فصل سوم
از درون اتم چه خبر

از نظر تاریخی برای اولین بار در حدود ۲۰۰۰ سال پیش فیلسوفی یونانی به نام دموکریتوس اصطلاح اتم را به کار برد. او معتقد بود که همه‌ی مواد از ذرات کوچک و تجزیه‌ناپذیری به نام اتم ساخته شده‌اند. اتم در زبان یونانی به معنی تجزیه‌ناپذیر است. او اعتقادی به ساختار درونی برای اتم‌ها نداشت. به نظر وی تفاوت اتم‌های مواد مختلف در شکل آن‌ها بود. برای مثال مواد ترش اتم‌هایی با لبه‌های تیز و موادی مانند آب اتم‌های گرد دارند!

تئوری اتمی

تئوری اتمی دالتون

در اوایل قرن ۱۹ جان دالتون فرضیاتی در خصوص ساختار ماده و ذرات آن ارائه نمود که سبب شد دریچه‌ی جدیدی به شناخت ذرات سازنده‌ی ماده باز شود. امروزه مشخص شده که برخی از این فرضیات صحیح و برخی نادرست می‌باشند. خلاصه‌ی این فرضیات به شرح زیر است:

۱) تمام مواد از اتم ساخته شده‌اند. اتم‌ها ذراتی تجزیه‌ناپذیرند که نمی‌توان آن‌ها را به وجود آورد یا از میان برد.

۲) اتم‌های یک عنصر را نمی‌توان به یکدیگر یا به اتم‌های عنصرهای دیگر تبدیل نمود.

۳) اتم‌های یک عنصر از هر نظر کاملاً مشابه‌اند ولی اتم‌های عنصرهای مختلف از نظر جرم و حجم با یکدیگر متفاوت‌اند.

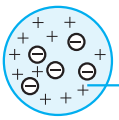
۴) اتم‌های مختلف می‌توانند با نسبت‌های خاصی با یکدیگر ترکیب شوند. این بند از تئوری اتمی دالتون بیانگر یکی از قوانین مهم علم شیمی به نام قانون نسبت‌های معین می‌باشد. طبق این قانون مواد مختلف در طی واکنش‌های شیمیایی با نسبت‌های ثابتی با هم واکنش می‌دهند.

به نظر دالتون اتم‌ها کروی شکل و شبیه گوی‌های توپُر و ساچمه‌مانند می‌باشند که فاقد ساختار درونی هستند. با کمک تئوری اتمی دالتون نمی‌توان پدیده و مفاهیمی همچون وجود بار الکتریکی، یون، رادیواکتیو، هسته‌ی اتم، الکترولیز و ... را تفسیر نمود.

مدل اتمی تامسون

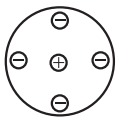
در سال ۱۸۹۷ جوزف تامسون با کمک شاگردان خود آزمایش اشعه‌ی کاتدی را با استفاده از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی طراحی و اجرا نمود و از این طریق برای اولین بار به وجود ذرات منفی در اتم‌ها پی برد.

تامسون بیان داشت در تمام مواد ذراتی با بار الکتریکی منفی وجود دارد که الکترون نامیده شده‌اند. همان‌گونه که کشمش‌های یک کیک کشمشی در خمیر کیک پراکنده‌اند، الکترون‌ها نیز در خمیری از بارهای مثبت در دورن اتم پراکنده‌اند. به همین دلیل مدل اتمی تامسون را مدل کیک کشمشی یا هندوانه‌ای نامیده‌اند. تامسون معتقد بود از آن‌جا که اتم‌ها خنثی هستند باید ذراتی با بار مثبت نیز در اتم‌ها وجود داشته باشد که تعداد آن‌ها با الکترون‌ها برابر است. البته تامسون بارهای مثبت اتم را بدون جرم در نظر گرفته بود!

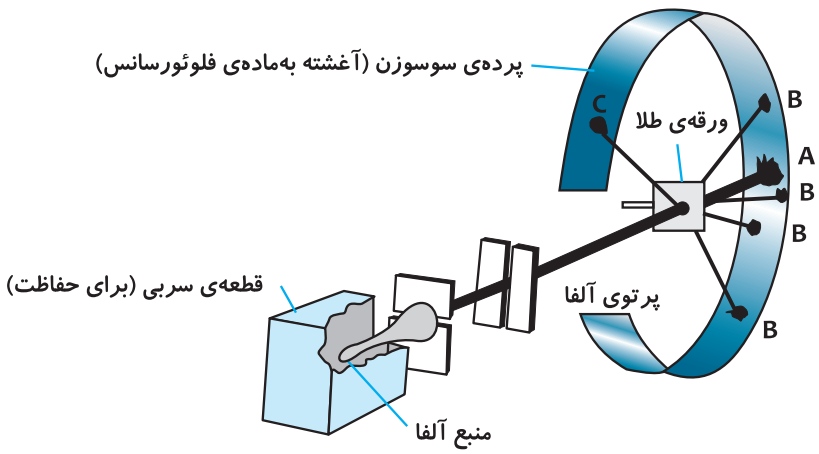


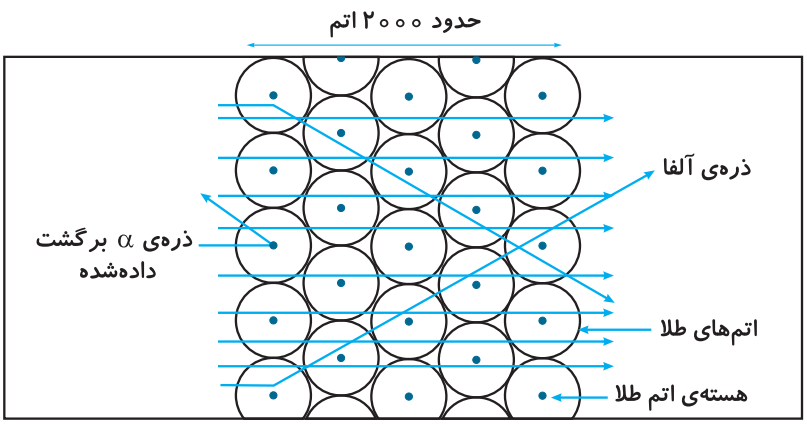
خمیری از بارهای مثبت

مدل اتمی رادرفورد (مدل محاصره‌ای)



در سال ۱۹۱۰ فیزیکدان نیوزیلندی به نام ارنست رادرفورد با کمک پرتوهای رادیواکتیو (ذرات آلفا) آزمایشی با ورقه‌ی بسیار نازک از طلا انجام داد و از این طریق ثابت نمود که ذراتی با بار مثبت در اتم وجود دارد. رادرفورد براساس نتایج به دست آمده از آزمایش ورقه‌ی طلا بیان داشت که اتم دارای هسته‌ی کوچکی است که بیشتر جرم اتم در آن متمرکز است و در مرکز اتم قرار دارد. هسته دارای بار الکتریکی مثبت و شامل ذراتی مثبت به نام پروتون می‌باشد. هسته به وسیله‌ی الکترون‌ها محاصره شده است و حجم آن در مقایسه با حجم اتم بسیار کوچک است بنابراین بیشتر حجم اتم را فضای خالی تشکیل می‌دهد.

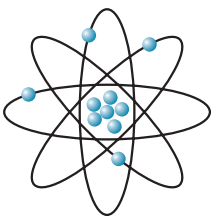




مدل اتمی رادرفورد به راحتی دلیل خنثی‌بودن اتم را تفسیر نمود ولی این مدل از اثبات مقدار جرم اتم‌ها ناتوان بود.

در واقع دانشمندان دریافتند که مجموع جرم الکترون‌ها و پروتون‌های سازنده‌ی اتم با جرم اتم برابر نیست. این مشکل ادامه داشت تا این‌که در سال ۱۹۳۲ جیمز چادویک وجود ذراتی خنثی و هم‌جرم پروتون را در هسته‌ی اتم اثبات نمود. چادویک این ذرات را نوترون نامید.

مدل اتمی بور (مدل سیاره‌ای یا منظومه‌ی شمسی)



در مدل رادرفورد این مشکل وجود دارد که احتمال سقوط الکترون‌ها بر روی هسته‌ی اتم (در اثر جذب الکترون‌ها توسط هسته) وجود دارد. نیلز بور دانشمند دانمارکی دو سال پس از رادرفورد مدل جدیدتری به نام مدل سیاره‌ای را ارائه نمود. طبق این مدل، همان‌گونه که سیارات منظومه‌ی شمسی در مدارهای خاصی با فواصل خاص و مشخص به دور خورشید در گردش‌اند، الکترون‌ها نیز در مدارهای دایره‌ای‌شکل در حال گردش به دور هسته می‌باشند. به نظر بور الکترون‌هایی که در فواصل مختلفی در حال گردش به دور هسته می‌باشند انرژی‌های متفاوتی دارند. حرکت سریع الکترون‌ها به دور هسته و در فواصل مشخص، مشکل سقوط الکترون به روی هسته را برطرف نمود.

مدل لایه‌ای (ابر الکترونی یا اوربیتالی)

این مدل کامل‌ترین و جدیدترین مدل ارائه شده در خصوص ساختار اتم می‌باشد که به آن مدل کوانتومی نیز گفته می‌شود. در این مدل نیز همچون مدل‌های قبلی وجود هسته و تمرکز جرم اتم در هسته و هم‌چنین حرکت الکترون‌ها در اطراف هسته مورد قبول می‌باشد ولی حرکت الکترون‌ها در اطراف هسته را در فضایی ابرمانند در نظر می‌گیرد. این فضای ابرمانند اوربیتال نامیده می‌شود. در این مدل الکترون‌ها با سرعت بسیار زیادی در لایه‌هایی در اطراف هسته در حرکت‌اند، به گونه‌ای که محل دقیق آن‌ها را نمی‌توان مشخص نمود بلکه فضایی که بیشترین احتمال حضور الکترون در آن وجود دارد مشخص است. فضایی که الکترون‌ها در آن در گردش‌اند، قطری در حدود ۱۰۰۰۰ برابر هسته‌ی اتم دارد. این مدل براساس فیزیک کوانتومی بنا شده و در سال ۱۹۲۶ به نام شرودینگر اتریشی ثبت شده است.

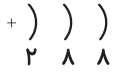
از آن‌جا که ترسیم شکل اتم با کمک مدل امروزی دشوار است، کماکان برای نمایش اتم از مدل بور استفاده می‌شود. همان‌گونه که ذکر شد در مدل بور الکترون‌ها در مدارهای خاص با انرژی‌های متفاوت در حال گردش به دور هسته می‌باشند. حداکثر تعداد لایه‌های الکترونی اطراف اتم ۷ عدد می‌باشد. حداکثر تعداد الکترونی که می‌تواند در هر مدار قرار بگیرد از رابطه‌ی $2n^2$ به دست می‌آید که در آن n شماره‌ی لایه می‌باشد.

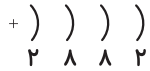
$n=1$	(نزدیک‌ترین لایه به هسته)	$2\times1^2=2$
$n=2$		$2\times2^2=8$
$n=3$		$2\times3^2=18$
$n=4$		$2\times4^2=32$

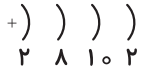
نحوه‌ی قرارگیری الکترون‌ها در سطوح انرژی مختلف اطراف هسته را آرایش الکترونی می‌نامند. به طور کلی می‌توان گفت نحوه‌ی قرارگیری و پُرشدن لایه‌های اطراف هسته به ترتیب افزایش سطح انرژی می‌باشد. با قرارگیری ۲ الکترون در لایه‌ی اول، الکترون‌های بعدی به لایه‌ی دوم می‌روند تا زمانی که ۸ الکترون ظرفیت این لایه در ترازهای فرعی آن پر شود. سپس الکترون‌ها وارد لایه‌ی سوم می‌شوند. طبق قاعده‌ای به نام قاعده‌ی هشتایی، لایه‌ی آخر یک اتم حداکثر می‌تواند ۸ الکترون داشته باشد. به همین دلیل با پُرشدن ۸ الکترون لایه‌ی سوم، الکترون بعدی به لایه‌ی چهارم می‌رود.

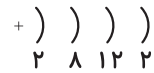
به مثال‌های زیر توجه کنید:

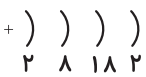
منیزیم (دارای ۱۲ الکترون)

آرگون (دارای ۱۸ الکترون) 

کلسیم (دارای ۲۰ الکترون) 

تیتانیم (دارای ۲۴ الکترون) 

کروم (دارای ۲۴ الکترون) 

روی (دارای ۳۰ الکترون) 

همان‌گونه که دریافتید اتم‌ها از ذرات بسیار کوچکی ساخته شده‌اند که آن‌ها را ذرات زیراتمی یا ذرات بنیادی (اصلی) می‌نامند. این ذرات شامل الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌ها می باشند. الکترون‌ها ذراتی با بار منفی و پروتون‌ها دارای بار مثبت و نوترون‌ها خنثی می‌باشند. به نظر دانشمندان نقش نوترون‌ها پایداری هسته‌ی اتم و جلوگیری از متلاشی‌شدن آن می‌باشد. بیشتر جرم اتم (حدود ٪۹۹/۹۷) که در مرکز اتم قرار دارد، مربوط به پروتون‌ها و نوترون‌هایی می‌باشد که در هسته‌ی اتم قرار دارند در حالی که قطر هسته‌ی اتم حدود $\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰}$ قطر اتم می‌باشد.

بیشتر حجم اتم به وسیله‌ی الکترون‌ها اشغال شده، در حالی که در جرم اتم تأثیر چندانی ندارند. در جدول زیر ویژگی‌های ذرات بنیادی اتم‌ها با یکدیگر مقایسه شده است:

نام ذره	بار الکتریکی نسبی	بار الکتریکی مطلق (C)	جرم نسبی (نسبت به الکترون)	جرم (گرم)	موقعیت در اتم
پروتون	+۱	$+۱/۶۰۲۱۸\times۱۰^{-۱۹}$	۱۸۳۶	$۱/۶۷۲۶۲\times۱۰^{-۲۴}$	داخل هسته
نوترون	۰	۰	۱۸۳۹	$۱/۶۷۴۹۳\times۱۰^{-۲۴}$	داخل هسته
الکترون	−۱	$-۱/۶۰۲۱۸\times۱۰^{-۱۹}$	۱	$۹/۱۰۹۳۹\times۱۰^{-۲۸}$	اطراف هسته

واحد بار الکتریکی کولن می‌باشد ولی از آن‌جا که مقدار بار الکتریکی بسیار کم است و از طرفی عامل باردارشدن یک اتم از دست دادن یا گرفتن الکترون است، بار نسبی دیگر ذرات اتم نسبت به بار الکترون سنجیده می‌شود. در مورد جرم ذرات نیز این‌گونه است. جرمِ کم ذرات بنیادی اتم باعث شده تا در محاسبات از جرم نسبی (جرم ذره نسبت به جرم الکترون) استفاده شود.

عدد اتمی (Z)

مجموع تعداد پروتون‌های یک اتم را عدد اتمی می‌نامند. عدد اتمی همچون شناسنامه‌ی یک عنصر می‌ماند. امروزه اتم‌های عناصر مختلف براساس عدد اتمی در جدول تناوبی عنصرها جای گرفته‌اند.

عدد جرمی (A)

مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم را عدد جرمی آن اتم می‌نامند. تمام اتم‌های یک عنصر عدد اتمی یکسانی دارند (ولی ممکن است عدد جرمی متفاوتی داشته باشند). $A = Z + N$

لازم به ذکر است برای سهولت نمایش، به طور قراردادی عدد اتمی در گوشه‌ی سمت چپ، پایین نماد شیمیایی اتم و عدد جرمی در گوشه‌ی سمت چپ بالای نماد شیمیایی عنصر نوشته می‌شود.

اتم سدیم دارای ۱۱ پروتون و ۱۲ نوترون است. بنابراین عدد اتمی سدیم ۱۱ و عدد جرمی آن ۲۳ است.

در اتمی خنثی ۳۰ الکترون وجود دارد اگر تعداد ذرات درون هسته‌ی این اتم ۵۸ عدد باشد تعداد نوترون‌های این اتم چه‌قدر است؟ (در اتم خنثی تعداد الکترون با عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) برابر است.) $Z = e$

$Z = ۳۰$

$A = Z + N = ۵۸ \Rightarrow ۵۸ = ۳۰ + N \Rightarrow N = ۲۸$

اگر تعداد نوترون‌های اتمی ۴ عدد بیشتر از پروتون‌هایش باشد، تعداد ذرات بنیادی این اتم در حالت خنثی برحسب Z چه‌قدر خواهد بود؟

$N = Z + ۴ \ , \ e = Z \ , \ A + e =$ تعداد کل ذرات

$= \overbrace{Z + N} + e \Rightarrow Z + (Z + ۴) + Z = \boxed{۳Z + ۴}$

نمادهای شیمیایی

برای اولین بار دالتون برای نمایش اتم‌هایی که در زمان خود شناخته شده بود، از نمادهای ترسیمی به شکل دایره استفاده نمود. به این معنی که هر نوع اتم را با شکل خاصی نمایش داد. برخی از این نمادها در زیر آمده است:

همان‌گونه که می‌دانید استفاده از این نمادهای ترسیمی کاری دشوار است. خصوصاً وقتی که بخواهیم ترکیبات مختلف با اتم‌های متنوع و زیاد را نمایش دهیم. علاوه بر آن یادگیری این نمادها نیز دشوار است. برای اولین بار دانشمندی به نام برسیلیوس از نمادهای ویژه‌ای برای نمایش اتم‌ها استفاده نمود که نماد شیمیایی نام گرفت. نماد شیمیایی هر عنصر یک یا دو حرف از نام لاتین آن عنصر می‌باشد. (حرف دوم لزوماً حرف دوم نام لاتین نیست) به گونه‌ای که در نمادهای دوحرفی، حرف اول بزرگ و حرف دوم کوچک نوشته می‌شود.

سدیم = Natrium (Na)

کلسیم = Calcium (Ca)

کربن = Carbon (C)

پتاسیم = Kalium (K)

فلوئور = Fluorine (F)

اکسیژن = Oxygen (O)

کلر = Chlorine (Cl)

فسفر = Phosphorus (Ph)

فصل چهارم
تنظیم عصبی

دستگاه عصبی بدن انسان از پیچیده‌ترین دستگاه‌های بدن موجودات زنده محسوب می‌گردد. هرگونه فعالیتی در بدن، نیاز به همکاری و هماهنگی بخش‌های مختلف بدن با یکدیگر و هم‌چنین با محیط اطراف دارد. هنگام فعالیت بدنی، ماهیچه‌ها سریع‌تر منقبض می‌شوند، ضربان قلب افزایش می‌یابد، تعداد حرکات تنفسی زیاد می‌شود، تولید گرما و مواد زائد افزایش می‌یابد و در نتیجه فعالیت غدد عرق برای دفع مواد زائد و خنک‌شدن، بیشتر می‌شود و ....

مثال قبل، تنها مثالی ساده از هماهنگی بخش‌های مختلف بدن با یکدیگر است. منظور از هماهنگی پاسخ مناسبی است که بدن به تغییر شرایط محیط داخلی و خارجی بدن می‌دهد. به طور کلی، می‌توان وظیفه‌ی دستگاه عصبی را **کنترل، هماهنگی و برقراری** ارتباط بین بخش‌های مختلف بدن دانست. تنظیم دستگاه‌های بدن به وسیله‌ی دستگاه عصبی و سیستم هورمونی انجام می‌گیرد.

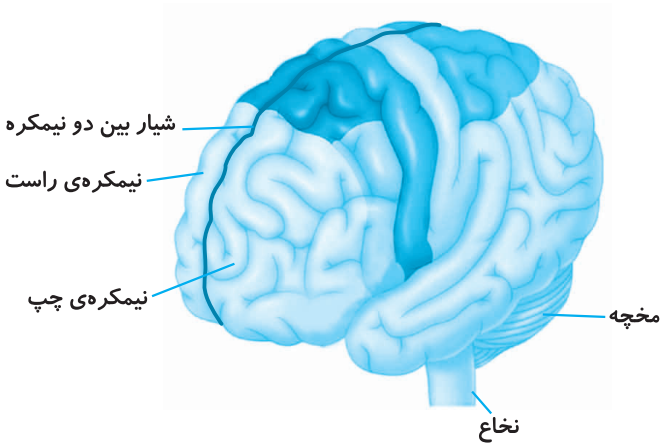
دستگاه عصبی

- دستگاه عصبی مرکزی: شامل مغز و نخاع است که وظیفه‌ی کنترل فعالیت‌های ارادی و غیرارادی بدن و دریافت و تفسیر پیام‌های محیطی و ارائه‌ی پاسخ به آن‌ها را برعهده دارد.
- دستگاه عصبی محیطی: مسئول برقراری ارتباط بین بخش‌های مختلف دستگاه عصبی مرکزی و اندام‌های بدن است و شامل اعصاب حسی، حرکتی و مختلط (حسی و حرکتی) می‌باشد.

دستگاه عصبی مرکزی

۱ مغز

شامل بخش‌های مختلفی همچون مخ، تالاموس، هیپوتالاموس، مخچه و ساقه‌ی مغز است. مغز و نخاع درون سه پرده قرار دارند که مجموعاً مننژ نامیده می‌شوند و مسئول محافظت از آن‌هاست. اعصاب متصل به مغز ۱۲ جفت هستند.

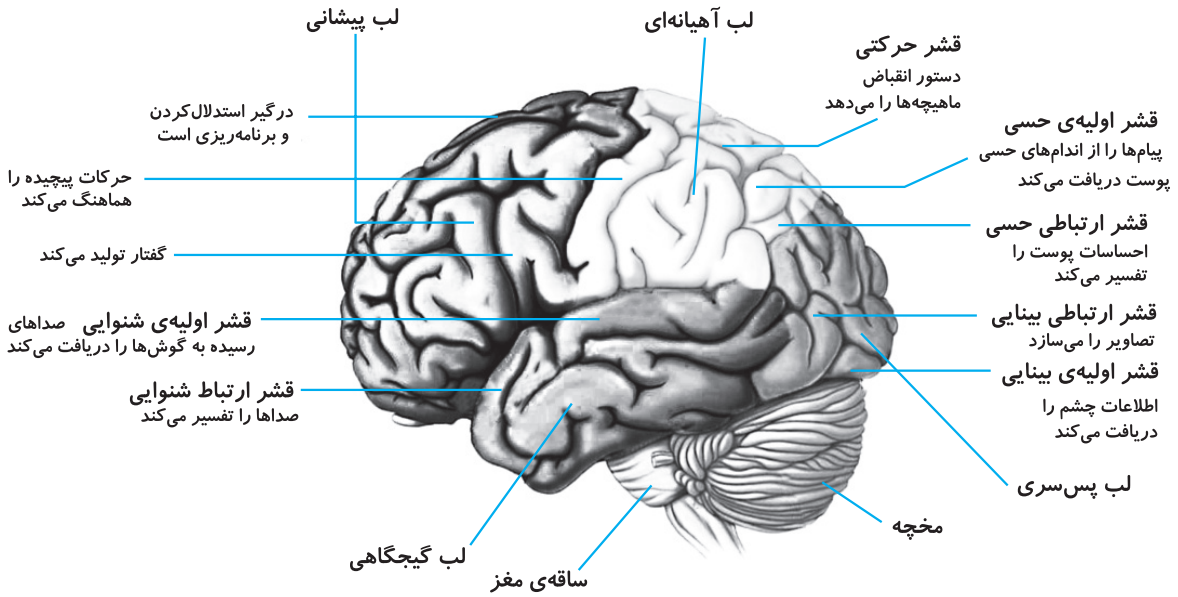


الف مخ: بزرگ‌ترین بخش مغز، مخ نام دارد که از دو نیمکره‌ی راست و چپ تشکیل شده است. به‌طور کلی، نیمکره‌ی راست فعالیت‌های هنری همچون درک موسیقی، نقاشی و درک سه‌بعدی و نیمکره‌ی چپ فعالیت‌های ریاضی، منطق و علمی را کنترل می‌کنند.

نیمکره‌ی راست فعالیت‌های سمت چپ بدن و نیمکره‌ی چپ فعالیت‌های سمت راست بدن را تحت کنترل دارند. ولی می‌توانند به طور مشترک نیز با هم همکاری داشته باشند. برای مثال می‌توانیم دست راست و چپ خود را هم‌زمان حرکت دهیم.

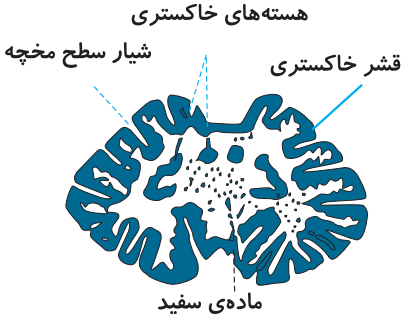
مخ دارای ۲ بخش سطحی و عمقی است. قسمت سطحی مخ خاکستری رنگ است و قشر مخ نام دارد. قشر مخ دارای چین‌خوردگی‌های زیادی است که موجب افزایش سطح این قسمت می‌شود (تا بتواند سلول‌های عصبی بیشتری داشته باشد).

وظایف کلی قشر مخ:
- بررسی و تجزیه و تحلیل پیام‌های حسی و ارائه‌ی پاسخ
- کنترل حرکات ارادی
- اعمال پیچیده‌ی ذهنی مانند تفکر، حافظه، تصمیم‌گیری، خلاقیت و ...
- شخصیت



- **تالاموس:** تالاموس‌ها به صورت هسته‌ی خاکستری رنگ تخم‌مرغی‌شکل و قرینه در درون نیمکره‌ی مخ قرار دارند. هر یک از پیام‌های حسی به‌جز پیام‌های بویایی قبل از آن‌که به قشر مخ برسند، به یکی از هسته‌های تالاموس می‌روند؛ به همین دلیل، می‌توان گفت تالاموس یک مرکز دریافت، تقویت و انتقال پیام‌های حسی است.
- **هیپوتالاموس:** هیپوتالاموس هسته‌های خاکستری متعددی دارد که سلول‌های عصبی آن‌ها اعمال حیاتی همچون تنظیم رفتارهای مربوط به گرسنگی و تشنگی، سوخت و ساز مواد غذایی، تنظیم گرمای بدن، و تنظیم اعمال غده‌های ترشح‌کننده‌ی هورمون را در کنترل دارند.

ب مخچه: مخچه دومین ساختار بزرگ مغز می‌باشد که پشت ساقه‌ی مغز واقع است و از دو نیمکره که در وسط آن‌ها بخشی به نام کرمینه قرار دارد، تشکیل شده است. مخچه مرکز هماهنگی و یادگیری حرکات لازم برای تنظیم حالت بدن و تعادل آن است. مخچه برای این‌کار اطلاعاتی را از ماهیچه‌ها، مفصل‌ها، پوست، چشم‌ها و گوش‌ها دریافت می‌کند. علاوه بر آن، بخش‌هایی از مغز و نخاع که مربوط به حرکات بدن هستند، پیام‌هایی را به مخچه ارسال می‌کنند.



آسیب مخچه سبب می‌شود تا فرد توانایی حرکات دقیق مانند چکش‌زدن روی میخ یا راه‌رفتن روی خط مستقیم را از دست بدهد و هنگام راه‌رفتن تلوتلو بخورد.

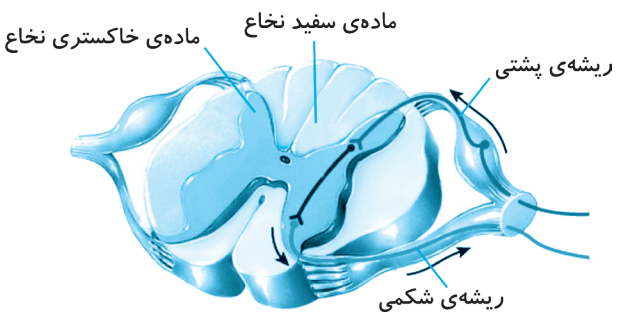
ج **ساقه‌ی مغز:** ساقه‌ی مغز در بخش پایینی مغز قرار دارد و شامل بخش‌هایی است که از یک سمت به نخاع و از سمت دیگر به نیمکره‌های مخ و مخچه منتهی می‌شوند. ساقه‌ی مغز شامل مغز میانی، پل مغزی و بصل‌النخاع است.

بصل‌النخاع در بالای نخاع و در پایین‌ترین بخش مغز قرار دارد. بصل‌النخاع نقش ارتباطی بین مغز و نخاع را دارد. تعداد زیادی از رشته‌های عصبی و حرکتی در بصل‌النخاع متقاطع شده و به سمت دیگر بدن می‌روند. این مسئله سبب می‌شود تا بخش‌های سمت راست بدن تحت کنترل نیمکره‌ی چپ مخ و بخش‌های سمت چپ بدن تحت کنترل نیمکره‌ی راست مخ باشند. مراکز عصبی مهمی مانند سلول‌های عصبی تنظیم‌کننده‌ی اعمال دستگاه‌های گوارش و ضربان قلب و تنفس در بصل‌النخاع قرار دارند.

۲ نخاع

نخاع درون ستون مهره‌ها جای دارد. قطر نخاع حدود ۱ سانتی‌متر و طول آن حدود ۴۵ سانتی‌متر است. رنگ سطح خارجی آن سفید و بخش مرکزی آن خاکستری است. در وسط نخاع، مجرایی حاوی مایعی به نام مایع مغزی نخاعی وجود دارد و بخش سفید نخاع رشته‌های عصبی را شامل می‌شود که پیام‌های عصبی را به سمت مغز می‌برند و یا دستورات مغز را به اندام‌های پایینی می‌رسانند. این رشته‌ها پیام‌های حسی دست‌ها، پاها، تنه و گردن را به مغز می‌برند و پیام‌های حرکتی مغز را به عضلات آن‌ها منتقل می‌کنند. تارهایی که پیام‌های عصبی را از اندام‌ها به نخاع می‌آورند از بخش پشتی وارد نخاع می‌شوند (ریشه‌های پشتی نخاع). تارهای عصبی حرکتی نیز از سطح شکمی نخاع خارج می‌شوند.

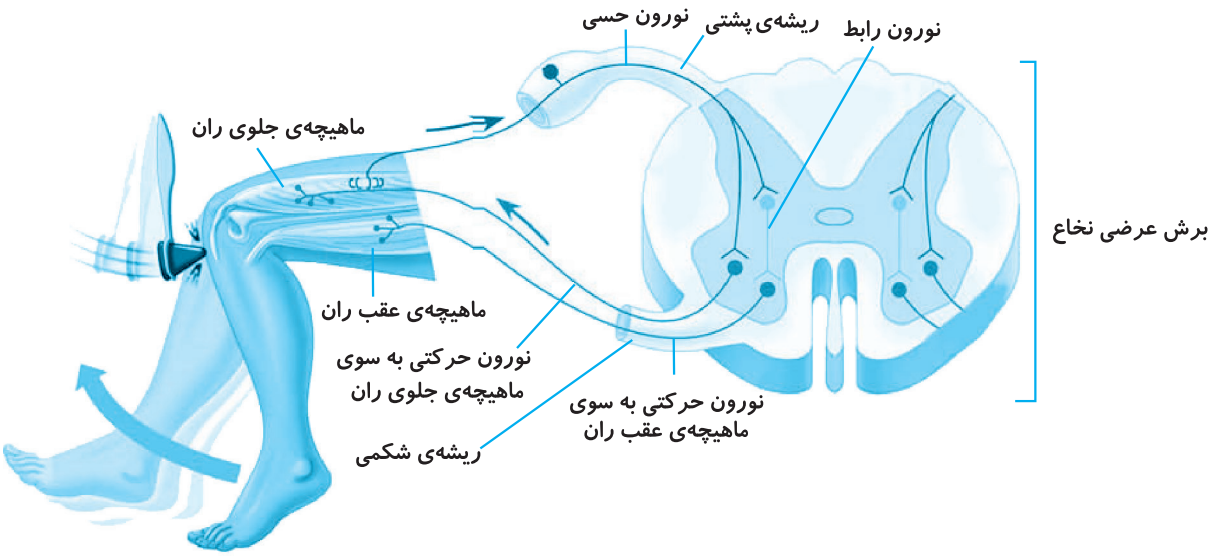
هر عصب نخاعی دارای دو نوع تار حسی و حرکتی است. در مجموع ۳۱ جفت عصب به صورت قرینه از سمت چپ و راست نخاع خارج می‌شوند.



وظایف نخاع:
- برقراری ارتباط بین مغز و اندام‌ها
- کنترل اعمال انعکاسی نخاعی

● **اعمال انعکاسی:** اعمال انعکاسی اعمالی هستند که به صورت غیرارادی و سریع، بدون نیاز به تفکر و یادگیری و اغلب در جهت حفاظت از بدن انجام می‌شوند. مرکز برخی انعکاس‌ها در نخاع و برخی دیگر در نواحی عصبی بالاتر است. هر انعکاس از گیرنده تا اندام عمل‌کننده دارای یک مسیر عصبی به نام قوس انعکاس می‌باشد. انعکاس‌های نخاعی تحت تأثیر پیام‌هایی است که از مغز به آن وارد می‌شود.

در انعکاس زردپی زانو وقتی پاها در وضعیتی مانند شکل آویزان است، اگر به زردپی زیر زانو ضربه‌ای وارد شود، پا ناگهان به سمت جلو حرکت می‌کند. پزشک با انجام این آزمایش سالم بودن مسیر انعکاس و نیز میزان اضطراب فرد را بررسی می‌کند. هر چه میزان اضطراب فرد بیشتر باشد، پا سریع‌تر و بیشتر بالا می‌آید. پیام حسی توسط عصب حسی وارد نخاع شده و از طریق نورون رابط به نورون حرکتی منتقل می‌گردد و دستور انقباض به ماهیچه‌های ران فرستاده می‌شود. پلک‌زدن، عطسه و سرفه مثال‌های دیگری از اعمال انعکاسی هستند.



دستگاه عصبی محیطی

همان‌گونه که قبلاً ذکر شد، این بخش از دستگاه عصبی مسئول برقراری ارتباط بین دستگاه عصبی مرکزی و اندام‌های بدن است و شامل دو بخش اعصاب پیکری و اعصاب خودمختار می‌باشد.

۱ اعصاب پیکری: پیام‌های حسی را از پوست، ماهیچه‌ها و مفصل‌ها دریافت می‌کنند و به دستگاه عصبی مرکزی می‌فرستند و پیام‌های حرکتی ارادی را در جهت عکس پیام‌های حسی به ماهیچه‌های اسکلتی می‌برند.

۲ دستگاه عصبی خودمختار: پیام‌های حسی را از اندام‌های داخلی بدن (قلب، غدد و ...) به دستگاه عصبی مرکزی می‌برند و در جهت مخالف، پیام‌های حرکتی را به این اندام‌ها می‌رسانند. دستگاه عصبی خودمختار برخی از اعمال غیرارادی بدن را در کنترل دارد. دستگاه عصبی خودمختار خود شامل دو بخش اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک است. اعصاب سمپاتیک بیشتر در مواقع اضطراری عمل می‌کنند و عکس‌العمل‌های گسترده‌ای همچون افزایش ضربان قلب و تنفس را در مواقع جنگ و گریز سبب می‌شوند. اعصاب پاراسمپاتیک در مجموع سبب استراحت اندام‌ها می‌شوند. کاهش ضربان قلب و تنفس و کم‌شدن قطر مردمک مثال‌هایی از این اعمال هستند. به‌طور کلی، اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک عکس یکدیگر عمل می‌کنند.

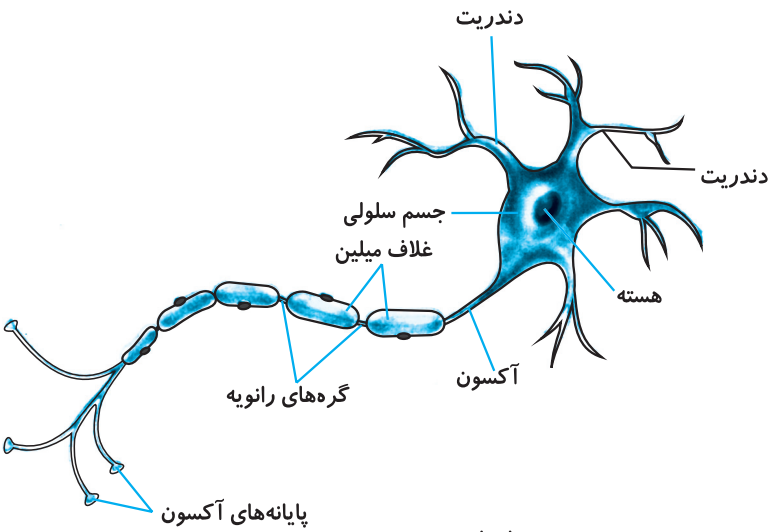
سلول‌های بافت عصبی

۱ نورون‌ها ۲ سلول‌های نوروگلیا (سلول‌های پشتیبان)

۱ نورون‌ها

بافت عصبی از سلول‌های تخصص‌یافته‌ای به‌نام نورون تشکیل شده است. اندازه و شکل نورون‌ها گوناگون است ولی در تمام آن‌ها سه بخش به نام‌های جسم سلولی، دندریت و آکسون وجود دارد.

دندریت‌ها و آکسون‌ها دنباله‌های سیتوپلاسمی طویل‌شده‌ی نورون‌ها هستند. دندریت‌ها پیام عصبی را به جسم سلولی می‌آورند. جسم سلولی حاوی هسته و اندامک‌ها است. آکسون‌ها نیز پیام عصبی را از جسم سلولی خارج ساخته، به نورون‌های دیگر یا اندام‌های واکنش‌دهنده می‌رسانند.

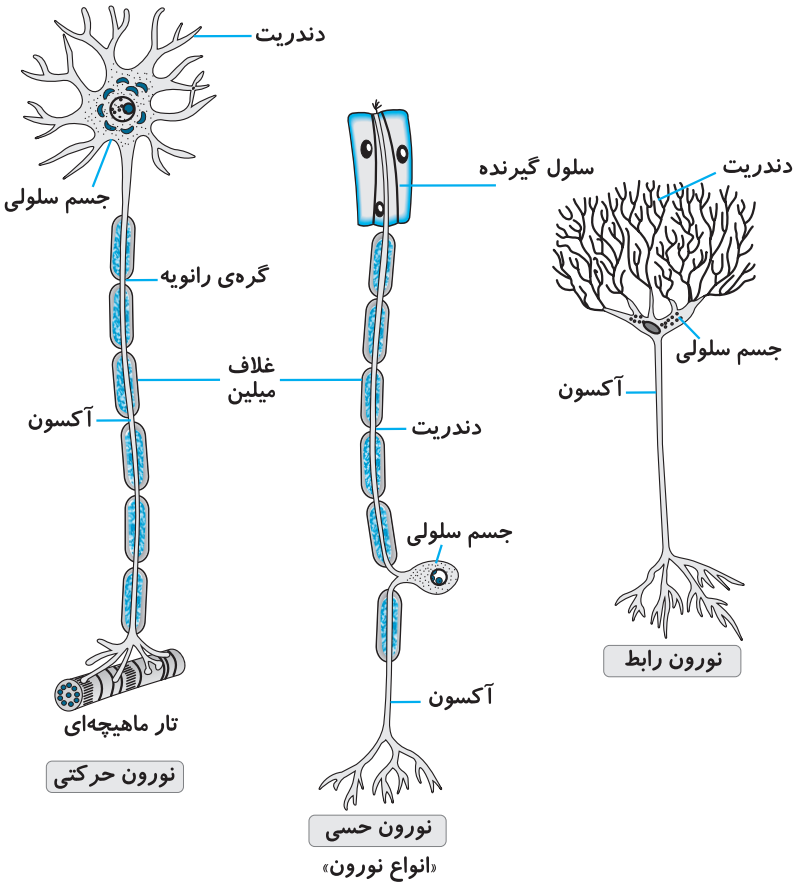


ساختار نورون

مسیر پیام‌های عصبی همواره از دندریت به سمت جسم سلولی و از جسم سلولی به آکسون است. آکسون بسیاری از نورون‌ها از لایه‌ای به نام میلین پوشیده شده است. غلاف میلین در دستگاه عصبی مرکزی به وسیله‌ی سلول‌های نوروگلیا ساخته می‌شوند. در دستگاه عصبی محیطی، سلول‌هایی به نام شوان که توسط سلول‌های نوروگلیا به وجود می‌آیند آکسون (یا دندریت) را احاطه می‌کنند و به صورت لایه‌های متحدالمرکز آن را فرا می‌گیرند و غلافی به نام غلاف میلین را به وجود می‌آورند. در محل‌هایی به نام گره‌ی رانویه، غشای نورون فاقد میلین است. پوشش میلین سبب می‌شود تا جریان عصبی هنگام هدایت در امتداد آکسون از یک گره رانویه به گره دیگر بجهد و در نتیجه سرعت هدایت پیام افزایش یابد. سرعت هدایت پیام در امتداد آکسون‌های بدون میلین ۰/۵ متر در ثانیه و در آکسون‌های میلین‌دار حدود ۲۰۰ متر در ثانیه است.

انواع نورون‌ها از نظر عملی که انجام می‌دهند

نوع نورون	ویژگی ساختاری	وظیفه
حسی	دندریت بلند و آکسون کوتاه	انتقال اطلاعات از اندام‌های حسی به مراکز عصبی
حرکتی	آکسون بلند و دندریت کوتاه	انتقال فرمان‌های مراکز عصبی به اندام‌های عمل‌کننده
رابط	دندریت کوتاه، آکسون کوتاه یا بلند	رابط بین نورون‌های حسی و حرکتی و مراکز عصبی (اکثر نورون‌های دستگاه عصبی مرکزی)



«انواع نورون»

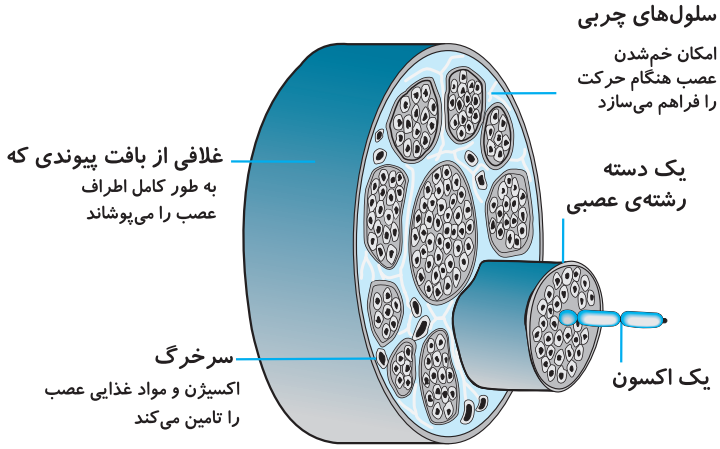
انواع نورون‌ها براساس شکل

۱ نورون‌های یک‌قطبی: دارای یک دندریت و یک آکسون هستند و از یک نقطه‌ی جسم سلولی خارج می‌شوند.

۲ نورون‌های دوقطبی: دارای یک دندریت و یک آکسون و از دو نقطه‌ی جسم سلولی خارج می‌شوند.

۳ نورون‌های چندقطبی: چند دندریت و یک آکسون دارند.

● **تار عصبی و عصب:** به آکسون‌ها یا دندریت‌های طویل، رشته یا تار عصبی می‌گویند. تارهای عصبی به‌وسیله‌ی بافت پیوندی احاطه شده‌اند و عصب را تشکیل می‌دهند. در واقع، هر عصب اجتماعی از تارهای عصبی است، بنابراین می‌تواند شامل آکسون‌ها، دندریت‌ها و یا هر غلاف بیرونی عصب متشکل از رگ‌های خونی است و با چربی محافظت شده است.



فصل یازدهم
کانی‌ها

کانی چیست؟

واژه‌ی کانی از کلمه‌ی فارسی «کان» گرفته شده است و در زبان عربی به آن معدن گفته می‌شود. کانی‌ها به مواد طبیعی جامد متبلور و غیرآلی اطلاق می‌شود که ترکیب شیمیایی نسبتاً ثابتی دارند. با وجود آن‌که طبق تعریف، موجودات زنده نقشی در به وجود آمدن کانی‌ها ندارند ولی برخی زمین‌شناسان زغال‌سنگ را جزو کانی‌ها محسوب می‌کنند. با توجه به تعریف کانی موادی مانند آب، جیوه (چون جامد نیستند)، شیشه (چون غیرمتبلور و غیرطبیعی است) و حتی مروارید در گروه کانی‌ها جای نمی‌گیرند، در حالی که ماده‌ای مانند یخ جزء کانی‌ها محسوب می‌شود.

سنگ‌ها مجموعه‌ای از یک یا چند کانی می‌باشند. بیشتر سنگ‌ها از بیش از یک نوع کانی ساخته شده‌اند. با این وجود، بعضی از کانی‌ها خود به تنهایی به مقدار نسبتاً زیادی یافت می‌شوند. در چنین مواردی آن‌ها را می‌توان هم کانی و هم سنگ به حساب آورد.

کاربردهای کانی‌ها

امروزه استفاده از کانی‌ها در تمام زوایای زندگی آدمی از آشپزی تا پزشکی و صنعت کاربرد پیدا کرده است؛ به همین دلیل در زیر با برخی از این کاربردها آشنا می‌شویم:

الف کانی‌های قیمتی (جواهرات)

کانی‌های قیمتی از ویژگی‌های مخصوصی برخوردارند که موجب ارزشمندی آن‌ها شده است. مهم‌ترین این ویژگی‌ها عبارت‌اند از:

۱) کمیاب‌بودن: از مهم‌ترین خصوصیات کانی‌های قیمتی کمیاب‌بودن آن‌هاست. نمونه‌ی بارز این مطلب قیمت زیاد الماس است.

۲) اندازه‌ی مناسب: بلورهای بسیار بزرگ و بسیار کوچک کانی‌های قیمتی ارزشی ندارند.

۳) سختی بالا: اغلب کانی‌های قیمتی درجه‌ی سختی بالایی دارند (بالاتر از ۷). در غیر این صورت به سرعت جلای خود را از دست می‌دهند و این از ارزش آن‌ها می‌کاهد.

۴) زیبایی: رنگ، جلا، شفافیت و درخشان‌بودن کانی‌های قیمتی از عوامل مؤثر در زیبایی یک کانی است.

۵) مطابق مد بودن: زمانی کانی‌های به رنگ قرمز مورد توجه مردم بود ولی امروزه دیگر طرفداران چندانی ندارد و رنگ‌های دیگر افزایش قیمت یافته‌اند. از بین کانی‌های قیمتی، الماس و زمرد تمام خواص ذکرشده را دارند.

- **زمرد:** با رنگ سبز سیر، ارزشی بیش از یک الماس هم‌اندازه‌ی خود دارد. زمرد به رنگ‌های آبی تا سبز کم‌رنگ و حتی صورتی دیده می‌شود. زمرد را معمولاً به صورت تخت و چهارگوش تراش می‌دهند. زمرد شامل سیلیکات بریلیم، آلومینیم همراه با کمی ناخالصی کروم است.
- **یاقوت:** اکسید آلومینیم با رنگ قرمز و شفاف است که بعد از الماس سخت‌ترین کانی محسوب می‌شود. قطعات بزرگ یاقوت بسیار کمیابند. یک قطعه یاقوت بزرگ و خوشرنگ گران‌تر از الماس هم‌وزن خود است. در واقع یاقوت نوعی کانی به نام کرندوم (Al_2O_3) است که درجه‌ی سختی آن ۹ است. (خوب است بدانید درجه‌ی سختی الماس ۱۰ است.)
- **کوارتز (دُرّ کوهی):** کوارتز بی‌رنگ و شفاف را دُرّ کوهی می‌نامند. به علت تنوع رنگ و فراوانی، هر یک از انواع رنگی آن نام جداگانه‌ای دارد. برای مثال آمتیست ارغوانی یا بنفش است یا کوارتز، دودی و به رنگ قهوه‌ای سیر تا سیاه دیده می‌شود.

ب کانی‌های صنعتی

- کوارتز (دُرّ کوهی SiO_2): در صنایع ساعت‌سازی، الکترونیکی، ابزارهای نوری (عدسی، منشور، عینک و ...)، جواهرسازی، تهیه‌ی شیشه، سمباده و ... کاربرد دارد.
- میکاها: در تهیه‌ی عایق‌های الکتریکی در رادیو، تلویزیون، لامپ، اتو و هم‌چنین در تهیه‌ی شیشه‌های دریچه‌ی کوره‌های ذوب فلز و شیمیایی، ساخت کاغذ دیواری، لاستیک‌سازی، رنگ، روغن‌های نسوز، طلق نسوز، سماور و چراغ آشپزخانه کاربرد دارند. مسکوویت نمونه‌ای از میکاهاست که درخشش آن را در دانه‌های ماسه‌های ساحلی می‌توان تشخیص داد.
- تالک: در صنایع کاغذسازی، نساجی، لاستیک‌سازی، چرم، سرامیک، آرایشی و دارویی، صابون خیاطی و هم‌چنین در صفحه کلید برق، حشره‌کش، عایق پشت‌بام و نقاشی‌کردن کاربرد دارد ولی مهم‌ترین کاربرد آن در تهیه‌ی پودر بچه است.
- ژیپس: در ساختمان‌سازی، مجسمه‌سازی، کاغذسازی، حشره‌کش‌ها، صنایع غذایی (برای رشد مخمرها)، تهیه‌ی سیمان، بتونه‌ی نقاشی و نیز جهت حاصلخیزی خاک کاربرد دارد.

کانی‌هایی که جزو جواهرات‌اند در شرایط ویژه‌ای حاصل می‌شوند. این شرایط یا به صورت خنک‌شدن و متبلورشدن سنگ‌های مذاب در اعماق بسیار زیاد زمین است. یا آن‌که به سنگ‌هایی مربوط می‌شود که تحت فشار و گرمای فوق‌العاده زیاد قرار می‌گیرند. سنگ‌های مذاب معمولاً به درون شکاف‌ها و شکستگی‌های سنگ‌های سردتر اطراف نفوذ می‌کنند و در آن‌جا به آرامی سرد و متبلور می‌شوند.

- الماس: الماس بلورهای مکعبی و متبلور داشته و سخت‌ترین ماده‌ی طبیعی است. الماس از کربن خالص ساخته شده و چون سختی آن در تمام جهات یکسان نیست، قسمت‌های نرم‌تر توسط بخش‌های سخت‌تر خودِ الماس تراشیده می‌شوند. الماس به طور طبیعی تحت فشار و گرمای فوق‌العاده زیاد و در عمق بیشتر از ۱۵۰ کیلومتری زمین از تغییر شکل گرافیت حاصل می‌شود. الماس را معمولاً در نقاطی از زمین می‌توان یافت که سنگ‌های مذاب توسط گازهایی با حرارت فوق معمولی به قسمت‌های سطحی زمین رانده شده و الماس را با خود به همراه می‌آورند.
- فیروزه: رنگ آبی آن که دارای رگه‌های ظریفی است بیشتر مورد توجه بوده و سختی آن بین ۵ تا ۶ است. فیروزه در واقع فسفات آب‌دار مس و آلومینیم است. فیروزه کدررنگ است و نور را از خود عبور نمی‌دهد. جلای مات شمعی دارد و رنگ آن از آبی تا سبز تغییر می‌کند. بهترین نوع فیروزه در ایران از معادن نیشابور به دست می‌آید. تماس فیروزه‌ی آبی با عرق بدن، مواد اسیدی یا آفتاب و حرارت، رنگ آن را مایل به سبز می‌کند. در واقع تبدیل رنگ آن از آبی به سبز را به دلیل کاهش‌یافتن آب آن می‌دانند.
- گارنت (گروناها): از انواع سنگ‌های سیلیکاتی و خاص سنگ‌های دگرگونی‌اند اما در برخی سنگ‌های آذرین و رسوبی نیز یافت می‌شوند. انواع شفاف گارنت پس از تراش به عنوان سنگ قیمتی در جواهرسازی به کار برده می‌شود. درجه‌ی سختی آن بین ۶ تا ۷/۵ است و سختی زیاد آن سبب می‌شود تا در تهیه‌ی کاغذ سمباده نیز استفاده شود. گارنت به رنگ‌های یاقوتی، سبز و سیاه یافت می‌شود.
- ارتوزها: در تهیه‌ی لعاب چینی و کاشی، در صنعت سفالگری و ... کاربرد دارند.
- باریت: از انواع بسیار خالص آن برای تهیه‌ی داروها، عکس‌برداری از لوله‌ی گوارش، از انواع نسبتاً خالص آن در ساخت رنگ پلاستیک، مواد عایق، کاغذ و از انواع ناخالص برای تهیه‌ی گل حفاری و ... استفاده می‌شود.
- کلسیت: از مرمر و تراورتن (نوعی سنگ آهک متخلخل است که جزء سنگ‌های زینتی به شمار می‌رود) به عنوان سنگ تزئینی ساختمان‌ها، مجسمه‌سازی و وسایل بهداشتی، تهیه‌ی آهک بنایی و سیمان، در کشاورزی، ذوب فلزات، کاغذسازی، تصفیه‌ی آب، شیشه‌سازی، دباغی چرم و هم‌چنین از بلورهای شفاف و بی‌رنگ آن برای ابزارهای نوری (ایجاد نور پلاریزه در میکروسکوپ‌ها) و ... استفاده می‌شود.
- هالیت: در صنایع شیمیایی برای تهیه‌ی سدیم و کلر، تهیه‌ی مواد پاک‌کننده، پارچه‌بافی، چوب‌بری، رنگرزی، دباغی پوست، کودسازی، نگهداری مواد غذایی، خنک‌کننده‌ی موتور یخچال و در صنایع آشپزی کاربرد دارد.
- زرنیخ: در پزشکی، رنگ‌سازی، تولید حشره‌کش و هم‌چنین تهیه‌ی عنصر آرسنیک و ... کاربرد دارد.

- **کرندوم:** از انواع نامرغوب آن به عنوان ساینده (سنگ سنباده، کاغذ سنباده، پارچه‌ی سنباده، سرِ مته‌ی حفاری) در صنایع مختلف و از انواع مرغوب و شفاف آن به عنوان جواهر استفاده می‌شود.
- **طلا:** در مصارف زینتی و تهیه‌ی سکه‌های طلا، دندانپزشکی، صنایع هوا ـ فضا، به عنوان کاتالیزگر، صنایع شیمیایی و صنایع الکترونیکی (ساخت ترانزیستورها و دیودها) کاربرد دارد.
- **نقره:** در جواهرسازی و ضرب سکه‌ها، کاغذ عکاسی، کاتالیزگر در صنایع شیمی و ... کاربرد دارد.
- **مس:** در صنایع الکتریکی و الکترونیکی، لوله‌سازی، صنایع حرارتی و برودتی، صنایع شیمیایی، ضرب سکه، ظروف آشپزخانه، تهیه‌ی آلیاژها، رنگ‌های آبی و سبز، لوازم آرایش و هم‌چنین در تهیه‌ی حلال سلولز، کشتن انگل‌های گیاهی و ... به کار می‌رود.
- **گرافیت:** در ساخت بوته‌های کوره‌هایی که در تهیه‌ی فولاد به کار می‌روند، تهیه‌ی واکس، روان‌کاری و کاهش اصطکاک، ساخت مداد، زغال دینام‌ها، صنایع برق، رنگ‌سازی و کندکننده‌ی سرعت نوترون‌ها در راکتورهای اتمی کاربرد دارد.
- **گوگرد:** در تهیه‌ی سولفوریک اسید، لاستیک‌سازی، نساجی، دباغی، رنگ‌سازی، کاغذسازی، تهیه‌ی مواد منفجره، کبریت‌سازی، سموم حشره‌کش، نگه‌داری محصولات کشاورزی، تهیه‌ی حشره‌کش‌ها، کودها و ... کاربرد دارد.
- **فلوئوریت:** به عنوان کمک ذوب در صنعت فولادسازی و انواع شفاف آن در تهیه‌ی لوازم نوری (عدسی، منشور و ...) و هم‌چنین برای افزودن به خمیردندان به کار می‌رود.
- **آزبست:** که نام دیگر آن پنبه‌ی کوهی است در تهیه‌ی پارچه‌های نسوز، توری چراغ، عایق‌های حرارتی، لنت ترمز اتومبیل، لوله و ورقه‌های سیمانی، لباس‌های ضدحریق و سقف‌های کاذب استفاده می‌شود. این کانی به دلیل مقاومت زیاد در برابر حرارت و کشش کاربرد زیادی در صنعت دارد ولی الیافی که از آن جدا شده و وارد هوا می‌شوند می‌توانند وارد شش‌ها شده و با ورود به کیسه‌های هوایی سبب بروز سرطان ریه شوند. به همین دلیل استفاده از آن در برخی کشورها ممنوع شده است.

در زبان یونانی آزبستوز به معنای نسوز است. به همین علت این نام به این کانی داده شده است. طول الیاف آزبست گاهی به ۱۵ سانتی‌متر می‌رسد. رنگ آن سبز روشن و گاهی طلایی بوده و سختی آن ۲ تا ۳ است. آزبست گرما و الکتریسیته را به خوبی هدایت نمی‌کند.

ج کانسنگ‌ها

کانسنگ‌ها گروهی از کانی‌ها هستند که به عنوان ماده‌ی ارزشمند معدنی استخراج شده و از آن‌ها عناصر گرانبهایی همچون فلزات به‌دست می‌آید. به محلی که در آن یک یا چند کانسنگ که ارزش استخراج دارند یافت می‌شود، کانسار می‌گویند. در جدول زیر برخی از کانسنگ‌ها و نوع ماده‌ی معدنی به‌دست آمده از آن‌ها آمده است:

نام کانسنگ	نوع ماده‌ی معدنی به دست آمده	نام کانسنگ	نوع ماده‌ی معدنی به دست آمده
گالن	سرب	مگنتیت	آهن
کالکوپیریت	مس	اسفالریت	روی
منیزیت	منیزیم	سیلویت	پتاسیم
هماتیت	آهن	مالاکیت	مس
کالکوسیت	مس	سروزیت	سرب
لیمونیت	آهن	اسمیت سونیت	روی
کوپریت	مس	سیدریت	آهن
سینابر	جیوه	سرپانتین	منیزیم
کرومیت	کروم	بوکسیت	آلومینیم

د کانی‌ها و تاریخچه‌ی گذشته‌ی زمین

زمین‌شناسان برای درک برخی از وقایع گذشته از کانی‌ها هم استفاده می‌کنند. برای مثال وجود کانی‌های فراوان نمک و گچ، نشانه‌ی وجود دریاچه‌های آب گرم و کم‌عمق در روزگارهای گذشته و تبخیر فراوان در آن زمان‌هاست.

روش‌های تشکیل کانی‌ها

۱ تبخیر و تبلور: برخی کانی‌ها در اثر تبخیر محلول‌ها به وجود می‌آیند. با تبخیر حلال، این محلول‌ها به حالت اشباع رسیده و در اثر تبلور، کانی‌هایی همچون نمک (هالیت) و گچ (ژیپس) تشکیل می‌شوند.

۲ انجماد مواد مذاب: برخی کانی‌ها حاصل سردشدن مواد مذاب هستند. تمام کانی‌هایی که در سنگ‌های آذرین وجود دارند از این روش به وجود آمده‌اند. کوارتز، فلدسپات، میکا و الیوین مثال‌هایی از این نوع کانی‌ها هستند. این دسته از کانی‌ها را کانی‌های اولیه می‌نامند. گاهی کانی‌ها از سردشدن بخارهای آتشفشانی در سطح و یا شکاف سنگ‌ها به وجود می‌آیند؛ مانند تشکیل گوگرد در قله‌ی کوه‌های آتشفشانی.

۳ انجام واکنش‌های شیمیایی: برخی از کانی‌ها در اثر واکنش‌های شیمیایی یون‌های درون آب به وجود می‌آیند. برای مثال کانی کلسیت ($CaCO_3$) در اثر واکنش یون Ca^{2+} و کربنات (CO_3^{2-}) در آب‌های گرم به وجود می‌آید.

۴ تخریب شیمیایی کانی‌های دیگر: از آن‌جا که کانی‌های اولیه در دمای زیادی تشکیل می‌شوند، با شرایط سطح زمین سازگار نیستند، عواملی مانند آب و هوا بر روی آن‌ها اثر می‌گذارد و آن‌ها را خرد و تجزیه کرده و به کانی‌های جدیدی که با شرایط سطح زمین سازگارترند تبدیل می‌کند(کانی‌های ثانویه). برای مثال کانی‌های رسی از تجزیه‌ی فلدسپات‌ها به وجود می‌آیند.

۵ تأثیر حرارت و فشار بر روی کانی‌های دیگر: برخی کانی‌ها به علت تأثیر فشار و گرمای زیاد بر روی کانی‌های دیگر تشکیل می‌شوند. برای مثال گرافیت که خود بر اثر گرما و فشار زیاد از زغال‌سنگ به وجود می‌آید، اگر تحت اثر گرما و فشار بسیار زیاد قرار گیرد، الماس را می‌سازد.

روش‌های شناسایی کانی‌ها

برای مطالعه و شناسایی سنگ‌ها لازم است که اجزای سازنده‌ی آن‌ها یعنی کانی‌ها را بشناسیم. با استفاده از برخی خواص فیزیکی کانی‌ها که معمولاً به ابزارهای پیچیده نیازی ندارد، می‌توان کانی‌ها را شناسایی نمود. در زیر با برخی از این خواص آشنا می‌شویم:

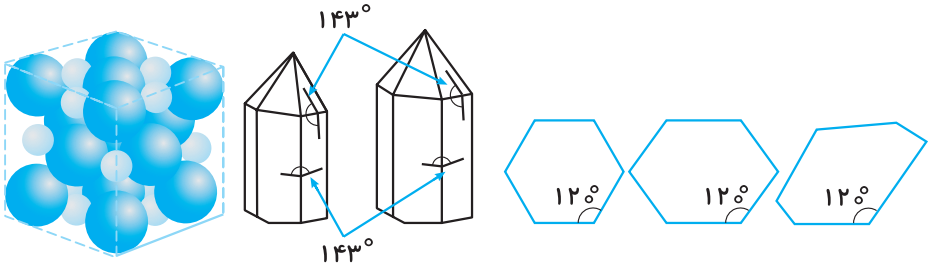
۱ شکل بلور: تقریباً تمام کانی‌ها به صورت متبلور دیده می‌شوند یعنی دارای نظم درونی سه‌بُعدی هستند. زیرا اتم‌های سازنده‌ی آن‌ها مطابق نظم معینی کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. بلورها را برحسب اندازه می‌توان به سه گروه تقسیم نمود:

الف درشت‌بلور ← با چشم قابل دیدن هستند.

ب ریزبلور ← فقط توسط میکروسکوپ قابل دیدن هستند.

ج مخفی‌بلور ← فقط با پرتوهای X قابل تشخیص‌اند. (مانند کانی‌های رسی)

گرچه ممکن است شکل و اندازه‌ی ظاهری بلورها متفاوت باشد ولی زوایای بین سطوح مشابه آن‌ها در تمام بلورهای یک کانی معین، یکسان و تغییرناپذیر است. از این موضوع برای تشخیص نوع کانی استفاده می‌شود.

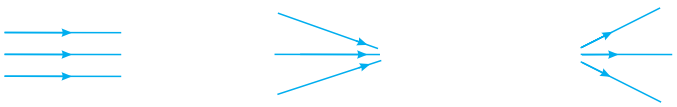


اندازه‌ی بلورها به شرایط تشکیل آن‌ها بستگی دارد و هر چه در زمان طولانی‌تری تشکیل شده باشند، درشت‌تر خواهند بود.

فصل چهاردهم
نور و ویژگی‌های آن

بیشترین دانسته‌های مربوط به جهان با کمک نور و از راه دیدن به‌دست آمده است. نور صورتی از انرژی و از جنس امواج الکترومغناطیس است. نور به روش‌های مختلفی تولید می‌شود. سوختن، افزایش دما، واکنش‌های هسته‌ای و ... . سرعت نور در خلأ $۲/۹۹۷۹۲۴۵۸۶ \times ۱۰^{۸}$ متر بر ثانیه است که برای آسان‌ترشدن محاسبات، آن را ۳×۱۰^{۸} متر بر ثانیه در نظر می‌گیرند.

وقتی نور از شکافی عبور کند، مسیر مشاهده‌شده‌ی نور بر روی زمین یا حتی در هوا را **باریکه‌ی نور** می‌نامند. وقتی در شب نور داخل اتاق از شکاف لای در اتاق به بیرون و بر روی زمین می‌افتد، آن را به شکل باریکه‌ای از نور می‌بینیم. نازک‌ترین باریکه‌ی نوری را که بتوان تصور کرد **پرتو نور** می‌نامند. پرتوهای نور وجود خارجی ندارند. این پرتوها ساخته ذهن دانشمندان هستند تا در مبحث نورشناسی برای نمایش مسیر نور روی کاغذ به‌کار روند. در حالی که باریکه‌ی نور واقعی است و به راحتی می‌توان آن را ایجاد کرد. هر باریکه‌ی نور از تعداد بسیاری پرتو نور موازی تشکیل شده است. دسته پرتوهای نور می‌توانند به یکی از شکل‌های زیر حرکت کنند:

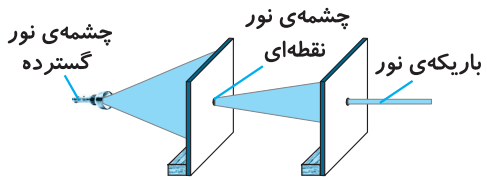


چشمه‌های نور

جسمی که از خود نور تولید می‌کند (مولد نور است) را **جسم منیر** یا **چشمه‌ی نور** می‌نامند مانند خورشید، لامپ روشن و ... . اجسامی که از خود نور تولید نمی‌کنند و علت دیدن آن‌ها بازتابش نور از سطح آن‌هاست را **غیرمنیر** می‌نامند مانند مداد، کتاب و ... . چشمه‌های نور را از نظر ابعادی به دو گروه تقسیم می‌کنند: چشمه‌ی نور نقطه‌ای و چشمه‌ی نور گسترده.

۱ چشمه‌ی نور نقطه‌ای

اگر در یک اتاق تاریک یک صفحه‌ی کدر (مقوا) را در برابر یک چشمه‌ی نور چراغ روشن قرار داده و روزنه‌ی کوچکی در صفحه‌ی کدر ایجاد کنیم، روزنه مانند یک چشمه‌ی نور کوچک عمل می‌کند که به دلیل ناچیزبودن ابعاد این چشمه، آن را چشمه‌ی نور نقطه‌ای می‌نامند.

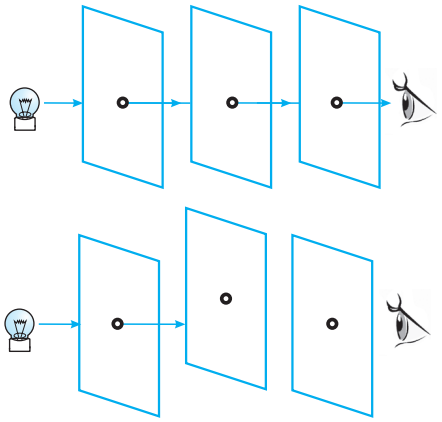


۲ چشمه‌ی نور گسترده

اغلب اجسام نورانی اطراف ما همچون لامپ، شمع روشن و خورشید چشمه‌ی نور گسترده محسوب می‌شوند. هر چشمه‌ی نور گسترده خود از تعداد بسیار زیادی چشمه‌ی نور نقطه‌ای تشکیل شده است.

نقطه‌ای یا گسترده بودن چشمه‌ی نور به فاصله‌ی اجسام از آن نیز بستگی دارد؛ برای مثال، ستارگان، به دلیل فاصله‌ی زیاد از ما، همچون یک چشمه‌ی نور نقطه‌ای عمل می‌کنند.

انتشار نور در خط راست



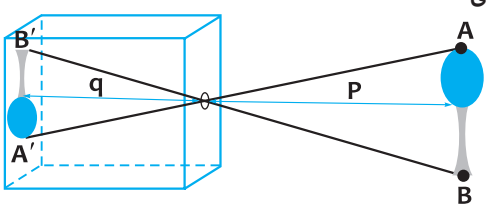
بررسی‌ها نشان داده است که نور در یک محیط شفاف و همگن به خط راست منتشر می‌شود. اگر مانند شکل، وسط سه مقوا را سوراخ کرده و به دنبال همدیگر قرار دهیم و منبع نوری را در پشت مقوای اول قرار دهیم نور از سوراخ مقوای سوم به چشم ما می‌رسد ولی اگر یکی از مقواها را کمی از جای خود جابه‌جا کنیم تا سوراخ‌ها در یک خط قرار نگیرند، دیگر نور را نخواهیم دید. این آزمایش ثابت می‌کند که نور در مسیر مستقیم حرکت می‌کند. تشکیل سایه یکی از دلایل حرکت مستقیم نور در یک محیط است.

انواع اجسام در برابر نور

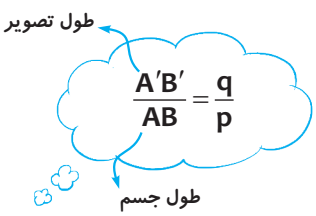
در علم نورشناسی اجسام به سه دسته‌ی شفاف، نیمه‌شفاف (مات) و کدر تقسیم می‌شوند. اجسام کدر اجسامی هستند که نور را از خود عبور نمی‌دهند (چوب، سنگ و ...). اجسام شفاف نور را به خوبی از خود عبور می‌دهند (شیشه، هوا و ...). اجسام نیمه‌شفاف نور را از خود عبور می‌دهند ولی از پشت آن‌ها تصویر واضحی دیده نمی‌شود (شیشه‌های مات یا بخارگرفته).

اتاق تاریک (دوربین روزنه‌ای)

این نوع دوربین که از ابتدایی‌ترین دوربین‌ها است، از یک جعبه‌ی سیاه تشکیل شده که در یک سمت آن روزنه‌ی کوچکی ایجاد شده است. مقابل این روزنه در سمت دیگر دوربین یک کاغذ نیمه‌شفاف قرار دارد. زمانی که جسمی در برابر روزنه قرار می‌گیرد، تصویر وارونه از جسم که کوچک‌تر از جسم است، بر روی کاغذ نیمه‌شفاف می‌افتد.



تشکیل تصویری وارونه از شیء بر روی صفحه‌ی نیمه‌شفاف تأییدکننده‌ی این مطلب است که پرتوهای نور به خط راست منتشر می‌شوند. اگر فاصله‌ی جسم تا روزنه را P و فاصله‌ی پرده تا روزنه را q بنامیم، می‌توانیم اندازه‌ی تصویر جسم را با کمک رابطه‌ی زیر به دست آوریم:

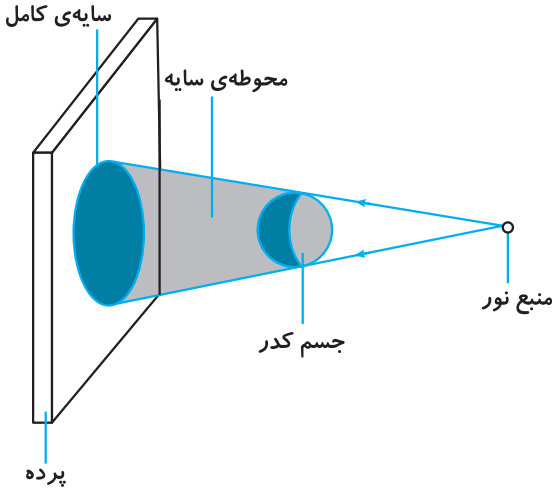


سایه

هرگاه جسم کدری در برابر چشمه‌ی نور قرار گیرد، در پشت جسم فضای تاریکی ایجاد می‌شود که به آن سایه می‌گویند؛ در واقع سایه محوطه‌ی تاریکی است که به آن نور نرسیده است. سایه‌ی ایجادشده توسط چشمه‌ی نور نقطه‌ای و گسترده با هم تفاوت‌هایی دارند که در صفحه‌ی بعد با آن‌ها آشنا می‌شویم.

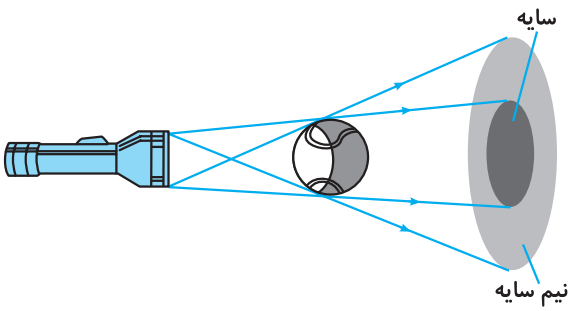
۱ تشکیل سایه توسط چشمه‌ی نور نقطه‌ای

زمانی که جسم کدر در برابر چشمه‌ی نور نقطه‌ای قرار می‌گیرد، سایه‌ای در پشت جسم کدر تشکیل می‌شود که مرز تاریکی و روشنایی در اطراف آن کاملاً مشخص و واضح است و در تمام سطح سایه، یکنواخت می‌باشد. این سایه را **سایه‌ی کامل** می‌نامند.



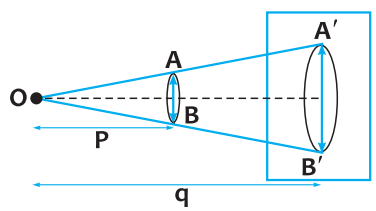
۲ تشکیل سایه به وسیله‌ی چشمه‌ی نور گسترده

اگر جسم کدر در برابر منبع نور گسترده‌ای قرار گیرد، اطراف سایه‌ی جسم یک هاله‌ی نیمه‌روشن ایجاد می‌شود که به آن **نیم‌سایه** می‌گوییم. نیم‌سایه بخشی از فضای پشت جسم کدر است که به طور ناقص از چشمه، نور گرفته است.



محاسبه‌ی اندازه‌ی سایه

اگر مانند شکل، یک قرص کدر در برابر یک چشمه‌ی نور نقطه‌ای قرار گیرد، پرتوهای تابیده به قرص نمی‌توانند از آن بگذرند؛ بنابراین می‌توان سایه‌ی قرص کدر را روی یک پرده انداخت. اگر فاصله‌ی منبع نور تا قرص کدر را P و فاصله‌ی منبع از پرده را q بنامیم، رابطه‌ی بین قطر سایه ($A'B'$) و قطر قرص کدر (AB) را می‌توان با استفاده از تشابه مثلث‌های OAB و $OA'B'$ به صورت زیر نشان داد:



$$\frac{q}{P}=\frac{A'B'}{AB}$$

اگر مساحت جسم کدر را S و مساحت سایه آن را S' بنامیم، آن‌گاه:

$$\frac{S'}{S}=\frac{\pi r'^{2}}{\pi r^{2}}=\frac{\pi(\frac{A'B'}{2})^{2}}{\pi(\frac{AB}{2})^{2}}=(\frac{A'B'}{AB})^{2}$$

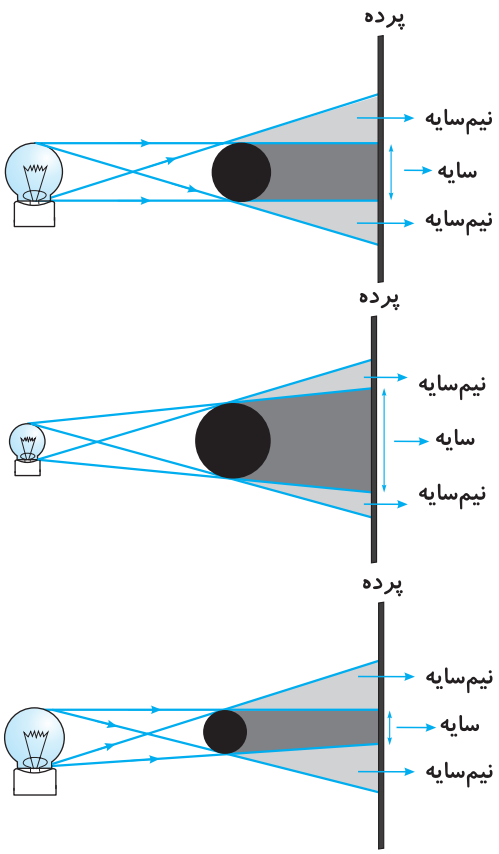
با توجه به رابطه‌ی بالا ←

$$\frac{S'}{S}=(\frac{q}{p})^{2}$$

جسم کدری به طول ۶ سانتی‌متر در فاصله‌ی ۸ سانتی‌متری از منبع نور نقطه‌ای قرار داشته و سایه‌ی آن بر روی پرده‌ای در فاصله‌ی ۲۲ سانتی‌متری جسم افتاده است. طول سایه چه‌قدر است؟

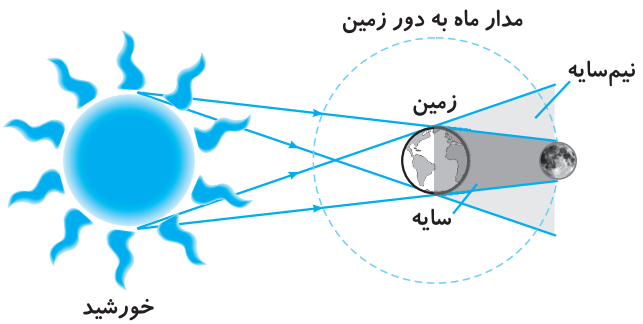
$$\frac{q}{P}=\frac{A'B'}{AB} \Rightarrow \frac{22+8}{8}=\frac{x}{6} \Rightarrow x=\frac{6\times 30}{8}=22/5\,cm$$

زمانی که منبع نور گسترده است و نیم‌سایه تشکیل می‌شود، اندازه‌ی سایه و نیم‌سایه به نسبت اندازه‌ی جسم کدر و منبع نور بستگی دارد. شکل‌های زیر، مقایسه‌ی سه حالت که منبع نور هم‌اندازه‌ی جسم، کوچک‌تر از جسم و یا بزرگ‌تر از جسم است را نشان می‌دهند.

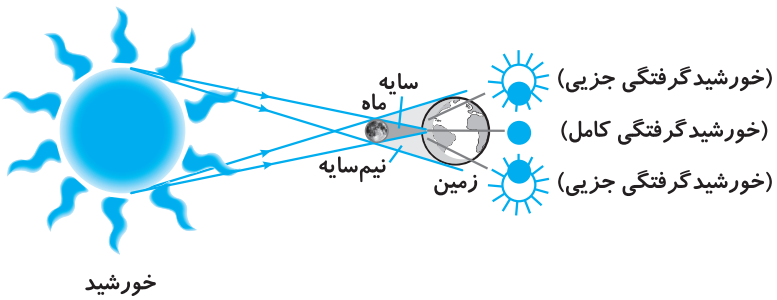


خورشیدگرفتگی و ماه‌گرفتگی مثال‌هایی از تشکیل سایه در طبیعت

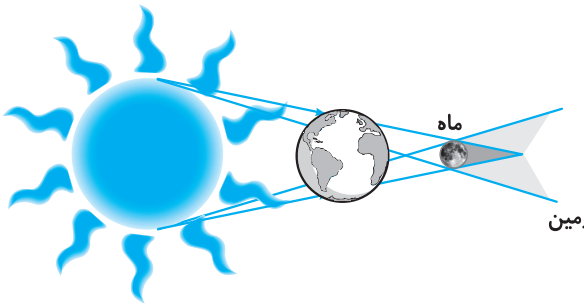
ماه‌گرفتگی (خسوف) زمانی رخ می‌دهد که زمین بین ماه و خورشید قرار گیرد. در این حالت سایه‌ی زمین بر روی ماه افتاده و باعث ماه‌گرفتگی می‌شود؛ به عبارت دیگر ماه در سایه‌ی زمین قرار می‌گیرد.



در هنگام خورشیدگرفتگی ماه بین زمین و خورشید قرار می‌گیرد و سایه‌ی ماه بر ناحیه‌ای از زمین می‌افتد. بسته به این‌که در محل سایه یا نیم‌سایه‌ی ماه باشیم، **خورشید گرفتگی** را **کامل** یا **جزئی** می‌بینیم که در طرح زیر به طور خلاصه آمده است:

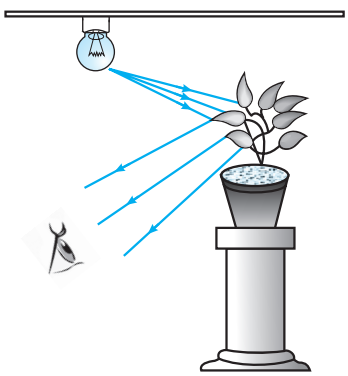


گاهی اتفاق می‌افتد که ماه در دورترین فاصله‌ی خود از زمین قرار گرفته و خورشیدگرفتگی رخ می‌دهد. در این حالت شخصی که در زمین است، تنها یک حلقه‌ی نورانی از قرص خورشید را می‌بیند. به این حالت **خورشیدگرفتگی حلقه‌ای** گفته می‌شود.



(خورشیدگرفتگی حلقه‌ای)

بازتاب نور

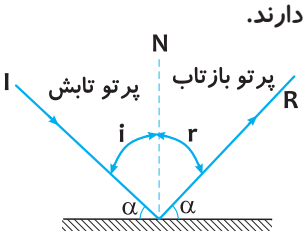


بازگشت نور از سطح اجسام را بازتاب نور می‌نامند. ندیدن اجسام در یک اتاق تاریک و دیدن اجسام پس از روشن‌کردن لامپ به دلیل بازتابش نور از سطح آن‌ها است. روشن‌دیدن ماه نیز به دلیل بازتاب نور خورشید از سطح ماه است. سطوح صیقلی مانند ورقه‌های نقره‌اندود یا شیشه‌هایی که یک سمت آن‌ها جیوه‌اندود شده (آینه‌ها)، بازتاب نور را به خوبی نشان می‌دهند. پرتو نوری که به سطح جسم می‌تابد، را **پرتو تابش** و پرتوی بازگشته از سطح جسم را **پرتو بازتاب** می‌نامند. نقطه‌ی برخورد نور به سطح جسم را **نقطه‌ی تابش** می‌نامند. اگر خطی را در نقطه‌ی تابش به سطح عمود کنیم، زاویه‌ی بین پرتو تابش و خط عمود را **زاویه‌ی تابش (i)** و زاویه‌ی بین خط عمود و پرتو بازتاب را **زاویه‌ی بازتاب (r)** می‌نامند.

قوانین بازتاب نور

۱) پرتو تابش، پرتو بازتابش و خط عمود بر سطح در نقطه‌ی تابش، هر سه در یک صفحه قرار دارند.

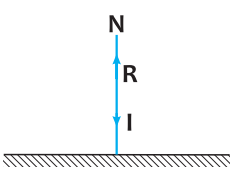
۲) زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی بازتابش همیشه با هم برابرند. ($i = r$)



بازتاب نور از سطح یک آینه

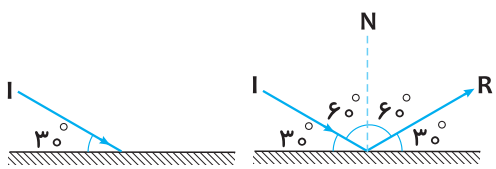
به مثال‌های بیان شده توجه کنید:

اگر نور به طور عمود بر سطح آینه‌ای بتابد، زاویه‌ی تابش چند درجه است؟



$i = ۰^\circ$

در شکل زیر، زاویه‌ی بازتابش چند درجه است؟



$۹۰^\circ - ۳۰^\circ = ۶۰^\circ \Rightarrow i = r = ۶۰^\circ$