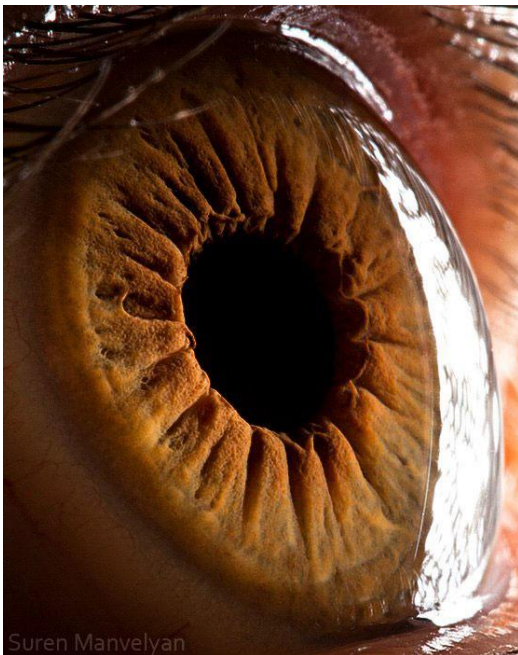


نور

(۱) ساختار چشم

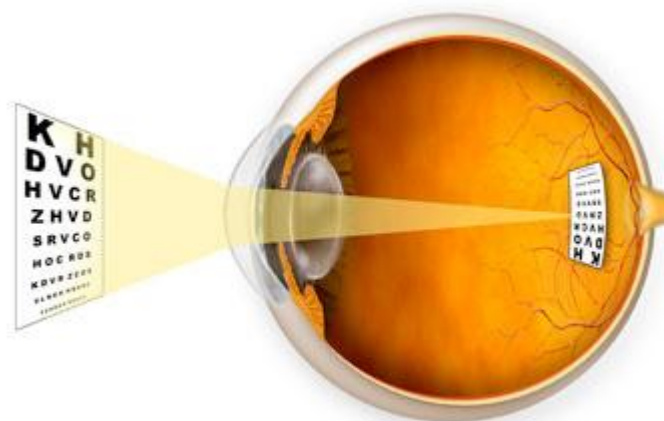


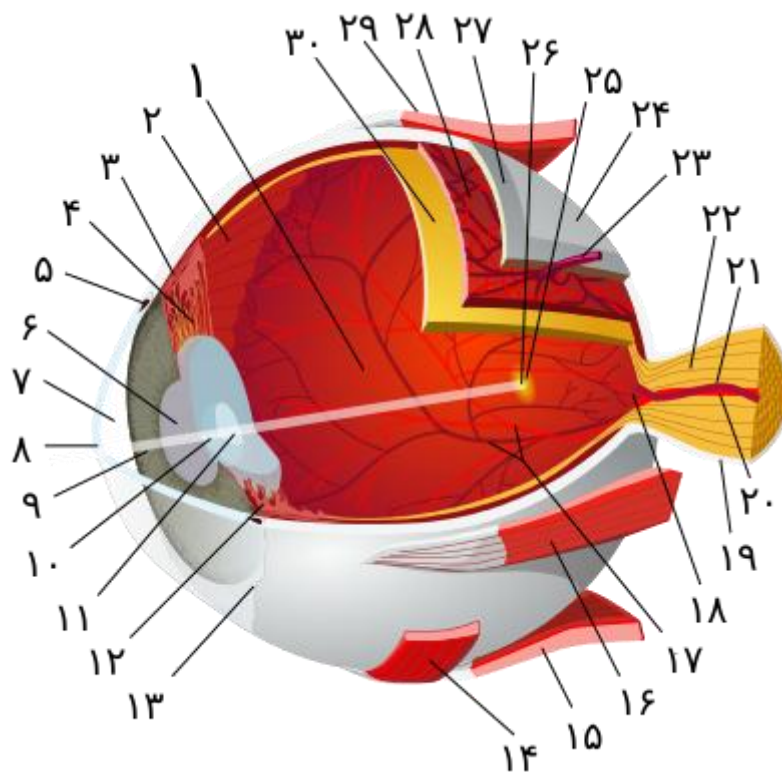
در جلسه گذشته ساختار دوربین عکاسی و شباهت‌های آن با اتاق تاریک مورد بررسی قرار گرفت. در این جلسه می‌خواهیم با ساختار چشم آشنا شویم. انواع گوناگونی از اندام‌های حساس به نور در موجودات زنده یافت می‌شود. ساده‌ترین انواع چشم‌ها تنها توان تشخیص وجود نور در پیرامون را دارند؛ در صورتی که چشم‌های پیچیده‌تر قادرند، شکل‌ها و رنگ‌ها را نیز از هم بازشناسند یا برخی حیوانات به طول موج‌هایی بیشتر از طول موج مرئی چشم انسان حساسند.

اصلی‌ترین عنصری که چشم ما برای دیدن به آن نیاز دارد، نور است. نور تصویر اشیاء را در چشم می‌نشانند. اولین چیزی که نور هنگام ورود به چشم آن را لمس می‌کند، لایه نازکی از اشک است. پشت این لایه مرطوب، قرنیه چشم قرار دارد. این پوشش شفاف به تمرکز نور کمک می‌کند.

نور پس از عبور از این لایه که زلالیه نام دارد، وارد مردمک می‌شود. باز شدن مردمک با عنبیه یا همان بخش رنگی چشم صورت می‌گیرد و میزان این بازشدگی به میزان ورود نور بستگی دارد. نور پس از آن به عدسی چشم می‌تابد که عملکرد آن مانند لنز دوربین است. عدسی، پرتوهای تابیده به شبکیه را متمرکز می‌کند. ضخامت عدسی (فاصله کانونی عدسی) با توجه به دور یا نزدیک بودن اشیاء، تغییر می‌کند.

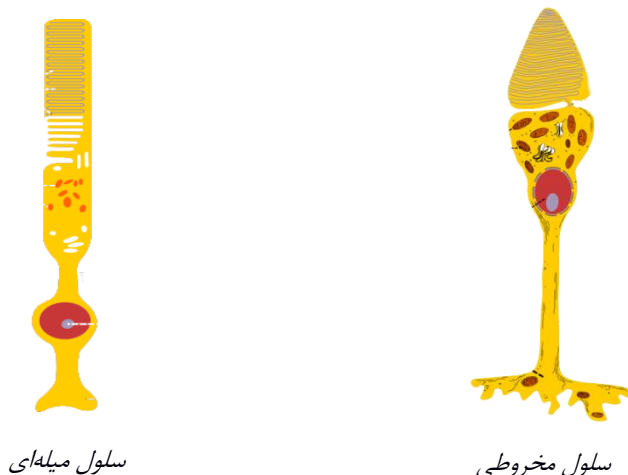
در مرحله بعد نور وارد کره چشم می‌شود که مملو از مایعی ژل مانند به نام زجاجیه است. نور در نهایت به پرده‌ای به نام شبکیه می‌تابد که در قسمت انتهایی کره چشم واقع شده است. شبکیه مانند صفحه فیلم خام دوربین فیلمبرداری یا فیلم دوربین عکاسی است. پرتوهای نوری پس از برخورد با پرده شبکیه در قالب پیام‌هایی عصبی به مغز منتقل و در آنجا تفسیر می‌شود.





قسمت‌های مختلف کره چشم انسان: ۱. زجاجیه ۲. حاشیه دنداندار ۳. ماهیچه مژکی ۴. گردالک‌های مژگانی ۵. مجرای اشک ۶. مردمک ۷. اتاق جلویی ۸. قرنیه ۹. عنبیه ۱۰. عدسی بیرونی ۱۱. عدسی درونی ۱۲. زوائد مژگانی ۱۳. ملتحمه ۱۴. ماهیچه مایل زیرین ۱۵. ماهیچه راست زیرین ۱۶. ماهیچه راست میانی ۱۷. شبکیه ۱۸. صفحه بینایی ۱۹. سخت شامه ۲۰. سرخرگ مرکزی شبکیه ۲۱. سیاهرگ مرکزی شبکیه ۲۲. عصب بینایی ۲۳. سیاهرگ حلقوی ۲۴. غلاف پیازی ۲۵. لکه زرد ۲۶. گودی مرکزی ۲۷. صلبیه ۲۸. مشیمیه ۲۹. ماهیچه راست بالایی ۳۰. شبکیه

چشم انسان دارای دو نوع حسگر حساس به نور است. **حسگرهای میله ای** و **حسگرهای مخروطی**. این حسگرها به شبکه متصل اند. حسگرهای میله ای بیشتر به نور ضعیف حساسیت دارند و به دیدن رنگ ها کمک نمی کنند و تنها تصاویر سیاه و سفید را درک می کنند. حسگرهای مخروطی به روشنایی های طبیعی در طول روز واکنش نشان می دهند و مسئول دیدن رنگ ها هستند.



چشم انسان به طور طبیعی حدود ۱۲۰ میلیون حسگر میله ای و شش تا هفت میلیون حسگر مخروطی دارد.

سه نوع حسگر مخروطی وجود دارد که هر یک به ترتیب به طول موج کوتاه، متوسط و بلند حساس هستند. اولی نور آبی، دومی نور سبز و سومی نور قرمز را جذب می کند. وقتی طول موج رنگی بین طول موج سه رنگ اصلی قرمز، سبز و آبی قرار داشته باشد برای مشاهده آن ترکیبی از سه حسگر مخروطی تحریک می شوند.

بعضی حیوانات مانند گاو سلول مخروطی ندارند و قادر به تشخیص رنگ ها نیستند! در انسان ها نیز اگر در هر کدام از این سه نوع سلول مخروطی ایرادی پیدا شود ما دیگر قادر نخواهیم بود رنگ ها را همان طور که هست تشخیص دهیم و اصطلاحاً دچار **کوررنگی** می شویم. اما چنانچه سلول های میله ای دچار آسیب شوند، چشم توانایی خود را در دیدن اشیاء در نور کم از دست می دهد که با آن **شب کوری** می گویند.

فعالیت ۱: به طور مختصر نحوه تشکیل تصویر در اتاق تاریک، دوربین عکاسی و چشم را توضیح دهید و با یکدیگر مقایسه کنید.

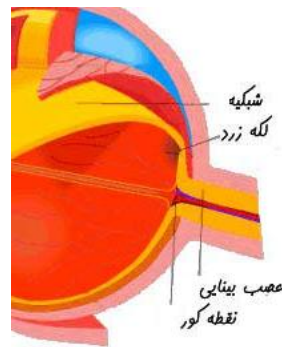


چشم عنکبوت

بیشتر بدانید

لکه‌ی زرد: درست در وسط شبکیه ناحیه‌ای وجود دارد که سلول استوانه‌ای وجود ندارد و به جای آن تراکم زیادی از سلول‌های مخروطی هستند. این تراکم زیاد باعث می‌شود قدرت تفکیک بالایی داشته باشد و در آن ناحیه جزئیات را بهتر ببینیم. (برای همین هنگام دقت در تصویری برای دیدن جزئیات درست مستقیم به آن نگاه می‌کنیم تا تصویر آن در لکه زرد چشم ما بیفتد). ولی به دلیل اینکه مخروطی‌ها به نور ضعیف حساس نیستند چیزهای خیلی کم نور را وقتی مستقیم به آنها نگاه کنیم درست نمی‌بینیم. (وقتی به ستاره‌ی کم نوری مستقیم نگاه کنیم آن‌را نمی‌بینیم ولی به اطراف آن که نگاه می‌کنیم آن‌را می‌بینیم)

این پدیده را در نقاشی لبخند مونالیزا می‌توان مشاهده کرد. وقتی مستقیماً به دهان تصویر نگاه می‌کنیم، لبخندی احساس نمی‌شود. ولی وقتی به پیشانی تصویر نگاه می‌کنیم، احساس می‌کنیم لبخند ملیحی می‌زند. به این دلیل که سایه‌ی بسیار کمرنگی در اطراف لب تصویر وجود دارد که هنگام مشاهده مستقیم (به دلیل افتادن تصویر در لکه زرد) دیده نمی‌شود. ولی هنگامی که به جای دیگری نگاه می‌کنیم، چون دیگر دهان تصویر بیرون لکه زرد می‌افتد و توان تشخیص چیزهای خیلی کمرنگ را هم داریم می‌توانیم سایه‌ها را ببینیم که به تصویر جلوه لبخند می‌دهد.



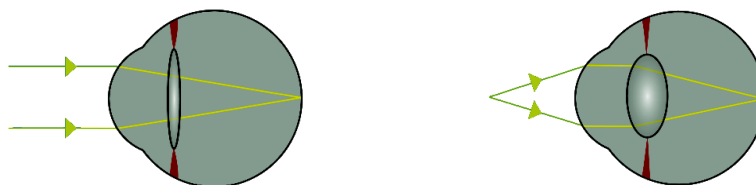
نقطه کور: در قسمتی از شبکیه که رشته‌های عصبی که به سلول‌ها وصل هستند با هم جمع شده و همانند کابل عظیمی به سمت مغز می‌روند، سلول حساس به نور قرار ندارد، بنابراین در آن قسمت تصویری به مغز مخابره نمی‌شود. ما این نقص در تصویر را حس نمی‌کنیم چرا که نقطه کور هر چشم توسط چشم دیگر پوشش داده می‌شود.

نکته مهم دیگر این که حتی در نگاه کردن با یک چشم هم نمی‌توان به راحتی این نقطه کور را تشخیص داد، چرا که مغز وقتی تصویر ناقصی را دریافت کند که قسمتی از آن خالی است، با اطلاعات اطراف قسمت خالی آن قسمت را پر می‌کند. برای دیدن نقطه کور چشم چپ خود را ببندید و با چشم راست به دایره زیر خیره شوید، با عقب و جلو بردن تصویر (خیلی به آرامی) در نقطه‌ای خواهید دید که علامت مثبت دیده نخواهد شد و جای آن کاغذ سفید می‌بینید.

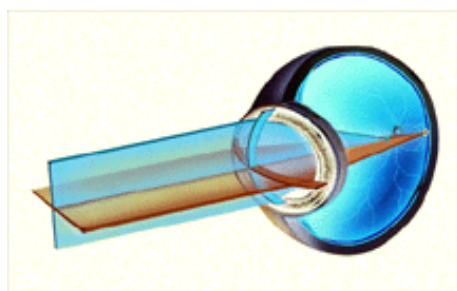
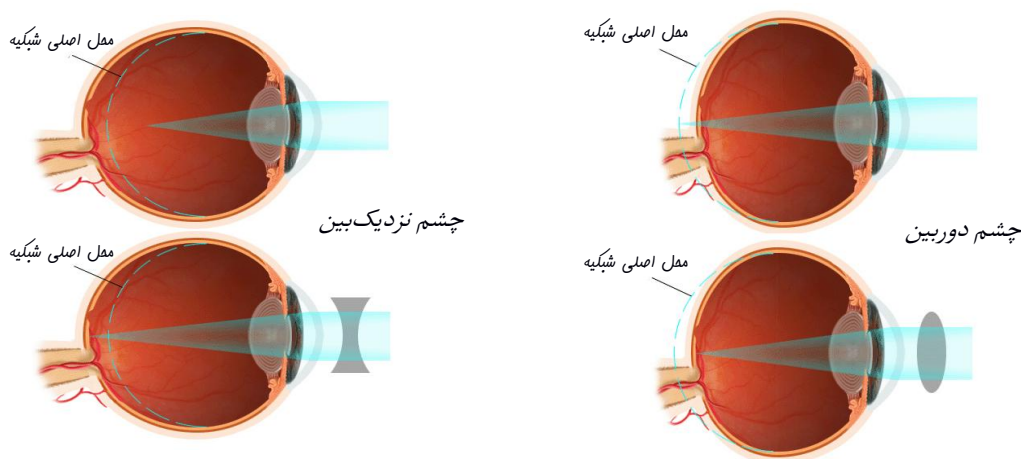


بیماری‌های چشم:

تطابق: عدسی چشم با تغییر ضخامت می‌تواند فاصله‌ی کانونی خود را عوض کرده و بنابراین می‌تواند تصویر اجسام دور و نزدیک را روی شبکیه بیندازد. این قدرت تطابق در چشم سالم تقریباً بین ۱۵ سانتیمتر تا ۱۵ متر است. اجسام از ۱۵ سانتیمتر دورتر دیگر برای چشم بینهایت حساب شده و محل تصویرشان فرقی با ۱۵ متر نمی‌کند. ولی اجسام نزدیکتر از ۱۵ سانتی متر را نمی‌توان واضح دید چون چشم نمی‌تواند تصویر آن‌را روی شبکیه بیندازد.



عیوب تطابقی چشم: هنگامی که به دلایل مختلفی که شایع‌ترین آن‌ها عوض شدن شکل کره چشم است، عدسی نتواند تصویر را روی شبکیه بیندازد، چشم دچار ضعف در دیدن می‌شود (تار می‌بیند). اگر کره چشم کوچک شده و عدسی نتواند اجسام دور را با حداکثر تطابق (عدسی در ضخیم‌ترین حالت خود) تصویر اجسام نزدیک را روی شبکیه بیندازد چشم دچار عیب دوربینی است (دوربینی یعنی دور را خوب می‌بیند ولی نزدیک را خوب نمی‌بیند) برای تصحیح دوربینی یک عدسی محدب جلوی چشم می‌گذارند تا نور را بیشتر همگرا کرده تا تصویر جسم نزدیک روی شبکیه بیفتد. اما اگر کره چشم دراز شده و عدسی نتواند اجسام دور را با حداکثر تطابق (عدسی در نازک‌ترین حالت خود) تصویر جسم دور را روی شبکیه بیندازد، چشم دچار عیب نزدیک‌بینی است (نزدیک‌بینی یعنی نزدیک را خوب می‌بیند ولی دور را خوب نمی‌بیند) برای تصحیح نزدیک‌بینی یک عدسی مقعر جلوی چشم می‌گذارند تا نور را بیشتر واگرا کرده تا تصویر جسم دور روی شبکیه بیفتد. همچنین وقتی به دلیل تغییر شکل خود عدسی و یا قرنیه عدسی در یک راستا کشیده تر و یا فشرده‌تر شود، چشم در یک راستا تار و در یک راستا واضح می‌بیند. به این عیب آستیگماتیسم می‌گویند که با عدسی‌هایی که در یک راستا انحنا دارند ولی در یک راستای دیگر انحنا ندارند برطرف می‌شود.



چشم آستیگمات

بیشتر بدانید

حشرات به طور کلی دارای دو نوع چشم می‌باشند: ساده و مرکب

اگر به چشم مگس معمولی و یا سایر حشرات دقت کنید، متوجه می‌شوید که در سر او دو برآمدگی بزرگ و کروی دیده می‌شود. چشم‌های مرکب هر کدام حدوداً ازدو تا سی هزار واحد بینایی (عدسی) تشکیل شده‌است و هر چشم تصویرهای بسیاری (برابر با تعداد واحدهای بینایی) تشکیل می‌دهد. هر عدسی یک چشم مرکب، قسمت کوچکی ازدید حشره رادریافت می‌کند و مغز تصویر هر یک از عدسی‌ها را گرفته و تصویر بزرگ موزاییکی تشکیل می‌شود و حشره را قادر به تشخیص جزئی‌ترین حرکات پیرامون خود می‌کند. (مثل وقتی که شما قصد ضربه زدن به یک مگس را دارید.)

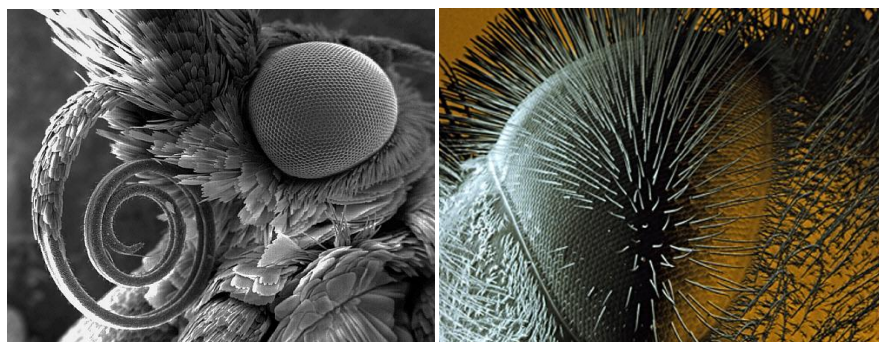


چشم مگس (برآمدگی‌های پوزمانند نقش پلک را برای حشره ایفا می‌کنند.)

چشم مرکب برای فاصله‌ی دور (۳ تا ۴ متر) و چشم ساده برای فاصله‌ی نزدیک (۲ تا ۵ سانتی‌متر) مورد استفاده قرار می‌گیرد. چشم ساده اغلب به تشخیص مقدار نور موجود در محیط (تاریکی و روشنایی) کمک می‌کند، اما قادر به درک تصویر نیست.

چشم‌های حشرات در مقایسه با انسان دارای حرکت نبوده و قابلیت فوکوس (تطابق) نیز ندارد.

پروانه‌ها که دارای دید نسبتاً بیشتری نسبت به سایر حشرات هستند، تا چند متر را می‌بینند در حالی که زنبوران فقط تا مسافت ۲۵ سانتیمتری خود را می‌بینند. البته حس بویایی حساس زنبور به آن درجبران این نقیصه کمک می‌کند. چشم مرکب در زنبور عسل به درک نور، رنگ و همین‌طور اشعه UV آفتاب کمک می‌کند.



چشم پروانه

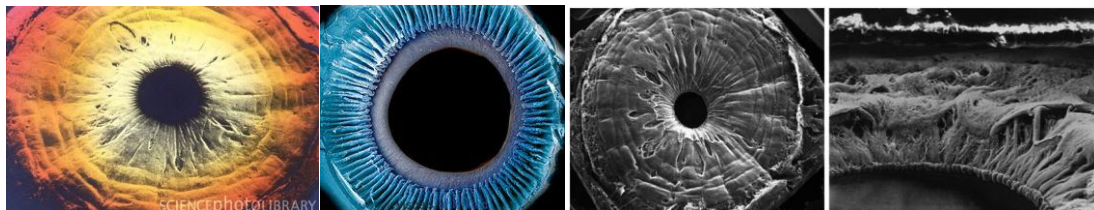
چشم زنبور عسل

بیشتر بدانید

پلک زدن اقدامی است که در طول روز بارها و بارها به صورت آگاهانه و یا بی اراده توسط انسان صورت می گیرد. دانشمندان معتقد هستند که انسان در طول روز در حدود ۱۵ هزار بار پلک می زند. این اقدام از آن جهت بسیار مهم است که در هر پلک زدن سطح چشم شما ضد عفونی شده و عوامل بیماری زایی که ممکن است بر روی سطح چشم شما وجود داشته باشند از بین می روند.



- چشم ها بعد از مغز، پیچیده ترین عضو بدن شما هستند.
- چشم ها بیش از ۲ میلیون بخش فعال دارند.
- چشم ها در شرایط مناسب و صحیح می توانند روشنایی یک منبع نور را در فاصله ۵/۲۲ کیلومتری تشخیص دهند.
- نزدیک به ۸۵ درصد کل معلومات شما از طریق چشم ها به دست می آید.
- چشم ها از ۶۵ درصد مسیرهای منتهی به مغز استفاده می کنند.
- چشم ها می توانند فوراً صدها ماهیچه و اندام را در بدن شما فعال کنند.
- در طی یک عمر طبیعی، چشم ها می توانند مانند یک دوربین، ۲۴ میلیون عکس از دنیای اطرافتان برای شما بگیرند.
- ماهیچه هایی که از داخل، چشم های شما را حرکت می دهند، قوی ترین عضلات برای این کار هستند. این عضلات ۱۰۰ برابر قوی تر از مقدار مورد نیاز هستند.
- کره چشم افراد بزرگسال حدود ۵/۲ سانتیمتر قطر دارد. از کل سطح کره چشم، فقط یک ششم آن یعنی قسمت جلویی آن در معرض دید قرار دارد.
- چشم ها تنها قسمتی از بدن هستند که می توانند در هر زمانی صد در صد فعال باشند، شب یا روز و بدون هیچ استراحتی.



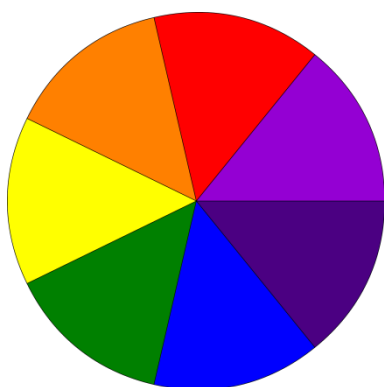
تصاویر مختلف از چشم انسان

۲) آیا اطراف خود را همان گونه که هست می بینیم؟

تا کنون به پره های یک پنکه ای در حال چرخش دقت کرده اید؟ مداد خود را از یک انتها بگیرید و مقابل چشمان خود به سرعت حرکت دهید. چه مشاهده می کنید؟

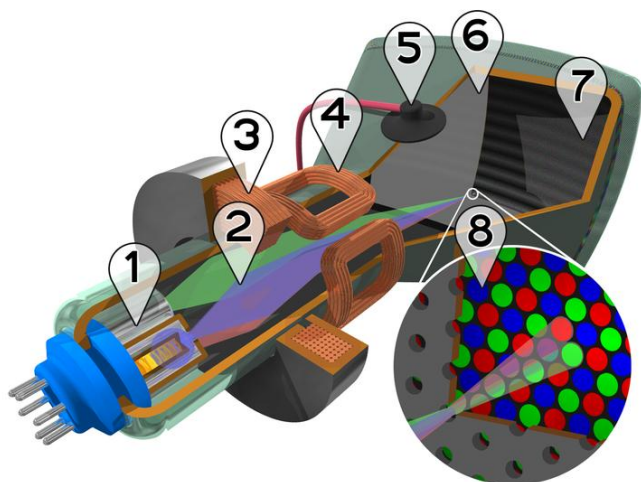
در سلول های شبکه پدیده ای به نام زمان تأخیر وجود دارد که باعث می شود یک سلول بعد از این که فعال شد و به مغز سیگنال فرستاد تا حدود یک پانزدهم ثانیه بعد، حتی اگر نور قطع یا عوض شده باشد، همچنان سیگنال قبلی را به مغز بفرستد.

فعالیت ۲: چرخ رنگی مانند شکل زیر را با سرعت جلوی چشمان خود بچرخانید. چه مشاهده می کنید؟ آیا می توانید علت این پدیده را توضیح دهید؟



چشم ما در ثبت و تشخیص اشیاء متحرک محدودیت دارد. این محدودیت در افراد مختلف متفاوت است. اگر چشم انسان را مانند یک دوربین فرض کنیم، این دوربین در هر ثانیه تعداد محدودی عکس می تواند بگیرد. در دنیای پیرامون ما پدیده های فراوانی مرتبط با این موضوع وجود دارد. در ادامه به چند مثال می پردازیم:

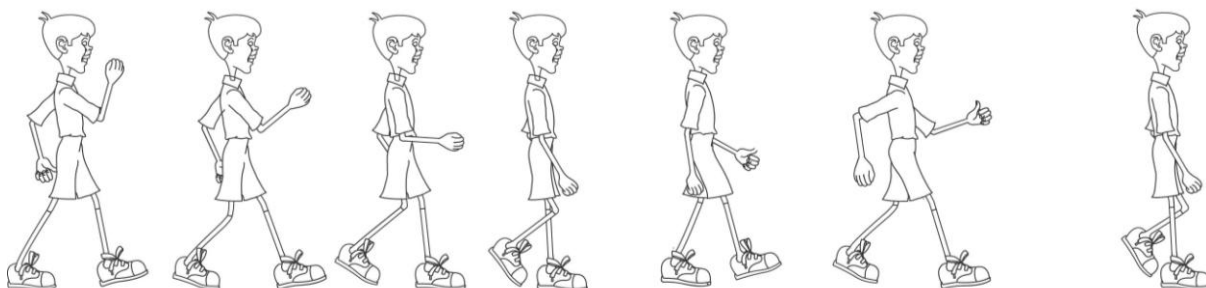
۱. **تلویزیون های CRT:** در این تلویزیون ها از یک لامپ پرتوی کاتدی برای نمایش تصویر استفاده می شود. به این صورت که توسط یک تفنگ الکترونی، باریکه ای از الکترون ها شتاب می گیرند و به صفحه ی تلویزیون که از یک ماده ی حساس به نور به نام فلورسنت پوشانده شده برخورد می کنند. این برخورد سبب روشن شدن آن ناحیه از صفحه تلویزیون می شود. در نتیجه در هر لحظه، تنها یک نقطه از صفحه روشن است. (می توان با عکس گرفتن از صفحه آن نقطه را پیدا کرد!) درون این تلویزیون ها با استفاده از میدان های الکتریکی و مغناطیسی، باریکه الکترون می تواند منحرف شود و نقاط مختلف صفحه را روشن کند. با توجه به این توضیحات، به نظر شما چگونه تصویر تشکیل می شود؟



برشی از یک لامپ اشعه کاتد: ۱- تفنگ الکترونیکی ۲- اشعه الکترون ها ۳- سیم پیچ کانونی ۴- سیم پیچ منکسر کننده ۵- اتصال اندی ۶- پوشانه جداکننده نور قرمز، سبز و آبی تصویر در حال نمایش ۷- لایه فسفری قرمز، سبز و آبی ۸- نمایشی از لایه داخلی صفحه تصویر که با فسفر پوشیده شده است.

۲. چرا وقتی پلک می‌زنیم، تصویر مقابل ما سیاه و دوباره تشکیل نمی‌شود؟ (بیشتر اوقات متوجه پلک زدن خود نمی‌شویم!)

۳. در مورد بسیاری از انیمیشن‌ها گفته می‌شود که ۲۴ فریم بر ثانیه هستند. این حرف چه معنایی دارد؟



به‌نظر شما دوربین‌های فیلم‌برداری چگونه کار می‌کنند؟

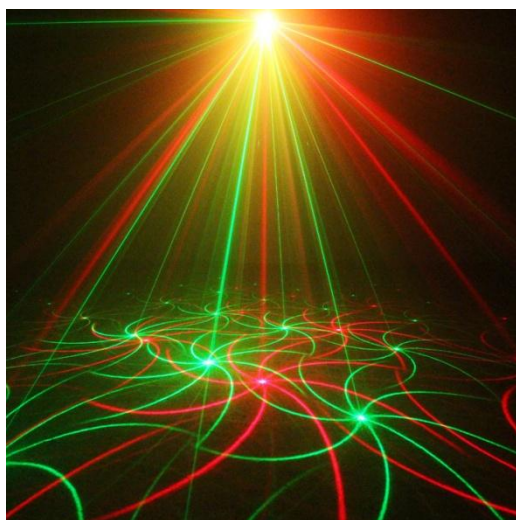
چرا برخی فیلم‌های قدیمی را سریع‌تر می‌بینیم؟

برخی از دوربین‌های پیشرفته وجود دارند که توانایی ضبط تصاویر تا سرعت‌های بیشتر از ۲۰۰۰۰ فریم بر ثانیه را دارند. چگونه فیلم‌های سرعت پایین با این دوربین‌ها تولید می‌شود؟ این فیلم‌ها چه ویژگی‌هایی دارند؟

۴. فعالیت ۳ : انیمیشن بسازید: در گوشه یک دفتر، تصاویر دنباله‌داری نقاشی کنید. گوشه‌ی دفتر را با سرعت یکنواخت ورق بزنید. چه مشاهده می‌کنید؟ سرعت ورق زدن چه تاثیری دارد؟

۷. فعالیت ۴ : رقص نور: یک قطعه کوچک آینه را بر روی یک موتور بچسبانید. موتور را روشن کنید و نور لیزر را به آینه بتابانید.

چه مشاهده می‌کنید؟ چرا؟



اگر نور لیزر را متناوب خاموش و روشن می‌کردیم چه اتفاقی می‌افتاد؟

لیزرهای نمایش رقص نور چگونه کار می‌کنند؟



۸. چرا هنگام عکاسی، بعضی از عکس‌ها تار می‌شوند؟

چگونه می‌توان از یک جسم متحرک یک تصویر پیوسته با دوربین ساخت؟