فصل هفدهم

تاریخ زمین

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

۱ــ اطلاعاتی درباره‌ی تاریخ زمین به‌دست آورد.

۲ــ چگونگی تعیین سن در زمین‌شناسی را شرح دهد.

۳ــ روش تعیین سن نسبی و سن مطلق را توضیح دهد.

۴ــ چگونگی تقسیم‌بندی تاریخ زمین، شامل دوران‌ها و دوره‌های مختلف را بیان کند.

۵ــ دوران‌ها و دوره‌های زمین‌شناسی را شرح دهد.

تاریخ زمین

مقدمه

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 دست‌یافته‌ایم مطابقت نداشته است ؛ برای مثال «بوفن»[1] فرانسوی عمر زمین را ۷۵ هزار سال، «جولی»[2] ایرلندی عمر اقیانوس‌ها را ۹۰ تا ۱۰۰ میلیون سال و «سولاس»[3] انگلیسی عمر رسوبات زمین را ۲۶ تا ۷۵ میلیون سال تخمین زده‌اند ؛ در حالی که امروزه عمر قدیم‌ترین سنگ‌های یافته شده در کانادا، جنوب افریقا 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. به‌طورکلی در حیطه‌ی علم زمین شناسی، 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 هرچند که مشاهده نشده باشند از روی آثار و نشانه‌های وقوع آن‌ها به‌صورت 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 اظهارنظر کرد.

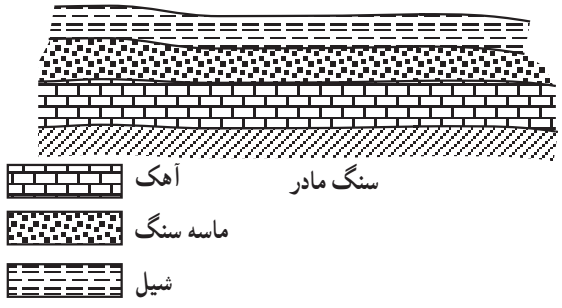
چگونگی تعیین سن در زمین‌شناسی

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 به‌دست آورد. تعیین هرچه دقیق‌تر سن از نظر پی بردن 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 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 به‌طور کلی تقدّم و تأخر حوادث نسبت به هم سنجیده و مقایسه می‌شود.

سن نسبی از راه مشاهده و مقایسه‌ی تقریباً آسان به‌دست می‌آید. زمین شناسان 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 ۱ــ۱۷

اصل دیگری که زمین شناسان برای تعیین تقدم و تأخّر رسوب‌گذاری لایه‌ها یا هم‌زمانی آن‌ها به کار می‌گیرند اصل «تطابق لایه‌ها»ست. 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[4] یا «سنگواره» عبارت است از آثار و بقایای

۱ــ Buffen ۲ــ Julley ۳ــ Sulas ۴ــ Fossill

موجودات زنده‌ی قدیمی که در یک زمان معین می‌زیسته‌اند و در لابه‌لای 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[1]. زمین‌شناسان حدس می‌زنند که رسوبات حاوی فسیل‌هایی از گونه‌های مشابه ــ حتی اگر در قاره‌های مختلف واقع شده باشند ــ به‌طور هم‌زمان تشکیل شده‌اند ؛ بنابراین، سن هر لایه را می‌توان از روی فسیل‌های موجود در آن‌ها مشخص کرد.

مثال: فسیل A مربوط به آمونیت[2]هاست که جانورانی بوده‌اند که در حدود ۱۸۰ میلیون سال قبل می‌زیسته‌اند و فسیل B (توریتلا)[3] نیز به دورانی تعلق دارد که ۷۰ میلیون سال از آن می‌گذرد.

شکل ۲ــ۱۷

با مشاهده‌ی این فسیل‌ها در هر لایه‌ی رسوبی می‌توان پی برد 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 تأخّر 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[4]. اورانیوم، عنصری رادیواکتیو است که به‌ویژه نوعی از آن به‌نام اورانیوم ۲۳۸[5] 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 $۱/۵۴\times۱۰^{-۱۰}$ گرم سرب تولید می‌کند ؛ از این رو، کافی است مقدار اورانیوم و سرب را در سنگی که سن مطلق آن را می‌خواهیم تعیین کنیم به‌دست 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 :

$$A=\frac{m}{M\times۱/۵۴\times۱۰^{-۱۰}}$$

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

۲ــ Amonit

۳ــ Turitella

۴ــ این روش را دانشمندی به‌نام راترفورد (Ruther ford) در سال ۱۹۰۶ برای نخستین بار ابداع کرد.

۵ــ اعدادی که جلوی هر عنصر آمده شماره‌ی ایزوتوپ آن عنصر است.

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

جدول ۱ــ۱۷ــ زمان نیمه عمر بعضی از عناصر رادیواکتیو[۱]

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}		۱۰۰ میلیون تا
K_{19}^{40}	Ca_{20}^{40} (٪۸۹) A_{18}^{40} (٪۱۱)	۴/۷ میلیارد سال	۴/۵ میلیارد سال ۱۰۰ هزارتا
		۱/۳ میلیارد سال	۱۰۰ میلیون سال
C_{6}^{14}	N_{7}^{14}	۵۷۰۰ سال	تا ۶۰ هزار سال

کربن ۱۴: زمان نیمه‌ی عمر کربن ۱۴معادل 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 به‌دست 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 همان گونه که در تقویم، سال را به ماه و هفته تقسیم‌بندی می‌کنند. بزرگ‌ترین واحد در این تقسیمات «دوران»[۲] است که خود به تعدادی «دوره[۳]» تقسیم می‌شود، دوره‌ها نیز هریک شامل چند «عهد»[۴] یا دور هستند.

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[۵]»، «پالئوزوئیک[۶]»، «مزوزوئیک[۷]» و «سنوزوئیک[۸]». 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[۹]. 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

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

۲ــ Era　　۳ــ Period　　۴ــ Epoch　　۵ــ Precambrian

۶ــ Paleozoic (دیرینه‌زیستی)　　۷ــ Mesozoic (میان‌زیستی)　　۸ــ Cainozoic (نوزیستی)

۹ــ در حدود $\frac{۷}{۸}$ عمر زمین.

سال فعالیت‌های آتش‌فشانی، کوه‌زایی، رسوب گذاری 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 موجودات‌زنده 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 به‌طول 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»[۱]، «اردویسین»[۲]، «سیلورین»[۳]، «دونین»[۴]، «کربنیفر»[۵] و «پرمین»[۶] تقسیم شده است. زندگی روی خشکی در اواسط این دوران آغاز شد. در هر یک از دوره‌های مذکور رخدادهای زمین‌شناسی مهمی در کره‌ی زمین به‌وقوع 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 به‌دست 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.

دوره‌ی دونین: در این دوره چین‌خوردگی معروف «کالدونین» به وقوع پیوسته و تغییرات بسیاری در خشکی‌ها به‌وجود 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.

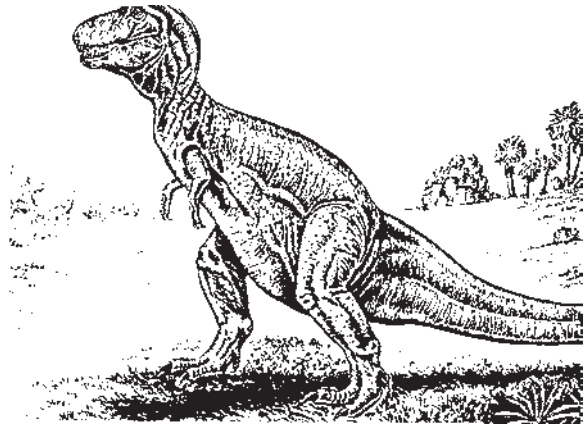
دوره‌ی کربنیفر: در دوره‌ی کربنیفر به دلیل عقب‌نشینی آب دریاها و اقیانوس‌ها در قسمت‌هایی از زمین، جنگل‌های پهناوری با درختان تنومند به‌وجود آمد. در نتیجه‌ی مدفون شدن بقایای این جنگل‌ها و گیاهان در زیر رسوبات سنگی، طبقات متعدد و لایه‌های ضخیمی از زغال‌سنگ تشکیل گردید که امروزه معادن آن‌ها را در کشورهای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

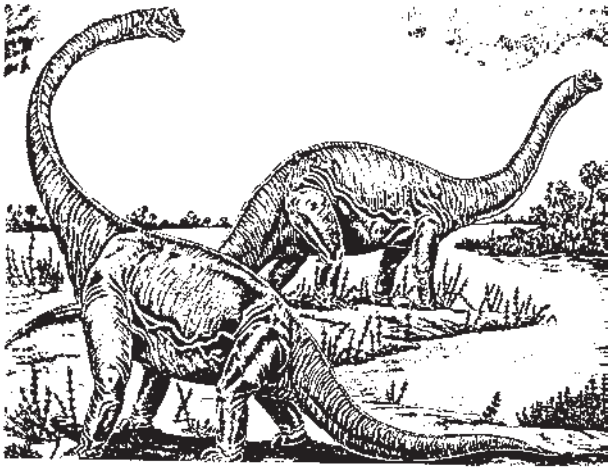
دوره‌ی پرمین: این دوره، متفاوت با دوره‌ی کربنیفر، دارای آب و هوای سرد و خشک بود که موجب یخ‌بندان وسیعی در نیم‌کره‌ی جنوبی گردید؛ هم‌چنین با کاهش آب دریاها، بیابان‌ها توسعه‌ی فراوان یافتند.

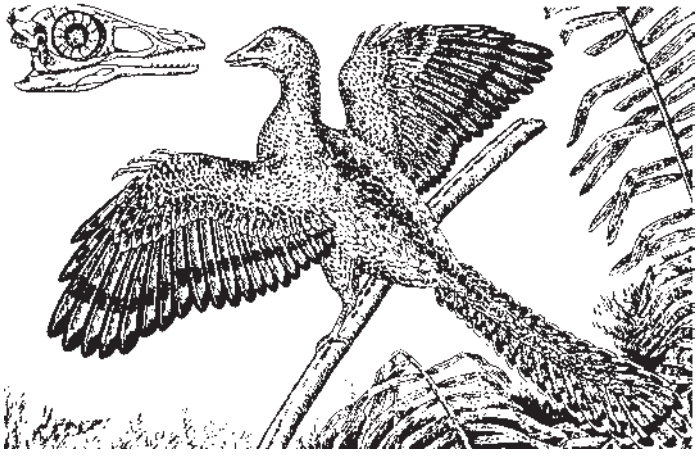
دوره‌ی مزوزوئیک: طی این دوران جانوران و گیاهان تکامل بیش‌تری یافتند. پرندگان نیز در این دوران ظاهر شدند. تنوع خزندگان در این دوران به قدری زیاد بود که آن را «دوران خزندگان» نیز می‌گویند بعضی از انواع این خزندگان تا سی متر درازا داشتند. دوران مزوزوئیک ۱۶۰ میلیون سال به طول انجامید. تغییرات زمین‌شناسی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

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

۱ــ Camberian
۲ــ Ordovician
۳ــ Silurian
۴ــ Devonian
۵ــ Carboniferous
۶ــ Permian
۷ــ موسوم به قاره‌ی بزرگ پانگه آ.
۸ــ Triussic
۹ــ Jurassic
۱۰ــ Cretaceuus
۱۱ــ Dinosaurer. (به‌معنی خزنده‌ی مخوف)







شکل ۳ــ۱۷ــ 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 به‌گل سفید تشکیل شده و به همین سبب نام این دوره برگرفته از «کرته سه 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[1]: 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»[2] و «کواترنری»[3] تقسیم می‌شود که در مجموع پنج دوره‌ی مشخص : «پالئوسن»[4]، «ائوسن»[5]، «الیگوسن»[6] «میوسن»[7] و «پلیوسن»[8]»، 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 به‌نقاط دیگر مهاجرت کردند یا آن که از بین رفتند. «اما انسان با توجه به قدرت تفکّر، عقل و خلاقیت خود توانست به برتری کامل در کره‌ی زمین دست یابد».

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

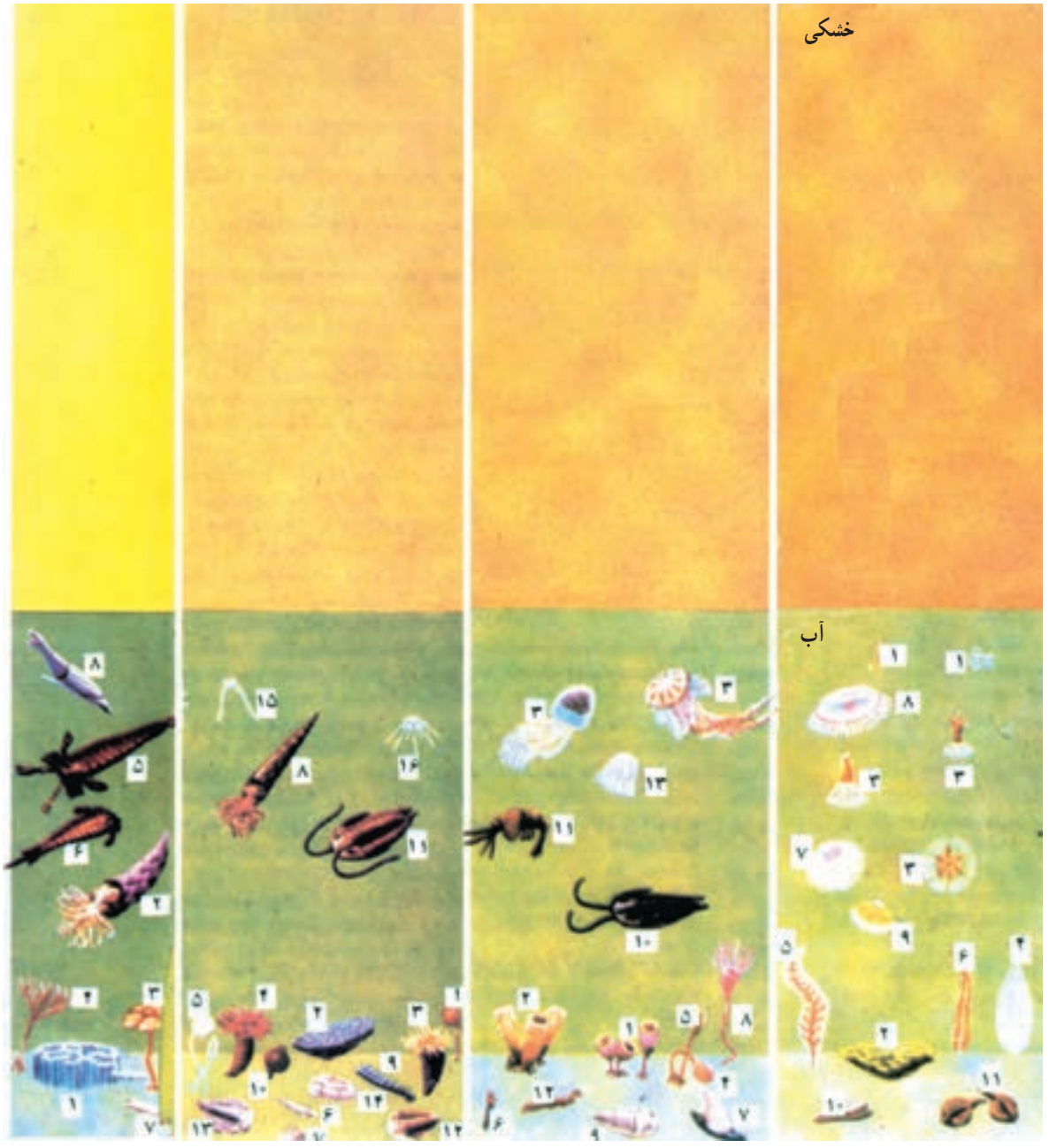
۲ــ Tertiary
۳ــ Quarterary
۴ــ Paleocene
۵ــ Eocene
۶ــ Oligocene
۷ــ Miocene
۸ــ Pliocene

جدول ۲ــ۱۷ــ تقویم زمین‌شناسی*(مقیاس زمان زمین‌شناسی)

ائون	دوران	دوره	دور	آثار حیاتی و حوادث مهم	زمان میلیون سال
فانروزوئیک	سنوزوئیک	کواترنر	هولوسن	گیاهان و جانوران امروزی	۰/۰۱
			پلئیستوسن		۱/۶
		ترسیر	پلیوسن	عصرهای یخ‌بندان	
			میوسن	فراوانی پستان‌داران	
			الیگوسن		
			ائوسن	گسترش و تنوع پستان‌داران	
			پالئوسن	انقراض دایناسورها و بعضی از گونه‌های جانداری	۶۶
	مزوزوئیک	کرتاسه	زمان فراوانی خزندگان	گیاهان گل‌دار	
		ژوراسیک		اولین پرندگان	
		تریاس		فراوانی دایناسورها	
				انقراض تریلوبیت‌ها و گروهی دیگر از جانداران دریایی	۲۴۵
	پالئوزوئیک	پرمین	زمان فراوانی دوزیستان	اولین خزندگان	
		کربنیفر		فراوانی دوزیستان و گیاهان نهان‌زادان آوندی	
		دونین	زمان فراوانی ماهی‌ها	فراوانی ماهی‌ها ــ اولین فسیل حشرات	
		سیلورین		اولین گیاهان خشکی‌زی	
		اردوویسین	زمان فراوانی بی‌مهرگان	اولین ماهی‌ها	
		کامبرین		اولین جانوران صدف‌دار ــ تریلوبیت‌ها	
				پرسلولی ساده در دریا ــ به‌وجود آمدن جلبک‌ها	۵۷۰
کریپتوزوئیک	** پروتروزوئیک آرکئن			تک‌سلولی‌ها	
				به‌وجود آمدن کلروفیل و اولین موجودات فتوسنتزکننده (سیانو باکتری)	۲۵۰۰
				به‌وجود آمدن ئیدرات کربن ــ باکتری‌های ابتدایی و آمینواسیدها	
				قدیمی سنگ‌های شناخته شده	۳۸۰۰
	هادئن			اقیانوس‌ها به وجود آمدند. اتمسفر مرکب از دی‌اکسید کربن و گوگرد و بخار آب	
				پوسته‌ی زمین تشکیل شد.	
				پیدایش منظومه‌ی شمسی	۴۶۰۰

* اطلاعات این جدول صرفاً برای آگاهی است.

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



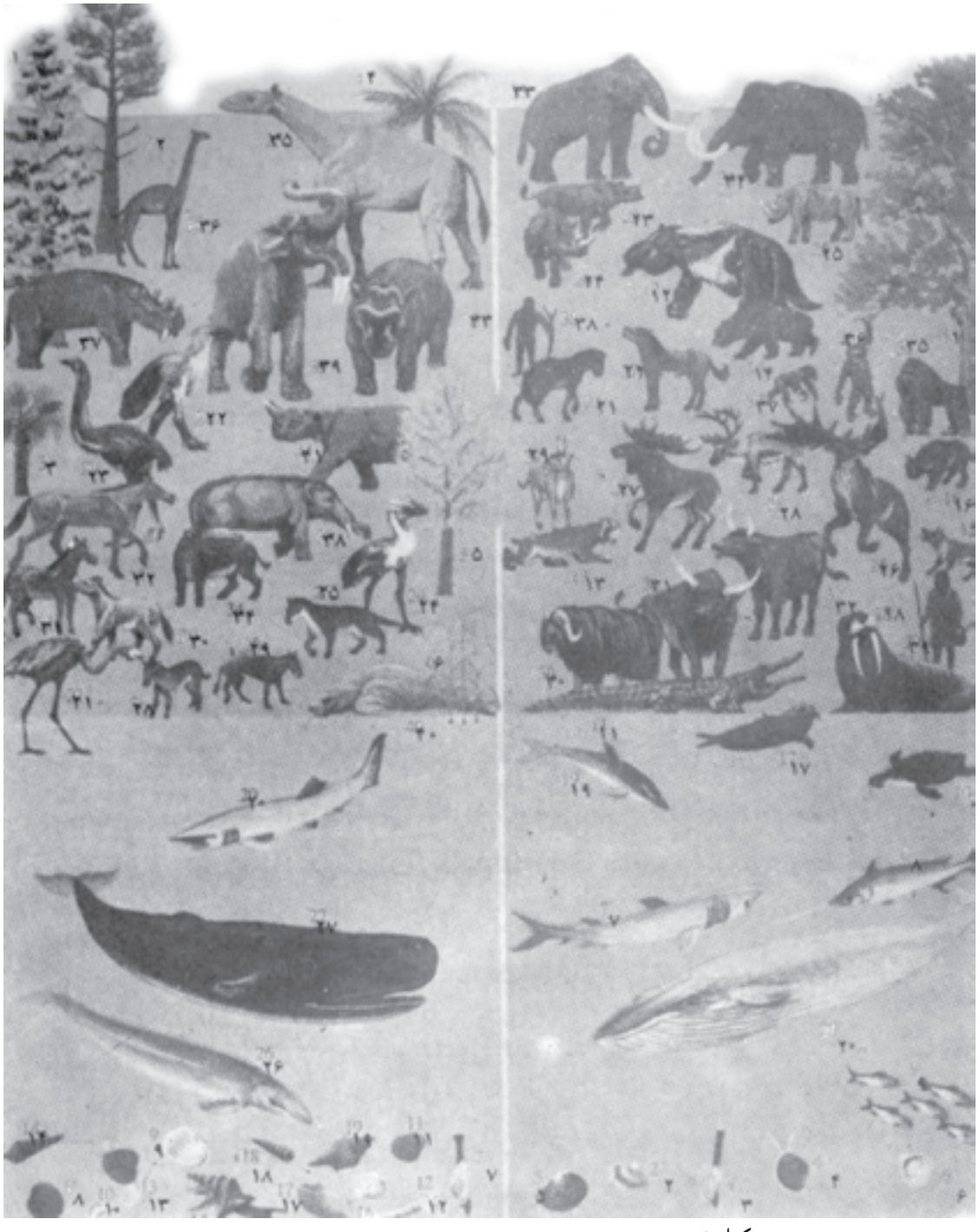
شکل ۵ــ۱۷ــ موجودات زنده در دوران پرکامبرین و دوره‌های کامبرین، اردوویسین و سیلورین

دونین　　کربنیفر　　پرمین

شکل ۶ــ۱۷ــ جانوران دوره‌های دونین، کربنیفر و پرمین

کرتاسه ژوراسیک تریاس

شکل ۷ــ۱۷ــ جانوران دوران مزوزوئیک



ترشیاری

کواترنری

شکل ۸ــ۱۷ــ اوضاع حیاتی دوران سنوزوئیک

جدول ۳ـ۱۷ـ چارت نمایش‌دهنده‌ی زمان در زمین‌شناسی استفاده می‌شود.
و فسیل‌های راهنمای هر دوره که از آن‌ها برای تعیین تاریخ سنگ‌ها

مطالعه‌ی آزاد

سنگواره‌های راهنمای دوره‌ها

نمای ظاهری سنگواره	نام سنگواره راهنما	زمان آغاز دوره (میلیون سال قبل)		نام دوره
	Equus	2	Quaternary	کواترنری
	Turritella	70	Tertiary	ترشیاری
	Inoceramus	135	Cretaceous	کرتاسه
	Eoderoceras	180	Jurassic	ژوراسیک
	Monotis	225	Triassic	تریاسیک
	Neospirifer	270	Permian	پرمین
	Dictyoclostus	325	Pennsylvanian	پنسیلوانین
	Muensteroceras	350	Mississippian	می‌سی سی‌پین
	Phacops	400	Devonian	دونین
	Pentamerus	440	Silurian	سیلورین
	Rafinesquina	500	Ordovician	اردوویسین
	Paradoxides	600	Cambrian	کامبرین

جدول ۳ـ۱۷

خودآزمایی

۱ــ 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؟

۲ــ تفاوت میان سن نسبی و سن مطلق را با ذکر یک مثال شرح دهید.

۳ــ چه عناصری برای اندازه‌گیری سن مطلق به کار می‌برند؟ از کدام خاصیت آن‌ها در این زمینه استفاده می‌شود؟

۴ــ واحدهای زمان در زمین‌شناسی را به ترتیب نام ببرید ؛ و دوران‌های مهم زمین‌شناسی را برشمارید.

۵ــ 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.)

۶ــ 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.

۷ــ دوره‌های تریاس و کرتاسه چه نقش مشخصی در زندگی دایناسورها داشته‌اند؟

۸ــ برای هر یک از این دوره‌ها وقوع یک رویداد یا پدیده‌ی مهم را بیان کنید :

الف ــ پرمین،

ب ــ تریاس،

ج ــ کرتاسه.

فصل هجدهم

زمین در خدمت انسان

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

۱ــ دامنه‌ی بهره‌برداری انسان از زمین را توضیح دهد.

۲ــ روند بهره‌گیری انسان از منابع معدنی را شرح دهد.

۳ــ اهمیت منابع معدنی فلزی در زندگی انسان را بیان کند.

۴ــ گستره‌ی کاربرد منابع معدنی غیرفلزی را توضیح دهد.

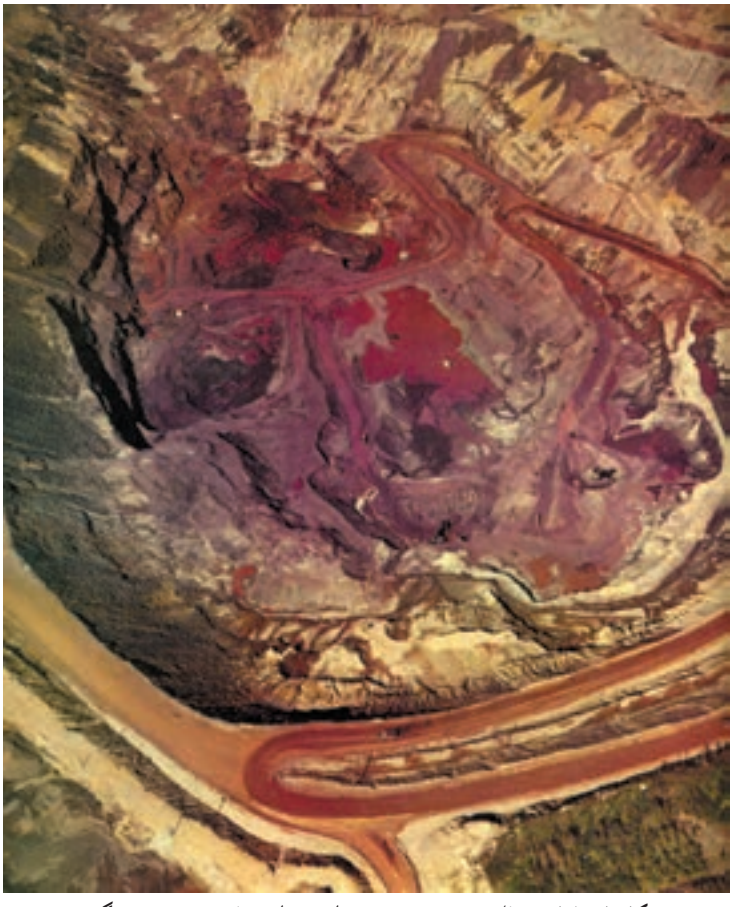
۵ــ منابع سوخت و انرژی یعنی نفت، گاز و زغال‌سنگ را شرح دهد.

۶ــ منابع انرژی‌های جدید را بیان کند.

زمین در خدمت انسان

دامنه‌ی بهره‌برداری انسان از زمین

از زمانی که انسان زندگی خود را بر روی کره‌ی‌زمین 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 به‌تدریج 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 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.



شکل ۱ــ۱۸ــ فعالیت بشر در زمینه‌ی استخراج منابع معدنی ــ 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. انسانِ 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 برمقدار استخراج آن‌ها نیزافزوده است و این امر به‌دلیل ترقی سطح‌زندگی بشر و نیز به سبب افزایش جمعیت جهان است. آن چه 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، دو 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 درنظر 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 این‌که 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 به‌این 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 هم اکنون بازیابی آهن قراضه ضرورت استخراج معادن آهن و دیگر معادن را کم‌تر کرده است. با این‌همه، آن‌چه مسلم است این که میزان ذخایر بسیاری از منابع معدنی با پیشرفت تکنولوژی اکتشاف و بهره‌برداری، به طورکلی 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 ۲ــ۱۸ــ بهره‌گیری انسان از منابع معدنی در زیرزمین

اهمیت منابع معدنی فلزی در زندگی انسان

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 بلندمرتبه، پل‌های عریض و طویل بر روی رودخانه‌ها و حتی دریاچه‌ها، شبکه‌های متراکم خطوط آهن، خطوط انتقال نیرو، کشتی‌های غول آسای 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 به‌کار می‌روند و در فعالیت‌های آینده‌ی بشری در زمینه‌ی مهندسی، تکنولوژی و صنعت و سایر عرصه‌های فعالیت‌های اقتصادی نه‌تنها از مصرف فلزات کاسته نخواهد شد بلکه بر میزان مصرف جهانی آن افزوده خواهد شد ؛ بنابراین ؛ مشاهده می‌کنیم که میلیاردها تن فلز که سنگ آن‌ها از پوسته‌ی زمین استخراج شده چه نقش عظیمی در زندگی انسان عصر حاضر و نسل‌های آینده ایفا می‌کند.

شکل ۳ــ۱۸ــ مواد معدنی تبدیل یافته به فراورده‌های مختلف

منابع سوخت و انرژی

تا حدود سال ۱۸۰۰میلادی بیش‌تر انرژی مورد نیاز دنیا از سوزاندن چوب به‌دست 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 ؛ به‌طوری که در سال ۱۹۷۵حدود ۴۰ درصد انرژی جهانی از نفت، ۲۰درصد از گاز طبیعی و ۴۰درصد از زغال‌سنگ تأمین می‌شد. تقاضای جهانی برای این منابع انرژی دایماً 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 درغیراین‌صورت بشر با بحرانی جدی روبه‌رو خواهد شد. آن چه 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.

گستره‌ی 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 پی‌سازی 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 به‌دست می‌آید در کلیه‌ی زمینه‌ها به‌کار گرفته می‌شوند. گوگرد، گرافیت، الماس، و سایر سنگ‌های قیمتی مانند زمرّد، یاقوت، نمک طعام، کائولن، میکا، فسفات‌ها و خاک‌های نسوز جملگی از منابع معدنی غیرفلزی مهمی هستند که بسیار با ارزش بوده مواد اوّلیه‌ی 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 به‌دست 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 نفوذ ناپذیرکردن مصالح با قیر نفتی که البته امروزه نفت با طیف وسیعی از فراورده‌های تولیدی و کاربردهای گسترده نقش مهمی در اقتصاد و صنعت بر عهده دارد. قسمتی از فراورده‌های 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 فراورده‌ها مصارف غیر سوختی دارند. از ترکیب نفت با عناصری مانند نیتروژن، گوگرد، اکسیژن و کلر فراورده‌های پتروشیمی تهیه می‌شود که انواع کودهای شیمیایی، مواد پاک‌کننده، لاستیک، الیاف مصنوعی، و لوازم آرایش از آن جمله‌اند. فراورده‌های نفتی کاربرد دیگری نیز دارند که عبارت‌اند از : قیر برای ساختمان‌سازی و راه‌سازی، و گریس برای

روان‌کردن 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 کارگر بی‌کار شدند. پرواز هواپیمایی بین‌المللی نیز کاهش یافت و بر دامنه‌ی بیکاری نیز افزوده شد.

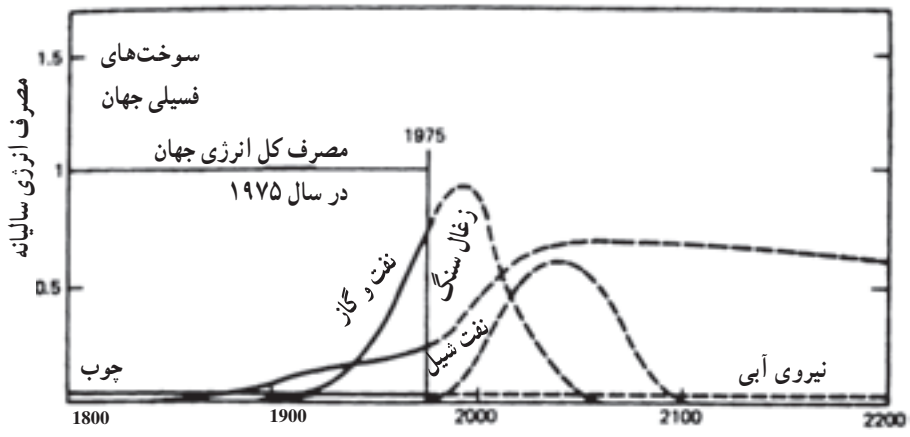
بحران انرژی نشانگر این واقعیت است که کمبود سوخت در آینده محتمل است و رفاه و آسایش مادی بشر نیز تا حد بسیاری به استمرار بهره‌گیری انسان از منابع درون زمین وابسته است. به‌علت مصرف فراوان نفت، دانشمندان اعلام نموده‌اند که تمام منابع نفتی بین سال‌های ۲۰۵۰ تا ۲۰۷۵ به انتها خواهد رسید و از شیل‌های نفتی و گاز 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 می‌سوزاندند. 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.

شکل ۴ــ۱۸ــ پالایشگاه گاز

زغال‌سنگ: زغال‌سنگ فراوان‌ترین سوخت فسیلی کره‌ی زمین به‌شمار می‌آید و کهن‌سال‌ترین سوخت معدنی است که پیشینه‌ی برخی از انواع آن به چهارصد میلیون سال می‌رسد. مصرف این ماده‌ی معدنی، براساس اسناد تاریخی به قبل از میلاد مسیح بر می‌گردد و بشر همواره در طول تاریخ از زغال‌سنگ برای تولید گرما استفاده کرده است. با به‌کارگیری ماشین بخار، استخراج تجاری زغال‌سنگ برای حمل و نقل و تولیدات صنعتی گسترش یافت. از سال ۱۸۸۰ به‌بعد زغال سنگ جای‌گزین چوب شد و منبع اصلی انرژی در جهان به‌شمار آمد. کاربرد زغال‌سنگ در صنعت ذوب‌آهن، انقلاب صنعتی را تسریع نمود. پیشرفت‌های گوناگونی که در عرصه‌ی علم و فن‌آوری صورت گرفت دامنه‌ی کاربرد زغال‌سنگ را برای استفاده از مشتقات آن وسیع‌تر کرد ؛ به گونه‌ای که تاکنون بیش از ۴۰۰ نوع ترکیب از زغال سنگ به‌دست آمده است. زغال‌سنگ را می‌توان به صورت منبعی جای‌گزین 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 زغال‌سنگ، مایع یا انرژی حاصل از جامد بازسازی شده باشد. با توجه به این که جهان دارای منابع عظیمی از زغال‌سنگ است بهره‌برداری از این منابع، به‌منظور برطرف ساختن نیازهای فعلی و تقاضاهای آینده با بشر، منطقی به‌نظر می‌رسد. با کاهش یافتن ذخایر نفتی جهان، در نیروگاه‌های حرارتی برق و سایر مراکز بزرگ صنعتی به‌تدریج زغال‌سنگ جای‌گزین نفت خواهد شد. زغال‌سنگ در عین‌حال پراکنده‌ترین سوخت فسیلی در زمین است و در بیش از ۲۰۰۰ حوزه‌ی رسوبی زمین یافت شده است. مقدار منابع تخمینی زغال‌سنگ در کره‌ی زمین، بسیار بیش‌تر از نفت یا گاز طبیعی است. ذخایر زغال‌سنگ اقتصادی و استخراج‌پذیر جهان را بیش از ۶۰۰ میلیارد تن برآورد کرده‌اند که در این صورت، نیاز بشر تا حدود ۲۰۰ سال برطرف خواهد شد.

برخی از فراورده‌های مهم حاصل از فرایندهای تبدیلی زغال‌سنگ که امروزه در زندگی بشر پدیدار شده عبارت‌اند از : قطران، آمونیاک، سولفات آمونیوم (به‌صورت کود شیمیایی در مصارف کشاورزی)، نفت خام، قیر، تولوئن، بنزن، نفتالین و گروئوزوت یا جوهر قطران[1].



شکل ۵ــ۱۸ــ روند تولید زغال‌سنگ. نمودار نشان‌دهنده‌ی مقادیر نسبی مصرف سالانه‌ی انرژی در سطح جهان حاصل از سوخت‌های فسیلی و نیروی آب. خط‌های بریده میزان تخمینی مصرف انرژی در آینده هستند. گرچه منابع مختلف، تخمین‌های متفاوتی را ارائه می‌کند. امّا به نظر می‌رسد این الگوی عمومی مورد قبول اکثریت باشد.

۱ــ از جوهر قطران برای محافظت چوب در برابر موریانه استفاده می‌شود.

مطالعه‌ی آزاد

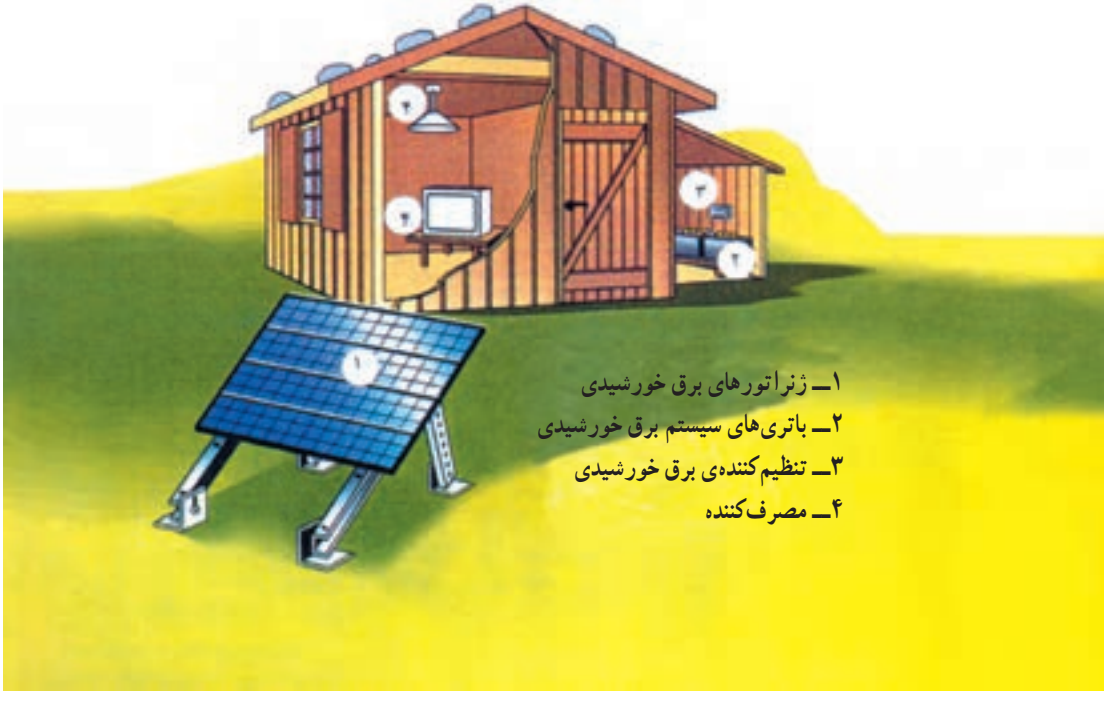
منابع انرژی‌های تجدیدپذیر نوین

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 به‌صورت 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 :

۱ــ متمرکز کردن پرتوهای خورشیدی و تبدیل انرژی حرارتی آن‌ها به الکتریسیته، از طریق فرایندهای ترمودینامیکی.

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



شکل ۶ــ۱۸ــ کاربرد انرژی خورشیدی در تأمین برق مصرفی یک خانه

پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۰ میلادی ظرفیت تولیدی انرژی از نیروگاه خورشیدی به‌حدود 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 به‌وسیله‌ی انرژی خورشید گرم نمود.

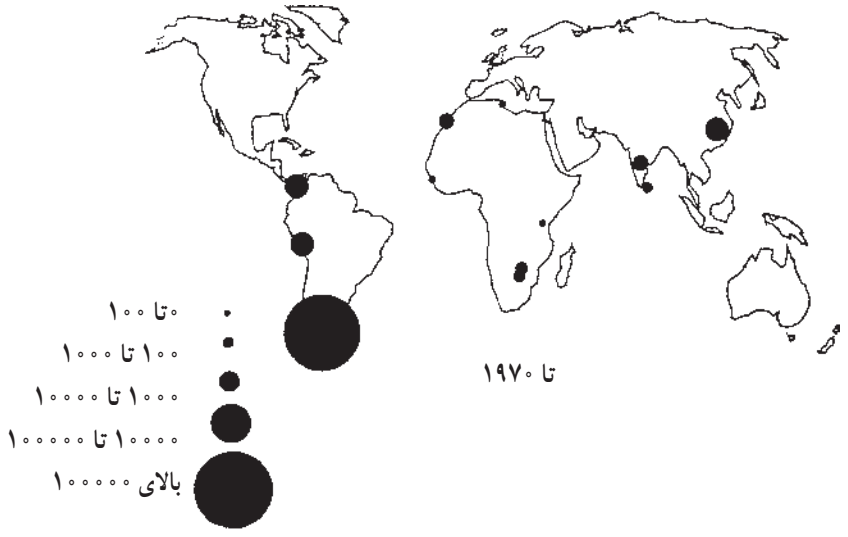
با این سیستم هم‌چنین می‌توان بخش بزرگی از تقاضا برای گرمایش فضای ساختمان را تأمین کرد. با این همه، سطوح بزرگ‌تری برای گردآوری انرژی خورشیدی مورد نیاز خواهد بود.

شکل ۷ــ۱۸ــ کاربرد پمپ‌های خورشیدی ــ 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

از روی نقشه‌ی منابع جهانی باد، تخمین زده می‌شود که ۲۷ درصد مساحت خشکی‌های زمین در معرض وزش باد ــ با سرعت متوسط سالیانه بیش از ۱۸ کیلومتر در ساعت ــ 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 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

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 ۸ــ۱۸ــ تعداد پمپ‌های بادی تخمینی در بعضی از کشورهای جهان

شکل ۹ــ۱۸ــ توربین‌های بادی

انرژی زمین گرمایی

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

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 زیست محیطی، 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 به‌حدود 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 نشان دهنده‌ی این واقعیت است که انرژی زمین‌گرمایی در ایران تاحد 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 دورافتاده‌ی ایران به کار گرفته شود و در پی آن توسعه‌ی اقتصادی و گسترش فرهنگ

شکل ۱۰ــ۱۸ــ استفاده از انرژی زمین گرمایی برای تولید برق در کشور نیوزلند

و بهداشت در این مناطق فراهم آید.

انرژی‌های دریایی

دریا ازطریق فرایندهای مختلف فیزیکی انرژی را دریافت و ذخیره نموده سپس آن را آزاد می‌کند. این انرژی به‌صورت 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 ازطریق برخی فن‌آوری‌های جدید هستند. پیشرفت‌هایی که در این زمینه صورت گرفته بسیار امیدبخش است.

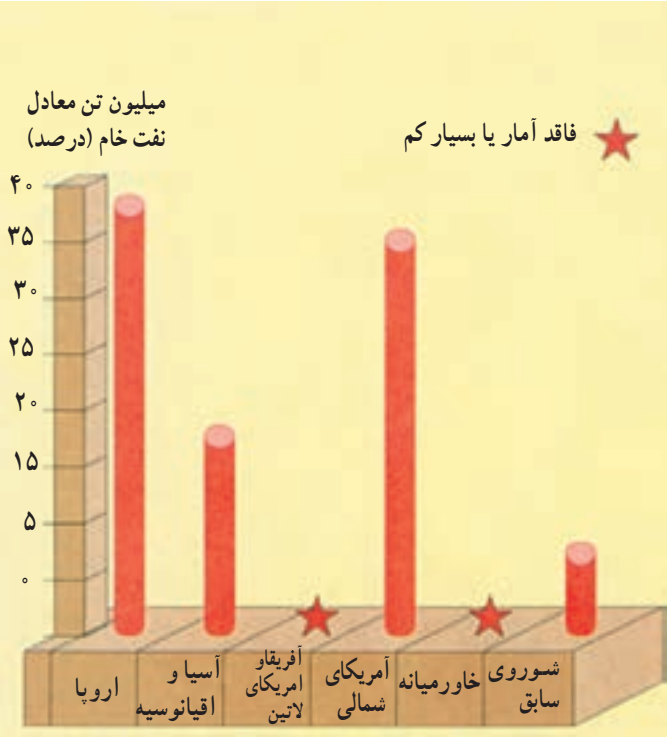
استخراج انرژی از امواج دریا طی قرن اخیر به‌طور جدی موردتوجه بوده است، زیرا قدرت حاصل از امواج دریا غیرآلاینده است و به هر میزان که جای‌گزین سوخت‌های فسیلی شود منافع زیست‌محیطی را در پی خواهد داشت. انرژی امواج، عرصه‌ی مناسبی برای اختراع به‌شمار می‌رود. در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۷۴ تا ۱۹۸۵ بیش از ۲۰۰ دستگاه 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.

استفاده از انرژی جزر و مد آب دریا، سابقه‌ای دیرین دارد. پیشینه‌ی به‌کارگیری این انرژی به‌وسیله‌ی 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 به‌ثبت 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 به‌گونه‌ی بالقوه در مناطق حارّه و نیمه‌حارّه موجود است و برای استفاده از آن‌ها نیز نیروگاه‌های تبدیل انرژی حرارتی ساخته شده است. این نیروگاه‌ها، جز به‌هنگام تعمیر، به‌طور دایم و نامحدود کار خواهند کرد. با این نیروگاه‌ها می‌توان به‌طور طبیعی آب شیرین نیز تولید کرد و به‌نظر می‌رسد ارزان‌ترین روش برای تهیه‌ی آب شیرین از آب دریا باشد.

انرژی هسته‌ای

هر سوختی قبل از هرچیز 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 به‌علت تجزیه‌ی هسته‌ای به‌دست می‌آید از منابع مهم انرژی حرارتی در داخل سیاره ماست ؛ بنابراین، توجه‌ی خاصی به آن می‌شود. امروزه صنعت انرژی اتمی به‌سرعت درحال 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 موردنیاز 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 ازطریق 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 و بی‌خطرکردن این مواد هنوز به‌جایی نرسیده و این زباله برای نسل‌های آینده مسئله‌ای جدّی خواهد بود.



شکل ۱۱ــ ۸ ــمصرف انرژی هسته‌ای در جهان

آن‌چه امروزه به‌صورت مواد باطله به‌دور ریخته می‌شود در سال‌های آینده به‌طور 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 درصورت 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

۱ــ پنج نوع از مواد معدنی و منابع مختلفی نام ببرید که بشر با استخراج آن‌ها از زمین نیازهای خود را برطرف می‌سازد.

۲ــ با توجه به این‌که منابع معدنی زمین به‌دلیل استخراج زیاد به‌تدریج درحال اتمام هستند بشر در آینده به چه اقداماتی باید دست بزند؟

۳ــ آیا فعالیت‌های استخراج مواد معدنی از پوسته‌ی زمین رو به کاهش است یا در آینده افزایش خواهد یافت؟ چرا؟

۴ــ 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 صحرایی

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

فصل اوّل

مشخصات زمین

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

۱ــ انواع مدل‌ها را در آموزش علوم زمین به‌کار ببرد.

۲ــ در تعیین مدارات و نصف‌النهارات، مدل کره‌ی زمین و نقشه را به‌کار ببرد.

۳ــ از یک صفحه‌ی مدوّر 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.

۴ــ موقعیت زمین نسبت به خورشید (تعیین چهارفصل) را با مدل کره‌ی زمین، مشخص نماید.

۵ ــ برای تعیین طول و عرض جغرافیایی نقاط، از مدل کره‌ی زمین و نقشه استفاده کند.

۶ــ اهمیت انحراف محور زمین و تأثیر آن در پیدایش چهارفصل و تابش خورشید را با مدل کره‌ی زمین تعیین کند.

مشخصات زمین

مدل

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 به‌چشم نمی‌آیند. بلکه آن‌ها را بامدل‌های کم و بیش مشابه با حالات طبیعی در آزمایشگاه، مشاهده و بررسی می‌کنیم.

اشیای حقیقی به بزرگی کره‌ی زمین یا به‌کوچکی اتم هستند. با مدلی مانند مدل کره‌ی زمین یا افلاک نما، شئ واقعی در اندازه‌ی کوچک نشان داده می‌شود. در این صورت، اشیای کوچک را نیز می‌توان در مقیاس بزرگ‌تری نشان داد ؛ مانند مدل تصوری اتم.

مدل‌های اتم یا چگونگی تشکیل زمین براساس اطلاعات جمع‌آوری شده ساخته شده‌اند. چنین مدلی در ابتدا برای تشریح آن‌چه پیش از این مشاهده شده ساخته می‌شود ؛ سپس برای پیش‌بینی رویدادی که مشاهده نشده به‌کار می‌رود.

تعیین مدارات و نصف‌النهارات کره‌ی زمین

وسایل موردنیاز:

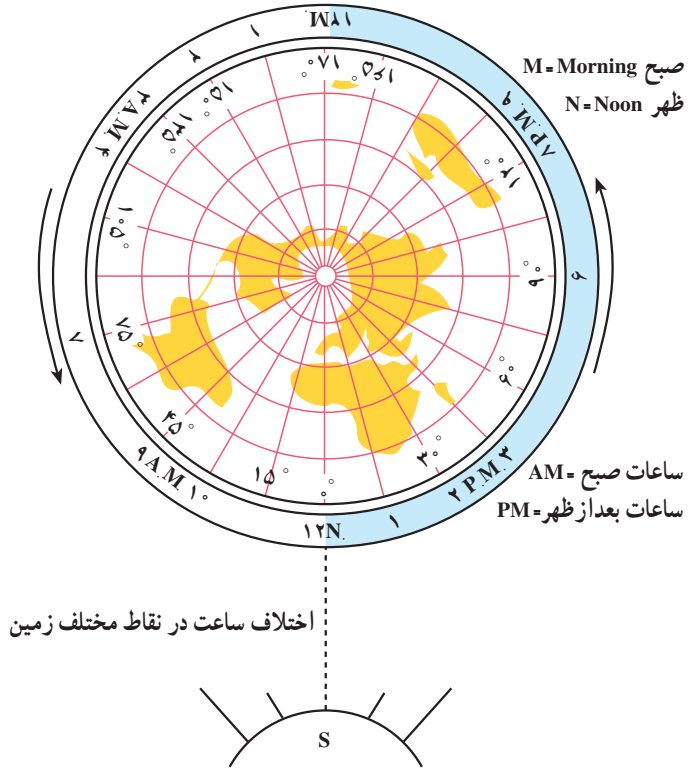
۱ــ نقشه‌هایی که مدارات و نصف‌النهارات روی آن‌ها مشخص است.

۲ــ مدل کره‌ی زمین (کره‌ی جغرافیایی بزرگ)

به این تصویر۱ــ۱ توجه کنید.

اگر چرخ فرضی از جهت غرب به شرق و در مقابل منبع نوری (S) آهسته دوران کند، هریک از خطوط

(به‌منزله‌ی نصف النهارات کره‌ی زمین) از مقابل (S) عبور می‌کند (مانند حرکت ظاهری خورشید از نصف‌النهار هر منطقه).



شکل ۱ــ ۱ ــ حرکت وضعی زمین

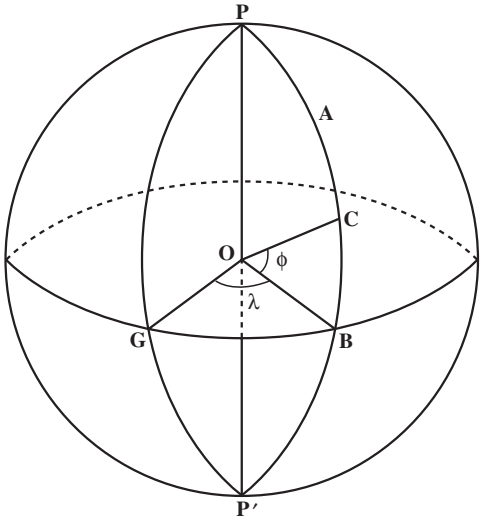
در شکل ۱ــ۱ نصف‌النهار مقابل S را نصف‌النهار مبدأ[1] (O) انتخاب کنید.

فاصله‌ی هر نصف‌النهار را 15° (۱۵ درجه) انتخاب کنید. تقسیم‌بندی تا ۱۲MN چند درجه است؟ فاصله‌های مناسب را روی شکل۱ــ۱ 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 مشخّص کنید.

روی هریک از نصف‌النهارات ساعت مناسب را بنویسید.



شکل ۲ــ۱ــ 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 $G\hat{O}B$ بر حسب درجه، دقیقه و یا ثانیه[2] که طول جغرافیایی محل موردنظر 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 به‌نام «استوا» معروف است و به‌صورت مبدأ برای تعیین عرض جغرافیایی به‌کار می‌رود.

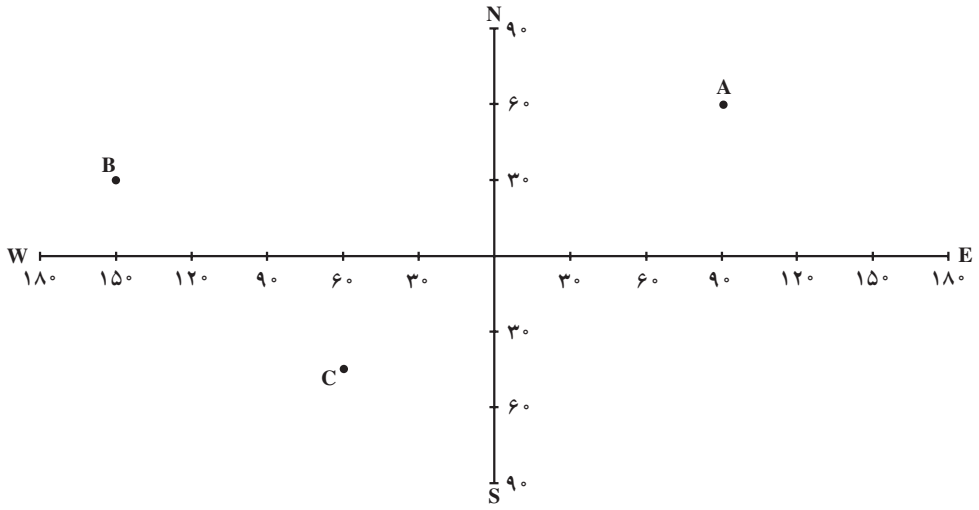
در شکل۲ــ۱ زاویه‌ی بین مرکز زمین O تا نقطه‌ی C (برحسب درجه، دقیقه، ثانیه) **عرض‌جغرافیایی** نقطه‌ی موردنظر نام دارد و با حرف یونانی ϕ (فی) نشان داده می‌شود.

اگر نقطه‌ای در جنوب خط استوا واقع شده باشد طول

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

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

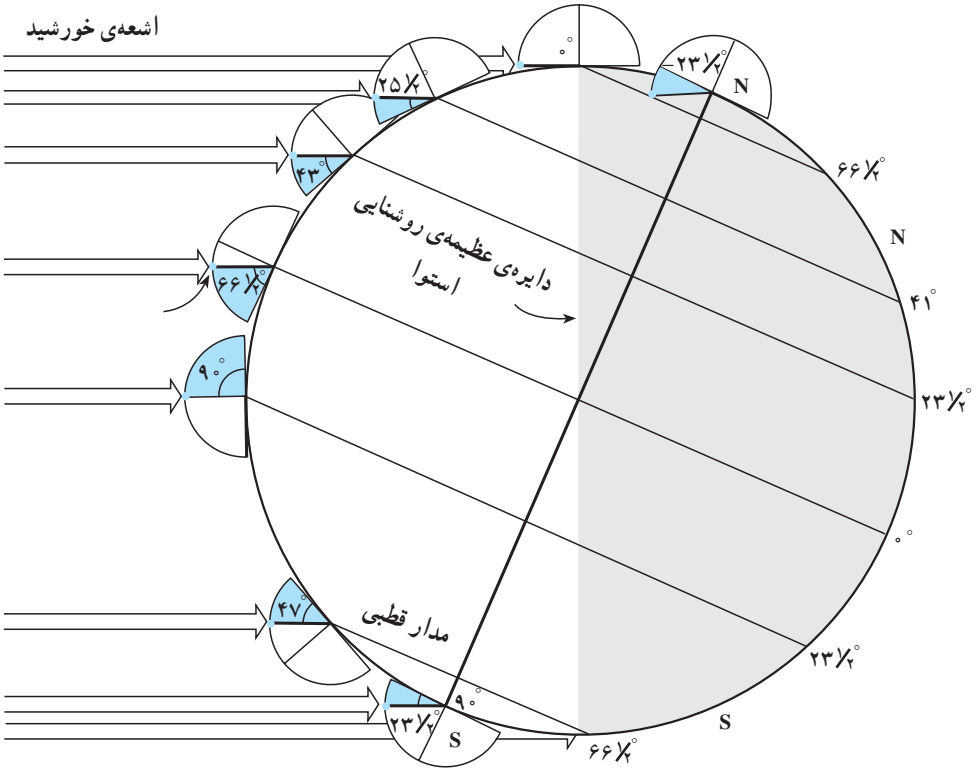
جغرافیایی آن ۳۰° شرقی و عرض آن ۴۵° در نیم‌کره‌ی جنوبی واقع است. براساس شکل ۴ــ۱، محل آن‌را برروی نقشه تعیین کنید.



شکل ۳ــ۱ــ تعیین طول و عرض جغرافیایی روی محورهای جغرافیایی

با توجه به شکل ۳ــ۱ طول و عرض جغرافیایی نقاط A و B و C و موقعیت آن‌ها (موقعیت در نیم‌کره‌ها) را مشخص کنید.

انحراف محور زمین: محور زمین ($p-p'$) نسبت به خط عمود بر صفحه‌ی مدار آن ۲۳/۵ درجه انحراف دارد (شکل ۴ــ۱).



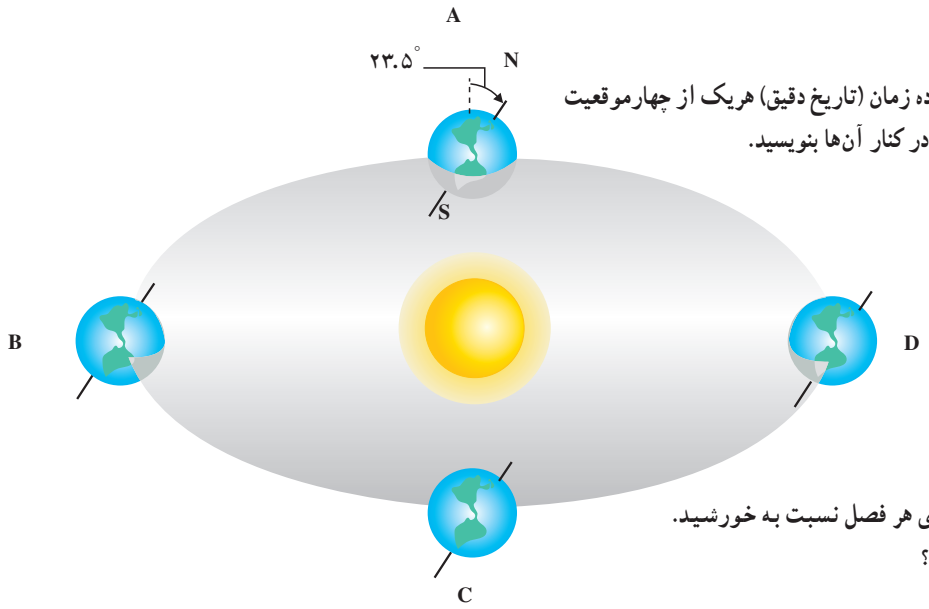
شکل ۴ــ۱ــ مقدار انحراف محور زمین و تأثیر آن در مقدار زاویه‌ی تابش خورشید در عرض‌های جغرافیایی مختلف

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

در شکل۵ــ۱ موقعیت زمین نسبت به خورشید نشان‌داده شده است، در هریک از موقعیت‌های A، B و C، D نام فصل و وضعیت تمایل محور زمین نسبت به خورشید را تعیین کنید.

جمع‌آوری اطلاعات

این شکل را تفسیر کرده زمان (تاریخ دقیق) هریک از چهارموقعیت زمین راتحقیق کنید و در کنار آن‌ها بنویسید.



موقعیت زمین در ابتدای هر فصل نسبت به خورشید.

علت ایجاد فصل چیست؟

شکل ۵ ــ۱ــ موقعیت زمین نسبت به خورشید ــ پیدایش چهار فصل

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 مؤثّر بر آب و هوا (اقلیم) هر منطقه، حرکت وضعی زمین و تأثیر آن برجهت وزش بادها را می‌توانید تعیین و تمرین کنید.

فصل دوم

هوا کره

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

۱ــ دمای هوا را اندازه‌گیری کند.

۲ــ مقیاس‌های دما را به یک‌دیگر تبدیل نماید.

۳ــ دماسنج تر و دماسنج خشک را در ارتفاع و مکان مناسب نصب کند.

۴ــ ماده‌ی دماسنجی و خاصیت دماسنجی را توضیح دهد.

۵ ــ رطوبت نسبی هوا را اندازه‌گیری کند.

۶ــ یک بادنمای ساده‌ی پارچه‌ای بسازد.

۷ــ با استفاده از بادنما جهت باد را تعیین کند.

۸ ــ سرعت باد را براساس 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 به‌دمای هوای آزادی گفته می‌شود که در ارتفاع ۱/۲۵ تا ۲متر 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 :

$$\frac{F-۳۲}{۱۸۰}=\frac{C}{۱۰۰}$$

از این دو مقیاس این رابطه‌ها به‌دست می‌آید :

تبدیل سانتی‌گراد به فارنهایت: C مقدار درجه‌ی سانتی‌گراد است.

$$F=\frac{۹}{۵}C+۳۲$$

تبدیل فارنهایت به سانتی‌گراد: F مقدار درجه‌ی فارنهایت است :

$$C=\frac{۵}{۹}(F-۳۲)$$

تمرین

۱ــ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد معادل چند درجه فارنهایت است؟

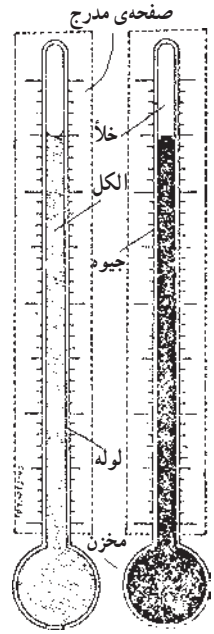
۲ــ۵۹ درجه‌ی فارنهایت معادل چند درجه‌ی سانتی‌گراد است؟

اصول اساسی اندازه‌گیری دما: دماسنج دستگاهی است که به‌منظور تعیین سردی یا گرمی نسبی اجسام دما را اندازه‌گیری می‌کند.

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

دماسنج‌ها

دماسنج‌های مایعی: دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی ساده‌ترین دستگاه‌های اندازه‌گیری دما هستند که براساس انبساط مایع الکل یا جیوه دریک مخزن و انتقال آن به یک لوله‌ی مدرّج باریک می‌توان دما را قرائت کرد(شکل۱ــ۲).



دماسنج جیوه‌ای دماسنج الکلی

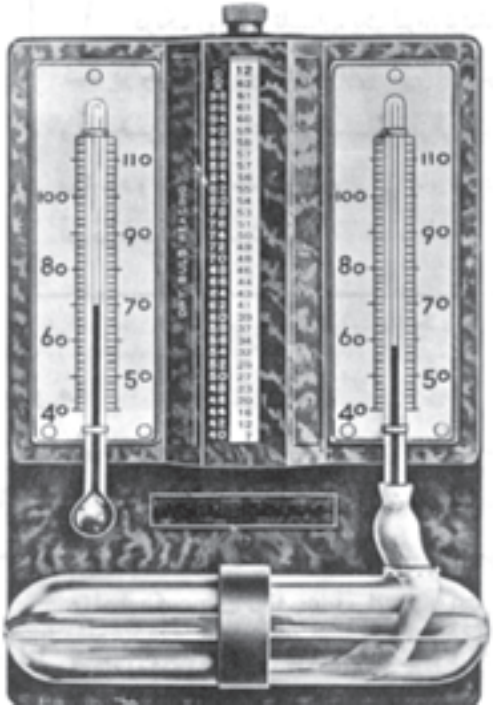
شکل ۱ــ۲ــ دماسنج‌های مایعی

اندازه‌گیری رطوبت هوا

وسایل و مواد موردنیاز: دماسنج تر و دماسنج خشک، جدول‌های موردنیاز.

دماسنج جیوه‌ای معمولی: دقت این دماسنج‌ها معمولاً ۰/۱ درجه‌ی سانتی‌گراد است و در پناهگاه هواشناسی به‌طور قائم (عمودی) نصب می‌شود.

دماسنج تر: این دماسنج مانند دماسنج جیوه‌ای است و فقط مخزن آن‌ها را به‌وسیله‌ی پارچه‌ای به‌طور دایم مرطوب نگه می‌دارند. این دماسنج به‌گونه‌ی عمودی و مجاور دماسنج جیوه‌ای و عمودی قرار می‌گیرد(شکل ۲ــ۲).



شکل ۲ــ۲ــ دماسنج خشک (سمت چپ)، دماسنج تر (سمت راست)

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

رطوبت نسبی براساس این رابطه به‌دست می‌آید :

$$\text{رطوبت نسبی} = \frac{\text{رطوبت مطلق هوا در یک دمای معین}}{\text{رطوبت مطلق لازم برای اشباع هوا در آن دما}} \times ۱۰۰$$

مثال: دمای هوا $۲۰^{\circ}C$ (۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد) ، رطوبت مطلق ۱۲ گرم در مترمکعب است. رطوبت نسبی چقدر است؟ (رطوبت اشباعی هوا در همان دما ۱۷/۲ گرم در مترمکعب است)

$$\text{رطوبت نسبی } RH = \frac{۱۲}{۱۷} \times ۱۰۰ = ۷۰٪$$

مقدار رطوبت موجود در هوا، ۷۰ درصد مقداررطوبت لازم برای اشباع آن است. در جدول ۱ــ۲، طرز تعیین رطوبت نسبی درجه شده است.

جدول ۱ــ۲ــ 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

دمایی که در دماسنج خشک نشان داده می‌شود ۲۳ درجه‌ی سانتی‌گراد است. دمای دماسنج تر نیز ۱۴ درجه‌ی سانتی‌گراد است با استفاده از جدول، رطوبت نسبی را تعیین کنید.

دمای دماسنج تر ــ دمای دماسنج خشک

۲۳ − ۱۴ = ۹

با مراجعه به جدول و درنظر گرفتن دمای دماسنج خشک (۲۳ درجه‌ی سانتی‌گراد) و اختلاف دو دما (۹°C)، مقدار رطوبت نسبی ۳۶ درصد است.

رطوبت نسبی مکان‌های مختلف را با استفاده از ابزار یادشده و جدول تعیین رطوبت نسبی محاسبه کنید.

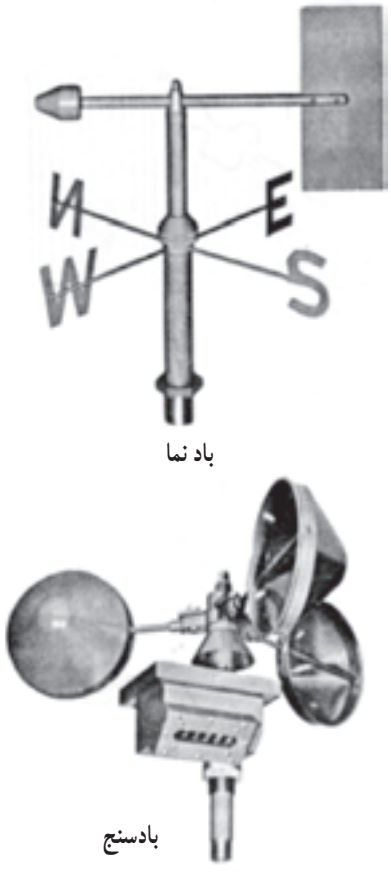
باد

وسایل اندازه‌گیری باد: اندازه‌ی باد را «سرعت باد» نامند. واحد اندازه‌گیری آن متر بر ثانیه (m/s) یا فات است. هر فات برابر ۰/۵ متر بر ثانیه یا۱۸۵۳ 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 (شکل۳ــ۲). این بادنما براثر وزش باد، آزادانه حول محور قائم می‌چرخد و پیکان، جهت وزش باد را نشان می‌دهد.



شکل ۳ــ۲ــ باد نما و بادسنج

جدول ۲ــ۲ــ سرعت، اثر باد

وضع باد	سرعت باد به متر بر ثانیه	اثر باد
هوای آرام	۰/۵ ــ ۰	دود به‌طور قائم به بالا می‌رود.
نسیم بسیار ملایم	۱/۷ ــ ۰/۶	دود از دودکش بخاری منحرف می‌شود.
نسیم ملایم	۳/۳ ــ ۱/۸	برگ درختان صدا می‌کند و باد در چهره احساس می‌شود.
نسیم نسبتاً ملایم	۵/۲ ــ ۳/۴	شاخه‌های نازک درختان به‌حرکت درمی‌آیند.
نسیم نسبتاً شدید	۷/۴ ــ ۵/۳	ایجاد گرد و غبار می‌کند.
نسیم شدید	۹/۶ ــ ۷/۵	ساقه‌ی نازک درختان به‌نوسان درمی‌آید.
باد نسبتاً تند	۱۲/۴ ــ ۹/۷	شاخه‌های بزرگ درختان به‌نوسان درمی‌آید.
باد بسیار تند	۱۵/۲ ــ ۱۲/۵	تنه‌ی درختان تکان می‌خورند.
باد نسبتاً سخت	۱۸/۲ ــ ۱۵/۳	شاخه‌های نازک و شاخه‌های بزرگ و خشک را می‌شکنند.
باد بسیار سخت	۲۱/۲ ــ ۱۵/۳	شیروانی و سفال پشت بام‌ها را از جا می‌کند.
طوفان	۲۵/۱ ــ ۲۱/۶	
طوفان شدید	۲۹ ــ ۲۵/۲	درختان را از ریشه می‌کند.

فصل سوم

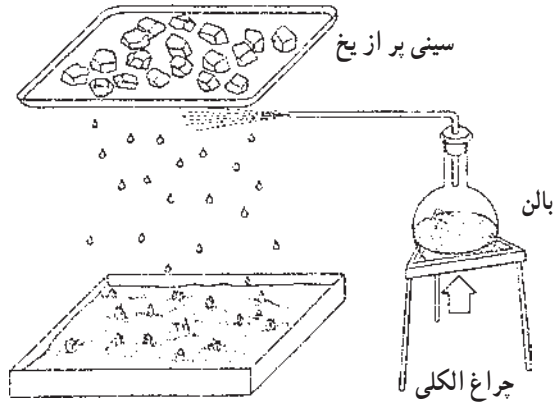
آب کره

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود :
۱ــ مدل گردش آب در طبیعت را آزمایش کند.
۲ــ مدل جریان آب براثر اختلاف فشار را آزمایش کند.
۳ــ مدل جریان آب براثر اختلاف درجه‌ی حرارت را آزمایش کند.
۴ــ مدل تأثیر باد بر سطح دریاها را آزمایش کند.

آب کره

آزمایش چرخه‌ی آب در طبیعت ــ تشکیل ابر

وسایل و مواد موردنیاز : منبع حرارتی (چراغ الکلی، چراغ بونزن)، سه‌پایه، بالن یا کتری، لوله‌ی انتقال‌دهنده‌ی بخار آب، سینی، یخ و آب به‌مقدار کافی. از این وسایل مجموعه‌ای مانند شکل ۱ــ۳ فراهم کنید.



شکل ۱ــ۳ــ مجموعه‌ی نشان‌دهنده‌ی گردش آب در طبیعت

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 جوّ است که بر اثر انبساط سرد می‌شود. بخار آب مجدداً متراکم می‌شود و به‌صورت باران به سطح زمین می‌ریزد.

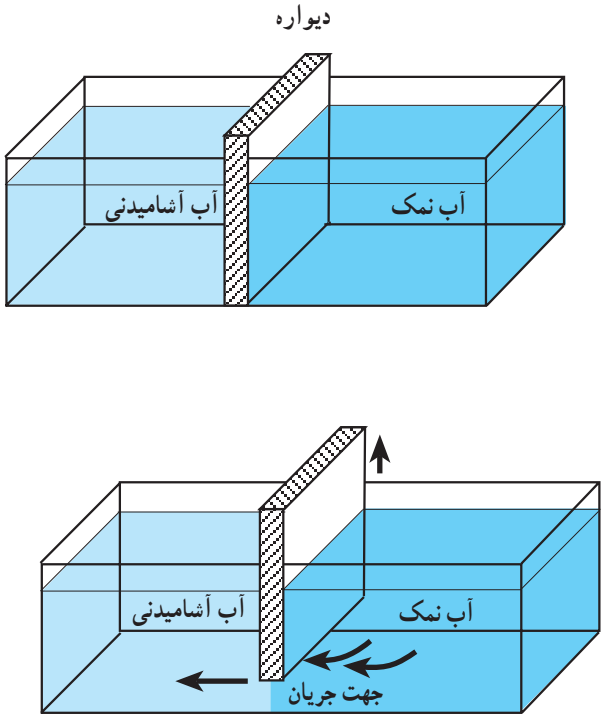
مدل سیستم‌های طبیعی

ایجاد جریان آب براثر اختلاف فشار (تفاوت در میزان نمک)

مثال: جریان بین دریای مدیترانه و اقیانوس اطلس

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

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



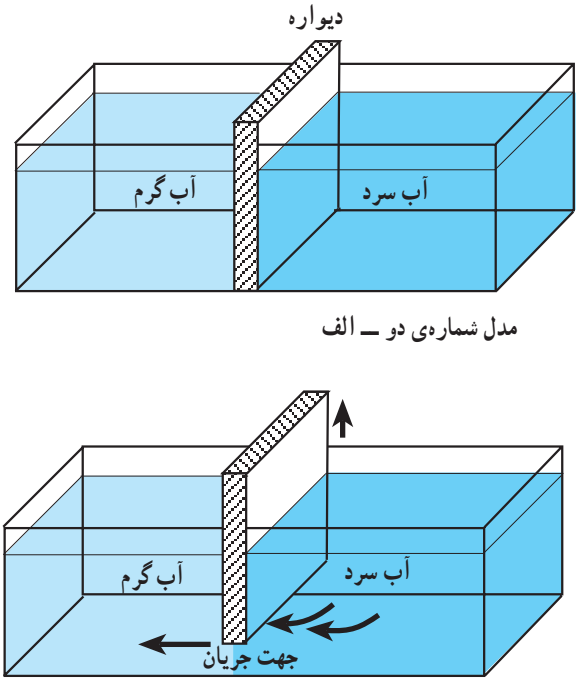
شکل ۲ــ۳ــ مدل شماره‌ی یک

توضیح: آب دریای مدیترانه شورتر از اقیانوس اطلس است.

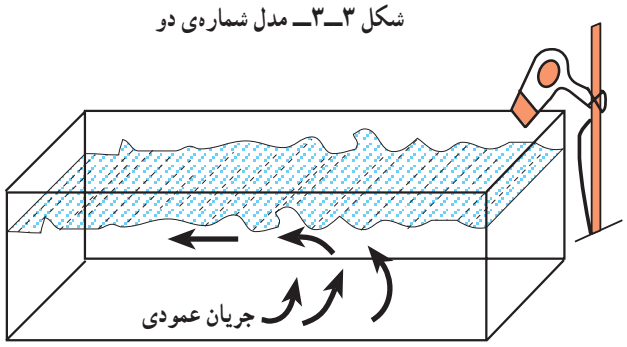
ایجاد جریان آب بر اثر اختلاف درجه‌ی حرارت

جریان استوایی و بین‌مداری: در این مدل نیز به‌همان 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 (به‌بهترین وجه می‌توان از آب یخ و آب گرم ۶۰ درجه استفاده نمود) ؛ سپس به‌همان‌ترتیب مدل شماره‌ی یک، قبل از بالا کشیدن دیواره، چند قطره جوهر یا پرمنگنات در آب سرد وارد می‌کنیم. با بالاکشیدن دیواره جریان آب آغاز خواهد شد. جریان‌های دریایی «گلف‌استریم» در اقیانوس اطلس و «لابرادور» در ساحل شرقی کانادا از جریان‌های دریایی معروف هستند.

با این آزمایش حرکت جبهه‌های هوا (توده‌ی سرد و توده‌ی گرم) نشان داده می‌شود.



شکل ۳ــ۳ــ مدل شماره‌ی دو



شکل ۴ــ۳ــ ایجاد موج

نمایش تأثیر بادهایی که بر سطح دریا می‌وزند. (شکل۴ــ۳)

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 به‌صورت مایل قرار گرفته است، از یک گوشه‌ی ظرف به آب می‌دمیم. بدین‌ترتیب، تأثیر باد در ایجاد جریان‌های سطحی دریایی مشاهده خواهد شد.

فصل چهارم

بلور و کانی‌ها

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

۱ــ مدل شکل‌های هفتگانه‌ی بلوری را بسازد.

۲ــ همگنی و ناهمگنی را با استفاده ازنمونه‌های طبیعی مقایسه کند.

۳ــ انواع جلاهای کانی‌های مختلف را آزمایش کند.

۴ــ سختی کانی‌ها را با یک‌دیگر آزمایش و مقایسه نماید.

۵ ــ کانی‌های دارای رنگ ثابت را طبقه‌بندی کند.

۶ــ کانی‌هایی که رنگ‌های متنوع دارند طبقه‌بندی نماید.

۷ــ رنگ خاکه‌ی کانی‌های مختلف را با کشیدن به‌روی چینی بدون لعاب، آزمایش کند.

۸ ــ وزن مخصوص ظاهری کانی‌ها را اندازه‌گیری کند.

۹ــ خاصیت مغناطیسی کانی‌ها را تعیین نماید.

۱۰ــ فتولومینسانس صحرایی جیبی بسازید.

۱۱ــ خاصیت فتولومینسانس کانی‌ها را به‌وسیله‌ی دستگاه تعیین کند.

۱۲ــ با رعایت ایمنی لازم، اثراسیدها را بر کانی‌ها آزمایش کند.

۱۳ــ روش‌های دیگر را در آزمایش و شناسایی کانی‌ها به‌کار ببرد.

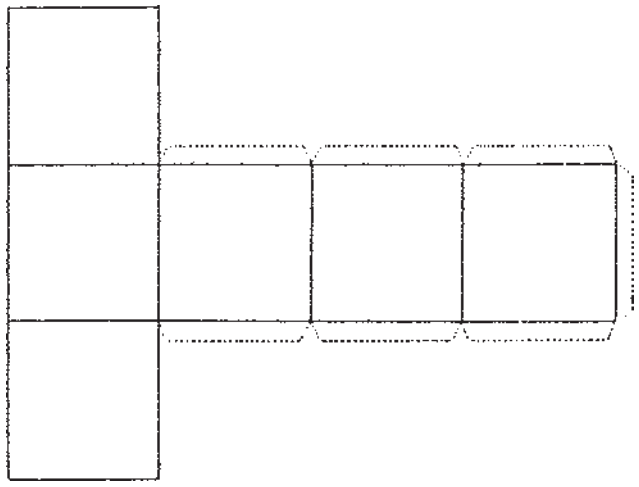
۱۴ــ اثر شعله‌ی شمع را بر کانی‌ها آزمایش کند.

۱۵ــ کانی‌ها را با توجه به جداول طبقه‌بندی شده ازنظر سختی، جلای فلزی و نیمه‌فلزی و غیر فلزی کانی‌ها را آزمایش و شناسایی کند.

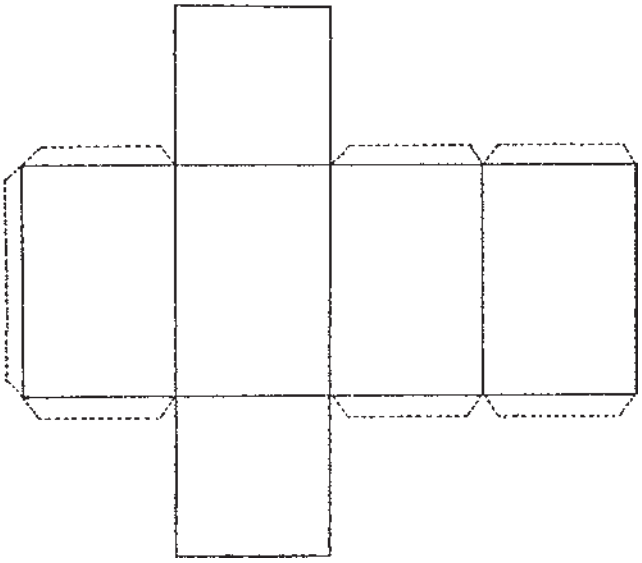
بلورها

مدل شکل‌های هفتگانه‌ی تبلور را با استفاده از الگوهای داده شده با مقوا یا هر ماده‌ی ممکن بسازید :

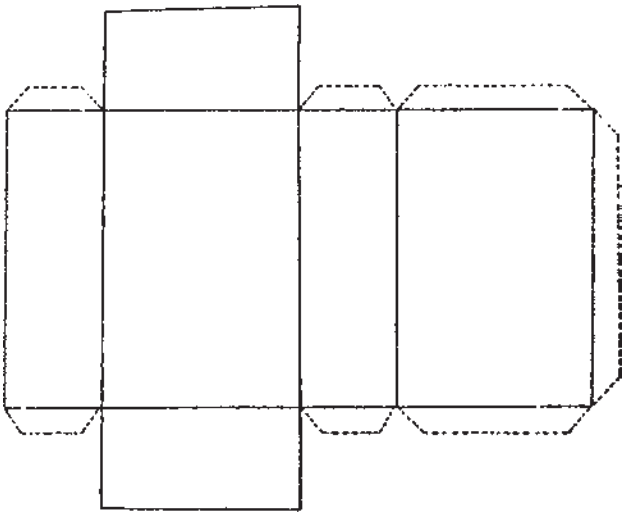
وسایل و مواد موردنیاز: مقوّا، قیچی و چسب.



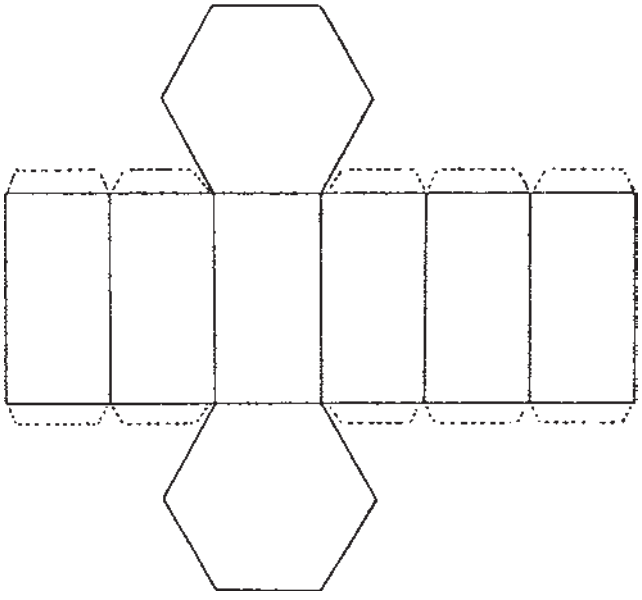
شکل ۱ــ۴ــ مدل بازشده‌ی سیستم مکعبّی[۱]



شکل ۲ــ۴ــ مدل باز شده‌ی سیستم تتراگونال[۲]

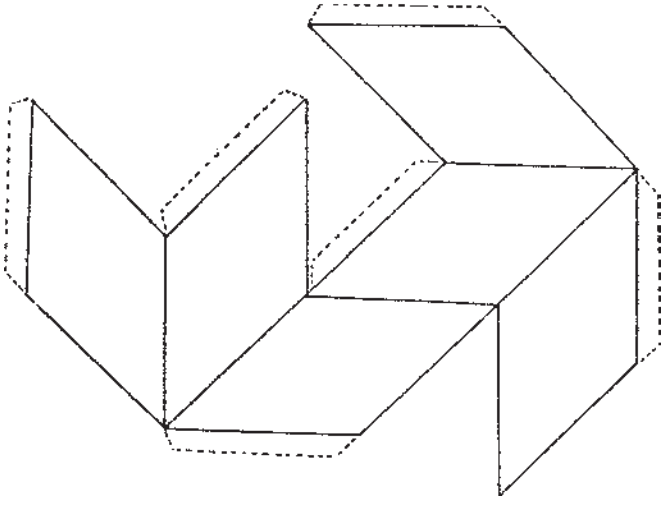


شکل ۳ــ۴ــ مدل بازشده‌ی سیستم اورتورومبیک[۳]

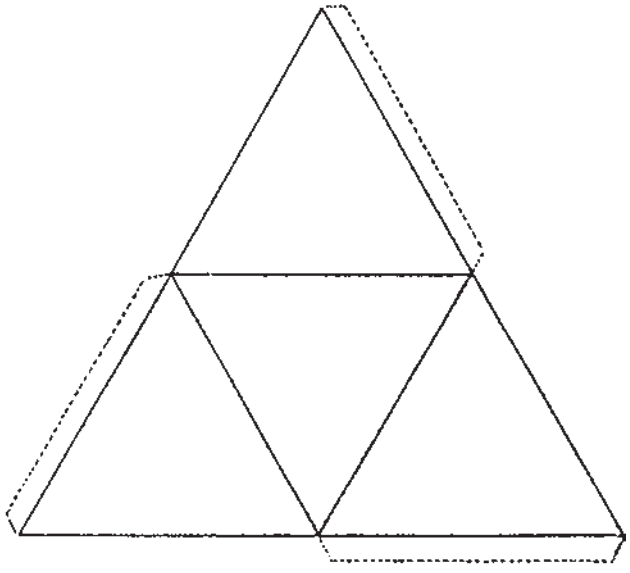


شکل ۴ــ۴ــ مدل بازشده‌ی سیستم هگزاگونال[۴]

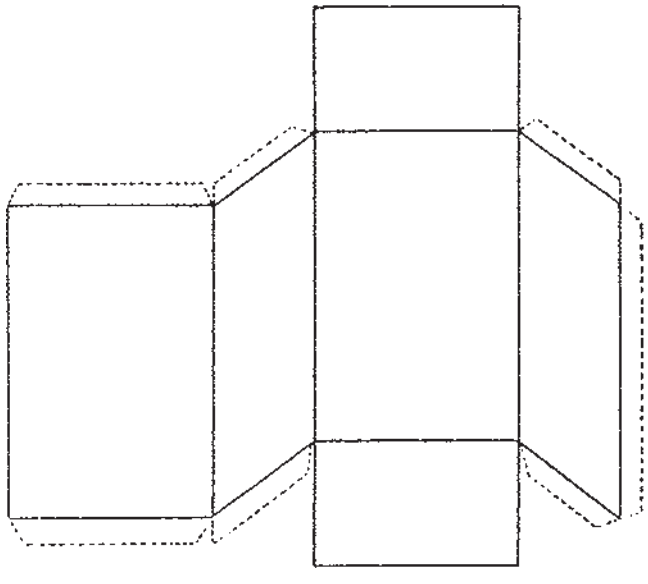
۱ــ Cubic System ۲ــ Tetragonal System ۳ــ Orthorhombic System ۴ــ Hexagonal System



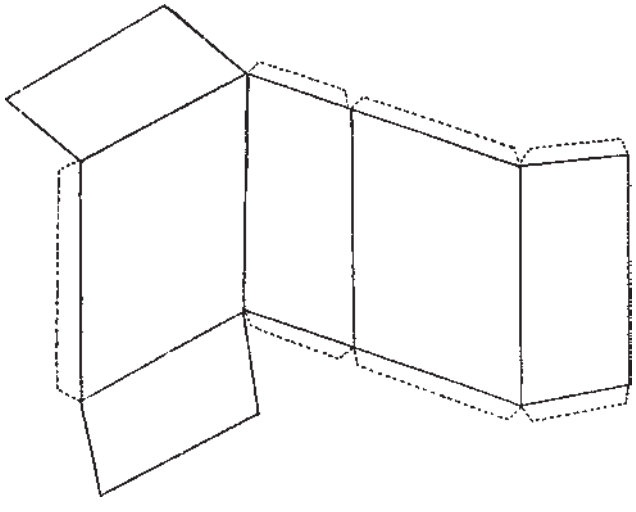
شکل ۵ ــ۴ــ مدل باز شده‌ی سیستم رومبوئدریک[۱]



شکل ۶ــ۴ــ مدل بازشده‌ی تترائدر[۲] (واحد ساختمانی سیلیکات‌ها)



شکل ۷ــ۴ــ مدل بازشده‌ی سیستم مونوکلینیک[۳]



شکل ۸ ــ۴ــ مدل بازشده‌ی سیستم تری‌کلینیک[۴]

۱ــ Rhombohedric System

۲ــ Tetrahedr

۳ــ Monoclinic System

۴ــ Triclinic System

کانی‌ها

همگنی[1] و ناهمگنی[2]: 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 حالی‌که هریک از کانی‌های آن به تنهایی جسم همگن هستند.

جلا

وسایل و مواد موردنیاز: انواع کانی با جلاهای مختلف

تمرین

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

با استفاده ازکانی‌های گرافیت، مانیتیت و ... جلای نیمه‌فلزی را مشاهده کنید.

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

با استفاده از کانی‌های میکای سفیدو 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 رامشاهده کنید.

انواع جلاها را با استفاده ازکانی‌های دیگر مشاهده و مقایسه کنید.

سختی کانی‌ها

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

برخی از کانی‌های دردست‌رس را تهیه کنید که با جدول سختی موس شناسایی شده‌اند (شکل ۹ــ۴).

ناخن سکه‌ی مسی میخ آهنی(تیغه‌ی چاقو) شیشه

تالک ۱ ، ژیپس ۲ ، کلسیت ۳ ، فلوئوریت ۴ ، آپاتیت ۵،

سوهان چینی بدون لعاب

اورتوز۶ ، کوارتز ۷ ، توپاز ۸ ، کروندوم ۹ ، الماس ۱۰

شکل ۹ ــ۴ــ جدول سختی موس

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

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

اگر کانی به‌وسیله‌ی میخ آهنی خراش بردارد، سختی آن کم‌تراز ۴/۵ است.

و اگر سختی کانی‌ها بیش‌تراز ۶ باشد، برروی شیشه خراش ایجاد می‌کند.

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

رنگ کانی

مواد مورد نیاز

نمونه‌های کانی‌هایی که دارای سطح تازه شکسته شده هستند.

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

۱ــ Homogenous ۲ــ Hetrogenous

ـ 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 زمرّدی دارند. ترکیبات مختلف منگنز کانی‌ها را به رنگ بنفش یا صورتی جلوه‌گر می‌سازد.

برخی از کانی‌ها را شناسایی کنید که بی‌رنگ بوده اما درصورت 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 قرمزرنگ است.

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

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

رنگ خاکه‌ی کانی

وسایل و مواد موردنیاز: قطعه‌ی چینی بدون لعاب ـ 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 رنگ‌کانی‌های به‌وجود آورنده مقایسه کنید.

رنگ خاکه‌ی کرومیت را تعیین کنید.

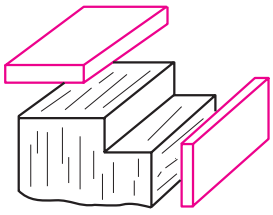
رنگ خاکه‌ی کانی نسبت به رنگ کانی، در تشخیص مناسب‌تر است. رنگ خاکه‌ی انواع کانی‌ها را تعیین کرده کانی‌ها را براساس رنگ خاکه طبقه‌بندی کنید.

تعیین انواع رخ (سطح شکست) از طریق ضربه

وسایل و مواد مورد نیاز: چکش، تیغه، کانی‌هایی دارای سطوح شکست مختلف. با ضربه‌ی مناسب، کانی‌ها به‌طور منظّم و در امتداد سطوح خاص می‌شکنند.

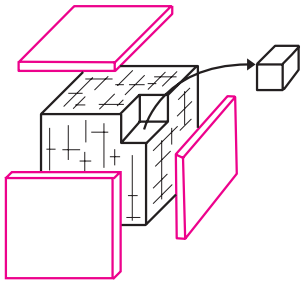
کانی‌هایی بیابید که دارای رخ یک‌جهتی، دوجهتی و سه‌جهتی (قائم و غیرقائم) هستند. در صورت موجودبودن کانی به اندازه‌ی کافی، جداشدگی کانی میکا را در یک جهت آزمایش کنید.

با ضربه‌های مناسب جداشدگی کانی فلدسپات را در دو جهت آزمایش کنید (شکل ۱۰ـ۴).



شکل ۱۰ـ۴ـ رخ دوجهتی

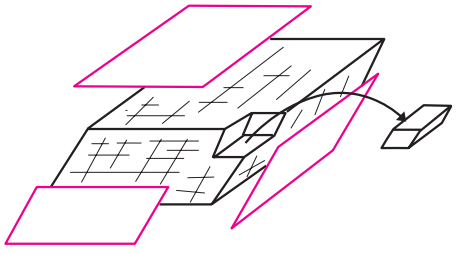
با ضربه‌های مناسب جداشدگی کانی هالیت را در سه جهت قائمه آزمایش کنید (شکل ۱۱ـ۴).



شکل ۱۱ـ۴ـ رخ سه‌جهتی قائم

با ضربه‌های مناسب جداشدگی کانی کلسیت را در سه‌جهت غیرقائمه آزمایش کنید (شکل ۱۲ـ ۴).

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



شکل ۱۲ـ۴ـ رخ سه‌جهتی غیرقائم

تعیین وزن مخصوص ظاهری کانی‌ها

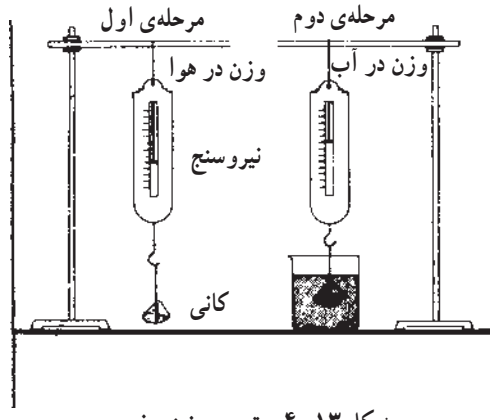
وسایل و مواد مورد نیاز: نیروسنج، پایه‌ی آزمایشگاهی یا ترازو، بشر، کانی مورد آزمایش، مقداری نخ برای بستن کانی به نیروسنج، آب و ظروف مختلف.

مرحله‌ی اول: در صورت استفاده از نیروسنج، دستگاه را مطابق شکل (۱۳ــ۴) آماده کنید.

ــ با مقداری نخ کانی مورد آزمایش را به قلاب نیروسنج، مطابق شکل (۱۳ــ۴)، به‌گونه‌ای ببندید که مقداری نخ بین کانی و نیروسنج اضافی باشد.

وزن کانی را در هوا اندازه‌گیری کنید.

ــ همان‌طورکه کانی به نخ و نیروسنج آویزان است آن‌را به‌آهستگی در آب غوطه‌ور سازید (شکل۱۳ــ۴).



شکل ۱۳ــ۴ــ تعیین وزن مخصوص

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

ــ 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 (۱ــ۴) تنظیم کنید.

سپس با استفاده از رابطه‌ی تعیین وزن مخصوص :

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

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

$$\left.\begin{matrix} a-b=c \\ ۵۰-۳۰=۲۰ \end{matrix}\right\}$$

جدول نمونه‌ی۱ــ۴

نمونه	وزن	حجم	وزن مخصوص
کوارتز	۵۰ گرم	۲۰ سانتی‌مترمکعب	۲/۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب

روش محاسبه‌ی وزن مخصوص:

$$\text{وزن مخصوص} = \frac{۵۰}{۲۰} = ۲/۵ \text{ گرم} / \text{سانتی‌مترمکعب}$$

* درصورتی‌که 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 مدرّج یا از هر طریق ممکن تعیین کنید.

* وزن مخصوص ظاهری کانی‌های مختلف و سنگ های مختلف را تعیین و با یک‌دیگر مقایسه کنید.

* برای تعیین وزن مخصوص حقیقی کانی از روش پیکنومتر استفاده می‌شود. در این روش به‌منظور از بین‌بردن اثر خلل و فرج و درز، در مقدار وزن مخصوص، از پودر کانی استفاده می‌شود.

تعیین خاصیت مغناطیسی کانی

وسایل مورد نیاز:

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

ــ عقربه‌ی مغناطیسی (یا قطب‌نما) را به‌آرامی به کانی نزدیک کنید.

ــ 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.

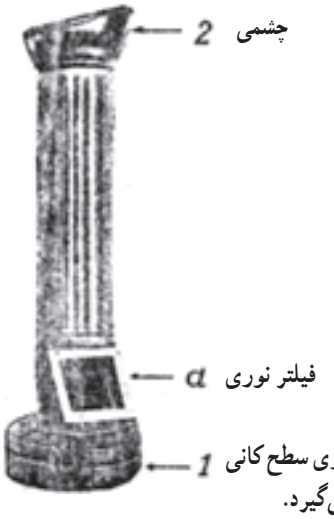
تعیین خاصیت فتولومینسانس

وسایل و مواد مورد نیاز:

لومینسکوپ صحرایی[1] جیبی، نمونه کانی‌های مختلف.

لومینسکوپ صحرایی جیبی، وسیله‌ای است مانند شکل ۱۴ــ۴ که از مقوا یا تخته یا هر ماده‌ی ممکن دیگر ساخته می‌شود ؛ به‌گونه‌ای که دریچه‌ای به منظور قراردادن فیلتر نور ماورای بنفش داشته باشد. این وسیله از این قسمت‌ها تشکیل شده است :

۱ــ چشمی (برای رؤیت داخل دستگاه).



شکل ۱۴ــ۴ــ لومینسکوپ صحرایی جیبی

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

۳ــ دریچه که به‌وسیله‌ی 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 :

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 \uparrow + H_2O$$

در این واکنش، گاز دی‌اکسید کربن 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، مالاکیت و آزوریت تهیه کنید.

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

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

ــ مقداری از پودر کانی مس دار 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 گرم‌کردن (در صورت لزوم) با شعله‌ی شمع و از طریق حس بویایی تشخیص دهید.

۱ــ Pocket Field Luminoscope

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 ۰/۳ تا ۰/۶ میلی‌متر انجام پذیرد)، هاون چینی.

فوتک[1]: لوله‌ای شیشه‌ای یا فلزّی که یک انتهای آن برای دمیدن است و در انتهای دیگر منفذی به قطر ۰/۳ تا ۰/۶ میلی‌متر برای خروج هوا، با سرعت زیاد، است (شکل ۱۵ــ۴).

شکل ۱۵ــ۴ ــ فوتک

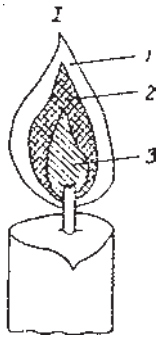
هاون چینی: برای تهیه‌ی پودر کانی به کار می‌رود.

واحد زغال[2]: واحد زغال به منظور ایجاد وضعیت احیا استفاده می‌شود. ابعاد زغال ۱۰×۵×۵ سانتی‌متر با سطح صاف است. سوراخ کوچکی به عمق ۱ تا ۱/۵ میلی‌متر و به قطر ۵ میلی‌متر در آن حفر می‌کنند و پودر کانی را در آن می‌ریزند. سیم نازک پلاتینی با ضخامت ۰/۳ تا ۰/۵ میلی‌متر و طول ۵۰ میلی‌متر که یک طرف آن با شیشه عایق شده است . لوله‌های شیشه‌ای به طول ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر و قطر ۰/۵ سانتی‌متر با دو سر باز، به منظور آزمایش های لوله‌ی باز (مشاهده‌ی اکسیداسیون) و لوله‌ی بسته، یک انتهای لوله بر اثر حرارت مسدود می‌شود و در آزمایش‌ها با وضعیت کم هوا استفاده می‌گردد.

ساختمان شعله‌ی شمع:

۱ــ لایه‌ی خارجی شعله آشکار نیست. گاز به‌طور کامل می‌سوزد و منطقه‌ی اکسیداسیون را پدید می‌آورد.

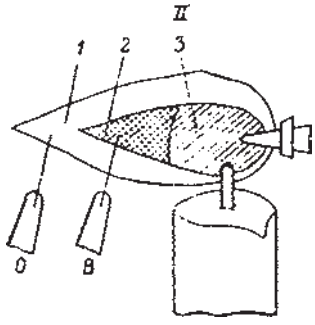
۲ــ لایه‌ی میانی، شعله‌ور و سوخت ناقص است. دارای گاز منواکسید کربن، هیدروژن و ذرات داغ کربن است. منطقه‌ی احیا را ایجاد می‌کند.



شکل ۱۶ــ۴ــ شعله‌ی شمع

۳ــ 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 ۱۷ــ۴ــ شعله‌ی اکسیداسیون

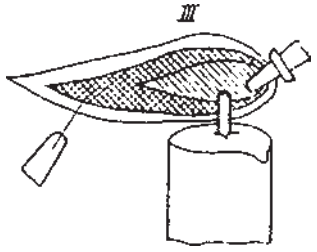
کانی‌هایی که در این لایه‌ی شعله قرار گیرند به شدت گرم و به‌سرعت اکسیده می‌شوند (شکل۱۷ــ۴).

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

۱ــ Blow pipe

۲ــ Charcoal block

نوع منفرجه (بیش‌تر از ° ۹۰) باشد، هوای دمیده شده زبانه‌ی باریکی از قسمت میانی تولید می‌کند که برای عمل احیا بسیار مناسب است (شکل۱۸ــ۴).



شکل ۱۸ــ۴ــ شعله‌ی احیای شمع

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

بررسی برخی از خواصّ کانی‌ها که در شناسایی آن‌ها مؤثر است

جدول‌های مورد نظر، براساس جلای فلزّی و شبه‌فلزّی و سختی در سه گروه تقسیم‌بندی شده است.

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

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

۳ــ کانی‌هایی با سختی بیش از ۵/۵، با چاقو خراش برنمی‌دارند.

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

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

جدول ۲ــ۴ــ کانی‌هایی که سختی کم‌تر از ۲/۵ دارند، روی کاغذ اثر می‌گذارند.

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

جدول ۳ــ۴ــ کانی‌هایی که سختی بین ۲/۵ تا ۵/۵ دارند، با چاقو خراش برمی‌دارند.

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

جدول ۴ــ۴ــ کانی‌هایی که سختی بیش‌تر از ۵/۵ دارند.

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

جداول کانی‌هایی که جلای آن غیر فلزی است .

جدول ۵ــ۴ــ کانی‌هایی که رنگ خاکه‌ی مشخص دارند.

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

جدول ۶ــ۴ــ کانی‌هایی که رنگ خاکه‌ی آن‌ها بی‌رنگ است.

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

جدول ۷ــ۴ــ کانی‌هایی که سختی بین ۲/۵ تا ۳ است، باناخن‌خراش برنمی‌دارند، با سکه‌ی مسی خراش برمی‌دارند.

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

جدول ۸ــ۴ــ کانی‌هایی که سختی آن‌ها بین ۳ تا ۵/۵ است، با چاقو خراشیده می‌شوند.

نام کانی	فرمول کانی	ویژگی‌ها
باریت		وزن مخصوص جلا رنگ رنگ خاکه
آمفیبول		سختی جلا رنگ فرم بلورها
پیروکسن		شکل مقطع عرضی جلا رنگ سختی (روی شیشه)
آراگونیت		اثر شعله‌ی شمع اثر اسید HCl رنگ رخ

جدول ۹ــ۴ــ کانی‌هایی که سختی بین ۵/۵ تا ۷ دارند، با چاقو خراش برنمی‌دارند، با کوارتز خراشیده می‌شوند.

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

جدول ۱۰ــ۴ــ کانی‌هایی که سختی آن‌ها بیش از ۷ است، با کوارتز خراش برنمی‌دارند.

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

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 ۱۱ــ۴

کانی ــ فرمول	رنگ	رنگ خاکه	جلا	سختی	رخ شکستگی	وزن مخصوص	صفات مشخّصه
کلسیت $CaCO_3$	بی‌رنگ متنوع	سفید	شیشه‌ای	۳	کامل در سه جهت با زاویه‌ی غیرقائمه	۲/۸	سختی ــ با اسید کلریدریک می‌جوشد.