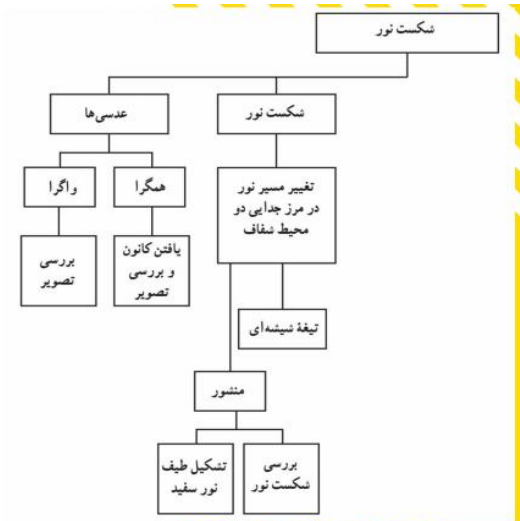



فصل ۱۵ در یک نگاه

حمیری
دبیر علوم تجربی

فصل ۱۵

# شکست نور

هنگام حرکت مایل نور از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگر، مسیر آن تغییر می‌کند. این پدیده که شکست نور نامیده می‌شود، جلوه‌های بسیار زیبا و مهیجی در طبیعت پیرامون به‌وجود می‌آورد.

## شکست نور

* اگر پرتو نور به صورت کج یا مایل از یک محیط شفاف ( مانند هوا ) وارد محیط شفاف دیگری ( مانند شیشه یا آب ) شود از مسیر اصلی خود منحرف شده و شکسته میشود .

در فصل قبل با انتشار نور در خط راست و تشکیل تصویر در آینه‌های مختلف در اثر بازتاب نور آشنا شدیم. در این فصل به آثار ناشی از شکست پرتوهای نور هنگام عبور از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگر خواهیم پرداخت (شکل ۱).

نمونه های پدیده شکست نور : ۱- شکسته به نظر آمدن مداد داخل لیوان آب ۲- شکست نور در منشور ۳- شکست نور در عدسی ها ۴- بالاتر دیدن کف استخر پر از آب و ...

شکل ۱ـ هنگامی که نور به یک محیط شفاف وارد یا از آن خارج می‌شود در اثر شکست نور، اثرهای جالبی پدید می‌آید.

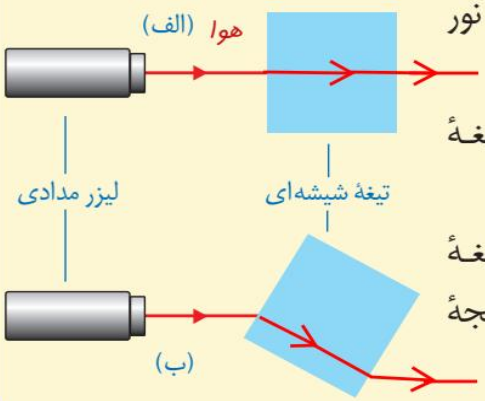
## آزمایش کنید

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

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

**روش اجرا**

نکته شکل الف ) پرتو نوری که به طور عمود به شیشه بتابد به صورت مستقیم و بدون شکست از آن عبور می کند




۱ـ تیغهٔ شیشه‌ای را روی سطح میز قرار دهید و باریکهٔ نور را به‌طور عمود بر یکی از وجوه آن بتابانید (شکل الف).

۲ـ با توجه به مسیر باریکهٔ نور پس از عبور از تیغهٔ شیشه‌ای، امتداد باریکهٔ نور را در شکل الف کامل کنید.

۳ـ آزمایش را برای حالتی که مطابق شکل ب تیغهٔ شیشه‌ای اندکی چرخیده است، انجام دهید. با توجّه به نتیجهٔ آزمایش، امتداد باریکهٔ نور را روی شکل ب کامل کنید.

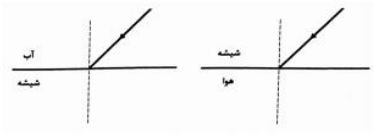
نکته شکل ب ) برای ایجاد پدیده شکست نور یکی از این دو شرط لازم است : ۱- پرتو نور کج ( مایل ) بتابد ۲- یا جسم شفاف کج باشد

همان‌طور که با انجام دادن آزمایش بالا دیدید، وقتی باریکهٔ نور به‌طور عمود بر سطح یک تیغهٔ شیشه‌ای یا هر جسم شفاف دیگری بتابد، بدون شکست به مسیر خود ادامه می‌دهد (شکل ۲ـالف) در حالی که اگر باریکهٔ نور شکسته شود به آن **شکست نور** می‌گویند(شکل ۲ـب). این پدیده هنگام عبور نور از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگر رخ می‌دهد.

در آزمایشی که انجام دادید، دیدید که وقتی باریکهٔ نور از تیغهٔ شیشه‌ای وارد هوا می‌شود، دوباره شکسته می‌شود (شکل ۳). نکتهٔ مهمی که باید به آن توجّه شود، این است که وقتی باریکهٔ نور از شیشه (محیط غلیظ) بخواهد وارد هوا (محیط رقیق) شود از خط عمود بر سطح دور می‌شود.

* علت شکست نور تغییر سرعت نور در محیط های مختلف است برای مثال وقتی نور از هوا وارد شیشه می شود سرعتش از ۳۰۰ هزار کیلومتر بر ثانیه به ۲۰۰ هزار کیلومتر بر ثانیه کاهش یافته و می شکند

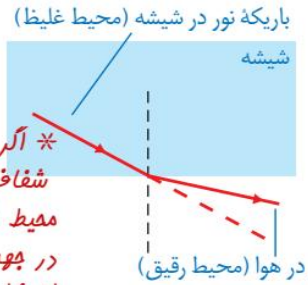
* سوال : در هر یک از شکل های مقابل ادامه مسیر تقریبی پرتوهای نور پس از شکست را رسم کنید :




* اگر پرتو مایل نور از محیط شفاف رقیق ( مانند هوا ) وارد محیط شفاف غلیظ تر ( مانند شیشه یا آب ) شود ، پرتو نور در جهت نزدیک شدن به خط عمود می شکند .

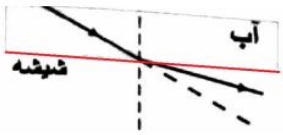
شکل ۲ـ الف) هرگاه باریکهٔ نور به‌طور عمود برسطح جدایی دو محیط شفاف بتابد، شکسته نمی‌شود.
ب) وقتی نور از محیطی رقیق وارد محیطی غلیظ می‌شود، باریکهٔ نور به طرف خط عمود بر سطح شکسته می‌شود.

شکل ۳ـ شکست نور هنگام عبور باریکهٔ نور از شیشه به هوا



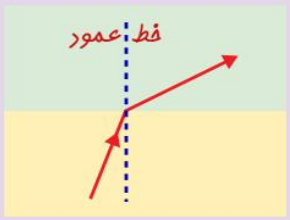

* اگر پرتو مایل نور از محیط شفاف غلیظ وارد محیط شفاف رقیق شود در جهت دور شدن از خط عمود می شکند .

* سوال : آیا مسیر پرتو نور در شکل مقابل درست رسم شده است ؟ چرا ؟



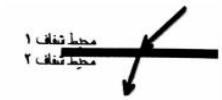

## خود را بیازمایید

شکل روبه‌رو مسیر پرتو نوری را در دو محیط شفاف متفاوت نشان می‌دهد. با ذکر دلیل بیان کنید کدام‌یک از دو محیط رقیق‌تر است.




محیط شفاف دوم رقیق تر است زیرا نور پس از ورود به آن از خط عمود دورتر شده است .

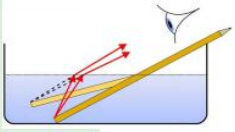
* سوال : با توجه به مسیر پرتو نور در شکل مقابل کدام محیط آب و کدام شیشه است ؟ چرا ؟

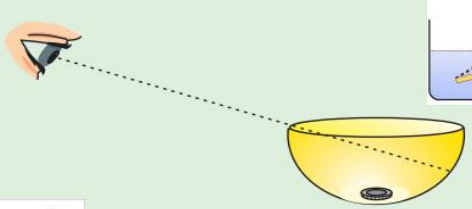



## فعالیت

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

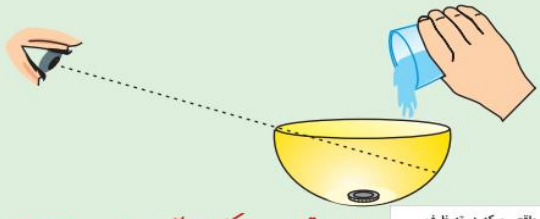
* سوال : توضیح دهید چرا مداد در آب شکسته به نظر می رسد ؟



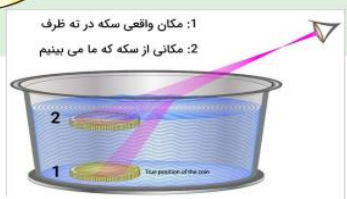


الف)

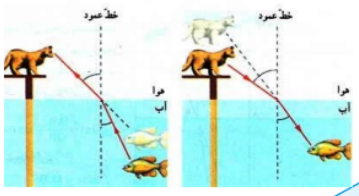
بازتاب نور سکه به چشم نمی رسد در نتیجه سکه دیده نمی شود .



ب)



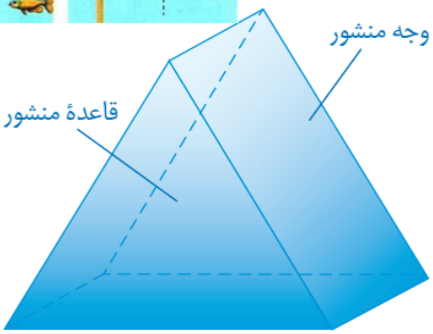

وقتی در کاسه آب می ریزیم نوری که پس از بازتاب از سکه می آید هنگام خروج از آب و ورود به هوا مسیرش کج شده و شکسته می شود . چشم ما در امتداد نور های رسیده ،سکه را می بیند ولی در نقطه ی بالاتر از حد واقعی آن



* جالب است بدانید : هنگامی که از هوا به جسم داخل آب نگاه می کنیم آن را در اثر پدیده شکست نور بالاتر از مکان واقعی اش می بینیم و اگر از داخل آب به جسمی در هوا نگاه کنیم ، آن را دور تر میبینیم

## شکست نور در منشور

منشور، قطعه‌ای شفاف از جنس شیشه یا پلاستیک است که کاربرد زیادی در وسیله‌های نوری دارد. قاعدهٔ منشورها معمولاً به شکل مثلث است (شکل ۴).



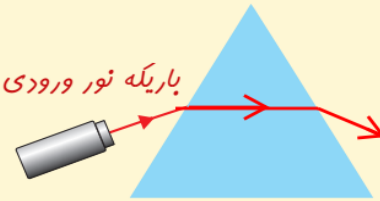

شکل ۴ـ منشور با قاعدهٔ مثلث و سه‌وجه غیرموازی

### آزمایش کنید

**هدف آزمایش:** مسیر نور در منشور

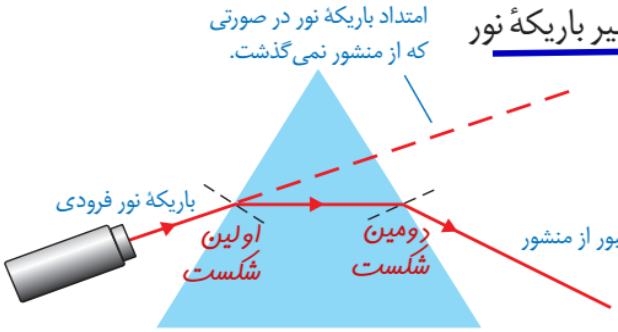
**مواد و وسایل:** منشور، لیزر مدادی

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




* هر گاه پرتو نوری به طور مایل به یکی از وجوه منشور بتابد هنگام خروج از منشور به طرف قسمت ضخیم تر منشور شکسته می شود .

همان‌طور که با انجام دادن آزمایش دیدید، مسیر باریکهٔ نور پس از عبور از منشور تغییر می‌کند (شکل ۵).




شکل ۵ـ مسیر باریکهٔ نور در منشور

پرتو نور هنگام عبور از منشور دو بار می شکند
یکی هنگام ورود به منشور ( به خط عمود نزدیکتر میشود )
و یکی هنگام خروج از منشور و ورود به هوا ( از خط عمود دورتر میشود )

### خود را بیازمایید

الف) جاهای خالی را با توجّه به شکل ۵ و پدیدهٔ شکست نور پرکنید.

باریکهٔ نور هنگام ورود از هوا به منشور، طوری شکسته می‌شود که به خط عمود نزدیک تر شود. زیرا وارد محیط شفاف غلیظ تر می شود .

همچنین هنگام خروج باریکهٔ نور از منشور به هوا، طوری شکسته می‌شود که از خط عمود دورتر.... شود. زیرا وارد محیط شفاف رقیق تر ( هوا ) میشود .

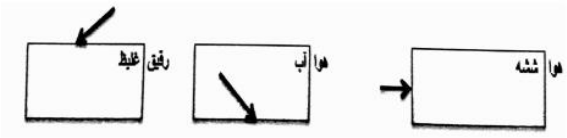
### فعالیت

الف) باریکهٔ 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 صفحهٔ بعد). نتیجهٔ فعالیت را در گروه خود به بحث بگذارید.

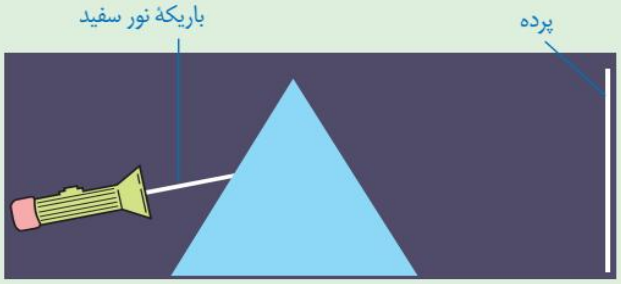
توجه: بهتر است این فعالیت در محیطی نسبتاً تاریک انجام شود.

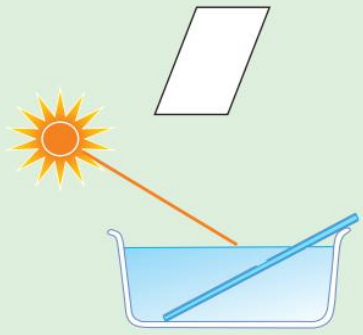
* نور سفید چراغ قوه هنگام عبور از منشور تجزیه شده طیفی از رنگ های مختلف روی دیوار تشکیل می شود
* نور سفید ترکیبی از هفت نور رنگی است

* سوال : در هر یک از شکل های مقابل ادامه مسیر پرتوهای نور را رسم کنید :




ب) ظرف نسبتاً بزرگی را مطابق شکل روبه‌رو از آب پر کنید و آن را مقابل نور مستقیم آفتاب قرار دهید؛ سپس یک آینهٔ 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 آن قدر جابه‌جا کنید تا طیف نور خورشید روی یک مقوای سفید رنگ تشکیل شود.

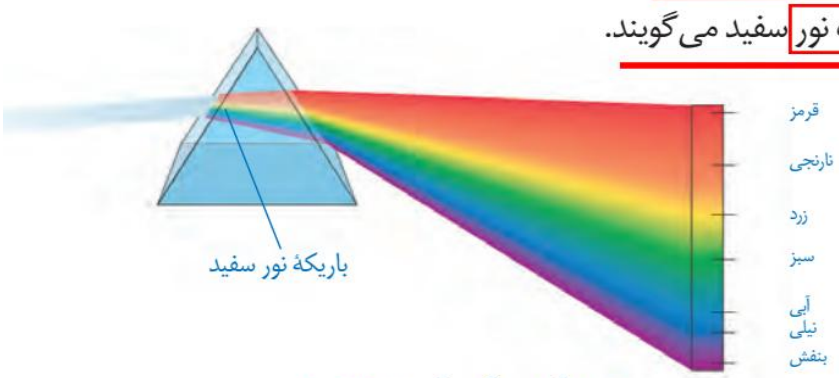


*نور سفید خورشید پس از برخورد با قسمتی از آب (که جلوی آینه قرار دارد و مانند منشور عمل می کند ) شکسته شده و به نورهای رنگی خود تجزیه و پاشیده میشود . آینه این نورهای رنگی را به طرف مقوا بازتاب کرده و طیف نور های رنگی ظاهر می شود .*

همان‌طور که با انجام دادن فعالیت بالا دیدید، باریکهٔ نور سفید پس از عبور از منشور به رنگ‌های مختلفی تجزیه می‌شود (شکل ۶ـ الف). این پدیده را **پاشندگی نور** می‌نامند. رنگ‌های تشکیل‌دهندهٔ نور سفید، که در رنگ‌های حاصل از رنگین‌کمان نیز دیده می‌شوند در شکل ۶ـب نشان داده‌شده‌اند. به

✓ مجموعه رنگ‌های تشکیل‌دهندهٔ نور سفید، طیف نور سفید می‌گویند.

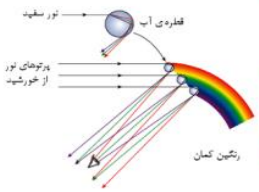



ب)

الف)

** علت تجزیه نور سفید در منشور این است که میزان شکست نورهای رنگی با هم یکسان نیست*

شکل ۶ـ الف) پاشندگی نور سفید در منشور ب) رنگ‌های تشکیل‌دهندهٔ طیف نور سفید




** تشکیل رنگین کمان ناشی از پاشیدگی نور خورشید توسط قطره های باران است که مانند منشور عمل کرده و نور سفید را به هفت نور رنگی سازنده اش تجزیه می کنند*

## فکر کنید

در پاشندگی نور سفید توسط منشور، کدام‌یک از رنگ‌های نور، بیشتر و کدام‌یک کمتر شکسته شده است؟ *نور قرمز کمترین شکست و نور بنفش بیشترین شکست در منشور را دارند*

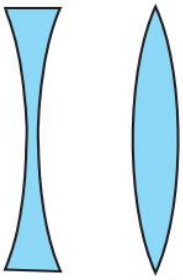
* اجسامی که از مواد شفافی مثل شیشه یا پلاستیک فشرده ساخته میشوند و مانند منشور می توانند مسیر حرکت نور را تغییر دهند

## عدسی‌ها

یکی از آشناترین وسیله‌های نوری که به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شوند، عدسی‌ها هستند (شکل ۷). عدسی‌ها از مواد شفافی مانند شیشه یا پلاستیک فشرده ساخته می‌شوند.

شکل ۷ـ شخصی که هنگام مطالعه، عینک به چشم می‌زند در واقع از میان دو عدسی به نوشته‌های کتاب نگاه می‌کند.

وقتی یک عدسی را با دستمان لمس می‌کنیم، ممکن است وسط آن ضخیم‌تر از لبه‌های آن باشد؛ به این نوع عدسی، **عدسی همگرا** می‌گویند (شکل ۸ـ الف). ولی اگر لبه‌های عدسی از وسط آن ضخیم‌تر باشد به آن عدسی واگرا گفته می‌شود (شکل ۸ـ ب).

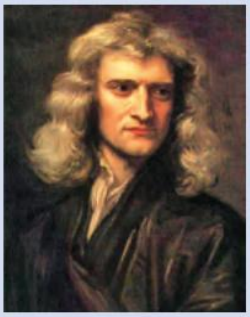


الف) ب)

شکل ۸ـ الف) عدسی کوژ یا همگرا (وسط آن ضخیم تر از لبه های آن است) ب) عدسی کاو یا واگرا ( لبه های آن ضخیم تر از وسط آن است )

### آیا می‌دانید؟

نخستین بار نیوتون دانشمند انگلیسی (۱۷۲۷ـ ۱۶۴۲) با عبور دادن نور سفید خورشید از یک منشور، نشان داد که نور سفید، آمیزه‌ای از نورهایی به رنگ‌های مختلف است که در رنگین‌کمان نیز دیده می‌شود. جالب است بدانید این آزمایش، باعث مشهور شدن نیوتون شد. نیوتون همچنین نخستین تلسکوپ بازتابی را در سال ۱۶۷۲ میلادی ساخت.



۱- وسیله مشاهده اجرام آسمانی است
۲- شامل آینه های کاو با قطر زیاد است
۳- عدسی همگرای چشمی دارد

### آزمایش کنید

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

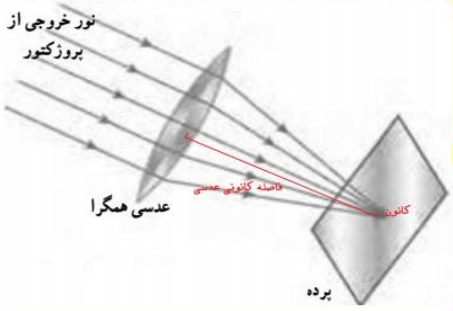
**مواد و وسایل:** عدسی همگرا، یک تکه مقوا و خط‌کش

**روش اجرا**

۱ـ ذره‌بین را مقابل نور مستقیم خورشید بگیرید.

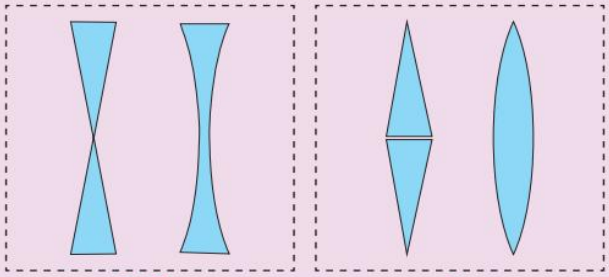
۲ـ مقوا را روی زمین قرار دهید و ذره‌بین را به آرامی جابه‌جا کنید. هنگامی که لکهٔ نورانی در سطح مقوا به کوچک‌ترین اندازهٔ خود رسید، ذره‌بین را ثابت نگه دارید (شکل روبه‌رو).

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




## فکر کنید

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



الف) عدسی همگرا　　ب) عدسی واگرا

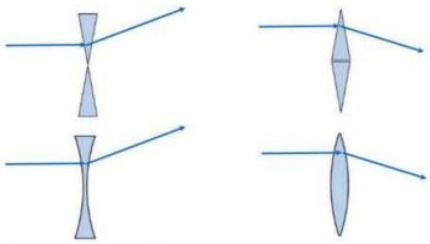
*عدسی ها از به هم چسباندن دو منشور و تراش آنها به صورت خمیره ساخته شده اند .*
*در عدسی همگرا دو منشور از وجه زیرین ( شکل الف ) و در عدسی واگرا دو منشور از رأس ( شکل ب ) به هم متصل می شوند . سپس لبه های آنها را می تراشند و صاف می کنند*

## آیا می‌دانید؟

نزدیک‌بینی و دوربینی از جمله عیب‌های رایج چشم است که با بهره‌گیری از عینک‌های مناسب می‌توان تا حدود زیادی آنها را برطرف کرد. شخص نزدیک‌بین در دیدن اجسام دور، مشکل دارد که به کمک عینکی با عدسی‌های واگرا این مشکل رفع می‌شود؛ همچنین شخص دوربین در دیدن اجسام نزدیک مشکل دارد که به کمک عینکی با عدسی‌های همگرا این مشکل برطرف می‌شود.

** تصویر همه اجسام از پشت عدسی واگرا ، کوچکتر ، مجازی و مستقیم است ( شبیه ویژگی های تصویر در آینه کوژ ( محدب )*
*کاربرد های عدسی واگرا : چشمی درب - عینک افراد نزدیک بین*
** ویژگی تصویر اجسام از پشت عدسی همگرا مشابه ویژگی های تصویر در آینه کاو ( مقعر ) است :*
*اگر جسم در فاصله کانونی عدسی باشد : تصویری بزرگتر مجازی و مستقیم*
*جسم در خارج از فاصله کانونی عدسی : تصویری بزرگتر ، حقیقی و وارونه ( محل تشکیل خارج از فاصله کانونی عدسی )*
*جسم در فاصله خیلی دور از عدسی : تصویری کوچکتر ، حقیقی و وارونه ( محل تشکیل تصویر روی کانون )*
*کاربرد های عدسی همگرا : ذره بین - میکروسکوپ- دوربین عکاسی و شکاری - تلسکوپ - پروژکتور - عینک افراد دوربین*

* مطلب تکمیلی خود را بیازمایید پایین :



* پرتوهای نور هنگام عبور از عدسی مانند منشور به سمت قسمت ضخیم تر شکسته می شوند

## 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 شیوهٔ شکست نور، دلیل نام‌گذاری همگرا و واگرا بودن این عدسی‌ها را توضیح دهید.

* در عدسی ها نیز مانند منشور پرتو نور هنگام خروج از عدسی به سمت قسمت ضخیم تر عدسی شکسته می شود . در عدسی همگرا پرتو های نور پس از شکست در یک نقطه به هم می رسند و همگرا می شوند (در کانون ) اما در عدسی واگرا پرتوهای نور پس از شکست از هم دور می شوند

## آیا می‌دانید؟

ابن‌هیثم (۴۱۹-۳۴۴ هجری شمسی) در بصره متولد شد و از جمله دانشمندان بزرگ جهان اسلام است که در عصر طلایی علوم اسلامی زندگی می‌کرد. «المناظر» یکی از جمله کتاب‌های ماندگار وی است که در پیشرفت علوم در اروپای قرون وسطا بسیار مؤثر بود. این کتاب شامل هفت مقاله در بررسی ماهیت نور، رنگ و بینایی است که مبتنی بر اصول ریاضی و تجربی تألیف شده است. سال ۱۳۹۴ هجری شمسی (۲۰۱۵ میلادی) به دلیل گذشت هزار سال از تألیف این کتاب، توسط سازمان علمی فرهنگی یونسکو، به نام «سال جهانی نور» نام‌گذاری شده است.

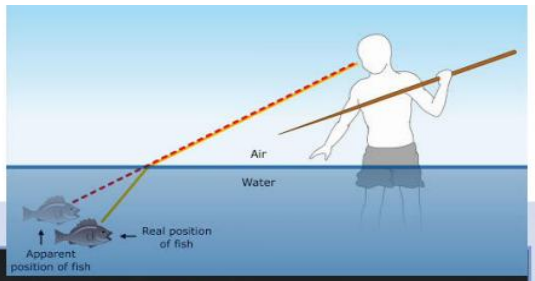
## فعالیت

یک عدسی واگرا را در فاصله‌های مختلف از یک جسم بگیرید. با توجّه به ویژگی‌های تصویری که در عدسی واگرا می‌بینید، عبارت زیر را کامل کنید.

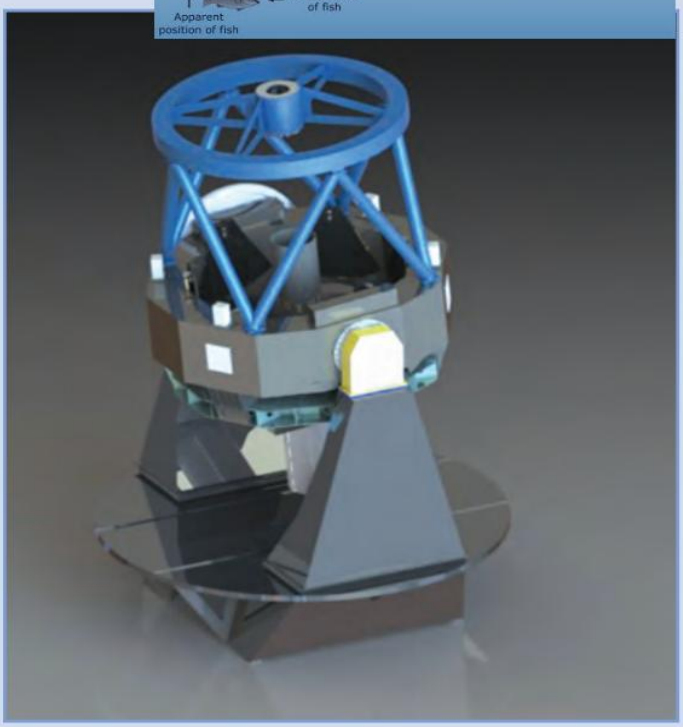
تصویر همهٔ اجسام در عدسی واگرا ..کوچکتر.. از جسم و نسبت به جسم .....مستقیم و مجازی..... است.

* سوال : الف ) در هر یک از شکل های زیر نام عدسی را نوشته و ادامه مسیر پرتوهای نور را رسم کنید :
ب ) کدام عدسی تصویر را همواره کوچکتر می کند ؟
ج ) کدام عدسی می تواند پرتوهای نور را به شکل زیر در آورد ؟

* سوال : چرا گفته می شود در شکار ماهی با نیزه نباید نیزه را به جایی که ماهی در آب توسط ما دیده می شود هدفگیری کرد ؟ ( بلکه باید پایین تر از آن هدف گیری کنیم )




## آیا می‌دانید؟



تلسکوپ وسیله‌ای نوری است که این توانایی را به چشم انسان می‌دهد تا جرم‌های آسمانی دور را با وضوح بیشتری ببینند. هرچه قطر دهانهٔ تلسکوپ بزرگ تر باشد، نور بیشتری جمع‌آوری می‌کند و در نتیجه، اطلاعات بیشتری را برای ما فراهم می‌کند.

شکل روبه‌رو طرحی از تلسکوپ رصدخانهٔ ملی ایران با آینه ای به قطر سه متر و چهل سانتی‌متر را نشان می‌دهد. چنین تلسکوپی در جهان جزو تلسکوپ‌های رده متوسط محسوب می‌شود؛ با وجود این، پس از ساخت و بهره‌برداری، قوی‌ترین تلسکوپ بازتابی در ایران و منطقه خواهد بود.

ساخت رصدخانهٔ ملی ایران از اوایل دههٔ ۱۳۸۰ شمسی بر فراز قله‌ای مرتفع در حوالی قمصر کاشان شروع شده است و پیش‌بینی می‌شود تا پایان سال ۱۳۹۵ شروع به کار کند.