

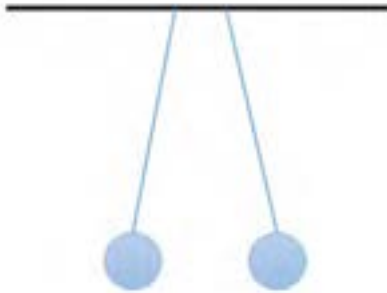
## اندازه نیروی الکتریکی

**وسایل مورد نیاز:** مقداری فویل آلومینیومی (یا بادکنک)، نخ، مداد، میله شیشه ای، کیسه پلاستیکی.

**الف)** با فویل آلومینیومی دو گوی بسازید و با نخ آنها را به مداد متصل کنید به طوری که فاصله بین دو نخ حدود ۴ سانتی متر باشد.

**ب)** میله شیشه ای را با استفاده از کیسه پلاستیکی باردار کنید و به گوی ها تماس بدهید تا آنها نیز باردار شوند. مشاهده می کنید که گوی ها از هم فاصله می گیرند.

**پ)** حال مجدداً میله شیشه ای را باردار کنید و به یکی از گوی ها بزنید ببینید فاصله بین دو گوی چه تغییری می کند؟



## الکتریسته

## مدرج کردن الکتروسکوپ (برق نما)

یک الکتروسکوپ بردارید و به درجه بندی آن نگاه کنید. درجه بندی الکتروسکوپ مانند یک ساعت روی محیط یک دایره قرار دارد چون صفحات الکتروسکوپ حول یک محور می چرخند و با زیاد شدن بار بیشتر از هم فاصله می گیرند؛ اما اگر به دقت نگاه کنید مشاهده می کنید که فاصله درجه های یکسان در ابتدا زیادتر و هر چه بار بیشتر می شود فاصله بین درجه های مساوی کمتر می شود. تحقیق کنید که چرا فاصله های درجه بندی برق نما یکسان نیست؟!؟



## انجام نشتن آزمایش های الکتریکی در محیط مرطوب

با توجه به شکل فعالیت صفحه ۷۹ کتاب تحقیق کنید که چرا آزمایش های الکتریسته در محیط های مرطوب به درستی انجام نمی شود؟

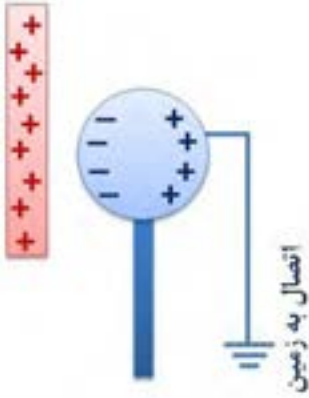
## زمین خنثای بزرگ

می دانیم وقتی که جسم بارداری با جسمی دیگر در تماس است تمام یا مقداری از بار خود را به آن منتقل می کند و آن جسم نیز باردار می شود؛ اما اگر جسمی بار خود را به زمین بدهد با توجه به اینکه زمین بسیار بسیار بزرگ است می توانیم فرض کنیم که این بار تأثیری در مثبت یا منفی شدن بار زمین ندارد و همچنان خنثی باقی می ماند. در بسیاری از آزمایش ها وقتی جسم بارداری را مثلاً با یک سیم به زمین متصل می کنیم عملاً تمام بار جسم به زمین منتقل می شود و جسم ما خنثی می گردد. این درحالی است که زمین همچنان خنثی باقی می ماند.

## ارتباط رسانایی الکتریکی و گرمایی

رسانایی الکتریکی و گرمایی به هم ارتباطی دارند؟  
تحقیق کنید که اجسامی که دارای رسانایی الکتریکی بیشتری هستند رسانایی گرمایی بالاتری هم دارند؟ آیا این یک قاعده کلی است و یا استثنا هم دارد؟

### مقدار بار القایی



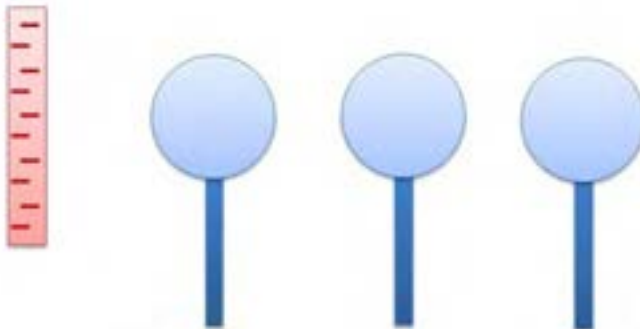
می‌دانیم که با نزدیک کردن یک میلهٔ باردار به یک جسم رسانا، بار الکتریکی روی جسم رسانا القا می‌شود. فرض کنید که یک میله با بار مثبت را به یک کرهٔ فلزی با پایهٔ عایق نزدیک کنیم؛ بارهای منفی به سمت میله حرکت می‌کنند و بارهای مثبت در طرف دیگر کره قرار می‌گیرند. اگر با یک سیم رسانا (و یا با دست) مطابق شکل روبه‌رو کره را به زمین که خنثی است متصل کنیم؛ سپس آن را جدا کنیم، کره دارای بار منفی می‌شود؛ یعنی با عقب بردن میله، بار کره منفی باقی می‌ماند. با توجه به فرآیند القا فکر کنید که مقدار باری که روی کره قرار گرفته است نسبت به بار میله همواره کمتر، بیشتر و یا مساوی آن است؟

### القای بار الکتریکی

### پرسش

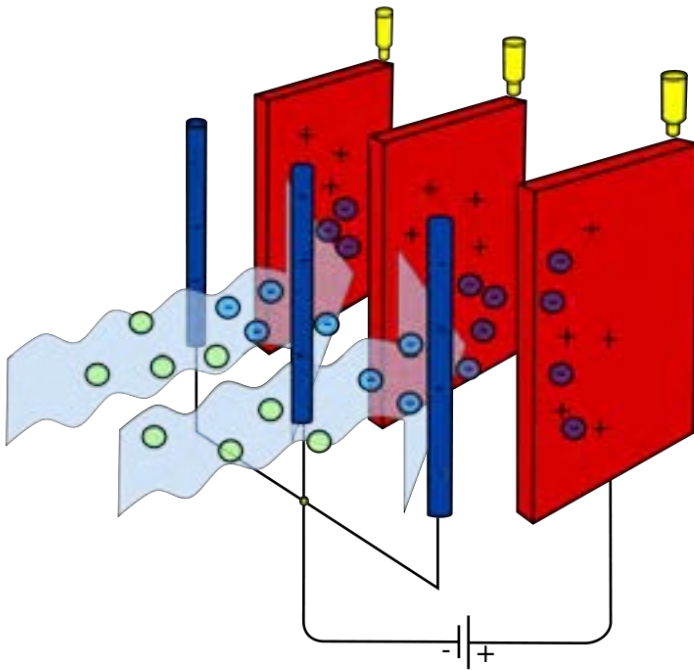
سه کرهٔ فلزی یکسان با پایه‌های عایق به همراه یک میله باردار با بار منفی در اختیار داریم. چگونه می‌توان بدون اینکه بار میله تغییر کند این سه کره را باردار کرد به طوری که:

- ۱- هر سه کره دارای بار مثبت و یکسان باشند؛
- ۲- هر سه کره دارای بار منفی و یکسان باشند؛
- ۳- دو کره دارای بار مثبت و یک کره دارای بار منفی باشد و مقدار بار هر سه کره یکسان باشد؛
- ۴- دو کره دارای بار منفی و یک کره دارای بار مثبت باشد و مقدار بار هر سه کره یکسان باشد.



## تصفیه الکتریکی گرد و غبار و مواد آلاینده

ذرات گرد و غبار و مواد آلاینده همواره یکی از مشکلات زیست محیطی بوده و هست. خصوصاً کارخانه‌هایی که نزدیک شهرها هستند مشکلات بیشتری را ایجاد می نمایند. جهت کاهش گرد و غبارهای خطرناک از این کارخانه‌ها از روشی استفاده می شود به نام تصفیه الکترود استاتیکی. به این ترتیب که گرد و غبار همراه گازهای خروجی از صفحات عبور می کنند که با گذشتن از آنها باردار می شوند؛ سپس با گذشتن از میان دو الکترود مثبت و منفی در اثر القای ذرات جذب یکی از این الکترودها می شوند و گاز تصفیه شده از دودکش‌های کارخانه‌ها خارج می شود.



### شعبه بازی با الکتروسکوپ

یک میله باردار را به یک الکتروسکوپ نزدیک کنید. مشاهده می شود که صفحات الکتروسکوپ از هم فاصله می گیرند. حال اگر با دست به کلاهک الکتروسکوپ دست بزنید مشاهده می کنید که صفحات دوباره به هم می چسبند (چرا؟) از دوستان خود بخواهید تا پیش بینی کنند که اگر دست خود را از روی کلاهک بردارید و میله را دور کنید چه اتفاقی برای صفحات الکتروسکوپ می افتد؟ احتمالاً خواهند گفت که صفحات همان طور به هم چسبیده باقی خواهند ماند؛ اما شما بعد از برداشتن دستتان و دور کردن میله، کاری می کنید که صفحات از هم فاصله بگیرند!

آزمایش را مجدداً انجام دهید و دوباره از دوستانتان بخواهید تا پیش بینی کنند که چه اتفاقی برای صفحات الکتروسکوپ می افتد؟ این بار اگر پیش بینی کردند که صفحات از هم فاصله بگیرند شما با برداشتن دستتان از روی کلاهک و دور کردن میله، کاری می کنید که صفحات همچنان به هم چسبیده باشند؛ اما چگونه چنین چیزی ممکن است؟ زمانی که شما میله باردار را به الکتروسکوپ نزدیک می کنید با فرض اینکه میله دارای بار منفی است روی صفحات بار منفی قرار می گیرد. با دست زدن به کلاهک چون بدن ما مانند یک رسانا عمل می کند بارهای منفی روی صفحات را به زمین منتقل می کند و صفحات خنثی شده و به هم می چسبند؛ اما همچنان بار مثبت روی کلاهک به دلیل اینکه میله باردار به آن نزدیک است وجود دارد. حال اگر ابتدا میله را از کلاهک الکتروسکوپ دور کنیم چون روی الکتروسکوپ دیگر القا صورت نمی گیرد؛ بنابراین بارهایی که از طریق دست ما به زمین منتقل شده بودند به جای خود برمی گردند و کل بار الکتروسکوپ خنثی می شود و حال با جدا کردن دستان از کلاهک تغییری در وضعیت صفحات ایجاد نمی شود.

اما اگر در همین فرآیند پس از خنثی شدن الکتروسکوپ ابتدا دستان را از روی کلاهک برداریم دیگر بار الکتریکی نمی تواند از روی الکتروسکوپ خارج و یا به آن وارد شود. حال با دور کردن میله باردار بارهای مثبتی که روی کلاهک به دلیل القای میله باردار جمع شده بودند در کل الکتروسکوپ و از جمله صفحات آن پخش می شوند؛ بنابراین صفحات از هم فاصله می گیرند.

به همین شکل با تغییر در ترتیب برداشتن دست از روی کلاهک و دور کردن میله، شما می توانید تعیین کنید که صفحات از هم فاصله بگیرند یا به هم چسبیده باشند. با کمی تمرین می توانید فاصله برداشتن دست و میله را بسیار کم کنید تا دیگران متوجه ترتیب برداشتن دست و دور کردن میله نشوند.



## القا و جرقه

یک جفت جوراب پشمی بپوشید و پاهای خود را روی فرش بکشید؛ سپس انگشت دست خود را به یک جسم فلزی مانند دستگیره در نزدیک کنید. جرقه‌ای بین دست شما و جسم فلزی زده می‌شود. اگر این کار را در تاریکی انجام دهید می‌توانید جرقه را نیز مشاهده کنید؛ اما چرا جرقه بین دست شما و جسم فلزی زده می‌شود؟

وقتی که با جوراب پشمی روی فرش راه می‌روید به دلیل مالشی که بین جوراب و فرش وجود دارد بار روی فرش و جوراب قرار می‌گیرد و چون جوراب با بدن ما تماس دارد این بار روی بدن ما توزیع می‌شود (در اینجا بدن ما تقریباً مانند یک رسانا عمل می‌کند) و بدین ترتیب بدن ما دارای بار می‌شود. حال با نزدیک کردن دستان به یک جسم فلزی، بار روی آن جسم القا می‌شود و چون بار القایی همیشه مخالف بار القا کننده است؛ بنابراین همواره یکی از آنها مثبت و دیگری منفی است. با نزدیکتر شدن دستان به جسم فلزی مقدار القای بار هم بیشتر می‌شود. با زیاد شدن بارها نیروی جاذبه بین آنها هم بیشتر می‌شود و تا جایی زیاد می‌شود که الکترون‌ها از روی یکی از آنها کنده می‌شود و به سمت بارهای مثبت روی جسم دیگر حرکت می‌کند. چون حرکت الکترون‌ها با سرعت زیادی انجام می‌شود در برخورد با مولکول‌های هوا تولید نور می‌کند و به این ترتیب جرقه ایجاد می‌شود.



### مدلسازی نحوه کارکرد باتری

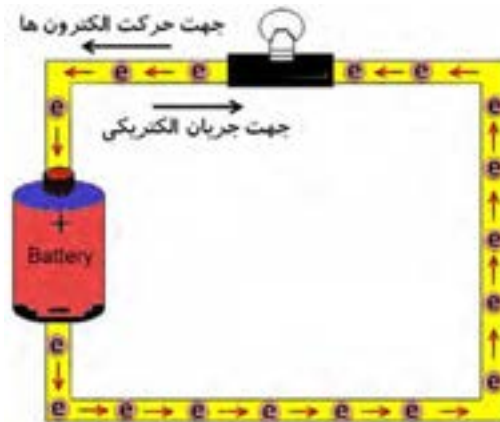
همان‌گونه که در کتاب نیز به آن اشاره شده است باتری عاملی است برای ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی ثابت بین دو نقطه از مدار؛ اما چگونه یک باتری این کار را انجام می‌دهد و این اختلاف پتانسیل را ایجاد می‌کند؟ معمولاً برای اینکه تصور بهتری از کار یک باتری و یک مدار داشته باشیم آن را مانند چرخه زیر در نظر می‌گیریم. در اینجا آب مانند بارهای الکتریکی است که با حرکت از منبع بالایی به سمت منبع پایین انرژی پتانسیل خود را در برخورد به توربین به آن می‌دهد و باعث حرکت توربین می‌شود. در اینجا توربین نقش یک مصرف‌کننده مانند لامپ را در مدار دارد. با پایین آمدن آب و خالی شدن منبع بالایی دیگر توربین به حرکت در نمی‌آید و برای اینکه دوباره بچرخد لازم است که مجدداً آب روی آن ریخته شود؛ بنابراین برای اینکه آب دوباره به منبع بالایی برود و این چرخه بتواند ادامه داشته باشد باید از یک پمپ استفاده کنیم. با این کار آب با انرژی که از پمپ می‌گیرد انرژی پتانسیل لازم برای به حرکت درآوردن توربین را خواهد داشت. کاری که یک باتری انجام می‌دهد دقیقاً مانند یک پمپ آب است که به بارها انرژی لازم را برای قرارگرفتن مجدد در مدار می‌دهد.

اما باتری چگونه این کار را انجام می‌دهد؟ تحقیق کنید که عملکرد یک باتری چگونه انرژی لازم برای بارها را به آنها می‌دهد؟



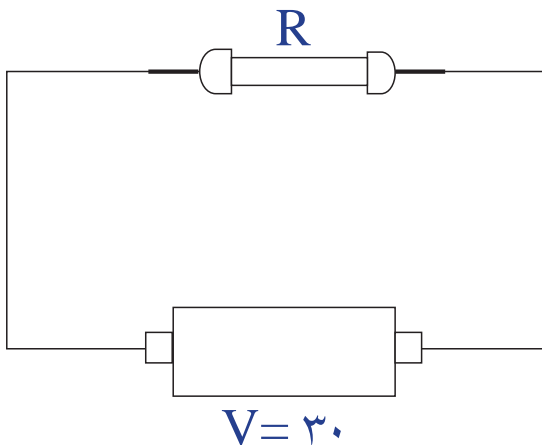
### جهت جریان

می‌دانیم که بارهای منفی یا به عبارتی الکترون‌ها قابلیت حرکت در مدار را دارند و همان‌گونه که در کتاب نیز به آن اشاره شده جهت حرکت واقعی بارها با جهت جریان الکتریکی خلاف هم هستند. به عبارتی می‌توان فرض کرد که جهت جریان در یک مدار در جهت حرکت بارهای مثبت می‌باشد. تحقیق کنید چرا جهت قراردادی جریان الکتریکی و جهت حرکت واقعی بارها (الکترون‌های آزاد) برخلاف هم هستند.



### مقاومت الکتریکی

### مسئله



در مدار زیر (یک باتری با اختلاف پتانسیل ۳۰ ولت و مقاومت  $R$ ) در صورتی که اندازه مقاومت دو برابر شود مقدار جریان به اندازه ۵ آمپر کم می‌شود. اندازه مقاومت اولیه چند آمپر است؟



## آمپرسنج و ولتسنج

همان گونه که در کتاب نیز نشان داده است آمپرسنج برای اینکه جریان را به درستی نشان دهد باید بگونه‌ای در مدار قرار گیرد که تمام جریانی که از مصرف‌کننده (مثلاً لامپ) می‌گذرد از آمپرسنج هم بگذرد و ولتسنج نیز باید در دو سمت مصرف‌کننده وصل شود تا اختلاف پتانسیل بین دو سر آن را بتواند به درستی اندازه بگیرد.

قطعاً آمپرسنج و ولتسنج خود نیز دارای مقاومت می‌باشند که می‌توانند در جریان و اختلاف پتانسیل کل تأثیرگذار باشند. تحقیق کنید برای اینکه این تأثیرگذاری کمترین مقدار را داشته باشد اندازه مقاومت هر کدام از این وسایل باید چگونه باشد؟

در صورتی که آمپرسنج و ولتسنج را به اشتباه به جای یکدیگر وصل کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟



۱- می‌دانیم که اگر مقداری بار را به یک کره منتقل کنیم، بارها آنقدر از هم فاصله می‌گیرند تا در دورترین فاصله نسبت به هم روی کره قرار بگیرند. از طرفی هم می‌دانیم که مقدار بار القایی توسط یک میلهٔ باردار بر روی یک کره بیشتر از بار میله نیست. حال اگر یک میلهٔ باردار و دو کره، یکی کوچک و دیگری بسیار بزرگ داشته باشیم، آیا می‌توان باری بیشتر از بار میله، روی کرهٔ بزرگتر ایجاد کرد؟ در صورت منفی بودن جواب چرا و در صورت مثبت بودن جواب چگونه؟

۲- به نظر شما اگر در هنگام نام‌گذاری بارهای مثبت و منفی آنها را بر عکس نام‌گذاری می‌کردند (یعنی منفی به جای مثبت و مثبت به جای منفی) آیا اشکالی به وجود می‌آمد؟ چرا؟

۳- در آزمایش اندازهٔ نیروی الکتریکی نمودار زاویهٔ بین دو بادکنک و مقدار باری که به آنها می‌دهیم را به طور کیفی رسم کنید.

۴- بر روی صفحهٔ تلویزیون‌هایی که دارای لامپ تصویر هستند، بعد از مدت زمانی که از روشن شدن تلویزیون می‌گذرد مقداری بار جمع می‌شود. تحقیق کنید که چرا این بار روی صفحه ایجاد می‌شود و نوع بار کدام است؟

۵- بر روی یک الکتروسکوپ مقداری بار منفی وجود دارد و صفحات آن از هم فاصله دارند. میله‌ای را با بار نامعلوم به آن نزدیک می‌کنیم. با نزدیک شدن میله صفحات الکتروسکوپ ابتدا بسته و سپس باز می‌شوند. در مورد بار میله و اندازهٔ آن بحث کنید.

# مغناطیس

فصل

۱۰



بسیاری از دانش آموزان شیفته آهنربا هستند. شاید بیشتر به این سبب که آهنربا از دور عمل می‌کند. به کمک آهنربا می‌توان میخی در نزدیکی آن را، حتی وقتی یک تکه چوب بین آنها باشد، به حرکت در آورد. به همین ترتیب، جراح مغز و اعصاب می‌تواند با حداقل آسیب به مغز، الکترودهایی در آن کار گذارد یا چشم‌پزشک براده‌های آهن را از چشم بیمار خارج کند.

### تشخیص آهن‌ربا و آهن از یکدیگر



فرض کنید که دو میله که از نظر ظاهری کاملاً شبیه به هم هستند در اختیار دارید که یکی از آنها آهن و دیگری آهن‌ربا می‌باشد. چگونه می‌توانید بدون استفاده از هیچ وسیله دیگری تشخیص دهید که کدام یک از آنها آهن و کدام یک آهن‌ربا است؟

### آیا درون زمین هم یک آهن‌ربا وجود دارد؟

### آیا درون زمین آهن‌ربا وجود دارد؟



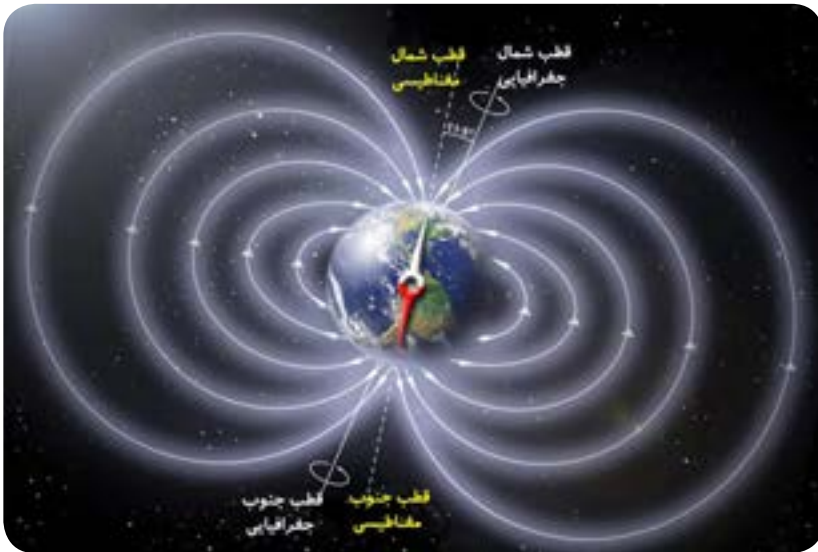
می‌دانیم که اگر یک آهن‌ربا را آویزان کنیم همیشه قطب N آن به سمت شمال و قطب S آن به سمت جنوب قرار می‌گیرد. با توجه به مطالبی که درباره آهن‌ربا خوانده‌ایم، می‌دانیم که حتماً باید یک آهن‌ربای دیگر وجود داشته باشد که قطب S آن قطب N آهن‌ربا را جذب کند؛ اما آیا درون زمین یک آهن‌ربا وجود دارد؟

واقعیت این است که واقعاً یک آهن‌ربا درون زمین وجود دارد؛ اما نه به‌صورت آهن‌رباهایی که تا به حال دیده‌ایم که یک میله فلزی باشد. بلکه مواد مذاب درون زمین به دلیل چرخشی که دارند می‌توانند یک آهن‌ربا ایجاد کنند که قطب N آن در جنوب زمین و قطب S آن در شمال زمین قرار دارد.

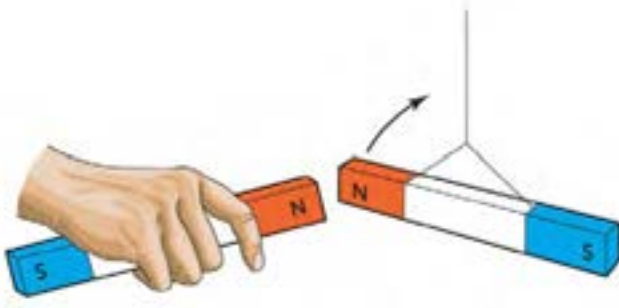
### تغییر قطب‌های زمین

شاید تصوّر اولیه شما این باشد که قطب‌های زمین همیشه ثابت هستند و همیشه قطب شمال مغناطیسی و قطب شمال جغرافیایی یکسان است؛ اما برخلاف این تصور قطب مغناطیسی با قطب جغرافیایی فاصله دارد و این فاصله در حال زیاد شدن است! این تغییر فاصله بگونه‌ای است که پس از مدّتی قطب شمال مغناطیسی و قطب جنوب با هم عوض می‌شوند؛ اما نگران نباشید چون این تغییر هر چند صد هزار سال یکبار اتفاق می‌افتد!

هرچند که علت اصلی این تغییر هنوز به طور کامل مشخص نشده است؛ اما نظریه‌ای وجود دارد که این تغییر را به چرخش مواد مذاب نسبت می‌دهد.



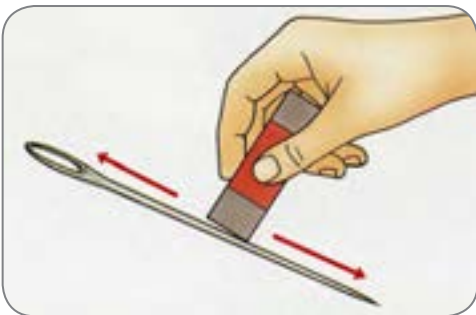
### تشخیص قطب‌های مغناطیسی



برای اینکه قطب‌های مغناطیسی یک آهن‌ربای نامعلوم را مشخص کنیم باید از خاصیت دفع قطب‌های هم‌نام استفاده کنیم. ممکن است در نگاه اول تفاوتی بین خاصیت دفع و جذب قائل نشویم؛ زیرا زمانی که مثلاً یک قطب معلوم N از یک آهن‌ربا قطب دیگری را جذب می‌کند طبق مطالبی که خوانده‌ایم باید قطب مجهول S باشد.

اما همیشه اینگونه نیست! ممکن است یکی از آهن‌رباها بسیار ضعیف باشد و با نزدیک شدن یک آهن‌ربای بسیار قوی به آن به دلیل القای آهن‌ربای قوی‌تر قطب‌های آهن‌ربای ضعیف عوض شوند. برای مثال با نزدیک شدن قطب N آهن‌ربای معلوم که بسیار قوی‌تر است به قطب N یک آهن‌ربای نامعلوم که بسیار ضعیف است به دلیل القای مغناطیسی قطب N آهن‌ربای ضعیف به S تغییر می‌یابد و آهن‌ربای معلوم آن را جذب می‌کند و ما تصور می‌کنیم که این قطب S آهن‌ربای نامعلوم است درحالی‌که کاملاً اشتباه است؛ بنابراین همیشه برای تشخیص قطب‌های یک آهن‌ربای نامعلوم از خاصیت دفع استفاده می‌کنیم تا دچار خطا نشویم.

### القای مغناطیسی



### آهن‌ربای سه قطبی!

همان‌گونه که در کتاب توضیح داده شد برای اینکه یک میله را به آهن‌ربا تبدیل کنیم باید یک قطب آهن‌ربا را از یک سو به سمت دیگر بکشیم. این بار به جای اینکه آهن‌ربا را از ابتدا تا انتهای میله بکشید آن را از وسط میله تا انتهای میله چند بار بکشید. سپس این عمل را برای قسمت دوم میله انجام دهید.

دقت کنید که در هر دو قسمت باید فقط یک قطب آهن‌ربا مثلاً S را روی میله بکشید و در هر دو قسمت باید آهن‌ربا را از وسط به سر میله بکشید. پس از انجام این کار میله آهن‌ربا شده را درون مقداری براده آهن بریزید. مشاهده می‌کنید براده‌های آهن به دو سر و وسط آهن‌ربای ما چسبیده‌اند. به عبارتی ما آهن‌ربایی ساخته‌ایم که سه قطب دارد؛ اما آیا چنین چیزی امکان دارد؟ با توجه به نحوه آهن‌ربایی کردن میله به این سؤال پاسخ دهید.



با دقت به محیط اطراف خود بنگرید و سعی کنید مواد اولیه سازنده وسایل، تجهیزات و امکانات اطراف خود را شناسایی نمایید. حتماً به این نتیجه می‌رسید که از مصالح به کار رفته در ساختمان، شیشه، پنجره، میز و نیمکت‌های فلزی تا داروهای مورد استفاده در پزشکی، خمیر دندان، عینک، قطعات الکترونیکی رایانه و تلفن همراه، مغز مداد و .. همگی بخشی از مواردی هستند که به طور مستقیم و غیر مستقیم از مواد سازنده سنگ کره به دست می‌آیند.

آیا با خود اندیشیده‌اید که اگر این مواد نبودند، ما چگونه زندگی می‌کردیم؟ آیا می‌توانید شهری را تصور کنید که در آن هیچ سنگی به کار نرفته باشد؟ آیا می‌دانید اجزاء سازنده سنگ‌ها چیست؟

## کانی‌ها، اجزای تشکیل دهنده سنگ کره

صفحه ۹۸

شناسایی کانی‌ها

فصل ۱۱

علوم تجربی

متن تکمیلی

### مقایسه عملکرد میکروسکوپ سنگ‌شناسی با سایر روش‌های شناسایی کانی‌ها

زمین‌شناسان، کانی‌شناسان و بلورشناسان علاوه بر استفاده از میکروسکوپ‌های سنگ‌شناسی (میکروسکوپ پلاریزان)، برای مطالعه برخی کانی‌ها از روش پراش پرتو ایکس (XRD) بهره می‌برند. در این روش ساختار کانی و بلورها مطالعه می‌شود. کانی‌های رسی با داشتن اندازه کوچک‌تر از ۲ میکرون بسیار ارزشمند هستند. از آنها در صنعت، کشاورزی، داروسازی و موارد بسیار دیگر استفاده می‌شود. شناخت و شناسایی این نوع کانی‌ها با روش XRD در برخی از دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی زمین‌شناسی کشورمان انجام می‌شود.

## کانی‌ها، اجزای تشکیل دهنده سنگ کره

صفحه ۹۸

آشنایی با کانی‌های سیلیکاتی

فصل ۱۱

علوم تجربی

متن تکمیلی

کانی‌های سیلیکاتی از کانی‌های مهم در سیاره زمین‌اند. حدود ۹۰ درصد پوسته زمین از این کانی‌ها تشکیل شده‌است. طبق مطالعات انجام گرفته ۲۵ درصد کانی‌های شناخته شده و حدود ۴۰ درصد کانی‌های رایج در سراسر زمین سیلیکاتی‌اند. این کانی‌ها بخش اصلی تشکیل دهنده سنگ‌های آذرین می‌باشند. در پوسته زمین ۸ عنصر فراوان داریم. O با ۴۷٫۷ درصد و Si با ۲۶٫۶ درصد بیشترین فراوانی را دارند. بنیان اصلی این کانی‌ها از  $(\text{SiO}_3)^{2-}$  تشکیل شده‌است. این بنیان مهم سبب تنوع کانی‌های زیادی شده‌است. بار منفی این بنیان در ساختار کانی با کاتیون‌هایی مانند  $\text{Al}^{3+}$ ،  $\text{Fe}^{3+}$ ،  $\text{Fe}^{2+}$ ،  $\text{Ca}^{2+}$ ،  $\text{K}^{+}$ ،  $\text{Na}^{+}$  خنثی می‌شود. کانی‌های گوناگون به دلایل مختلف دارای فضای خالی در ساختار بلوری خود هستند، که توسط یون‌ها با بار الکتریکی و شعاع یونی متناسب پُر می‌شوند. برخی دیگر از کانی‌ها فضای خالی بزرگ‌تری دارند که مولکول‌های آب نیز در این فضاها جای می‌گیرند. از جمله این کانی‌ها می‌توان به خانواده گروه میکا (شامل مسکویت و بیوتیت) اشاره کرد. در صفحه بعد با انواع سیلیکات‌ها آشنا می‌شوید.

## کانی‌ها، اجزای تشکیل دهنده سنگ کره

صفحه ۹۸

شناسایی کانی‌ها

فصل ۱۱



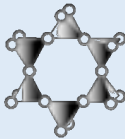

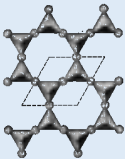

علوم تجربی

فعالیت

### جمع آوری اطلاعات

درباره تفاوت‌های کانی و جواهر تحقیق کنید و ۲۰ جواهر مهم را که در صنعت طلا و جواهر دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد را در قالب یک پوستر به کلاس ارائه دهید.



ردیف	نوع کانی سیلیکاتی	بنیان سازنده سیلیکاتی	کانی نمونه	تصویری از بنیان سیلیکاتی
۱	سیلیکات‌های جزیره‌ای	$\text{SiO}_4$	الیون	
۲	دی‌سیلیکات‌ها	$\text{Si}_2\text{O}_7$	همی‌مورفیت	
۳	سیلیکات‌های حلقوی	$\text{Si}_x\text{O}_{3x}$	بریل	
۴	سیلیکات‌های زنجیره‌ای (تک زنجیر و دوزنجیر)	$\text{Si}_4\text{O}_{11}$ $\text{Si}_2\text{O}_6$	پروکسن (تک زنجیر) آمفیبول (دوزنجیر)	
۵	سیلیکات‌های ورقه‌ای	$\text{Si}_2\text{O}_5$	بیوتیت	
۶	سیلیکات‌های شبکه‌ای	$\text{SiO}_2$	کوارتز	

## کانی‌ها، اجزای تشکیل‌دهنده سنگ‌کره

صفحه ۹۸

سیستم تبلور کانی‌ها

فصل ۱۱

علوم تجربی

فعالیت

### آشنایی با انواع سیستم تبلور کانی‌ها

کانی‌ها نیز همانند سنگ‌ها از واحدهایی تشکیل شده‌اند. واحد سازنده سنگ‌ها کانی‌ها هستند. سنگ‌ها می‌توانند از یک یا چند نوع کانی تشکیل شده باشند. در ساختار کانی می‌تواند یک یا چند عنصر حضور داشته باشد. این عناصر در قالب یک شبکه بلوری مشخص، ساختار کانی را می‌سازند. در مورد بلورها و انواع سیستم‌های تبلور تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

## کانی‌ها، اجزای تشکیل‌دهنده سنگ‌کره

صفحه ۹۹

مقایسه کانی‌ها

فصل ۱۱

علوم تجربی

فعالیت

### مقایسه کانی‌های سیلیکاتی و غیرسیلیکاتی

کانی‌های غیرسیلیکاتی از جمله کانی‌های مهم در طبیعت‌اند. درباره آنها تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس ارائه نمائید.

## مشاهده تصویر مقطع میکروسکوپی

صفحه ۱۰۱

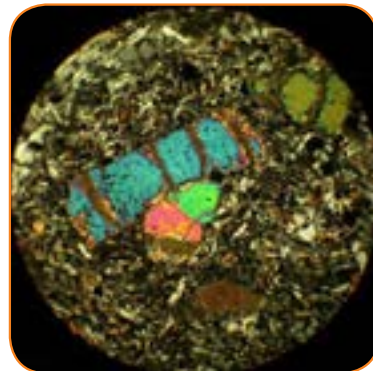
شناسایی کانی‌ها

فصل ۱۱

علوم تجربی

متن تکمیلی

در شکل‌های زیر تصاویر مقاطع میکروسکوپی از دو کانی را مشاهده می‌کنید. تصویر سمت راست مربوط به کانی الیون بوده و تصویر سمت چپ مقطع میکروسکوپی گارنت را نشان می‌دهد.



## تشکیل کانی‌ها

صفحات ۱۰۰ و ۱۰۱

تشکیل کانی‌ها

فصل ۱۱

علوم تجربی

متن تکمیلی

در حدود ۳۰۰۰ کانی در طبیعت یافت و شناسایی شده است. علت این تنوع در چیست؟ شرایط محیطی متفاوتی در طبیعت وجود دارد. در این شرایط متفاوت شاهد تنوع در کانی‌ها هستیم. آنها در سطح زمین و یا در بخش‌هایی از عمق زمین تشکیل می‌شوند. برخی در اثر تبخیر آب موجود در یک دریاچه کم‌عمق، برخی در نزدیکی یک توده آذرین، برخی از ماگما تشکیل می‌شوند. آتش‌فشان‌های دریایی هم از دیگر محیط‌های تشکیل کانی‌هاست. شناسایی شرایط تشکیل کانی‌ها در کشف و استخراج آنها کمک خواهند کرد. البته این تعداد بالای کانی‌ها، فراوانی برابر و بالایی ندارند. درصد کانی‌هایی که بیشتر سنگ‌های زمین را می‌سازند کمتر از ۱ درصد است.

## آشنایی با عملکرد میکروسکوپ‌های سنگ‌شناسی (پلاریزان)

صفحه ۱۰۱

شناسایی کانی‌ها

فصل ۱۱

علوم تجربی

فعالیت

در مورد میکروسکوپ‌های کانی‌شناسی که به «میکروسکوپ پلاریزان» معروف‌اند تحقیق کنید. نحوه کارکردن و ویژگی‌های این نوع از میکروسکوپ‌ها را بررسی کنید.

## کانی‌ها

صفحه ۱۰۳

پایان فصل

فصل ۱۱

علوم تجربی

خود را بیازمایید

۱- دلایل تنوع کانی‌ها در نقاط مختلف زمین چیست؟

۲- هریک از کانی‌های زیر چه کاربردی در صنعت دارند؟

الف) تالک      ب) ژئپس      پ) مسکویت      ت) فلوئوریت

۳- از اسید برای شناسایی کدام کانی‌ها استفاده می‌کنیم؟

۴- در یک آزمایشگاه زمین‌شناسی، یک کانی ناشناس به شما داده شده است. روش‌های پیشنهادی شما برای شناسایی و نام‌گذاری این کانی چیست؟

۵- چگونه با مطالعه کانی‌ها به شرایط گذشته زمین پی می‌بریم؟

۶- علت استفاده از آزیست چیست و به چه علتی استفاده از آن ممنوع شده است؟

۷- ملاک طبقه‌بندی کانی‌ها چیست؟

## سنگ‌ها



اگر به اطراف خود توجه کنیم، مواد گوناگونی را می‌بینیم که از آنها در زندگی خود استفاده می‌کنیم. بعضی از آنها خیلی مهم‌اند و بعضی اهمیت کمتری دارند. یکی از این مواد که در مدرسه، خیابان، طبیعت و ... با آن سر و کار داریم، سنگ است. آیا می‌دانید سنگ‌ها چگونه به وجود می‌آیند؟ آیا سنگ‌ها با هم فرق دارند؟ سنگ‌ها از چه موادی تشکیل شده‌اند؟ در این فصل با شیوه تشکیل، انواع و کاربرد سنگ‌ها آشنا می‌شوید.

## سنگ‌ها، منابع ارزشمند

صفحه ۱۰۶

پراکندگی سنگ‌ها

فصل ۱۲

علوم تجربی

فعالیت

### بررسی پراکندگی سنگ‌ها در کشورمان

با کمک و راهنمایی معلّم خود و با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی استان محل زندگیتان، انواع سنگ‌های مختلف شهر و استان مورد نظر را بررسی کنید.

**راهنمایی:** نقشه‌های زمین‌شناسی هر استان را می‌توانید از سازمان زمین‌شناسی کشور تهیه کنید؛ همچنین فایل نقشه برخی مناطق در وب‌گاه پایگاه داده‌های علوم زمین موجود است. آدرس سایت: [gsi.ir](http://gsi.ir) و [ngdir.ir](http://ngdir.ir)

## تشخیص یک سنگ آذرین

صفحه ۱۰۶

سنگ‌های آذرین

فصل ۱۲

علوم تجربی

متن تکمیلی

سنگ‌های آذرین طی فرآیندهایی با شرایط خاصّ محیطی تشکیل می‌شوند. گروهی از سنگ‌ها در داخل زمین و گروهی در بیرون از آن. بنابراین می‌توان سنگ‌های آذرین را به دو گروه «درونی» و «بیرونی» تقسیم کرد. برای تشخیص این دو از یکدیگر می‌توان به بافت درشت یا ریز بلور بودن آن‌ها توجه کرد. در واقع اولین قدم برای تشخیص درونی یا بیرونی بودن بررسی «درشت بلور» و یا «ریزبلور» بودن است. بافت یک سنگ به اندازه و شکل بلورها و نحوه ارتباط آنها با یکدیگر بستگی دارد. سنگ‌های آذرین درونی بافت درشت بلوری دارند. بر عکس سنگ‌های آذرین بیرونی که بافت ریز بلوری دارند. ماگمایی که تحت شرایط خاصی در داخل زمین محبوس می‌شود و به تدریج سرد می‌شود، سنگی را تشکیل می‌دهد که بلورهایی درشت دارد. معمولاً کانی‌های این نوع سنگ، شکل کاملی از سیستم بلوری خود را طی سرد شدن آهسته بدست می‌آورند. اما نوع بیرونی، به دلیل آنکه ماگما با میانگین دمای حدود ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد ناگهان به سطح زمین می‌رسد و در زمان کمی دمای ماگما به سرعت کاهش یافته و بلورها شکل می‌گیرند؛ در نتیجه اندازه بلور کانی‌های سنگ درشت نخواهد شد. به این ترتیب شما با تشخیص درشت یا ریزبلور بودن سنگ، محل تشکیل اولیه آنرا مشخص می‌کنید. برای تشخیص کانی‌های تشکیل دهنده، باید تجربه و دانش کافی در مورد شناسایی کانی‌ها داشته باشید.

## سنگ‌های آذرین

صفحه ۱۰۶

تشکیل ماگما

فصل ۱۲

علوم تجربی

فعالیت

با بررسی و تحقیق درباره چگونگی تشکیل ماگما، مطلبی را به صورت پاورپوینت در کلاس ارائه دهید. (برای تحقیق از کتبی که درباره سنگ‌های آذرین و فرآیندهای آذرین تألیف شده‌اند، یا سایت‌های معتبر در این موضوع استفاده کنید.)

## سنگ‌های آذرین

صفحه ۱۰۶

آشنایی با آتشفشان‌ها

فصل ۱۲

علوم تجربی

فعالیت

آتشفشان‌های کشورمان را بررسی کنید. نتایج را به صورت جدولی که در آن نام آتشفشان، محل قرارگیری، فعال یا غیرفعال بودن و آخرین فعالیت آن، سن و سایر ویژگی‌ها درج شده باشد، ارائه دهید.

## آشنایی با اهداف مطالعه سنگ‌های رسوبی

صفحه ۱۰۹

سنگ‌های رسوبی

فصل ۱۲

علوم تجربی

متن تکمیلی

سنگ‌های رسوبی به صورت لایه‌ای و البته افقی بر روی یکدیگر نهشته می‌شوند. تأثیر نیروهای تکتونیکی (این نیروها سبب بوجود آمدن تغییرات ساختاری در سنگ‌ها می‌شوند. پدید آمدن چین خوردگی و گسل خوردگی در سنگ‌ها نتیجه عملکرد نیروهای تکتونیکی است) در طول صدها هزار یا میلیون‌ها سال، لایه‌ها را از حالت افقی خارج می‌کند و انواع مختلف چین خوردگی حاصل می‌شود. برای مطالعه بیشتر لایه‌های رسوبی علاوه بر بررسی مطالب فوق، ساخت رسوبی لایه‌ها نیز بررسی می‌شود. ساخت‌های رسوبی اشکال بزرگ مقیاسی‌اند که معمولاً قبل، همزمان و یا بعد از رسوب‌گذاری تشکیل می‌شوند. از این ساخت‌ها می‌توان برای تفسیر رویدادهایی که در محیط‌های رسوبی رخ می‌دهد استفاده کرد؛ مانند تعیین جهت جریان دیرینه، عمق آب، سرعت جریان سیال و موارد دیگر.

## آشنایی با نحوه دگرگونی سنگ‌ها در طبیعت

صفحه ۱۱۱

سنگ‌های دگرگونی

فصل ۱۲

علوم تجربی

فعالیت

در مورد انواع دگرگونی تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

## سنگ‌های دگرگونی

صفحه ۱۱۲

یک نمونه دگرگونی

فصل ۱۲

علوم تجربی

متن تکمیلی

### آشنایی با یک نمونه دگرگونی در کشورمان

کوه الوند واقع در استان همدان یک توده آذرین درونی است. ترکیب سنگ‌شناسی عمده آن گرانیت است. دگرگونی سنگ‌های اطراف آن، در هنگام نفوذ توده گرانیتی ایجاد شده است. به این نوع از دگرگون شدن سنگ‌ها، دگرگونی مجاورتی می‌گوییم. عامل اصلی این نوع دگرگونی دماست و فشار نقش کمتری دارد. از آنجایی که سنگ‌ها انتقال دهنده خوبی برای گرما نیستند، با فاصله گرفتن از توده شدت دگرگونی سنگ‌ها کاهش می‌یابد.

شاید برای شما این سؤال مطرح باشد که چرا برخی سنگ‌ها را در دگرگونی‌ها رده‌بندی می‌کنند و چه عواملی یک سنگ را دگرگون می‌کند. در قدم اول باید توجه داشت که یک سنگ در حالت جامد و بدون تغییر حالت فیزیکی به سنگ دگرگونی تبدیل می‌شود. در این فرآیند؛ دما، فشار و محلول‌های شیمیایی، سنگ (با منشأ آذرین، رسوبی و یا حتی دگرگونی) را آهسته و در زمان طولانی تغییر می‌دهند. هر کدام از این عوامل نقشی در تغییر کانی‌های سنگ منشأ، بافت و مقاومت سنگ دارند. برخی سنگ‌های دگرگونی حاصل دمای بالای-فشار کم، برخی فشار بالا-دمای کم و برخی دیگر تحت تأثیر دما و فشار بالا از سنگ منشأ شکل گرفته‌اند.

## سنگ‌ها

- ۱- کوچک‌ترین واحد سازنده سنگ‌ها چیست؟
- ۲- ماگما چگونه تشکیل می‌شود و چگونه به سطح زمین می‌رسد؟
- ۳- درونی و بیرونی بودن سنگ‌های زیر را همراه با دلیل مشخص کنید.  
 (الف) گرانیت (ب) ریولیت (پ) گابرو (ت) بازالت
- ۴- ذرات تشکیل‌دهنده سنگ‌های رسوبی در چه پدیده‌هایی تشکیل می‌شوند؟
- ۵- تفاوت اصلی سنگ‌های رسوبی با آذرین و دگرگونی را بررسی کنید.
- ۶- سنگ‌های بیرونی و درونی چه تفاوت‌هایی در ظاهر و ترکیب شیمیایی با یکدیگر دارند؟
- ۷- هریک از موارد زیر در کدام دسته از سنگ‌های رسوبی جای دارند و محل تشکیل آنها کجاست؟  
 (الف) کنگلومرا و ماسه سنگ (ب) گچ و نمک (پ) ذغال سنگ (ت) تراورتن
- ۸- دلیل اصلی تشکیل نشدن نفت و گاز در سنگ‌های آذرین و دگرگونی چیست؟
- ۹- عوامل اصلی دگرگون‌ساز سنگ‌ها را نام ببرید.

## هوازدگی

### فصل

# ۱۳



سنگ‌ها معمولاً محکم و سخت‌اند؛ اما علی‌رغم سختی زیادشان، به‌مرور زمان خرد و به قطعات ریزتر تبدیل می‌شوند. این تغییرات خود موهبتی است که امکان زیستن در سطح زمین را برای ما فراهم کرده است. آیا می‌دانید اگر این تغییرات نبود، چه مشکلاتی برای زیستن در سطح زمین وجود داشت؟ آیا می‌توانید سطح زمین را بدون خاک تصور کنید؟ آیا زیستن در سطح زمین بدون وجود خاک میسر است؟



## عکاسی از انواع هوازدگی

صفحه ۱۱۷

اثرات هوازدگی

فصل ۱۳

علوم تجربی

فعالیت

### عکاسی کنید

در قالب یک فعالیت گروهی در محدوده شهر یا روستای محل زندگیتان از اثرات هوازدگی بر سنگ‌ها عکاسی کنید. در پایان با کمک دبیرتان تعدادی را جهت برگزاری نمایشگاه عکس با همین موضوع انتخاب کنید.

## سنگ‌ها، چگونه تغییر می‌کنند؟

صفحه ۱۱۸

سنگ‌های رسوبی

فصل ۱۳

علوم تجربی

فعالیت

### آشنایی با رسوبات حاصل از فرسایش باد

در مورد ویژگی‌های رسوبات حاصل از فرسایش باد تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید. با استفاده از نقشه زمین‌شناسی ایران، جایگاه این نوع رسوبات را بر روی نقشه مشخص کنید. (راهنمایی: برای اینکار از دبیر خود کمک بگیرید.)

## فرسایش

صفحه ۱۲۰

ذرات رسوبی

فصل ۱۳

علوم تجربی

فعالیت

### حرکت ذرات رسوبی

پس از بررسی و تحقیق درباره نحوه حرکت ذرات رسوبی، به صورت گروهی درباره این مطالب با یکدیگر گفت‌وگو کنید.

## آزمایش ضریب نفوذپذیری رسوبات (درکلاس)

آزمایشی دربارهٔ ارتباط نوع رسوب با مقاومت آن (این آزمایش نیاز به مطالعهٔ قبلی دانش‌آموزان و حل فعالیت‌های فصل ۱۲ دارد).

با ریختن مقدار مشخص و مساوی از رسوبات تعیین شدهٔ زیر و اضافه کردن حجم مشخصی آب به رسوب، نفوذپذیری را به طور کیفی مقایسه کنید. توجه داشته باشید که رسوبات را در یک لیوان یک‌بار مصرف شفاف بریزید تا جریان آب نفوذی را مشاهده کنید.



شن یا گرانول



ماسه ریز



رس

با تحلیل مشاهدات خود، آیا می‌توانید ارتباطی بین نوع رسوب و مقاومت رسوب در برابر فرسایش فیزیکی و شیمیایی پیدا کنید؟

در مرحلهٔ بعد می‌توانید مخلوطی از دو رسوب را آزمایش کنید؛ مثلاً مخلوط رس و ماسه ریز. نتیجهٔ این آزمایش را با مرحلهٔ قبل مقایسه کنید.

**راهنمایی:** برای اطلاع از اندازهٔ رسوبات به جدول آزمایش دانه‌بندی رسوبات رودخانه‌ای مراجعه کنید.

قبل از انجام آزمایش به نکات مهم زیر توجه کنید:

- (۱) این آزمایش شامل دو بخش می‌شود. در بخش اول پس از گروه‌بندی، آزمایش با جمع‌آوری نمونه آغاز می‌شود. همچنین می‌توانید بخش دوم را که شامل تحلیل و دسته‌بندی نمونه‌هاست، در منزل و یا کلاس درس انجام دهید.
- (۲) نمونه‌برداری را حتماً با حضور والدین خود انجام دهید.
- (۳) نمونه‌ها را از رودخانه محل زندگی خود برداشت کنید.
- (۴) به‌صورت تصادفی تعدادی سنگ یا رسوب رودخانه‌ای را در اندازه‌های نابرابر و مطابق با جدول زیر انتخاب و برداشت کنید.
- (۵) بعد از این مراحل و با توجه به جدول زیر، نمونه‌های خود را دسته‌بندی کنید. به عنوان مثال تعداد ذراتی که اندازه‌ای بین ۶۴ تا ۲۵۶ میلی‌متر دارند را یادداشت کند.
- (۶) جهت اندازه‌گیری ذرات مطابق دستورالعمل جدول زیر عمل کنید.
- (۷) پس از این مرحله نتایج گروه‌های مختلف را با هم مقایسه کنید.

نام دانه‌ها	اندازه دانه‌ها بر حسب م.م	روش اندازه‌گیری
تخته سنگ	بزرگتر از ۲۵۶	به‌طور کلی به این ذرات گراول می‌گوییم و برای اندازه‌گیری، از بزرگترین قطر آن و با استفاده از خط‌کش و ذرات کوچکتر را با گویس اندازه می‌گیریم.  برای اطلاعات بیشتر به کتب رسوب‌شناسی مراجعه کنید.
قلوه سنگ	۶۴ - ۲۵۶	
ریگ خیلی درشت	۳۲ - ۶۴	
ریگ درشت	۱۶ - ۳۲	
ریگ متوسط	۸ - ۱۶	
ریگ ریز	۴ - ۸	
ریگ خیلی ریز	۲ - ۴	

جدول ۱ - نام‌گذاری ذرات رسوبی بر اساس اندازه

- (۸) جدول فوق برای اندازه‌های ریزتر مثل ماسه‌ها و سیلت و رس نیز توضیح دارد؛ اما چون روش اندازه‌گیری آنها خارج از بحث این کتاب است، از آوردن آن صرف‌نظر می‌کنیم.
- (۹) به یاد داشته باشید که ذرات شن اندازه‌ای برابر با ۱ تا ۲ میلی‌متر دارند. این درحالی است که عموماً مردم ماسه را به‌جای شن در نظر می‌گیرند. ماسه‌ها اندازه‌ای بین ۲ میلی‌متر (ماسه خیلی درشت) تا ۰/۰۶۲۵ میلی‌متر (ماسه خیلی ریز) دارند.
- (۱۰) آیا می‌توانید یک قانون کلی دربارهٔ اندازهٔ رسوباتی که یک رودخانه می‌تواند حمل کند، ارائه دهید؟ (با در نظر گرفتن این مورد که شما فقط ذرات مشخصی را برداشت کرده‌اید).
- (۱۱) همچنین در هر گروه بررسی کنید رسوبات از نظر گردش‌دگی چه وضعیتی دارند؟ آیا زوایای تیز آنها گرد شده است یا نه؟ اگر پاسخ منفی است با کمک معلم خود و همچنین خواندن و بررسی منابع مطالعاتی بیشتر نوع آن رسوب را تعیین کنید.

## ارتباط بین چرخه آب و چرخه سنگ

صفحه ۱۲۱

چرخه سنگ

فصل ۱۳

علوم تجربی

خود را بیازمایید

در علوم سال گذشته با مفاهیم چرخه آب آشنا شدید. با انجام یک تحقیق ارتباط بین چرخه سنگ و آب را بررسی کنید. تاثیر هر کدام بر دیگری چگونه است؟

## هوازگی

صفحه ۱۲۱

پایان فصل

فصل ۱۳

علوم تجربی

خود را بیازمایید

۱- قطعات حاصل از هوازگی را چه فرآیندهایی به یک حوضه رسوبی منتقل می‌کند؟

۲- تاثیر هوازگی شیمیایی به سنگی که دچار هوازگی فیزیکی شده چه تفاوتی با سنگی که از این نظر هوازده نشده است دارد؟

۳- هوازگی پوست پیازی چگونه در سنگ‌ها ظاهر می‌شود؟

۴- تاثیر هوازگی فیزیکی و شیمیایی را در تشکیل غارها بررسی کنید.

۵- رسوبات یخچالی چه ویژگی‌هایی دارند؟

۶- قطعات بزرگ سنگ چگونه به قطعات کوچک‌تر و گردتر تبدیل می‌شوند؟

۷- چرخه سنگ را شرح دهید.

# نور و ویژگی های آن

فصل

۱۴



معماران ایران زمین، در بناهایی که می ساختند بسیار هنرمندانه از نور و ویژگی های آن استفاده می کردند.

دریاچه های آبی رنگ، جنگل های سبز، ابرهای سفید، غروب سرخ رنگ خورشید، برای هر شخصی که آنها را می بیند، لذت بخش است. ولی با مطالعه بخشی از علوم به نام نورشناسی که رفتار نور را بررسی می کند، می توان به درک بهتری از دنیای قابل مشاهده دست یافت.

## سایه چگونه تشکیل می‌شود؟

صفحه ۱۲۵

سایه مکعب

فصل ۱۴

علوم تجربی

فعالیت

### سایه مکعب

اگر یک مکعب و یک منبع نور نقطه‌ای در اختیار داشته باشیم سایه این مکعب چه شکل‌هایی را می‌تواند ایجاد کند؟ آیا می‌توانید سایه‌هایی به شکل مربع، مستطیل، دوزنقه و حتی شش ضلعی را بدست آورید؟ چگونه؟

## سایه چگونه تشکیل می‌شود؟

صفحه ۱۲۵

سایه آب!

فصل ۱۴

علوم تجربی

فعالیت

### سایه آب!

همان‌گونه که در کتاب نیز آمده است نور از اجسامی مانند شیشه و آب عبور می‌کند اما میزان عبور نور به ارتفاع آب و یا ضخامت شیشه بستگی دارد. به عنوان مثال با اینکه نور از ماده شفاف‌ی مانند آب می‌گذرد؛ اما عمق اقیانوس‌ها کاملاً تاریک است و هیچ نوری به آن‌جا نمی‌رسد.

اگر به حوض‌هایی که داخل آنها نورافکن قرار دارد (معمولاً در پارک‌ها) در شب نگاه کنید با متلاطم کردن سطح آب می‌توانید سایه روشن‌هایی را روی دیوارهای اطراف مشاهده کنید. وجود این سایه روشن‌ها به این دلیل است که با متلاطم کردن سطح آب عمق آب در قسمت‌های مختلف متفاوت می‌شود و نور از عمق‌های متفاوت عبور می‌کند؛ بنابراین شدت‌های متفاوتی هم دارد و به‌صورت سایه و روشن دیده می‌شود.

این مسأله را می‌توانید با یک آزمایش ساده نشان دهیم. یک لیوان آب بردارید و زیر آن یک چراغ قوه یا چراغ موبایل قرار دهید؛ بعد آب داخل لیوان را با دست به هم بزنید. به راحتی می‌توانید سایه روشن‌های روی سقف را مشاهده نمایید.

در شکل زیر نیز می‌توان این پدیده را این‌بار در زیر آب مشاهده کرد.



## موج نما

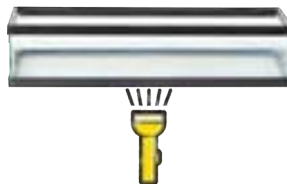
با استفاده از این مسأله که نور در اثر عبور از عمق بیشتر آب نسبت به عمق کمتر آب روی یک سطح سایه ایجاد می‌کند؛ می‌توانیم دستگاهی ساده بسازیم که امواج آب را به راحتی روی یک سطح نشان دهد.

برای این کار ابتدا یک شیشه و یا یک طلق با ابعاد حداقل ۶۰ در ۴۰ را بردارید. دور تا دور آن را با خمیر بازی به ارتفاع حداقل ۱ سانتی‌متر یک دیواره بسازید. ( در صورت امکان می‌توانید شیشه‌هایی با عرض ۱ تا ۲ سانتی‌متر و طول‌های ۶۰ و ۴۰ سانتی‌متر را برداشته و با چسب آکواریوم این دیواره‌ها را به سطح زیرین وصل کنید تا یک آکواریوم با ارتفاع ۲ سانتی‌متر بسازید.) البته می‌توانید به جای ساخت این بخش از یک سینی با کف شیشه‌ای نیز استفاده کنید.

سپس یک چهارپایه را به صورت برعکس روی زمین بگذارید و ظرف شیشه‌ای را روی پایه‌های آن قرار دهید. یک لامپ را زیر ظرف شیشه‌ای قرار دهید و داخل ظرف مقداری آب بریزید. اگر با یک قطره‌چکان روی سطح آب قطره‌هایی بچکانید و به سقف نگاه کنید می‌توانید سایه موج‌های تشکیل شده روی آب را به وضوح ببینید.

برای اینکه وضوح سایه‌ها بیشتر شود این کار را در یک اتاق تاریک انجام بدهید و دور تا دور ظرف شیشه‌ای را کیسه زباله مشکی آویزان کنید تا نور لامپ فقط از زیر ظرف شیشه‌ای به بیرون بتابد.

سعی کنید همزمان دو موج ایجاد کنید و تصاویر زیبایی که از برخورد امواج به هم ایجاد می‌شود را مشاهده کنید.



### سایه‌های عجیب

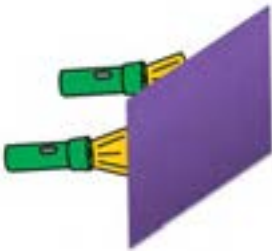
شاید برای شما هم پیش آمده باشد که در تاریکی سایه جسمی را ببینید که با خود جسم زمین تا آسمان متفاوت باشد. در زیر نمونه‌ای از این اتفاق را می‌بیند که همراه با هنرمندی انجام شده است. با استفاده از وسایل متفاوت سایه‌هایی ایجاد شده است که کمتر می‌توان باور کرد!





### آزمایشی برای درک بهتر نیم‌سایه

دو چراغ‌قوه را برداشته و در فاصله تقریبی ۳۰ سانتی‌متری نسبت به هم نگه دارید. شخص دیگری یک صفحه مقوایی را با ابعاد تقریبی ۶۰ در ۴۰ سانتی‌متر در فاصله ۱ متری دو چراغ‌قوه و در مقابل آنها بگیرد. نفر سوم به انتهای کلاس رفته و از یک سر کلاس به سمت دیگر حرکت کند و در حین حرکت زمان‌هایی که هر «دو چراغ را می‌بیند» و یا «یک چراغ را می‌بیند» و یا «هیچ کدام از آنها را نمی‌بیند» اعلام کند. به نظر شما در کدام موقعیت در بخش روشن یا نیم‌سایه و یا سایه قرار داشته است؟



## خورشید گرفتگی یا کسوف

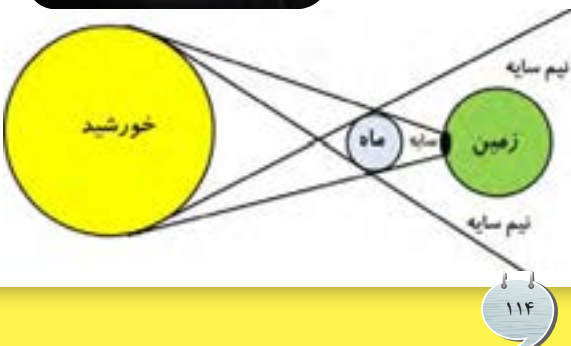
همان‌گونه که در کتاب توضیح داده شده است زمانی که ماه بین زمین و خورشید قرار می‌گیرد خورشید گرفتگی اتفاق می‌افتد.

در صورتی که مردم روی زمین در بخش سایه باشند اصطلاحاً خورشید گرفتگی کامل را مشاهده می‌کنند؛ یعنی خورشید به طور کامل پشت ماه قرار می‌گیرد و هیچ نوری از خورشید به زمین نمی‌رسد. زمانی که خورشید گرفتگی کامل است هوا به قدری تاریک می‌شود که ستاره‌ها در وسط روز قابل مشاهده می‌شوند. یکی از پدیده‌های بسیار زیبا در هنگام خورشید گرفتگی نوارهای تاریک و روشنی هستند که با عرض ۱ الی ۲ سانتی‌متر، چند ثانیه قبل از اینکه خورشید گرفتگی کامل شود و چند ثانیه پس از باز شدن خورشید گرفتگی اتفاق می‌افتد. این نوارهای تاریک و روشن در همه جا و روی تمام سطوح دیده می‌شوند. علت این پدیده به تداخل امواج مربوط می‌شود که در سال‌های آینده مطالعه خواهید کرد؛ اما پدیده فوق العاده زیبایی دیگر در هنگام خورشید گرفتگی پدیدار شدن حلقه الماس است که هنگام باز شدن خورشید قابل مشاهده است.



روی سطح ماه به علت برخورد شهاب‌سنگ‌های مختلف دره‌های زیادی وجود دارد که یکی از این دره‌ها دقیقاً در لبه ماه در راستای دید ما قرار دارد؛ به همین دلیل هنگام باز شدن خورشید نور آن ابتدا از این دره به چشم ما می‌رسد و درخشندگی بسیار زیادی هم دارد و چون در اطراف ماه هم یک هاله وجود دارد در این هنگام مانند یک حلقه الماس درخشنده دیده می‌شود. اما ممکن است مردم در بخش نیم‌سایه ماه قرار داشته باشند که در این صورت خورشید گرفتگی را به صورت ناقص یا جزئی مشاهده می‌کنند. به این ترتیب که تمام خورشید پشت ماه قرار نمی‌گیرد و بخشی از آن در طی خورشید گرفتگی قابل مشاهده است.

یکی از زیباترین خورشید گرفتگی‌های جزئی خورشید گرفتگی حلقوی است که به علت دور بودن ماه از سطح زمین هنگامی که در مقابل خورشید قرار می‌گیرد، نمی‌تواند تمام سطح آن را پوشش دهد و نور از اطراف آن قابل مشاهده است. در این حالت چون خورشید مانند یک حلقه دیده می‌شود به خورشید گرفتگی حلقوی معروف است.



می‌توانید با یک صفحه گرد مقوایی و لامپ حبایی معمولی و مشاهده با یک چشم حالت‌های مختلف خورشید گرفتگی را امتحان کنید.

### نور کوتاهترین مسیر را طی می کند

در فیزیک یک اصل به نام اصل فرما وجود دارد که می گوید نور مسیر بین دو نقطه را در کوتاهترین فاصله طی می کند. برای مثال بین دو نقطه همیشه کوتاهترین فاصله یک خط مستقیم است و می دانیم که نور هم همین مسیر را بین دو نقطه طی می کند؛ اما اگر نور از نقطه A بتابد و پس از بازتاب از سطح L بخواند به نقطه B برسد باید چه مسیری را طی کند؟ این سؤال را معمولاً اینگونه طرح می کنند که شخصی از شهر A می خواهد از رودخانه L آب برداشته و به شهر B برود. کوتاهترین مسیر را بدست آورید.

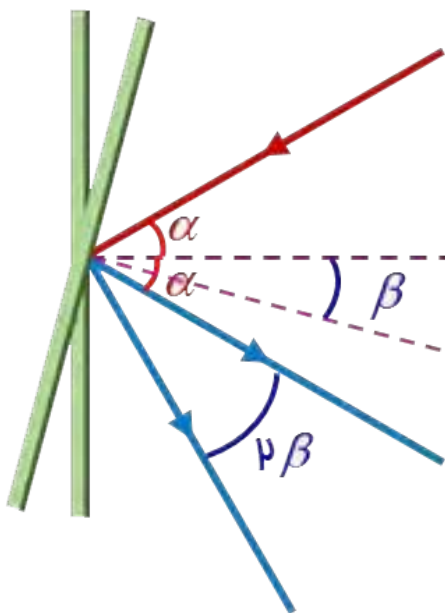
پس از حل سؤال قانون تابش و بازتابش را در حل این سؤال مطابقت دهید. آیا این قانون در اینجا هم صادق است؟



### قانون بازتاب نور

### بازتاب از آینه چرخان

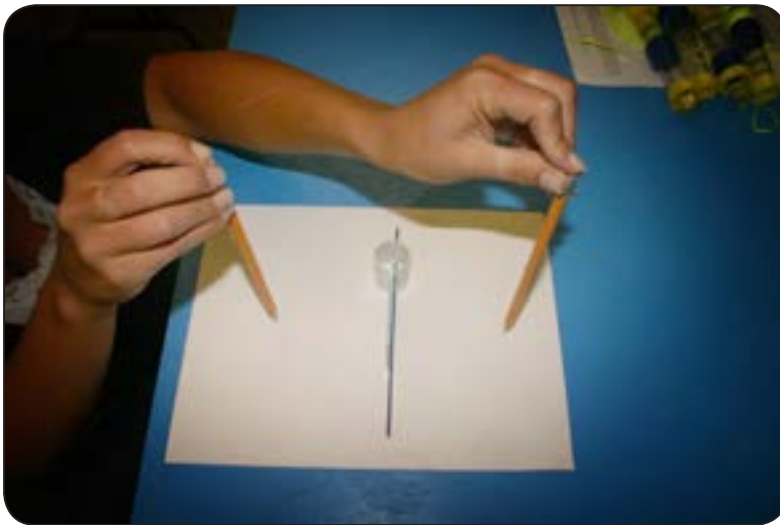
فرض کنید یک پرتو با زاویه  $\alpha$  به یک آینه می تابد. طبق قوانین تابش و بازتابش زاویه پرتوی بازتابش نیز  $\alpha$  درجه خواهد بود. حال آینه را به اندازه  $\beta$  درجه بچرخانید (یک بار ساعت گرد و بار دیگر پادساعت گرد) ثابت کنید پرتوی بازتابش به اندازه  $2\beta$  می چرخد و به زاویه تابش اولیه و نیز جهت چرخش آینه بستگی ندارد.



## ویژگی‌های تصویر در آینه تخت

یک شیشه (ترجیحاً شیشهٔ بازتابی) رفلکس بردارید و به صورت عمود روی یک پارچه قرار دهید. در یک سمت شیشه یک سوزن (یا مداد) را به طور عمود داخل پارچه فرو ببرید و سوزن دیگر را در سمت دیگر شیشه روی پارچه بگونه‌ای فرو ببرید که سوزن دقیقاً روی تصویر تشکیل شده در شیشه قرار بگیرد. حالا از هر زاویه‌ای که نگاه کنید سوزن پشت شیشه و تصویر آن را با هم می بینید به عبارتی سوزن پشت شیشه دقیقاً در محل تصویر سوزن اول قرار گرفته است.

به سادگی می‌توانید به این نتیجه برسید که اندازهٔ جسم و تصویر با هم برابر است. حال با یک خط‌کش فاصله سوزن اول و دوم را اندازه‌گیری کنید. به چه نتیجه‌ای می‌رسید؟



### شیشه‌های بازتابی یا رفلکس

احتمالاً تابه‌حال ساختمان‌هایی را دیده‌اید که در آنها شیشه‌هایی به کار رفته‌اند که وقتی از بیرون به آنها نگاه می‌کنیم در روز مانند آینه هستند و در شب مانند شیشه معمولی عمل می‌کنند. یا در فیلم‌های پلیسی در اتاق‌های بازجویی شیشه‌هایی هستند که در اتاق بازجویی مانند آینه عمل می‌کنند؛ اما در طرف دیگر که عده‌ای در حال مشاهده بازجویی هستند مانند شیشه عمل می‌کند.

اما آیا امکان دارد که یک جسم گاهی مانند شیشه عمل کند و گاهی مانند آینه؟

برای توضیح بسیار ساده عملکرد این شیشه‌ها با ذکر یک تجربه شروع می‌کنیم که برای همه ما اتفاق افتاده است: گاهی در شب که چراغ اتاق روشن است و می‌خواهیم بیرون از اتاقی که کاملاً تاریک است را ببینیم به راحتی امکان‌پذیر نیست چون تصویر داخل اتاق روی شیشه می‌افتد و شما برای اینکه بیرون را کامل ببینید مجبورید دست‌های خود را در دو طرف چشمان خود بگیرید تا با تاریک کردن قسمتی از شیشه بتوانید بیرون را ببینید. اساس کار شیشه‌های رفلکس هم به همین سادگی است.

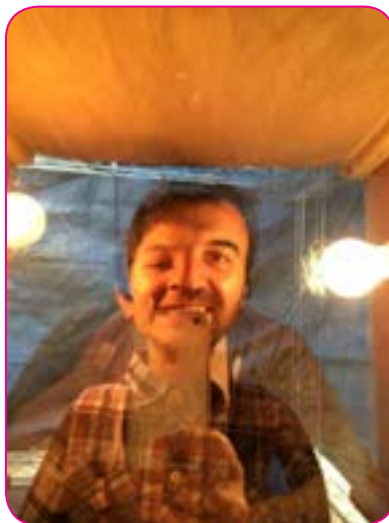
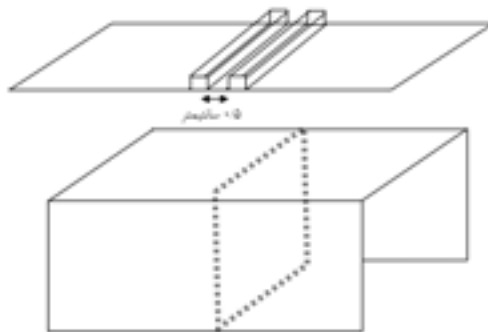


خاصیتی که شیشه‌های رفلکس دارند به این ترتیب است که درصد زیادی از نور را باز می‌تابانند؛ بنابراین اگر شما در طرف روشن باشید هر چند که مقداری از نور قسمت کم‌نور وارد فضای پُر نور می‌شود؛ اما در برابر مقدار بسیار زیادی از نور داخل که بازتاب می‌شود بسیار کم است در نتیجه شما بیشتر نور بازتابی را می‌بیند و به نظر تان در مقابل یک آینه قرار دارید. در صورتی که در طرف تاریک باشید چون مقدار نور در این قسمت اصولاً کم است پس بازتاب آن نیز کم است؛ اما نوری که از قسمت پُر نور می‌آید چون شدت زیادتری دارد با اینکه مقدار زیادی از آن بازتاب می‌شود اما همان مقداری که از شیشه عبور می‌کند از نور بازتابی قسمت تاریک بیشتر است؛ بنابراین شما به راحتی می‌توانید اجسام پشت شیشه را ببینید.

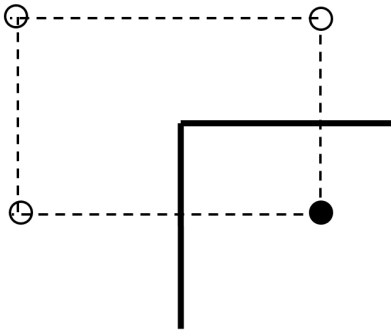
## نیم چهره نما

سه تکه تخته سه لا به ابعاد تقریبی  $70\text{cm} \times 110\text{cm}$  را بردارید. در وسط هر کدام از آنها دو قطعه چوب با ابعاد  $1\text{cm} \times 1\text{cm} \times 65\text{cm}$  را مطابق شکل با فاصله تقریبی  $0/5$  سانتی متر موازی هم، روی هر کدام از صفحه‌ها بچسبانید. (این شیار محل قرار گرفتن شیشه است؛ سپس سه تکه تخته سه لا را مطابق شکل به هم متصل کنید. روی دیواره‌های قائم و در سمت راست هر دیواره با فاصله  $20$  سانتی متری از سقف آن یک سر پیچ لامپ را به دیواره پیچ کنید و در هر کدام از آنها یک لامپ  $60$  وات قرار دهید. هر کدام از سیم‌های متصل به سرپیچ را به یک دوشاخه وصل کنید. حالا شیشه رفلکس را در شیار ایجاد شده توسط چوب‌های موازی قرار دهید و آن را روی یک میز قرار دهید که شیشه نیفتد. حالا لامپ‌ها را روشن کنید و دونفر در مقابل هم روبه‌روی آینه‌ها بنشینند و سعی کنند که نیمه صورت خود را با نیمه صورت طرف مقابلشان یکی کنند!

با توجه به توضیحی که برای شیشه‌های رفلکس داده شد آیا می‌توانید طرز کار این دستگاه را توجیه کنید؟



### آینه‌های متقاطع



دو آینه تخت را رو بروی هم از یک ضلع به هم متصل کنید. حالا یک مداد یا پاک‌کن را بین آنها قرار دهید و زاویه بین دو آینه را  $90^\circ$  درجه قرار دهید. چند تصویر می‌توانید در این دو آینه ببینید. حالا با زاویه‌های  $60^\circ$  درجه،  $45^\circ$  درجه و  $30^\circ$  درجه نیز امتحان کنید. آیا می‌توانید یک رابطه برای تعداد تصاویر بر حسب زاویه بدست آورید؟



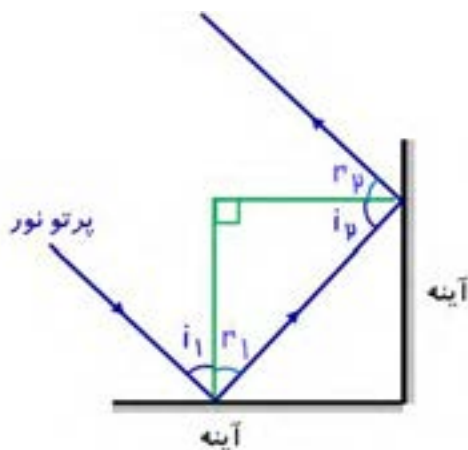
## آینه‌های عمود بر هم

اگر دو آینه عمود بر هم داشته باشیم به راحتی اثبات می‌شود که پرتویی که به آینه اول برخورد می‌کند پس از بازتاب از آینه دوم موازی با پرتوی اولیه خارج می‌شود. (مطابق شکل زیر ثابت کنید) حال اگر سه آینه را دو به دو عمود بر هم قرار دهیم به طوری که یک کنج قائم داشته باشیم هر پرتویی با هر زاویه‌ای به آن بتابانیم موازی با همان پرتو تابیده شده بازخواهد گشت.

از این خاصیت در چراغ‌های ماشین‌ها و برخی وسایل شب‌نمای دوچرخه‌ها استفاده می‌شود؛ به همین دلیل است که شب هنگام زمانی که نور ماشین ما مثلاً به پشت یک ماشین که خاموش است می‌خورد به نظر می‌آید که چراغ‌هایش روشن هستند.

یکی دیگر از کاربردهایی‌هایی که از این خاصیت به طور خلاصانه‌ای استفاده شد در جنگ ایران و عراق بود. دولت وقت عراق موشک‌هایی از کشورهای غربی دریافت کرده بود که به این ترتیب کار می‌کردند که یک موشک از ارتفاع بسیار زیاد روی دریا رها می‌شد (ارتفاع زیاد برای این بود که هواپیمای حامل موشک از حمله ضدهوایی‌ها در امان باشد!)؛ سپس موج مشخصی ارسال می‌شد و چون در دریا فقط یک ناو و یا دست‌ساخته‌های بشری از فلز بودند بازتاب آنها نسبت به سطح دریا و یا موجودات احتمالی بسیار بیشتر بود. این موشک سنسورهایی داشت که به سمت بیشترین موج دریافتی حرکت می‌کرد که قاعدتاً از یک ناو و یا کشتی بازتاب می‌شد.

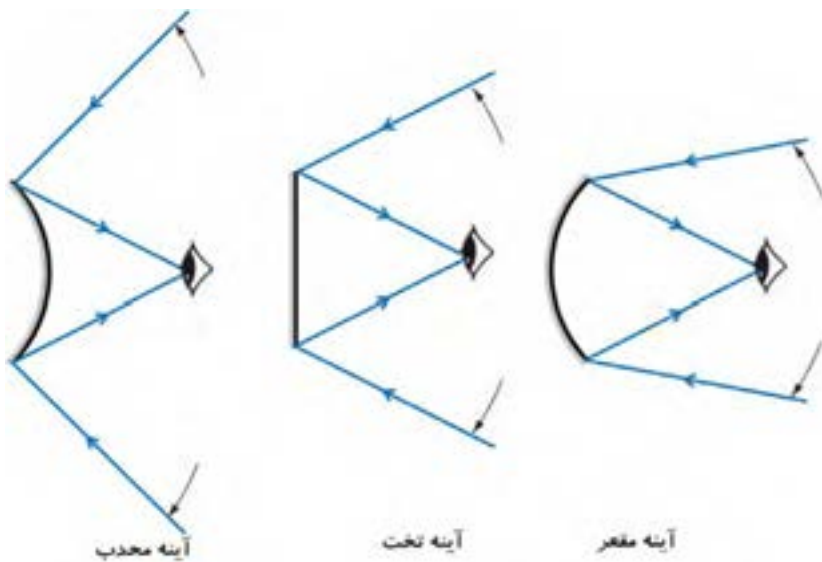
مهندسين ایرانی قایق‌های ساده‌ای را طراحی کردند که روی آنها صفحات بزرگ فلزی عمود بر همی وجود داشت که بر اساس همین خاصیت ساده می‌توانست تمام موجی که به آن می‌رسد را بازتاب کند. با قرار دادن این قایق‌ها در کنار کشتی‌ها و یا ناوها چون بازتاب این قایق‌های ساده بیشتر بود موشک‌ها آنها را به عنوان هدف در نظر می‌گرفتند و به آنها برخورد می‌کردند و کشتی‌ها و ناوها به سلامت عبور می‌کردند.





## میدان دید

میدان دید در حقیقت فضایی از فضای مقابل آینه است که می‌توان آن را در یک آینه مشاهده کرد. به عنوان مثال در شکل ۱۳ صفحه ۱۳۱ کتاب سه تصویر در آینه‌های مختلف وجود دارد که هر کدام مقدار مشخصی از فضای مقابل خود را نشان می‌دهند. در حقیقت مطابق شکل میدان دید در یک آینه بالاترین و پایین‌ترین پرتویی است که به آینه برخورد می‌کند و به چشم شما می‌رسد. در این شکل به وضوح مشخص است که آینه‌هایی با اندازه‌های یکسان در صورتی که محدب باشند بیشترین میدان دید و در صورتی که مقعر باشند کمترین میدان دید را دارند.



## آینه‌های کروی

## تغییر میدان دید

در یک آینه تخت در صورتی که به آینه نزدیک شویم میدان دید کاهش می‌یابد یا افزایش؟ با رسم پرتوهای نور نشان دهید.

### پرتوهای خاص

پرتوهایی که به یک آینه کروی می‌تابند بازتاب می‌شوند. آیا قاعده‌ای برای بازتاب پرتوها از آینه‌های کروی وجود دارد؟

اما قبل از آن باید به چند تعریف اشاره کنیم:

**مرکز آینه:** می‌دانیم که آینه‌های کروی یک قسمت از یک کره هستند که داخل یا بیرون آن خاصیت بازتابی دارند؛ بنابراین تمام آینه‌های کروی دارای یک مرکز می‌باشند که این مرکز، مرکز کره اصلی است که از آن ساخته شده است. (نقطه C)

**رأس آینه:** اگر آینه را روی زمین قرار دهیم در یک نقطه با سطح زمین تماس خواهد داشت که آن نقطه، رأس آینه نام دارد. (نقطه S)

**محور اصلی:** اگر از مرکز آینه به رأس آینه خطی را وصل کنیم محور اصلی نامیده می‌شود. (خط L)

**کانون آینه:** وسط مرکز آینه و رأس آینه روی محور اصلی کانون نامیده می‌شود.

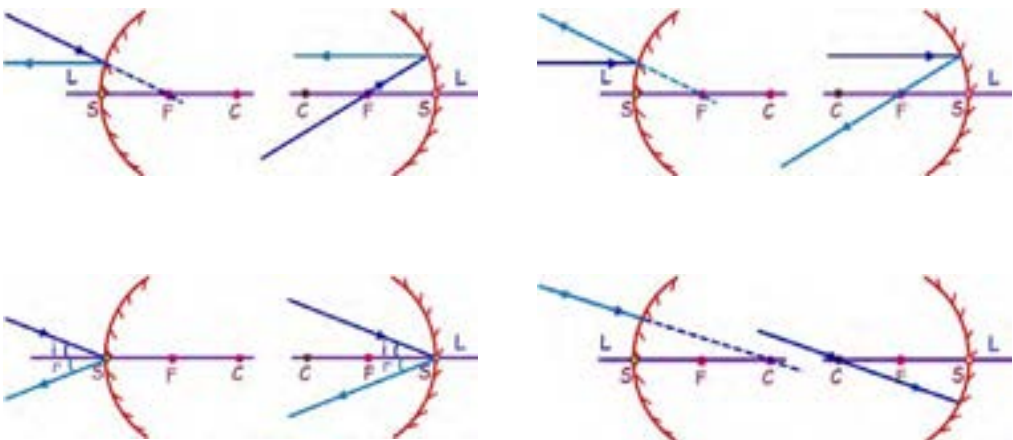
### پرتوهای خاص

اگر یک پرتو موازی محور اصلی تابیده شود بازتاب آن از کانون می‌گذرد.

اگر یک پرتو از کانون عبور کند و به آینه بتابد بازتاب آن موازی محور اصلی است.

اگر یک پرتو از مرکز آینه عبور کند و به آینه بتابد روی خودش بازتاب می‌شود.

اگر یک پرتو به رأس آینه بتابد با همان زاویه‌ای که نسبت به محور اصلی تابیده با همان زاویه نسبت به محور اصلی بازتاب می‌کند.



## تصویر از کنار

معمولاً وقتی نحوه تشکیل تصویر در یک آینه کروی را با رسم شکل نشان می‌دهیم مانند شکل ۱۶ کتاب است؛ اما چرا عملاً هیچ‌گاه نمی‌توانیم وقتی که یک آینه تصویری تشکیل می‌دهد آن را از کنار (مانند شکل کتاب) ببینیم و حتماً باید از روبه‌روی آینه به آن نگاه کنیم.

## کوره خورشیدی

همان‌طور که می‌دانیم یک آینه مقعر پرتوهای موازی نور را در یک نقطه به نام کانون جمع می‌کند. پرتوهای خورشید نیز با توجه به فاصله بسیار زیاد خورشید تا زمین تقریباً با هم موازی هستند (چرا؟). حال اگر این پرتوها را به یک آینه مقعر بتابانیم آنها را تقریباً در یک نقطه جمع می‌کند. تمرکز پرتوهای خورشید در یک نقطه همان‌گونه که در سال‌های قبل برای یک ذره‌بین دیده‌اید باعث گرم شدن آن نقطه می‌شود؛ بنابراین ما با این کار می‌توانیم نور خورشید را متمرکز کنیم و از انرژی آن استفاده نماییم.

برای مثال با این روش می‌توان اجاق‌های خورشیدی درست کرد که به راحتی می‌توان از گرمای آن برای آشپزی استفاده نمود. این اجاق‌ها که در کشورهای آفریقایی که با کمبود انرژی‌های فسیلی مواجه هستند بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. جالب است بدانید دمای اینگونه اجاق‌ها تا ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد هم می‌رسد!



۱- کدام یک از موارد زیر جسم غیر منیر است؟ توضیح دهید.

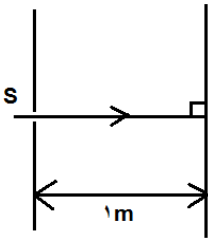
- (۱) خورشید (۲) آهن مذاب (۳) حباب لامپ  
(۴) شعله شمع (۵) شبرنگ‌های تابلوهای راهنمایی رانندگی در شب

۲- چرا در هر ماه قمری که ماه یک دور کامل به دور زمین می‌گردد، ما نمی‌توانیم یک ماه گرفتگی و یک خورشید گرفتگی را ببینیم؟

۳- در یک آینه تخت پرتویی به آینه برخورد می‌کند. اگر زاویه تابش دو برابر زاویه بین پرتوی تابش و آینه باشد، زاویه بین پرتوی تابش و بازتابش چند درجه است؟

۴- عدد ۸۱۷۱ را روی یک کاغذ می‌نویسیم. سپس یک آینه در بالای آن و یک آینه در سمت راست عدد قرار می‌دهیم. اختلاف بین دو عدد نشان داده شده در آینه‌ها چقدر است؟

- ۵- کدام یک از موارد زیر جزو خصوصیات تصویر یک جسم در آینه تخت نیست؟  
(۱) هم اندازه با جسم است (۲) در جلوی آینه تشکیل می‌شود  
(۳) مجازی است (۴) تصویر وارون نیست  
(۵) فاصله جسم تا تصویر دو برابر فاصله جسم تا آینه است



۶- مطابق شکل روی دیوار یک روزنه S ایجاد شده است و پرتویی به یک آینه که موازی با دیوار است می‌تابد. اگر آینه را به اندازه  $22/5$  درجه بچرخانیم، پرتوی بازتاب در فاصله چند متری از روزنه روی دیوار می‌افتد؟

۷- اگر شخصی بخواهد تصویر جسم A را در آینه ببیند در چه ناحیه‌ای قرار گیرد؟ با توجه به خاصیت تصویر در آینه تخت برای هر شکل با رسم شکل دقیق این ناحیه را مشخص کنید.

A •

A •



۸- اگر اندازه تصویر یک جسم در آینه مقعر بزرگتر از جسم باشد تصویر حقیقی یا مجازی است؟ در مورد محل قرار گرفتن جسم نسبت به کانون بحث کنید.

فصل

## شکست نور

۱۵



هنگام حرکت مایل نور از یک محیط شفاف به یک محیط شفاف دیگر، مسیر آن تغییر می کند. این پدیده که شکست نور نامیده می شود جلوه های بسیار زیبا و مهیجی در طبیعت پیرامون به وجود می آورد.

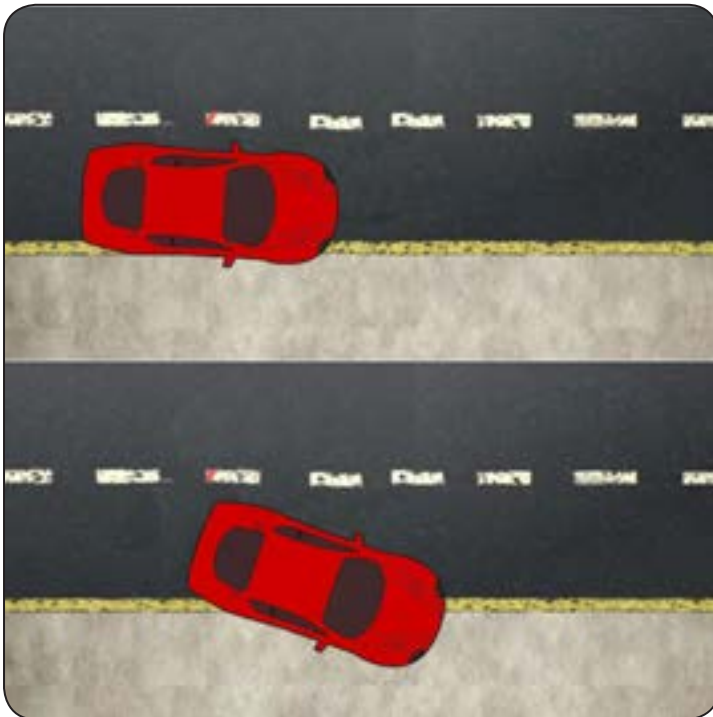
### علت شکست نور

همان‌گونه که در کتاب به آن اشاره شده است، نور اگر از محیط رقیق وارد یک محیط غلیظ شود و یا برعکس در صورتی که زاویه ورودی عمود نباشد از مسیر مستقیم خود منحرف می‌شود و به عبارتی نور می‌شکند؛ اما علت اصلی شکست نور چیست؟

نور وقتی از محیط‌های شفاف مختلف عبور می‌کند دارای سرعت‌های متفاوتی در هر محیط است و همین مسأله باعث شکست نور می‌شود. برای اینکه این موضوع را بهتر درک کنید به مثال زیر دقت نمایید:

فرض کنید در یک اتوبان با سرعت زیاد در حال حرکت هستید که یکی از لاستیک‌های ماشین وارد شانه خاکی می‌شود. لاستیکی که وارد خاکی شده سرعتش نسبت به لاستیکی که در آسفالت است کمتر می‌باشد؛ از این رو در زمان مساوی مسافت کمتری را نسبت به آن لاستیک طی می‌کند؛ به همین دلیل ماشین تغییر جهت می‌دهد و نسبت به مسیر اولیه زاویه پیدا می‌کند (در صورتی که سرعت خیلی زیاد باشد این اختلاف سرعت باعث واژگون شدن ماشین هم می‌شود).

نور هم دقیقاً چنین رفتاری را دارد و زمانی که از جایی که رقیق است و سرعت نور در آنجا زیاد است وارد جایی می‌شود که غلیظ است و سرعت نور در آن کم است در مسیر خود تغییر زاویه می‌دهد. حال هرچه اختلاف سرعت بین دو محیط بیشتر باشد انحراف نور هم بیشتر می‌شود.



### مدلسازی شکست نور

یک قرقره خالی بردارید و یک نخ به طول یک متر دور آن بپیچید. یک پارچه نسبتاً ضخیم را روی سنگ و یا سرامیک منزل قرار دهید. قرقره را روی پارچه بگذارید و مقداری از نخ قرقره را باز کرده و با یک چسب روی پارچه بچسبانید. قرقره را با یک زاویه حدود ۶۰ درجه نسبت به مرز پارچه و سرامیک روی پارچه هل دهید. با حرکت کردن قرقره نخ آن باز شده و مسیر حرکت را مشخص می‌کند. با توجه به توضیحات داده شده در بخش علت شکست نور علت این تغییر مسیر را بیان کنید. چه ارتباطی بین این آزمایش و شکست نور وجود دارد؟

### شکست نور

### سرعت نور

تصور اولیه انسان از سرعت نور این بود که نور با سرعت بینهایت حرکت می‌کند؛ اما اولین کسی که به طور جدی آزمایش‌هایی درباره سرعت نور انجام داد گالیله بود. او به همراه دستیارش شب‌هنگام راهی بیابان شدند و هرکدام از آنها روی یک تپه ایستادند و با یک پارچه روی فانوس‌هایی که در دست داشتند، پوشاندند. طبق قرار از پیش تعیین شده بنا بر این بود که ابتدا گالیله پارچه خود را از روی فانوس بردارد و دستیارش بلافاصله پس از دیدن نور چراغ، او نیز پارچه را از روی فانوس بردارد تا گالیله نور چراغ را ببیند و زمان رفت و برگشت را بدست بیاورد تا بتواند سرعت نور را محاسبه کند؛ اما علی‌رغم تلاش‌های زیاد و بالابردن فاصله دو تپه باز هم این زمان بسیار کم بود که در نهایت گالیله در جمع‌بندی خود از آزمایشش اینگونه نوشت: «اگر سرعت نور بینهایت نباشد بسیار زیاد است.»

بعد از این تلاش‌های زیادی توسط دانشمندانی چون رومر، فیزو و دیگران انجام شد. تحقیق کنید که هریک از این دانشمندان از چه طریقی به سرعت نور دست یافتند.



### آزمایش شکست نور

یک لیوان و یا پارچ ساده (روی آن نقش و نگار نباشد) بردارید. نصف لیوان را با آب پُر کنید و چند قطره مایع ظرف‌شویی در آن بریزید. یک تکه کاغذ را آتش بزنید و به سرعت آن را خاموش کنید. کاغذ را درحالی که از آن دود بلند می‌شود داخل لیوان ببرید و روی آن را با یک مقوا به گونه‌ای بپوشانید که دود از لیوان خارج نشود. پس از آن که دود تمام فضای خالی لیوان را پُر کرد؛ درحالی که مقوا همچنان روی لیوان است کاغذ را به آرامی به طوری که دود خارج نشود از داخل لیوان خارج کنید. با یک عدد لیزر پوینتر نور لیزر را به طوری از داخل فضای دودی بگذرانید که از داخل آب نی عبور کند. مسیر نور لیزر را مشاهده کنید. پدیده شکست را به راحتی می‌توانید در مسیر این نور ببینید. حالا آزمایش را به این ترتیب انجام دهید که نور لیزر ابتدا وارد آب شده و سپس وارد فضای دود شود. تفاوت این دو حالت در چیست؟

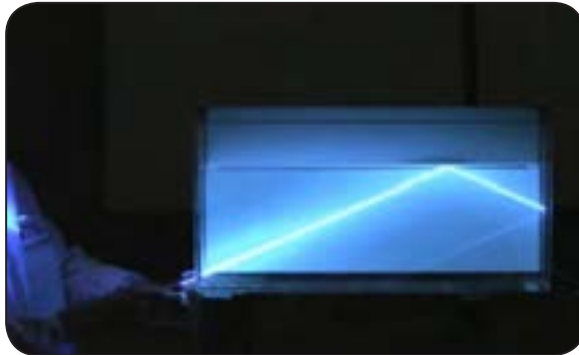
چرا نور لیزر در هوا و آب به طور معمول دیده نمی‌شود؛ اما در دود و آبی که چند قطره مایع ظرف‌شویی در آن ریخته شده است قابل رؤیت می‌باشد؟





## بازگشت نور!

وسیله‌ای که در بخش قبل ساخته‌اید را بردارید و نور را ابتدا به آب بتابانید، به طوری که از دود خارج شود. باز یاد کردن زاویه پرتوی تابش به سطح آب، زاویه خروجی در دود نیز زیاد می‌شود تا جایی که پرتوی خروجی مماس با سطح آب می‌شود. اگر زاویه پرتوی تابش را از این مقدار بیشتر کنیم دیگر نور از آب خارج نمی‌شود و کاملاً داخل آب بازتابیده می‌شود. به این حالت **بازتابش کلی نور** می‌گوییم. همیشه وقتی نور از محیط غلیظ وارد محیط رقیق می‌شود در صورتی که زاویه پرتویی که به سطح جدایش دو محیط می‌خورد از یک مقدار مشخص بیشتر شود، نور وارد محیط رقیق نمی‌شود و داخل همان محیط برمی‌گردد.





### عمق ظاهری و واقعی

حتماً تابه‌حال از بالای یک استخر یا حوض آب به کف آن نگاه کرده‌اید. اگر دقت کرده باشید عمق آن استخر از آنچه که شما تصور می‌کنید کمتر به نظر می‌رسد. اگر تابه‌حال به این مسأله توجه نکرده‌اید، دو لیوان یکسان بردارید و یکی را پر از آب و دیگری را خالی نگه دارید و از بالا به هر دو لیوان نگاه کنید به نظرتان عمق کدام لیوان کمتر است؟

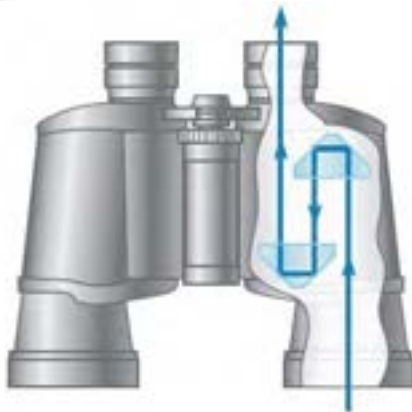
علت اینکه ما عمق آب را در لیوان و یا استخر کمتر می‌بینیم به دلیل پدیده شکست نور است. آیا می‌توانید با رسم یک شکل این پدیده را نشان دهید.



### پرسش

با توجه به مطالبی که درباره بازتابش کلی نور خوانده‌اید آیا می‌توانید توضیح دقیقی درباره مسیر نور در پیراین (فعالیت صفحه ۱۳۱ کتاب) روبه‌رو که به جای آینه تخت در آن از منشور استفاده شده است بدهید؟

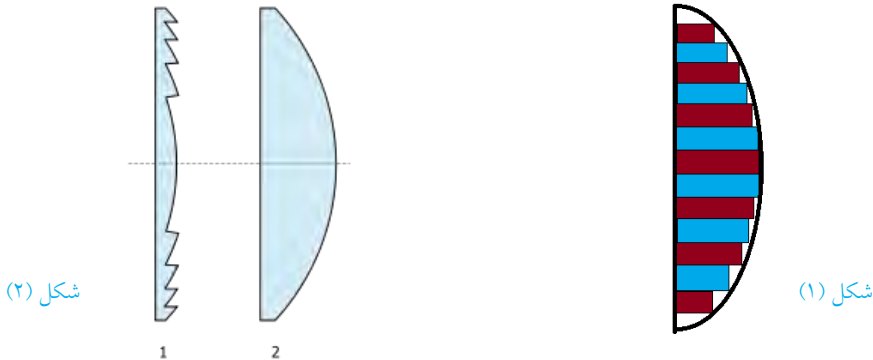
درباره مسیر نور در دوربین‌های دوچشمی که در آنها از دو منشور مطابق شکل زیر استفاده شده است چه توضیحی می‌توانید داشته باشید؟



### عدسی فرنل

در یک عدسی مطابق شکل (۱) می‌توان بخش‌هایی مستطیل شکل را از عدسی جدا کرد. با این کار سطح عدسی از حالت انحنای ظاهری خارج می‌شود و به صورت دندانه‌ای در می‌آید و مطابق شکل (۲) می‌شود. در این حالت عدسی همچنان عملکرد قبلی خود را دارد؛ زیرا سطح خارجی عدسی که محل ورود یا خروج نور است تفاوتی نکرده و دارای زوایای قبلی می‌باشد؛ بنابراین می‌توانیم یک عدسی را به صورت تخت در بیاوریم و کارایی قبلی خود را نیز داشته باشد. به این نوع عدسی‌ها عدسی‌های فرنل می‌گویند.

آیا می‌توان با همین روش آینه‌های مقعر را نیز به صورت تخت درآورد؟



شکل (۳)

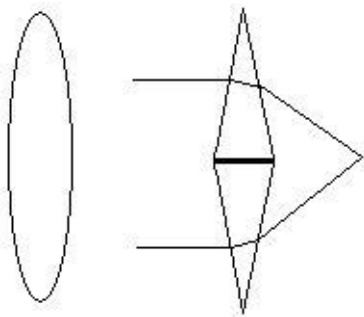
۱- دو لیوان یکسان در اختیار داریم که داخل آنها دو مایع با غلظت‌های متفاوت می‌ریزیم. اگر از بالا به این دو لیوان نگاه کنیم به نظر می‌رسد که ارتفاع لیوان اول کمتر از لیوان دوم است در مورد مایع‌هایی که در این دو لیوان وجود دارد کدام عبارت درست است؟

- (۱) نور در لیوان اول شکست پیدا کرده است اما در لیوان دوم نه
- (۲) سرعت نور در مایع لیوان دوم بیشتر است
- (۳) چون از بالا نگاه می‌کنیم اصلاً شکست اتفاق نمی‌افتد
- (۴) غلظت مایع اول بیشتر از مایع دوم است
- (۵) همه گزینه‌ها نادرست هستند

۲- در چه هنگامی تصویر تشکیل شده توسط یک عدسی همگرا بزرگتر از خود جسم است؟

۳- تعدادی پرتوی نور تک‌رنگ موازی با هم را به داخل یک جعبه می‌تابانیم. داخل این جعبه که ما نمی‌توانیم آن را ببینیم یک وسیله نوری قرار دارد به طوری که پس از عبور نور از آن پرتوهای نور به صورت واگرا از داخل جعبه خارج می‌شوند. وسیله نوری داخل این جعبه کدام یک از موارد زیر می‌تواند باشد؟

- (۱) عدسی مقعر
- (۲) منشور
- (۳) عدسی محدب



۴- همان‌طور که می‌دانیم، می‌توانیم فرض کنیم که یک عدسی از دو منشور تشکیل شده است که هر منشور هم پرتوهای نور را به سمت قاعده خود منحرف می‌کنند (مانند شکل روبه‌رو). با این توضیح کدام یک از عدسی‌های زیر یک عدسی واگرا است و کدام یک همگرا؟



معلمان محترم صاحب نظران دانش آموزان عزیز و اولیای آنان  
می توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق  
نامه به نشانی تهران خیابان سپهبد قمری نشسمیه وزارت  
آموزش و پرورش ساختمان مرحوم علاقمندان طبقه هفتم  
کد پستی ۵۸۱۱۱ - ۱۵۹۹۹ و یا به نشانی رایانامه زیر  
ارسال نمایند.

[sampad@medu.ir](mailto:sampad@medu.ir)  
[talif@talif.sch.ir](mailto:talif@talif.sch.ir)

مرکز ملی پرورش استعداد های درخشان و دانش پژوهان جوان



