

## تاریخ زمین

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

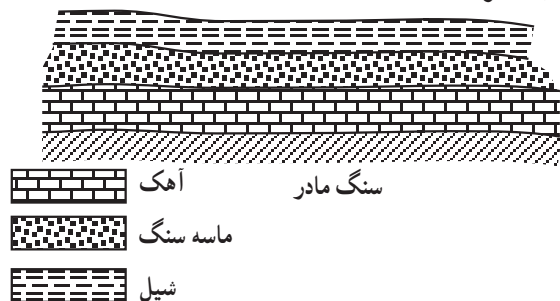
- ۱- اطلاعاتی درباره‌ی تاریخ زمین به‌دست آورد.
- ۲- چگونگی تعیین سن در زمین‌شناسی را شرح دهد.
- ۳- روش تعیین سن نسبی و سن مطلق را توضیح دهد.
- ۴- چگونگی تقسیم‌بندی تاریخ زمین، شامل دوران‌ها و دوره‌های مختلف را بیان کند.
- ۵- دوران‌ها و دوره‌های زمین‌شناسی را شرح دهد.



پدیده‌ی زمین‌شناسی گذشته سخن به میان نمی‌آید، بلکه تنها بیانگر آن است که کدام حادثه قبل یا بعد از حادثه‌ی دیگر به وقوع پیوسته است، در سن نسبی به طور کلی تقدم و تأخر حوادث نسبت به هم سنجیده و مقایسه می‌شود.

سن نسبی از راه مشاهده و مقایسه‌ی تقریباً آسان به دست می‌آید. زمین‌شناسان با استفاده از بعضی اصول علمی، سن نسبی را تعیین می‌کنند. یکی از این اصول، اصل «افقی بودن لایه‌های رسوبی» است که به موجب آن هر لایه‌ی بالایی جدیدتر از لایه‌ی پایینی است؛ با این اعتبار که لایه‌ها بر اثر پدیده‌های زمین‌شناسی برگشته نباشند و توالی خود را حفظ کرده باشند.

از بررسی شکل زیر نتیجه‌گیری می‌شود که سنگ آهک از ماسه سنگ و شیل قدیم‌تر است و شیل از ماسه سنگ و سنگ آهک جدیدتر است.



شکل ۱-۱۷

اصل دیگری که زمین‌شناسان برای تعیین تقدم و تأخر رسوب‌گذاری لایه‌ها یا هم‌زمانی آن‌ها به کار می‌گیرند اصل «تطابق لایه‌ها» است. طبقات رسوبی‌ای که رنگ مشخص، بافت یا فسیل‌های معینی به همراه دارند به آسانی می‌توان در فواصل نزدیک با یک‌دیگر مقایسه نمود، اما هرچه فاصله‌ی دو سر رسوب بیش‌تر شود کار انطباق و مقایسه بسیار مشکل‌تر می‌شود. هنگامی که کار تطابق به قاره‌های مختلف بکشد، انطباق و مقایسه بسیار دشوارتر می‌گردد. برای برطرف ساختن این مشکل، کار مطالعه و بررسی را با «فسیل» پی می‌گیرند.

فسیل<sup>۱</sup> یا «سنگواره» عبارت است از آثار و بقایای

موضوع تاریخ زمین و تحولات گذشته‌ی آن همواره ذهن دانشمندان بسیاری را به خود مشغول داشته که کوشش‌های فراوانی برای یافتن آن صورت گرفته است. دانشمندان گذشته که از روش‌های دقیق برخوردار نبودند؛ از این‌رو نتایج حاصل چندان با واقعیت‌هایی که امروزه به آن‌ها دست یافته‌ایم مطابقت نداشته است؛ برای مثال «بوفن»<sup>۱</sup> فرانسوی عمر زمین را ۷۵ هزار سال، «جولی»<sup>۲</sup> ایرلندی عمر اقیانوس‌ها را ۹۰ تا ۱۰۰ میلیون سال و «سولاس»<sup>۳</sup> انگلیسی عمر رسوبات زمین را ۲۶ تا ۷۵ میلیون سال تخمین زده‌اند؛ در حالی که امروزه عمر قدیم‌ترین سنگ‌های یافته شده در کانادا، جنوب آفریقا و شوروی سابق حدود ۳ تا ۳/۳ میلیارد سال و عمر تقریبی زمین بین ۴/۵ تا ۵ میلیارد سال برآورد شده است و جالب آن که این مقدار با عمر تخمینی سنگ‌های آسمانی نیز مطابقت دارد. به طور کلی در حیطه‌ی علم زمین‌شناسی، برای تعیین سن و اندازه‌گیری زمان روش‌های مختلفی وجود دارد که در این فصل آن‌ها را شرح خواهیم داد. در ضمن، برای بررسی حوادث گذشته‌ی زمین هر چند که مشاهده نشده باشند از روی آثار و نشانه‌های وقوع آن‌ها به صورت تغییرات یا به صورت بقایایی که در سنگ‌ها حفظ شده‌اند، می‌توان به زمان رخداد آن‌ها یعنی زمان زمین‌شناسی پی‌برد و با مطالعه در حوادثی که امروزه در سطح زمین اتفاق می‌افتد می‌توان در باره‌ی حوادث گذشته‌ی زمین اظهار نظر کرد.

## چگونگی تعیین سن در زمین‌شناسی

برای کشف بسیاری از ابهامات مربوط به پیدایش زمین، سن لایه‌ها، توده‌های سنگی و حوادث زمین‌شناسی تاریخ زمین، باید از روش‌های علمی مطمئنی استفاده کرد و پاسخ صحیح را به دست آورد. تعیین هرچه دقیق‌تر سن از نظر بی‌بردن به ارتباط بین لایه‌های رسوبی و توده‌های سنگی، بررسی وضع اقلیمی هر زمان، نیز از نظر اقتصادی می‌تواند مفید واقع شود. در این زمینه از دو تعریف «سن نسبی» و «سن مطلق» بهره می‌گیریم.

سن نسبی: در «سن نسبی» از مقدار زمانی که بر یک

۱- Buffen

۲- Julley

۳- Sulas

۴- Fossil

موجودات زنده‌ی قدیمی که در یک زمان معین می‌زیسته‌اند و در لایه‌های طبقات رسوبی زمین جسم آن‌ها به سنگ تبدیل شده است، این موجودات فسیل شده به علت دوره‌ی زندگی محدود و کوتاه بودن پیدایش و زوال آن‌ها راهنمای خوبی برای تعیین سن لایه‌ای که در آن یافت می‌شوند، به شمار می‌روند<sup>۱</sup>. زمین‌شناسان حدس می‌زنند که رسوبات حاوی فسیل‌هایی از گونه‌های مشابه - حتی اگر در قاره‌های مختلف واقع شده باشند - به طور هم‌زمان تشکیل شده‌اند؛ بنابراین، سن هر لایه را می‌توان از روی فسیل‌های موجود در آن‌ها مشخص کرد.

مثال: فسیل A مربوط به آمونیت<sup>۲</sup> هاست که جانورانی بوده‌اند که در حدود ۱۸۰ میلیون سال قبل می‌زیسته‌اند و فسیل B (توریتلا)<sup>۳</sup> نیز به دورانی تعلق دارد که ۷۰ میلیون سال از آن می‌گذرد.



شکل ۲-۱۷

با مشاهده‌ی این فسیل‌ها در هر لایه‌ی رسوبی می‌توان بی‌برد که لایه‌ای که فسیل B در آن یافت شده نسبت به لایه‌ای که در آن فسیل A یافت می‌شود جدیدتر تشکیل شده است. با

مقایسه‌ی فسیل‌های موجود در طبقات رسوبی می‌توان به ترتیب قدمت لایه‌های مذکور را تعیین کرد.

برای استفاده از فسیل‌ها برای تعیین سن نسبی لایه‌های رسوبی باید دقت کرد که فسیل‌ها در محل اصلی خود قرار داشته باشند و تحت فرایند جا به جایی به محل جدید منتقل نشده باشند. سن مطلق: با توجه به این که با سن نسبی فقط تقدم و تأخر حوادث نسبت به هم تعیین می‌شود، برای تعیین زمان وقوع حوادث نسبت به زمان حال نیز باید معیاری در اختیار داشت. برای این منظور باید از سن مطلق استفاده کرد که براساس آن، زمان پیدایش پدیده‌ها تا به امروز نشان داده می‌شود. روشی که امروزه برای تعیین سن مطلق در زمین‌شناسی متداول است تجزیه‌ی مواد رادیواکتیو در سنگ‌ها و تبدیل آن‌ها به سرب است<sup>۴</sup>. اورانیوم، عنصری رادیواکتیو است که به‌ویژه نوعی از آن به نام اورانیوم ۲۳۸<sup>۵</sup> برای تعیین سن مطلق سنگ‌ها کاربرد زیادی دارد. این عنصر پس از انجام تغییراتی کاهش جرم می‌دهد و به سرب ۲۰۶ تبدیل می‌شود. دانشمندان دریافته‌اند که مدت زمان لازم برای تخریب و کاهش جرم نیمی از هر مقدار اورانیوم ۲۳۸ و تبدیل آن به سرب ۲۰۶ معادل ۴/۵ میلیارد سال است. برای هر عنصر چنین مدت زمانی را عمر آن عنصر می‌دانند.

## مطالعه‌ی آزاد

براساس محاسباتی که صورت گرفته یک گرم اورانیوم در طی هر سال  $1.54 \times 10^{-10}$  گرم سرب تولید می‌کند؛ از این رو، کافی است مقدار اورانیوم و سرب را در سنگی که سن مطلق آن را می‌خواهیم تعیین کنیم به دست آوریم. اگر در سنگی m گرم سرب (۲۰۶) وجود داشته باشد مشخص است که این سنگ در ابتدا حاوی M گرم اورانیوم (۲۳۸) بوده است؛ بنابراین، با استفاده از فرمول می‌توان محاسبه کرد که M گرم اورانیوم (۲۳۸) در چه مدتی m گرم سرب (۲۰۶) تولید کرده است که از روی آن می‌توان سن مطلق سنگ (A) را تعیین کرد:

$$A = \frac{m}{M \times 1.54 \times 10^{-10}}$$

۱- در پایان کتاب جدول فسیل‌های راهنما برای شناخت دوران‌های زمین‌شناسی آمده است.

۲- Amonit

۳- Turitella

۴- این روش را دانشمندی به نام راترفورد (Rutherford) در سال ۱۹۰۶ برای نخستین بار ابداع کرد.

۵- اعدادی که جلوی هر عنصر آمده شماری ایزوتوپ آن عنصر است.

عناصر دیگری نیز مانند توریم، رابیدیوم، پتاسیم نیز در گرفته می‌شود. در جدول زیر ماده‌ی حاصل از تخریب عناصر و روش تعیین سن مطلق به شیوه‌ی نیمه‌ی عمر رادیواکتیو به کار زمان نیمه‌ی عمر آن‌ها نشان داده شده است.

جدول ۱-۱۷- زمان نیمه عمر بعضی از عناصر رادیواکتیو<sup>۱</sup>

ایزوتوپ	ماده‌ی حاصله پایدار	نیمه‌ی عمر	زمانی را که نشان می‌دهند
$U_{92}^{238}$	$Pb_{82}^{206}$	۴/۵ میلیارد سال	۱۰۰ میلیون تا
$U_{92}^{235}$	$Pb_{82}^{207}$	۰/۷۱ میلیارد سال	۴/۵ میلیارد سال
$Rb_{37}^{87}$	$Sr_{38}^{87}$	۴/۷ میلیارد سال	۱۰۰ میلیون تا
$K_{19}^{40}$	$\left\{ \begin{array}{l} Ca_{20}^{40} (\%89) \\ A_{18}^{40} (\%11) \end{array} \right.$	۴/۷ میلیارد سال	۴/۵ میلیارد سال
		۱/۳ میلیارد سال	۱۰۰ میلیون سال
$C_{6}^{14}$	$N_{7}^{14}$	۵۷۰۰ سال	تا ۶۰ هزار سال

برای آن که مرز زمانی میان این تقسیمات (دوران، دوره و دور) مشخص شود زمین‌شناسان از بعضی شواهد علمی استفاده می‌کنند که عبارت‌اند از: قطع عمل رسوب‌گذاری برای یک مدت طولانی، پیدایش تشکیلات سنگی گوناگون، از همه مهم‌تر پیدا شدن فسیل‌های متفاوت در زمان‌های مختلف که نشان دهنده‌ی انقراض نسل بعضی از جانداران در دوران‌های مختلف است و فصل مشترکی برای تقسیم‌بندی زمان به شمار می‌رود. بر حسب آن‌چه بیان گردید عمر زمین به چهار دوران تقسیم شده است که از قدیم به جدید عبارت‌اند از: «پرکامبرین<sup>۵</sup>»، «پالئوزوئیک<sup>۶</sup>»، «مزوزوئیک<sup>۷</sup>» و «سنوزوئیک<sup>۸</sup>». هر یک از این دوران‌ها خود به دوره‌های خاصی نیز تقسیم‌بندی می‌شوند.

**دوران پرکامبرین:** دوران پرکامبرین قدیم‌ترین دوران زمین‌شناسی است که بخش عمده‌ی تاریخ زمین را تشکیل می‌دهد<sup>۹</sup>. این دوران با پیدایش زمین آغاز شده و ۶۰۰ میلیون سال قبل خاتمه یافته است. مناطق وسیع بیرون‌زدگی سنگ‌های پرکامبرین را «سپر پرکامبرین» می‌نامند که حاصل چند صد میلیون

کربن ۱۴: زمان نیمه‌ی عمر کربن ۱۴ معادل ۵۷۳۰ سال است و از آن برای تعیین سن مطلق استخوان، چوب، صدف و بقایای مواد آلی در نمونه‌هایی که قدمت زیادی ندارند استفاده می‌شود. کربن ۱۴ بر اثر فعل و انفعالاتی که در طبقات بالای جو زمین صورت می‌گیرد از نیتروژن ۱۴ به دست می‌آید. پراکندگی کربن ۱۴ در تمام نقاط زمین تقریباً یکسان است. از این روش برای تعیین قدمت نمونه‌هایی استفاده می‌کنند که حداکثر ۵۰ تا ۶۰ هزار سال سن دارند.

### تقسیم‌بندی تاریخ زمین

تاریخ زمین را با توجه به پیدایش حیات و سنگ‌شناسی و بعضی از فعالیت‌های کوه‌زایی به واحدهای زمانی خاصی تقسیم کرده‌اند؛ درست همان‌گونه که در تقویم، سال را به ماه و هفته تقسیم‌بندی می‌کنند. بزرگ‌ترین واحد در این تقسیمات «دوران»<sup>۲</sup> است که خود به تعدادی «دوره»<sup>۳</sup> تقسیم می‌شود، دوره‌ها نیز هر یک شامل چند «عهد»<sup>۴</sup> یا دور هستند.

۱- این جدول برای آشنایی هنرجویان با نیمه‌ی عمر عناصر مذکور آمده و مطالب آن جنبه‌ی حفظ کردنی ندارد.

۲- Era

۳- Period

۴- Epoch

۵- Precambrian

۶- Paleozoic (دیرینه‌زیستی)

۷- Mesozoic (میان‌زیستی)

۸- Cainozoic (نوزیستی)

۹- در حدود  $\frac{V}{8}$  عمر زمین.

**دوره‌ی دونین:** در این دوره چین خوردگی معروف «کالدونین» به وقوع پیوسته و تغییرات بسیاری در خشکی‌ها به وجود آمده است.

طی این دوره، گیاهان در خشکی توسعه‌ی فراوانی پیدا کردند و ماهیان سعی داشته‌اند که از آب خارج شوند. بعضی از آن‌ها می‌توانستند هم در آب و هم در دریا تنفس کنند. فعالیت آتش‌فشان‌ها در ابتدا و انتهای این دوره شدید بوده است.

**دوره‌ی کربنیفر:** در دوره‌ی کربنیفر به دلیل عقب‌نشینی آب دریاها و اقیانوس‌ها در قسمت‌هایی از زمین، جنگل‌های پهناوری با درختان تنومند به وجود آمد. در نتیجه‌ی مدفون شدن بقایای این جنگل‌ها و گیاهان در زیر رسوبات سنگی، طبقات متعدد و لایه‌های ضخیمی از زغال‌سنگ تشکیل گردید که امروزه معادن آن‌ها را در کشورهای مختلف جهان کشف کرده استخراج می‌کنند. در دوره‌ی کربنیفر هم چنین خزندگان جدیدی ظاهر شدند و حشرات بزرگی پدیدار گردیدند که در آسمان پرواز می‌کردند.

**دوره‌ی پرمین:** این دوره، متفاوت با دوره‌ی کربنیفر، دارای آب و هوای سرد و خشک بود که موجب یخبندان وسیعی در نیم‌کره‌ی جنوبی گردید؛ هم‌چنین با کاهش آب دریاها، بیابان‌ها توسعه‌ی فراوان یافتند.

**دوره‌ی مزوزوئیک:** طی این دوران جانوران و گیاهان تکامل بیش‌تری یافتند. پرندگان نیز در این دوران ظاهر شدند. تنوع خزندگان در این دوران به قدری زیاد بود که آن را «دوران خزندگان» نیز می‌گویند بعضی از انواع این خزندگان تا سی متر درازا داشتند. دوران مزوزوئیک ۱۶۰ میلیون سال به طول انجامید. تغییرات زمین‌شناسی شدیدی در این دوران رخ داده است؛ از جمله خشکی یکپارچه‌ی زمین<sup>۷</sup> به چند ماده‌ی کوچک‌تر تقسیم شد. دوران مزوزوئیک شامل سه دوره‌ی «تریاس»<sup>۸</sup>، «ژوراسیک»<sup>۹</sup> و «کرتاسه»<sup>۱۰</sup> است.

**دوره‌ی تریاس:** در این دوره آرامش نسبی بر پوسته‌ی زمین حاکم بود و وضع خشکی‌های زمین بدون تغییر و تحول باقی ماند. دایناسورها<sup>۱۱</sup> که از خزندگان قوی و عظیم‌الجثه بودند

سال فعالیت‌های آتش‌فشانی، کوه‌زایی، رسوب‌گذاری و دگرگونی در کره‌ی زمین هستند. بیش از نیمی از کانی‌های پر ارزش جهان در سپرهای پرکامبرین وجود دارد که از میان آن‌ها طلا، اورانیوم، نیکل و آهن را می‌توان نام برد. از این دوران به علت سادگی بدن موجودات زنده که عمدتاً اسفنج‌ها، ستاره‌ی دریایی، مرجان‌ها و عروس دریایی بوده‌اند، فسیل‌های کمیابی باقی مانده است. در این دوران، زندگی محدود به دریا بوده و در خشکی زندگی وجود نداشته است.

**دوران پالئوزوئیک:** در این دوران که ۳۶۵ میلیون سال به طول انجامید بر اثر فرسایش ارتفاعات و چین‌خوردگی‌های سطح زمین رسوبات ضخیمی تشکیل گردیده‌اند که قطر آن‌ها تا ۳۵ کیلومتر تخمین زده شده است. جانوران دوران پالئوزوئیک بیش‌تر از نوع بی‌مهرگان بوده‌اند و از مهره‌داران ماهی‌ها و نخستین خزندگان و دوزیستان غول پیکر در این دوران می‌زیسته‌اند.

**دوران پالئوزوئیک به شش دوره‌ی «کامبرین»<sup>۱</sup>، «اردوئین»<sup>۲</sup>، «سیلورین»<sup>۳</sup>، «دونین»<sup>۴</sup>، «کربنیفر»<sup>۵</sup> و «پرمین»<sup>۶</sup> تقسیم شده است. زندگی روی خشکی در اواسط این دوران آغاز شد. در هر یک از دوره‌های مذکور رخداد‌های زمین‌شناسی مهمی در کره‌ی زمین به وقوع پیوسته است که شرح آن‌ها مفصل و خارج از برنامه‌ی این کتاب است؛ از این رو، به ذکر برخی از این وقایع اکتفا می‌شود.**

**دوره‌ی کامبرین:** در طی این دوره، رسوبات فراوانی به ضخامت هزاران متر در دریاها روی هم انباشته شده‌اند. زندگی هنوز محدود به دریاها بوده و آب و هوای کره‌ی زمین در این دوره در تمام نقاط زمین به‌طور کلی گرم بوده است، اما آثاری از وجود یخچال‌های طبیعی نیز در استرالیا و چین به دست آمده که بیانگر آن است که در برخی از مناطق زمین سرمای شدید نیز وجود داشته است.

**دوره‌ی سیلورین:** زندگی موجودات در این دوره دیگر منحصر به دریاها نیست، زیرا در اواخر دوره‌ی سیلورین است که نخستین گیاهان و جانوران خشکی (کژدم‌ها) ظاهر شدند.

۱- Cambrian

۲- Ordovician

۳- Silurian

۴- Devonian

۵- Carboniferous

۶- Permian

۷- موسوم به قاره‌ی بزرگ پانگه آ.

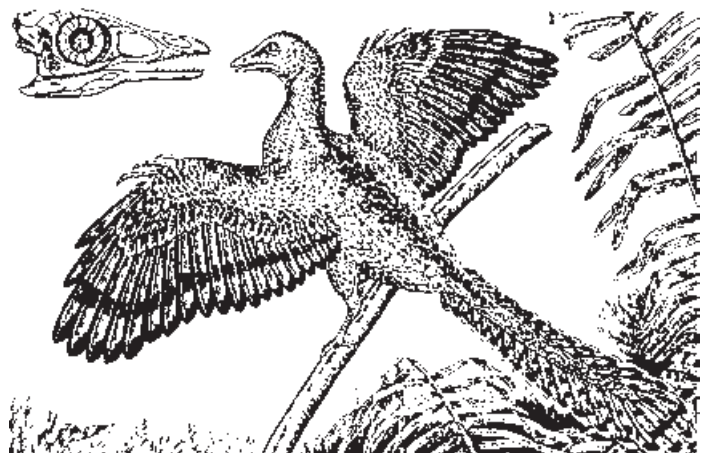
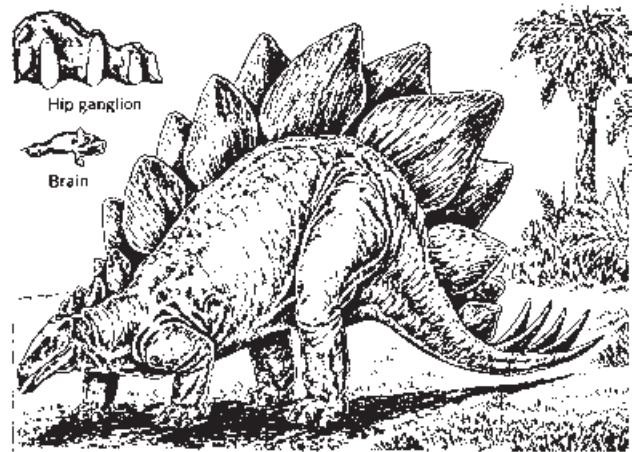
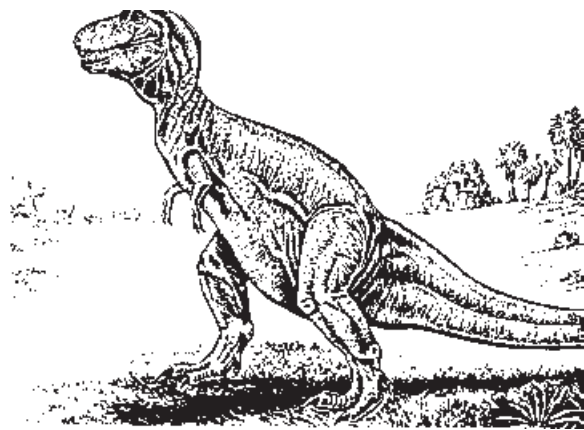
۸- Triassic

۹- Jurassic

۱۰- Cretaceous

۱۱- Dinosaurer. (به معنی خزنده‌ی مخوف).





شکل ۳-۱۷- دایناسورها

در دوره‌ی تریاس پا به عرصه‌ی وجود گذاشتند.

**دوره‌ی ژوراسیک:** این دوره دارای چند ویژگی مشخص است، از جمله: تشکیل شدید کوه‌ها، پس‌روی دریاها و گسترش وسیع گیاهان بر روی زمین که بعدها حوضه‌های متعدد و گسترده‌ی زغال‌سنگ را به‌وجود آورده‌اند (کانسارهای زغال‌سنگ ایران و افغانستان مربوط به این دوره است). در اواخر ژوراسیک فعالیت آتش‌فشان‌ها افزایش فراوان پیدا کرد.

**دوره‌ی کرتاسه:** در این دوره رسوبات بسیاری شبیه به گل سفید تشکیل شده و به همین سبب نام این دوره برگرفته از «کرت‌سه اوز» به معنی گل سفید است. از مشخصات دوره‌ی کرتاسه، شدت حرکات کوه‌زایی پس‌روی آب دریا در آغاز و پیش‌روی آن در آخر دوره و فعالیت روزافزون آتش‌فشان‌ها را می‌توان برشمرد. نسل دایناسورها در این دوره، بر طبق برخی شواهد موجود، منقرض شده است که دلایل زیادی در مورد آن آورده‌اند. بالا و پایین آمدن سطح زمین و کاهش وسعت زیستگاه‌های دایناسورها، فقدان غذای کافی برای ادامه‌ی حیات و نظایر آن از جمله‌ی این دلایل است. نظریه‌ی معتبری نیز وجود دارد که براساس آن، عامل نابودی دایناسورها سرمای شدید هوا در نتیجه‌ی غبارهای

حاصل از برخورد شهاب سنگ‌های بزرگ آسمانی با سطح زمین بوده است.

**دوران سنوزوئیک<sup>۱</sup>:** دوران سنوزوئیک دورانی است که طی آن زمین به تدریج به وضعیت امروزی خود نزدیک شده است. طی این دوران که ۶۵ میلیون سال آخر عمر زمین را شامل می‌گردد بر تنوع درختان و گیاهان گل‌دار افزوده شد و تکامل اصلی و ازدیاد پستانداران صورت پذیرفت؛ هم‌چنین رسوباتی به قطر تقریبی حدود ۴۰۰۰ متر تشکیل شد.

دوران سنوزوئیک به دو دوره‌ی «ترشیاری»<sup>۲</sup> و «کواترنری»<sup>۳</sup> تقسیم می‌شود که در مجموع پنج دوره‌ی مشخص: «پالئوسن»<sup>۴</sup>، «اوسن»<sup>۵</sup>، «الیگوسن»<sup>۶</sup> «میوسن»<sup>۷</sup> و «پلیوسن»<sup>۸</sup>، هم‌چنین عهد حاضر را در برمی‌گیرد. از لحاظ تغییرات زمین‌شناسی دریاها، خشکی‌ها و قاره‌ها وضعیت کنونی پیدا کرد. جانوران مناطق مختلف زمین با توجه به اوضاع آب و هوایی کره‌ی زمین در این دوران به نقاط دیگر مهاجرت کردند یا آن که از بین رفتند. «اما انسان با توجه به قدرت تفکر، عقل و خلاقیت خود توانست به برتری کامل در کره‌ی زمین دست یابد».

۱- یا دوران زندگی نو که از کلمه‌ی یونانی Kainos به معنی نو آمده است.

۲- Tertiary  
۶- Oligocene

۳- Quarternary  
۷- Miocene

۴- Paleocene  
۵- Eocene  
۸- Pliocene

جدول ۲-۱۷- تقویم زمین‌شناسی\* (مقیاس زمان زمین‌شناسی)

ائون	دوران	دوره	دور	آثار حیاتی و حوادث مهم	زمان میلیون سال
فانروزویک	سنوزویک	کواترنر	هولوسن پلستوسن	گیاهان و جانوران امروزی	۰/۰۱ ۱/۶
		ترسیر	پلیوسن میوسن الیگوسن اوسن پالتوسن	عصرهای یخبندان فراوانی پستان‌داران گسترش و تنوع پستان‌داران انقراض دایناسورها و بعضی از گونه‌های جانداران	۶۶
	مزوزویک	کرتاسه ژوراسیک تریاس	زمان فراوانی خزندگان	گیاهان گل‌دار اولین پرندگان فراوانی دایناسورها انقراض تریلوبیت‌ها و گروهی دیگر از جانداران دریایی	۲۴۵
	پالئوزویک	پرمین کربنیفر دونین سیلورین اردووسین کامبرین	زمان فراوانی دوزیستان زمان فراوانی ماهی‌ها زمان فراوانی بی‌مهرگان	اولین خزندگان فراوانی دوزیستان و گیاهان نهان‌زادان آوندی فراوانی ماهی‌ها - اولین فسیل حشرات اولین گیاهان خشکی‌زی اولین ماهی‌ها اولین جانوران صدف‌دار - تریلوبیت‌ها برسلولی ساده در دریا - به وجود آمدن جلبک‌ها	۵۷
کریتوزویک	** پورتوزویک			تک سلولی‌ها	۲۵۰
	آرکین			به وجود آمدن کلروفیل و اولین موجودات فتوسنتزکننده (سیانو باکتری) - به وجود آمدن تیدرات کربن - باکتری‌های ابتدایی و آمینواسیدها	۳۸۰
	هادن			قدیمی سنگ‌های شناخته شده - اقیانوس‌ها به وجود آمدند. اتمسفر مرکب از دی‌اکسید کربن و گوگرد و بخار آب پوسته‌ی زمین تشکیل شد. پیدایش منظومه‌ی شمسی	۴۶۰

\* اطلاعات این جدول صرفاً برای آگاهی است.

\*\* به این سه دوران، دوران پرکامبرین نیز می‌گویند.





شکل ۵-۱۷- موجودات زنده در دوران پرکامبرین و دوره‌های کامبرین، اردوئیسین و سیلورین



پرمین

کربنیفر

دونین

شکل ۶-۱۷- جانوران دوره‌های دونین، کربنیفر و پرمین



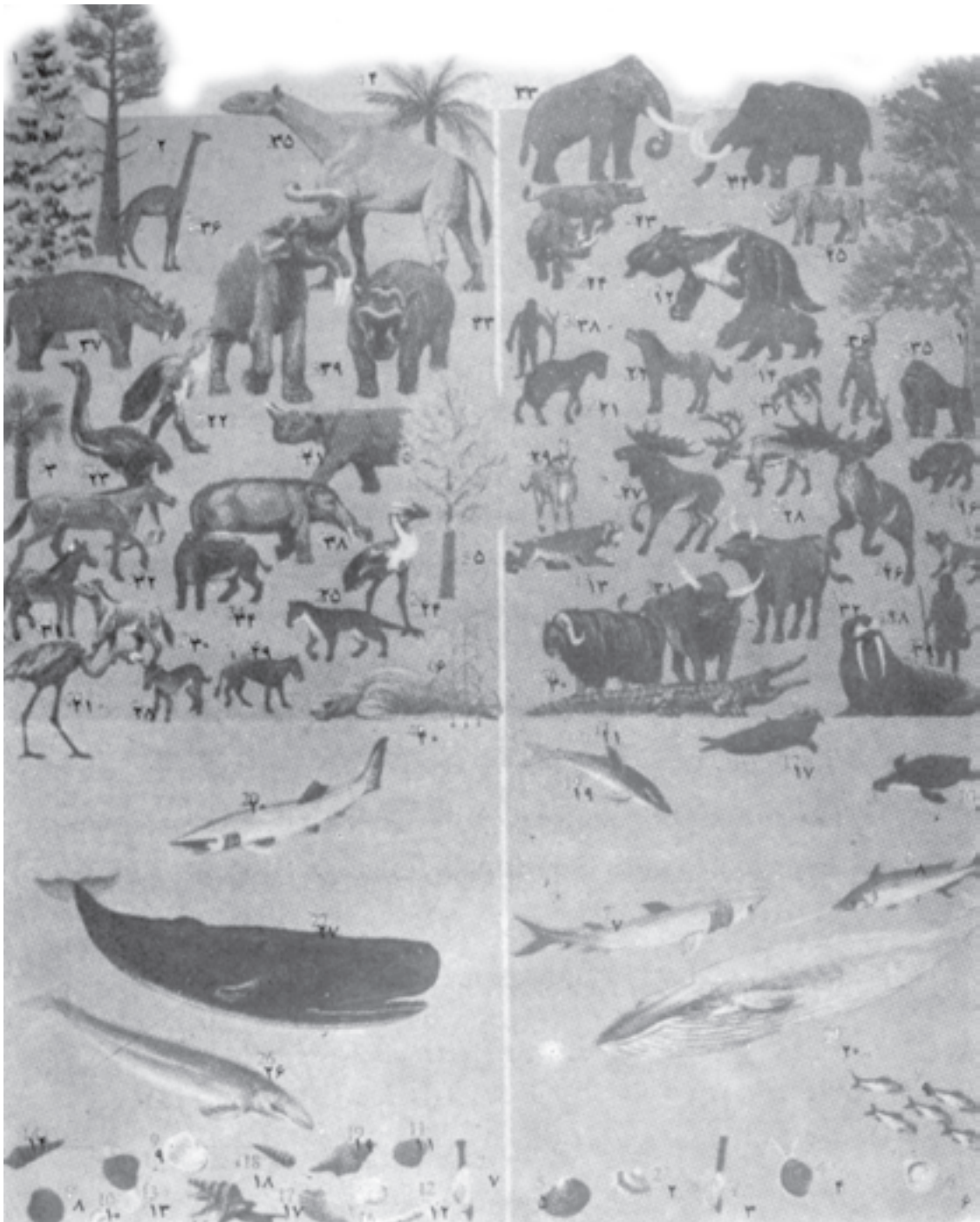


کرتاسه

ژوراسیک

تریاس

شکل ۷-۱۷- جانوران دوران مزوزوئیک



ترشیاری

کواترنری

شکل ۸-۱۷- اوضاع حیاتی دوران سنوزوئیک

جدول ۳-۱۷- چارت نمایش دهنده‌ی زمان در زمین‌شناسی استفاده می‌شود. و فسیل‌های راهنمای هر دوره که از آن‌ها برای تعیین تاریخ سنگ‌ها

### مطالعه‌ی آزاد

#### سنگواره‌های راهنمای دوره‌ها

نام دوره	زمان آغاز دوره (میلیون سال قبل)	نام سنگواره راهنما	نمای ظاهری سنگواره
کواترنری	2	Equus	
ترشیاری	70	Turritella	
کرتاسه	135	Inoceramus	
ژوراسیک	180	Eoderoceras	
تریاسیک	225	Monotis	
پرمین	270	Neospirifer	
پنسیلوانین	325	Dictyoclostus	
می‌سی‌سی‌پین	350	Muensteroceras	
دونین	400	Phacops	
سیلورین	440	Pentamerus	
اردوویسین	500	Rafinesquina	
کامبرین	600	Paradoxides	

جدول ۳-۱۷

## خودآزمایی

- ۱- چگونه می‌توانیم از حوادث گذشته‌ی کره‌ی زمین به اطلاعاتی دست پیدا کنیم، در حالی که از وقوع آن‌ها میلیون‌ها سال می‌گذرد و هیچ‌یک از این حوادث را مشاهده نکرده‌ایم؟
- ۲- تفاوت میان سن نسبی و سن مطلق را با ذکر یک مثال شرح دهید.
- ۳- چه عناصری برای اندازه‌گیری سن مطلق به کار می‌برند؟ از کدام خاصیت آن‌ها در این زمینه استفاده می‌شود؟
- ۴- واحدهای زمان در زمین‌شناسی را به ترتیب نام ببرید؛ و دوران‌های مهم زمین‌شناسی را برشمارید.
- ۵- تفاوت فسیل‌های بین دوران پرکامبرین و دوران سنوزوئیک در چیست؟ (از لحاظ فراوانی و از حیث نوع موجوداتی که این فسیل‌ها از آن‌ها تشکیل شده‌اند.)
- ۶- اهمیت دوره‌ی کربنیفر و دوره‌ی ژوراسیک از لحاظ پیدایش چه نوع کانسارهایی درخور توجه است؟ نام دو کشور را بگویید که دارای این کانسارها هستند.
- ۷- دوره‌های تریاس و کرتاسه چه نقش مشخصی در زندگی دایناسورها داشته‌اند؟
- ۸- برای هر یک از این دوره‌ها وقوع یک رویداد یا پدیده‌ی مهم را بیان کنید:  
الف - پرمین،  
ب - تریاس،  
ج - کرتاسه.



## زمین در خدمت انسان

- هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:
- ۱- دامنه‌ی بهره‌برداری انسان از زمین را توضیح دهد.
  - ۲- روند بهره‌گیری انسان از منابع معدنی را شرح دهد.
  - ۳- اهمیت منابع معدنی فلزی در زندگی انسان را بیان کند.
  - ۴- گستره‌ی کاربرد منابع معدنی غیرفلزی را توضیح دهد.
  - ۵- منابع سوخت و انرژی یعنی نفت، گاز و زغال‌سنگ را شرح دهد.
  - ۶- منابع انرژی‌های جدید را بیان کند.

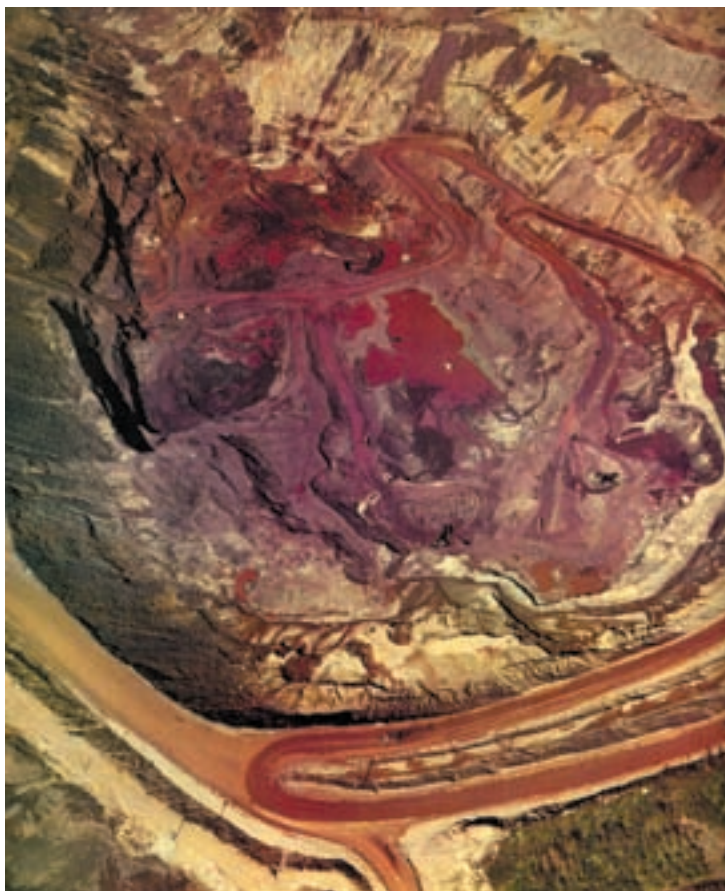


## زمین در خدمت انسان

### دامنه‌ی بهره‌برداری انسان از زمین

فعالیت‌های اقتصادی، صنعتی و کشاورزی به‌وجود آمده است، از این رو، انسان ناگزیر برای دست‌رسی به خواسته‌های خود، به‌گونه‌ای گسترده در ترکیب طبیعت و چهره‌ی زمین دست می‌برد و ضمن ایجاد تغییرات در سیمای زمین، روند طبیعی فعالیت‌های آن را مختل می‌سازد. زمین‌شناسان و پژوهشگران علوم زمین ناگزیر هستند با مطالعه‌ی دقیق عملکرد و چرخه‌های طبیعی زمین، میزان و چگونگی دخالت انسان در طبیعت زمین را مشخص کنند تا انسان بتواند از ثروت‌های سرشار نهفته در زمین استفاده‌ی کامل کند. لازمه‌ی این امر آن است که قبل از هرگونه عملیات بزرگ، مانند شهرسازی، سدسازی، استخراج معادن، راه‌سازی و توسعه‌ی کشاورزی، از طریق گردآوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات، تأثیرات و پیامدهای این گونه فعالیت‌ها را در محیط بررسی کند؛ سپس آگاهانه به آن عمل نماید.

از زمانی که انسان زندگی خود را بر روی کره‌ی زمین آغاز نمود با استفاده از توانمندی‌ها و استعدادهای خود توانست منابع گوناگون موجود در زمین را شناسایی و از آن بهره‌برداری کند. بشر ابتدا با استفاده از گیاهان و جانوران، بخشی از نیازمندی‌های خود را در زمینه‌ی خوراک و پوشاک تأمین می‌کرد و سپس به تدریج کشاورزی، دام‌پروری، ماهی‌گیری را فراگرفت تا این که بعدها موفق شد با کندوکاو بیش‌تر منابع زیرزمینی را کشف و بهره‌برداری کند و برخی از احتیاجات خود را با استخراج فلزات و کانی‌های غیرفلزی، به‌گونه‌ی سوخت و انرژی مصالح ساختمانی، منابع آبی و نظایر آن، برطرف سازد. با ازدیاد روزافزون جمعیت و بالارفتن سطح کمی و کیفی معیارهای زندگی تقاضای فراوانی برای بهره‌گیری از معادن و ذخایر نفتی و گازی، آب‌های زیرزمینی برای توسعه‌ی



شکل ۱-۸- فعالیت بشر در زمینه‌ی استخراج منابع معدنی—بزرگ‌ترین معدن سنگ آهن روباز جهان در آمریکا.

## روند بهره‌گیری انسان از منابع معدنی

بشر تنها موجودی است که از میان تمامی مخلوقات برای دست‌یابی به گنجینه‌های عظیم موجود در زمین به تلاش برخاسته و ابزارآلات گوناگونی را برای این منظور ساخته است. انسان نخستین با کاوش زمین در عصر حجر به سنگ چخماق دست یافت و به تدریج نسل‌های بعد با حفر زمین به ذخایر گرانبهای دیگری در درون آن پی برد؛ بنابراین، تاریخ معدن‌کاری جهان معادل تاریخ تمدن بشر است. بیش‌تر مواد معدنی کشف شده بر مقدار استخراج آن‌ها نیز افزوده است و این امر به دلیل ترقی سطح زندگی بشر و نیز به سبب افزایش جمعیت جهان است. آنچه در این میان شایسته‌ی ذکر است این که نیاز انسان به منابع معدنی در آینده نیز نه تنها روبه کاهش نمی‌رود بلکه بیش از پیش فزونی خواهد گرفت. حال آن که ذخایر مواد معدنی هر روز در حال تخلیه شدن هستند؛ بنابراین، دور راه در پیش است؛ یا این که باید منابع جدیدی که در نقاط دور از دست‌رس بشر، مانند بستر اقیانوس‌ها و زیر یخ‌های قطبی قرار دارد، اکتشاف و استخراج کرد یا آن که به مصرف کم‌تر مواد معدنی و موضوع بازیافت و استفاده‌ی مجدد از منابع استخراج شده روی آورد.

درباره‌ی میزان دست‌یابی جهان به مواد معدنی در قرن‌های آینده، دانشمندان دیدگاه‌های متفاوتی مطرح نموده‌اند. یکی از نگرش‌ها چنین است که با در نظر گرفتن رشد جمعیت جهان و بهبود وضعیت زندگی بشر و نیاز بیش‌تر به مواد اولیه، هم‌چنین محدود بودن منابع معدنی در پوسته‌ی زمین باید به کمبودهای آتی

این مواد توجه کرد. اما دیدگاه‌های دیگری نیز عنوان گردیده است که خوش‌بینانه‌تر است و آن این که ارقام پیش‌بینی شده درباره‌ی رشد سریع جمعیت جهانی فرضی و تخمینی است و صحت آن مورد تردید است و بشر نیز گام‌های مفیدی در کنترل جمعیت جهان برداشته است و اوضاع آن چنان هم نگران‌کننده نخواهد بود. بر اساس این دیدگاه تغییرات تکنولوژی در آینده به بشر اجازه خواهد داد تا منابعی را که امروزه وجود دارد ولی از لحاظ اقتصادی استخراج آن‌ها مقرون به صرفه نیست در آینده بهره‌برداری کند. کما این که امروزه در مقایسه با گذشته، بسیاری از منابعی که استخراج می‌شوند، استخراج ناپذیر شناخته شده، بهره‌برداری آن‌ها غیراقتصادی بوده است. دیدگاه دیگری نیز به این صورت مطرح است که مواد جدیدی جای‌گزین مواد معدنی قدیمی می‌شوند و کاربرد مواد در آینده همانند امروز نخواهد بود، بلکه مواد معدنی یا مصنوعی جدیدی وارد بازار خواهند شد و در نتیجه، برخی از مواد معدنی دیگر کم‌تر مصرف شده سرانجام، بازیابی مواد متداول می‌شود و ضرورت استخراج مواد معدنی کم‌تر احساس می‌گردد. البته هم‌اکنون بازیابی آهن قراضه ضرورت استخراج معادن آهن و دیگر معادن را کم‌تر کرده است. با این همه، آنچه مسلم است این که میزان ذخایر بسیاری از منابع معدنی با پیشرفت تکنولوژی اکتشاف و بهره‌برداری، به طور کلی سیر صعودی داشته، با توجه به این که به هر حال منابع معدنی موجود در پوسته‌ی زمین نیز ثابت، تجدید ناپذیر و محدود هستند.



شکل ۲-۱۸- بهره‌گیری انسان از منابع معدنی در زیرزمین



## اهمیت منابع معدنی فلزی در زندگی انسان

بلندمرتبه، پل‌های عریض و طولیل بر روی رودخانه‌ها و حتی دریاچه‌ها، شبکه‌های مترکم خطوط آهن، خطوط انتقال نیرو، کشتی‌های غول‌آسای اقیانوس پیما، سلاح‌های پیشرفته‌ی جنگی، نظیر توپ و تانک و مانند آن، هواپیماها و موشک‌های فضایی، انواع ماشین‌آلات صنعتی، لکوموتیوها، واگن‌ها، اتوبوس‌ها، کامیون‌ها، اتوموبیل‌ها، لوازم خانگی و هزاران وسایل دیگر به کار می‌روند و در فعالیت‌های آینده‌ی بشری در زمینه‌ی مهندسی، تکنولوژی و صنعت و سایر عرصه‌های فعالیت‌های اقتصادی نه تنها از مصرف فلزات کاسته نخواهد شد بلکه بر میزان مصرف جهانی آن افزوده خواهد شد؛ بنابراین؛ مشاهده می‌کنیم که میلیاردها تن فلز که سنگ‌ان‌ها از پوسته‌ی زمین استخراج شده چه نقش عظیمی در زندگی انسان عصر حاضر و نسل‌های آینده ایفا می‌کند.

امروزه فلزات اساس و بنیان کلیه‌ی فعالیت‌های بشری را تشکیل می‌دهند و به عبارتی، فلزات زیربنای تمدن انسان عصر حاضر به شمار می‌رود. میزان تقاضا برای فلزات مختلف، مدام رو به افزایش است. در اوایل قرن نوزدهم برای هر فردی در روی کره‌ی زمین کم‌تر از یک کیلوگرم فلز تولید می‌شد؛ در حالی که این رقم امروزه شاید بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم و حتی بیش‌تر باشد. امروزه بشر در کم‌تر زمینه‌ای است که با فلز سروکار نداشته باشد. فلزاتی مانند آهن، مس، آلومینیوم، سرب، روی، قلع، نیکل، کروم، کبالت، طلا، نقره، پلاتین و ده‌ها فلز شناخته‌شده‌ی دیگر و آلیاژهای مختلف آن‌ها توانمندی بشر را برای دستیابی به توسعه‌ی صنعتی و اقتصادی، و رفاه و آسایش صدچندان کرده است. فلزات برای ساختن اسکلت ساختمان‌های



شکل ۳-۱۸- مواد معدنی تبدیل یافته به فرآورده‌های مختلف

## منابع سوخت و انرژی

تا حدود سال ۱۸۰۰ میلادی بیش‌تر انرژی مورد نیاز دنیا از سوزاندن چوب به دست می‌آمد، اما در خلال قرن نوزدهم زغال‌سنگ جای آن را گرفت. تا سال ۱۹۲۵ نفت و گاز به مقدار خیلی محدودی به مصرف می‌رسید که به تدریج کاربرد آن‌ها توسعه یافت؛ به طوری که در سال ۱۹۷۵ حدود ۴۰ درصد انرژی جهانی از نفت، ۲۰ درصد از گاز طبیعی و ۴۰ درصد از زغال‌سنگ تأمین می‌شد. تقاضای جهانی برای این منابع انرژی دائماً روبه ازدیاد است. با آن که در طول دهه‌های آینده کمبودی از لحاظ دسترسی به این منابع پیش‌بینی نمی‌شود، اما در هر صورت منابع انرژی مذکور به‌طور پیوسته در حال کاهش بوده از این رو، در روش مصرف آن‌ها باید تجدیدنظر صورت بگیرد، زیرا در غیر این صورت بشر با بحرانی جدی روبه‌رو خواهد شد. آن‌چه زمین‌شناسان و اقتصاددانان را نگران کرده است سرعت افزایش مصرف است. در حال حاضر انرژی مورد استفاده‌ی بشر به‌طور تقریبی در هر ده سال دو برابر می‌شود و تا چند سال آینده فاصله‌ی عظیمی بین نیازهای جهانی و انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی پدید خواهد آمد.

## گسترده‌ی کاربرد منابع معدنی غیرفلزی

تعداد منابع معدنی غیرفلزی مختلفی که امروزه به‌منظور برطرف ساختن نیازهای مختلف بشر استخراج می‌شود، پراکنش جغرافیایی آن‌ها بسیار فراوان و گسترده است. سنگ‌های آهکی و انواع سنگ‌های آذرین از گذشته‌های دور در کارهای ساختمان‌سازی، راه‌سازی، کف‌پوش معابر و خیابان‌ها، سدسازی و بی‌سازی بناها به کار می‌رفته است. صنعت تراش سنگ و استخراج و بهره‌برداری از معادن سنگ، پیشینه‌ی چند هزار ساله دارد. آثار باستانی معروفی نظیر اهرام ثلاثه‌ی مصر، بناهای زیبای تخت‌جمشید و ده‌ها نمونه‌ی دیگر گواه این امر است. سنگ به‌صورت مصالح گوناگونی همچون مالون، لاشه و پلاک نیز به‌شکل غیرمستقیم (شن و ماسه) در تهیه‌ی ملات، بتون، آسفالت و نظایر آن هم‌چنان دامنه‌ی کاربرد وسیعی دارد. سنگ‌های تزیینی و نما نیز جایگاه خاصی در فعالیت‌های ساختمان‌سازی دارند. معادن سنگ مرمر و مرمریت، تراورتن، سنگ‌چینی، گرانیت و

گابرو در این ردیف قرار دارند. گچ، خاک‌رس، آهک و سیمان نیز به مقیاس گسترده در سراسر جهان به کار می‌روند. سایر مواد معدنی غیرفلزی نیز دارای مصارف بسیار گوناگون هستند و ترکیباتی که از آن‌ها از طریق فرایندهای صنعتی به دست می‌آید در کلیه‌ی زمینه‌ها به کار گرفته می‌شوند. گوگرد، گرافیت، الماس، و سایر سنگ‌های قیمتی مانند زمرد، یاقوت، نمک طعام، کائولن، میکا، فسفات‌ها و خاک‌های نسوز جملگی از منابع معدنی غیرفلزی مهمی هستند که بسیار با ارزش بوده مواد اولیه‌ی صنایع و کارخانجات گوناگون را فراهم می‌سازند. نکته‌ی درخور توجه این است که متناسب با پیشرفت صنعت و تکنولوژی بر دانش بشری افزوده می‌گردد و زمینه‌های کاربرد جدیدتری برای این مواد معدنی به‌وجود می‌آید که در نتیجه، نیاز به استخراج آن‌ها از پوسته‌ی زمین وسعت می‌یابد. نفت، گاز و زغال‌سنگ نیز از جمله‌ی این منابع هستند که به سبب اهمیت و جایگاه خاصی که امروزه در جهان دارند، آن‌ها را به‌طور جداگانه بررسی و ارزیابی می‌کنیم.

**نفت خام:** نفت خام، این مایع غلیظ و سیاه‌رنگ، به‌صورتی که از چاه به دست می‌آید مصرف مستقیم و مناسبی ندارد. حتی استفاده از آن برای مصارف سوختی هم بدون اشکال نیست؛ از این رو، باید در پالایشگاه‌های نفت تصفیه شود. با وجود سابقه‌ی طولانی کاربرد نفت، تا همین اواخر مصارف آن بسیار محدود و منحصر بود به امور درمانی، روشنایی، گرمادهی و نفوذناپذیر کردن مصالح با قیر نفتی که البته امروزه نفت با طیف وسیعی از فرآورده‌های تولیدی و کاربردهای گسترده نقش مهمی در اقتصاد و صنعت بر عهده دارد. قسمتی از فرآورده‌های نفتی به‌مصرف تولید انرژی و تأمین سوخت انواع خودروهای سبک و سنگین، هواپیماها و سایر وسایط نقلیه می‌رسد که از آن جمله است: بنزین، نفت سفید، گازوئیل و بنزین هواپیما.

بخشی دیگر از این فرآورده‌ها مصارف غیر سوختی دارند. از ترکیب نفت با عناصری مانند نیتروژن، گوگرد، اکسیژن و کلر فرآورده‌های پتروشیمی تهیه می‌شود که انواع کودهای شیمیایی، مواد پاک‌کننده، لاستیک، لیاف مصنوعی، و لوازم آرایش از آن جمله‌اند. فرآورده‌های نفتی دیگری نیز دارند که عبارت‌اند از: قیر برای ساختمان‌سازی و راه‌سازی، و گریس برای

به استمرار بهره‌گیری انسان از منابع درون زمین وابسته است. به‌علت مصرف فراوان نفت، دانشمندان اعلام نموده‌اند که تمام منابع نفتی بین سال‌های ۲۰۵۰ تا ۲۰۷۵ به انتها خواهد رسید و از شیل‌های نفتی و گاز به صورت مکمل نفت و گاز تا سال ۲۱۰۰ استفاده خواهد شد.

**گاز طبیعی:** نفتی که از چاه خارج می‌شود مقادیری آب و گاز و مواد گوگردی به‌همراه دارد که باید به وسیله‌ی دستگاه‌های جداکننده از یک‌دیگر تفکیک شوند و هر یک با توجه به خواص آن به‌کار گرفته شوند تا همین اواخر گازهای جدا شده از نفت را که همان گاز طبیعی است، زاید می‌شناختند و آن‌ها را غالباً می‌سوزانند. البته مخازن زیرزمینی خاصی نیز وجود دارند که ذخیره‌ی آن‌ها گاز طبیعی است. گاز طبیعی امروزه نقش مهمی در تأمین انرژی مصرفی بشر در صنایع مختلف و امور خانگی بر عهده دارد؛ هم‌چنین طی فرایندهای خاصی در پالایشگاه‌های گاز از آن محصولات فرعی، نظیر گوگرد، استخراج می‌شود.

روان کردن قطعات انواع ماشین‌آلات و ابزارهای صنعتی و تولوئن در تهیه‌ی مواد منفجره.

جهان غرب که مصرف‌کننده‌ی عمده‌ی نفت به‌شمار می‌آید در فاصله‌ی سال ۱۹۷۲ تا ۱۹۷۳ به سبب عدم دسترسی به نفت کافی با مشکلات بسیاری روبه‌رو شد به این ترتیب که بسیاری از مدارس تعطیل شد و سایر فعالیت‌های عمومی متوقف گردید و بعضی از کارخانجات تولیدی ناگزیر به کاهش یا قطع کلی تولیدات خود شدند. تحریم نفتی اعراب در آغاز سال ۱۹۷۴ سبب شد بحران انرژی تشدید شود. در این سال جایگاه‌های فروش، بنزین کافی در اختیار نداشتند. سوخت جیره‌بندی گردید و بازار اتومبیل، به‌ویژه انواع بزرگ آن با کساد مواجه شد و هزاران کارگری بی‌کار شدند. پرواز هواپیمایی بین‌المللی نیز کاهش یافت و بر دامنه‌ی بیکاری نیز افزوده شد.

بحران انرژی نشانگر این واقعیت است که کمبود سوخت در آینده محتمل است و رفاه و آسایش مادی بشر نیز تا حد بسیاری



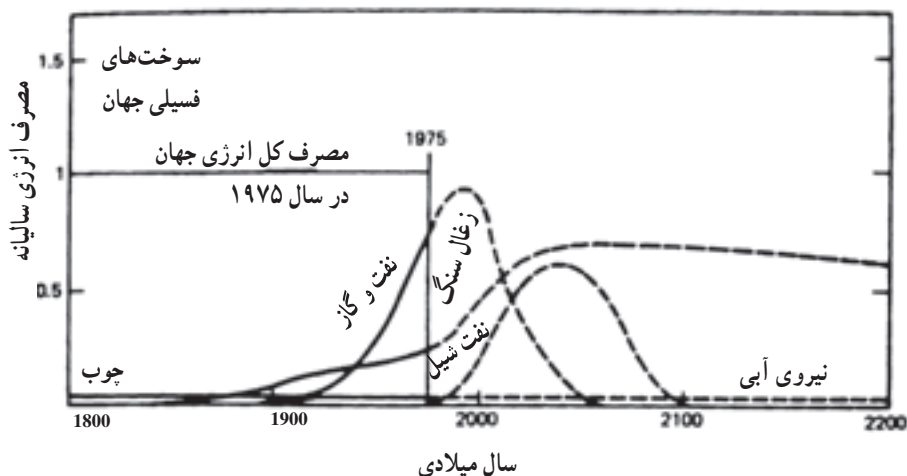
شکل ۴-۱۸- پالایشگاه گاز



**زغال سنگ:** زغال سنگ فراوان ترین سوخت فسیلی کره‌ی زمین به شمار می آید و کهن سال ترین سوخت معدنی است که پیشینه‌ی برخی از انواع آن به چهارصد میلیون سال می رسد. مصرف این ماده‌ی معدنی، براساس اسناد تاریخی به قبل از میلاد مسیح بر می گردد و بشر همواره در طول تاریخ از زغال سنگ برای تولید گرما استفاده کرده است. با به کارگیری ماشین بخار، استخراج تجاری زغال سنگ برای حمل و نقل و تولیدات صنعتی گسترش یافت. از سال ۱۸۸۰ به بعد زغال سنگ جای گزین چوب شد و منبع اصلی انرژی در جهان به شمار آمد. کاربرد زغال سنگ در صنعت ذوب آهن، انقلاب صنعتی را تسریع نمود. پیشرفت های گوناگونی که در عرصه‌ی علم و فن آوری صورت گرفت دامنه‌ی کاربرد زغال سنگ را برای استفاده از مشتقات آن وسیع تر کرد؛ به گونه‌ای که تاکنون بیش از ۴۰۰ نوع ترکیب از زغال سنگ به دست آمده است. زغال سنگ را می توان به صورت منبعی جای گزین برای تولید مقادیر انبوه، استفاده کرده آن را به یک سوخت تمیز، بدون خاکستر و گوگرد تبدیل نمود. این سوخت ممکن است گاز استخراج شده از زغال سنگ، مایع یا انرژی

حاصل از جامد بازسازی شده باشد. با توجه به این که جهان دارای منابع عظیمی از زغال سنگ است بهره برداری از این منابع، به منظور برطرف ساختن نیازهای فعلی و تقاضاهای آینده با بشر، منطقی به نظر می رسد. با کاهش یافتن ذخایر نفتی جهان، در نیروگاه های حرارتی برق و سایر مراکز بزرگ صنعتی به تدریج زغال سنگ جای گزین نفت خواهد شد. زغال سنگ در عین حال پراکنده ترین سوخت فسیلی در زمین است و در بیش از ۲۰۰۰ حوزه‌ی رسوبی زمین یافت شده است. مقدار منابع تخمینی زغال سنگ در کره‌ی زمین، بسیار بیش تر از نفت یا گاز طبیعی است. ذخایر زغال سنگ اقتصادی و استخراج پذیر جهان را بیش از ۶۰۰ میلیارد تن برآورد کرده اند که در این صورت، نیاز بشر تا حدود ۲۰۰ سال برطرف خواهد شد.

برخی از فراورده های مهم حاصل از فرایندهای تبدیلی زغال سنگ که امروزه در زندگی بشر پدیدار شده عبارت اند از: قطران، آمونیاک، سولفات آمونیوم (به صورت کود شیمیایی در مصارف کشاورزی)، نفت خام، قیر، تولوئن، بنزن، نفتالین و گروئوزوت یا جوهر قطران<sup>۱</sup>.



شکل ۱۸-۵- روند تولید زغال سنگ. نمودار نشان دهنده‌ی مقادیر نسبی مصرف سالانه‌ی انرژی در سطح جهان حاصل از سوخت های فسیلی و نیروی آب. خط های بریده میزان تخمینی مصرف انرژی در آینده هستند. گرچه منابع مختلف، تخمین های متفاوتی را ارائه می کند. اما به نظر می رسد این الگوی عمومی مورد قبول اکثریت باشد.

۱- از جوهر قطران برای محافظت چوب در برابر موربانه استفاده می شود.

## منابع انرژی‌های تجدیدپذیر نوین

در عصر کنونی، انقلاب بزرگی در زمینه‌ی فن‌آوری تولید انرژی در حال تکمیل است. محدودیت و روبه پایان بودن منابع سوخت‌های فسیلی، بروز بحران انرژی در دنیا، هم‌چنین مسئله‌ی آلودگی محیط زیست، ذهن پژوهشگران و محققان را به منابع انرژی‌های تجدید شونده معطوف ساخته که از آن جمله‌اند: انرژی خورشید، باد، امواج و نظایر آن.

**انرژی خورشیدی:** آینده به انرژی خورشیدی تعلق دارد. سالانه معادل ۹۰۰ هزار میلیارد مگاوات ساعت انرژی به صورت اشعه‌ی خورشیدی از زمین دریافت می‌شود. این در حالی است که این مقدار ۱۰ هزار برابر بیش‌تر از انرژی مورد نیاز بشر در سراسر کره‌ی زمین است. این که امروزه باید از انرژی خورشیدی استفاده‌ای به مراتب بیش‌تر و فراگیرتر کرد بر هیچ‌کس پوشیده نیست. یکی از کاربردهای مهم انرژی خورشیدی تبدیل آن به انرژی الکتریکی است که از طریق نیروگاه‌های خورشیدی صورت می‌گیرد. در اصل برای این منظور دو روش وجود دارد که عبارت‌اند از: ۱- متمرکز کردن پرتوهای خورشیدی و تبدیل انرژی حرارتی آن‌ها به الکتریسیته، از طریق فرایندهای ترمودینامیکی.

۲- تبدیل مستقیم پرتوهای خورشیدی به انرژی الکتریکی، به وسیله‌ی تجهیزات نیمه هادی و فتوولتائیک. روش اول برای دستیابی به ظرفیت‌های بالاتر انرژی مقرون به صرفه‌تر است.



- ۱- ژنراتورهای برق خورشیدی
- ۲- باتری‌های سیستم برق خورشیدی
- ۳- تنظیم‌کننده‌ی برق خورشیدی
- ۴- مصرف‌کننده

شکل ۶-۱۸- کاربرد انرژی خورشیدی در تأمین برق مصرفی یک خانه

پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۰ میلادی ظرفیت تولیدی انرژی از نیروگاه خورشیدی به حدود ۲۴۰۰ مگاوات برسد. سیستم «گرما خورشیدی» نیز برای گرمایش آب به‌طور تجاری کاربرد دارند. استخرهای شنا یا آب مصرفی خانه‌های ویلایی، آپارتمانی، هتل‌ها یا سایر ساختمان‌ها در بخش‌های خدماتی یا تجاری را می‌توان به آسانی به وسیله‌ی انرژی خورشید گرم نمود.

با این سیستم هم‌چنین می‌توان بخش بزرگی از تقاضا برای گرمایش فضای ساختمان را تأمین کرد. با این همه، سطوح بزرگ‌تری برای گردآوری انرژی خورشیدی مورد نیاز خواهد بود.



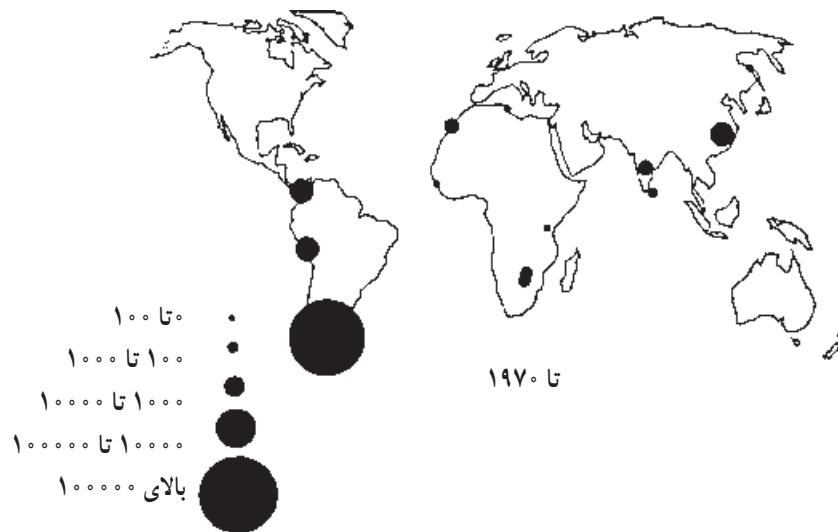
شکل ۷-۱۸- کاربرد پمپ‌های خورشیدی - تا سال ۱۹۹۷ میلادی در حدود ۲۰۰۰۰ پمپ خورشیدی در جهان نصب و راه‌اندازی شده است. در این پمپ‌ها انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی DC یا AC تبدیل می‌شود. توان کارکرد پمپ‌های فتوولتائیک به مقدار انرژی خورشیدی در منطقه بستگی دارد.

## انرژی باد

طریق اصطکاکی برای تولید انرژی حرارتی استفاده کرد. فن‌آوری توربین بادی در ۲۰ سال گذشته از توسعه و پیشرفت نسبتاً زیادی برخوردار بوده است. هزینه‌ی شبکه‌های نصب شده در دهه‌ی گذشته به نحو چشم‌گیری کاهش یافته، از این رو انرژی باد در بسیاری از نواحی زمین با منابع انرژی سنتی رقابت می‌کند. از پمپ‌های بادی می‌توان در اکثر نواحی روستایی که آب زیرزمینی دارند استفاده کرد. بیش از یک میلیون پمپ بادی در کشورهای

از روی نقشه‌ی منابع جهانی باد، تخمین زده می‌شود که ۲۷ درصد مساحت خشکی‌های زمین در معرض وزش باد - با سرعت متوسط سالیانه بیش از ۱۸ کیلومتر در ساعت - در ارتفاع ۱۰ متری از سطح زمین قرار دارد. در اثر وزش باد و با استفاده از توربین‌های بادی افقی یا عمودی می‌توان انرژی باد را به انرژی مکانیکی تبدیل نمود و از آن برای پمپاژ آب یا تولید برق، یا از

آرژانتین، آمریکا، آفریقای جنوبی، بوتسوانا، نامیبیا و زیمبابوه ۶۰۰ هزار پمپ بادی نصب شده است. نصب شده‌اند. در امریکای جنوبی، به‌ویژه در آرژانتین، بیش از



شکل ۸-۱۸- تعداد پمپ‌های بادی تخمینی در بعضی از کشورهای جهان



شکل ۹-۱۸- توربین‌های بادی

### انرژی زمین گرمایی

ناشی از این انرژی از متلاشی شدن عناصر رادیواکتیو، انرژی زمین گرمایی یا «ژئوترمال» به حرارتی که در زیر سطح کره‌ی زمین ذخیره شده اطلاق می‌گردد. حرارت هسته‌ی مذاب کره، کوه‌زایی، فشار طبقات ضخیم در حوضه‌های رسوبی و واکنش‌های شیمیایی سرچشمه





شکل ۱۰-۱۸- استفاده از انرژی زمین گرمایی برای تولید برق در کشور نیوزلند

و بهداشت در این مناطق فراهم آید.

### انرژی‌های دریایی

دریا از طریق فرایندهای مختلف فیزیکی انرژی را دریافت و ذخیره نموده سپس آن را آزاد می‌کند. این انرژی به صورت امواج دریا، جزر و مد، اختلاف دما و اختلاف غلظت نمک در اعماق مختلف دریا وجود دارد که می‌توان از هر یک از آنها بهره‌برداری نمود. منابع انرژی‌های یاد شده دارای قابلیت بهره‌گیری از طریق برخی فن‌آوری‌های جدید هستند. پیشرفت‌هایی که در این زمینه صورت گرفته بسیار امیدبخش است.

استخراج انرژی از امواج دریا طی قرن اخیر به‌طور جدی مورد توجه بوده است، زیرا قدرت حاصل از امواج دریا غیر آلاینده است و به هر میزان که جای‌گزین سوخت‌های فسیلی شود منافع زیست‌محیطی را در پی خواهد داشت. انرژی امواج، عرصه‌ی مناسبی برای اختراع به‌شمار می‌رود. در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۷۴ تا ۱۹۸۵ بیش از ۲۰۰ دستگاه فقط در کشور انگلستان برای استفاده از انرژی امواج دریا اختراع شده و به‌نظر می‌رسد این مقدار روبه‌افزایش باشد. انتظار می‌رود که تا سال ۲۰۲۰ از انرژی امواج دریا به مقیاس گسترده‌تری نسبت به حال استفاده شود.

می‌گیرد. این انرژی بی‌پایان و پاک، از طریق رسانایی و جریان‌های هم‌رفتی آب‌های سطحی و زیرزمینی در پوسته‌ی جامد زمین، انرژی زمین گرمایی را تشکیل می‌دهد. اکتشاف انرژی زمین گرمایی وابسته به دانش زمین‌شناسی است. همان‌گونه که منابع نفتی در ابتدا از طریق مطالعات و عملیات زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی کشف می‌شود ذخایر زمین گرمایی نیز از طریق این مطالعات شناسایی می‌شود. برای بهره‌برداری از این منابع لازم است که به اکتشاف، استخراج و فن‌آوری‌های تبدیل، توجه گردد و نکات زیست‌محیطی، نیز از نظر دور نماند.

سابقه‌ی استفاده از انرژی زمین گرمایی به‌زمان‌های خیلی دور بر می‌گردد. به‌عنوان مثال در زمان‌های قدیم از این انرژی به‌عنوان حمام‌های آب‌گرم برای مداوای امراض، گرمایش محیط، تهیه‌ی آب‌گرم و غیره استفاده می‌شد.

از ابتدای قرن بیستم تلاش‌های بسیاری به‌منظور تبدیل انرژی زمین گرمایی به‌انرژی برق صورت گرفته است. تولید برق از انرژی زمین گرمایی در سال ۱۹۹۰ به حدود ۶۰۰۰ مگاوات در بیش از ۲۰ کشور جهان رسید. در طول ۱۵ سال اخیر فن‌آوری زمین گرمایی از پیشرفت درخور توجهی برخوردار بوده است. این پیشرفت‌ها مشتمل است بر: ساده‌ترین کاربرد، یعنی استفاده‌ی طبی از چشمه‌های آب‌گرم تا استفاده‌ی گسترده در صنایع، کشاورزی و گرمایش مناطق هم‌چنین استفاده‌ی انحصاری بخار خشک تا طیف وسیعی از منابع برای تولید برق.

وجود کوه‌های آتشفشانی در شمال، شمال غربی، جنوب شرقی و مرکز ایران، گسل‌های فعال، نیز چشمه‌های آب‌گرم در اکثر نقاط کشور نشان‌دهنده‌ی این واقعیت است که انرژی زمین گرمایی در ایران تا حد بسیاری موجود است.

وزارت نیرو از سال ۱۳۵۳ در مناطق آذربایجان و دماوند اقدام به اکتشاف انرژی زمین گرمایی کرده که طی آن مطالعات دقیقی در این زمینه صورت گرفته است. پیش‌بینی می‌شود فن‌آوری زمین گرمایی به‌زودی در مناطق دور افتاده‌ی ایران به کار گرفته شود و در پی آن توسعه‌ی اقتصادی و گسترش فرهنگ

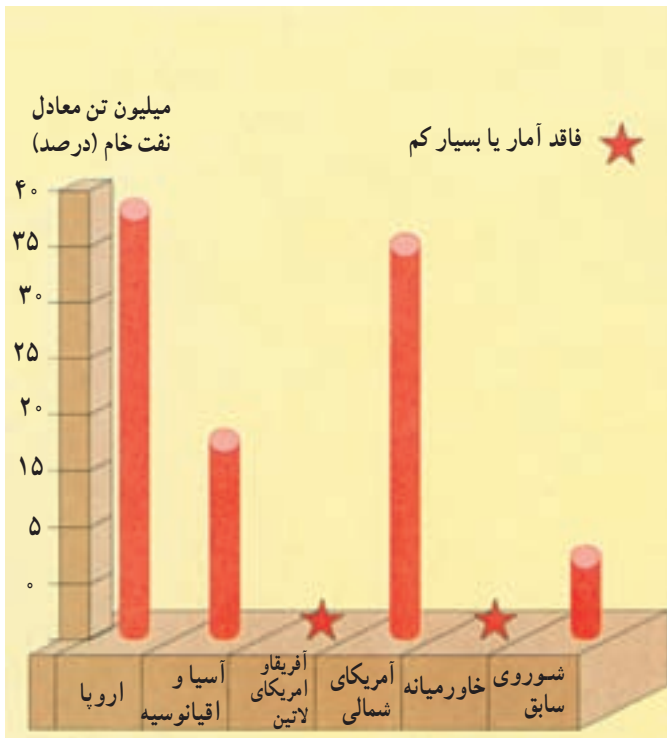
و بی خطر کردن این مواد هنوز به جایی نرسیده و این زباله برای نسل‌های آینده مسئله‌ای جدی خواهد بود.

استفاده از انرژی جزر و مد آب دریا، سابقه‌ای دیرین دارد. پیشینه‌ی به کارگیری این انرژی به وسیله‌ی آسیاب‌هایی که با قدرت جزر و مد کار می‌کردند در سواحل اروپا به قبل از سال ۱۱۰۰ میلادی برمی‌گردد. صدها اختراع در ۱۵۰ سال اخیر به ثبت رسیده و هنوز هم این روند ادامه دارد. نیروگاه‌های جزرومدی از جمله‌ی این ابداعات هستند، اما تعداد آن‌ها در حال حاضر محدود به چند نیروگاه آزمایشی نظیر نیروگاه جزرومدی ۲۴۰ مگاواتی واقع در فرانسه است.

انرژی حرارتی دریایی نیز به گونه‌ی بالقوه در مناطق حاره و نیمه‌حاره موجود است و برای استفاده از آن‌ها نیز نیروگاه‌های تبدیل انرژی حرارتی ساخته شده است. این نیروگاه‌ها، جز به هنگام تعمیر، به طور دائم و نامحدود کار خواهند کرد. با این نیروگاه‌ها می‌توان به طور طبیعی آب شیرین نیز تولید کرد و به نظر می‌رسد ارزان‌ترین روش برای تهیه‌ی آب شیرین از آب دریا باشد.

## انرژی هسته‌ای

هر سوختی قبل از هر چیز بر مبنای حرارتی طبقه‌بندی می‌شود که هنگام احتراق ایجاد می‌کند. از این نظر، سوخت هسته‌ای در مقایسه با سایر سوخت‌ها، جایگاه برتر و ویژه‌ای دارد. حرارتی که از اورانیوم به علت تجزیه‌ی هسته‌ای به دست می‌آید از منابع مهم انرژی حرارتی در داخل سیاره ماست؛ بنابراین، توجه‌ی خاصی به آن می‌شود. امروزه صنعت انرژی اتمی به سرعت در حال پیشرفت است و بسیاری از کشورها با تأسیس نیروگاه‌های اتمی، کشتی‌هایی ساخته‌اند که با انرژی هسته‌ای کار می‌کند. زمانی انتظار می‌رفت که نیروگاه‌های هسته‌ای انتخاب مطمئنی برای تأمین انرژی‌های مورد نیاز بشر باشد اما اکنون طرفداران محیط زیست و بسیاری از دانشمندان به دلایلی همچون حادثه‌های احتمالی، نظیر انفجار در نیروگاه هسته‌ای چرنوبل در شوروی سابق، خطرات تابشی درازمدت و آلودگی‌های گرمایی از طریق تخلیه‌ی آب گرم به داخل دریاچه‌ها و رودخانه‌ها با توسعه‌ی این نوع نیروگاه‌ها به مخالفت برخاسته‌اند. فضولات مایعی که پس از مصرف سوخت‌های هسته‌ای برجای می‌ماند رادیو اکتیو است و تا ده‌ها هزارسال اثر کشنده و مهلک دارد. روش‌های مطمئن انبارسازی



شکل ۱۱-۸- مصرف انرژی هسته‌ای در جهان

آنچه امروزه به صورت مواد باطله به دور ریخته می‌شود در سال‌های آینده به طور عادی دوباره استفاده می‌شود و مواد جدیدی جای‌گزین مواد کنونی خواهند شد. در سنگ‌های معمولی پوسته‌ی زمین عناصر زیادی وجود دارند که نسبت به منابع کنونی عیار بسیار کم‌تری دارند و سرانجام، روزی فرا خواهد رسید که آن‌ها هم استخراج خواهند شد؛ هرچند این کار بسیار پرهزینه باشد. کره‌ی ماه نیز شامل منبعی از عناصر شیمیایی است که در صورت نیاز، از آن بهره‌برداری خواهد شد.

امید دانشمندان علوم زمین این است که در آینده تعادل و توازن هماهنگ و معقولی میان چرخه‌های زمین‌شناسی و جامعه‌ی جهانی با جمعیت تثبیت شده، پدید آید.



## خودآزمایی

- ۱- پنج نوع از مواد معدنی و منابع مختلفی نام ببرید که بشر با استخراج آنها از زمین نیازهای خود را برطرف می‌سازد.
- ۲- با توجه به این که منابع معدنی زمین به دلیل استخراج زیاد به تدریج در حال اتمام هستند بشر در آینده به چه اقداماتی باید دست بزند؟
- ۳- آیا فعالیت‌های استخراج مواد معدنی از پوسته‌ی زمین رو به کاهش است یا در آینده افزایش خواهد یافت؟ چرا؟
- ۴- چه تغییراتی در جریان است که طی آن در آینده فاصله‌ی بسیاری میان نیازهای جهانی و انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی، پدید خواهد آمد؟

## بخش دوم

### بخش آزمایشگاه و عملیات صحرائی



توضیح: از مطالب این بخش، سؤال امتحانی کتبی طرح نخواهد شد و اطلاعات ارائه شده صرفاً برای کارهای عملی است.

## مشخصات زمین

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

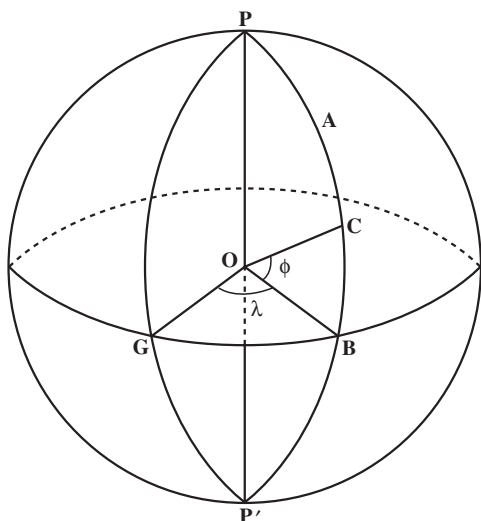
- ۱- انواع مدل‌ها را در آموزش علوم زمین به کار ببرد.
- ۲- در تعیین مدارات و نصف‌النهارات، مدل کره‌ی زمین و نقشه را به کار ببرد.
- ۳- از یک صفحه‌ی مدور و چرخان و منبع نوری (S) مانند چراغ قوه، برای نشان دادن نصف‌النهارات، تعیین زمان‌های مختلف شبانه‌روز و درجات نصف‌النهارات و نظایر آن استفاده کند.
- ۴- موقعیت زمین نسبت به خورشید (تعیین چهارفصل) را با مدل کره‌ی زمین، مشخص نماید.
- ۵- برای تعیین طول و عرض جغرافیایی نقاط، از مدل کره‌ی زمین و نقشه استفاده کند.
- ۶- اهمیت انحراف محور زمین و تأثیر آن در پیدایش چهارفصل و تابش خورشید را با مدل کره‌ی زمین تعیین کند.

## مشخصات زمین

### مدل

- جمع‌آوری شده ساخته شده‌اند. چنین مدلی در ابتدا برای تشریح پدیده‌های متنوع زمین‌شناسی به‌طور دایم طی میلیون‌ها سال، بر اثر عوامل تغییر شکل‌دهنده‌ی درونی و بیرونی حاصل شده‌اند؛ بنابراین، طرز اثر این عوامل به‌طور مستقیم در طبیعت به چشم نمی‌آیند. بلکه آن‌ها را با مدل‌های کم و بیش مشابه با حالات طبیعی در آزمایشگاه، مشاهده و بررسی می‌کنیم.
- اشیای حقیقی به بزرگی کره‌ی زمین یا به کوچکی اتم هستند. با مدلی مانند مدل کره‌ی زمین یا افلاک نما، شیء واقعی در اندازه‌ی کوچک نشان داده می‌شود. در این صورت، اشیای کوچک را نیز می‌توان در مقیاس بزرگ‌تری نشان داد؛ مانند مدل تصویری اتم.
- تعیین مدارات و نصف‌النهارات کره‌ی زمین و سایل موردنیاز:
- ۱- نقشه‌هایی که مدارات و نصف‌النهارات روی آن‌ها مشخص است.
  - ۲- مدل کره‌ی زمین (کره‌ی جغرافیایی بزرگ) به این تصویر ۱-۱ توجه کنید.
- اگر چرخ فرضی از جهت غرب به شرق و در مقابل منبع نوری (S) آهسته دوران کند، هریک از خطوط مدل‌های اتم یا چگونگی تشکیل زمین براساس اطلاعات

روی هریک از نصف‌النهارات ساعت مناسب را بنویسید.



شکل ۱-۲- نمایش نصف‌النهار و مدار

نصف‌النهارات: دایره‌های فرضی هستند که از دو قطب

می‌گذرند.

G: نصف‌النهار مبدأ (از گرینویچ می‌گذرد).

A: نصف‌النهاری که از نقطه‌ی مشخص می‌گذرد.

λ (لاندا): زاویه‌ی بین نصف‌النهار مبدأ (G) و

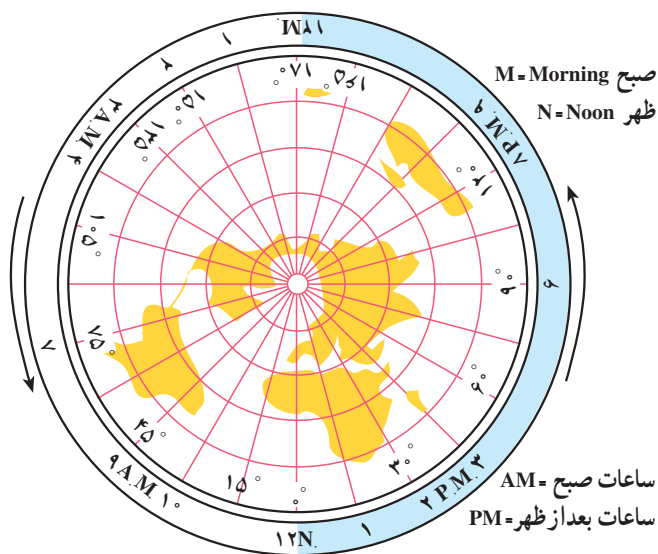
نصف‌النهار A یا  $\hat{GOB}$  بر حسب درجه، دقیقه و یا ثانیه<sup>۲</sup> که طول جغرافیایی محل مورد نظر است.

مدارات: اگر کره‌ی زمین را با سطوحی فرضی عمود بر محور زمین ( $p-p'$ ) قطع کنیم، در محل برخورد سطح و کره‌ی زمین دایره‌هایی تشکیل می‌شود که به آن‌ها «مدارات» گفته می‌شود. بزرگ‌ترین این دایره‌ها که از مرکز زمین می‌گذرد به نام «استوا» معروف است و به صورت مبدأ برای تعیین عرض جغرافیایی به کار می‌رود.

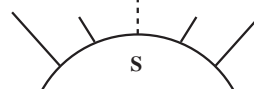
در شکل ۱-۲ زاویه‌ی بین مرکز زمین O تا نقطه‌ی C (بر حسب درجه، دقیقه، ثانیه) عرض جغرافیایی نقطه‌ی مورد نظر نام دارد و با حرف یونانی φ (فی) نشان داده می‌شود.

اگر نقطه‌ای در جنوب خط استوا واقع شده باشد طول

(به منزله‌ی نصف‌النهارات کره‌ی زمین) از مقابل (S) عبور می‌کند (مانند حرکت ظاهری خورشید از نصف‌النهار هر منطقه).



اختلاف ساعت در نقاط مختلف زمین



شکل ۱-۱- حرکت وضعی زمین

در شکل ۱-۱ نصف‌النهار مقابل S را نصف‌النهار مبدأ (O) انتخاب کنید.

فاصله‌ی هر نصف‌النهار را  $15^\circ$  (۱۵ درجه) انتخاب کنید. تقسیم‌بندی تا ۱۲MN چند درجه است؟ فاصله‌های مناسب را روی شکل ۱-۱ بنویسید.

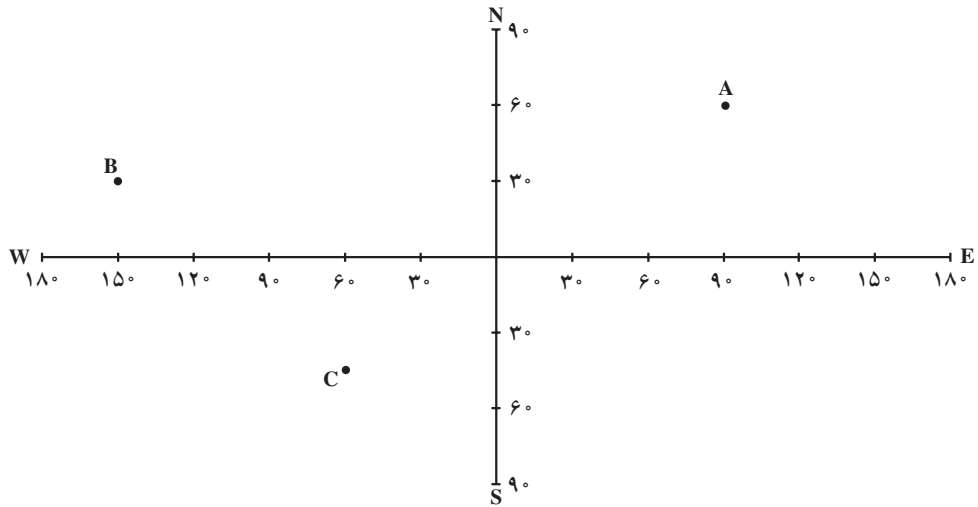
در این شکل P.M (ساعات بعد از ظهر) و A.M (ساعات صبح) مشخص گردید. هم‌چنین N نشانگر ظهر و M زمان بامداد نشان داده شده است.

نیم‌کره‌ی شرقی و نیم‌کره‌ی غربی را در شکل، نقشه و مدل کره‌ی زمین مشخص کنید.

۱- براساس قراردادهای بین‌المللی، «نصف‌النهار مبدأ» نصف‌النهاری است که از «گرینویچ» (نزدیک شهر لندن) عبور می‌کند.

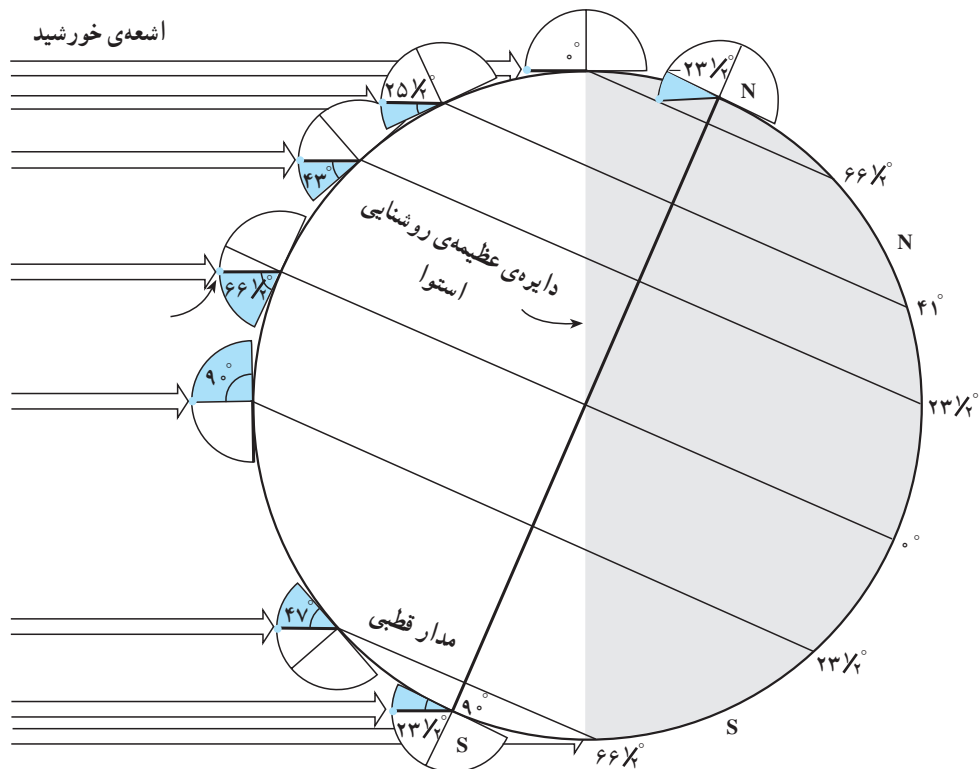
۲- هر درجه ۶۰ دقیقه و هر دقیقه به ۶۰ ثانیه تقسیم شده است.

جغرافیایی آن  $3^\circ$  شرقی و عرض آن  $45^\circ$  در نیم کره ی جنوبی واقع است. براساس شکل ۱-۴، محل آن را بر روی نقشه تعیین کنید.



شکل ۱-۳- تعیین طول و عرض جغرافیایی روی محورهای جغرافیایی

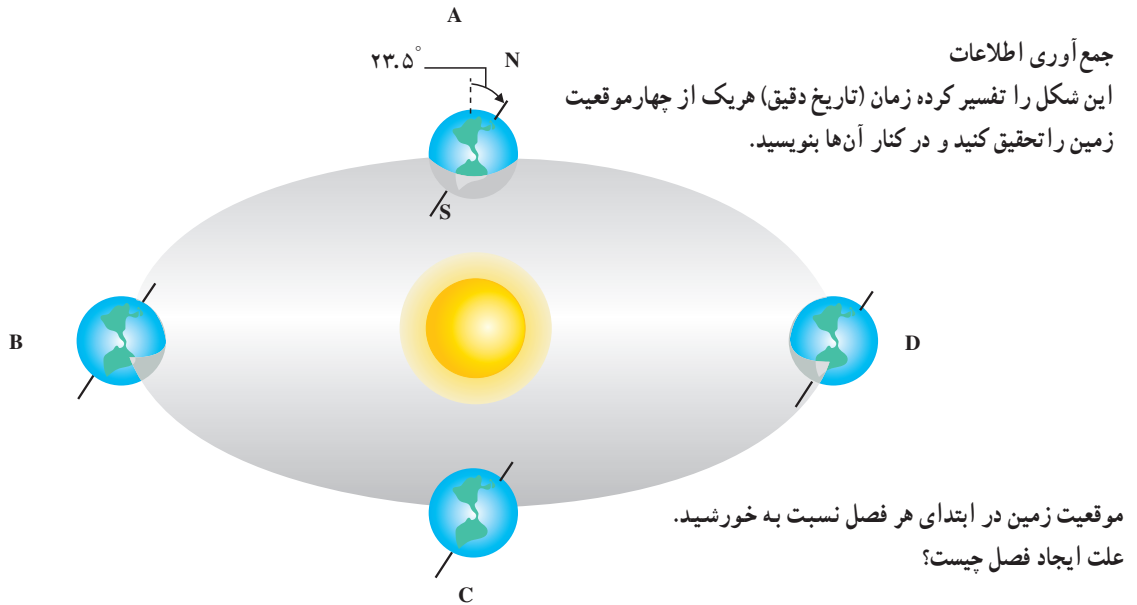
با توجه به شکل ۱-۳ طول و عرض جغرافیایی نقاط A و خط عمود بر صفحه ی مدار آن  $23\frac{1}{2}^\circ$  درجه انحراف دارد (شکل ۱-۴) و موقعیت آن‌ها (موقعیت در نیم کره‌ها) را مشخص کنید. (۱-۴).  
 انحراف محور زمین: محور زمین ( $p-p'$ ) نسبت به



شکل ۱-۴- مقدار انحراف محور زمین و تأثیر آن در مقدار زاویه‌ی تابش خورشید در عرض‌های جغرافیایی مختلف

در شکل ۱-۵ موقعیت زمین نسبت به خورشید نشان داده شده است، در هر یک از موقعیت‌های A، B و C، D نام فصل و وضعیت تمایل محور زمین نسبت به خورشید را تعیین کنید.

مقدار انحراف محور زمین و کروی بودن آن سبب به وجود آمدن فصل‌های مختلف سال شده در زاویه تابش خورشید در عرض‌های مختلف جغرافیایی تأثیر دارند.



شکل ۱-۵ - موقعیت زمین نسبت به خورشید - پیدایش چهار فصل

مؤثر بر آب و هوا (اقلیم) هر منطقه، حرکت وضعی زمین و تأثیر آن بر جهت وزش بادهای را می‌توانید تعیین و تمرین کنید.

با استفاده از مدل کره‌ی زمین و یک منبع نوری، یا مدل افلاک‌نما موقعیت‌های یاد شده را آزمایش کنید.  
با استفاده از وسایل و راهنمایی‌های این فصل، عوامل



## هوا کره

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

- ۱- دمای هوا را اندازه‌گیری کند.
- ۲- مقیاس‌های دما را به یک‌دیگر تبدیل نماید.
- ۳- دماسنج تر و دماسنج خشک را در ارتفاع و مکان مناسب نصب کند.
- ۴- ماده‌ی دماسنجی و خاصیت دماسنجی را توضیح دهد.
- ۵- رطوبت نسبی هوا را اندازه‌گیری کند.
- ۶- یک بادنمای ساده‌ی پارچه‌ای بسازد.
- ۷- با استفاده از بادنما جهت باد را تعیین کند.
- ۸- سرعت باد را بر اساس وضعیت‌های مختلف کیسه‌ی باد تخمین بزند.

### دمای هوا و اندازه‌گیری آن

دما: دما یا درجه‌ی حرارت نشان‌دهنده‌ی وضعیت گرمایی جسم است؛ مانند گرم‌تر و سردتر بودن دو جسم مختلف در هنگام لمس کردن.

دمای هوای سطح زمین: در هواشناسی دمای هوای سطح زمین به دمای هوای آزادی گفته می‌شود که در ارتفاع ۱/۲۵ تا ۲ متر از سطح زمین قرار دارد.

مقیاس‌های دما: در تعیین دما از دو مقیاس، «صدقسمتی» یا سلسیوس و دیگری «فارنهایت» استفاده می‌شود. مقیاس صدقسمتی عمومی‌تر است.

رابطه‌ی بین این دو مقیاس چنین است:

$$\frac{F - 32}{180} = \frac{C}{100}$$

از این دو مقیاس این رابطه‌ها به دست می‌آید:

تبدیل سانتی‌گراد به فارنهایت: C مقدار درجه‌ی

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

سانتی‌گراد است.

تبدیل فارنهایت به سانتی‌گراد: F مقدار درجه‌ی

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

فارنهایت است:

### تمرین

۱- ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد معادل چند درجه فارنهایت

است؟

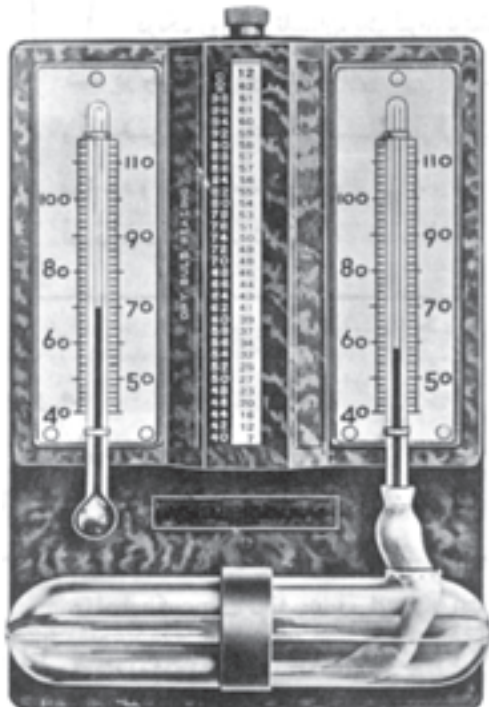
۲- ۵۹ درجه‌ی فارنهایت معادل چند درجه‌ی سانتی‌گراد

است؟

اصول اساسی اندازه‌گیری دما: دماسنج دستگاهی است

که به منظور تعیین سردی یا گرمی نسبی اجسام دما را اندازه‌گیری

می‌کند.

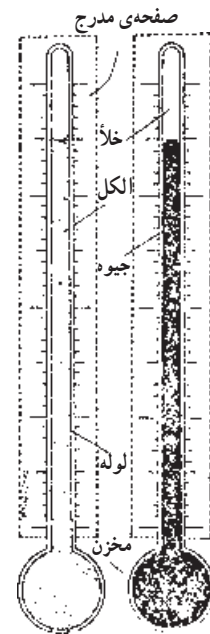


شکل ۲-۲- دماسنج خشک (سمت چپ)، دماسنج تر (سمت راست)

در ساختن دماسنج‌ها ماده‌ی مناسب و کمیتی مناسب که معرف خاصیتی از این ماده است انتخاب می‌شود.

## دماسنج‌ها

دماسنج‌های مایعی: دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی ساده‌ترین دستگاه‌های اندازه‌گیری دما هستند که براساس انبساط مایع الکل یا جیوه در یک مخزن و انتقال آن به یک لوله‌ی مدرج باریک می‌توان دما را قرائت کرد (شکل ۲-۱).



دماسنج جیوه‌ای دماسنج الکلی

شکل ۲-۱- دماسنج‌های مایعی

در فصل دوم (هوا کره) واژه‌هایی مانند رطوبت مطلق هوا، رطوبت اشباعی تعریف شده است.

رطوبت نسبی براساس این رابطه به دست می‌آید:

$$\text{رطوبت نسبی} = \frac{\text{رطوبت مطلق هوا در یک دمای معین}}{\text{رطوبت مطلق لازم برای اشباع هوا در آن دما}} \times 100$$

مثال: دمای هوا  $20^{\circ}\text{C}$  ( $20^{\circ}$  درجه‌ی سانتی‌گراد)، رطوبت مطلق  $12$  گرم در مترمکعب است. رطوبت نسبی چقدر است؟ (رطوبت اشباعی هوا در همان دما  $17/2$  گرم در مترمکعب است)

$$\text{RH} = \frac{12}{17} \times 100 = 70\%$$

مقدار رطوبت موجود در هوا،  $70$  درصد مقدار رطوبت لازم برای اشباع آن است. در جدول ۲-۱، طرز تعیین رطوبت نسبی درجه شده است.

## اندازه‌گیری رطوبت هوا

وسایل و مواد مورد نیاز: دماسنج تر و دماسنج خشک، جدول‌های مورد نیاز.

دماسنج جیوه‌ای معمولی: دقت این دماسنج‌ها معمولاً  $0/1$  درجه‌ی سانتی‌گراد است و در پناهگاه هواشناسی به طور قائم (عمودی) نصب می‌شود.

دماسنج تر: این دماسنج مانند دماسنج جیوه‌ای است و فقط مخزن آن‌ها را به وسیله‌ی پارچه‌ای به طور دائم مرطوب نگه می‌دارند. این دماسنج به گونه‌ی عمودی و مجاور دماسنج جیوه‌ای و عمودی قرار می‌گیرد (شکل ۲-۲).

جدول ۱-۲- رطوبت نسبی

دمای دماسنج خشک	طرز تعیین رطوبت نسبی									
	دمای دماسنج خشک، منهای دمای دماسنج مرطوب									
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	9
10°C	88	77	66	55	44	34	24	15	6	
11°C	89	78	67	56	46	36	27	18	9	
12°C	89	78	68	58	48	39	29	21	12	
13°C	89	79	69	59	50	41	32	22	15	70
14°C	90	79	70	60	51	42	34	26	18	10
15°C	90	80	71	61	53	44	36	27	20	13
16°C	90	81	71	63	54	46	38	30	23	15
17°C	90	81	72	64	55	47	40	32	25	18
18°C	91	82	73	65	57	49	41	34	27	20
19°C	91	82	74	65	58	50	43	36	29	22
20°C	91	83	74	68	59	53	46	39	32	26
21°C	91	83	75	67	60	53	46	39	32	26
22°C	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
23°C	92	84	76	69	62	55	48	42	36	30
24°C	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25°C	92	84	77	70	63	57	50	44	39	33
26°C	92	58	78	71	64	58	51	46	40	34
27°C	92	85	78	71	65	58	52	47	41	36
28°C	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
29°C	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38
30°C	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

**تمرین**

با مراجعه به جدول و در نظر گرفتن دمای دماسنج خشک

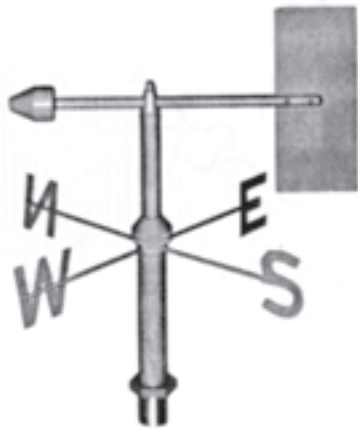
دمایی که در دماسنج خشک نشان داده می‌شود ۲۳ درجه ی (۲۳ درجه ی سانتی گراد) و اختلاف دو دما (۹°C)، مقدار رطوبت سانتی گراد است. دمای دماسنج تر نیز ۱۴ درجه ی سانتی گراد نسبی ۳۶ درصد است.

است با استفاده از جدول، رطوبت نسبی را تعیین کنید. رطوبت نسبی مکان‌های مختلف را با استفاده از ابزار

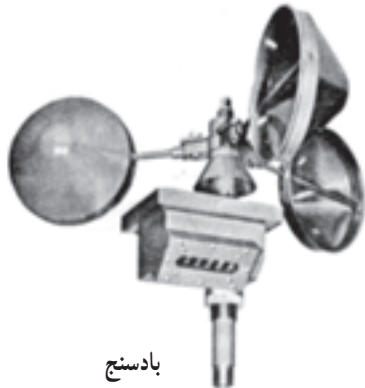
دمای دماسنج تر - دمای دماسنج خشک

$$۲۳ - ۱۴ = ۹$$

## باد



باد نما



بادسنج

شکل ۲-۳- باد نما و بادسنج

وسایل اندازه‌گیری باد: اندازه‌ی باد را «سرعت باد» نامند. واحد اندازه‌گیری آن متر بر ثانیه (m/s) یا فوت است. هر فوت برابر  $0.3048$  متر بر ثانیه یا  $1.0764$  متر بر ساعت است.

**جهت باد:** جهت باد به سمتی گفته می‌شود که باد از آن سمت می‌وزد. جهت باد برحسب درجه اندازه‌گیری می‌شود.

**بادنما:** وسیله‌ای است که جهت وزش باد را نشان می‌دهد. نوعی از بادنما، از صفحه‌ی فلزی سنگین یا دو صفحه تشکیل شده که بین آن، دو زاویه‌ی کوچکی وجود دارد و یک سر آن به شکل پیکان است (شکل ۲-۳). این بادنما بر اثر وزش باد، آزادانه حول محور قائم می‌چرخد و پیکان، جهت وزش باد را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲- سرعت، اثر باد

اثر باد	سرعت باد به متر بر ثانیه	وضع باد
دود به‌طور قائم به بالا می‌رود.	$0 - 0.5$	هوای آرام
دود از دودکش بخاری منحرف می‌شود.	$0.6 - 1.7$	نسیم بسیار ملایم
برگ درختان صدا می‌کند و باد در چهره احساس می‌شود.	$1.8 - 3.3$	نسیم ملایم
شاخه‌های نازک درختان به حرکت درمی‌آیند.	$3.4 - 5.2$	نسیم نسبتاً ملایم
ایجاد گرد و غبار می‌کند.	$5.3 - 7.4$	نسیم نسبتاً شدید
ساقه‌ی نازک درختان به نوسان درمی‌آید.	$7.5 - 9.6$	نسیم شدید
شاخه‌های بزرگ درختان به نوسان درمی‌آید.	$9.7 - 12.4$	باد نسبتاً تند
تنه‌ی درختان تکان می‌خورند.	$12.5 - 15.2$	باد بسیار تند
شاخه‌های نازک و شاخه‌های بزرگ و خشک را می‌شکنند.	$15.3 - 18.2$	باد نسبتاً سخت
شیروانی و سفال پشت بام‌ها را از جا می‌کند.	$15.3 - 21.2$	باد بسیار سخت
	$21.6 - 25.1$	طوفان
درختان را از ریشه می‌کند.	$25.2 - 29$	طوفان شدید

## آب کره

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

- ۱- مدل گردش آب در طبیعت را آزمایش کند.
- ۲- مدل جریان آب بر اثر اختلاف فشار را آزمایش کند.
- ۳- مدل جریان آب بر اثر اختلاف درجه‌ی حرارت را آزمایش کند.
- ۴- مدل تأثیر باد بر سطح دریاها را آزمایش کند.

## آب کره

سینی فلزی را در فاصله‌ی مناسبی از سطح زمین نگاه‌دارید. داخل سینی چند قطعه‌ی کوچک یخ بریزید. یک کتری با بالن محتوی آب را روی منبع حرارتی قرار دهید تا بخار در فضای بین ظرف و سینی پخش شود. کتری یا بالن آب به منزله‌ی منبع آب در زمین است. این آب تبخیر می‌شود و تا زیر سینی بالا می‌رود. این نقطه به‌جای طبقات بالای جو است که بر اثر انبساط سرد می‌شود. بخار آب مجدداً متراکم می‌شود و به‌صورت باران به سطح زمین می‌ریزد.

### مدل سیستم‌های طبیعی

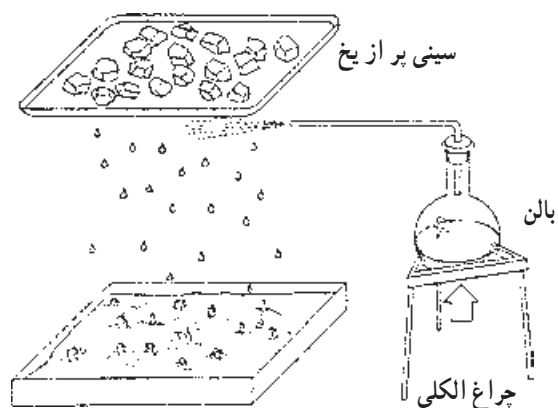
ایجاد جریان آب بر اثر اختلاف فشار (تفاوت در میزان

نمک)

مثال: جریان بین دریای مدیترانه و اقیانوس اطلس

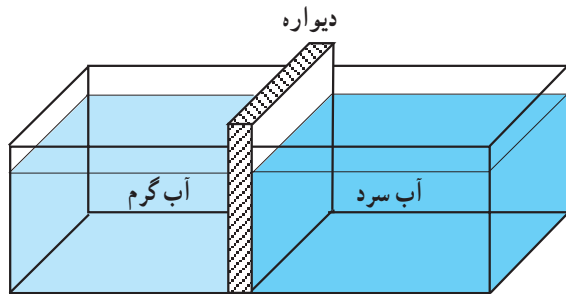
ظرفی شیشه‌ای به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر (شبه ظرف آکواریوم‌های ساده) را تا ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر از آب پر کرده آن را با استفاده از دیواره‌ای به دو قسمت تقسیم می‌کنیم. در یک

آزمایش چرخه‌ی آب در طبیعت - تشکیل ابر  
وسایل و مواد موردنیاز: منبع حرارتی (چراغ الکلی، چراغ بوتزن)، سه پایه، بالن یا کتری، لوله‌ی انتقال‌دهنده‌ی بخار آب، سینی، یخ و آب به‌مقدار کافی. از این وسایل مجموعه‌ای مانند شکل ۱-۳ فراهم کنید.

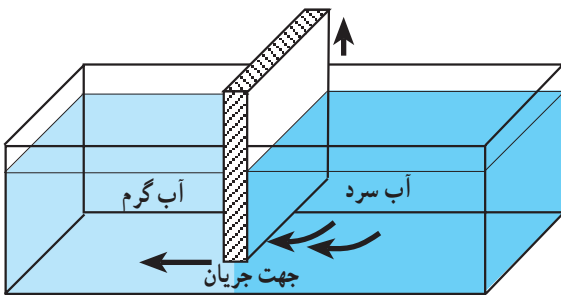


شکل ۱-۳- مجموعه‌ی نشان‌دهنده‌ی گردش آب در طبیعت

در ساحل شرقی کانادا از جریان‌های دریایی معروف هستند. با این آزمایش حرکت جبهه‌های هوا (توده‌ی سرد و توده‌ی گرم) نشان داده می‌شود.

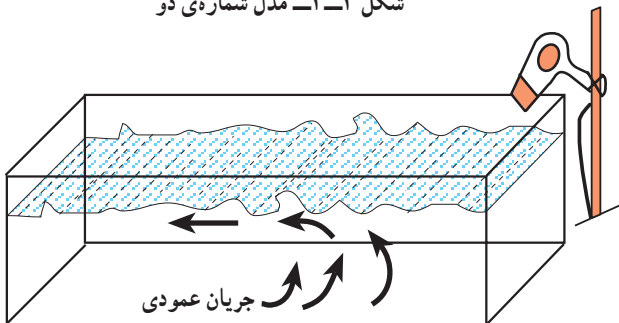


مدل شماره‌ی دو - الف



مدل شماره‌ی دو - ب

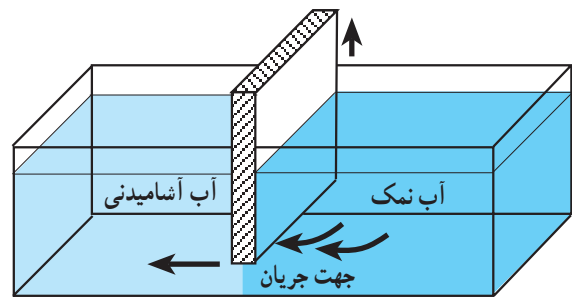
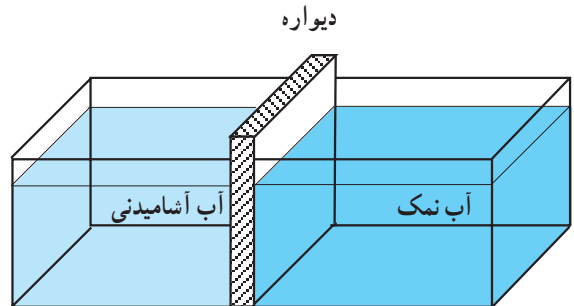
شکل ۳-۳ - مدل شماره‌ی دو



شکل ۳-۴ - ایجاد موج

نمایش تأثیر بادهایی که بر سطح دریا می‌وزند. (شکل ۳-۴) ظرفی همانند ظرف مدل‌های پیشین، از آب پر می‌کنیم و مقداری پرمنگنات به آن اضافه می‌کنیم، سپس با استفاده از وسیله‌ای که باد تولید می‌کند، مانند پنکه‌ی کوچک یا وسیله‌ی دیگر که به صورت مایل قرار گرفته است، از یک گوشه‌ی ظرف به آب می‌دمیم. بدین ترتیب، تأثیر باد در ایجاد جریان‌های سطحی دریایی مشاهده خواهد شد.

قسمت از ظرف تا حد اشباع نمک اضافه می‌کنیم. قبل از این که دیواره را بالا بکشیم - به منظور تشخیص جهت آب‌ها - چند قطره جوهر یا پرمنگنات به آب اضافه می‌شود؛ سپس دیواره را به آرامی (ابتدا چند میلی‌متر و بعد حدود دو سانتی‌متر) بالا می‌کشیم. بدین ترتیب، جابه‌جایی آب مشاهده خواهد شد.



شکل ۳-۲ - مدل شماره‌ی یک

توضیح: آب دریای مدیترانه شورتر از اقیانوس اطلس

است.

ایجاد جریان آب بر اثر اختلاف درجه‌ی حرارت

جریان استوایی و بین‌مداری: در این مدل نیز به همان صورت مدل شماره‌ی یک عمل می‌کنیم. با این تفاوت که در دو قسمت ظرف به ترتیب آب سرد و آب گرم وارد می‌سازیم. البته اختلاف درجه‌ی حرارت باید تا حد ممکن زیاد باشد (به بهترین وجه می‌توان از آب یخ و آب گرم ۶۰ درجه استفاده نمود)؛ سپس به همان ترتیب مدل شماره‌ی یک، قبل از بالا کشیدن دیواره، چند قطره جوهر یا پرمنگنات در آب سرد وارد می‌کنیم. با بالا کشیدن دیواره جریان آب آغاز خواهد شد. جریان‌های دریایی «گلف استریم» در اقیانوس اطلس و «لایرادور»

### بلور و کانی‌ها

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

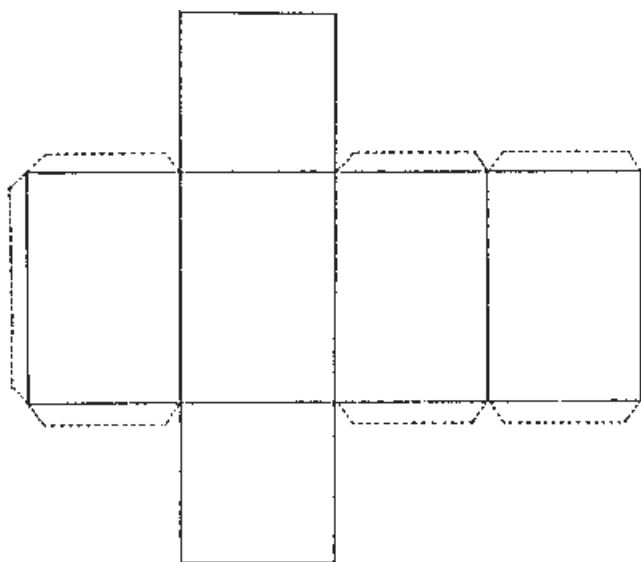
- ۱- مدل شکل‌های هفتگانه‌ی بلوری را بسازد.
- ۲- همگنی و ناهمگنی را با استفاده از نمونه‌های طبیعی مقایسه کند.
- ۳- انواع جلاهای کانی‌های مختلف را آزمایش کند.
- ۴- سختی کانی‌ها را با یک‌دیگر آزمایش و مقایسه نماید.
- ۵- کانی‌های دارای رنگ ثابت را طبقه‌بندی کند.
- ۶- کانی‌هایی که رنگ‌های متنوع دارند طبقه‌بندی نماید.
- ۷- رنگ خاکه‌ی کانی‌های مختلف را با کشیدن به‌روی چینی بدون لعاب، آزمایش کند.
- ۸- وزن مخصوص ظاهری کانی‌ها را اندازه‌گیری کند.
- ۹- خاصیت مغناطیسی کانی‌ها را تعیین نماید.
- ۱۰- فتولومینسانس صحرایی جیبی بسازد.
- ۱۱- خاصیت فتولومینسانس کانی‌ها را به‌وسیله‌ی دستگاه تعیین کند.
- ۱۲- با رعایت ایمنی لازم، اثراسیدها را بر کانی‌ها آزمایش کند.
- ۱۳- روش‌های دیگر را در آزمایش و شناسایی کانی‌ها به‌کار ببرد.
- ۱۴- اثر شعله‌ی شمع را بر کانی‌ها آزمایش کند.
- ۱۵- کانی‌ها را با توجه به جداول طبقه‌بندی شده از نظر سختی، جلا‌ی فلزی و نیمه‌فلزی و غیر فلزی کانی‌ها را آزمایش و شناسایی کند.



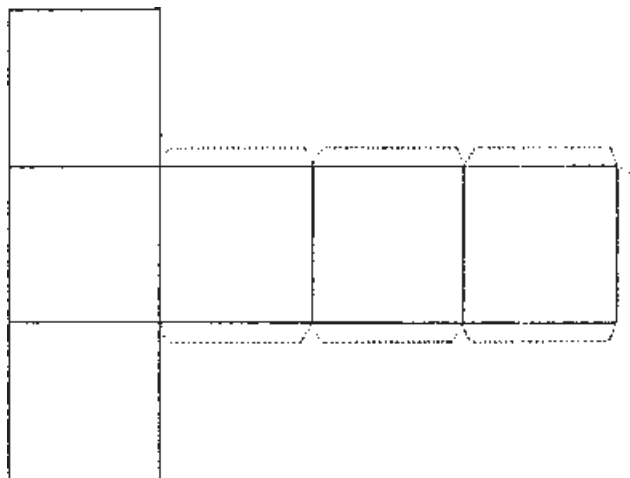
بلورها

داده شده با مقوا یا هر ماده‌ی ممکن بسازید :  
وسایل و مواد موردنیاز: مقوای، قیچی و چسب.

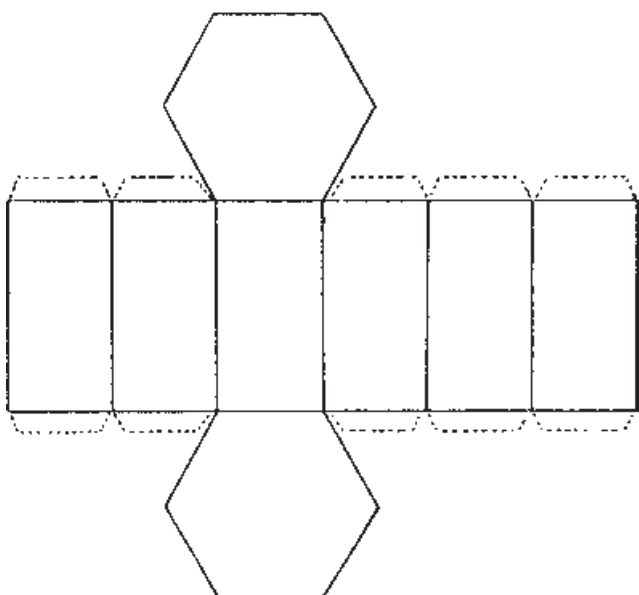
مدل شکل‌های هفتگانه‌ی تبلور را با استفاده از الگوهای



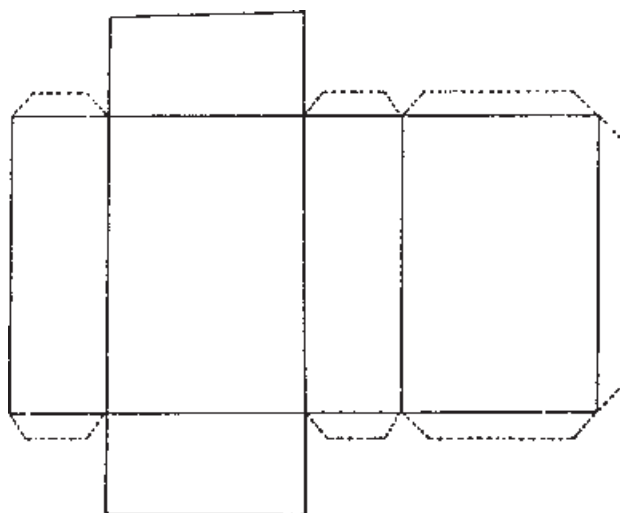
شکل ۲-۴- مدل باز شده‌ی سیستم تتراگونال<sup>۲</sup>



شکل ۱-۴- مدل باز شده‌ی سیستم مکعبی<sup>۱</sup>



شکل ۴-۴- مدل باز شده‌ی سیستم هگزاگونال<sup>۴</sup>



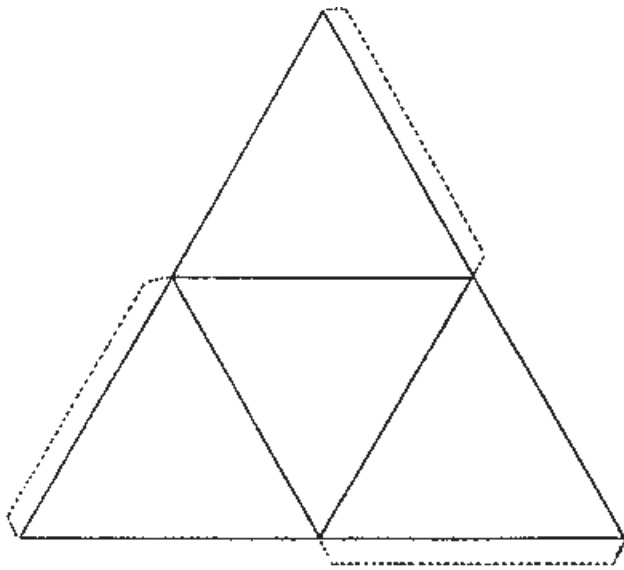
شکل ۳-۴- مدل باز شده‌ی سیستم اورتورومبیک<sup>۳</sup>

۱- Cubic System

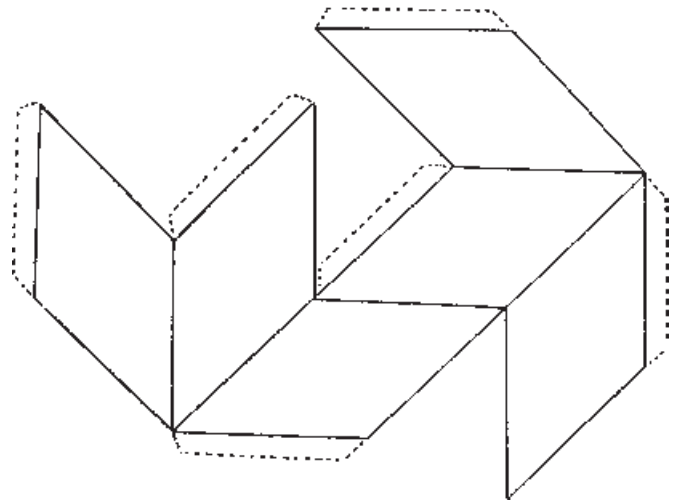
۲- Tetragonal System

۳- Orthorhombic System

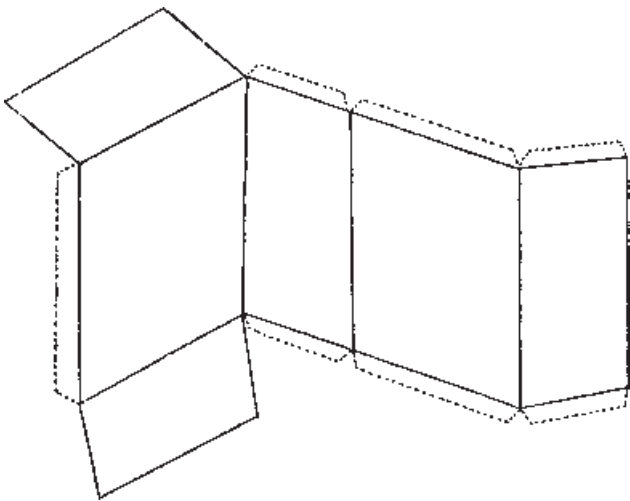
۴- Hexagonal System



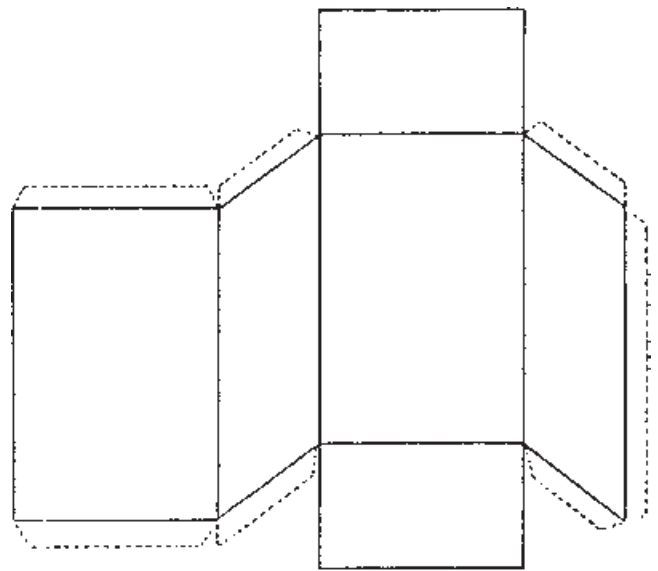
شکل ۴-۶- مدل باز شده تترائدر<sup>۲</sup> (واحد ساختمانی سیلیکات‌ها)



شکل ۴-۵- مدل باز شده سیستم رومبوئدریک<sup>۱</sup>



شکل ۴-۸- مدل باز شده سیستم تری کلینیک<sup>۳</sup>



شکل ۴-۷- مدل باز شده سیستم مونوکلینیک<sup>۲</sup>

۱- Rhombohedric System

۲- Tetrahedr

۳- Monoclinic System

۴- Triclinic System

## کانی‌ها

با استفاده از کانی‌های میکای سفید و میکای سیاه، جلای مرواریدی را مشاهده کنید.

با استفاده از کانی‌های اسفالریت، رالگار و ... جلای الماسی را مشاهده کنید.

با استفاده از کانی آزبست، جلای ابریشمی را مشاهده کنید.

با استفاده از تالک، گوگرد و ... جلای چرب را مشاهده کنید.

## جلا

همگنی<sup>۱</sup> و ناهمگنی<sup>۲</sup>: اگر سنگی را با بلورهای مشخص، مانند گرانیت که دارای کوارتز، فلدسپات و میکا است بررسی کنیم، درمی‌یابیم که آن سنگ، یک جسم ناهمگن است؛ در حالی که هریک از کانی‌های آن به تنهایی جسم همگن هستند.

وسایل و مواد مورد نیاز: انواع کانی با جلاهای مختلف

انواع جلاها را با استفاده از کانی‌های دیگر مشاهده و مقایسه کنید.

## تمرین

### سختی کانی‌ها

وسایل و مواد مورد نیاز: انواع کانی‌های جدول سختی موس و برخی موادی که هم‌ارز برخی از کانی‌های جدول سختی موسی هستند، تهیه کنید.

برخی از کانی‌های در دسترس را تهیه کنید که با جدول سختی موس شناسایی شده‌اند (شکل ۹-۴).

با استفاده از کانی‌های پیریت، گالن و ... جلای فلزی را مشاهده کنید.

با استفاده از کانی‌های گرافیت، مانیتیت و ... جلای نیمه فلزی را مشاهده کنید.

با استفاده از کانی‌های ژیس، کلسیت، کوارتز و ... جلای شیشه‌ای را مشاهده کنید.

شیشه	میخ آهنی (تیغه‌ی چاقو)	سکه‌ی مسی	ناخن
آپاتیت ۵،	فلوئوریت ۴،	کلسیت ۳،	ژیس ۲،
			تالک ۱،
			سوهان چینی بدون لعاب
			اورتوز ۶،
			کوارتز ۷،
			توپاز ۸،
			کروندوم ۹،
			الماس ۱۰

شکل ۹-۴- جدول سختی موس

با سنجیدن درجه‌ی سختی کانی‌ها نسبت به یک‌دیگر، آن‌ها را به ترتیب سختی طبقه‌بندی کنید.

### رنگ کانی

### مواد مورد نیاز

نمونه‌های کانی‌هایی که دارای سطح تازه شکسته شده هستند.

— کانی‌هایی که رنگ ثابت دارند شناسایی نموده سپس آن‌ها را طبقه‌بندی کنید.

در صورت کشیدن ناخن روی کانی، اگر کانی خراش بردارد، سختی آن کم‌تر از ۲/۵ است.

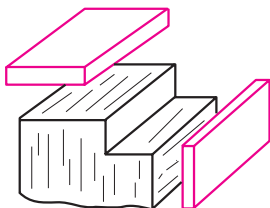
در صورت کشیدن مس روی کانی، اگر کانی خراشیده شود، سختی آن بیش از ۳ است.

اگر کانی به وسیله‌ی میخ آهنی خراش بردارد، سختی آن کم‌تر از ۴/۵ است.

و اگر سختی کانی‌ها بیش‌تر از ۶ باشد، بر روی شیشه خراش ایجاد می‌کند.

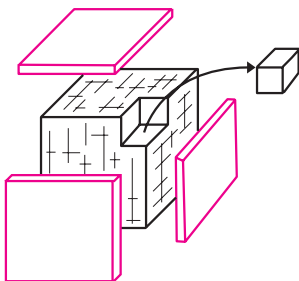
سطوح شکست مختلف. با ضربه‌ی مناسب، کانی‌ها به‌طور منظم و در امتداد سطوح خاص می‌شکنند.

کانی‌هایی بیابید که دارای رخ یک‌جهتی، دوجتهی و سه‌جهتی (قائم و غیرقائم) هستند. در صورت موجود بودن کانی به اندازه‌ی کافی، جداشدگی کانی میکا را در یک جهت آزمایش کنید. با ضربه‌های مناسب جداشدگی کانی فلدسپات را در دو جهت آزمایش کنید (شکل ۱۰-۴).



شکل ۱۰-۴- رخ دوجتهی

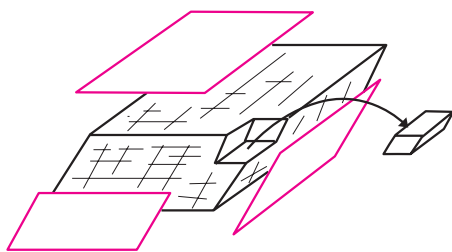
با ضربه‌های مناسب جداشدگی کانی هالیت را در سه جهت قائمه آزمایش کنید (شکل ۱۱-۴).



شکل ۱۱-۴- رخ سه‌جهتی قائم

با ضربه‌های مناسب جداشدگی کانی کلسیت را در سه جهت غیرقائم آزمایش کنید (شکل ۱۲-۴).

شکستگی نامنظم و شکستگی صدفی را در نمونه‌ها مشاهده کرده در صورت امکان آزمایش کنید.



شکل ۱۲-۴- رخ سه‌جهتی غیرقائم

– برخی از کانی‌های رنگ ثابت، مانند: مالاکیت (رنگ سبز)، آزوریت (رنگ آبی)، یاقوت (قرمز)، فیروزه (آبی)، آلبیت (سفید) و هماتیت (قهوه‌ای).

**عوامل مؤثر در رنگ آمیزی:** حضور ترکیبات مس، رنگ‌های سبز یا آبی در کانی‌ها ایجاد می‌کند. کانی‌های دارای کروم، رنگ سبز زمردی دارند. ترکیبات مختلف منگنز کانی‌ها را به رنگ بنفش یا صورتی جلوه‌گر می‌سازد.

برخی از کانی‌ها را شناسایی کنید که بی‌رنگ بوده اما در صورت داشتن ناخالصی به رنگ‌های متنوع درمی‌آیند.

برخی از کانی‌ها که بر اثر ناخالصی‌ها یا ادخال‌ها حدود رنگی متنوع پیدا می‌کنند، مانند:

«کلسیت» در صورت خالص بودن بی‌رنگ، و با ترکیبات آهن‌دار قرمز رنگ است.

«ژپس» در صورت خالص بودن بی‌رنگ، اما مواد آلی به‌رنگ تیره است.

«کوارتز خالص» بی‌رنگ که «در کوهی» نامیده می‌شود، در صورت داشتن ادخال‌ها به رنگ‌های متنوع بنفش، زرد، دودی و نظایر آن درمی‌آید.

### رنگ خاکه‌ی کانی

وسایل و مواد مورد نیاز: قطعه‌ی چینی بدون لعاب – نمونه‌های کانی

با کشیدن کانی پیریت به روی چینی بدون لعاب، رنگ خاکه را با رنگ کانی مقایسه کنید.

رنگ خاکه‌ی هماتیت، مانیتیت را تعیین کرده آن‌ها را با یک‌دیگر و با رنگ کانی‌های آن‌ها مقایسه کنید.

رنگ خاکه‌ی مالاکیت، آزوریت را تعیین کرده آن‌ها را با یک‌دیگر و رنگ کانی‌های به‌وجود آورنده مقایسه کنید.

رنگ خاکه‌ی کرومیت را تعیین کنید.

رنگ خاکه‌ی کانی نسبت به رنگ کانی، در تشخیص مناسب‌تر است. رنگ خاکه‌ی انواع کانی‌ها را تعیین کرده کانی‌ها را براساس رنگ خاکه طبقه‌بندی کنید.

### تعیین انواع رخ (سطح شکست) از طریق ضربه

وسایل و مواد مورد نیاز: چکش، تیغه، کانی‌هایی دارای

## تعیین وزن مخصوص ظاهری کانی‌ها

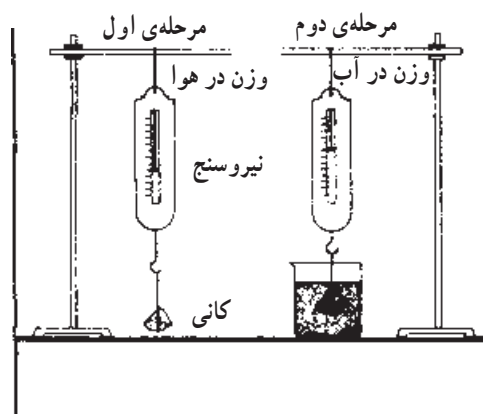
وسایل و مواد مورد نیاز: نیروسنج، پایه‌ی آزمایشگاهی یا ترازو، بشر، کانی مورد آزمایش، مقداری نخ برای بستن کانی به نیروسنج، آب و ظروف مختلف.

**مرحله‌ی اول:** در صورت استفاده از نیروسنج، دستگاه را مطابق شکل (۱۳-۴) آماده کنید.

– با مقداری نخ کانی مورد آزمایش را به قلاب نیروسنج، مطابق شکل (۱۳-۴)، به گونه‌ای ببندید که مقداری نخ بین کانی و نیروسنج اضافی باشد.

وزن کانی را در هوا اندازه‌گیری کنید.

– همان‌طور که کانی به نخ و نیروسنج آویزان است آن را به آهستگی در آب غوطه‌ور سازید (شکل ۱۳-۴).



شکل ۱۳-۴- تعیین وزن مخصوص

**مرحله‌ی دوم:** کانی به دیواره‌ها یا کف ظرف محتوای آب تماس نداشته و کاملاً غوطه‌ور باشد.

– وزن کانی را در این حالت، با استفاده از نیروسنج تعیین کنید.

تفاوت وزن حاصل از وزن کانی در هوا و وزن کانی در آب، مربوط به وزن آب هم حجم کانی است:

وزن آب هم حجم کانی = وزن کانی در آب – وزن کانی در هوا  
یافته‌ها را در جدول نمونه‌ی (۱-۴) تنظیم کنید.

سپس با استفاده از رابطه‌ی تعیین وزن مخصوص:

وزن کانی در هوا

$$\text{وزن آب هم حجم کانی (حجم کانی)} = \frac{\text{وزن مخصوص کانی}}{\text{وزن کانی در هوا}}$$

وزن حجمی (وزن مخصوص) کانی را حساب کنید.

مثال:

a: وزن نمونه‌ی کانی در هوا ۵۰ گرم

b: وزن نمونه‌ی کانی در آب ۳۰ گرم

c: تفاوت وزن حاصل ۲۰ گرم

$$\left. \begin{aligned} a - b &= c \\ 50 - 30 &= 20 \end{aligned} \right\}$$

جدول نمونه‌ی ۱-۴

نمونه	وزن	حجم	وزن مخصوص
کوارتز	۵۰ گرم	۲۰ سانتی متر مکعب	۲/۵ گرم بر سانتی متر مکعب

روش محاسبه‌ی وزن مخصوص:

$$\text{وزن مخصوص} = \frac{50}{20} = 2.5 \text{ گرم بر سانتی متر مکعب}$$

\* در صورتی که از ترازو استفاده می‌شود، جرم کانی تعیین

گردد. در جدول به جای کلمه‌ی وزن، «جرم» و به جای وزن مخصوص، «جرم حجمی» یا چگالی منظور گردیده است.

\* حجم کانی یا سنگ را از روش‌های مختلف، مانند روش هندسی (در صورت داشتن شکل هندسی منظم) یا از طریق

جابه‌جایی آب در بشر مدرج یا از هر طریق ممکن تعیین کنید.

\* وزن مخصوص ظاهری کانی‌های مختلف و سنگ‌های

مختلف را تعیین و با یک‌دیگر مقایسه کنید.

\* برای تعیین وزن مخصوص حقیقی کانی از روش

پیکنومتر استفاده می‌شود. در این روش به منظور از بین بردن اثر

خلل و فرج و درز، در مقدار وزن مخصوص، از پودر کانی استفاده می‌شود.



## تعیین خاصیت مغناطیسی کانی

وسایل مورد نیاز:

– عقربه‌ی مغناطیسی که حول محوری، آزادانه حرکت کند، نمونه‌های کانی.

– عقربه‌ی مغناطیسی (یا قطب‌نما) را به آرامی به کانی نزدیک کنید.

– اگر عقربه نسبت به کانی عکس‌العمل نشان دهد:

الف) از خاصیت دفعی (قطب‌های هم‌نام عقربه و کانی) به منظور شناسایی استفاده نمایید.

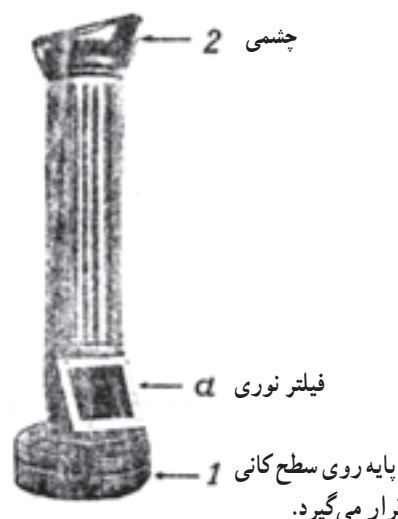
ب) در موقعیت‌های مختلف عقربه خاصیت مغناطیسی را آزمایش کنید.

## تعیین خاصیت فتولومینسانس

وسایل و مواد مورد نیاز:

لومینسکوپ صحرایی<sup>۱</sup> جیبی، نمونه کانی‌های مختلف.  
لومینسکوپ صحرایی جیبی، وسیله‌ای است مانند شکل ۱۴-۴ که از مقوا یا تخته یا هر ماده‌ی ممکن دیگر ساخته می‌شود؛ به گونه‌ای که دریچه‌ای به منظور قراردادن فیلتر نور ماورای بنفش داشته باشد. این وسیله از این قسمت‌ها تشکیل شده است:

- ۱- چشمی (برای رؤیت داخل دستگاه).



شکل ۱۴-۴- لومینسکوپ صحرایی جیبی

۲- شیئی که روی کانی قرار می‌دهیم (انتهای دستگاه بسته نیست).

۳- دریچه که به وسیله‌ی فیلتر نور ماورای بنفش، با زاویه‌ی مناسب نسبت به پرتوهای خورشید، قرار دارد.

با قراردادن لومینسکوپ به روی کانی‌ها خاصیت فتولومینسانس آن‌ها را مشاهده کنید.

آزمایش اثر اسید بر کانی‌ها (هنگام آزمایش رعایت نکات ایمنی لازم و ضروری است).

وسایل و مواد مورد نیاز: هاون چینی، لوله‌های آزمایش، قطره‌چکان، انواع کانی مورد نیاز، ظرف حاوی اسید کلریدریک (HCl) و قطره‌چکان.

اثر اسید کلریدریک بر کلسیت: هرگاه چند قطره اسید کلریدریک روی کانی کلسیت بریزید این واکنش پدیدار می‌شود:



در این واکنش، گاز دی‌اکسید کربن  $\text{CO}_2$  متصاعد می‌شود و در محل اثر، منظره‌ای مانند جوشیدن ایجاد می‌کند. از این طریق ترکیبات آهکی شناسایی می‌شوند.

مقداری از پودر کانی‌های نظیر دولومیت، سیدریت، ملاکیت و آزوریت تهیه کنید.

– اثر اسید کلریدریک را بر پودر کانی دولومیت مشاهده کنید (مقداری پودر در لوله‌ی آزمایش بریزید و روی آن مقداری اسید اضافه کنید).

– اثر اسید کلریدریک را بر پودر کانی‌های آهن‌دار در لوله‌ی آزمایش مشاهده کنید (رنگ محلول).

– مقداری از پودر کانی مس‌دار را در لوله‌ی آزمایش بریزید؛ سپس مقداری اسید کلریدریک به آن اضافه نموده، رنگ محلول را مشاهده کنید.

مشاهدات و نتایج را مقایسه نمایید.

## روش‌های دیگر در شناسایی کانی‌ها

بو: کانی‌های گوگردی را از طریق گرم کردن (در صورت لزوم) با شعله‌ی شمع و از طریق حس بویایی تشخیص دهید.

کانی‌های ارسنیک‌دار بوی سیر می‌دهند.

مزه: «هالیت» شور و «سیلویت» تلخ است.

چسبندگی: کانی‌های رسی و کائولن را با زبان آزمایش می‌کنند و چسبندگی آن را تشخیص می‌دهند.

لمس: از طریق لمس، حالت چرب تالک و گرافیت را تشخیص می‌دهند.

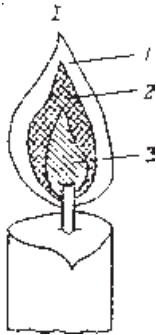
اثر گرافیت را بر روی کاغذ آزمایش می‌کنند.

شعله‌ی شمع: وسایل مورد نیاز، شمع، فوتک (لوله‌ای که هوای خروجی از آن، از منفذی به قطر  $\frac{3}{8}$  تا  $\frac{6}{8}$  میلی‌متر انجام پذیرد)، هاون چینی.

فوتک<sup>۱</sup>: لوله‌ای شیشه‌ای یا فلزی که یک انتهای آن برای دمیدن است و در انتهای دیگر منفذی به قطر  $\frac{3}{8}$  تا  $\frac{6}{8}$  میلی‌متر برای خروج هوا، با سرعت زیاد، است (شکل ۱۵-۴).

### ساختمان شعله‌ی شمع:

- ۱- لایه‌ی خارجی شعله آشکار نیست. گاز به‌طور کامل می‌سوزد و منطقه‌ی اکسیداسیون را پدید می‌آورد.
- ۲- لایه‌ی میانی، شعله‌ور و سوخت ناقص است. دارای گاز منواکسید کربن، هیدروژن و ذرات داغ کربن است. منطقه‌ی احیا را ایجاد می‌کند.



شکل ۱۶-۴- شعله‌ی شمع

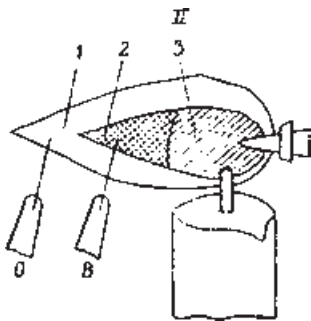
- ۳- لایه‌ی داخلی کدر و تیره است، اغلب گازها نمی‌سوزند. برای تولید ناحیه‌ی اکسیداسیون زیاد، قسمت باریک فوتک با فتیله‌ی شمع، زاویه‌ی قائمه می‌سازد؛ بنابراین، با دمیدن به درون شمع، شعله‌ای طویل تولید می‌شود.



شکل ۱۵-۴- فوتک

هاون چینی: برای تهیه‌ی پودر کانی به کار می‌رود.

واحد زغال<sup>۱</sup>: واحد زغال به منظور ایجاد وضعیت احیا استفاده می‌شود. ابعاد زغال  $10 \times 5 \times 5$  سانتی‌متر با سطح صاف است. سوراخ کوچکی به عمق ۱ تا  $\frac{1}{5}$  میلی‌متر و به قطر ۵ میلی‌متر در آن حفر می‌کنند و پودر کانی را در آن می‌ریزند. سیم نازک پلاتینی با ضخامت  $\frac{3}{8}$  تا  $\frac{5}{8}$  میلی‌متر و طول ۵۰ میلی‌متر که یک طرف آن با شیشه عایق شده است. لوله‌های شیشه‌ای به طول ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر و قطر  $\frac{5}{8}$  سانتی‌متر با دو سر باز، به منظور آزمایش‌های لوله‌ی باز (مشاهده‌ی اکسیداسیون) و لوله‌ی بسته، یک انتهای لوله بر اثر حرارت مسدود می‌شود و در آزمایش‌ها با وضعیت کم هوا استفاده می‌گردد.



شکل ۱۷-۴- شعله‌ی اکسیداسیون

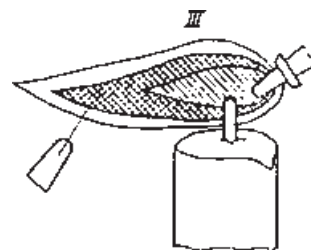
کانی‌هایی که در این لایه‌ی شعله قرار گیرند به شدت گرم و به‌سرعت اکسیده می‌شوند (شکل ۱۷-۴).

اگر زاویه‌ای بین فتیله‌ی شمع و فوتک بیش از قائمه و از

۱- Blow pipe

۲- Charcoal block

نوع منفرد (بیشتر از  $90^\circ$ ) باشد، هوای دمیده شده زبانه‌ی باریکی از قسمت میانی تولید می‌کند که برای عمل احیا بسیار مناسب است (شکل ۱۸-۴).



شکل ۱۸-۴- شعله‌ی احیای شمع

بررسی برخی از خواص کانی‌ها که در شناسایی آن‌ها مؤثر است

جدول‌های مورد نظر، براساس جلای فلزی و شبه فلزی و سختی در سه گروه تقسیم‌بندی شده است.

۱- کانی‌هایی که سختی آن‌ها کم‌تر از ۲/۵ است، روی کاغذ اثر مختصری از خود بر جای می‌گذارند.

۲- کانی‌هایی با سختی ۲/۵ تا ۵/۵. با چاقو خراش برمی‌دارند، اما روی کاغذ اثر نمی‌گذارند.

۳- کانی‌هایی با سختی بیش از ۵/۵، با چاقو خراش بر نمی‌دارند.

سپس، تقسیم‌بندی در ۵ گروه برای کانی‌های با جلای غیر فلزی طبقه‌بندی شده است.

با آزمایش نمونه‌ی کانی‌های موجود در آزمایشگاه، ویژگی‌های خواسته‌شده را کامل کنید.

\* به‌طورکل این روش، «آزمایش‌های شیمی کیفی کانی‌ها به وسیله‌ی فوتک» نام دارد که در آن وسایل و مواد لازم در شناسایی کانی‌ها و آزمایش‌های متنوع دیگر، کاربرد فراوان دارد.

جدول ۲-۴- کانی‌هایی که سختی کم‌تر از ۲/۵ دارند، روی کاغذ اثر می‌گذارند.

نام کانی	فرمول	ویژگی‌ها		
گالن		اثر شعله‌ی شمع	وزن مخصوص	جلا
سینابر		جلا	رنگ	رنگ خاکه
گرافیت		رنگ خاکه	لمس	سختی
هماتیت		جلا	رنگ	رنگ خاکه
		شبه‌ی فلزی	قرمز تاشنگرفی	قهوه‌ای
لیمونیت		جلا	رنگ	رنگ خاکه
			وزن مخصوص	۵/۲

جدول ۳-۴- کانی‌هایی که سختی بین ۲/۵ تا ۵/۵ دارند، با چاقو خراش برمی‌دارند.

نام کانی	فرمول کانی	ویژگی‌ها		
کالکوپریت		رنگ	رنگ خاکه	وزن مخصوص
کرومیت		جلا	رنگ خاکه	اثر مغناطیسی
مس		چکش‌خواری	رنگ	رنگ خاکه
		درباره‌ی ویژگی‌های نقره، طلا، پلاتین تحقیق، و اطلاعات جمع‌آوری شود.		
نقره		چکش‌خواری	رنگ	رنگ خاکه
پلاتین		چکش‌خواری	رنگ	رنگ خاکه
طلا		چکش‌خواری	رنگ	رنگ خاکه

جدول ۴-۴- کانی‌هایی که سختی بیش‌تر از ۵/۵ دارند.

ویژگی‌ها	فرمول کانی	نام کانی
رنگ رنگ خاکه اثر HCl (بو) سختی		پیریت مانیتیت
رنگ رنگ خاکه وزن مخصوص		

جداول کانی‌هایی که جلائی آن غیر فلزی است .

جدول ۴-۵- کانی‌هایی که رنگ خاکه‌ی مشخص دارند.

ویژگی‌ها	فرمول	نام کانی
رنگ رنگ خاکه سختی وزن مخصوص		کاسیتريت گوگرد
رنگ رنگ خاکه بو اثر شعله‌ی شمع		رالگار
رنگ رنگ خاکه بو اثر شعله‌ی شمع		مالاکیت
رنگ رنگ خاکه جلا اثر HCl		آزوریت

جدول ۴-۶- کانی‌هایی که رنگ خاکه‌ی آن‌ها بی‌رنگ است.

ویژگی‌ها	فرمول کانی	نام کانی
رنگ رنگ خاکه اثر ناخن هدایت الکتریسیته		موسکویت (میکای سفید)
رنگ رنگ خاکه اثر ناخن جلا		بیوتیت (میکای سیاه)
رنگ رنگ خاکه سختی جلا		تالک
رنگ رنگ خاکه سختی جلا جذب رطوبت		کائولینیت

جدول ۴-۷- کانی‌هایی که سختی بین ۲/۵ تا ۳ است، باناخن‌خراش بر نمی‌دارند، با سکه‌ی مسی خراش بر می‌دارند.

ویژگی‌ها	فرمول کانی	نام کانی
رنگ رنگ خاکه جلا		هالیت
رنگ رنگ خاکه وزن مخصوص		انیدریت
رنگ رنگ خاکه اثر اسید HCl		کلسیت
رنگ رنگ خاکه اثر اسید HCl بر پودر کانی		دولومیت

جدول ۸-۴- کانی‌هایی که سختی آن‌ها بین ۳ تا ۵/۵ است، با چاقو خراشیده می‌شوند.

نام کانی	فرمول کانی	ویژگی‌ها		
باریت		وزن مخصوص	جلا	رنگ
آمفیبول		سختی	جلا	رنگ
پیروکسن		شکل مقطع عرضی	جلا	رنگ
آراگونیت		اثر شعله‌ی شمع	اثر اسید HCl	رنگ

جدول ۹-۴- کانی‌هایی که سختی بین ۵/۵ تا ۷ دارند، با چاقو خراش بر نمی‌دارند، با کوارتز خراشیده می‌شوند.

نام کانی	فرمول کانی	ویژگی‌ها		
اورتوز		رنگ	رنگ خاکه	جلا
پلاژیوکلاز		سختی (اثر بر شیشه)	رنگ خاکه	جلا
آپال		شکل بلوری	جلا	رنگ
کوارتز		سختی	وزن مخصوص	رنگ
فیروزه (تورکواز)		رنگ	جلا	شکستگی

جدول ۱۰-۴- کانی‌هایی که سختی آن‌ها بیش از ۷ است، با کوارتز خراش بر نمی‌دارند.

نام کانی	فرمول کانی	ویژگی‌ها		
توپاز		سختی	جلا	رنگ
الماس		سختی	جلا	رنگ
کروندوم		سختی	جلا	رنگ
تورمالین		شکل مقطع عرضی	رنگ	رنگ خاکه
اولیوین		رنگ	سختی (اثر بر شیشه)	رنگ خاکه
گرونا		رنگ	جلا	وزن مخصوص

در صورت دست‌رس نبودن کانی‌ها یا عدم امکان آزمایش، درباره‌ی نکات مورد سؤال، تحقیق کنید.



با استفاده از جدول و رعایت اصول طبقه‌بندی کانی‌ها، سپس با مراجعه به منابع ممکن، درستی آن‌ها را بررسی کنید. ویژگی‌های درج‌شده را با استفاده از نمونه‌های آزمایشگاهی تحقیق،

جدول ۱۱-۴

کانی - فرمول	رنگ	رنگ خاکه	جلا	سختی	رخ شکستگی	وزن مخصوص	صفات مشخصه
کلسیت $\text{CaCO}_3$	بی‌رنگ متنوع	سفید	شیشه‌ای	۳	کامل در سه جهت با زاویه‌ی غیر قائمه	۲/۸	سختی - با اسید کلریدریک می‌جوشد.