بسم الله الرحمن الرحیم

زمین شناسی

رشته های علوم تجربی ــ ریاضی و فیزیک

پایهٔ یازدهم

دورهٔ دوم متوسطه

AbadgaranEdu.ir
برای ورود به سایت آبادگران روی لینک بالا کلیک کنید
abadgaranedu.ir

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: زمین‌شناسی ـ پایهٔ یازدهم دورهٔ دوم متوسطه ـ ۱۱۱۲۳۷

پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: محمدحسن بازوبندی، هاله تیمورزاده، فرزانه رجایی، مریم عابدینی و حمیدرضا ملک محمدی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

محمدحسن بازوبندی، بهروز صاحب‌زاده، مریم عابدینی، ناهید کرباسیان، سروش مدبری، حمیدرضا ناصری و با همکاری احمد حسینی (اعضای گروه تألیف) ـ محمدحسن بازوبندی (ویراستار علمی)ـ علی‌اکبر میرجعفری (ویراستار ادبی)

مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی: احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) ـ جواد صفری (مدیر هنری، نگاشتارگر [طراح گرافیک])ـ مریم وثوقی انباردان (صفحه‌آرا)ـ علیرضا امری کاظمی (عکاس) ـ الهام محبوب (رسام) ـ فاطمه باقری‌مهر، شاداب ارشادی، علیرضا ملکان، فاطمه پزشکی، ناهید خیام‌باشی (امور آماده‌سازی)

نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن:۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وبگاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران: کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ۳۷۵۱۵

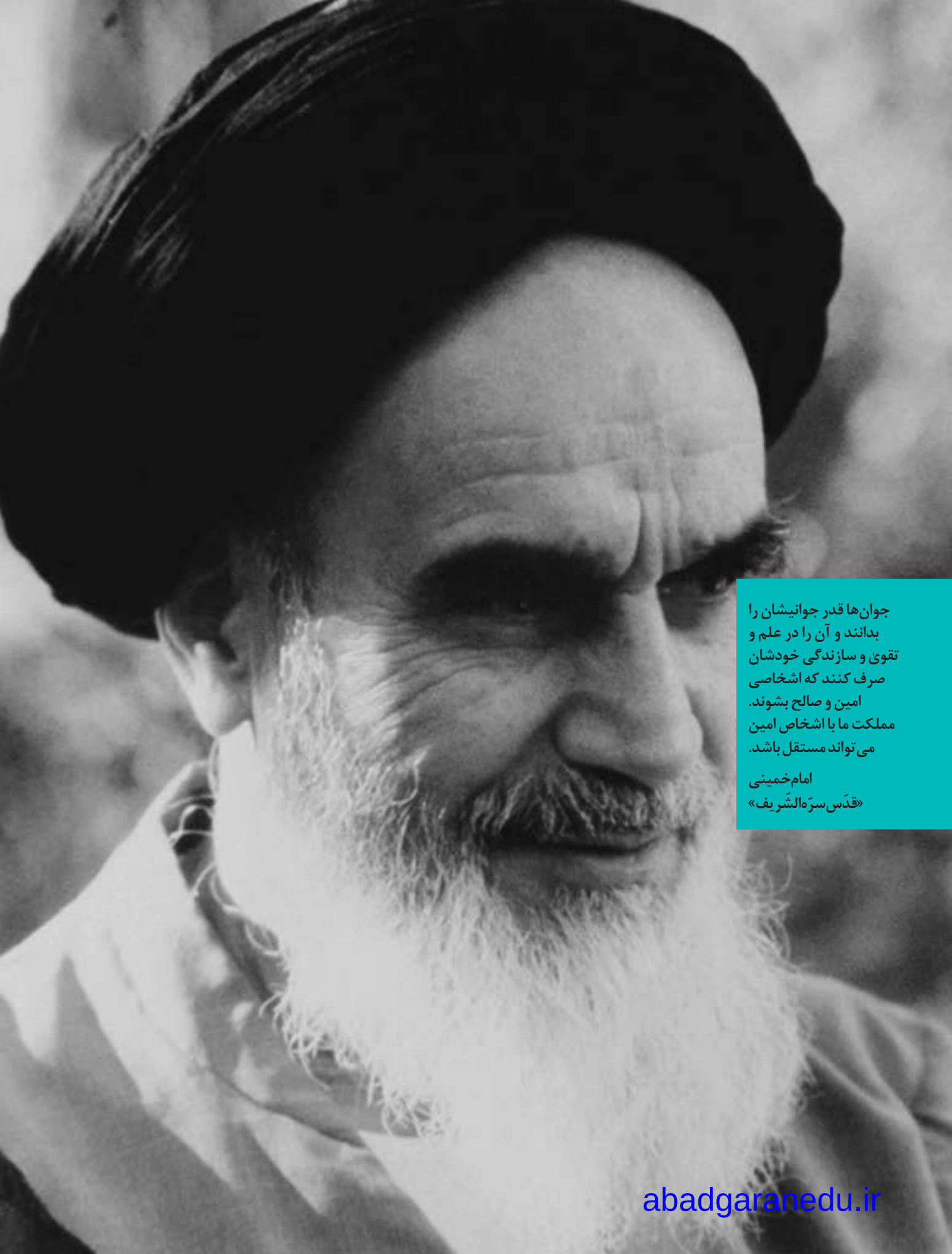
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ دوم ۱۳۹۷

شـــابک۱ـ۵ـ۲۸۰۵ـ۰۵ـ۹۶۴ـ۹۷۸

ISBN: 978_964_05_2805_1

abadgaranedu.ir



جوان‌ها قدر جوانیشان را بدانند و آن را در علم و تقویٰ و سازندگی خودشان صرف کنند که اشخاصی امین و صالح بشوند. مملکت ما با اشخاص امین می‌تواند مستقل باشد.

امام‌خمینی
«قدّس‌سرّه‌الشّریف»

abadgaranedu.ir

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع، بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

abadgaranedu.ir

فهرست

فصل اوّل: آفرینش کیهان و تکوین زمین ۹
- آفرینش کیهان ۱۰
- کهکشان راه شیری ۱۰
- منظومهٔ شمسی ۱۱
- حرکات زمین ۱۲
- تکوین زمین و آغاز زندگی در آن ۱۴
- سن زمین ۱۵
- زمان در زمین‌شناسی ۱۷
- پیدایش اقیانوس‌ها ۱۸

فصل دوم: منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه ۲۳
- منابع معدنی در زندگی ما ۲۴
- غلظت عناصر در پوستهٔ زمین ۲۶
- کانسنگ ۲۹
- اکتشاف معدن ۳۱
- استخراج معدن و فراوری ماده معدنی ۳۱
- گوهرها، زیبایی شگفت‌انگیز دنیای کانی‌ها ۳۲
- سوخت‌های فسیلی ۳۶

فصل سوم: منابع آب و خاک ۴۱
- آب جاری ۴۳
- آب زیرزمینی ۴۴
- منابع خاک ۵۲
- خاک و فرسایش ۵۳

فصل چهارم: زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی ۵۹
- مکان‌یابی سازه‌ها ۶۰
- تنش ۶۰
- رفتار مواد در برابر تنش ۶۲
- نفوذپذیری ۶۲

abadgaranedu.ir

- مکان مناسب برای ساخت سد ۶۳
- مکان مناسب برای ساخت تونل و فضاهای زیرزمینی ۶۵
- مکان مناسب برای ساخت سازه‌های دریایی ۶۶
- پایداری سازه‌ها ۶۷
- مصالح مورد نیاز برای احداث سازه‌ها ۶۸
- رفتار خاک‌ها و سنگ‌ها در سازه‌ها ۶۹
- کاربرد مصالح خاک و خرده سنگی در راه‌سازی ۷۰

فصل پنجم: زمین‌شناسی و سلامت **۷۳**
- زمین‌شناسی پزشکی ۷۴
- پراکندگی و تمرکز عناصر ۷۵
- منشأ بیماری‌های زمین‌زاد ۷۹
- کاربرد کانی‌ها در داروسازی ۸۶

فصل ششم: پویایی زمین **۸۹**
- شکستگی‌ها ۹۰
- زمین لرزه ۹۲
- امواج لرزه‌ای ۹۳
- مقیاس اندازه‌گیری زمین لرزه ۹۵
- پیش‌بینی زمین لرزه ۹۶
- ایمنی در برابر زمین لرزه ۹۷
- چین خوردگی ۹۸
- آتشفشان ۹۹
- فوایدآتشفشان‌ها ۱۰۰

فصل هفتم: زمین‌شناسی ایران **۱۰۳**
- تاریخچه زمین‌شناسی ایران ۱۰۴
- نقشه‌های زمین‌شناسی ۱۰۶
- پهنه‌های زمین‌شناسی ایران ۱۰۷
- منابع معدنی ایران ۱۰۹
- ذخایر نفت و گاز ایران ۱۱۲
- گسل‌های اصلی ایران ۱۱۴
- آتشفشان‌های ایران ۱۱۴
- زمین گردشگری ۱۱۵
- ژئوپارک ۱۱۵

فهرست منابع **۱۲۰**

abadgaranedu.ir

پیش‌گفتار

در دهه‌های اخیر همگام با توسعه فناوری، فرایند آموزش، دچار تغییرات و تحولات فراوانی شده است. پیش از این بیشتر کتاب‌های درسی با رویکرد موضوعی و دانش محور به رشته تحریر در می‌آمد، اما امروزه رویکرد حاکم بر تألیف کتاب‌های درسی، رویکرد پیامد محور و مبتنی بر کاربردی بودن محتوای آنها است. از این رو مؤلفین این کتاب تلاش کرده‌اند که با نگاه تلفیقی از پرداختن به مطالب غیر کاربردی پرهیز کنند. آموزش زمین‌شناسی در این کتاب بیشتر با نگاه تصویر محور و با استفاده از فعالیت‌هایی با عناوین: فکر کنید، جمع‌آوری اطلاعات، با هم بیندیشید، بیشتر بدانید، یادآوری و... مطرح شده است.

از آنجایی که بسیاری از مطالب زمین‌شناسی مانند چرخهٔ آب و سنگ، نظریه زمین ساخت ورقه‌ای، نجوم و ساختمان درونی زمین در دورهٔ ابتدایی و متوسطه اول مطرح شده‌اند، از تکرار آنها پرهیز شده و با عنوان **فعالیت یادآوری** به آنها اشاره شده است. بنابراین از شما همکاران گرامی خواهشمند است قبل از تدریس این کتاب، مطالب زمین‌شناسی که دانش‌آموزان در کتاب های علوم تجربی پایه‌های تحصیلی قبلی خوانده‌اند را مورد مطالعه قرار دهید.

منظور از فعالیت یادآوری این است که دانش‌آموزان در سال‌های قبل با مفهوم مورد بحث آشنا شده‌اند، بنابراین مطالب با توجه به آموخته‌های قبلی آنها تدریس می‌شود.

در فعالیت فکر کنید، دانش‌آموز با توجه به مطالب موجود در کتاب قادر به پاسخگویی آن می‌باشد.

در فعالیت جمع‌آوری اطلاعات، دانش‌آموزان با مراجعه به منابع مختلف، مطالب بیشتری راجع به آن موضوع درسی جمع‌آوری کرده و به اشکال مختلف (گزارش، پوستر، روزنامه دیواری و پاورپوینت) در کلاس ارائه می‌دهند.

در فعالیت با هم بیندیشید، دانش‌آموزان به صورت فعال و مشارکتی با طرح پرسش‌هایی، هم‌افزایی کرده و پاسخ آن را می‌دهند.

در بیشتر بدانید، دانش‌آموز به فعالیت‌های تکمیلی، جمع‌آوری اطلاعات و آشنایی با مفاخر علوم زمین در ایران و جهان می‌پردازد. این بخش‌ها در ارزشیابی دانش‌آموزان قرار می‌گیرند. حفظ اعداد نیز جزء اهداف آموزشی کتاب نیست.

abadgaranedu.ir

abadgaranedu.ir

فصل ۱

آفرینش کیهان و تکوین زمین

ذهن کنجکاو بشر، همواره به دنبال کشف اسرار شگفت‌انگیز جهان هستی است. مشاهدهٔ منظرهٔ زیبای آسمان شب یا رصد آن، توجه آدمی را به مطالعه و شناخت اجرام و پدیده‌های آسمانی جلب می‌کند. در کیهان، پدیده‌های متنوعی مانند کهکشان‌ها، منظومه‌ها، ستاره‌ها، سیّاره‌ها و ... وجود دارد. ستاره‌ها و سیاره‌هایی که در آسمان شب می‌توان دید، تنها، تعداد اندکی از میلیاردها جرم آسمانی در کهکشان راه شیری هستند.

برخی از اجرام و پدیده‌های آسمانی به وسیلهٔ کاوشگران شناسایی شده‌اند و برخی دیگر، تاکنون حتی رصد هم نشده‌اند و اطلاعی از آنها در دست نیست. اندازه‌گیری‌های نجومی نشان می‌دهند که کیهان در حال گسترش است و کهکشان‌ها در حال دورشدن از یکدیگر هستند. در این زمینه، پرسش‌هایی نظیر: گسترش کیهان از چه زمانی آغاز شده است؟ آینده کیهان، چگونه خواهد بود؟ سرنوشت منظومه شمسی و تکوین زمین چیست؟ ساز و کار تشکیل اقیانوس‌ها چگونه است؟ و ... مطرح می‌شود.

abadgaranedu.ir

آفرینش کیهان

دانشمندان بر این باورند که خداوند، جهان هستی را بر اساس اصول و قوانین آفریده است. آنها با مطالعه و شناخت نظام حاکم بر آفرینش کیهان، به دنبال کشف رازهای خلقت هستند.

جمع آوری اطلاعات

● درسال گذشته خواندید که دانشمندان پیدایش جهان را با نظریهٔ مه بانگ توضیح می‌دهند. در این باره، اطلاعات بیشتری جمع‌آوری و دربارهٔ پیدایش اجرام آسمانی با هم گفت‌وگو کنید.

کهکشان راه شیری

در کیهان، صدها میلیارد کهکشان وجود دارد. کهکشان ها، از تعداد زیادی ستاره، سیّاره و فضای بین ستاره‌ای (اغلب گاز و گرد و غبار) تشکیل شده‌اندکه تحت تأثیر نیروی گرانش متقابل، یکدیگر را نگه داشته‌اند.

اگر در شب‌های صاف و بدون ابر، در مکانی که آلودگی نوری ندارد، به آسمان نگاه کنید، نواری مِه مانند و کم نور، شامل انبوهی از اجرام می بینید. این نوار که، کهکشان راه شیری[1] نام دارد، یکی از بزرگ ترین کهکشان‌های شناخته شده است. کهکشان راه شیری، شکلی مارپیچی دارد که منظومهٔ شمسی ما، در لبهٔ یکی از بازوهای آن قرار دارد.

شکل ۱ـ۱ـ یک کهکشان مارپیچ مانند کهکشان راه شیری

پیوند با عکاسی

● عکس زیر بخشی از کهکشان راه شیری در آسمان شب است که از رصدگاه کویر خارا در اصفهان تهیه شده است. شما هم در مکانی مناسب، از کهکشان راه شیری و سایر اجرام آسمانی، عکس بگیرید و آن را به کلاس ارائه کنید.

۱ـ Milky Way Galaxy

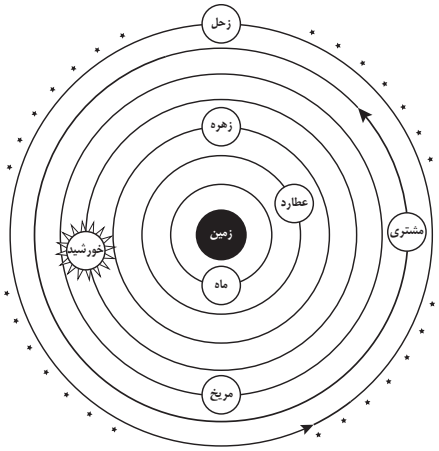
abadgaranedu.ir

منظومهٔ شمسی

در سال‌های گذشته با برخی از ویژگی‌های منظومهٔ شمسی و اجزای آن آشنا شدید. حرکت ظاهری خورشید از شرق به غرب است؛ بنابراین آیا زمین، مرکز جهان است و سایر اجرام به دور آن می‌گردند؟ از هزاران سال قبل، بشر برای پاسخ به این پرسش و پرسش‌های مشابه آن، در جست‌وجو و کاوشگری بوده است. در این زمینه، دو نظریه زیر مطرح شده است:

نظریهٔ زمین مرکزی: بطلمیوس، دانشمند یونانی بیش از دو هزار سال پیش، با مشاهدهٔ حرکت ظاهری ماه و خورشید، به این نتیجه رسید که زمین، در مرکز عالم قرار دارد و اجرام آسمانی دیگر به دور آن می‌گردند.

براساس این نظریه، که نظریهٔ «زمین مرکزی» نام‌گذاری شد، زمین، ثابت است و ماه و خورشید و پنج سیارهٔ شناخته شده آن روزگار، یعنی عطارد، زهره، مریخ، مشتری و زحل، در مدارهایی دایره‌ای به دور زمین می‌گردند.



شکل ۲ـ۱ـ نمایش نظریهٔ زمین مرکزی

برخی دانشمندان ایرانی مانند ابوسعید سَجزی و خواجه نصیرالدین‌طوسی، با اندازه‌گیری‌های دقیق و تفسیر درست یافته‌های علمی، ایرادهایی بر نظریه زمین مرکزی وارد کردند. این نظریه در اروپا نیز مخالفانی داشت؛ ولی تا حدود قرن ۱۶ میلادی مطرح بود.

نظریهٔ خورشید مرکزی: نیکولاس کوپرنیک، ستاره‌شناس لهستانی که با علم ریاضی نیز به خوبی آشنا بود، با مطالعهٔ حرکت سیارات در زمان‌های مختلف، نظریهٔ خورشید مرکزی را به شرح زیر بیان کرد:

- زمین همراه با ماه، مانند دیگر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت به دور خورشید می‌گردد.
- حرکت روزانهٔ خورشید در آسمان، ظاهری و نتیجهٔ چرخش زمین به دور محورخود است.

پس از آنکه کوپرنیک، نظریهٔ خورشید مرکزی را مطرح کرد، یوهانس کپلر، به بررسی دقیق یادداشت‌های ستاره‌شناسان پرداخت و دریافت که سیارات در مدارهای بیضوی، به دور خورشید در حرکت می‌باشند. او با ارائهٔ سه قانون زیر، نظریهٔ خورشید مرکزی را اصلاح نمود.

قانون اول: هر سیاره در مداری بیضوی، چنان به دور خورشید می‌گردد که خورشید همواره، در یکی از دو کانون مدار بیضوی قرار دارد.

مفاخر ایرانی

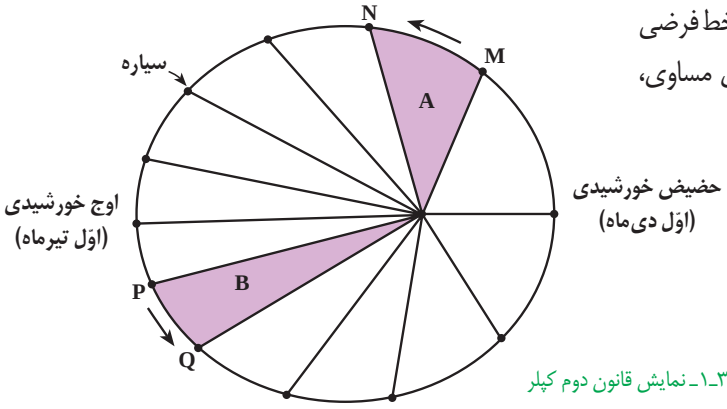
- ابوسعید سجزی (۴۱۴ـ۳۳۰ هـ. ق)، ریاضی‌دان و ستاره‌شناس برجسته ایرانی در سیستان به دنیا آمد و در خراسان و شیراز به علم آموزی و مطالعه پرداخت. سجزی، نوعی اسطرلاب ساخت و کتاب «ترکیب الافلاک»، «رسالهٔ فی کیفیـة صنعة آلات النجومیه» و همچنین «رسالهٔ الاسطرلاب» از تألیفات او در ستاره شناسی و ریاضیات هستند که هرکدام دارای نوآوری‌ها و یافته‌های علمی فراوان می‌باشند.

abadgaranedu.ir

یادآوری

- با توجه به اینکه، نورخورشید حدود ۸/۳ دقیقهٔ نوری طول می‌کشد تا به زمین برسد. فاصله متوسط زمین تا خورشید چند کیلومتر است؟
- به این فاصله در اصطلاح ستاره شناسی چه گفته می‌شود؟

قانون دوم: هر سیاره، چنان به دور خورشید می‌گردد که خط فرضی که سیاره را به خورشید وصل می‌کند، در مدت زمان‌های مساوی، مساحت‌های مساوی ایجاد می‌کند.



شکل ۳ـ۱ـ نمایش قانون دوم کپلر

قانون سوم: زمان گردش یک دور سیاره به دور خورشید(p)، با افزایش فاصله از خورشید (d) افزایش می‌یابد، به‌طوری که مربع زمان گردش سیاره به دور خورشید، معادل مکعب فاصله آن سیاره تا خورشید است ($p^2 \propto d^3$). p بر حسب سال زمینی و d بر حسب واحد نجومی است.

پیوند با ریاضی

- اگر مدار سیاره‌ای در فاصلهٔ ۶۰۰×۱۰^6 کیلومتری خورشید قرار داشته باشد. زمان گردش آن به دور خورشید، چند سال است؟

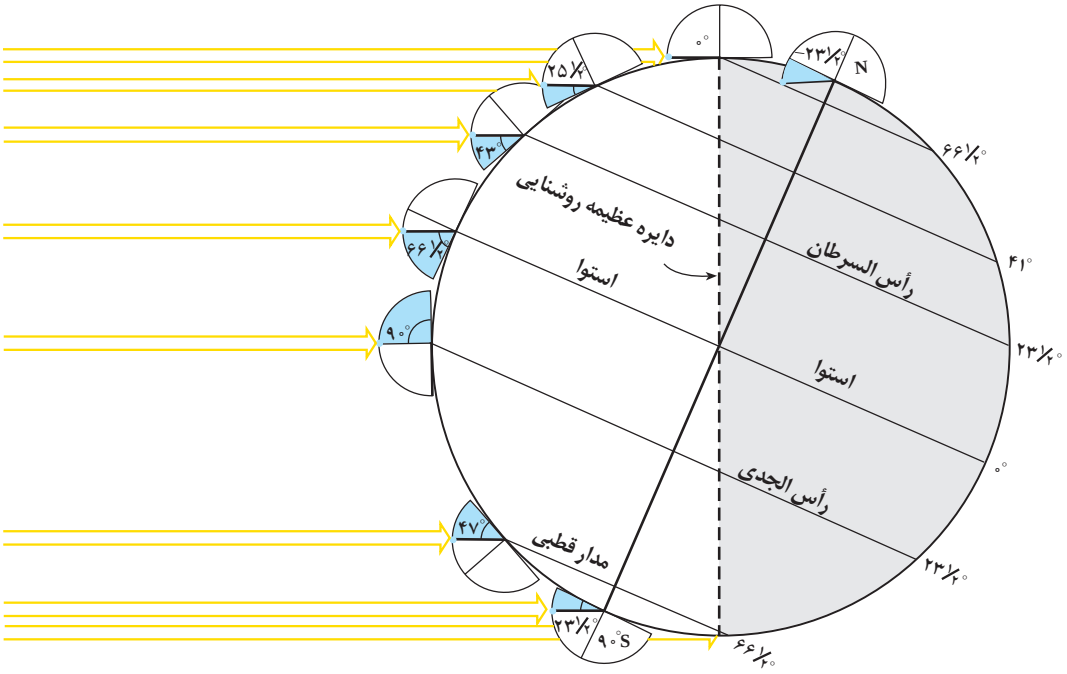
حرکات زمین

کرهٔ زمین دارای حرکت وضعی و انتقالی است. چرخش زمین به دور محورش را حرکت وضعی می‌گویند. این چرخش در جهت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت است و در مدت زمان حدود ۲۴ ساعت انجام می‌شود.

شب و روز بر اثر حرکت وضعی به‌وجود می‌آید. انحراف ۲۳/۵ درجه‌ای محور زمین، نسبت به سطح مدار گردش زمین به دور خورشید، سبب ایجاد اختلاف مدت زمان روز و شب در عرض‌های جغرافیایی مختلف می‌شود. به‌طوری که در مناطق استوایی طول مدت روز و شب در تمام مدت سال با هم برابر (۱۲ ساعت روز و ۱۲ ساعت شب) است و با افزایش عرض جغرافیایی این اختلاف بیشتر می‌شود.

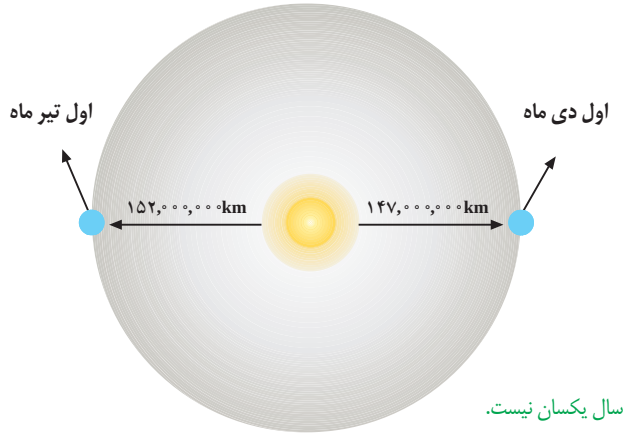
به گردش زمین بر روی مدار بیضوی به دور خورشید، حرکت انتقالی گفته می‌شود که در جهت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت انجام می‌شود.

abadgaranedu.ir



شکل ۴ ـ۱ـ مقدار انحراف محور زمین و تأثیر آن در مقدار زاویهٔ تابش خورشید در عرض‌های جغرافیایی مختلف

میانگین فاصلهٔ خورشید از زمین، حدود ۱۵۰ میلیون کیلومتر است که به آن، یک واحد نجومی می‌گویند. البته این مقدار در اول تیر ماه به حداکثر مقدار خود، یعنی ۱۵۲ میلیون کیلومتر و در اول دی‌ماه به حداقل خود، یعنی حدود ۱۴۷ میلیون کیلومتر می‌رسد.



شکل ۵ ـ۱ـ فاصله زمین نسبت به خورشید در طول سال یکسان نیست.

تحقیق کنید

● با توجه به فاصلهٔ حداکثر زمین تا خورشید در اول تیر و فاصلهٔ حداقلی در اول دی ماه، علت گرمای تیرماه و سرمای دی ماه چیست؟

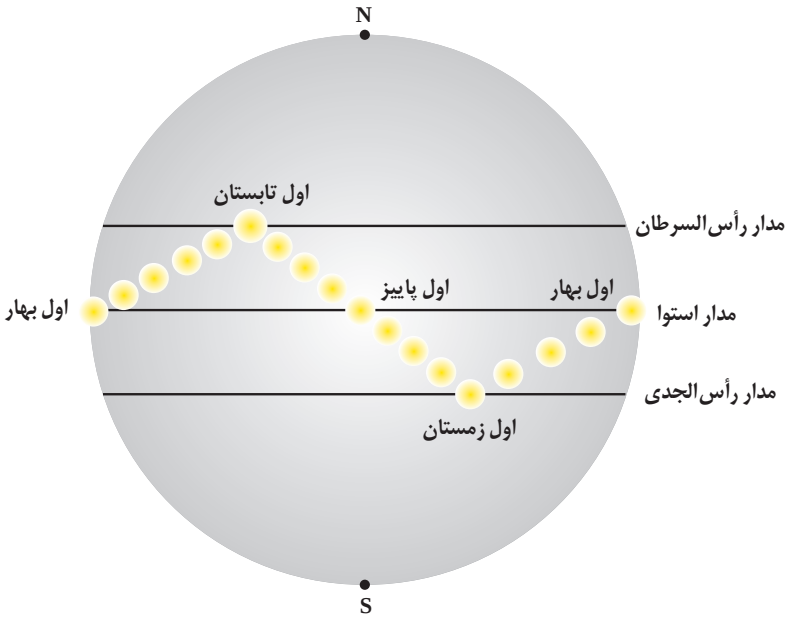
پیدایش فصل‌ها، حاصل حرکت انتقالی زمین و انحراف ۲۳/۵ درجه‌ای محور زمین است؛ به علت کروی‌بودن زمین، زاویهٔ تابش خورشید در عرض‌های جغرافیایی مختلف، در یک زمان، متفاوت است. همچنین به علت انحراف محور زمین، زوایای تابش خورشید در یک عرض جغرافیایی نیز در طول سال تفاوت دارد. این تفاوت زاویه، سبب ایجاد فصل‌ها در نقاط مختلف کرهٔ زمین شده است (شکل ۶ـ۱).

abadgaranedu.ir

حرکت زمین و زاویهٔ انحراف محور آن به گونه‌ای است که می‌توان موقعیت خورشید را نسبت به زمین به‌صورت شکل ۶ـ۱ تصوّر کرد.

خود را بیازمایید

- وضعیت فصل‌ها در نیمکرهٔ شمالی و جنوبی را مقایسه کنید.
- جهت تشکیل سایه، در نیمکره شمالی و جنوبی چه تفاوتی دارد؟
- در طول یک سال، خورشید در چه روزهایی بر استوا عمود می‌تابد؟



شکل ۶ـ۱ـ موقعیت فرضی تابش عمود نور خورشید نسبت به مدارهای مختلف زمین (براساس نیمکره شمالی)

براساس شکل بالا در ابتدای بهار، خورشید بر مدار استوا عمود می‌تابد و در طول بهار بر عرض‌های جغرافیایی بالاتر در نیمکرهٔ شمالی عمود می‌تابد به‌طوری که، در آخر خرداد و اول تیرماه حداکثر بر مدار رأس‌السرطان، تابش قائم دارد. سپس در طول تابستان بر مدارهای کمتر از ۲۳/۵ درجه شمالی، قائم است و مجدداً اول پاییز بر استوا و در ادامه در شش ماههٔ دوم سال، بر عرض‌های جغرافیایی صفر تا ۲۳/۵ درجهٔ جنوبی قائم می‌تابد.

تکوین زمین و آغاز زندگی در آن

حدود ۶ میلیارد سال قبل، با نخستین تجمّعات ذرّات کیهانی، شکل‌گیری منظومه‌شمسی آغاز شد و در حدود ۴/۶ میلیارد سال قبل، سیاره زمین به صورت کره‌ای مذاب، تشکیل و در مدار خود قرار گرفت. با گذشت زمان و سرد شدن این گوی مذاب، حدود ۴ میلیارد سال قبل، سنگ‌های آذرین به عنوان نخستین اجزای **سنگ‌کره** تشکیل شدند؛ سپس با فوران آتشفشان‌های متعدد، به تدریج گازهای مختلف مانند اکسیژن، هیدروژن، نیتروژن و گازهایی که از داخل زمین خارج شدند، **هواکره** را به وجود آوردند. در ادامه، کرهٔ زمین سردتر شد و بخار آب به صورت مایع در آمد و **آب‌کره** تشکیل شد. با تشکیل اقیانوس‌ها و تحت‌تأثیر انرژی خورشید، شرایط برای تشکیل **زیست‌کره** فراهم و زندگی انواع تک سلولی‌ها در دریاهای کم عمق آغاز شد.

به وجود آمدن چرخهٔ آب، باعث فرسایش سنگ‌ها، تشکیل رسوبات و سنگ‌های رسوبی گردید. در ادامه، با حرکت ورقه‌های سنگ کره

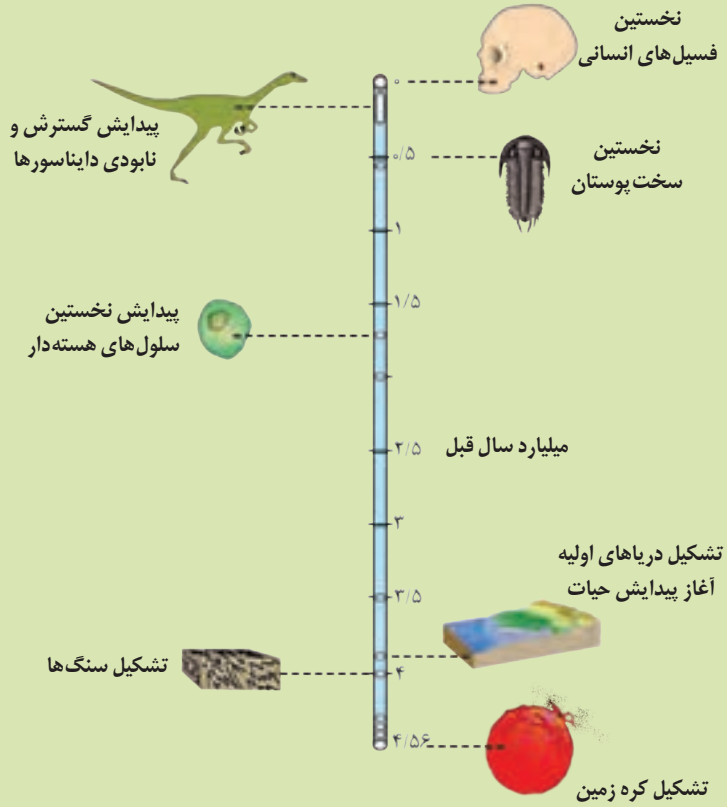
abadgaranedu.ir

و ایجاد فشار و گرمای زیاد در مناطق مختلف، سنگ‌های دگرگونی به وجود آمدند. دانشمندان معتقدند شرایط محیط زیست فعلی به تدریج و در طی صدها میلیون سال مهیا شده است.

با توجه به شواهد زمین‌شناسی، دانشمندان دریافتند که خداوند در آفرینش جهان، ابتدا شرایط محیط زیست را مهیا کرده و سپس جانداران را از ساده تا پیچیده آفریده است. در دوران‌های مختلف، شرایط آب و هوایی و محیط‌زیست تغییرات فراوانی داشته‌اند و بر این اساس، گونه‌های مختلف جانداران در سطح زمین ظاهر و منقرض شده‌اند. به عنوان مثال، خزندگان در اوایل دورهٔ کربونیفر، ظاهر و در طی ۸۰ ــ ۷۰ میلیون سال، جثهٔ آنها بزرگ شد و در کرهٔ زمین گسترش یافتند. با نامساعد شدن شرایط محیط زیست و عدم توانایی دایناسورها برای سازگاری با تغییرات محیطی، این موجودات حدود ۶۵ میلیون سال پیش منقرض شدند.

تفسیر کنید

● با توجه به شکل زیر، ترتیب تشکیل هوا کره، سنگ کره، زیست کره و آب کره را از قدیم به جدید ذکر کنید.



سن زمین

از آغاز پیدایش کرهٔ زمین تاکنون، مدت زمان بسیار زیادی می گذرد و در این مدت، حوادث و وقایع فراوانی در آن رخ داده است. آیا می‌دانید سن زمین و حوادث و وقایع گذشته را چگونه تعیین می‌کنند؟ تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌های مختلف، از نظر بررسی تاریخچه زمین، اکتشاف ذخایر و منابع موجود در زمین، پیش‌بینی حوادث احتمالی آینده و ... اهمیت زیادی دارد.

در زمین‌شناسی، سن سنگ‌ها و پدیده‌ها را به دو روش نسبی و مطلق تعیین می‌کنند.

abadgaranedu.ir

یادآوری

● در کتاب علوم نهم با روش تعیین سن نسبی و اصول آن آشنا شدید. با توجه به آن، در شکل روبه‌رو، ترتیب وقایع را از قدیم به جدید شماره‌گذاری کنید.

در تعیین سن نسبی، ترتیب تقدم، تأخر و هم‌زمانی وقوع پدیده‌ها، نسبت به یکدیگر مشخص می‌شود. در تعیین سن مطلق (رادیومتری)، سن واقعی نمونه‌ها با استفاده از عناصر پرتوزا اندازه‌گیری می‌شود. عناصر پرتوزا به‌طور مداوم، با سرعت ثابت در حال فروپاشی هستند. این عناصر پس از فروپاشی به عنصر پایدار تبدیل می‌شوند. مدت زمانی که نیمی از یک عنصر پرتوزا به عنصر پایدار تبدیل می‌شود را، نیمه عمر آن عنصر می‌گویند. در تعیین سن مطلق با استفاده از رابطهٔ زیر می‌توان سن مطلق نمونه‌هایی مانند (سنگ، چوب، استخوان و...) را تعیین کرد.

نیمه عمر×تعداد نیمه عمر = سن نمونه

پیوند با ریاضی

● در جدول زیر، نیمه عمر برخی از عناصر پرتوزا و عنصر پایدار حاصل از آنها نشان داده شده است. با استفاده از اطلاعات موجود در آن، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱ـ برای تعیین سن نخستین سنگ‌هایی که در کره زمین تشکیل شده‌اند، استفاده از کدام عنصر پرتوزا مناسب‌تر است؟ چرا؟

۲ـ برای تعیین سن فسیل ماموت و یا جمجمه انسان اولیه، از کربن ۱۴ استفاده می‌شود. دلیل آن را توضیح دهید.

۳ـ اگر مقدار کربن ۱۴ باقی‌مانده در یک نمونهٔ استخوان قدیمی حدود $\frac{۱}{۸}$ مقدار اولیه آن باشد، سن استخوان را محاسبه کنید.

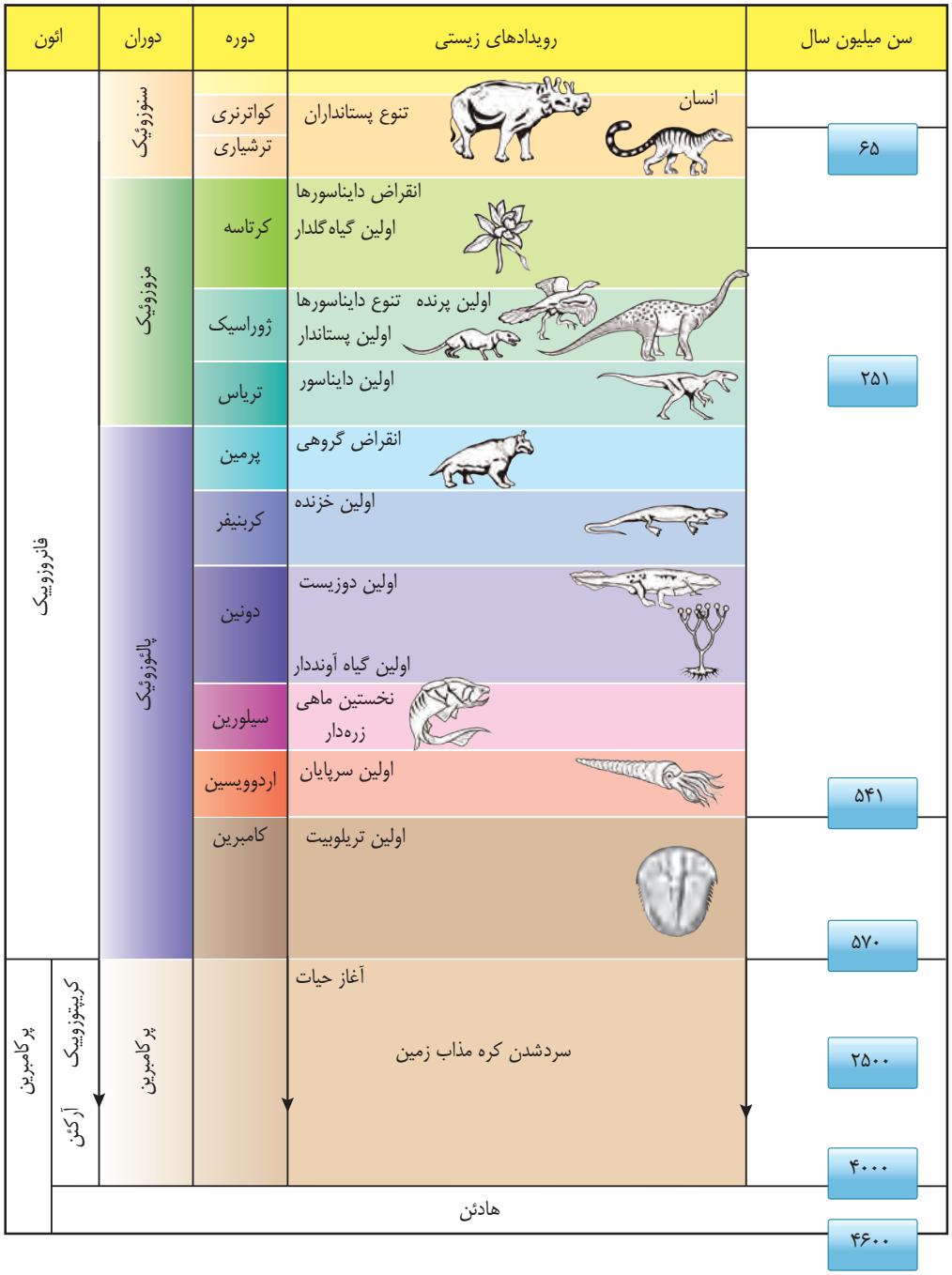
نیمه عمر برخی از عناصر پرتوزا

عنصر پرتوزا	نیمه عمر(تقریبی)	عنصر پایدار
اورانیم ۲۳۸	۴/۵ میلیارد سال	سرب ۲۰۶
اورانیم ۲۳۵	۷۱۳ میلیون سال	سرب۲۰۷
توریم ۲۳۲	۱۴/۱ میلیارد سال	سرب ۲۰۸
کربن ۱۴	۵۷۳۰ سال	نیتروژن ۱۴
پتاسیم ۴۰	۱/۳ میلیارد سال	آرگون ۴۰

abadgaranedu.ir

زمان در زمین‌شناسی

مفهوم زمان در مقیاس‌های مختلفی به کار می‌رود. شما با واحدهای زمان مانند: ثانیه، دقیقه، ساعت، شبانه روز، هفته، ماه، سال، دهه، سده (قرن) و هزاره آشنا هستید؛ اما، واحدهای بزرگ‌تر زمان نیز وجود دارند که در زندگی روزمره ما، کاربرد زیادی ندارند، ولی در علوم زمین بسیار مهم‌اند. مانند عهد، دوره، دوران و اِئون که واحدهای زمانی مورد استفاده در زمین‌شناسی هستند. معیار تقسیم‌بندی این واحدهای زمانی مختلف، به حوادث مهمی همچون ظهور یا انقراض گونه خاصی از جانداران، حوادث کوهزایی، پیشروی یا پسروی جهانی دریاها، عصرهای یخبندان و... بستگی دارد (شکل۷-۱).



شکل۷ـ۱ـ مقیاس زمان زمین شناسی و رویدادهای مهم آن

abadgaranedu.ir

پیدایش اقیانوس‌ها

در سال‌های گذشته، با مفهوم سنگ کره و ساز و کار حرکت ورقه‌ها آشنا شدید. ورقه‌های سنگ کره، به دو نوع قاره‌ای و اقیانوسی تقسیم می‌شوند. البته گاهی ممکن است بخشی از یک ورقه، جنس قاره‌ای و در بخش دیگر از جنس اقیانوسی باشد (مانند ورقه هند) و یا در همه جا از آب پوشیده شده و از جنس اقیانوسی باشد (مانند ورقه اقیانوس آرام). سنگ کره قاره‌ای، نسبت به سنگ کره اقیانوسی ضخامت بیشتر و چگالی کمتری دارد.

یادآوری

● در فصل زمین ساخت ورقه‌ای کتاب علوم نهم، در مورد حرکت ورقه‌های سنگ کره و پیامدهای آن مطالبی آموختید. در این باره به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱ـ علت حرکت ورقه‌های سنگ کره چیست؟

۲ـ انواع حرکت ورقه‌ها را بیان کنید.

۳ـ پیامدهای حاصل از حرکت ورقه‌ها را ذکر کنید.

مفاخر جهان

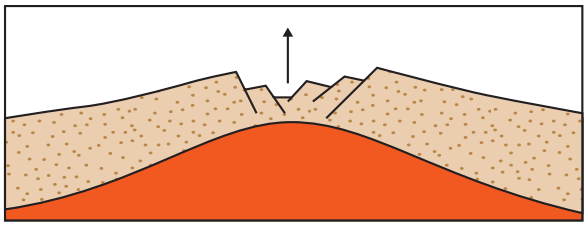
● در ادامهٔ نظریه‌های جابه‌جایی قاره‌ها و گسترش بستر اقیانوس‌ها، توزو ویلسون زمین‌شناس کانادایی، نخستین بار، ایده وجود ورقه‌های تشکیل دهندهٔ سنگ کره زمین و مرز آنها را عنوان کرد که منجر به ارائهٔ نظریهٔ زمین ساخت ورقه‌ای شد. مراحل تشکیل اقیانوس‌ها نیز، توسط وی ارائه و بعدها به چرخهٔ ویلسون معروف شد. مطالعات علمی او، مورد تحسین جهان قرار گرفت.

توزو ویلسون
۱۵ آوریل ۱۹۹۳ ـ ۲۴ اکتبر ۱۹۰۸

نخستین بار ساز و کار حرکت ورقه‌های سنگ کره توسط دانشمند کانادایی به‌نام توزو ویلسون در قالب چرخه‌ای به‌نام چرخه ویلسون مطرح شد.

خلاصه مراحل چرخهٔ ویلسون به شرح زیر می‌باشد:

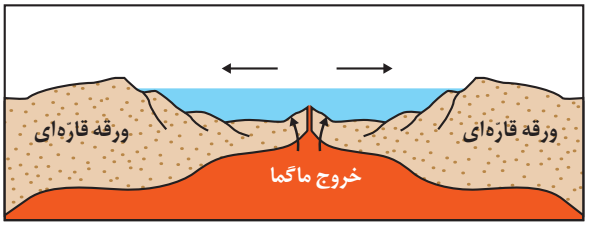
۱ـ مرحله بازشدگی: تحت تأثیر جریان‌های همرفتی خمیرکره، بخشی از پوستهٔ قاره‌ای شکافته می‌شود و مواد مذاب خمیرکره، صعود نموده و به سطح زمین می‌رسند. نمونه‌ای از آن در شرق افریقا ایجاد شده است (شکل ۸ـ۱ـ الف).



شکل ۸ـ۱ـ الف) ایجاد شکاف در پوستهٔ قارّه‌ای

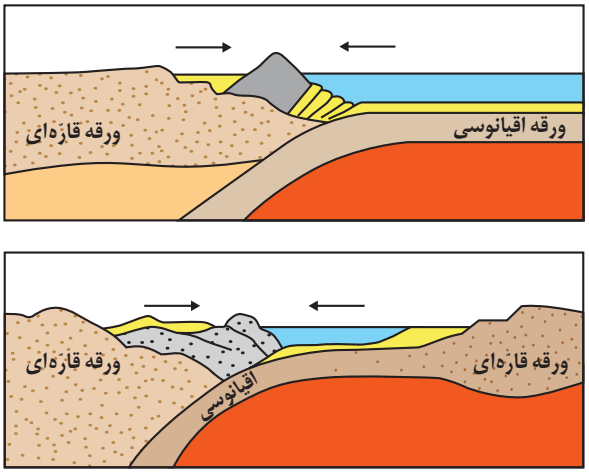
۲ـ مرحله گسترش: در این مرحله، در محل شکاف ایجاد شده، مواد مذاب خمیرکره به بستر اقیانوس رسیده و پشته‌های اقیانوسی تشکیل می‌شوند و پوسته جدید ایجاد شده به طرفین حرکت کرده و باعث گسترش بستر اقیانوس می‌شود مانند بستر اقیانوس اطلس (دور شدن آمریکای جنوبی از افریقا) و دریای سرخ (دور شدن عربستان از افریقا) (شکل ۸ـ۱ـ ب).

abadgaranedu.ir



شکل۸ـ۱ـ ب) ایجاد و گسترش پوستهٔ اقیانوسی

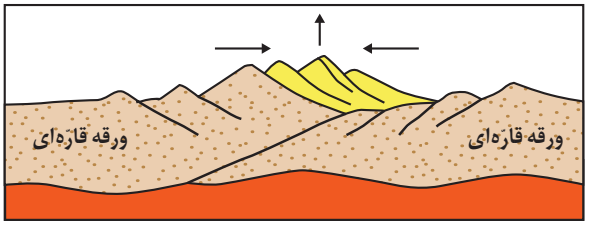
۳ـ مرحله بسته شدن: در این مرحله، ورقه اقیانوسی از حاشیه به زیر ورقهٔ قاره‌ای مجاور خود فرو رانده می‌شود (دراز گودال اقیانوسی) و با ادامه فرورانش در نهایت اقیانوس بسته می‌شود (مانند بسته شدن اقیانوس تتیس) (شکل ۸ـ۱ـ پ).



شکل۸ ـ۱ـ پ) بسته شدن حوضهٔ اقیانوسی ایجاد شده

در برخی از اقیانوس‌ها مانند اقیانوس آرام در بخشی از آن، ورقه اقیانوسی به زیر ورقه اقیانوسی دیگر فرو رانده شده و منجر به دراز گودال اقیانوسی و تشکیل جزایر قوسی می‌شود.

۴ـ مرحله برخورد: با بسته شدن اقیانوس و برخورد ورقه‌ها، رسوبات فشرده شده و رشته کوه‌هایی مانند هیمالیا (برخورد هندوستان به آسیا)، زاگرس (برخورد عربستان به آسیا) و ... را به وجود می‌آورند (شکل ۸ـ۱ـ ت).

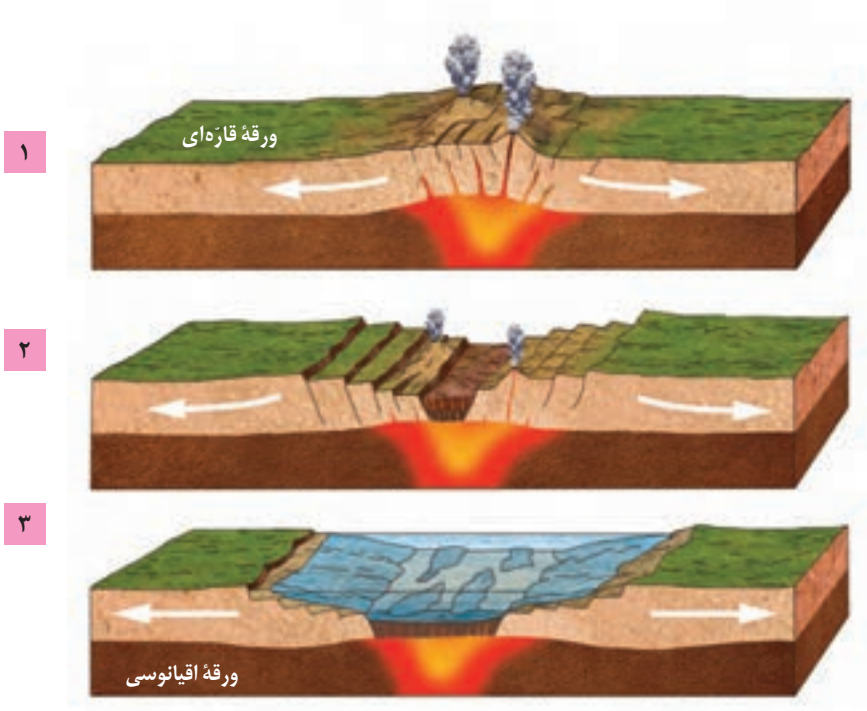


شکل۸ـ۱ـ ت) برخورد ورقه‌ها و ایجاد رشته کوه

abadgaranedu.ir

پاسخ دهید

۱ـ عامل باز و بسته شدن اقیانوس‌ها چیست؟
۲ـ چرا با وجود گسترش بستر اقیانوس‌ها، وسعت سطح زمین افزایش نمی‌یابد؟



شکل ۹ـ۱ـ مراحل تشکیل اقیانوس جدید

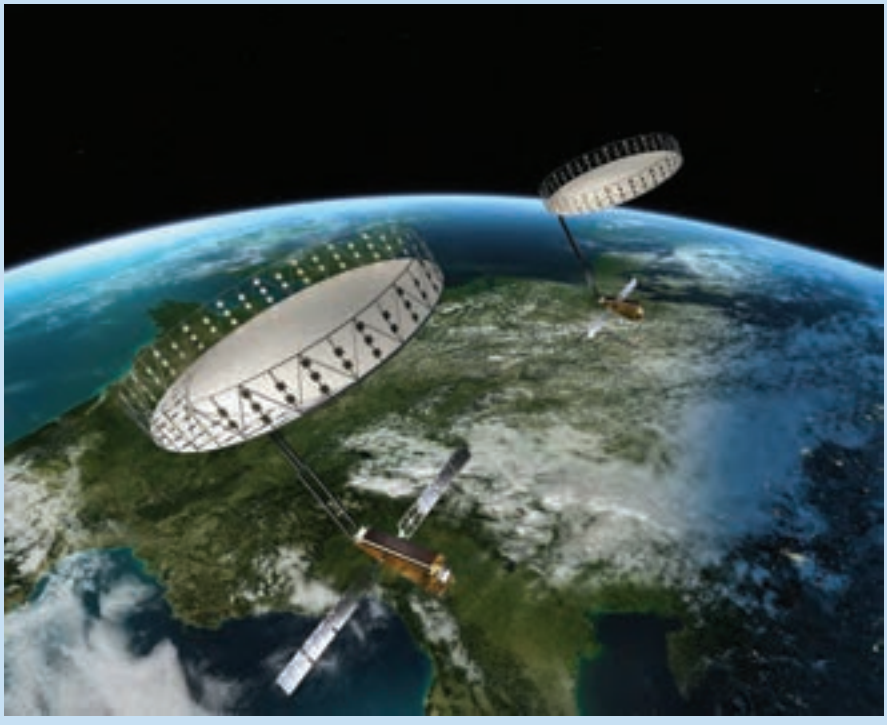
علم، زندگی، کارآفرینی

● **دیرینه شناسی:** شاخه‌ای از علم زمین‌شناسی که به بررسی آثار و بقایای موجودات گذشته زمین و لایه‌های رسوبی می‌پردازد و بر پایه مطالعه فسیل‌ها، پیدایش و نابودی آنها می‌توان به سن نسبی لایه‌های زمین و محیط زندگی موجودات در گذشته پی برد.

abadgaranedu.ir

• **سنجش از دور:** سنجش از دور، علم و فن جمع‌آوری اطلاعات از عوارض سطح زمین، بدون تماس فیزیکی با آنها است. سنجش از دور، شامل اندازه‌گیری و ثبت انرژی بازتابی از سطح زمین و جوّ پیرامون آن، از یک نقطه مناسب در بالاتر از سطح زمین است. پرتوهای بازتابی که از نوع امواج الکترومغناطیس هستند، می‌توانند دارای منابع گوناگونی مانند پرتوهای خورشیدی، پرتوهای حرارتی اجسام یا حتی پرتوهای مصنوعی باشند. به‌دست آوردن اطلاعات از سطح زمین و سطح دریاها، با استفاده از تصاویر اخذ شده از فراز آنها، از بخش‌هایی از طیف الکترومغناطیس که از سطح زمین تابیده یا بازتابیده شده‌اند، انجام می‌شود. سنجش از دور، از انرژی الکترومغناطیسی بهره می‌گیرد. قوی‌ترین منبع تولیدکنندهٔ این انرژی، خورشید است که انرژی الکترومغناطیس را در تمام طول موج‌ها، تابش می‌کند.

متخصصان این رشته‌ها، در مراکزی مانند سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شرکت ملی نفت ایران و... می‌توانند در کیفیت‌بخشی و بهبود اجرای پروژه‌های اکتشافی و آموزشی کمک شایانی داشته باشند.



abadgaranedu.ir

معدن میدوک کرمان

abadgaranedu.ir

فصل ۲

منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه

زیربنای اقتصادی کشورهای مختلف، متنوع است. مبنای اقتصادی برخی از کشورها، صنعت، کشاورزی یا گردشگری است و برخی دیگر، اقتصاد خود را بر مبنای منابع و ذخایر معدنی بنا نهاده‌اند. مبنای اقتصاد کشور ما، کدام مورد است؟ بسیاری از کالاهایی که در زندگی روزمره از آنها استفاده می کنید، یا با آنها سروکار دارید، از منابع فلزی (آهن، آلومینیم، طلا و منیزیم)، غیر فلزی (رس‌ها، زغال‌سنگ و ...) و یا مواد نفتی و پتروشیمیایی مانند پلاستیک، بنزین و ... به‌دست می‌آیند. در علم زمین‌شناسی با مواردی مانند نحوهٔ تشکیل، ذخیره و اکتشاف منابع معدنی و سوخت‌های فسیلی مانند زغال‌سنگ، نفت و گاز آشنا می‌شوید.

abadgaranedu.ir

کانی کوارتز

کانی گارنت

مجتمع پتروشیمی

سکوی نفتی

منابع معدنی در زندگی ما

بخش عمدهٔ مواد مورد نیاز برای زندگی ما، از منابع معدنی تأمین می‌شوند. مس موجود در کابل‌های برق، آهن مورد استفاده در ریل راه‌آهن، پلاتین استفاده شده در ساخت گوشی تلفن همراه، مدادی که با آن می‌نویسیم، خمیردندان و ... از منابع معدنی تهیه می‌شوند. منابع معدنی پس از شناسایی توسط زمین شناسان، از معادن استخراج و پس از فراوری، به کالاهای مورد نیاز تبدیل می‌شوند. تعدادی از کاربردهای مواد معدنی (فلزی ـ غیر فلزی) در جدول ۱ـ۲ آورده شده است.

abadgaranedu.ir

بیشتر بدانید

جدول ۱ـ۲ـ فراوانی و کاربرد برخی از کانی‌ها و منابع معدنی

فلزها براساس فراوانی	**فراوان:** آهن، آلومینیم، منیزیم، منگنز، تیتانیم
	کمیاب: مس، سرب، روی، نیکل، کروم، طلا، نقره، قلع، تنگستن، مولیبدن، اورانیم، پلاتین و ...
غیرفلزها براساس کاربرد	**صنایع شیمیایی:** هالیت، (سدیم کلرید)، فلوئوریت، (کلسیم فلوراید)
	کودهای شیمیایی: آپاتیت (کلسیم فسفات)، سیلویت (پتاسیم کلرید)، گوگرد، کلسیت و سنگ آهک (کلسیم کربنات)، شوره (سدیم نیترات)
	ساختمان‌سازی: ژیپس (گچ ساختمانی)، سنگ آهک (سیمان)، رس (آجر و کاشی و سرامیک)، شن و ماسه، سنگ‌های تزیینی و نما، فلدسپار (کاشی و سرامیک)، سیلیس (شیشه‌سازی)، پوزولان و پرلیت (مصالح سبک وزن)
	گوهرها و کانی‌های نیمه قیمتی: الماس، کرندوم (یاقوت)، گارنت (بیجاده)، آمتیست (کوارتز بنفش)، بریل (زمرد)، فیروزه، آگات(عقیق)، الیوین (زبرجد)، اسپینل (لعل)، لاجورد، یشم و ...
	پزشکی و داروسازی: باریت (عکس‌برداری رادیولوژی)، انواع کانی‌های رسی (آنتی‌بیوتیک‌ها، ضد اسید معده)، فلوئوریت (خمیر دندان)، تالک (پودر بچه، لوازم آرایشی، کرم‌های ضد آفتاب)
	کانی‌های صنعتی: بنتونیت (گل حفاری، خاک رنگ‌بر، جاذب آب و آلاینده‌ها، صنعت فولاد، سرامیک، صنایع رنگ، کاغذسازی، تصفیه آب و فاضلاب، داروسازی، تصفیه و رنگ‌بری روغن، قند، نوشیدنی‌ها و...)، کائولن (سرامیک، کاغذسازی، پرکننده و لاستیک‌سازی)، کوارتز (ساعت‌سازی، شیشه‌سازی، قطعات الکترونیکی و ...)
	کشاورزی: کانی زئولیت در (سبک‌کردن و هوارسانی به خاک)، دامپروری (مکمل غذای دام و طیور)، پرورش ماهی، پالایش نفت، تصفیه آب و فاضلاب
	سایر موارد: تالک (کاغذسازی، رنگ)، باریت(گل حفاری)، گرافیت (نوک مداد، پیل الکتریکی، تایر خودروها)، ساینده (الماس، گارنت، کرندوم، کوارتز)

جمع‌آوری اطلاعات

● افزون بر موارد ذکر شده در جدول، فهرستی از وسایل و موادی که در زندگی روزمره، به کار می‌برید یا با آن سروکار دارید، تهیه کنید و مشخص کنید کدام، به‌صورت مستقیم و کدام به‌صورت غیرمستقیم از زمین به دست می‌آید؟ کدام یک از این منابع، فلزی و کدام غیرفلزی است؟

abadgaranedu.ir

غلظت عناصر در پوستهٔ زمین

در سال ۱۹۶۴ میلادی، دو زمین‌شناس به نام‌های کلارک[۱] و رینگ‌وود[۲] برای تعیین ترکیب شیمیایی پوستهٔ زمین و بررسی پراکندگی عناصر در بخش‌های مختلف آن، تعداد بسیار زیادی از انواع سنگ‌های مناطق مختلف را نمونه‌برداری و ترکیب شیمیایی آنها را تعیین کردند. امروزه، فراوانی میانگین عناصر پوستهٔ زمین با عنوان غلظت کلارک عناصر شناخته می‌شود (جدول ۲ـ۲).

جدول ۲ـ۲ـ غلظت کلارک عناصر فراوان در پوسته جامد زمین

عنصر	درصد براساس جرم
اکسیژن	۴۵/۲۰
سیلیسیم	۲۷/۲۰
آلومینیم	۸/۰۰
آهن	۵/۸۰
کلسیم	۵/۰۶
منیزیم	۲/۷۷
سدیم	۲/۳۲
پتاسیم	۱/۶۸
تیتانیم	۰/۸۶
هیدروژن	۰/۱۴
منگنز	۰/۱۰
فسفر	۰/۱۰
روی	۰/۰۱۳
مس	۰/۰۰۷
سرب	۰/۰۰۱۶

اندازه‌گیری و تعیین غلظت میانگین عناصر، کاربردهای زیادی دارد. پژوهشگران با اندازه‌گیری مقدار غلظت عناصر در سنگ‌ها و خاک‌های هر منطقه و مقایسهٔ آن با مقادیر غلظت میانگین، به فرایندهای زمین‌شناسی مانند حرکت ورقه‌های سنگ‌کره ، تاریخچهٔ تکوین یک منطقه، آلودگی‌های زیست‌محیطی و ... پی می‌برند.

اگر در منطقه‌ای، غلظت عناصر از میانگین کلارک بالاتر باشد، **بی‌هنجاری مثبت** و اگر غلظت آنها از میانگین، پایین‌تر باشد، آن را **بی‌هنجاری منفی** می‌نامند. زمین‌شناسان در پی‌جویی‌های اکتشافی عناصر، به دنبال یافتن مناطقی با بی هنجاری مثبت آن عنصر هستند.

۱ـ Clark

۲ـ Ringwood

abadgaranedu.ir

تفسیر کنید

● نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی سنگ‌های یک منطقه، در جدول زیر ارائه شده است. در کدام عناصر، بی‌هنجاری مثبت و در کدام عناصر، بی هنجاری منفی دیده می‌شود؟

عنصر	درصد وزنی
Si	۱۷
Fe	۵
Ca	۵/۹
Na	۱
Cu	۰/۷
Pb	۲
Zn	۳
K	۱

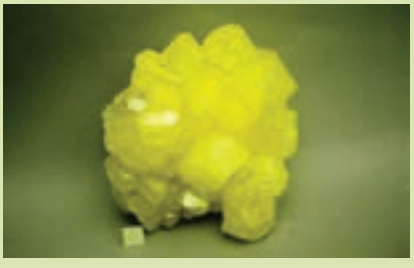
یادآوری

● در کتاب‌های درسی علوم تجربی، با مفهوم ویژگی‌ها و کاربرد برخی از کانی‌ها آشنا شدید. تعیین کنید کدام‌یک از تصاویر زیر، کانی می‌باشند؟ چرا؟

الف) نبات

ب) یخ

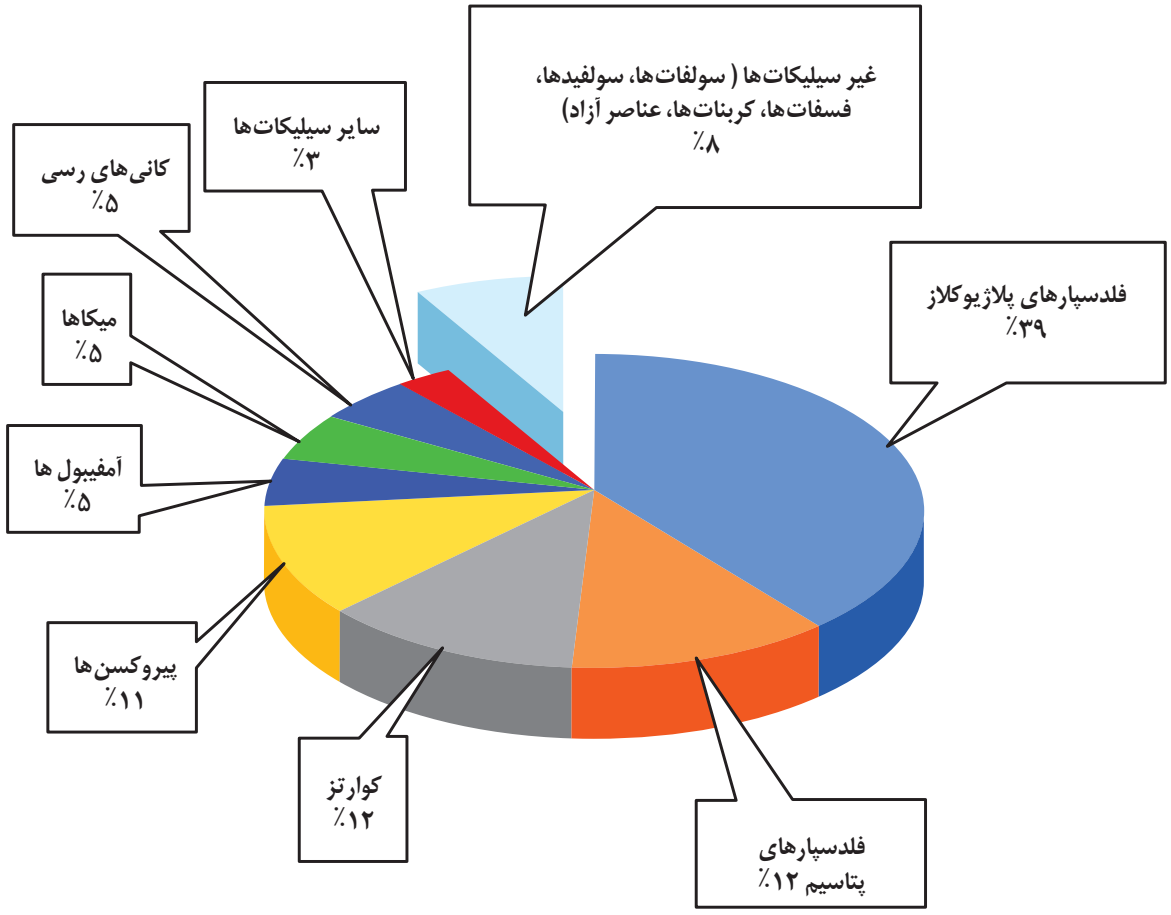
پ) نفت



ت) گوگرد

abadgaranedu.ir

کانی‌ها، براساس ترکیب شیمیایی به دو گروه سیلیکات‌ها و غیرسیلیکات‌ها رده‌بندی می‌شوند. سیلیکات‌ها، کانی‌هایی هستند که بیش از ۹۰ درصد از پوسته زمین را تشکیل می‌دهند و در ترکیب شیمیایی خود، بنیان سیلیکاتی (SiO_4^{4-}) دارند. کانی‌های سیلیکاتی در سنگ‌های آذرین، رسوبی و یا دگرگونی یافت می‌شوند (شکل ۱ـ۲). کانی‌های غیرسیلیکاتی، گروهی از کانی‌ها هستند که در ترکیب خود، فاقد بنیان سیلیکاتی هستند. این کانی‌ها نیز در انواع سنگ‌ها یافت می‌شوند.



شکل ۱ـ۲ـ درصد وزنی کانی‌های سازنده پوستهٔ زمین

جمع آوری اطلاعات

- در ساخت سرامیک و شیشه، از چه کانی‌هایی استفاده می‌شود؟ در این مورد، اطلاعات جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.

به گروهی از کانی‌ها که در آن یک فلز ارزشمند اقتصادی وجود دارد، کانه اطلاق می‌شود. مانند مگنتیت که از آن آهن و یا گالن که از آن سرب استخراج می‌شود. برخی از کانه‌ها به‌صورت آزاد یافت می‌شوند: مانند طلا، نقره و مس.

abadgaranedu.ir

جمع‌آوری اطلاعات

● در مورد کانه‌های زیر، اطلاعات جمع‌آوری و جدول زیر را کامل کنید.

کانه	عنصر اقتصادی	ترکیب شیمیایی
هماتیت		
مگنتیت		
کالکوپیریت		
گالن		

کانسنگ

سنگ معدن یا **کانسنگ**، از دو بخش کانه، و باطله تشکیل شده است. کانه، بخش ارزشمند کانسنگ است و باطله، به موادی که ارزش اقتصادی قابل توجهی ندارند، گفته می‌شود.

برای مثال کالکوپیریت، به فرمول شیمیایی $CuFeS_2$ مهم‌ترین کانه فلز مس است. در معادن مس، این کانی همراه با کانی‌های باطله مختلفی مانند کوارتز، فلدسپار، میکا، کانی‌های رسی، پیریت و ... کانسنگ مس را تشکیل می‌دهند.

در بخش‌هایی از پوسته زمین، غلظت عناصر در یک منطقه نسبت به غلظت میانگین، افزایش می‌یابد و حجم زیادی از ماده معدنی در آنجا متمرکز می‌شود (بی‌هنجاری مثبت)، به‌طوری که استخراج آن از نظر اقتصادی، مقرون به صرفه است که به این مناطق، کانسار می‌گویند.

شکل ۲ـ۲ـ کالکوپیریت مهم‌ترین کانهٔ مس (زمینه کانی کوارتز)

استخراج ماده معدنی یا کانسنگ، اغلب پرهزینه است و تنها در صورتی بهره‌برداری آغاز می‌شود که یک عنصر با حجم و غلظت کافی در مادهٔ معدنی وجود داشته باشد. با شروع بهره‌برداری یا معدن کاری، یک معدن شکل می‌گیرد.

افزون بر کانسنگ‌ها، مواد معدنی دیگری هم برای کاربردهای صنعتی یا روزمره استخراج می‌شوند که فلزی نیستند. مانند: شن و ماسه در ساختمان‌سازی، خاک رس در ساخت آجر یا کاشی و سرامیک، سنگ‌های ساختمانی که در نمای ساختمان‌ها، کفپوش، پله و دیوارها به‌کار می‌روند. به این نوع از سنگ‌ها و کانی‌های غیرفلزی، **سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی** نیز می‌گویند.

شکل ۳ـ۲ـ کاربرد کانی‌های صنعتی در سفالگری لالجین همدان، به دلیل وجود ذخایر مناسب خاک رس در آن منطقه

abadgaranedu.ir

جمع‌آوری اطلاعات

● در مورد عوامل مؤثر بر مقرون به صرفه بودن یک معدن، اطلاعاتی جمع‌آوری و به پرسش زیر پاسخ دهید.

علاوه بر عوامل حجم و غلظت، چه عواملی در مقرون به صرفه شدن یک معدن دخالت دارند؟

در برخی موارد، بخش غیراقتصادی یا باطله یک کانسنگ، به عنوان شن و ماسه در زیرسازی جاده‌ها و... استفاده می‌شود.

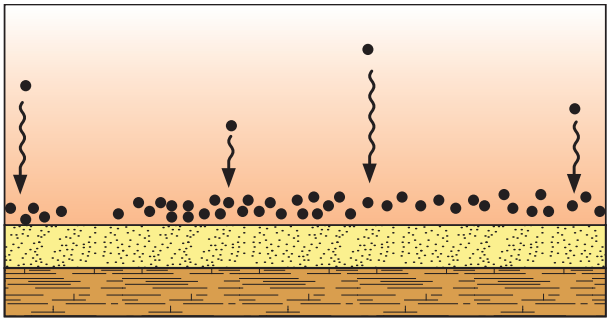
گفت‌وگو کنید

۱ـ در آب دریاها، مقداری عنصر طلا وجود دارد. به چه دلیل، طلا را از دریا استخراج نمی‌کنیم؟

۲ـ به چه دلیل برخی از معادن متروکه، پس از مدتی مورد بهره‌برداری مجدد قرار می‌گیرد؟

کانسنگ‌ها براساس منشأ و نحوهٔ تشکیل، به سه دستهٔ ماگمایی، گرمابی و رسوبی تقسیم‌بندی می‌شوند.

الف) کانسنگ‌های ماگمایی: کانسنگ‌های برخی عناصر فلزی مانند کروم، نیکل و پلاتین می‌توانند از یک ماگمای در حال سرد شدن، تشکیل شوند. با سردشدن و تبلور یک ماگما، این عناصر که چگالی نسبتاً بالایی دارند، در بخش زیرین ماگما ته‌نشین می‌شوند و این کانسنگ‌ها را می‌سازند (شکل ۴ـ۲ـ الف).



الف)

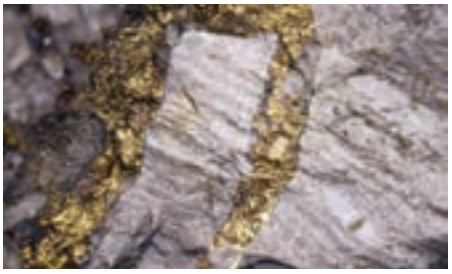
ب)

شکل ۴ـ۲ـ الف) ته نشست کانسنگ کرومیت در کف مخزن ماگمایی ـ ب) معدن آهن چُغارت ـ بافق یزد

در صورتی که پس از تبلور بخش اعظم ماگما، مقدار آب و مواد فرّار مانند کربن‌دی‌اکسید و ... فراوان باشد، شرایط برای رشد بلورهای تشکیل دهنده سنگ، فراهم و سنگ‌هایی با بلورهای بسیار درشت، به نام پگماتیت تشکیل می‌شود (شکل ۵ـ۲) که می‌تواند کانسار مهمی برای بعضی عناصر خاص مانند لیتیم و بعضی کانی‌های گوهری مانند زمرد یا کانی‌های صنعتی مانند مسکوویت باشد.

شکل ۵ـ۲ـ سنگ پگماتیت

abadgaranedu.ir



شکل ۶ـ۲ـ کانسنگ رگه‌ای طلا

ب) کانسنگ‌های گرمابی: در پوستهٔ زمین، به ازای هر ۱۰۰ متر افزایش عمق، ۳ درجه سانتی‌گراد دما افزایش می‌یابد. به این تغییرات دما در پوستهٔ زمین، شیب زمین‌گرمایی می‌گویند. در بخش‌های عمیق پوسته، به علت گرمای ناشی از شیب زمین‌گرمایی و یا توده‌های مذاب، دمای آب‌های موجود در این مناطق افزایش می‌یابد. منشأ این آب‌ها ممکن است از ماگما، آب‌های نفوذی بستر اقیانوس‌ها و یا آب‌های زیرزمینی راه‌یافته به اعماق زمین باشد که باعث انحلال برخی از عناصر می‌شوند.

این آب‌ها، برخی عناصر را به شکل کانسنگ در داخل شکستگی‌های سنگ ته‌نشین می‌کنند و **رگه‌های معدنی** را می‌سازند (شکل ۶ـ۲). از آنجا که عامل تشکیل این کانسنگ‌ها، آب گرم است، **کانسنگ‌های گرمابی** نامیده می‌شوند. بسیاری از ذخایر مس، سرب، روی، مولیبدن، قلع و برخی فلزات دیگر، منشأ گرمابی دارند.

پ) کانسنگ‌های رسوبی: ذخایر سرب و روی موجود در سنگ‌های آهکی، مس و اورانیم موجود در ماسه سنگ‌ها، نمونه‌هایی از کانسنگ‌های رسوبی مهم هستند. گاهی نیز آب‌های روان، کانی‌ها را از سنگ‌ها جدا و در مسیر رود آنها را ته‌نشین می‌کنند و ذخایر پلاسری را تشکیل می‌دهند. از هزار سال پیش تاکنون در منطقه تخت سلیمان تکاب، از رودخانه زرشوران، طلا برداشت می‌شود.

جمع‌آوری اطلاعات

● در منطقه‌ای که زندگی می‌کنید، چه معادن فلزی وجود دارد؟ در مورد آنها تحقیق کنید و در کلاس ارائه کنید.

اکتشاف معدن

تشکیل ذخایر فلزی و غیرفلزی در برخی از مناطق پوسته زمین رخ می‌دهد. با آگاهی از اصول تشکیل و عوامل کنترل‌کننده آنها، می‌توان ذخایر معدنی را پیدا کرد.

در اولین مرحله اکتشاف، زمین‌شناسان با بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و بازدید صحرایی، مناطقی را که احتمال تشکیل ذخایر معدنی در آن وجود دارد، شناسایی می‌کنند. برای مثال زمین‌شناسان می‌دانند که برخی از ذخایر سرب در سنگ‌های آهکی پیدا می‌شوند. بنابراین، آنها با آگاهی از ویژگی‌های فیزیکی کانسنگ‌ها، مانند خواص مغناطیسی کانسنگ، رسانایی الکتریکی سنگ‌ها، تغییرات میدان گرانش زمین و... با کمک روش‌های ژئوفیزیکی، ذخایر زیرسطحی و پنهان را شناسایی می‌کنند.

پس از مشخص شدن موقعیت تقریبی یک توده معدنی در زیر زمین، حفاری با دستگاه‌های پیشرفته و نمونه‌برداری از عمق، تا حدی که ماده معدنی وجود دارد، انجام می‌گیرد. این حفاری‌ها ممکن است تا صدها متر ادامه یابد. نمونه‌های تهیه شده از حفاری، برای تعیین عیار فلز یا کیفیت ماده معدنی و شناسایی کانی‌های موجود در آنها به آزمایشگاه حمل و در آنجا توسط میکروسکوپ و یا دستگاه‌های تجزیه شیمیایی مورد بررسی قرار می‌گیرند. در نهایت، زمین‌شناسان یا مهندسان اکتشاف، تمامی داده‌های به دست آمده را با نرم‌افزارها تحلیل و مقدار ذخیره معدن و عیار میانگین ماده معدنی را تعیین می‌کنند.

جمع‌آوری اطلاعات

● در مورد ذخایر پلاسر طلای ایران اطلاعات جمع‌آوری کنید و محل آنها را بر روی نقشه ایران نشان دهید.

استخراج معدن و فراوری ماده معدنی

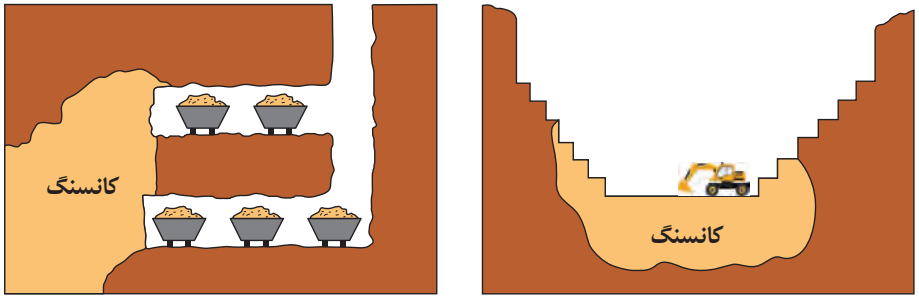
پس از پایان عملیات اکتشاف، با تعیین اقتصادی بودن ذخایر، عملیات استخراج آغاز می‌شود. روش استخراج، بر اساس شکل و چگونگی قرارگیری توده معدنی در پوسته، تعیین می‌شود. استخراج به

abadgaranedu.ir

لذّت زمین‌شناسی

● بازدیدهای صحرایی در شرایط هیجان‌انگیز، در مناطق مختلف انجام می‌شود. دیدن مناطق جدید و بکر، کارکردن در روز و اقامت شبانه درصحرا (**فیلد**) و دور از هیاهوی شهرها و کشف رازهای زمین، از بخش‌های لذت‌بخش و جذاب زندگی زمین‌شناسان است. در واقع محل اصلی کار زمین‌شناس، طبیعت است.

روش‌های روباز یا زیرزمینی صورت می‌گیرد (شکل ۷ـ۲). همان طور که گفته شد، در کانسنگ استخراج شده از معدن، افزون بر کانه، کانی‌های باطله نیز وجود دارند. برای مثال در کانسارهای مس، عنصر مس در کانی‌های مختلفی مانند کالکوپیریت و تعدادی کانی دیگر، یافت می‌شود. عیار عنصر مس در این کانسنگ‌ها کمتر از یک درصد است. بنابراین نود و نه درصد کانسنگ استخراج شده، باطله است که باید از آن جدا شود.



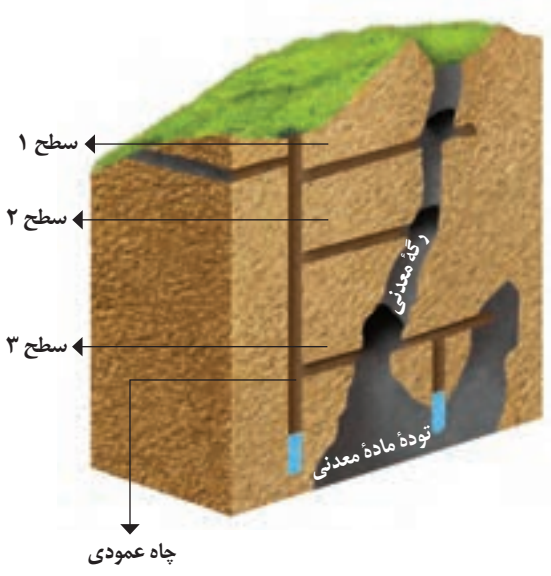
ب) الف)

شکل ۷ـ۲ـ استخراج مادهٔ معدنی به روش: الف) روباز ـ ب) زیرزمینی

پیوند با ریاضی

● عیار اقتصادی طلا در ذخایر آن، حدود ppm ۲ است. محاسبه کنید در یک معدن طلا، از هر تُن سنگی که استخراج می‌شود، چندگرم طلا به دست می‌آید؟

به فرایند جداسازی کانی‌های مفید اقتصادی از باطله، کانه‌آرایی (فراوری) مادهٔ معدنی گفته می‌شود که در کارخانه‌های کنار معادن انجام می‌شود. محصول نهایی (کنسانتره) برای جداسازی فلز به کارخانه ذوب، منتقل، یا به‌طور مستقیم یا با تغییر اندک در صنعت استفاده می‌شود.



شکل ۸ـ۲ـ نحوهٔ بهره‌برداری از معادن زیرزمینی

گوهرها، زیبایی شگفت‌انگیز دنیای کانی‌ها

از روزگاران کهن، انسان از زیبایی و ویژگی‌های خیره‌کننده کانی‌ها، برای زیباتر جلوه دادن خود استفاده می‌کرده است. این موضوع، به فطرت زیبادوستی و زیبایی‌شناسی که خداوند متعال در نهاد انسان تعبیه کرده است، برمی‌گردد. شاید این یکی از مهم‌ترین دلایل ایجاد علم گوهرشناسی و پیشرفت‌های بعدی آن بوده است. لازم به ذکر است که تنها از میان حدود ۴۰۰۰ کانی شناخته شده، حدود ۱۰۰ کانی، ویژگی‌های لازم یک گوهر را دارند.

گوهر یا جواهر، شامل سنگ‌ها و کانی‌های گرانبهایی است که به دلیل زیبایی، درخشش، سختی زیاد، رنگ و کمیاب بودن، از سایر کانی‌ها و سنگ‌ها متمایز هستند و مورد توجه خاص انسان‌ها قرار

abadgaranedu.ir

می‌گیرند. زیبایی رنگ و درخشندگی گوهرهایی مانند یاقوت، زمرد، فیروزه، عقیق و آمتیست (کوارتز بنفش)، توجه هر کسی را به خود جلب می‌کند. گوهرها، نمایندگان بسیار زیبا و خاص و کمیاب دنیای کانی‌ها هستند که توسط فرایندهای ماگمایی، گرمابی یا دگرگونی و تحت شرایط خاصی مانند دما و فشار زیاد در اعماق زمین و با حضور مواد فرّار به وجود می‌آیند.

جمع‌آوری اطلاعات

● در مورد فرایند فراوری طلا از کانسنگ، اطلاعات جمع‌آوری کرده و در کلاس ارائه دهید.

بیشتر بدانید

● استفاده از گوهرها به حدود ۹۰۰۰ سال پیش از میلاد برمی‌گردد. احتمالاً اولین بار هندی‌ها و ایرانیان و پس از آنها مصریان در ۷۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، از گوهرها استفاده می‌کردند. وجود آویزها و مهره‌های آرایشی از جنس تالک، اسلیت، مرمر و صدف در آثار مربوط به ۱۰۶۵۰ سال پیش در بلندی‌های برادوست کردستان نشانگر این مطلب است. همچنین کشف مهره‌های زینتی از جنس فیروزه و سنگ لاجورد در تپه زاغه در جنوب قزوین، مربوط به ۸ تا ۹ هزار سال پیش و نیز پیدا شدن مهره‌های فیروزه‌ای در قبرهای دره محمد جعفر متعلق به ۶ هزار سال پیش، و داد وستد تالک، سنگ چخماق، مرمر سفید، عقیق، فیروزه، صدف دریایی و سنگ لاجورد، بین عیلامیان و سومری‌ها در شهر تپه یحیی در ۵ تا ۶ هزار سال قبل، همگی نشان‌دهنده قدمت و تاریخ استفاده از گوهرها و سنگ‌های زینتی در ایران هستند.

● دانشمندان ایرانی در زمینه گوهرها و کانی‌شناسی، تحقیقات زیادی کردند و کتاب‌هایی نگاشتند که می‌توان به کتاب‌های القانون فی‌الطب ابوعلی سینا، الجماهر فی معرفه الجواهر اثر ابوریحان بیرونی، جواهرنامه سلطانی نوشته محمد بن منصور، تنسوق‌نامه و جواهرنامه ایلخانی از خواجه نصیرالدین توسی و... اشاره کرد. در ایران، از قرن دوم تا یازدهم هجری قمری، حدود ۳۵ کتاب در زمینه کانی‌شناسی و گوهرشناسی تألیف شده که معتبرترین آنها از لحاظ علمی، کتاب‌های الجماهر ابوریحان بیرونی و تنسوق نامه خواجه نصیرالدین توسی است.

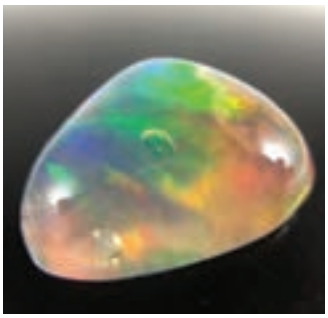
مهم‌ترین خواص گوهرها، سختی نسبتاً بالا، رنگ، و درخشش آنها است و معمولاً کمیاب‌اند. اگر یک گوهر، سختی کافی نداشته باشد، در برابر خراشیدگی مقاوم نیست و از بین می‌رود. برخی خواص دیگر، مانند بازی رنگ، به کانی‌ها درخشندگی و زیبایی خاصی می‌دهد. مانند کانی کریزوبریل با درخشندگی چشم گربه و نوعی گوهر سیلیسی به نام اُپال (معروف به اُپال گرانبها) که درخشش رنگین کمانی دارد (شکل ۹ـ۲).

پاسخ دهید

● حداقل یک دلیل بیاورید که کانی کلسیت یا ژیپس نمی‌تواند یک کانی قیمتی باشد؟

شکل ۹ـ۲ـالف) درخشندگی در کانی کریزوبریل (گوهر چشم گربه)

ب) شباهت گوهر کریزوبریل با چشم گربه



پ) درخشش رنگین کمانی در گوهر اُپال

abadgaranedu.ir

جمع‌آوری اطلاعات

- در مورد ابزار و نحوه تراش گوهرها اطلاعات جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.
- تفاوت الماس و برلیان در چیست؟

الماس: گوهری با ترکیب کربن خالص است که در دما و فشار بسیار زیاد، در گوشتهٔ زمین تشکیل می‌شود. این کانی، افزون بر استفادهٔ گوهری، در ساینده‌ها نیز کاربرد دارد (شکل ۱۰ـ ۲).

شکل ۱۰ـ۲ـ الماس

یاقوت: نام علمی آن کرندوم است. کانی کرندوم به رنگ آبی و سرخ دیده می‌شود، رنگ آبی آن یاقوت کبود و رنگ قرمز آن را یاقوت سرخ می‌گویند. این کانی بعد از الماس، سخت‌ترین کانی می‌باشد (شکل ۱۱ـ ۲).

شکل ۱۱ـ۲ـ انواع کرندوم

زمرد: معروف‌ترین و گران‌ترین سیلیکات بریلیم که به رنگ سبز یافت می‌شود را «زمرد» می‌نامند (شکل ۱۲ـ ۲).

شکل ۱۲ـ۲ـ زمرّد

abadgaranedu.ir

گارنت: از کانی‌های سیلیکاتی است که معمولاً به رنگ سبز، قرمز، زرد، نارنجی و ... دیده می‌شود. فراوان‌ترین رنگ آن، قرمز تیره است (شکل ۱۳ـ ۲).

شکل ۱۳ـ۲ـ گارنت

عقیق: کانی سیلیسی با رنگ‌های متنوع است که به نام‌ها و تراش‌های مختلف در بازار عرضه می‌شود. عقیق، یک نوع کوارتز نیمه قیمتی است که در بسیاری از نقاط ایران یافت می‌شود (شکل ۱۴ـ ۲).

شکل ۱۴ـ۲ـ عقیق

زَبَرجَد: به نوع شفاف و قیمتی کانی اُلیوین، زبرجد می‌گویند. این کانی، سیلیکاتی و به رنگ سبز زیتونی است به همین دلیل به آن اُلیوین گفته می‌شود (شکل ۱۵ـ۲).

شکل ۱۵ـ۲ـ زبرجد

abadgaranedu.ir

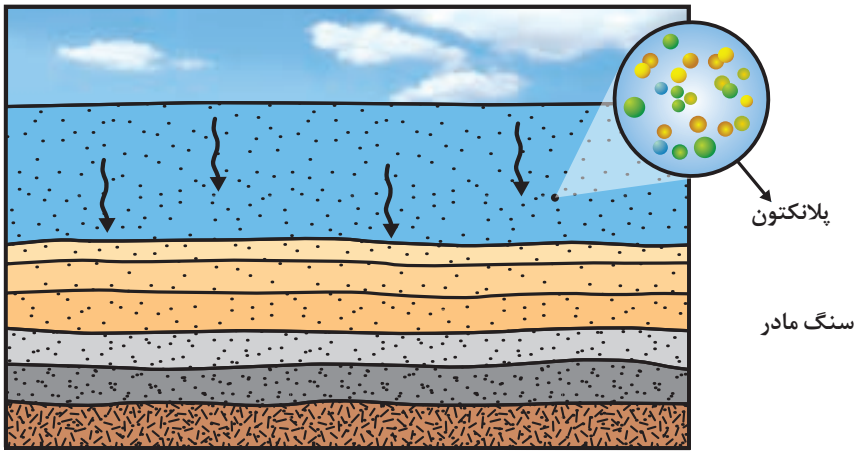
فیروزه: از گوهرهای قدیمی شناخته شده که دارای ترکیب فسفاتی است و برای اولین بار در سنگ‌های آتشفشانی اطراف نیشابور یافت شد و به دیگر نقاط جهان صادر گردید. نام تجاری آن، تورکوایز است (شکل ۱۶ـ۲).

شکل ۱۶ـ۲ـ فیروزه

سوخت‌های فسیلی

انرژی، برای انجام تمامی فعالیت‌های انسان ضروری است. انسان از گذشته دور، از منابع طبیعی برای تولید انرژی استفاده کرده است. از میان منابع مختلف انرژی در دسترس، سوخت‌های فسیلی اهمیت زیادی دارند و در بیشتر کشورهای جهان، به عنوان منابع اصلی تولید انرژی به شمار می‌روند. سوخت‌های فسیلی از تجزیه مواد آلی گیاهی و جانوری به وجود می‌آیند که در رسوبات یا سنگ‌های رسوبی ذخیره شده‌اند.

نفت و گاز: هیدروکربن‌هایی هستند که به‌طور طبیعی، به‌صورت مایع، گاز و نیمه‌جامد در زمین وجود دارند. برخلاف زغال‌سنگ که در محیط‌های خشکی مانند محیط مردابی (اکسیژن اندک) تشکیل می‌شود، نفت خام در محیط دریایی کم عمق (کمتر از ۲۰۰ متر) به‌وجود می‌آید. در این محیط‌ها، جاندارانی مانند پلانکتون‌ها، مهم‌ترین منشأ مواد آلی هستند. بقایای این موجودات پس از مرگ، در رسوبات ریزدانهٔ بستر دریا مدفون می‌شوند. ماده آلی باقیمانده که توسط لایه‌های بالایی پوشیده و حفظ شده، در لابه‌لای رسوبات ریز یعنی سنگ منشأ (سنگ مادر) نفت را تشکیل می‌دهد (شکل ۱۷ـ۲). مواد آلی در طی تبدیل رسوب ریزدانه به سنگ مادر، از طریق یک سری واکنش‌های شیمیایی به نفت خام تبدیل می‌شود. در فرایند تشکیل ذخایر نفتی، مقدار دما، فشار و افزایش آن بسیار مهم است، اما این پایان داستان نیست (شکل ۱۷ـ۲).



شکل ۱۷ـ۲ـ تشکیل ذخایر نفت و گاز در محیط‌های دریایی

abadgaranedu.ir

با هم بیندیشید

● اگر در فرایند تشکیل نفت خام، فشار و دما از حد مورد نیاز برای تشکیل نفت، بیشتر یا کمتر شود، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

مهاجرت نفت: نفت و گازی که در سنگ مادر تشکیل می‌شود، همراه با آب دریا که از زمان رسوب‌گذاری در سنگ به دام افتاده، از طریق نفوذپذیری سنگ‌ها، به سمت بالا حرکت می‌کند که به آن مهاجرت اولیه نفت می‌گویند.

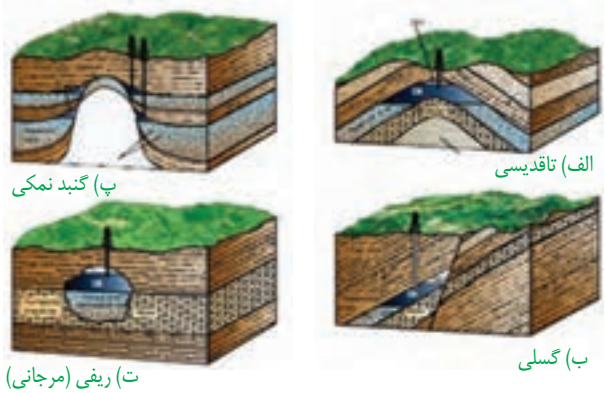
چنانچه در طی مهاجرت اولیه، مانعی در مسیر حرکت آب و نفت و گاز نباشد، به سطح زمین راه یافته و چشمه‌های نفتی را به وجود می‌آورد. در این صورت ممکن است نفت، در سطح زمین تبخیر و دچار اکسایش و غلیظ‌شدگی شده و ذخایر قیر طبیعی را به وجود آورد که نمونه‌ای از آنها در استان‌های خوزستان و ایلام دیده می‌شود.

اگر نفت و گاز در مسیر مهاجرت خود، به لایه‌ای از سنگ‌های نفوذناپذیر مانند سنگ گچ یا شیل برسند، دیگر قادر به ادامه مهاجرت نخواهند بود. این لایهٔ نفوذناپذیر (پوش‌سنگ) جلوی حرکت نفت و گاز به سطح زمین را می‌گیرد و آنها را در سنگ مخزن به دام می‌اندازد. ویژگی مهم سنگ مخزن، وجود تخلخل و نفوذپذیری زیاد آن است. مانند: ماسه سنگ و سنگ آهک حفره‌دار (ریف‌ها).

مخازن نفتی، دارای شکل (وضعیت) هندسی مناسب برای تجمع و ذخیره‌سازی نفت می‌باشند. در داخل سنگ مخزن، به دلیل اختلاف چگالی، آب شور، نفت و گاز از هم جدا می‌شوند که به این جدایش، مهاجرت ثانویه نفت گفته می‌شود.

نفت‌گیرها انواع مختلفی دارند. مانند: تاقدیسی، گسلی، گنبد نمکی، ریفی (مرجانی) و... .

گفته می‌شود که ۹۹/۹ درصد نفتی که در طول تاریخ زمین تولید شده، به سطح زمین رسیده و از بین رفته و ۰/۱ درصد آن، همهٔ ذخایر نفت موجود را تشکیل داده است.



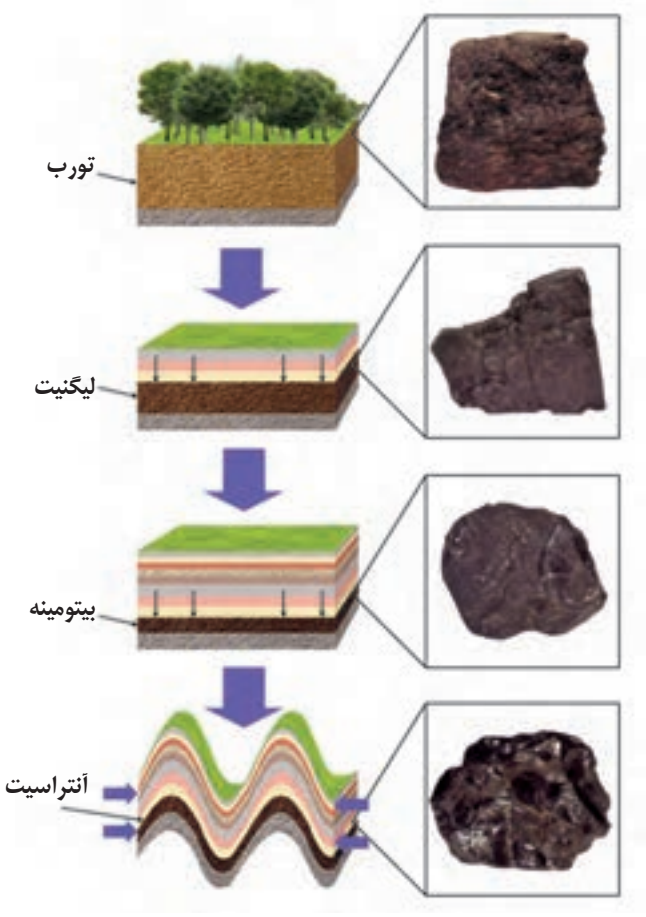
شکل ۱۸ـ۲ـ انواع تله‌های نفتی

زغال‌سنگ: یک سوخت فسیلی جامد است که از مواد آلی در محیط‌های خشکی به وجود می‌آید. این مواد آلی، بیشتر از گیاهان جنگل حاصل می‌شوند. آنها، در باتلاق‌ها انباشته شده و توسط رسوبات پوشیده می‌شوند و بدون حضور اکسیژن به مرور زمان، به تورب که یک نوع زغال نارس است، تبدیل می شوند. در برخی کشورها مانند ایرلند، تورب به‌عنوان یک ماده سوختی بهره‌برداری می‌شود (شکل ۱۹ـ۲).

شکل۱۹ـ۲ـ تورب

abadgaranedu.ir

در طی میلیون‌ها سال، تورب در زیر فشار رسوبات و وزن سنگ‌های بالایی، فشرده‌تر شده و آب و مواد فرّار مانند کربن‌دی‌اکسید و متان از آن خارج می‌شود. با خروج این مواد، در نهایت، ضخامت تورب که ماده‌ای پوک و متخلخل است، کاهش می‌یابد و به لیگنیت تبدیل می‌شود. با افزایش تراکم، لیگنیت به زغال سنگ‌های مرغوب‌تری به نام بیتومینه و سپس آنتراسیت تبدیل می‌شود (شکل ۲۰ـ۲). در فرایندهای زغال‌شدگی از تورب تا آنتراسیت، تغییرات زیادی رخ می‌دهد و سبب می‌شود با خروج تدریجی آب و مواد فرّار، درصد کربن در سنگ حاصل، افزایش یابد و کیفیت و توان تولید انرژی زغال‌سنگ بهتر شود.

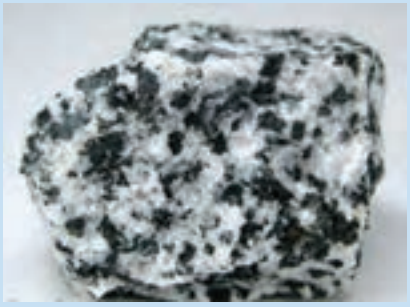


شکل ۲۰ـ۲ـ مراحل تشکیل آنتراسیت (زغال رسیده)

فکر کنید

- وجود ذخایر زغال‌سنگ در سیبری که امروزه، سرزمینی سرد و بدون جنگل‌های انبوه می‌باشد را چگونه توجیه می‌کنید؟
- لایه‌های زغال‌دار طبس، نشان‌دهنده چه نوع آب‌وهوایی در گذشته در این منطقه است؟
- چرا برخی از مناطق، با وجود جنگلی بودن، مکان مناسبی برای تشکیل زغال سنگ نیستند؟

abadgaranedu.ir



• **سنگ‌شناسی(پترولوژی):** سنگ‌شناسی، شاخه‌ای از زمین‌شناسی است که در آن شیوه تشکیل، منشأ، رده‌بندی و ترکیب سنگ‌های آذرین و دگرگونی بررسی می‌شود. فرایندهای دگرگونی، آتش‌فشانی، نفوذ توده‌های آذرین در درون زمین و حتی در ماه و دیگر سیاره‌ها و مناطق زمین‌گرمایی، توسط پترولوژیست‌ها مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

• **زمین شناسی اقتصادی:** زمین‌شناسانی که در موضوع زمین شناسی اقتصادی تخصص دارند، با بهره گیری از اصول زمین‌شناسی و پراکندگی عناصر در پوسته زمین، به‌دنبال مکان‌هایی هستند که در آن ذخایر معدنی ارزشمند مانند مس، آهن، طلا، نقره، الماس و دیگر گوهرها و ... قرار دارند.

• **زمین‌شناسی نفت:** زمین‌شناس نفت، از تخصص خود در شناخت، چگونگی تشکیل و مهاجرت نفت در اعماق چند کیلومتری زمین استفاده می‌کند. همچنین مکان‌هایی که نفت می‌تواند در آنجا انباشته شود، شناسایی و مکان‌هایی از یک میدان نفتی یا گازی که برای حفاری و استخراج نفت مناسب است را مشخص می‌کند.

• **ژئوشیمی:** کلارک و محققان دیگر، مطالعات زیادی درباره ترکیب سیارات به‌ویژه زمین انجام دادند و یافته‌های آنها، پایه علم ژئوشیمی امروزه را تشکیل داده است. مطالعات روی ترکیب سیارات که در واقع همان ترکیب تقریبی زمین است، تأثیر بسزایی در شناخت عناصر و منابع روی زمین و چگونگی تشکیل آنها دارد و باعث می‌شود منابع ارزشمند شناخته شوند و بهره‌برداری بهتری از آنها در زندگی امروزی صورت گیرد.

متخصصین فوق، در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صنایع و معادن، شرکت ملی نفت، گاز، پتروشیمی و جواهر سازی، کمک شایانی در بهبود اقتصاد کشور خواهند داشت.

abadgaranedu.ir

جنوب استان لرستان

abadgaranedu.ir

فصل ۳

منابع آب و خاک

فضانوردان، زمین را یک سیاره آبی و بسیار زیبا توصیف کرده‌اند. آب با حالت‌های جامد، مایع و گاز، باعث تغییرات وسیعی در لایهٔ سطحی و پیرامون کرهٔ زمین می‌شود. آب، نماد زندگی است و در سفری پایان‌ناپذیر بین سنگ کره و هوا کره، سبب تغییر پوسته زمین، فرسایش، تغییرات اقلیمی و... می‌شود.

آیا می‌توان بدون آب به زندگی ادامه داد؟ سطح زمین بدون آب، چه منظره‌ای خواهد داشت؟ در آینده نزدیک، با افزایش روزافزون جمعیت و توسعه کشاورزی و صنعت، گرم شدن کره زمین و... بشر با چه چالش‌هایی برای تأمین آب شیرین روبه‌رو خواهد شد؟

آیا می‌توان بدون خاک به زندگی ادامه داد؟ خاک، چه نقشی در زندگی گیاهان و جانوران دارد؟ آیا می‌دانید خاک، چگونه و از چه موادی تشکیل می‌شود؟

abadgaranedu.ir

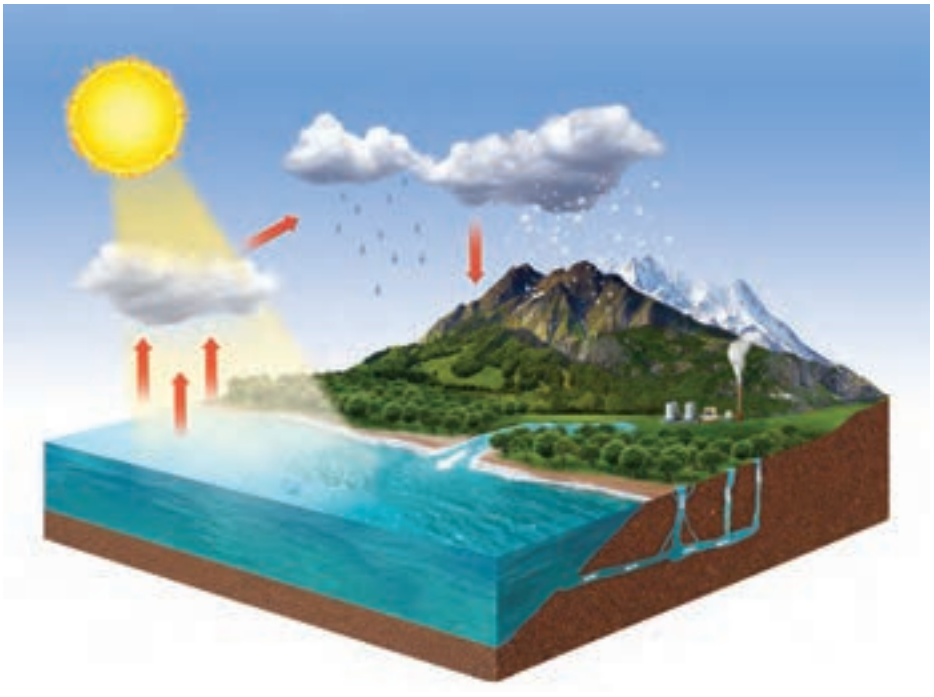
فرونشست زمین

فرسایش

زندگی انسان و سایر جانداران، بدون آب امکان‌پذیر نیست. آب مورد نیاز، از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی تأمین می‌شود. بارش‌های جوی در تأمین این منابع، نقش اساسی دارند. بخشی از بارش‌ها در یک حوضه آبریز، قبل از رسیدن به سطح زمین، توسط شاخ و برگ گیاهان گرفته می‌شود و برگاب را به‌وجود می‌آورد (شکل ۱ـ۳ـ الف) که مقداری از آن به‌صورت تبخیر، مجدداً به هوا کره برمی‌گردد. بخشی دیگر که به سطح زمین می‌رسد، یا تبخیر می‌شود، یا به‌صورت رواناب، به سوی مناطق پست‌تر حوضه آبریز جریان می‌یابد. بخشی از رواناب به داخل زمین، نفوذ و منابع آب زیرزمینی را تغذیه می‌کند. بخش عمده آب زیرزمینی، سرانجام از طریق چشمه، چاه یا قنات، مجدد به سطح زمین راه می‌یابد (شکل ۱ـ۳ـ ب).

با هم بیندیشید

- چه عواملی بر مقدار برگاب و رواناب مؤثرند؟
- تبخیر در چه بخش‌هایی از چرخهٔ آب صورت می‌گیرد؟



ب) چرخه آب

شکل ۱ـ۳ـ الف) نمایی از برگاب

abadgaranedu.ir

آب جاری

آب جاری، با آنکه در مقایسه با حجم کل آب کره، بسیار ناچیز است اما، در تغییرات سطح زمین و تشکیل منابع آب مانند: آب آشامیدنی، کشاورزی، صنعت، تولید برق و ... اهمیت زیادی دارد.

جمع‌آوری اطلاعات

- شکل روبه‌رو، شش حوضهٔ آبریز اصلی ایران را نشان می‌دهد.

با جستجو در منابع معتبر، یک یا دو رودخانه اصلی در هر حوضه را مشخص کنید.

آبدهی: سرعت حرکت آب در نقاط مختلف یک رود، متغیر است. اندازه‌گیری سرعت آب و آبدهی رود، به‌صورت روزانه و یا در دوره‌های زمانی طولانی‌تر و به روش‌های مختلف انجام می‌شود. با تعیین سرعت آب در یک رود یا کانال و اندازه‌گیری سطح مقطع آن، می‌توان مقدار آبدهی (دبی) را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کرد (شکل ۲ـ۳).

$$Q=A\times V$$

Q: دبی برحسب متر مکعب بر ثانیه

A: مساحت سطح مقطع جریان آب برحسب متر مربع

V: سرعت جریان آب برحسب متر بر ثانیه

به بیان دیگر آبدهی (دبی) عبارت است از، حجم آبی که در واحد زمان (ثانیه) از مقطع عرضی رودخانه عبور می‌کند.

شکل ۲ـ۳ـ ایستگاه اندازه‌گیری آبدهی رود

پیوند با ریاضی

- آب در رودی با سطح مقطع ۱۰۰ مترمربع، و با سرعت متوسط ۲ متر بر ثانیه در جریان است. آبدهی رود را محاسبه کنید.
- اگر این رود به یک تالاب منتهی شود، در طی یک هفته، چند متر مکعب آب را وارد تالاب می‌کند؟

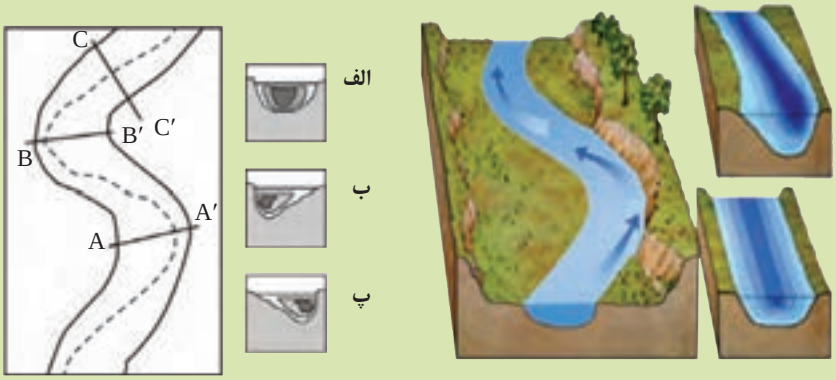
abadgaranedu.ir

آبدهی رود، در بهار، به علت ذوب برف‌ها و افزایش بارندگی، افزایش می‌یابد. در ادامه در طول تابستان، معمولاً آبدهی رود کاهش می‌یابد. در مناطق مرطوب، که مقدار بارندگی زیاد و تبخیر، کم است، رودها از نوع دائمی هستند. در این رودها، بخشی از آب که همیشه جریان دارد، آبدهی پایه را تشکیل می‌دهد. آب این رودها، در زمانی که بارندگی نیست، از ذوب برف و یخ نواحی مرتفع و یا از ورود آب‌های زیرزمینی به داخل آنها تأمین می‌شود. در مناطق گرم و خشک که مقدار بارندگی کم و تبخیر زیاد است، بیشتر رودها، موقتی و فصلی هستند.

فکر کنید

۱ـ مقدار رسوب‌گذاری و فرسایش را در نقاط A و A′ مقایسه کنید.

۲ـ هریک از نیم‌رخ‌های الف و ب و پ مربوط به کدام مقطع رود می‌باشد؟



مقاطع مختلف رود

آب زیرزمینی

انسان‌های نخستین، از آب زیرزمینی تنها برای آشامیدن و پختن غذا استفاده می‌کردند. به‌تدریج، با گذشت زمان از این آب، برای کشاورزی و گردش آسیاب‌ها نیز بهره می‌بردند. مردم ایران زمین، از قدیم، آب‌های زیرزمینی را با احداث قنات به سطح زمین می‌آوردند و به روستاها و شهرهای خود می‌رساندند. آب زیرزمینی، آبی است که در منافذ و فضاهای خالی لایه‌های نزدیک به سطح زمین جمع می‌شود و از طریق چاه، چشمه و قنات، قابل بهره‌برداری می‌گردد.

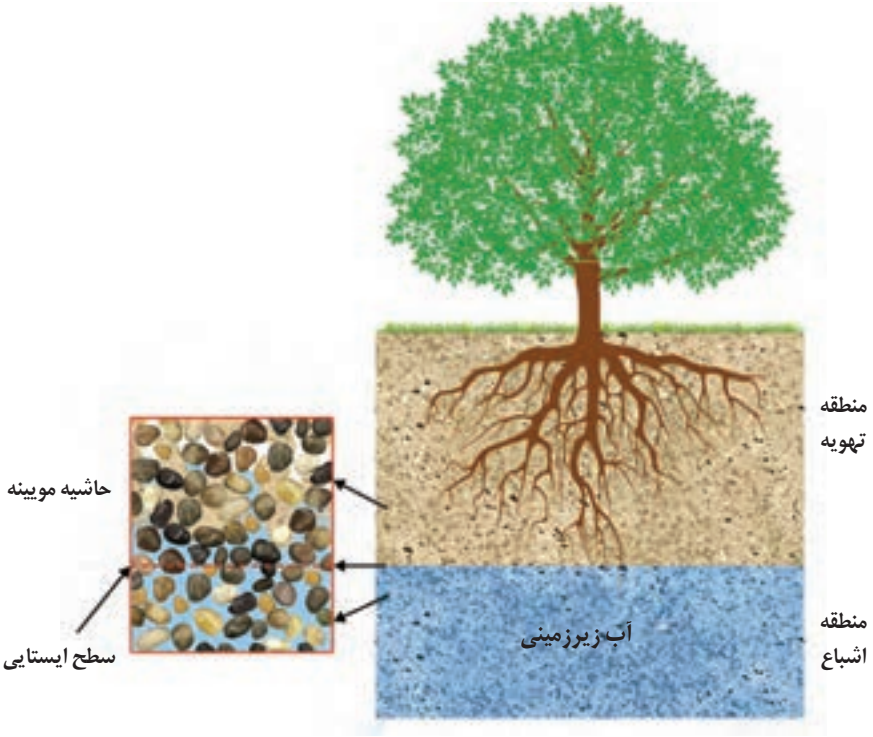
جمع‌آوری اطلاعات

- قدیمی‌ترین قنات جهان، در کدام استان کشور قرار دارد و نام آن چیست؟
- حدود ۴۰۰۰۰ رشته قنات در کشور ما وجود دارد. بیشترین تعداد قنات، در کدام یک از شش حوضه آبریز اصلی ایران حفر شده‌اند؟ دلیل آن چیست؟

abadgaranedu.ir

آب زیرزمینی قابل بهره‌برداری، گرچه فقط حجم کمی از آب کره را تشکیل می‌دهد، ولی همین مقدار، بزرگ‌ترین ذخیره آب شیرینِ قابل بهره‌برداری در خشکی‌ها است.

سطح ایستابی: در هنگام نفوذ آب به داخل زمین، بخشی از آب نفوذی به سطح ذرات خاک یا سنگ می‌چسبد، به طوری که منافذ و فضاهای خالی، توسط آب و هوا پر می‌شود و منطقهٔ تهویه شکل می‌گیرد. بخشی از آب نفوذی، به طرف عمق بیشتر حرکت می‌کند تا به سنگ بستر برسد، و منطقهٔ اشباع را ایجاد می‌کند. تمام فضاهای خالی منطقه اشباع، توسط آب پرشده است. سطح بالایی این منطقه، سطح ایستابی است (شکل ۳ـ۳).



شکل ۳ـ۳ـ توزیع عمقی آب زیرزمینی و تشکیل سطح ایستابی

مفاخر ایرانی

● برخی از دانشمندان ایرانی در مورد آب‌های زیرزمینی، نظرات ارزنده‌ای ارائه کرده‌اند. ابوبکر محمدبن الحسن الحاسب کرجی (قرن چهارم و پنجم هـ.ق) کتابی با عنوان «استخراج آب‌های پنهانی» درباره منشأ و روش‌های استخراج آب زیرزمینی نوشته است. ابوریحان بیرونی (قرن چهارم و پنجم هـ. ق) در کتاب « آثار الباقیه» منشأ آب چشمه‌ها و علت تغییر مقدار آب آنها را ذکر کرده است. وی خروج آب از چاه‌های آرتزین را براساس قانون ظروف مرتبطه بیان کرده است. ابو حاتم مظفر اسفرازی (قرن پنجم و ششم هـ. ق) در «رساله آثار علوی» مطالبی دربارهٔ شکل‌گیری چشمه‌ها و رودها، نفوذ آب به داخل زمین، تغییر کیفیت آب به دلیل وجود کانی‌های قابل حل در مسیر آب، عنوان کرده است.

پیوند با فیزیک

- چه نیرویی باعث تشکیل حاشیهٔ مویینه می‌شود؟
- اندازهٔ ذرات خاک، چه تأثیری بر ضخامت حاشیه مویینه دارد؟
- هنگامی که عمق سطح ایستابی کم باشد به‌طوری‌که حاشیه مویینه، به سطح زمین برسد، چه اتفاقی می‌افتد و چه مشکلاتی ایجاد می‌کند؟

عمق سطح ایستابی در مناطق مختلف، متفاوت است. در بعضی مناطق ممکن است تا صدها متر برسد. سطح ایستابی، تقریباً از توپوگرافی سطح زمین تبعیت می‌کند. هنگامی که سطح ایستابی با سطح زمین برخورد کند، آب زیرزمینی به‌صورت چشمه و گاهی

abadgaranedu.ir

به‌صورت برکه در سطح زمین ظاهر می‌شود و درصورتی که سطح ایستابی بر سطح زمین منطبق شود یا در نزدیک آن قرار گیرد، باتلاق یا شوره‌زار تشکیل می‌شود (شکل ۴ـ۳).

شکل ۴ـ۳ـ تشکیل برکه با آب زیرزمینی

جمع آوری اطلاعات

- در مورد عوامل مؤثر بر تغییرات عمق سطح ایستابی در یک منطقه، اطلاعاتی جمع آوری و در کلاس ارائه دهید.

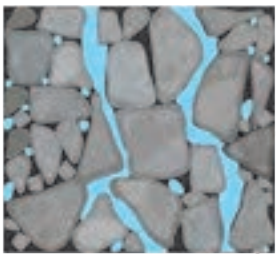
تخلخل و نفوذپذیری: برای تشکیل آبخوان، لازم است رسوبات و سنگ‌ها، دارای فضاهای خالی باشند. این فضاهای خالی یا منافذ اولیه هستند که از ابتدای تشکیل در آنها وجود داشته‌اند، یا پس از تشکیل سنگ به صورت ثانویه بر اثر شکستگی، هوازدگی، انحلال یا عوامل دیگر در آن به‌وجود آمده‌اند. درصد فضاهای خالی (تخلخل) رسوب یا سنگ، طبق رابطهٔ زیر، محاسبه می‌شود.

$$\text{درصد تخلخل} = \frac{\text{حجم فضاهای خالی } (m^3)}{\text{حجم کل } (m^3)} \times ۱۰۰$$

پیوند با ریاضی

- بر اثر بهره‌برداری از یک آبخوان در یک دشت به مساحت ۲۰۰×۱۰^۶ مترمربع و تخلخل ۳۰ درصد، سطح ایستابی ۱۰ متر افت کرده است. چه حجمی از آب تخلیه شده است؟
- چنانچه این حجم آب در طی ۳۰ روز پمپاژ شده باشد، میانگین آبدهی چاه‌ها چقدر بوده است؟

هر چه درصد تخلخل خاک یا سنگ بیشتر باشد، آب بیشتری را می‌تواند در خود نگه دارد. اما لزوماً باعث عبور آب نمی‌شود. مثلاً سنگ پا، بسیار متخلخل است اما، آب از آن عبور نمی‌کند. رس‌ها بسیار متخلخل‌اند، ولی به علت ریز بودن ذرات، نفوذپذیری بسیار اندکی دارند. میزان نفوذپذیری خاک به میزان ارتباط و اندازهٔ منافذ بستگی دارد. برخی خاک‌ها، دارای تخلخل زیاد و نفوذپذیری کم هستند و عبور آب از درون آنها، به دشواری صورت می‌گیرد. درصد تخلخل آبخوان، بیانگر مقدار آبی است که می‌تواند در آن ذخیره شود و نفوذپذیری، نشانگر توانایی آبخوان در انتقال و هدایت آب می‌باشد.



شکل ۵ـ۳ـ تخلخل و نفوذپذیری

abadgaranedu.ir

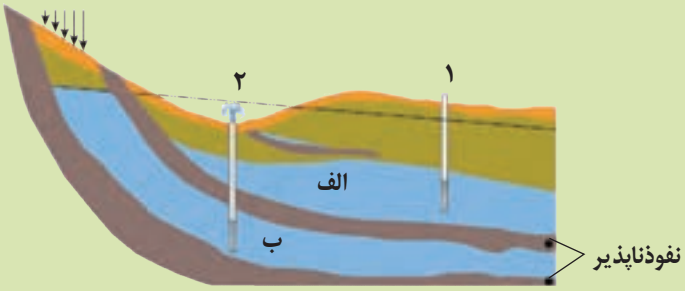
یادآوری

● در کتاب علوم پایهٔ هفتم با آبخوان و انواع آن آشنا شدید. در این‌باره به پرسش های زیر پاسخ دهید:

۱ـ آبخوان چیست؟

۲ـ در شکل زیر، نوع آبخوان‌های الف و ب را مشخص کنید.

۳ـ چاه‌های شمارهٔ ۱ و ۲ چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟



آبخوان: سنگ‌ها و رسوبات مختلف از نظر تشکیل آبخوان و میزان آبدهی، ویژگی‌های متفاوتی دارند. آبرفت‌ها و سنگ‌های آهکی حفره‌دار (آهک کارستی) قابلیت تشکیل آبخوان را دارند ولی، شیل‌ها، سنگ‌های دگرگونی و آذرین، آبخوان خوبی تشکیل نمی‌دهند به‌طوری که، معمولاً یا چشمه‌ای در آنها به وجود نمی‌آید یا در صورت تشکیل، چشمه‌هایی با آبدهی بسیار کم و فصلی دارند. در حالی که در سنگ‌های آهکی حفره دار، معمولاً چشمه‌های پر آب و دائمی ایجاد می‌شود (شکل ۶ـ۳). افزون بر آن، عواملی مانند شرایط آب و هوایی، میزان نفوذپذیری، تخلخل، شیب زمین و ساختمان زمین‌شناسی محل بر نوع آبخوان تأثیر دارد. اگر چاهی در یک لایه آبدار آزاد حفر شود، تراز آب در چاه، نمایانگر سطح ایستابی و در لایه آبدار تحت فشار، سطح پیزومتریک است.

شکل ۶ـ۳ـ الف) چشمهٔ کارستی طاق بستان کرمانشاه ب)چشمهٔ کارستی گاماسیاب نهاوند

حرکت آب زیرزمینی: آب برای حرکت در داخل زمین، نیاز به انرژی دارد. آب زیرزمینی به‌طورکلی، از مکانی با انرژی بیشتر به مکانی با انرژی کمتر حرکت می‌کند. این حرکت خیلی کندتر از حرکت آب در رودخانه است. حرکت آب در داخل آبخوان، از کمتر از یک متر تا صدها متر در روز تغییر می‌کند.

abadgaranedu.ir

ترکیب آب زیرزمینی: ترکیب آب زیرزمینی از محلی به محل دیگر تغییر می‌کند. آب زیرزمینی، به‌طور عمده، حاوی کلریدها، سولفات‌ها و بی‌کربنات‌های کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و آهن است. بسیاری از عناصر و مواد دیگر نیز به مقدار بسیار کم در آب زیرزمینی وجود دارد. غلظت نمک‌های حل‌شده در آب زیرزمینی به جنس کانی‌ها و سنگ‌ها، سرعت نفوذ آب، دما و مسافت طی شده توسط آب بستگی دارد. آب، ضمن حرکت آهسته در زیرِ زمین، فرصت زیادی برای انحلال کانی‌های مسیر خود دارد.

مقدار نمک‌های محلول در آب زیرزمینی موجود در سنگ‌های آذرین و دگرگونی، به‌طور معمول کم است. سنگ‌های تبخیری مانند سنگ نمک و سنگ گچ، انحلال‌پذیری زیادی دارند و از این‌رو، آب این‌گونه آبخوان‌ها، عموماً دارای املاح فراوان هستند. آب موجود در سنگ‌های کربناتی، معمولاً از نوع آب‌های سخت است، یعنی درصد یون‌های کلسیم و منیزیم بیشتری دارد. این‌گونه آب‌ها، به‌خوبی با صابون کف نمی‌کنند و رسوباتی را در لوله‌ها و ظرف‌ها ته‌نشین می‌کنند، به همین جهت، استفاده از آنها در صنعت و آشامیدن دارای محدودیت‌هایی است.

لایه‌های آبدار موجود در رسوبات رودخانه‌ای و آبرفتی به‌طور معمول، حاوی آب شیرین هستند. در نواحی خشک، مانند مناطق کویری ایران، در برخی نقاط، شوری آب چنان زیاد است که برای بسیاری از موارد، نامناسب است.

گفت‌وگو کنید

- در مناطق خشک، هر چقدر بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی بیشتر باشد، کیفیت آب، نامطلوب‌تر است. دلیل آن را توضیح دهید.

پیوند با شیمی

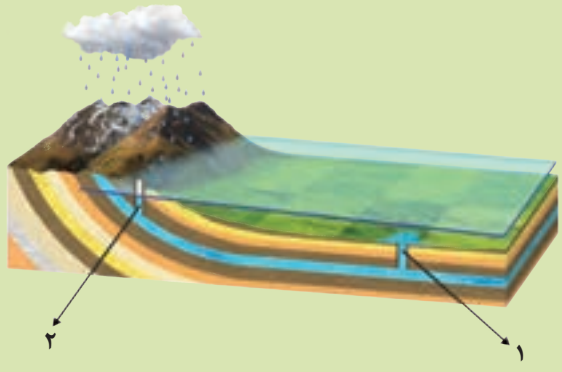
- سختی آب، به علت نمک‌های محلول در آن است. یون‌های کلسیم و منیزیم، به عنوان فراوان‌ترین یون‌های موجود در آب، ملاک تعیین سختی آب هستند.

TH: سختی کل (میلی گرم در لیتر کلسیم کربنات) $TH = ۲/۵\,Ca^{۲+} + ۴/۱\,Mg^{۲+}$

- نمونهٔ آبی دارای ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، یون کلسیم و ۳۵ میلی گرم در لیتر، یون منیزیم است. سختی کل آب چقدر است؟ تحقیق کنید که آیا این آب برای شرب مناسب است؟

فکر کنید

- مقدار املاح موجود در آب دو چاه ۱ و ۲ شکل زیر را با هم مقایسه کنید.



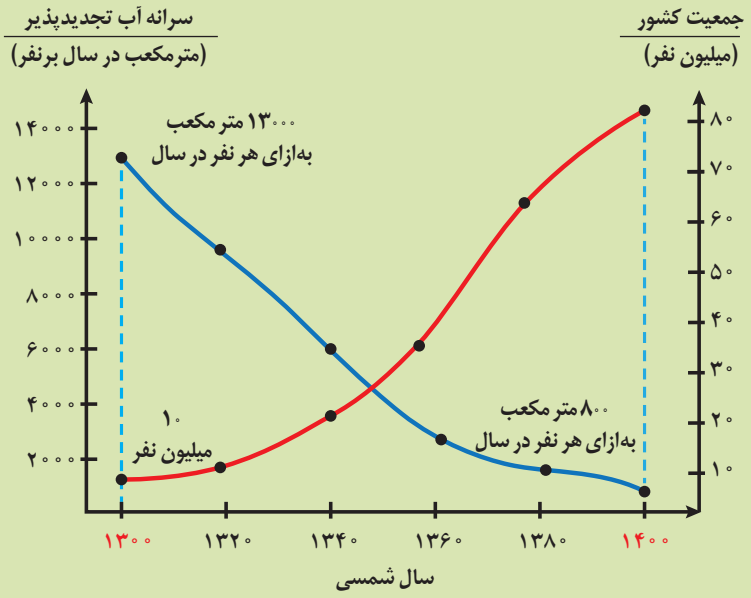
abadgaranedu.ir

تجدیدپذیری آب: در مدیریت منابع آب، ذخایر آب به دو دسته تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تقسیم می‌شوند. آب تجدیدپذیر، آبی است که در مقیاس زمانی معین، پس از مصرف انسان، از طریق چرخهٔ آب، جایگزین می‌شود. بخشی از ذخایر آب که پس از مصرف، جایگزین نمی‌شود، آب تجدیدناپذیر است. برای جلوگیری از ایجاد بحران آب، باید میزان بهره‌برداری از منابع آب، کمتر از میزان تغذیه آن منابع باشد. عدم رعایت این مورد، در طی سال‌های گذشته، منجر به کاهش شدید ذخایر آب زیرزمینی کشور ما شده است. بنابراین توجه به میزان مصرف منابع آبی کشور، بسیار مهم و حیاتی است. امروزه در برخی از کشورهای کم آب، بهره برداری از آب‌های فسیلی مطرح شده است.

آب‌های فسیلی: به آب‌هایی گفته می‌شود که در طی چند هزار سال گذشته در اعماق زیاد محبوس شده‌اند و در چرخهٔ آب قرار ندارند.

تفسیر کنید

● نمودار زیر، تغییرات سرانه آب تجدیدپذیر و جمعیت کشور در صد سال اخیر را نشان می‌دهد. نمودار را تفسیر کنید.



توازن آب (بیلان آب): محاسبهٔ بیلان آب یک لایهٔ آبدار، از بسیاری جهات، مشابه بررسی بیلان هزینه یک خانواده یا هر واحد اقتصادی است که کمک می‌کند تا میزان درآمد و هزینه‌ها با هم مقایسه شوند. در مدیریت و بهره‌برداری از منابع آب نیز، برای آنکه نوسانات حجم ذخیره منابع آب یک منطقه تعیین شود، بیلان آب محاسبه می‌شود.

توازن آب بر اساس اصل بقای جرم است. بین مقدار آب ورودی (I) به آبخوان و آب خروجی از آن (O) و تغییراتی که در حجم ذخیره آب به وقوع می‌پیوندد (ΔS)، رابطه زیر برقرار است:

$$I - O = \Delta S$$

به عبارتی، تغییراتی که در حجم آب داخل آبخوان اتفاق می‌افتد، با اختلاف آب ورودی و خروجی از آن برابر است. اگر مقدار آب ورودی به آبخوان، بیشتر از مقدار آب خروجی باشد، بیلان، مثبت و اگر کمتر از آن باشد، بیلان، منفی است.

abadgaranedu.ir

در طی سال‌های گذشته به علت بهره‌برداری زیاد از منابع آبی، بیلان منابع آب در کل کشور و در بیشتر ۶۰۹ دشت کشور، منفی بوده است. بر این اساس، بسیاری از دشت‌های کشور از نظر توسعهٔ بهره برداری آب های زیرزمینی، به‌عنوان دشت ممنوعه اعلام شده است.

جمع‌آوری اطلاعات

در منابع معتبر جستجو کنید و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

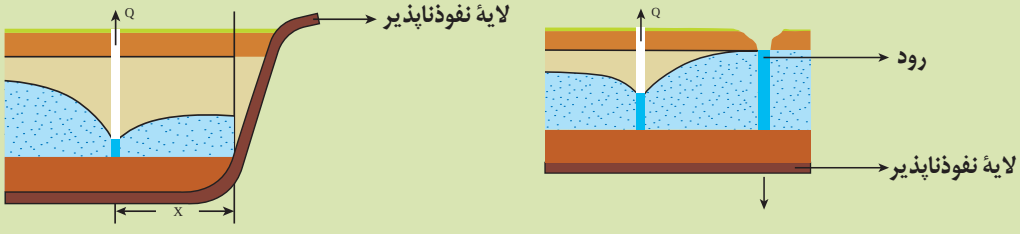
- پرمصرف‌ترین و کم‌مصرف‌ترین استان کشور از نظر مصرف آب تجدیدناپذیر، کدام استان‌ها هستند؟
- آیا محل سکونت شما در محدودهٔ دشت‌های ممنوعه واقع شده است؟

دشت‌های ممنوعه (رنگ قرمز)

گفت‌وگو کنید

۱ـ شکل‌های زیر، گسترش مخروط افت چاه در اثر بهره‌برداری و تلاقی آن با یک لایه نفوذناپذیر و یک رود را نشان می‌دهد. در مورد تأثیر آنها بر روی شکل مخروط افت و میزان آب ورودی به چاه گفت‌وگو کنید.

۲ـ اگر مخروط افت چاه با یک منبع آلاینده مانند یک چاه فاضلاب برخورد کند، چه اتفاقی می‌افتد؟



abadgaranedu.ir

الف) فرونشست ناگهانی

ب) فرونشست تدریجی

شکل ۷ـ۳

فرونشست زمین: یکی از پیامدهای برداشت بی‌رویهٔ آب زیرزمینی، فرونشست زمین است. این وضعیت در بسیاری از دشت‌های کشور ما که با بیلان منفی آب زیرزمینی روبه‌رو هستند، مشاهده می‌شود .

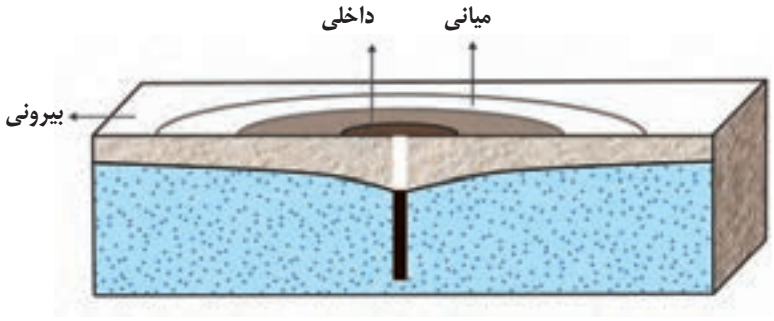
فرونشست زمین یا به صورت سریع، به شکل فروچاله ایجاد می‌شود (شکل ۷ـ۳ـ الف) و یا آرام و نامحسوس به صورت نشست سطح وسیعی از منطقه و ایجاد ترک و شکاف در سطح زمین نمایان می‌شود (شکل ۷ـ۳ـ ب). فرونشست زمین می‌تواند خسارت‌های فراوان به زیربناها و انواع سازه‌ها و زمین‌های کشاورزی وارد کند. برای کاهش میزان فرونشست زمین، باید بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی کاهش یابد و با تغذیهٔ مصنوعی آبخوان‌ها تقویت شوند.

کاوش کنید

- فرونشست دشت‌ها، چه پدیده‌های مخربی را می‌تواند به همراه داشته باشد؟
- تغذیه مصنوعی چیست و چگونه انجام می‌شود؟

آلودگی منابع آب زیرزمینی: کیفیت آب زیرزمینی، بستگی به ترکیب شیمیایی و مقدار املاح موجود در آن دارد. افزون بر املاح آب، برخی آلودگی‌ها توسط انسان به آن وارد می‌شود. منابع آلاینده آب زیرزمینی، به‌صورت نقطه‌ای و یا غیرنقطه‌ای هستند. در حالت نقطه‌ای، مواد آلوده کننده از یک نقطه مشخص، مانند یک چاه فاضلاب (چاه جذبی)، به‌طور مستقیم وارد آب زیرزمینی می‌شوند. در حالت غیر نقطه‌ای، مواد آلوده کننده به‌وسیله رواناب‌های آلوده از سطح مراتع، و یا زمین‌های کشاورزی به زمین نفوذ کرده و وارد آب زیرزمینی می‌شوند.

حریم منابع آب: کیفیت منابع آب زیرزمینی به وسیله کودهای کشاورزی، فاضلاب‌های صنعتی و شهری و همچنین کمیّت آنها از طریق بهره‌برداری زیاد، در معرض تهدید است. بنابراین حفاظت از این منابع، دارای اهمیت زیادی است. یکی از روش‌های حفاظت از منابع آب زیرزمینی، تعیین حریم برای آنها است. بر این‌اساس، حریم کمّی و کیفی تعریف می‌شود. حریم کمّی، براساس شعاع تأثیر دو چاه در نظر گرفته می‌شود که حدود ۵۰۰ متر است. حریم کیفی چاه‌های تأمین کننده آب شرب، به‌صورت پهنه‌های حفاظتی تعریف می‌شود. منظور از پهنه‌های حفاظتی، محدوده‌ای در اطراف چاه است که آلاینده قبل از رسیدن به چاه از بین می‌رود. پهنه‌های حفاظتی، معمولاً شامل سه بخش داخلی، میانی و بیرونی است (شکل ۸ـ۳).



شکل ۸ـ۳ـ پهنه‌های حریم چاه

abadgaranedu.ir

جدول زیر را کامل کنید.

ردیف	حریم	فعالیت
۱	بیرونی	
۲	میانی	
۳	داخلی	

منابع خاک

در کتاب‌های درسی علوم تجربی آموختید که خاک، حاصل هوازدگی و خرد شدن سنگ‌ها است (شکل ۹ـ۳). خاک، محیط مناسبی برای کشت گیاهان و محلی برای زندگی برخی موجودات زنده است. خاک به‌عنوان سطحی‌ترین قشر زمین و بستر تولید محصول کشاورزی شناخته می‌شود که به‌طور دائمی در معرض تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیستی است.

شکل ۹ـ۳ـ خرد شدن سنگ‌ها

یادآوری

● در گذشته، با هوازدگی و انواع آن آشنا شدید. در این باره به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱ـ جنبه‌های مثبت و منفی هوازدگی را بیان کنید.

۲ـ هر یک از تصاویر زیر، کدام نوع هوازدگی را نشان می‌دهد؟

الف

ب

پ

abadgaranedu.ir

خاک، از دو بخش آلی و معدنی تشکیل شده است. بخش معدنی، شامل برخی عناصر مانند نیتروژن، فسفر، کلسیم و... ، همچنین برخی کانی‌ها مانند کانی‌های رسی و کوارتز می‌باشد. البته ترکیب خاک‌ها، متغیر است و به عواملی مانند نوع سنگ مادر، شیب زمین، فعالیت جانداران و اقلیم منطقه بستگی دارد.

ذرات تشکیل‌دهنده خاک، برحسب اندازه، به سه دسته اصلی درشت دانه (خاک‌های شنی)، متوسط دانه (ماسه و لای[1]) و ریزدانه (خاک‌های رسی) تقسیم می‌شوند. معمولاً خاک‌های طبیعی، ترکیبی از آنها است.

مقدار آبی که خاک‌ها می‌توانند در خود نگه دارند، بستگی به اندازه ذرات خاک دارد. هرچه ذرات خاک ریزتر باشد، آب بیشتری را در خود نگه می‌دارد. خاک‌رس، بسیار ریزدانه است، بنابراین فضای بین ذرات آن بسیار کوچک است به‌طوری که گردش آب و هوا به خوبی صورت نمی‌گیرد و برای رشد گیاهان مناسب نیست. درخاک‌های شنی، آب به راحتی از میان ذرات عبور می‌کند یعنی، زهکشی خوبی دارد، اما برای رشد گیاهان مناسب نمی‌باشد، چون آب و مواد مغذی را در خود نگه نمی‌دارد. مخلوط مناسب خاک ماسه‌ای و رسی و استفاده از کود مناسب یا گیاخاک، ترکیب مناسبی است که موجب حاصلخیزی خاک می‌شود. به‌طورکلی، خاک لوم که ترکیبی ازماسه، لای و رس است، خاک دلخواه کشاورزان و باغبان‌ها می‌باشد.

نیم رخ خاک: به مقطع عمودی خاک از سطح زمین تا سنگ بستر که افق‌های مختلف خاک در آن قابل مشاهده می‌باشد، نیم رخ خاک می‌گویند. معمولاً در نیم‌رخ خاک، افق‌های زیر وجود دارد (شکل ۱۰ـ۳).

شکل ۱۰ـ۳ـ افق‌های خاک

۱ـ **لای (سیلت):** به ذرّات رسوبی بزرگ‌تر از رس و کوچک‌تر از ماسه گفته می‌شود.

abadgaranedu.ir

افق A ، بالاترین لایه خاک است. ریشهٔ گیاهان در آن رشد می‌کنند. این افق، معمولاً حاوی گیاخاک به همراه ماسه و رس است. وجود مواد آلی باعث رنگ خاکستری تا سیاه این افق می‌شود. افق B یا خاک میانی، معمولاً از رس، ماسه، شن و مقدارکمی گیاخاک تشکیل می‌شود. افق C، خاک زیرین است و در آن، مواد سنگی به میزان کم، تخریب و تجزیه شده‌اند، در نتیجه سنگ اولیه تغییر زیادی نکرده و به‌صورت قطعات خرد شده است. در زیر این افق، سنگ بستر قرار دارد که تخریب و یا تجزیه‌ای در آن صورت نگرفته است. اگرچه این افق‌ها در بسیاری از نیم‌رخ خاک‌ها مشاهده می‌شود ولی، خاک‌های مناطق مختلف از نظر رنگ، بافت، ضخامت و ترکیب شیمیایی متفاوت هستند. خاک حاصل از تخریب سیلیکات‌ها و سنگ‌های فسفاتی، از نظر کشاورزی و صنعتی ارزش زیادی دارد. در صورتی که خاک‌های حاصل از تخریب سنگ‌های دارای کانی‌های مقاوم (مانند کوارتز) که غالباً شنی و ماسه‌ای می‌باشند، فاقد ارزش کشاورزی هستند. در کشاورزی، خاکی را حاصلخیز می‌گویند که موجب رشد بیشتر گیاه شود.

فرایند تشکیل خاک، بسیار کُند است. در شرایط طبیعی، به‌طور میانگین ۳۰۰ سال زمان لازم است تا خاکی به ضخامت ۲۵ میلی‌متر تشکیل شود.

فکر کنید

- دربارهٔ خاک مناطق مختلف آب و هوایی، جدول زیر را با کلمات (کم، زیاد) کامل کنید.

خاک مناطق	مقدار گیاخاک	ضخامت خاک
معتدل	زیاد	
استوایی		زیاد
قطبی	کم	
بیابانی		کم

- بیشترین محصولات کشاورزی از مناطق معتدله به‌دست می‌آید. علت این امر چیست؟

فرسایش: فرسایش، فرایندی مداوم است که طی آن، ذرات خاک از بستر اصلی خود جدا و به کمک عوامل انتقال دهنده به مکان دیگری حمل می‌شود. فعالیت‌های انسانی آن را کاهش یا افزایش می‌دهد اما نمی‌تواند آن را کاملاً متوقف کند. مقدار فرسایش‌پذیری خاک، معمولاً در ایام مختلف سال، ثابت نیست.

فرسایش به طور طبیعی و توسط عواملی مانند آب‌های جاری، باد، یخچال، نیروی جاذبه و آب‌های زیرزمینی و بدون دخالت انسان و به آرامی، یا با سرعت زیاد انجام می‌شود. فعالیت‌های انسانی مانند کشاورزی، معدن کاری، جاده‌سازی و سایر فعالیت های عمرانی، فرسایش طبیعی را تشدید می‌کنند. افزون بر انسان، سایر جانداران نیز، در افزایش این فرسایش‌ها نقش دارند.

abadgaranedu.ir

فکر کنید

● در هر یک از تصاویر زیر، که نمونه‌هایی از فرسایش زمین را نشان می‌دهد، کدام عامل فرسایشی، دخالت بیشتری دارد؟

الف

ب

abadgaranedu.ir

گفت‌وگو کنید

● دربارهٔ نقش فعالیت‌های انسان در افزایش و کاهش فرسایش خاک گفت‌وگو کنید.

فرسایش آبی: در نقاطی که آب بر روی خاک بدون پوشش، در جریان باشد، مقداری از ذرّات خاک از بستر، جدا و با آب حمل می‌شوند. مهم‌ترین ویژگی بارندگی که در فرسایش زمین مؤثر می‌باشد، شدت و مدت بارش است. هنگامی که جریان آب، شدت پیدا کند، باعث فرسایش خندقی و از بین رفتن زمین‌های با ارزش کشاورزی می‌شود. پیدایش خندق‌ها، علاوه‌بر آنکه از ارزش زمین‌های کشاورزی می‌کاهد، باعث تخریب جادّه‌ها، پل‌ها و ساختمان‌ها می‌شود. در اغلب شرایط می‌توان با ساخت کانال و ایجاد پوشش گیاهی، انرژی جریان آب را کاهش داد (شکل ۱۱ـ۳).

شکل ۱۱ـ۳ـ فرسایش خندقی

جمع‌آوری اطلاعات

● هر یک از پیامدهای زیر، در محل زندگی شما مربوط به کدام نوع بارندگی (آرام و کوتاه – آرام و طولانی – شدید و کوتاه – شدید و طولانی) است؟

نفوذ آب به آبخوان ـ فرسایش خاک ـ وقوع سیل ـ ایجاد رواناب

قدرت فرسایندگی رواناب، بستگی به سرعت و میزان مواد معلق موجود در رواناب دارد. هر چه سرعت رواناب و جرم و میزان مواد معلق بیشتر باشد، انرژی جنبشی آب، و در نتیجه، قدرت فرسایندگی آن بیشتر می‌شود. قدرت فرسایندگی آب خالص، کمتر از آب دارای مواد معلق است. وقتی میزان مواد معلق، بیشتر از توان حمل رواناب باشد و یا از سرعت آب جاری کاسته شود، رسوب‌گذاری رود شروع می‌گردد.

جمع‌آوری اطلاعات

در مورد فرسایش خاک و عوامل مؤثر بر آن، اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱ـ برای افزایش نفوذپذیری خاک، به منظور کاهش رواناب، چه اقدامی می‌توان انجام داد؟

۲ـ آتش‌زدن زمین‌های کشاورزی، پس از برداشت محصول، چه تأثیری بر فرسایش خاک دارد؟

فرسایش خاک، باعث کاهش سطح زیر کشت و کاهش حاصلخیزی زمین‌ها می‌شود. همچنین با ته‌نشینی مواد در آبراهه‌ها و مخازن سدها و کاهش ظرفیت آب‌گیری آنها، خسارت‌های فراوانی را ایجاد می‌کند.

abadgaranedu.ir

بیشتر بدانید

● به علت بهره‌برداری غیر اصولی و نادرست بشر تاکنون، میلیون‌ها هکتار از جنگل‌ها، مراتع و زمین‌های کشاورزی به زمین‌های بایر تبدیل شده است، فرسایش انسانی، یکی از مشکلات جهانی است. طبق تخمین سازمان خواربار جهانی (فائو) هرسال بیش از ۷۵ میلیارد تن خاک از سطح خشکی‌ها فرسایش می‌یابد. در کشور ما، آثار و علائم فرسایش در اکثر نقاط دیده می‌شود.

حفاظت آب و خاک: آب و خاک برای هر کشور، به عنوان سرمایه‌های ارزشمند، اهمیت فراوان دارد زیرا، آب و خاک از عوامل ضروری برای رشد گیاه و افزایش محصولات کشاورزی، باغی و جنگلی است. حفاظت از منابع آب به منظور استفادهٔ بهینه از این منابع و رسیدن به توسعهٔ پایدار است. حفاظت آب و خاک در جلوگیری از آلودگی هوا و فرسایش خاک، تأثیر فراوانی دارد. هدف از حفاظت خاک، جلوگیری از تخریب تدریجی خاک است. زمانی این هدف تحقق می‌یابد که سرعت فرسایش خاک، کمتر از سرعت تشکیل آن باشد.

علم، زندگی، کارآفرینی

● **هیدروژئولوژی:** مطالعه در زمینهٔ چگونگی حرکت آب در درون زمین، اکتشاف و شناخت ویژگی‌های آب‌های زیرزمینی، نحوه بهره‌برداری و فعالیت‌های عمرانی و معدنی مرتبط با آب‌های زیرزمینی در علم هیدروژئولوژی انجام می‌شود.

● **رسوب‌شناسی:** مواد حاصل از فرسایش کوه‌ها توسط عوامل فرسایشی همچون آب، باد و یخ به مناطق پست یا حوضه رسوبی انتقال یافته و در آنجا بر روی هم انباشته می‌شوند. این مواد، پس از سخت شدن، به سنگ‌های رسوبی تبدیل می‌شوند. در رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی، فرایندهای انتقال، ته‌نشینی و تبدیل رسوبات به سنگ‌های رسوبی مطالعه می‌شود.

متخصصین این رشته درسازمان‌ها و شرکت‌های تابعه وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی، صنعت، معدن و تجارت، سازمان محیط‌زیست، شرکت‌های مهندسی مشاور مرتبط با تأمین و انتقال آب، سدسازی وتونل‌سازی، وزارت راه و شهرسازی، شهرداری‌ها و... می‌توانند در هدایت پروژه‌های عمرانی و پژوهشی کمک شایانی داشته باشند.

فرسایش زمین و تشکیل دره توسط آب و باد

abadgaranedu.ir

سد کارون

abadgaranedu.ir

فصل ۴

زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی

انسان از گذشته‌های دور، بناهایی ساخته است که هنوز هم پس از گذشت هزاران سال، باقی مانده‌اند. ستون‌های بزرگ تخت‌جمشید، بناهای چُغازنبیل، اهرام مصر، دیوار چین و قنات‌های باستانی با وجود گذشت سال‌ها، هنوز هم پابرجا هستند و دانش مهندسی را در عهد باستان نشان می‌دهند. به‌راستی، چه عواملی باعث شده است تا این بناها همچنان پا برجا بمانند؟ در ساخت آنها، از چه مصالحی استفاده شده است؟

جاده‌ها، راه‌آهن، پل‌ها، تونل‌ها، خطوط انتقال نفت، گاز و آب، سدها، کارخانه‌ها، ساختمان‌های بلند، برج‌های مخابراتی مانند برج میلاد و همه سازه‌های مهندسی، از موادی ساخته می‌شوند که از زمین به‌دست می‌آیند.

بارها در رسانه‌ها، اخبار مربوط به انواع ریزش سنگ در جاده‌های کوهستانی، تخریب ساختمان‌ها و سازه‌های سنگین به دلیل گودبرداری، ریزش تونل‌ها، فرار آب از سدها و تخریب بدنهٔ آنها، ریزش پل‌ها و ... را شنیده‌اید.

یکی از مسائل اصلی در ساخت و نگه‌داری سازه‌ها، پایداری زمین است. در ساخت سازه‌ها، مسائل مختلف زمین‌شناسی مطرح است که باید مورد مطالعه قرار گیرد. یکی از وظایف مهم زمین‌شناس، تشخیص احتمال وقوع فرایندهای مخرب و ارائه روش‌های مقابله با آنها است به نحوی که، آسیبی به تأسیسات و سازه‌های مهندسی وارد نشود.

abadgaranedu.ir

تونل نیایش ـ تهران

سکوی نفتی ـ خلیج‌فارس

مکان‌یابی سازه‌ها

قبل از اجرای پروژه‌های عمرانی مانند سد، نیروگاه، بزرگراه، پل، مجتمع‌های تجاری و مسکونی، برج‌ها و ... که سازه نامیده می‌شوند، انجام مطالعات زمین‌شناسی سنگ بستر آنها، ضروری است. در این مطالعات، ناهمواری‌های سطح زمین، استحکام سنگ‌ها، نفوذپذیری، پایداری دامنه‌ها در برابر ریزش و جنس مصالح به‌کار رفته در سازه مورد بررسی قرار می‌گیرد. مورفولوژی (شکل‌شناسی) و پستی و بلندی‌های محل احداث سازه، در پایداری آن تأثیر قابل‌توجهی دارد.

بیشتر بیندیشید

● در شکل روبه‌رو، با توجه به مورفولوژی منطقه، کدام محل را برای ساخت یک پل بر روی دره پیشنهاد می‌کنید؟

یکی از عوامل مهم در مکان‌یابی ساختگاه سازه‌ها، مقاومت زمین پِی آنها در برابر نیروهای وارده است. به عنوان مثال، در پشت یک سد، فشار زیادی از طرف آب به لایه‌های زیرین، تکیه‌گاه و همچنین بدنهٔ سد، وارد می‌شود. سد نیز، وزن زیادی دارد که گاه به چندین میلیون تن می‌رسد. بنابراین، آبرفت یا سنگ‌های پیِ سد، باید در برابر تنش‌های ناشی از وزن سد، مقاوم باشند و دچار گسیختگی و نشست نشوند.

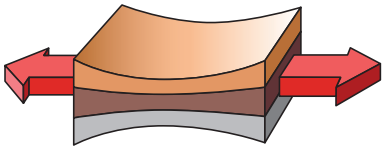
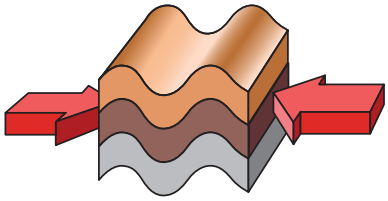
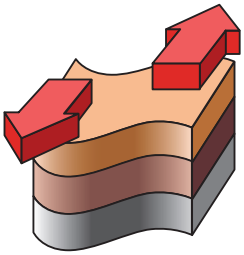
تنش

هرگاه سنگ، تحت تأثیر نیرویی از خارج قرار گیرد، در داخل سنگ نیز، نیرویی بر واحد سطح وارد می‌شود که **تنش** نامیده می‌شود. تنش‌های وارده بر یک سنگ یا خاک، ممکن است به‌صورت کششی، فشاری یا برشی یا ترکیبی از آنها باشند. تنش‌های وارده بر سنگ‌ها و خاک‌ها، باعث تغییر شکل آنها می‌شود.

$$\text{تنش} = \frac{\text{نیرو } F\ (N)}{\text{سطح } A\ (m^2)}$$

abadgaranedu.ir

جدول ۱ـ۴ـ انواع تنش

نوع تنش	اثر بر روی سنگ	تغییر شکل
کششی	گسستگی سنگ	
فشاری	متراکم‌شدن سنگ	
برشی	بریدن سنگ	

مقاومت سنگ، عبارت است از حداکثر تنش یا ترکیبی از تنش‌ها که سنگ می‌تواند تحمل کند، بدون آنکه بشکند. هر چه مقاومت سنگ، در مقابل این تنش‌ها، کمتر باشد، سنگ ناپایدارتر است و سطوح شکست بیشتری در آن ایجاد می‌شود. از این‌رو، شکستگی سنگ‌ها و ایجاد درزه‌ها، باعث ناپایداری سنگ یا خاک در پی سازه‌ها می‌شوند.

در مطالعات آغازین یک پروژه، به‌منظور نمونه‌برداری از خاک یا سنگ پی‌سازه، گمانه‌ها یا چال‌های باریک و عمیقی در نقاط مختلف محل احداث سازه حفر می‌شود. نمونه‌های سنگ یا خاک برداشت‌شده، به آزمایشگاه‌های تخصصی ارسال می‌شود و مقدار مقاومت سنگ و خاک در برابر تنش‌های وارده را مورد بررسی قرار می‌دهند (شکل ۱ـ۴).

شکل ۱ـ۴ـ الف) مغزه‌گیری با گمانه‌های اکتشافی

ب) دستگاه حفاری گمانه

abadgaranedu.ir

رفتار مواد در برابر تنش

مواد جامد بر اثر تنش، تغییر شکل می‌دهند. مقدار و نوع تغییر شکل ایجاد شده، به رفتار آنها در برابر تنش بستگی دارد (شکل ۲ـ۴).

الف)

ب)

پ)

شکل ۲ـ۴ـ الف) کش‌سان ـ ب) خمیرسان ـ پ) شکننده

برخی از اجسام، مانند سنگ‌ها از خود رفتار کش‌سان (الاستیک) نشان می‌دهند. بدین معنی که با اِعمال تنش، سنگ‌ها دچار تغییر شکل می‌شوند و با رفع تنش، به حالت اولیهٔ خود بازمی‌گردند. اما، اگر تنش از حد مقاومت سنگ بیشتر شود، سنگ دچار شکستگی می‌شود و درزه‌ها و گسل‌ها را به‌وجود می‌آورد. برخی از سنگ‌ها از خود رفتار خمیرسان (پلاستیک) نشان می‌دهند یعنی، پس از رفع تنش، سنگ‌های تغییر شکل یافته، به‌طور کامل به حالت اولیهٔ خود برنمی‌گردند.

الف) رفتار پلاستیک سنگ‌ها

ب) رفتار شکننده سنگ‌ها

شکل ۳ـ۴ـ انواع رفتار سنگ‌ها در برابر تنش

مقاومت انواع سنگ‌ها در برابر تنش وارده، متفاوت است. **سنگ‌های آذرین**، می‌توانند تکیه‌گاه مناسبی برای سازه‌ها باشند. مانند پی سنگ سد امیرکبیر که از جنس سنگ گابرو است. بعضی از **سنگ‌های دگرگونی**، مانند کوارتزیت و هورنفلس که مقاومت بیشتری دارند، می‌توانند تکیه‌گاه مناسبی برای سازه‌های سنگین باشند و برخی دیگر از آنها مانند شیست‌ها که سست و ضعیف هستند، برای پِی سازه‌ها مناسب نیستند.

برخی از **سنگ‌های رسوبی**، مانند ماسه سنگ‌ها، استحکام لازم برای ساخت سازه را دارند اما، سنگ‌های تبخیری مانند سنگ گچ، نمک و شیل‌ها در برابر تنش مقاوم نیستند.

نفوذپذیری

یکی دیگر از عوامل مؤثر در مکان‌یابی سازه‌ها، نفوذپذیری خاک و سنگ است. سنگ‌های کربناتی، به سنگ‌های رسوبی گفته می‌شود که بیش از ۵۰ درصد آنها کانی‌های کربناتی (کلسیت و دولومیت) باشد. این سنگ‌ها، اغلب درزه‌دار هستند. با گذشت زمان و در جریان آب‌های نفوذی، بخش‌هایی از این سنگ‌ها در آب، حل و در آن حفره‌هایی تشکیل می‌دهند. پیشرفت عمل انحلال، ممکن است منجر به تشکیل حفره‌های انحلالی بزرگ در این سنگ‌ها و ایجاد غارها شود (شکل ۴ـ۴).

abadgaranedu.ir

شکل ۴ـ۴ـ الف) کارستی شدن

ب) تشکیل حفره‌های انحلالی

سنگ آهک ضخیم لایه، که فاقد حفرات انحلالی باشد، پی و تکیه‌گاه خوبی برای احداث سازه می‌باشد اما، در صورتی که سنگ آهک، دارای حفرات انحلالی باشد، می‌تواند مشکلات جدی از قبیل فرار آب یا نشست زمین را به همراه داشته باشد.

انحلال‌پذیری سنگ‌های تبخیری (سنگ گچ و سنگ نمک)، بیش از سنگ‌های آهکی است. بنابراین حفره‌ها و غارهای انحلالی در این سنگ‌ها، سریع‌تر از دیگر سنگ‌ها ایجاد می‌شود. اگر سد بر روی لایه‌هایی از سنگ گچ احداث شود، ممکن است پس از چند سال، حفرات انحلالی در سنگ، ایجاد و باعث فرار آب از مخزن سد و همچنین ناپایداری بدنهٔ سد شود.

مکان مناسب برای ساخت سد

سد، سازه‌ای است که به منظور ذخیرهٔ آب، مهار سیلاب، تأمین آب شرب و کشاورزی و همچنین تولید نیروی الکتریسیته احداث می‌شود. بعضی از سدها چند منظوره‌اند، یعنی به‌طور هم زمان، چند هدف را تأمین می‌کنند.

سدها، از نظر نوع مصالح ساختمانی به‌کار رفته، به دو دستهٔ خاکی و بتنی تقسیم می‌شوند. مهم‌ترین عامل در تعیین نوع سد و محل احداث آن، شرایط زمین‌شناسی منطقه و مصالح مورد نیاز است.

جمع‌آوری اطلاعات

- در مورد نزدیک‌ترین سد به محل سکونت خود، اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به موارد زیر پاسخ دهید:

۱ـ هدف از احداث سد

۲ـ نوع سد

۳ـ جنس سنگ پی سد

abadgaranedu.ir

در مطالعات زمین‌شناسی سد، وضعیت مخزن، تکیه‌گاه‌ها و پی سد (شکل ۵ـ۴) از نظر پایداری و فرار آب مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای آنکه فرار آب از مخزن سد صورت نگیرد باید دیواره‌ها و کف مخزن نفوذناپذیر باشند یا از نفوذپذیری بسیار کمی برخوردار باشند.

شکل ۵ـ۴ـ نمایی از بخش‌های مختلف یک سد

بیشتر بدانید

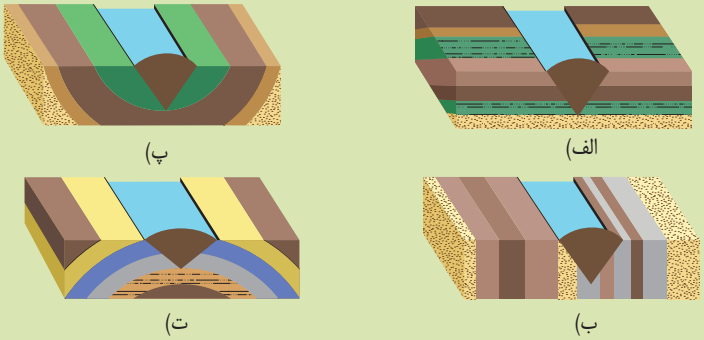
● سدکریت (کوریت)، یک سد تاریخی است که در شهرستان طبس و در کیلومتر ۵۶ جادهٔ طبس ـ دیهوک واقع شده است. این سد که در سال ۷۲۹ شمسی احداث شده، با ارتفاع ۶۰متر، تا اوایل قرن بیستم، بلندترین سد جهان بوده‌است.

این سد، قدیمی‌ترین و بزرگ‌ترین سد قوسی جهان به مدت ۵۵۰ سال بوده است. نکتهٔ جالب‌تر آنکه این سد، با عرض تاج یک متر، هنوز هم عنوان نازک‌ترین سد جهان را دارد.

آجرهای مربعی شکل، سنگ و ساروج، آهک و خاک رس، از عمده‌ترین مصالح به کار رفته در ساخت سد است.

با هم بیندیشید

● شرایط مختلفی از وضعیت **شیب** و **امتداد** لایه‌های سنگی و موقعیت انتخابی برای ساختگاه سد، در شکل زیر نمایش داده شده است. با در نظر گرفتن فرار آب و پایداری بدنهٔ سد، حالت مطلوب و حالت نامطلوب را برای احداث سد مشخص کنید.



رسوباتی که از طریق رودها به مخزن سدها حمل می‌شوند، به تدریج از ظرفیت مخزن می‌کاهند. بعضی از سدهای کشور، بر اثر انباشته شدن از رسوبات، بخش قابل توجهی از کارایی خود را از دست داده‌اند.

آیا می‌دانید

● قرار گرفتن سنگ‌های تبخیری مانند لایه‌های نمک در محدودهٔ دریاچهٔ سدها، معمولاً باعث تغییر نامطلوب کیفیت آب مخزن می‌شود. در سال‌های اخیر، وجود لایه‌های گچی و نمکی در محدودهٔ مخزن چند سد، باعث مشکلاتی در کیفیت آب مخزن آنها شده است.

abadgaranedu.ir

جمع آوری اطلاعات

● در مورد علت فرار آب از مخزن سد لار اطلاعات جمع آوری کنید و در کلاس ارائه دهید.

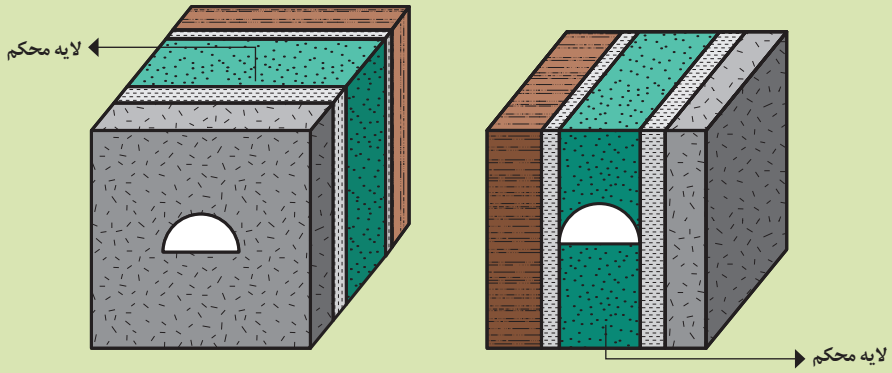
مکان مناسب برای ساخت تونل و فضاهای زیرزمینی

برخی از فعالیت‌های عمرانی و معدنی در زیرِ زمین صورت می‌گیرد. این فعالیت‌ها، نیاز به فضای زیرزمینی دارد. حفاری‌های زیرزمینی به‌صورت تونل و مغار است. تونل‌ها، به منظور حمل‌ونقل، انتقال آب، انتقال فاضلاب یا استخراج مواد معدنی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مُغارها، فضاهای زیرزمینی بزرگ‌تری هستند که برای ایجاد تأسیسات زیرزمینی مانند نیروگاه‌ها، ایستگاه‌های مترو، ذخیرهٔ نفت و یا موارد دیگر استفاده می‌شوند.

این‌گونه سازه‌ها، باید در زمین‌هایی با مقاومت کافی احداث شوند. بنابراین زمین‌شناس، باید مطالعات خود را بر شناسایی مناطقی با کمترین خرد شدگی، هوازدگی یا نشت آب، متمرکز کند.

با هم بیندیشید

● با توجه به شکل‌های زیر، احداث تونل در کدام مناسب‌تر است؟ دلیل خود را بیان کنید.



الف) محور تونل موازی با لایه بندی

ب) محور تونل عمود بر لایه بندی

وجود آب‌های زیر زمینی، بر ایمنی و پایداری سازه‌های سطحی مانند سدها و سازه‌های زیرزمینی مانند تونل‌ها در زمان ساخت و بهره‌برداری مؤثرند. جریان و فشار آب زیر زمینی، از عوامل مهم ناپایداری تونل‌ها و فضاهای زیرزمینی است. بخش بزرگی از مشکلات و خسارت‌ها در پروژه‌های

کاوش کنید

● دلیل ناپایداری تونل در زیر سطح ایستابی را بررسی کنید.

abadgaranedu.ir

عمرانی و معدنی، ناشی از برخورد با آب‌های زیرزمینی بوده است، در برخی موارد، پروژه‌هایی به علت این مشکلات، تکمیل نشده و متوقف شده‌اند. بنابراین، برآورد میزان و کنترل جریان آب زیرزمینی در تونل‌ها، ترانشه[1]ها و زمینِ زیرِ سازه و حتی درون سازه‌هایی مانند سدها، بسیار مهم است. به‌طور کلی، تونل‌هایی که در بالای سطح ایستابی قرار می‌گیرند، از پایداری بیشتری برخوردار هستند.

در شرایطی که سنگ‌های داخل تونل از نظر پایداری و نشت آب، وضعیت مطلوبی نداشته باشند، دیواره و سقف تونل با محافظی از بتن یا سایر مصالح پوشیده می‌شود (شکل ۶ـ۴).

شکل ۶ـ۴ـ پوشش داخلی تونل به وسیلهٔ قطعات بتن

مکان مناسب برای ساخت سازه‌های دریایی

همیشه سازه‌ها بر روی خشکی بنا نمی‌شوند. کشور ما از جنوب و شمال به دریا منتهی می‌شود. از سوی دیگر، بخشی از ذخایر عظیم نفت ایران از دریا استخراج می‌شوند. سازه‌های دریایی، مانند اسکله‌ها، پایانه‌های نفتی، تونل‌های زیردریایی، پل‌ها و جاده‌ها، در سواحل دریا یا در دریا احداث می‌شوند. (شکل ۷ـ۴) در شمال و جنوب ایران، سازه‌های دریایی فراوانی احداث شده‌اند. در مکان‌یابی این سازه‌ها مانند سازه‌های خشکی، باید مطالعات زمین‌شناسی به طور ویژه مورد توجه قرار گیرد. افزون بر آن، توجه به جریان‌های دریایی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب دریا نیز ضروری می‌باشد.

الف) پایانه نفتی خارک

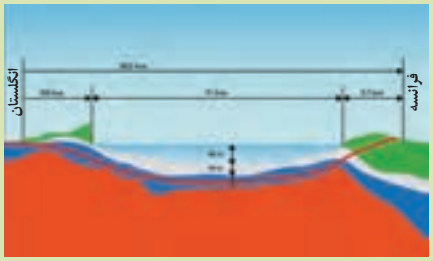
ب) پل دریایی در ژاپن

شکل ۷ـ۴

۱ـ ترانشه: به فرورفتگی مصنوعی یا طبیعی در سطح زمین گفته می‌شود که ژرفای آن از پهنایش بیشتر (طویل و عمیق) است.

abadgaranedu.ir

بیشتر بدانید



● تونل/کانال مانش با بیش از ۵۰ کیلومتر طول، که بندر پادوکاله فرانسه را به شهرک فوکستون انگلستان متصل می‌کند، در زیر بستر دریا حفر شده است.

این تونل ۴۰ متر پایین‌تر از کف دریا (بیش از ۱۰۰ متر پایین‌تر از سطح تراز دریا) ساخته شده است. ساخت این تونل زیرآبی، مدت زمان مسافرت از پاریس به لندن را کاهش داده است.

تونل مانش که به آن تونل کانال نیز گفته می‌شود، انگلستان را از طریق خشکی به دیگر کشورهای اروپایی متصل کرده است. مانش که انجمن مهندسان عمران امریکا آن را یکی از عجایب هفت‌گانهٔ دنیای مدرن نامیده است، دارای دو خط ریلی و یک تونل جانبی برای خودروها است. این پروژه در زمان اجرا، با صرف ۲۲/۵ میلیارد دلار، پرهزینه‌ترین طرح مهندسی تاریخ به شمار می‌رفت.

پایداری سازه‌ها

کشور ما، در یکی از کمربندهای لرزه‌خیز جهان واقع شده است و گسل‌های فعال در بیشتر مناطق آن وجود دارند. این گسل‌ها و زمین‌لرزه‌های احتمالی می‌توانند پایداری سازه‌های مختلف را تهدید کنند. از این‌رو زمین‌شناسان، در مطالعات مکان‌یابی سازه‌ها با استفاده از عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای و بازدیدهای صحرایی، این گسل‌ها را شناسایی می‌کنند و با استفاده از داده‌های ثبت شده توسط دستگاه‌های لرزه‌نگاری و اطلاعات تاریخی زمین‌لرزه‌ها، احتمال فعالیت مجدد گسل‌ها و وقوع زمین‌لرزه و تأثیر آن بر سازه ها را مشخص می‌کنند. این اطلاعات در اختیار مهندسان عمران قرار می‌گیرد تا طراحی سازه را بر آن‌اساس انجام دهند. افزون بر این، پایداری محل احداث سازه در برابر **حرکات دامنه‌ای**[1] از مواردی است که در مطالعات مکان‌یابی سازه‌ها، مورد توجه زمین‌شناسان است.

یکی از خطراتی که سازه‌ها را در مناطق شیب‌دار و کوهستانی تهدید می‌کند، خطر ریزش کوه و سقوط مواد در دامنه‌های پرشیب است. هرساله اخبار زیادی مبنی بر ریزش کوه و مسدود شدن جاده‌ها و خطوط ریلی مناطق کوهستانی می‌شنویم. امروزه، با اقداماتی مانند ایجاد انواع دیوار حائل، زهکشی برای تخلیهٔ آب اضافی، ایجاد پوشش گیاهی و میخ کوبی، دامنه‌ها را پایدار می‌کنند. (شکل ۸ـ۴)

(الف)

(ب)

شکل ۸ـ۴ـ پایدارسازی شیب به روش (الف) دیوارحائل، (ب) دیوار حائل گابیونی (دیوار سنگی با تورهای سیمی)

۱ـ حرکات دامنه‌ای شامل: ریزش، لغزش، خَزش و جریان گِلی و ... است.

abadgaranedu.ir

لغزش و سقوط توده‌های بزرگ سنگ و خاک در دیوارهٔ مخزن سدها، تا به حال، باعث خرابی‌های عمده‌ای در سدهای بزرگ جهان شده است.

لغزش توده‌های سنگ و خاک، افزون بر ایجاد امواج خطرناک در مخزن، باعث کاهش ظرفیت و عمر مفید مخزن می‌شود. با انتخاب محل مناسب برای ایجاد سد و پایدارسازی دیواره‌های مخزن سد، می‌توان از چنین اتفاقاتی جلوگیری کرد.

جمع آوری اطلاعات

- در پایداری دامنه‌ها، پوشش گیاهی، تأثیر مثبت و منفی دارد. در این‌باره اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.

گفت‌وگو کنید

- یکی از روش‌های پایدارسازی دامنه‌ها و ترانشه‌ها، میخ‌کوبی است که در شکل زیر نشان داده شده است. در مورد این روش‌ها در کلاس بحث کنید .

پایدارسازی شیب به روش میخ‌کوبی

مصالح مورد نیاز برای احداث سازه‌ها

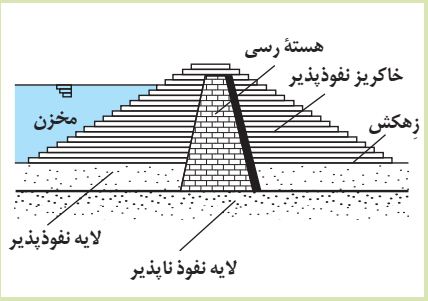
در احداث سازه‌ها، از مواد سازندهٔ زمین، مانند خاک، شن، ماسه و سنگ استفاده می‌شود. مواد مورد نیاز برای هر سازه، باید دارای مقاومت، نفوذپذیری و اندازهٔ دانه‌های مشخصی باشد که توسط آزمایش‌های لازم در آزمایشگاه‌های مکانیک خاک و سنگ مشخص می‌شوند.

مصالح به کار رفته در سازه‌های مختلف، متفاوت است؛ به عنوان مثال در سدهای بتنی از سیمان، ماسه، شن، میلگرد و در سدهای خاکی از خاک رس، ماسه، شن و قلوه سنگ استفاده می‌شود.

abadgaranedu.ir

جمع‌آوری اطلاعات

● به چه دلیل از هستهٔ رسی برای ساخت سدهای خاکی استفاده می‌شود؟



هستهٔ رسی یک سد خاکی

سد خاکی

رفتار خاک‌ها و سنگ‌ها در سازه‌ها

طبقه‌بندی مهندسی خاک‌ها، بر مبنای دانه‌بندی، درجهٔ خمیری بودن و مقدار مواد آلی آنها انجام می‌شود.

بر مبنای دانه‌بندی، خاک‌ها به دو دستهٔ ریزدانه و درشت دانه تقسیم می‌شوند. در خاک‌های ریزدانه، مانند رس و لای، اندازهٔ ذرات، کوچک‌تر از ۰/۰۷۵ میلی‌متر و در خاک‌های درشت دانه، مانند ماسه و شن، اندازهٔ ذرات، بزرگ‌تر از ۰/۰۷۵ میلی‌متر است.

از خاک‌های دانه ریز و دانه درشت، در بسیاری از سازه‌ها مانند بدنهٔ سدهای خاکی، زیرسازی جاده‌ها و باند فرودگاه‌ها استفاده می‌شود.

پایداری خاک‌های ریزدانه، به میزان رطوبت آنها بستگی دارد. هر چقدر رطوبت خاک‌های ریز دانه بیشتر باشد، پایداری آنها کمتر می‌شود. اگر رطوبت در این خاک‌ها، از حدی بیشتر شود، خاک به حالت خمیری در می‌آید و تحت‌تأثیر وزن خود روان می‌شود. لغزش خاک‌ها در دامنه‌ها و ترانشه‌ها، به‌ویژه در ماه‌های مرطوب سال، ناشی از این پدیده است (شکل ۹ـ۴).

مشاهده کنید

● یک کلوخ را روی سطح صافی قرار دهید و به تدریج روی آن آب بریزید و رطوبت آن را به تدریج افزایش دهید. تغییر شکل آن را در مراحل مختلف مشاهده کنید.

شکل ۹ـ۴ـ زمین لغزش در یک جاده

abadgaranedu.ir

کاربرد مصالح خاک و خرده سنگی در راه سازی

سطح طبیعی زمین، برای رفت و آمد وسایل نقلیه مناسب نیست زیرا، در مقابل عوامل جوّی مانند بارش، تغییرات دما و نیروهای وارده از چرخ خودروها مقاومت کافی ندارد، به همین دلیل برای احداث جاده از مصالح خاک در بخش زیرسازی و روسازی استفاده می‌شود که هر کدام از دو بخش تشکیل شده است. زیرسازی از دو بخش زیر اساس و اساس و روسازی از دو بخش آستر و رویه تشکیل می‌شود (شکل ۱۰ـ۴).

شکل ۱۰ـ۴ـ لایه‌های مختلف راه بر روی بستر طبیعی

در بخش زیر اساس که به عنوان لایهٔ زهکش عمل می کند، از مخلوط شن و ماسه یا سنگ شکسته استفاده می‌شود. لایه‌های آستر و رویه که بایستی مقاوم باشند، از جنس آسفالت می‌باشند که مخلوطی از شن، ماسه و قیر است.

یکی از کاربردهای مصالح خرده سنگی، در زیر سازی و تکیه‌گاه ریل‌های راه‌آهن است. این قطعات سنگی یا **بالاست**، علاوه بر نگهداری ریل‌ها و توزیع بار چرخ‌ها، عمل زهکشی را نیز به عهده دارند. بالاست مورد نیاز خطوط راه‌آهن، معمولاً از خرد کردن سنگی که از معدن استخراج می‌شود، به دست می‌آید (شکل ۱۱ـ۴).

شکل ۱۱ـ۴ـ بالاست در زیرسازی جاده ریلی

abadgaranedu.ir

• **زمین‌شناسی مهندسی:** شاخه‌ای از زمین‌شناسی است که رفتار و ویژگی‌های مواد سطحی زمین از نظر مقاومت در برابر فشارهای وارده و امکان ساخت یک سازه را در محلی خاص از زمین بررسی می‌کند. این علم، نقش بسیار مهمی در انتخاب مناسب‌ترین محل، برای ساخت سازه‌ها دارد.

متخصصین زمین‌شناسی مهندسی، در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، آزمایشگاه‌های مکانیک خاک و سنگ، وزارت نیرو، وزارت راه و شهرسازی، صنعت، معدن و تجارت و شهرداری‌ها، می‌توانند نقش مهمی در هدایت پروژه‌های عمرانی داشته باشند.

abadgaranedu.ir

فصل ۵

زمین‌شناسی و سلامت

شاید در نگاه اول، ارتباطی بین زمین‌شناسی و سلامت انسان و علم پزشکی دیده نشود، اما وقتی بدانیم منشأ آبی که می‌نوشیم، غذایی که می‌خوریم و هوایی که تنفس می‌کنیم از زمین است، بهتر می‌توانیم این ارتباط را درک کنیم. بیشتر عناصری که در محیط زیست وجود دارند، از سنگ کره منشأ می‌گیرند. این عناصر بر اثر فرایندهای مختلف و از طریق خاک، آب و هوا وارد چرخهٔ طبیعت می‌شود.

آیا تاکنون به‌این فکر کرده‌اید که از طریق آب، غذا و هوا چه مواد و عناصری وارد بدن شما می‌شود؟ آیا می‌دانید این مواد می‌توانند چه اثرات مثبت یا منفی بر بدن شما داشته باشند؟ این مواد از کجا آمده‌اند؟

abadgaranedu.ir

کانی فلوئوریت

کانی رالگار (حاوی مواد سمی)

کانی هالیت

کانی اورپیمان (حاوی مواد سمی)

زمین شناسی پزشکی

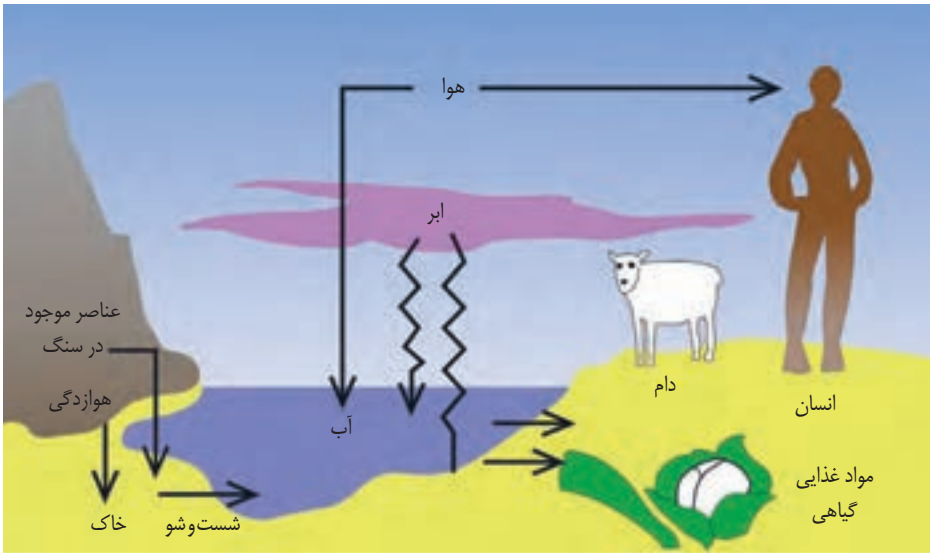
منشأ همهٔ عناصر سازنده بدن انسان و سایر جانداران، از زمین است. به عبارتی این عناصر، زمین‌زاد هستند. اگر مقدار این عناصر به دلایلی در بدن، کم یا زیاد شود، سلامت انسان به خطر می‌افتد .

تأثیر مواد زمین بر تندرستی انسان، از هزاران سال پیش شناخته شده است. در متون قدیمی پزشکی چینی، ارتباط زمین و سلامت انسان یادآوری شده است. در ایران، دانشمندانی مانند ابوریحان بیرونی، ابن سینا و خواجه نصیرالدین طوسی در کتاب‌های خود به فواید برخی از سنگ‌ها و کانی‌ها برای درمان بیماری‌ها اشاره کرده‌اند.

از مدت‌ها پیش مشخص شده بود که برخی بیماری‌ها در مناطق خاصی از زمین، شیوع بیشتری دارند. دانشمندان با آگاهی از ارتباط بین زمین و سلامتی، میان‌رشته جدیدی به نام زمین‌شناسی پزشکی را به شاخه‌های علم زمین شناسی افزودند تا نقش و تأثیر عناصر و کانی‌ها که از طریق هوا، آب و غذا، وارد بدن ما و دیگر موجودات زنده می‌شوند، را مطالعه کنند. زمین شناسی پزشکی، یک علم درمانی نیست؛ بلکه به دنبال بررسی عامل بیماری‌های زمین زاد است. بنابراین ارتباط نزدیکی با زیست‌شناسی، شیمی و شاخه‌های علم پزشکی دارد.

abadgaranedu.ir

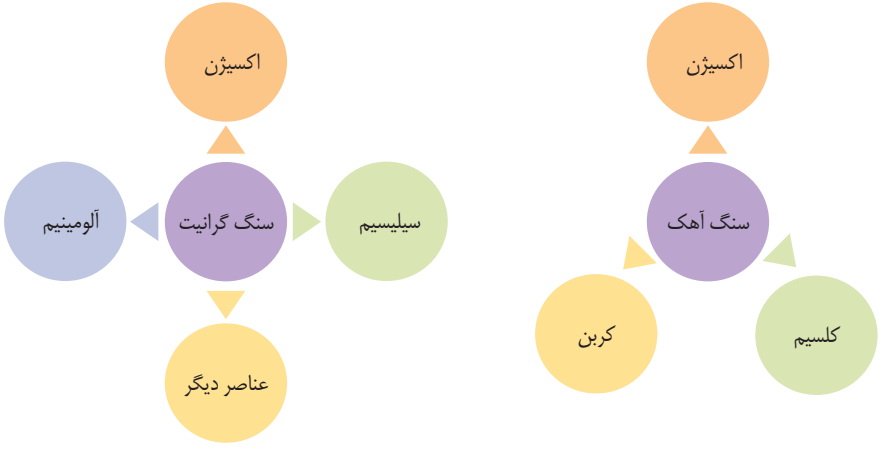
سنگ‌ها، بخش اساسی سازنده زمین هستند که از عناصر مختلف تشکیل شده‌اند. هوازدگی سنگ‌ها، باعث تشکیل خاک می‌شود. گیاهان بر روی خاک می‌رویند و برخی جانوران، از گیاهان تغذیه می‌کنند. آب آشامیدنی نیز، در طی حرکت خود در چرخه آب، از درون سنگ و خاک، عبور و برخی عناصر آنها را در خود حل می‌کند. هوا و بیشتر غبارها و گازهای موجود در هواکره، منشأ زمینی دارند. بنابراین سلامت انسان و سایر موجودات زنده، تحت تأثیر عناصر زمینی است.



شکل ۱ـ۵ـ عوامل زمین‌شناختی مؤثر بر سلامت انسان

پراکندگی و تمرکز عناصر

در علم ژئوشیمی، ترکیب شیمیایی سنگ، خاک و آب تعیین می‌شود. مطالعات ژئوشیمیایی نشان می‌دهد که توزیع عناصر در زمین و ترکیب سنگ‌ها در مناطق مختلف، متفاوت است.



شکل ۲ـ۵ـ عناصر تشکیل‌دهنده گرانیت و سنگ آهک

مفاخر جهان

● اولِه سِلینوس (Olle Selinus) سوئدی، پدر علم زمین‌شناسی پزشکی است. پروفسور سلینوس طی دو دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی، در زمینه اکتشاف مواد معدنی در سازمان زمین‌شناسی سوئد فعالیت داشت. از سال ۱۹۸۰ به بعد فعالیت‌های خود را در زمینه زمین‌شناسی زیست‌محیطی متمرکز کرد و به تحقیق در شاخه زمین‌شناسی پزشکی پرداخت. وی تحقیقات زیادی در این موضوع انجام داده و مقالات زیادی دربارهٔ ارتباط زمین‌شناسی و سلامت به چاپ رسانده است.

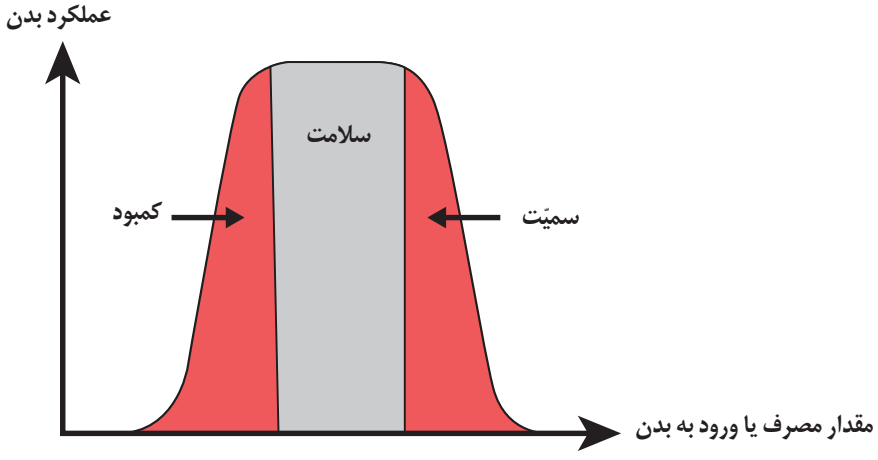
سلینوس با تلاش‌های بی‌وقفهٔ خود، نقش مهمی در راه‌اندازی انجمن بین‌المللی زمین‌شناسی پزشکی با کمک محققان سایر رشته‌ها و کشورها و ترویج این علم و حل مشکلات زیادی در سراسر جهان داشته است.

abadgaranedu.ir

جدول ۱ـ۵ـ تقسیم‌بندی عناصر از نظر غلظت در زمین و بدن موجودات زنده

طبقه‌بندی عناصر	غلظت در پوسته	عناصر	اهمیت در بدن
اصلی	بیشتر از ۱ درصد	اکسیژن، آهن، کلسیم، سدیم، پتاسیم و منیزیم	اساسی
فرعی	بین ۱ تا ۰/۱ درصد	منگنز و فسفر	اساسی
جزئی	کمتر از۰/۱ درصد	مس، طلا، روی، سرب، کادمیم و ...	اساسی ـ سمی

بیشتر عناصر جدول تناوبی، از زمین به بدن موجودات منتقل و وارد بافت‌های مختلف بدن می‌شوند. عناصر مورد نیاز برای عملکرد دستگاه‌های بدن، عناصر اساسی هستند. این عناصر، در تمام بافت‌های سالم بدن وجود دارند و نبود یا کمبود و حتی وجود آنها در مقادیر بیشتر از حد نیاز، باعث ایجاد بیماری یا عارضه می‌شود.



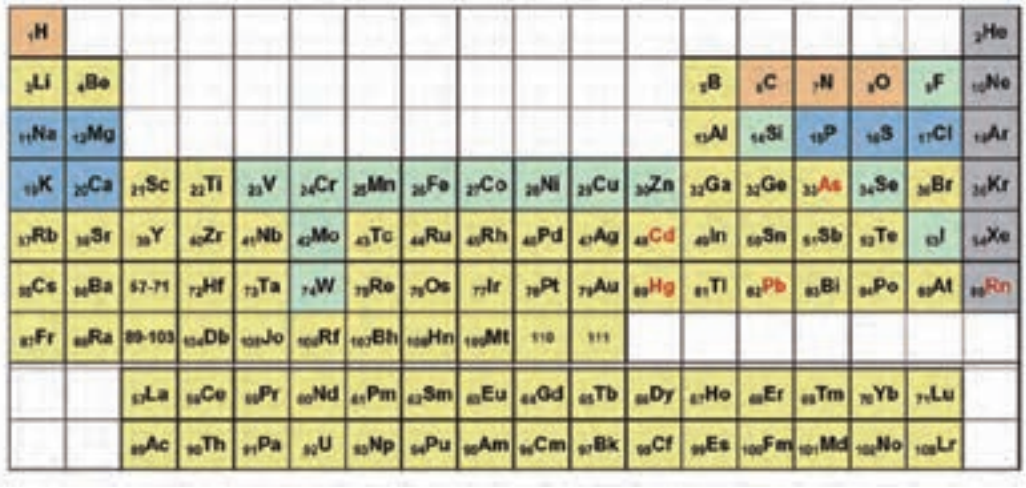
شکل ۳ـ ۵ـ نمودار تأثیر عناصر بر سلامت انسان

عناصر جزئی، در پوسته زمین و بدن موجودات زنده به مقدار بسیار کم یافت می‌شوند.این عناصر، گاهی در بدن به عنوان عنصر اساسی و مورد نیاز و گاهی به عنوان عنصر سمی محسوب می‌شوند که باعث ایجاد عوارض و یا بیماری می‌گردند.

abadgaranedu.ir

بیشتر بدانید

● در جدول تناوبی زیر، طبقه بندی عناصر بر اساس سمّی بودن در سلامت انسان با رنگ‌های مختلف نشان داده شده است.



حروف قرمز: عناصر سمّی

کادر زرد: عناصری که مقدار بیش از حد آن سمّی است.

پیوند با پزشکی

● سوپراکسیدها مانند LiO_2 (لیتیم سوپراکسید) با تشکیل بنیان‌های بسیار واکنش گر، باعث وقوع سرطان می‌شوند. برخی عناصر به‌خصوص سلنیم، از طریق آنزیم‌های حاوی این عنصر، با از بین بردن سوپراکسیدها، از وقوع سرطان پیشگیری می کنند. به‌همین دلیل این عنصر، اهمیت زیادی در سلامت انسان دارد و به عنوان ماده ضدسرطان شناخته می‌شود.

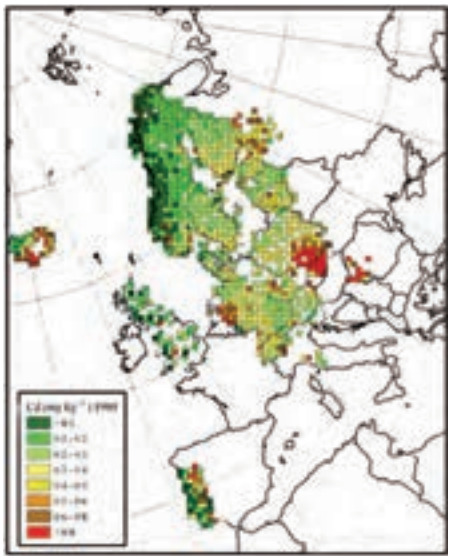
در فصل ۲ خواندید که بعضی سنگ‌ها و خاک‌ها، در برخی از عناصر، بی‌هنجاری مثبت یا منفی نشان می‌دهند. گیاهان، عناصر مورد نیاز خود را برای رشد از این خاک‌ها می گیرند. بنابراین در بعضی از گونه‌های گیاهی، تمرکز عناصر بیش از حد معمول ایجاد می‌شود. اگر جانوران از این گیاهان تغذیه کنند غلظت برخی از عناصر در آنها از حد معمول، بیشتر شده، می‌تواند باعث بیماری در آنها شود.

abadgaranedu.ir

جمع آوری اطلاعات

- گیاهانی را معرفی کنید که می‌توانند عناصر خاصی را در خود متمرکز کنند.
- بررسی کنید که ماهی چه عناصری را در بدن خود متمرکز می‌کند؟

زمین‌شناسان با تهیه نقشه پراکندگی ژئوشیمیایی عناصر، مناطقی را که احتمال خطر بیماری‌های خاصی در آنها وجود دارد، معرفی می‌کنند. برای مثال نقشه ژئوشیمیایی فلز سمی کادمیم در خاک کشور سوئد در شکل روبه‌رو نشان داده شده است (شکل ۴ـ۵). به همین ترتیب می‌توان با تهیه نقشه از مناطقی که در آن بیماری‌های خاصی شایع است، به بررسی عوامل زمین شناسی مؤثر بر ایجاد آنها پرداخت.



شکل ۴ـ۵ـ نقشه ژئوشیمیایی فلز سمی کادمیم در خاک کشور سوئد (بیشترین مقدار، رنگ قرمز)

بیشتر بدانید

- استخراج سرب از حدود ۵۰۰۰ سال پیش آغاز شد و به‌طور نسبی در عصر مس، مفرغ و آهن افزایش یافت و در ۲۰۰۰ سال پیش به اوج خود رسید. سنگ نوشته‌های رسی دوره‌های میانی و پسین آشوری و متون مصری و سانسکریت مربوط به بیش از ۳۰۰۰ سال پیش، مواردی از مسمومیت به سرب را نشان می‌دهد.

نخستین کاربردهای سرب در لوله‌کشی، معماری و کشتی‌سازی بود. نمک‌های سرب برای نگهداری میوه و سبزی‌ها به‌کار می‌رفت. استفاده از مقادیر زیاد سرب در زندگی روزمره طبقه اشراف روم، اثری قابل ملاحظه بر سلامت آنها داشت، از جمله شیوع مسمومیت سرب (پُلومبیسم)، شیوع شدید ناباروری، مرده‌زایی و عقب‌افتادگی ذهنی. بررسی شرح حال فیزیولوژیکی امپراتورهای روم که بین سال‌های ۲۵۰ ـ ۱۵۰ سال پیش از میلاد می‌زیستند، نشان می‌دهد که بیشتر این افراد، دچار مسمومیت سرب بوده‌اند.

abadgaranedu.ir

منشأ بیماری‌های زمین زاد

سنگ‌های دارای آرسنیک: آرسنیک، یک عنصر غیرضروری و سمّی‌است. این عنصر، منشأ زمین زاد دارد و برخی سنگ‌ها مانند سنگ‌های آتشفشانی، دارای بی‌هنجاری مثبت آرسنیک است. مهم‌ترین مسیر انتقال آن از زمین به گیاهان و جانوران و انسان، از راه آب آلوده به‌این عنصر است. کشورهای زیادی در معرض آلودگی این عنصر هستند. در این کشورها، سنگ‌ها و کانی‌های دارای آرسنیک (مانند پیریت)، در معرض هوازدگی، اکسیده یا حل می‌شوند و عناصر موجود در آنها وارد منابع آب و سپس وارد بدن موجودات زنده می‌شود و باعث ایجاد بیماری می‌گردد.

وقتی مقادیر بالای این عنصر وارد بدن انسان می‌شود، عوارض و بیماری‌های متعددی مانند ایجاد لکه‌های پوستی، سخت‌شدن و شاخی‌شدن کف دست و پا، دیابت و سرطان پوست را ایجاد می‌کند.

شکل ۵ـ۵ـ آلودگی آب و خاک به آرسنیک

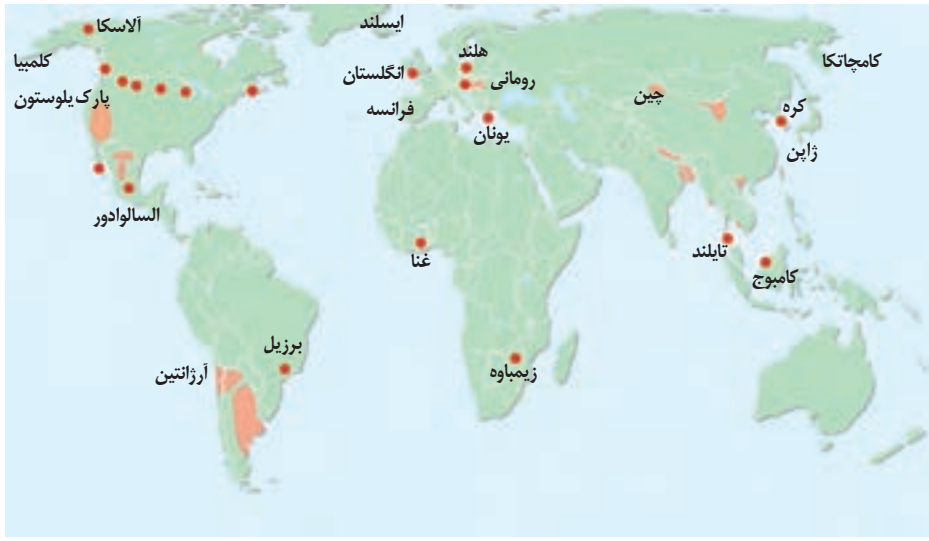
بیشتر بدانید

● حدود پنجاه سال پیش، چاه‌های عمیق آب در بنگال غربیِ هندوستان حفر شد. مردم از این آب برای آبیاری مزارع برنج استفاده می‌کردند که زیربنای اقتصادی آنها را تشکیل می‌داد. پیش از آن، کشاورزان با آب محدودی که در دسترس بود، زمین‌های خود را آبیاری می‌کردند اما، با این روش جدید، سطح زیر کشت، بالا رفت و درآمد اقتصادی آنها به شدت افزایش یافت. آنها، آب را از چاه‌های عمیق برداشت می‌کردند و می‌توانستند ۳ یا ۴ نوبت کشت در سال انجام دهند. اما این آب، مقدار زیادی آرسنیک داشت و بیش از ۴۰۰ روستا در بنگال غربی تحت تأثیر شدیدترین مسمومیت آرسنیک جهان قرار گرفت و حدود ۶۰۰۰۰۰ نفر دچار مرگ زودرس شدند.

بعد از شیوع بیماری‌های فراوان در منطقه بنگال غربی و بنگلادش، مطالعات انجام شده توسط زمین‌شناسان بر روی سنگ‌های سازنده آبخوان‌های منطقه، وجود لایه‌های رسوبی حاوی عنصر آرسنیک با رگه‌هایی از کانی پیریت را نشان داد که چاه‌ها را آلوده می‌کرد.

خشک‌شدن و شاخی شدن پوست بر اثر مصرف آب حاوی آرسنیک در بنگلادش

abadgaranedu.ir



شکل ۶ـ۵ـ نقشه پراکندگی مناطق دارای آلودگی آرسنیک در جهان(نقاط قرمز)

آرسنیک موجود در بعضی از سنگ‌ها، مانند زغال‌سنگ به مواد غذایی منتقل می‌شود. به نمونه‌ای از آن می‌توان در خشک کردن فلفل قرمز و ذرّت به وسیله زغال سنگ در ناحیه‌ای از جنوب چین اشاره کرد. در این منطقه، خشک‌کردن مواد غذایی با حرارت زغال سنگ در محیط بسته، سبب آزاد شدن آرسنیک و ورود آن به مواد غذایی و آلودگی آنها می‌شود.

سنگ‌های دارای عنصر کادمیم: کادمیم، عنصری سمی و سرطان زاست که در کانسنگ‌های سولفیدی یافت می‌شود و مهم‌ترین منشأ آن در معادن روی و سرب است. این عنصر، از طریق گیاهان خوراکی و آب وارد بدن می‌شود.

پیوند با پزشکی

● تأثیر منفی کادمیم بر سلامتی از زمانی مشخص شد که آب‌های معدنی سرشار از کادمیم از یک معدن روی و سرب، وارد رودخانه و مزارع برنج منطقه‌ای در ژاپن گردید و پس از مدتی باعث شیوع بیماری ایتای‌ایتای(itai itai) شد. این بیماری، باعث تغییر شکل و نرمی‌استخوان در زنان مسن می‌شود. بعدها در مردم این منطقه، آسیب‌های کلیوی نیز رخ داد. با توجه به‌اینکه کادمیم همیشه با عنصر روی همراه است، استفاده از کودهای روی که از سنگ معدن روی تولید می‌شود، در مزارع می‌تواند باعث افزایش غلظت کادمیم در گیاهان و زنجیره غذایی شود.

سنگ‌های دارای جیوه: جیوه، عنصری سمی است که از سنگ‌های آتشفشانی، چشمه‌های آب گرم، در طی فرایند استخراج مواد معدنی و جداسازی طلا از کانسنگ آن به دست می‌آید. در مناطق معدنی، فرایند استخراج طلا یا ملقمه کردن طلا با جیوه در فعالیت‌های معدنی، منجر به آلودگی گسترده جیوه شده است. قرارگیری دراز مدت در معرض جیوه، از طریق دهان (آب و غذا) و پوست، باعث آسیب رساندن به دستگاه‌های عصبی، گوارش و ایمنی می‌شود.

abadgaranedu.ir

بیشتر بدانید

● مسمومیت با جیوه، اولین بار در سال ۱۹۵۶ در میناماتا ژاپن شایع شد که باعث بروز بیماری میناماتا و تولد کودکان ناقص گردید. مسمومیت به متیل جیوه در ژاپن، سوئد، عراق و ایالات متحده مشاهده شده است.

جمع‌آوری اطلاعات

● در مورد ملقمه کردن طلا با جیوه، اطلاعات جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.

سنگ‌های دارای فلوئور: فلوئور، یک عنصر اساسی است که کمبود یا مصرف زیاد آن، هر دو باعث بروز بیماری می‌شود و منشأ اصلی و مسیر ورود آن به بدن، از راه نوشیدن آب است. فلوئور در ترکیب کانی‌های رسی و میکای سیاه به مقدار زیاد وجود دارد. دندان از کلسیم فسفات و مواد آلی تشکیل شده است. ورود مقداری فلوئور به ساختار بلوری دندان، باعث سخت‌تر شدن آن و مقاومت بیشتر در برابر پوسیدگی می‌شود. همچنین فلوئور در کاهش ابتلا به پوکی استخوان نیز مؤثر می‌باشد. کمبود فلوئور در رژیم غذایی، از مدت‌ها پیش عامل پوسیدگی دندان، شناخته شده و به همین دلیل، برای جبران این کمبود، مقداری فلوئور در ترکیب خمیر دندان وارد شده است.

جمع‌آوری اطلاعات

● خمیر دندان مصرفی شما چه مقدار فلوئور باید داشته باشد؟

● آیا مردم ساکن در مناطق مختلف باید از یک نوع خمیردندان استفاده کنند؟

● در مورد روش‌های مختلف جبران فلوئور، اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس گفت‌وگو کنید.

بیشتر بدانید

● در صورتی که آب‌های طبیعی، دارای بی‌هنجاری مثبت فلوراید باشد، حدود ۲ تا ۸ برابر مقدار معمول فلوراید را وارد بدن می‌کند. در این حالت، دندان‌ها همچنان در برابر پوسیدگی مقاوم هستند و تنها ممکن است با لکه‌های تیره‌ای پوشیده شوند که زیبایی دندان را از بین می‌برد. به این عارضه، فلورسیس دندانی می‌گویند که عارضه‌ای بازگشت‌ناپذیر است و براثر تخریب بافت مینای دندان ایجاد می‌شود.

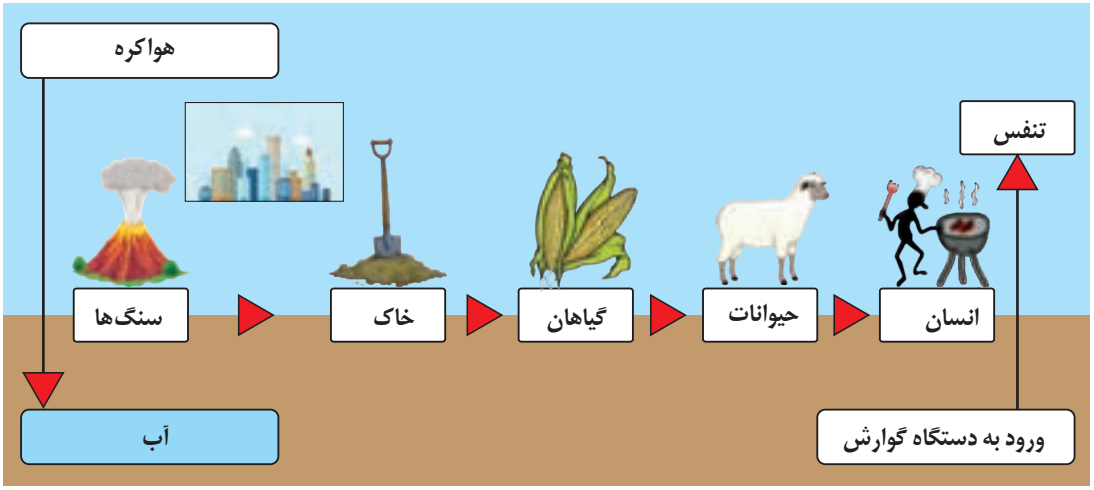
هنگامی که مصرف فلوراید بسیار افزایش می‌یابد و به ۲۰ تا ۴۰ برابر حد مجاز می‌رسد، خشکی استخوان و غضروف‌ها رخ می‌دهد.

مصرف بالای فلوئور، ممکن است برای انسان مسموم‌کننده باشد. بیش از ۲۰ میلیون نفر از مردم جهان از آبی استفاده می‌کنند که براساس استانداردهای جهانی، فلوئور بالاتر از حد مجاز دارند. مشکل کمبود فلوئور را می‌توان با اضافه کردن فلوئور به آب آشامیدنی رفع کرد. منشأ دیگر فلوئور، زغال سنگِ حاوی فلوئور است و بر اثر سوزاندن زغال‌سنگ، مقدار زیادی فلوئور وارد محیط می‌شود.

شکل ۷ـ۵ـ پراکندگی مناطق دارای آلودگی فلوئور درجهان (رنگ صورتی)

abadgaranedu.ir

سنگ‌های دارای سلنیم: سلنیم، یک عنصر اساسی ضدسرطان است که در کانی‌های سولفیدی و به‌خصوص در معادن طلا و نقره، چشمه‌های آب گرم، سنگ‌های آتشفشانی و خاک‌های حاصل از آنها به مقدار زیاد یافت می‌شود. بنابراین، منشأ اصلی سلنیم از خاک و مسیر ورود آن به بدن انسان، از طریق گیاهان است (شکل ۸ـ۵).



شکل ۸ـ۵ـ چرخه سلنیم

بیشتر بدانید

● مارکو پولو، در سفر خود در سال ۱۲۷۵ میلادی به اقامتگاه قوبیلای خان در چین، به مرگ اسب‌های خود در اثر مسمومیت به علف‌های منطقه اشاره می‌کند. امروزه می‌دانیم که آن بخش از چین، دارای بی‌هنجاری مثبت سلنیم در خاک است و عوارض توصیف شده توسط مارکو، نشانگر مسمومیت ناشی از سلنیم است.

پیوند با زیست‌شناسی

● استفاده از اندوختهٔ غذایی کدام گیاهان، سبب تأمین سلنیم موردنیاز بدن می شود؟

سنگ‌های دارای روی: عنصر روی، از عناصر فلزی مهم به شمار می‌رود و یک عنصر جزئی اساسی با منشأ زمینی است که بیشتر از طریق گیاهان وارد بدن انسان می‌شود. روی، علاوه بر اینکه در کانی‌های سولفیدی به مقدار زیاد وجود دارد، در سنگ‌های آهکی و برخی سنگ‌های آتشفشانی

abadgaranedu.ir

شکل ۹ـ۵ـ قرص روی

نیز فراوان است. عوارض کمبود روی، شامل کوتاهی قد و اختلال در سیستم ایمنی بدن است. زیادی مقدار روی می‌تواند باعث کم خونی و حتی مرگ شود.

کمبودهای ناحیه‌ای عنصر روی، که ارتباطی با سنگ‌شناسی و خاک‌های منطقه دارد را باید با وارد کردن غذاها و داروهای روی‌دار مکمل رفع کرد.

عنصر یُد: در سده نوزدهم، بیماری گواتر در نیمه شمالی آمریکا بسیار رایج بود و این منطقه، کمربند گواتر نامیده می‌شد. پژوهش‌ها نشان داد که کمبود ید در خاک این منطقه و گیاهان و دام‌های آن باعث این بیماری شده است و هنگامی که ید به رژیم غذایی مردم این منطقه اضافه شد، بیماری گواتر کاهش یافت. دلیل زمین‌شناختی این است که در بخش شمالی ایالات متحده پس از عصر یخ بندان، با آب شدن یخ‌ها، حجم زیادی آب در خاک نفوذ کرد و نمک‌های بسیار انحلال‌پذیر ید را با خود شست و خاک‌های فقیر از ید را بر جای گذاشت. کمبود ید در مناطق مختلف جهان، به‌خصوص مناطق کوهستانی دور از دریا، که فرسایش و بارندگی شدید، خاک را از ید فقیر می‌کند، بسیار شایع است.

عنصر کلسیم و منیزیم: از مدت‌ها پیش مشخص شده است که وجود عناصر کلسیم و منیزیم باعث سختی آب آشامیدنی می‌شود. میزان سختی آب در مناطق مختلف متفاوت بوده و با زمین‌شناسی هر منطقه مرتبط است. این عامل، با انواع خاصی از بیماری‌های کلیوی رابطه دارد.

بیشتر بدانید

● خاک‌خواری یا خوردن آگاهانه خاک توسط انسان‌ها مشاهده می‌شود. متخصصان تغذیه، این عمل را پاسخی برای کاهش سمّیت برخی مواد موجود در رژیم غذایی و یا تأمین کمبودهای تغذیه‌ای می‌دانند. تمایل برخی از خانم‌های باردار به خوردن خاک، زغال و... در نسل‌های گذشته، نمونه‌ای از خاک‌خواری است. اما باید آلودگی این خاک‌ها به برخی عناصر سمی را مورد توجه قرار داد.

نمونهٔ دیگری از آن را می‌توان در استفاده خوراکی از خاک با تنوع رنگی در جزیرهٔ هرمز نام برد.

غبارهای زمین‌زاد: غباری که هر روز در حیاط خانه ما فرو می‌ریزد، ممکن است از هزاران کیلومتر دورتر منشأ گرفته باشد. غبار، پدیده‌ای جهانی است. توفان‌های غبار که از آفریقا منشأ می‌گیرند به کوه‌های آلپ هم می‌رسند و ریزگردهای برخی از کشورهای همسایه، وارد کشور ما شده و ما را دچار مشکلات زیادی کرده است. غبار از راه تنفس، وارد بدن انسان می‌شود و سلامت وی را تهدید می‌کند.

abadgaranedu.ir

شکل ۱۰ـ۵ـ توفان گردوغبار

- **اثرات توفان‌های گرد و غبار و ریزگردها:**
- کاهش میزان انرژی دریافتی از خورشید (غبارها گرما را بازتاب و زمین را سرد می کنند)
- انتقال باکتری‌های بیماری‌زا به مناطق پر جمعیت
- افت کیفیت هوا
- انتقال مواد سمی
- فراهم کردن مواد مغذی اساسی برای جنگل‌های بارانی مناطق گرمسیری

زمین شناسان در مطالعات خود، نوع کانی‌های تشکیل‌دهنده و ترکیب ژئوشیمیایی ریزگردها و غبارها را بررسی می‌کنند. آنها طی این بررسی‌ها، سرچشمه ریزگردها را با تصاویر ماهواره‌ای بررسی و نحوه انتقال آنها تا فواصل دور را مطالعه می‌کنند تا بتوانند پیامدهای حاصل از استنشاق غبارها بر سلامت انسان را پیش‌بینی و راهکارهایی برای کاهش اثرات آنها پیدا کنند.

ذرات بسیار ریز غبار با ورود به ریه، باعث بیماری‌های ریوی می‌شوند. هرچه غلظت این غبارها، بیشتر باشد، نرخ بیماری‌های مزمن دستگاه تنفسی و مرگ و میر مرتبط با آن افزایش می‌یابد.

آتشفشان‌ها: فعالیت‌های آتشفشانی، فلزها و عناصر دیگر را از اعماق زمین به سطح می‌آورند. برای مثال بر اثر فوران آتشفشان پیناتوبو فیلیپین در سال ۱۹۹۱ میلیون‌ها تُن خاکستر وارد اتمسفر و بر روی منطقه‌ای به وسعت هزاران کیلومتر مربع پخش شد که بیشتر عناصر طبیعی جدول تناوبی بود. آتشفشان‌ها، افزون بر عناصر اساسی، عناصر دیگری مانند آرسنیک، بریلیم، کادمیم، جیوه، سرب، رادون و اورانیم را هم وارد محیط می‌کنند که در شرایط خاص، خطرناک هستند.

این گونه فوران‌های آتشفشانی هر چند سال یک بار در تاریخ زمین رخ داده‌اند. این نکته را هم در نظر بگیریم که در هر زمان، به طور میانگین ۶۰ آتشفشان بر روی زمین فعال بوده و فوران کرده‌اند. مقدار کل فلزهای آزاد شده از آتشفشان‌ها، قابل توجه است.

بیشتر بدانید

- بیماری سیلیکوسیس که حاصل استنشاق گرد و غبار دارای ذرات سیلیس است، در سده بیستم برای نخستین بار در بادیه نشینان صحرای آفریقا شناسایی شد و پس از آن در کشاورزان پاکستان، کالیفرنیا، لاداخ (سیبری)، تار (هند) و نیز شمال چین یافت شد. شیوع این بیماری در لاداخ، ۲۲ درصد جمعیت روستایی و در شمال چین ۲۱ درصد جمعیت بالای ۴۰ سال را در بر می‌گیرد و به‌نظر می‌رسد جمعیت مبتلا در آسیا به چند میلیون نفر برسد.

شکل ۱۱ـ۵ـ در طی دو روز، ۱۰ میلیارد تن ماگما و ۲۰ میلیون تن گوگرد دی‌اکسید از آتشفشان فعال پیناتوبو در سال ۱۹۹۱م، خارج شد و شرایط آب و هوایی کرهٔ زمین جهان را در طی سه سال تحت تأثیر قرار داد. این رویداد به تنهایی ۲میلیون تن روی، ۱ میلیون تن مس و ۵۵۰۰ تن کادمیم، را در سطح زمین پخش می کند.

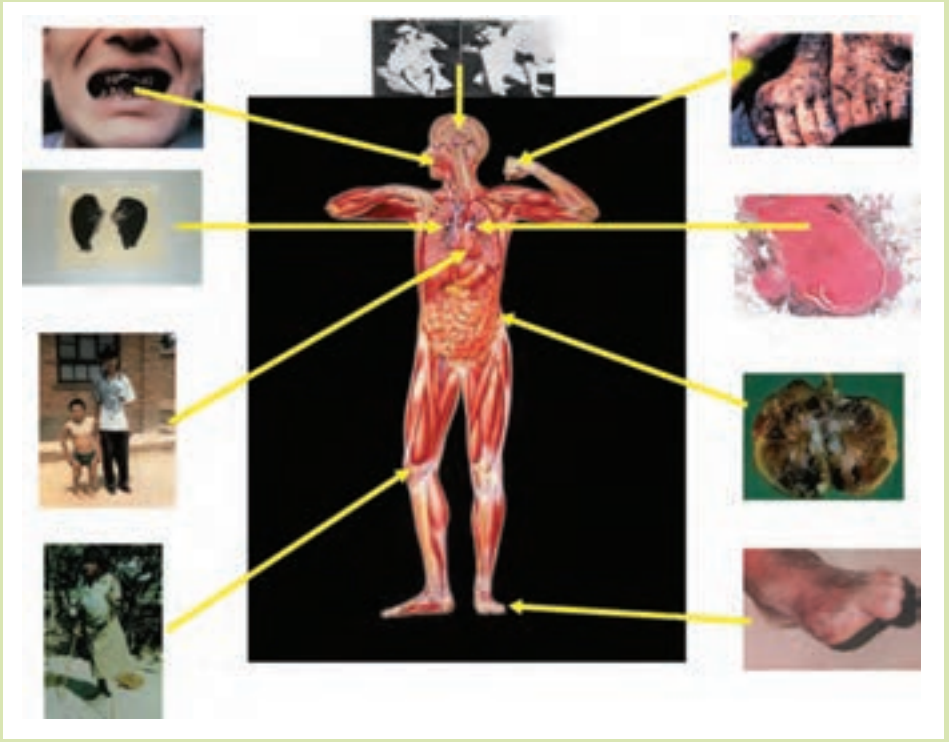
abadgaranedu.ir

یادآوری

● در کتاب علوم با کانی آزبست و تأثیر آن بر سلامت انسان آشنا شدید. در مورد استفاده از آزبست در ساخت وسایل مختلف و اثرات آن، مطالبی جمع‌آوری و در کلاس بحث کنید.

خود را بیازمایید

● علت ایجاد هریک از بیماری های مشخص شده در تصویر زیر چیست؟



abadgaranedu.ir

کاربرد کانی ها در داروسازی

کانی‌ها، استفاده‌های گسترده‌ای در داروسازی و صنایع بهداشتی دارند. پودر بچه که از کانی تالک تشکیل شده، آشناترین مثال استفاده از کانی‌ها در این صنایع است. در آنتی بیوتیک‌ها و قرص‌های مسکن، بهبود زخم معده و... از کانی‌های مختلف، به‌ویژه انواع رس‌ها استفاده می‌شود. در خمیردندان‌ها کانی فلوئوریت و کوارتز و در صنایع آرایشی، کرم‌های ضدآفتاب، تالک، میکا و رس‌ها کاربرد دارند. همچنین از سرب در تهیه لباس‌های محافظ در هنگام عکس‌برداری توسط پرتو X (ایکس) استفاده می‌شود.

علم، زندگی، کارآفرینی

• **زمین‌شناسی زیست‌محیطی:** شاخه‌ای از علم زمین‌شناسی است که با استفاده از اصول زمین‌شناسی، به حل مسائل زیست‌محیطی می‌پردازد. بهره‌برداری بیش از اندازه از منابع و معادن، فرسایش خاک، افزایش روزافزون پسماندها، فاضلاب‌ها و مواد شیمیایی موجب آلودگی بخش‌های مختلف زمین از جمله آب، هوا و خاک شده است. زمین‌شناسان زیست‌محیطی به مطالعهٔ شیوه‌های انتقال و رفع آلاینده‌ها از محیط‌زیست می‌پردازند.

• **زمین شناسی پزشکی:** منشأ همه عناصر از زمین است و آلودگی‌های طبیعی و انسان زاد می‌تواند از سنگ و خاک به آب و گیاه و دام و از طریق غذا به بدن انسان انتقال یابد. برخی عناصر، برای بدن انسان و دیگر موجودات ضروری هستند. آهن در هموگلوبین، فسفر و کلسیم در ساختار دندان و استخوان، نقش اساسی دارد اما برخی ترکیب‌ها مانند نیترات‌ها و عناصری مانند جیوه، آرسنیک، سرب، کادمیم و ... برای سلامت انسان مضر هستند.

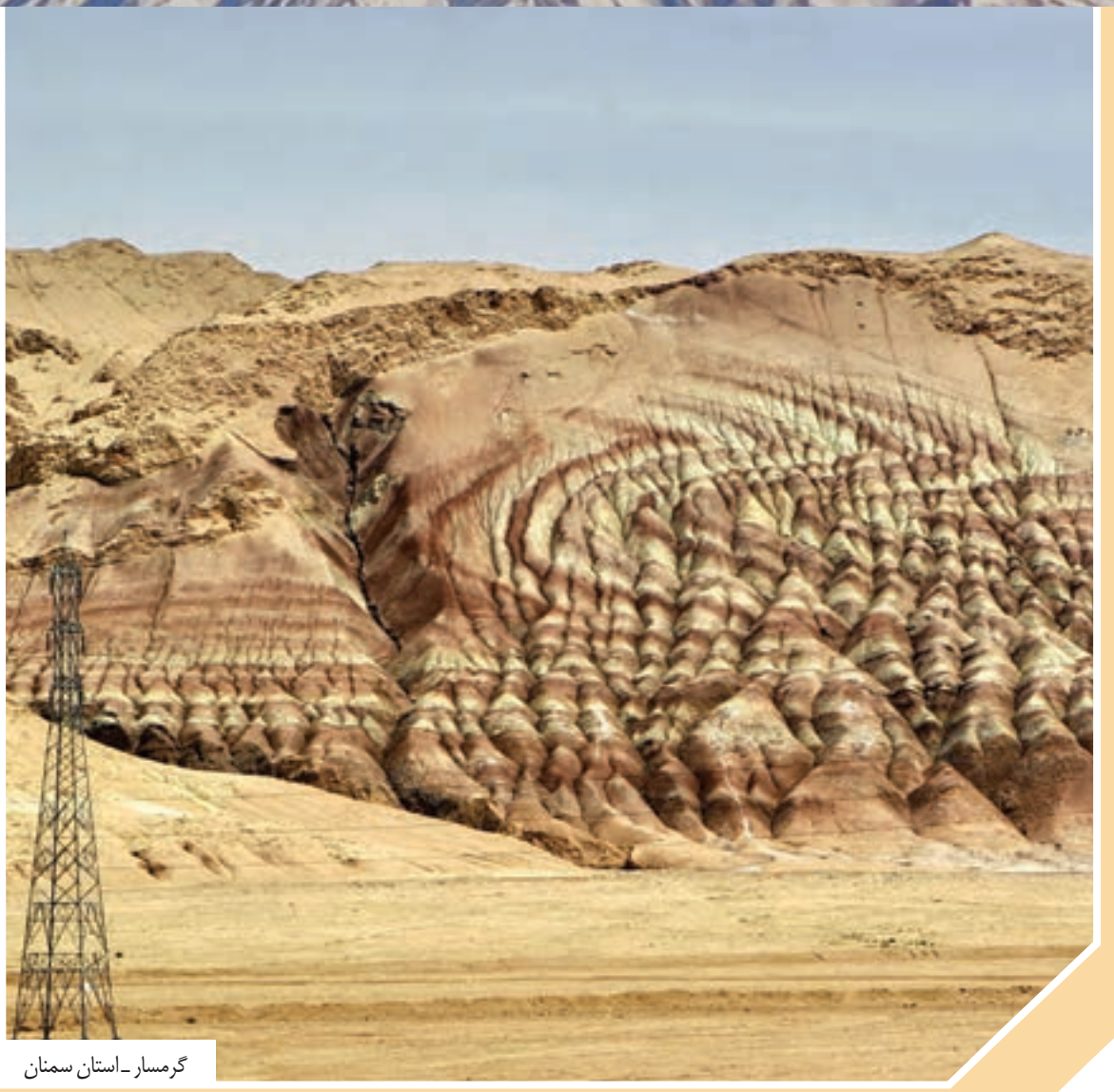
در مراکز مرتبط با معادن و منابع آب و کشاورزی، وجود متخصص زمین‌شناسی پزشکی ضروری به نظر می‌رسد.

abadgaranedu.ir

مجتمع آب درمانی

نمک درمانی

abadgaranedu.ir



گرمسار ـ استان سمنان

abadgaranedu.ir

فصل ۶

پویایی زمین

با آنکه خداوند، زمین را محیطی آرام برای زندگی انسان و سایر جانداران مهیا نموده است، اما درون این سیاره، فعّال و پرجنب و جوش است که باعث حرکت ورقه‌های سنگ‌کره شده است. جابه‌جایی ورقه‌های سنگ‌کره، سبب پیدایش پدیده‌های طبیعی مانند شکستگی، زمین‌لرزه، چین‌خوردگی، فوران آتشفشان و... می‌شود.

abadgaranedu.ir

گسل (بزرگراه زنجان ـ میانه)

چین

حرکت دامنه‌ای

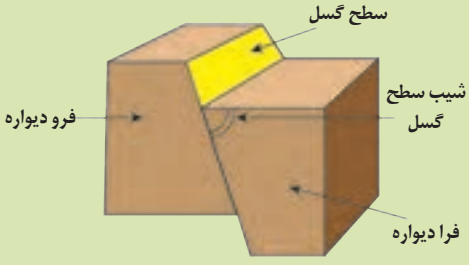
شکستگی‌ها

شکستگی‌های پوسته زمین، یکی از نشانه‌های پویایی زمین است. مطالعهٔ آنها در هنگام ساخت جاده‌ها، سدها، تونل‌ها و سایر سازه‌های مهندسی اهمیت زیادی دارد. افزون بر آن، در تجمع آب‌های زیرزمینی و ذخایر نفت و گاز و تشکیل کانسنگ‌های گرمابی حائز اهمیت می‌باشد.

یادآوری

- درکتاب‌های درسی علوم تجربی آموختید که شکستگی‌ها، به دو دسته درزه و گسل تقسیم می‌شوند. تفاوت و تشابه درزه و گسل را بیان کنید.

الف)



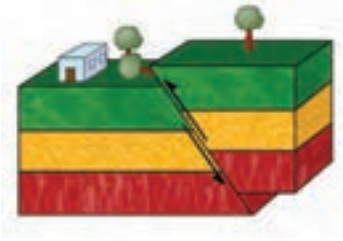
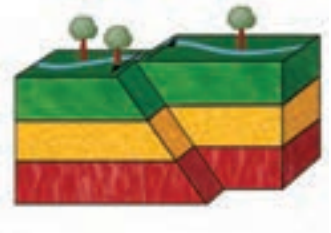
ب)

شکل ۱ـ۶ـ الف) درزه ب)گسل

سطح گسل، شکستگی و جابه‌جایی در آن اتفاق افتاده است. اگر سطح گسل مایل باشد به طبقات روی سطح گسل، فرادیواره و به طبقات زیر سطح گسل، فرودیواره می گویند.

abadgaranedu.ir

جدول ۱ـ۶ـ انواع گسل و ویژگی‌های آن

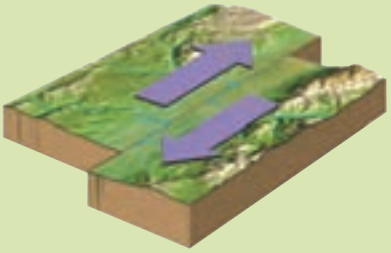
نوع گسل	ویژگی	نوع تنش	شکل شماتیک
عادی	۱ـ سطح گسل مایل است. ۲ـ فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت پایین یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت بالا حرکت کرده است.	کششی	
معکوس	۱ـ سطح گسل مایل است. ۲ـ فرادیواره نسبت به فرودیواره، به سمت بالا یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت پایین حرکت کرده است.	فشاری	
امتداد لغز	۱ـ لغزش سنگ‌ها در امتداد سطح گسل است. ۲ـ حرکت قطعات شکسته شده، در امتداد افق است.	برشی	

فکر کنید

● در هر یک از گسل‌های زیر، نوع گسل را مشخص کنید.

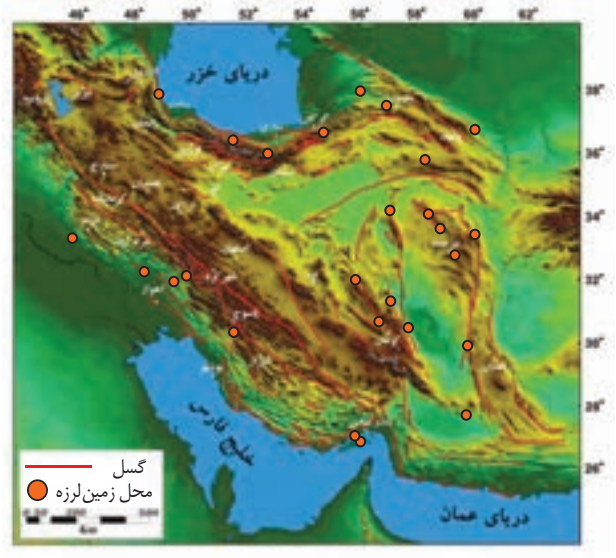
الف)

ب)



پ)

abadgaranedu.ir



شکل ۲ـ۶ـ نقشهٔ خطر زمین‌لرزه در بخش‌های مختلف ایران.
چه ارتباطی بین زمین‌لرزه‌ها با گسل‌ها دیده می‌شود؟

زمین‌لرزه

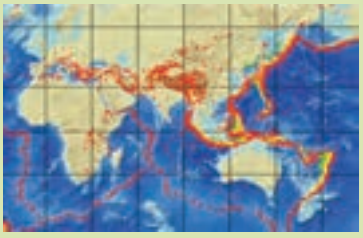
زمین‌لرزه، نشانه آشکاری از پویایی زمین و بخشی از نظام آفرینش این سیاره است. در هر زمین‌لرزه، مقدار انرژی انباشته شده در سنگ‌ها، به‌طور ناگهانی آزاد می‌شود و به‌صورت امواج لرزه‌ای به اطراف حرکت می‌کند. نگاهی به نقشه پراکندگی زمین‌لرزه‌ها نشان می‌دهد که توزیع آنها، در همه جا یکسان نیست.

علت اصلی زمین‌لرزه، حرکت ورقه‌های سنگ کره است. سنگ‌های سازنده سنگ کره در مقابل نیروی وارده، رفتار الاستیک از خود نشان می‌دهند. چنانچه تنش از مقاومت سنگ فراتر رود، سنگ‌ها دچار شکستگی شده و انرژی زمین‌لرزه از محل شکستگی به صورت امواج لرزه‌ای، آزاد می‌شود. در هر زمین‌لرزه، از گروه لرزه‌ها صحبت می‌شود که شامل پیش‌لرزه، لرزه اصلی و پس‌لرزه است. زمین‌لرزه، معمولاً کمتر از یک دقیقه طول می‌کشد.

بسیاری از مناطق مسکونی، در معرض خطر زمین‌لرزه قرار دارند. آیا می‌دانید که با وقوع زمین‌لرزه، چه حوادثی در سطح محلی و ملی رخ می‌دهد؟

کشور ایران با قرار گرفتن در کمربند لرزه خیز آلپ ـ هیمالیا، تقریباً هر روز شاهد وقوع زمین‌لرزه در مناطق مختلف می‌باشد. بسیاری از مناطق مسکونی ایران، بارها توسط زمین‌لرزه ویران شده‌اند.

با هم بیندیشید



- با استفاده از اطلاعات موجود در تصویر روبه‌رو در مورد پراکندگی جغرافیایی زمین‌لرزه‌های جهان، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱ـ محدوده کمربند لرزه خیز آلپ ـ هیمالیا را مشخص کنید.

۲ـ در سال نهم با ورقه‌های سنگ کره آشنا شدید. دو تصویر روبه‌رو را با هم مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

abadgaranedu.ir

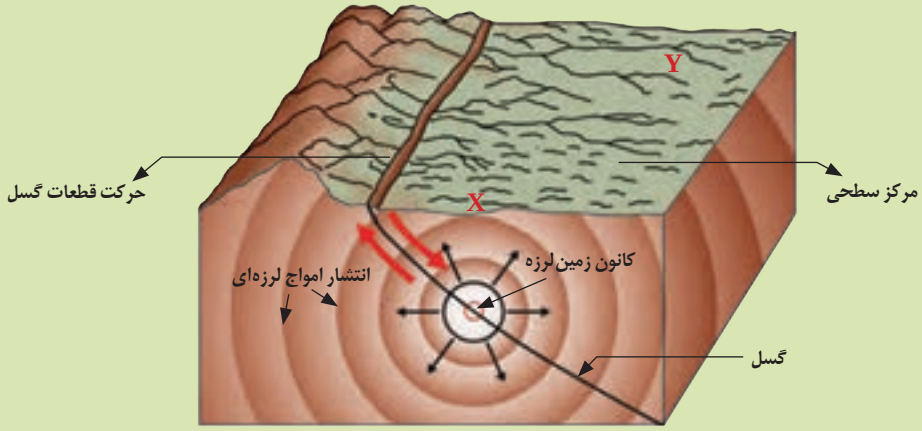
گفت‌وگو کنید

● کدام یک از فعالیت‌های انسانی زیر می‌تواند باعث وقوع زمین‌لرزه شود؟
انفجار معدن ـ تخلیه ناگهانی آب پشت سد ـ شخم‌زدن زمین ـ انفجارهای اتمی ـ آتش‌سوزی جنگل‌ها

کانون زمین‌لرزه:[1] محلی درون زمین است که انرژی ذخیره شده از آنجا آزاد می‌شود.
مرکز سطحی زمین‌لرزه:[2] نقطه‌ای در سطح زمین است که در بالای کانون زمین‌لرزه قرار دارد. این مرکز، کمترین فاصله را از کانون زمین‌لرزه دارد.

یادآوری

● طرح سه بعدی زیر، برخی از مشخصات محل وقوع زمین‌لرزه را نشان می‌دهد. با استفاده از اطلاعات موجود در تصویر، میزان خسارت احتمالی در دو نقطه X و Y را مقایسه کنید.

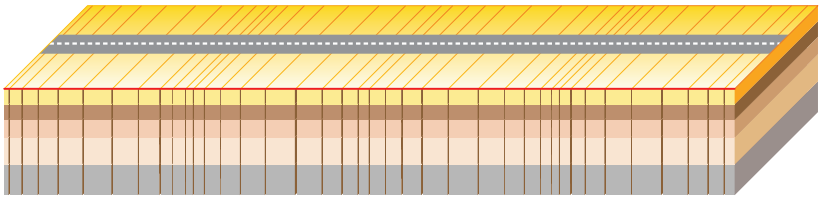


امواج لرزه ای

امواج درونی: این امواج در کانون زمین‌لرزه ایجاد می‌شوند و در داخل زمین منتشر می‌گردند و شامل امواج P و S می‌باشند.
موج P (اولیه، طولی): موج P، بیشترین سرعت را دارد به‌همین دلیل، اولین موجی است که توسط دستگاه لرزه‌نگار ثبت می‌شود. این موج، از محیط‌های جامد، مایع و گاز می‌گذرد، سرعت امواج در محیط‌های مختلف، متفاوت است. هر چه تراکم سنگ‌ها بیشتر باشد، امواج سریع‌تر حرکت می‌کنند.

۱ـ Hypocenter
۲ـ Epicenter

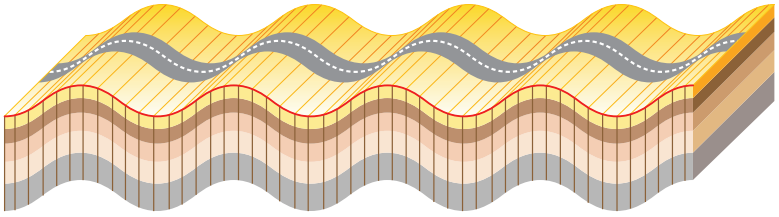
abadgaranedu.ir



ب) نحوه حرکت موج طولی P

الف) امواج طولی (P)

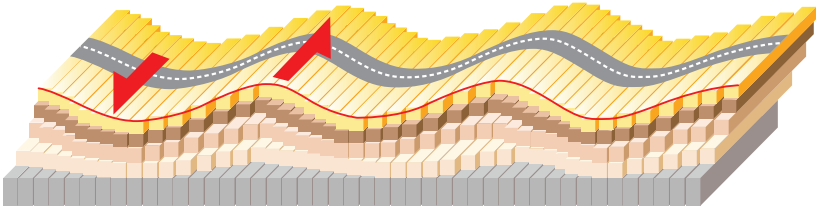
موج S (ثانویه، عرضی): این موج بعد از موج P، توسط لرزه نگارها ثبت می‌شوند. این موج، فقط از محیط‌های جامد عبور می‌کند.



شکل ۳ـ۶ـ نحوه حرکت موج S

ب) امواج عرضی (S)

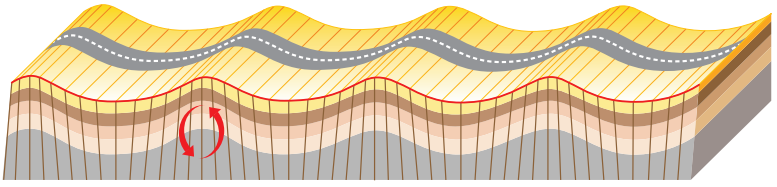
امواج سطحی: این امواج در کانون تولید نمی‌شوند؛ بلکه از برخورد امواج درونی با فصل مشترک لایه‌ها و سطح زمین ایجاد می‌شوند. متداول‌ترین آنها امواج لاو (L) و ریلی (R) هستند. موج L، موجی است که پس از موج S، توسط لرزه نگارها ثبت می‌شود.



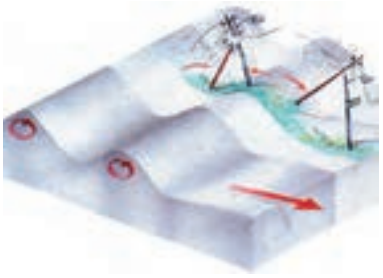
شکل ۴ـ۶ـ نحوه حرکت موج سطحی L

ج) امواج لاو (L)

موج R: مانند حرکت امواج دریا ذرات را در یک مدار دایره‌ای به ارتعاش درمی‌آورد. البته در موج ریلی، جهت حرکت دایره‌ای مخالف جهت حرکت امواج دریاست. عمق نفوذ و تأثیر امواج ریلی مثل امواج دریا محدود است و از سطح به عمق کاهش پیدا می‌کند.



شکل ۵ـ۶ـ نحوه حرکت موج سطحی R



د) امواج ریلی (R)

abadgaranedu.ir

مقیاس اندازه‌گیری زمین‌لرزه

برای توصیف و اندازه‌گیری زمین‌لرزه از دو مقیاس شدت و بزرگی استفاده می‌شود.

شدت زمین‌لرزه: این مقیاس براساس میزان خرابی‌ها در هر زمین‌لرزه بیان می‌شود. در واقع شدت زمین‌لرزه، یک مقیاس مشاهده‌ای و توصیفی است که بدون استفاده از دستگاه و ابزار اندازه‌گیری، به توصیف میزان خرابی‌های ناشی از زمین‌لرزه می‌پردازد. با دور شدن از مرکز سطحی زمین‌لرزه، شدت زمین‌لرزه کاهش می‌یابد. مرکالی، شدت زمین‌لرزه را در مقیاس ۱۲ درجه‌ای توصیف کرده است.

بیشتر بدانید

جدول مرکالی توصیفی

I. احساس نمی‌شود	احساس نمی‌شود، مگر در شرایط ویژه. تنها توسط دستگاه‌های لرزه‌نگار قابل ثبت است.
II. ضعیف	توسط افراد در حال استراحت و در طبقات بالای ساختمان‌ها حس می‌شود. برخی از اشیای آویزان ممکن است نوسان کنند.
III. ضعیف	در فضای باز و در طبقات بالایی ساختمان‌ها کاملاً قابل احساس است. مردم آن را به‌صورت زلزله شناسایی نمی‌کنند. ارتعاش مانند عبور کامیون است. مدت زمان لرزش قابل تخمین است.
IV. ملایم	در طی روز در فضای بسته توسط افراد زیادی حس می‌شود و در فضای باز عدهٔ معدودی حس می‌کنند. در شب عده‌ای را از خواب بیدار می‌کند. بشقاب‌ها، پنجره‌ها و درب‌ها تکان‌خورده و صدا می‌کنند. در ماشین‌های ایستاده ارتعاش قابل درک است.
V. متوسط	زلزله توسط هر فردی قابل احساس است. بسیاری از خواب بیدار می‌شوند. برخی از پنجره‌ها، بشقاب‌ها و غیره شکسته می‌شوند. گچ‌کاری ساختمان‌ها ترک می‌خورند. اشیای ناپایدار، واژگون می‌گردند. سر و صدای درختان و سایر اشیای مرتفع شنیده می‌شود و آونگ ساعت‌ها متوقف می‌گردند. درب‌ها باز و بسته می‌شوند و امتداد حرکت زمین‌لرزه قابل درک است.
VI. قابل توجه	زلزله توسط بسیاری از افراد حس می‌شود و بسیاری از مردم وحشت‌زده به فضای باز پناه می‌آورند. اشیای سنگین جابه‌جا می‌شوند و قطعات از گچ‌کاری کنده می‌شود. دودکش‌ها فرو می‌ریزند و خسارات جزئی به بار می‌آید. افراد به حالت نامتعادل قدم می‌زنند یا می‌ایستند. پنجره‌ها، درب‌ها و بشقاب‌ها شکسته می‌شوند. ساختمان‌های خشتی و ضعیف ترک برمی‌دارند. زنگ‌های کوچک به صدا درمی‌آیند.
VII. قوی	مردم وحشت‌زده به فضای باز فرار می‌کنند. خسارت بسیار کمی در ساختمان‌هایی که خوب طراحی و ساخته شده‌اند وارد می‌شود. به ساختمان‌های متوسط و معمولی خسارات جزئی و متوسط وارد می‌گردد. خسارات قابل ملاحظه‌ای در ساختمان‌های ضعیف و بد طراحی شده وارد می‌شود. آجرهای سست، لق می‌شوند. ایستادن مشکل می‌شود و اثاثیه شکسته می‌شوند. زنگ‌های بزرگ به صدا درمی‌آیند. زهکش‌های سیمانی آبرسانی خسارت می‌بینند. لغزش‌های کوچک اتفاق می‌افتد.
VIII. شدید	خسارت در ساختمان‌هایی که طراحی ویژه شده‌اند، بسیار جزئی است و در ساختمان‌های ضعیف بسیار شدید است. دیوارهای جداکننده به خارج از قاب ساختمان پرتاب می‌شوند. دودکش‌ها، ستون‌ها، دیوارها و دودکش‌های کارخانه‌ها و سنگ‌های یادبود سقوط می‌کنند. اشیای سنگین واژگون می‌گردند. تغییراتی در سطح آب چاه‌ها ایجاد می‌شود. ماسه و گل به مقدار کم بیرون زده می‌شوند. رانندگی مشکل می‌گردد. ترک‌هایی در زمین‌های مرطوب و شیب‌های ملایم ایجاد می‌شود. تغییراتی در آب و درجه حرارت چشمه‌ها و چاه‌ها ایجاد می‌شود. خانه‌های اسکلت‌دار بر روی سطح پی حرکت می‌کند. شاخه‌های درختان شکسته می‌شوند.
IX	خسارت قابل ملاحظه‌ای در ساختمان‌هایی که طراحی ویژه شده‌اند، ایجاد می‌شود. ساختمان‌های اسکلتی خوب طراحی شده کج می‌شوند. ساختمان بر روی پی تغییر مکان می‌دهد. ترک‌هایی آشکار در زمین ایجاد می‌گردد. خطوط لوله زیرزمینی شکسته می‌شوند. وحشت عمومی بر مردم غالب می‌شود. به ساختمان‌های ضعیف خسارات سنگین وارد می‌شود و حتی ممکن است کاملاً فرو بریزند. در مناطق آبرفتی ماسه و گل بیرون می‌آیند.
X	سازه‌های چوبی خوب ساخته شده ویران می‌شوند. بسیاری از سازه‌های اسکلت‌دار بنایی به همراه پی ویران می‌شوند. در زمین ترک‌های بزرگی ایجاد می‌گردد. خطوط راه‌آهن کج می‌شوند. زمین‌لغزش‌های قابل ملاحظه‌ای در کنار رودخانه‌ها و شیب‌های ملایم اتفاق می‌افتد. خسارات جدی به سدها و مخازن وارد می‌گردد. در زمین، لغزش‌های بزرگ اتفاق می‌افتد و آب از مخازن و کانال‌ها و رودخانه‌ها و دریاچه‌ها و غیره بیرون ریخته می‌شود.
XI	تعداد کمی از ساختمان‌ها استوار باقی می‌مانند. پل‌ها ویران می‌گردند. خطوط لوله زیرزمینی کاملاً غیرقابل استفاده می‌شوند. خطوط راه‌آهن به شدت کج می‌شوند. زمین باتلاقی می‌شود. لغزش‌هایی در زمین‌های نرم ایجاد می‌شود.
XII	ویرانی کامل، امواج بر روی سطح زمین مشاهده می‌شوند. اشیا به هوا پرتاب می‌شوند و سنگ‌های بزرگ جابه‌جا می‌شوند.

abadgaranedu.ir

فکر کنید

● چه ایرادی به مقیاس شدت زمین‌لرزه وارد است؟

بزرگی زمین‌لرزه: بزرگی(بزرگا) زمین‌لرزه، براساس مقدار انرژی آزاد شده از زمین‌لرزه محاسبه می‌شود. هرچه انرژی آزاد شده، زیادتر باشد ارتعاشات ناشی از آن، شدیدتر و دامنهٔ نوسانات امواج آن زمین‌لرزه، بزرگ‌تر خواهد بود. بزرگی زمین‌لرزه را به کمک اطلاعات لرزه‌نگار، تعیین می کنند. واحد اندازه گیری بزرگی، ریشتر است.

به ازای هر یک واحد بزرگی، دامنه امواج ۱۰ برابر و مقدار انرژی ۳۱/۶ برابر افزایش می‌یابد. بزرگی زمین‌لرزه در تمام نقاط زمین یکسان است، اما شدت آن با دور شدن از مرکز سطحی زمین‌لرزه کاهش می‌یابد.

۱۹۸۵ـ ۱۹۰۰ میلادی

مفاخر جهان

● چارلز ریشتر ژئوفیزیک‌دان، با ارائه گزارش مطالعهٔ زمین‌لرزه‌های کم‌عمق و عمیق که در سال ۱۹۲۸ به چاپ رسید، مقیاس خود را ابداع کرد و بعد از تکمیل این مقیاس با همکاری گوتنبرگ که با هم در مؤسسه تکنولوژی کالیفرنیا کار می‌کردند، اولین بار در سال ۱۹۳۵ از آن برای بیان بزرگی زمین‌لرزه استفاده کرد.

ریشتر، لگاریتم بزرگ‌ترین دامنه موجی است که در فاصلهٔ یک صد کیلومتری از مرکز یک زمین‌لرزه، توسط لرزه‌نگار استاندارد ثبت شده باشد.

پیوند با ریاضی

● مقدار انرژی آزاد شده و دامنه امواج زمین‌لرزه‌ای با بزرگی ۶ ریشتر، چند برابر زمین‌لرزه‌ای با بزرگی ۴ ریشتر است؟

فکر کنید

● بزرگی و شدت زمین لرزهٔ بم را در شهرهای بم و تهران با هم مقایسه کنید.

پیش‌بینی زمین‌لرزه

از گذشته تاکنون، بشر همواره به دنبال پیش‌بینی زمان وقوع حوادث طبیعی مانند زمین‌لرزه بوده است. از میلیون‌ها زمین‌لرزهٔ کوچک و بزرگ که تاکنون رخ داده است، فقط تعداد انگشت‌شماری از آنها، قبل از وقوع، پیش‌بینی شده‌اند. علی‌رغم پیشرفت‌های وسیع ایجادشده در دهه‌های اخیر، دربارهٔ فناوری‌های مختلف و علم لرزه‌شناسی، هنوز دانشمندان در زمینهٔ روش‌های علمی قابل اعتماد برای پیش‌بینی زمان دقیق وقوع زمین‌لرزه به نتیجه نرسیده‌اند. البته زمین‌شناسان محل‌های لرزه‌خیز کره زمین را شناسایی کرده‌اند.

به برخی از علائم و نشانه‌ها که بتوان با استفاده از آنها وقوع زمین‌لرزه را پیش‌بینی کرد «**پیش‌نشانگر**» گفته می‌شود. برخی از این نشانه‌ها عبارت‌اند از:

abadgaranedu.ir

۱ـ تغییرات گاز رادون در آب‌های زیرزمینی
۲ـ ایجاد تغییر در سطح تراز آب زیرزمینی
۳ـ پیش‌لرزه
۴ـ ناهنجاری در رفتار حیوانات
۵ـ ابر زمین‌لرزه

جمع آوری اطلاعات

- وقوع زمین‌لرزه چه فوایدی دارد؟

دربارهٔ فواید زمین‌لرزه، اطلاعات جمع‌آوری و در کلاس ارائه دهید.

ایمنی در برابر زمین‌لرزه

قبل از وقوع زمین‌لرزه چه باید کرد؟

۱ـ امکان خطر آتش‌سوزی، از طریق سیم‌های برق فرسوده، نشتی لوله‌های گاز و وسایل گازسوز را بررسی کنید.
۲ـ محل فیوز برق و شیر اصلی گاز و آب را به خاطر بسپارید.
۳ـ وسایل شکستنی از قبیل ظروف شیشه‌ای و چینی، اشیا و وسایل سنگین را در طبقات پایین قفسه‌ها بگذارید و قفسه‌ها را به دیوار متصل کنید.
۴ـ لامپ‌ها و لوسترهای سقفی را محکم کنید.
۵ـ محل‌های امن خانه، مدرسه یا محل کار خود را پیدا کنید.
۶ـ بسته وسایل کمک‌های اولیه و مواد غذایی خشک لازم و ایمنی همچون چراغ قوه را تهیه و در جای مناسب قرار دهید.

هنگام وقوع زمین‌لرزه چه باید کرد؟

۱ـ بیشتر آسیب‌دیدگی‌ها مربوط به رفت و آمد افراد در زمان وقوع زمین‌لرزه است. هر جا هستید، در همان‌جا پناه بگیرید.
۲ـ اگر داخل ساختمان هستید به زیر یک میز محکم، محل دارای سقف کم وسعت، یا کنار دیوارهای داخلی پناه بگیرید. از شیشه پنجره‌ها دور شوید. از شمع، کبریت و هرچه که شعله دارد، استفاده نکنید.
۳ـ در بیرون از ساختمان، از پل‌ها، تیرها، سیم‌های برق، ساختمان‌ها و دیوارها دور شوید.
۴ـ اگر داخل اتومبیل هستید، از پل‌ها و ساختمان‌ها فاصله بگیرید و فوراً متوقف شوید.

بعد از وقوع زمین‌لرزه چه باید کرد؟

۱ـ مراقب پس‌لرزه‌ها باشید.
۲ـ رادیو را روشن کنید و به پیام‌ها و راهنمایی‌ها عمل کنید.
۳ـ ضمن مراقبت از سلامتی خود به افراد ناتوان و کودکان کمک کنید.
۴ـ اگر بوی گاز می‌آید، شیر اصلی گاز را ببندید و پنجره‌ها را باز کنید. نشت گاز را به مقامات مربوطه گزارش دهید.
۵ـ در صورت آسیب‌دیدگی سیم‌های برق، کنتور برق را قطع کنید.
۶ـ اگر لوله‌های آب ، صدمه دیده‌اند، شیر اصلی آب را ببندید.
۷ـ داروها و مواد شیمیایی زیان‌آور پخش شده را فوراً جمع کنید.

abadgaranedu.ir

مهم‌ترین علت‌های آسیب‌دیدگی از زمین‌لرزه

۱ـ فرو ریختن ساختمان، شیشهٔ پنجره‌های شکسته و در حال افتادن و قطعات اثاثیه، زیرا ممکن است پس لرزه‌ها سبب فرو ریختن آنها شوند.

۲ـ خطرات آتش‌سوزی به علت شکستن لوله‌های گاز، اتصال سیم‌های برق به علت افتادن آنها بر روی زمین و بی‌آب ماندن به علت شکستن لوله‌های آب.

وسایل و مواد لازمی که باید همیشه در دسترس باشند

۱ـ چراغ قوه با باتری‌های اضافی، پول نقد، رادیو و آچار قابل تنظیم

۲ـ جعبه کمک‌های اولیه با داروها و مواد ضروری

۳ـ کپسول آتش‌نشانی

۴ـ آب آشامیدنی

۵ـ غذاهای کنسرو شده و خشک برای مصرف یک هفتهٔ اعضای خانواده، در بازکن قوطی، کبریت، اجاق گاز قابل حمل (پیک نیک)

۶ـ شماره تلفن پلیس، آتش‌نشانی و اورژانس

چین خوردگی

رشته کوه‌هایی مانند البرز و زاگرس، حاصل چین‌خوردگی بخشی از سنگ کره است. چین‌ها، به شکل‌های تک شیب، تاقدیس و ناودیس دیده می‌شوند. در صورتی که لایه‌های سنگی طوری خم شوند که لایه‌های قدیمی‌تر در مرکز و لایه‌های جدیدتر در حاشیه قرار گیرند، تاقدیس تشکیل می‌شود و چنانچه لایه‌های جدیدتر در مرکز و لایه‌های قدیمی‌تر در حاشیه چین قرار گیرند، ناودیس به وجود می‌آید.

ب) الف)

شکل ۶ـ۶ـ انواع چین، الف) تک شیب ب) تاقدیس و ناودیس

abadgaranedu.ir

آتشفشان

امروزه فعالیت‌های آتشفشانی زیادی در تمام نقاط کرهٔ زمین، داخل خشکی‌ها، در بستر اقیانوس‌ها، دریاها و دریاچه‌های بزرگ صورت می‌گیرد.

مواد خارج شده از آتشفشان‌ها، به صورت جامد (تفرا)، مایع (لاوا یا گدازه) و بخارهای آتشفشانی (فومرول) است.

تفتان

دماوند

شکل ۷ـ۶ ـ آتشفشان نیمه‌فعال تفتان و دماوند با فعالیت فومرولی

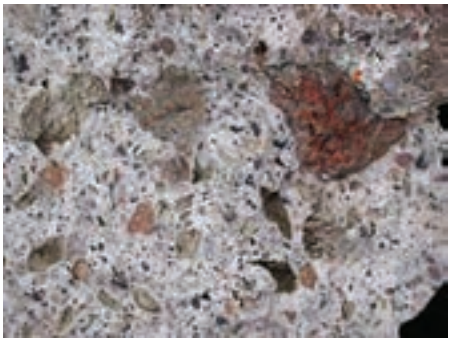
تفرا: به مواد آتشفشانی جامد که به‌صورت ذرات ریز و درشت بر اثر فعالیت آتشفشان به هوا پرتاب می‌شود، تفرا می‌گویند.

جدول ۲ـ۶ ـ اندازه ذرات جامد آتشفشان

نام ذرات	اندازه ذرات (میلی‌متر)
خاکستر	کوچک‌تر از ۲
لاپیلی	بین ۲ تا ۳۲
قطعه سنگ و بمب (دوکی شکل)	بزرگ‌تر از ۳۲

در آتشفشان‌های انفجاری، مواد جامد آتشفشانی به هوا پرتاب می‌شوند. با فرونشینی آنها بر سطح زمین، از به هم چسبیدن و سخت شدن این مواد، گروهی از سنگ‌های آتشفشانی، به نام سنگ‌های آذرآواری تشکیل می‌شوند.

در صورتی که خاکستر آتشفشانی در محیط‌های دریایی کم‌عمق ته‌نشین شوند، توف آتشفشانی به‌وجود می‌آید. به عنوان مثال می‌توان توف‌های سبز البرز را نام برد. توف، یک نوع سنگ آذرآواری است.



شکل ۸ـ۶ ـ سنگ آذرآواری

گدازه: گدازه‌ها، مواد مذابی هستند که از دهانهٔ آتشفشان خارج می‌شوند. هر چه گدازه روان‌تر باشد، مخروط آتشفشان، شیب و ارتفاع کمتری دارد.

بخارهای آتشفشانی: مواد مذاب درون زمین، حاوی مقداری گاز و بخار آب می‌باشد. ترکیب شیمیایی گازهای خروجی از آتشفشان، بسیار متفاوت است. بیشتر گازهای آتشفشانی را بخار آب، گازهای کربن دی‌اکسید، اکسیدهای گوگردی، نیتروژن‌دار، کلردار و کربن مونو اکسید تشکیل می‌دهند. پس از فعالیت یک آتشفشان، خروج گاز(مرحله فومرولی) ممکن است سال‌ها و حتی قرن‌ها ادامه داشته باشد. در حال حاضر آتشفشان‌های دماوند و تفتان، در مرحله فومرولی به سر می‌برند و از دهانهٔ آنها بخارآب، گاز گوگرد و ... خارج می‌شوند.

abadgaranedu.ir

الف) بمب آتشفشانی

ب) گدازه

پ) خاکستر آتشفشانی

شکل ۹ـ۶ ـ نوع و اندازهٔ متفاوت مواد خروجی از دهانهٔ آتشفشان‌ها

فواید آتشفشان‌ها

تشکیل هواکره: در گذشته همراه با سرد شدن زمین، بخش زیادی از گازهای درون زمین از طریق فعالیت آتشفشان‌ها، از شکستگی‌ها و منافذ سنگ‌ها و لایه‌های آبدار خارج شدند و شرایط لازم برای تشکیل هوا کره فراهم گردید.

تشکیل آب کره: بخشی از گازهای خروجی از آتشفشان‌ها، با یکدیگر ترکیب شده و آب را به وجود آورده‌اند. آب، فرورفتگی‌های سطح زمین را پر کرده و باعث‌ایجاد اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها و رودها شده است.

تشکیل خاک و رسوب: خاکستر و گدازه آتشفشانی از دهانهٔ آتشفشان خارج می‌شود و خاک حاصلخیزی را به‌وجود می‌آورد. برخی از مزارع حاصلخیز جهان بر روی خاکسترهای آتشفشانی قرار گرفته است.

تشکیل پوستهٔ جدید اقیانوسی: خروج مواد مذاب گوشته از محور میانی رشته کوه‌های میان اقیانوسی، سبب تشکیل پوستهٔ جدید اقیانوسی می‌شود. نتیجهٔ این آتشفشان‌ها، علاوه بر گسترش بستر اقیانوس‌ها، سبب نزدیک شدن ورقه‌ها در محل گودال‌های اقیانوسی می‌شوند. در این مناطق، به علت برخورد ورقه‌ها، فرورانش صورت می‌گیرد و کوه‌ها به‌وجود می‌آیند. کوه‌ها نیز، با ایجاد پستی و بلندی در سطح زمین، سبب تداوم فرسایش و رسوب‌گذاری می‌گردند.

تشکیل رگه‌های معدنی: فعالیت آتشفشانی منجر به تشکیل برخی رگه‌های معدنی مانند طلا، نقره، مس و آهن می‌شود.

شکل ۱۰ـ۶ ـ چشمهٔ آب گرم در دامنهٔ آتشفشان بزمان

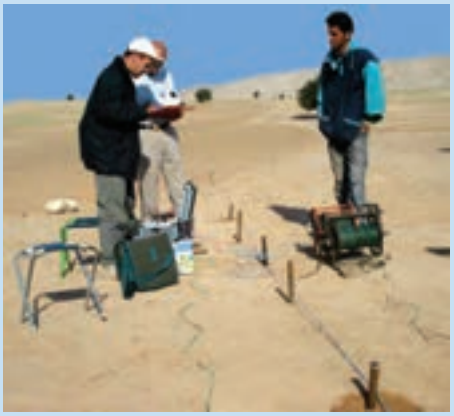
تشکیل چشمه‌های آب گرم: اطراف آتشفشان‌ها، مناطق مناسبی برای تشکیل چشمه‌های آب گرم معدنی می‌باشند. آب‌هایی که درون پوسته هستند، گرم شده و از طریق شکستگی‌های سطح زمین، به‌صورت چشمه‌های آب گرم در سطح زمین ظاهر می‌شوند. آب این چشمه‌ها از نظر بهداشتی برای درمان بیماری‌های پوستی و آرامش عضلانی مفید هستند و با جذب گردشگران، سبب رونق اقتصاد محلی می‌شوند.

انرژی زمین گرمایی: در مناطق آتشفشانی، از گرمای درون زمین به عنوان انرژی زمین گرمایی استفاده می‌شود. کشور ایسلند بخش عمده انرژی مورد نیاز خود را از انرژی زمین گرمایی تأمین می‌کند. اولین نیروگاه زمین‌گرمایی خاورمیانه نیز در نزدیکی آتشفشان سبلان در استان اردبیل تأسیس شده است.

شکل ۱۱ـ۶ ـ نیروگاه زمین گرمایی مشکین‌شهر ـ اردبیل

آتشفشان‌ها، افزون برخروج انرژی درونی زمین، منجر به آرامش نسبی ورقه‌های سنگ کره می‌شوند. از انواع سنگ‌های آتشفشانی در نمای ساختمان‌ها و مصالح ساختمانی استفاده می‌شود.

abadgaranedu.ir

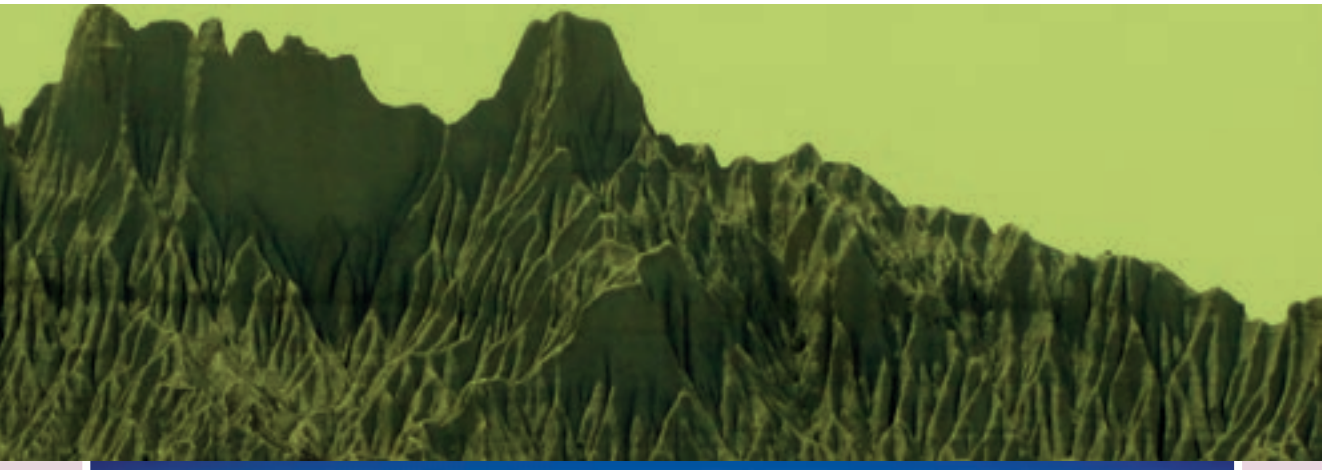


• **ژئوفیزیک:** ژئوفیزیک‌دان‌ها، برای مطالعه ساختمان درونی زمین، که به‌راحتی در دسترس نیست و همچنین شناسایی ذخایر و معادن زیرزمینی با استفاده از امواج لرزه‌ای، بررسی مغناطیس زمین، مقاومت الکتریکی و شدت گرانش سنگ‌ها، به مطالعهٔ آنها می‌پردازند.

• **زمین ساخت (تکتونیک):** زمین‌شناسی ساختمانی و زمین ساخت، علم شناسایی و بررسی ساختارهای تشکیل دهندهٔ پوسته زمین و نیروهای به وجودآورنده آنهاست. گسل‌ها، درزه‌ها، چین‌ها، و دیگر ساختارهای زمین، نقش مهمی‌در تجمع منابع زیرزمینی و احداث پروژه‌های عمرانی دارند. از سوی دیگر، زمین ساخت به مطالعهٔ ساختار درونی زمین، چگونگی تشکیل رشته کوه‌ها، اقیانوس‌ها، زمین‌لرزه‌ها و حرکت ورقه‌های سنگ کره می‌پردازد.

متخصصین این رشته‌ها، در مراکزی مانند سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مؤسسه ژئوفیزیک، پژوهشگاه زمین‌لرزه، مدیریت بحران، شهرداری‌ها و ... به کار مشغول می‌شوند.

abadgaranedu.ir



تصویر ماهواره‌ای ایران

abadgaranedu.ir

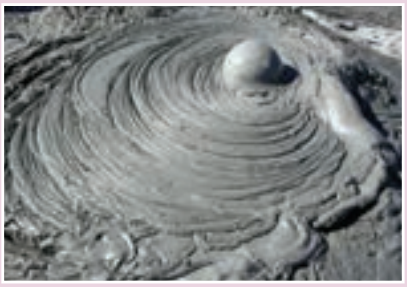
فصل ۷

زمین‌شناسی ایران

ایران، به نظر بسیاری از زمین‌شناسان جهان که از مناطق مختلف آن بازدید کرده‌اند، بهشت زمین‌شناسی است. به‌راستی، چه عواملی باعث این تفکر شده است؟ پدیده‌های متنوع کم‌نظیری مانند آتشفشان‌های نیمه فعال، گل فشان‌های متعدد، کلوت‌های وسیع و مرتفع، گنبدهای نمکی و ... در نقاط مختلف ایران یافت می‌شود که پژوهشگران زیادی را از سراسر جهان به خود علاقه‌مند کرده است. زمین‌شناسان از حدود دویست سال پیش تاکنون، پژوهش‌های زیادی بر روی مناطق مختلف ایران انجام داده‌اند ولی هنوز ناشناخته‌های بسیاری وجود دارد که توجه پژوهشگران را به خود جلب می‌کند.

abadgaranedu.ir

گنبد نمکی (جاشک)



گل فشان (چابهار)

دره ستارگان (قشم)

تاریخچه زمین شناسی ایران

سرزمین ایران، تاریخ تکوین پیچیده‌ای را پشت سر گذاشته است. بخش‌های مختلفی که اکنون ایران زمین را تشکیل می‌دهند، در دوره‌های مختلف زمین‌شناسی، بخش‌هایی از آن قسمتی از ابرقاره گندوانا و لورازیا بوده اند.

تعیین سن سنگ‌های مناطق مختلف ایران نشان می‌دهد که قدیمی‌ترین سنگ‌ها، سنی بیش از میلیاردها سال دارند که در مقایسه با سنگ‌های قدیمی یافت شده در آمریکای شمالی، آفریقا، هند، سیبری، استرالیا و عربستان جوان‌تر هستند.

تحقیق کنید

- قدیمی‌ترین سنگ های ایران در کدام مناطق یافت می‌شوند؟

abadgaranedu.ir

بیشتر بدانید

● حدود ۶۰۰ میلیون سال پیش، قاره بزرگی به نام پانگه‌آ[1] بر روی کره زمین وجود داشت که از به هم پیوستن همهٔ خشکی‌ها به‌وجود آمده بود. این خشکی بزرگ در اواسط کامبرین، یعنی حدود ۵۰۰ میلیون سال پیش، بر اثر فرایندهای زمین‌ساختی شروع به باز شدن کرد و اقیانوس تتیس در این زمان تشکیل شد. در اوایل پرمین، یعنی حدود ۲۹۰ میلیون سال پیش به بیشترین وسعت خود رسید. در آن زمان، ایران مرکزی و البرز، بخشی از خشکی گندوانا بودند. اقیانوس تتیس کهن، طولی بیش از چندین هزار کیلومتر داشت و از استرالیا تا چین، ایران، و اروپای امروزی ادامه می‌یافت.

در اوایل پرمین، بر اثر باز شدن قاره گندوانا، تشکیل اقیانوس جدیدی به نام تتیس نوین در بخش جنوبی تتیس کهن، شروع شد. هر چه تتیس نوین بزرگ‌تر می‌شد، تتیس کهن بر اثر فرورانش به سمت جنوب کوچک‌تر می‌شد تا اینکه در ژوراسیک (حدود ۱۸۰ میلیون سال پیش) تتیس کهن کاملاً بسته شد و **رشته کوه البرز** در ایران تشکیل شد، تتیس نوین به بیشترین وسعت خود رسید. دریای سیاه در شمال ترکیه، بازمانده اقیانوس تتیس کهن است.

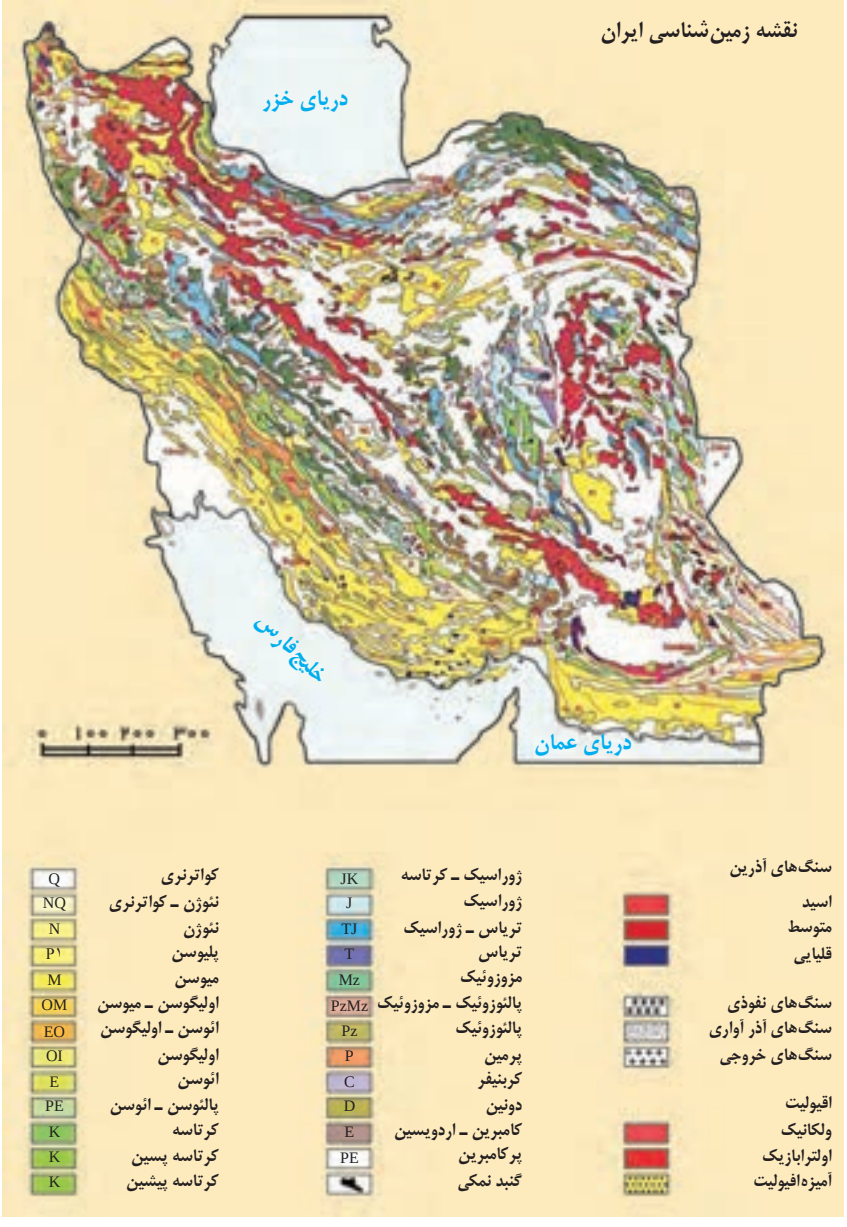
در حدود ۱۰۰ میلیون سال پیش، با باز شدن اقیانوس هند، آفریقا و شبه قاره هند از گندوانا جدا شدند و به سمت شمال حرکت کردند. با این حرکت، اقیانوس تتیس نوین شروع به فرورانش به سمت شمال و به زیر قاره بزرگ شمالی (اوراسیا) کرد و در نهایت در حدود ۶۵ میلیون سال پیش، ورقه عربستان به ایران برخورد کرد و این اقیانوس بسته و شکل‌گیری **رشته کوه زاگرس** آغاز شد و تاکنون ادامه دارد. دریای خزر و دریاچه آرال، از بازمانده‌های این اقیانوس هستند.

۱ـ به آن پانجه‌آ نیز گفته می‌شود.

abadgaranedu.ir

نقشه‌های زمین‌شناسی

در نقشه های زمین شناسی، جنس و پراکندگی سطحی سنگ‌ها، روابط سنی آنها، وضعیت شکستگی‌ها و چین خوردگی‌ها و موقعیت کانسارها و... نمایش داده می‌شوند.



شکل ۱ـ۷ ـ نقشه زمین شناسی ایران که نشان دهندهٔ پراکندگی سنگ‌های دوره‌های زمین‌شناسی مختلف است.

abadgaranedu.ir

پهنه‌های زمین‌شناسی ایران

مطالعات انجام شده توسط زمین‌شناسان، نشان می‌دهند که فرایندهای زمین‌شناسی متعددی در طول زمان، چهره امروزی سرزمین ایران را به‌وجود آورده است. تحولات زمین‌شناختی ایران در دوره‌های مختلف زمین‌شناسی، پیچیده بوده است. سرزمین ایران، از چندین قطعه مختلف و جدا از هم سنگ کره تشکیل شده که هر کدام تاریخچه تکوین متفاوتی دارند.

اشتوکلین، از پیشگامان مطالعات نوین زمین‌شناسی در ایران است. او با جمع‌بندی مطالعات و مشاهدات زمین‌شناسی، برای نخستین بار سرزمین ایران را از نظر ساختارهای زمین‌شناسی به چند بخش جداگانه تقسیم‌بندی کرد. این تقسیم‌بندی، مبنایی برای کار پژوهشگران بعدی شد. در ادامه، با آگاهی‌های بیشتر از ویژگی‌های زمین‌شناسی ایران، تقسیم‌بندی‌های جامع‌تری ارائه گردید.

برخی مشخصات پهنه های زمین ساختی در ایران

نام پهنه	سنگ‌های اصلی	منابع اقتصادی	ویژگی‌ها
زاگرس	سنگ‌های رسوبی	ذخایر نفت و گاز	تاقدیس‌ها و ناودیس‌های متوالی
سنندج ـ سیرجان	سنگ‌های دگرگونی	معادنی مانند: سرب و روی ایرانکوه	انواع سنگ‌های دگرگونی
ایران مرکزی	سنگ‌های رسوبی آذرین ـ دگرگونی	معادنی مانند: آهن چغارت و روی مهدی آباد	سنگ‌هایی از پرکامبرین تا سنوزوییک
پهنه البرز	سنگ‌های رسوبی	رگه‌های زغال سنگ	دارای دو بخش شرقی ـ غربی دارای قله دماوند
پهنه شرق و جنوب شرق ایران	سنگ های آذرین و رسوبی	معادنی مانند: منیزیت ـ مس	دشت‌های پهناور، خشک و کم آب فرورانش پوسته اقیانوسی دریای عمان به زیر ایران در منطقه مکران
کپه‌داغ	سنگ‌های رسوبی	ذخایر عظیم گاز	توالی رسوبی منظم
سهند ـ بزمان (ارومیه ـ دختر)	سنگ‌های آذرین	ذخایر فلزی	فرورانش تتیس نوین به زیر ایران مرکزی

مفاخر جهان

• یووان اشتوکلین (Jovan Stocklin) زمین‌شناس سوئیسی و چهره‌ای ماندگار در زمین‌شناسی ایران است که نقش تأثیرگذاری در توسعه علم زمین‌شناسی در ایران داشته است. اشتوکلین، پس از اخذ مدرک دکترای زمین‌شناسی از دانشگاه ETH زوریخ در سوئیس، در سال ۱۹۵۰ میلادی (۱۳۲۹ ه. ش) در قالب همکاری با سازمان ملل متحد، به منظور انجام مطالعات زمین‌شناسی، راه‌اندازی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، راه‌اندازی بخش اکتشاف شرکت نفت و تربیت نیروی متخصص زمین‌شناسی به ایران آمد.

۲۰۰۸ ـ ۱۹۲۱میلادی

abadgaranedu.ir

اشتوکلین به مدت ۲۷ سال از عمر خود را در ایران گذراند، به همهٔ نقاط ایران سفر کرد و به مطالعه زمین‌شناسی پرداخت و برای اغلب نقاط با همکاری بسیاری از زمین‌شناسان ایران، نقشه‌های زمین‌شناسی را تهیه و تعداد زیادی از کانسارها و منابع نفت و گاز در خشکی را کشف کرد.

وی در زمان اقامت و کار در ایران، با سفر به مناطق بکر و ناشناخته، با کمترین امکانات و با مسافرت در دشت‌ها، کوه‌ها، نمکزارها و مناطق خطرناک، مطالعات زمین‌شناسی را انجام داد. وی که در کودکی، آرزوی دیدن شتر را در سر داشت، به گفته خودش، به مراد خود رسید و در بیشتر عملیات صحرایی خود در مناطق دشوار کوهستانی و بیابانی، با استفاده از شتر، این مطالعات را در شرایط دشوار آب و هوایی از سرمای کوهستان تا گرمای مناطق کویری با شوق وافر انجام داد.

اشتوکلین، علاقه بسیاری به ایران داشت، به‌طوری که کمتر فرد خارجی را می‌توان یافت که تا این حد به ایران و ایرانیان عشق ورزیده باشد. در سال ۱۳۵۴، به این نتیجه رسید که وظیفه او در تربیت زمین‌شناسان خبره به انجام رسیده و بنابراین برای خدمت در کشور نپال عازم آنجا شد؛ اما، همچنان علاقه به ایران، در او وجود داشت تا اینکه در سال ۱۳۵۵ بار دیگر برای سرپرستی بخش اکتشاف در سازمان انرژی اتمی ایران، از وی دعوت به کار شد و او با اشتیاق پذیرفت، زیرا به گفته وی، فرزندانش، ایران را بیشتر از سوئیس، وطن خود می‌دانستند و به آن علاقه داشتند. پس از پایان این مأموریت، با چشمانی اشکبار عازم سوئیس شد.

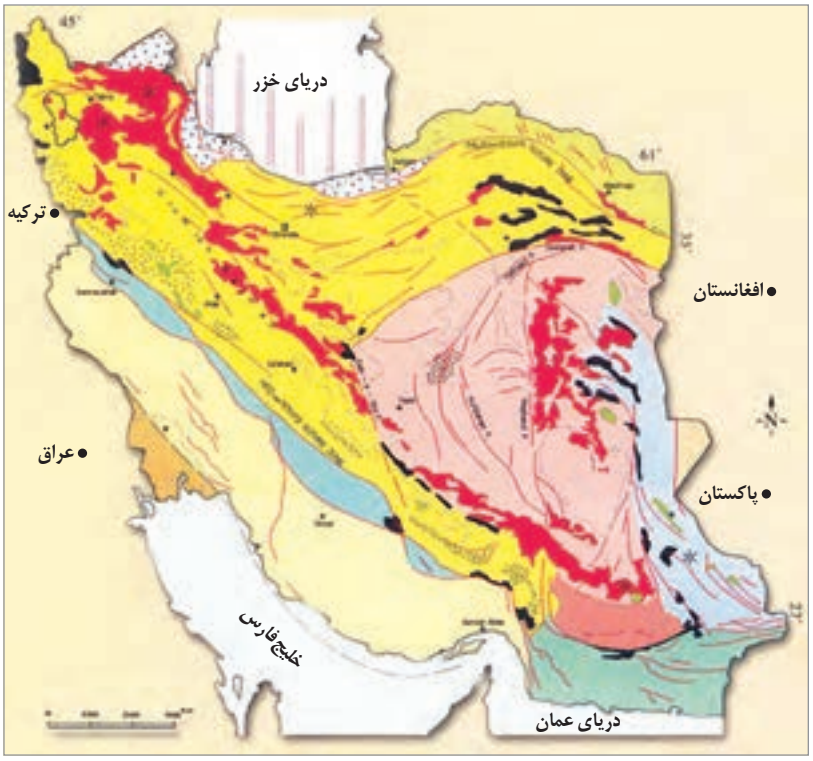
اشتوکلین در سال ۲۰۰۶ میلادی خاطرات زندگی هشتاد و چند ساله‌اش را در یک نوشتار ۱۷۰ صفحه‌ای به نام «ایران، خاطرات یک زمین‌شناس» تدوین و تنظیم کرد و آن را به چهار فرزندش که در ایران متولد شده‌اند، هدیه کرده است. این کتاب با نام «سرزمین پارس، خاطرات و نوشته‌های یک زمین‌شناس ـ یووان اشتوکلین» به فارسی ترجمه و توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور منتشر شده است. یووان اشتوکلین در ۱۵ آوریل ۲۰۰۸ میلادی (۲۷ فروردین ۱۳۸۷هـ. ش) در خانه‌اش در شهر کوچکی در سوئیس، چشم از جهان فروبست.

اشتوکلین در بخشی از کتاب خاطرات خود می‌نویسد:

« ... همسرم الیزابت نیز به ایران علاقه زیادی پیدا کرده بود، سه دخترم تبینا، فرانسیسکا و آنژلا و آخرین فرزند که پسری به نام ژرژ است، همگی در ایران متولد شده‌اند. ایام کودکی و نوجوانی آنها در منزل‌هایی که اجاره کرده بودم در داودیه، دزاشیب و نیاوران سپری شده، آنها همیشه از خاطراتشان می‌گویند. از مدرسه‌ای در قلهک که در آنجا درس خوانده‌اند، خانواده‌ها و بچه‌های هم‌کلاسی ایرانی که با آنها دوست شده‌اند. ما همگی با همهٔ گوشه‌های ایران طی بیست و هفت سال اقامت در این کشور آشنا شدیم. ... علی، راننده سابق و باوفای من در سازمان زمین‌شناسی که چند سال بعد با تأثر شنیدم تنها فرزند پسرش در جنگ با عراق شهید شده، مرا به فرودگاه مهرآباد برد. به‌هنگام خداحافظی و روبوسی با من گونه‌هایش از اشک خیس شده بود. این بار و برای همیشه به‌جای آنکه از غرب به شرق بیایم، از مشرق به مغرب پرواز می‌کردم. در ذهنم زندگی‌نامه نزدیک به سی سال اقامتم در ایران را مرور می‌کردم.

آن روزها از سرزمین پارسیان و قوم مهربان و متمدن و باوفای ایرانی هیچ چیز نمی‌دانستم ولی امروز همه گوشه‌های این سرزمین را می‌شناسم. متعجب و حیرت‌زده هستم. دلم نمی‌خواهد غم‌زده و دلتنگ از ایران بروم. وقتی هواپیمای سوئیس‌ایر صبحگاه از مرز ایران می‌گذشت و من از پنجره، طلوع آفتاب این روز زمستانی را می‌نگریستم، بی‌اختیار این جملات بر زبانم جاری شد: ایران باور کن دلم نمی‌خواهد از تو خداحافظی کنم. آدیوایران، خداحافظ ایران ....»

abadgaranedu.ir



شکل ۲ـ۷ـ نقشهٔ پهنه‌بندی زمین‌شناسی در ایران

منابع معدنی ایران

در فصل ۲ خواندید که منابع معدنی می‌تواند زیربنای اقتصاد و توسعه کشورها باشد. اگر کشوری، مواد معدنی مورد نیاز خود را نداشته باشد، چه اتفاقی می‌افتد؟ آنها را چگونه تأمین می‌کند؟ آیا می‌دانید ایران از نظر ذخایر معدنی چه جایگاهی در جهان دارد؟ آیا ما تمام مواد معدنی مورد نیاز را در کشور داریم؟

ایران، دارای ذخایر معدنی مهم و قابل توجهی است که آن را از بسیاری از کشورهای جهان متمایز می‌کند. فعالیت‌های معدنی در ایران به‌طور گسترده در بیشتر نقاط کشور انجام می‌شود و نقش مهمی در اقتصاد کشور دارد. معدن کاری در ایران، قدمت زیادی داشته به‌طوری که در هر گوشه ایران، آثار معدن کاری قدیمی دیده می‌شود.

پیشینیان ما، تجربه بسیار زیادی در اکتشاف و بهره‌برداری از معادن و به‌خصوص ذخایر فلزی مانند مس، آهن، طلا، سرب و روی داشته‌اند، استفاده از فلزات از حدود ۸۵۰۰ سال پیش آغاز گردید. نتایج مطالعات پژوهشگران نشان می دهد استخراج و استفاده از فلزات برای اولین بار در فلات ایران و فلات آناتولی ترکیه صورت گرفت.

جمع‌آوری اطلاعات

- در مورد سنگ‌های آذرین در رشته کوه البرز، اطلاعات جمع‌آوری کنید و به کلاس گزارش دهید.

جمع‌آوری اطلاعات

- در مورد معادن شدّادی استان خود اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.

abadgaranedu.ir

بیشتر بدانید

● ایران با حدود ۰/۲۳ از مساحت کل کرهٔ زمین، حدود ۷ درصد ذخایر معدنی جهان را داراست. بیش از ۵۰ ماده معدنی در کشور تولید می‌شود. ایران در برخی مواد معدنی، در جهان رتبه‌های بالایی دارد. مقدار کل ذخایر شناسایی شدهٔ قطعی ایران، حدود ۳۷ میلیارد تن برآورد شده است که بخشی از آن در حال استخراج است. در حال حاضر حدود ۵۰۰۰ معدن بزرگ و کوچک فلزی و غیرفلزی در کشور فعال هستند.

بیشتر بدانید

برخی معادن بزرگ ایران و موقعیت آنها

عنصر / ماده معدنی	نام معدن	استان	شهرستان
آهن	گل گهر	کرمان	سیرجان
	چُغارت، چادرملو، سه چاهون	یزد	بافق
	سنگان	خراسان رضوی	خواف
مس	سرچشمه	کرمان	رفسنجان
	میدوک	کرمان	شهربابک
	سونگون	آذربایجان شرقی	اهر
	تکنار	خراسان رضوی	کاشمر
	علی آباد و دره زرشک	یزد	تفت
	قلعه زری	خراسان جنوبی	بیرجند
سرب و روی	مهدی آباد	یزد	مهریز
	سورمه	فارس	فیروزآباد
	ایرانکوه	اصفهان	اصفهان
	عمارت	مرکزی	شازند
	آهنگران	همدان	ملایر
کروم	اسفندقه	کرمان	جیرفت
	سبزوار	خراسان رضوی	سبزوار
	خواجه جمالی	فارس	نیریز
منگنز	ونارچ	قم	قم
	رباط کریم	تهران	رباط کریم
طلا	موته	اصفهان	گلپایگان
	زرشوران	آذربایجان غربی	تکاب
	ساری گونای	کردستان	قروه
	باریکا	آذربایجان غربی	سردشت
فیروزه	نیشابور	خراسان رضوی	نیشابور
	باغو	سمنان	دامغان
آمتیست	طرود	سمنان	شاهرود
گارنت	اسفندقه	کرمان	جیرفت

abadgaranedu.ir

●ایران یکی از ۱۵ کشور بزرگ معدنی جهان است و رتبه دوم جهان را از نظر ذخایر فلدسپار دارد و برای باریت و ژیپس در رتبه پنجم و از نظر سنگ آهن، در رتبه دهم جهان جای دارد. علاوه بر ذخایر فلزهای اساسی مانند آهن، روی، سرب و مس، ایران دارای ذخایر قابل توجهی نیز از آلومینیم، منگنز، مولیبدن، طلا، کروم و نیز مواد معدنی غیرفلزی مورد استفاده در صنعت مانند باریت، سنگ‌های ساختمانی، کائولن و بنتونیت است.

نمایی از معدن روباز مس سرچشمه (کرمان) با ذخیره‌ای بیش از ۱ میلیارد و ۲۰۰ میلیون تن

نمایی از معدن طلای زرشوران (تکاب)

معدن مس ـ مولیبدن سونگون (اهر)

نقشهٔ پراکندگی ذخایر فلزی در ایران (نقاط رنگی)

abadgaranedu.ir

ذخایر نفت و گاز ایران

حفاری اولین چاه نفت خاورمیانه از سال ۱۲۸۶ هـ.ش در شهر مسجد سلیمان در استان خوزستان در منطقه‌ای به نام میدان نفتون آغاز شد و در ۵ خرداد ۱۲۸۷ هـ.ش به نفت رسید (شکل۳-۷الف). این چاه ۳۶۰ متر عمق داشت که از آن، روزانه ۳۶۰۰۰ لیتر نفت استخراج می‌شد. این چاه به «چاه شماره یک» معروف است و هم اکنون در شهر مسجد سلیمان به صورت موزه، تحت نظارت شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب قرار دارد (شکل۳-۷ ب).

الف)

ب)

شکل۳-۷- اولین چاه حفر شده در ایران ـ مسجد سلیمان

ذخایر نفت ایران به‌طور عمده در لایه‌های سنگ آهک قرار دارند. برخی از میدان‌های مهم نفت ایران در جدول ارائه شده است.

ایران با دارا بودن حدود ۱۰ درصد از نفت جهان، در رده چهارم و از نظر ذخایرگاز، در رده دوم جهان قرار دارد. ذخایر نفت و گاز ایران به‌طور عمده در جنوب و غرب (منطقهٔ زاگرس و خلیج فارس) و در شمال (دریای خزر) قرار دارند. ذخایر گاز خانگیران سرخس در شمال شرق نیز، از ذخایر مهم هیدروکربن در ایران است.

بزرگ‌ترین میدان نفتی ایران، میدان اهواز است که در رده سومین میدان‌های نفتی عظیم جهان قرار دارد.

فکر کنید

- دو دلیل ذکر کنید که چرا عمده ذخایر نفت ایران در منطقه زاگرس است؟

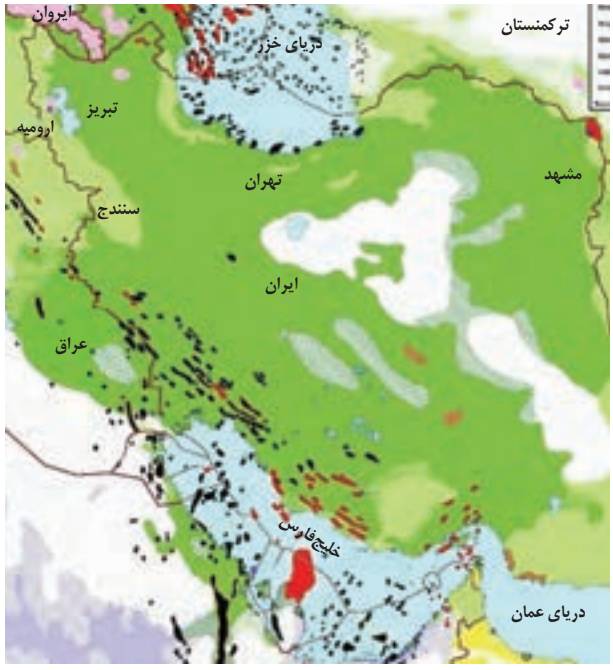
abadgaranedu.ir

بیشتر بدانید

برخی از مشخصات میدان‌های مهم نفتی ایران

رتبه	نام میدان	ذخیره درجا (میلیارد بشکه)	ذخیره قابل برداشت (میلیارد بشکه)	تولید روزانه (هزار بشکه)
۱	میدان نفتی اهواز	۶۵/۵	۳۷	۷۵۰/۰۰۰
۲	میدان نفتی گچساران	۵۲/۹	۲۳/۷	۴۸۰/۰۰۰
۳	میدان نفتی مارون	۴۶/۷	۲۱/۹	۵۲۰/۰۰۰
۴	میدان نفتی آزادگان	۳۳/۲	۵/۲	۴۰/۰۰۰
۵	میدان نفتی آغاجاری	۳۰/۲	۱۷/۴	۳۰۰/۰۰۰
۶	میدان نفتی رگ سفید	۱۶/۵	۳/۴۴	۱۸۰/۰۰۰
۷	میدان نفتی آب تیمور	۱۵/۲	۲/۶	۶۰/۰۰۰
۸	میدان نفتی سروش	۱۴/۲	۱۰	۴۶/۰۰۰
۹	میدان نفتی کرنج	۱۱/۲	۵/۷	۲۳۷/۰۰۰
۱۰	میدان نفتی بی‌بی‌حکیمه	۷/۵۹	۵/۶۷	۱۲۰/۰۰۰

میدان‌های گاز پارس جنوبی در خلیج فارس و خانگیران در منطقهٔ سرخس، از مهم‌ترین میدان‌های گازی ایران هستند.



شکل ۴ـ۷ـ نقشه پراکندگی ذخایر نفت و گاز ایران (نقاط سیاه رنگ، محل ذخایر)

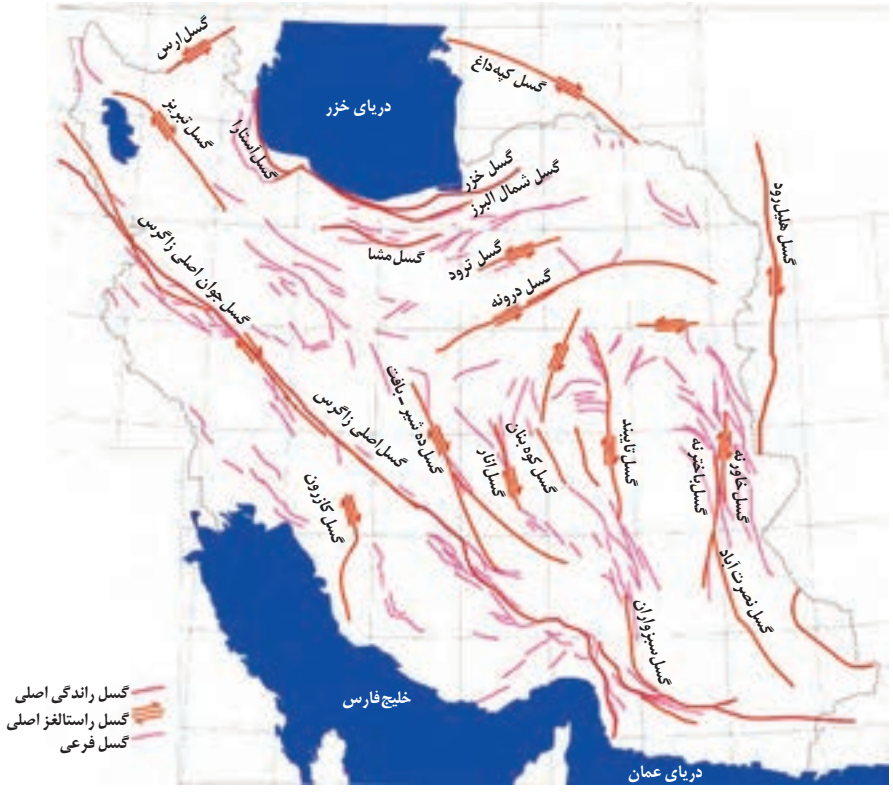
abadgaranedu.ir

گسل‌های اصلی ایران

پوسته ایران زمین، دارای گسل‌های متعددی است و کمتر جایی از کشور را می‌توان یافت که در آنجا گسلی وجود نداشته باشد. وجود این گسل‌ها، فعالیت پوسته ایران زمین را نشان می‌دهد. تعدادی از گسل‌های ایران، قدیمی و غیرفعال و برخی از گسل‌ها، جوان و لرزه‌خیز هستند که امروزه زمین لرزه‌ها، در امتداد آنها رخ می‌دهد.

پاسخ دهید

- در نزدیکی محل سکونت شما کدام گسل/گسل‌ها وجود دارد؟ آیا در سال‌های اخیر این گسل/گسل‌ها باعث زمین‌لرزه شده است؟



شکل ۵ـ۷ـ نقشه گسل‌های اصلی ایران

آتشفشان‌های ایران

مهم‌ترین کوه‌های آتشفشانی ایران، دماوند، تفتان، بزمان، سهند و سبلان هستند. دماوند، بلندترین قله آتشفشانی ایران، در گذشته فعال بوده و آثار فعالیت‌های آن هنوز به‌صورت خروج گازهای گوگردی در دامنه‌های نزدیک دهانه آتشفشان دیده می‌شود.

بیشتر فعالیت‌های آتشفشانی جوان، در دوره کواترنری در ایران، آتشفشان‌هایی هستند که در امتداد نوار ارومیه ـ پُل‌دختر قرار دارند.

شکل ۶ـ۷ـ نقشه پراکندگی قله‌های آتشفشانی در ایران

abadgaranedu.ir

بیشتر بدانید

● **دماوند:** آتشفشان مخروطی شکل دماوند با ارتفاع ۵۶۷۱ متر، در بخش میانی رشته کوه البرز، بارزترین فعالیت آتشفشانی دوره کواترنری در ایران است. دامنه کوه دماوند پوشیده از جریان گدازه‌هایی به وسعت ۴۰۰ کیلومتر مربع است. جدیدترین گدازه‌ها در دامنه غربی مخروط قرار گرفته‌اند و روی همین دامنه است که به‌طور محلی مخروط‌هایی از خاکستر وجود دارد. در ارتفاع ۱۰۰ متر پایین‌تر از قله، در ضلع جنوبی دماوند، خروج گازها نمایان می‌شوند. دهانهٔ این آتشفشان با ۳۰۰ متر قطر، با دریاچه‌ای از یخ پوشیده شده است. فعالیت‌های عظیمی که کوه دماوند را به وجود آورده در حدود ده هزار سال قبل و آخرین فوران آن، مربوط به ۷۳۰۰ سال پیش می‌باشد.

● **تفتان:** ارتفاع این قله ۴۰۳۶ متر از سطح تراز دریا است و از دو دهانهٔ آتشفشانی آن، بخارهای گوگرد خارج می‌شود. در ورودی حفره‌های آتشفشانی، بلورهای گوگردی خالص به وفور دیده می‌شوند. نزدیک‌ترین شهر به تفتان، خاش است. تَپت در زبان بلوچی به معنای گرما و تفتان، برگرفته شده از تپتان است.

زمین گردشگری

شکل ۷ـ۷ـ روستای کندوان

سیاره زمین، دارای مناظر و چشم‌اندازهای متنوعی است. این تنوع و گوناگونی، به‌دلیل اتفاقات و رویدادهای زمین‌شناختی است که در طول تاریخ شکل‌گیری و تکوین این سیاره رخ داده است. کشور ایران از نظر میراث زمین‌شناختی و گوناگونی پدیده‌های زمین شناختی، یکی از غنی‌ترین کشورهای جهان است. به‌همین دلیل زمین گردشگری می‌تواند در کشورمان، جایگاه اقتصادی ویژه‌ای داشته باشد.

گروهی از پدیده‌های زمین‌شناختی مانند غارها، گل فشان‌ها، آبشارها و.. که ارزش بالایی از نظر علمی و آموزشی یا زیبایی ویژه داشته و یا بسیار کمیاب هستند، به عنوان میراث زمین‌شناختی معرفی می‌شوند.

تحقیق کنید

۱ـ زمین گردشگری چگونه در رونق اقتصادی کشور تأثیر می‌گذارد و شما در زمینه حفاظت از آن چه نقشی می‌توانید داشته باشید؟

۲ـ یکی از جاذبه‌های زمین گردشگری در اطراف محل سکونت خود را به کلاس معرفی کنید.

ژئوپارک

برای حفاظت از جاذبه‌های میراث زمین‌شناختی در یک محدوده و بهره‌برداری درست از آنها ژئوپارک ایجاد می‌شود. ژئوپارک، یک محدوده مشخص است که در آن، میراث زمین‌شناختی با جاذبه‌های طبیعی و فرهنگی ویژه واقع شده است. در هر ژئوپارک، مردم آن منطقه با آموزش‌هایی که می‌بینند در حفاظت از جاذبه‌های زمین‌شناختی، طبیعی و فرهنگی همکاری و از این جاذبه‌ها، برای

abadgaranedu.ir

گردشگری بهره‌برداری و کسب درآمد می کنند. ژئوپارک باعث می‌شود که جامعه محلی، رشد و رونق اقتصادی و فرهنگی داشته باشد و این میراث‌ها حفظ شود.

اکنون در کشور ما ژئوپارک جزیره قشم به ثبت جهانی رسیده است. با برنامه‌ریزی‌های انجام شده و براساس مطالعات علمی و گردشگری، در سال‌های آینده، تعداد ژئوپارک‌های کشورمان افزایش خواهد یافت.

شکل ۹ـ۷ـ چشمه باداب سورت ساری

شکل۸ـ۷ـ دره ستارگان ژئوپارک قشم

شکل ۱۰ـ۷ـ کوه‌های مریخی چابهار

شکل۱۱ـ۷ـ غار علیصدرهمدان

شکل ۱۲ـ۷ـ هوازدگی در روستای وردیج تهران

abadgaranedu.ir

● **ژئوتوریسم:** اخیراً رشته جدیدی در گردشگری طبیعت به‌وجود آمده که توجه اصلی آن به میراث زمین‌شناختی است. این رشته را زمین گردشگری یا ژئوتوریسم نام‌گذاری کرده‌اند. هدف اصلی در زمین گردشگری، تماشا و شناخت پدیده‌های زمین‌شناختی است. البته هدف‌های بیشتری در زمین گردشگری دنبال می‌شوند.

برخلاف اکوتوریسم که جاذبه‌های طبیعت جاندار را در مرکز توجه قرار داده است،این صنعت به‌طورکلی با جاذبه‌های طبیعت بی‌جان سر وکار دارد. مخاطبان زمین‌گردشگری نه تنها متخصصان و کارشناسان زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی، بلکه گردشگران عادی و علاقه‌مندان طبیعت هستند. در جریان فعالیت‌های زمین‌گردشگری، بازدیدکنندگان ضمن بازدید از پدیده‌های زیبا و ویژه زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی، با مبانی پیدایش آنها آشنا می‌شوند و اهمیت وجودی آنها را در می‌یابند.

متخصصان این رشته تحصیلی در مراکزی مانند: سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، سازمان میراث فرهنگی و گردشگری می‌توانند در شناخت و معرفی ژئوپارک‌های جدید، کمک شایانی داشته باشند.

بازالت‌های منشوری ـ سربیشه بیرجند

abadgaranedu.ir

واژه نامه

Extinction	انقراض
Dinosaur	دایناسور
Ice Age	عصر یخبندان
Eon	ائون
Era	دوران
Period	دوره
Epoch	دور یا عهد
Trilobite	تریلوبیت
Placoderms	ماهی زره‌دار
Lithosphere Plate	ورقه سنگ کره
Asthenosphere	سست (خمیر) کره
Petrochemistry	پتروشیمی
Quartz	کوارتز
Garnet	گارنت
Borax	بوراکس
Halite	هالیت
Sylvite	سیلویت
Apatite	آپاتیت
Limestone	سنگ آهک
Gypse	ژیپس
Feldspar	فلدسپار
Pozzolan	پوزولان
Perlit	پرلیت
Corondum	کرندوم
Amethyst	آمتیست
Beryl	بریل
Agate	آگات (عقیق)
Olivine	الیوین
Spinel	اسپینل
Lapis Lazuli	لاجورد
Jade	یشم
Turquoise	فیروزه
Baryte	باریت
Fluorite	فلوئوریت
Bentonite	بنتونیت
Kaoline	کائولن
Zeolite	زئولیت
Diamond	الماس
Clark Concentration	غلظت کلارک
Anomaly	بی‌هنجاری
Mineral	کانی
Plagioclase	پلاژیوکلاز
Orthoclase	فلدسپار پتاسیم
Ore Mineral	کانه
Ore	کانسنگ
Mineral Deposit (Ore Deposit)	کانسار
Mica	میکا
Pyrite	پیریت

Placer	پلاسر
Mineral Steak	رگه معدنی
Electronic Conductivity of Rocks	رسانایی الکتریکی سنگ‌ها
Anomalies of the Eatth's Gravitional Field	تغییرات میدان گرانش زمین
Subsurface Reserves	ذخایر زیر سطحی
Alloy Metal	عیار فلز
Ore Preparation	کانه آرایی
Concentrate	کنسانتره
Chalcopyrite	کالکوپیریت
Open – Pit mining	استخراج روباز
Underground Mining	استخراج زیرزمینی
Gem	گوهر
Opal	اپال
Chrysoberyl	کریزوبریل
Opalescence	درخشش اپالی
Ruby	یاقوت
Emerald	زمرد
Source Rock	سنگ مادر
Primery Migration	مهاجرت اولیه
Oil Trap	نفت‌گیر
Reservoir Rock	سنگ مخزن
Cap Rock	پوش سنگ
Petrology	پترولوژی
Interception	برگاب
Capillary Fringe	حاشیه مویینه
Topographic Map	نقشه توپوگرافی
Aquifer	آبخوان
Piezometric Level	سطح پیزومتریک
Karst Lime	آهک کارستی
Evaporites Stone	سنگ‌های تبخیری
Water Hardness	سختی آب
Fossil Water	آب فسیل
Water Balance	بیلان آب
Loam	خاک لوم
Soil Profile	نیم‌رخ خاک
Hydrogeology	هیدروژئولوژی
Morphology	مورفولوژی
Stress	تنش
Tension Stress	تنش کششی
Compressive Stress	تنش فشاری
Shear Stress	تنش برشی
Coring	مغزه‌گیری
Exploratory Bores	گمانه‌های اکتشافی
Elastic Behavior	رفتار کش‌سان
Plastic Behavior	رفتار خمیرسان
Gabbro	گابرو

abadgaranedu.ir

Quartzite	کوارتزیت
Hornfels	هورنفلس
Schist	شیست
Calcite	کلسیت
Dolomite	دولومیت
Borrow Materials	مصالح قرضه
Soil Dam	سد خاکی
Concrete Dam	سد بتنی
Dam Reservoir	مخزن سد
Dam Body	بدنه سد
Pill Dam	پی سد
Dip	شیب
Strike	امتداد
Available Storage Capacity	ظرفیت مفید مخزن
Cavern	مغار
Trench	ترانشه
Location	مکان‌یابی
Gabion	گابیون
Nailing	میخ‌کوبی
Retaining Wall	دیوار حائل
Layer Lining	لایه آستر
Layer Procedure	لایه رویه
Ballast	بالاست
Cortex	بخش اساس
Oripiment	اورپیمان
Realgar	رالگار
Medical Geology	زمین‌شناسی پزشکی
Lake of Element	کمبود عنصر
Element Toxicity	سمیت عنصر
Keratosis Pilaris	شاخی شدن پوست
Amalgamation	ملقمه کردن
Itai - Itai Disease	بیماری ایتای ایتای
Goitre	گواتر
Anthropogenic Grade	غبارهای زمین‌زاد
Silicosis	بیماری سیلیکوسیس
Environmental Geology	زمین‌شناسی زیست‌محیطی
Hydrotherapy	آب درمانی
Fault	گسل
Folding	چین‌خوردگی
Fault Surface	سطح گسل
Fault Dip	شیب گسل
Fault Strike	امتداد گسل
HangingWall	فرادیواره
Footwall	فرودیواره
Goint	درزه
Oblique Fault	گسل مایل
Normal Fault	گسل عادی
Reverse Fault	گسل معکوس
Strike - Slip Fault	گسل امتداد لغز
Earthquake Epicenter	کانون زمین‌لرزه
Earthquake Hypocenter	مرکز سطحی زمین‌لرزه
Internal Waves	امواج درونی
Primary Waves	امواج اولیه
Secondary Waves	امواج ثانویه
Surface Waves	امواج سطحی
Beforeshocks	پیش‌لرزه
Aftershocks	پس‌لرزه
Magnitude	بزرگا
Richter	ریشتر
Intensity	شدت
Monocline	تک شیب
Anticline	تاقدیس
Syncline	ناودیس
Tephra	تفرا
Lava	گدازه
Fumarol	فومرول
Pyroclastic	سنگ آذرآواری
Tuff	توف
Lapilli	لاپیلی
Block	قطعه سنگ
Bomb	بمب
Fumarole Stage	مرحله فومرولی
Geothermal Energy	انرژی زمین‌گرمایی
Geophysics	ژئوفیزیک
Tectonic Structural Geology	تکتونیک و زمین‌شناسی ساختمانی
Prismatic Basalt	بازالت منشوری
Mud Volcanoes	گل‌فشان
Gondwana	گندوانا
Eurasia	اوراسیا
Tethys Ocean	اقیانوس تتیس
Subduction	فرورانش
Geotourism	زمین گردشگری
Geopark	ژئوپارک

abadgaranedu.ir

منابع

منابع فارسی

- آقانباتی، ع ۱۳۸۴ زمین‌شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران
- اخروی، ر، ۱۳۸۲، زمین‌شناسی فیزیکی، انتشارات مدرسه
- صداقت، محمود، ۱۳۸۲، «زمین و منابع آب»، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- عباس نژاد، احمد، ۱۳۸۴، «خاک شناسی برای زمین شناسان»، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- علیزاده، امین، ۱۳۸۳، «اصول هیدرولوژی کاربردی»، انتشارات آستان قدس رضوی.
- قبادی، محمدحسین، ۱۳۸۵، «مبانی زمین‌شناسی مهندسی»، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.
- مایکل پرایس، ۱۳۷۰، «مقدمه‌ای بر آب زیرزمینی»، ترجمه ولایتی و رضایی، انتشارات خراسان.
- مدبری، س. ۱۳۸۴، زمین‌شناسی نفت، مرکز نشر دانشگاهی
- معماریان، حسین، ۱۳۸۴، «زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک»، انتشارات دانشگاه تهران.

منابع لاتین

- Klein, C., & Philpotts, A. R. (2013). Earth materials: introduction to mineralogy and petrology. Cambridge University Press.
- Kesler, S. E., & Simon, A. C. (2015). Mineral resources, economics and the environment. Cambridge University Press.
- Leonard Capper, P. and Fisher Cassie, W., 1976, " The Mechanics of Engineering Soils", Spon LTD.
- Selinus, O., & Alloway, B. J. (2013). Essentials of medical geology. Springer.
- Stampfli, G. M., Hochard, C., Vérard, C., & Wilhem, C. (2013). Theformation of Pangea. Tectonophysics, 593, 1 - 19
- Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K. & Tasa D. (2014). Earth: an introduction to physical geology. Pearson Pub.
- Todd, D. K. and Mays, L. W., 2005, " Groundwater Hydrology", John Wiley.
- سایت های علمی در فضای اینترنت

abadgaranedu.ir