

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

اللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَّآلِ مُحَمَّدٍ وَّعَجِّلْ فَرَجَهُمْ

زمین شناسی

رشته‌های علوم تجربی - ریاضی و فیزیک

راهنمای معلم

پایه یازدهم

دوره دوم متوسطه

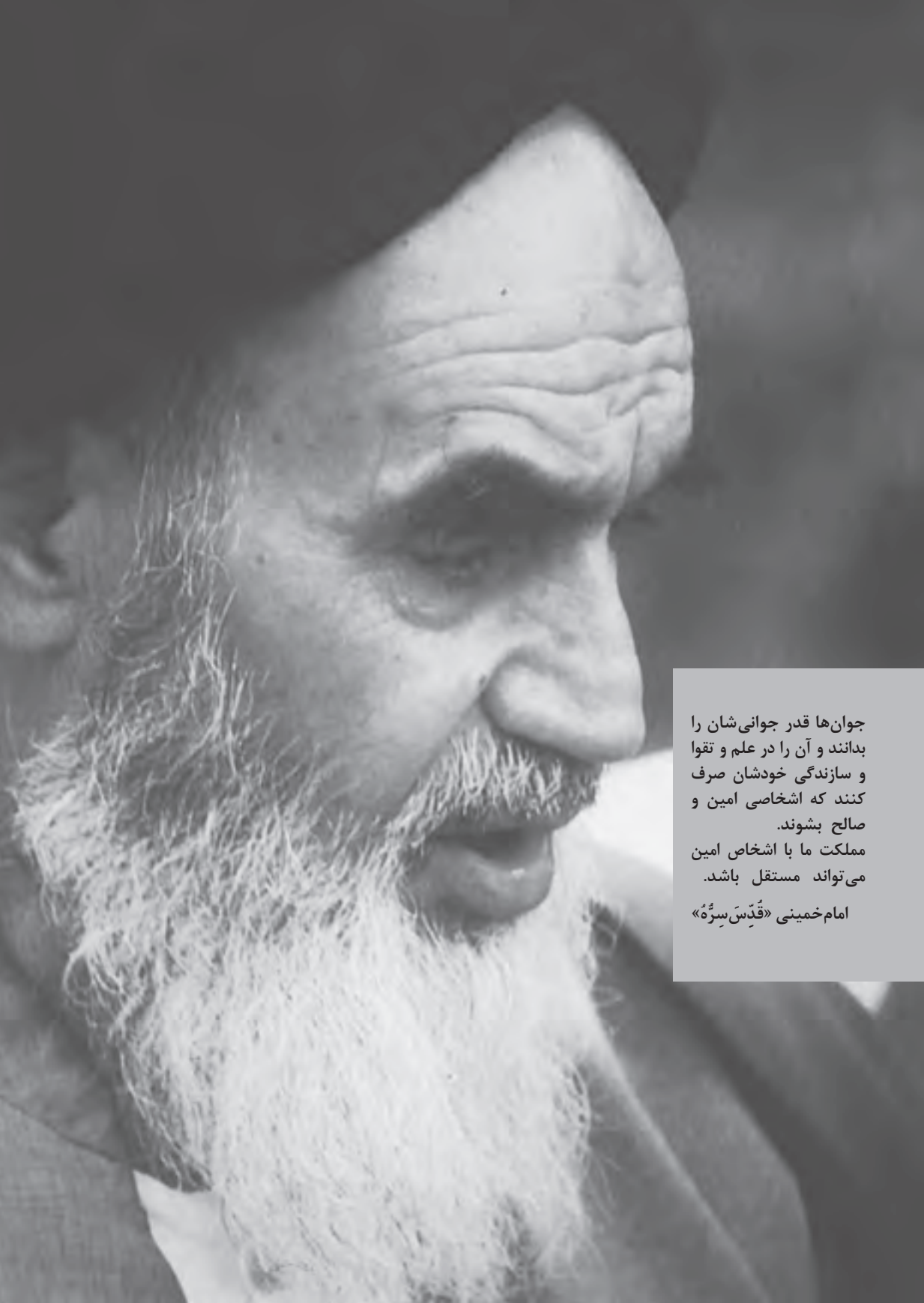


وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

- نام کتاب: راهنمای معلم زمین‌شناسی - پایه یازدهم دوره دوم متوسطه - ۱۱۱۳۸۸
- 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، ناهید کرباسیان، طاهره نادری و ناهید یزدانفر (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری: محمدحسن بازوبندی، هاله تیمورزاده، فرزانه رجایی، بهروز صاحب زاده، مریم عابدینی و ناهید کرباسیان (اعضای گروه تألیف)
- شناسه افزوده آماده‌سازی: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان: احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) - جواد صفری (مدیر هنری) - شهرزاد قنبری (صفحه‌آرا) - زهره برهانی‌زرنندی، آذر روستائی فیروزآباد، وجیهه برادران سادات، فریبا سیر و ناهید خیام‌باشی (امور آماده سازی)
- نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
- تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- وبگاه: www.irtxtbook.ir و www.chap.sch.ir
- ناشر: شرکت چاپ‌ونشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)، تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
- چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۹۸

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۵-۳۴۲۷-۴

ISBN: 978-964-05-3427-4



جوان‌ها قدر جوانی‌شان را
بدانند و آن را در علم و تقوا
و سازندگی خودشان صرف
کنند که اشخاصی امین و
صالح بشوند.
مملکت ما با اشخاص امین
می‌تواند مستقل باشد.
امام خمینی «قَدِيسَ سِرَّةً»

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 به صورت 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.

فهرست

۱.....	کلیات
۹.....	فصل اول : آفرینش کیهان و تکوین زمین
۲۷.....	فصل دوم : منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه
۵۱.....	فصل سوم : منابع آب و خاک
۷۵.....	فصل چهارم : زمین شناسی و سازه های مهندسی
۹۷.....	فصل پنجم : زمین شناسی و سلامت
۱۱۱.....	فصل ششم : پویایی زمین
۱۴۷.....	فصل هفتم : زمین شناسی ایران
۱۶۲.....	منابع

سخنی با دبیران ارجمند

در دنیای امروز، دسترسی به دانش و اطلاعات، بسیار متنوع و آسان شده است. از این رو، بی‌اطلاعی از دانش و فناوری روز، ناتوانی در به‌کارگیری و پردازش آنها، مهارت نداشتن در دستیابی به اطلاعات و تحلیل آن، نداشتن مهارت در برخورد با یک مسئله جدید و عدم تصمیم‌گیری مبتنی بر پردازش اطلاعات، برای شهروند دنیای امروز غیرقابل قبول است. به همین سبب نقش معلمان نسبت به سابق تغییر اساسی کرده است. نقش معلمان دیگر انتقال صرف دانش نیست، بلکه ایجاد نگرش مثبت و یاد دادن چگونگی برخورد با مسئله است؛ یعنی دانش‌آموزان باید یاد بگیرند که سؤال‌های اساسی در یک مسئله یا یک موضوع را استخراج و اطلاعات مورد نیاز خود را جمع‌آوری، پردازش و نتیجه‌گیری کنند.

در این راستا، ابتدا معلم با طرح پرسش، نشان دادن یک تصویر یا فیلم، طرح یک فعالیت، آزمایش یا... در دانش‌آموزان انگیزه به وجود می‌آورد و آنها را با موضوع درگیر و سپس هدایت می‌کند تا در تولید مفاهیم علمی مشارکت کنند. آموزش باید به گونه‌ای باشد که دانش‌آموزان نحوه برخورد منطقی و علمی با مسائل را بیاموزند. لذا شایسته است، ما هم در به‌کارگیری شیوه‌های نوین آموزشی، آشنا شدن با دانش‌های جدید، کسب مهارت‌های مورد نیاز، استفاده از شبکه‌های اطلاعاتی، افزایش خلاقیت خود و... بکشیم.

ساختار این کتاب پس از مطالعه، تحقیق، بررسی و بحث‌های بسیار مفصل بین کارشناسان آموزشی و همچنین مطالعه و بررسی کتاب‌های راهنمای معلم چند کشور مختلف تنظیم شده است و با ارائه الگوهایی، مشارکت هرچه بیشتر دانش‌آموزان را در فرایند یاددهی - یادگیری و کسب تجربه فراهم می‌کند.

در ادامه، به شرح مختصر عنوان‌های مطرح شده در این کتاب می‌پردازیم.

الف) هدف‌ها: در مواردی که هدف یک بخش، فصل، آزمایش یا... خیلی مشخص نیست، هدف‌های دانشی، مهارتی و نگرشی آن آورده شده است.

ب) دانسته‌های قبلی: در این قسمت دانسته‌های قبلی دانش‌آموزان که در پایه‌های تحصیلی پایین‌تر مطرح شده‌اند و مرتبط با بخش هستند، آورده شده‌اند.

پ) محدوده بحث: به منظور تأکید روی مفاهیمی که در کتاب درسی به آنها پرداخته شده، حوزه و محدوده یادگیری در موارد ضروری تعیین شده است.

ت) تصویر اول فصل: هر فصل با نمایش تصویری از کاربردهای مرتبط با موضوع آن فصل شروع می‌شود. هدف آن درگیر کردن دانش‌آموزان با موضوع فصل و ایجاد انگیزه در آنهاست. برای رسیدن به این هدف‌ها، تشویق دانش‌آموزان برای بیشتر دانستن، و پرورش مهارت مشاهده در آنها، پرسش‌هایی

پیشنهاد شده‌اند که دانش‌آموزان باید در قالب فعالیت گروهی به آنها پاسخ دهند. با تلفیق پرسش‌های دانش‌آموزان با این‌گونه پرسش‌ها می‌توان دانش‌آموزان را به بحث و گفت‌وگو واداشت. شما می‌توانید از تصویرهای مناسب دیگری نیز استفاده کنید؛ به این طریق از دانسته‌های قبلی دانش‌آموزان آگاه می‌شوید و آنها را برای یادگیری موضوع مورد نظر آماده می‌کنید.

ث) راهنمای تدریس: در این قسمت روش‌هایی برای شروع درس به معلم پیشنهاد شده‌اند. این روش‌ها کاملاً انعطاف‌پذیرند و معلم می‌تواند با توجه به شرایط و اقتضای کلاس، هر روش دیگری را که بتواند دانش‌آموزان را بیشتر ترغیب کند و آنها را به موضوع درس علاقه‌مند سازد، به کار گیرد. همچنین، به منظور شفاف شدن مطالب درسی، توصیه‌هایی نیز ارائه شده‌اند.

ج) فعالیت‌های پیشنهادی: به منظور درک عمیق‌تر مفاهیم درسی و درگیرکردن دانش‌آموزان به منظور تولید مفهوم، در هر واحد یادگیری تعدادی فعالیت پیش‌بینی شده است که برخی از آنها به صورت فعالیت‌های خارج از کلاس تدارک دیده شده‌اند. تأکید می‌شود که انجام همه این فعالیت‌ها ضروری نیست و معلم مجرب، با توجه به وضعیت کلاس می‌تواند هر فعالیت دیگری را که مؤثر واقع شود، به دانش‌آموزان پیشنهاد کند.

چ) آزمایش‌های پیشنهادی: در اغلب موارد، قسمت عمده‌ای از یادگیری توسط انجام آزمایش و کارهای عملی صورت می‌گیرد. برای افزایش عمق یادگیری و لذت بیشتر از آموختن و یادگیری تجربی، به آزمایش‌های متنوع و متعددی نیاز است. از این رو در مواردی، آزمایش‌های کتاب تعمیم یافته یا آزمایش‌های ساده و جدیدی پیشنهاد شده‌اند که دانش‌آموزان می‌توانند آنها را در گروه‌های خود انجام دهند.

ح) دانستنی‌های ضروری: برای آشنایی همکاران با برخی از موضوع‌های مرتبط با هر فصل، مطالبی در قالب «دانستنی‌های ضروری» تدارک دیده شده‌اند. ضرورتی در انتقال این مفاهیم به دانش‌آموزان نیست و تنها می‌توان تحقیق در مورد برخی از آنها را به عنوان فعالیت خارج از کلاس به گروه‌های دانش‌آموزی واگذار کرد. در این کتاب در اغلب موارد نام دانستنی و اینکه در مورد چه موضوعی بحث می‌شود، در کادرهایی آورده شده است.

خ) جمع‌آوری اطلاعات: به منظور افزایش دامنه اطلاعات دانش‌آموزان بوده و مواردی که مربوط به محتوای آموزشی است، ضرورت انجام و انتقال آن از طرف دبیران وجود دارد، اما در مواردی که بحث بومی بودن محتوا و صرفاً دانشی است، انجام آن بر عهده دانش‌آموزان است.



کلیات

برنامه درسی زمین‌شناسی

هدف‌های کلی برنامه درسی آموزش زمین‌شناسی

هدف‌های کلی برنامه درسی زمین‌شناسی، همسو با عناصر برنامه درسی ملی، در پنج قلمرو: ۱- تفکر و تعقل، ۲- ایمان: باور و علاقه‌ها، ۳- علم و آگاهی، ۴- عمل و ۵- اخلاق به شرح زیر است:



۱ تفکر و تعقل

- کسب مهارت‌های تفکر (تفکر حل مسئله، تفکر تحلیلی، تفکر خلاق و تفکر نقاد)؛
- پرورش مهارت‌های فرایند تفکر (مفهوم‌سازی، درک معنا، درک روابط، طبقه‌بندی، فرضیه‌سازی، تجزیه و تحلیل، استدلال، قضاوت و داوری، دقت و تمرکز، نتیجه‌گیری و تعمیم)؛
- درک روابط علت و معلولی، تشخیص حقیقت از کذب، کشف راه‌حل، درک رابطه کل با جزء، درک سیستمی (ورودی، فرایند، خروجی و بازخورد) و ارتباط با سایر سیستم‌ها؛
- تفکر در پدیده‌های خلقت و روابط بین آنها به‌عنوان آثار قدرت خداوند؛
- تفکر در نحوه برخورد مناسب با حوادث زندگی و پند و عبرت‌آموزی از آنها.

۲ ایمان : باور و علاقه‌ها

- تقویت ایمان به خداوند و احساس نیاز همیشگی به عنوان بنده خدا؛
- تقویت بینش آیات الهی از طریق مشاهده پدیده‌های خلقت و نظام هستی؛
- علاقه به علم و فناوری و یادگیری مادام‌العمر؛
- باور به ارزشمندی مقام انسان و سایر مخلوقات؛
- علاقه‌مندی به آداب، سنن، مفاخر و شخصیت‌های علمی ایرانی و اسلامی؛
- باور به هدف‌دار بودن آفرینش انسان؛
- باور به هدف‌دار بودن عالم خلقت و زیبایی‌های آن به عنوان مظاهر فعل و جمال خداوند.

۳ علم و آگاهی

- آشنایی با ساختار، عملکرد و شیوه زندگی موجودات زنده و یادگیری درباره نحوه برقراری ارتباط منطقی با آنها؛
- آگاهی از نقش دین، علم و فناوری در حل مشکلات فردی و اجتماعی؛
- آگاهی از توانایی‌ها و استعدادها و نیازهای زیستی و روانی خود؛
- آشنایی با مفاهیم پایه زمین‌شناسی و منابع یادگیری آن؛
- آگاهی از جنبه‌های کاربردی زمین‌شناسی و فناوری اطلاعات و ارتباطات و توانایی بهره‌گیری از آنها؛
- درک زیبایی‌ها، رویدادها و قوانین جهان آفرینش به عنوان آیات الهی؛
- آشنایی با مخاطرات محیطی و راه‌های حفاظت از سیاره زمین؛
- آگاهی از روابط انسان و محیط و درک یکپارچگی جهان هستی.

۴ عمل (مهارت‌ها)

- توانایی به‌کارگیری مهارت‌های روش علمی (مشاهده علمی، جمع‌آوری اطلاعات، طبقه‌بندی، فرضیه‌سازی، طراحی آزمایش، انجام آزمایش، تجزیه و تحلیل، تغییر یافته‌ها و...) را در برخورد با پدیده‌های طبیعی و محیط به‌دست آورد.
- توانایی انجام کار عملی و تولید اطلاعات علمی را به‌دست آورد.
- توانایی ارائه یافته‌های علمی را با استفاده از روش‌های گوناگون، مانند گزارش نویسی و استفاده از IT و ICT (اطلاعات، بازیافت اطلاعات، ذخیره‌سازی و انتقال اطلاعات) به‌دست آورد.

- مهارت‌های علمی و روحیه تحقیق و اکتشاف را کسب کند و به کتاب‌خوانی و مطالعه توجه عملی داشته باشد.
- برای حفظ سلامت و بهداشت فردی و اجتماعی تلاش کند.
- توانایی انجام کارهای فردی را به‌طور مستقل به‌دست آورد و با مشکلات فردی و چالش‌های زندگی روزمره برخوردی عاقلانه داشته باشد.
- الگوی مصرف بهینه را در استفاده از منابع خدادادی رعایت کند.
- در برابر خداوند متعال و انجام اعمال احساس مسئولیت کند.
- توانایی برقراری ارتباط مناسب با دیگران و روحیه کار جمعی و گروهی را به‌دست آورد.

۵ اخلاق

- از منابع طبیعی به‌طور صحیح و عاقلانه استفاده کند.
- در برابر محیط‌زیست و تلاش در جهت حفظ گیاهان و جانوران مسئولیت اخلاقی از خود نشان دهد.
- به معلم، والدین، هم‌کلاسی‌ها و سایر افراد جامعه احترام بگذارد و حقوق آنان را رعایت کند.
- در کسب روزی حلال و سخت‌کوشی در زندگی، احساس مسئولیت کند و از خود تعهد نشان دهد.

هدف‌های درسی زمین‌شناسی و هماهنگی آن با هدف‌های سایر

موضوع‌های درسی

بسیاری از مهارت‌ها، نگرش‌ها و عقیده‌هایی که دانش‌آموزان در درس زمین‌شناسی از طریق فعالیت‌های علمی کسب می‌کنند، به گونه‌ای است که می‌توانند آنها را در بقیه موضوع‌های درسی نیز بیاموزند و به کار گیرند. همه مهارت‌هایی که فرایند آموزش علوم به‌ویژه زمین‌شناسی به آنها وابسته‌اند، مانند مشاهده، پیش‌بینی، استنباط و... به‌عنوان مهارت‌های یادگیری در سطوح وسیعی از موضوع‌های درسی تلقی می‌شوند. طبقه‌بندی یک فعالیت به‌عنوان فعالیت علوم تجربی یا ریاضی، چندان تغییری در نحوه فعالیت نمی‌دهد. با این حال، اگرچه بسیاری از هدف‌ها با هدف‌های موضوع‌های آموزشی دیگر یکسان‌اند، اما باید دقت کرد که این یکسانی شامل همه هدف‌ها نمی‌شود؛ مثلاً در تاریخ، زمانی که با استناد به شواهد تاریخی یک تعریف پیشنهاد می‌شود، امکان تکرار تاریخ برای اثبات صحت یا صحت نداشتن آن وجود ندارد.

بسیاری از نگرش‌هایی که ما از آنها به‌عنوان نگرش‌های علمی نام می‌بریم، مانند کنجکاوی، پشتکار، انعطاف‌پذیری و تعصب نداشتن، در هر نوع آموزشی اهمیت دارند. بنابراین وقتی دانش‌آموز در فعالیتی

مهارت‌ها و نگرش‌ها را به کار می‌برد، می‌توان گفت وی در حال یادگیری علوم تجربی است و این وابستگی شدید علوم و سایر موضوع‌های درسی را به یکدیگر می‌رساند.

در برنامه درسی جدید هدف‌های آموزشی در سه حیطه کسب دانستنی‌ها، مهارت‌ها و نگرش‌های ضروری به صورت یکپارچه در قالب شایستگی‌ها تبیین شده‌اند. این شکل از بیان هدف‌ها نیازمند آن است که دانش‌آموزان قادر باشند آموخته‌های خود را به صورت معنادار به کار گیرند و آنها را به موقعیت جدید انتقال دهند. این مفهوم ناظر بر بافت و زمینه‌ای است که یادگیری در آن رخ می‌دهد و نیز پیامدهای حاصل از یادگیری است.

شایستگی‌ها (هدف‌ها)ی پوشش دهنده از ساحت‌های تربیتی

- با کشف و درک مفاهیم، الگوها و روابط حاکم بر پدیده‌های طبیعی (آیات الهی)، مسائل واقعی زندگی را بررسی کند و با به کارگیری معیارهای علمی برای آنها راه حل‌هایی ارائه دهد (مستقیم).
- با ارزیابی روش به کارگیری قوانین و اصول علمی در تولید محصولات و فرایندهای مورد استفاده در زندگی، ایده‌هایی مبتنی بر معیارهای ارزشی برای بهبود این فرایندها و محصولات ارائه کند (مستقیم).
- با مطالعه ایده‌ها و یافته‌های علمی - فناوریانه در سطح ملی و بین‌المللی، یافته‌های خود را طی فرایندی مشارکتی با رعایت اخلاق علمی ارائه دهد (مستقیم).

شایستگی‌ها (هدف‌ها)ی پوشش دهنده از حوزه‌های تربیت و یادگیری

- نظام‌مندی طبیعت را براساس درک و تحلیل مفاهیم، الگوها و روابط بین پدیده‌های طبیعی کشف و گزارش می‌کند و نتایج آن را برای حل مسائل حال و آینده در ابعاد فردی و اجتماعی در قالب ایده یا ابزار ارائه می‌دهد / به کار می‌گیرد.
- با ارزیابی رفتارهای متفاوت در ارتباط با خود و دیگران در موقعیت‌های گوناگون زندگی، رفتارهای سالم را انتخاب می‌کند / گزارش می‌کند / به کار می‌گیرد.
- با درک ماهیت، روش و فرایند علم تجربی، امکان به کارگیری این علم را در حل مسائل واقعی زندگی (حال و آینده)، تحلیل و محدودیت‌ها و توانمندی‌های علوم تجربی را در حل این مسائل گزارش می‌کند.
- با استفاده از منابع علمی معتبر و بهره‌گیری از علم تجربی، ایده‌هایی مبتنی بر تجربه‌های شخصی برای مشارکت در فعالیت‌های علمی ارائه می‌دهد و در این فعالیت‌ها با حفظ ارزش‌ها و اخلاق علمی مشارکت می‌کند.

محتوای کتاب

الف) مفاهیم اساسی

- آفرینش کیهان و تکوین زمین
- منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای توسعه
- منابع آب و خاک
- زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی
- زمین‌شناسی و سلامت
- بویایی زمین
- زمین‌شناسی ایران

ب) مهارت‌های اساسی / خرده‌مهارت‌ها

مهارت اساسی : به‌کارگیری روش علمی
 خرده‌مهارت‌ها : حل مسئله، طراحی آزمایش، مشاهده، گزارش و اندازه‌گیری

اجزای بسته آموزشی مرتبط با کتاب

۱ راهنمای معلم

۲ فیلم‌های آموزشی و کمک آموزشی بارگذاری شده برای دوره ضمن خدمت مجازی

۳ کتاب کار

۴ محتوای پشتیبان تحت وب در سایت گروه زمین‌شناسی (<http://geology-dept.talif.sch.ir>)

معلمان گرامی، به منظور آشنایی بیشتر با مباحث کتاب درسی و روش‌های آموزشی آنها می‌توانید از توضیحات هر یک از مؤلفان که در دوره ضمن خدمت مجازی ارائه شده است، استفاده کنید. در عین حال، در کنار این فیلم‌ها بخش‌های کوچک کمک آموزشی نیز قرار داده شده‌اند که می‌توانند به‌عنوان ابزارهای کمک آموزشی در کنار بقیه اجزای بسته به شما کمک کنند.

کتاب کار تألیف و چاپ شده در «انتشارات مدرسه» حاوی انواع و اقسام پرسش‌هایی است که با آنها می‌توانید، دانش‌آموزان را با درس بیشتر درگیر کنید و از آزمون‌های آن و نمونه سؤالات آن الگو بگیرید.

رویکردهای آموزشی مد نظر در برنامه زمین‌شناسی

در طراحی آموزشی و سازمان‌دهی محتوای کتاب دو رویکرد مهم مدنظر بوده است:

- رویکرد تفکر توحیدی
- رویکرد کاربردی محور

ارزشیابی از آموخته‌های دانش‌آموزان

از آنجایی که ارزشیابی از درس، جزئی از مراحل آموزش و یادگیری است، روش‌های ارزشیابی پیشنهادی زیر که توسط بیشتر معلمان نیز در کلاس اجرا می‌شوند، می‌توانند در ارزشیابی آنچه که دانش‌آموزان در هر جلسه و کل جلسه‌های درس در طول سال یادگرفته‌اند، مفید واقع شود:

۱. ارائه آموخته‌ها و گزارش فعالیت‌ها

دانش‌آموزان با برنامه‌ریزی معلم می‌توانند بعضی آموخته‌های خود را به صورت سمینار در کلاس ارائه دهند یا نتایج انجام فعالیت‌های کتاب را که قرار است گزارش آن را تهیه کنند، به شکل‌های متفاوت در کلاس ارائه دهند. این ارائه می‌تواند به صورت پرده‌نگار، پوستر، روزنامه دیواری یا مقاله نوشته شده باشد. معلم با در نظر گرفتن همه موارد، ارزیابی خود را از ارائه دانش‌آموز به صورت فهرست و ارسای تهیه و جمع‌بندی آن را در دفتر ثبت نمره‌ها وارد می‌کند.

۲. مشاهده کارهای عملی دانش‌آموزان

در حین برگزاری آزمایشگاه یا انجام فعالیت‌ها به صورت فردی یا گروهی، ضمن در نظر داشتن میزان فعالیت دانش‌آموزان، فهرست‌های و ارسای نیز تهیه می‌شوند که در حین برگزاری آزمایش و پس از آن باید تکمیل شوند و مطابق آنها نمره‌ای به هر دانش‌آموز تعلق می‌گیرد که در دفتر نمره‌ها ثبت می‌شود.

۳. پرسش کلاسی

در هر جلسه بخشی از وقت کلاس به پرسش کلاسی اختصاص داده می‌شود و در آن، از مباحث تدریس شده یا ارائه شده توسط دانش‌آموزان در جلسه گذشته، سؤالاتی به صورت شفاهی از تعدادی از دانش‌آموزان پرسیده می‌شود. با توجه به پاسخ و میزان آمادگی و آشنایی دانش‌آموز، نمره‌ای به او داده می‌شود که توسط معلم در دفتر نمره‌ها ثبت می‌شود.

۴ آزمون کتبی کوتاه

بدون اطلاع دانش‌آموزان، می‌توان آزمون کتبی کوتاهی را برگزار کرد که در آن به دو یا سه سؤال مطرح‌شده پاسخ می‌دهند. نمره کسب شده در این امتحان‌ها نیز در دفتر نمره‌ها ثبت می‌شود.

۵ آزمون پایان فصل

پس از اتمام هریک از فصل‌های کتاب، با هماهنگی دانش‌آموزان می‌توان آزمون پایان فصل را برگزار کرد که به‌صورت کتبی طراحی و در مدت زمان مشخص شده‌ای برگزار می‌شود. معلم این نمره را نیز در دفتر نمره‌ها ثبت می‌کند.

۶ نمره مستمر دانش‌آموزان

با جمع‌بندی نمره‌های شفاهی، آزمون کتبی کوتاه، پایان فصل، مشاهده کار عملی، ارائه دانش‌آموز و...، همراه با نظر دبیر در مورد دانش‌آموز که در طول سال تحصیلی به‌دست آمده است، نمره‌ای به‌عنوان مستمر اول و دوم در کارنامه ثبت می‌شود که حداکثر آن ۲۰ نمره است.

۷ امتحان نیم‌سال اول و نیم‌سال دوم

مطابق با بارم‌بندی پیشنهادی دفتر، از بخش‌هایی از کتاب، آزمونی ۲۰ نمره‌ای طراحی و طبق برنامه و زمان مشخص شده، اجرا می‌شود که پس از تصحیح ورقه‌ها، نمره کسب شده دانش‌آموز به‌عنوان نمره میان‌سال و پایان سال در کارنامه ثبت می‌شود.

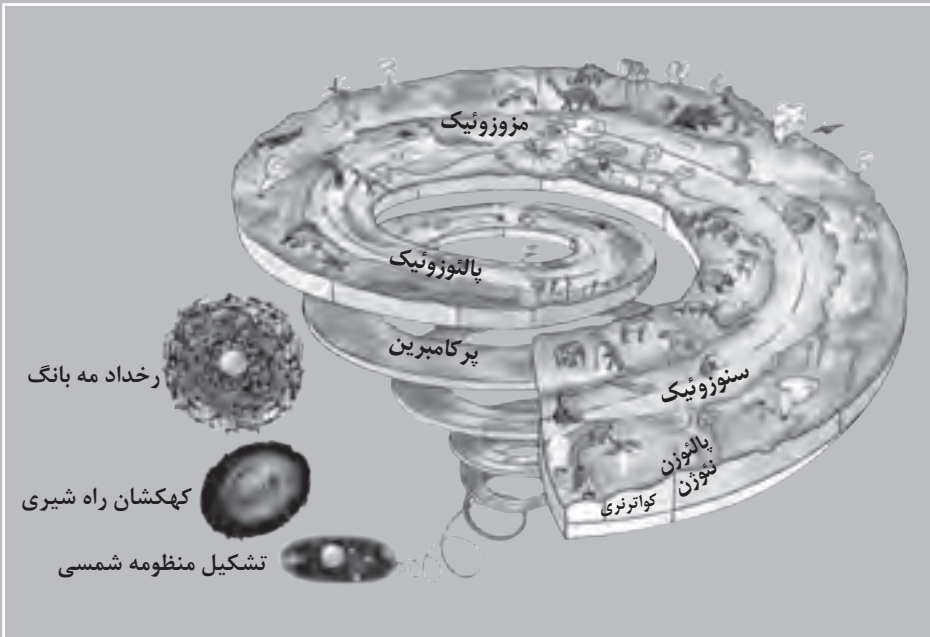
۸ جمع‌بندی ارزشیابی در کارنامه دانش‌آموز

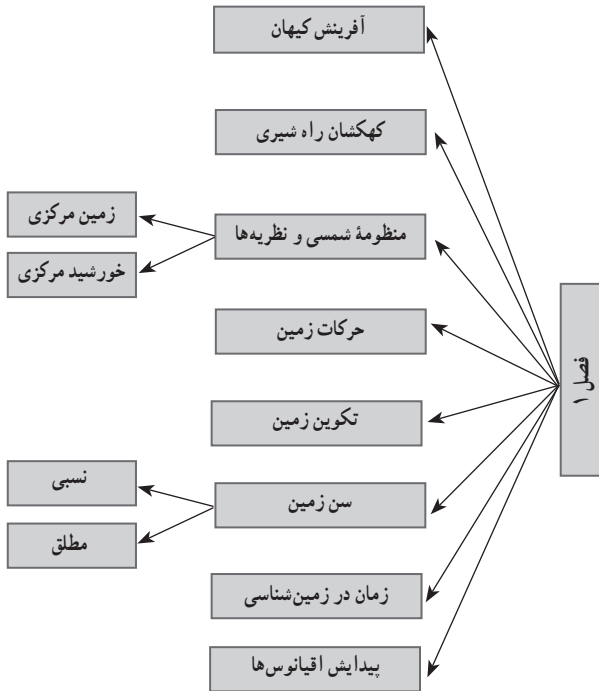
با توجه به‌دستورالعمل معاونت آموزش دوره دوم متوسطه، مبنی بر اعمال ضریب (۱-۲-۱-۴) به ترتیب برای (مستمر اول، آزمون نیم‌سال اول، مستمر دوم و آزمون پایان سال) نمره‌های ثبت شده توسط دبیر برای هر دانش‌آموز در این ضرایب ضرب و سپس تقسیم بر ۸ می‌شود که در صورت کسب نمره ۱۰، در این درس قبول محسوب می‌شود.

۱

فصل

آفرینش کیهان و تکوین زمین





پیامدها و انتظارات آموزشی (بخشی) از آموزش فعال این فصل

■ پیامد کلی

کنجکاری و آشنایی با بخش‌هایی از آفرینش کیهان و فرایند تکوین زمین، به‌عنوان ابزاری برای تعالی انسان و ترویج تفکر توحیدی

انتظار می‌رود دانش‌آموزان با یادگیری این درس و انجام فعالیت‌های آن بتوانند:

■ با فرایند تکوین کهکشان‌ها (به‌عنوان نمونه: کهکشان راه شیری) و شکل‌گیری منظومه شمسی در آن آشنا شوند.

■ تاریخچه توسعه دانش مشاهده آسمان (به‌عنوان نمونه: نظریه خورشید مرکزی و برخی از نتایج و دلایل مخالفت با آن) را بدانند.

- با فرایند پیدایش فصل‌ها و نقش انحراف محور زمین در این پدیده، آشنا شوند.
- با فرایند تکوین کره زمین، به‌عنوان یکی از سیارات منظومه شمسی آشنا شده و ترتیب ایجاد آنها را بدانند.
- کاربرد انواع تعیین سن (نسبی و مطلق) را در مطالعات زمین‌شناسی بدانند.
- با مفهوم زمان در زمین‌شناسی و مهم‌ترین حوادث زمین‌شناسی در هر زمان آشنا شده و ارتباط آنها را بدانند.
- فرایند تشکیل اقیانوس‌ها و تکوین و اهمیت آنها در شکل‌گیری و جابه‌جایی قاره‌ها را بیان کنند.
- درهم‌تنیدگی مطالعات زمین‌شناسی و سایر علوم با یکدیگر را تشخیص دهند.



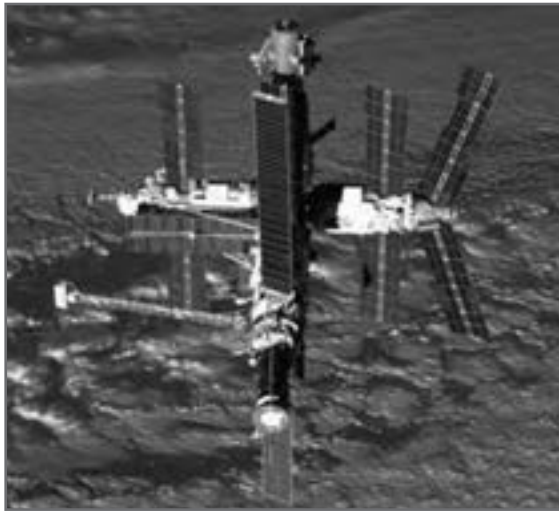
نمایی از کهکشان راه شیری در آسمانی صاف و بدون آلودگی‌های نوری

پیامدها و انتظارهای عملکردی

دانش‌آموزان مهارت‌های ذیل را کسب کنند:

- مهارت مشاهده (نمونه: کهکشان راه شیری را در شبی صاف و بدون ابر می‌تواند در آسمان پیدا کند).
- نظریه پردازی (نمونه: با مشاهده حرکات زمین و ماه و خورشید، می‌تواند نظریه‌پردازی کند).
- تفسیر کردن (نمونه: به تفسیر نتایج حاصل از نظریه زمین مرکزی و خورشید مرکزی می‌پردازد).
- جمع‌آوری اطلاعات (نمونه: درباره نظریه مه‌بانگ و... اطلاعات جمع‌آوری می‌کند).
- برقراری ارتباط (نمونه: یافته‌های مطالعاتی خود را درباره دلایل مخالفت اندیشمندان همچون سجزی و خواجه نصیر با نظریه زمین مرکزی بیان می‌کند).
- پیش‌بینی کردن (نمونه: وضعیت آب و هوایی کره زمین را برای هنگامی که انحراف محوری نسبت به وضعیت موجود تغییر کند، پیش‌بینی می‌کند).
- کنجکاوی در آفرینش کائنات و علاقه‌مندی به شناخت کیهان به‌عنوان آیتی از آیات خداوندی؛

- تقویت اعتقاد به اینکه دانایی، توانایی است؛
- اعتقاد به در هم تنیدگی حوزه‌های متفاوت مطالعاتی با یکدیگر، به‌ویژه در علوم تجربی و علوم پایه؛
- علاقه‌مندی به تاریخ بسط دانش (به‌عنوان نمونه: از طریق بسط دانش نجومی بشر در حیطه علوم زمین)؛
- کنجکاوی در فرایند تکوین آفرینش و علاقه‌مندی به سرنوشت انسان در این مسیر؛
- توجه به شرایط اقلیمی در مناطق گوناگون ایران؛
- علاقه‌مندی به توانایی‌های بومی.



ایستگاه بین‌المللی مطالعاتی برفراز کره زمین، ابزاری برای مطالعه کیهان

توصیه‌ها و پیشنهادهای آموزشی

- توصیه می‌شود در آموزش این فصل از ابزارهای آموزشی مناسب مانند موارد زیر استفاده شود:
- **تصویرها:** از نظریه مه‌بانگ، کهکشان راه شیری و موقعیت منظومه شمسی در آن، نظریه خورشید مرکزی کوپرنیک، نمونه‌های فسیل گیاهی و جانوری و ...
- **تألیفات:** ابوسعید سجزی و خواجه نصیرطوسی و برخی از تألیفات و نوشته‌های آنها
- **پوستر:** تقسیمات دوران‌ها و حوادث زمین‌شناسی، فرایند گسترش بستر اقیانوس، حرکت انتقالی زمین به دور خورشید

- فیلم‌های کوتاه چند دقیقه‌ای برای نمایش در جلسه / کلاس درس و فیلم‌های طولانی‌تر برای تماشا در خارج از جلسه / کلاس درس از نظریه مه‌بانگ، انواع حرکت‌های زمین، فرایند پیدایش فصل و تغییرات آب و هوایی و ...
- نمونه انواع فسیل‌ها، به ویژه فسیل‌های محلی و ...
- مدل کره زمین و مدل منظومه شمسی (افلاک‌نما/ Planetarium)
- طراحی و اجرای بازدید علمی از یک محوطه فسیلی، اسکان شبانه در مناطق دور از آلودگی‌های نوری و ... برای مشاهده کهکشان راه شیری، ارتباط متقابل علوم تجربی با یکدیگر، تاریخ زمین‌شناسی و ...
- معرفی سایت‌های اینترنتی مناسب برای اطلاعات تخصصی بیشتر درباره کهکشان راه شیری، حرکات زمین و مقالات جدید علمی نجوم.
- تهیه ماکت سه‌بعدی از فرایند گسترش بستر اقیانوس‌ها.
- منابع نوشتاری سنتی (کتاب، تشریح و ...) متعدد درباره منظومه شمسی، کهکشان راه شیری، تاریخچه مطالعات زمین‌شناسی و ...
- منابع نمایشی (فیلم، انیمیشن و تصویر) متعدد درباره منظومه شمسی، کهکشان راه شیری، حرکت ورقه‌های سنگ کره، تاریخچه مطالعات زمین‌شناسی و ...

بودجه‌بندی: چهار جلسه

- پیش‌دانسته‌ها: فصل‌های زمین‌شناسی کتاب علوم پایه نهم

دانستنی‌های معلم

با مطالعه عمیق، گسترده و دقیق خصوصیات دنیای پیرامون و کشف اجرام آسمانی و جهان‌های دیگر، شاخه‌های جدید علمی، مطالعات میان‌رشته‌ای جدید و کاربردها و چشم‌اندازهای جدید علمی برای علم ستاره‌شناسی ایجاد شده است.

یکی از شاخه‌های زیبای ستاره‌شناسی، «ستاره‌شناسی آماتوری و عکس‌برداری کیهانی» توسط این دسته از اخترشناسان است که طی آن، فرد آماتور، از آسمان شب و اجرام آسمانی ویژه مورد علاقه خود



عکاسی خسوف توسط منجمان آماتور

در آسمان، با استفاده از دوربین‌های عکاسی نه‌چندان حرفه‌ای و تخصصی عکس‌برداری می‌کند. بسیاری از افراد آماتور، می‌کوشند در مشاهده اجرام خاص، تبحر لازم را کسب کنند و با توجه به علاقه فردی خود، کار مشاهده را تخصصی کنند. امروزه، پیشرفت‌های حاصل از فناوری دیجیتال و ساخت دوربین‌های عکاسی کوچک و در دسترس در گوشی‌های تلفن همراه با عدسی‌های حساس‌تر، به افراد آماتور اجازه می‌دهد تا با عکس‌برداری کیهانی، در این رشته علمی - هنری به موفقیت‌های چشمگیری دست پیدا کنند.

دانستنی‌های بیشتر درباره مطالعه حرکات سیارات

— در ادامه مطالعات دانشمندان در ارتباط با حرکات سیارات، نیوتن موفق به کشف قوانین جاذبه گرديد و دلایل فیزیکی حرکات سیارات را توضیح داد و در پی آن، سال‌ها بعد با کشف قوانین نسبت خاص توسط انیشتین، دلایل وجود جاذبه براساس انحنایی که اجرام آسمانی در فضا - زمان ایجاد می‌کنند، تشریح شد. — حین حرکت انتقالی، سمت شمالی محور زمین همواره در امتداد ستاره قطبی قرار دارد به همین جهت می‌توان به کمک ستاره قطبی، جهت شمال را پیدا کرد.

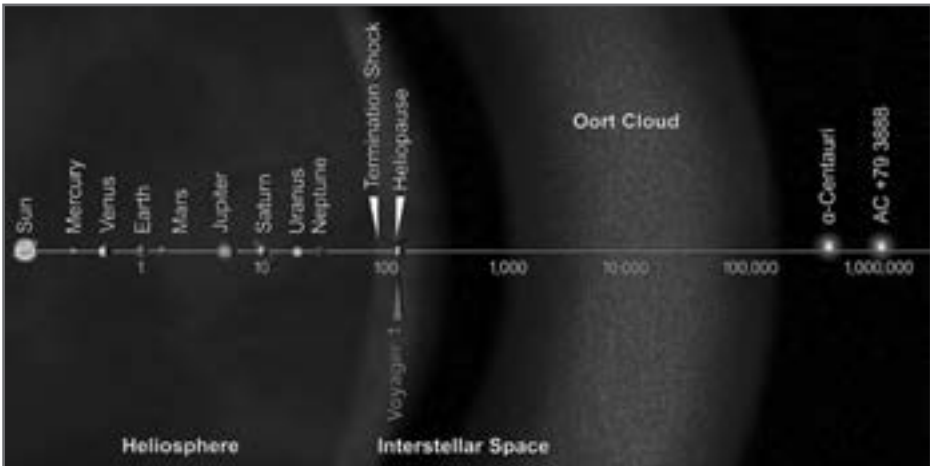


محل استقرار ستاره قطبی

دانستنی‌های بیشتر درباره واحدهای نجومی

برای محاسبه فاصله‌های بین ستارگان و کهکشان‌ها از سال نوری و پارسیک استفاده می‌شود:

- واحد نجومی (Astromonical system of Units): از واحد نجومی معمولاً در مقیاس‌های منظومه شمسی استفاده می‌شود. فاصله زمین تا خورشید یک واحد نجومی است که کوچک‌ترین واحد فاصله‌های نجومی است. فاصله پلوتو تا زمین 40° واحد نجومی است.
- تصویر زیر فاصله خورشید تا سایر سیارات منظومه شمسی و منظومه «آلفا قنطورس» را برحسب واحد نجومی نشان می‌دهد.



فاصله خورشید تا سایر اجرام آسمانی

- سال نوری (LY): سال نوری (Light Year) یکی از یکاهای پرکاربرد در سنجش فاصله اجرام فضایی و کیهانی است. سال نوری، طبق تعریف برابر است با مسافتی که نور در خلأ در مدت یک سال طی می‌کند؛ برای مثال، نزدیک‌ترین ستاره به ما، پس از خورشید، یعنی آلفا قنطورس، حدود $4/3$ سال نوری با ما فاصله دارد؛ یعنی اگر با سرعت نور به سمت این ستاره حرکت کنیم، از دید ناظر زمینی، $4/3$ سال طول می‌کشد تا به مقصد برسیم.

- پارسیک (PC): پارسیک (Parsec) واحد طول/مسافت نجومی که از سال نوری بزرگ‌تر است. هر پارسیک برابر $3/26$ سال نوری یا 31 تریلیون کیلومتر است. برحسب پارسیک، فاصله ستاره آلفا قنطورس با زمین $1/3$ پارسیک است. برای فاصله‌های دورتر از «کیلوپارسیک» (1000 پارسیک) و «مگاپارسیک» استفاده می‌شود.

پاسخ فعالیت‌ها

همان‌طور که در شیمی سال گذشته خواندید، دانشمندان پیدایش جهان را با انفجاری عظیم به نام مه بانگ تعریف می‌کنند. در اثر کاهش دما و با گذشت زمان، مجموعه گازهایی به نام سحابی تشکیل شدند. ادویل هابل ثابت کرد که بعضی از سحابی‌ها، کهکشان‌هایی هستند که در فاصله بسیار دور از کهکشان ما قرار دارند و کهکشان‌های دورتر با سرعت بیشتری در حال دور شدن هستند.

جمع‌آوری
اطلاعات
ص ۱۰

با توجه به اینکه حدود $۸/۳$ دقیقه (بر اساس سرعت نور) طول می‌کشد تا نور خورشید به زمین برسد، فاصله متوسط زمین تا خورشید چند کیلومتر است؟

پاسخ: می‌دانیم نور در هر ثانیه حدود $۳۰۰,۰۰۰$ کیلومتر ($۲۹۹/۷۹۲/۴۵۸$ متر بر ثانیه) را در خلأ طی می‌کند (که فاصله خورشید تا زمین را با آن توصیف می‌کنند و بر این اساس در نظر می‌گیرند). بنابراین فاصله متوسط زمین تا خورشید چنین تعیین می‌شود:

$$۵۰۰ \text{ ثانیه} \approx ۴۹۸ \text{ ثانیه} = ۶۰ \text{ ثانیه} \times ۸/۳ \text{ دقیقه}$$

$$۴۹۸ \times ۳۰۰۰۰۰ \approx ۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰ \text{ Km}$$

■ به این فاصله در اصطلاح ستاره‌شناسی چه گفته می‌شود؟

پاسخ: یک واحد نجومی / Astronomical Unit (یک واحد ستاره‌شناسی).

■ اگر مدار سیاره‌ای در فاصله ۶۰۰ میلیون کیلومتری خورشید قرار داشته باشد، زمان گردش آن به دور خورشید چند سال است؟

پاسخ: واحد نجومی $d = ۶۰۰ \div ۱۵۰ = ۴$

$$p^2 \propto d^3$$

$$p^2 \propto ۴^3 = ۶۴ \Rightarrow p = ۸ \text{ سال}$$

پیوند با
ریاضی
ص ۱۲

با توجه به فاصله حداکثری زمین تا خورشید در اول تیر و فاصله حداقلی در اول دی ماه، (در نیمکره شمالی) علت گرمای تیرماه و سرمای دی ماه چیست؟

پاسخ: زاویه تابش آفتاب در طول سال تغییر می‌کند. پس تغییرات زاویه تابش آفتاب در طول سال، سبب کم و زیاد شدن انرژی تابشی به زمین می‌شود و تغییرات دمایی فصول را به وجود می‌آورد. علت اینکه در طول سال زاویه تابش آفتاب تغییر می‌کند، دوری و نزدیکی به خورشید نیست، بلکه انحراف محور زمین به همراه گردش انتقالی زمین به دور خورشید است. انحراف محور زمین سبب نامساوی بودن روز و شب در اوقات مختلف سال در یک نقطه و یا در یک زمان در مدارهای مختلف می‌شود، یعنی با گردش زمین به دور خورشید، مقدار تمایل محور آن به سوی خورشید، در طول سال در تغییر است.

توجه کنید که اگر محور زمین نسبت به خط عمود بر صفحه مداری آن انحرافی نداشت، زاویه تابش خورشید به دو نیمکره در طول سال یکسان بود و تمایز فصل‌ها از یکدیگر وجود نداشت.

■ وضعیت فصل‌ها در نیمکره شمالی و جنوبی را مقایسه کنید.

فصل‌ها در نیمکره‌های شمالی و جنوبی، وضعی عکس همدیگر دارند یعنی هم‌زمان با فصل بهار نیمکره جنوبی، در نیمکره شمالی، فصل پاییز است و هم‌زمان با تابستان نیمکره شمالی، در نیمکره جنوبی، فصل زمستان است.

■ جهت تشکیل سایه، در نیمکره شمالی و جنوبی چه تفاوتی دارد؟

ابتدا به این نکته توجه می‌کنیم که خورشید در زمان مطرح شده در سؤال، به کدام مدار زمین عمود می‌تابد، به این ترتیب در آن مدار به هنگام ظهر شرعی، سایه تشکیل نمی‌شود و در مدارهای بالاتر از آن، سایه‌ها رو به شمال و در مدارهای پایین‌تر سایه‌ها رو به جنوب تشکیل خواهد شد.

مثلاً در اول بهار و پاییز، هنگام ظهر شرعی اجسام در مدار صفر درجه بدون سایه‌اند و در کلیه مدارهای نیمکره شمالی، سایه‌ها رو به شمال و در همه مدارهای نیمکره جنوبی سایه‌ها رو به جنوب است.

– قابل توجه اینکه سایه‌ها در نیمکره شمالی از طلوع آفتاب تا ظهر شرعی، از سمت غرب به شمال و از ظهر شرعی تا غروب آفتاب از شمال به سمت شرق تغییر جهت می‌دهند و این امر برای اجسام در نیمکره جنوبی برعکس نیمکره شمالی می‌باشد.

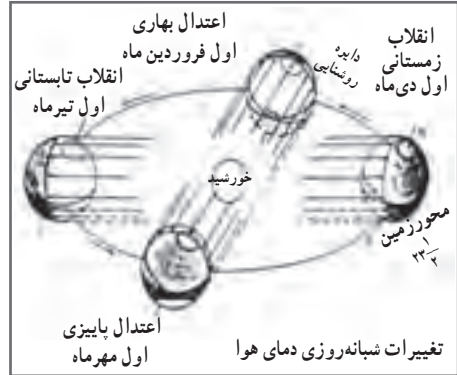
– این شکل‌ها نمایش دایره عظیمه روشنایی، در موقعیت‌های مختلف سال است.

■ در طول یک سال، خورشید در چه روزهایی بر استوا عمود می‌تابد؟
 در اول بهار و اول پاییز خورشید به مدار استوا عمود می‌تابد و اجسام قائم در عرض
 جغرافیایی صفر درجه، سایه ندارند.



موقعیت زمین در شروع هر فصل
 نیمکره شمالی و نیمکره جنوبی

(ب) موقعیت زمین در شروع فصل‌ها

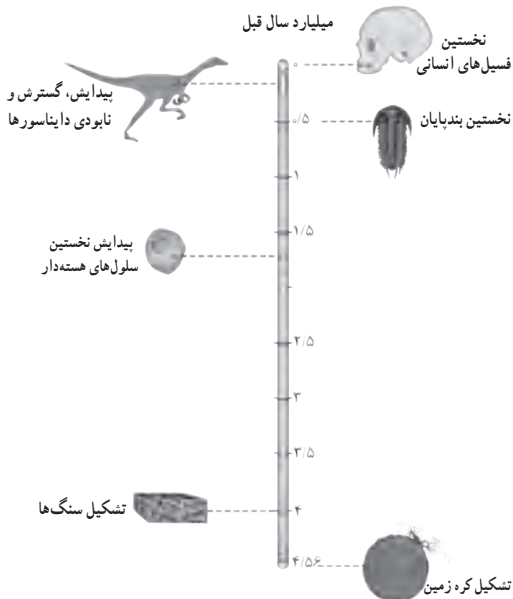


تغییرات شبانه‌روزی دمای هوا
 اول مهرماه

(الف) اعتدالین

■ با توجه به شکل زیر، ترتیب تشکیل هواکره، سنگ‌کره، زیست‌کره و آب‌کره را از قدیم
 به جدید ذکر کنید.

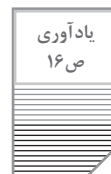
تفسیر کنید
 ص ۱۵



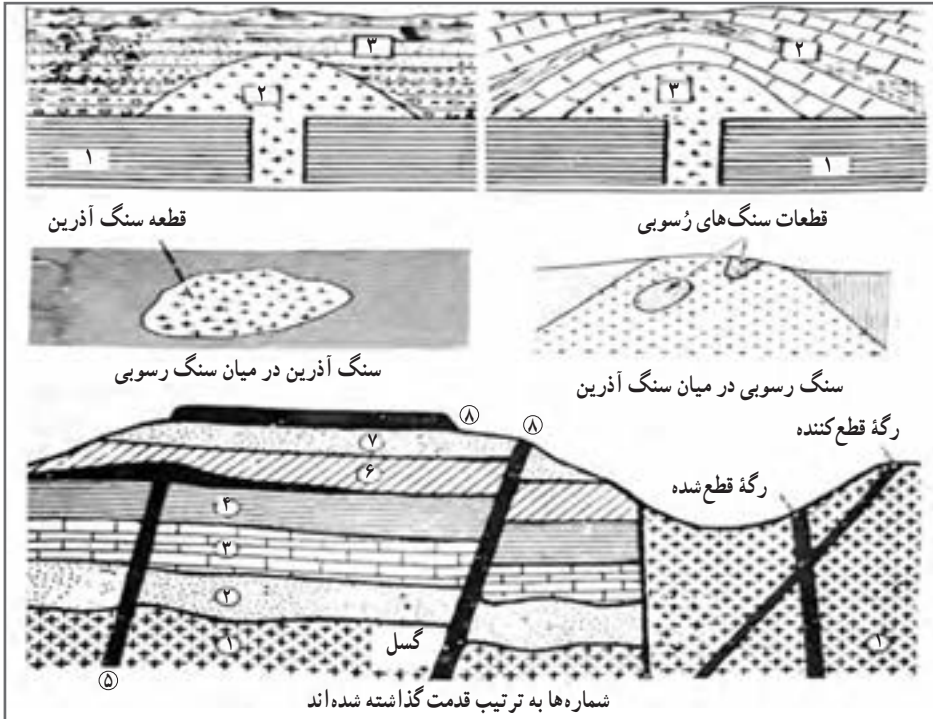
پاسخ: طبق شکل کتاب درسی می‌توان مشاهده کرد که، با سرد شدن گوی مذاب سیاره زمین، ابتدا سنگ‌کره تشکیل شده است. سن قدیمی‌ترین سنگ‌ها در کره زمین حدود ۴ میلیارد سال تعیین شده است. آنگاه هواکره اولیه و ساده‌ای در اطراف این سنگ‌کره تشکیل می‌شود. سپس آب‌کره شکل می‌گیرد و رفته‌رفته حیات اولیه و ساده در دریاها پدید می‌آید. با گسترش فعالیت‌های حیاتی در زیست‌کره، اتمسفر غنی شده و حیات در سطح زمین گسترش می‌یابد.

نخستین تریلوبیت‌ها در بستر دریاها کم‌عمق ظاهر شده و با تنوع و پیچیدگی جانداران، ظهور دایناسورها و سپس آثار انسان نخستین در سنگ‌های رسوبی به‌جا مانده است.

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



پاسخ: هدف مهارتی از طرح این سؤال، توصیه به استفاده از تصویرسازی برای نمایش اطلاعات و کسب مهارت بیشتر در تفسیر یافته است. ترتیب وقایع از قدیم به جدید عبارت‌اند از: رسوب‌گذاری و تشکیل لایه‌های A، B، C، D، E، F و G، سپس چین‌خوردگی و بعد از تشکیل چین، شکستگی و تشکیل گسل معکوس، تزریق توده آذرین نفوذی X و در آخر پسروی دریا، هوازدگی و سطح فرسایشی.



این تصاویر برای تمرین سن نسبی پیشنهاد داده می‌شود در ضمن پاسخ در شکل موجود است.

در جدول زیر، نیم 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:

پیوند با
ریاضی
ص ۱۶

نیم عمر برخی از عناصر پرتوزا

عنصر پرتوزا	نیم عمر (تقریبی)	عنصر پایدار
اورانیوم ۲۳۸	۴/۵ میلیارد سال	سرب ۲۰۶ ←
اورانیوم ۲۳۵	۷۱۳ میلیون سال	سرب ۲۰۷ ←
توریم ۲۳۲	۱۴/۱ میلیارد سال	سرب ۲۰۸ ←
کربن ۱۴	۵۷۳۰ سال	نیتروژن ۱۴ ←
پتاسیم ۴۰	۱/۳ میلیارد سال	آرگون ۴۰ ←

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

پاسخ: اورانیم ۲۳۸، زیرا دارای نیم‌عمر طولانی است و با سن سنگ‌های آذرین اولیه (سنگ کره) زمین مطابقت دارد.

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

پاسخ:

عنصر فراوان و مهم در بدن موجودات زنده «کربن» است. کربن پرتوزا در نتیجه فرایندهای اتمسفری ساخته می‌شود و همراه با فرایند فتوسنتز به چرخه حیات راه می‌یابد. بنابراین تنها در حوادث زیستی، همچون اسکلت‌های کاملاً جان‌نشین نشده ماموت‌ها و چوب‌ها، نفت و زغال سنگ‌های تشکیل شده در دوران اخیر زمین‌شناسی یافت می‌شوند. از طرفی نیم‌عمر کربن ۱۴ کوتاه و حدود ۵۷۳۰ سال است که برای تعیین سن حوادث و پدیده‌های زیستی زمین‌شناسی، دقت کافی را دارد.

■ با استفاده از کربن پرتوزا، سن فسیل ماموتی که تنها $\frac{1}{8}$ ماده پرتوزا دارد را محاسبه کنید.

پاسخ: در تعیین سن با استفاده از کربن ناپایدار ۱۴ دقت ویژه به این نکته مهم است که بدن موجودات زنده این خصوصیت را دارد که نسبت کربن ناپایدار ۱۴ به کربن پایدار ۱۲ را در طول حیات جاندار، به نسبت ۵۰-۵۰ نگه می‌دارد. با مرگ جاندار و توقف فعالیت‌های حیاتی دیگر، کربن ۱۴ ساخته و یا وارد بدن اجساد نمی‌شود، بلکه تخریب می‌شود. بنابراین اگر در جسد، نسبت کربن ۱۴ به کربن ۱۲، ۵۰-۵۰ باشد، نشان‌دهنده مرگ جاندار در زمان اخیر است. به همین ترتیب وجود یک قسمت کربن پرتوزا ۱۴ و هشت قسمت کربن پایدار ۱۲ نشان‌دهنده گذشت سه نیمه، از زمان مرگ جاندار است، یعنی ۱۱۴۶۰ سال از لحظه مرگ جاندار گذشته است.

در واقع، حدود نسبت هفت به هشت در استخوان فسیل، نیتروژن ۱۴، عنصر پایدار و نوزاد ایجاد شده است. $(\frac{7}{8})$ عنصر نوزاد - $\frac{1}{8}$ عنصر مادر ناپایدار

(راه حل آموزشی مناسب دیگر هم می تواند استفاده از فرمول کتاب درسی باشد؛ یعنی ضرب سه نیم عمر در 573° سال، مدت نیم عمر کربن 14.0).

$$\left(1 \rightarrow \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{8}\right)$$

$$1719^\circ = 573^\circ \times 3 = \text{سن نمونه}$$

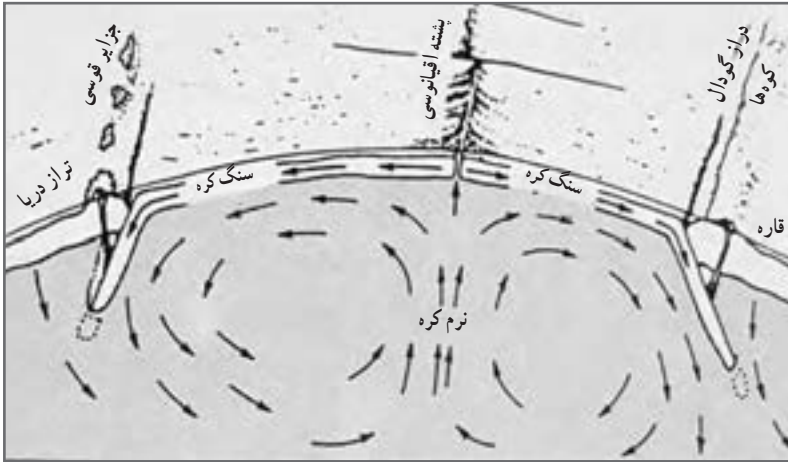
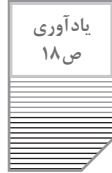
سال نیم عمر = تعداد نیم عمر = سن نمونه

میلیون سال قبل	رویدادهای زیستی	دوره	دوران	انئون	
۶۶	انسان	کواترنری	پالئوژنیک	فانروزوئیک	
	تنوع پستانداران	نئوژن			
	انقراض دایناسورها	پالئوژن			
	۲۵۱	نخستین گیاهان گل دار	کرتاسه		مزوزوئیک
		نخستین پرنده	ژوراسیک		
		نخستین پستاندار	تریاس		
		نخستین دایناسور	تریاس		
		انقراض گروهی	پرمن		
		نخستین خزنده	کربنیفر		
	۵۴۱	نخستین دوزیست	دونین		پالئوژنیک
		نخستین گیاهان آونددار	سیلورین		
		نخستین ماهی ها	اردووسین		
نخستین تریلوبیت		کامبرین			
۵۷۰					
۲۵۰۰				پراگمترین	
۴۰۰۰	هادتن				
۳۶۰۰					

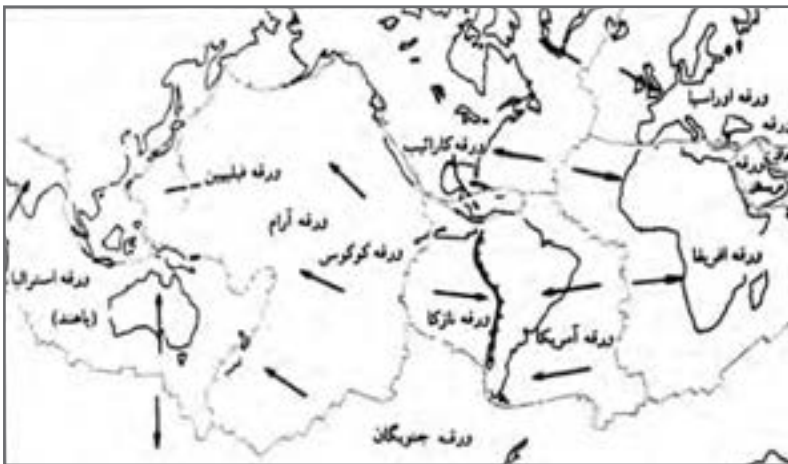
مقیاس زمان زمین شناسی و رویدادهای مهم آن

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:

■ علت حرکت ورقه‌های سنگ کره چیست؟



جریان جابه‌جایی در نرم کره موجب دور شدن قطعات سنگ کره در امتداد پشته‌های اقیانوسی می‌شود و در محل گودال‌ها دوباره به پایین کشیده می‌شود.



----- حاشیه نامشخص ورقه‌ها
 ————— حاشیه همگرا
 ————— پشته‌های اقیانوسی
 ————— جهت حرکت ورقه‌ها

ورقه‌های سازنده سطح زمین، جهت حرکت آنها با فلش نشان داده شده است.

پاسخ: سنگ کره جامد (لیتوسفر) یک قطعه پیوسته، گرداگرد گوشته کره زمین نیست. از طرفی سنگ کره بر روی خمیر کره گوشته (نیمه جامد) قرار دارد که جریان های همرفتی آن، حرکت ورقه های سنگ کره را امکان پذیر می سازد. سنگ کره تکه تکه و قطعه قطعه و شامل قطعاتی است که اگر روی آن اقیانوس تشکیل شده باشد به آن «قطعه اقیانوسی» می گوئیم؛ مانند قطعه اقیانوس اطلس و به قطعاتی که روی آنها قاره تشکیل شده است، «قطعات قاره ای» می گوئیم، مانند قطعه آفریقا و قطعه های مشترک اقیانوسی و قاره ای مانند «قطعه دریای سرخ» که از هم جدا هستند و روی مواد خمیری نرم کره قرار دارند. به دلیل تفاوت جنس که سنگ کره قاره ای (غنی از سیلیسیم، آلومینیم و عناصر سبک همچون سدیم و پتاسیم) و قطعات اقیانوسی (غنی از عناصر آهن، منیزیم و عناصر سنگینی همچون کلسیم)، در نتیجه تفاوت چگالی و گرایش زمین بر قطعه سنگین تر و تأثیر حرکت های همرفتی مواد خمیری نرم کره (گوشته داغ فوقانی)، سبب حرکت و جابه جایی ورقه های سنگ کره می شوند.

■ انواع حرکت ورقه ها را بیان کنید.

پاسخ: ورقه ها به سه شکل حرکت می کنند:

الف) حرکت واگرا یا دورشونده، جایی که دو ورقه از یکدیگر دور می شوند؛ مانند رشته کوه میان اقیانوسی. ب) حرکت همگرا یا نزدیک شونده، جایی که دو ورقه به هم نزدیک می شوند، به هم برخورد می کنند و ورقه سنگین تر به زیر ورقه سبک تر فرو می رود؛ مانند فرورائش صفحه اقیانوسی عربی به زیر صفحه قاره ای ایران (از محل خلیج فارس و دریای عمان) و ایجاد رشته کوه زاگرس.

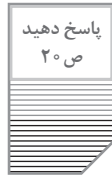
ب) حرکت امتداد لغز، جایی که دو صفحه قاره ای یا اقیانوسی کنار یکدیگر می لغزند؛ همچون گسل سن آندریاس.

■ پیامدهای حاصل از حرکت ورقه ها را ذکر کنید.

پاسخ: فرایند واگرایی ورقه ها سبب ایجاد شکاف های عمیق و جمع شدن آب های سطحی شده و به مرور زمان تشکیل دریای جدید، بالا آمدن ماده مذاب از آستنسفر (نرم کره) و تشکیل پوسته جدید اقیانوسی و تشکیل اقیانوس جدید، شکستگی پوسته ها و تشکیل زمین لرزه، تشکیل آتشفشان های خطی آرام با آتشفشانی از جنس بازالت می شود.

همگرایی ورقه های سنگ کره سبب به هم نزدیک شدن و برخورد ورقه ها، فرورائش ورقه ای، ایجاد دراز گودال اقیانوسی، بالاراندگی، تشکیل آتشفشان انفجاری، تشکیل جزایر قوسی، تشکیل زمین لرزه های عمیق، ماگماتیسیم پوسته فرورانده و فلز زایی، ایجاد رشته کوه های چین خورده و ... می شود.

حرکت ورقه های امتداد لغز نیز، سبب وقوع حوادثی همچون زمین لرزه و ایجاد گسل های متعدد می شود. به طور کلی، زمین لرزه ها و گسل های فراوان در سه نوع حرکت ورقه ای (مرز ورقه ها) ایجاد می شود.



■ عامل باز و بسته شدن اقیانوس‌ها چیست؟

پاسخ: در مطالعه حرکات ورقه‌های سنگ کره، جایی که دو ورقه هم‌چگال اقیانوسی- اقیانوسی یا قاره‌ای - قاره‌ای از یکدیگر دور می‌شوند، بستر اقیانوس تشکیل می‌شود و گسترش می‌یابد (زایش پوسته). اما در مناطقی که دو ورقه اقیانوسی - اقیانوسی و یا اقیانوسی - قاره‌ای به یکدیگر نزدیک می‌شوند، همگرایی و فرورانش ورقه سنگین‌تر به زیر ورقه سبک‌تر، موجب کوچک‌تر شدن اقیانوس و اتصال سواحل اقیانوسی و در نهایت حذف اقیانوس می‌شود (جبران زایش ورقه‌ای).

■ چرا با وجود گسترش بستر اقیانوس‌ها، وسعت سطح زمین افزایش نمی‌یابد؟

پاسخ: مطالعه سنگ کره زمین نشان می‌دهد، عامل حرکات ورقه‌های سنگ کره، یعنی جریان‌های همرفت موجود در نرم کره گوشته می‌باشد (چگونگی، علت تشکیل و... آنها، در کلاس درس توسط دبیران محترم مطرح، واکاوی و روشنگری شود) در قسمتی از محل قرارگیری ورقه‌ها در کنار یکدیگر که دارای حاشیه و اگر هستند، مواد مذاب بالا می‌آیند و موجب ایجاد و گسترش پوسته جدید و در نتیجه افزایش حجم بخش بالایی می‌شوند، اما از طرف دیگر، همین حرکات کنوکسیونی (همرفتی) نرم کره، پوسته تشکیل شده قدیمی را با فرورانش به داخل گوشته می‌کشاند و آن را ذوب می‌کند و اصطلاحاً بخشی از پوسته از بین می‌رود. به این دلیل وسعت سطح ورقه‌های زمین افزایش نمی‌یابد و ثابت است.

در مجموع دینامیک فعال همرفت نرم کره، سبب جبران وسعت سطح زمین می‌گردد یعنی با از بین رفتن پوسته‌های سنگ کره در مناطق فرورانش و کاهش حجم کره زمین در این مناطق، جبران گسترش تولید صفحه‌های جدید و افزایش حجم کره زمین در مناطق واگرا می‌شود. بنابراین بر اثر حرکات ورقه‌ای، در مجموع، وسعت / بزرگی کره زمین تغییر نمی‌کند.

■ نتیجه فرورانش ورقه اقیانوسی - قاره‌ای و اقیانوسی - اقیانوسی چیست؟

پاسخ: اگر فرورانش ورقه اقیانوسی به زیر ورقه اقیانوسی انجام شود که لازمه آن سن بیشتر ورقه اقیانوسی و چگالی بیشتر آن است می‌توان انتظار ایجاد دراز گودال‌های عمیق اقیانوسی و زلزله‌های عمیق و ایجاد جزایر قوسی هم‌سن آتشفشانی را به جای خشکی‌ها در کف اقیانوس‌ها داشت. مانند، جزایر آلوشین، دراز گودال ماریانا (در غرب اقیانوس آرام) و تونگا. سونامی، محصول دیگر فرورانش ورقه اقیانوسی به زیر ورقه اقیانوسی دیگر است.

همگرایی ورقه‌های قاره‌ای - قاره‌ای باعث تصادم دو ورقه قاره‌ای کم چگال شده و فرورانشی ایجاد نمی‌شود. اما همگرایی ورقه‌های اقیانوسی - قاره‌ای به علت تفاوت چگالی ورقه‌ها، ورقه اقیانوسی بازالتی و چگال به پایین خم شده و به زیر ورقه قاره‌ای فرو می‌رود. عموماً صفحه زیررونده، نسبتاً سرد است و با قرار گرفتن در خمیره کره داغ ذوب شده و در نتیجه مقداری ماده مذاب به آرامی به بالا صعود می‌کند و با سرد شدن در پوسته ایجاد سنگ‌های آذرین درونی را خواهد داشت. ماگمای باقیمانده، در نهایت به سطح زمین می‌رسد و فوران‌های آتشفشانی انفجاری آندزیتی قاره‌ای را ایجاد می‌کند. لازم به ذکر است که ایجاد دراز گودال اقیانوسی و زلزله عمیق هم از پیامدهای آن است.

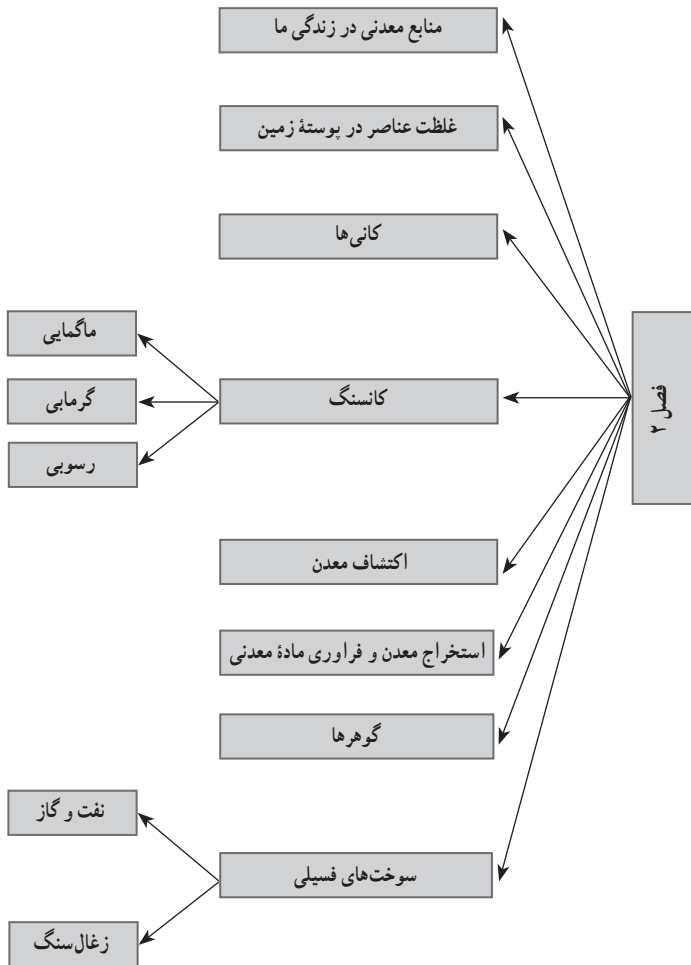
۲

فصل

منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه



معدن مس سونگون و رزقان



پیامدها و انتظارات آموزشی (بخشی) از آموزش فعال این فصل

پیامد کلی

آشنایی با منابع معدنی و اهمیت آنها در زندگی

انتظار می‌رود دانش‌آموزان با یادگیری این درس و انجام فعالیت‌های آن بتوانند:

- با برخی از انواع منابع معدنی آشنا شوند.
- مفهوم غلظت عناصر در پوسته زمین را درک کنند.
- مفهوم کانی و طبقه‌بندی آن را مرور کنند.
- با مفهوم کانسنگ و انواع آن آشنا شوند.
- به‌طور اجمالی فرایند اکتشاف و استخراج منابع معدنی را بشناسند.
- با برخی از انواع کانی‌های قیمتی و گوهرها آشنایی پیدا کنند.
- با سوخت‌های فسیلی (نفت، گاز، زغال سنگ) بیشتر آشنا شوند.

پیامدها و انتظارات‌های عملکردی

دانش‌آموزان با درک مفاهیم این فصل می‌توانند:

- قادر به تشخیص کانی از غیرکانی باشند.
- فهرستی از کانی‌ها و مواد معدنی که در زندگی آنها به‌کار رفته، تهیه کنند.
- گزارشی از انواع کانسنگ‌های محل زندگی خود تهیه و در کلاس ارائه دهند.
- تفاوت مراحل اکتشاف معدن را با مراحل استخراج آن تشخیص دهند.
- برخی از انواع کانی‌های قیمتی و گوهرها را شناسایی کنند.
- درباره نحوه تشکیل سوخت‌های فسیلی (نفت، گاز و زغال سنگ) توضیح دهند.
- ماکتی از نحوه استخراج روباز و زیرزمینی بسازند.

توصیه‌ها و پیشنهادهای آموزشی

توصیه می‌شود در آموزش این فصل از ابزارهای آموزشی مناسب مانند موارد زیر استفاده شود:

- تصویر کانی‌ها، جواهرات، معدن‌ها، مراحل اکتشاف؛

- فیلم‌های کوتاه آموزشی؛
- نمونه‌هایی از کانی‌ها و کانسنگ؛
- ماکت سه بعدی مدل استخراج روباز و زیرزمینی؛
- فیلم استخراج نفت؛
- انیمیشن مراحل تشکیل کانسنگ‌ها؛
- تهیه پوسترها؛
- معرفی کتاب، سایت؛
- بازدید علمی از معدن‌ها، پالایشگاه‌ها، موزه جواهرات.

بودجه‌بندی: چهار جلسه

- پیش‌دانسته‌ها: کتاب علوم هشتم (فصل کانی‌ها، سنگ‌ها و هوازدگی)

دانستنی‌های معلم

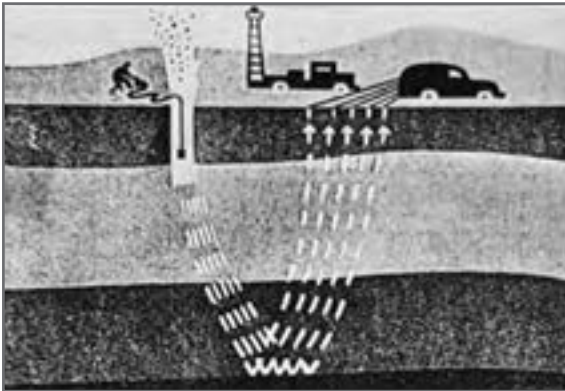
اکتشاف معدن

پیش از شروع هرگونه عملیات صحرایی، توجه به یکسری از معیارهای اکتشاف مانند منشأ، اصول تشکیل و عوامل کنترل‌کننده برای ایجاد یک ماده معدنی، می‌تواند به یافتن آن کمک کند. برای مثال، ذخایر زغال‌سنگی را همواره باید در سنگ‌های رسوبی جست‌وجو کرد و یا اینکه آب و هوای گرم و خشک، مستعد تشکیل سنگ‌های رسوبی تبخیری مانند گچ و نمک است، یا اینکه ذخایر نفتی در ساختارهای خاصی نظیر؛ مناطق چین خورده یا گسلی به عنوان نفت‌گیر، قابل پیگیری می‌باشند، از طرفی بعضی کانی‌ها در ارتباط با یکدیگر یافت می‌شوند و یافتن یک کانی یا عنصر می‌تواند نشانه وجود عنصری دیگر باشد.

حتی توجه به آثار معدن‌کاری‌های قدیمی یا اسامی مکان‌ها و روستاها، راهنمای مناسبی برای کشف مجدد یک معدن قدیمی بوده است. نام برخی روستاها مانند تالمسی (مس) و روستاهای زنگالو و آبگیر زنگار (زنگ = مس) در نزدیکی معدن مس سرچشمه.



یکی از تونل‌های معدن تزره شاهرود



اساس کار روش لرزه‌ای انعکاسی



وسایل یک زمین‌شناس در بازدید صحرایی



معدن روباز



ترانشه

در مرحله اکتشاف چند عمل اصلی صورت می‌گیرد.

- ۱ تهیه عکس هوایی و نقشه توپوگرافی از منطقه جهت پیاده کردن اطلاعاتی که طی عملیات صحرایی به دست خواهد آمد.
- ۲ حضور در منطقه با عنوان عملیات صحرایی جهت نوشتن مشاهدات، پیاده کردن اطلاعات در نقشه اولیه و برداشت نمونه‌های سالم و بدون هوازدگی برای مطالعات دقیق آزمایشگاهی.
- ۳ انجام برخی بررسی‌های ژئوفیزیکی در منطقه یا آزمایشگاه همچون (گرانی‌سنجی، رسانایی الکتریکی، مطالعات امواج لرزه‌ای، مغناطیسی‌سنجی)
- ۴ مطالعات آزمایشگاهی و آزمایش‌های ژئوشیمیایی (تجزیه شیمیایی (XRF, XRD) و استفاده از میکروسکوپ پلاریزان و جهت تعیین جنس، مشخصات کانی‌ها و سنگ‌ها و عیار ماده معدنی، تعیین میزان ذخیره و نوع و سن فسیل‌های منطقه و دیگر اطلاعات مورد نیاز جهت استخراج ماده معدنی.
- ۵ تهیه نقشه معدن و گزارش زمین‌شناسی منطقه.

■ انواع کانسنگ

الف) کانسنگ‌های درون‌زاد یا اولیه

این نوع از کانسنگ‌ها که منشأ درون‌زمینی دارند انواع مختلفی به شرح زیر دارند:

کانسنگ‌های ماگمایی: ماگما پس از تشکیل، به تدریج سرد می‌شود و کانی‌هایی که نقطه ذوبشان بالاست، در اولین مراحل سرد شدن، از آن جدا می‌شوند و از تجمع آنها کانسنگ‌های مهمی به وجود می‌آید. بسیاری از کانسنگ‌ها به این نحو تشکیل می‌شوند. البته چگونگی تجمع کانی‌ها در این مرحله، خود، موضوع پیچیده‌ای است، ولی به طور خیلی خلاصه می‌توان گفت که پس از انجماد کانی‌های مختلف، کانی‌هایی که چگالی‌شان بالاست، در اثر سنگینی، به بخش‌های پایین می‌روند و در آنجا جمع می‌شوند. کانسنگ‌های کرومیت ایران که عمده آنها در مناطق فاریاب، اسفندقه و سبزوار قرار دارند، بدین نحو تشکیل شده‌اند. در این کانسنگ‌ها، کرومیت CrFe_2O_4 با چگالی $4/3 \text{ gr/cm}^3$ شکل عدسی‌های نسبتاً بزرگی در داخل سنگ‌ها تمرکز یافته است.

کانسنگ‌های ماگمایی همیشه به حالت توده‌ای نیستند و در بعضی موارد ماده معدنی، هم‌زمان با سنگ‌های اطراف خود تشکیل می‌شود که در این حالت به شکل پراکنده در داخل این سنگ‌ها دیده می‌شود. به عنوان مثال می‌توان کانسنگ طلای ناحیه آستانه در حوالی شاه‌زند اراک را نام برد.

کانسنگ‌های پگماتیتی: پگماتیت، اصولاً یک نوع سنگ آذرین است که دانه‌های بسیار درشت دارد و همین امر از ویژگی‌های مهم این دسته از کانسنگ‌ها به شمار می‌آید. هنگامی که مرحله ماگمایی اولیه

پایان یافت و کانی‌ها با دمای ذوب بالا از ماگما جدا شدند، محصول باقی‌مانده، جسم سیال و مذابی است که اگرچه بعضی از کانی‌های خود را از دست داده است ولی هنوز عناصر زیادی را دربردارد و به ویژه از نظر عنصری مانند فلئوئور، کلر و بُرغنی است. این محلول ضمن اینکه به سوی بالا رانده می‌شود، شکستگی‌ها و فضاهای خالی سنگ‌ها را پر می‌کند و کانسنگ پگماتیتهی را به وجود می‌آورد.

باید توجه داشت که در مرحله پگماتیتهی نیز محلول باقی‌مانده از ماگما، فعل و انفعالاتی با سنگ‌های اطراف خود انجام و بدین ترتیب، ترکیب خود و سنگ‌ها را تغییر می‌دهد. بسیاری از کانی‌هایی که قطعات درشت آنها در صنایع مختلف مصرف دارد، بدین نحو تشکیل می‌شوند که از آن جمله می‌توان کوارتز، فلدسپات و میکاها را نام برد. از سوی دیگر، تنها منابع مهم میکاهای صنعتی و بسیاری کانی‌های دیگر را باید در این کانسنگ‌ها جست‌وجو کرد.

کانسنگ‌های پنوماتولیتیک (گازی): پس از جدا شدن کانی‌های مربوط به مرحله‌های ماگمایی اولیه و پگماتیتهی، آنچه که از ماگما باقی‌مانده، مخلوط مذاب و درهمی از مواد مختلف است که بخش عمده‌ای از آن را گازها و بخارات تشکیل می‌دهند. بدین ترتیب، ابتدا بخش گازی این مخلوط جدا می‌شود و کانسنگ‌های گازی یا پنوماتولیتیک را تشکیل می‌دهد و محلول باقی‌مانده، که مایع نسبتاً داغی است، در مراحل آخر، کانسنگ‌های گرمایی را به وجود می‌آورد. ممکن است بخش گازی ماگما در اعماق زمین و یا در سطح آن از ماگما جدا شود و کانسنگ‌هایی تشکیل دهد که به ترتیب به آنها، کانسنگ‌های پنوماتولیتیک نفوذی و خروجی می‌گویند. این کانسنگ‌ها نیز از نظر اقتصادی اهمیت زیادی دارند و کانسنگ‌های بسیاری از فلزات نظیر: طلا، نقره، مس، جیوه، آنتیموان، روی، سرب، آرسنیک و مولیبدن عمدتاً به این طریق تشکیل می‌شود. علاوه بر کانسنگ‌های فلزات، بعضی مواد غیرفلزی مهم نظیر فلورین، باریت، آزبست نیز به همین نحو به وجود می‌آیند.

از فرایندهای مهمی که در این مرحله اتفاق می‌افتد، پدیده جایگزینی را می‌توان نام برد. طبق تعریف، جایگزینی یا به عبارتی، دگرسانی جایگزینی، عبارت از جانشینی یک ماده معدنی یا کانی، به وسیله ماده معدنی یا کانی دیگری است که از نظر ترکیب شیمیایی و کانی‌شناسی با آن متفاوت است. در این پدیده، کانی‌های موجود در سنگ، حل می‌شود و به جای آنها کانی‌های جدیدی به وجود می‌آیند. نکته جالب آن است که این دو عمل به‌طور هم‌زمان صورت می‌گیرد و بنابراین، سنگ حالت جامد خود را در تمام طول این دگرسانی حفظ می‌کند. کانسنگ‌ها را که بدین ترتیب از تأثیر گازها و مواد فرار ماگما بر سنگ‌های کربناته به وجود می‌آید، اِسکارن می‌گویند.

کانسنگ‌های گرمایی: در آخرین مراحل انجماد ماگما، آنچه که باقی‌مانده، محلول کمابیش داغی است که مقدار زیادی از کانی‌ها را دارد و به آن محلول گرمایی می‌گویند. این محلول، ضمن عبور از فضای

خالی و شکاف سنگ‌ها، کانی‌های خود را بر جای می‌گذارد و بدین ترتیب، رگه‌های معدنی را به وجود می‌آورد. از جمله خصوصیات مهم کانسنگ‌های گرمابی، شکل رگه‌ای آنهاست که این امر از نظر اکتشاف و ارزیابی آنها بسیار مهم است. بسته به دمای محلول‌های گرمابی، آنها را به محلول‌های داغ (۳۰۰ تا ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد)، متوسط (۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد) و سرد (کمتر از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد) تقسیم می‌کنند. بعضی از مواد معدنی فقط در دماهای معینی تشکیل می‌شوند، ولی عده‌ای از آنها، ممکن است در طیف وسیعی از دماهای بالا تا پایین، تشکیل شوند.

بسیاری از کانسنگ‌ها فلزی بدین نحو تشکیل می‌شوند که از جمله آنها می‌توان کانسنگ‌های سرب، روی، قلع، آنتیموان، جیوه، آرسنیک، طلا، نقره و مس را نام برد. بخش عمده‌ای از کانسنگ‌های سرب و روی ایران بدین نحو تشکیل شده‌اند. محلول گرمابی نیز ممکن است ضمن تماس با سنگ‌ها، تغییراتی در آنها به وجود آورد و انواع کانسنگ‌های جانشینی را تشکیل دهد.

ب) کانسنگ‌های برون زاد یا ثانوی

کانسنگ‌های ناشی از هوازدگی: به مجموعه فعل و انفعالاتی که سبب تخریب و تجزیه سنگ‌ها می‌شوند، هوازدگی می‌گویند. در دامنه کوه‌ها حتی سخت‌ترین و مرتفع‌ترین آنها، توده‌ای از واریزه وجود دارد که محصول تخریب سنگ‌ها است. هوازدگی انواع مختلف دارد و عوامل گوناگونی در این فرایند مؤثرند. به‌عنوان مثال می‌توان عمل یخ‌بندان را نام برد. در مواقع بارانی، شکاف سنگ‌ها از آب پر می‌شود و هنگامی که دما به حد کافی کاهش یابد، این آب یخ می‌زند و حجم آن اضافه می‌شود و در نتیجه فشارهایی به دیواره شکاف وارد می‌کند که سبب بزرگ‌تر و عمیق‌تر شدن شکاف و در نهایت، جدا شدن قطعه‌ای از سنگ‌های کوه می‌شود. قطعات جدا شده از کوه، در اثر وزن خود و یا در نتیجه باد و باران، به قسمت‌های پایین دست می‌غلطند و در ضمن این فرو افتادن نیز با یکدیگر برخورد می‌کنند و ریزتر می‌شوند. البته عوامل دیگری هم در هوازدگی و تخریب سنگ‌ها مؤثرند که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان عوامل شیمیایی و حیاتی را نام برد. به هر حال، مجموعه این عوامل سبب می‌شوند که سنگ‌ها به قطعات کوچکی خرد شوند. خردشدن سنگ‌ها به تنهایی نمی‌تواند کانسنگ تشکیل دهد، ولی این امر سبب می‌شود که در مراحل بعد، ماده معدنی در یک جا متمرکز شود و کانسنگ به وجود آید. بسته به اینکه تجمع مواد معدنی چگونه انجام گیرد، کانسنگ‌های ناشی از این فرایند را به دو گروه زیر تقسیم می‌کنند:

تمرکز برجا: درحالت کلی، سنگ‌ها حاوی کانی‌های مختلفی بوده که دارای عناصر گوناگونی هستند. در بسیاری موارد، غلظت این عناصر آنقدرها زیاد نیست که بتوان به آن کانسار گفت اما به مرور، ممکن است مواد محلول از سنگ حل شده و از آن خارج شوند و بدین ترتیب، درصد مواد نامحلول بالا می‌رود و

این امر ممکن است به تشکیل یک کانسار منجر شود. بهترین مثال در این مورد بوکسیت است. اگر سنگی که دارای سیلیکات‌های مختلف از جمله سیلیکات‌های آلومینیم است، خرد شود، تحت تأثیر بارندگی شدید و مداوم، نمک‌های محلول آن از قبیل نمک‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به مرور حل شده و از محل دور می‌شوند، در صورتی که مواد نامحلول یا کم محلول، مثل سیلیس و آلومینیم اکسید بر جای باقی می‌مانند و غلظت آنها به تدریج اضافه می‌شود. نتیجه این امر، تشکیل بوکسیت است که یکی از مواد اولیه اصلی تهیه فلز آلومینیم به شمار می‌آید.

تمرکز ثانوی: در این شیوه، تمرکز عناصری که در حالت عادی در سنگ‌ها پراکنده‌اند و عیار آنها آنقدر نیست که کانسار تشکیل دهند، تحت تأثیر آب، به مرور حل شده و در مرحله بعد، در جای دیگری متمرکز می‌شوند و این تمرکز ممکن است به تشکیل یک کانسار منجر شود. مثال جالب در این مورد کانی پیریت است. این کانی به طور پراکنده در بسیاری از سنگ‌ها دیده می‌شود.

پیریت تحت تأثیر آب‌های زیرزمینی به سولفوریک اسید تبدیل می‌شود و بقایای آن به صورت اکسید آهن برجای می‌ماند. سولفوریک اسید حاصله، بر کانی‌های پراکنده‌ای که در ناحیه وجود دارند، اثر می‌کند و با آنها مس سولفات تشکیل می‌دهد که این سولفات به پایین می‌رود و هنگامی که به سطح آب زیرزمینی ناحیه رسید، اکسیژن خود را از دست می‌دهد و نتیجه آن، تشکیل و رسوب سولفید مس است. بدین ترتیب، طی زمان طولانی، ممکن است مقدار سولفید مس آنقدر زیاد شود که از نظر اقتصادی قابل توجه باشد. یکی از بزرگ‌ترین معادن مس دنیا به نام معدن مس یوتا واقع در ایالات متحده آمریکا، طی همین فرایند تشکیل شده است.

فرایند تمرکز ثانوی را تقریباً در تمام کانسارها می‌توان مشاهده کرد. گاهی در بخش‌های سطحی کانسنگ، پوششی از اکسید آهن به وجود می‌آورند که به نام کلاهِک آهنی خوانده می‌شود و از آنجا که این کلاهِک آهنی با رنگ قهوه‌ای متمایل به قرمز خود مشخص است، لذا نشانه خوبی برای اکتشاف کانسنگ‌های آهن‌دار به شمار می‌آید. بخش‌های بالایی هر کانسار، که در آنجا بعضی از کانی‌ها شسته شده و به سمت پایین رفته‌اند، به نام زون فروشسته خوانده می‌شود و این ناحیه از سطح زمین تا سطح آب زیرزمینی محل ادامه دارد.

ناحیه هیپوژن: در زیر سطح آب زیرزمینی، ناحیه‌ای وجود دارد که کانی‌هایی که از بخش‌های بالا حل شده و به این قسمت حمل شده‌اند، رسوب می‌کنند و به کانی‌هایی که از قبل وجود داشته است، افزوده می‌شوند. این ناحیه را ناحیه سوپرژن می‌خوانند. در زیر این ناحیه، سنگ‌های اولیه و بکر قرار دارند که به آن ناحیه هیپوژن ۲ گفته می‌شود.

کانسنگ‌های رسوبی: سنگ‌ها در اثر عوامل هوازدگی تخریب می‌شوند و محصولات تخریب شده در اثر عوامل حمل و نقل از قبیل رودخانه‌ها و باد، به بخش‌های پایین دست حمل می‌شوند. عمل حمل و نقل به‌طور دائم انجام نمی‌گیرد و این مواد به هر حال، در قسمتی از مسیر خود رسوب می‌کنند و در پاره‌ای موارد ممکن است کانسنگ‌های با ارزشی تشکیل دهند. ته‌نشینی مواد ممکن است در نتیجه فرایند فیزیکی، شیمیایی و با زیستی انجام شود و کانسنگ‌هایی که در اثر این فرایندها به وجود می‌آیند به همین نام خوانده می‌شوند.

کانسارهای آواری یا مکانیکی: موادی که به‌وسیله رودخانه‌ها حمل می‌شوند، از نظر اندازه، چگالی و شکل با هم تفاوت دارند و همین تفاوت سبب می‌شود که ذرات مختلف، در قسمت‌های مختلفی از مسیر رودخانه رسوب کنند. مثلاً اگر مخلوطی از قلوه سنگ، ماسه و رس با هم حمل شوند، پس از مدتی، ابتدا قلوه سنگ و در مراحل بعدی به ترتیب، ماسه و رس رسوب خواهند کرد. همچنین اگر در ابتدای رودخانه مخلوطی از کانی‌های با چگالی متفاوت موجود باشد، پس از مدتی این مواد به ترتیب چگالی خود رسوب خواهند کرد. از جمله مهم‌ترین کانسارهای مکانیکی می‌توان کانسنگ‌های جامانده (پلاسر) را نام برد. مواد مختلفی که به‌وسیله رودخانه حمل می‌شوند، در اثر کاهش سرعت رودخانه، با توجه به اندازه و چگالی خود، در قسمت‌های خاصی از مسیر رودخانه رسوب می‌کنند که از تجمع آنها یک کانسنگ جامانده به وجود می‌آید. کانسنگ‌های فلزات سنگین مثلاً طلا، پلاتین و الماس، بدین نحو تشکیل می‌شوند.

کانسارهای رسوبی تبخیری و شیمیایی: محصولات خرد شدن سنگ‌ها، تنها به‌صورت ذرات آواری به‌وسیله عوامل حمل و نقل حمل نمی‌شوند بلکه مقداری از آنها به‌صورت محلول یا به حالت کلوئیدی انتقال می‌یابند. از آنجا که قابلیت انحلال مواد مختلف در آب، متفاوت است و از سوی شرایط محیط آب نیز از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر تغییر می‌کند، لذا موادی که بدین نحو حمل می‌شوند، در قسمت‌های مختلف مسیر ممکن است رسوب کنند و کانسنگ به‌وجود آورند.

رسوب مواد فقط در طول مسیر رودخانه انجام نمی‌شود بلکه بخش عمده این رسوبات در دریاها و دریاچه‌ها تشکیل می‌شوند. املاح مختلف به‌طور مداوم به دریاچه‌ها و دریاها وارد می‌شود و غلظت این املاح در این آب‌ها به تدریج افزایش می‌یابد. در بعضی موارد مقدار این املاح به حدی است که آب دریا از آنها اشباع می‌شود و در این حالت، بخشی از املاح در کف دریا رسوب می‌کنند و کانسنگ رسوبی را به‌وجود می‌آورند. در بسیاری موارد، رسوب شیمیایی مواد بدین ترتیب است که قسمتی از دریا یا دریاچه، از دریا یا دریاچه اصلی جدا می‌شود و در این حالت، مقدار تبخیر بیش از میزان آب ورودی به این قسمت است و در نتیجه به مرور، غلظت املاح آنقدر زیاد خواهد شد که آب از آنها اشباع می‌شود و این مواد در کف دریا یا دریاچه رسوب می‌کنند. کانسارهای نمک و گچ بدین نحو به وجود می‌آیند. رسوب مواد ممکن است

به علت شیمیایی انجام گیرد. بدین معنی که با تغییر مشخصات آب دریا یا ممکن است موادی که تا به حال محلول بودند، در شرایط جدید، محلول نباشند و با تغییر pH دریاچه به تدریج رسوب کنند و بدین ترتیب، کانسنگی را به وجود آورند. بعضی از کانسنگ‌های آهن و منگنز به این نحو تشکیل می‌شوند.

■ کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی :

۱ کهربا (Umber)

رنگ : زرد کم‌رنگ، سبز و نارنجی مایل به قرمز تیره

سختی : ۲/۵ - ۲

وزن مخصوص : ۱/۱۰ - ۱/۰۳

سیستم کریستالین : آمورف

ترکیب شیمیایی : فسفیل شده درخت‌های قدیمی کاج با ترکیب $C_{10}H_{18}O$ است.

شفافیت : کدر تا مات

منبع : حوالی دریای بالتیک رومانی، ایالات متحده، میانمار و مکزیک

ساختار : ذخایر رسوبی درخت‌های کهن با عمر حدود ۵ میلیون سال یا بیشتر

کهربا صمغ فسفیل شده این درخت‌هاست و معمولاً شامل گیاهان و جانوران کوچک دوره‌های ژوراسیک

تا کرتاسه است. این کانی قیمتی با فسفیل حشرات و گیاهان قابل تشخیص عموماً نادر و با ارزش است.

هنگام خرید قطعه‌های کهربای گران قیمت، دارای حشرات و گیاهان خشک شده درون آنها، دقت

زیادی باید صرف کرد. کهربا با چراغ جواهرفروشان صدمه می‌بیند. اگر در معرض حرارت قرار گیرد،

می‌سوزد یا ذوب می‌شود. وقتی با پارچه مالش داده شود، الکتروسیته ساکن تولید می‌کند، آزمایش خاص

برای جداسازی آن از بدلیجات پلاستیکی، وزن کردن آن در آب و اضافه کردن نمک به آن است.



۲ آپاتیت (Apatite)

رنگ: آبی، زرد، سبز نئون (شبرنگ)، صورتی و بنفش

سختی (در مقیاس موهس): ۵

وزن مخصوص: ۳/۲۲ - ۳/۱۵

سیستم کریستالین: هگزاگونال

ساختار شیمیایی: $\text{Ca}_5(\text{F,Cl,OH})(\text{PO}_4)_3$ ، فسفات

کلسیم

شفافیت: شفاف تا مات در چشم گربه‌ای

منبع: در مکان‌های متعدد دنیا، مانند سریلانکا، هند،

ماداگاسکار، ایالات متحده و مکزیک وجود دارد.

ساختار: کریستال‌های منشوری

ویژگی غیر عادی آن، وقتی درست بُرش بخورد، رنگ

آن نئونی است. آپاتیت برای انگشترها مناسب نیست، زیرا

به علت سختی متوسط در مقیاس موهس که پنج است، سنگ جواهری به حساب نمی‌آید.



۳ آزوریت (Azurite)

رنگ: آبی

سختی: ۳/۵ تا ۴

وزن مخصوص: ۳/۷۷ - ۳/۸۹

ساختار شیمیایی: $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ، کربنات مس

شفافیت: شفاف تا کدر

منبع: اساساً بخشی از ذخایر مس در شیلی، روسیه،

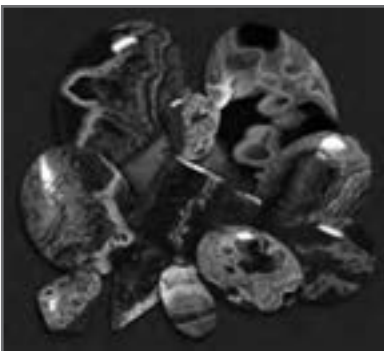
ایالات متحده، فرانسه و استرالیا قرار دارند.

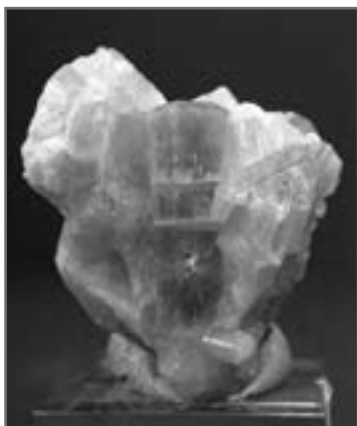
ساختار: گاهی به صورت کریستال‌های کوچک ایجاد

می‌شود، اما اساساً به صورت انبوه‌های با «مالاکیت» در

ذخایر مس به دست می‌آید. آزوریت به صورت دانه‌تسبیحی

یا «کابوچن» برش می‌خورد. تقریباً نرم است و در نتیجه در مقابل استفاده‌های خشن و نابهنجار دوام نمی‌آورد.





۴ بریل (Beryl)

زمرد (Emerald)

رنگ: سبز زمردی، سبز، سبز متمایل به زرد

رنگ خاکه: سفید

سختی (در مقیاس موهس): ۸ - ۷/۵

وزن مخصوص: ۲/۷۸ - ۲/۶۷

سیستم کریستالین: هگزاگونال

ترکیب شیمیایی: $Al_2Be_3Si_6O_{18}$ ، سیلیکات آلومینیم بریل

شفافیت: شفاف تا کدر

چند رنگی: سبز متمایل به آبی تا سبز متمایل به زرد

منبع: جاهایی نظیر کلمبیا، زامبیا، برزیل، هند و غیره

ساختار: مخازن هیدروترمالی

نام «امرالده» از لغت یونانی (Smaragdus) به معنی «سنگ سبز» می آید و «زمرد» قیمتی ترین کانی در خانواده بریل است. رنگ سبز آن بی همتاست. به همین دلیل، سبز زمردی خوانده می شود. عامل رنگ در زمرد حقیقی عنصر «کروم» است. بریل هایی که به علت حضور وانادیوم، سبز رنگ هستند، «بریل سبز» نام دارند. رنگ زمرد در مقابل نور و حرارت بسیار با دوام است. همه زمردها شکننده هستند و نیروهای فشاری داخلی دارند، به فشار حساس هستند و باید در حرارت دادن آنها دقت کرد.

به این علت که زمردها به ضربه بسیار حساس اند، یک بُرش پله ای برای آنها ایجاد می شود. به علت رنگ های بسیار مشابه، احتمال اشتباه با سنگ های آواتارین، دیوپسید، دیوپتاز، فلورایت، گروسولاریت و پریدوت وجود دارد. به قصد پنهان کردن شکستگی های بسیار ریز و سایر عیب ها، زمردها معمولاً در روغن های خاصی خوابانده می شوند.

زمرد تحت بهسازی با روغن قرار می گیرد تا شکستگی های آن بهبود یابد. برخی از آنها در راستای این خطوط شکستگی بریده می شوند. البته زمرد خوش کیفیت، تعداد کمی از این شکستگی ها را دارد.



۵ کلسدونی (Chalcedony)



در حالی که کریستال‌های کوارتز، جلای شیشه‌ای دارند، کلسدونی‌ها در حالت طبیعی، جلای مومی یا کدر دارند. بیشتر کارنلین‌هایی که امروز در بازار هستند، عقیق‌های رنگ شده و سپس حرارت دیده هستند. وقتی در مقابل نور نگه داشته می‌شوند، به صورت نواری تغییر رنگ نشان می‌دهند. اما کارنلین طبیعی، توزیع رنگ ابری دارد و ممکن است با «زاسپر» اشتباه شود.

منبع آن تقریباً همه جای دنیاست. ساختار کلسدونی متفاوت از آمیتیست و سیترین و یک ماده کریستالین میکروسکوپی است. به این معنی که جدا از اینکه یک کریستال است، از میلیون‌ها کریستال کوچک ساخته شده که به قدری کوچک هستند که شما نمی‌توانید آنها را ببینید. کلسدونی از رشته‌های میکروسکوپی که موازی هم هستند، ساخته شده است. کلسدونی کریستال‌های انگورمانند شعاعی دارد که با چشم غیر مسلح دیده می‌شوند. در نتیجه می‌تواند رنگ بگیرد. کلسدونی طبیعی، معمولاً هیچ نواریندی ندارد.



ویژگی غیر عادی کلسدونی حجم عظیم رنگ‌ها و ساختارهاست و از آنجا که به راحتی رنگ می‌شود، تقریباً همه رنگ‌های رنگین کمان را دارد. رنگ کردن، شایع‌ترین بهسازی است. کروم کلسدونی (به نام‌های «ترودیت» یا «ترولیت» هم خوانده می‌شود) نام تجاری برای نوعی کلسدونی از زیمبابوه است. کلسدونی انواع مختلف دارد.

- کریزوپریز

رنگ: سبز و سبز سیبی

رنگ خاکه: سفید

سختی: ۷ - ۶/۵

وزن مخصوص: ۲/۶۴ - ۲/۵۸

سیستم کریستالین: تریگونال

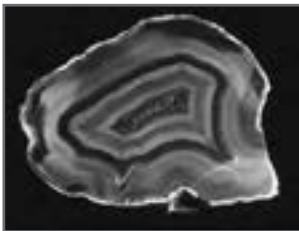
ساختار شیمیایی: SiO_2 ، دی‌اکسید سیلیسیم

شفافیت: کدر و مات





کریزوپریز با ارزش‌ترین سنگ در گروه کلسدونی است. رشته‌های کوارتز در آن صاف هستند و ساختار شعاعی دارند. عامل رنگ آن، نیکل است. بخش‌های بزرگ شکسته شده آن معمولاً پر از درزه با رنگ‌های غیرعادی است. رنگ آن در نور آفتاب و هنگام حرارت کم رنگ می‌شود.



- **بلاداستون**: کلسدونی کدر سبز تیره با نقاط قرمز است. نام قدیمی آن که هنوز در اروپا استفاده می‌شود، «هلیوتروپ» است. ذرات کلریت یا سوزن‌های هورنبلاند داخلی، باعث ایجاد رنگ سبز می‌شوند. نقاط قرمز به علت اکسید آهن ایجاد می‌شود. رنگ‌ها همیشه ثابت نیستند. معمولاً برای آب‌بندی حلقه آفایان و برای مواد تزئینی به کار می‌رود. در بازار معمولاً به آن «بلادژاسپر» می‌گویند. بلاداستون اصلاً ژاسپر نیست. حتی یک ساختار شعاعی کروی می‌تواند به آن ظاهر دانه دانه بدهد.

۶ عقیق

عقیق یک کلسدونی با نوارهای متحدالمرکز است. نوارها می‌توانند چند رنگ متفاوت یا هم رنگ باشند. شفافیت عقیق‌ها از شفاف تا کدر تغییر می‌کند. عقیق‌ها به شکل گرد یا مغز بادامی هستند. برآمدگی‌ها با سائزهای از یک شکستگی یک اینچی (۲/۵۴ سانتی‌متر) تا محیطی شامل چندین یارد (هر یارد معادل ۹۱/۴۴ سانتی‌متر است) تغییر می‌کنند. تصور می‌شد که نوارهای عقیق به تدریج در سوراخ‌هایی پر شده با حباب‌های گاز از یک محلول سیلیسی، متبلور شده‌اند. اخیراً این تئوری که آرایش آنها هم‌زمان با خمیره (ماتریکس) (Matrix) سنگ بوده، مورد حمایت قرار گرفته است.

رنگ: همه رنگ‌ها و نواری

رنگ خاکه: سفید

سختی: ۷ - ۶/۵

وزن مخصوص: ۲/۶۴ - ۲/۵۸

سیستم کریستالین: تریگونال

ساختار شیمیایی: SiO_2

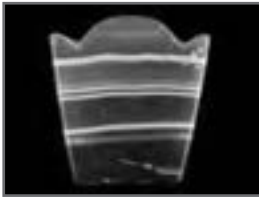
شفافیت: کدر و مات

فلورسنسی: نوارها تغییر می‌کنند و در برخی قسمت‌ها زرد، سفید و آبی می‌شوند.

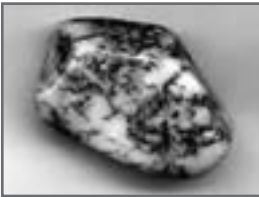
■ زیر مجموعه عقیق‌ها



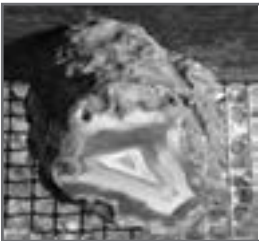
— عقیق باقوری: طرح حلقه‌ای با نقطه‌ای در مرکز، شبیه یک چشم؛ نوعی عقیق مدور.



— عقیق ورقه‌ای: لایه‌ها یا نوارهای هم اندازه موازی دیواره خارجی برآمدگی عقیق.



— عقیق شجره‌ای: کلسدونی بی‌رنگ یا سفید و مات با شجره.



— عقیق سنگربندی: نوارهای عقیق با گوشه‌های بیرون زده، همانند سنگر دژهای قدیمی.



— عقیق آتشین: کلسدونی کدر، با لایه لیمونیت و پدیده رنگین‌مانی که در اثر شکست نور توسط ساختار لایه‌ای ایجاد می‌شود.



— عقیق کروی: دایره‌هایی از لایه‌های عقیق، به صورت مرکزگرا و خارج از مرکز حول نقطه مرکز قرار گرفته‌ان



— عقیق خزّه‌ای: کلسدونی مات با ادخال‌های شبیه خزّه از هورنبلند یا کلریت.

رنگی شدن عقیق

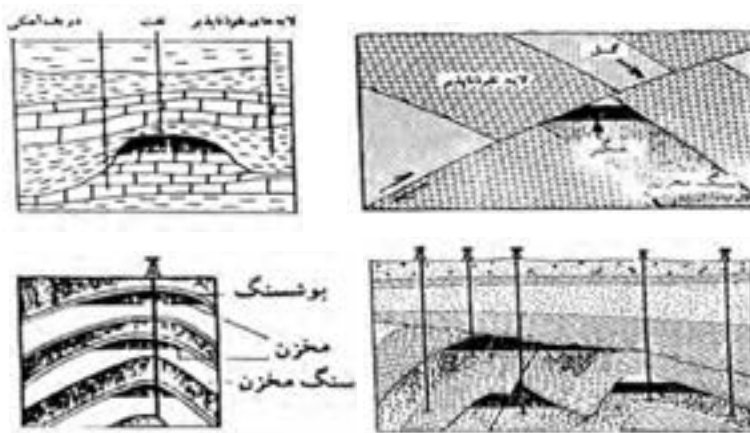
- رنگ قرمز: عامل ایجادکننده رنگ، اکسید آهن است.
- رنگ زرد: عامل ایجادکننده رنگ، کلرید آهن است.
- رنگ قهوه‌ای: با بهسازی به کمک محلول شکر و حرارت دادن، قهوه‌ای ایجاد می‌شود.
- رنگ مشکی: عامل ایجادکننده رنگ، کربن است.
- رنگ سبز: عامل ایجادکننده رنگ، آهن است.
- رنگ آبی: عامل ایجادکننده رنگ، آهن است.

نفت

برخی تصور می‌کنند که نفت در زیر زمین داخل غارها و حفرات بزرگی قرار گرفته است، در صورتی که واقعیت امر چنین نیست. سنگ مخزن نفت، اغلب ماسه سنگی یا آهکی است. نفت و گاز و آب شور در منافذ بین دانه‌های تشکیل دهنده ماسه سنگ و در سنگ آهک‌ها در شکاف‌های موجود در آن ذخیره می‌شوند. جریان طبیعی نفت تحت تأثیر سه نیروی فشار آب مخزن، فشار گاز سرپوش و فشار گاز حل شده در نفت صورت می‌گیرد اما گاهی لازم است جهت حرکت آسان تر نفت با توجه به جنس سنگ مخزن از روش‌های مختلف چون تزریق آب یا انواع مواد شیمیایی استفاده شود تا نفت محبوس در سنگ مخزن به سهولت بیشتری به سمت چاه، تزریق و به سمت زمین حرکت کند.

مخازن نفتی ایران، دارای ساختاری متفاوت نسبت به مخازن نفتی دنیا می‌باشند به طوری که اکثر این مخازن ساختاری کربناته داشته و تنها ۱۰ درصد از آنها دارای ساختار شنی هستند. مخازن آهکی شکاف دار عمدتاً مربوط به خشکی است و برخی از مخازن دریایی مانند جزیره سیری، مخازن شنی هستند. سنگ‌های آهکی نفت دار ایران، چون اولین بار در کوه آسماری (به سن تقریبی ۳۰ میلیون سال) نزدیک مسجد سلیمان مورد بررسی قرار گرفتند، به نام «آهک آسماری» معروفند.

مخازن نفتی (نفت گیرها، تله های نفتی) به ساختارهایی متشکل از سنگ مخزن و پوش سنگ گفته می شود که دارای وضعیت هندسی مناسبی برای تجمع و ذخیره سازی نفت باشند. در داخل سنگ مخزن نفت گیر، به دلیل اختلاف چگالی، آب شور، نفت و گاز از هم جدا می شوند که به این جدایش «مهاجرت ثانویه» گفته می شود. نفت گیرها در انواع تاقدیسی، گسلی، گنبد نمکی و ریفی (مرجانی) دیده می شوند. نفت گیرها انواع مختلفی دارند که معروف ترین آنها نفت گیرهای تاقدیسی، گسلی و مختلط است.



انواع نفت گیرها

پاسخ فعالیت‌ها

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

تفسیر کنید
ص ۲۷

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

پاسخ: نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی سنگ‌ها با غلظت کلارک عناصر مشخص می‌شود که: عناصر سیلیسیم، آهن، سدیم و پتاسیم دارای بی‌هنجاری منفی و عناصر کلسیم، مس، سرب و روی، دارای بی‌هنجاری مثبت هستند.

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

یادآوری
ص ۲۷



ت) گوگرد



ب) نفت



ب) یخ



الف) نبات

پاسخ:

الف) نبات کانی نیست، زیرا طبیعی نیست.

ب) یخ کانی است، زیرا چهار ویژگی کانی را دارد. (جامد، متبلور، طبیعی، ترکیب شیمیایی ثابت)

پ) نفت کانی نیست، زیرا جامد نیست.

ت) گوگرد کانی است، زیرا چهار ویژگی کانی را دارد.

■ در ساخت سرامیک و شیشه از چه کانی‌هایی استفاده می‌شود؟

پاسخ:

در ساخت سرامیک از کانی رس و فلدسپار و سیلیس SiO_2 (کوارتز)

در ساخت شیشه از سیلیس (کوارتز) و ترکیبات دیگر مانند سدیم اکسید، کلسیم اکسید، منیزیم اکسید و آلومینیم اکسید

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

عنصر اقتصادی	ترکیب شیمیایی	کانه
		هماتیت
		مگنتیت
		کالکوپیریت
		گالن

پاسخ:

«هماتیت» با ترکیب شیمیایی Fe_2O_3 حاوی عنصر اقتصادی Fe است.

«مگنتیت» با ترکیب شیمیایی Fe_3O_4 حاوی عنصر اقتصادی Fe است.

«کالکوپیریت» با ترکیب شیمیایی CuFeS_2 حاوی عنصر اقتصادی Cu است.

«گالن» با ترکیب شیمیایی PbS حاوی عنصر اقتصادی Pb است.

■ در مورد عوامل مؤثر بر مقرون به صرفه بودن یک معدن، اطلاعاتی جمع‌آوری و به پرسش

زیر پاسخ دهید.

گفت و گو

کنید

ص ۲۹

فکر کنید

ص ۳۰

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

پاسخ:

■ علاوه بر حجم و غلظت، عواملی مانند نوع کانه و میزان علاقه آن کشور به کانه مورد نظر، کانی‌های همراه با کانه، نسبت کانه به باطله، عمق ذخیره آن، هزینه استخراج، ارزش ماده معدنی، قیمت ماده معدنی، راه‌های دسترسی، شرایط جغرافیایی منطقه و ... در مقرون به صرفه شدن یک معدن دخالت دارند.

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

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

پاسخ:

۱ زیرا در آب دریاها مقدار ناچیزی طلا وجود دارد که روش استخراج این طلا از آب دریا بسیار پر هزینه بوده و مقرون به صرفه نیست.

۲ ارزش ماده معدنی افزایش می‌یابد، یا مقدار آن کمیاب می‌شود و یا فناوری‌های مدرن استخراج با هزینه کمتر شناخته شده و به بازار می‌آیند یا کاربرد جدیدی برای کانی‌های کم‌ارزش این معدن کشف می‌شود.

عیار اقتصادی طلا در ذخایر آن، حدود ۲ ppm است. محاسبه کنید در یک معدن طلا، از ۳ تن سنگی که استخراج می‌شود، چند گرم طلا به دست می‌آید؟

پاسخ:

$$2 \text{ ppm} = 2,000,000 \text{ g/ton} \quad (2 \text{ قسمت در میلیون})$$

بنابراین در هر تن سنگ معدن طلا، ۲ گرم طلا وجود دارد و از ۳ تن، ۶ گرم طلا استخراج می‌شود.

۲ گرم طلا	۱ تن (سنگ معدن)	$x = 6 \text{ گرم}$
x	۳	



حداقل یک دلیل بیاورید که کانی کلسیت یا ژیبس نمی تواند یک کانی قیمتی باشد؟

پاسخ دهید
ص ۳۳

پاسخ:

گوهرها سختی نسبتاً بالایی دارند. بنابراین کانی های «ژیبس» و «کلسیت» که سختی کمی دارند، در تماس با سایر اجسام به سرعت از بین می روند. این کانی ها با درجه سختی ۲ و ۳ از سایر اجسام خراش بر می دارند و کدر می شوند. از طرفی این دو کانی در طبیعت، فراوان هستند.

■ جواهرات را چگونه تراش می دهند؟

■ تفاوت الماس و برلیان در چیست؟

■ از الماس در سر مته حفاری استفاده می کنند علت چیست؟

گفت و گو

کنید
ص ۳۴

پاسخ:

■ جواهرات سختی های متفاوتی دارند. معمولاً هر جواهر را به وسیله جواهری سخت تر از آن برش و صیقل می دهند. الماس جواهری است که برای برش دادن سایر جواهرات از آن استفاده می شود. برخی از گوهرها را با اجسام سخت تر از آنها تراش می دهند. برخی با لیزر و برخی با فناوری «واترجت» تراشیده می شوند.

■ تفاوت الماس و برلیان در نوع تراش و سطوح تراش آنهاست. الماسی که در ۴۸ سطح تراشیده شده باشد، برلیان نامیده می شود.

■ الماس سیاه ارزش چندانی ندارد و به طور وسیع در کشور برزیل استخراج می شود. درجه سختی الماس عدد ۱۰ بوده و پودر آن را برای ساختن انواع مته ها استفاده می کنند زیرا می تواند سایر سنگ ها و مواد سخت را برش دهد.

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

با هم
بیندیشید
ص ۳۷

پاسخ:

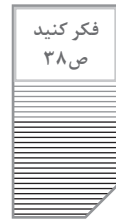
اگر دما و فشار از حد مورد نیاز برای تشکیل نفت در سنگ های رسوبی کمتر شود، شرایط

تشکیل نفت و گاز مهیا نیست، بنابراین نفت و گاز تشکیل نمی‌شود. لازم به ذکر است افزایش فشار یا دما بیش از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، باعث دگرگونی سنگ و از بین رفتن نفت و گاز می‌شود.

۱ وجود ذخایر زغال‌سنگ در سیبری که امروزه، سرزمینی سرد و بدون جنگل‌های انبوه می‌باشد را چگونه توجیه می‌کنید؟

۲ لایه‌های زغال‌دار طبس، نشان‌دهنده چه نوع آب‌وهوایی در گذشته این منطقه است؟

۳ چرا برخی از مناطق، با وجود جنگلی بودن، مکان مناسبی برای تشکیل زغال‌سنگ نیستند؟



پاسخ:

۱ ذخایر عظیم زغال‌سنگ در عرض‌های جغرافیایی بالا (سرد و قطبی) شواهدی بر حرکت ورقه‌های سنگ کره است. تشکیل زغال‌سنگ، نیاز به جنگل‌های مناطق گرم و مرطوب و مرداب‌های خاص مثل مناطق استوایی دارد، بنابراین ابتدا منابع زغال در عرض‌های جغرافیایی پایین نزدیک استوا تشکیل شده و با حرکت ورقه‌ها به سمت مناطق مختلف و یا به عرض‌های جغرافیایی بالا (قطبی) می‌توان امروزه آنها را در سرزمین‌های سرد مثل سیبری مشاهده کرد.

۲ لایه‌های زغال‌دار طبس، نشان‌دهنده وجود آب و هوای گرم و مرطوب حاکم بر این منطقه در گذشته دور است.

۳ زیرا سایر شرایط تشکیل زغال‌سنگ در آن محل مهیا نبوده است. می‌دانیم که زغال‌سنگ با سایر سنگ‌های رسوبی فرق دارد و جزء سنگ‌های رسوبی شیمیایی آلی می‌باشد. در واقع ما فسیل‌ها را می‌سوزانیم. مرحله اصلی تشکیل زغال‌سنگ، تجمع بقایای گیاهی به مقدار زیاد است و از آن مهم‌تر حفظ اجساد گیاهی از تجزیه و اکسایش توسط پوشش و لایه رسوبی است، پس نزدیکی جنگل‌ها به محیط مردابی و محیط دریایی که با پیشروی و پس‌روی‌های خود بتواند رسوبات پوشاننده را بر روی اجساد گیاهی قرار دهد، لازم است. پس باید این جنگل‌ها در نزدیکی مرداب‌ها باشند (آب‌های راکد که گاهی متصل به دریاها می‌شوند).

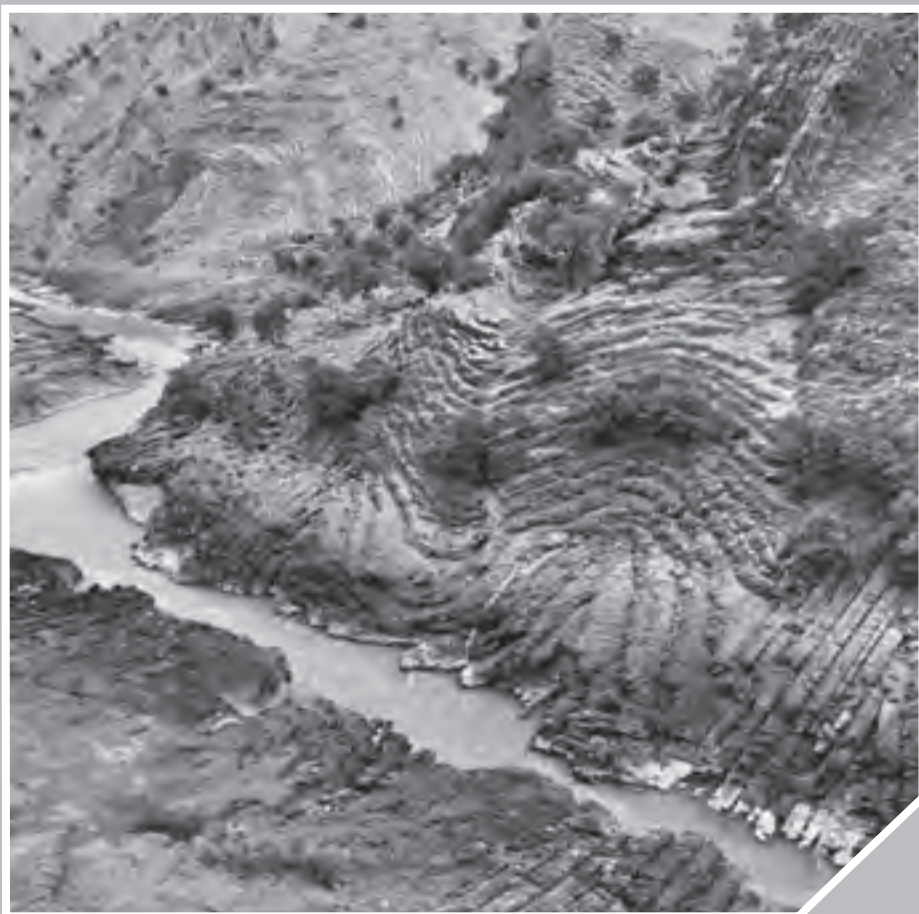




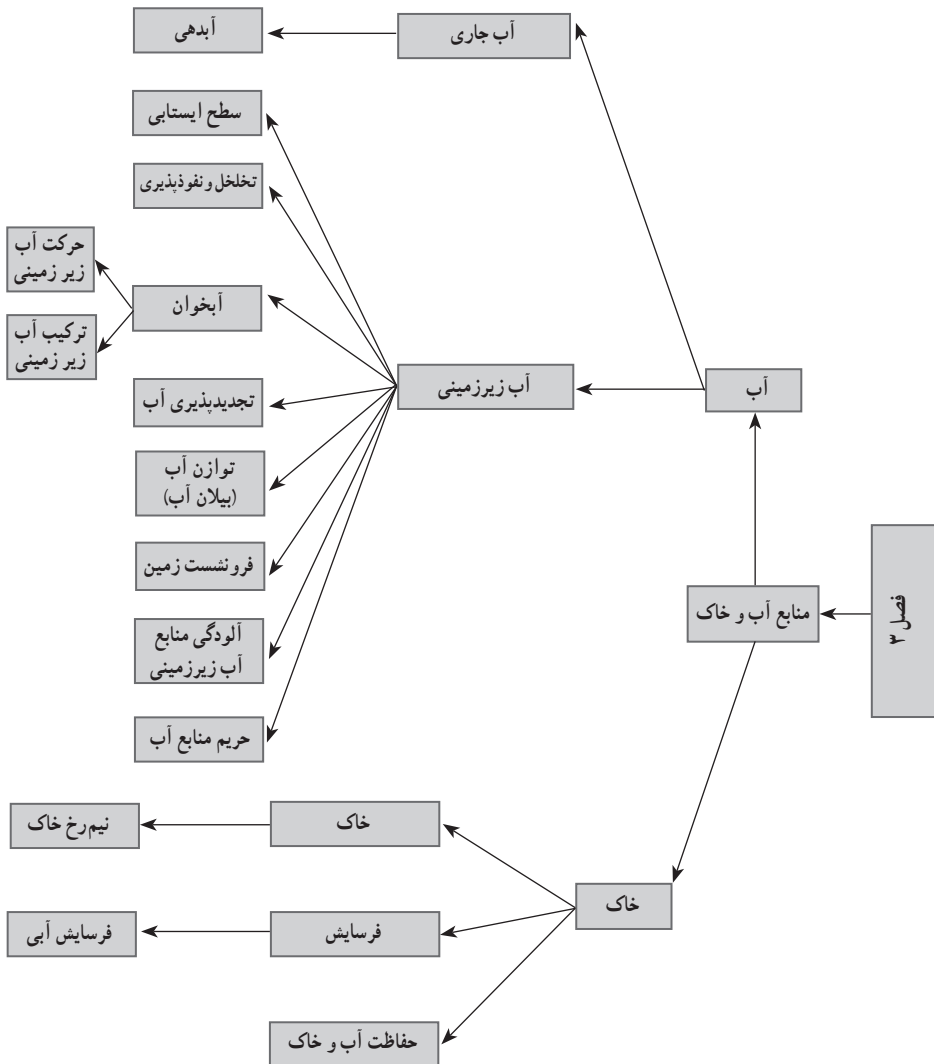
۳

فصل

منابع آب و خاک



نقشه مفهومی



پیامدها و انتظارهای آموزشی (بخشی) از آموزش فعال این فصل

■ پیامد کلی

آشنایی با منابع آب و خاک و حفظ این منابع

- انتظار می‌رود دانش‌آموزان با یادگیری این درس و انجام فعالیت‌های آن بتوانند:
- با آب‌های جاری و نقش و تأثیر آنها در تغییرات سطح زمین در ایجاد فرسایش آشنا شوند.
- اهمیت آب زیرزمینی را در تأمین بخش بزرگی از منابع آب شرب و تأثیر آب زیرزمینی را در ایجاد فرسایش، حمل و رسوب‌گذاری مواد و عوارض حاصل از آنها بدانند.
- در چرخه آب، منابع تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در بخش‌های متفاوت آن را تشخیص دهند.
- منابع موجود در خاک و ارزش اقتصادی آنها را در کیفیت بخشی به صنایع و اهمیت آنها را در زندگی انسان بشناسند.

پیامدها و انتظارهای عملکردی

دانش‌آموزان با درک مفاهیم این فصل می‌توانند:

- با تهیه ماکتی از آب رودخانه، فرسایش را در بخش‌های گوناگون رود مشخص و مقایسه کنند.
- روشی برای اندازه‌گیری حجم آب‌های جاری در واحد زمان ارائه کنند.
- با امکانات موجود در مدرسه، ماکت ساده‌ای از سطح شیب‌دار و انواع آبخوان و چاه‌های آب را نمایش دهند.
- با تهیه جدولی، انواع سنگ‌ها و کیفیت آب‌های زیرزمینی را باهم مقایسه کنند.
- راهکار حفظ منابع آب و خاک را بیان کنند.
- طرحی از فرونشست زمین و عواقب آن را برای سازه‌ها نمایش دهند.
- به حفاظت از منابع طبیعی آب و خاک علاقه‌مند شوند.
- با تفکر انتقادی و سازنده، نقش خود، خانواده و جامعه را در بهبود وضعیت آلودگی منابع آب و خاک برشمارند.

توصیه‌ها و پیشنهادهای آموزشی

- توصیه می‌شود در آموزش این فصل از ابزارهای آموزشی مناسب مانند موارد زیر استفاده شود:
- استفاده از ماکت‌ها، مقایسه نفوذپذیری ماسه و رس در آزمایشگاه، نرم افزارهای تعاملی و فیلم‌های مستند آموزشی و... مفید است.
- بازدید علمی از مرکز تحقیقات آب و فاضلاب استان پیشنهاد می‌شود.
- بازدید علمی – صحرایی از نزدیک‌ترین رودخانه اطراف شهر برای مشاهده فرسایش و رسوب گذاری رود مستقیم و انحادار، و تشخیص این امر که آیا حریم رودخانه رعایت شده است یا نه، می‌تواند حس مشاهده و تشخیص را در فراگیرندگان افزایش دهد.

بودجه‌بندی: پنج جلسه

پیش‌دانسته‌ها:

- درس سفر آب روی زمین (علوم هفتم)
- درس سفر آب زیر زمین (علوم هفتم)
- درس هوازدگی (علوم هشتم)

دانستنی‌های معلم

تعریف حاشیه مویینه

در نمایش حاشیه مویینه باید بخش‌هایی از فضای متخلخل و حاوی هوا در نظر گرفته شود و مانند منطقه اشباع، کاملاً با آب پر نشده باشد.

در واقع منطقه تهویه دارای سه کمر بند یا منطقه است. کمر بندهای رطوبت خاک – حد واسط و مویینه که ضخامت منطقه مویینه بسته به قطر مجاری بین چند سانتی‌متر تا ۲ الی ۳ متر متغیر است.



تفاوت حاشیه مویینه با منطقه اشباع و تهویه در چیست؟ کاملاً با آب اشباع نیست و جهت حرکت آب، ناشی از گرانش و به سمت پایین نیست بلکه به واسطه خاصیت موئینگی به سمت بالاست.

برگاب (Interception): در زمان بارش، میزانی از آب بارشی، جذب زمین می‌شود که به آن «آب نفوذی» گویند و مقداری دیگر توسط درختان و گیاهان دریافت می‌شود که با نام «برگاب» شناخته شده است (در واقع پوشش گیاهی مانع سیلاب‌ها می‌شود). مقدار باقی‌مانده از بارش به صورت رواناب در سطح زمین جریان می‌یابد یا به رواناب سطح رودخانه‌ها و دریاها افزوده می‌شود. این آب باقی‌مانده با نام «رواناب سطحی» شناخته می‌شود.

چرا برگاب مهم است؟ زیرا هرچه برگ درختان بیشتر میزان برگاب بیشتر می‌شود، میزان بارش خالص برای رسیدن به سطح زمین کاهش می‌یابد و رواناب سطحی و هدررفتن آب کمتر می‌شود. رواناب سطحی: اگر هنگام بارش، شدت بارندگی از ظرفیت نفوذ آب به داخل خاک بیشتر باشد، بخشی از آب ناشی از بارندگی در سطح زمین باقی می‌ماند. این آب، در مسیر شیب زمین جریان می‌یابد و از طریق شبکه آبراهه و سپس رودخانه اصلی از حوضه خارج می‌شود. این بخش از بارندگی را می‌توان در رودخانه‌ها اندازه‌گیری کرد.

پس از هر بارندگی با ذوب یخ و برف، بر اثر نیروی گرانش زمین مقداری آب از مناطق مرتفع به مناطق کم‌ارتفاع‌تر جاری می‌شود. مابقی آب‌ها هم یا دوباره تبخیر می‌شوند و به هوا باز می‌گردند، یا به داخل زمین نفوذ می‌کنند و آب‌های زیرزمینی را تشکیل می‌دهند.

مقدار آب‌های جاری به عوامل متعددی از جمله عوامل زیر بستگی دارد:

- هرچه مقدار بارندگی بیشتر باشد، بر میزان آب‌های جاری افزوده می‌شود.
- اگر نوع بارندگی شدیدتر یا سرعت ذوب یخ‌ها بیشتر باشد، مقدار آب‌های جاری هم زیادتر خواهد شد.
- هرچه شیب زمین زیادتر باشد، پس از هر بارندگی، آب جاری بیشتری روی زمین تشکیل می‌شود.
- هرچه تعداد درز و شکاف و حفره‌های خاک و سنگ زمین کمتر باشد، میزان آب جاری افزایش پیدا می‌کند.

■ هرچه در هوا، بخار آب بیشتری (رطوبت اتمسفری) وجود داشته باشد، بارش بیشتر و رواناب بیشتری حاصل می‌شود.

■ نقش پوشش گیاهی از نظر مقدار و نوع پوشش گیاهی قابل بررسی است. هرچه پوشش گیاهی بیشتر و گیاهان برگ‌های بزرگ‌تری داشته باشند، از میزان آب‌های جاری کاسته می‌شود.

■ خاک‌هایی که قبلاً از آب اشباع شده باشند، مقدار آب جاری را افزایش می‌دهند.

■ هرچه خاک، میزان کمتری گیاخاک داشته باشد، آب‌های جاری افزایش می‌یابند.

■ سطوح بزرگ غیرقابل نفوذ - مانند شهرها - سبب افزایش آب‌های جاری می‌شوند.

عوامل ذکر شده، هریک به نوعی روی میزان آب‌های جاری و آب‌های زیرزمینی تأثیر می‌گذارند.

سرعت آب رود یعنی مسافتی که هر ذره آب در واحد زمان طی می‌کند که در نقاط متفاوت یک رودخانه، در طول یا عرض و عمق آن متغیر است. مقدار تخریب یک رود بیشتر به سرعت آب رود بستگی دارد.

عوامل مؤثر در مقدار سرعت آب رود عبارت‌اند از :

۱ عوامل مؤثر بر رواناب (مقدار آب رود):

۲ شیب بستر رود؛

۳ شکل دیواره‌ها و کف رود.

بیشترین سرعت آب رود مستقیم، در وسط و نزدیک سطح آب است. علت کم بودن سرعت آب نزدیک سطح، اصطکاک آب با هواست. همچنین، علت کم بودن سرعت آب در کف و دیواره رود، اصطکاک آب با بستر و دیواره‌هاست.

در رود غیرمستقیم یا انحنا دار، بیشترین سرعت آب رود از وسط رود به طرف دیوارهٔ مقعر داخلی منتقل می‌شود. سرعت آب رود بیش از هر چیز به شیب بستر رود بستگی دارد. بنابراین، هرچه رود به سطح اساس خود نزدیک‌تر شود، معمولاً از سرعت آن کاسته می‌شود (ممکن است رود در قسمت‌های بالاتر به علت آشفته‌گی و اصطکاک، سرعت کمتری داشته باشد). سرعت آب رود علاوه بر شیب، به عواملی چون شکل سطح مقطع، ناهمواری و همواری بستر رود و ... بستگی دارد.

مقدار زلالی آب رود، به انرژی و جنس سنگ بستر رود بستگی دارد. هرچه انرژی رود بیشتر باشد، مواد بیشتری را با خود حمل می‌کند، ولی سنگ بستر می‌تواند قاعدهٔ کلی ذکر شده را تا حدودی به هم بزند. مثلاً رود کرج با عبور از سنگ‌های سخت، آبی زلال دارد و آب رود کارون با عبور از زمین‌های سست و خاکی، گل‌آلود است.

■ جریان رود

شکل جریان آب در رود به دو صورت است: در بستر هموار و مستقیم و در سرعت‌های کم، مسیر هر ذره آب یک خط مستقیم است که به آن «جریان ورقه‌ای» یا خطی گفته می‌شود. در مقابل، در بسترهای ناهموار و غیرمستقیم و در سرعت‌های زیاد، ذرات آب در همهٔ جهات با سرعت‌های متفاوت حرکت و در هم تداخل می‌کنند. در این صورت، حرکت آب به صورت «جریان آشفته» است. نزدیک دیواره‌ها و بستر رود، به دلیل نیروی اصطکاک، جریان آشفته‌تر است. جریان متلاطم در تخریب دیواره و حمل ذرات، نقش مهمی ایفا می‌کند.

اندازه‌گیری مقدار باران در هر محل، براساس ارتفاع قشر آبی که در سطح زمین می‌تواند ایجاد کند (معمولاً به میلی‌متر) صورت می‌گیرد. برای اندازه‌گیری ارتفاع باران می‌توان از یک ظرف استوانه‌ای و یک خط‌کش استفاده کرد. ظرف را در فضایی باز قرار می‌دهند و باران از دهانهٔ ظرف به داخل آن می‌ریزد.

بلافاصله پس از بارندگی و قبل از اینکه آب داخل ظرف تبخیر شود، ارتفاع آن را با خط‌کش اندازه می‌گیرند. معمولاً برای اندازه‌گیری دقیق مقدار باران و جلوگیری از تبخیر زیاد آب، داخل ظرف استوانه‌ای لوله باریک‌تری قرار می‌دهند که به وسیلهٔ قیفی به دهانهٔ باران‌سنج متصل است. باران‌سنج‌ها دارای اشکال و ابعاد گوناگون‌اند، ولی به‌هرحال، اساس کار بیشتر آنها همان است که گفته شد. در مورد اندازه‌گیری برف، ارتفاع معادل باران آن را به‌دست می‌آورند. بدین معنا که برف داخل ظرف (بدون قیف) را ذوب و ارتفاع آب حاصل از آن را اندازه‌گیری می‌کنند.

فرسایش دره‌ها نیز چنین است که وقتی رودی از زمین با سنگ‌های سخت یا مناطق خشک عبور می‌کند، معمولاً دره‌ای عمیق می‌سازد. از خصوصیات زمین با سنگ سخت این است که عوامل تخریب بر سنگ‌های اطراف دره کمتر اثر می‌گذارند و دیواره‌های دو سمت رود، برای سال‌های زیادی پابرجا می‌مانند. ولی وقتی رود از زمین‌های سمت مناطق مرطوب عبور می‌کند، معمولاً دره‌ای با عرض زیاد به‌وجود می‌آید.

■ آبدهی (Discharge)

«دبی رود» حجم آبی است که در واحد زمان از یک مقطع مشخص رود می‌گذرد. متوسط آبدهی یک رود در یک دورهٔ معین (روز، هفته، ماه و سال) میانگین دبی گفته می‌شود. «دبی حداقل» همان مقدار آب رود در خشک‌ترین مواقع سال و «دبی حداکثر»، حداکثر آبدهی رود، در پرآب‌ترین مواقع سال است. در ارزیابی مقدار آب یک رود و امکانات استفاده از آن، میانگین‌های ماهانه و سالانه اهمیت بیشتری دارند. برای پیش‌بینی سیلاب‌ها و خشک‌سالی‌ها، فراوانی دبی‌های حداکثر و حداقل لازم است. برای هر دو منظور، مدت اندازه‌گیری‌ها هر قدر طولانی‌تر باشد، نتیجهٔ بهتری خواهد داشت.

در یک نقطهٔ معین از رود با تغییر عرض، عمق و سرعت آب، آبدهی نیز تغییر می‌کند، مقدار آبدهی رودهای مختلف برحسب پهنای رود، اندازهٔ حوضهٔ آبریز، نوع اقلیم و دیگر مشخصات رود بسیار متفاوت است و از مقادیر جزئی در جوی و نهرهای کوچک، تا هزاران متر مکعب در ثانیه در رودهای بزرگ تغییر می‌کند در رودهای مناطق مرطوب به طرف پایین رود، با افزوده شدن انشعابات بیشتر به رود اصلی، آبدهی رود افزایش می‌یابد.

دبی را به روش‌های متفاوت اندازه‌گیری می‌کنند:

روش سرعت — سطح مقطع: حاصل ضرب سرعت رود در سطح مقطع آن.

روش حجمی: حاصل تقسیم حجم آب بر زمان (برحسب ثانیه).

و سایر موارد که عبارت‌اند از: مویینه؛ جسم شناور؛ ردیاب‌ها؛ آب‌نگار؛ الکترومغناطیس؛ الکتروسوند.

■ چاه

سوراخ‌هایی هستند که تا زیر سطح ایستایی حفر می‌شوند. اگر این سطح، به سطح زمین نزدیک باشد، چاه را سطحی و کم عمق می‌گویند. چاه‌های کم عمق را معمولاً در زمین‌های آبرفتی و با دست حفر می‌کنند. از چاه‌های سطحی، به‌طور متوسط تا ۲۰۰۰ لیتر در دقیقه (در زمین‌های بسیار پرآب) می‌توان آب برداشت کرد. سطح آب چاه‌ها (چه سطحی و چه عمیق) معمولاً پس از برداشت به نقطه پایین‌تر از سطح ایستایی می‌رسد و همین امر باعث می‌شود که آب دوباره از اطراف به درون چاه جریان یابد. اما این جریان فقط تا حدود معینی می‌تواند ادامه یابد. علاوه بر این، فاصله چاه‌ها از یکدیگر در میزان آبدهی آنها کاملاً مؤثر است. وقتی آب یک چاه بیشتر از بقیه از سطح ایستایی فاصله بگیرد، ممکن است آب آنها را به درون خود بکشد (مشکلات احداث چاه عمیق و ایجاد مخروط افت).

■ چشمه

هرجا که سطح ایستایی به وسیله سطح زمین قطع شود و آب به‌صورت جریان متمرکزی از زمین خارج شود، چشمه به‌وجود می‌آید. خروج آب تا زمانی که دهانه چشمه پایین‌تر از سطح ایستایی قرار بگیرد، ادامه می‌یابد. با پایین رفتن سطح ایستایی از دهانه چشمه، آبی از چشمه خارج نمی‌شود و به اصطلاح چشمه «خشک» می‌شود. نیروی لازم برای خروج آب از این‌گونه چشمه‌ها، همان نیروی گرانش زمین است. گاهی سطح فوقانی منطقه اشباع، تحت فشاری بیش از فشار اتمسفر قرار می‌گیرد. در این حالت، اگر سفره آب به طریقی به سطح زمین راه پیدا کند، چنانچه سطح پیزومتریک بالاتر از دهانه چاه یا چشمه باشد، آب از دهانه چشمه به‌صورت فوران خارج می‌شود. به این‌گونه چشمه‌ها «آرتزین» گفته می‌شود. اگر چشمه آرتزین در صحرا تشکیل شود، مناطق حاصل خیز پوشیده از گیاه ایجاد می‌کند که به آنها «واحه» می‌گویند.

■ چشمه‌های معدنی

دمای بعضی از چشمه‌ها به‌طور قابل توجهی بیش از دمای میانگین هوا در محل است. این‌گونه چشمه‌ها را «چشمه معدنی» یا «چشمه آب گرم» می‌گویند. آب زیرزمینی از دو راه می‌تواند گرم شود:

۱ فرورفتن آب به اعماق زمین؛

۲ گرمای درونی زمین یا معمولاً تماس با توده سنگ‌های آذرینی که به آهستگی در پوسته زمین درحال

سرد شدن هستند.

آب پس از گرم شدن تمایل دارد که در امتداد سطح یک گسل یا مجاری دیگر به طرف بالا صعود کند و به سطح زمین برسد. عمل انحلالی آب گرم از آب سرد بیشتر است، به همین سبب چشمه‌های آب گرم

معمولاً حاوی مواد معدنی بیشتری هستند که آنها را از انحلال سنگ‌های مسیر خود به دست آورده‌اند. مواد معدنی محلول در بعضی از چشمه‌ها خواص درمانی دارند. چشمه‌های آب گرم یا معدنی معمولاً در اطراف آتشفشان‌ها دیده می‌شوند. بخشی از آب این چشمه‌ها را «آب‌های جوان» تشکیل می‌دهند که از سرد شدن انجماد ماگما حاصل شده‌اند.

■ چگونگی تشکیل غارهای آهکی

سنگ آهک در آب خالص، نامحلول است، ولی در آبی که با اضافه شدن CO_2 اسیدی شده باشد، به آسانی حل می‌شود. آب نفوذی به زمین در بخش‌های بالای خاک از مواد گیاهی در حال فساد، CO_2 جذب می‌کند و کربنیک اسید می‌سازد.

این واکنش در هردوسو می‌تواند عمل کند. اگر میزان CO_2 در سمت چپ افزایش یابد، واکنش به طرف راست حرکت می‌کند. در این صورت، سنگ آهک بیشتری حل می‌شود. به عکس، اگر از میزان CO_2 کاسته شود. واکنش به سمت چپ می‌رود و دوباره رسوب آهک ته‌نشین می‌شود.

در غارهای آهکی ممکن است در محلی سنگ‌آهک حل شود و حفره‌ای به وجود بیاید و در محل دیگر، دوباره رسوب آهک بر دیواره و سقف حفره‌ها ته‌نشین شود و «استالاکتیت» (چکیده از سقف) و «استالاگمیت» (چکنده روی کف) و شکل‌های بسیار متنوع دیگر را بسازد.

■ قنات

از راه‌های استخراج آب‌های زیرزمینی که از دیرباز در کشور ما (به‌خصوص در نواحی مرکزی و شرقی) رواج داشته، حفر قنات است. ساختن قنات در کشور ما از حدود ۳۰۰۰ سال پیش شروع شده و سپس، از ایران به نقاط دیگر دنیا گسترش پیدا کرده است.

قنات یا کاریز، مجرای تقریباً افقی همراه با تعدادی چاه است که در زمین‌های شیب‌دار حفر می‌شود تا آب زیرزمینی خود به خود در آن روان شود و به سطح زمین برسد. قنات‌ها را به ویژه در مخروط‌افکنه‌های دامنه کوه احداث می‌کنند. آب بیشتر قنات‌ها از سفره‌های آزاد سطحی تأمین می‌شود و به همین دلیل آب‌دهی قنات، متغیر و تابع تغییرات سطح ایستابی است.

قسمت اصلی قنات، مجرای افقی یا «پیش‌کار» آن است که وظیفه انتقال آب را به طرف «مظهر قنات» به‌عهده دارد. پیش‌کار در بخشی از مسیر خود سفره آب زیرزمینی را قطع می‌کند. بنابراین پیش‌کار قنات از دو قسمت تشکیل شده است که در اصطلاح «تره‌کار» و «خشکه‌کار» خوانده می‌شود. در قسمت تره‌کار که قسمت آبدۀ قنات است، سطح ایستابی بالاتر از کف مجرا قرار دارد. به این ترتیب، آب درون آن تراوش

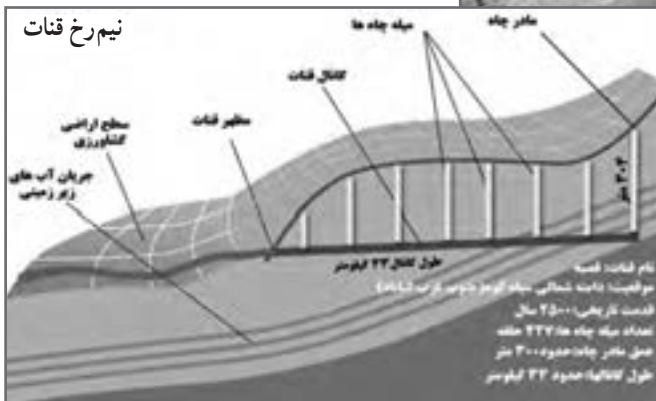
می‌کند و پس از گذشتن از خشکه کار از مظهر خارج می‌شود. پیش‌کار، شیب کمی به طرف مظهر دارد تا آب بتواند بدون خراب کردن آن، تحت اثر وزن خود در آن حرکت کند. پیش‌کار را از طرف مظهر به طرف بالا دست حفر می‌کنند. در حین حفر پیش‌کار، برای تهویه و نیز خارج کردن مواد کنده‌شده، چاه‌هایی قائم به نام «میله» حفر می‌کنند. وجود میله‌ها از نظر هدایت مسیر قنات در سطح زمین، رفت و آمد مقنی‌ها و لای‌روبی قنات ضروری است. آخرین میله که عمیق‌ترین آنهاست، «مادر چاه» خوانده می‌شود.

■ تخلخل

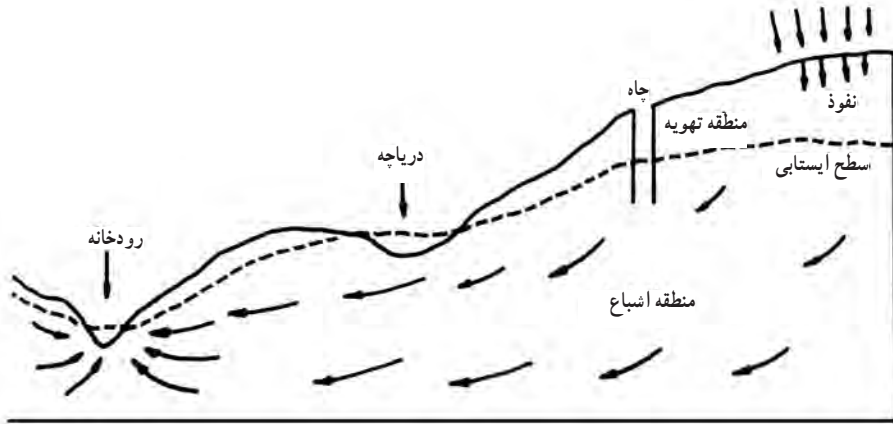
برای تشکیل منابع آب زیرزمینی لازم است سنگ‌ها و رسوبات دارای فضاهای خالی باشند. به مقدار منافذ یک رسوب یا سنگ در اصطلاح «تخلخل» می‌گویند. تخلخل عبارت است از حجم فضاهای خالی که نمونه سنگ یا رسوب به حجم کل آن که معمولاً آن را به صورت درصد بیان می‌کنند. به این ترتیب، اگر یک متر مکعب ماسه بتواند $\frac{3}{10}$ متر مکعب آب را در میان ذرات خود جای دهد تا به حد اشباع برسد، می‌گویند درجه تخلخل آن 30% درصد است. درجه تخلخل سنگ‌های مختلف، از کمتر از یک درصد در گرانیت‌ها تا بیشتر از 40% درصد در رسوبات ناپیوسته مانند آبرفت‌ها تغییر می‌کند.



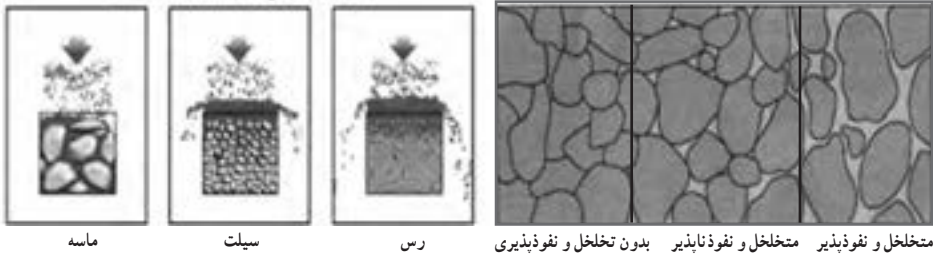
بخش انتهایی یک رود



بخش‌های یک قنات (نیم‌رخ قنات)

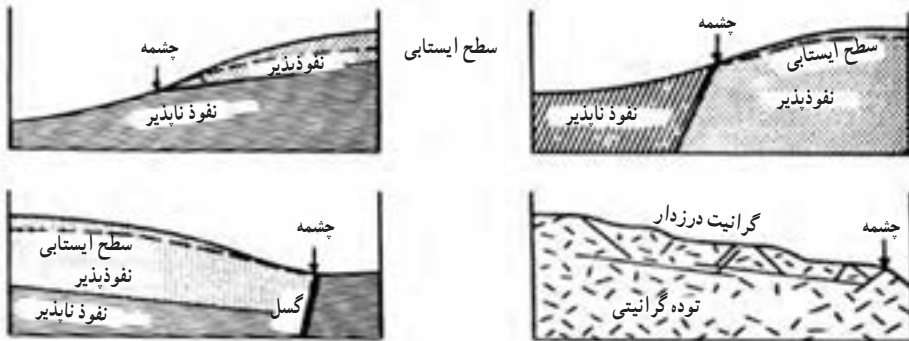


بررسی از زمین که موقعیت منطقه تهویه، منطقه اشباع و سطح ایستابی و جهت حرکت آب را نشان می‌دهد. سطح ایستابی تا اندازه‌ای از توپوگرافی زمین تبعیت می‌کند.



نمایش نوع سنگ و تخلخل بین آنها

نمایش تخلخل و نفوذپذیری در انواع رسوبات



انواع تشکیل چشمه

پاسخ فعالیت‌ها

- ۱ چه عواملی بر مقدار برگ‌آب و رواناب مؤثرند؟
 ۲ تبخیر در چه بخش‌هایی از چرخه آب صورت می‌گیرد؟

با هم
 ببندیشید
 ص ۴۲



(ب) چرخه آب



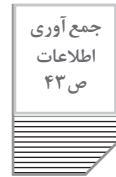
(الف) نمایی از برگ‌آب

پاسخ:

- ۱ عوامل مؤثر بر برگ‌آب: اندازه و شکل برگ‌ها (سوزنی - پهن)، تراکم برگ‌ها (کم‌برگ یا پربرگ) و ابعاد گیاه و درخت (کوچک و ریز، بزرگ و پهن)
 عوامل مؤثر بر رواناب سطحی: مقدار بارش، شدت بارندگی، نوع بارش (برف یا باران)، میزان نفوذپذیری رسوبات و سنگ‌ها، میزان تبخیر، شیب زمین، میزان پوشش گیاهی، وجود گیاخاک، تراکم سنگ بستر، میزان رطوبت قبلی زمین (اشباع یا خشک بودن خاک)، جنس خاک، شرایط هواشناسی مثل دما و رطوبت نسبی و ...
 برای مثال در مورد شدت بارندگی می‌توان گفت: قسمت اعظم یک بارندگی سبک می‌تواند به زمین نفوذ کند.
 ۲ تبخیر در تمام بخش‌ها انجام می‌شود و مقدار تبخیر در مکان‌های مختلف، با هم اختلاف زیادی دارد. تبخیر از دریاها و اقیانوس‌ها از همه مناطق دیگر، بیشتر است.



شکل روبه‌رو، شش حوضه آبریز اصلی ایران را نشان می‌دهد. با جستجو در منابع معتبر، یک یا دو رودخانه اصلی در هر حوضه را مشخص کنید.



پاسخ:

■ شش حوضه آبریز اصلی ایران و رود مهم در آنها عبارت‌اند از:

دریای خزر: سفید رود و ارس

خلیج فارس و دریای عمان: کارون و کرخه

دریاچه ارومیه: زربینه رود

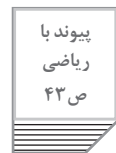
فلات مرکزی ایران: زاینده رود

هامون: هیرمند

قره قوم یا سرخس: تجن و کشف رود

■ آب در رودی با سطح مقطع 100 مترمربع، و با سرعت متوسط 2 متر بر ثانیه در جریان است. آبدهی رود را محاسبه کنید.

پاسخ: $Q = A \cdot V = 100 \times 2 = 200$ متر مکعب بر ثانیه

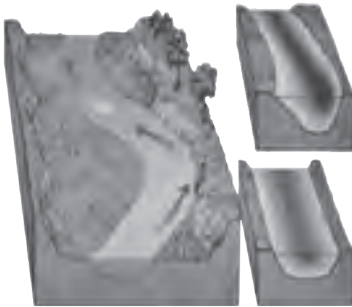


■ اگر این رود به یک تالاب منتهی شود، طی یک هفته، چند متر مکعب آب را وارد تالاب می‌کند؟

پاسخ:

متر مکعب در ثانیه $17280000 = 60 \times 60 \times 24 \times 200$: دبی در یک روز

متر مکعب در ثانیه $120960000 = 7 \times 17280000$: دبی در یک هفته



۱ مقدار رسوب گذاری و فرسایش را در نقاط A و A' مقایسه کنید.

پاسخ: مقطع رود در AA' متعلق به انحنای رود است پس رسوب گذاری در سرعت کم رودخانه، یعنی در A ایجاد می شود، و فرسایش در سرعت زیاد رود، یعنی بخش مقعر رود A' دیده می شود.

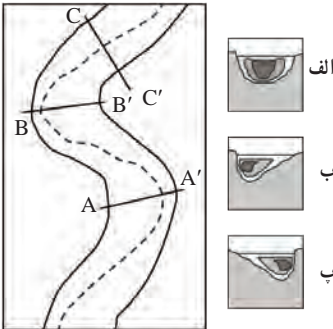
۲ هر یک از نیم رخ های الف، ب و پ مربوط به کدام مقطع رود است؟

پاسخ:

الف) (مقطع مستقیم رود بوده و فرسایش و سرعت زیاد آن در وسط تا نزدیک به سطح آب رود است)

ب) (انحنای رود)

پ) (انحنای رود)



■ قدیمی ترین قنات جهان، در کدام استان کشور قرار دارد و نام آن چیست؟

پاسخ: «قنات قصبه» یا «کاریز گناباد» در استان خراسان رضوی، عمیق ترین و قدیمی ترین کاریز جهان است. آن گونه که از منابع کهن و همچنین سفرنامه ناصر خسرو و منابع شفاهی برمی آید، آن را «کاریز کیخسرو» می گفته اند.

■ حدود ۴۰/۰۰۰ رشته قنات در کشور ما وجود دارد. بیشترین تعداد قنات در کدام یک از شش حوضه آبریز اصلی ایران حفر شده است؟ دلیل آن چیست؟

پاسخ: قنات ها بیشتر در حوضه آبریز داخلی فلات مرکزی حفر شده اند؛ یکی به دلیل بارش کم و کمبود منابع آب سطحی در این منطقه و به دلیل دیگر، تطابق نداشتن فصل بارش با فصل نیاز آبی (به خصوص در کشاورزی).

فکر کنید
ص ۴۴

جمع آوری
اطلاعات
ص ۴۴

■ چه نیرویی باعث تشکیل حاشیه مویینه می شود؟
پاسخ: فشار مویینه به علت کشش سطحی و جاذبه مولکولی بین (مایع و جامد) آب و سنگ ایجاد می شود.

■ اندازه ذرات خاک چه تأثیری بر ضخامت حاشیه مویینه دارد؟
پاسخ: هر چه رسوبات دانه ریزتر و در نتیجه منافذ و مجاری نازک تر باشند، فشار مویینه بیشتر می شود و آب به ارتفاع بیشتری بالا خواهد رفت. ضخامت منطقه مویینه معمولاً بین چند سانتی متر تا ۲ الی ۳ متر است.
مثلاً در خاک ریزرس، ارتفاع مویینه به ۵ تا ۷ متر می رسد ولی برای خاک شنی این ارتفاع حداکثر ۵٪ متر است.

■ هنگامی که عمق سطح ایستابی کم باشد به طوری که حاشیه مویینه، به سطح زمین برسد، چه اتفاقی می افتد و چه مشکلاتی ایجاد می کند؟

پاسخ: در این مورد، تبخیر از سطح ایستابی ایجاد می شود. مشکلی که در پی دارد این است که در مناطق خشک و کویری، آب های شور موجود در حاشیه مویینه به سطح می رسند و بر اثر تبخیر آب و برجا ماندن املاح آن، لایه نمکی رسوب می کند و شوره زارها را پدید می آورد. از طرف دیگر، بالا آمدن حاشیه مویینه، باعث ناپایداری بی سازه ها می شود و خمیری شدن لایه های زیرین خاک جاده ها، منجر به خرابی آسفالت رویی جاده می شود.

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

پاسخ: سطح ایستابی تابعی از مکان و زمان است. مانند موارد زیر:

■ میزان بارش سالانه و فصلی: با افزایش بارش، میزان عمق سطح ایستابی کاهش می یابد.

■ میزان نفوذ آب به داخل زمین یا تغذیه: هر چقدر آب بیشتری به داخل زمین نفوذ کند، میزان عمق سطح ایستابی کمتر می شود.

■ تغییرات میزان بهره برداری: با افزایش میزان بهره برداری از آب های زیرزمینی، سطح ایستابی پایین تر می رود و در نهایت آب شور می شود.

■ ارتفاع محل: هر چه ارتفاع یک منطقه بیشتر باشد، مانند مناطق کوهستانی، برای رسیدن به سطح ایستابی باید چاه عمیق تری حفر شود.

■ بر اثر بهره‌برداری از یک آبخوان در دشتی به مساحت ۲۰۰ کیلومتر مربع و تخلخل ۳۰ درصد، سطح ایستابی ۱۰ متر افت کرده است. چه حجمی از آب تخلیه شده است؟

پاسخ: $۲۰۰ \text{ کیلومتر مربع} = ۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰ \text{ مترمربع}$

(حجم کل) متر مکعب $۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰ \times ۱۰ = ۲,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰$

(حجم آب تخلیه شده) متر مکعب $(۲,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ \times ۳۰) \div ۱۰۰ = ۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰$

■ چنانچه این حجم آب طی ۳۰ روز پمپاژ شده باشد، میانگین آبدهی چاه‌ها چقدر بوده است؟

پاسخ:

متر مکعب بر ثانیه (میانگین آبدهی چاه‌ها) $۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰ \div ۳۰ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰ = ۲۳۱$

در کتاب علوم پایه هفتم با آبخوان و انواع آن آشنا شدید. در این باره به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱ آبخوان چیست؟

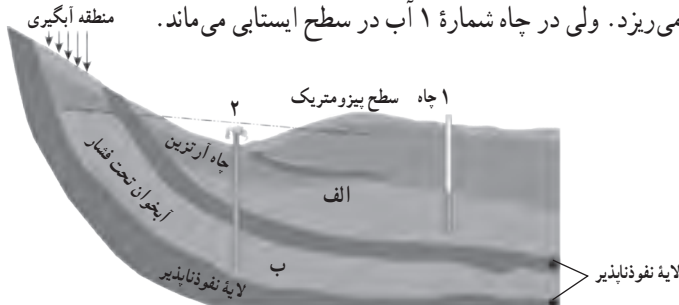
پاسخ: قسمتی از خاک و رسوبات زمین است که سوراخ‌ها یا حُئل و فُرح سنگ‌های آن از آب اشباع شده باشد و این آب قادر به حرکت و عبور هم باشد؛ یعنی قابل پمپاژ باشد.

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

پاسخ: «الف» آبخوان آزاد و «ب» آبخوان محبوس (تحت فشار) است.

۳ چاه‌های شماره‌های ۱ و ۲ چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

پاسخ: چاه شماره ۲ از نوع آرتزین است؛ یعنی آب با فشار بیرون می‌آید. زیرا چاه در لایه تحت فشار حفر شده است و دهانه چاه از سطح پیزومتریک پایین‌تر است. ولی چاه شماره ۱ چاهی عادی است و آب آن دارای فشار اتمسفری و به آبخوان آزاد متصل شده است. در چاه شماره ۲ سطح پیزومتریک بالاتر از سطح زمین است و در نتیجه آب خود به خود از دهانه بیرون می‌ریزد. ولی در چاه شماره ۱ آب در سطح ایستابی می‌ماند.



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

پاسخ: در سفره‌های آب زیرزمینی با بهره‌برداری بیشتر از آب، مجبور به استفاده از آب‌های اعماق بیشتر هستیم و هرچه ضخامت خاک و سنگ در مسیر حرکت آب زیرزمینی بیشتر باشد، امکان و فرصت انحلال نمک هم بیشتر است.

■ افت سطح ایستایی در شهرهایی که نزدیک سواحل دریا قرار دارند، چه مشکلاتی ایجاد می‌کند؟

پاسخ: باعث می‌شود که آب دریا که دارای املاح بیشتری است وارد آب‌های زیرزمینی شود.

گفت‌وگو
کنید
ص ۴۸

■ سختی آب، به علت یون‌های کلسیم و منیزیم است. (گاهی آهن و... نیز سبب سختی آب می‌شوند.)

$$TH = 2/5 Ca^{2+} + 4/1 Mg^{2+}$$

(میلی گرم در لیتر کلسیم کربنات) TH سختی کل:

نمونه‌آبی دارای ۵۰ میلی‌گرم در لیتر کلسیم و ۳۵ میلی‌گرم در لیتر منیزیم است.

■ سختی کل آب چقدر است؟ تحقیق کنید که آیا این آب برای شرب مناسب است؟

$$TH = 2/5 Ca^{2+} + 4/1 Mg^{2+} (2/5 \times 50) + (4/1 \times 35) = 268/5$$

این نمونه‌آب با داشتن سختی آب ۲۶۸/۵ میلی‌گرم بر لیتر که کمتر از ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است، می‌تواند برای شرب مطلوب باشد.

$$(WHO \rightarrow 500 \frac{mgr}{Litr} \text{مطلوب})$$

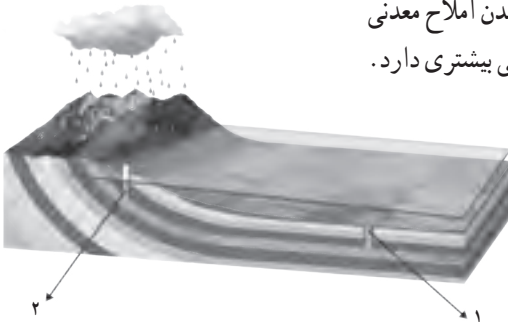
■ مقدار املاح موجود در آب دو چاه ۱ و ۲ در شکل زیر را با هم مقایسه کنید.

پاسخ: چاه شماره ۲ به دلیل نزدیک بودن به نواحی آبخیزی (کوهستانی) و منطقه تغذیه، مقدار املاح معدنی کمتر و آب چاه شماره ۱ به علت دور بودن از منطقه تغذیه و حرکت در

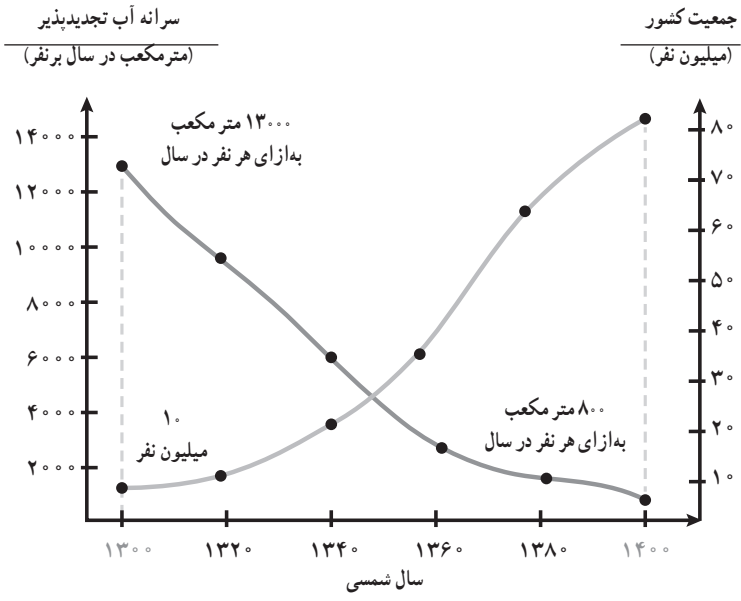
مسیر طولانی و فرصت ترکیب شدن املاح معدنی

در طول مسیر، مقدار املاح معدنی بیشتری دارد.

فکر کنید
ص ۴۸



■ نمودار زیر، تغییرات سرانه آب تجدیدپذیر و جمعیت کشور را در قرن اخیر نشان می دهد. نمودار را تفسیر کنید.



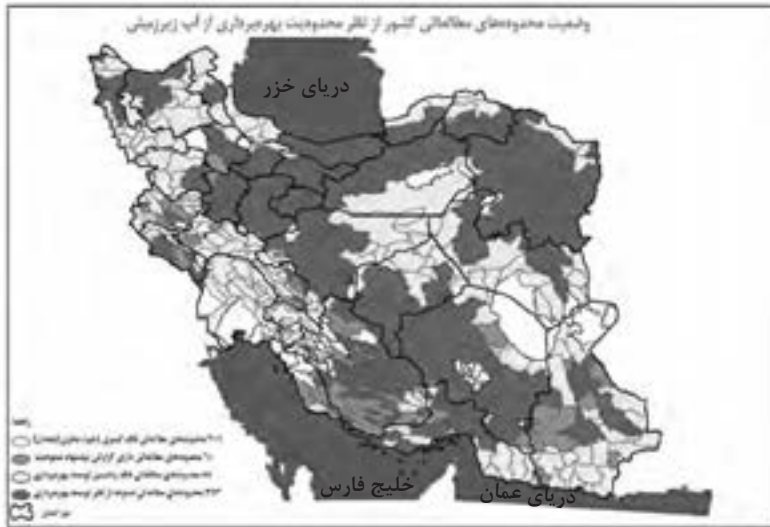
پاسخ: در سال ۱۳۰۰ هجری شمسی سرانه آب تجدیدپذیر به ازای هر نفر در یک سال ۱۳۰۰۰ مترمکعب بود. متأسفانه این رقم در سال ۱۴۰۰ به کمتر از ۲۰۰۰ مترمکعب رسیده است. این رقم نشان می دهد افزایش مصرف سرانه آب رابطه مستقیم با افزایش جمعیت کشور دارد. در کشور ما مقدار مصرف سرانه هر فرد بیش از متوسط جهانی است و این امر به بحران آب منجر خواهد شد. (در سال ۱۳۰۰ هجری شمسی جمعیت کشور ۱۰ میلیون نفر بود و در سال ۱۴۰۰ به بیش از ۸۰ میلیون نفر خواهد رسید.)

در منابع جست و جو کنید و به پرسش های زیر پاسخ دهید :

■ پرمصرف ترین و کم مصرف ترین استان کشور از نظر مصرف آب تجدیدناپذیر، کدام استان ها هستند؟

پاسخ: پرمصرف ترین استان کشور استان تهران است، زیرا جمعیت زیادی در این استان زندگی می کنند و آب زیادی را مصرف می کنند. در حالی که مقدار بارش در تهران کم است. در مورد کم مصرف ترین استان آمار تا حدی متغیر است.

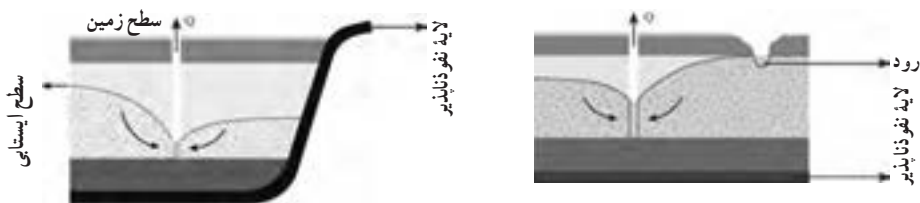
■ آیا محل سکونت شما در محدوده دشت‌های ممنوعه واقع شده است؟
 پاسخ: حدود ۶۰۹ دشت ممنوعه که دارای بیلان منفی آب هستند، در کشور ما مشخص شده‌اند و در آنها توسعه بهره‌برداری از آب زیرزمینی ممنوع است. دانش‌آموز می‌تواند محل سکونت خود را با نقشه زیر مقایسه و پاسخ را اعلام کند.



دشت‌های ممنوعه (رنگ قرمز)

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

گفت‌وگو کنید
 ص ۵۰



پاسخ: اگر از چاه عمیق در شکل سمت چپ آب برداشت شود، موجب جریان منحنی شکل آب‌های زیرزمینی از اطراف به طرف چاه می‌شود و مخروط افت با برخورد به لایه نفوذناپذیر حالت نامتقارن پیدا می‌کند و در سمت دیگر آن، لایه با تغذیه کمتر از آب زیرزمینی، افت بیشتری می‌بینید. اگر پمپاژ آب در چاه ادامه یابد، به دلیل برخورد چاه به یک لایه نفوذناپذیر، کم‌کم سطح ایستابی آبخوان پایین می‌رود و میزان آب چاه کاهش می‌یابد؛ تا جایی که چاه خشک می‌شود. اما در شکل سمت راست، مخروط افت چاه به رودخانه برخورد کرده و آب از رود وارد چاه شده و این بار حالت نامتقارن مخروط افت در طرف رود بالاتر است، پس این چاه خشک نمی‌شود.

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

پاسخ: اگر مخروط افت چاه با یک چاه فاضلاب برخورد کند، در اثر جریان منحنی شکل آبی که از چاه فاضلاب به طرف رأس مخروط افت چاه ایجاد می‌شود، فاضلاب وارد چاه و موجب آلودگی آبخوان و آب چاه می‌شود.

■ فرونشست دشت‌ها چه پدیده‌های مخربی را می‌تواند به همراه داشته باشد؟

پاسخ: ایجاد ترک و شکاف در ساختمان‌ها در اثر نشست زمین، کج شدن لوله‌های چاه و بریدن آنها و حتی گاهی لوله‌زایی چاه‌ها (با نشست زمین قسمتی از لوله چاه به خارج از سطح زمین رانده می‌شود)، سیل‌گیر شدن زمین در اثر تغییر شکل در شیب زمین، و تالابی شدن زمین‌ها.

■ تغذیه مصنوعی چیست و چگونه انجام می‌شود؟

پاسخ: تزریق آب به داخل آبخوان است. به عبارت دیگر، عملیات طراحی شده توسط انسان برای انتقال آب از سطح زمین به داخل لایه آبدار را «تغذیه مصنوعی» می‌گویند.

روش‌های تغذیه مصنوعی

۱ روش افزایش تراوش و نفوذ آب به زمین: در این روش با انجام عملیاتی روی



ناهمواری سطح زمین، تغییر شیب، پوشش گیاهی، و ایجاد بند در بستر آبراهه، میزان تراوش آب به زمین افزایش داده می‌شود.

۲ روش پخش سطحی: در این روش، آب به سمت حوضچه‌ها یا استخرهای ساخته شده منحرف می‌شود تا از کف نفوذپذیر آنها به داخل زمین تراوش کند.

۳ تغذیه مصنوعی به وسیله چاه‌ها: در این روش، آب از طریق چاه‌های آبکشی معمولی یا چاه‌های تغذیه‌ای که به همین منظور حفر می‌شوند، وارد زمین می‌شود و مخروط افت معکوس ایجاد می‌کند و سرانجام باعث بالا آمدن سطح ایستابی می‌شود.

۴ تغذیه مصنوعی به وسیله قنات‌ها (تزریق کردن آب در مجاری قنات‌های خشک شده)

۵ پخش پساب حاصل از تصفیه‌خانه فاضلاب شهری

جدول زیر را کامل کنید:

ردیف	حریم	فعالیت‌های ممنوع
۱	بیرونی	ترکیبات آلی، مواد رادیواکتیو، فلزات سنگین، نیترات (هیدروکربن‌ها هم از ترکیبات آلی هستند)
۲	میانی	ترکیبات آلی، مواد رادیواکتیو، فلزات سنگین، نیترات
۳	داخلی	هرگونه فعالیت انسانی که آلاینده‌گی ایجاد کند.

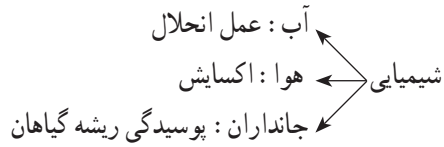
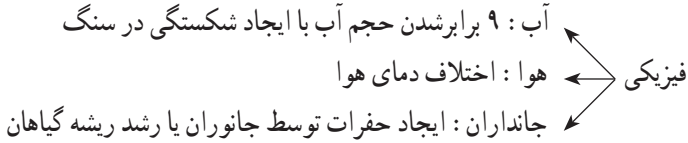
در گذشته با هوازدگی و انواع آن آشنا شدید. اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱ جنبه‌های مثبت و منفی هوازدگی را بیان کنید.

پاسخ: در اثر هوازدگی شدید خاک گاهی منابع معدنی به وجود می‌آیند؛ مانند بوکسیت. ایجاد حفره‌ها و منافذ در سنگ‌ها توسط هوازدگی می‌تواند باعث رشد بهتر گیاهان و نفوذ آب به ریشه آنها بشود. در واقع هوازدگی اگر به شکل طبیعی باشد، بسیار مفید و مقدمه‌ای برای ایجاد خاک کشاورزی است. ولی اگر هوازدگی تشدید شود (معمولاً به وسیله فعالیت‌های انسان)، آثار زیانباری به دنبال دارد؛ مانند شدت فرسایش خاک و یا پرشدن دریاچه پست

سدها توسط رسوبات هوازده، تخریب آثار باستانی و سنگ نمای ساختمان‌ها و سازه‌ها.

۲ عوامل مؤثر بر هوازدگی فیزیکی و شیمیایی کدام‌اند؟



۳ هر یک از تصویرهای زیر کدام نوع هوازدگی را نشان می‌دهد؟

الف) پوسته شدن سطح سنگ در اثر گرما و سرمای شبانه‌روز (فیزیکی)

ب) انحلال سطحی سنگ کربناته (شیمیایی)

پ) ایجاد حفره‌ها (فیزیکی توسط عوامل زیستی)



پ



ب



الف

درباره خاک مناطق متفاوت آب و هوایی، اطلاعاتی جمع‌آوری و جدول زیر را کامل کنید.

پاسخ:

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

فکر کنید

ص ۵۴

■ **بیشترین محصولات کشاورزی از مناطق معتدل به دست می آیند. علت این امر چیست؟**
پاسخ: خاک این مناطق به علت هوازگی شیمیایی زیاد (وجود رطوبت و گیاهان) ضخیم است. از طرف دیگر، به علت بارش مناسب می تواند غنی از املاح هم باشد. در حالی که خاک ضخیم مناطق استوایی به علت بارش شدید و شست و شوی املاح مفید خاک، برای کشاورزی فقیر از املاح است.

در هریک از تصویرهای زیر که نمونه ای از فرسایش زمین را نشان می دهد، کدام عامل فرسایشی دخالت بیشتری دارد؟



الف



ب

در این دو تصویر، باد نقش بیشتری در فرسایش دارد؛ به خصوص در تصویر الف. تصویر ب نشان می دهد که در گذشته در این مناطق باران زیادی می باریده و در اثر وقوع سیلاب های سهمگین شیارهایی به وجود آمده است. سپس با کاهش باران و بیابانی شدن منطقه، باد شیارهای به وجود آمده را تغییر داده است و هنوز این عمل ادامه دارد و شیارها را فرسایش می دهد.

■ **درباره نقش فعالیت های انسان در افزایش و کاهش فرسایش خاک گفت و گو کنید.**
پاسخ: تحقیقات جدید نشان می دهند، انسان هم اکنون مهم ترین عامل فرسایش خاک های سطحی زمین محسوب می شود و نقش تخریبی آن در این زمینه از نقش عوامل طبیعی بیشتر است. مانند از بین بردن پوشش گیاهی، چرای بیش از حد دام ها و لایه برداری از خاک

فکر کنید
ص ۵۵

گفت و گو
کنید
ص ۵۶

برای معدن کاری و جاده‌سازی. روند فرسایش خاک‌های سطحی زمین توسط انسان چند برابر سریع‌تر از همین فرایند به شکل طبیعی است. از طرف دیگر، انسان با جنگل‌کاری، تبدیل زمین‌ها به کشتزار، و حفاظت از خاک توانسته است فرسایش خاک را کاهش دهد.

■ هریک از پیامدهای زیر، مربوط به کدام نوع بارندگی (آرام و کوتاه، آرام و طولانی، شدید و کوتاه، شدید و طولانی) است؟

پاسخ:

- ۱ نفوذ آب به آبخوان: بارندگی آرام و طولانی
- ۲ فرسایش خاک (اگر خاک بدون پوشش گیاهی باشد، هر نوع بارشی، حتی بارش آرام و کوتاه هم می‌تواند باعث فرسایش خاک شود)
- ۳ وقوع سیل: بارش شدید و طولانی
- ۴ ایجاد رواناب: بارش شدید و کوتاه

فکر کنید
ص ۵۶

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

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

پاسخ:

افزایش پوشش گیاهی و جلوگیری از تخریب آن در منطقه؛
آتش زدن زمین‌های کشاورزی.

۲ آتش زدن زمین‌های کشاورزی پس از برداشت محصول، چه تأثیری بر فرسایش خاک دارد؟

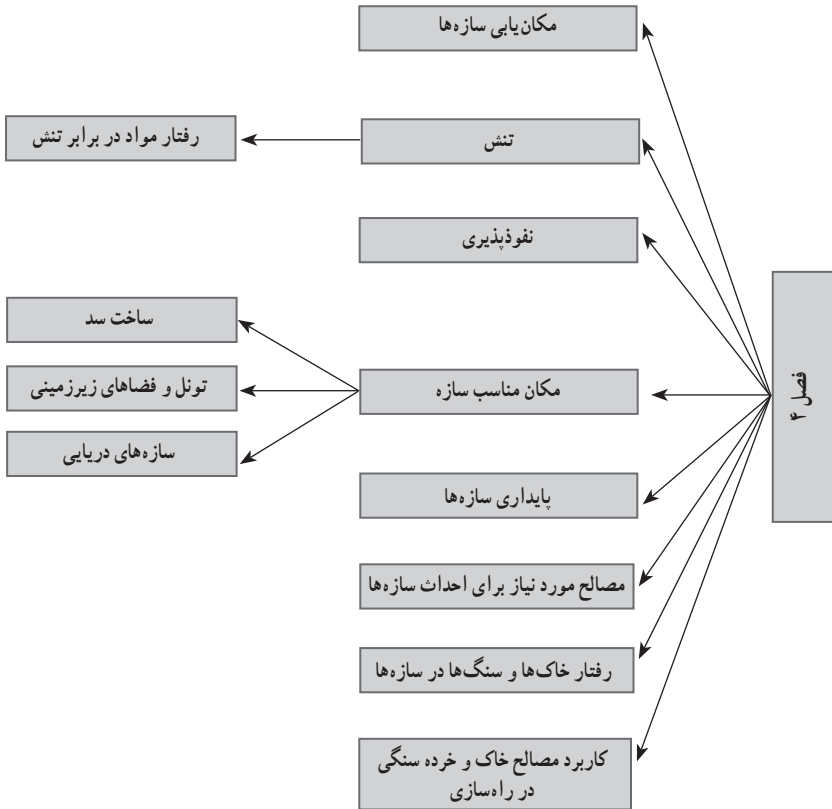
پاسخ: باعث فشردگی خاک در اثر کاهش درصد مواد آلی و کاهش رطوبت خاک می‌شود که این امر با عبور ماشین‌های کشاورزی هنگام آماده‌سازی زمین، به افزایش تراکم و نفوذناپذیری خاک می‌انجامد. از طرف دیگر، این نوع تراکم خاک، باعث کاهش تبادلات گازی در خاک و نقصان شدید جمعیت انواع میکروارگانیسم‌های خاک می‌شود. از بین رفتن کرم‌خاکی و بقایای گیاهی موجود در خاک به کاهش چسبندگی خاک، افزایش فرسایش خاک و در نهایت کاهش میزان باروری خاک مزرعه منجر می‌شود.

جمع‌آوری
اطلاعات
ص ۵۶

۴ فصل

زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی





پیامدها و انتظارات آموزشی (بخشی) از آموزش فعال این فصل

■ پیامد کلی

شناخت نقش زمین‌شناسی در احداث سازه‌های مهندسی

انتظار می‌رود دانش‌آموزان با یادگیری این درس و انجام فعالیت‌های آن بتوانند:
با رشته زمین‌شناسی مهندسی آشنا شوند.
با مکان‌یابی برای ساخت سازه در موقعیت مکانی مناسب و حذف هزینه‌های مازاد و... آشنا شوند.
مصالح حاصل از منابع زمین و چگونگی به‌کارگیری آنها را برای احداث سازه‌های مقاوم بشناسند.

■ پیامدها و انتظارات عملکردی

دانش‌آموزان با درک مفاهیم این فصل می‌توانند:

- مکان‌های مختلف اطراف خود را از نظر اهمیت پدیده‌های زمین‌شناسی و یا اهمیت منابع معدنی شناسایی کنند.
- مکان‌هایی را تشخیص دهند که احداث سازه‌ها مناسب با بی سنگ بوده است.
- چند نمونه بی‌توجهی به مطالعات زمین‌شناسی در مکان‌یابی سازه‌هایی مانند سد، تونل و... در کشورمان و خسارت‌های ناشی از آن را جمع‌آوری کند.
- با تهیه ماکتی پایدارسازی تپه‌ها و دامنه‌های شیب‌دار را نمایش دهد.

توصیه‌ها و پیشنهادهای آموزشی

توصیه می‌شود در آموزش این فصل از ابزارهای آموزشی مناسب مانند موارد زیر استفاده شود:
■ استفاده از نقشه ایران، کره جغرافیایی، پوستر، مدل سازه‌ها و پدیده‌ها، نرم‌افزارهای تعاملی، فیلم، پویانمایی، ماکت سد و تونل (برای نشان دادن نقش شیب و امتداد)

بودجه بندی : چهار جلسه

■ پیش‌دانسته‌ها : کتاب علوم در پایه نهم

دانستنی‌های معلم

درک بشر از وجود تنش درون مواد، به دوران باستان باز می‌گردد. آشنایی با این مفهوم تا قرن هفدهم میلادی، بیشتر به صورت بصری و به واسطه علوم تجربی بود. با وجود این، همین درک و آشنایی محدود با مفهوم تنش، به طور شگفت‌انگیزی به ایجاد فناوری‌های پیچیده‌ای از قبیل شیشه‌گری و کمان کامپوزیت انجامید.



یکی از پل‌های ساخته شده در عصر امپراتوری روم — سوئیس

معماران و سازندگان طی چندین هزار سال یاد گرفتند که چگونه وسایل ابتکاری مانند سرستون، قوس، گنبد، خرپا و پشت‌بندهای معلق، بلوک‌های سنگی و تیرهای چوبی (با شکل‌های متفاوت) را در کنار یکدیگر قرار دهند تا تحمل، انتقال و توزیع تنش به بهترین شکل ممکن صورت گیرد.



پل اینکا: یکی از پل‌های ساخته شده در دوران امپراتوری اینکا — رود آمپوریماک در کشور پرو

معماران دوران باستان و قرون وسطا، چندین روش هندسی و فرمول ساده را برای محاسبه ابعاد مناسب ستون و تیرهای مورد استفاده در سازه‌ها توسعه دادند. اما، درک مفهوم تنش به صورت علمی، پس از اختراع ابزارهای مورد نیاز در قرن‌های ۱۷ و ۱۸ میلادی میسر شد. روش آزمایش دقیق «گالیلهو گالیله» (Galileo Galilei)، هندسه تحلیلی و دستگاه مختصات «رنه دکارت» (René Descartes) و حساب دیفرانسیل و قوانین حرکتی «آیزاک نیوتون» (Isaac Newton) از مواردی هستند که زمینه‌آشنایی علمی با مفهوم تنش را فراهم کردند. «آگوستین لویی کوشی» (Augustin – Louis Cauchy)، ریاضی‌دان، مهندس و فیزیک‌دان فرانسوی، اولین مدل ریاضی دقیق و عمومی برای تنش در یک محیط همگن را با بهره‌گیری از ابزارهای اشاره شده ارائه کرد.

در کشور ما، نیز از این قبیل سازه‌ها وجود دارد. مانند سازه آبی شوشتر.



سازه سد و آسیاب شوشتر

تعریف تنش

هرگاه به جسمی چنان نیرو وارد کنیم که به جای حرکت، تغییر شکل دهد در تمام سطوح مقاطع داخلی آن به نسبت‌های یکسان یا مختلف، تنش به وجود می‌آید که در برابر نیروی وارده مقاومت می‌کند. در واقع تنش فشار درونی یک جسم است و عامل اصلی تغییر شکل به‌شمار می‌رود.

تنش، فشاری است که درون جسم بر واحد سطح توزیع می‌شود، مفهوم تنش در درون خود هم مفهوم نیرو و شدت آن را دارد و هم اینکه شکل ظاهری جسم و یا سنگ را در محاسبات لحاظ می‌کند.

بنابراین مقدار تنش از تقسیم نیرو در یک محدوده کوچک بر تمام جهات محدوده بر واحد سطح در داخل جسم تعریف می‌شود.

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

از آنجایی که تنش از تقسیم یک کمیت اصلی فیزیکی (نیرو) بر یک کمیت کاملاً هندسی (مساحت) به دست می‌آید، می‌توان آن را مانند سرعت، گشتاور و انرژی به عنوان یک کمیت اصلی در نظر گرفت. کمیت‌های اصلی، بدون در نظر گرفتن ماهیت مواد و علائم فیزیکی‌شان مورد تحلیل قرار می‌گیرند.

واحد تنش

در تحلیل ابعادی، بُعد کمیت‌های تنش و فشار مشابه یکدیگر است و معمولاً اندازه‌گیری مؤلفه‌های تنش بر اساس واحدهای فشار صورت می‌گیرد. به این منظور، در «سیستم بین‌المللی یکاها» (International System of Units) یا اصطلاحاً «SI»، از واحد پاسکال (Pa) یا نیوتون بر متر مربع (N/m^2) و در «سیستم یکاهای انگلیسی» (Imperial Units)، از واحد پوند بر اینچ مربع (psi) برای بیان مقدار تنش استفاده می‌شود. تنش‌های مکانیکی معمولاً مقداری بزرگ‌تر از یک میلیون پاسکال (MPa) دارند. به همین علت، متداول‌ترین واحد برای بیان مقدار تنش، مگا پاسکال (MPa) است.

انواع تنش

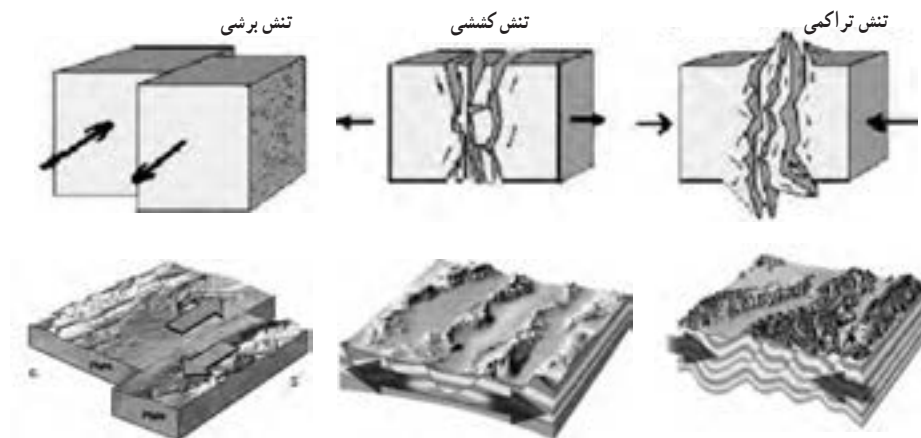
تنش کششی (tension stress): هرگاه جهت نیروی وارده، عمود بر واحد سطح مورد نظر و به سمت خارج قطعه باشد، تنش ایجاد شده تنش کششی است. یکی از عوامل مهم در محاسبه استحکام مواد، توانایی آنها تحت تنش کششی است.

تنش فشاری (compression stress): هرگاه جهت نیروی وارده، عمود بر واحد سطح مورد نظر و به سمت داخل قطعه باشد، تنش ایجاد شده تنش فشاری نامیده می‌شود. معمولاً تحمل قطعات تحت تنش فشاری، بیش از تنش کششی است.

تنش برشی (shear stress): هرگاه جهت نیروی وارده، موازی با واحد سطح مورد نظر و یا به عبارت دیگر، عمود بر بردار نرمال آن سطح باشد، تنش برشی در جسم ایجاد می‌شود. علامت تنش برشی در معادلات مکانیک، تائو « τ » (از حروف یونانی) است.

نیروهای خارجی که به سمت هم عمل کنند، داخل سنگ، تنش فشاری به وجود می‌آورند. در جایی که نیروهای خارجی از هم دور شوند، باعث ایجاد تنش کششی می‌شوند. وقتی جسمی تحت تأثیر نیروهای برشی قرار می‌گیرد، مشابه حرکت لبه‌های قیچی، در مقاطع آن تنش‌های برشی به وجود می‌آید.

در نیروهای کششی و تراکمی، نیرو بر سطح جسم عمود است و در مورد برشی، نیرو با سطح جسم (سطح



بریده شده) موازی است. مثلاً سطوح ابر حمام (اسفنج) تحت تنش‌های برشی هستند، زیرا وقتی آن را بر تن خود می‌مالید، نیروهای اصطکاک در امتداد آن سطوح وارد می‌شوند.

رفتار مواد در برابر تنش

وقتی که مواد را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم، می‌بینیم گل رس در دستمان نرم است و به آسانی فشرده می‌شود، در حالی که سرب چنین نیست. اگر بخواهیم عصای چوبی را خم کنیم می‌شکند، در حالی که سیم را می‌توانیم خم کنیم و آن را به صورت دایره در آوریم. اگر نخ را بکشیم پاره می‌شود، در صورتی که بند لاستیکی اول کش می‌آید و بعد پاره می‌شود.

بیشتر سنگ‌ها در برابر تنش ابتدا واکنش کشسان (الاستیک) از خود نشان می‌دهند. یعنی مایل‌اند در صورت رفع تنش، به حالت اول خود برگردند که البته این حالت چندان قابل رؤیت نیست. ولی با ادامه تنش ممکن است واکنش به صورت خمیری (پلاستیک، مانند زمانی که سنگ‌ها چین می‌خورند) یا به صورت شکننده (مانند وقتی که در سنگ‌ها درز و گسل به وجود می‌آید) باشد.

نوع واکنش سنگ‌ها در برابر تنش به عواملی چون فشار همه جانبه، دما، زمان، آب و محلول‌های دیگر بستگی دارد. برای مثال، وجود آب در منافذ سنگ‌ها، با کاهش تنش جانبی و قائم، موجب کاهش مقاومت سنگ می‌شود.

مقاومت انواع سنگ در برابر تنش

در مطالعات آغازین یک پروژه، به منظور نمونه برداری از خاک یا سنگ بی سازه، گمانه‌هایی (چال‌هایی عمیق و باریک) در نقاط مختلف محل احداث سازه حفر می‌شود آنگاه نمونه سنگ و خاک برداشته شده، به آزمایشگاه تخصصی ارسال می‌شود تا مقدار مقاومت سنگ و خاک در برابر تنش‌های ایجاد شده مورد بررسی قرار گیرد.

حداکثر تنش یا ترکیبی از تنش‌ها که سنگ می‌تواند، بدون شکستن یا خم شدن (تغییر شکل) تحمل کند، مقاومت سنگ گفته می‌شود. بنابراین سنگ‌هایی که درز و شکاف بیشتری داشته باشند، مقاومت کمی دارند و بی‌سازه بر روی آنها ناپایدار است.

حداکثر تنش یا ترکیبی از تنش‌هایی که سنگ می‌تواند تا قبل از شکستن تحمل کند، «مقاومت سنگ» نامیده می‌شود.

اندازه‌گیری تنش در طرح‌ریزی خانه‌ها، پل‌ها، برج‌ها و خودروها به کار می‌رود، زیرا اگر تنش به‌دقت محاسبه نشود، ساختمان‌ها و پل‌ها به سبب کشش یا تراکم فوق‌العاده فرو می‌ریزند. بنابراین، اندازه‌گیری تنش سبب می‌شود که مهندس ساختمان از ایمنی آن اطمینان حاصل کند.

مکان‌یابی

مکان‌یابی به‌طور کلی یک موضوع تأثیرگذار بلندمدت است و به صورت طولانی مدت، بر عملکرد مجموعه تأثیر دارد. لذا اگر زمین و مکان خوب مکان‌یابی شود، تأثیرات مثبت و نتیجه خوبی خواهد داشت و برعکس، اگر به خوبی مکان‌یابی نشود، تأثیرات منفی آن زیاد بوده و عملکرد خوبی نخواهد داشت.

از آنجایی که سدهای مخزنی و رسوب‌گیر در تأمین آب مورد نیاز برای مصارف مختلف نقش تعیین‌کننده‌ای دارند و از طرف دیگر، با توجه به فراگیر شدن احداث سدهای جدید در اغلب نقاط کشور و در نهایت معرفی ایران به عنوان یکی از سه کشور برتر دانش فنی سدسازی جهان و نیز هزینه‌های هنگفت ساخت این سدها، لازم است که مطالعات به‌طور دقیق و جامع انجام شوند تا شاهد نتایج معکوس این پروژه‌ها نباشیم. یکی از مهم‌ترین و ابتدایی‌ترین پارامترهای ساخت سد، مکان‌یابی احداث سازه است که در آن باید تأثیر همه فاکتورهای مؤثر، اعم از توپوگرافی و ظرفیت ذخیره محل، شکل دره، امتداد و شیب لایه‌های زمین‌شناسی، فاصله با گسل، نفوذپذیری و عدم فرار آب از مخزن، بار رسوبی و... به‌طور دقیق مورد بررسی قرار گیرد. زیرا در غیر این صورت، علاوه بر هدر رفت هزینه‌ها، چه بسا با شکست سازه، شاهد سیلاب‌های مهیب مصنوعی باشیم و یا احداث سازه در مکان نامناسب، هیچ کاربردی در بحث مهار آب نداشته باشد و فقط به عنوان یک دیواره خاکی یا بتونی عمل کند.

■ در تحقیقات اولیه، عامل‌هایی نظیر موجودیت آب موردنیاز و موجودیت محل مناسب برای احداث سد در نظر گرفته می‌شوند. بعد از تعیین مزیت نسبی، سهولت دسترسی به آنها و موجودیت کافی مصالح ساختمانی برای احداث سد بررسی می‌شود. در تحقیقات نهایی هم به مطالعه دقیق‌تر عامل‌های زیر می‌پردازند:

الف) تحقیقات زمین‌شناسی

- امتداد لایه‌ها؛
- شیب لایه‌ها؛
- چین خوردگی‌ها؛
- خصوصیات لرزه زمین‌ساختی.

ب) تحقیقات هیدرولوژیکی

- برآورد دقیق الگوی هرزآب در محل سد مورد نظر؛
- تعیین هیدروگراف بدترین و خطرناک‌ترین سیلاب؛
- تعیین هرزآب (که الگوی طرح مشابهی بر اساس یک موجودی متوسط برای آینده می‌تواند باشد).
- پس از مطالعه مزیت نسبی چند محل، سرانجام انتخاب نهایی مکان تحت تأثیر عوامل زیر صورت می‌گیرد:
- توپوگرافی و ظرفیت ذخیره محل؛
- فونداسیون طبیعی؛
- هیدرولوژی؛
- بار رسوبی؛
- غوطه‌وری؛

■ فرار نکردن آب از مخزن: در مطالعات زمین‌شناسی سد، وضعیت مخزن، تکیه‌گاه‌ها و پی سد از نظر پایداری و فرار آب مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای آنکه آب از مخزن سد فرار نکند، باید دیواره‌ها و کف مخزن نفوذناپذیر باشند یا از نفوذپذیری بسیار کمی برخوردار باشند.

سدسازی از جمله طرح‌های مهندسی متمرکز به شمار می‌آید که در ارتباط مستقیم با زمین ساخته می‌شود. مطالعات زمین‌شناسی در انتخاب محل سد، انتخاب نوع سد، و طراحی پرده آب بند کاربرد دارد. ناکامی و گسیختگی بیش از یک سوم از سدها در سطح جهان نتیجه ضعف مطالعات زمین‌شناسی مهندسی محل اجرای آنها بوده است. موارد اصلی از تحقیقات این بخش که در امر سدسازی مد نظر هستند، به شرح زیرند:

■ **امتداد لایه‌ها:** در محل‌هایی که لایه‌بندی مشخص باشد، بهتر است محل احداث سد جایی انتخاب شود که محور سد موازی با امتداد لایه‌ها باشد. هر چه امتداد لایه‌ها زاویه کمتری با محور سد بسازد، این محل مناسب‌تر است.

چنانچه محور سد موازی با امتداد لایه‌ها باشد، امکان فرار آب کمتر است، چون لایه‌ها در جهت عمود بر مسیر جریان آب قرار دارند و نفوذ پذیری در آن جهت کاهش می‌یابد. به علاوه، سنگ‌هایی با شرایط و خصوصیات یکسان در محدوده تکیه گاه‌ها و پی سد قرار می‌گیرند. بنابراین سنگ‌ها رفتار مشابهی در طول محل بارگذاری خواهند داشت و پایداری سد بیشتر خواهد بود.

۲ شیب لایه‌ها: شیب لایه‌ها و جهت گیری آنها می‌تواند در انتخاب محل سد مؤثر باشد. به طور کلی بهتر است محل احداث سد جایی انتخاب شود که جهت شیب لایه‌ها به سمت بالادست باشد، یا به عبارت دیگر، جهت شیب لایه‌ها در جهت عکس جریان آب باشد.

۳ توپوگرافی: بهترین موقعیت برای احداث سد معمولاً جایی است که یک دره تنگ به وسیله یک دره باز در سمت بالا دست دنبال شود. دره تنگ، معرف استقامت بالای سنگ است که در مقابل جریان آب رود مقاومت بیشتری را نشان داده است و لذا محل مناسب‌تری برای احداث سد محسوب می‌شود. دره باز هم محل مناسبی برای مخزن است که ظرفیت ذخیره‌سازی آب را بالا می‌برد.

۴ فونداسیون طبیعی: ماهیت یک فونداسیون عامل بسیار مهمی در انتخاب مکان سد است. یک پی خوب معمولاً سه ویژگی اساسی دارد:

■ از مقاومت خوبی برخوردار است؛

■ تراکم پذیری آن بر اثر بارگذاری قابل اغماض است؛

■ آبگذری آن ناچیز یا در حد قابل قبول است.

■ در محل سد ترجیحاً باید فونداسیون سنگی عمق‌یابی شود. برای سد «بتونی» (Concrete) یا سنگی (masonry)، سنگ سخت در سطح یا در یک عمق مناسب زیر آن ضروری است. در سازندهای دیگر ارتفاع سد باید به حدود ۱۵ متر محدود شود.

چنانچه به موضوع آبگذری به نحو احسن پرداخته نشود، چه بسا با نشست آب از سد، هیچ‌گاه میزان آبی که در طرح پیش‌بینی شده در مخزن ذخیره نشود.

۵ هیدرولوژی: نقش اساسی را در انتخاب مکان سد، به‌ویژه در انتخاب نوع سد، بازی می‌کند. یک تغذیه آب خوب با نوسانات حداقل، مناسب است.

۶ بار رسوبی: بار رسوبی در رود حتی الامکان باید کم باشد. در غیر این صورت، مقدار زیاد رسوب ته‌نشین شده در یک دوره کوتاه‌تر به کاهش عمر مخزن منجر می‌شود.

۷ غوطه‌وری: میزان اموال و اراضی که توسط ساخت سد مورد نظر زیر پوشش آب قرار می‌گیرد، باید در مقایسه با سود پیش‌بینی شده برای سد، کم باشد.

تاریخچه اهمیت مطالعات زمین‌شناسی برای سازه‌ها

از قرن‌ها پیش معماران و سازندگان بناها بر این نکته معترف بودند که برای جلوگیری از نشست، کج شدن یا فرو ریختن ساختمان‌شان محتاج آگاهی از شرایط زمین هستند. البته ساختمان‌های قدیمی همواره با توجه به تجربیات سازنده بنا و غالباً به روش آزمون و خطا احداث می‌شدند. در سال ۱۷۷۶ و زمانی که کولن برای اولین بار تئوری‌های مربوط به فشار زمین را ارائه داد، استفاده از روش‌های تحلیلی در بررسی زمین آغاز شد. در سال ۱۸۷۱، اتومور فرضیه‌ای عمودی برای مقاومت مصالح زمین‌شناسی در برابر گسیختگی ارائه داد.

علل رایج تخریب برخی سازه‌های مهندسی

الف) سازه‌های سطحی

- برآورد نامناسب تراکم‌پذیری در پی‌های کم عمق (که به نشست ناخواسته می‌انجامد)؛
- تورم زمین - خاک نرم مدفون شده؛
- گسیختگی خاک در مخزن‌ها و سیلواها.

ب) خاکریزها

- گسیختگی دامنه‌ای یا گسیختگی پی - زمین نرم.

ج) تونل‌ها

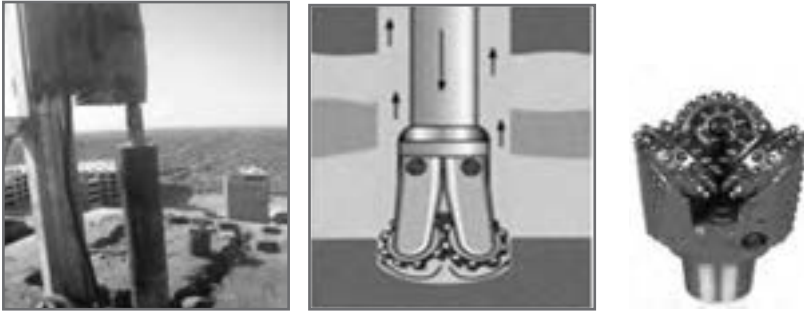
- شرایط زمین‌شناسی پیش‌بینی نشده.

مواد و مصالح زمین‌شناسی از دیدگاه مهندسی

مواد جامد و طبیعی تشکیل‌دهنده بخش‌های خارجی زمین را به دو گروه اصلی سنگ و خاک تقسیم می‌کنند:

- سنگ: از نقطه نظر زمین‌شناسی، سنگ به موادی از پوسته زمین اطلاق می‌شود که از یک یا چند کانی که با یکدیگر پیوند یافته‌اند، درست شده است.
- خاک: خاک توده‌ای از ذرات یا دانه‌های جدا از هم یا دارای پیوند سست است که بر اثر هوازدگی سنگ به‌طور برجسته تشکیل شده‌اند. درجه سخت و سنگ شدگی خاک ناچیز تا صفر است و در بسیاری موارد، مواد آلی دارد و گیاهان می‌توانند در آن رشد کنند.

در شکل زیر یک دستگاه حفاری در حال کار نمایش داده شده است. می‌توانید نتایج حاصل از این عملیات حفاری را در تصویر مشاهده کنید.



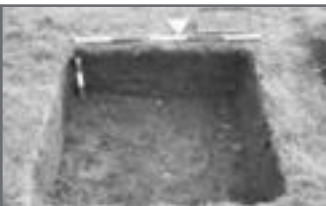
نمایش سر مته حفاری و مسیر خروج گل حفاری از آن



برخی از حفاریات معدنی عبارت‌اند از: گمانه، ترانشه، چاهک
 ■ **گمانه**: سوراخ عمیقی است که در زمین حفر می‌شود و با حفر آن مجموعه‌ای از خاک و سنگ به شکل استوانه به نام مغزه از درون زمین به دست می‌آید. با استفاده از اطلاعات حاصل از مغزه می‌توان نوع سنگ و خاک و عیار مواد معدنی موجود را تشخیص داد.



■ **ترانشه**: کانالی است که به وسیله دست (بیل و کلنگ) و یا ماشین‌آلات معدنی و راه‌سازی (بیل و...) در مناطقی که دارای بیشترین ظرفیت برای اکتشاف مواد معدنی هستند و عمود بر جهت گسترش ماده معدنی حفر می‌شود. به طور معمول، ترانشه‌ها حداکثر دارای عرض ۱/۵، عمق ۲ و طول ۴۰ متر هستند. شایان ذکر است، در موارد خاص این ابعاد تغییر می‌کنند. برای مثال، در جاهایی که ترانشه به وسیله نیروی انسانی حفر می‌شود، ترانشه‌های کوچک‌تری حفر می‌کنند.



■ **چاهک**: ساده‌ترین و ارزان‌ترین حفاری اکتشافی سطحی است که به کمک آن می‌توان ماده معدنی را در زمین کم‌عمق شناسایی و نمونه‌گیری کرد. معمولاً حفر چاهک به وسیله کلنگ و با دست انجام می‌گیرد.



مراحل ساخت سد خاکی



هسته رسی یک سد خاکی

سد

از لحاظ مصالح مورد استفاده در سد، آنها را به دو دسته تقسیم می‌کنند: با مصالح چسبنده از قبیل بتن، مصالح بنایی (سدهای قوسی، وزنی و ...) و با مصالح غیر چسبنده از قبیل خاک و سنگریزه با توجه به اینکه، عمدتاً هزینه‌های مربوط به ساخت سدهای خاکی کمتر است و نیاز به پی سنگی و محکم ندارد، از این رو تمایل به ساخت این نوع سدها بیشتر می‌باشد در انتخاب نوع سد خاکی، عوامل مختلفی وجود دارند که از جمله آنها می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد: کمیت و کیفیت مصالح در دسترس، خصوصیات پی سد، وضعیت اقلیمی و شکل و اندازه دره.

از سال ۱۹۵۵ تاکنون تعداد سدهای خاکی بزرگ (یعنی آنهایی که دارای ارتفاع بیشتر از ۱۵ متر می‌باشند) با آهنگی تقریباً برابر با ۲۰۰ سد در سال در سطح دنیا در حال افزایش بوده است. بر طبق آمار ارائه شده توسط ICOLD (کمیته بین‌المللی سدهای بزرگ) در حال حاضر بلندترین سدهای جهان عبارت‌اند از سد نورک با ارتفاع ۳۰۰ متر که در کشور شوروی سابق احداث گردید و سد روگان با ارتفاع ۳۳۵ متر که این سد نیز در شوروی سابق ساخته شده است. هر دو این سدها از نوع سدهای خاکی می‌باشند.

وظایف یک سد به عنوان یک سازه عبارت‌اند از:

(الف) ایجاد حائلی ناتراوا در برابر جریان آب با هدف ذخیره‌سازی آن

(ب) انتقال نیروی آب به فونداسیون با ضریب اطمینان کافی

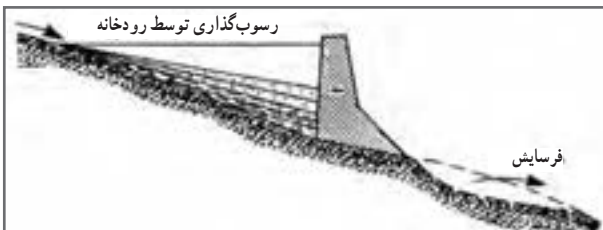


سد دز برای نمایش اجرای یک سد به‌ویژه تاج و محور



سد و آبخیزداری

در ایران، در سال‌های اخیر سدهای خاکی به‌طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته‌اند و ساخته می‌شوند و با توجه به کثرتشان مسئله شکست آنها نیز بیشتر مطرح خواهد بود، از شکست سدهای خاکی نمونه‌هایی نیز در کشورمان وجود دارد. از جمله آنها می‌توان به شکست سد خاکی قزقلعه در استان خراسان در مردادماه سال ۱۳۸۰ و سد خاکی مته سنگ در استان سیستان و بلوچستان در خردادماه ۱۳۸۶ اشاره کرد. سدهای خاکی، هسته رسی دارند آب حین عبور از هسته سد به دلیل نفوذپذیری بسیار کم، مقدار زیادی از انرژی پتانسیل خود را بر اثر اصطکاک از دست می‌دهد. در نتیجه مقدار نشت نیز به تناسب کاهش می‌یابد. این نوع سدها را می‌توان با هسته مرکزی قائم یا هسته شیب‌دار (مایل) ساخت که انتخاب هر نوع از این هسته‌ها در یک سد خاکی مزیت‌ها و معایبی را به همراه دارد. سد خاکی با هسته رسی مایل، رفتار دینامیکی پایدارتری نسبت به یک سد خاکی با هسته رسی قائم دارد.



بر شدن مخزن توسط رسوب‌گذاری به فرسایش ناشی از خروج آنها از سرریز و دریچه‌های سد توجه کنید

تونل

از نظر اصول مهندسی ساخت تونل، بهتر این است که محور تونل بر امتداد لایه‌ها عمود باشد (ب) چرا که در این حالت هر لایه همچون تیری باعث پایداری سقف تونل شده و پایداری آن را افزایش می‌دهد و همچنین باعث توزیع بار یکسان بر ستون‌های راست و چپ تونل می‌شود اما چنانچه در تمام مسیر لایه‌ای مقاوم و یکنواخت با پهنایی بیشتر از عرض تونل وجود داشته باشد می‌تواند حالت مناسبی برای حفر تونل باشد مانند تونل مائز.

مکان مناسب برای ساخت تونل و مغار

از میان کلیه فعالیت‌های مهندسی عمران، حفر تونل و به‌طور کلی فضاهای زیرزمینی، بیش از همه نیاز به شناسایی زمین و در نتیجه همکاری زمین شناس خبره دارد. این گونه سازه‌ها باید در زمینی مطمئن و مقاوم ایجاد شوند، ولی شرایط درون زمین بسیار متغیر است و برخلاف سطح زمین، امکان شناسایی و دسترسی به تمام نقاط آن نیز وجود ندارد.



دستگاه پیشرفته حفر تونل



تونل زیر دریایی

امارات متحده عربی تصمیم دارد بندر فجیره امارات را از زیر دریای خلیج فارس با قطار زیر دریایی به شهر بمبئی در هند متصل کند. هدف از اجرای این پروژه صادرات نفت به هند و واردات آب شیرین به امارات می‌باشد. طول این راه زیر آبی حداقل ۲۰۰۰ کیلومتر می‌باشد.



سازه‌های دریایی

زمین‌های سست و ریزشی، خرد شده و گسل خورده، هوازده و متورم شونده و بالاخره آبدار، بیشترین مشکلات را برای حفر تونل به وجود می‌آورند. (و این در حالی است که در بسیاری موارد انتخاب زمین مناسب با ما نیست. به عنوان مثال، اغلب تونل‌های راه یا راه‌آهن محل‌های گذر اجباری اند و نمی‌توان مسیر آنها را برای رسیدن به زمین قابل اطمینان، به مقدار زیاد تغییر داد.)

در چنین شرایطی وظیفه کاوشگر عبارت است از:

مطالعه مسیر موجود و کسب آن‌گونه اطلاعاتی است که با استفاده از آنها بتوان طراحی تونل را به انجام رساند، به نحوی که با به‌کارگیری کمترین پوشش استحکامات داخلی، سازه زیرزمینی پایدار و قابل قبولی در برابر عوامل مخرب داشته باشد.

رکن اصلی بررسی‌های مربوط به فضاهای زیرزمینی و تونل‌ها را حفاری‌های اکتشافی تشکیل می‌دهد. حفر گمانه یا تونل اکتشافی است.

حفر گمانه‌های اکتشافی، مخصوصاً اگر با مغزه‌گیری همراه باشد، بیشترین اطلاعات را در مورد شرایط حکم‌فرما در زیرزمین به دست می‌دهد. البته چون حفاری همراه با مغزه‌گیری عملی وقت‌گیر و پرهزینه است، جست‌وجوگر باید با دقت زیاد محل حفر گمانه‌ها و عمق آنها را تعیین نماید. در طول پیشرفت حفاری نیز باید مغزه‌های حفاری به‌طور مرتب مورد بررسی قرار گرفته و در اعماق مناسب، آزمایش‌های ژئوتکنیکی لازم انجام گیرد. مغزه‌های حفاری به ترتیب خاص و در جعبه‌های مخصوص برای بررسی‌های بیشتر در آینده یا استفاده احتمالی پیمانکار محفوظ نگه داشته می‌شود.

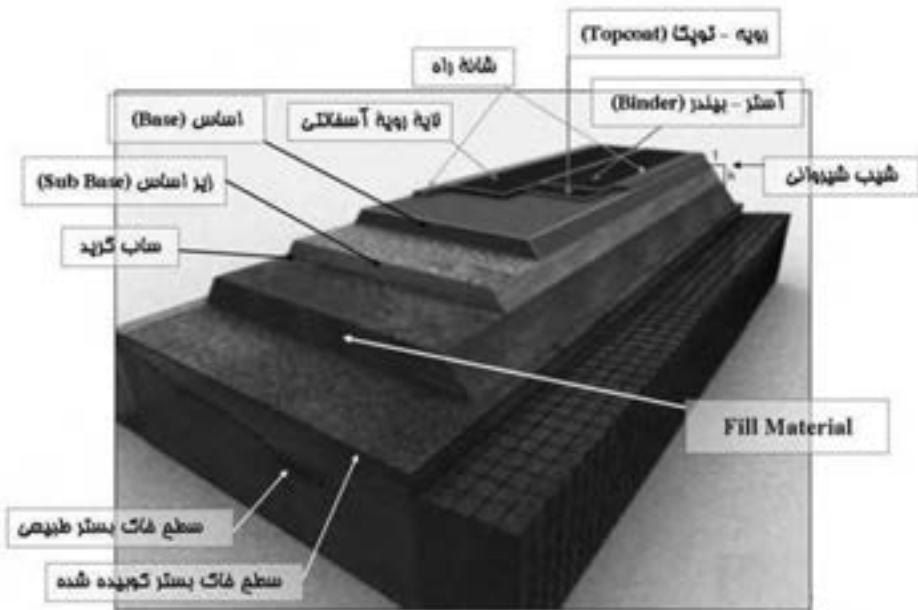
در زمین‌های نرم و عملیات اکتشافی مسیر تونل‌های زیرآبی، گمانه‌ها را می‌توان بسته به شرایط، به فاصله ۱۵۰ تا ۳۰۰ متر از یکدیگر حفر نمود. البته در جاهایی که قرار است سازه‌های زیرزمینی قرار گیرد، شبکه حفاری می‌تواند متراکم‌تر باشد. کلیه حفاری‌ها باید تا پایین‌تر از تراز کف تونل مورد نظر ادامه یابد. برای تونلی که قرار است در سنگ حفر شود، مخصوصاً اگر طولی هم باشد، امکان حفاری محدود است و تنها هر جا که لازم و امکان‌پذیر است، انجام می‌شود. در سنگ نیز باید، در کلیه گمانه‌ها سطح آب زیرزمینی و وجود احتمالی هر نوع گاز سمی یا قابل انفجار یادداشت شود.

بالاست (Ballast)

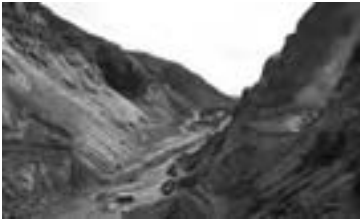
■ بالاست لایه‌ای از مصالح سنگی شکسته مقاوم در برابر هوازده‌گی با جرم حجمی بالا مانند گرانیت یا دگرگون مثل گنیس با قطر متوسط ۲۰ تا ۶۰ میلی‌متر است.

- بالاست در کف‌سازی پیاده‌روها و محوطه‌سازی، زیر ریل‌ها و... استفاده می‌شود و چند هدف را برآورده می‌سازد.
- تحمل نیروهای قائم، افقی و جانبی وارد بر تراورس‌ها (چوب‌ها و تخته‌هایی که در راه آهن زیر خطوط آهن در عرض می‌گذارند) و نگه‌داشتن خط در جای خود
- تأمین بخشی از جهندگی و جذب انرژی خط
- پخش و انتقال بارها به لایه‌های تحتانی
- زهکشی آب‌های سطحی
- تنظیم و تراز نمودن سطح ریل حین ریل‌گذاری و تعمیرات
- میرایی و استهلاک ضربات، ارتعاشات و صداهای حاصل از حرکت وسایل نقلیه ریلی
- عایق یخبندان برای لایه‌های زیر خود
- جلوگیری از رشد گیاهان در خط

بخش‌های مختلف زیراساس و اساس



پاسخ فعالیت‌ها



در شکل روبه‌رو، دره V شکل است آیا
احداث پل بر روی آن را مناسب می‌دانید؟

بیشتر
بیندیشید
ص ۶۰

پاسخ: دره‌ها به سه شکل U، V و یا ترکیبی از این دو شکل دیده می‌شوند:
دره U شکل: اگر عرض دره نسبت به عمق دره خیلی کوچک‌تر از ۱ باشد:
دره U شکل است. این دره باریک‌تر، عرض بستر آن کمتر، و دیواره آن مقاومت بیشتری
در برابر فرسایش دارد. ضخامت رسوبات کف آن نیز کمتر از دره‌های V شکل است. به آن
«تنگ» نیز می‌گویند.

دره V شکل: اگر عرض دره نسبت به عمق دره بزرگ‌تر از ۱ باشد، دره V شکل است.
در این نوع دره، دیواره مقاومت کمتری دارد و ضخامت رسوبات کف رودخانه بیشتر است.
(شکل مورد نظر در سؤال از نوع V شکل است)

با توجه به مطالب بالا، دره U شکل برای احداث پل مناسب است، زیرا دره با عرض کمتر
و تکیه‌گاه‌های مقاوم‌تری دارد. از طرفی پهنای کمتر دره U شکل نسبت به V شکل، هزینه
ساخت کمتری نیز خواهد داشت.

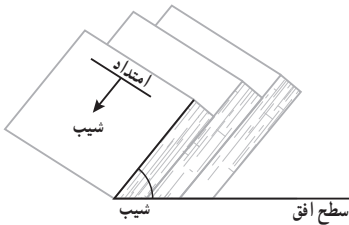


در مورد نزدیک‌ترین سد به محل سکونت
خود، اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به موارد
زیر پاسخ دهید:

- ۱ هدف از احداث سد
- ۲ نوع سد
- ۳ جنس سنگ بی سد

جمع‌آوری
اطلاعات
ص ۶۳

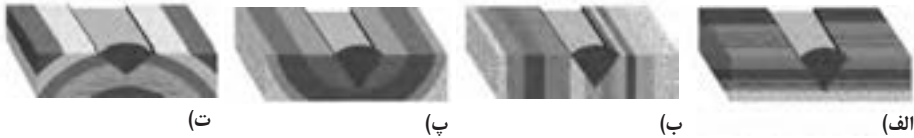
پاسخ: با توجه به سدهای استان خود دانش‌آموزان را به سمت جمع‌آوری اطلاعات در مورد
علت احداث سد و نوع و جنس آن هدایت کنید.



■ برای بررسی موقعیت لایه‌ها از مشخصات امتداد و شیب استفاده می‌شود.

پاسخ: امتداد لایه عبارت است از محل برخورد سطح لایه با سطح افق و با جهت جغرافیایی بیان می‌شود. شیب لایه، مقدار زاویه‌ای است که سطح لایه با سطح افق می‌سازد.

■ 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 بدنه سد، حالت مطلوب و حالت نامطلوب را برای احداث سد مشخص کنید.



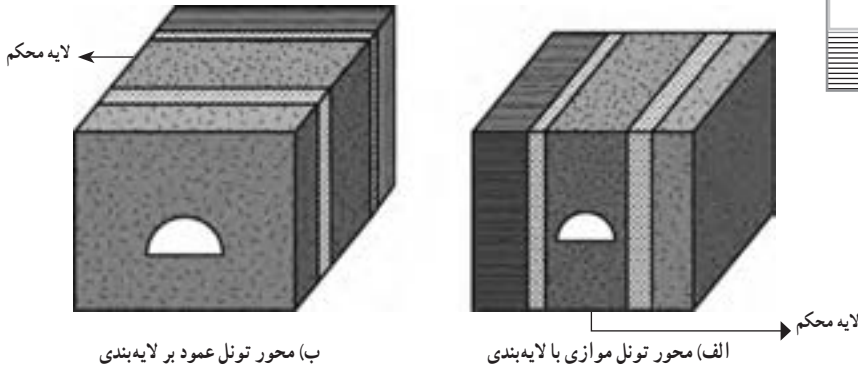
پاسخ:

(الف) مطلوب‌ترین و اصولی‌ترین حالت احداث سد است. زیرا هم امتداد لایه‌ها به موازات امتداد محور سد است و هم شیب لایه‌ها به سمت بالادست می‌باشد. از طرفی تکیه‌گاه‌های راست و چپ سد وضعیت مشابه از لحاظ محاسبات پایداری دارند و هم فشار روی بدنه سد به واسطه شیب لایه‌ها به سمت بالادست کاسته می‌شود.

(ب) لایه قائم: مطلوب نیست به دلیل نشست آب از سطوح لایه‌بندی و تفاوت سنگ‌ها در تکیه‌گاه‌های راست و چپ و ایجاد عدم پایداری و فشار زیاد بر بدنه.

(پ) نسبتاً مطلوب است زیرا با آنکه محور سد بر امتداد لایه‌ها عمود است، اما شیب لایه‌ها (ناودیس) همگرا و به سمت مخزن می‌باشد، پس حالت مطلوبی است و چنانچه محور چین به سمت مخزن تمایل داشته باشد و فشار از روی بدنه سد کاسته شود بهتر است.

(ت) نامطلوب‌ترین محور سد، عمود بر محور چین و شیب لایه‌ها (تاقدیس) و اگر بوده و به سمت خارج است و آب از سطوح لایه‌بندی به خارج از سد فرار می‌کند.



پاسخ:

شکل (الف) مناسب تر است، زیرا در لایه محکم احداث شده و محور تونل از ابتدا تا انتهای آن در یک لایه مقاوم واقع شده است. در صورتی که در شکل (ب)، لایه‌ها به تدریج تغییر می‌کنند و نحوه زدن در لایه‌های سخت، نرم، نفوذپذیر و... متفاوت است. به طور معمول اصولی‌ترین روش احداث تونل عمود بر امتداد لایه‌هاست زیرا در این صورت هر لایه مانند تیرکی عمل می‌کند و باعث استحکام سقف تونل می‌شود و همچنین بار فشار بر دیواره‌های تونل برابر خواهد بود و چنانچه لایه ضعیفی در مسیر وجود داشته باشد تنها در مسیر کوتاهی درگیر مقاوم‌سازی آن خواهیم بود اما با توجه به شکل کتاب چنانچه یک لایه پهن و مقاوم در تمامی مسیر تونل وجود داشته باشد می‌تواند گزینه مناسبی برای حفر تونل محسوب شود نظیر تونل مانس.

در مورد علت فرار آب از مخزن سد لار اطلاعات جمع‌آوری کنید.

پاسخ:

در برخی نواحی عمل انحلالی آب‌های زیرزمینی در سنگ‌های آهکی توسعه زیادی پیدا می‌کند و اشکال خاصی ایجاد می‌کند که به آن «کارست» می‌گویند. در زمین‌های کارستی رودها ناگهان در زمین فرو می‌روند و دوباره در جایی دیگر به صورت چشمه‌های بزرگ ظاهر می‌شوند. در این نواحی بر اثر بزرگ شدن غارها و فرو ریختن سقف آنها، چاله‌های قیفی شکل معمولاً مدور تشکیل می‌شوند (سینگ‌جال) که ممکن است عمق آنها به بیش از ۵۰

متر و وسعت آنها به ده‌ها هزار متر برسد. یکی از معروف‌ترین نواحی کارستی در جنوب شرقی چین قرار دارد که در آنجا قله‌های برج مانند سنگ آهک به ارتفاع ۲۰۰ متر می‌رسد. احداث سد لار بر روی سنگ‌های آهکی کارستی انجام شد.

دلیل ناپایداری تونل در زیر سطح ایستایی را بررسی کنید.

کاوش کنید
ص ۶۵

پاسخ:

در این حالت به دلیل قرارگیری تونل در منطقه اشباع، تراوش دائمی آب روی می‌دهد و سازه ناپایدار می‌شود.

در پایداری دامنه‌ها، پوشش گیاهی، تأثیر مثبت و منفی دارد. در این باره توضیح دهید.

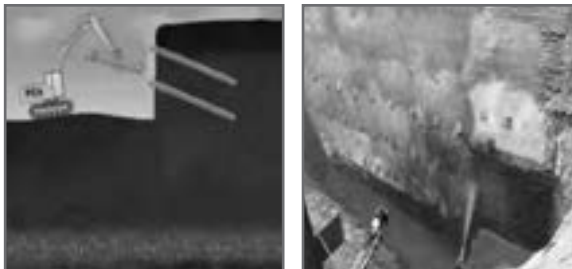
پاسخ:

اثرات مثبت و منفی پوشش گیاهی، در پایداری دامنه‌ها چگونه است؟ اثرات مثبت پوشش گیاهی، شامل مسطح شدن خاک و کاهش رطوبت آن، ساقه‌ها می‌توانند موجب مهار لایه‌ها شوند. (ایجاد شمع مهار) و وزن پوشش گیاهی موجب افزایش تنش عمودی بر سطح گسیختگی و در نتیجه پایداری خاک شود. اثر منفی: وجود وزن ظاهری گیاهان در خاک‌های اشباع از آب است که خطر واژگونی یا ریشه‌کشی آنها را به همراه دارد.

گفت و گو
کنید
ص ۶۸

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

گفت و گو
کنید
ص ۶۸



تصویر میخ‌کوبی

میخ‌کوبی خاک به معنای محکم‌سازی غیرفعال زمین است که به کمک نصب میله‌های فولادی (میخ‌ها) انجام می‌شود. میخ‌ها باید با زاویه 10° تا 20° درجه نسبت به افق در خاک رانده شوند تا از ظرفیت کششی آنها بیشتر استفاده شود.

مراحل اجرای این روش :

- ۱ خاک برداری
- ۲ حفر سوراخ میخ‌ها
- ۳ نصب آرماتور و ملات ریزی
- ۴ اجرای لایه موقت
- ۵ اجرای ترازها
- ۶ اجرای ساخت لایه دائمی

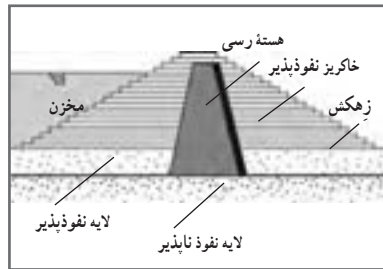
به چه دلیل از هسته رسی برای ساخت سدهای خاکی استفاده می‌شود؟

پاسخ دهید

ص ۶۹



سد خاکی



هسته رسی یک سد خاکی

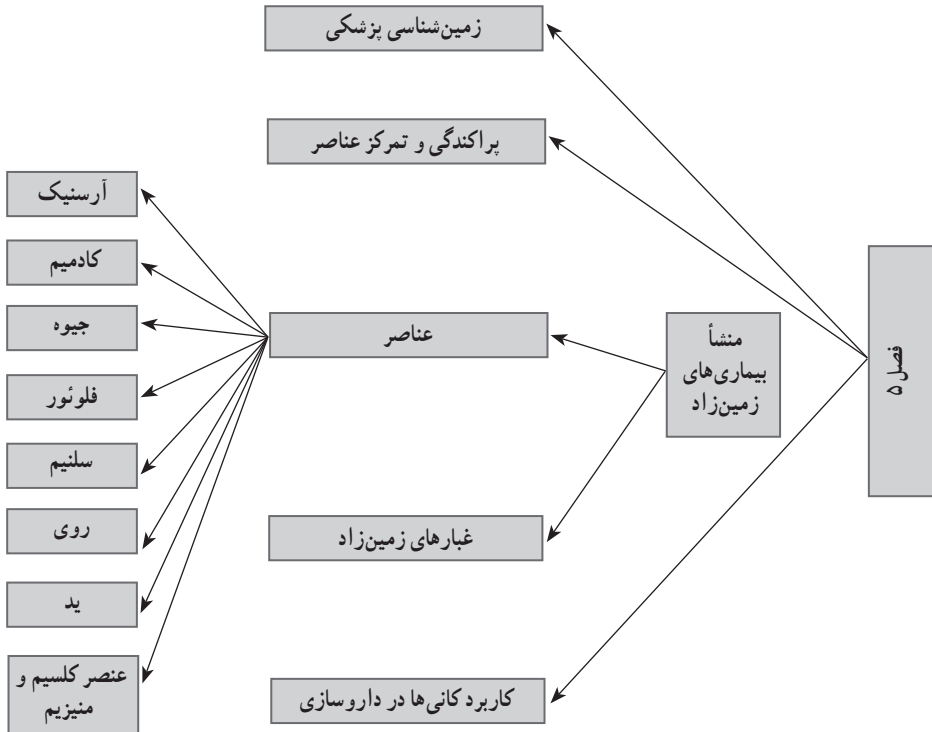
پاسخ :

لایه‌های رسی نفوذناپذیرند یعنی آب از آنها عبور نمی‌کند. بنابراین خاک رس با جذب آب در منافذ خالی مانند یک دیواره نفوذناپذیر عمل کرده و سبب تجمع آب در پشت لایه‌ها می‌شود.

فصل ۵

زمین شناسی و سلامت





پیامدها و انتظارات آموزشی (بخشی) از آموزش فعال این فصل

■ پیامد کلی

شناسایی جایگاه علم زمین‌شناسی در سلامت انسان‌ها

انتظار می‌رود دانش آموزان با یادگیری این درس و انجام فعالیت‌های آن بتوانند:

■ با شناخت از زمین‌شناسی پزشکی و زمین‌شناسی زیست محیطی و عناصر، با برخی از بیماری‌های

زمین‌زاد و منشأ آنها آشنا شوند.

- میان‌رشته‌های جدید مثل «زمین‌پزشکی» و «زمین‌شناسی زیست‌محیطی» را بشناسند.
- بیماری‌های زمین‌زاد و عوامل مؤثر در ایجاد آنها را بشناسند.
- باریزگردها و پیامدهای آن آشنا شوند.
- کاربرد کانی‌ها را در داروسازی بدانند.

پیامدها و انتظارات عملکردی

دانش‌آموزان با درک مفاهیم این فصل می‌توانند :

- با تهیه ماکتی نقش عناصر موجود در آب‌های زیرزمینی در کشاورزی را نمایش دهند.
- پیشنهاد می‌شود در کارهای گروهی حفاظت محیط‌زیست شهر و محله خود شرکت کند.
- روشی برای اندازه‌گیری ریزگردها و منشأ آنها در شهر خود بیابند.
- نقش هر معدن بر ایجاد بی‌هنجاری مثبت عناصر سمی در محیط را تحقیق کنند.

توصیه‌ها و پیشنهادهای آموزشی

توصیه می‌شود در آموزش این فصل از ابزارهای آموزشی مناسب مانند موارد زیر استفاده شود :

- نقشه کانسنگ‌ها و عناصر زمین‌زاد جهان، کره جغرافیایی، پوستر، پاورپوینت، جدول تناوبی، نرم‌افزارهای تعاملی و انیمیشن‌های مربوط به بیماری‌های زمین‌زاد، بازدید از مراکز تولید دارو

بودجه‌بندی : سه جلسه

- پیش‌دانسته‌ها : کتاب علوم تجربی متوسطه اول

دانستنی‌های معلم

در دهه‌های اخیر آشکار شدن جنبه کاربردی علم «زمین‌شناسی» در تأمین سلامت انسان، منجر به تعامل گسترده‌ای میان دانشمندان رشته‌های مختلفی در سراسر جهان شده است. به‌صورتی که محققان متفاوتی را از رشته‌های علوم پایه و پزشکی گردهم آمده، تا به حل مسائل مرتبط با سلامت موجودات زنده به ویژه انسان بپردازند. همانگونه که می‌دانیم عوامل و فرایندهای زمین‌شناسی مانند فوران‌های آتشفشانی، پدیده‌های

طبیعی هستند که می‌توانند حجم گسترده‌ای از عناصر آرسنیک، کادمیم، بریلیم، جیوه، سرب، رادون، اورانیوم را در محیط زیست پراکنده کنند. امروزه نیز بهره‌برداری بیش از اندازه از منابع و معادن، فرسایش خاک، افزایش روز افزون پسماندها، فاضلاب‌ها و مواد شیمیایی موجب آلودگی بخش‌های مختلف زمین از جمله آب، خاک و هوا شده است که ناگزیر از طریق خوردن، آشامیدن و تنفس همواره تأثیراتی را در وجود انسان و سایر موجودات بر جا می‌گذارد و موجب انواع بیماری‌ها می‌شود. به این دسته از بیماری‌ها که ناشی از عناصر زمین در بدن هستند «بیماری‌های زمین‌زاد» می‌گویند.

از جمله از میان رشته‌های جدید زمین‌شناسی «زمین‌شناسی پزشکی» و «زمین‌شناسی زیست‌محیطی» می‌باشند که تعامل گسترده‌ای میان اندیشمندان علوم زمین و پزشکان پدیدآورده است.

شاخه زمین‌شناسی پزشکی^۱

زمین‌شناسی پزشکی علمی است که می‌کوشد با تحقیق و بررسی در ارتباط با نقش عناصر زمین در سلامتی، زمینه‌ساز ارتقای سلامتی جوامع انسانی باشد. این علم رابطه نهفته‌ای با سایر علوم چون زیست‌شناسی، شیمی، کشاورزی، آب و هواشناسی، کانی‌شناسی، ایمونولوژی، اپیدمیولوژی، باتولوژی و پزشکی دارد. با توجه به اینکه ایران بخشی از کمربند بیماری‌های چون کم‌خونی، دیابت، سرطان و... را تشکیل می‌دهد و آمارهای مستند در مورد ابتلا به بیماری‌های چون گواتر، فلورسیس، سیلیکوسیس و... از نقاط مختلف کشور گزارش می‌شود، شناخت منشأ محیطی این بیماری‌ها در سطح ملی و فراملی، امری ضروری است.

شاخه زمین‌شناسی زیست‌محیطی^۲

این شاخه از علوم زمین می‌کوشد تا با استفاده از اصول زمین‌شناسی به مطالعه شیوه‌های انتقال و رفع آلاینده‌ها از محیط زیست بپردازد و به همراه «زمین‌شناسی نواحی شهری» نقش بسیار مهمی در ایمنی انسان و تأمین منابع مورد نیاز او بازی می‌کند. در کشورهای پیشرفته جهان، تقریباً هیچ پروژه‌ای بدون تأیید این دو شاخه علوم زمین در کنار زمین‌شناسی مهندسی امکان اجرا ندارد.

پراکندگی پتانسیل‌های معدنی و فعالیت‌های معدنی و فراوری ناشی از آن منجر به بروز آلودگی‌های زیست‌محیطی به ویژه در استان‌های معدنی کشور و شیوع بیماری در میان ساکنین آن شده است. از این میان می‌توان به شیوع بیماری‌های دامی (مسمومیت با مس) در شهرهای معدنی استان کرمان، سرطان در نواحی مجاور کانسارهای کرومیتی و... اشاره کرد.

علاوه بر آن، توسعه فعالیت‌های صنعتی، معدنی و گسترش شهرسازی در کنار عدم رعایت استانداردهای زیست‌محیطی، در دهه‌های اخیر بر میزان بروز بیماری‌هایی با منشأ محیطی در کشور افزوده است. بنابراین می‌توان گفت که با توجه به کمبود برخی از عناصر ریز مغذی (روی، آهن، ید)، بالا بودن سطح پرتوزایی طبیعی (رادون)، وجود آنومالی‌های شیمیایی عناصر سمی (سرب، آرسنیک و...) در بسیاری از نقاط کشور، انجام مطالعات زمین‌شناسی پزشکی در ایران ضروری به نظر می‌رسد.

اهداف مطالعات زمین‌شناسی پزشکی

- ۱ کاهش خطرات ناشی از عوامل زمین‌زاد و انسان‌زاد بر سلامت انسان
- ۲ افزایش توجه سیاست‌گذاران سلامت جامعه بر علوم زمین به عنوان یک عامل مهم در تأمین سلامت
- ۳ ایجاد بستر مناسب جهت همکاری میان دانشمندان رشته‌های مختلف علوم زمین و پزشکی
- ۴ جلوگیری از اتلاف منابع ارزی و بودجه کشور در درمان بیماری
- ۵ ارتقای سلامت عمومی جامعه
- ۶ شناسایی هم‌گیری و اپیدمی بیماری‌های مختلف انسان و دامی
- ۷ شناسایی کیفیت سلامت محصولات کشاورزی که نقش اصلی در تغذیه حیاتی را بر عهده دارد به بررسی‌های ژئوشیمی خاک‌های کشاورزی
- ۸ شناسایی کیفیت خاک‌ها با کاربردهای مختلف کشاورزی، مسکونی، صنعتی، معدنی با بررسی‌های ژئوشیمی زیست‌محیطی شهری.
- ۹ شناسایی سویه‌های میکروارگانیزم‌های مختلف با توجه به محیط طبیعی رشد و تکثیر و تطبیق جهت تعیین شرایط زمین‌شناسی آماده برای رشد و یا حذف از محیط
- ۱۰ شناسایی رادیوژن‌های محیطی مؤثر در افزایش آلاینده‌های محیطی در چرخه حیاتی و شناسایی نقاط پرخطر

۱۱ استانداردهای سازی در محیط‌های خاک، رسوبات آبراهه‌ای و گیاهان جهت تعیین نوع کاربری این اطلاعات بنیادی و ده‌ها نتیجه قابل بهره‌برداری، تنها از طریق بررسی‌های زمین‌شناسی پزشکی امکان‌پذیر است که وظیفه خطیر سازمان زمین‌شناسی را در همه نقاط جهان، در توجه به این امر نشان می‌دهد.

عناصر سمی

برخی از عناصر در سلامت انسان چندان تأثیری ندارند، اما اگر همین عناصر مقدرشان در بدن موجود زنده خیلی کم یا خیلی زیاد شود، مشکلاتی برای سلامتی او به وجود می‌آید.

1H																			2He
3Li	4Be											5B	6C	7N	8O	9F		10Ne	
11Na	12Mg											13Al	14Si	15P	16S	17Cl		18Ar	
19K	20Ca	21Sc	22Ti	23V	24Cr	25Mn	26Fe	27Co	28Ni	29Cu	30Zn	31Ga	32Ge	33As	34Se	35Br		36Kr	
37Rb	38Sr	39Y	40Zr	41Nb	42Mo	43Tc	44Ru	45Rh	46Pd	47Ag	48Cd	49In	50Sn	51Sb	52Te	53I		54Xe	
55Cs	56Ba	57-71	72Hf	73Ta	74W	75Re	76Os	77Ir	78Pt	79Au	80Hg	81Tl	82Pb	83Bi	84Po	85At		86Rn	
87Fr	88Ra	89-103	104Db	105Jc	106Rf	107Bh	108Hn	109Mt	110	111									
		57La	58Ce	59Pr	60Nd	61Pm	62Sm	63Eu	64Gd	65Tb	66Dy	67Ho	68Er	69Tm	70Yb	71Lu			
		89Ac	90Th	91Pa	92U	93Np	94Pu	95Am	96Cm	97Bk	98Cf	99Es	100Fm	101Md	102No	103Lr			

جدول ۱-۵ جدول عناصر سمی

عناصر سنگین سمی عنصری هستند که وجود آنها به مقدار خیلی کم نیز برای سلامتی انسان مضر است. البته لازم به ذکر است که امکان دارد تمام ظرفیت‌های برخی از عناصر بی‌خطر باشند و فقط یکی از ظرفیت‌های آنها سمی و مضر باشد. مثلاً عنصر کروم ظرفیت‌های متفاوتی دارد که تنها ظرفیت ۶ آن برای انسان مضر است و خاصیت سرطان‌زایی دارد. به‌طور کلی مسمومیت و خطر ناشی از عناصر سمی (فلزات سنگین) تحت تأثیر عوامل گوناگونی صورت می‌گیرد:

۱ شکل شیمیایی: به دلیل اثری که بر قابلیت انحلال در آب و در نهایت، تأثیری که بر قابلیت دسترسی بیولوژیک دارد، حائز اهمیت است.

۲ محیط شیمیایی: این عامل می‌تواند سمیت را کاهش یا افزایش دهد. برای مثال، وجود کلسیم اثر سمی بسیاری از عناصر از جمله کادمیم را کمتر می‌سازد. وجود مواد کلوئیدی نیز باعث کاهش تحرک عناصر سنگین در خاک می‌شوند.

۳ اختلاف حساسیت موجود بین افراد و گونه‌ها

چند نمونه از عناصر و تأثیرهای منفی آنها بر سلامت انسان

۱ آرسنیک

چنانچه می‌دانیم، یکی از مهم‌ترین عناصر سنگین و بسیار سمی که تاکنون باعث پدید آمدن مشکلات

بهداشتی فراوانی برای انسان و محیط زیست شده، عنصر آرسنیک است. این عنصر در بیش از ۲۰۰ نوع کانی وجود دارد. این عنصر شیمیایی در سه ظرفیت مختلف صفر یا متالوئید (شبه فلز) ظرفیت ۳ و ظرفیت ۵ وجود دارد. آرسنیک طبیعی معمولاً در ترکیب با گوگرد یا فلزاتی مانند مس، کبالت، سرب، روی و ... یافت می‌شود. آرسنیک به صورت آلی هم توسط میکروارگانیسم‌ها ایجاد می‌شود، اما آرسنیک به شکل معدنی، خطرناک‌تر از نوع آلی آن است. آرسنیک با ظرفیت ۳ نیز بسیار خطرناک‌تر و سمی‌تر از آرسنیک ظرفیت ۵ است. بسیاری از ترکیبات آرسنیک در آب محلول هستند.

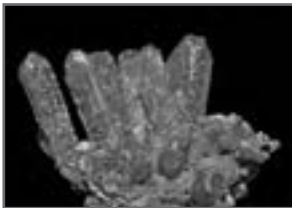
این عنصر در اکوسیستم‌های آبی از منابع کشاورزی (علف‌کش‌های آلی) یا از سوخت‌های فسیلی و صنعتی ناشی می‌شود. به‌طور کلی آرسنیک در خاک بیشتر از سنگ‌ها و در سنگ‌ها بیشتر از آب‌هاست. آرسنیک محلول در آب، به‌دلیل اینکه به راحتی می‌تواند از طریق زنجیره غذایی وارد بدن موجود زنده شود، مهم‌تر و خطرناک‌تر است.

جدول ۲-۵ مقدار آرسنیک در مواد

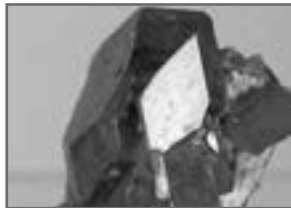
خاک	آهک		شیل	بازالت	گرانیت
۶	۱		۱۳	۱/۵	۱/۵
ماهی‌های دریا	استخوان	ماهیچه پستانداران	گیاهان خشکی	آب شیرین	آب دریا
۰/۲-۱۰	۰/۰۸-۱/۶	۰/۰۰۷-۰/۰۹	۰/۲-۷	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۳۷

توجه : واحد ارائه شده در جدول میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک است.

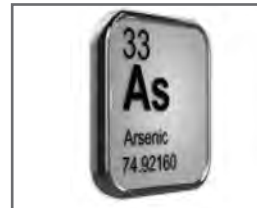
«سازمان بهداشت جهانی» (WHO) حداکثر میزان روزانه جذب آرسنیک را 130 ppb پیشنهاد می‌کند. حد مجاز این عنصر در آب آشامیدنی براساس آخرین استانداردهای ارائه شده 20 ppb است.



(ب) کانی اورپیمان (As_2S_3)



(ب) کانی رالگار (AsS)



(الف) آرسنیک



الف) شاخی شدن کف پا



ب) خشکی دست و پا



پ) لکه‌های پوستی

آرسنیک سبب بروز ضعف عمومی در عضلات، کاهش اشتها، تهوع، التهاب غشاهای مخاطی چشم، بینی و حنجره، و همچنین ضایعات پوستی «کراتوسیس» (سخت شدن و شاخی شدن کف دست و پا) می‌شود. تومورهای بدخیم و تظاهرات عصبی نیز در اثر قرارگیری در معرض آرسنیک مشاهده می‌شوند. البته در بعضی موارد از داروهای دارای آرسنیک به منظور درمان بی‌اشتهایی، اختلالات تغذیه، بیماری‌های عصبی و روماتسمی، دیابت و اختلالات سلول‌های خونی استفاده می‌شود.

۲ کادمیم

عنصری فلزی سنگین و بسیار سمی است و همانند آرسنیک، جیوه و سرب هیچ‌گونه نقش بیولوژیکی مفیدی در بدن انسان ندارد. کادمیم همانند سرب ماده‌ای معدنی به‌شمار می‌رود و به دنبال پاره‌ای از فعالیت‌های صنعتی و استخراج معدنی مانند سرب و روی، وارد هوا و غذا می‌شود و محیط زیست را به شکل گسترده‌ای آلوده می‌کند. به دلیل اینکه کادمیم عنصری گوگرد دوست است، غالباً به شکل ترکیب با گوگرد دیده می‌شود.

کادمیم به دنبال فرسایش خاک، سنگ بستر و نیز از طریق ته‌نشست آلودگی‌های ناشی از کارخانه‌های صنعتی و برخی کودهای کشاورزی وارد محیط‌زیست می‌شود. سپس از طریق ذخیره شدن در اندام گیاهانی مانند گندم و برنج و همچنین جایگزینی توسط روی می‌تواند وارد بدن انسان شود.

سازمان بهداشت جهانی حداکثر میزان روزانه قابل تحمل کادمیم در بدن انسان را 60 ppm تعیین کرده

است.

جذب و تمرکز بیش از حد کادمیم در بدن جانوران و انسان موجب بروز ناراحتی‌هایی همچون خستگی، نرمی استخوان، درد استخوان، (بیماری ایتای ایتای)^۱ برونشیت، تخریب کلیه، افزایش فشار خون و سخت شدن رگ‌ها می‌شود.

۳ جیوه

جیوه فلزی نقره‌ای رنگ است که در طبیعت به صورت جامد، مایع و گاز وجود دارد. این فلز در دمای معمولی اتاق به حالت مایع است و در سنگ‌های آذرین به وفور یافت می‌شود. در سنگ‌های آتشفشانی و چشمه‌های معدنی نیز یافت می‌شود. در اکوسیستم‌های آبی، به دلیل تراکم بالای زنجیره غذایی و در دسترس بودن این عنصر برای ورود به بدن موجودات، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

افرادی که از غذاهای دریایی آلوده به جیوه استفاده می‌کنند، بیشتر در معرض مسمومیت قرار دارند. سلنیم می‌تواند تا حدودی سمی بودن جیوه را برای ماهی‌ها و موجوداتی که از آن تغذیه می‌کنند، کاهش دهد. «سازمان بهداشت جهانی» و «سازمان خواربار جهانی» (FAO) حد مجاز قرار گرفتن در معرض جیوه را $5-1/5$ ppm تعیین کرده است.

جیوه روی سیستم عصبی (مغز، نخاع و به ویژه مخچه) آثار زیانباری دارد. بیماری میناماتا^۲ «رقص گربه‌ها» به علاوه روی سیستم عصبی در حال تکامل جنین و کودکان خردسال نیز نقش تخریب‌کننده دارد.



جیوه

۴ فلوتور

در اوایل قرن نوزدهم برای اولین بار فلوتور در بدن حیوانات کشف شد. اگر چه نقش فلوتور در کنترل پوسیدگی دندان مدت‌ها است که شناخته شده، ولی فقط در چند سال اخیر به ضرورت این عنصر پی برده است. مقادیر نادری از این عنصر در بافت‌های بدن انسان بخصوص در استخوان‌ها و دندان‌ها، غده تیروئید و پوست نیز وجود دارد.

۱- itai itai

۲- part per million (واحد در میلیون)

۳- Minamata

ضرورت وجود مقادیر کمی از فلئور به منظور محافظت از دندان‌ها در برابر پوسیدگی به خوبی روشن شده است. توجه به نقش غذایی فلئور در سال ۱۹۳۱ شروع شد و این زمانی بود که مشخص شد که در افرادی که از آب فلئوردار استفاده می‌کنند پوسیدگی دندان یا کم است و یا اصلاً وجود ندارد ولی در عوض دندان‌هایشان دارای لکه‌های قهوه‌ای رنگ می‌باشد.

در سال ۱۹۴۲ ارتباط بین فلئور در آب و میزان پوسیدگی دندان معلوم شده و نشان داد که آبی که حاوی یک قسمت در میلیون، فلئور باشد سبب می‌شود که پوسیدگی دندان در حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد کاهش یابد و اثری از لکه‌های قهوه‌ای نیز مشاهده نشود.

در برخی از کشورهای پیشرفته شروع پوسیدگی دندان در ۲۰ - ۱۵ سالگی، به علت فلئور کردن آب آشامیدنی ۵۰٪ یا استفاده از خمیردندان با فلئور بالا کاهش یافته است.

مسمومیت ناشی از فلئور: میزان زیاد فلئور همراه با لکه‌دار شدن استخوان، باقی ماندن کلسیم زیاد و اختلال در تشکیل بافت پیوندی بوده است. این اثرات در شرایط کمبود ویتامین C، پروتئین و کلسیم تشدید می‌گردد. معمولاً تجمع لکه‌ها بیشتر بر روی دندان‌های پیشین آرواره بالا بیشتر می‌شود.

۵ سلنیم

یک ماده معدنی ضروری که نقش ساختاری و آنزیمی در بدن ایفا می‌کند. این ماده یک آنتی‌اکسیدان و کاتالیزور مشهور برای تولید هورمون فعال تیروئید است.

دستگاه ایمنی برای عملکرد مناسب خود به سلنیم نیاز دارد کمبود این ماده ممکن است خطر ابتلا به بیماری‌هایی نظیر سرطان و روماتیسم مفصلی را افزایش دهد، مصرف مکمل‌های خوراکی سلنیم ممکن است خطر ابتلا به سرطان را کاهش دهد.

علائم کمبود سلنیم: ضعف دستگاه ایمنی، خستگی، تغییر رنگ ناخن‌ها و ریزش موها، کم‌کاری تیروئید، ناباروری.

عامل اصلی بیماری کیشان، کمبود سلنیم در رژیم غذایی است، این بیماری از انواع مهلک نارسایی ماهیچه قلب است. برخی شواهد نشان می‌دهد مصرف ۲/۰ میلی‌گرم سلنیم در هر روز می‌تواند به درمان برخی بیماری‌ها مفید باشد. ولی این احتمال وجود دارد که این اندازه مصرف در طولانی مدت به افزایش خطر ابتلا به دیابت منجر شود.

۶ روی

این عنصر فعالیت‌های زیادی را در بدن انجام می‌دهد از عملکرد سلول‌ها حمایت می‌کند و به حدود ۱۰۰ آنزیم کمک می‌کند. روی یا همان زینک Zinc در بدن نقش‌های مهمی دارد از جمله: افزایش عملکرد سیستم ایمنی، کمک به تقسیم سلولی، حفظ حس بویایی و چشایی و تقویت بهبود زخم. این ماده معدنی

برای زنان باردار و نیز رشد کودکان ضروری است. کمبود روی با عوارض و علائم از جمله: از دست دادن اشتها، رشد کند و نامطلوب در کودکان، عملکرد ضعیف سیستم ایمنی همراه است.

۷ ید

اولین عنصری است که ضرورت وجود آن برای انسان شناسایی شد و بیماری «گواتر» نخستین بیماری بود که با ژئوشیمی محیط زیست مرتبط شد. در این بیماری به دلیل کمبود ید غده تیروئید مجبور می‌شود به به شدت فعالیت کند تا از حداقل ید موجود استفاده کند و در نتیجه بسیار بزرگ می‌شود. ید مورد نیاز انسان حدود 120 ppb در روز است که بیشتر از طریق محصولات کشاورزی (میوه‌ها و سبزی‌ها) و غذاهای دریایی آن را به دست می‌آورد.

۸ کروم

از عناصر اصلی که برای سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها مورد نیاز است. کروم از طریق افزایش اتصال انسولین به سلول‌ها و نیز تعدد پذیرنده‌های انسولینی باعث افزایش حساسیت انسولین می‌شود. مصرف ناکافی کروم باعث افزایش عوامل خطرزا در ارتباط با انواع دیابت و بیماری‌های قلبی و عروقی و نیز باعث اختلال در سیستم دفاعی بدن می‌شود.

۹ سرب

سطوح بالای سرب در کودکان منجر به بیش‌فعالی، عدم اشتها، مشکلات رفتاری و ناتوانی در یادگیری می‌شود. البته سرب برای بزرگسالان نیز سمی است و سطوح بالای سرب منجر به بیماری‌های مغزی و عصبی، مشکلات معده و کلیه، فشارخون بالا، ضعف، سردرد و مشکلات عضلانی در آنها می‌شود.

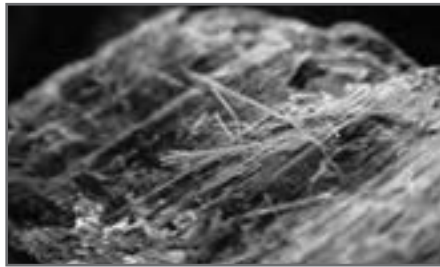
غبارهای زمین‌زاد

حد استاندارد ذرات معلق برای سلامت انسان

بر اساس تحقیقات پژوهشگران، برای هر آلاینده یک حد مجاز و یا حد استاندارد تعیین می‌شود. در مورد ذرات معلق کمتر از 10 میکرون تعریف شده است و حد استاندارد آلاینده ذرات معلق کمتر از $2/5$ میکرون است و منظور این است که اگر متوسط غلظت این آلاینده‌ها در طول شبانه روز (۲۴ ساعت) کمتر از این مقدار باشد، به لحاظ آلاینده مورد نظر هوا سالم است و اگر بیش از آن بود، بسته به میزان غلظت، هوا در شرایط ناسالم برای گروه‌های حساس، ناسالم، بسیار ناسالم و یا خطرناک قرار دارد (در فصل سوم کتاب انسان و محیط‌زیست به طور کامل توضیح داده شده است).

مسئله آزیست

آزیست از جمله کانی‌های خطرناکی است که اثرات زیست‌محیطی ناگواری به همراه دارند. تاریخچه شناخت و استفاده از آزیست به ۲۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح می‌رسد. در ایران هم در دوره هخامنشی استفاده از پارچه‌هایی که جنس آنها از آزیست بوده، گزارش شده است. در کتاب علوم با کانی آزیست و تأثیر آن بر سلامت انسان آشنا شدید. در مورد استفاده از آزیست (پنبه‌نسوز*) در ساخت وسایل مختلفی مانند لنت ترمز،... و اثرات آن، مطالبی جمع‌آوری و در کلاس بحث کنید.



آزیست

آزیست در طبیعت به صورت بسته‌ها یا باندهای فیبری یافت می‌شود و حتی می‌تواند به صورت رشته‌های نازک و باریک جدا شود. این رشته‌های باریک دارای قابلیت انعطاف و تجزیه‌ناپذیرند. آزیست معمولاً در منابع آب خانگی یافت می‌شود که یکی از دلایل آن به کارگیری لوله‌های آزیستی در سیستم آبرسانی شهری است. استفاده دیگر از آن در تهیه لنت ترمز ماشین‌ها و لباس آتش‌نشان‌ها است.

در بسیاری موارد، مواد غذایی آلوده به ذرات معلق، گرد و غبار و یا خاک به طور یقین دارای رشته‌های آزیستی هستند. علاوه بر آن، آزیست موجود در مواد غذایی می‌تواند ناشی از مصرف آب و یا استفاده از پودر تالک در تهیه برخی مواد غذایی باشد.

برخی از بیماری‌هایی که در اثر تماس با فیبرهای آزیستی ایجاد می‌شوند، عبارت‌اند از:

■ سرطان ریه (آزیستونیس)

■ سرطان جنب (مزوتیلیوما)

■ سرطان معده

کاربرد کانی‌ها در داروسازی

کانی‌ها کاربردهای زیادی در صنایع دارویی و بهداشتی دارند.

مانند :

تالک در صنایع بهداشتی (پودر بچه) و صنایع آرایشی و بهداشتی

انواع رس در آنتی‌بیوتیک‌ها و قرص‌های مسکن و بهبود زخم معده و...

فلوئوریت در خمیر دندان

تالک و میکاها و رس‌ها در صنایع آرایشی و کرم‌های ضد آفتاب

سرب در تهیه لباس‌های محافظ در هنگام استفاده عکس‌برداری با پرتو X

پاسخ به فعالیت‌ها

گیاهانی را معرفی کنید که می‌توانند عناصر خاصی را در خود متمرکز کنند

پاسخ : نخود، لوبیا و سیر دارای سلنیم، اسفناج دارای آهن و ... است.

■ بررسی کنید که ماهی چه عناصری را در بدن خود متمرکز می‌کند؟

پاسخ : بسیاری از ماهی‌ها حاوی مقادیر متفاوتی از جیوه، سرب و کادمیم هستند.

جمع آوری
اطلاعات
ص ۷۸

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

پاسخ : روش ملقمه کردن طلا با جیوه : ترکیب هر فلز با جیوه را ملقمه گویند. میل ترکیبی

طلا با جیوه زیاد است. برای استخراج طلا از روش ملقمه کردن آن توسط جیوه استفاده

می‌شود که آلودگی گسترده و جبران ناپذیری در محیط زیست برجا می‌گذارد.

برای جداسازی طلا از جیوه حرارت می‌دهیم جیوه تبخیر می‌شود و طلا باقی می‌ماند.

جمع آوری
اطلاعات
ص ۸۱

■ آیا مردم ساکن در مناطق متفاوت یک کشور باید از یک نوع خمیردندان استفاده کنند؟

پاسخ : خیر.

■ در مورد روش‌های مختلف جبران فلوئور، اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس گفت‌وگو

کنید.

پاسخ : استفاده از فلوئور در آب آشامیدنی به اندازه کافی و به کارگیری فلوئور در خمیردندان.

جمع آوری
اطلاعات
ص ۸۱

علت ایجاد هر یک از بیماری‌های مشخص شده در تصویر زیر چیست؟



پاسخ : به ترتیب از سمت راست بالا

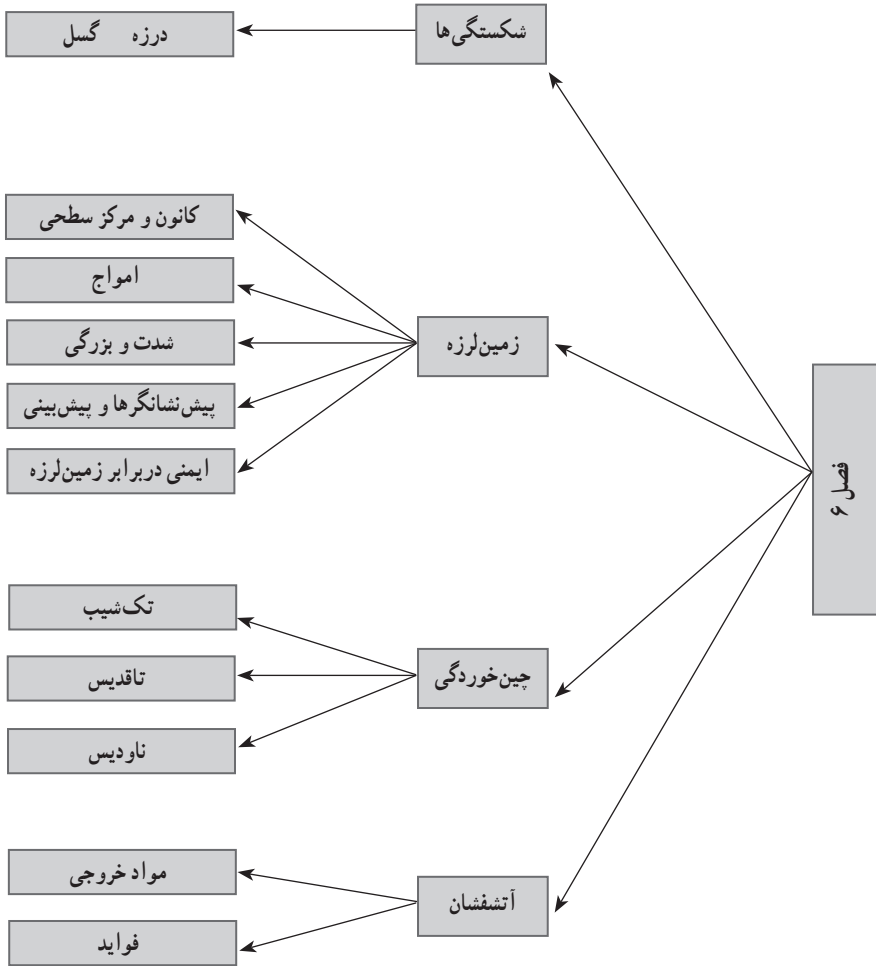
- ۱ آسب مغزی (افزایش جیوه)
- ۲ بیماری سیلیکوسیس (استنشاق گرد و غبار دارای ذرات سیلیس)
- ۳ بیماری خشک شدن و شماخی شدن پوست (افزایش آرسنیک/ کراتوسیس)
- ۴ آسب به کلیه (افزایش کادمیم)
- ۵ بیماری تغییر شکل استخوان‌های مفاصل (افزایش کادمیم) (ایتای ایتای)
- ۶ بیماری کِشان نارسایی ماهیچه قلب (کمبود سلنیم)
- ۷ بیماری شش سیاه (غبار زغال سنگ)
- ۸ بیماری فلورسیس (افزایش فلوئور)

۶

فصل

پویایی زمین





پیامدها و انتظارهای آموزشی (بخشی) از آموزش فعال این فصل

پیامد کلی

شناخت بویایی زمین و جنبه‌های مختلف آن

انتظار می‌رود دانش‌آموزان با درک مفاهیم این فصل و انجام فعالیت‌های آن بتوانند :

- با مفهوم شکستگی و گسل و نحوه تشخیص آنها از یکدیگر آشنا شوند.
- شرایط وقوع زمین لرزه را بشناسند.
- کانون و مرکز سطحی زمین لرزه را تشخیص دهند.
- انواع امواج حاصل از زمین لرزه و ویژگی‌های آن را شناسایی کنند.
- دامنه امواج و بزرگی زمین لرزه را در هر منطقه اندازه‌گیری کنند.
- انواع چین خوردگی را شناسایی کنند.
- با پدیده آتشفشان و پیامدهای آن بیشتر آشنا شوند.

پیامدها و انتظارهای عملکردی

دانش‌آموزان با درک مفاهیم این فصل می‌توانند :

- ماکتی از دره و گسل بسازند.
- نحوه حرکت انواع گسل‌ها را با دست خود یا ماکت نشان دهند.
- اهمیت شناخت زمین‌لرزه در کشورمان را بدانند.
- حل مسائل مربوط به بزرگی لرزه را بدانند.
- با کمک خمیرهای رنگی، انواع چین‌خوردگی‌ها را بسازند.
- هنگام وقوع لرزه بتوانند جان خود و اطرافیان را نجات دهند.
- علاقه‌مند به جمع‌آوری مطالبی از فواید آتشفشان‌ها در کشورمان باشند.

توصیه‌ها و پیشنهادهای آموزشی

توصیه می‌شود در آموزش این فصل از ابزارهای آموزشی مناسب مانند موارد زیر استفاده شود :

استفاده از کتاب درسی، تابلو، گچ سفید و رنگی، چند نمونه ماکت درز و گسل، کره جغرافیایی، پوستر، مدل سازه‌ها و پدیده‌ها، نرم‌افزارهای تعاملی، فیلم، بویانمایی، ماکت ساخت‌های زمین‌شناسی (برای نشان دادن نقش شیب و امتداد)

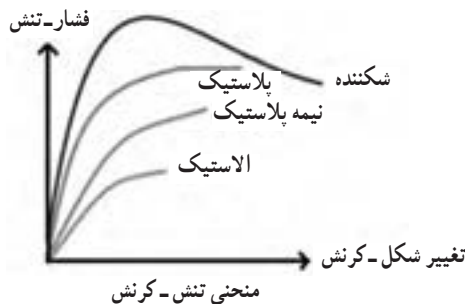
بودجه بندی : چهار جلسه

■ پیش‌دانسته‌ها : مطالبی در کتاب علوم تجربی پایه نهم

دانستنی‌های معلم

مراحل تغییر شکل سنگ‌ها بر اثر تنش : مواد جامد مانند سنگ‌ها بر اثر تنش، تغییر شکل می‌دهند. پس از رفع تنش، ماده تغییر شکل یافته تمایل دارد که به حالت اول بازگردد. نوع و مقدار تغییر شکل و مقدار بازگشت به حالت اول، در مواد مختلف، متفاوت است. تغییر شکل مواد طبیعی در شرایط گوناگون، می‌تواند «کشسان»، «خمیرسان»، «شکننده» و یا ترکیبی از آنها باشد.

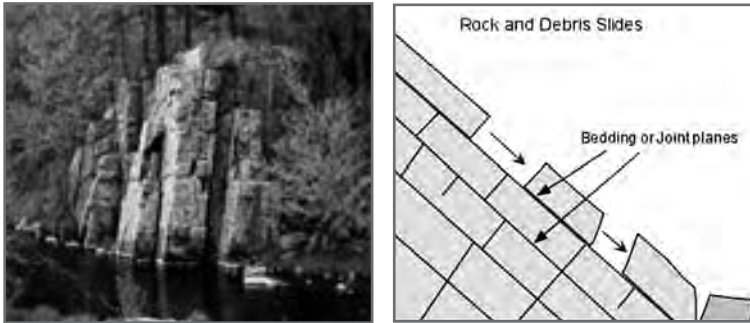
اگر جسمی پس از رفع تنش به حالت اول بازگردد، کشسان یا «الاستیک» نامیده می‌شود (مانند کش). اگر جسمی پس از رفع تنش به حالت اول برنگردد و تغییر شکل را کم و بیش حفظ کند، خمیرسان یا «پلاستیک» نامیده می‌شود (مانند کیسه فریزر کشیده شده). اگر جسمی، تحت تأثیر تنش ناگهانی شکسته شود، شکننده نامیده می‌شود (شکنندگی گچ کلاسی).



با توجه به منحنی تنش - کرنش، وقتی جسمی دچار تنش شود، ابتدا از خود حالت الاستیک یا کشسان نشان می‌دهد. ولی با افزایش تنش به مرحله‌ای می‌رسد که در آن، همه یا قسمتی از تغییر شکل در جسم پایدار می‌ماند (حد کشسانی). از این حد به بعد، پس از رفع تنش، جسم حالت خمیرسان می‌یابد و به طور کامل به حالت اولیه بر نمی‌گردد. با افزایش بیشتر تنش، به مرحله‌ای می‌رسد که در آن، ماده مقاومت خود را از دست می‌دهد و می‌شکند. برای مثال، یک قطعه کیش با کشیدن از حالت اولیه خارج می‌شود، ولی پس از برداشتن تنش به حالت اول بر نمی‌گردد (کشسان). گاهی در اثر کشش زیاد، کیش به حالت اول بر نمی‌گردد (خمیرسان). نمونه‌ای از رفتار خمیرسان را می‌توان در آدامس، خمیر بازی، قیر و ... مشاهده کرد.

شکستگی‌ها

شکستگی‌ها اهمیت زیادی در مطالعات زمین‌شناسی دارند و در سنگ‌ها به دو صورت «درزه» (joint) و «گسل» (fault) دیده می‌شوند. آگاهی از وضعیت درزه‌ها و گسل‌ها در موارد زیر، بسیار اهمیت دارد :



شکستگی

- ✓ در ساختن سازه‌هایی مانند پل، بزرگراه، جاده، سد، تونل و ...
- ✓ در تجمع آب‌های زیرزمینی.
- ✓ در تشکیل کانسارهای گرمابی (قرار گرفتن رگه‌های معدنی حاصل از محلول‌های گرمابی، در شکستگی‌ها).

درزه

نوعی شکستگی است که سنگ‌های اطراف شکستگی، نسبت به هم جابه‌جایی واضحی نداشته باشند. درزه‌ها را از جهات متفاوت تقسیم‌بندی می‌کنند. اگر موقعیت صفحه درزه را نسبت به سطح افق در نظر بگیریم، می‌توان درزه‌ها را به انواع قائم، افقی و مایل تقسیم‌بندی کرد.

■ آموختید که شکستگی‌ها به دو دسته درزه و گسل تقسیم می‌شوند. تفاوت و تشابه درزه و گسل را بیان کنید.

پاسخ: هر دو شکستگی هستند، ولی درزه‌ها، بدون جابه‌جایی محسوس و در گسل‌ها با جابه‌جایی و لغزش سنگ‌ها همراه است.

انواع گسل

۱ اگر سطح گسل قائم یا نزدیک به قائم باشد، گسل قائم نامیده می‌شود.



یک گسل عادی

۲ در صورتی که سطح گسل مایل باشد و فرادیواره نسبت به فرو دیواره به سمت پایین حرکت کرده باشد، یا فرادیواره نسبت به فرادیواره به سمت بالا حرکت کرده باشد، گسل را عادی (نرمال) می‌گویند. (مانند گسل‌های مجاور شکاف وسط اقیانوس اطلس و بستر دریای سرخ).



گسل معکوس

در گسل‌هایی که سطح گسل مایل است، اگر فرادیواره نسبت به فرو دیواره، به سمت بالا حرکت کرده باشد، یا فرو دیواره نسبت به فرادیواره، به سمت پایین حرکت کرده باشد، گسل را (برحسب زاویهٔ شیب)، «رانده» یا «معکوس» می‌گویند. گسلی را معکوس می‌نامند که شیب آن بیش از ۴۵ درجه باشد.

رانندگی (Trust fault)

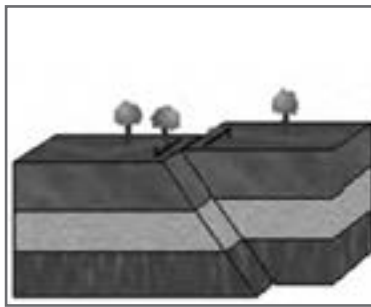
گسل معکوسی را که شیب آن کمتر از ۴۵ درجه و بیشتر از ۱۰ درجه باشد، رانندگی گویند.

۳ اگر در گسل‌های رانده، مقدار جابه‌جایی بیش از یک کیلومتر و زاویهٔ سطح گسل، کمتر از ۱۰ درجه باشد، گسل را «رورانده» یا «رورانندگی» (overthrust fault) می‌نامند (مانند گسل زاگرس).

۴ گاهی بر اثر تنش برشی، لغزش سنگ‌ها در امتداد سطح گسل اتفاق می‌افتد. در این صورت گسل را «امتداد لغز» (strick slip fault) می‌گویند (مانند گسل کوشک نصرت در ایران یا گسل سن آندریاس در آمریکا).



ب) گسل امتداد لغز سن آندریاس



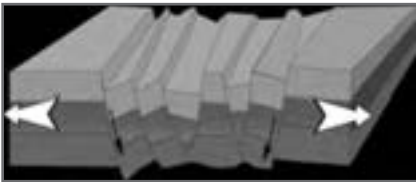
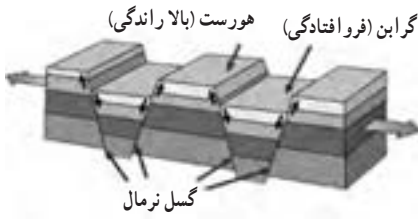
ب) طرح سادهٔ یک گسل امتداد لغز



الف) گسل امتداد لغز در طبیعت



گسل و چین



ساخت‌های بالا راندگی و فروافتادگی (هورست و گرابن)

۵ چین و گسل : گاهی در یک منطقه، نیروهای فشاری در سنگ‌هایی با جنس و مقاومت متفاوت، سبب تشکیل چین و گسل در کنار هم می‌شوند.

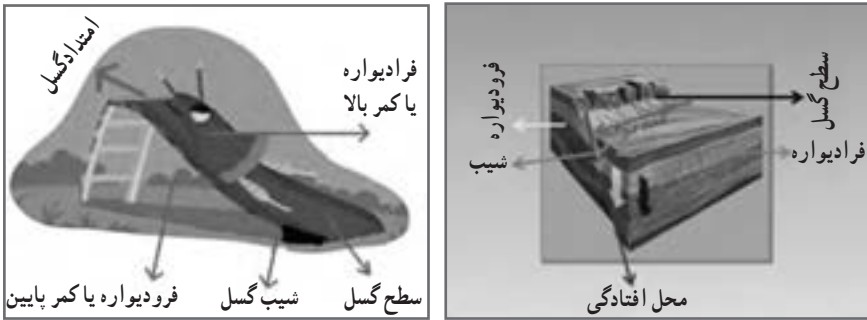
بالا راندگی (Horst) و فروافتادگی (Graben)

در بخش‌هایی از پوسته زمین که تحت تأثیر تنش کششی یا فشاری قرار می‌گیرند، ممکن است تعدادی گسل عادی یا معکوس ایجاد شود و به این ترتیب، بخش‌هایی از پوسته، پایین بیفتند و ساختی به نام فروافتادگی را تشکیل دهد و بخش‌هایی بالا رود و ساختی به نام بالا راندگی را به وجود آورد.

شبیه‌سازی گسل

سرسره، یکی از وسایلی است که در اکثر پارک‌ها دیده می‌شود و با کودکی ما عجین شده است. کودکی که روی سرسره به سمت پایین حرکت می‌کند، دبیر زمین‌شناسی را به یاد گسل عادی می‌اندازد. بچه‌های پراثری که از پایین سرسره به سمت بالا حرکت می‌کنند، گسل معکوس را تداعی می‌کنند. با مقایسه و شبیه‌سازی می‌توان بخش‌های متفاوت گسل را با سرسره و کودک همانندسازی کرد. برای مثال، سطح

سرسره را می‌توان به سطح گسل، کودک را به فرا دیواره و سرسره را به فرو دیواره تشبیه کرد. در دو شکل زیر می‌توان شبیه‌سازی گسل عادی و اجزای آن را مشاهده کرد. البته می‌توان به دانش‌آموزان یادآوری کرد که فرادیواره و فرودیواره هر دو می‌توانند در گسل‌های عادی و معکوس حرکت داشته باشند. متحرک کردن سرسره در ذهن می‌تواند مفهوم علمی گسل را به‌طور کامل منتقل کند.



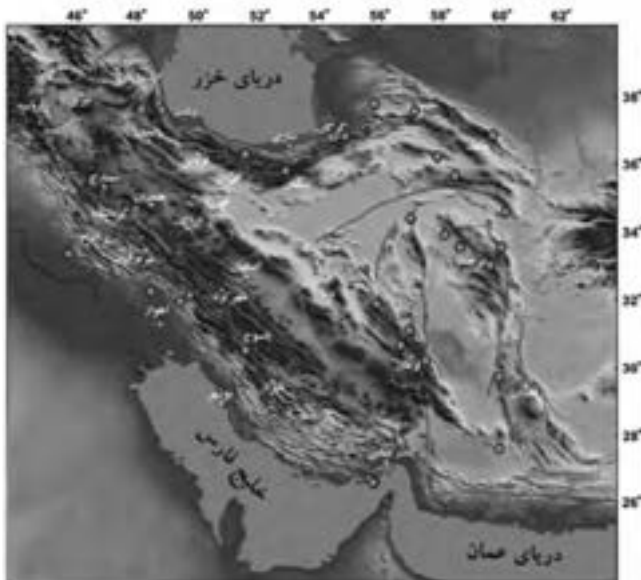
شبیه‌سازی گسل‌ها و محیط زندگی

نقشه خطر زمین لرزه در قسمت‌های متفاوت ایران

■ چه ارتباطی بین زمین لرزه‌ها با گسل‌ها دیده می‌شود؟

بیشتر زمین لرزه‌ها بر امتداد گسل‌ها منطبق هستند. گسل‌ها، مکان‌های مناسبی برای خروج انرژی زمین لرزه‌ها

هستند.



زمین لرزه

مطالعه زمین لرزه‌ها بسیار گسترده است. بررسی ویژگی‌های امواج و چگونگی به کارگیری امواج زمین لرزه‌های طبیعی و مصنوعی، در محدوده دانش لرزه‌شناسی قرار می‌گیرد. علم ژئوفیزیک و دانش لرزه‌شناسی، کمک زیادی به زمین‌شناسان در شناخت ساختمان درونی زمین، مانند حالت، ضخامت، چگالی و جنس سنگ‌ها می‌کند. اکثر زمین لرزه‌های دنیا در حاشیه ورقه‌های «لیتوسفر» رخ می‌دهند. زیرا این نقاط محل ضعف ورقه‌ها برای آزاد شدن انرژی هستند.

مثلاً زمین لرزه: با حرکت ورقه‌های سنگ کره، مقدار زیادی نیروی ذخیره داخل سنگ جابه‌جا می‌شود. تا هنگامی که انرژی حاصل از این نیروها از مقاومت الاستیکی سنگ کمتر باشد، موجب تغییر شکل آن می‌شود. در صورتی که انرژی ذخیره شده از آستانه مقاومت الاستیکی سنگ تجاوز کند، سنگ می‌شکند و انرژی ذخیره شده در آن آزاد می‌شود. انرژی آزاد شده به صورت امواج لرزه‌ای در تمام جهات انتشار می‌یابد و زلزله به وجود می‌آید. زلزله، سبب لرزش و تخریب بناها، ریزش کوه‌ها، ایجاد شکستگی‌های عمیق، امواج بزرگ در دریاها (سونامی)، افزایش طول گسل‌ها و ... می‌شود.

گروه لرزه‌ها عبارت‌اند از:

۱ پیش لرزه: لرزه‌های خفیف و هشدار دهنده قبل از لرزش اصلی هستند.

۲ لرزش اصلی: حرکات و لرزه‌های شدید در حین لرزش اصلی زلزله هستند. (انرژی اصلی زلزله در این لرزه آزاد می‌شود).

۳ پس لرزه: لرزه‌های خفیف و متعادل کننده بعد از لرزش اصلی هستند (باقی‌مانده انرژی آزاد می‌شود).

کانون زمین لرزه: محلی درون زمین است که انرژی ذخیره شده از آنجا آزاد می‌شود. کانون زمین لرزه می‌تواند در عمق کمتر از ۷۰ کیلومتر تا ۷۰۰ کیلومتر اتفاق بیفتد. البته در پژوهش‌های اخیر، امواج زلزله‌هایی با عمق بیشتر ثبت شده است.

مرکز سطحی زمین لرزه: نقطه‌ای در سطح زمین که درست بالای کانون زمین لرزه قرار دارد. این مرکز، کمترین فاصله را از کانون زمین لرزه دارد. مرکز سطحی زمین لرزه می‌تواند نقطه‌ای روی خشکی، در بستر دریا و یا هر نقطه زلزله خیزی باشد.

زمین لرزه‌ها از نظر عمق کانون در سه گروه قرار دارند:

۱ کم عمق: کانون این زمین لرزه‌ها در اعماق کمتر از ۷۰ کیلومتری زمین است. این زمین لرزه‌ها که بیشتر در محل برخورد ورقه‌های قاره‌ای دیده می‌شوند، فراوان هستند، مانند زمین لرزه‌های ایران.

۲ عمق متوسط: کانون این زمین لرزه‌ها در عمق ۷۰ تا ۳۰۰ کیلومتری زمین است. این نوع لرزه‌ها

بیشتر در محل برخورد ورقه‌های اقیانوسی و قاره‌ای دیده می‌شوند؛ مانند زمین لرزه‌های شرق کشور شیلی (زمین‌لرزه‌های غرب آن عمق کمی دارند).

۳ عمیق: کانون این زمین لرزه‌ها در عمق بیش از ۳۰۰ تا ۷۰۰ کیلومتری زمین است و در محل برخورد ورقه‌های اقیانوسی - اقیانوسی دیده می‌شوند. زمین لرزه‌های غرب اقیانوس آرام، مانند زمین لرزه‌های ژاپن در این گروه جای می‌گیرند. (لازم به یادآوری است که در محل فرورائش، انواع زمین لرزه‌های کم عمق تا عمیق دیده می‌شوند.)

در پژوهش‌های اخیر، زمین لرزه‌هایی با عمق بیشتر از ۷۰۰ کیلومتر گزارش شده‌اند که جای تأمل دارد.

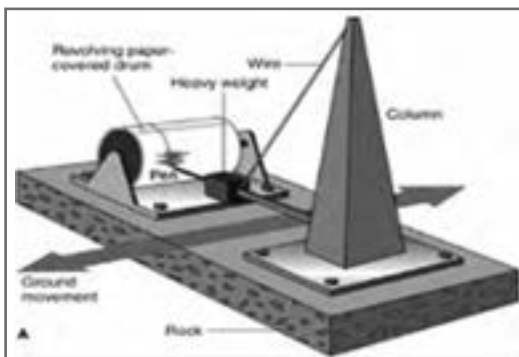
ثبات امواج زمین لرزه

امواج حاصل از یک زمین لرزه، توسط دستگاه‌های لرزه‌نگار ثبت می‌شود. این دستگاه‌ها در ایستگاه‌های لرزه‌نگاری قرار دارند. دستگاه لرزه‌نگار با نگاه ساده از یک وزنه، استوانهٔ دوار و بدنه تشکیل شده است. هنگام برخورد امواج زمین لرزه با دستگاه لرزه‌نگار، وزنه سنگین آن مانند آونگ فوکو، تا حدود زیادی ثابت می‌ماند و از حرکات زمین پیروی نمی‌کند. سایر قسمت‌های دستگاه شامل: بدنه، استوانهٔ دوار و رشته‌های نگهدارندهٔ وزنه که در ارتباط با زمین هستند، به حرکت در می‌آیند. به این ترتیب، امواج زمین لرزه، توسط وزنهٔ ثابت روی کاغذ، فیلم یا نوار مغناطیسی ثبت می‌شود.

دستگاه لرزه‌نگار افقی: کار این دستگاه، ثبت امواج افقی (شمالی - جنوبی و شرقی - غربی) است.

اجزا عبارت‌اند از:

۱ وزنه سنگین که توسط رشته‌های نگهدارنده، به بدنه متصل است. هنگام زمین لرزه، ارتعاش بدنه موجب ارتعاش رشته‌های نگهدارندهٔ وزنه می‌شود ولی این ارتعاش، موجب حرکت وزنه سنگین نخواهد شد.

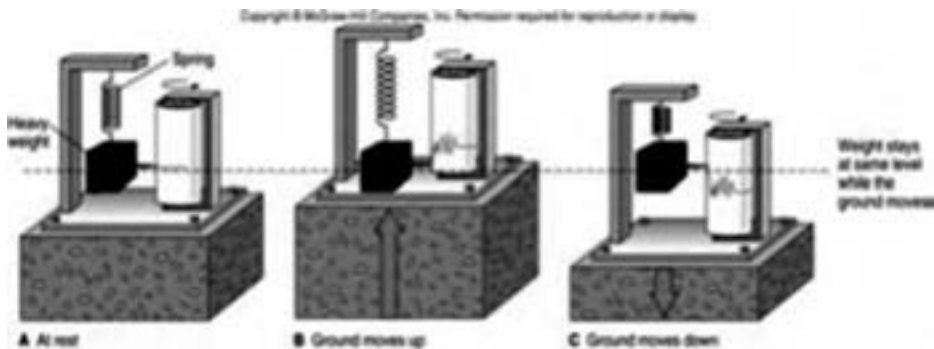


لرزه‌نگار افقی

۲ استوانهٔ دوار، که به صورت افقی توسط بدنه به زمین متصل و دارای دو حرکت است. استوانه به دور محور خود با سرعت ثابت می‌چرخد. این حرکت سبب می‌شود که امواج حاصل از زمین لرزه، روی کاغذ رول ثبت شود.

۳ بدنه که از جنس‌های متفاوت، مانند چدن ساخته شود.

دستگاه لرزه‌نگار قائم : ثبت امواج عمودی را برعهده دارد. وزنه سنگین به جای رشته‌های نگهدارنده به فنر متصل است. هنگام لرزه، ارتعاشات قائم به بدنه دستگاه منتقل می‌شوند و فنر، با باز و بسته شدن، موجب ثابت ماندن موقعیت وزنه می‌شود. در این لرزه‌نگار، استوانه دوار به حالت قائم، توسط بدنه دستگاه به زمین متصل است و ارتعاشات قائم، توسط وزنه ثابت بر روی استوانه ثبت می‌شود. استوانه قائم نیز مانند استوانه دوار در لرزه‌نگار افقی، با حرکت به دور محور خود، سبب می‌شود که امواج زمین لرزه روی هم ثبت نشوند.



لرزه‌نگار قائم

در یک ایستگاه لرزه‌شناسی، حداقل سه دستگاه لرزه‌نگار وجود دارد. یک لرزه‌نگار قائم که ارتعاشات عمودی را ثبت می‌کند و دو لرزه‌نگار افقی که یکی ارتعاشات شمالی - جنوبی و دیگری ارتعاشات شرقی - غربی را ثبت می‌کند.

مشخصات زمین لرزه

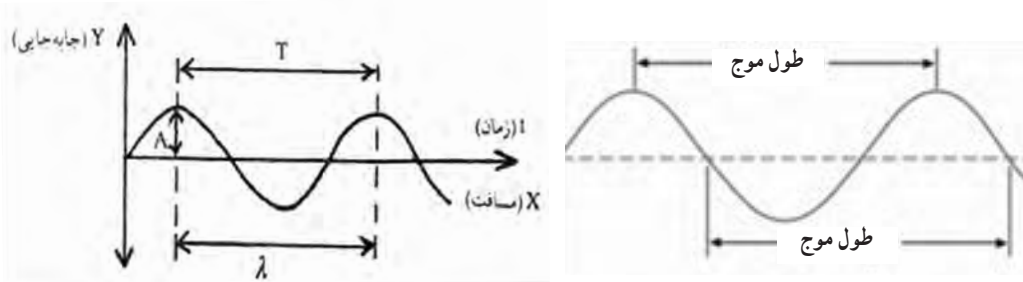
مشخصات یک زمین لرزه مانند: مرکز سطحی، زمان وقوع زمین لرزه و عمق کانون را، می‌توان با یافته‌های حاصل از چند ایستگاه لرزه‌شناسی محاسبه کرد.

مشخصات امواج زمین لرزه

امواج حاصل از یک زمین لرزه ممکن است از نظر سرعت، دامنه، طول موج و دوره تناوب با یکدیگر متفاوت باشند. مشخصات یک موج به شرح زیر است:

طول موج λ : فاصله بین دو نقطه از موج که در طول آن تکرار می‌شود. (فاصله دو برآمدگی یا دو فرورفتگی).

دوره تناوب T : زمان لازم برای یک ارتعاش کامل موج است.
 سرعت موج: مسافتی که در یک ثانیه طی می‌کند.
 ارتفاع موج: فاصله عمودی بین بالاترین و پایین‌ترین نقطه موج را گویند.
 دامنه موج: نصف کل جابه‌جایی قائم موج (نصف ارتفاع موج) را تشکیل می‌دهد.

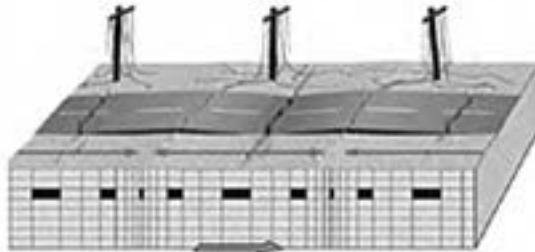
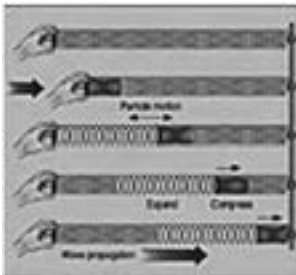


بخش‌های متفاوت یک موج

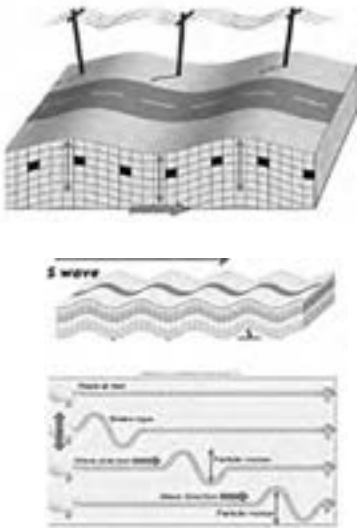
امواج لرزه‌ای

امواج درونی: این امواج در کانون زمین لرزه ایجاد و داخل زمین منتشر می‌شوند و شامل امواج p و s می‌باشند.

امواج p (اولیه و طولی): امواج p بیشترین سرعت را دارند، به همین دلیل اولین امواجی هستند که توسط گیرنده‌های زمین لرزه ثبت می‌شوند. این امواج، از محیط‌های جامد، مایع و گاز می‌گذرند، ولی سرعت آنها در محیط‌های مختلف، متفاوت است. علت سرعت بالای امواج p آن است که راستای ارتعاش ذرات، در امتداد انتشار آن است (مانند امواج صوتی). امواج p باعث تغییر حجم اجسام می‌شوند.



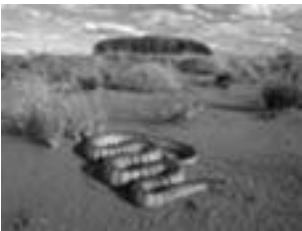
موج P : این امواج زمین را باز و بسته می‌کنند و سبب شکستگی در آن می‌شوند.



موج S: این امواج سبب بالا و پایین رفتن زمین و اختلاف سطح می شوند.

امواج S (ثانویه و عرضی): این امواج بعد از امواج P توسط گیرنده‌های زلزله ثبت می‌شوند. سرعت امواج S، در مقایسه با امواج P کمتر است، زیرا امواج S حرکتی سینوسی دارند (نظیر نور یا امواج الکترو مغناطیس). به عبارت دیگر، امتداد ارتعاش ذرات، عمود بر راستای انتشار موج است. این امواج، سبب تغییر شکل اجسام می‌شوند.

امواج S فقط از محیط‌های جامد عبور می‌کنند. دامنه آنها، بزرگ‌تر از دامنه امواج P است. عملکرد این امواج هنگام زمین‌لرزه، لرزش بناها و سازه‌ها است.

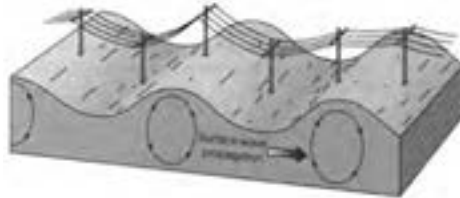
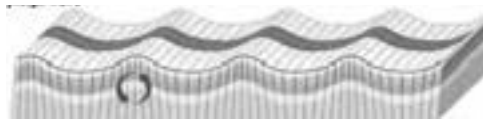


موج لاو: امواجی هستند که زمین را به سمت چپ و راست حرکت می‌دهند.

امواج سطحی: بر اثر برخورد امواج درونی با فصل مشترک لایه‌ها و سطح زمین ایجاد می‌شوند و سپس در سطح زمین یا سطح ناپیوستگی زیرزمینی یا سطح آب منتشر می‌شوند. بنابراین، در محیط‌های همگن و بدون لایه ایجاد نمی‌شوند. امواج سطحی، شکل‌های گوناگونی دارند ولی، متداول‌ترین آنها امواج لاو و ریلی هستند.

امواج لاو یا L: سومین امواجی هستند که توسط گیرنده‌های زمین‌لرزه ثبت می‌شوند. حرکت آنها، شبیه امواج S است. به این معنی که در هر دو موج، راستای ارتعاش ذرات، عمود بر انتشار موج است. ولی تفاوت آنها در این است که، در امواج S، راستای ارتعاش ذرات عمود بر سطح زمین است، ولی در امواج L، راستای ارتعاش ذرات، به موازات سطح زمین است.

امواج ریلی R: آخرین امواجی که توسط گیرنده‌های زمین‌لرزه ثبت می‌شوند، امواج ریلی نامیده می‌شوند. این امواج، نسبت به سایر امواج زمین‌لرزه، حرکتی متفاوت دارند. به این ترتیب که حرکت آنها شبیه امواج دریا است. در امواج دریا، جهت حرکت ذرات دورانی و در جهت انتشار موج است. در حالی که در امواج R، حرکت دورانی در خلاف جهت انتشار موج است. در هنگام زمین‌لرزه، خروج ریشه درختان از خاک را می‌توان از عملکرد این امواج دانست.



امواج ریلی R: حرکت دورانی در امواج ریلی و شباهت آن به حرکت امواج دریا

دامنه امواج سطحی در سطح یا نزدیک به سطح زمین حداکثر است و با افزایش عمق، کاهش می‌یابد. بنابراین زمین‌لرزه‌های کم عمق، دارای امواج سطحی بزرگی هستند. در حالی که زمین‌لرزه‌های عمیق‌تر (عمق بیشتر از ۱۰ کیلومتر) امواج سطحی ضعیفی دارند. به این ترتیب در نگاه اول می‌توان زمین‌لرزه‌های کم عمق را از عمیق تشخیص داد.

❶ مرکالی (واحد اندازه‌گیری شدت زمین‌لرزه)

در گذشته، زمین‌لرزه‌ها را بر اساس میزان خرابی‌ها در هر محل ارزیابی می‌کردند. به این ترتیب، مقیاسی

از میزان خرابی‌ها به دست می‌آوردند که این مقیاس را «شدت زمین لرزه» می‌گویند. مقیاس مرکالی در سال ۱۹۰۲ توسط مرکالی (زمین لرزه‌شناس ایتالیایی) معرفی شد و دارای ۱۲ درجه است. این مقیاس در سال ۱۹۳۱، به وسیله دو زمین لرزه‌شناس، اصلاح شد که هم اکنون به مقیاس اصلاح شده شدت مرکالی معروف است.

شدت زمین لرزه، به میزان خرابی‌های حاصل از آن بستگی دارد. هر چه از مرکز زمین لرزه دورتر می‌شویم، مقدار انرژی دریافت شده از سطح زمین کمتر و آثار خرابی آن یعنی شدت زلزله نیز کاهش می‌یابد. بنابراین شدت زمین لرزه، یک مقیاس مشاهده‌ای و غیر دستگاهی و فاقد مبنای ریاضی است. شدت زمین لرزه، در نقاط مختلف، با عددهای متفاوت نشان داده می‌شود، به همین دلیل هنگام بیان شدت زمین لرزه، اسم محل آن نیز ذکر می‌شود.

در این مقیاس، برای تعیین مرکز سطحی زمین لرزه، پس از وقوع هر زمین لرزه، نقشه‌ای تهیه می‌کنند و نقاطی را که خسارات یکسانی دیده‌اند، به وسیله خطوطی به یکدیگر وصل می‌کنند. به این ترتیب منحنی‌هایی به دست می‌آیند که به آنها «منحنی‌های هم لرزه» می‌گویند. محلی که با حداکثر خسارات مشخص می‌شود، همان مرکز سطحی یا بیرونی زمین لرزه است. بنابراین، در مقیاس مرکالی، زمین لرزه به صورت کیفی سنجیده می‌شود و با عدد و رقم بیان نمی‌شود.

۲ ریشتر (واحد اندازه‌گیری بزرگی زمین لرزه)

«ریشتر»، نام واحد اندازه‌گیری بزرگی زمین لرزه است که از نام چارلز ریشتر گرفته شد. او برای اولین بار زمین لرزه را قابل اندازه‌گیری کرد و مقدار انرژی آزاد شده از کانون زمین لرزه و به عبارت دیگر، کل انرژی آزاد شده را محاسبه کرد. بنابراین: به مقدار انرژی آزاد شده توسط یک زمین لرزه، «بزرگی زمین لرزه» می‌گویند. هرچه انرژی آزاد شده توسط یک زمین لرزه، زیادتر باشد ارتعاشات ناشی از آن شدیدتر و دامنه نوسانات امواج آن بزرگتر خواهد بود. بزرگی زمین لرزه را بر اساس داده‌های دستگاه‌های لرزه‌نگار تعیین می‌کنند. این داده‌ها (اطلاعات) در حقیقت، همان اندازه‌گیری دامنه امواج زمین لرزه، برحسب میکرون است و ریشتر، لگاریتم بزرگ‌ترین دامنه موجی است که در فاصله یک صد کیلومتری از مرکز یک زمین لرزه، توسط لرزه‌نگار استاندارد ثبت شده باشد.

دامنه امواج زمین لرزه، با دور شدن از کانون آن، کم می‌شود، ولی وقتی زمین لرزه مهمی در یک نقطه از کره زمین رخ می‌دهد، لرزه‌شناسان در تمام ایستگاه‌های لرزه‌نگاری دنیا، با استفاده از روش‌های خاص، می‌توانند بزرگی آن را تا حدودی یکسان محاسبه کنند. زیرا بزرگی زمین لرزه، بر اساس میزان انرژی آزاد شده از کانون بستگی دارد و کانون زمین لرزه مشخص، در نقاط مختلف دنیا، یکسان است.

به ازای هر یک واحد بزرگی زمین لرزه، دامنه امواج ۱۰ برابر و مقدار انرژی ۳۱/۶ برابر افزایش می‌یابد.

بزرگی زمین لرزه، در تمام نقاط زمین یکسان و شدت آن با دور شدن از مرکز سطحی زمین لرزه کاهش می‌یابد. برای محاسبه مقدار تفاوت انرژی دو زمین لرزه می‌توان به ازای هر ریشتر $31/6$ واحد منظور کرد و به ازای تفاوت دو ریشتر آن را به توان ۲ رساند.

خرابی‌های حاصل از زمین لرزه

در طول یک سال بیش از ۱۵۰۰۰۰ زمین لرزه در نقاط مختلف دنیا به وقوع می‌پیوندد، اما تعداد معدودی از آنها اثرات تخریبی وسیعی دارند؛ مانند زمین لرزه طیس با بزرگای $7/7$ ریشتر در سال ۱۳۵۷، زلزله بم با بزرگای $6/3$ ریشتر در سال ۱۳۸۲، زمین لرزه هائیتی با بزرگای ۷ ریشتر در سال ۲۰۰۹، و زمین لرزه ژاپن با بزرگای $8/9$ در سال ۲۰۱۱.

برخی زمین لرزه‌ها مانند زمین لرزه شیلی با وجود بزرگای $8/8$ ریشتر در سال ۲۰۱۰، به دلیل عمق کانونی زیاد، تخریب شدیدی نداشت. میزان خرابی‌های زمین لرزه به مقدار انرژی آزاد شده، شکل ساختمان یا سازه، نوع مصالح به کار رفته، دانش افراد سازنده، نوع زمین زیر ساختمان، فاصله کانون زمین لرزه تا مکان مورد نظر، عمق کانونی، مدت دوام لرزش‌ها، تراکم جمعیت و ... بستگی دارد.

فرایندهای ساختمانی

مجموعه فرایندهایی هستند که سبب تغییر شکل فیزیکی و تغییر در ساخت اولیه سنگ‌ها می‌شوند. فرایندهای ساختمانی، ساخت‌های جدیدی را به نام «ساخت ثانویه» در پوسته زمین تشکیل می‌دهند. بنابراین، بخشی از علم زمین‌شناسی که به بررسی ساخت‌های حاصل از تغییر شکل سنگ‌ها و نیروهای ایجاد کننده آنها می‌پردازد، زمین‌شناسی ساختمانی و «تکتونیک» نام دارد. دو عامل اصلی فشار و دما، در فرایندهای ساختمانی تأثیر می‌گذارند. زمان، عامل مؤثر دیگر در فرایندهای ساختمانی است. بنابراین در فرایندهای ساختمانی همواره اثر عوامل سه گانه فشار، دما و زمان بررسی می‌شود. چون اثر این عوامل به صورت مستقیم در طبیعت قابل مشاهده نیست، اثر عوامل را با مدل‌سازی در آزمایشگاه (تکتونیک تجربی) بررسی می‌کنند.

بررسی رفتار سنگ‌ها در آزمایشگاه نشان داده است، تغییر شکل سنگ‌ها به دو صورت خمیری و شکننده است و عوامل متعددی مانند ترکیب و بافت سنگ، فشار همه جانبه، دمای محیط، زمان و آب یا سایر محلول‌ها، در این گونه تغییرات نقش مهمی دارند.

ساخت‌های اولیه

ساخت‌هایی که هنگام تشکیل سنگ در آن به وجود می‌آیند، «ساخت اولیه» نامیده می‌شوند. ساخت‌های اولیه می‌توانند در سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگونی ایجاد شوند. ساخت‌های گدازه‌ای مانند منشورهای

بازالتی و ساخت بالشی، ساخت صفحه‌ای مانند سیل و دایک و ساخت توده‌ای مانند باتولیت و لاکولیت، از ساخت‌های اولیه سنگ‌های آذرین و لایه‌بندی، مهم‌ترین ساخت اولیه سنگ‌های رسوبی به حساب می‌آیند.



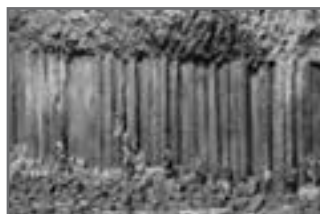
(ب) سیل



(الف) لایه‌بندی (رسوبی) سنگ‌های رسوبی به صورت لایه‌های موازی ته‌نشین می‌شوند.



(ت) باتولیت

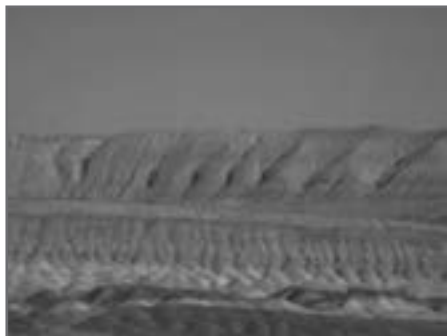


(پ) منشورهای بازالتی

ساخت اولیه می‌تواند در انواع سنگ‌های رسوبی، آذرین و دگرگونی ایجاد شود.

در محیط رسوبی، انواع مواد رسوبی به صورت لایه‌های موازی روی هم ته‌نشین می‌شوند و پس از سخت شدن این لایه‌ها، سنگ‌های رسوبی به وجود می‌آیند. هر لایه یا طبقه، شبیه ورقه کاغذی است که طول و عرض آن در مقایسه با ضخامتش بسیار زیاد است. ضخامت هر لایه ممکن است کمتر از یک سانتی‌متر تا بیش از ده‌ها متر باشد. هر لایه ممکن است در تمام وسعت گسترش خود صاف نباشد، اما برای مطالعه سطح کوچکی از لایه، می‌توان آنها را صاف و هموار فرض کرد.

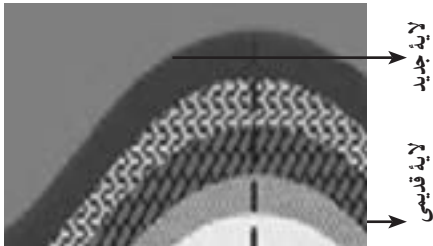
لازم به یادآوری است، چین و گسل ساخت ثانویه هستند، زیرا بعد از تشکیل سنگ ایجاد می‌شوند.



لایه‌های رسوبی موازی (سمنان)

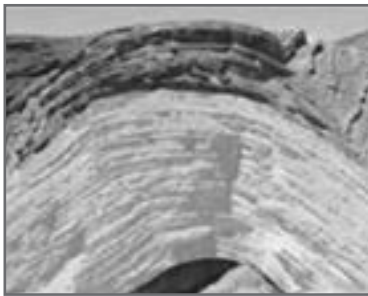
انواع چین

چین (Fold) بر اثر اعمال نیروهای فشاری، ایجاد و سبب کوتاه‌شدگی و فشردگی لایه‌ها می‌شود. چین‌ها از نظر ویژگی‌های متفاوت، مانند مقدار نیرو، شکل، هندسه و ... تقسیم‌بندی می‌شوند.



الف) تاقدیس و سن لایه‌ها

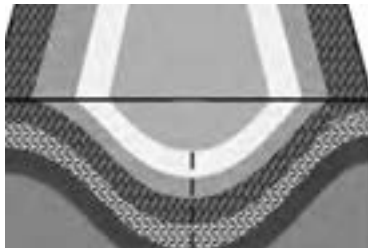
الف) اگر قسمتی از لایه‌های رسوبی از حالت افقی خارج شوند و پایین‌تر یا بالاتر از سطح اصلی قرار گیرند، چین را تک شیب (Monocline) گویند. (گاه علت این نوع چین‌ها، وجود یک گسل پنهان در زیر آنهاست).



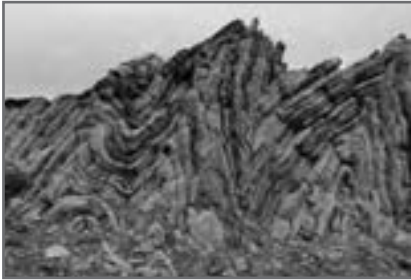
ب) یک تاقدیس در طبیعت

ب) در صورتی که لایه‌های سنگی طوری خم شوند که لایه‌های قدیمی‌تر در مرکز و لایه‌های جوان در حاشیه محذب قرار گیرند، چین را «تاقدیس» می‌گویند. تاقدیس از کلمه یونانی (Anticline) به معنی داشتن شیب مخالف گرفته شده است.

پ) گاهی لایه‌های جدیدتر در مرکز و لایه‌های قدیمی‌تر در حاشیه محذب قرار می‌گیرند، که چین حاصل را «ناودیس» می‌گویند. ناودیس از لغت یونانی (Syncline) گرفته شده که به معنی شیب به طرف یکدیگر است.



ناودیس و سن لایه‌ها - یک ناودیس در کانادا



چین مرکب شامل : ناودیس و تاقدیس

چین مرکب

در یک منطقه که تحت تأثیر نیروها قرار می‌گیرد، فقط یک چین ایجاد نمی‌شود، گاهی مجموعه دو یا چند چین به چشم می‌خورد. به این مجموعه، چین مرکب می‌گویند.

ویژگی‌های چین

هر چین را، با مشخصات زیر شناسایی می‌کنند :

لولای چین : خطی فرضی است که نقاطی از یک لایه را که دارای حداکثر انحنا هستند، به یکدیگر وصل می‌کند. لولای چین ممکن است مایل، افقی و یا قائم باشد.

خط الرأس یا ستیخ : خطی فرضی است که بالاترین نقاط یک چین را به هم وصل می‌کند. باید توجه داشت اگرچه در بعضی موارد خط الرأس و لولای چین خط واحدی هستند ولی این امر الزامی نیست و در پاره‌ای موارد با هم متفاوت هستند.

خط القعر : خطی فرضی است که پایین‌ترین نقاط چین را به یکدیگر وصل می‌کند.

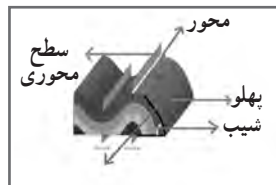
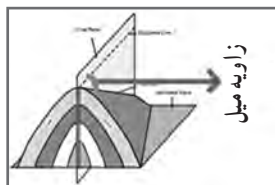
سطح محوری : سطحی فرضی است که از تمام لولاهای چین عبور می‌کند و چین را تا حد ممکن به دو قسمت متقارن تقسیم می‌کند. سطح محوری ممکن است مایل، افقی و یا قائم باشد.

پهلوی یا یال چین : دو بخش طرفین چین را پهلوی یا یال چین گویند.

زاویه میل : اگر لولای چین افقی نباشد و با سطح افق زاویه بسازد، در این صورت زاویه بین لولا و سطح افق را زاویه میل چین گویند.

امتداد لایه : از فصل مشترک یک صفحه افقی با سطح هر لایه (پهلوی)، خطی ایجاد می‌شود که آن را، امتداد لایه می‌گویند. امتداد لایه را با زاویه‌ای که نسبت به شمال یا جنوب می‌سازد، مشخص می‌کنند.

شیب چین : زاویه‌ای است که سطح لایه با سطح افق می‌سازد. شیب لایه بین صفر در لایه‌های افقی تا ۹۰ درجه در لایه‌های قائم تغییر می‌کند.



مشخصات چین

انواع چین ها



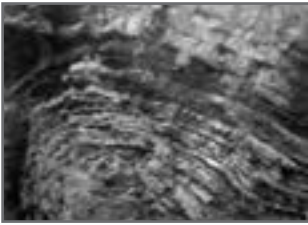
چین متقارن

۱ چین متقارن: چینی است که سطح محوری آن قائم باشد و چین را به دو بخش قرینه تقسیم کند.



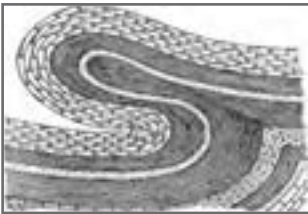
چین نامتقارن

۲ چین نامتقارن: در حالتی که سطح محوری چین قائم نباشد و آن را به دو قسمت قرینه تقسیم نکند، به آن چین نامتقارن می‌گویند. دو دامنه این نوع چین، دارای شیب‌های متفاوت است.



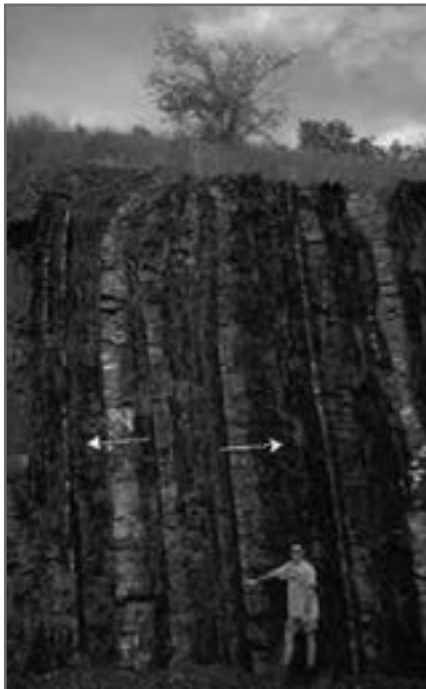
چین برگشته در مسیر شاهرود - آزادشهر

۳ چین برگشته: چینی است که سطح محوری آن مایل و هر دو دامنه آن در یک جهت شیب داشته باشد. شیب دو دامنه این چین‌ها متفاوت و یکی از دامنه‌ها، وارونه است.



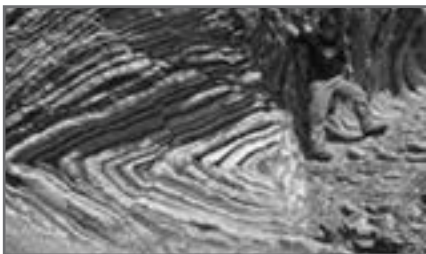
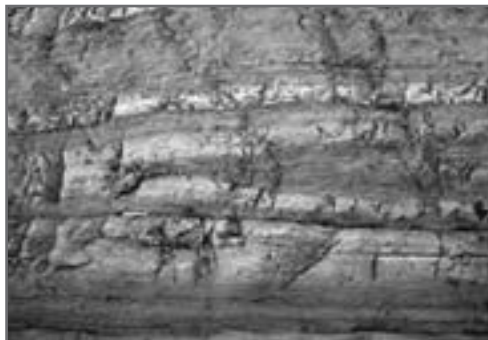
چین خوابیده گرمسار

۴ چین خوابیده: در حالتی که سطح محوری چین، افقی یا تقریباً افقی باشد، به نام چین خوابیده خوانده می‌شود.



چین هم شیب

۵ چین هم شیب : این نام به چین‌هایی اطلاق می‌شود که در یک جهت شیب دارند و شیب آنها مساوی است. دامنه این چین‌ها، ممکن است قائم، مایل و یا افقی باشد.



چین جناغی

۶ چین جناغی : اگر دو دامنه چین، طی زاویه تندی نسبت به هم قرار گرفته باشند، چین جناغی نامیده می‌شود.



چین جعبه‌ای

۷ چین جعبه‌ای : اگر قسمت لولای چین مسطح باشد، آن را چین جعبه‌ای می‌خوانند.

ساخت یک چین



با فشار دادن ورقه‌های یک کتاب می‌توان یک چین ساده یا مرکب را به تصویر کشید.

آتشفشان

آتشفشان‌ها از پدیده‌های مخرب زمین محسوب می‌شوند، اما در واقع، آنها سبب تولد و تکامل زمین و منشأ تشکیل آب، هوا، خاک و ... هستند.



فعالیت‌های آتشفشانی باعث پدید آمدن سرزمین‌هایی برای سکونت شده‌اند. ایسلند، ژاپن، هاوایی، هائیتی، کوبا و بسیاری از جزایر اقیانوس آرام و دریای کارائیب و بیشتر سرزمین‌های آمریکای مرکزی، محصول پدیده آتشفشان یا ولکانیسم (volcanism) هستند. زمین‌های کشاورزی حاصل‌خیزی که در آمریکای مرکزی و جنوبی وجود دارند و در آنها قهوه به دست می‌آید، محصول خاک‌های حاصل از آتشفشان‌ها هستند.

بهترین نمونه این نوع خاک‌های پر ارزش را در جزیره جاوه در اندونزی (جنوب شرق آسیا) می‌توان یافت. در آنجا، خاک نرم حاصل از خاکستر آتشفشانی، آب را به خوبی نگه می‌دارد و مواد معدنی چون پتاسیم، کلسیم و سدیم همراه خود را به گیاهان می‌دهد. جمعیت جاوه در مقایسه با «بورنئو» (جزیره مجاور) 200° برابر بیشتر است. در بورنئو، خاک، حاصل تخریب و هوازدگی سنگ‌های موجود است و حاصل‌خیزی چندان ندارد. هوایی که تنفس می‌کنیم و قسمتی از آبی که می‌نوشیم، محصول فعالیت‌های آتشفشانی است. زیرا در طول زمان، گازهایی از درون زمین آزاد شده و به اتمسفر نفوذ کرده‌اند. بخشی از هیدروژن و اکسیژنی که آزاد شده، پس از ترکیب، آب را به وجود آورده و آب کره را تشکیل داده است. نیتروژن و اکسیژن هم با گازهای دیگر گرد هم آمده‌اند و هواکره را پدید آورده‌اند.

مشخصات آتشفشان مخروطی

آتشفشان‌ها، شکاف‌ها یا سوراخ‌هایی در سطح زمین هستند که مواد آتشفشانی، از آنها خارج می‌شود. به طور کلی، آتشفشان از سطح زمین به سمت درون آن، شامل بخش‌های زیر است:

۱ آشیانه یا اتاق ماگما (Magma Chamber): آشیانه ماگما، منبع مواد مذابی است که توسط مجراهای آتشفشان به سطح زمین راه می‌یابند. ماگما به مواد مذابی گفته می‌شود که داخل زمین از ذوب سنگ‌ها به وجود می‌آید و دارای ترکیب شیمیایی بسیار پیچیده‌ای است. از سرد شدن ماگما در داخل یا در سطح زمین سنگ‌های آذرین به وجود می‌آیند. ماگماها انواع متفاوتی دارند.

۲ مجرا یا دودکش (Vent): مجرا یا دودکش مسیری است که مواد مذاب از طریق آن، به سطح زمین راه می‌یابند. هر آتشفشان دارای یک مجرای اصلی (Main Vent) و یک یا چند مجرای فرعی (Secondary Vent) است. البته مجرای فرعی در تمام آتشفشان‌ها دیده نمی‌شود.

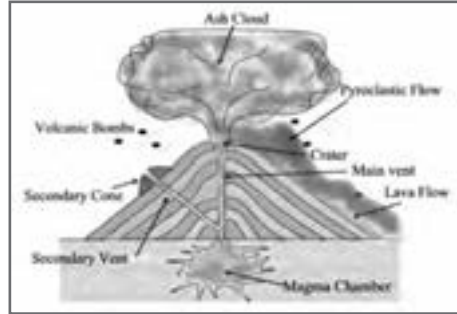
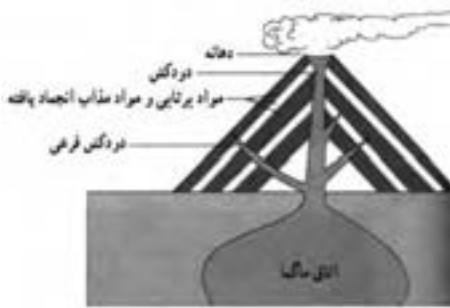
۳ دهانه (Crater): دهانه آتشفشان جایی است که مواد مذاب در آنجا برای اولین بار در مجاورت سطح زمین قرار می‌گیرند. دهانه آتشفشان‌ها می‌تواند تنگ یا گشاد باشد. هرچه دهانه یک آتشفشان تنگ‌تر باشد، خروج مواد مذاب از داخل آن دشوارتر و احتمال فوران آتشفشانی انفجاری بیشتر است. گاهی به

دلیل مسدود بودن دهانه آتشفشان، گازهای آتشفشانی و مواد مذاب زیر دهانه انباشته می‌شوند و سپس دهانه با شدت زیادی در اثر فشار این مواد از جا کنده و به هوا پرتاب می‌شود. البته نوع خروج مواد، به اسیدی یا بازی بودن ماگما نیز بستگی دارد.

۲ مخروط (Volcanic Cone): در حقیقت مخروط آتشفشان حاصل سرد شدن گدازه‌هایی است که در سطح زمین جریان داشته و در طی فوران‌های آتشفشانی بر روی یکدیگر قرار گرفته و شکل مخروطی را به وجود آورده‌اند.

موادی که در اتاق ماگما وجود دارند شامل موارد زیرند:

- ۱ مواد مذاب به همراه حباب‌های گاز؛
- ۲ قطعه بلورهای در حال رشد؛
- ۳ قطعات سنگی کنده شده از کناره آشیانه ماگما (میان بارها).



مشخصات یک آتشفشان

مواد خروجی آتشفشان‌ها

موادی که از دهانه آتشفشان‌ها خارج می‌شوند، به سه حالت گاز، مایع و جامد هستند. گازها (فومرول): تمام ماگماها (مواد مذاب درون زمین) حاوی مقداری گاز و بخار آب نیز هستند. سرعت خروج گاز از ماده مذاب، به میزان گرانی یا ویسکوزیته ماده مذاب بستگی دارد. هرچه گدازه، گرانی بیشتری داشته باشد، خروج گاز از آن با سرعت و مقدار کمتری همراه است. برعکس، گازها از

گدازه رقیق (گرانروی کم)، با سرعت و مقدار بیشتری خارج می‌شوند.

ابتدا عواملی را که در ترکیب ماگماها دخالت دارند، معرفی می‌کنیم :

۱ ترکیب شیمیایی سنگی که ذوب می‌شود.

۲ درجه حرارتی که سنگ ذوب می‌شود.

۳ دخالت مواد فزار به ویژه آب.

انواع گدازه‌ها : گدازه‌ها را براساس مقدار SiO_2 موجود در آنها تقسیم‌بندی می‌کنند :

۱ گدازه اسیدی : حاوی مقدار زیادی SiO_2 (بیش از ۶۶٪) است.

۲ گدازه حد واسط : دارای مقدار متوسطی SiO_2 (۵۲-۶۶٪) است.

۳ گدازه‌های بازی : حاوی مقدار کمی SiO_2 (۴۵-۵۲٪) و مقدار زیادی آهن، منیزیم و کلسیم است.

۴ گدازه‌های قلیایی شدید : مقدار SiO_2 در آنها کمتر از ۴۵ درصد است.

هرچه مقدار SiO_2 در گدازه خارج شده از دهانه آتشفشان‌ها بیشتر باشد، گدازه، اسیدی‌تر و گرانروی آن بیشتر است. به این ترتیب که بیشترین گرانروی مربوط به گدازه‌های اسیدی و کمترین گرانروی مربوط به گدازه بازی است. سرعت جریان گدازه پس از خروج از دهانه آتشفشان، به گرانروی ماده مذاب و شیب دامنه کوه آتشفشان بستگی دارد.

علت گرانروی بیشتر گدازه‌های اسیدی نسبت به گدازه‌های خنثی و قلیایی آن است که این نوع گدازه‌ها مقدار سیلیسیم و اکسیژن بیشتری دارند. در نتیجه پیوندهای موقت بیشتری بین یون‌ها ایجاد می‌شود که موجب کاهش حرکت یون‌ها در گدازه می‌شود. زیرا با افزایش مقدار سیلیس (SiO_2)، ساختمان سیلیکاتی پیچیده‌تر و غلظت یا گرانروی گدازه‌ها افزایش می‌یابد.



گدازه روان و کم خطر بودن آن

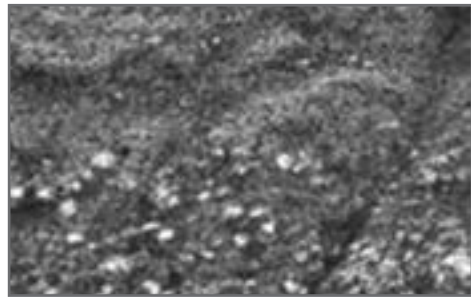
مواد جامد (تفرا)

آن دسته از مواد آتشفشانی که به صورت ذرات ریز و درشت، جامد یا نسبتاً جامد، و بر اثر فعالیت‌های انفجاری از دهانه آتشفشان به هوا پرتاب می‌شوند، «تفرا» نام دارند. مواد جامد یا تفرا، بر اساس اندازه و شکل به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- ۱ خاکستر: ذرات جامد آتشفشانی که قطر ذرات آنها از ۲ میلی‌متر کمتر باشد.
- ۲ لاپیلی: ذرات جامد آتشفشانی که قطر آنها بین ۲ تا ۳۲ میلی‌متر باشد.
- ۳ قطعه سنگ و بمب: قطعات جامدی که قطر آنها بیشتر از ۳۲ میلی‌متر باشد، قطعه سنگ می‌گویند. اگر قطعه سنگ، دوکی شکل باشد، بمب آتشفشانی نامیده می‌شود.



پ) گازها



الف) قطعات لاپیلی



ب) بمب

سنگ‌های آذر آواری (pyroclastic)

در آتشفشان‌های انفجاری، مواد جامد آتشفشانی (تفراها) به هوا پرتاب می‌شوند. بازگشت تدریجی این ذرات به زمین و ته‌نشست آنها، در دریاها یا محیط‌های خشکی (مانند دریاچه‌ها و ...)، حالت لایه‌لایه به خود می‌گیرد. از به هم چسبیدن و سخت شدن این مواد، گروهی از سنگ‌های آتشفشانی، به نام «سنگ‌های آذر آواری» ایجاد می‌شوند. به عبارت دیگر، سنگ‌های آذر آواری، سنگ‌های آتشفشانی - رسوبی و غیرمتبلور هستند و از روی اندازه ذراتشان طبقه‌بندی می‌شوند.

تأثیرات مخرب خاکستر آتشفشانی

خاکستر آتشفشانی تهدیدهای زیادی را برای مردم، کارکرد ماشین‌آلات و محیط زیست فراهم می‌کند.

■ تأثیر بر سلامت انسان

مردمی که در معرض ریزش خاکستر آتشفشانی هستند، یا کسانی که در محیط غبارآلود پس از ریزش خاکستر زندگی می‌کنند، مشکلات زیادی را تجربه می‌کنند؛ از قبیل مشکلات تنفسی شامل سوزش بینی و نای، سرفه، بیماری شبیه به برونشیت و ناراحتی در هنگام تنفس. این موارد در اثر استفاده از ماسک‌های تنفسی با کارایی بالا، کاهش پیدا می‌کنند، اما در صورت امکان باید از خاکستر دوری کرد. ذرات ریز خاکستر آتشفشانی خشک، می‌تواند به اشک چشم انسان بچسبد و به سرعت موجب سوزش و خراش سطح چشم شود. این مشکل بین کسانی که از لنزهای چشمی استفاده می‌کنند، شدیدتر است.

■ تأثیر بر دامداری و کشاورزی

آسیب‌هایی که خاکستر به دام‌ها می‌رساند، همانند انسان، موارد آسیب‌های چشمی و تنفسی است. حیواناتی که با علف تغذیه می‌کنند، دیگر قادر به تغذیه از منابع غذایی پوشیده از خاکستر نیستند. دام‌هایی که از مواد غذایی پوشیده با خاکستر استفاده کنند، به بیماری مبتلا می‌شوند. کشاورزان ساکن در نواحی خاکستر آتشفشانی، باید غذای اضافی برای دام‌های خود فراهم کنند، یا آنها را از این مناطق به مکان دیگری انتقال دهند و یا آنها را ذبح کنند. ریزش خاکستر با ضخامت حدود چند میلی‌متر، معمولاً آسیب‌های جدی به چراگاه‌ها و محصولات وارد نمی‌کند. در هر حال، تجمع خاکستر ضخیم‌تر می‌تواند موجب آسیب‌رسانی به مرگ گیاهان و چراگاه شود. تجمع ضخیم‌تر خاکستر، می‌تواند موجب مرگ باکتری‌های خاک و مانع از ورود آب و اکسیژن به داخل خاک شود، که به بی‌حاصل شدن خاک می‌انجامد.

■ تأثیر بر ساختمان‌ها

وزن خاکستر خشک در حدود ۱۰ بار سنگین‌تر از برف خالص است. یک لایه ضخیم از خاکستر با ریزش روی سقف یک ساختمان، می‌تواند بار اضافی زیادی به آن وارد کند و موجب فرو ریختن آن شود.

■ تأثیر بر دستگاه‌ها

خاکستر ریزدانه و غبار می‌تواند به داخل ساختمان‌ها نفوذ کند و موجب ایجاد مشکلاتی در دستگاه‌ها شود. خاکستر ساینده، پوششی غیرعادی روی سطح بخش‌های متحرک داخل موتورهای الکتریکی ایجاد می‌کند. جاروبرقی و اجاق و به‌خصوص سیستم‌های رایانه‌ای به دلیل اینکه پیوسته در جریان هوا هستند، بیشتر آسیب‌پذیرند.

■ تأثیر بر ارتباطات

خاکستر آتشفشانی که دارای بار الکتریکی است، موجب ایجاد اختلال در امواج رادیویی و پخش‌کننده‌های رادیویی می‌شود که در هوا هستند. در صورت فوران آتشفشان، ممکن است این وسایل قادر به دریافت یا ارسال GPS، تلفن و سیگنال‌ها نباشند. خاکستر همچنین می‌تواند به تأسیساتی از قبیل سیم‌ها، دکل‌ها، ساختمان‌ها و ابزارهای لازم برای پشتیبانی از ارتباطات، آسیب‌های فیزیکی وارد کند.

■ تأثیر بر سیستم‌های آبی

سیستم‌های ذخیره آب نیز ممکن است از باران خاکستر متأثر شوند. در مناطقی که از سیستم‌های روباز آبی، مانند رودخانه‌ها و دریاچه‌های ذخیره آب سدها استفاده می‌کنند، خاکسترهای ریزشی در آب معلق شده و آب‌های ذخیره شده باید قبل از استفاده تصفیه شوند.

شکل خروج آتشفشان‌ها

فعالیت آتشفشان‌ها در تمام نقاط کره زمین، از جمله روی خشکی‌ها، زیر دریاها، دریاچه‌ها و زیر یخچال‌ها صورت می‌گیرد. به طور کلی فعالیت آتشفشان‌ها به شکل نقطه‌ای و خطی انجام می‌شود.

آتشفشان نقطه‌ای: آتشفشانی است که مواد خروجی آن از یک نقطه (دهانه) خارج می‌شود.

آتشفشان خطی: آتشفشانی است که فوران آن در امتداد یک شکاف انجام می‌شود؛ مانند فوران‌های

آتشفشانی در حاشیه دورشونده (محور میانی رشته کوه‌های اقیانوس اطلس).

آتشفشان به صورت کمان و کمر بند نیز وجود دارد. خروج مواد مذاب در حاشیه اقیانوس آرام به شکل

تقریبی کمر بند در حاشیه ورقه صورت می‌گیرد و در قوس جزایر، به صورت کمان ایجاد می‌شود.

طبقه‌بندی آتشفشان‌ها از نظر فعالیت

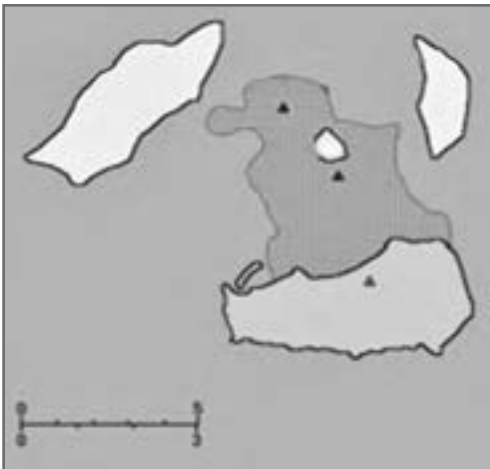
۱ آتشفشان‌هایی که فعالیت آرام دارند و مواد خروجی آنها بیشتر گدازه است. در این نوع آتشفشان‌ها، مواد خروجی، بیشتر از گدازه‌های بازی (قلیایی) است؛ مانند: آتشفشان مونالوا و کیلوا واقع در جزایر هاوایی.

۲ آتشفشان‌هایی که فعالیت انفجاری دارند و بیشتر مواد خروجی آنها، جامد است. در این نوع آتشفشان‌ها، جریان گدازه وجود ندارد، زیرا قبل از رسیدن گدازه به سطح دهانه، تراکم گاز، سبب انفجار می‌شود و قطعاتی از آن به هوا پرتاب می‌شود. فعالیت این نوع آتشفشان‌ها با انفجار همراه است. شکل مخروط این آتشفشان‌ها، قاعده کوچک با ارتفاع زیاد است. جنس سنگ‌های مخروط آنها، از مواد جامد و منفصل مانند خاکستر، لاپیلی و بمب و... است؛ مانند آتشفشان پیناتوبو در فیلیپین که در محل برخورد ورقه‌ها رخ می‌دهد.

۳ آتشفشان‌هایی که گاهی فعالیت انفجاری دارند. در این نوع آتشفشان‌ها مواد خروجی آنها هم از تفر و هم از گدازه است؛ مانند آتشفشان‌های دماوند و سبلان در ایران و استرومبولی و اتنا در ایتالیا (فوران در سال ۲۰۰۷) که از نوع آتشفشان مختلط هستند.

۴ آتشفشان‌هایی که بیشتر مواد خمیری از خود خارج می‌کنند. در این نوع آتشفشان‌ها، گدازه هنگام خروج از دهانه آتشفشان گرانروی بسیار بالایی دارد. اگر گدازه این نوع آتشفشان‌ها از دهانه قبلی خارج شود، شکل مخروط آنها، سوزنی مرتفع می‌شود؛ مانند آتشفشان وزوو در ایتالیا.

۵ آتشفشان‌هایی که فعالیت انفجاری شدید دارند و فعالیتشان با تشکیل ابرهای سوزان همراه است.



این نوع آتشفشان‌ها مخرب و ویران کننده هستند و با خروج ابرهای سوزان، جانداران اطراف کوه نابود می‌شوند. همچنین برخلاف سایر آتشفشان‌ها، به جای تشکیل مخروط (کوه آتشفشان) سبب ایجاد دهانه‌های انفجاری و فرورفتگی‌های قیفی شکل می‌شوند. مانند: جزیره کراکاتوا در اندونزی (جنوب شرق آسیا) که در سال ۱۸۸۳ بر اثر این نوع انفجار، بخش اصلی جزیره از نقشه کره زمین ناپدید شد.

نقشه کراکاتوا قبل از نابودی بخش اصلی جزیره

- بزرگ‌ترین مجموعه آتشفشانی، مجمع‌الجزایر اندونزی است.
 - بلندترین آتشفشان دنیا در آرژانتین قرار دارد.
 - طولانی‌ترین جریان ماده مذاب در ایسلند دیده شده است.
 - بزرگ‌ترین آتشفشان کره زمین، «مونالوا» نام دارد که بخشی از جزایر هاوایی را تشکیل می‌دهد.
- محیط قاعده مخروط این آتشفشان ۶۰۰ کیلومتر، و قله آن نسبت به کف اقیانوس که آن را احاطه کرده است، ۱۰ کیلومتر ارتفاع دارد.

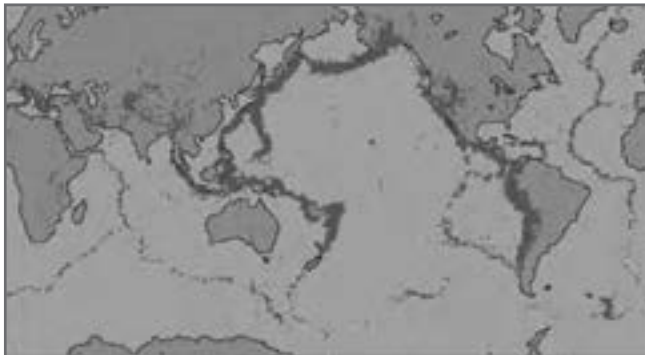


نیک، یک آتشفشان در برزیل

- در صورتی که مخروط آتشفشانی دچار فرسایش شود، مواد درون دودکش در سطح زمین دیده می‌شود که «نیک» نام دارد.

آتشفشان‌ها و انطباق با مرزهای تکتونیکی

بررسی نقشه پراکندگی آتشفشان‌ها روی کره زمین و مقایسه آن با نقشه پراکندگی زمین لرزه نشان می‌دهد که، اغلب آتشفشان‌های فعال و نیمه فعال با مناطق زلزله خیز منطبق هستند. این مناطق با حاشیه برخی از ورقه‌های سنگ کره انطباق دارند.



پراکندگی آتشفشان‌ها و انطباق آنها با مرز ورقه‌های لیتوسفری

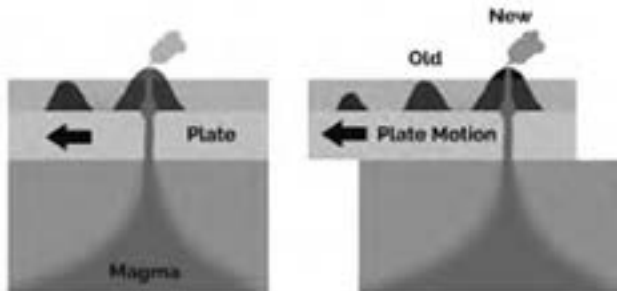
آتشفشان‌ها، با توجه به مرزهای تکتونیکی در گروه‌های زیر جای می‌گیرند :

۱ **مرزهای نزدیک شونده (هم‌گرا) :** هنگام برخورد دو ورقه سنگ کره به یکدیگر، که یک ورقه آن اقیانوسی باشد (اقیانوسی - قاره‌ای)، ورقه اقیانوسی به همراه مقداری رسوب به زیر ورقه دیگر فرو می‌رود و دچار ذوب بخشی می‌شود. حاصل آن ایجاد ماگمای آندزیتی است. مقداری از این ماگما ممکن است به سطح زمین برسد و آتشفشان‌هایی را در سطح خشکی‌ها (قاره‌ها) به وجود آورد. فعالیت این آتشفشان‌ها به حالت انفجاری است.

حال اگر ورقه دیگر نیز اقیانوسی باشد، ماگمای خارج شده باعث تشکیل جزایر قوسی در اقیانوس‌ها می‌شود؛ مانند حلقه آتشین اطراف اقیانوس آرام، کمرندهای مدیترانه و فرورانش‌ها در بخشی از اقیانوس هند.

۲ **مرزهای دور شونده (واگرا) :** هنگامی که دو ورقه تکتونیکی (لیتوسفری) از یکدیگر دور می‌شوند، از محل شکاف، ماگمای بازالتی به سطح زمین می‌رسد و پشته‌های اقیانوسی (رشته کوه‌های میان اقیانوسی) را ایجاد می‌کند. فعالیت این نوع آتشفشان‌ها، به حالت خطی است. در این مناطق پوسته جدید اقیانوسی تشکیل می‌شود؛ مانند دریای سرخ و شکاف‌های موجود در اقیانوس اطلس، هند و آرام. لازم به ذکر است، در شرق آفریقا نیز با خروج ماگمای بازالتی از محل شکاف، پوسته در حال باز شدن است تا در آینده، پوسته اقیانوسی جدیدی تشکیل شود.

۳ **نقاط داغ (Hot Spots) :** این نوع آتشفشان‌ها، در حاشیه ورقه‌ها قرار ندارند و مواد مذاب از وسط ورقه‌های لیتوسفری خارج می‌شوند؛ مانند آتشفشان‌های هاوایی در اقیانوس آرام که روی نقطه داغ قرار دارند. حرکت ورقه بالای نقطه داغ، باعث می‌شود که محل فعالیت آتشفشانی در زمان‌های متفاوت، تغییر کند. به همین دلیل در این مناطق، تعدادی کوه آتشفشان با سن‌های مختلف به وجود می‌آیند. جدیدترین آتشفشان روی نقطه داغ قرار دارد و فعال است. قدیمی‌ترین آنها، در بیشترین فاصله از نقطه داغ قرار دارد و خاموش است. سن متفاوت جزایر تشکیل شده، به دلیل حرکت ورقه‌های لیتوسفری در بالای نقطه داغ است. لازم به ذکر است که در برخی از مناطق، نقاط داغ در حاشیه ورقه قرار دارند مانند جزیره ایسلند.



نقطه داغ و تشکیل جزایر متعدد

خطرات آتشفشان‌ها

اثرات اولیه: خطرانی هستند که هنگام فعالیت آتشفشان روی می‌دهند؛ مانند جریان گدازه، ریزش خاکستر، انفجارکوه‌ها، عبور ابرهای سوزان، جریان‌های عظیم گِل و امواج حاصل از آتشفشان‌های زیردریایی. خوش‌بختانه با پیشرفت دانش لرزه‌شناسی و بهبود روش‌های اندازه‌گیری حرکات زمین قبل از وقوع آتشفشان، توانسته‌اند زمان وقوع آتشفشان، نوع مواد خروجی و ... را پیش‌بینی کنند. در این گونه مناطق، به منظور کاهش خطرات ناشی از فعالیت‌های آتشفشانی، اقداماتی به شرح زیر انجام می‌گیرند:

۱ نصب دستگاه‌های لرزه‌سنج برای هشدار به مردم قبل از وقوع فوران؛

۲ جابه‌جا کردن مردم از منطقه خطر قبل از وقوع آتشفشان؛

۳ جلوگیری از احداث ساختمان‌های جدید در نقاط خطرناک (کنار آتشفشان‌های فعال)؛

۴ حفر کانال به منظور هدایت جریان‌های احتمالی ماده مذاب و دور کردن آن از نواحی مسکونی.

اثرات ثانویه: تغییرات آب و هوا از اثرات ثانویه فعالیت‌های آتشفشانی هستند که گاه جنبه جهانی به خود می‌گیرند.

الف) ریزش باران‌های اسیدی یا اسیدی شدن آب‌ها: گازهایی که هنگام فعالیت آتشفشان یا پس از آن، از دهانه آتشفشان خارج می‌شوند، مانند سولفور دی‌اکسید (SO_2)، کربن دی‌اکسید (CO_2) و ترکیبات نیتروژنی، پس از ترکیب با بخار آب و اکسیژن موجود در اتمسفر، ترکیبات اسیدی پدید می‌آورند. قطرات کوچک این اسیدها، ممکن است سال‌ها در اتمسفر باقی بمانند و با ریزش باران‌های اسیدی، باعث اسیدی شدن آب‌ها شوند. گیاهان، بیشترین زیان را از باران‌های اسیدی می‌بینند، زیرا این باران‌ها مواد با ارزش خاک را تجزیه می‌کنند و از مقاومت گیاه در برابر بیماری و حشرات می‌کاهند. همچنین با اسیدی شدن آب نهرها به جانداران آسیب می‌رسد. باران اسیدی به رنگ و دوام خودروها و روکار ساختمان‌ها و بناهای تاریخی نیز خسارت‌های جبران‌ناپذیری وارد می‌کند.

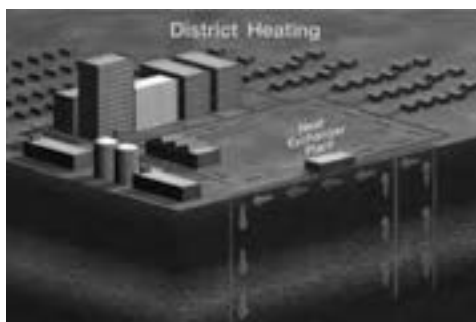
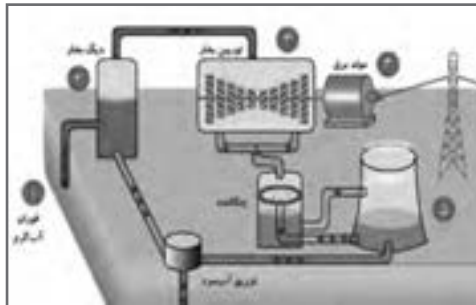
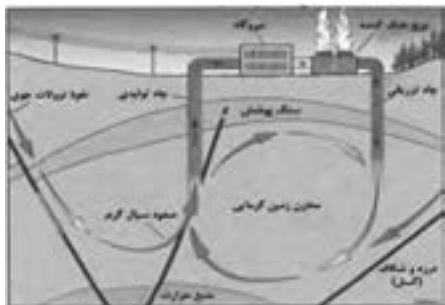
ب) خاکسترهای آتشفشانی: این مواد گاه تا سال‌ها بعد از فوران آتشفشان در اتمسفر باقی می‌مانند و موجب انعکاس بیشتر اشعه خورشیدی به فضا می‌شوند. حدود ۲۰ درصد از تشعشعات خورشیدی توسط ابرها و گازهای موجود در اتمسفر، جذب می‌شوند و ۲۵ درصد از آنها نیز پس از برخورد به ابرها و گازهای اتمسفری انعکاس می‌یابند. هرچه ذرات موجود در هوا بیشتر باشند، درصد بیشتری از تشعشعات خورشیدی جذب یا منعکس می‌شوند. در نتیجه گرمای کمتری به زمین می‌رسد و سبب سرد شدن هوا خواهد شد.

برای مثال در سال ۱۸۱۵، فعالیت کوه تامبورا در اندونزی، سبب نام‌گذاری سال بدون تابستان در این کشور شد. زیرا با وجود فاصله زیاد اندونزی تا آمریکای شمالی، هوای بهار و تابستان تعدادی از کشورهای آمریکای شمالی در سال ۱۸۱۶ به طور غیر عادی سرد شد. همچنین در سال ۱۹۹۱ نیز فعالیت آتشفشان

پیناتوبو در فیلیپین، سبب سرد شدن غیر عادی هوا شد. فوران کوه آتشفشانی ایسلند در سال ۲۰۱۰، به لغو پروازها برای چندین روز متوالی در اروپا و خسارات مالی ناشی از آن انجامید.

فواید آتشفشان‌ها

- تشکیل سرزمین‌ها و جزایر جدید بر اثر آتشفشان‌های زیر دریایی : مانند جزیره ایسلند در محل محور میانی اقیانوس اطلس شمالی که از فعالیت نقطه داغ است. مجمع الجزایر فیلیپین، اندونزی و جزایر متعددی در اقیانوس آرام و... بر اثر خروج مواد مذاب ناشی از فرورانش ورقه‌ها تشکیل شده‌اند.
- تشکیل خاک کشاورزی مرغوب از خاکستر آتشفشانی برای کشت : مانند خاک غنی برای کشت قهوه در آمریکای مرکزی.
- ایجاد کانسارهای ارزشمند : مانند رگه‌های طلا و نقره.



- جنبه‌های اقتصادی و حفظ محیط زیست : از انرژی حرارتی آتشفشان‌ها (انرژی زمین گرمایی)، به منظور تولید گرما و انرژی الکتریسیته استفاده می‌شود. همچنین می‌توان مواد شیمیایی با ارزشی را از گازهای خارج شده از دهانه آتشفشان‌ها (گوگرد از بخارات گوگردی) به دست آورد. (ریکیاویک پایتخت ایسلند، بیش از ۹۰ درصد انرژی خود را از انرژی زمین دریافت می‌کند).



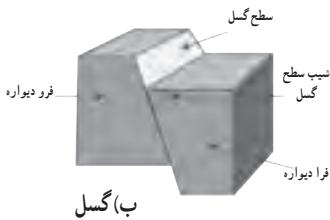
آتشفشان شناس و مطالعه گدازه آتشفشان

■ هشدارهای اجتماعی: به منظور کاهش آسیب‌های جانی و مالی در برابر فوران‌های احتمالی آتشفشان‌ها، هشدارهای لازم به ساکنان نزدیک آتشفشان‌ها داده می‌شود.

■ مطالعات علمی: هر آتشفشان دریچه‌ای به درون زمین باز می‌کند که از طریق آن می‌توان اطلاعاتی درباره ترکیب پوسته و گوشته فوقانی زمین به دست آورد.

پاسخ به فعالیت‌ها

■ تفاوت و تشابه درزه و گسل را بیان کنید.



(الف) درزه

یادآوری
ص ۹۰

پاسخ: شباهت درزه و گسل این است که هر دو، نوعی شکستگی در سنگ‌ها هستند. تفاوت درزه و گسل این است که درزه، جابه‌جایی و لغزش سنگ‌ها را ندارد اما گسل، جابه‌جایی سنگ‌ها را دارد.

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



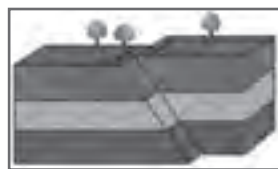
پ

(پ) گسل معکوس



ب

(ب) گسل نرمال



الف

پاسخ: (الف) گسل امتداد لغز

یادآوری
ص ۹۱

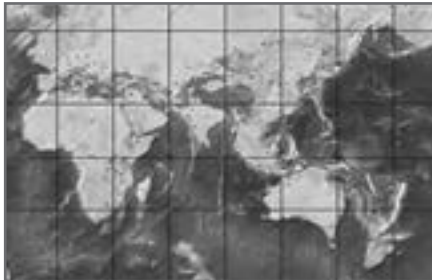
■ در مورد پراکندگی جغرافیایی زمین لرزه‌های جهان اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید :

۱ زمین لرزه‌ها، بیشتر درون قاره‌ها رخ می‌دهند یا در حاشیه آنها؟ برای اثبات نظر خود دلیل بیاورید. در حاشیه قاره‌ها، زیرا ورقه‌ها در این مرزها، یا از هم دور می‌شوند یا به هم نزدیک می‌شوند، یا در کنار هم می‌لغزند و انرژی درون زمین را آزاد می‌کنند.

۲ محدوده کمر بند لرزه خیز آلپ - هیمالیا را مشخص کنید. از شمال غرب آفریقا، تا جنوب شرق آسیا که محل برخورد ورقه آفریقا و هند به ورقه اوراسیا است. در محل برخورد رشته کوه آلپ - هیمالیا به وجود می‌آید.

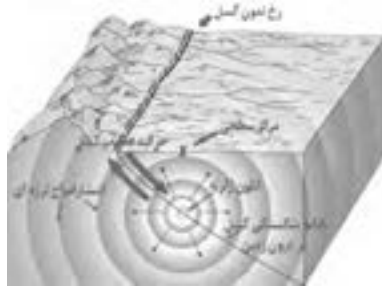
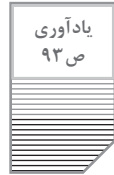
۳ در سال نهم با ورقه‌های سنگ کره آشنا شدید. دو تصویر زیر را با هم مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

محل اکثر زمین لرزه‌ها بر حاشیه ورقه‌ها منطبق است.



■ کدام یک از فعالیت‌های انسانی زیر، باعث وقوع زمین لرزه می‌شود؟
پاسخ : انفجار معدن (زمین لرزه) - تخلیه ناگهانی آب پشت سد (زمین لرزه)
شخم زدن زمین (نقش ندارد) - انفجارهای اتمی (زمین لرزه)

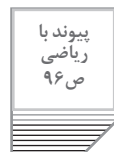
■ طرح سه بعدی زیر، برخی از مشخصات محل وقوع زمین لرزه را نشان می دهد. با استفاده از اطلاعات موجود در تصویر، میزان خسارت احتمالی در دو نقطه X و Y را مشخص کنید.
پاسخ: هرچه به مرکز سطحی زمین لرزه نزدیک تر شویم، خسارت بیشتر می شود. بنابراین، نقطه X که به مرکز زمین لرزه و کانون نزدیک تر است، خسارت بیشتری دارد.



■ چه ایرادی به مقیاس شدت زمین لرزه (مرکالی) وارد است؟
پاسخ: این مقیاس کیفی است و به عواملی مانند جنس زمین، استحکام ساختمان، ارتفاع ساختمان، نحوه ساخت و ... بستگی دارد و در مکان های مختلف، تغییر می کند.



■ مقدار انرژی آزاد شده و بزرگی دامنه امواج زمین لرزه ای به بزرگی ۶ ریشتر، چند برابر زمین لرزه ای به بزرگی ۴ ریشتر است؟
پاسخ: به ازای هر ریشتر ۱۰ برابر بر دامنه امواج اضافه می شود. بنابراین به ازای دو ریشتر، ۱۰۰ برابر بر دامنه امواج زمین لرزه اضافه می شود.



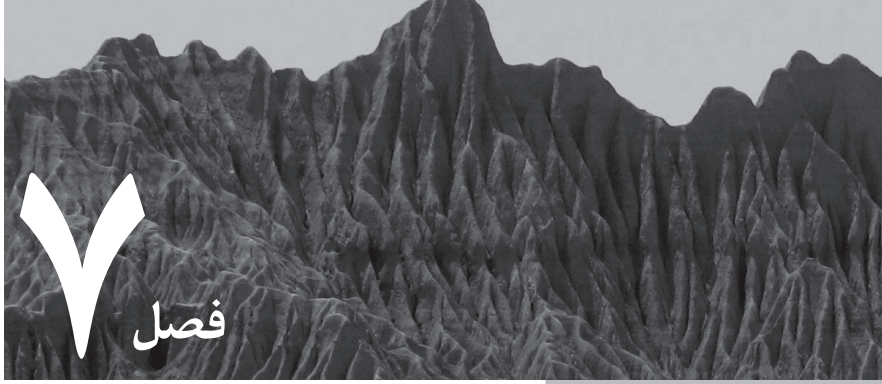
$$6 - 4 = 2 \quad \rightarrow n = 10^2 = 100$$

$$\log_{10} n = 2$$

$$100 \Rightarrow 31/6^2 = 998/56 \approx 1000$$

■ بزرگی و شدت زمین لرزه بم را در شهرهای تهران و بم مقایسه کنید.
پاسخ: بزرگی یک زمین لرزه در تمام نقاط دنیا، عددی یکسان است. (البته عوامل متفاوتی مانند تنوع دستگاه های لرزه نگار، بُعد مسافت و دقت در تفسیر امواج، این عدد را کمی تغییر می دهند)، ولی شدت زمین لرزه، با توجه به فاصله از مرکز سطحی، کم می شود. بنابراین هرچه از بم دورتر می شویم، شدت زمین لرزه و مقدار تخریب آن کاهش می یابد.

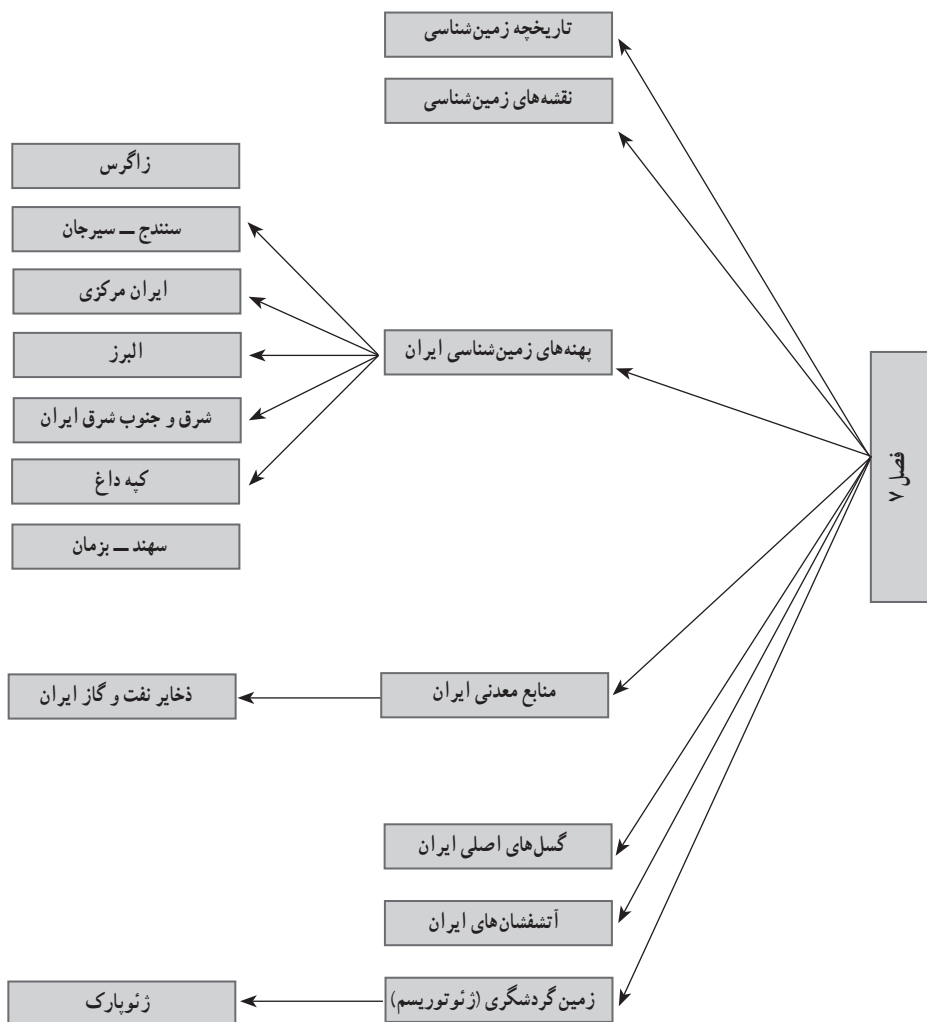




فصل

زمین شناسی ایران





پیامدها و انتظارات آموزشی (بخشی) از آموزش فعال این فصل

پیامد کلی

آشنایی با مفاهیم مرتبط به زمین‌شناسی ایران

انتظار می‌رود دانش‌آموزان با یادگیری این درس و انجام فعالیت‌های آن بتوانند :

- مختصری با تاریخچه زمین‌شناسی ایران آشنا شوند.
- تا حدی از سیر تکاملی ایران زمین اطلاع یابند.
- از اینکه محل زندگی‌شان دارای چه منابعی (معادنی) هستند، آگاه شوند.

پیامدها و انتظارات عملکردی

دانش‌آموزان با درک مفاهیم این فصل می‌توانند :

- روی نقشه عوارض زمین‌شناسی محل زندگی خود را شناسایی کنند (گسل یا چین‌خوردگی، آتشفشان و ...)

توصیه‌ها و پیشنهادهای آموزشی

توصیه می‌شود در آموزش این فصل از ابزارهای آموزشی مناسب مانند موارد زیر استفاده شود :

- استفاده از نقشه‌های ایران (سنگ‌شناسی، منابع و ...) فیلم‌ها، نرم‌افزارهای تعاملی، پاورپوینت‌ها و ... حتماً مورد توجه قرار گیرد.
- بازدید از هر جایی که می‌توان پدیده‌های زمین‌شناسی را مطرح کرد (کوه، دشت، رودخانه، معدن و ...)
- منابع نفت و گاز را روی نقشه ایران مشخص کنند و علت تجمع آنها را در محل خاص بدانند.
- اطلاعاتی از آتشفشان‌های ایران و کاربرد هر یک در منطقه خود را جمع‌آوری کنند.
- تفاوت‌های پهنه‌های زمین‌شناسی را تشخیص دهند.
- ایجاد علاقه به ژئوتوریسم استان خود را داشته باشند.

بودجه‌بندی : سه جلسه

- پیش‌دانسته‌ها : در علوم تجربی نهم مطالبی راجع به اشتقاق قاره‌ها می‌خوانند.

دانستنی‌های معلم

بسیاری از محققان عقیده دارند، لااقل تا حدود ۵۰۰ میلیون سال قبل بخش اعظم قاره ایران و سرزمین‌های عربستان و پاکستان به هم متصل بوده‌اند و حاشیه شمال شرق قاره «گندوانا» را تشکیل می‌دادند.

در همین زمان قاره «اوراسیا» نیز در نیم کره شمالی وجود داشت. بین این دو قاره بزرگ «اقیانوس تتیس» که بهتر است به آن «پالتوتیس» (تتیس قدیمی) بگوییم، موجود بود. حدود ۳۵۰ میلیون سال قبل، قاره «ایران و افغانستان» بر اثر پیدایش شکاف عظیم قاره‌ای (کافت)، در محل گسل بزرگ زاگرس از گندوانا جدا شد و به صورت خرده قاره «ایران و افغانستان» به سمت اوراسیا حرکت کرد.

مراحل تکوین پوسته قاره‌ای ایران

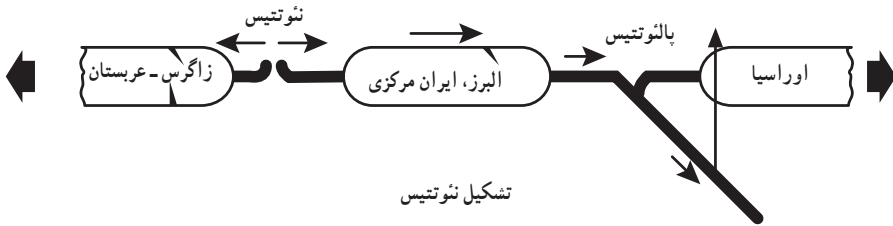
در اواخر پرکامبرین، پوسته ایران دچار چین خوردگی و فرایندهای دگرگونی (گرانیت‌زایی ناحیه ساغند، تکاب، ارومیه) به شرح زیر شد:

۱ در پرکامبرین: قسمت اعظم خرده قاره ایران (شامل البرز و ایران مرکزی) به عربستان و مجموعاً به گندوانا متصل بود. بین گندوانا و اوراسیا پالتوتیس وجود داشت و دو ایقاره را از هم جدا کرده بود. گسل‌های قدیمی ایران تجدید فعالیت کردند و تشکیل «هورست» و «گرابن» دادند. فعالیت‌های شدید آتشفشانی صورت گرفتند که آثار آنها در جزیره هرمز، بافق، کرمان، کاشمر و آذربایجان مشاهده می‌شود.



محل پالتوتیس بین دو ابر قاره

۲ از اوایل کربونیفر، پالتوتیس به زیر اوراسیا فرو رانش کرد و در اواخر پالئوزوئیک بین ایران مرکزی و عربستان شکستگی‌های عمیق به وجود آمد. به این ترتیب مقدمه جدایی ایران مرکزی و عربستان فراهم شد و اقیانوس «نتوتیس» به وجود آمد.



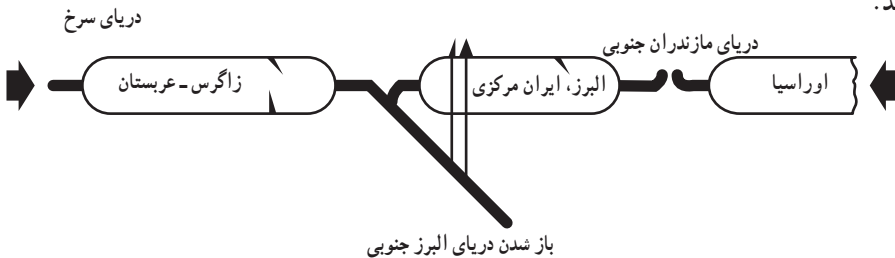
۳ در اواخر تریاس، البرز و ایران مرکزی به اوراسیا متصل شدند و اقیانوس پالتوتتیس به طور کامل بسته شد؛ به نحوی که گیاهان ایران شبیه گیاهان آسیای شدند.

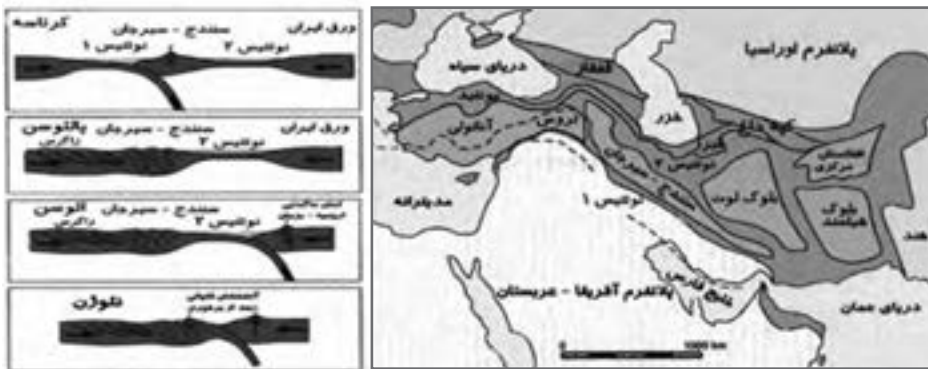


۴ در اواخر کرتاسه، اقیانوس نئوتتیس ضمن فروانش کاملاً ناپدید شد. ولی آثار پوسته اقیانوسی آن در برخی نقاط مانند حوالی کرمانشاه، نیریز و عمان ملاحظه می شود.



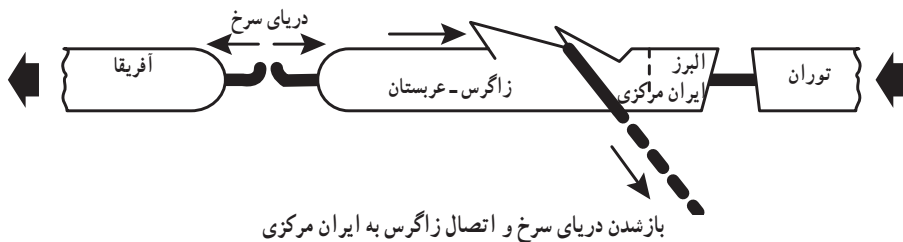
۵ حدود ۶۰-۴۵ میلیون سال قبل، در محل البرز جنوبی، مقدمه تشکیل دریای دیگر فراهم شد و فوران های آتشفشانی در آن به وقوع پیوست. ولی از آنجا که حرکت گندوانا به سمت شمال با حرکت عربستان به سوی ایران همراه بود، این دریا نیز بسته شد. به این ترتیب مقدمه بازشدگی دریای سرخ نیز فراهم آمد.





تغییرات از کرتاسه تا نوژن

۶ در پنج میلیون سال قبل، دریای سرخ وارد مرحلهٔ اقیانوسی شد و در نتیجه با سرعت حدود ۷/۲ سانتی‌متر در سال گسترش یافت. با باز شدن این اقیانوس، زاگرس چین‌خوردگی پیدا کرد و از آب بیرون آمد و همراه با زاگرس مرتفع، در محل گسل زاگرس به ایران مرکزی متصل شد.



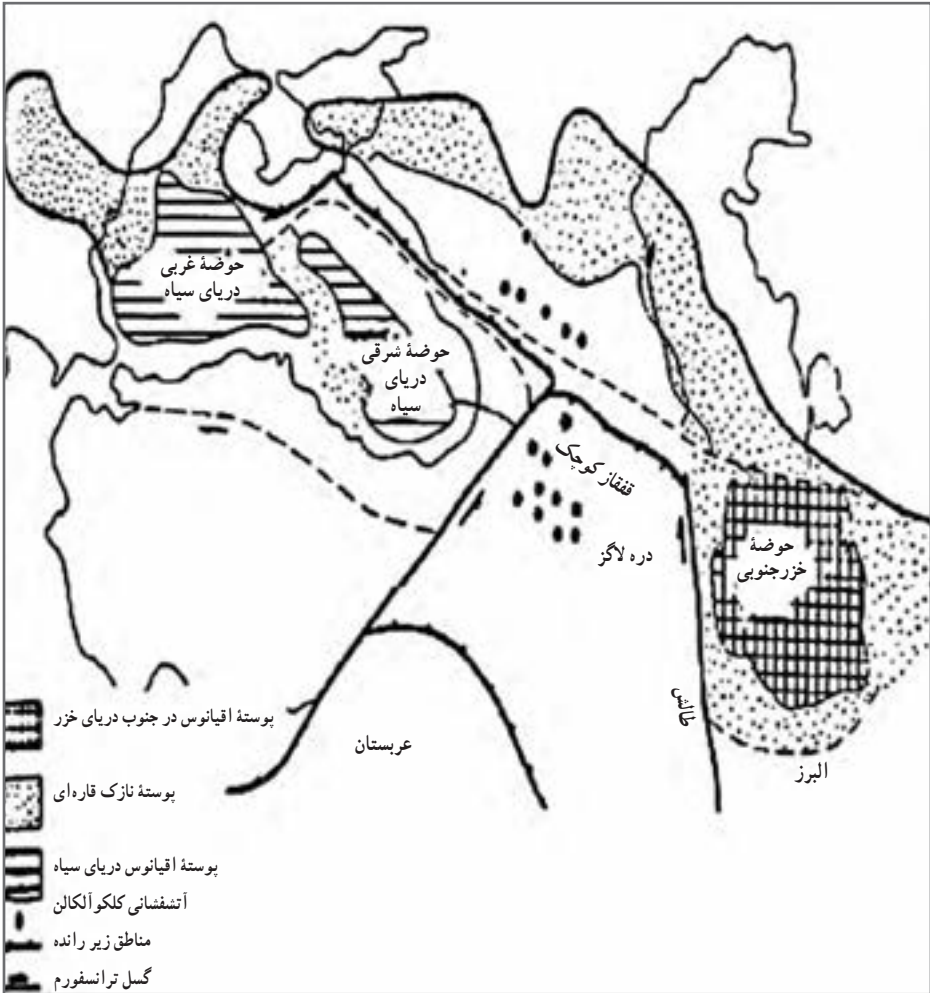
باز شدن دریای سرخ و اتصال زاگرس به ایران مرکزی

چگونگی تشکیل رشته کوه‌های البرز و زاگرس

الف) البرز: رشته کوه البرز به سن پالئوزوئیک بالایی، از غرب تا شرق ایران گسترش دارد. این رشته کوه از چین خوردن رسوبات اقیانوس پالتوتیس تشکیل شده است. با حرکت قارهٔ گندوانا به سمت شمال، اقیانوس پالتوتیس بسته شد و در تریاس میانی ایران به افغانستان متصل شد.

البرز از نظر شکل ظاهری پیچ و خم‌هایی دارد که عوامل آن عبارت‌اند از:

■ البرز غربی: در ناحیهٔ تکاب و سلطانیه، در اثر گسل‌های محدودکننده، رشته کوه به سمت شمال حرکت کرده است.



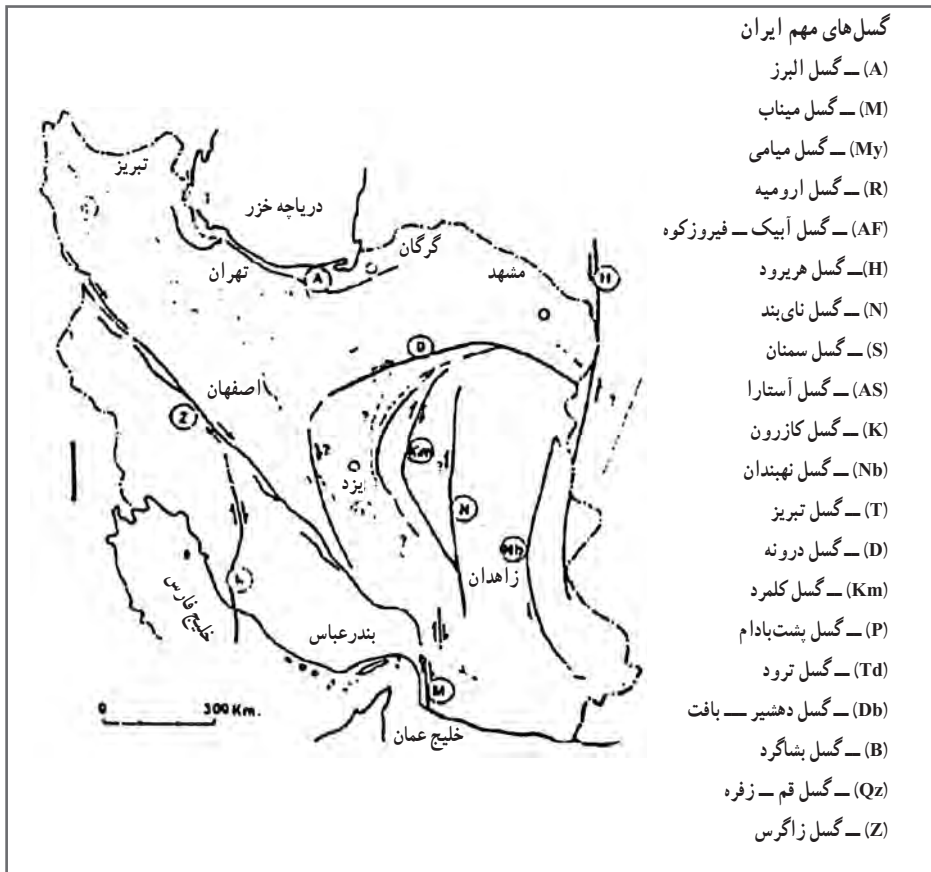
وضعیت پوسته قاره ای و اقیانوسی بخش البرز

- البرز مرکزی : به دلیل وجود هسته مقاوم از پوسته اقیانوسی، در خزر جنوبی یک انحنای رو به جنوب وجود دارد.
- البرز شرقی : روند به سمت شمال شرق تغییر می کند و احتمالاً در نتیجه جابه جایی و حرکت، قطعه لوت به سمت شمال است.

وضعیت پوسته قاره‌ای و اقیانوسی زاگرس

ب) زاگرس: زاگرس در اواسط میوسن و اواخر پلیوسن دچار چین خوردگی شد. این رشته کوه جوان دارای روند اصلی شمال غرب - جنوب شرق در شمال غرب ایران تا شمال بندرعباس است. با بسته شدن پالتوتیس در شمال ایران، در حاشیه جنوب و جنوب غربی ایران (تقریباً در محل گسل زاگرس) نتوتیس تشکیل می‌شود.

■ در اواسط کرتاسه، در اثر فرورانش پوسته اقیانوسی نتوتیس، ارتفاعات مهم «زاگرس مرتفع» تشکیل می‌شوند. از سوی دیگر رسوبات موجود بین ایران و عربستان، در اثر نیروی فشاری دچار چین خوردگی می‌شوند و کوه‌های «زاگرس چین خورده» را به وجود می‌آورند.



محل استقرار گسل‌های مهم ایران

واحدهای زمین‌شناسی و ساختمانی ایران از نظر وضعیت ساختمانی و چینه‌شناسی ایران به زون‌های زیر تقسیم می‌شوند :

■ زون زاگرس که شامل بخش‌های زیر است :

۱ دشت خوزستان؛

۲ زاگرس چین‌خورده؛

۳ زاگرس مرتفع؛

■ زون سنندج سیرجان؛

■ زون ایران مرکزی؛

■ زون البرز که شامل این موارد است :

۱ زون کپه‌داغ؛

۲ زون البرز مرکزی؛

■ زون البرز غربی و آذربایجان؛

■ زون شرق و جنوب شرقی که شامل موارد زیر است :

۱ فلیش شرق ایران (زون نهبندان خاش)؛

۲ بلوک لوت؛

۳ زون مکران؛

برخی از انواع معدن‌های ایران

زغال سنگ : معدن‌های زغال سنگ شمال ایران از آذربایجان تا خراسان گسترده است. مرغوب‌ترین جنس زغال سنگ منطقه البرز از معادن «زیراب» به دست می‌آید که به کارخانه‌های ذوب آهن اصفهان حمل می‌شود و بقیه آن در کارخانه‌های نساجی مازندران (قائم شهر و بهشهر) یا در واحدهای صنعتی اطراف تهران و کرج استفاده می‌شود. از جمله معدن‌های دیگر منطقه البرز می‌توان از شمشک، گاجر، نساء، لالون، گرمابدر، الیکا و گلندرود نام برد. افزون بر زغال سنگ‌های شمال، در پهنه ایران مرکزی و در محدوده شهرستان طبس، معدن زغال سنگ پروده به عنوان یکی از ذخایر عظیم زغال سنگ خاورمیانه وجود دارد.

سنگ آهن : سنگ آهن تاکنون در بسیاری از نقاط کشور، از جمله در گل‌گهر سیرجان، سنگان خواف (خراسان رضوی)، بافق (یزد)، سمنان، شمس‌آباد (اراک)، زنجان و محلات شناسایی شده و در حال

بهره‌برداری است. سنگ آهن در ایران عمدتاً از نوع مانیسیت، هماتیت و یا لیموتیت و اندکی با ترکیبات سولفوروی است و درجه خلوص بالایی (۶۰٪) دارد. ذخایر احتمالی آهن ایران را ۱/۷ میلیارد تن و ذخایر قطعی آن را بیش از ۵۰۰ میلیون تن برآورد کرده‌اند.

مس: استخراج مس در ایران سابقه‌ای کهن دارد و معدن‌های آن در سراسر فلات ایران پراکنده‌اند. میزان ذخایر مس ایران را تا صدها میلیون تن برآورد کرده‌اند که مهم‌ترین معدن فعال آن در «سرچشمه» کرمان واقع است. افزون بر این، معدن‌های مس فراوانی در نواحی قلعه زری بیرجند، انارک (یزد)، زنجان (بایچه باغ)، آذربایجان (سرنگون، مزرعه و هرواباد) وجود دارند.

سرب و روی: ذخایر معدن‌های سرب و روی کشور را بیش از ده‌ها میلیون تن برآورد کرده‌اند. بیشتر آنها در حواشی کویر لوت و ایران مرکزی (حوالی انارک، یزد، اصفهان و اراک) و نواحی پیرامونی البرز قرار دارند. معدن سرب و روی انگوران زنجان نیز یکی از معادن مهم سرب و روی کشور است.

فلزات قیمتی: براساس اکتشافات انجام شده، در اطراف «محلان» رگه‌هایی از طلا کشف شده‌اند که مقدار آنها قابل توجه است. معدن دیگری نیز میان «دلیجان» و «میمه» شناسایی شده است که به علت کمی عیار، استخراج آن مقرون به صرفه نیست. در استان اصفهان نیز در چندین نقطه، از جمله در «موته» گلپایگان، معدن طلا کشف شده است. در ایران نشانه‌هایی که دال بر وجود معدن نقره باشد، به دست نیامده است، ولی چون این فلز غالباً همراه سرب، نیکل و مس به دست می‌آید، احتمال وجود آن در کانال‌های مناطقی در بیرجند و بلوچستان بسیار است.

مواد معدنی غیر فلزی: از جمله ذخایر معدنی فراوان و پرهای ایران انواع سنگ‌های ساختمانی (به‌صورت سنگ لاشه، تزئینی و یا سنگ آهک و گچ) و خاک‌های معدنی، و همچنین نمک را می‌توان نام برد.

نمک: نمک که در حاشیه کویرهای مرکزی به مقدار بسیار به دست می‌آید و بزرگ‌ترین معدن‌های آن در جزیره‌های خلیج فارس و مخصوصاً در جزیره قشم (دره نمکدان) وجود دارد که ذخایر آن را صدها میلیون تن برآورد کرده‌اند.

خاک سرخ: این خاک در بیشتر نقاط ایران به دست می‌آید و مهم‌ترین معادن آن در جزیره هرمز در استان هرمزگان و در ۳۰ کیلومتری غرب «بجستان» از استان خراسان مشاهده می‌شود. خاک سرخ یکی از اقلام صادراتی کشور است.

خاک نسوز: این خاک در نواحی خراسان، سمنان، اصفهان، فارس و آذربایجان غربی به دست می‌آید. ذخیره احتمالی آن را تنها در ناحیه سمنان ۱،۰۶۰،۰۰۰ تن تخمین زده‌اند و ذخایر احتمالی ناحیه اصفهان نیز در «سمیرم» ۴،۶۰۰،۰۰۰ و در «دوبلان» ۸،۰۰۰،۰۰۰ تن برآورد شده است.

فیروزه: از جمله محصولات معدنی مشهور ایران است که بیشتر آن در فاصله حدود ۲۰ کیلومتری شهر فیروزه از توابع شهرستان نیشابور، از سنگ میزبان آندزیتی به دست می‌آید. ذخایر آن را نیز از ۱۰ هزار تا ۲۰ هزار تن برآورد کرده‌اند. این کانی قیمتی در «باغون» از نواحی شاهرود و کرمان نیز استخراج می‌شود.

ایران از نظر مواد معدنی غیر فلزی، بسیار غنی است. به جز آنچه نام برده شد، معادن فراوانی از سیلیس، دولومیت، فلدسپات، بنتونیت، تالک، زاج، فلورین، تراورتن، مرمر و انواع سنگ‌های ساختمانی و تزئینی در بیشتر استان‌های کشور وجود دارند. ایران سومین تولیدکننده بزرگ «گچ» در جهان است و تولید آن سالانه حدود پنج میلیون تن است.

■ معدن‌های بزرگ ایران

ایران با دارا بودن ۳۷ میلیارد تن ذخایر قطعی معدنی، یکی از غنی‌ترین کشورهای معدنی دنیاست. به طوری که وجود معدن‌هایی چون مس سرچشمه و سنگ آهن سنگان و چادرمو سبب شده است، ایران سه معدن از پرمعيارترین و منحصر به فردترین معدن‌های دنیا را به نام خود ثبت کند. ایران با دارا بودن ذخایر غنی معدنی خود، به بهشت معدن‌های دنیا معروف شده و توانسته است نظر بسیاری از سرمایه‌گذاران این حوزه را طی دهه‌های گذشته به خود جلب کند. در فصل ۱۱ معدن مهم و بزرگ ایران را معرفی می‌کنیم تا بدانیم جایگاه واقعی کشورمان از این لحاظ در دنیا به چه شکلی است.

معدن مس سرچشمه: در ۱۶۰ کیلومتری جنوب غربی کرمان قرار گرفته و بزرگ‌ترین تولیدکننده مس ایران است. یکی از بزرگ‌ترین معدن‌های روباز مس دنیا و بزرگ‌ترین معدن روباز خاورمیانه محسوب می‌شود.

معدن مس سونگون — ورزقان: یکی دیگر از بزرگ‌ترین معادن مس ایران است که بیش از یک میلیارد تن ذخیره کانسنگ مس دارد. عناصر همراه کانسنگ این معدن مولیبدن، طلا، نقره، رینیوم و ... هستند. سابقه معدن‌کاری در سونگون به دو قرن پیش (دوره قاجاریه) برمی‌گردد.

معدن مس میدوک کرمان: یکی از بزرگ‌ترین معدن‌های مس ایران است که در فاصله ۱۳۲ کیلومتری شمال غرب معدن مس سرچشمه قرار گرفته است. نام قدیمی آن «مس لاجاه» بوده که به سبب نزدیکی به روستای میدوک به این نام تغییر یافته است.

معدن زغال سنگ پادانا: با عمقی در حدود ۶۰۰ متر، عمیق‌ترین معدن زیرزمینی زغال سنگ ایران است که در شهرستان «کوهبنان» و در فاصله ۱۷۰ کیلومتری مرکز استان کرمان قرار دارد. محصول این معدن «زغال کک‌شو» است که پس از استخراج به «کارخانه زغال‌شویی زرنده» ارسال می‌شود.

معدن سنگ آهن چغارت (باقی یزد): اولین معدن سنگ آهن ایران، که هنگام تأسیس «شرکت ذوب آهن اصفهان» تغذیه کننده آن محسوب می شده است. بلوک معدنی بافق، با ذخیره بیش از یک سوم سنگ آهن کشور، مهم ترین منطقه آهن دار ایران شناخته شده است.

معدن سنگ آهن چادرملو: در حال حاضر بزرگ ترین تولیدکننده کنسانتره سنگ آهن کشور است. با ذخیره قابل استخراج به مقدار ۳۲۰ میلیون تن در قلب کویر مرکزی ایران واقع شده و در ۱۸۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان یزد قرار گرفته است. عمر ذخایر سنگ آهن معدن چادرملو ۱۰ سال دیگر به پایان می رسد.

معدن سنگ آهن گل گهر: با ذخیره احتمالی یک میلیارد تن و ذخیره قطعی ۲۱۹ میلیون تن بزرگ ترین معدن شناخته شده سنگ آهن خاورمیانه شناخته می شود. در حال حاضر تولیدات حاصل از سنگ استخراجی این معدن، گندله سنگ آهن، کنسانتره سنگ آهن و سنگ دانه بندی شده است.

معدن طلای زرسوران: بزرگ ترین معدن طلای ایران است که در سال های اخیر کار خود را به صورت رسمی آغاز کرده است. در ۳۵ کیلومتری شهرستان «تکاب» و ۱۵ کیلومتری مجموعه میراث فرهنگی و گردشگری «تخت سلیمان» واقع است. این معدن ۱۵۰ تن ذخیره طلای خالص دارد و قرار است با تولید کارخانه زرسوران میزان تولید شمش طلای کشور دو برابر و به ۵/۵ تن برسد.

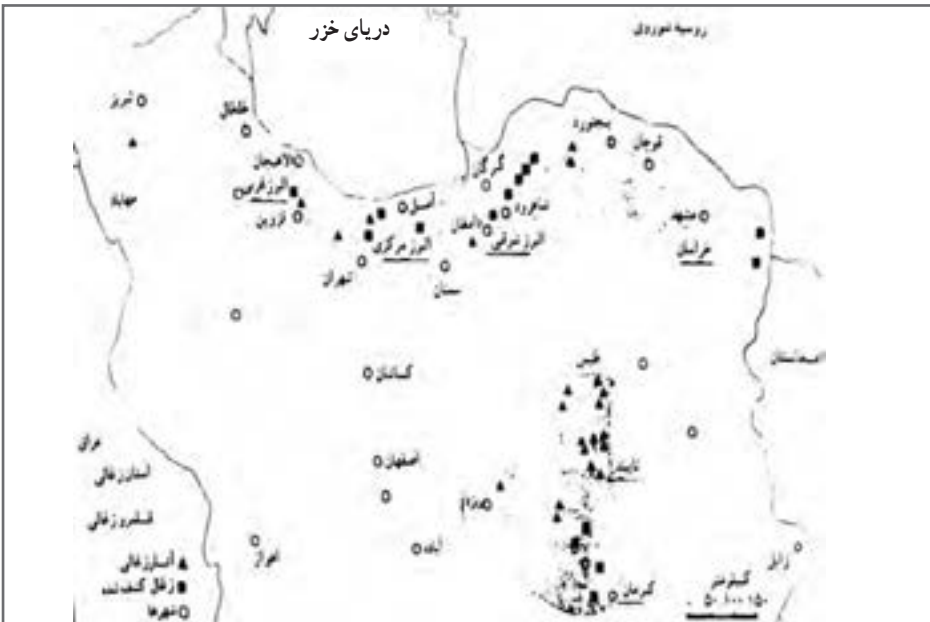
معدن فیروزه نیشابور: این معدن نه تنها در کشور، بلکه در سطح جهان بزرگ ترین معدن فیروزه است و مرغوب ترین فیروزه را دارد. تا جایی که تمام کشورها ارزش فیروزه خود را با فیروزه نیشابور ایران مقایسه می کنند. این معدن با ذخیره ۹ هزار تن و ظرفیت تولید سالانه ۱۹ تن در ۵۵ کیلومتری شمال غربی نیشابور، در محدوده ۲۰ کیلومتری شهر فیروزه، در جاده قدیم سبزوار و در روستای «معدن» قرار دارد. محاسبات نشان داده اند از هر تن سنگ فیروزه خام این معدن ۸ تا ۱۰ کیلوگرم فیروزه به دست می آید. فیروزه از سنگ میزبان آندزیتی استخراج می شود.

معدن سرب و روی انگوران: در ۱۳۵ کیلومتری غرب شهر زنجان واقع شده و بزرگ ترین معدن سرب و روی خاورمیانه محسوب می شود. با ذخیره ۹ میلیون تن، قرار است تا ۱۲ سال آینده خوراک کارخانه ها را تأمین کند. اما با توجه به اینکه ذخایر این معدن رو به پایان است، مقرر شده معدن «مهدی آباد یزد» جایگزین آن شود. انگوران به دلیل خلوص بالای روی آن، یکی از استثنایی ترین معدن های روی دنیا به شمار می آید.

معدن سرب و روی مهدی آباد: پس از انگوران دارای بزرگ ترین ذخایر سرب و روی جهان است که هم اکنون بالاترین میزان استخراج باریت کشور را هم به خود اختصاص داده است. با به پایان رسیدن ذخایر معدن انگوران، معدن مهدی آباد جایگزین آن می شود. احداث کارخانه های ۱۰۰ هزار تنی شمش روی و ۱۰۰ هزار تنی کنسانتره روی از برنامه های آینده این معدن است.



نقشه توزیع منابع معدنی در ایران



نقشه محدوده زغال دار ایران



میدان‌های مهم نفتی ایران

پاسخ فعالیت‌ها

■ قدیمی‌ترین سنگ‌های ایران در کدام مناطق یافت می‌شوند؟

پاسخ:

در روستای ساغند در اردکان استان یزد که از نوع سنگ‌های دگرگونی و به سن پرکامبرین هستند.

در انارک، جندق، نائین استان اصفهان که از نوع پوستهٔ اقیانوسی و سنگ دگرگونی‌اند.

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

پاسخ: اولاً ذخایر نفت و گاز در سنگ‌های رسوبی تشکیل می‌شود که منطقه زاگرس عمدتاً سنگ‌های رسوبی آهکی است.

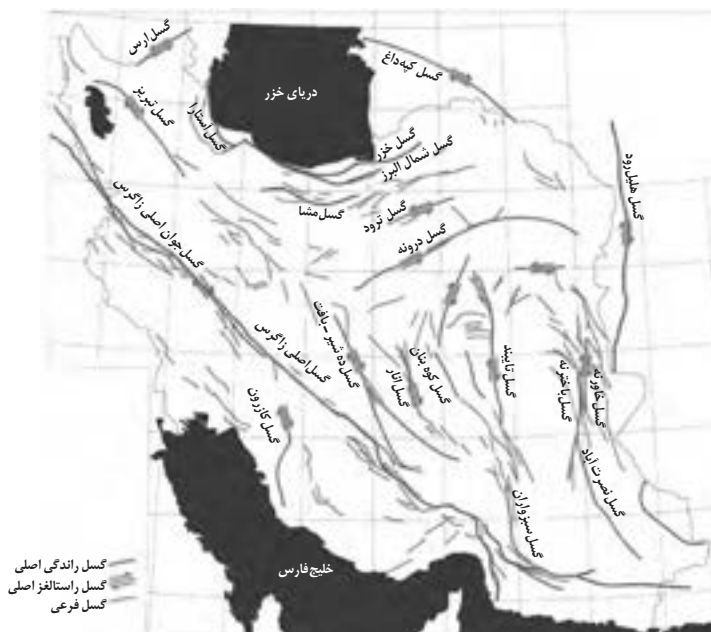
ثانیاً باید شکل هندسی مناسب برای نفت‌گیر را داشته باشد که منطقه زاگرس دارای تاقدیس‌های متوالی می‌باشد.

تحقیق کنید
ص ۱۰۴

فکر کنید
ص ۱۱۲

جمع آوری اطلاعات ص ۱۱۴

در نزدیکی محل سکونت شما کدام گسل/گسل ها وجود دارد؟
با تطبیق این نقشه با نقشه استان خود گسل یا گسل ها را نام ببرند.
آیا در سال های اخیر این گسل/گسل ها باعث زمین لرزه شده است؟
تاریخچه ای از فعالیت گسل های استان تهیه و در کلاس ارائه دهند.



۱ زمین گردشگری چگونه در رونق اقتصادی کشور تأثیر می گذارد و شما در زمینه حفاظت از آن چه نقشی می توانید داشته باشید؟
۲ یکی از جاذبه های زمین گردشگری در اطراف محل سکونت خود را به کلاس معرفی کنید.
پاسخ:

تحقیق کنید ص ۱۱۵

۱ هر گردشگری با ورود به کشورمان با استفاده از خدمات و خرید مقداری ارز وارد کشور می کند و موجب ایجاد کارهای جدید و رونق کارها می شود.
- ما می توانیم با ایجاد گردشگری مناسب مثلاً آلوده نکردن طبیعت و ... نقش داشته باشیم.
۲ در هر استان ها بخش های تاریخی، طبیعی و ... وجود دارد که مورد علاقه گردشگران است و دانش آموزان می توانند تعدادی از آنها را نام ببرند.

- آقاباتی، ع ۱۳۸۴ زمین شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران.
- اخروی، ر، ۱۳۸۲، زمین شناسی 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 زمین شناسی مهندسی»، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.
- مایکل پرایس، ۱۳۷۰، «مقدمه ای بر آب زیرزمینی»، ترجمه ولایتی و رضایی، انتشارات خراسان.
- مدبری، س. ۱۳۸۴، زمین شناسی نفت، مرکز نشر دانشگاهی.
- معماریان، حسین، ۱۳۸۴، «زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک»، انتشارات دانشگاه تهران.

- 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.

■ وب‌گاه‌های علمی در فضای اینترنت



معلمین محترم و صاحب نظران گرامی می‌توانند نظر اصلاحی خود را در باره مطالب این کتاب از

طریق نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۴۸۷۴ - گروه رسی مربوطه و یا پیام نگار Email

ارسال نمایند talif@talif.sch.ir

بگزارند. کتب هی‌دی‌سی‌سوی و متوسط نظری