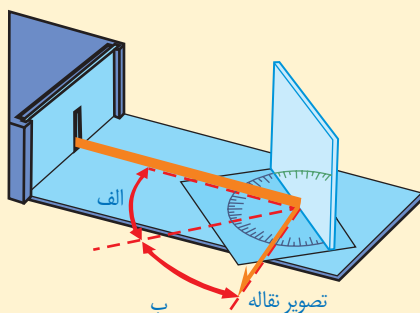
زاویه بین پرتو بازتاب و خط عمود را زاویه بازتاب می‌نامند. برای تمامی سطوحی که نور را بازمی‌تابانند، از جمله آینه تخت، قانونی به نام قانون بازتاب نور وجود دارد. برای آشنایی با این قانون ابتدا آزمایش زیر را انجام دهید.

## آزمایش کنید

**هدف آزمایش:** بررسی قانون بازتاب نور

**مواد و وسایل:** آینه تخت کوچک، باریک‌ساز (مانند چراغ قوه یا لیزر مدادی)، مقوا و نقاله  
**روش اجرا:**

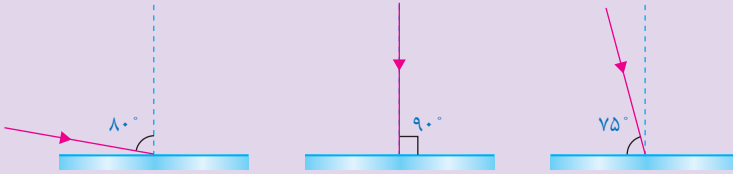
- ۱- تصویری از نقاله‌ای که در اختیار دارید، روی یک مقوا به دقت رسم کنید.
- ۲- آینه را عمود بر مقوا و مماس بر سطح صاف نقاله قرار دهید.
- ۳- باریک‌کننده نور با زاویه تابش دلخواهی به آینه بتابانید؛ به طوری که پرتو بازتاب بر سطح مقوا دیده می‌شود (شکل الف). در این وضعیت زاویه‌های تابش (زاویه A) و بازتاب (زاویه B) را باهم مقایسه کنید. آیا این دو زاویه با هم برابرند؟
- ۴- آزمایش را به ازای چند زاویه تابش دیگر (مثلاً ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه) تکرار کنید و نتیجه را در گروه خود به بحث بگذارید.



با انجام آزمایش بالا به این نتیجه می‌رسیم که زاویه‌های تابش و بازتاب باهم برابرند. این نتیجه به قانون بازتاب نور موسوم است.

## خود را بیازمایید

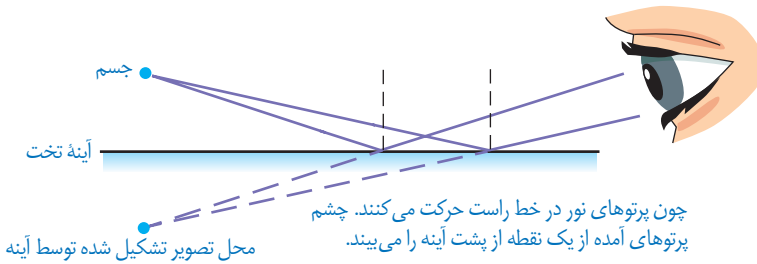
در هریک از شکل‌های زیر پرتو نوری نشان داده شده است که به سطح یک آینه تخت تابیده است. با توجه به قانون بازتاب نور، پرتو بازتاب را از هر آینه رسم کنید.



## « تصویر در آینه تخت

آیا تاکنون به این موضوع فکر کرده‌اید که تصویر یک جسم در آینه تخت، که سطحی صاف و صیقلی دارد، چگونه تشکیل می‌شود؟

وقتی جسمی مقابل یک آینه تخت قرار می‌گیرد، پرتوهای نور از هر نقطه آن به آینه می‌تابند. این پرتوها پس از بازتاب از آینه به چشم ما می‌رسند و سبب دیده شدن جسم در آینه می‌شوند (شکل ۱۲-۱۴). تصویری که در آینه تخت تشکیل می‌شود، شبیه جسم است و به نظر می‌رسد، در پشت آینه قرار دارد. آنجا که می‌دانیم در پشت آینه چیزی وجود ندارد. به همین دلیل می‌گوییم تصویر تشکیل شده در آینه تخت، تصویر مجازی است.



شکل ۱۲-۱۴- نحوه تشکیل تصویر در آینه تخت. برای سادگی تنها دو پرتو که از جسم به آینه تابیده و بازتاب یافته‌اند، نشان داده شده است.



جلوی یک آینه تخت بایستید و با توجه به ویژگی‌های تصویر در آینه تخت

عبارت‌های زیر را کامل کنید.

(الف) تصویر نسبت به جسم ..... است.

(ب) تصویر ..... است و به نظر می‌آید، در پشت آینه تشکیل شده است.



## « آینه‌های کروی

همان‌طور که دیدیم، آینه تخت تصویری تشکیل می‌دهد که درست به همان اندازه جسم است (شکل ۱۳-۱۴ الف). ولی موارد زیادی پیش می‌آید که لازم است تصویر نسبت به جسم بزرگ‌تر یا کوچک‌تر باشد (شکل ۱۳-۱۴ ب و پ).



شکل ۱۳-۱۴- به ویژگی‌های تصویر در هر کدام از آینه‌ها توجه کنید.

آینه‌هایی که مطابق شکل ۱۳-۱۴ ب و پ تصویری بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از جسم تشکیل می‌دهند، آینه کروی نامیده می‌شوند. سطح این آینه‌ها، قسمتی از سطح یک کره است (شکل ۱۴-۴). اگر سطح بیرونی کره را با لایه نازکی از جیوه بیوشانیم، سطح درونی آن صیقلی و بازتاب‌دهنده نور خواهد بود. در این صورت به آن، آینه مقعر یا کاو می‌گویند (شکل ۱۴-۱۴ الف). همچنین اگر سطح درونی کره را با لایه نازکی از جیوه بیوشانیم، به آن، آینه محدب یا کوژ گفته می‌شود (شکل ۱۴-۱۴ ب). در آینه‌های محدب سطح بیرونی یا برآمده، صیقلی و بازتاب‌دهنده نور است.

## آزمایش کنید

**هدف آزمایش:** یافتن کانون آینه مقعر

**مواد و وسایل:** آینه مقعر و یک تکه مقوا با ورقه کاغذ

**روش اجرا:**

- ۱- آینه مقعر را مقابل پرتوهای نور خورشید بگیرید.
- ۲- صفحه کاغذ را جلوی آینه جابه‌جا کنید تا لکه روشنی روی آن مشاهده کنید.
- ۳- صفحه کاغذ را به آرامی حرکت دهید تا لکه نورانی تشکیل شده روی صفحه کاغذ، به بیشترین درخشندگی و کوچک‌ترین اندازه ممکن برسد. در این حالت تصویر حقیقی خورشید روی سطح کاغذ و در کانون آینه مقعر تشکیل شده است.

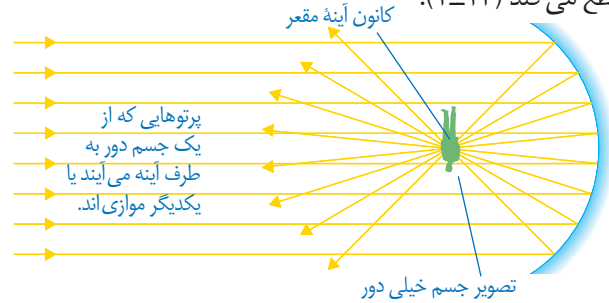


توجه: اگر بخواهید این آزمایش را در کلاس انجام دهید، می‌توانید آزمایشی را مطابق شکل زیر انجام دهید. پرده را آنقدر جابه‌جا کنید تا تصویر واضحی از جسم خیلی دور روی آن تشکیل شود. در این حالت می‌توان گفت تصویر حقیقی با تقریب خوبی در کانون آینه تشکیل شده است.

اگر بخواهیم نتیجه آزمایش بالا را به کمک پرتوهای نور نشان دهیم، می‌توان گفت: هرگاه جسمی در فاصله دوری از یک آینه قرار داشته باشد، پرتوهایی که از آن جسم به سطح آینه می‌تابند، با یکدیگر موازی اند. این پرتوها پس از بازتاب از آینه مقعر، همگرا می‌شوند و یکدیگر را در نقطه‌ای به نام کانون آینه قطع می‌کند (۱۴-۴).



شکل ۱۵-۱۴- وقتی جسمی بین آینه و کانون آینه مقعر باشد، همواره تصویری مجازی و بزرگ‌تر در آینه تشکیل می‌شود.



شکل ۱۴-۱۴- آینه مقعر و کانون آن

آینه‌های مقعر کاربردهای فراوانی دارند. برای مثال دندان‌پزشکان برای دیدن لکه‌های دندان، از آینه مقعر استفاده می‌کنند. برای این کار، آینه را طوری پشت دندان‌ها قرار می‌دهند که دندان موردنظر در فاصله بین آینه و کانون آینه قرار گیرد. در این حالت تصویری مجازی و بزرگ‌تر از دندان در آینه تشکیل می‌شود (شکل ۱۵-۴). برای بررسی ویژگی‌های تصویر در آینه مقعر، وقتی جسم خارج از کانون آینه قرار دارد، آزمایشی را که در ادامه آمده است، انجام دهید.

## آزمایش کنید

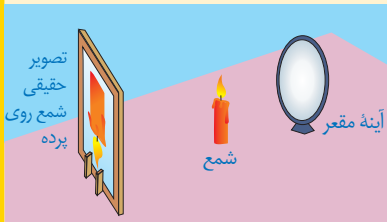


**هدف آزمایش:** تشکیل تصویر حقیقی در آینه مقعر

**مواد و وسایل:** آینه مقعر، شمع، پرده

**روش اجرا:**

۱- شمع روشنی را بین آینه و پرده قرار دهید.



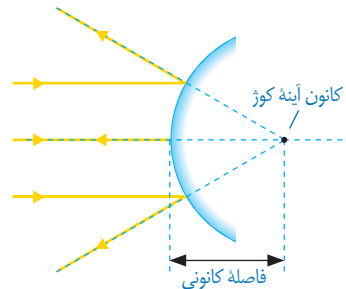
۲- شمع را آن قدر به آینه نزدیک کنید تا تصویر مجازی شمع را در آینه ببینید. در این وضعیت شمع در فاصله کانونی آینه قرار دارد.

۳- اکنون شمع را به آرامی از آینه دور و به پرده نزدیک کنید. شمع را آنقدر جابه جا کنید تا تصویر واضحی از آن روی پرده تشکیل شود (شکل بالا). به این تصویر که روی پرده دیده می شود، تصویر حقیقی می گوئیم.

۴- ویژگی های تصویر را در مقایسه با جسم بنویسید.

## « آینه های کوژ »

وقتی پرتوهای موازی نور به سطح یک آینه کوژ بتابند، پس از بازتاب از آینه، از یکدیگر دور یا واگرا می شوند. امتداد این پرتوها در پشت آینه یکدیگر را قطع می کنند (شکل ۱۶-۴). به این نقطه کانون مجازی آینه کوژ گفته می شود. فاصله کانون تا آینه، فاصله کانونی نامیده می شود.



شکل ۱۶-۴- کانون در آینه های کوژ

### فعالیت



آینه کوژی را در برابر صورت خود بگیرید و آن را به آرامی به صورت خود دور

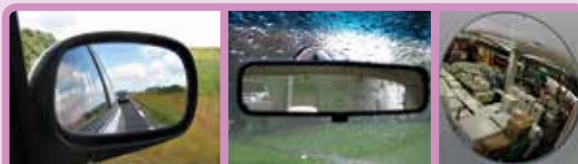
و نزدیک کنید. با توجه به ویژگی های تصویر تشکیل شده در آینه، عبارت زیر را کامل کنید.

تصویر در آینه های کوژ، همواره ..... از جسم، ..... و ..... است.

### فکر کنید



آینه های کوژ اغلب در وسایل نقلیه استفاده می شوند. همچنین از این آینه ها در فروشگاه های بزرگ و پیچ تند جاده ها استفاده می شود (شکل روبه رو). به نظر شما کدام ویژگی آینه های کوژ سبب کاربرد آنها در این موارد می شود؟



## « شکست نور

تا اینجا با انتشار نور در خط راست و تشکیل تصویر در آینه‌های مختلف در اثر بازتاب نور آشنا شدیم. در ادامه این فصل به آثار ناشی از شکست پرتوهای نور هنگام عبور از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگر خواهیم پرداخت (شکل ۱۷-۴).



### آزمایش کنید

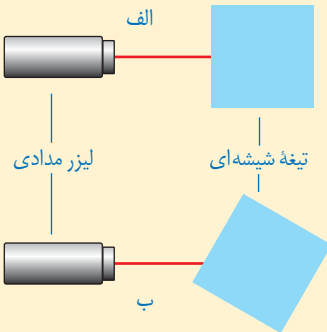


**هدف آزمایش:** بررسی شکست نور در یک تیغه شیشه‌ای

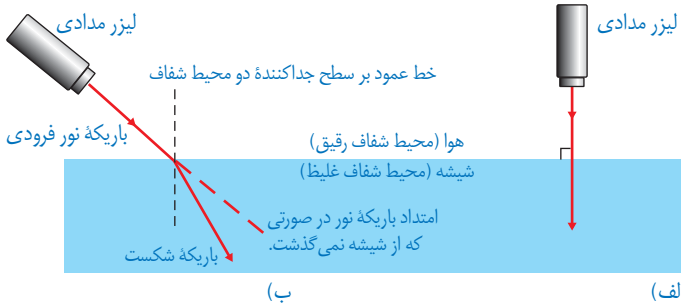
**مواد و وسایل:** چراغ قوه یا لیزر مدادی، تیغه شیشه‌ای

**روش اجرا:**

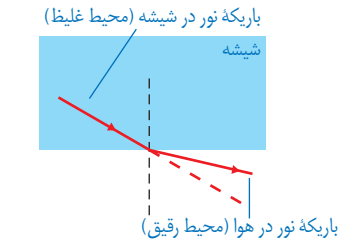
- ۱- تیغه شیشه‌ای را روی سطح میز قرار دهید و باریکه نور را به طور عمود بر یکی از وجوه آن بتابانید (شکل الف).
- ۲- با توجه به مسیر باریکه نور پس از عبور از تیغه شیشه‌ای، امتداد باریکه نور را در شکل الف کامل کنید.
- ۳- آزمایش را برای حالتی که مطابق شکل ب تیغه شیشه‌ای اندکی چرخیده است، انجام دهید. با توجه به نتیجه آزمایش، امتداد باریکه نور را روی شکل ب کامل کنید.



همان طور که با انجام آزمایش بالا دیدید، وقتی باریکه نور به طور عمود بر سطح یک تیغه شیشه‌ای یا هر جسم شفاف دیگری بتابد، بدون شکست به مسیر خود ادامه می‌دهد (شکل ۱۸- الف) در حالی که اگر باریکه نور شکسته می‌شود (شکل ۱۸- ب). به این پدیده که هنگام عبور نور از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگر رخ می‌دهد، شکست نور می‌گویند.



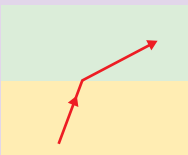
شکل ۱۸-۱۴ الف - هرگاه باریکه نور به طور عمود بر سطح جدایی دو محیط شفاف بتابد، شکسته نمی شود.  
 ب - وقتی نور از محیطی رقیق وارد محیطی غلیظ می شود، باریکه نور به طرف خط عمود بر سطح شکسته می شود.



شکل ۱۹-۱۴ شکست نور هنگام عبور باریکه نور از شیشه به هوا

در آزمایشی که انجام دادید، دیدید که وقتی باریکه نور از تیغه شیشه ای وارد هوا می شود، دوباره شکسته می شود (شکل ۲۳). نکته مهمی که باید به آن توجه شود، آن است که وقتی باریکه نور از شیشه (محیط غلیظ) بخواهد وارد هوا (محیط رقیق) شود، از خط عمود بر سطح دور می شود.

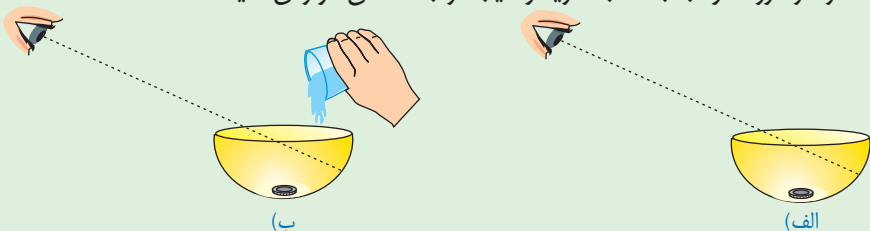
### خود را بیازمایید



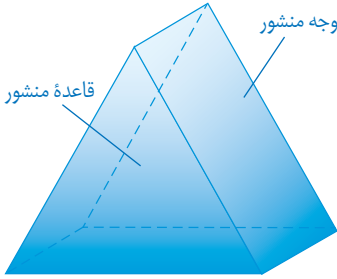
شکل روبه رو مسیر پرتو نوری را در دو محیط شفاف متفاوت نشان می دهد. با ذکر دلیل بیان کنید کدام یک از دو محیط رقیق تر است.

### فعالیت

درون کاسه با لیوان کدری که روی میز قرار دارد، سکه ای بیندازید. یکی از افراد گروه مطابق شکل الف آنقدر از میز دور شود تا بتواند سکه را درست از لبه کاسه ببیند سپس از دوست خود بخواهید تا کمی عقب تر برود، به طوری که سکه درون کاسه را نبیند (شکل ب). اکنون به آرامی درون کاسه آب بریزید تا دوستتان دوباره سکه را ببیند. علت دیده شدن سکه را در گروه خود به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.



## « شکست نور در منشور



منشور، قطعه‌ای شفاف از جنس شیشه یا پلاستیک است که کاربرد زیادی در وسیله‌های نوری دارد. قاعده منشورها معمولاً به شکل مثلث است (شکل ۲۰-۱۴).

شکل ۲۰-۱۴- منشور با قاعده مثلث و سه‌وجه غیرموازی

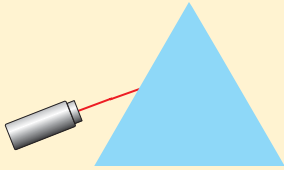
### آزمایش کنید



هدف آزمایش: مسیر نور در منشور

مواد و وسایل: منشور، لیزر مدادی

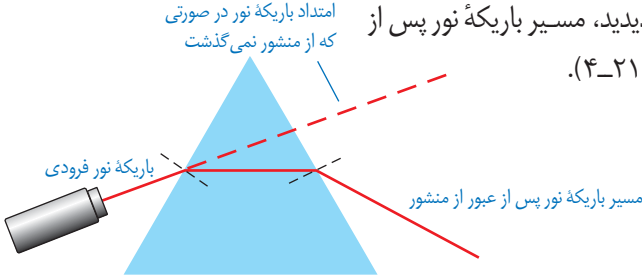
روش اجرا: منشور را از طرف قاعده مثلثی شکل آن روی میز قرار دهید. لیزر مدادی را روشن کنید و باریکه نور را به طور مایل به یکی از وجه‌های آن بتابانید (شکل بالا). با توجه به مسیر نور در منشور، امتداد باریکه نور را کامل کنید.



همان‌طور که با انجام آزمایش دیدید، مسیر باریکه نور پس از

عبور از منشور تغییر می‌کند (شکل ۲۱-۴).

شکل ۲۱-۱۴- مسیر باریکه نور در منشور



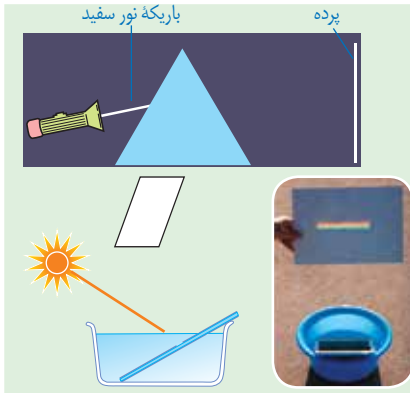
### خود را بیازمایید

الف) جاهای خالی را با توجه به شکل ۲۱-۱۴ و پدیده شکست نور پر کنید.  
باریکه نور هنگام ورود از هوا به منشور، طوری شکسته می‌شود که به خط عمود ..... شود.  
همچنین هنگام خروج باریکه نور از منشور به هوا، طوری شکسته می‌شود، که از خط عمود ..... شود.

### فعالیت



الف) باریکه نوری که توسط چراغ قوه تشکیل داده‌اید، به یک وجه منشور بتابانید. در طرف دیگر منشور، پرده یا یک ورق کاغذ سفید را در مسیر نور خروجی از منشور قرار دهید (مطابق شکل). نتیجه فعالیت را در گروه خود به بحث بگذارید.  
توجه: بهتر است این فعالیت را محیطی نسبتاً تاریک انجام شود.



ب) ظرف نسبتاً بزرگی را مطابق شکل روبه‌رو از آب پر کنید و آن را مقابل نور مستقیم آفتاب قرار دهید. سپس یک آینه تخت را به‌طور کج درون آب قرار دهید. در این حالت قسمتی از آب که جلوی آینه قرار دارد، مانند یک منشور عمل می‌کند. ظرف را آنقدر جابه‌جا کنید تا طیف نور خورشید روی یک مقوای سفید رنگ تشکیل شود.

همان‌طور که با انجام فعالیت بالا دیدید، باریکه نور سفید پس از عبور از منشور به رنگ‌های مختلفی تجزیه می‌شود (شکل ۲۲-۱۴ الف). این پدیده را پاشندگی نور می‌نامند. رنگ‌های تشکیل‌دهنده نور سفید، که در رنگ‌های حاصل از رنگین‌کمان نیز دیده می‌شوند، در شکل ۲۲-۱۴ ب نشان داده شده‌اند به مجموعه رنگ‌های تشکیل‌دهنده نور سفید، طیف نور سفید می‌گویند.



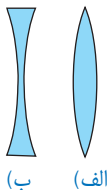
شکل ۲۲-۱۴ الف) پاشندگی نور سفید در منشور  
ب) رنگ‌های تشکیل‌دهنده طیف نور سفید

## فکر کنید

در پاشندگی نور سفید توسط منشور، کدام یک از رنگ‌های نور بیشتر و کدام یک کمتر شکسته شده است؟



شکل ۲۳-۱۴ - شخصی که هنگام مطالعه، عینک به چشم می‌زند، در واقع از میان دو عدسی به نوشته‌های کتاب نگاه می‌کند.



شکل ۲۴-۱۴ - عدسی‌ها را با توجه به نیازی که به آنها داریم، به شکل‌های مختلفی می‌سازیم  
الف) عدسی کوژ یا همگرا  
ب) عدسی کاو یا واگرا

## «عدسی‌ها»

یکی از آشناترین وسیله‌های نوری که به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شوند، عدسی‌ها هستند (شکل ۲۳-۱۴). عدسی‌ها از مواد شفاف‌ی مانند شیشه یا پلاستیک فشرده ساخته می‌شوند. وقتی یک عدسی را با دستمان لمس می‌کنیم، ممکن است وسط آن ضخیم‌تر از لبه‌های آن باشد. به این نوع عدسی، عدسی همگرا یا کوژ می‌گویند (شکل ۲۴-۱۴ الف). ولی اگر لبه‌های عدسی از وسط آن ضخیم‌تر باشد، به آن عدسی واگرا یا عدسی کاو گفته می‌شود (شکل ۲۴-۱۴ ب).

## آیا می‌دانید؟

نخستین بار نیوتن دانشمند انگلیسی (۱۷۲۷-۱۶۴۲)، با عبور دادن نور

سفید خورشید از یک منشور، نشان داد که نور سفید آمیزه‌ای از نورهایی به رنگ‌های مختلف است



که در رنگین کمان نیز دیده می‌شود. جالب است بدانید این آزمایش باعث مشهور شدن نیوتون شد. نیوتون همچنین نخستین تلسکوپ بازتابی را در سال ۱۶۷۲ میلادی ساخت.

## آزمایش کنید



**هدف آزمایش:** یافتن کانون و فاصله کانونی عدسی همگرا (ذره‌بین)

**مواد و وسایل:** عدسی همگرا، یک تکه مقوا و خط‌کش

**روش اجرا:**

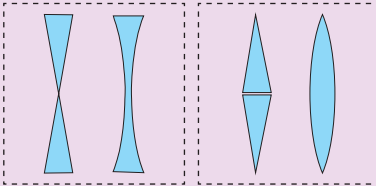
- ۱- ذره‌بین را مقابل نور مستقیم خورشید بگیرید.
- ۲- مقوا را در طرف دیگر ذره‌بین به آرامی جابه‌جا کنید. هنگامی که لکه نورانی در سطح مقوا کوچک‌ترین اندازه را دارد مقوا را ثابت نگه دارید (شکل روبه‌رو).



- ۳- محل تشکیل لکه روشن را کانون عدسی همگرا می‌نامند. در این حالت فاصله بین وسط ذره‌بین تا مقوا را به کمک خط‌کش اندازه بگیرید. این فاصله را، فاصله کانونی عدسی می‌گویند.

## فکر کنید

با توجه به نحوه شکست نور در منشور، دریافت خود را از شکل‌های (الف) و (ب) بیان کنید.



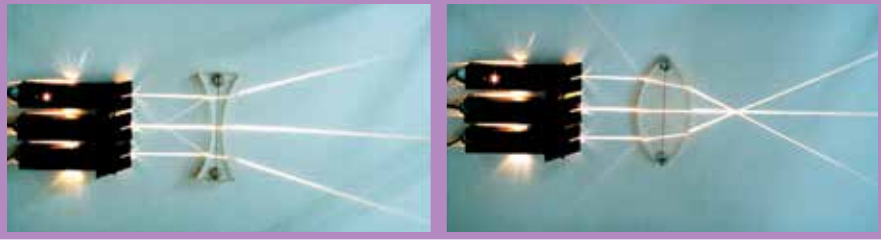
(ب)

(الف)



## خود را بیازمایید

شکل زیر دو عدسی همگرا و واگرا را نشان می‌دهد که یک دسته پرتو موازی نور به آنها تابیده شده است. با توجه به شیوه شکست نور، دلیل نام‌گذاری همگرا و واگرا بودن این عدسی‌ها را توضیح دهید.



## فعالیت



یک عدسی واگرا را در فاصله‌های مختلف از یک جسم بگیرید. با توجه به ویژگی‌های تصویری که در عدسی واگرا می‌بینید، عبارت زیر را کامل کنید.  
تصویر همه اجسام از پشت عدسی واگرا ..... از جسم و نسبت به جسم ..... است.

## آیا می‌دانید؟

نزدیک بینی و دور بینی از جمله معایب متداول چشم است که با بهره‌گیری از عینک‌های مناسب می‌توان تا حدود زیادی آنها را برطرف کرد. شخص نزدیک بین در دیدن اجسام دور مشکل دارد که به کمک عینکی با عدسی‌های واگرا این مشکل رفع می‌شود. همچنین شخص دور بین، در دیدن اجسام نزدیک مشکل دارد که به کمک عینکی با عدسی‌های همگرا این مشکل رفع می‌شود.



## فصل نوسان و موج

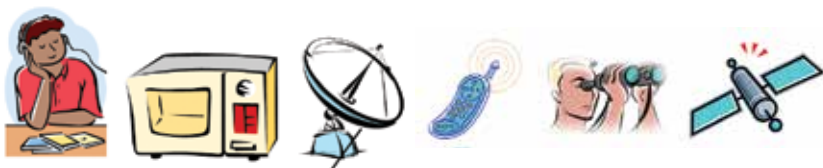
# ۱۵



امواج علاوه بر کاربردهای فراوانی که دارند، می‌توانند مایهٔ سرگرمی و نشاط ما نیز باشند. امواج در زندگی ما بسیار مهم‌اند و همواره از آنها استفاده می‌کنیم. با تولید و انتشار موج، صداها به گوش ما، نور به چشم و علائم الکتریکی و مغناطیسی به دستگاه‌های رادیو و تلویزیون و تلفن‌های همراه ما می‌رسند. حتی وقتی زلزله‌ای رخ می‌دهد، خبر وقوع آن به شکل امواج لرزه‌ای از درون پیکرهٔ زمین حرکت می‌کند و به سطح زمین می‌رسد.

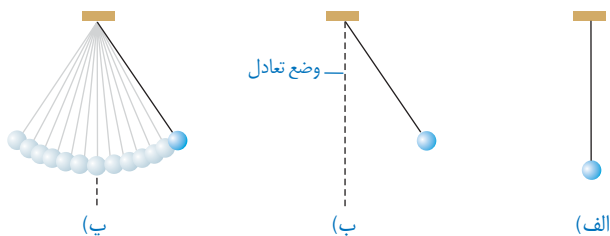
### « حرکت نوسانی

امواج در بیشتر جنبه‌های زندگی ما حضور دارند و همواره از آنها استفاده می‌کنیم (شکل ۱-۱۵)؛ اما برای شناخت بهتر امواج و ماهیت آنها، ابتدا باید درک درستی از حرکت نوسانی و ویژگی‌های آن به دست آوریم.



شکل ۱۵-۱- از امواج برای دیدن، شنیدن، ارتباطات و حتی پخت و پز غذا نیز استفاده می‌شود.

اگر مطابق شکل ۱۵-۲ الف گلوله‌ای را به انتهای نخ‌ی بیاویزیم، آونگ ساده‌ای خواهیم داشت. اگر آونگ را از راستای قائم کمی منحرف و رها کنیم (شکل ۱۵-۲ ب). به‌طور منظم دو طرف وضع تعادل حرکت رفت و برگشتی انجام می‌دهد (شکل ۱۵-۲ پ). این نوع حرکت، حرکت نوسانی یا حرکت تناوبی نامیده می‌شود و جسم در حال نوسان را نوسانگر می‌نامند.



شکل ۱۵-۲- الف) آونگ در وضع تعادل  
ب) آونگ نسبت به وضع تعادل منحرف شده است.  
پ) آونگ در طرف وضع تعادل نوسان می‌کند.

### فکر کنید

حرکت پاهای شما هنگامی که راه می‌روید، حرکت زمین به دور خورشید و حرکت رفت و برگشتی پیستون‌ها در موتور ماشین، نوعی حرکت تناوبی یا نوسانی است. شما نیز چند نوع حرکت نوسانی را نام ببرید که در پدیده‌های طبیعی یا ابزارهای مختلف وجود دارد. برای پاسخ خود دلیل کافی ارائه دهید.

## « دوره و بسامد نوسان

### آزمایش کنید

**هدف آزمایش:** اندازه‌گیری مدت زمان یک نوسان آونگ ساده  
**مواد و وسایل:** نخ، گلوله فلزی یا تیله شیشه‌ای، زمان‌سنج  
**روش اجرا:**

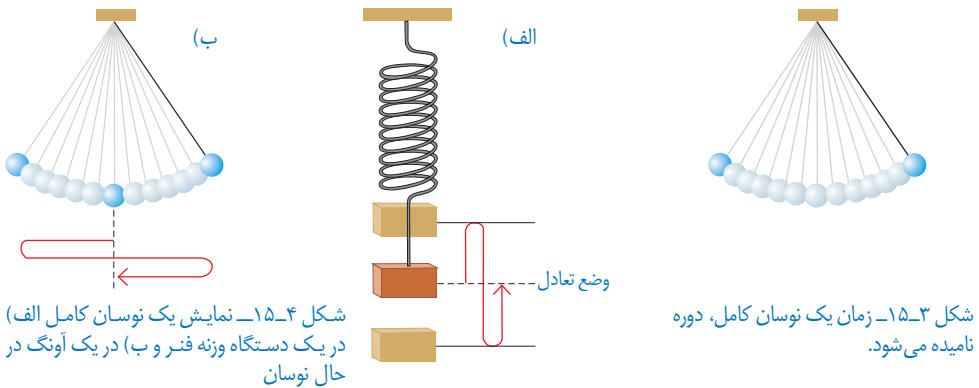
- ۱- به کمک نخ و گلوله، آونگ ساده‌ای به طول تقریبی ۷۰ سانتی‌متر بسازید.
- ۲- آونگ را از وضعیت تعادل خارج و رها کنید تا شروع به نوسان کند. هم‌زمان با شروع نوسان آونگ، به کمک زمان‌سنج، زمان چند نوسان کامل را اندازه بگیرید و جدول زیر را کامل کنید.

تعداد نوسان	زمان نوسان‌ها (ثانیه)	زمان یک نوسان (ثانیه)
آزمایش اول	۲۰	
آزمایش دوم	۴۰	
آزمایش سوم	۶۰	

۳- آزمایش را برای آونگی با طول دو برابر (حدود یک متر) انجام دهید و جدولی را مشابه بالا برای آن کامل کنید.

۴- نتایج آزمایش را در گروه خود به بحث بگذارید و به کلاس درس ارائه دهید.  
توجه: جدول بالا را همچنین می‌توانید با انجام آزمایش توسط یک دستگاه وزنه- فنر کامل کنید.

هرگاه مطابق شکل ۳-۱۵، گلوله آونگ از نقطه‌ای مانند ۱، شروع به نوسان کند و به نقطه ۲ برسد و سپس از نقطه ۲ تا نقطه ۱ نوسان کند، نوسانگر یک نوسان کامل را انجام داده است. مدت زمان یک نوسان کامل را دوره نوسان می‌نامند. دوره با نماد  $T$  نشان داده می‌شود و یکای آن ثانیه (s) است. به دوره نوسان، دوره تناوب نیز می‌گویند. توجه کنید که برای در نظر گرفتن یک نوسان کامل، می‌توان شروع نوسان را هر نقطه دلخواه، مانند وضع تعادل نوسانگر، در نظر گرفت (شکل ۴-۱۵).



بسامد نوسان: به تعداد نوسان‌هایی که یک نوسانگر در مدت یک ثانیه انجام می‌دهد. بسامد نوسان یا به اختصار بسامد (فرکانس) می‌گویند. بسامد با نماد  $f$  نشان داده می‌شود و یکای آن هرتز (Hz) نامیده می‌شود.

هرچه نوسانگری تندتر نوسان کند، بسامد نوسان آن بیشتر است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با تندتر شدن نوسان، مدت زمان هر نوسان کمتر و بسامد آن بیشتر می‌شود.

از تعریف دوره تناوب T و بسامد f نتیجه می‌گیریم که این دو عکس یکدیگرند؛ یعنی هرچه دوره تناوب کوچک‌تر باشد، بسامد بزرگ‌تر است و هرچه دوره تناوب بزرگ‌تر باشد، بسامد کوچک‌تر است.

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

### آیا می‌دانید؟

آونگ با چنان نظمی نوسان می‌کند که طی چندین قرن برای تنظیم دقیق بیشتر ساعت‌ها به کار گرفته می‌شد.

### آیا می‌دانید؟

الکترون‌ها در آنتن‌های فرستنده امواج رادیویی افام (FM) حدود ۱۰۰ میلیون بار در ثانیه نوسان می‌کنند و موج‌های رادیویی با بسامد حدود ۱۰۰ میلیون هرتز (MHz) تولید می‌کنند.

### مثال:

شکل زیر یک نوسان کامل بال زدن زنبور عسل را نشان می‌دهد که در مدت ۰/۰۰۵ ثانیه انجام می‌شود. بسامد بال زدن زنبور عسل را پیدا کنید.



**پاسخ:** با توجه به داده‌های مسئله، دوره نوسان بال زدن زنبور عسل برابر  $T = 0.005/s$  است. از رابطه بین دوره و بسامد داریم:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.005s} = 200\text{Hz}$$

این نتیجه نشان می‌دهد که زنبور عسل در هر ثانیه، ۲۰۰ مرتبه بال می‌زند. خوب است بدانید صدای وزوز زنبورها در حین پرواز، مربوط به بسامد زیاد بال زدن آنهاست!

### فعالیت



همان‌طور که می‌دانید، زمان بال زدن پرنده‌گان خیلی بیشتر از زمان بال زدن زنبور یا مگس است با توجه به منطقه‌ای که در آن زندگی می‌کنید زمان بال زدن یک پرنده مانند کبوتر، کلاغ، گنجشک و ... را تخمین بزنید و بسامد آن را به دست آورید.

## خود را بیازمایید

مطابق شکل ۴-۱۵ الف، وزنه‌ای را از انتهای فنری آویزان می‌کنیم. هرگاه وزنه را اندکی پایین بکشیم و رها کنیم، در امتداد قائم شروع به نوسان می‌کند. اگر بسامد نوسان وزنه  $40 \text{ Hz}$  باشد، دوره تناوب آن را پیدا کنید.

## « تولید و انتشار موج

اگر سنگ کوچکی را در آب آرام استخر یا برکه‌ای بیندازید، در محل برخورد سنگ با آب، موج‌هایی به وجود می‌آید که به تدریج گسترده می‌شوند آشفتگی‌هایی مانند این موجک‌ها، دوام کمی دارند و پس از مدت زمان کوتاهی از بین می‌روند (شکل ۵-۱۵). به همین دلیل به این آشفتگی‌ها، تپ‌های موجی می‌گویند.



شکل ۵-۱۵ تپ‌های موجی به صورت دایره‌های هم‌مرکز، در همه جهت‌ها منتشر می‌شوند.

## آزمایش کنید



هدف آزمایش: تولید موج

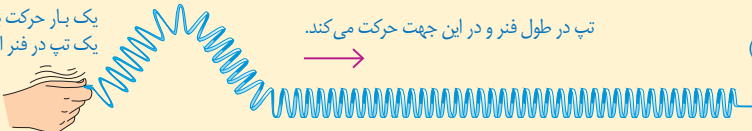
مواد و وسایل: فنر یا طناب به طول تقریبی یک متر یا بیشتر

روش اجرا: قسمت اول

۱- فنر را روی سطح میز یا زمین صاف قرار دهید؛ به طوری که هر دو انتهای آن به حالت کشیده باشد.

۲- یک طرف فنر را بگیرید و آن را عمود بر امتداد فنر یک بار به طرف بالا حرکت دهید و رها کنید. به تپ تشکیل شده در فنر که در طول آن حرکت می‌کند، توجه کنید (شکل الف).

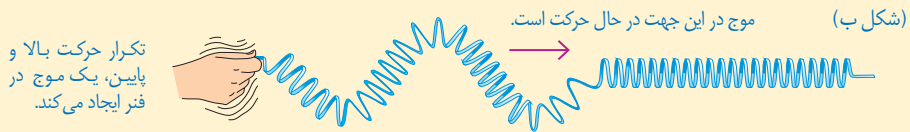
یک بار حرکت به طرف بالا.  
یک تپ در فنر ایجاد می‌کند.



تپ در طول فنر و در این جهت حرکت می‌کند.

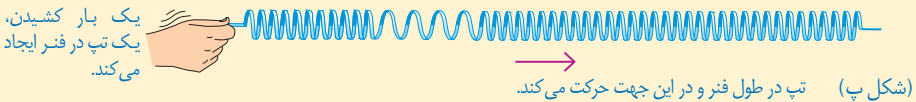
(شکل الف)

۳- فنر را به حالت اول در آورید. یک طرف آن را بگیرید و آن را عمود بر امتداد فنر به طور پی درپی به بالا و پایین حرکت دهید. به موج در حال حرکت در فنر توجه کنید (شکل ب).

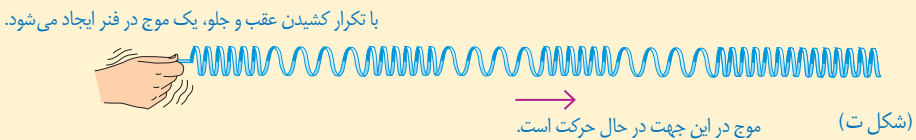


### روش اجرا: قسمت دوم

۴- فنر را به طور افقی روی سطح میز یا زمین صاف قرار دهید. یک طرف فنر را با دست خود بگیرید و آن را به طرف خود بکشید و رها کنید. به تپ در حال حرکت در فنر توجه کنید (شکل پ).

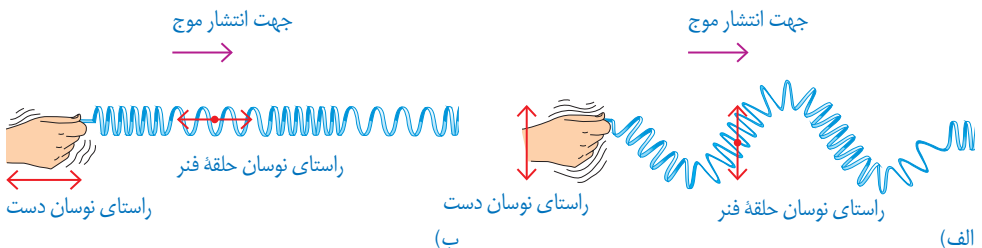


۵- دوباره فنر را به حالت افقی در آورید و یک طرف آن را با دست خود بگیرید. با کشیدن و فشردن پی درپی فنر، به موج در حال حرکت در آن توجه کنید (شکل ت).



اگر در حین انجام آزمایش بالا، به چگونگی تولید و انتظار موج در فنر دقت کنید، پی خواهید برد که حلقه‌های فنر در مکان خود حرکت نوسانی انجام می‌دهند، بدون آنکه از محلی به محل دیگر بروند. به عبارت دیگر وقتی موج در طول فنر منتشر می‌شود، به هر حلقه از فنر که می‌رسد، آن حلقه را وادار به حرکت نوسانی می‌کند؛ بدون آنکه حلقه، همراه موج از جایی به جای دیگر انتقال یابد (شکل ۶-۱۵).

شکل ۶-۱۵- وقتی موج به هر حلقه فنر می‌رسد، در مکان خود شروع به نوسان می‌کند.



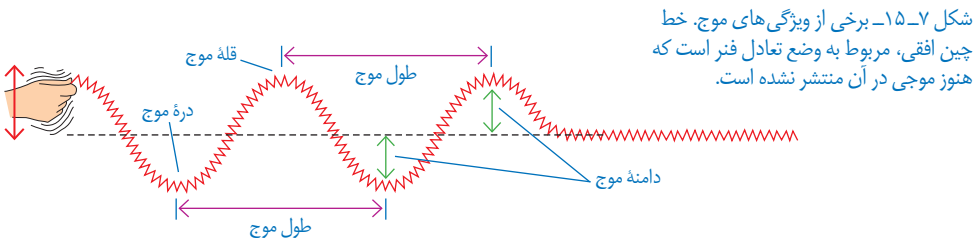
## « ویژگی های موج

همان طور که در شکل ۷-۱۵ دیده می شود، با حرکت نوسانی دست، موجی در فنر تولید و منتشر شده است. به بیان دقیق تر می توان گفت، حرکت نوسانی دست مانند یک چشمه موج رفتار می کند و سبب ایجاد موج در فنر می شود.

موج در فنر با سرعت معینی حرکت می کند که به آن سرعت انتشار می گوئیم. سرعت انتشار موج در فنر به ویژگی های فیزیکی آن، از جمله جنس فنر و سختی و نرمی آن بستگی دارد. این موضع درباره محیط های مادی دیگری که موج در آنها منتشر می شود، نیز برقرار است. مثلاً سرعت انتشار موج در آب با سرعت انتشار موج های صوتی در هوا متفاوت است.

یکی از ویژگی های موج، طول موج نام دارد. فاصله بین دو قله پیاپی موج یا فاصله دو دره پیاپی موج را طول موج می نامند (شکل ۷-۱۵).

همچنین بیشترین ارتفاع یا جابه جایی موج نسبت به وضع تعادل، دامنه موج نامیده می شود.



## آیا می دانید؟



در آزمایشگاه معمولاً از دیاپازون به عنوان چشمه موج استفاده می شود. وقتی به یکی از شاخه های دیاپازون ضربه زده می شود، با بسامد معینی، که روی آن درج شده است، شروع به نوسان می کند. از دیاپازون برای کوک کردن سازهای موسیقی نیز می توان استفاده کرد.

وقتی موجی در یک محیط منتشر می شود، هر نقطه محیط که موج به آن رسیده باشد، با همان بسامد چشمه موج، شروع به نوسان می کند.

**موج حامل انرژی است:** همه امواج دارای انرژی اند و با انتشار در یک محیط، انرژی را از محلی به محل دیگر منتقل می کنند. از نور خورشید، موج های ساحلی دریا و موج لرزه ای انرژی دریافت می کنیم (شکل ۸-۱۵). وقتی موج در محیطی (مانند: آب، هوا، فنر یا طناب) منتشر می شود، دره های محیط







را به تدریج به نوسان در می آورد. به این روش موج می تواند انرژی خود را از یک ناحیه به ناحیه دیگر محیط منتقل کند.

شکل ۸-۱۵- موج های دریا می توانند انرژی بسیار زیادی داشته باشند.


**فعالیت**



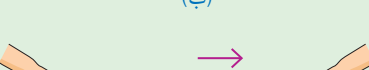
یک سر طناب یا فنر نسبتاً بلندی را خودتان و سر دیگر آن را دوستتان بگیرد و آن را به حالت کشیده نگه دارید (شکل الف). از دوستتان بخواهید تا ضربه ای عمود بر راستای طناب وارد کند تا یک تپ موج در طناب منتشر شود (شکل ب). وقتی این تپ موج به دست شما می رسد، چه احساسی دارید؟ نتیجه ای که از این فعالیت می گیرید، در کلاس درس به بحث بگذارید.



(الف)



(ب)

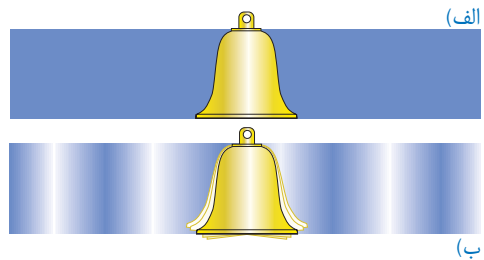


(پ)

## « صوت و احساس شنوایی

تمام صوت ها توسط اجسامی که نوسان می کنند، به وجود می آیند. وقتی حرف می زنیم، تارهای صوتی ما نوسان می کنند و صدای مورد نظر ما تولید می شود. وقتی به پوست طبل یا تنبک ضربه می زنیم، مرتعش می شود و صوت تولید می شو. یا وقتی به سیم های تار و سه تار ضربه می زنیم شروع به ارتعاش می کنند و صوت های موسیقی به وجود می آورند. همچنین وقتی زنبور پرواز می کند، بال هایش را به سرعت به هم می زند و صدای وزوزی ایجاد می شود.

صدایی که یک جسم ایجاد می کند، به کمک موج های صوتی به گوش ما می رسند. در واقع وقتی جسمی نوسان می کند، هوای اطراف خود را نیز به ارتعاش وامی دارد و یک موج صوتی تولید می کند. برای مثال، وقتی زنگی را به صدا در می آوریم، ارتعاش می کند و هوای اطرافش را هم به ارتعاش در می آورد (شکل ۹-۱۵) موج های صوتی هر چه دورتر شوند، ضعیف تر می شوند. به



شکل ۹-۱۵- (الف) زنگ نوسان نمی کند (ب) زنگ نوسان می کند و ذرات هوای مجاور خود را نیز وادار به نوسان می کند. این نوسان از یک ذره به ذره های همسایه منتقل می شود تا سرانجام صدای زنگ (چشمه صوت) به گوش ما برسد.

همین علت است که ما صدای دور را به خوبی صدای نزدیک نمی‌شنویم. بیشتر صداهایی که می‌شنویم، از طریق موج‌های صوتی که در هوا منتشر می‌شوند، به گوش ما می‌رسند. با این همه، موج‌های صوتی در مایع‌ها و جامدها نیز منتشر می‌شوند. سرعت موج‌های صوتی در هوا در مقایسه با مایع‌ها و جامدها، بسیار کمتر است. سرعت صوت در آب تقریباً ۴ برابر سرعت آب در هوا، و در فولاد حدود ۱۵ برابر سرعت صوت در هواست.

### آیا می‌دانید؟

وقتی در بستر دریا یا اقیانوس زمین لرزه‌ای رخ می‌دهد، تعادل آب در امتداد قائم به‌طور ناگهانی به هم می‌خورد و موج‌هایی موسوم به سونامی یا آبتان به وجود می‌آید که می‌توانند بسیار پرانرژی و ویرانگر باشند (شکل زیر). موج‌های سونامی معمولاً طول موجی حدود ۱۰۰ کیلومتر و دوره‌ای حدود یک ساعت دارند. در حالی که موج‌های دریا و موج‌های ناشی از جزر و مد، در سطح کم عمق آب به وجود می‌آیند و دوره‌ای کوتاه (حدود چند ثانیه) و طول موجی در حدود چند ده متر دارند.



### فعالیت



۱- آزمایش ساده‌ای طراحی و اجرا کنید که نشان دهید آیا صوت در خلاء

منتشر می‌شود یا خیر.

۲- یک خط کش بلند (۳۰ تا ۵۰ سانتی متر) را به دو صورت زیر به ارتعاش درآورید، و به صوتی

که ایجاد می‌شود، توجه کنید.

الف) قسمت کمی از خط کش (حدود یک سوم) را روی لبه میز قرار دهید و به انتهای آزاد آن

ضربه‌ای بزنید تا شروع به ارتعاش کند.

ب) دست کم دوسوم طول خط کش را روی لبه میز قرار دهید و به انتهای آزاد آن ضربه‌ای

بزنید تا شروع به ارتعاش کند.

نتیجه فعالیت را در گروه خود به بحث بگذارید. در کدام حالت، صدایی که با ارتعاش خط کش

تولید می‌شود نازک‌تر (زیرتر) و در کدام حالت صدای تولید شده، ضخیم‌تر (بم‌تر) است؟

**گستره شنوایی:** گوش انسان تا اوایل میانسالی به موج‌های صوتی که بسامد آنها از حدود ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز باشد، حساس است و می‌تواند آنها را بشنود. به همین دلیل به این گستره بسامد، گستره شنوایی گفته می‌شود. وقتی پیرتر می‌شویم، حدود این گستره شنوایی، به ویژه در انتهای بسامد زیاد، کاهش می‌یابد. امواج صوتی با بسامدهای زیر ۲۰ هرتز را فروصوتی و امواج صوتی با بسامدهای بالاتر از ۲۰۰۰۰ هرتز را فراصوتی می‌نامند. خفاش‌ها از موج‌های فراصوتی برای شنیدن استفاده می‌کنند. همچنین دلفین‌ها برای تعیین محل و شناسایی اجسام اطراف خود از این امواج بهره می‌گیرند.

## آیا می‌دانید؟

وقتی پزشکی بخواهد رشد یک جنین را در رحم مادری بررسی کند، از

موج‌های فراصوتی استفاده می‌کند، زیرا این موج‌ها نسبت به پرتوهای ایکس، خطر کمتری برای



جنین دارند. موج‌های فراصوتی که از ناحیه شکم به درون بدن فرستاده می‌شوند، از مرزها و فصل مشترک بین بافت‌ها و اعضای داخلی بدن، بازتابیده می‌شوند. این امواج پس از خروج از بدن، وارد یک آشکار ساز شده، توسط یک رایانه پردازش می‌شوند و در نتیجه می‌توان تصویری از جنین را روی نمایشگر مشاهده کرد (شکل زیر).

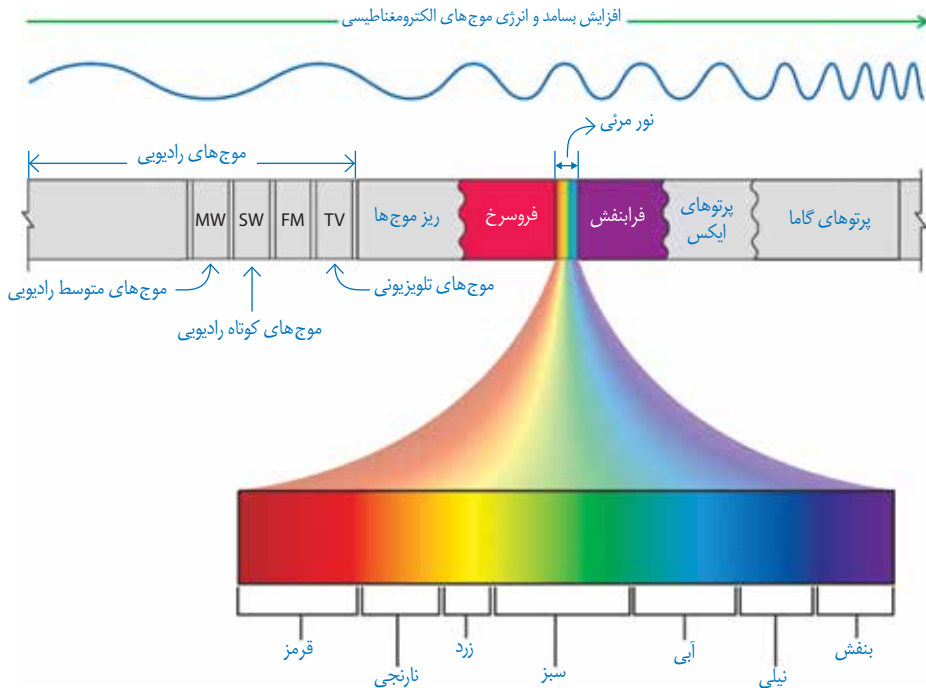
## « موج‌های الکترومغناطیسی

تا اینجا موج‌هایی را بررسی کردیم که برای انتشار خود به محیط مادی نیاز دارند. به همین دلیل به موج‌هایی مانند موج‌های صوتی و موج‌هایی که در آب یا هر محیط کشسان دیگر مانند فنر منتشر می‌شوند، **موج‌های مکانیکی** گفته می‌شود.

برخلاف موج‌های مکانیکی، **موج‌های الکترومغناطیسی** برای انتشار خود به محیط مادی نیاز ندارند. نوری که از خورشید به ما می‌رسد، یا شب هنگام از ستاره‌های دور دست می‌بینیم، در واقع موجی الکترومغناطیسی است که در فضایی (تقریباً) خالی با سرعت  $300,000,000$  کیلومتر بر ثانیه حرکت کرده است. با وجود این، موج‌های الکترومغناطیسی و موج‌های مکانیکی وجوه مشترک زیادی نیز دارند و با زبان یکسانی توصیف می‌شوند.

طیف الکترومغناطیسی: تمام موج‌های الکترومغناطیسی در خلاء با سرعت یکسان حرکت می‌کنند و تنها از لحاظ بسامد با هم تفاوت دارند. طبقه‌بندی موج‌های الکترومغناطیسی برحسب بسامد، **طیف الکترومغناطیسی** نامیده می‌شود (شکل ۱۰-۱۵).

موج‌های الکترومغناطیسی با بسامد چند هزار هرتز (kHz) تا چند میلیون هرتز (MHz) را به عنوان موج‌های رادیویی طبقه‌بندی می‌کنند. چشم ما فقط می‌تواند بخش بسیار کوچکی از طیف الکترومغناطیسی را به‌طور مستقیم با احساس دیدن آشکار کند. این گستره را **نور مرئی** می‌نامیم. نور سفید معمولی شامل همهٔ بسامدهای مرئی است. همان‌طور که در فصل قبل دیدیم، به کمک منشور می‌توان نور سفید را به رنگ‌های تشکیل‌دهندهٔ آن تجزیه کرد.



شکل ۱۰-۱۵ - طیف الکترومغناطیسی، گسترهٔ پیوسته‌ای از موج‌های رادیویی تا پرتوهای پراانرژی گاما است. نام‌های مورد استفاده در این بخش‌ها صرفاً یک طبقه‌بندی تاریخی است؛ زیرا ماهیت و سرعت تمام موج‌ها یکی است و تنها بسامد و طول موج آنها با هم تفاوت دارد.

### فکر کنید

با توجه به شکل ۱۰-۱۵ مطلوب است مقایسهٔ بین: (الف) طول موج‌های رادیویی، نور مرئی و پرتوهای گاما، (ب) انرژی پرتوهای ایکس و پرتوهای گاما (پ) بسامد نور آبی با نور قرمز.