

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَّآلِ مُحَمَّدٍ وَّعَجِّلْ فَرَجَهُمْ

راهنمای معلم زمین شناسی

رشته های علوم تجربی - ریاضی و فیزیک

پایه یازدهم

دوره دوم متوسطه

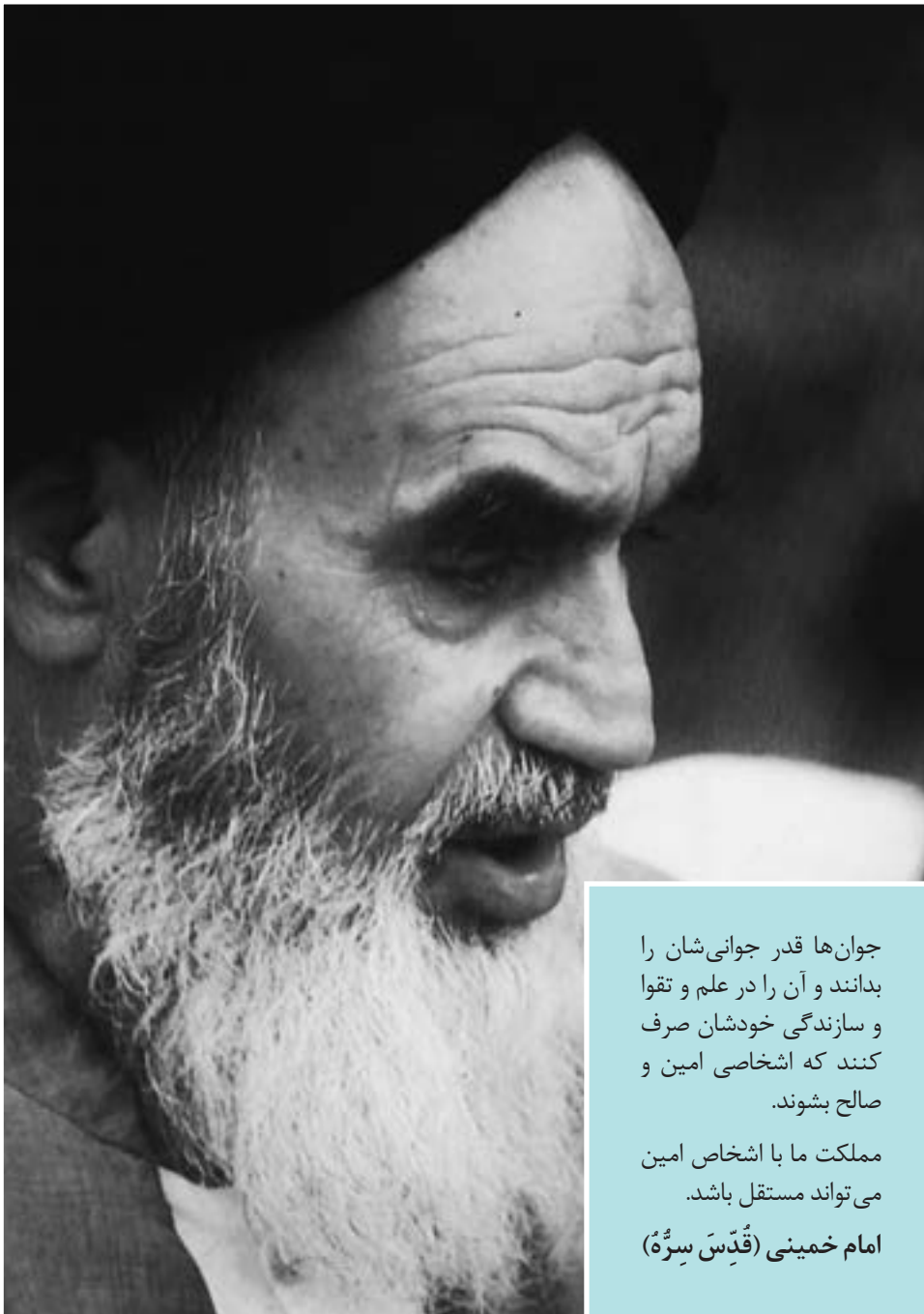


وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

- 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 صاحب‌زاده، مریم عابدینی و ناهید کرباسیان
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** (اعضای گروه تألیف) علی‌اکبر احمدی، فرزانه رجایی، رضا سنگ قلعه، ابراهیم شریفی تشنیری، مریم عابدینی، رزیتا عسگری گرمی (اعضای گروه بهسازی و غنی‌سازی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) - جواد صفری (مدیر هنری) - سورش سعادت‌مندی (صفحه‌آرا) - فریبا سیر و فریده حسینی (امور آماده‌سازی)
- نشانی سازمان:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
- تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۰۹۲۶۶۰۸۸۳۰، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- وبگاه: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir
- ناشر:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران - جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۰۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
- چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ:** چاپ دوم ۱۴۰۴

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۳۴۲۷-۴

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 (قُدَسَ سِرُّهُ)

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، عکس برداری، 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

کلیات

- فصل اول : آفرینش کیهان و تکوین زمین ۱
- فصل دوم : منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه ۳۷
- فصل سوم : منابع آب و خاک ۶۵
- فصل چهارم : بویایی زمین ۹۱
- فصل پنجم : زمین شناسی و سلامت ۱۴۷
- فصل ششم : زمین شناسی و سازه های مهندسی ۱۷۵
- فصل هفتم : زمین شناسی ایران ۲۲۳



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 به‌عنوان بنده خدا؛
- تقویت بیش‌آیات 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 به‌عنوان 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 گزارش‌نویسی 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 به طور صحیح و عاقلانه استفاده کند.
- در برابر محیط زیست و تلاش در جهت حفظ گیاهان و جانوران مسئولیت اخلاقی از خود نشان دهد.
- به معلم، والدین، هم کلاسی‌ها و سایر افراد جامعه احترام بگذارد و حقوق آنان را رعایت کند.
- در کسب روزی حلال و سخت کوشی در زندگی، احساس مسئولیت کند و از خود تعهد نشان دهد.

هدف‌های درس 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 به‌صورت یکپارچه در قالب شایستگی‌ها تبیین شده‌اند. این شکل از بیان هدف‌ها نیازمند آن است که دانش‌آموزان قادر باشند آموخته‌های خود را به‌صورت 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 به‌کارگیری معیارهای علمی برای آنها راه‌حل‌هایی ارائه دهد (مستقیم).
- با ارزیابی روش به‌کارگیری 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 / به‌کار می‌گیرد.
- با ارزیابی رفتارهای متفاوت در ارتباط با خود و دیگران در موقعیت‌های گوناگون زندگی، رفتارهای سالم را انتخاب می‌کند/ گزارش می‌کند/ به‌کار می‌گیرد.
- با درک ماهیت، روش و فرایند علم تجربی، امکان به‌کارگیری 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
- زمین‌شناسی و سلامت
- منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه
- زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی
- منابع آب و خاک
- زمین‌شناسی ایران
- پویایی زمین

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 هریک 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.
- ۵ مجلات رشد : مجله رشد آموزش علوم زمین
حاوی مقالات دانش‌افزایی، آموزشی، طرح درس، نقد سؤالات کنکور، امتحان نهایی، المپیاد و... است که در راستای کتاب غنی‌سازی تنظیم شده است.

رویکردهای آموزشی مد نظر در برنامه زمین‌شناسی

- در طراحی آموزشی و سازمان‌دهی محتوای کتاب دو رویکرد مهم مدنظر بوده است :
- رویکرد عام تفکر توحیدی
 - رویکرد خاص کاربردی محور

ارزشیابی از آموخته‌های دانش آموزان

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 یاد گرفته‌اند، مفید واقع شود :

۱ ارائهٔ 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، روزنامهٔ دیواری یا مقاله نوشته شده باشد. معلم با در نظر گرفتن همهٔ موارد، ارزیابی خود را از ارائهٔ دانش‌آموز به صورت فهرست واری تهیه و جمع‌بندی آن را در دفتر ثبت نمره‌ها وارد می‌کند.

۲ مشاهدهٔ کارهای عملی دانش‌آموزان

در حین برگزاری آزمایشگاه یا انجام فعالیت‌ها به صورت فردی یا گروهی، ضمن در نظر داشتن میزان فعالیت دانش‌آموزان، فهرست‌های واریسی 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 مطرح شده پاسخ می‌دهند. نمرهٔ کسب شده در این امتحان‌ها نیز در دفتر نمره‌ها ثبت می‌شود.

۵ آزمون پایان فصل

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

۶ نمرهٔ مستمر دانش‌آموزان

با جمع‌بندی نمره‌های شفاهی، آزمون کتبی کوتاه، آزمون پایان فصل، مشاهدهٔ کار عملی، ارائهٔ تکالیف دانش‌آموزی و... همراه با نظر دبیر در مورد دانش‌آموز که در طول سال تحصیلی به دست آمده است، نمره‌ای به عنوان مستمر اول و دوم در کارنامه ثبت می‌شود که حداکثر آن ۲۰ نمره است.

۷ امتحان نیم سال اول و نیم سال دوم

مطابق با بارم‌بندی پیشنهادی دفتر تألیف کتاب‌های درسی، از بخش‌هایی از کتاب، آزمونی ۲۰ نمره‌ای طراحی و طبق برنامه و زمان مشخص شده، اجرا می‌شود که پس از تصحیح ورقه‌ها، نمرهٔ کسب شدهٔ دانش‌آموز به عنوان نمرهٔ میان‌سال و پایان سال در کارنامه ثبت می‌شود.

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 غیر قابل 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... بکوشیم.

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 الگوهای، مشارکت هرچه بیشتر دانش‌آموزان را در فرایند یاددهی - یادگیری و کسب تجربه فراهم می‌کند.

کتاب‌های درسی هر چند سال یک‌بار نیازمند بازنگری و به‌روزرسانی براساس نیازهای جامعه و فضای کلاس درس هستند. کتاب کنونی حاصل تلاش و نظرات جمعی از دبیران مجرب بوده و با هدف بهسازی و غنی‌سازی محتوا تدوین شده است.

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

الف) هدف‌ها: در مواردی که هدف یک بخش، فصل، آزمایش و 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 درگیر کردن 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 این‌رو 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 معلم: 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 به‌عنوان 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: به‌منظور 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.

د) بیشتر بداند، فعالیت‌های تکمیلی، جمع‌آوری اطلاعات، واژه‌شناسی و آشنایی با دانشمندان علوم زمین در ایران و جهان در ارزشیابی دانش‌آموزان قرار نمی‌گیرند. همچنین اسامی مکان‌ها که در توضیحات زیر تصاویر کتاب درسی آمده، در ارزشیابی وارد نشود.

در این کتاب راهنمای معلم، در پایان هر فصل یک نمونه طرح درس و جدول واژه‌نامه به‌منظور رسیدن به سطح یادگیری بالاتر آورده شده است.

طرح درس : نوعی برنامه یا چهارچوب نوشته شده توسط معلم برای اجرای فعالیت‌های آموزشی در کلاس درس است. طرح درس یا سناریوی آموزشی بر لزوم استفاده از سازمان‌دهی در امر یاددهی و یادگیری تأکید دارد. در نگارش طرح درس باید به ساعت شروع و پایان تدریس، مدت زمان انجام فعالیت‌های کلاسی، حضور و غیاب دانش‌آموزان و مهم‌تر از همه اهداف یادگیری هر جلسه اشاره شود.

اهمیت و فواید استفاده از طرح درس :

- استفاده بهینه از زمان
 - تحقق بهتر اهداف درسی از نظر کمی و کیفی
 - کاهش بی‌نظمی و هرج و مرج در کلاس
 - ایجاد انگیزه در معلم و دانش‌آموزان
 - افزایش اعتماد به نفس مدرس یا معلم
 - ایجاد یادگیری عمیق‌تر و پایدارتر در دانش‌آموزان
 - نهادینه شدن نظم و انضباط در فعالیت‌های دانش‌آموزان
- نگارش طرح درس دارای قوانین خاصی بوده که براساس نوع طرح درس مشخص شده و در انواع قالب‌های روزانه، ماهانه و سالانه نوشته می‌شود. نکته مشترک تمامی آنها، رسیدن به سطح بالای یادگیری توسط دانش‌آموزان است.
- این مهم ما را بر آن داشت که در پایان هر فصل یک نمونه طرح درس روزانه (جمع‌آوری شده از دبیران محترم کشور) متناسب با اهداف تألیف و تدریس برای همکاران گرامی نیز قرار داده شود.

گروه مؤلفان درس زمین‌شناسی

بارم بندی و بودجه بندی درس زمین شناسی یازدهم

ارزشیابی در این درس به دو صورت مستمر و پایانی انجام می شود :

- ارزشیابی مستمر براساس فعالیت های گروهی یا انفرادی دانش آموزان در کلاس یا خارج از کلاس و در طول سال تحصیلی انجام می شود. این ارزشیابی براساس مشاهدات معلم و تعامل بین معلم و دانش آموزان در هنگام انجام هر فعالیت و براساس عملکرد دانش آموزان در انجام فعالیت ها، مانند ارائه گزارش، مشارکت در بحث های گروهی، پاسخ به پرسش های کتبی و شفاهی انجام می شود.
- ارزشیابی پایانی در دو نوبت به صورت آزمون کتبی و بیست نمره ای انجام می شود.

توجه :

- تهیه هرگونه سؤال از بیشتر بدانید، جمع آوری اطلاعات، فعالیت تکمیلی، آشنایی با دانشمندان علوم زمین و واژه شناسی مجاز نمی باشد.
- حفظ اعداد جز اهداف اصلی آموزشی نیست (اطلاعات بیشتر در راهنمای معلم).
- رمزینه های سریع پاسخ، جنبه کمک به فهم مطالب درسی را دارند، لذا استفاده از آن در طراحی سؤال مجاز نیست.
- مکان های ذکر شده در زیر شکل ها در ارزشیابی دانش آموزان قرار نمی گیرند.
- نمره هر فصل حداکثر می تواند تا ۵/۰ نمره نسبت به جدول بarm بندی تغییر کند.

شماره فصل	بودجه بندی کتاب	نوبت اول	نوبت دوم
۱	۳ جلسه	۶	۲/۵
۲	۵ جلسه	۷	۳/۵
۳	۴ جلسه	۷	۳
۴	۴ جلسه		۳
۵	۳ جلسه		۲/۵
۶	۴ جلسه		۳
۷	۳ جلسه		۲/۵
جمع	۲۶ جلسه ای	۲۰ نمره	۲۰ نمره

گروه زمین‌شناسی و محیط‌زیست شهرستان‌های استان تهران	سال تحصیلی ۱۴۰۵-۱۴۰۴	پایه یازدهم تجربی و ریاضی	طرح درس سالانه زمین‌شناسی چاپ ۱۴۰۴		
			ماه	هفته	صفحه
وسایل مورد نیاز	اهداف مورد نظر	عنوان درس	صفحه	هفته	ماه
کتاب درسی، پاوربونت، انیمیشن درباره مه‌بانگ	آشنایی با آفرینش کیهان و مه‌بانگ، نحوه تشکیل عناصر و اجزای اولیه سیارات.	آفرینش کیهان؛ فرایند آفرینش، تشکیل عناصر، کهنکشان راه شیری	۱۳ تا ۸	اول	مهر
کتاب درسی، فیلم در مورد مراحل تکوین زمین	سامانه خورشیدی، شناخت مراحل تکوین زمین و انواع سنگ‌ها، شکل‌گیری ناپیوستگی‌ها در زمین	مراحل تکوین زمین، سن زمین، انواع ناپیوستگی‌ها	۱۷ تا ۱۴	دوم	
کتاب درسی، ماکت کره زمین	آشنایی با تعیین سن نسبی و مطلق پدیده‌ها، انحراف محور زمین و ایجاد تغییرات آب و هوایی	سن نسبی و مطلق، تغییرات آب و هوایی	۲۱ تا ۱۷	سوم	
کتاب درسی ---	آشنایی با علم زمین‌شناسی و ...	علم زندگی کارآفرینی، ارزیابی و آزمون درس اول	---	چهارم	
کتاب درسی، پاوربونت، نمونه‌های واقعی از کانی‌ها نمودار گروه‌بندی کانی‌ها	منابع معدنی، آشنایی با مفهوم منابع معدنی و اهمیت آن در اقتصاد و صنعت، غلظت عناصر در پوسته، توانایی تفسیر جدول کلازک و کانی‌های سیلیکاتی	منابع معدنی، غلظت عناصر در پوسته، کانی‌های سیلیکاتی	۲۷ تا ۲۳	اول	آبان
کتاب درسی، پاوربونت، فیلم آموزشی نمونه گوهرها بوستر یا اسلاید از انواع گوهرها	سری واکنش بون و آشنایی با نحوه تبلور تدریجی کانی‌ها از ماگما درک و تفاوت بین سری پوسته و ناپیوسته، شناخت ارتباط سری واکنش بون با تشکیل سنگ آذرین کانه‌ها و کانسنگ‌ها	سری واکنش بون، کانه، کانسنگ، طبقه‌بندی کانسنگ	۳۰ تا ۲۸	دوم	
کتاب درسی، پاوربونت، بوستر و تصاویر آموزشی	کانسنگ‌ها ماگمایی، گرمایی رسوبی، آشنایی با نحوه تشکیل انواع کانسنگ‌ها اکتشاف معدن و آشنایی با مراحل مختلف اکتشاف معدنی آشنایی با گوهر	کانسنگ ماگمایی، گرمایی، رسوبی، اکتشاف معدن، گوهرها	۳۰ تا ۳۵	سوم	
کتاب درسی، پاوربونت، بوستر و تصاویر آموزشی	سوخت فسیلی، نفت و ذغال‌سنگ و آشنایی دانش‌آموز با مفهوم سوخت‌های فسیلی، درک نحوه تشکیل نفت و مهاجرت‌ها شناخت مراحل تشکیل نفت و ذغال‌سنگ علم و زندگی	سوخت فسیلی، نفت و ذغال‌سنگ علم زندگی کارآفرینی، ارزیابی و آزمون درس دوم	۴۰ تا ۳۵	چهارم	

ماه	هفته	صفحه	عنوان درس	اهداف مورد نظر	وسایل مورد نیاز	طرح درس سالانه زمین شناسی
						چاپ ۱۴۰۴
آذر	اول	۴۱ تا ۴۳	آزمون درس دوم - منابع آب و خاک، آب جاری	منابع آب و خاک، آب جاری، آشنایی با چرخه آب و نقش آن در طبیعت، سرعت و آبدی مقایسه بین رودخانه مستقیم و غیرمستقیم و آشنایی با دبی و حل مسائل مربوط به آن	کتاب درسی، باوربونت، ویدئو آموزشی	گروه زمین شناسی و محیط زیست شهرستان های استان تهران
	دوم	۴۴ تا ۴۷	آب های زیرزمینی منطقه تهویه اشباع، تخلخل و آبخوان ها	آب زیرزمینی و توزیع آب در زیرزمین، آشنایی با مفاهیم منطقه تهویه و اشباع، درک مفهوم سطح ایستایی و تخلخل و نفوذپذیری، آشنایی با مفهوم آبخوان و انواع آن	کتاب درسی، باوربونت استفاده از وسایل ساده برای نمایش نفوذپذیری خاک و سطح ایستایی	
	سوم	۴۷ تا ۵۱	حرکت آب زیرزمینی، ترکیب آب زیرزمینی آلودگی آب و بیلان آب	حرکت آب زیرزمینی، ترکیب آب زیرزمینی و آشنایی با مفهوم آب زیرزمینی و مسیر حرکت آن بررسی منابع آلودگی آب و بیلان	کتاب درسی، باوربونت، ویدئو آموزشی	
	چهارم	۵۷ تا ۵۲	فرونسست فرسایش و حفاظت خاک، علم و زندگی آزمون مستمر	فرونسست زمین، آشنایی با منابع خاک و افق های آن و نیم رخ خاک، فرسایش و فرسایش آبی، حفاظت از منابع آب و خاک و علم زندگی	کتاب درسی، باوربونت، نمایش فیلم در ارتباط با فرونسست	
دی	اول		دوره و رفع اشکال آزمون نیم سال اول	---	---	
بهمن	اول	۶۰ تا ۶۲	بوایی زمین، ورقه های قاره ای و اقیانوسی، چرخه ویلسون، تنش و انواع آن	شناخت ورقه های قاره ای و اقیانوسی و ساختار آنها، آشنایی با مراحل باز و بسته شدن ورقه ها، درک مفهوم تنش و آشنایی با انواع تنش	کتاب درسی، باوربونت ماکت زمین ساخت ورقه ای	
	دوم	۶۳ تا ۶۵	موقعیت لایه ها، شکستگی ها چین خوردگی	شناخت شکستگی ساده و گسل آشنایی با انواع گسل ها، انواع چین ها علت به وجود آمدن آنها ارتباط بین تنش ها و تشکیل گسل ها و چین خوردگی ها	کتاب درسی، باوربونت، ماکت، ویدئوهای آموزشی	
	سوم	۶۵ تا ۶۹	آتشفشان و فواید آتشفشان زمین لرزه، کانون زمین لرزه و مرکز سطحی	اجزای آتشفشان ها و ترکیب انواع گدازه، آشنایی با علل زمین لرزه، کانون و مرکز سطحی زلزله	کتاب درسی، باوربونت، ویدئوهای آموزشی	
	چهارم	۷۰ تا ۷۵	امواج درونی و سطحی، مقیاس اندازه گیری، ایمنی در برابر زلزله، علم و زندگی	بررسی میزان امواج درونی و بیرونی و ایمنی در برابر زلزله	کتاب درسی، باوربونت، ویدئوهای آموزشی	

گروه زمین شناسی و محیط زیست شهرستان های استان تهران	سال تحصیلی ۱۴۰۵-۱۴۰۴	پایه یازدهم تجربی و ریاضی	طرح درس سالانه زمین شناسی چاپ ۱۴۰۴		
			ماه	هفته	صفحه
وسایل مورد نیاز	اهداف مورد نظر	عنوان درس			
کتاب درسی، باوربونت، ویدئوهای آموزشی	شناخت نقش عوامل زمین شناسی در سلامت انسان و محیط زیست. درک اهمیت منابع آب و خاک و هوا در گسترش یا پیشگیری از بیماری های مرتبط با زمین	زمین شناسی و سلامت، زمین شناسی پزشکی، چرخه و تقسیم بندی بیوژئوشیمیایی و ژئوشیمی	۷۷ تا ۸۲	اول	اسفند
کتاب درسی، باوربونت، ویدئوهای آموزشی، بروشورهای سلامت و بیماری ها	بررسی بیماری های ناشی از عناصر شیمیایی موجود در خاک و آب و سنگ آشنایی با عناصر سمی و غیرسمی و نحوه ورود به چرخه زیستی آشنایی با نقش کلسیم منیزیم و ید در بدن انسان و اهمیت آنها در سلامت بدن	منشأ بیماری های زمین زاد آرسنیک، کادمیم، سرب، جیوه، فلوتور و سلنیم	۸۲ تا ۸۶	دوم	
کتاب درسی، باوربونت، ویدئوهای آموزشی، بروشورهای سلامت و بیماری ها	آشنایی با نقش روی، کلسیم و منیزیم، ید و نقش آنها در سلامت استخوان و عملکرد عصبی و غدد بدن غبارهای زمین زاد کاربرد کانی ها در صنایع بهداشتی، علم و زندگی	روی، کلسیم و منیزیم، ید، غبارهای زمین زاد کاربرد کانی ها در زمین شناسی، علم و زندگی	۸۷ تا ۹۳	سوم	
		آزمون فصل پنجم و چهارم		چهارم	
تعطیل رسمی				اول دوم	فروردین
کتاب درسی، باوربونت، ویدئوهای آموزشی	آشنایی با نقش مطالعات زمین شناسی مهندسی در ایمنی و پایداری سازه ها، آشنایی با مفهوم نفوذپذیری و اهمیت آن در مهندسی سازه ها	سازه های مهندسی، مکان بایی سازه ها، مقاومت و نفوذپذیری زمین	۹۳ تا ۹۷	سوم	
کتاب درسی، باوربونت، ویدئوهای آموزشی	شناخت عوامل مؤثر بر حرکت دامنه ای مثل جنس زمین، شیب و... آشنایی با خطرهای حرکت دامنه ای برای زیرساخت ها، بررسی نقش سنگ، گسل ها، شکستگی ها و آب زیرزمینی در انتخاب مکان مناسب	حرکت دامنه ای، مکان بایی سدها	۹۸ تا ۱۰۲	چهارم	
کتاب درسی، باوربونت، ویدئوهای آموزشی	مکان بایی مناسب برای ساخت تونل و فضاهای زیرزمینی شناخت انواع این فضاها مثل تونل و مغار و تشخیص تفاوت این دو، مکان بایی مناسب برای سازه های دریایی آشنایی با شاخص های مهندسی مصالح و آشنایی با مصالح مورد نیاز، جاده ها، علم زندگی	تونل و مغار و مکان بایی آنها، مکان بایی سازه های دریایی، شاخص مهندسی مصالح علم و زندگی	۱۰۲ تا ۱۰۷	پنجم	

گروه زمین شناسی و محیط زیست شهرستان های استان تهران	سال تحصیلی ۱۴۰۵-۱۴۰۴	پایه یازدهم تجربی و ریاضی	طرح درس سالانه زمین شناسی چاب ۱۴۰۴		
			صفحه	هفته	ماه
وسایل مورد نیاز	اهداف مورد نظر	عنوان درس			
کتاب درسی، پاورپوینت، ویدئوهای آموزشی	آشنایی با ویژگی زمین شناسی ایران و موقعیت جغرافیایی پهنه بندی ایران، شناسایی مناطق دارای معادن مهم و ارتباط آنها با سازندها	زمین شناسی ایران، تاریخچه زمین شناسی ایران، پهنه بندی، منابع معدنی و ذخایر آن	۱۱۴ تا ۱۰۸	اول	اردیبهشت
کتاب درسی، پاورپوینت، ویدئوهای آموزشی	آشنایی با مناطق نفت خیز و گازخیز، شناسایی گسل های فعال و آتشفشان های ایران و اثرات آنها بر محیط زیست و زندگی انسان، آشنایی با جاذبه های زمین شناسی و کاربرد آنها در توسعه گردشگری علمی و طبیعی	ذخایر نفت و گاز، گسل ها، آتشفشان، زمین گردشگری و علم و زندگی	۱۲۵ تا ۱۱۵	دوم	
---	---	آزمون فصل پنجم و چهارم		سوم	
	آماده سازی فراگیران برای آزمون پایانی نیم سال دوم	مرور دروس نیم سال اول و دوم		چهارم	



فصل اول

آفرینش کیهان و تکوین زمین





نقشه مفهومی



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

پیامد کلی

کنجکاوی و آشنایی با بخش‌هایی از آفرینش کیهان و چگونگی تشکیل عناصر و شکل گرفتن حالات ماده به‌عنوان ابزاری برای تعالی انسان و ترویج تفکر توحیدی.

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

- با فرایند آفرینش جهان (چگونگی شکل‌گیری ماده و انرژی) آشنا شوند.
- با فرایند تشکیل کهکشان راه شیری و شکل‌گیری منظومه شمسی در آن آشنا شوند.
- با چگونگی شکل‌گیری کره ماه آشنا شوند.
- با مفهوم شهاب سنگ و نقش آنها در روند تکوین جهان هستی آشنا شوند.
- با فرایند تکوین کره زمین به‌عنوان یکی از سیارات سامانه خورشیدی 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.
- با دلایل بروز دوره‌های خشکسالی و یخبندان (تغییرات آب و هوایی) در طی تکوین زمین آشنا شود.
- درهم تنیدگی مطالعات زمین‌شناسی و سایر علوم با یکدیگر را تشخیص دهند.

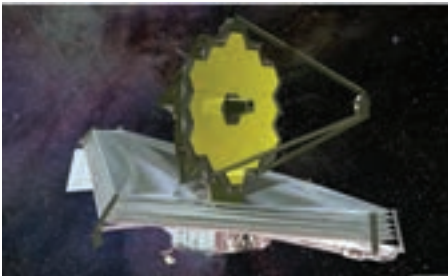


نمایی از کهکشان راه شیری در آسمانی صاف و بدون آلودگی‌های نوری

پيامدها و انتظارهاي عملكردي

دانش آموزان 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 توجه به تعداد و تنوع عناصر موجود در جهان، می‌تواند نظریه پردازی کند.)
- تفسیر کردن (نمونه : به تفسیر نتایج حاصل از نظریه مه بانگ می‌پردازد.)
- جمع‌آوری اطلاعات (نمونه : درباره شهاب‌سنگ‌ها و انواع آنها اطلاعات جمع‌آوری می‌کند.)
- برقراری ارتباط (نمونه : یافته‌های مطالعاتی خود را درباره تکوین زمین با شواهد موجود همچون فسیل‌ها بیان کند.)
- 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 درهم 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)؛



تلسکوپ جیمزوب یکی از قوی‌ترین ابزارهای انسان برای جست‌وجو در جهان هستی

- کنجکاوی در فرایند تکوین آفرینش و علاقه‌مندی به سرنوشت انسان در این مسیر؛
- علاقه‌مندی به توانایی‌های بومی.

توصیه‌ها و پیشنهادهای آموزشی

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

تصویرها : از نظریه مه بانگ، کهکشان راه شیری و موقعیت منظومه شمسی در آن، سحابی‌ها، کندرول‌ها، شهاب‌سنگ‌ها، نمونه‌های فسیل گیاهی و جانوری و

تألیفات: برخی از تألیفات و نوشته‌های مربوط به نوکلئوسنتز عناصر و فیزیک ذرات بنیادی و تاریخ تکوین جهان و زمین و... .

پوستر: تقسیمات دوران‌ها و حوادث زمین‌شناسی و... .
فیلم‌های کوتاه چند دقیقه‌ای برای نمایش در جلسه / کلاس درس و فیلم‌های طولانی‌تر برای تماشا در خارج از جلسه / کلاس درس از نظریات تشکیل جهان و زمین و تغییرات آب و هوایی و... .
نمونه‌های انواع فسیل‌ها، به‌ویژه فسیل‌های محلی و... .

مدل کره زمین و مدل منظومه شمسی (افلاک نما 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 جهان هستی، کهکشان راه شیری، شهاب‌سنگ‌ها، و مقالات جدید علمی نجوم.

منابع نوشتاری سنتی (کتاب، نشریه 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، تاریخچه مطالعات زمین‌شناسی و... .

بودجه‌بندی: چهار جلسه

پیش‌دانسته‌ها:

فصل ۱۰ زمین‌شناسی کتاب علوم تجربی 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 کیهان‌شناسی (Cosmology) ایجاد شده است.

برای هزاران سال انسان درباره اینکه جهان چگونه آفریده شده است اندیشیده است. آیا جهان ابدی بوده است؟ یا از یک زمان مشخصی در گذشته آغاز شده است؟ آیا از آغاز آفرینش به همین صورت بوده و یا در طول زمان تغییر کرده است؟ سؤال‌هایی که تا امروز هنوز برای انسان مطرح می‌باشد. دانشمندان موفق شده‌اند امروزه اطلاعات علمی زیادی درباره شرایط فیزیکی و ترمودینامیکی در آغاز شروع جهان جمع‌آوری کنند و به کمک شواهدی به بررسی تغییراتی که جهان از آغاز تا امروز دچار شده بپردازند و از طرفی چه اتفاقی برای جهان در آینده خواهد افتاد مورد تفسیر آنها قرار می‌گیرد.

دانستنی‌های بیشتر درباره چگونگی تشکیل عناصر

ابتدا باید درک درستی از دو مفهوم بنیادین داشته باشیم تا بتوانیم اصول و قوانینی را که بر مبنای آنها جهان (ماده و انرژی) تشکیل شدند به درستی درک کنیم. فقط با مطالعه نظام حاکم بر جهان می‌توان پی به رازهای خلقت برد. جهان هستی (کیهان) فقط از دو مفهوم بنیادین، ماده و انرژی ساخته شده است. ماده شامل ذرات بنیادینی است که در ابعاد زیراتمی، اتمی، مولکولی تا اجرام آسمانی، ستاره‌ای و کهکشانی در حالات مخلوط بوز - اینشتین، جامد، مایع، گاز و پلازما در جهان مشاهده می‌شود.

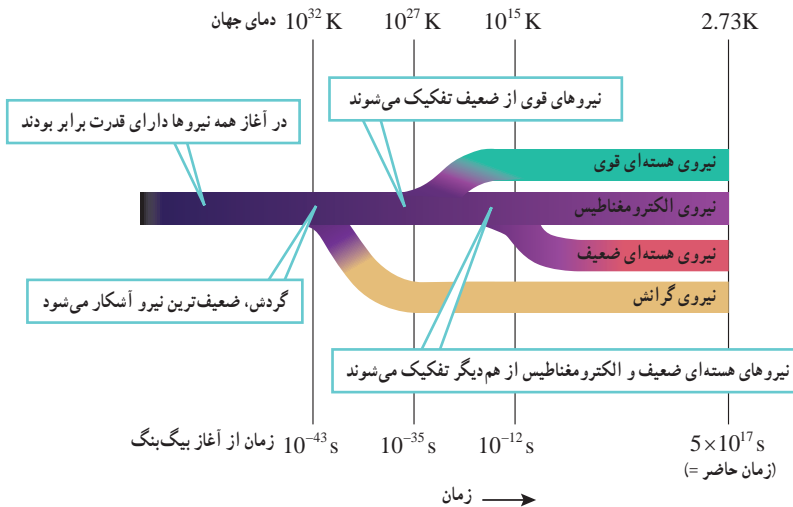
ذرات بنیادین در دو گروه بوزون‌ها و فرمیون‌ها ساختار اصلی ماده را تشکیل می‌دهند. بوزون‌ها ذراتی هستند که حامل نیرو در بین ذرات بنیادین هستند و فرمیون‌ها ذراتی بنیادین هستند که می‌توان آنها را سازنده اصلی ماده به حساب آورد.

انرژی به صورت چهار نیروی گرانش، الکترومغناطیس، نیروی هسته‌ای ضعیف و نیروی هسته‌ای قوی ارتباط بین ذرات تشکیل دهنده ماده را برقرار می‌سازند.

فرتون ها، γ	بوزون‌های پیمانه‌ای			ذرات حمل‌کننده نیرو (انرژی) این ذرات به‌عنوان انتقال‌دهنده‌های نیرو (انرژی) بین دیگر ذرات (ذرات سازنده ماده) عمل می‌کنند	بوزون‌ها	ذرات
گلتون‌ها، g						
بوزون‌ها، z						
بوزون هیگز، H	بوزون‌های اصلی					
مزون‌ها	هادرون‌ها			ذراتی که از تجمع بوزون‌ها و فرمیون‌ها ساخته می‌شوند.	ذرات سازنده ماده	بنیادی
بايون‌ها						
نوترینوی الکترون ν_e	نوترینوی فرتون ν_μ	نوترینوی تاو ν_τ	لپتون‌ها	فرمیون‌های اصلی	ذرات سازنده ماده	فرمیون‌ها
الکترون e	فرتون μ	تار τ				
سر t	افسون c	بالا U	کوارک‌ها			
ته b	شگفت s	پایین d				

شکل‌گیری چهار نیروی بنیادین از یک نیروی (آبرنیروی) اولیه

با سرد شدن جهان و بعد از پایان تورم اولیه اولین ذرات زیر اتمی طی فرایندهای تولید جفتی (pair production) و شکست تقارنی (symmetry breaking) پدیدار شده و تعادل بین انرژی و ماده شکل می‌گیرد (دوره تثبیت جهان). دانشمندان به کمک فرایند تولید جفتی، توضیح می‌دهند که چگونه از نوسانات فوتون‌های پرنرژی یک جفت ذره ماده و ضد ماده تشکیل می‌شوند و همین‌طور توسط فرایند شکست تقارنی مشخص می‌سازند که چرا ذرات ضد ماده از بین رفته و ذرات ماده جهان فعلی ما را شکل داده‌اند. با ظهور و تشکیل کوارک‌ها نیروی الکترومغناطیس و هسته‌ای قوی نیز ظاهر شده و جهان وارد دورانی می‌شود که به دلیل شرایط فیزیکی حاکم امکان انتقال بوزن‌هایی نظیر فوتون به اطراف وجود ندارد و در نتیجه از آن به نام دوران تاریکی یاد می‌شود. در حدود 380000 سال بعد از آغاز جهان، فقط حالتی از ذرات به نام پلازما در جهان حاکم بود. حالتی از ماده که هسته‌های اتمی و الکترون‌های شناور آزاد در آن نوعی سوپ دارای بار الکتریکی را تشکیل می‌دادند. با گذشت زمان دما آن‌چنان افت کرد که برای به دام افتادن الکترون‌ها در مدار پیرامون هسته‌های اتمی کافی شده و نخستین اتم یعنی هیدروژن به وجود آید. با تشکیل هیدروژن نخستین بار حالت گاز در جهان شکل می‌گیرد.



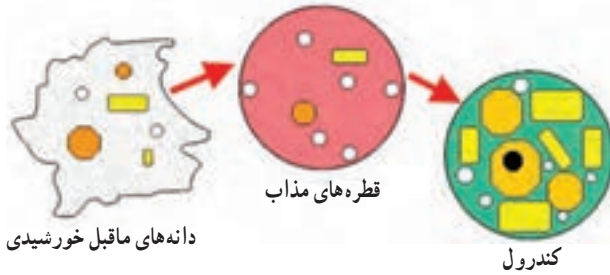
توزیع نامتقارن اتم‌های هیدروژن در جهان منجر به تراکم بیش از اندازه اتم‌ها در برخی نقاط شده و این اتم‌ها بر اثر عملکرد نیروی گرانش جذب یکدیگر می‌شوند. طی وقوع این فرایند برای نخستین بار بعد از آغاز جهان (که دائماً در حال سرد شدن و گسترش بوده است) در این نقاط خاص به دلیل تجمع و تراکم زیاد اتم‌های هیدروژن دما افزایش یافته و انقباض حاکم می‌گردد. با افزایش دما اتم‌های هیدروژن با انجام واکنش‌های زنجیری (پروتون‌گیری) تبدیل به اتم‌های سنگین‌تر هلیوم می‌شوند. با تولید نخستین اتم هلیوم اولین ستاره در جهان هستی به وجود می‌آید.

ستارگان کارخانه‌های تولید عناصر هستند. با افزایش دما در درون ستارگان و ادامه واکنش‌های زنجیری عناصر سنگین‌تر در ساختار لایه‌ای ستارگان شکل می‌گیرند.

دانستنی‌های بیشتر در باره کندرول‌ها

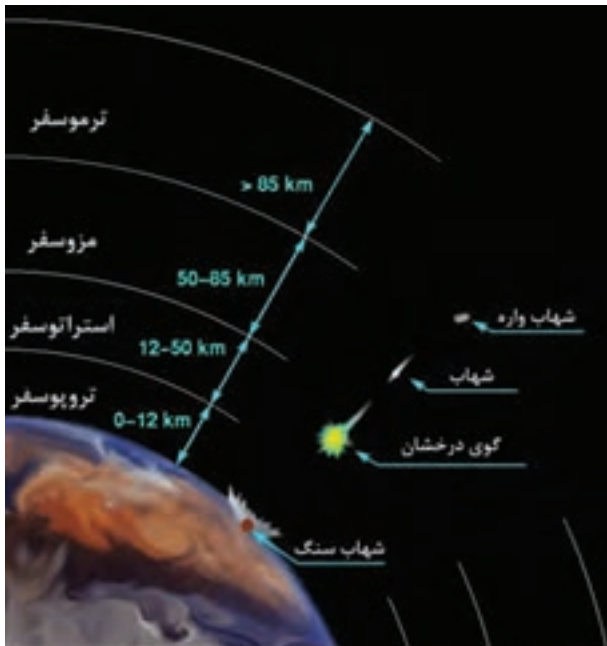
فراوان‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده بیشتر شهاب سنگ‌های کندریتی گلوله‌های کوچکی به نام کندرول می‌باشند. آنها با اشکال کروی دارای بافت و ساختمان ویژه خود و با ابعاد بین $\frac{1}{8}$ تا ۴ میلی‌متر از تنوع و زیبایی غیرقابل بحثی در بین اجزای تشکیل‌دهنده شهاب سنگ‌ها برخوردار می‌باشند. برخی از کندرول‌ها دارای ابعادی بزرگ‌تر هستند که به آنها ماکروکندرول می‌گویند. کندرول‌ها طولانی‌ترین تاریخ را تجربه کرده‌اند. آنها در حدود ۴/۵۶ میلیارد سال پیش در بین فضای ذراتی که بعداً خورشید را می‌سازند و یا همزمان با رخدادهایی که منجر به تشکیل خورشید شده بود تشکیل شده‌اند. به نظر می‌رسد که برخی از مواد موجود در این فضا به صورت قطره‌های کوچک شناور و مذاب طی فرایندهایی به سرعت به صورت گلوله‌های کوچک سرد و متبلور شده‌اند. بنابراین کندرول‌ها مدارک مهمی از تاریخ تشکیل منظومه شمسی را به دست می‌دهند.

مطابق با الگوی ارائه شده در تصویر زیر قطعات پیش‌ساز اولیه (گلوله‌های غبار) شامل دانه‌های سیلیکاته، اکسیدها، فلزات آهن و نیکل، سولفیدها و کربن طی فرایندهای حرارتی ذوب شده و قطره‌های مذابی را تشکیل می‌دهند. نیکل و سولفیدها در مذاب سیلیکاته امتزاج نمی‌یابند و از طرف دیگر برخی از سیلیکات‌ها نیز به صورت بخشی حل می‌شوند و هنگامی که قطره سرد می‌شود دانه‌های سیلیکاته (الیومین و پیروکسن) متبلور می‌شوند و دانه‌هایی که در فرایند ذوب مشارکت نکرده‌اند به همراه دانه‌های رشد کرده و فازهای فلزی شامل سولفیدهای آهن و نیکل در ساختاری به نام کندرول تجمع می‌یابند.



دانستنی‌های بیشتر درباره شهاب سنگ‌ها

سامانه خورشیدی، مجموعه‌ای از اجرام مختلف است. اجرامی با اندازه‌های متفاوت و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسیار متنوع و گوناگون؛ اگر اندازه را در نظر بگیریم، ذراتی در ابعاد غبار از یک سو و در سوی دیگر خورشید با قطری در حدود $1/293/000$ کیلومتر دیده می‌شوند. سیارات، اقمار، شبه سیارات (سیارک‌ها)، خرده سیارات، دنباله‌دارها و قطعات مختلف سنگی مابین این دو قرار می‌گیرند. از نظر فراوانی سیارات تعداد کمتری را در منظومه شمسی دارند. اقمار از فراوانی بیشتری برخوردار می‌باشند و بعد از آن شبه سیارات (سیارک‌ها) و خرده سیارات بسیار فراوان‌ترند. تعداد خرده‌سنگ‌ها و قطعات مختلف سنگی قابل شمارش نمی‌باشند به طوری که فقط در مداری بین مشتری و مریخ میلیون‌ها قطعه از آنها دیده می‌شوند.



اکنون هرگاه یکی از این اجرام (بیشتر خرده سنگ‌ها) در مسیر حرکتی خود با زمین برخورد کند، بسته به اینکه با چه سرعتی و با چه زاویه‌ای وارد اتمسفر زمین گردد، پدیده‌ها و فرایندهای متفاوتی رخ خواهد داد. بسیاری از آنها در نتیجه شوک ناشی از برخورد و حرارت ایجاد شده، سوخته و از بین می‌روند، برخی از آنها با اشکال مختلفی منهدم می‌گردند که رایج‌ترین آنها انفجارهایی با ویژگی‌های خاص خود می‌باشند.

در هر حال پدیده‌هایی که ما با نام‌هایی مانند شهاب، شهاب‌واره، درخشان گوی، گلوله‌های نورانی و بارش‌های درخشان می‌شناسیم رخ می‌دهند.

در صورتی که بقایایی از این اجرام بعد از رخ دادن پدیده‌های یاد شده به سطح زمین برسند و نهایتاً بعد از برخورد با سطح زمین باقی بمانند و کاملاً منهدم نشوند، قطعاتی را تشکیل می‌دهند که آنها را به‌عنوان شهاب‌سنگ شناخته و تعریف می‌کنیم.

سقوط شهاب سنگ‌ها در همه ادوار تمدن بشری رخ داده است. کشف تعدادی از قطعات شهاب سنگی در مقابر فراعنه مصر و آثار باستانی اطراف رودخانه سند (موهنجودارو) و بین‌النهرین نشان‌دهنده این مطلب است.

شهاب سنگ‌ها مسافرانی رسیده به زمین از محیط سامانه خورشیدی هستند. مسافرانی که بیشترین اطلاعات را از فضای بیرون از جو زمین به همراه دارند. دانشمندان برای بررسی مستقیم شرایط و ویژگی‌های سایر سیارات و نقاط سامانه خورشیدی به آنها وابسته‌اند. هزینه بسیار زیاد ارسال سفینه‌ها و رباط‌ها به سایر نقاط سامانه خورشیدی و مطالعه مستقیم اجرام فضایی باعث شده است که توجه دانشمندان برای دسترسی به اطلاعات موجود در شهاب‌سنگ‌ها اقدام به خریداری آنها کنند. کمیابی برخی از شهاب‌سنگ‌ها و منشأ آنها که از کدام نقطه سامانه خورشیدی به زمین رسیده‌اند ارزش و قیمت آن را افزایش می‌دهد.

دانستنی‌های بیشتر در باره کهکشان‌ها

کهکشان‌ها مجموعه گسترده‌ای از ستارگان، بقایای ستاره‌ای، گاز، غبار و ماده تاریک هستند که به‌وسیله گرانش ساختمان خاصی را به‌وجود می‌آورند.

کهکشان‌ها سازه‌های سازنده جهان هستی هستند و می‌توانند در اندازه، شکل و ترکیب بسیار متفاوتی وجود داشته باشند. آنها می‌توانند از چند میلیون تا صدها میلیارد ستاره تشکیل شده باشند.

فراوان‌ترین انواع کهکشان‌های مشاهده شده شامل کهکشان‌های مارپیچی هستند که ساختمانی صفحه‌مانند و صاف داشته و دارای بازوهای مارپیچی باز شده به اطراف آن هستند. همچنین، کهکشان‌های بیضوی نیز وجود دارند که دارای شکلی گرد و یا کشیده هستند. البته، کهکشان‌های نامنظم نیز وجود دارند که شکل مشخصی ندارند.

کهکشان‌ها به‌طور یکنواخت در سراسر کیهان توزیع نشده‌اند، بلکه در خوشه‌ها و ابرخوشه‌ها گروه‌بندی شده‌اند. این خوشه‌ها می‌توانند شامل صدها یا حتی هزاران کهکشان باشند که به‌وسیله جاذبه مشترک خود به هم گره خورده‌اند. شکل کهکشان‌ها و توزیع آنها تابع مقدار جرم موجود در آنها است. اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط دانشمندان نشان داد که تمامی انواع ماده قابل مشاهده در جهان فقط ۴/۹ درصد جرم موجود در جهان هستی را تشکیل می‌دهد و بقیه آنکه ماده تاریک نامیده شده است به تمامی ناشناخته است.



به این علت صفت تاریک را برای آن به کار برده اند که نه هیچ گونه تابشی را جذب و نه هیچ گونه تابشی را گسیل می کند و فقط از طریق تأثیر نیروی گرانشی آن بر روی ستاره ها در لبه های کیهکشان و حرکت کیهکشان ها در خوشه های کیهکسانی آشکارسازی می شود.

از طرفی کشف مهمی که در سال ۱۹۲۵ توسط ادوین هابل صورت گرفت نشان داد که جهان در حال انبساط است. و جالب آنکه در سال ۱۹۸۸ گروهی از اختر شناسان پی بردند که انبساط جهان نه تنها کند نشده است بلکه شتاب هم گرفته و سریع تر شده است. این شتاب نشان می دهد که جهان هستی در حال دریافت، تقویت و حمایت انرژی از جایی است. امروزه به این نیروی مرموز انرژی تاریک نام نهاده اند.

مشخص شده است که در آغاز جهان (۱۳/۸ میلیارد سال پیش) ماده تاریک بر جهان غلبه داشته است ولی در حال حاضر نقش انرژی تاریک پررنگ تر می باشد.



تغییر مقدار انرژی و ماده تاریک در طول تاریخ جهان هستی

دانستنی‌های بیشتر درباره سامانه خورشیدی

در سال ۲۰۰۶، سیاره کوچک پلوتو در یک تغییر مفهومی که برای تعریف سیارات استفاده می‌شد، از لیست سیارات خارج شد. این تغییر مفهومی ناشی از کشفیات جدیدی بود که با توسعه فن‌آوری‌های نوین در ابزار مشاهده جهان نظیر تلسکوپ‌ها و رادیوتلسکوپ‌ها به دست آمد. طی یکی دو سال تصور انسان از سامانه خورشیدی که در طول صدها سال شکل گرفته بود دچار تغییر شد.

با در نظر گرفتن این مفاهیم جدید اکنون سامانه خورشیدی مجموعه‌ای تشکیل شده از اجزای زیر خواهد بود:

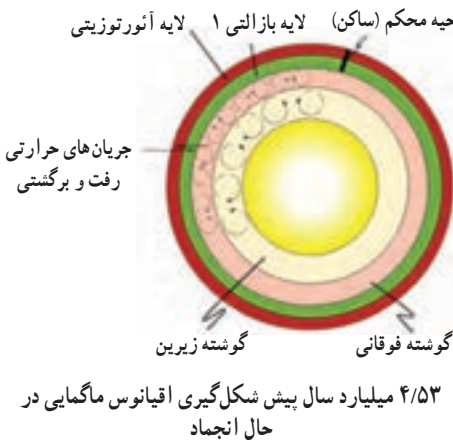
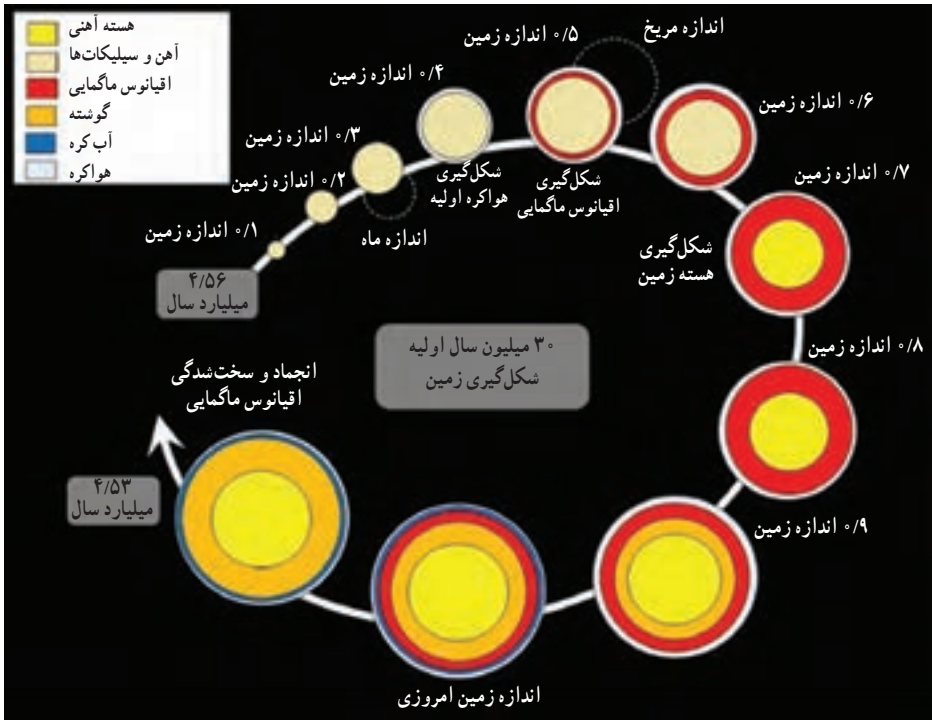
- ۱ یک ستاره به نام خورشید. که جرم و حجم اصلی سامانه را بخود اختصاص می‌دهد.
- ۲ چهار سیاره سنگی کوچک (سیارات داخلی) شامل تیر، ناهید، زمین، بهرام.
- ۳ چهار سیاره گازی بزرگ (سیارات بیرونی) شامل مشتری، کیوان، اورانوس، نپتون (از ویژگی‌های این چهار سیاره وجود حلقه‌هایی از غبار و قطعات سنگی در اطراف آنها است که کیوان چشم‌گیرترین حلقه‌ها را در سامانه خورشیدی به خود اختصاص می‌دهد)
- ۴ پنج سیاره کوتوله شامل سرس، پلوتو، هائومه‌آ، ماک‌ماکی، اریس.
- ۵ تعداد زیادی قمر. (مشتری و کیوان بیشترین اقمار را در بین سیارات دارا هستند) برخی از اقمار بزرگ بوده و جرم کافی برای کروی شدن را دارند (مانند قمر زمین یا ماه) و برخی از اقمار کوچک بوده و دارای شکل غیرکروی هستند.
- ۶ تعداد زیادی قطعات سنگی کوچک و بزرگ (سیارک‌ها و یا خرده سیارات) که در مدار بین بهرام و مشتری به دور خورشید می‌چرخند. بزرگ‌ترین این قطعات پالاس و وستا می‌باشند. این قطعات در ناحیه‌ای محدود شده‌اند که به کمربند خرده سیارات معروف شده است.
- ۷ تعداد زیادی اجرام یخی و سنگی (دنباله‌دارها). منشأ این اجرام قسمت‌های بیرونی سامانه خورشیدی بوده و با اشکال بسیار متفاوت حرکتی دارای رفتارهای پیچیده در سامانه خورشیدی می‌باشند.
- ۸ کمربند کوپیر. مشابه کمربند خرده سیارات بوده ولی بسیار دورتر از خورشید قرار دارد. این ناحیه دارای هزاران قطعه سنگی و یخی سرگردان است که گردش برخی از آنها یک بار به دور خورشید تا ۲۰۰ سال طول می‌کشد.
- ۹ ابرهای آئورت. حجم بسیار زیادی از ذرات گاز و غبار که تا فاصله ۱۰۰۰۰۰ واحد نجومی از خورشید به شکلی تقریباً کروی گسترده شده است.

مشخصات سیارات و سیارات کوتوله سامانه خورشیدی

نام	طبقه‌بندی	میانگین فاصله از خورشید (واحد نجومی)	قطر (کیلومتر)	تعداد قمرها	ویژگی
تیر	سیاره	۰/۳۸	۴۸۸۰	۰	سنگی
ناهید	سیاره	۰/۷۲	۱۲۱۰۴	۰	سنگی
زمین	سیاره	۱/۰۰	۱۲۷۵۶	۱	سنگی
بهرام	سیاره	۱/۵۲	۶۷۹۴	۲	سنگی
سیرس	سیاره کوتوله	۲/۷۶	۹۳۳	۰	سنگی
مشتری	سیاره	۵/۲۰	۱۴۲۹۸۴	۶۷	گازی (دارای حلقه)
کیوان	سیاره	۹/۵۴	۱۲۰۵۳۶	۶۲	گازی (دارای بیشترین حلقه‌ها)
اورانوس	سیاره	۱۹/۲	۵۱۱۱۸	۲۷	گازی (دارای حلقه)
نپتون	سیاره	۳۰/۱	۴۹۵۳۲	۱۴	گازی (دارای حلقه)
پلوتو	سیاره کوتوله	۳۹/۶	۲۳۷۰	۵	سنگی
هومه‌آ	سیاره کوتوله	۴۳/۱	۱۲۴۰	۲	سنگی
ماکی‌ماکی	سیاره کوتوله	۴۵/۸	۱۴۳۰	۰	سنگی
اریس	سیاره کوتوله	۶۷/۷	۲۳۲۶	۱	سنگی

دانستنی‌های بیشتر درباره تکوین زمین و آغاز زندگی در آن

دانشمندان تشکیل زمین را طی دو مرحله بیان می‌کنند. در مرحله اول حدود ۴/۶ میلیارد سال پیش زمین اولیه از تجمع اجرام پراکنده در منظومه شکل گرفت. زمین اولیه در آغاز داغ و بر اثر برخوردهای متوالی اجرام با همدیگر به صورت مذاب بود. این توده شکل گرفته و مذاب طی ۳۰ میلیون سال رشد کرده و با افزوده شدن اجرام بیشتر به تدریج بزرگ‌تر می‌شد.

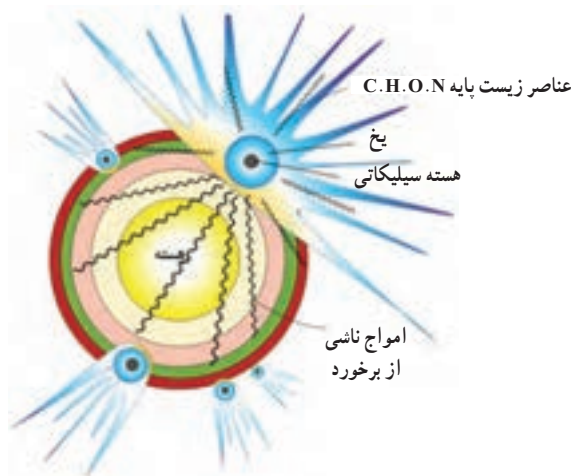
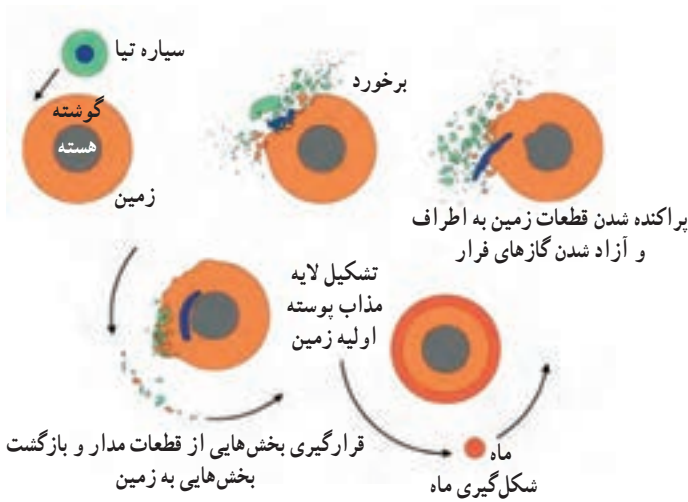


فرایند تفریق با سرد شدن و بزرگ‌تر شدن زمین، هنگامی که اندازه زمین به حدود ۳٪ اندازه امروزی خود بود (تقریباً به اندازه ماه امروزی)، فرایند تفریق در روی زمین آغاز شد. طی این فرایند گرانش کافی برای تفکیک گازها از مواد جامد به وجود آمد و برای نخستین بار لایه‌ای نازک از گاز (شکل‌گیری هواکره اولیه) در اطراف این توده در حال سخت شدن به وجود آمد و زمانی که زمین به اندازه مریخ امروزی بزرگ شد بر اثر برخوردهای فراوان اجرام آسمانی یک اقیانوس اولیه ماگمایی در روی سطح زمین تشکیل گردید. در

اینجا فرایند اصلی تفریق به صورت تفکیک سولفیدهای فلزی اختلاط‌ناپذیر و مایع سیلیکاتی و مهاجرت فلزات سنگین به سمت مرکز توده شدت گرفت و در ۴/۵۳ میلیارد سال پیش که زمین به اندازه امروزی خود بزرگ شده بود هسته زمین نیز تشکیل شد.

در ۴/۴ میلیارد سال پیش یک سیاره فرضی به نام تیا با زمین برخورد کرد. نتیجه این برخورد متلاشی شدن کامل سیاره تیا و حدود یک پنجم حجم زمین و پراکنده شدن آنها در فضا بود. با ادامه جذب ذرات پراکنده شده تنها قمر زمین یعنی ماه تشکیل شد.

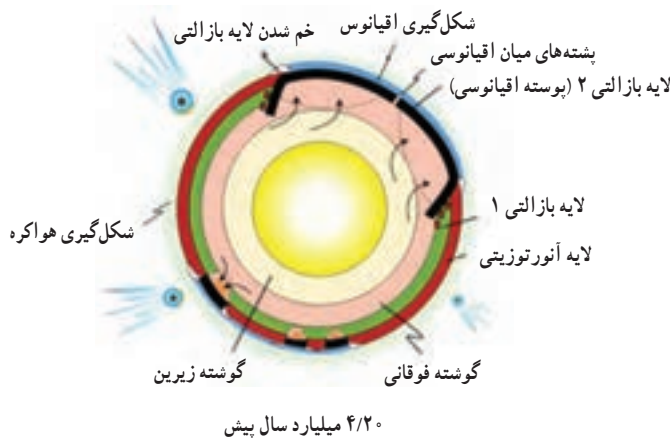
در ۴/۳۷ میلیارد سال پیش مرحله دوم تکوین زمین آغاز شد. در این مرحله زمین تحت تأثیر بمباران‌های شدید از جانب اجرام آسمانی قرار گرفت. طی این مرحله بود که عناصر زیست پایه نظیر کربن، هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن به ترکیب قسمت‌های سطحی زمین افزوده شد.



۴/۲۰-۴/۳۷ میلیارد

بمباران اجرام آسمانی حاوی عناصر زیست پایه

در ۴/۲۰ میلیارد سال پیش تمامی اجزای ساختمانی زمین یعنی هواکره و آب کره و سنگ کره به صورت ابتدایی خود شکل می‌گیرند و از همان زمان تاکنون به دلیل فعالیت‌های حرارتی درونی زمین روند جابه‌جایی و حرکت سنگ کره (زمین ساخت ورقه‌ای) آغاز و تاکنون ادامه داشته است.

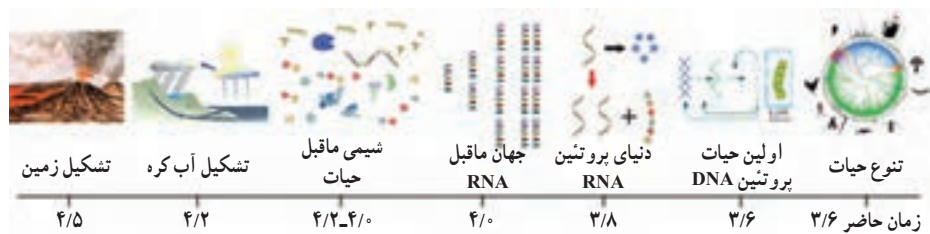


شکل‌گیری سنگ کره دو لایه‌ای (پوسته قاره‌ای و پوسته اقیانوسی)

زندگی در زمین، شکل‌گیری حیات (زیست کره)

دانشمندان معتقدند شرایط محیط‌زیست فعلی به تدریج و در طی صدها میلیون سال مهیا شده است. اگرچه دانشمندان، به‌طور مستقیم تاکنون نتوانسته‌اند نقطه‌ای برای آغاز حیات و چگونگی وقوع آن مشخص سازند، لیکن با ارائه فرضیاتی فرایندهای طبیعی را که مرحله به مرحله منجر به ظهور حیات می‌گردد، به‌صورت زیر بیان می‌کنند:

- ۱ ابتدا طی سازوکاری مولکول‌های آلی به‌عنوان بلوک‌های اصلی ساختمانی سازنده بدن سلول‌ها در روی زمین ظاهر می‌شوند. این مولکول‌ها شامل انواع آمینواسیدها می‌باشند. پاره‌ای از محققین نیز فرضیه انتقال این آمینواسیدها از فضای بین ستاره‌ای به سطح زمین توسط شهاب‌سنگ‌ها و دنباله‌دارها را ارائه داده‌اند.
- ۲ ظهور پلی‌مرها که از زنجیره‌های طولانی مولکول‌های آلی شکل گرفته‌اند. آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و رشته‌های RNA از جمله این مواد هستند.
- ۳ ظهور ابتدایی‌ترین سلول‌ها که بر اثر تمرکز مولکول‌های آلی و پلی‌مرها در یک غشاً ابتدایی و بروز واکنش‌های ناشی از آنزیم‌ها در یک سیستم بسته جدا از محیط اطراف.
- ۴ همکاری سلول‌های اولیه با یکدیگر و شروع زندگی پرسلولی

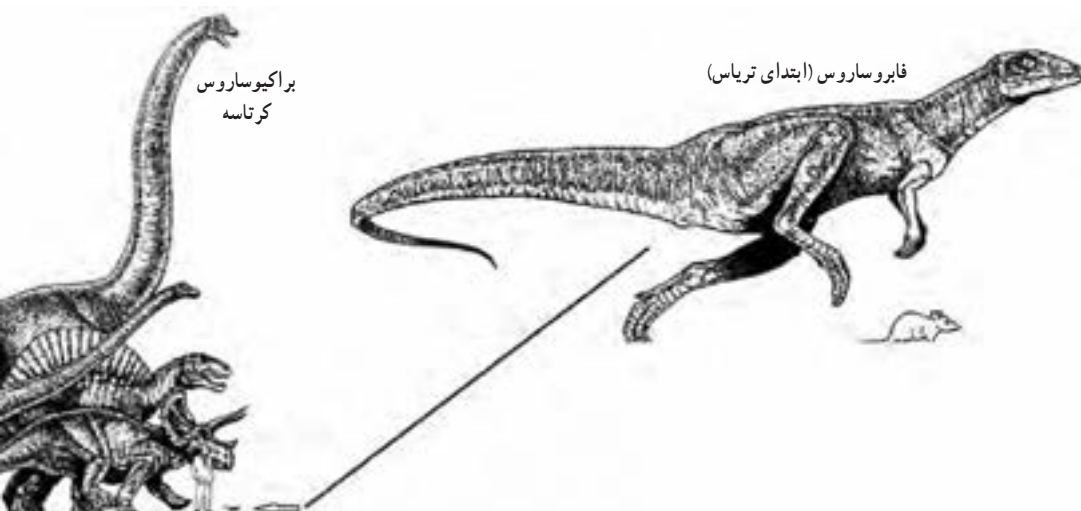


شرایط لازم برای بقا و ادامه حیات موجودات زنده عبارتند از:

- ۱ اقلیم (آب و هوای مناسب و پایدار)
- ۲ فضا (محیط فیزیکی) مناسب برای حیات
- ۳ وجود غذای کافی.

در صورت فراهم بودن این شرایط موجودات زنده با رشد و تکثیر خود در دو جهت تکامل پیدا می کنند: یکی روند تغییر موجودات از ساده به پیچیده (و ایجاد تنوع در گونه های مختلف) و دوم افزایش اندازه و ابعاد جانوران.

تغییر شرایط زندگی (آب و هوا، غذا و محیط) در طول تاریخ زمین منجر به ظهور و انقراض گونه های متفاوتی از جانوران گردیده است. مثلاً خزندگان ابتدا در اوایل دوران کربونیفر (حدود ۳۶۰ میلیون سال پیش) ظاهر شده و در ابتدای تریاس (حدود ۲۴۵ میلیون سال پیش) شاخه دایناسورها به وجود می آیند و طی ۷۰-۸۰ میلیون سال جثه آنها بزرگ شده و با تغییر شرایط زندگی در ۶۵ میلیون سال پیش منقرض می شوند.



دایناسورها از ابتدای تریاس تا انتهای کرتاسه

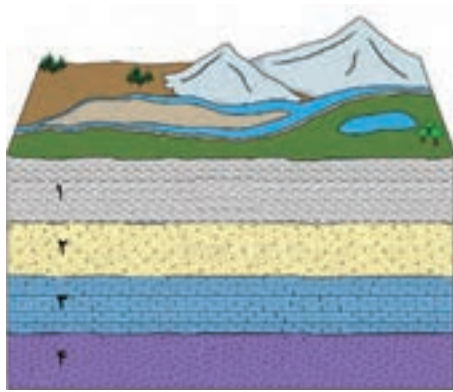
دانستنی‌های بیشتر در باره سن زمین

بیشتر فرایندهای زمین‌شناسی که به سطح زمین شکل و درون آن ساخت می‌دهند در طی زمان‌های طولانی عمل می‌کنند. جهت شناسایی حوادثی که بر زمین رویداده است باید به دنبال شواهدی بگردیم که ما را در راه بازسازی وقایع گذشته کمک کنند. سنگ‌ها و آثاری که در آنها یافت می‌شوند (اعم از آثار زیستی و یا غیرزیستی) از مهم‌ترین مدارک کسب اطلاعات از گذشته زمین هستند.

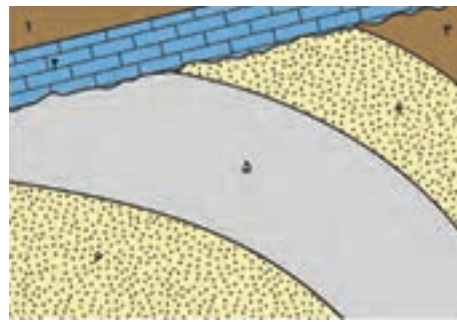
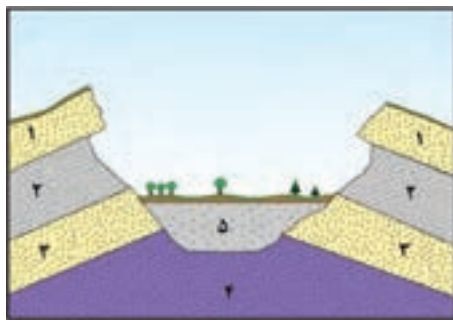
در زمین‌شناسی تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌ها به دو روش نسبی و مطلق صورت می‌پذیرد.
الف) تعیین سن نسبی: هنگامی که زمان وقوع یک حادثه نسبت به حادثه دیگر سنجیده شود، تعیین سن نسبی انجام شده است. بنابراین، تعیین سن نسبی عبارت است از ترتیب تقدم و تأخر و هم‌زمانی وقوع پدیده‌ها نسبت به یکدیگر.

قوانین تعیین سن نسبی

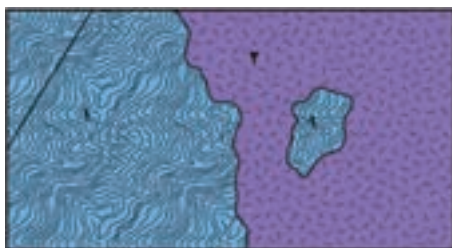
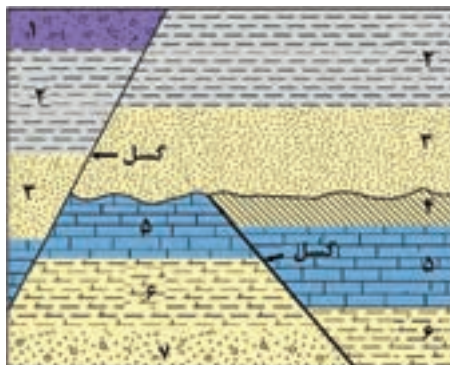
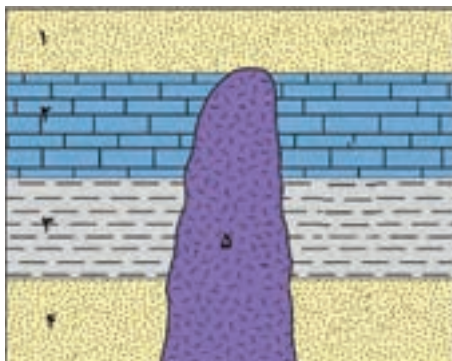
- ۱ همه لایه‌های رسوبی به صورت افقی ته‌نشین می‌شوند.
- ۲ همیشه لایه زیرین قدیمی‌تر از لایه بالایی است (در صورتی که لایه‌ها برنگشته و تغییر نکرده باشند).



۳ هر گونه تغییر (چین خوردگی، شکستگی (گسل خوردن) و یا خارج شدن لایه از حالت افقی)، بعد از تشکیل لایه رخ داده است.

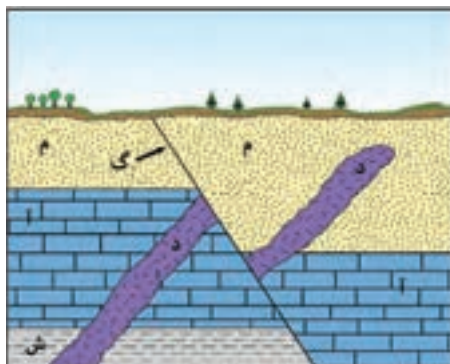
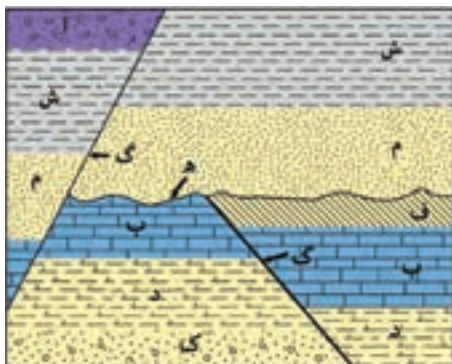


۴ هر لایه و یا توده سنگی که لایه دیگر را قطع کند از آن جوان تر است.



۵ هر گاه قطعه‌ای از یک سنگ در داخل یک لایه یافت شود، از آن لایه قدیمی تر است.

سن نسبی هر یک از مقاطع زیر را مشخص سازید:



ب) تعیین سن مطلق: هنگامی که سن واقعی نمونه‌ها (مدت زمانی که از وقوع آن پدیده و یا تشکیل آن نمونه) بیان شود، سن مطلق نمونه بیان خواهد شد. مثلاً اگر بگوئیم معلم ساعت ۸ و ۱۵ دقیقه وارد کلاس شد، سن مطلق وقوع پدیده را بیان کرده‌ایم. جهت اندازه‌گیری سن مطلق از عناصر پرتوزا استفاده می‌شود. عناصر پرتوزا (رادایواکتیو): عناصری هستند که به‌طور مداوم و با سرعت ثابت در حال واپاشی هستند. این عناصر بعد از واپاشی به عنصر پایدار (غیررادایواکتیو) تبدیل می‌شوند. به عنصر پرتوزا عنصر والد و به عنصر پایدار به‌وجود آمده از آن عنصر دختر گفته می‌شود.

زمانی را که نیمی از یک عنصر پرتوزا به عنصر پایدار تبدیل می‌شود، نیمه عمر آن عنصر می‌گویند. علت انتخاب عناصر پرتوزا جهت اندازه‌گیری سن مطلق:

- ۱ سرعت تبدیل عنصر پرتوزا به عنصر پایدار برای هر عنصر عددی است ثابت
 - ۲ هیچ عامل فیزیکی و محیطی (دما، فشار و...) بر روی این عدد ثابت تأثیر نمی‌گذارد.
- در تعیین سن مطلق با استفاده از رابطه زیر می‌توان سن مطلق نمونه‌هایی مانند (سنگ‌ها، چوب، استخوان‌ها و...) را تعیین نمود

$$\text{نیمه عمر} \times \text{تعداد نیمه عمر} = \text{سن نمونه}$$

نیمه عمر هر یک از عناصر پرتوزا عددی مشخص و تعیین شده است:

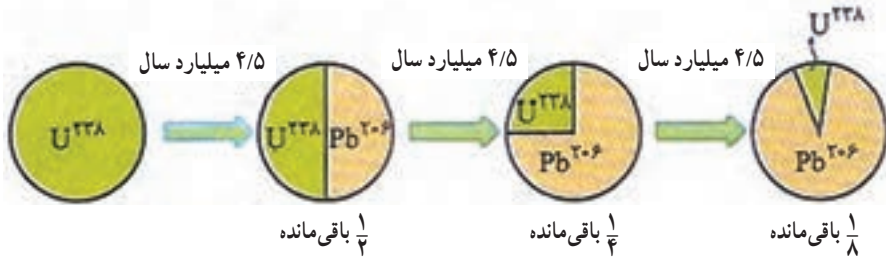
نیمه عمر برخی از عناصر پرتوزا		
عناصر پرتوزا	نیمه عمر (تقریبی)	عناصر پایدار
اورانیم ۲۳۸	۴/۵ میلیارد سال	سرب ۲۰۶
اورانیم ۲۳۵	۷۱۳ میلیون سال	سرب ۲۰۷
توریم ۲۳۲	۱۲/۱ میلیارد سال	سرب ۲۰۸
کربن ۱۴	۵۷۳۰ سال	نیتروژن ۱۴
پتاسیم ۴۰	۱/۳ میلیارد سال	آرگون ۳۰

تعداد نیمه عمر عبارت است از تعداد بارهایی که نمونه دچار واپاشی نیمه عمر شده است.



$\frac{1}{1}$ سال ۰ $\frac{1}{2}$ سال ۱۰/۰۰۰ $\frac{1}{4}$ سال ۲۰/۰۰۰ $\frac{1}{8}$ سال ۳۰/۰۰۰ $\frac{1}{16}$ سال ۴۰/۰۰۰
 تعداد نیمه عمر یک بار دو بار سه بار چهار بار

مثلاً نیمه عمر اورانیوم ۲۳۸ معادل ۴/۵ میلیارد سال است



زمان در زمین‌شناسی

از روزی که انسان برای نخستین بار شروع به نوشتن افکار خود کرد، بیان مفهوم زمان تقریباً با ابهام و معنی زمان نامحدود (ابدیت) با اشکال همراه بوده است. به همین منظور تعیین واحدهای زمان متناسب با هر عصر و دوره‌ای تغییر می‌کرده است. انسان (به‌خصوص در زمان‌های اخیر) از واحدهایی مانند ثانیه، دقیقه، ساعت، شبانه‌روز، هفته، ماه و سال، قرن و هزاره استفاده کرده است. اما این واحدها متناسب با دوره زمانی حضور انسان بر روی زمین تنظیم شده است و برای حواث رخ داده در طول تاریخ بسیار زیاد سن زمین (حدود ۴/۵ میلیارد سال) کاربردی نخواهند داشت.

میلیون سال قبل	رویدادهای زیستی	دوره	دوران	آبردوران
عصر یخبندان	انسان	کواترنری	سنوزوئیک	فانروزوئیک
۶۶	تنوع پستانداران	نئوزن		
	انقراض دایناسورها	پالئوزن		
پیشروی جهانی دریاها	نخستین گیاهان گلدار	کرتاسه	مزوزوئیک	
	نخستین پرنده	ژوراسیک		
	نخستین پستاندار	تریاس		
۲۵۱	نخستین دایناسور	تریاس	پالئوزوئیک	
	انقراض گروهی	پریمین		
	نخستین خزنده	کربنیفر		
	نخستین دوزیست	دوئین		
	نخستین گیاهان آونددار	سیلورین		
۵۴۱	نخستین ماهی‌ها	اردوویسین	پروتروزوئیک	پرکمبرین
	نخستین تریلوبیت	کامبرین		
	نخستین ماهی‌ها	اردوویسین		
۲۵۰۰			آرکین	
۴۰۰۰				
۴۶۰۰	هادتن			

لذا زمین‌شناسان بر مبنای حوادث مهمی مانند :

- پیدایش و انقراض گونه خاصی از جانداران
- حوادث کوه‌زایی
- پیشروی و یا پسروی جهانی دریاها
- عصرهای یخبندان، تغییرات آب و هوایی و...

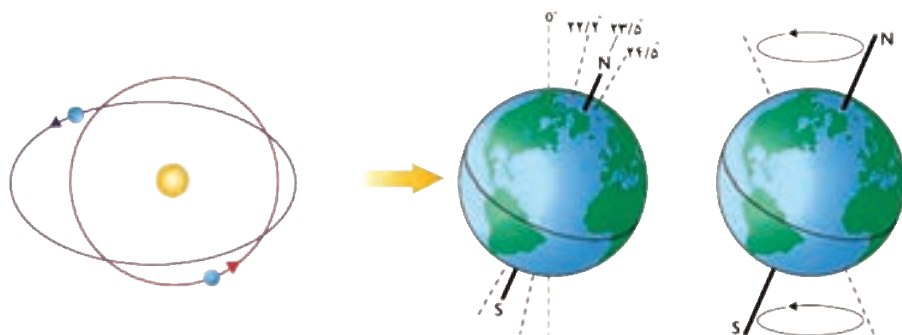
اقدام به تهیه مقیاس‌های زمانی مناسبی برای تاریخ زمین و حوادث رخ داده در آن می‌کنند. مدت زمان وقوع حوادث رخ داده در هر یک از معیارهای ذکر شده با هم یکسان نمی‌باشد. مثلاً یک دوره کوه‌زایی می‌تواند ۲۰۰ میلیون سال طول بکشد در حالی که تغییرات آب و هوایی دارای دوره‌های ۵ تا ۱۰ میلیون ساله باشند. ظهور و انقراض گروهی از جانوران بسیار طولانی‌تر از همین پدیده برای گروه دیگر جانوران رخ داده است. لذا مقیاس‌های تدوین شده توسط زمین‌شناسان از نظر زمانی دارای واحدهای غیرهم‌اندازه می‌باشند.

اطلاعات بیشتر در باره تغییرات آب و هوایی

در دهه ۱۹۲۰ منجمی به نام میلوتین میلانکوویچ فرضیه‌ای را درباره تغییرات اقلیمی مطرح کرد. وی معتقد بود که گروهی از حرکات زمین می‌تواند روی اقلیم آن تأثیرگذار باشد. مجموعه این حرکات را به‌عنوان چرخه‌های میلانکوویچ نام‌گذاری کرده‌اند.

زمین دارای دوره گردش حرکت تقدیمی محوری در حدود ۲۷۰۰۰ سال است. هم‌زمان با این پدیده مدار گردش زمین به دور خورشید که به شکل بیضی است با سرعت آهسته‌ای می‌چرخد. این چرخش باعث گردش فصل‌ها با دوره ۲۱۰۰۰ سال می‌انجامد. به‌علاوه زاویه بین محور زمین و راستای عمود بر صفحه مداری حرکت زمین، که اکنون $23/44^\circ$ و در حال کاهش است، با تناوبی ۴۱۰۰۰ ساله بین $22/1^\circ$ تا $24/5^\circ$ تغییر می‌کند. آخرین پدیده از چرخه میلانکوویچ تغییر خروج از مرکز بیضی مدار زمین با دوره گردش متغیر بین ۱۰۰ هزار سال تا ۴۰۰ هزار سال است.

برایند کل این تغییرات چرخه‌ای، باعث افت و خیزهای دوره‌ای در میزان ثابت خورشیدی و در نتیجه مقدار و میزان دریافت انرژی خورشیدی بر سطح سیاره زمین می‌شود. این تغییرات در دریافت انرژی خورشیدی به نوبه خود بر میانگین درجه حرارت سطح سیاره زمین تأثیر گذاشته و سبب تغییر اقلیم در نواحی گوناگون سیاره زمین در درازمدت 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.

معتبرترین فرضیه مابین فرضیه‌های کنونی کیهان‌شناسی (دریای سیاه‌چاله، جهان‌های متناوب و جهان از هم گسسته) است که وجود جهان قابل مشاهده را از ابتدایی‌ترین دوران شناخته‌شده در سراسر دوره شکل‌گیری آن توضیح می‌دهد این فرضیه توصیف می‌کند که چگونه جهان از یک وضعیت نخستین با دما و چگالی بسیار زیاد در گذر زمان انبساط یافته است و برای طیف گسترده‌ای از پدیده‌های مشاهده‌شده، از جمله فراوانی عناصر سبک، تابش زمینه کیهانی و ساختار بزرگ مقیاس، توضیح جامعی ارائه می‌دهد.

جمع‌آوری
اطلاعات

در سال ۱۹۶۴ آرنو آلان پنزیاس و رابرت وودرو ویلسون با خوش‌شانسی تابش زمینه کیهانی را کشف کردند، آنها یک سیگنال چند جهته را درحالی که می‌کوشیدند تا سیگنال‌های مزاحم پس‌زمینه را از سیگنال‌های دریافتی آنتن رادیویی خود حذف کنند کشف کردند. آنها قادر به حذف این سیگنال نبودند و متوجه شدند که در تمام جهات به صورت یکسان دریافت می‌شود. این بدان معنی بود که این سیگنال می‌بایستی از ورای کهکشان آمده باشد، در غیر این صورت نمی‌توانست در تمام جهات آسمان به صورت یکسان دریافت شود. همگرایی شدید این سیگنال نیز نشان می‌داد که منبع این سیگنال در فاصله دوری از ما قرار دارد و در نتیجه این سیگنال در اوایل عمر جهان ایجاد شده است و همچنین منبع قدرتمندی دارد که ما امروزه قادر به دریافت این سیگنال هستیم.

وجود این تابش پیش از کشف آن توسط نظریه مه بانگ پیش بینی شده بود و ویژگی های این تابش به خوبی با آنچه در موردش پیش بینی شده بود، همخوانی داشت: تابش در همه جهات با طیف شناخته شده برای مه بانگ همخوانی داشت؛ این طیف بر اثر انبساط جهان دچار انتقال سرخ شده و دمای کنونی آن در حدود ۲/۷۲۵ درجه کلوین است. این موضوع موازنه شواهد تجربی را به نفع نظریه مه بانگ تغییر داد و در سال ۱۹۷۸ برای این کشف به پنزیاس و ویلسن جایزه نوبل اهدا شد.

● اهمیت مطالعه شهاب سنگ ها بسیار زیاد بوده و تاکنون در موارد زیر برای تحقیقات دانشمندان کاربرد داشته است:

- ۱ شناخت آفریش و تکامل ستارگان
- ۲ اندازه گیری سن و ترکیب منظومه شمسی
- ۳ تکامل و سرگذشت منظومه شمسی
- ۴ تاریخ زمین شناسی زمین و چگونگی تشکیل ماه
- ۵ منشأ و شکل گیری حیات

● برخی از شهاب سنگ ها گران قیمت تر هستند زیرا دارای منشأ از ماه و مریخ، اندازه بزرگ، وجود عناصر خاص و یا زیبایی بوده و ارزش بیشتری دارند.

فکر کنید

در آسمان، با استفاده از دوربین های عکاسی نه چندان حرفه ای و تخصصی عکس برداری می کند. بسیاری از افراد آماتور، می کوشند در مشاهده اجرام خاص، تبحر لازم را کسب کنند و با توجه به علاقه فردی خود، کار مشاهده را تخصصی کنند. امروزه، پیشرفت های حاصل از فناوری دیجیتال و ساخت دوربین های عکاسی کوچک و در دسترس در گوشی های تلفن همراه با عدسی های حساس تر، به افراد آماتور اجازه می دهد تا با عکس برداری کیهانی، در این رشته علمی هنری به موفقیت های چشمگیری دست پیدا کنند.

جمع آوری اطلاعات

زمین در فاصله ۲۷۰۰۰ سال نوری از سیاه چاله مرکز کهکشان راه شیری قرار دارد. برای کسی که در منظومه شمسی قرار دارد، گرفتن عکسی از کل کهکشان راه شیری غیرممکن است. این مسئله مثل این می ماند که وقتی در ماشینمان نشسته ایم، سعی کنیم از بیرون آن عکس بگیریم. اگر بخواهیم دوربینی به خارج از کهکشان بفرستیم تا عکسی برای ما بگیرد، هزاران سال طول می کشد که عکس گرفته شده به دست ما برسد! دید ما به کهکشان راه شیری مثل این می ماند که از لبه یک بشقاب به مرکز آن نگاه کنیم. به خاطر این

فعالیت تکمیلی

که ما تقریباً در لبهٔ کهکشان راه شیری قرار داریم، می‌توانیم بیشتر قسمت‌های کهکشان را ببینیم. دانشمندان با بررسی چگالی اتم‌ها و یون‌های هیدروژن و همین‌طور بررسی مسیر گردش ستاره‌ها، به این نتیجه رسیده‌اند که کهکشان ما از نوع کهکشان مارپیچی است. از طرفی دیگر محققان با مشاهدهٔ کهکشان‌های مارپیچی همسایه، می‌دانند که یک کهکشان مارپیچی چه شکلی است. ستاره‌شناسان با استفاده از این اطلاعات، توانسته‌اند تصاویر نسبتاً دقیقی از کهکشان راه شیری به دست بیاورند، اما هیچ‌کدام از این تصاویر، عکس نیستند. همان‌طور که در ستاره‌شناسی مرسوم است، درک ما از اجرام آسمانی به توانایی ما در تشخیص اینکه آن شی در چه فاصله‌ای نسبت به ما قرار گرفته است بستگی دارد. ستاره‌شناس‌ها با مشاهده سرعت چرخش یک کهکشان مارپیچی، برآورد بسیار دقیقی از درخشندگی آن به دست می‌آورند. طبق معمول، با مقایسه میزان درخشندگی واقعی کهکشان با درخشش ظاهری آن می‌توان فاصله‌اش را محاسبه کرد.

با توجه به اینکه حدود $۸/۳$ دقیقه (براساس 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 فاصلهٔ متوسط زمین تا خورشید چنین تعیین می‌شود:

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

$$۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰ \text{ km} \approx ۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰ \text{ km} \times ۴۹۸ \text{ ثانیه}$$

به این فاصله در اصطلاح ستاره‌شناسی چه گفته می‌شود؟

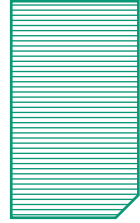
پاسخ: یک واحد نجومی (یک واحد ستاره‌شناسی)

به عقیده دانشمندان جنه بزرگ، تنوع زیاد گونه‌ها و عدم قدرت سازگاری با تغییرات محیطی از عوامل اصلی انقراض دایناسورها بوده است. دایناسورها در اواخر کرتاسه دچار بزرگی بیش از اندازه اندام و هیکل شده بودند. این ویژگی علاوه بر آنکه تأمین غذا را برای آنها مشکل می‌ساخته از قدرت تحرکت آنها می‌کاسته و در توانایی آنها بر تولید مثل تأثیرگذار بوده است. افزایش میزان تغذیه از گیاهان (به دلیل تأمین غذای کافی) منجر به واکنش دفاعی گیاهان در پایان دوره کرتاسه شده و گونه‌های جدید گیاهی با تولید سم

یادآوری

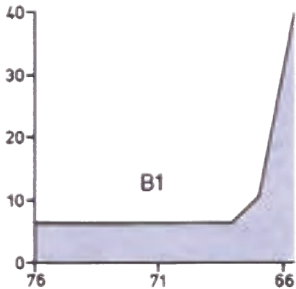
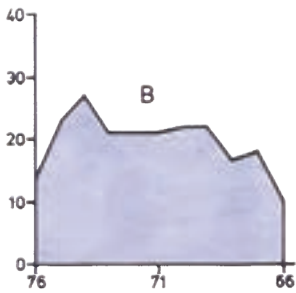
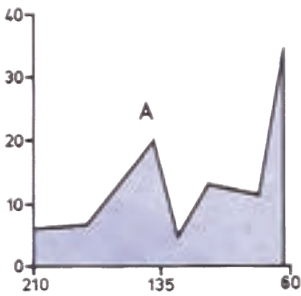
فعالیت
تکمیلی

در برگ‌های خود برای تغذیه نامناسب شده بودند. پستانداران کوچک با قدرت تحرک زیاد توانایی ربودن تخم دایناسورها را در مقابل کندی تحرک دفاعی دایناسورها به دست آورده بودند و اندازه بزرگ دایناسورها مانع از پنهان شدن آنها در زیرزمین و یا سوراخ‌ها در مقابل تغییرات اقلیمی شدید و افزایش میزان تابش پرتوهای خورشیدی که در نتیجه تغییر نوسانات شدت میدان مغناطیسی زمین به وجود آمده بود، می‌گردید.

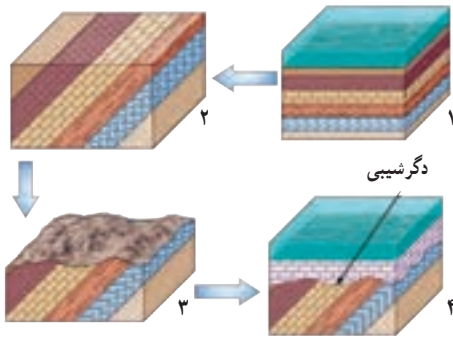


افزایش تعداد گونه‌ها نیز منجر به افزایش میزان تنازع و تقابل برای به دست آوردن قلمرو و غذا می‌شده است. لذا افزایش میزان غبار و ذرات معلق در اتمسفر در اثر برخورد یک شهاب سنگ در پایان دوره کرتاسه به زمین (طبق یکی از فرضیات موجود) و یا افزایش فعالیت‌های آتشفشانی در این دوره (طبق فرضیه تعدد تعداد سوپرپلام‌های حرارتی درونی زمین) و خروج بیش از مقدار خاکستر به اتمسفر باعث تغییرات آب و هوایی گسترده و کاهش توانایی دایناسورها در تطابق و سازگاری با تغییرات محیطی و انقراض آنها شده است.

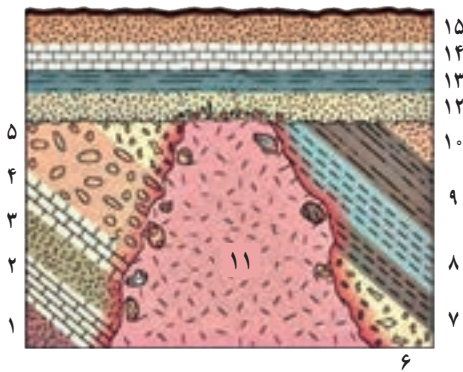
در نمودارهای مقابل محور عمودی تنوع تعداد گونه‌ها و در محور افقی زمان (برحسب میلیون سال گذشته) نشان داده شده است. در نمودار A ارتباط بین افزایش تعداد گونه‌ها با سقوط سریع (انقراض ناگهانی) مشاهده می‌شود. در نمودار B ارتباط بین تغییرات تعداد گونه‌ها با تغییر تدریجی شرایط آب و هوایی مشخص شده و در نمودار B1 رابطه بین افزایش تعداد پستانداران و انقراض دایناسورها در پایان دوره کرتاسه قابل ارزیابی می‌باشد.



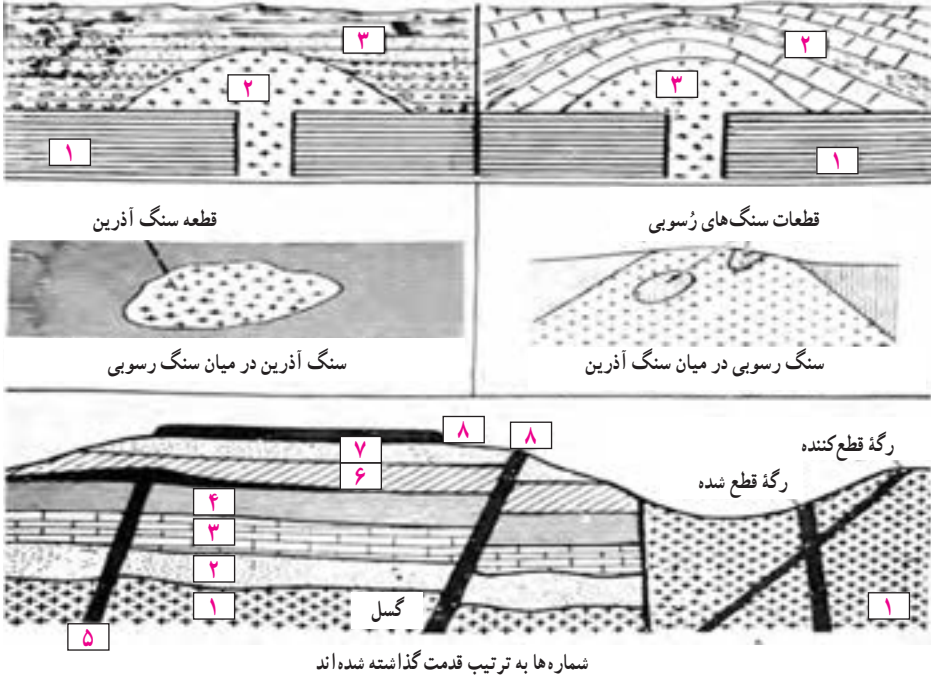
- ۱ ته نشینی لایه‌های رسوبی به صورت افقی در محیط رسوبی
- ۲ خارج شدن لایه‌ها از حالت افقی بر اثر تأثیر نیروهای جانبی و چین خوردگی
- ۳ خارج شدن از زیر آب بر اثر پسروی آب دریا و قرارگیری در مجاورت فرایندهای هوازدگی و فرسایش
- ۴ پیشروی مجدد آب دریا و تشکیل لایه‌های رسوبی افقی جدید بر روی لایه‌های رسوبی شیب دار قدیمی



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 شماره گذاری کنید.



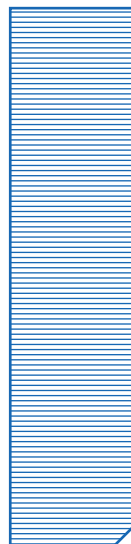
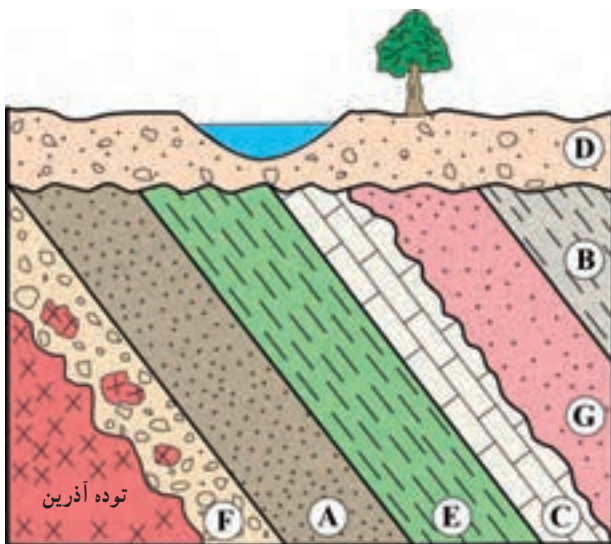
پاسخ: هدف مهارتی از طرح این سؤال، توصیه به استفاده از تصویرسازی برای نمایش اطلاعات و کسب مهارت بیشتر در تفسیر یافته است. پاسخ در شکل شماره گذاری شده است.



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

- ترتیب وقایع در شکل زیر عبارت است از :
- فعالیت آذرین (سنگ های آذرین)
- نایبوستگی آذرین بی
- رسوب گذاری (کنگلو مرا (F)، ماسه سنگ (A)، شیل (E)، سنگ آهک (C))
- نایبوستگی هم شیب
- رسوب گذاری (ماسه سنگ (G)، شیل (B))
- چین خوردگی
- پسروی دریا
- پیشروی دریا و رسوب گذاری (D)
- (ایجاد نایبوستگی زاویه دار)
- پسروی دریا و ایجاد سطح هوازده تا زمان حاضر

یادآوری



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:

نیم عمر برخی از عناصر پرتوزا

مواد مناسب اندازه‌گیری	عنصر پایدار	نیم عمر (تقریبی)	عنصر پرتوزا
کانی‌ها و سنگ‌های آذرین	سرب ۲۰۶	۴/۵ میلیارد سال	اورانیم ۲۳۸
	سرب ۲۰۷	۷۱۳ میلیون سال	اورانیم ۲۳۵
	سرب ۲۰۸	۱۴/۱ میلیارد سال	توریم ۲۳۲
	آرگون ۴۰	۱/۳ میلیارد سال	پتاسیم ۴۰
مواد آلی، ریف‌های مرجانی، چوب و استخوان	نیترژن ۱۴	۵۷۳۰ سال	کربن ۱۴

پیوند با
ریاضی

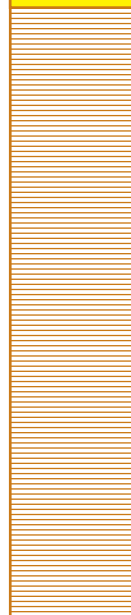
۱ برای تعیین سن نخستین سنگ‌هایی که در کره زمین تشکیل شده‌اند، استفاده از کدام

عنصر پرتوزا مناسب‌تر است؟ چرا؟

۲ برای تعیین سن فسیل ماموت و یا جمجمه انسان اولیه، از کربن ۱۴ استفاده می‌شود.

دلیل آن را توضیح دهید.

۳ اگر مقدار کربن ۱۴ باقی مانده در یک نمونه استخوان قدیمی حدود $\frac{1}{8}$ مقدار اولیه آن باشد سن استخوان را محاسبه کنید.



پاسخ ۱: اورانیم ۲۳۸، زیرا دارای نیمه‌عمر آن طولانی است و با سن سنگ‌های آذرین اولیه (سنگ کره) زمین مطابقت دارد.

پاسخ ۲: عنصر فراوان و مهم در بدن موجودات زنده «کربن» است و همواره مقداری C پرتوزا هم در بدن موجودات وجود دارد. از طرفی نیمه‌عمر کربن ۱۴ کوتاه و حدود ۵۷۳۰ سال است که برای تعیین سن حوادث و پدیده‌های زیستی زمین‌شناسی، دقت کافی را دارد.

پاسخ ۳:

$$1 \rightarrow \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{8}$$

برحسب سال = نیمه‌عمر × تعداد نیمه‌عمر = سن نمونه

$$\text{سال} = 3 \times 5730 = 17190$$

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 نیمه‌عمر، 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.

$$\left(\frac{7}{8} \text{ عنصر دختر} - \frac{1}{8} \text{ عنصر مادر} \right)$$

Hydrosphere	آب کره	۱
Stromatolite	استروماتولیت	۲
Ocean	اقیانوس	۳
Extinction	انقراض	۴
Precambrian	پرکامبرین	۵
Earth	زمین	۶
Biosphere	زیست کره	۷
Igneous rocks	سنگ‌های آذرین	۸
Metamorphic rocks	سنگ‌های دگرگونی	۹
Sedimentary rocks	سنگ‌های رسوبی	۱۰
Cyanobacteria	سیانوباکتری	۱۱
Photosynthesis	فتوسنتز	۱۲
Fossil	فسیل	۱۳
Moon	ماه	۱۴
Atmosphere	هوا کره	۱۵

طرح درس روزانه کتاب زمین‌شناسی											
مشخصات کلی	شماره طرح درس : ۱		موضوع درس : آفرینش کیهان و تکوین زمین		تاریخ اجرا :		جلسه اول ص ۸ تا ۱۴				
			کلاس : یازدهم تجربی				مدت اجرا : ۹۰ دقیقه				
			تعداد فراگیران : ۳۲ نفر				مکان : کلاس درس				
الف) قبل از تدریس											
اهداف براساس تلفیقی از هدف‌نویسی برنامه درسی ملی و طبقه‌بندی جدید بلوم											
سطح هدف	اهداف و پیامدها										
هدف کلی	- آشنایی دانش‌آموزان با فرایند آفرینش کیهان و مفاهیم اساسی نجوم و در چگونگی تکوین زمین										
اهداف مرحله‌ای	انتظار می‌رود فراگیران در پایان درس : - با آفرینش کیهان و پدیده‌های نجومی آشنا شوند. - تکوین زمین و زمان در زمین‌شناسی و ارتباط آنها را درک کند. - زمان در زمین‌شناسی را در پدیده‌های پیرامون زندگی خود به کار گیرند.										
هدف‌های رفتاری آموزشی	اهداف (با رعایت توالی محتوای درسی) انتظارات در پایان آموزش انتظار می‌رود فراگیران در پایان درس :	تعلل و تعقل	عناصر	عناصر برنامه درسی ملی تعلل، ایمان، علم، عمل و اخلاق				عرصه ارتباط با			
				خود	خدا	خلق	خلقت				
	اجزای اصلی سازنده کیهان را نام می‌برند.	شناختی دانش	علم	*	*	*	*				
	فرایند آفرینش جهان را توضیح می‌دهند.	شناختی درک - فهم	تعقل	*	*	*	*				
	انواع شهاب‌سنگ را مقایسه می‌کنند.	شناختی ارزیابی	تعقل	*	*	*	*				
	درباره اهمیت شهاب‌سنگ و دست‌یابی به اطلاعات فضا و کیهان علاقه نشان می‌دهند.	شناختی نگرشی	تعقل	*	*	*	*				
	ویژگی‌های کهکشان راه شیری را توضیح می‌دهند.	شناختی درک - فهم	تعقل	*	*	*	*				
	نظریه‌های مختلف درباره شکل‌گیری کهکشان‌ها را مقایسه و تحلیل می‌کنند.	شناختی تحلیل	تعقل	*	*	*	*				
	ویژگی‌های سامانه خورشیدی را نام می‌برند.	شناختی دانش	علم	*	*	*	*				
	کیهان، کهکشان، سامانه خورشیدی را از هم تفکیک می‌کنند.	شناختی تجزیه - تحلیل	تعقل	*	*	*	*				
	تکوین زمین، زمان در زمین‌شناسی و ارتباط آنها را درک می‌کند.	شناختی ارزیابی	تعقل	*	*	*	*				
	انواع سن (مطلق و نسبی) را در مطالعات زمین‌شناسی محاسبه می‌کنند.	شناختی کاربردی	تعقل	*	*	*	*				

					فرایند حرکات زمین و تأثیر آن را بر پیدایش فصل‌ها توضیح می‌دهند.	شناختی درک - فهم	تعقل	*	*	*	
					درهم تنیدگی مطالعات زمین‌شناسی با علوم دیگر و کاربرد هوش مصنوعی را درک می‌کنند.	شناختی درک - فهم	تعقل	*	*	*	
زنوس مطالب					- کیهان، کهکشان - کهکشان راه شیری، سامانه خورشیدی. - تکوین زمین، زمان در زمین‌شناسی. حرکات زمین و پیدایش فصل‌ها						
مواد و رسانه‌های آموزشی					کتاب درسی، وایت‌برد و مازیک، دیتاشو، فیلم کوتاه آموزشی، اسلایدهای آموزشی، عکس.						
پیش‌بینی رفتار ورودی					شروع با پرسش: «جهان هستی چگونه پدید آمده است» و جمع‌آوری نظرات دانش‌آموزان						
ایجاد ارتباط اولیه				زمان: ۱۰ دقیقه	معلم با چهره شاد و سرحال وارد کلاس شده، با یاد و نام خدا و بعد از سلام و احوال‌پرسی با دانش‌آموزان و انجام فرایند حضور و غیاب و یادآوری مناسبت روز، ضمن مرادده از اوضاع و احوال روحی و عاطفی آنان و بررسی کلی وضعیت کلاس، در جلسه دوم تدریس (تکالیف جلسه قبل را تحویل گرفته و به پرسش از درس گذشته می‌پردازد).						
گروه‌بندی، مدل و ساختار کلاسی					ابتدا دانش‌آموزان را در گروه‌های ۶ نفر ۵ عضو کرده، تا در جریان تدریس در بحث‌ها مشارکت کرده و نظرات خود را مطرح کنند. ساختار کلاس به صورت ردیفی می‌باشد؛ اعضا در چند ردیف نشسته‌اند، این مدل ساختار مناسب کلاس‌های بزرگ است و دید به تخته را تسهیل می‌کند، اما ممکن است ارتباط بین اعضا را کاهش دهد که معلم همواره باید اطمینان حاصل کند که اعضا احساس راحتی کنند و به راحتی یکدیگر را ببینند و فضای کافی برای تعامل بین اعضا باشد. معلم نقش ناظر و هدایت‌کننده را ایفا می‌کند.						
روش ایجاد و تداوم انگیزه			زمان: مشابه		- معلم برای ایجاد انگیزه و ترغیب آنان برای مشارکت در فرایند یاددهی و یادگیری توجه آنان را به موضوع درس جلب کرده و با ارائه کلیپ آموزشی آنها را متوجه موضوع درس می‌نماید (ساخت علمی - فناورانه). - دادن استراحت کوتاه و حرکات کششی به دانش‌آموزان (ساخت زیستی - بدنی).						
ارزشیابی آغازین			زمان: ۱۰ دقیقه		در دو زمینه انجام می‌شود: الف) آنچه دانش‌آموزان با توجه به آموخته‌های قبلی در مورد آن اطلاعاتی دارند: - جهان هستی چگونه پدید آمده است؟ - در مورد نظریه مه بانگ چه اطلاعاتی دارید؟ ب) میزان آشنایی آنها و مطالب جدیدی که قرار است در این درس ارائه گردد: - به نظر شما جهان هستی براساس نظم خاصی آفریده شده است؟ (ساحت اعتقادی - عبادی - اخلاقی) - اجزای سازنده کیهان چیست؟ - فرایند آفرینش جهان چگونه است؟ (ساحت اعتقادی - عبادی - اخلاقی)						
روش‌های تدریس					این درس به صورت روش تدریس تلفیقی، سخنرانی، پرسش و پاسخ، نمایشی، براساس شرایط کلاس ارائه می‌گردد. بازخورد از دانش‌آموزان درباره روش‌های تدریس می‌تواند به بهبود فرایند یادگیری کمک کند.						

ب) فعالیت‌های مرحله حین تدریس									
آمادگی‌سازی	<p>در این مرحله اقداماتی که برای شروع تدریس ضروری است انجام می‌شود، بخش کلیدی از فرایند آفرینش جهان، بیان مقدمه‌ای از مطالب درس جدید.</p>								
ارائه درس جدید	<p>این فعالیت‌ها به صورت تلفیقی مطرح می‌شود و تفکیک آن به معنای مجزا بودن فعالیت‌های معلم و دانش‌آموزان نیست و منطقی به نظر نمی‌رسد و به همین خاطر از خط‌چین استفاده شده است. این فعالیت‌ها می‌توانند به ایجاد یک محیط آموزشی فعال و تعاملی کمک کنند که در آن دانش‌آموزان به یادگیری بهتر و عمیق‌تر دست یابند.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #00728f; color: white;">فعالیت‌های دانش‌آموزان</th> <th style="background-color: #00728f; color: white;">فعالیت‌های معلم</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> - دانش‌آموزان به دقت تصاویر نمایشی را تماشا کرده و به توضیحات معلم گوش می‌دهند. - به سؤالات معلم پاسخ می‌دهند. - دانش‌آموزان نکات کلیدی را یادداشت می‌کنند. </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - معلم به توضیح دقیق مفاهیم کلیدی (فرایند آفرینش جهان، کیهان و کهکشان‌ها و...) با استفاده از پاورپوینت آماده شده می‌پردازد، در حین تدریس به صورت بارش فکر سؤالاتی را مطرح می‌کند. - معلم دانش‌آموزان را به فکر کردن درباره نظریه‌های مختلف دعوت می‌کند. </td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> - دانش‌آموزان از روی متن به دقت می‌خوانند و سؤالات متن را علامت می‌زنند. - دانش‌آموزان نکات مهم را برای یکدیگر بازگو می‌کنند. - دانش‌آموزان به ارائه هم‌کلاسی‌ها گوش می‌دهند و سؤالات خود را مطرح می‌کنند. </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - دانش‌آموزان در گروه‌های کوچک به صورت ترکیب قوی، متوسط، ضعیف تقسیم می‌شوند. - به دانش‌آموزان فرصت داده می‌شود از روی متن بخوانند. - از گروه‌ها خواسته می‌شود، نکات مهم را برای هم بازگو کنند. - معلم گروه‌ها را تشویق به ارائه می‌کند. </td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> - دانش‌آموزان به سؤالات معلم پاسخ می‌دهند و میزان درک خود را درباره درس و فعالیت‌ها بیان می‌کنند. </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - معلم جهت ورود به جمع‌بندی پرسش‌هایی درباره مفاهیم تدریس شده مطرح می‌کند و از دانش‌آموزان می‌خواهد پاسخ دهند. این کار به ارزیابی فهم دانش‌آموزان کمک می‌کند. </td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">مدت زمان : ۵۰ دقیقه</p>	فعالیت‌های دانش‌آموزان	فعالیت‌های معلم	<ul style="list-style-type: none"> - دانش‌آموزان به دقت تصاویر نمایشی را تماشا کرده و به توضیحات معلم گوش می‌دهند. - به سؤالات معلم پاسخ می‌دهند. - دانش‌آموزان نکات کلیدی را یادداشت می‌کنند. 	<ul style="list-style-type: none"> - معلم به توضیح دقیق مفاهیم کلیدی (فرایند آفرینش جهان، کیهان و کهکشان‌ها و...) با استفاده از پاورپوینت آماده شده می‌پردازد، در حین تدریس به صورت بارش فکر سؤالاتی را مطرح می‌کند. - معلم دانش‌آموزان را به فکر کردن درباره نظریه‌های مختلف دعوت می‌کند. 	<ul style="list-style-type: none"> - دانش‌آموزان از روی متن به دقت می‌خوانند و سؤالات متن را علامت می‌زنند. - دانش‌آموزان نکات مهم را برای یکدیگر بازگو می‌کنند. - دانش‌آموزان به ارائه هم‌کلاسی‌ها گوش می‌دهند و سؤالات خود را مطرح می‌کنند. 	<ul style="list-style-type: none"> - دانش‌آموزان در گروه‌های کوچک به صورت ترکیب قوی، متوسط، ضعیف تقسیم می‌شوند. - به دانش‌آموزان فرصت داده می‌شود از روی متن بخوانند. - از گروه‌ها خواسته می‌شود، نکات مهم را برای هم بازگو کنند. - معلم گروه‌ها را تشویق به ارائه می‌کند. 	<ul style="list-style-type: none"> - دانش‌آموزان به سؤالات معلم پاسخ می‌دهند و میزان درک خود را درباره درس و فعالیت‌ها بیان می‌کنند. 	<ul style="list-style-type: none"> - معلم جهت ورود به جمع‌بندی پرسش‌هایی درباره مفاهیم تدریس شده مطرح می‌کند و از دانش‌آموزان می‌خواهد پاسخ دهند. این کار به ارزیابی فهم دانش‌آموزان کمک می‌کند.
فعالیت‌های دانش‌آموزان	فعالیت‌های معلم								
<ul style="list-style-type: none"> - دانش‌آموزان به دقت تصاویر نمایشی را تماشا کرده و به توضیحات معلم گوش می‌دهند. - به سؤالات معلم پاسخ می‌دهند. - دانش‌آموزان نکات کلیدی را یادداشت می‌کنند. 	<ul style="list-style-type: none"> - معلم به توضیح دقیق مفاهیم کلیدی (فرایند آفرینش جهان، کیهان و کهکشان‌ها و...) با استفاده از پاورپوینت آماده شده می‌پردازد، در حین تدریس به صورت بارش فکر سؤالاتی را مطرح می‌کند. - معلم دانش‌آموزان را به فکر کردن درباره نظریه‌های مختلف دعوت می‌کند. 								
<ul style="list-style-type: none"> - دانش‌آموزان از روی متن به دقت می‌خوانند و سؤالات متن را علامت می‌زنند. - دانش‌آموزان نکات مهم را برای یکدیگر بازگو می‌کنند. - دانش‌آموزان به ارائه هم‌کلاسی‌ها گوش می‌دهند و سؤالات خود را مطرح می‌کنند. 	<ul style="list-style-type: none"> - دانش‌آموزان در گروه‌های کوچک به صورت ترکیب قوی، متوسط، ضعیف تقسیم می‌شوند. - به دانش‌آموزان فرصت داده می‌شود از روی متن بخوانند. - از گروه‌ها خواسته می‌شود، نکات مهم را برای هم بازگو کنند. - معلم گروه‌ها را تشویق به ارائه می‌کند. 								
<ul style="list-style-type: none"> - دانش‌آموزان به سؤالات معلم پاسخ می‌دهند و میزان درک خود را درباره درس و فعالیت‌ها بیان می‌کنند. 	<ul style="list-style-type: none"> - معلم جهت ورود به جمع‌بندی پرسش‌هایی درباره مفاهیم تدریس شده مطرح می‌کند و از دانش‌آموزان می‌خواهد پاسخ دهند. این کار به ارزیابی فهم دانش‌آموزان کمک می‌کند. 								
فعالیت‌های خلاقانه دانش‌آموزان	<ul style="list-style-type: none"> - دانش‌آموزان می‌توانند با استفاده از مواد بازیافتی (مانند کارتن، پلاستیک و رنگ) مدلی از کیهان یا کهکشان راه شیری بسازند. - می‌توانند این برنامه را به صورت یک پوستر یا یک پاورپوینت تهیه کنند. (هدف : تشویق به خلاقیت و درک بهتر مفاهیم). - دانش‌آموز می‌تواند یک ویدیو کوتاه با انیمیشن (حداکثر ۳ دقیقه) درباره یکی از نظریه‌های آفرینش کیهان بسازد. (هدف : یادگیری از طریق تکنولوژی و هنر است). - هر گروه می‌تواند به تحقیق درباره نظریه مه بانگ بپردازد و یافته‌های خود را به شکل یک ارائه کوتاه آماده کند. (هدف : تقویت مهارت‌های تحقیق و ارائه) 								

ج) فعالیت های تکمیلی	
ارزشیابی	<p>الف) تکوینی (در جریان تدریس)</p> <p>انجام ارزشیابی در همه مراحل تهیه برنامه و گاه همراه فعالیت های تکمیلی صورت می گیرد. معلم در جریان بحث سوالی را مطرح می کند تا دانش آموزان مورد نظر به آنها پاسخ دهند.</p> <p>ب) ارزشیابی تراکمی</p> <p>در پایان فرایند تدریس، معلم جهت آگاهی از میزان موفقیت و یادگیری از فراگیران می پرسد.</p>
جمع بندی و ساخت دانش جدید	<p>معلم با مشارکت گروه ها مطالب را مرور و جمع بندی کرده و همیار معلم نیز نکات مهم را روی تخته می نویسد. نکات جدیدی که برآیند یادگیری این مباحث است نیز روی تخته نوشته می شود.</p>
تعیین تکالیف و اقدامات بعدی	<p>تکالیف به دو صورت فردی، گروهی، براساس تفاوت های فردی - توانایی و شناخت دانش آموزان ارائه می گردد:</p> <p>۱- مطالعه متن:</p> <p>- از دانش آموزان خواسته شود تا فصل مربوطه از کتاب زمین شناسی را مطالعه کنند و نکات کلیدی را یادداشت نمایند.</p> <p>۲- تحقیق و ارائه:</p> <p>- هر گروه قسمت جمع آوری اطلاعات و فکر کنید کتاب را در قالب به مقاله مختصر تهیه کنند؛</p> <p>درباره امواج پس زمینه کیهانی و چگونگی اثبات انفجار بزرگ تحقیق کنند.</p> <p>درباره اهمیت شهاب سنگ ها در شناخت آفرینش جهان و ارزش اقتصادی آن بنویسند. (ساحت اقتصادی - حرفه ای)</p> <p>- دانش آموزان علاقه مند می توانند آیه ای از قرآن یا حدیثی در مورد نظم آفرینش جهان و کهنشان ها ارائه دهند. (ساحت اعتقادی، عبادی و اخلاقی).</p> <p>- گروه های داوطلب پوستری با موضوع آفرینش جهان، کیهان، کهنشان، ستارگان. طراحی کند و شامل اطلاعات کلیدی، تصاویری از مراحل مختلف و نکات مهم باشد. (هدف: تقویت مهارت های طراحی و خلاصه سازی اطلاعات) (ساحت زیبایی شناختی و هنری).</p> <p>اقدامات بعدی:</p> <p>۱- بررسی و جمع بندی:</p> <p>- در جلسه بعدی، نتایج تحقیق و تحلیل ها به بحث گذاشته می شود و معلم به جمع بندی نکات کلیدی می پردازد.</p> <p>۲- تبادل نظر:</p> <p>- زمان خاصی برای تبادل نظر درباره چالش ها و یافته های دانش آموزان اختصاص داده می شود.</p> <p>۳- ارزیابی:</p> <p>- برگزاری یک آزمون یا ارزیابی کوتاه در مورد مفاهیم کلیدی درس و تکالیف انجام شده.</p> <p>۴- برنامه ریزی برای درس بعدی:</p> <p>- معلم مباحث بعدی را معرفی می کند و براساس نتایج درس و تکالیف، برنامه ریزی های لازم برای ادامه مباحث انجام دهد.</p>
معرفی منابع	<p>- کتاب درسی زمین شناسی، پایه یازدهم علوم تجربی و ریاضی - فیزیک.</p> <p>- مقالات و منابع آنلاین مرتبط.</p>
زمان: ۲ دقیقه	

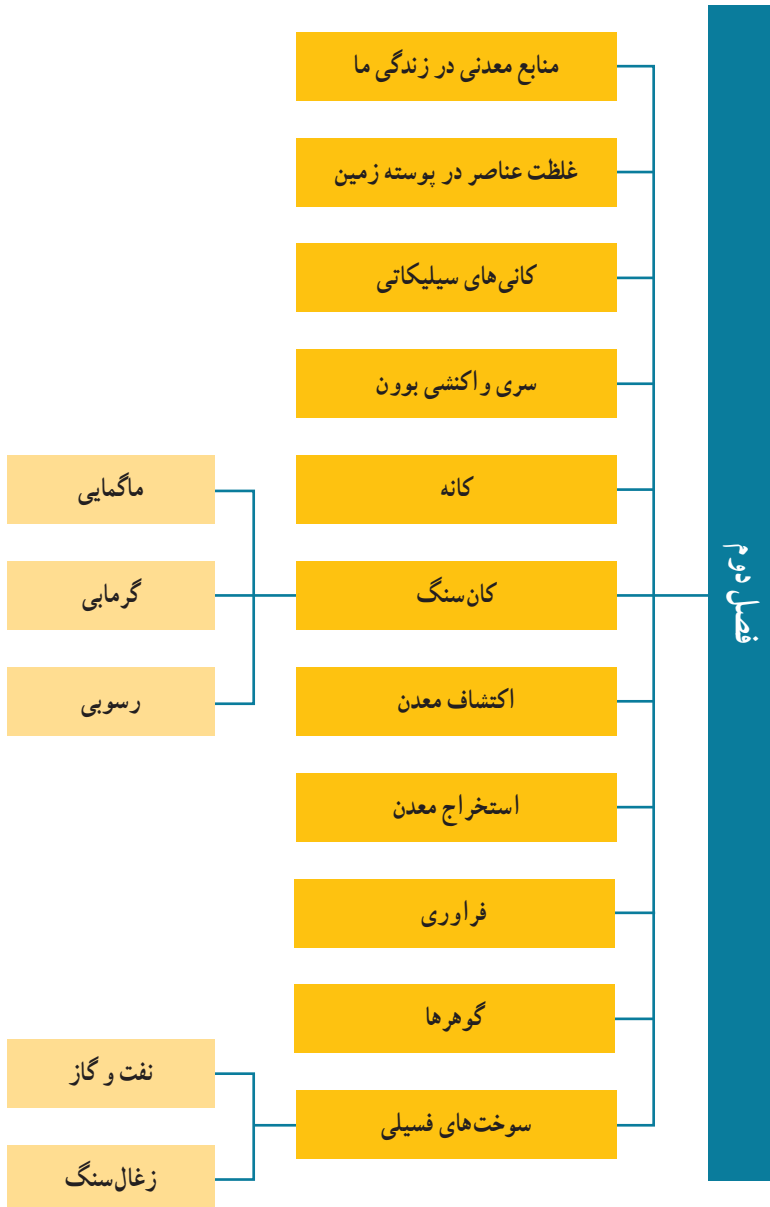


فصل دوم

منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه



معدن مس سرچشمه رفسنجان — کرمان



پیامدهای مورد انتظار از آموزش فعال این فصل

پیامد کلی

آشنایی با منابع معدنی و اهمیت آنها در زندگی

انتظار می‌رود دانش آموزان 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.
- مفهوم سری واکنشی بوون و علت تشکیل کانی‌ها و سنگ‌های متفاوت از یک ماگمای واحد را درک کنند.
- با مفهوم کان‌سنگ و انواع آن آشنا شوند.
- به طور اجمالی فرایند اکتشاف و استخراج منابع معدنی را بشناسند.
- برخی از انواع کانی‌های قیمتی و گوهرها را بشناسند.
- با سوخت‌های فسیلی نفت، گاز و زغال سنگ بیشتر آشنا شوند.

پیامدها و انتظارات عملکردهای

دانش آموزان با درک مفاهیم این فصل می‌توانند:

- فهرستی از کانی‌ها و مواد معدنی که در زندگی آنها به کار رفته، تهیه کنند.
- با توجه به سری واکنشی بوون، نحوه تشکیل کان‌سنگ ماگمایی را به خوبی شرح دهند.
- گزارشی از انواع کان‌سنگ‌های محل زندگی خود تهیه و در کلاس ارائه دهند.
- تفاوت کانی، کانه و کانی صنعتی را بدانند.
- با توجه به اطلاعات خود، تفاوت بین کانسار و معدن را درک نمایند.
- بین مراحل اکتشاف و مراحل استخراج معدن، تمایز قائل شوند.
- 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، معادن، مراحل اکتشاف و استخراج
- فیلم‌های کوتاه آموزشی
- نمونه‌هایی از کانی‌ها و کان‌سنگ
- ماکت سه بعدی مدل استخراج روباز و زیرزمینی
- فیلم استخراج نفت
- انیمیشن مراحل تشکیل کان‌سنگ‌ها
- تهیه پوستر و انیمیشن از مباحث مختلف درس
- معرفی کتاب و سایت‌های علمی
- بازدید علمی از معادن، پالایشگاه‌ها و موزه سنگ‌ها و جواهرات.

بودجه‌بندی: چهار جلسه

پیش‌دانسته‌ها:

کتاب علوم هشتم فصل‌های ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ به ترتیب در مورد کانی‌ها، سنگ‌ها و هوازدگی

دانستنی‌های معلم

سری واکنشی پیوسته و ناپیوسته بون

مهم‌ترین مفهوم سری واکنش بون، توجه به روابط بین کانی‌ها و دما است. نورمن ال. بون (۱۹۵۶-۱۸۸۷) سنگ‌های آذرین را مطالعه کرد و متوجه شد که در سنگ‌های آذرین، کانی‌های خاصی همیشه با هم دیده می‌شوند. او کنجکاو بود که علت آن را دریابد و با در نظر گرفتن این فرضیه که دمای سرد شدن سنگ‌ها، بی‌ارتباط با موضوع نیست، آزمایش‌هایی را روی سنگ‌های آذرین انجام داد.

سنگ‌ها را به بودر تبدیل کرد و سپس بودرها را در کیسول‌های فلزی، تادماهای مختلف گرم و سپس سرد کرد. پس از سرد شدن، بلورهای تشکیل شده درون کیسول‌ها را زیر میکروسکوپ پتروگرافی مطالعه کرد. نتایج آزمایش‌های فراوانی که در دماهای مختلف در طی چندین سال انجام شد، نشان داد که کانی‌های آذرین رایج، در دماهای مختلفی از ماگما متبلور می‌شوند. او همچنین مشاهده کرد که کانی‌هایی در یک سنگ، همراه هم دیده می‌شوند که در محدوده دمایی مشابه متبلور می‌گردند و هرگز با کانی‌های دیگری که

دمای تشکیل آنها متفاوت است، همراه نمی‌شوند. این شواهد می‌توانست تفاوت اصلی سنگ‌های آذرین مافیک و فلسیک را توضیح دهد. سنگ‌های آذرین مافیک حاوی کانی‌های مافیک بیشتری هستند و بنابراین در دماهای بالاتر نسبت به سنگ‌های آذرین فلسیک متبلور می‌شوند. این موضوع در جریان‌های گدازه‌ای نیز دیده می‌شود، هنگام فوران، گدازه‌های فلسیک صدها درجه سردتر از همتایان مافیک خود هستند. کار بوون، پایه و اساس سنگ‌شناسی آذرین (مطالعه سنگ‌ها) را پایه‌گذاری کرد و منجر به چاپ کتاب او به نام تکامل سنگ‌های آذرین در سال ۱۹۲۸ شد.

سری واکنشی بوون به دو شاخه پیوسته (کانی‌های فلسیک: فلدسپات‌ها) و ناپیوسته (کانی‌های مافیک) تقسیم می‌شود:

سری واکنشی پیوسته که بلورهای اولیه در یک ماگما با مایعات بعدی، بدون تغییر فاز ناگهانی واکنش می‌دهند. به عنوان مثال تشکیل فلدسپات‌های پلاژیوکلاز. در این حالت پلاژیوکلاز غنی از کلسیم ابتدا متبلور می‌شود، با سرد شدن بیشتر ماگما، پلاژیوکلاز غنی از کلسیم با مذاب واکنش می‌دهد و به نسبت بیشتری پلاژیوکلاز حاوی سدیم متبلور می‌شود و کلسیم و سدیم موجود در ماگما مصرف می‌گردد. پلاژیوکلازی که در این شرایط تشکیل می‌شود، دارای زون بندی است. یعنی یک هسته غنی از کلسیم به تدریج توسط زون‌های غنی از سدیم احاطه می‌شود.

سری واکنشی ناپیوسته که در آن، واکنش بلورهای اولیه با مایع بعدی، با یک تغییر فاز ناگهانی همراه است و منجر به تغییر یک کانی به کانی جدید در محدوده دمایی خاص می‌شود. به عنوان مثال تشکیل کانی‌های الیوین، بیروکسن، آمفیبول و بیوتیت و...

اکتشاف معدن

- پیش از شروع هرگونه عملیات صحرایی توجه به یک سری از معیارهای اکتشاف مانند منشأ، اصول تشکیل و عوامل کنترل‌کننده برای ایجاد یک ماده معدنی می‌تواند به یافتن آن کمک کند. برای مثال:
- ذخایر زغال سنگی را همواره باید در سنگ‌های رسوبی جست‌وجو کرد.
 - آب و هوای گرم و خشک، مستعد تشکیل سنگ‌های رسوبی تبخیری مانند گچ و نمک است.
 - ذخایر نفتی در ساختارهای خاصی نظیر مناطق چین خورده یا گسلی به عنوان نفتگیر قابل پیگیری می‌باشند.
 - بعضی کانی‌ها در ارتباط با یکدیگر یافت می‌شوند و یافتن یک کانی یا عنصر می‌تواند نشانه وجود کانی یا عنصری دیگر باشد.
 - توجه به آثار معدن کاری‌های قدیمی یا اسامی مکان‌ها و روستاها، راهنمای مناسبی برای کشف مجدد یک معدن قدیمی است. نام برخی روستاها مانند تالمسی (مس) و روستاهای زنگالو و آبگیر زنگار (زنگ = مس) در نزدیکی معدن مس سرچشمه از آن جمله هستند.

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 و مغناطیسی‌سنجی.
- ۴ مطالعات آزمایشگاهی و آزمایش‌های ژئوشیمیایی (تجزیه شیمیایی XRD، XRF) و استفاده از میکروسکوپ پلاریزان، جهت تعیین جنس و مشخصات کانی‌ها و سنگ‌ها، عیار ماده معدنی، تعیین میزان ذخیره، 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 درون زاد یا اولیه

این کان‌سنگ‌ها که منشأ درون زمینی دارند، انواع مختلفی به شرح زیر دارند :

- **کان‌سنگ‌های ماگمایی :** ماگما پس از تشکیل و استقرار در مخزن، به تدریج سرد می‌شود و کانی‌هایی که نقطه ذوب آنها بالاست، در اولین مراحل سرد شدن از آن جدا می‌شوند و از تجمع آنها، کان‌سنگ‌های مهمی به وجود می‌آید. 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 تجمع می‌یابند. کان‌سنگ‌های کرومیت ایران که عمدتاً آنها در مناطق فاریاب اسفندقه و سبزوار قرار دارند، به این نحو تشکیل شده‌اند. در این کان‌سنگ‌ها، کرومیت $FeCr_2O_4$ با چگالی 4.3 g/cm^3 ، به 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، کان‌سنگ‌های طلا ناحیه آستانه در حوالی شاه زند اراک را نام برد.
- **کان‌سنگ‌های پگماتیتی :** پگماتیت اصولاً یک نوع سنگ آذرین است که بلورهای بسیار درشتی 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 حاوی عناصر زیادی است و به ویژه

از نظر عنصری مانند فلوتور، کلر و بور غنی است. این محلول ضمن اینکه به سوی بالا رانده می‌شود، شکستگی‌ها و فضاها ی خالی سنگ‌ها را پر می‌کند و کان‌سنگ پگماتیته را به وجود می‌آورد.

باید توجه داشت که در مرحله پگماتیته نیز، محلول باقی مانده از ماگما، ضمن انجام فعل و انفعالاتی با سنگ‌های اطراف خود، ترکیب خود و این سنگ‌ها را تغییر می‌دهد. بسیاری از کانی‌هایی که قطعات درشت آنها، در صنایع مختلف کاربرد دارد، بدین گونه تشکیل می‌شوند که از آن جمله می‌توان کوارتز، فلدسپات و میکاها را نام برد.

■ **کان‌سنگ‌های پنوماتولیتیکی (گازی):** پس از جدا شدن کانی‌های مربوط به مرحله‌های ماگمایی اولیه و پگماتیته، آنچه که از ماگما باقی مانده، مخلوط مذاب و درهمی از مواد مختلف است که بخش عمده‌ای از آن را بخار و گاز تشکیل می‌دهد. بدین ترتیب، ابتدا بخش گازی این مخلوط جدا می‌شود و کان‌سنگ‌های گازی یا پنوماتولیتیکی را تشکیل می‌دهد و محلول باقی مانده که مایع نسبتاً داغی است، در مراحل آخر، کان‌سنگ‌های گرمایی را به وجود می‌آورد. ممکن است بخش گازی ماگما در اعماق و یا در سطح زمین از ماگما جدا شود و کان‌سنگ‌هایی تشکیل دهد که به ترتیب به آنها، کان‌سنگ‌های پنوماتولیتیکی نفوذی و خروجی می‌گویند. این کان‌سنگ‌ها نیز از نظر اقتصادی، اهمیت زیادی دارند و کان‌سنگ‌های فلزاتی 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 و آزبست نیز به همین شکل به وجود می‌آیند. از فرایندهای مهمی که در این مرحله اتفاق می‌افتد، پدیده جایگزینی را می‌توان نام برد. طبق تعریف «جایگزینی» یا «دگرسانی جایگزینی» عبارت است از جانشینی یک ماده معدنی یا کانی، به وسیله ماده معدنی یا کانی دیگری که از نظر ترکیب شیمیایی و کانی شناسی با آن متفاوت است. در این پدیده کانی‌های موجود در سنگ حل می‌شوند 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. کان‌سنگ‌هایی که به این ترتیب از تأثیر گازها و مواد فرار ماگما، بر سنگ‌های کربناته به وجود می‌آید، اسکارن می‌گویند.

■ **کان‌سنگ‌های گرمایی:** در آخرین مراحل انجماد ماگما، آنچه که باقی مانده محلول کمابیش داغی است که از عناصر مختلف غنی است و به آن محلول گرمایی می‌گویند. این محلول، ضمن عبور از فضاها ی خالی و شکاف سنگ‌ها، کانی‌های فراوانی را بر جای می‌گذارد و بدین ترتیب رگه‌های معدنی را به وجود می‌آورد. از جمله خصوصیات مهم کان‌سنگ‌های گرمایی، شکل رگه‌ای آنهاست که این امر از نظر اکتشاف و ارزیابی آنها بسیار مهم است. بسته به دمای محلول‌های گرمایی، 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 کان‌سنگ‌های فلزی از جمله کان‌سنگ‌های سرب، روی، قلع، آنتیموان، جیوه، آرسنیک، طلا، نقره و مس مانند کان‌سنگ‌های سرب و روی ایران به این نحو تشکیل شده‌اند. محلول گرمایی نیز ممکن است، ضمن تماس با سنگ‌ها، تغییراتی در آنها به وجود آورد و انواع کان‌سنگ‌های جانشینی را تشکیل دهد.

ب) کان‌سنگ‌های برون‌زاد یا ثانوی

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. به عنوان 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، آب یخ می‌زند و حجم آن اضافه می‌شود و در نتیجه به دیواره شکاف، فشار وارد می‌کند که سبب بزرگ‌تر و عمیق‌تر شدن شکاف و در نهایت جدا شدن قطعه سنگ از 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 حین 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 تقسیم شوند. خرد شدن 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:** در حالت کلی سنگ‌ها حاوی کانی‌های مختلفی بوده که دارای عناصر گوناگونی هستند. در بسیاری موارد غلظت این عناصر آن قدر 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، حال آنکه مواد نامحلول یا کم محلول مثل سیلیس و آلومینیم اکسید بر جای 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 آن قدر 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 به‌طور پراکنده در بسیاری از سنگ‌ها دیده می‌شود. پیریت، تحت تأثیر آب‌های زیرزمینی به سولفوریک اسید، تبدیل می‌شود و بقایای آن به‌صورت اکسید آهن برجای می‌ماند. سولفوریک اسید حاصله، بر کانی‌های پراکنده‌ای که در ناحیه وجود دارند، اثر می‌کند و با آنها، مس سولفات تشکیل می‌دهد. سولفات حاصل به پایین نفوذ می‌کند 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 به‌وجود 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 زون 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، افزوده می‌شوند. این ناحیه را ناحیه «سوپرژن» می‌خوانند در زیر این ناحیه سنگ‌های اولیه و بکر قرار دارند که به آن ناحیه «هیپوژن» گفته می‌شود.

■ **کان‌سنگ‌های رسوبی:** سنگ‌ها در اثر عوامل هوازدگی تخریب می‌شوند و محصولات تخریب شده، در اثر عوامل حمل و نقل از قبیل آب‌های جاری و باد به بخش‌های پایین دست، حمل می‌شوند. عمل حمل و نقل، به‌طور دائم انجام نمی‌گیرد و این مواد به‌رحال 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 یا زیستی انجام شود و کان‌سنگ‌هایی که در اثر این فرایندها، به وجود می‌آیند به‌همین نام خوانده می‌شوند.

■ **کانسارهای آواری یا مکانیکی:** موادی که به وسیله آب رود 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 یا «پلاسر» را نام برد. مواد مختلفی که به وسیله آب جاری، حمل می‌شوند در اثر کاهش سرعت رود، با توجه به اندازه و چگالی خود در قسمت‌های خاصی از مسیر رود، رسوب می‌کنند که از تجمع آنها یک کان‌سنگ جامانده به وجود می‌آید. کان‌سنگ‌های فلزات و کانی‌های سنگین مانند طلا، پلاتین و الماس به این نحو تشکیل می‌شوند.

■ **کانسارهای رسوبی تبخیری و شیمیایی:** محصول خرد شدن سنگ‌ها تنها به صورت ذرات آواری، به وسیله عوام حمل جابه‌جا نمی‌شود بلکه مقداری از آنها، به صورت محلول یا به حالت کلوئیدی انتقال می‌یابند. از آنجا که قابلیت انحلال مواد مختلف، در آب متفاوت است و از سویی شرایط محیط آب نیز از نقطه‌ای به نقطه دیگر تغییر می‌کند، لذا موادی که به این نحو حمل می‌شوند، در قسمت‌های مختلف مسیر ممکن است، رسوب کنند و کان‌سنگ‌ها را به وجود آورند.

رسوب مواد فقط در طول مسیر رودخانه انجام نمی‌شود، بلکه بخش عمده این رسوبات در دریاها و دریاچه‌ها ته‌نشین 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 می‌کند و کان‌سنگ رسوبی را به وجود می‌آورد. اگر به هر دلیلی قسمتی از دریا یا دریاچه از دریا یا دریاچه اصلی جدا شود، در این حالت مقدار تبخیر آب، 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 به این نحو به وجود می‌آیند.

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

تعریف برخی مفاهیم

■ **عیار:** مقدار فلز موجود در یک کان سنگ (سنگ معدن) عیار آن نامیده می‌شود که به صورت درصد یا پی‌پی‌ام بیان می‌شود. عیار فلزات قیمتی مثل طلا و نقره به صورت پی‌پی‌ام و عیار فلزات دیگر به صورت درصد بیان می‌شود.

■ **عیار حد:** عبارت است از پایین‌ترین عیار قابل استخراج در یک معدن یا توده معدنی. عیار حد در معادن مختلف به عوامل مختلفی چون نوع ماده معدنی، حجم ماده معدنی، تکنولوژی استخراج، موقعیت جغرافیایی معدن، قیمت جهانی ماده معدنی، طرز قرارگیری ماده معدنی، عمق قرارگیری، میزان استخراج روزانه و... بستگی دارد.

تراش جواهرات و سنگ‌های قیمتی

تراش سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی مراحل چندگانه‌ای دارد که هر کدام توسط متخصص آن انجام می‌شود. تراش شکل خاصی به کانی‌ها و سنگ‌ها می‌دهد و باعث درخشش و ظهور رنگ واقعی گوهر می‌شود. تصمیم‌گیری در مورد اینکه، کدام برش برای یک نمونه راف مناسب است تا به بهترین نحو، نقص‌های آن را پنهان کرده و بهترین کیفیت‌های آن را به نمایش بگذارد، شاخصه‌های متعددی را می‌طلبد. گوهرها معمولاً به اشکال مختلفی از جمله گرد، اشک، مربع، هشت ضلعی، بیضی، قلبی، مثلثی و... در بازار عرضه می‌شوند که هر یک از این اشکال با برش‌های مختلفی ایجاد می‌گردند.



■ **تراش مربعی (Asscher):** یکی از پرکاربردترین انواع برش جواهر است که برای الماس و کانی‌های قیمتی دیگر استفاده می‌شود. این برش شامل ۵۸ وجه یا سطح است، در نسخه‌های جدیدتر برای درخشندگی بیشتر و تمرکز نور بهینه، تعداد وجوه از ۵۸ به ۷۴ وجه رسانده شده است.

■ **تراش مربع (Princess):** این برش، پس از برش Round Brilliant، دومین برش محبوب است. تراش پرنسس برای الماس، اسپینل و سافیر به کار می‌رود. این مدل تراش دارای جذابیت و شیب خمیده به داخل به شکل مربع یا لوزی است.

■ **تراش مستطیل باریک (Baguette):** باگت، به شکل بلند و مستطیل، یک تراش محبوب برای جواهرات برجسته است. از آنجا که ساخت باگت به برش‌های کمتری احتیاج دارد، برش صحیح و دقیق در آن، از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا برای پنهان کردن هرگونه نقص، وجوه بسیار کمتری وجود دارد. گوهرهای تراش خورده باگت، معمولاً دارای ابعادی کوچک و اغلب کمتر از یک قیراط هستند.



تراش قطره‌ای

■ **تراش قطره‌ای (Briolette):** تراش بریولت، یک برش قطره‌ای شکل با ۸۴ وجه مثلثی شکل است که کل سطح آن را پوشانده است. بریولت یک انتخاب محبوب، برای گوشواره‌های آویز است، زیرا هنگام آویزان شدن و تحرک، جلوه‌ای زیبا ایجاد می‌کند و بیشتر در معرض دید قرار می‌گیرد.



■ **تراش بدون وجه (Cabachon):** یک نوع تراش گوهر که در آن سطح‌های برش، رند و منظم با ریزش‌های درخشان ایجاد می‌شوند. این برش برای سنگ‌هایی مانند عقیق و یاقوت استفاده می‌شود.

■ **تراش مستطیل یا کوسنی (Antique or Cushion):** این برش که قبلاً به‌عنوان (Old Mine Cut) یا (Old European Cut) شناخته می‌شد، تقریباً با ۶۴ وجه ارائه می‌شود و یک شکل مربع اصلی، با گوشه‌های به آرامی گرد شده، ارائه می‌دهد و آن را مانند یک بالشت به نمایش می‌گذارد. همچنین ممکن است به‌عنوان (Pillow Cut) نیز شناخته شود. این برش سنتی حدود ۲۰۰ سال قدمت دارد.

■ تراش زمردی (Emerald): تراشی با تقریباً ۵۰° وجه که از بالا با گوشه‌های مرتب شده و به شکل مستطیل نمایان می‌شود. این برش خاص نسبت به برش‌های گرد یا مربع با وجوه کمتری ارائه می‌شود و برای الماس و کانی‌های قیمتی دیگر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

■ تراش قلبی (Heart): این نوع تراش برای الماس و سافیر کوچک و متوسط مناسب است و شکل آن یک دایره با دو نیم‌دایره خمیده به سمت داخل است.

■ تراش قایقی (Marquise): این تراش شکلی ریز، کم‌نقص و الگویی بسیار زیباست و اغلب برای الماس و سافیر استفاده می‌شود.



تراش هشت وجهی

■ تراش هشت‌وجهی (Octagon): این برش مستطیل شکل هشت وجهی یا پله‌ای، از وجه‌های مسطح و متحدالمرکز ساخته می‌شود که شبیه پله‌هایی است که گویی در یک پلکان در امتداد محیط گوهر، قرار دارند. تعداد معمول وجوه برش هشت ضلعی، ۵۳ است.

■ تراش بیضی (Oval): از بالا با یک شکل بیضوی ظاهر می‌شود که با ۶۹ وجه ساخته شده است.

■ تراش اشک (Pear): می‌توان این برش را به عنوان ترکیبی از برش بیضی و برش مارکیز، با یک نقطه مخروطی در یک انتها توصیف کرد. این یک نوع برش Round Brilliant اصلاح شده است و ۷۱ وجه را ارائه می‌دهد که نور را به زیبایی منعکس می‌کند و باعث می‌شود تا رنگ به طرز چشمگیری به نمایش درآید. این تراش نه تنها برای گوشواره‌ها و آویزها، بلکه برای انگشترها نیز یک انتخاب جذاب است.

■ تراش گرد (Round): برش گرد، با داشتن ۵۷ وجه، برای درخشش هرچه بیشتر گوهر بسیار کارآمد است. در اصل تراش Round منحصرأً برای الماس ساخته شده است. این نوع برش، اکنون به طور گسترده‌ای برای سایر سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی استفاده می‌شود.

■ تراش مثلثی (Trillion / Trilliant): در این برش، گوهرهای برش خورده به شکل مثلثی هستند. لبه‌ها ممکن است در امتداد ۳ ضلع آن، کمی گرد یا مستقیم برش داده شوند. برش Trilliant باعث کاهش ضایعات نمونه‌های راف، در طول روند برش می‌شود.



تراش ترکیبی کبوجان و وجهی

■ تراش ترکیبی کبوجان و وجهی (Buff-Top): این برش جواهرات ترکیبی از عناصر با هر دو برش کلاسیک Cabochon و وجهی است. این برش با توجه به جنبه‌های آن، درخشندگی نسبتاً خوبی را حفظ می‌کند و هنگامی که به مرکز گوهر نگاه می‌کنید، توهم عمق را ایجاد می‌کند. برش Buff Top در جواهرات مردانه مشهور است.

نفت

برخی تصور می‌کنند که نفت درون غارها و حفرات بزرگ زیرزمین قرار دارد، 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 یا درز و شکاف‌های موجود در سنگ‌های آهکی، ذخیره می‌شوند.

منشأ نفت (Origin of the Oil)

به طور کلی دو تئوری مختلف در مورد منشأ نفت وجود دارد که عبارت‌اند از:

■ منشأ غیر آلی (Inorganic Origin)

■ منشأ آلی (Organic Origin)

منشأ غیر آلی نفت: طرفداران منشأ غیر آلی نفت، معتقدند که هیدروکربن‌ها، در دما و فشار بالای قسمت‌های عمیق پوسته زمین و یا حتی گوشته تشکیل شده‌اند و سپس به طرف قسمت‌های کم عمق پوسته، مهاجرت کرده‌اند. وجود متان در اتمسفر برخی سیارات و همچنین وجود هیدروکربن در شهاب سنگ‌ها (متئوریت‌ها) پایه اصلی این نظریه است. طبق این نظریه، آب، کربن، سولفور و آهن در اعماق پوسته و گوشته وجود دارند. در دمای بالا، آب می‌تواند به H و O شکسته شود. H تولید شده، می‌تواند در دمای بالا با کربن وارد واکنش انجام شده و در نتیجه هیدروکربن‌ها را به وجود آورد، سپس هیدروکربن‌های تولید شده، می‌توانند از طریق شکستگی‌های عمیق، به سمت بالا مهاجرت نمایند.

منشأ آلی نفت: طرفداران منشأ آلی نفت، معتقدند که هیدروکربن از مواد آلی به وجود می‌آید. تا دهه ۱۹۳۰ نظریه آنها فقط بر اساس شباهت‌هایی بود که بین هیدروکربن‌ها و مواد آلی وجود داشت. این شباهت به قرار زیر است:

- ترکیب هیدروکربن، بسیار شبیه پروتئین‌ها و چربی‌ها و اسیدهای چرب است.
- مهم‌ترین قسمت چرخه کربن در طبیعت، درون گیاهان و جانوران قرار دارد.
- همراهی هیدروکربن‌ها با سنگ‌های رسوبی و تجمعات فسیلی آنها

مراحل تولید هیدروکربن‌ها:

در طی دفن و تکامل مواد آلی به هیدروکربن‌ها، سه مرحله اصلی وجود دارد که عبارت‌اند از:

■ دیاژنز (diagenesis)

■ کاتاژنز (katagenesis)

■ متاژنز (metagenesis)

■ **مرحله دیاژنز (Diagenesis):** مرحله دیاژنز مواد آلی، از همان لحظه‌ای که رسوبات دفن می‌شوند، آغاز می‌گردد. گل‌های تازه نهشته شده، فاقد استحکام بوده و معمولاً بیش از ۷۰ درصد آب و خلل و فرج دارند. این گل‌ها پس از دفن، به سرعت فشرده می‌شوند. بیشتر تخلخل آنها در ۵۰۰ متر اول دفن، از بین می‌رود. پس از آن فشردگی شیل‌ها، بسیار آهسته تداوم می‌یابد و هر ماده آلی که داخل شیل باشد، تغییرات پیچیده‌ای را تحمل می‌کند.

■ **مرحله کاتاژنز (Katagenesis):** در طی تدفین با افزایش حرارت و فشار، ساختمان کروژن از لحاظ ترمودینامیکی ناپایدار شده و شرایط جدید فیزیک و شیمیایی، باعث تغییر آن می‌شود. به این تغییرات در کروژن که در اثر افزایش فشار و حرارت، طی زمان زمین‌شناسی بوجود می‌آید، بلوغ (maturation) می‌گویند که شامل تجزیه حرارتی (thermal degradation) و شکستن کروژن (cracking) به مولکول‌های کوچک‌تر و تبدیل آن به یک ماده پایدارتر غنی از کربن، نظیر هیدروکربن است.

■ **مرحله متاژنز (Metagenesis):** در نهایت در مرحله بعدی یعنی متاژنز، تولید مستقیم هیدروکربن از کروژن متوقف می‌شود اما کماکان طی دگرسانی حرارتی، از نفت تولید شده قبلی، متان قابل توجهی تولید می‌گردد.

کروژن Kerogen

کروژن به مواد آلی موجود در سنگ‌های رسوبی گفته می‌شود که در حلال‌های آلی حل نمی‌شود. عدم حلالیت کروژن به دلیل اندازه بزرگ مولکول‌های متشکله و ساختمان پیچیده آن است. کروژن در واقع منشأ ترکیبات نفتی است و نوع آن، نوع هیدروکربن تولید شده را کنترل می‌کند. فشار و دمای لازم برای تولید هیدروکربن:

در عمق حدود ۱ تا ۲ کیلومتری، مرحله کاتاژنز شروع می‌شود. مرحله آغازین کاتاژنز تا عمق حدود ۳ کیلومتری، با زون اصلی تولید نفت مطابقت دارد. سنگ‌های منشأ که در این محدوده عمقی دفن شده‌اند، در پنجره نفتی قرار دارند. مراحل پایانی کاتاژنز، در عمق حدود ۳ تا ۳/۵ کیلومتر واقع می‌شود که زون اصلی تولید گاز است. در اعماق بیش از ۴ کیلومتر، سنگ منشأ بسیار بالغ شده و مرحله متاژنز آغاز می‌گردد. تنها محصول شکستن حرارتی دیگر هیدروکربن‌ها، در این حالت متان است.

از نقطه نظر حرارتی، پنجره نفتی وقتی باز می‌شود که دمای سنگ منشأ، به بیش از ۶۰ درجه سانتی‌گراد برسد. در درجه حرارت پایین، نفت حاصله سنگین و نابالغ است و با افزایش درجه حرارت نفت سبک‌تر تولید می‌شود. حداکثر میزان تولید نفت، در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد رخ می‌دهد و پس از آن روند کاهشی می‌گیرد. در دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، پنجره نفتی بسته شده و زون اصلی تولید گاز، آغاز می‌گردد. این روند در دمای ۲۲۵ درجه سانتی‌گراد متوقف می‌شود. متان همچنان تا دمای بالاتر از ۳۱۵ درجه سانتی‌گراد که سنگ منشأ، وارد فاز دگرگونی ناحیه‌ای می‌شود، بر اثر شکستن نفت تولید می‌گردد.

سنگ منشأ

سنگ منشأ از نظر تعریف، سنگ دانه ریز غنی از ماده آلی که قادر است، در اثر تکامل حرارتی، هیدروکربن تولید کند.

سنگ‌های دانه ریز غنی از مواد آلی که شامل سنگ‌های تخریبی ریز دانه مانند شیل‌ها و سنگ‌های کربناته ریز دانه بوده و قادرند در اثر تکامل حرارتی، تولید هیدروکربن نمایند. به دلیل ریزدانه بودن سنگ‌های منشأ، اندازه منافذ آنها بسیار کوچک و نفوذپذیری آنها بسیار اندک است. لذا خروج هیدروکربن‌های تولید شده از آنها طی فرایند مهاجرت اولیه کار ساده‌ای نیست و یکی از ناشناخته‌ترین مسائل زمین‌شناسی نفت است. کوچک بودن منافذ سنگ منشأ در کنار حلالیت کم هیدروکربن‌ها در آب، سبب شده تا مدل‌های مختلفی برای خروج هیدروکربن از سنگ منشأ ارائه شود که شامل موارد زیر است:

- حرکت هیدروکربن‌ها به صورت قطره یا حباب، از میان خلل و فرج اشباع از آب
- مهاجرت به شکل محلول مولکولی برای هیدروکربن‌های سبک
- حرکت مستقل فاز هیدروکربنی و نقش میکروفراکچرها یا ریز شکستگی‌ها در سنگ منشأ
- شیل‌های نفتی **Oil Shales**: شیل‌های نفتی، سنگ منشأهایی هستند که هیچ‌گاه به درجه حرارت لازم، جهت زایش نفت و گاز نرسیده‌اند. این سنگ‌های دانه ریز، دارای مقادیر قابل توجهی کروژن هستند. شیل‌های نفتی معمولاً وضعیت نابالغ کروژن، پیش از دفن عمیق را حفظ می‌کند و فقط تحت تأثیر تجزیه حرارتی، نفت تولید می‌کند. از طرف دیگر یک سنگ منشأ نفت، به منظور تبدیل کروژن به نفت، نیاز به دفن قابل ملاحظه و درجه حرارت کاتائزنی دارد.

■ **سنگ مخزن**: یک مخزن هیدروکربنی، سنگی است که هم دارای ظرفیت ذخیره‌سازی بوده (متخلخل باشد) و هم توانایی عبور سیال از میان خود را داشته باشد (نفوذپذیر باشد). سنگ مخزن اصولاً باید تخلخلی بین ۵ تا ۳۰ درصد داشته باشد چرا که تخلخل کمتر از ۵ درصد به ندرت می‌تواند حجم اقتصادی از هیدروکربن‌ها را در خود ذخیره کند و تخلخل بیش از ۳۰ درصد نیز بسیار نادر است. لازم به ذکر است که برای یک سنگ مخزن، صرفاً فضاهای خالی (تخلخل) پر از نفت و گاز، کافی نیست بلکه خلل و فرج، باید به هم متصل بوده تا هیدروکربن‌ها، اجازه حرکت در داخل سنگ مخزن و خروج از آن را داشته باشند. (نفوذپذیری)

سنگ‌های مخزن ذخایر هیدروکربنی، بیشتر ماسه‌سنگی و کربناتی هستند. بیش از ۶۰ درصد هیدروکربن‌های خاورمیانه، در مخازن کربناته قرار دارند. از سنگ‌های مخزن کربناته موجود در میدان آقاجاری ایران و از طریق چاه‌های مختلف، روزانه بیش از ۱۰۰ هزار متر مکعب نفت، استخراج می‌شود.

■ **پوش سنگ:** سنگ‌هایی که می‌توانند از حرکت رو به بالای هیدروکربن‌ها جلوگیری کنند، پوش سنگ نامیده می‌شوند. پس باید در برابر هیدروکربن نفوذناپذیر باشند. اساساً سنگی که نفوذپذیری آن، صفر باشد وجود ندارد اما سنگ‌های تبخیری، در برابر هیدروکربن‌ها تراوایی بسیار کمی دارند.

پوش سنگ‌ها می‌توانند شامل انواع سنگ‌های رسوبی مانند کربنات‌ها (میکریت‌ها)، آواری‌ها (شیل‌ها) و تبخیری‌ها (انیدریت و نمک) باشند. کربنات‌های ریزدانه و آنهایی که به دلیل سیمانی شدن کامل، تراوایی خود را از دست داده‌اند، پوش سنگ‌های خوبی هستند اما کربنات‌ها به دلیل شکننده بودن در مناطق فعال تکتونیکی، می‌توانند ویژگی پوش سنگ بودن خود را، از دست بدهند.

شیل‌ها، فراوان‌ترین سنگ‌های رسوبی هستند و بیش از ۶۰ درصد پوش سنگ میدان‌های بزرگ نفتی را تشکیل می‌دهند. شیل‌ها در مقایسه با سنگ‌های کربناته، شکنندگی کمتری دارند لذا در مناطق فعال تکتونیکی، ویژگی پوش سنگی خود را کمتر از دست می‌دهند. سنگ‌های تبخیری، بهترین نوع پوش سنگ‌ها هستند چون تراوایی آنها، نزدیک به صفر است و در برابر عملکرد نیروهای تکتونیکی، دچار تغییر شکل پلاستیک شده و شکننده نیستند.

■ **نفتگیر یا تله نفتی:** یکی از بخش‌های مهم یک سیستم نفتی، تله نفتی است. زمانی که نفت، در سنگ منشأ تولید می‌شود از طریق لایه‌های نفوذپذیر، به سمت بالا و اطراف حرکت می‌کند تا زمانی که به سنگ‌های نفوذناپذیری که مانع حرکت و فرار به سمت زمین می‌شوند، برخورد کند. در این حالت نفت به تله می‌افتد. نفت‌گیرها یا تله‌های نفتی، به ساختارهایی متشکل از سنگ مخزن و پوش سنگ گفته می‌شود که دارای وضعیت هندسی مناسبی برای تجمع و ذخیره‌سازی نفت باشند. تجمع نفت در یک نفتگیر یا سنگ مخزن منفرد، Pool نامیده می‌شود. چندین مخزن نفتی مجاور که به صورت عمودی یا به صورت جانبی در کنار هم قرار گرفته‌اند را میدان نفتی می‌گویند مانند میدان نفتی مسجدسلیمان. به مجموعه میدان‌های موجود در یک حوضه رسوبی، ایالت نفتی یا حوضه نفتی گفته می‌شود مانند حوضه نفتی زاگرس.

جریان طبیعی نفت تحت تأثیر سه نیروی فشار آب مخزن، فشار گاز سرپوش و فشار گاز حل شده در نفت، قرار می‌گیرد. اما گاهی لازم است برای حرکت آسان‌تر نفت، با توجه به جنس سنگ مخزن از روش‌های مختلف، همچون تزریق آب یا انواع مواد شیمیایی استفاده شود تا نفت محبوس در سنگ مخزن به سهولت درون چاه، تزریق و به سمت زمین حرکت کند.

■ **زغال سنگ:** زغال سنگ یک سنگ رسوبی است که بیش از ۵۰ درصد وزن آن را مواد کربنی تشکیل می‌دهد و حاصل تراکم تورب تشکیل شده در زمین‌های پوشیده از گیاه و اشباع از آب است که اصطلاحاً به این محیط‌ها، مرداب می‌گویند.

شایان ذکر است مرداب‌هایی که محیط مناسبی برای تشکیل زغال سنگ هستند، لزوماً در آب و هوای استوایی و قطبی تشکیل نمی‌شوند. امروزه برخلاف تصور گذشته، به خوبی مشخص شده است که بسیاری از زغال سنگ‌ها در آب و هوای سرد و در عرض‌های جغرافیایی متوسط تا بالا قرار دارند. به عنوان مثال ۶۰ درصد منابع تورب جهان به سن کرینفر به روسیه تعلق دارد که در عرض‌های جغرافیایی ۵۰° تا ۷۰° درجه شمالی تمرکز یافته‌اند.

مطالعات آب و هوای دیرینه نشان می‌دهد که در دوره کرینفر مناطق مرطوب کره زمین در بلوک‌های قاره‌ای در عرض‌های جغرافیایی بالاتر در نیمکره شمالی قرار داشتند یعنی در طول این زمان مرداب‌های موجود در مناطق اروپای غربی، بلژیک، فرانسه، آلمان، انگلیس، هلند، لهستان، اسپانیا، کانادا و آمریکا، برای تشکیل زغال سنگ مناسب بوده‌اند. جنگل‌های بارانی استوایی به ندرت می‌توانند سبب تجمع تورب شوند، زیرا دمای بالا موجب افزایش سرعت اکسید شدن و فساد مواد آلی شده و مانع تشکیل زغال سنگ می‌گردد.

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؟

عنصر	درصد براساس جرم	بی‌هنجاری
Fe	۱۲	مثبت
Cu	۰/۰۰۰۷	منفی
Pb	۰/۰۱	مثبت
Zn	۰/۰۰۰۹	منفی

- کلارک تمرکز عناصر درج شده در جدول را تعیین کنید :

عنصر	حداقل عیار جهت استخراج سودآور	ضریب تمرکز
آلمینیوم	۳۲	۴
منگنز	۳۵	۳۵۰
مس	۱	۱۶۷
سرب	۴	۲۵۰۰

فعالیت
تکمیلی

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

نوع کانه و میزان علاقه و تقاضای 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 بودن یک معدن دخالت دارند.

● به چه دلیل برخی از معادن متروکه، پس از مدتی مورد بهره‌برداری مجدد قرار می‌گیرند؟
۱ ارزش و قیمت جهانی ماده معدنی افزایش پیدا کند.

۲ مقدار آن کمیاب شود.

۳ فناوری‌های مدرن استخراج با هزینه کمتر شناخته شود.

۴ کاربرد جدیدی برای کانی‌های کم ارزش این معدن کشف می‌شود.

● حداقل یک دلیل بیاورید که کانی کلسیت یا ژئپس نمی‌تواند یک کانی قیمتی باشد؟
گوهرها سختی نسبتاً بالایی دارند. اما کانی‌های «ژئپس» و «کلسیت» که سختی کمی دارند در تماس با سایر اجسام به سرعت از بین می‌روند. این کانی‌ها (با درجه سختی ۲ و ۳) از سایر اجسام خراش برمی‌دارند و کدر می‌شوند. از طرفی این دو کانی در طبیعت فراوان هستند.

● گوهرها را چگونه برش می‌دهند؟
الماس جوهری است که برای برش دادن سایر جواهرات از آن استفاده می‌شود.

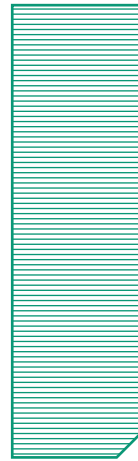
(جواهرات سختی‌های متفاوتی دارند. معمولاً هر جواهر را به وسیله جواهری سخت‌تر از آن برش و صیقل می‌دهند. برخی از گوهرها را با اجسام سخت‌تر از آنها تراش می‌دهند. برخی با لیزر و برخی با فناوری واترجت تراشیده می‌شوند.)

● تفاوت الماس و برلیان در چیست؟

الماس یک گوهر با ارزش است که به دلیل سختی بالا در صنعت و به دلیل جلای بسیار زیبا در جواهرسازی کاربرد دارد اما برلیان یک نوع تراش بسیار زیبا، برای جواهرات به ویژه الماس است (برلیان دارای ۴۸ سطح صیقلی درخشانده است.)

● از الماس در سرمته حفاری استفاده می‌کنند. علت چیست؟
درجه سختی الماس عدد ۱۰ بوده و یو در آن را برای ساختن انواع مته‌ها استفاده می‌کنند زیرا می‌تواند سایر سنگ‌ها و مواد سخت را برش دهد.

(الماس سیاه ارزش چندانی ندارد و به‌طور وسیع در کشور برزیل استخراج می‌شود.)



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

اگر دما و فشار از حد مورد نیاز برای تشکیل نفت در سنگ‌های رسوبی کمتر شود، شرایط تشکیل نفت و گاز مهیا نیست بنابراین با وجود مواد اولیه تشکیل نفت در سنگ مادر، فرایند تشکیل نفت و گاز متوقف می‌شود و نفت تشکیل نمی‌شود.

اگر دما و فشار از حد مورد نیاز برای تشکیل نفت در سنگ‌های رسوبی بیشتر شود و به‌طور مثال دما به بیش از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد برسد، سنگ منشأ دگرگون شده و نفت تولید شده از بین می‌رود.

● وجود ذخایر زغال سنگ در سیبری که امروزه سرزمینی سرد و بدون جنگل‌های انبوه می‌باشد را چگونه توجیه می‌کنید؟

وجود ذخایر عظیم زغال سنگ در عرض‌های جغرافیایی بالا و سرد قطبی، شواهدی بر حرکت ورقه‌های سنگ کره و تغییرات آب و هوایی است. ابتدا منابع زغال در عرض‌های جغرافیایی (گرم و مرطوب) پایین‌تر تشکیل شده و سپس با حرکت ورقه‌ها به سمت عرض‌های جغرافیایی بالا و سرد (قطبی) حمل می‌شود و می‌توان امروزه آنها را در سرزمین‌های بدون جنگل انبوه مثل سیبری مشاهده کرد.

(تشکیل زغال سنگ بر خلاف تصور عموم، عمدتاً نیاز به جنگل‌های انبوه در مناطق با آب و هوای سرد و مرطوب تا نیمه گرمسیری و مرداب‌های خاص در عرض‌های جغرافیایی متوسط تا بالا دارد.)

● لایه‌های زغال دار طبس نشان‌دهنده چه نوع آب و هوایی در گذشته این منطقه است؟ لایه‌های زغال دار طبس، نشانه وجود آب و هوای مرطوب و نیمه گرمسیری حاکم بر این منطقه، در گذشته دور است.

● چرا برخی از مناطق، با وجود جنگلی بودن مکان مناسبی برای تشکیل زغال سنگ نیستند؟ زیرا سایر شرایط تشکیل زغال سنگ در آن محل مهیا نبوده است. مرحله اصلی تشکیل زغال سنگ، تجمع بقایای گیاهی به مقدار زیاد است و از آن مهم‌تر حفظ اجساد گیاهی از تجزیه و اکسایش، توسط پوشش و لایه‌های رسوبی است. همچنین 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.

در مورد مزایا و معایب دو روش استخراج روباز و زیرزمینی تحقیق کنید.

مزایای روش استخراج روباز :

- استخراج ۹۵ تا ۱۰۰ درصد سنگ معدن موجود (راندمان استخراج بالاتر)
- امکان استفاده از انواع ماشین‌های سنگین معدن‌کاوی
- نیاز به صرف هزینه‌های کمتر
- نیاز کمتر به کارگیری نیروی انسانی

معایب روش استخراج روباز :

- بالا بودن حجم عملیات باطله‌برداری
- تخریب حجم عظیمی از زمین
- وارد کردن آسیب‌های زیست‌محیطی قابل توجه
- ایجاد آلودگی صوتی ناشی از انفجارهای زیاد

مزایای روش استخراج زیرزمینی :

- کاهش هزینه‌های باطله‌برداری
- نیاز به فضای کمتر نسبت به روش روباز
- کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی
- حداقل تأثیرپذیری از تغییرات آب و هوایی بر فعالیت‌های معدنی
- افزایش مدت زمان بهره‌برداری در طول سال

معایب روش استخراج زیرزمینی :

- بهره‌وری پایین (راندمان استخراج پایین)
- نیاز به انرژی و هزینه بالاتر جهت تهویه، روشنایی
- افزایش هزینه‌های آبکشی و حمل و نقل
- وجود تشعشعات و گازهای سمی
- وقوع اتفاقاتی مانند ریزش تونل‌های معدن
- وجود امنیت پایین‌تر برای کارکنان معدن
- فرونشست سطح زمین به دلیل ایجاد تونل‌های زیرزمینی
- احتیاج به نیروی کار بیشتر و تجهیزات بسیار تخصصی



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

$$\begin{aligned} 1 \text{ تن} &= 1000000 \text{ گرم} & 2 & 1000000 \\ 3 \text{ تن} &= 3000000 \text{ گرم} & X & 3000000 \\ & & X &= 6 \text{ گرم} \end{aligned}$$

(ppm مخفف Part Per Million، به معنی واحد در میلیون می‌باشد. ppm یک کمیت بدون واحد است و جهت مشخص کردن میزان بسیار کمی از مواد خاص استفاده می‌شود.)

————— | واژه‌نامه

Magma chamber	اتاق ماگمایی	۱
Open pit mining	استخراج روباز	۲
Underground mining (Subsurface mining)	استخراج زیرزمینی	۳
Mine exploration	اکتشاف معدن	۴
Pegmatite	پگماتیت	۵
Platinum	پلاتین	۶
Pyrite	پیریت	۷
Magnetic properties	خواص مغناطیسی	۸
Mineral reserves	ذخیره معدن	۹
Vein (geology)	رگه معدنی	۱۰
Electrical conductor	رسانایی الکتریکی	۱۱
Geophysical methods	روش‌های ژئوفیزیکی	۱۲
Gypsum	ژیپس	۱۳
Cesium	سزیم	۱۴

Geothermal gradient	شیب زمین گرمایی	۱۵
Mica	طلق نسوز	۱۶
Grade of ore	عیار ماده معدنی	۱۷
Ore deposits	کانسار	۱۸
Mineral deposits	کانسنگ	۱۹
Banded iron deposits	کانسنگ آهن نواری	۲۰
Placer deposits	کانسنگ پلاسری	۲۱
Sedimentary deposits	کانسنگ رسوبی	۲۲
Hydrothermal deposits	کانسنگ گرمایی	۲۳
Magmatic deposits	کانسنگ ماگمایی	۲۴
Industrial minerals	کانی های صنعتی	۲۵
Ore	کانه	۲۶
Ore dressing	کانه آرایبی	۲۷
Chromium	کروم	۲۸
Chromite	کرومیت	۲۹
Concentrate	کنسانتره	۳۰
Lithium	لیتیم	۳۱
Mine	معدن	۳۲
Gravity field	میدان گرانش	۳۳
Hematite	هماتیت	۳۴

طرح درس روزانه درس زمین شناسی پایه یازدهم						
مشخصات	فصل ۲		موضوع درس	رشته	تاریخ اجرا	مدت زمان اجرا
	منابع معدنی و ذخایر انرژی زیر بنای تمدن و توسعه		سری و اکتشی بوون	تجربی ریاضی فیزیک		۷۵ دقیقه
	مدرس:		کلاس:	مکان:	تعداد فراگیران:	
فعالیت‌های قبل از تدریس						
اهداف	بر اساس تلفیقی از برنامه درسی ملی و طبقه‌بندی جدید بلوم					
سطح هدف	اهداف و پیامدها					
هدف کلی	- آشنایی فراگیران با فرایند تبلور ماگما و تشکیل کانی‌ها و سنگ‌ها - آشنایی فراگیران با سری‌های واکنشی بیوسته و ناپیوسته بوون و ترتیب تبلور کانی‌ها					
اهداف مرجع‌های	در پایان این مبحث دانش آموز باید: - تفاوت کانی‌های دیرگداز و زودگداز را بداند. - ذوب بخشی را تعریف کند. - تبلور بخشی را تعریف کند. - علت تشکیل ماگماهای متفاوت از ذوب یک نوع سنگ را شرح دهد. - مواد تشکیل دهنده ماگمای اولیه را نام ببرد. - علت تشکیل سنگ‌های متنوع از انجماد یک نوع ماگمای اولیه را بیان کند. - تفاوت سری واکنشی بیوسته و ناپیوسته را توضیح دهد. - ترتیب تبلور کانی‌ها در حین انجماد ماگما را بداند. - انواع سنگ‌ها و کانی‌های سازنده آنها را بشناسد. - نمودار سری واکنشی بوون را تحلیل نماید.					
هدف‌های رفتاری آموزشی	اهداف (با رعایت توالی محتوای درسی) انتظارات در پایان آموزش		حیطه و سطح در بلوم	عناصر برنامه درسی ملی : تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق		
	عناصر			عرصه ارتباط با		
	خود	خلق	خلقت	خدا	علم	شناختی - درک و فهم
			✓		علم	شناختی - درک و فهم
			✓		علم	شناختی - دانش
			✓		علم	شناختی - دانش
	✓				عمل	شناختی - درک و فهم
			✓		علم	شناختی - درک و فهم
			✓		علم	شناختی - درک و فهم
		✓		علم	شناختی - درک و فهم	

	✓	علم	شناختی – درک و فهم	دانش آموز باید بتواند ذوب بخشی را توضیح دهد.	هدف‌های رفتاری آموزشی
	✓	علم	شناختی – درک و فهم	دانش آموز باید بتواند تأثیر ذوب بخشی بر تشکیل انواع ماگماها را شرح دهد.	
	✓	علم	شناختی – درک و فهم	دانش آموز باید بتواند نوع ماگما و شرایط تبلور یک نمونه سنگ آذرین را به طور مختصر بیان کند.	
✓		عمل	شناختی – کاربرد	دانش آموز باید بتواند با دیدن یک نمونه سنگ آذرین، سرعت تشکیل، عمق تشکیل و زمان تشکیل را تا حدودی تشخیص دهد.	
	✓	ایمان	شناختی – تحلیل	دانش آموز با دیدن زیبایی‌ها و خشم یک آتشفشان در حال فوران به قدرت خالق یکتا پی ببرد.	
	✓	ایمان	شناختی – تحلیل	دانش آموز باید با دیدن سنگ‌ها و کانی‌ها به عظمت خداوند پی ببرد.	
	✓	تعقل	شناختی – تحلیل	دانش آموز باید با دیدن نظم موجود در تبلور ماگما در یک مخزن به نظام‌مندی موجود در خلقت و آفرینش زمین پی ببرد.	
				– سری‌های واکنشی بون – ذوب و تبلور بخشی – انواع سنگ‌ها	مطالب رئوس
				لب تاب، ویدئو پروژکتور، کتاب درسی، نمونه‌های سنگ، عکس و فیلم آموزشی، پاورپوینت، مازیک رنگی و تخته وایت برد، بوستر نمودار واکنشی بون	مواد و رسانه‌های آموزشی
				معلم به منظور مرور درس قبل، براساس کاربرد از ۵ نفر سوالی در رابطه با درس جلسه قبل پرسیده و نمره را ثبت می‌کند. دانش‌آموزانی که مطالعه کرده و به سوالات به خوبی پاسخ دهند، تشویق می‌شوند.	رفتار درونی پیش‌بینی
۴ دقیقه				معلم با لبخند و بر انرژی وارد می‌شود و بعد از سلام و احوال‌پرسی، مثل همیشه واژه‌هایی از قبیل «به نام خداوند مهربان» را پای تابلو می‌نویسد. حضور و غیاب را انجام داده و علت غیبت دانش‌آموزان را در جلسه قبل جویا می‌شود و حالت روحی و روانی و فیزیکی دانش‌آموزان را بررسی می‌کند و با آنها ارتباط عاطفی برقرار می‌کند. به شرایط کلاس توجه می‌کند و میزان مؤثر بودن ارتباط فراگیران با یکدیگر را در گروه‌های از پیش تعیین شده جویا می‌شود و از دانش‌آموزان می‌خواهد سوالات و اشکالات خود از درس جلسه قبل را بپرسند	ایجاد ارتباط اولیه
				گروه‌بندی براساس سطح علمی فراگیران صورت می‌گیرد باید اعضای گروه از نظر سطح علمی نامتجانس باشند. تعداد نفرات گروه سه تایی است و برای هر گروه نامی براساس انواع سنگ‌ها انتخاب می‌شود. چیدمان صندلی‌های کلاس به صورت نیم دایره انجام می‌شود به طوری که اعضای گروه با هم و با معلم ارتباط بصری داشته باشند.	گروه‌بندی و مدل و ساختار کلاسی
۵ دقیقه				معلم با نمایش عکس‌ها، بوسترها، انیمیشن‌ها یا ویدئوهایی از فعالیت آتشفشان‌ها، انواع سنگ‌ها و کانی‌ها در دانش‌آموزان ایجاد انگیزه می‌کند.	روش ایجاد تدارک و انگیزه

۵ دقیقه	<p>معلم قبل از شروع درس جدید برای یادآوری مطالب گذشته و دست‌یابی به اهداف مطلوب از دانش‌آموزان می‌خواهد که به صورت گروهی به سؤالات زیر فکر کرده و پاسخ دهند:</p> <ul style="list-style-type: none"> – سنگ‌های آذرین چگونه تشکیل می‌شوند؟ – ماگما چیست و از کجا می‌آید؟ – چرا برخی سنگ‌ها تیره و برخی از آنها روشن هستند؟ – چرا برخی سنگ‌ها دارای بلورهای درشت هستند و برخی دارای بلورهای ریز؟ 		ارزشیابی آغازین
<p>تدریس اصلی و محوری: سخنرانی و توضیحی و پرسش و پاسخ با کمک پاورپوینت و نمودار و فیلم آموزشی</p> <p>تدریس فرعی: کارگروهی، بحث و تبادل نظر</p>		روش‌های تدریس	
فعالیت‌های حین تدریس			
۵ دقیقه	<p>معلم، فراگیر، محیط، رسانه</p> <ul style="list-style-type: none"> – آماده بودن معلم (مطالعه و داشتن طرح درس) – آمادگی ذهنی فراگیران (طرح سؤال، ایجاد انگیزه) – آماده‌سازی محیط و رسانه (نوشتن عناوین درس جدید بر روی وایت‌برد، آماده‌سازی لپ‌تاپ و پروژکتور، چیدن نمونه‌های سنگ و کانی بر روی میز) 		آماده‌سازی
۴۵ دقیقه	<p style="text-align: center;">فعالیت‌های دانش‌آموزان</p> <p>گوش دادن به معلم، نشان دادن عکس‌العمل مناسب هنگام دیدن نمونه سنگ‌ها، مطرح کردن نظرات خود</p> <p>پاسخ دادن به سؤالات مطرح شده</p> <p>مطرح کردن سؤالاتی که به ذهنشان رسیده است.</p> <p>رعایت نوبت و احترام هنگام بیان نظرات مرتبط با موضوع</p> <p>نشر اطلاعات و تعمیم آن در زندگی و بیان</p> <p>مصادیق مشابه و بحث و گفت‌وگو در دانش‌آموزان</p> <p>مشاهده نمونه‌ها و ارائه پاسخ با ذکر دلیل و مشارکت در بحث و تبادل نظر</p>	<p style="text-align: center;">فعالیت‌های معلم</p> <p>نمایش تعدادی سنگ با رنگ و بافت متفاوت و طرح سؤالاتی درباره تفاوت‌های بصری آنها مانند چرا برخی روشن و برخی تیره هستند؟ چرا برخی دارای بلورهای درشت هستند؟ هر کدام از نمونه‌ها در کدام گروه سنگ قرار دارند و ارائه دلیل برای پاسخ‌های خود.</p> <p>تعریف یک تجربه واقعی مانند سفر به قله آتشفشان تفتان یا فیلدهای مختلف و جمع‌آوری نمونه سنگ‌های مختلف...</p> <p>معرفی بوون و روش کار او و توضیح مفهوم سری واکنشی بوون با استفاده از تصاویر و نمودارهای آن با پرسش از دانش‌آموزان و ترغیب آنها جهت شرکت در تدریس</p> <p>استفاده از پاورپوینت و انیمیشن برای بیان ذوب و تبلور بخشی و تاثیر دما بر تشکیل کانی‌های مختلف و پیامدهای دیرگداز بودن یا زود گداز بودن کانی‌ها و ترکیب شیمیایی ماگمای اولیه و انجماد آن در مراحل مختلف و تشکیل انواع کانی‌ها و سنگ‌های مختلف و ترتیب تشکیل کانی‌ها در قالب پرسش</p> <p>معرفی انواع سنگ‌های آذرین درونی و معادل‌های بیرونی آنها، کانی‌های تشکیل‌دهنده هر کدام و توضیح علت درشت بودن سنگ‌های درونی و ریز بودن سنگ‌های بیرونی با توجه به شرایط تشکیل آنها با کمک گرفتن از تجربه دیداری دانش‌آموزان در رابطه با تشکیل انواع نبات‌های ریز بلور و درشت بلور در قالب طرح پرسش و درخواست بویایی دانش‌آموزان در کلاس درس و مشارکت در تدریس</p>	ارائه درس چندی

فعالیت‌های خلاقانه دانش آموزان (طراحی فعالیت گروهی)	
<p>– طراحی نقشه مفهومی</p> <p>– طراحی جدول متقاطع در رابطه با آنچه در این درس آموخته‌اند.</p> <p>– طراحی سؤالات چهار گزینه‌ای</p> <p>– تمرکز برای شناسایی سنگ‌ها، تعدادی سنگ در اختیار هر گروه گذاشته شود تا براساس یافته‌های خود، آنها را طبقه‌بندی نمایند.</p>	
فعالیت‌های پس از تدریس (تکمیلی)	
ارزشیابی	<p style="text-align: center;">تکوینی</p> <p>ارزشیابی متناسب با اهداف و انتظارات یادگیری با توجه به فعالیت‌های داخل و خارج از کلاس دانش‌آموزان به شیوه زیر انجام می‌شود:</p> <p>– مشاهدات معلم از نتیجه فعالیت‌های فردی و گروهی</p> <p>– توجه به پاسخ‌های شفاهی دانش‌آموزان</p> <p>– توجه به بویایی دانش‌آموز در کلاس درس</p> <p>– نظارت بر کار دانش‌آموزان در گروه‌ها</p> <p>– میزان مشارکت برای پاسخگویی به سؤالات طرح شده ضمن تدریس</p>
ارزشیابی	<p style="text-align: center;">تراکمی</p> <p>معلم برگه‌های سؤال را به گروه‌ها تحویل می‌دهد و از آنها می‌خواهد با توجه به آموخته‌های خود در این جلسه و در زمان مقرر به آن پاسخ دهند. معلم بعد از به پایان رسیدن وقت آزمون، پاسخ‌های هر گروه را بررسی و نتیجه را اعلام می‌کند. گروهی که بیشترین پاسخ درست را ارائه کرده باشد مورد تشویق قرار می‌گیرند (نمره مستمر)</p>
تعیین تکلیف	<p>– تعدادی سؤال در قالب جدول ناقص در اختیار گروه‌ها قرار گیرد تا تکمیل نمایند.</p> <p>– یک نمودار سری واکنشی بوون ناقص در اختیار گروه‌ها قرار گیرد تا تکمیل نمایند.</p> <p>– تهیه پروشور جهت ارائه مطالب تکمیلی به صورت فردی و گروهی درباره هر یک از مباحث مطرح شده در سری واکنشی بوون</p> <p>– جمع‌آوری سنگ و کانی و ارائه به کلاس</p>
جمع‌بندی و ساخت دانش جدید	<p>– معلم اسلاید نمودار سری واکنشی بوون را نمایش می‌دهد و می‌خواهد تا یکی از دانش‌آموزان به صورت داوطلب و به طور مختصر آن را شرح دهد.</p> <p>– معلم با صبر و حوصله به سؤالات دانش‌آموزان پاسخ می‌دهد و به رفع اشکالات می‌پردازد.</p> <p>– درس این جلسه جمع‌بندی شده و موضوع جلسه آینده توسط معلم اعلام می‌گردد.</p>
منابع و مراجع	<p>کتاب درسی، معرفی سایت رشد و شبکه آموزش برای دسترسی به فیلم‌های آموزشی، مقاله نورمن . ل . بوون</p>

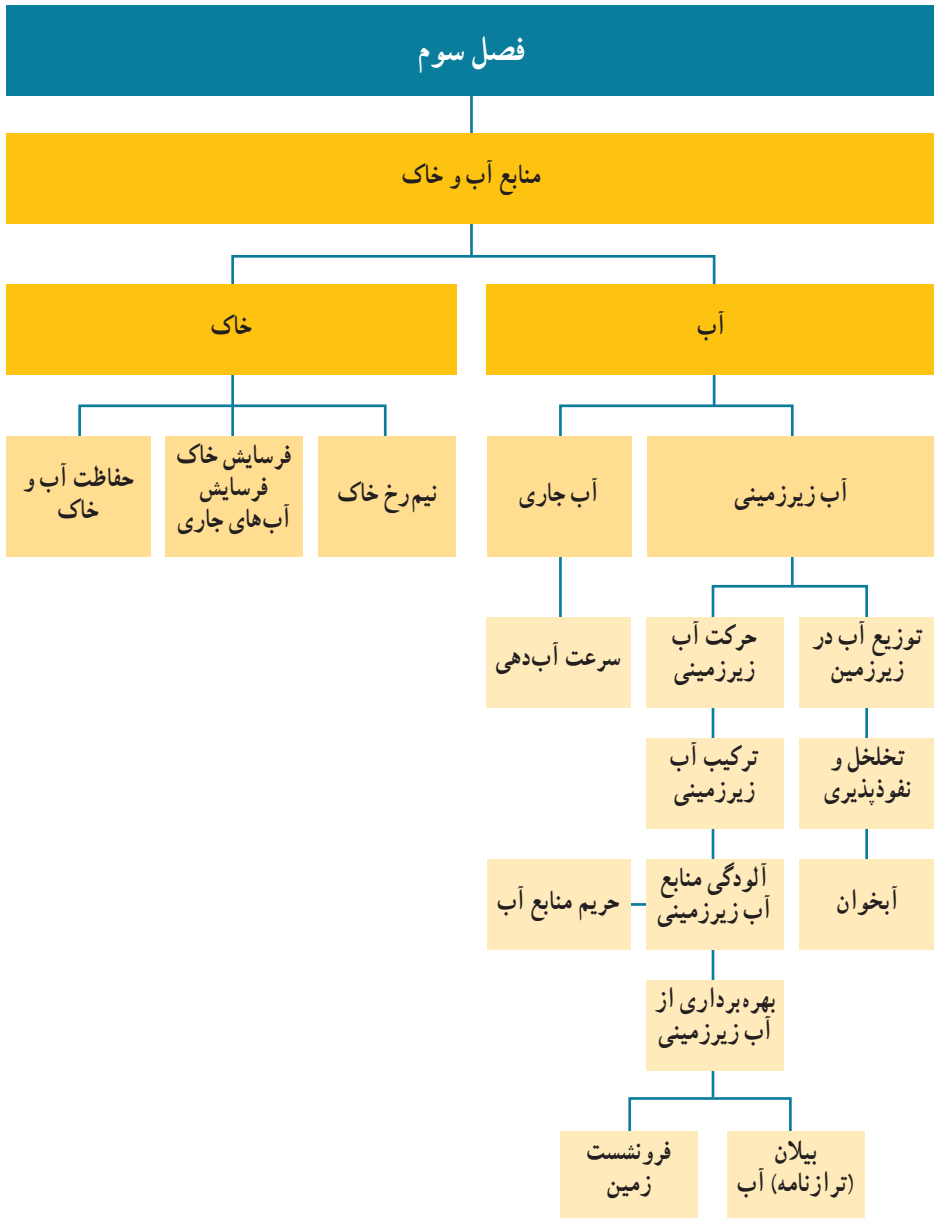


فصل سوم

منابع آب و خاک



رود کارون — خوزستان



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

پیامد کلی

آشنایی با منابع آب و خاک و حفظ این منابع

- انتظار می‌رود دانش آموزان با یادگیری این درس و انجام فعالیت‌های آن بتوانند:
- با آب‌های جاری و نقش و تأثیر آنها در تغییرات سطح زمین آشنا شوند.
- اهمیت آب زیرزمینی را در تأمین بخش بزرگی از منابع آب شرب بدانند.
- فرسایش، حمل و رسوب‌گذاری مواد توسط آب‌های جاری و عوارض حاصل از آنها را بدانند.
- با عواقب مصرف بیش از حد منابع آب و آلودگی آن آشنا شوند.
- اهمیت خاک و ارزش اقتصادی آن در کیفیت بخشی به صنایع و در زندگی انسان بشناسند.

پیامدها و انتظارات عملکردی

دانش آموزان 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 ساخته و انواع آبخوان و چاه‌های آب را نمایش دهند.
- با تهیه جدولی، انواع سنگ‌ها و کیفیت آب‌های زیرزمینی را باهم مقایسه کنند.
- راهکارهای مناسبی برای حفظ منابع آب و خاک بیان کنند.
- طرحی از فرونشست زمین تهیه کرده 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 رسوب‌گذاری پیشنهاد می‌شود.

در مناطقی که چاه آب قابل مشاهده است تهیه گزارشی از وضعیت سطح ایستایی باعث تقویت حس مشاهده‌گری و تشخیص در فراگیرندگان خواهد شد.

نمایش فیلم سیلاب و فرونشست و یا بیماری‌های ناشی از مصرف آب‌های آلوده، باعث آگاهی دانش‌آموزان به محیط اطرافشان می‌شود.

بودجه‌بندی: پنج جلسه

پیش دانسته‌ها :

- علوم تجربی پایه هفتم فصل ۶ (سفر آب روی زمین)
- علوم تجربی پایه هفتم فصل ۷ (سفر آب در زیرزمین)
- علوم تجربی پایه هشتم فصل ۱۳ (هوازدگی سنگ‌ها)

دانستنی‌های معلم

رواناب و عوامل مؤثر بر آن : 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.

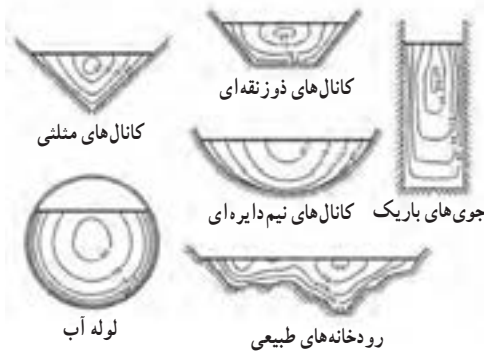
پس از هر بارندگی با ذوب یخ و برف، بر اثر نیروی گرانش زمین مقداری آب از مناطق مرتفع به مناطق کم‌ارتفاع‌تر جاری می‌شود. مابقی آب‌ها هم یا دوباره تبخیر می‌شوند و به هوا باز می‌گردند، یا به داخل زمین نفوذ می‌کنند و آب‌های زیرزمینی را تشکیل می‌دهند.

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

- هرچه مقدار بارندگی بیشتر باشد، بر میزان آب‌های جاری افزوده می‌شود.
 - اگر 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، یعنی بارش بیشتر بوده 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 گیاجاک 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. برای مثال در مورد شدت بارندگی می‌توان گفت: قسمت اعظم یک بارندگی آرام می‌تواند به زمین نفوذ کند. 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 (تقریباً همان عوامل مؤثر بر رواناب مقدار آب رود) به علاوه :

- شیب بستر رود
- 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 مولکول‌های هواست. همچنین، علت کم بودن سرعت آب در کف و دیواره رود، اصطکاک آب با بستر و دیواره‌هاست.

در رود غیرمستقیم یا انحنادار، بیشترین سرعت آب رود از وسط رود به طرف دیواره 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 قاعده 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، گل آلود 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 همه 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.

آبدهی Discharge

حجم آبی است که در واحد زمان از یک مقطع مشخص رود می‌گذرد. متوسط آبدهی یک رود و در یک دوره معین دبی رود گفته می‌شود.

برای پیش‌بینی سیلاب‌ها و خشک‌سالی‌ها، فراوانی دبی‌های حداکثر و حداقل لازم است. برای هر دو منظور، مدت اندازه‌گیری‌ها هر قدر طولانی‌تر باشد، نتیجه بهتری خواهد داشت.

در یک نقطه معین از رود با تغییر عرض، عمق و سرعت آب، آبدهی نیز تغییر می‌کند، مقدار آبدهی رودهای مختلف برحسب پهنای رود، اندازه حوضه 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؛ آب نگار؛ الکترومغناطیس؛ الکتروسوند منطقه تهویه و کمرندهای آن :

منطقه تهویه دارای سه کمرند یا منطقه است که عبارت‌اند از : کمرندهای رطوبت خاک، حد واسط و مویینه.

کمرند رطوبت در بالاترین بخش از منطقه تهویه قرار دارد (درست نزدیک سطح زمین). خاک این ناحیه

دارای تغییرات شدید رطوبتی است. عمده آب آن از بارش و آبیاری تأمین می‌شود. اصلی‌ترین ناحیه برای رشد گیاهان است و به آن منطقه ریشه هم می‌گویند.

کمرند حدواسط دارای خاکی معمولاً نیمه خشک یا با رطوبت کم است. تبخیر و تعرق در این بخش

کمتر است زیرا از سطح زمین و ریشه‌های گیاهان دورتر قرار دارد. در این ناحیه حرکت آب به سمت پایین

(نفوذ) انجام می‌شود و آب به آرامی به سمت منطقه اشباع (سطح ایستایی) می‌رسد در نتیجه اهمیت این منطقه

در انتقال رطوبت به لایه‌های پایین‌تر است.

تأثیر بارش بر وسعت کمرند حدواسط : هنگام بارش آب وارد خاک می‌شود و به سمت پایین حرکت

می‌کند در این مدت با باقی ماندن آب و افزایش آن در منطقه تهویه (تا زمانی که آب به سطح ایستایی نرسیده)

ضخامت منطقه حدواسط افزایش خواهد داشت حتی اگر بارش سبک یا متوسط هم باشد، منافذ خاک پر

از آب معلق می‌شوند بدون اینکه خاک کاملاً اشباع شود. این امر باعث افزایش وسعت کمرند حدواسط

می‌شود. اما اگر بارش سنگین و شدید باشد، باعث کاهش وسعت آن (به دلیل اشباع شدن خاک و بالا آمدن

سطح ایستایی) می‌گردد. وقتی خاک اشباع می‌شود، منافذ بزرگ‌تری از آب پر می‌شوند و اکسیژن برای

گیاهان کاهش می‌یابد. در این حالت آب اضافی به شکل آب ثقلی در آمده و به عمق خاک (منطقه اشباع

آب زیرزمینی) نفوذ می‌کند و سطح ایستایی بالا می‌رود. در نتیجه وسعت کمرند حدواسط کاهش می‌یابد زیرا

آب معلق جای خود را به شرایط اشباع یا آب آزاد می‌دهد. پس از پایان بارش با خروج آب اضافی و بازگشت

خاک به حالت تعادل، مجدداً وسعت کمرند حد واسط افزایش می‌یابد. مدیریت این فرایند (میزان آبیاری)

برای کشاورزی و حفظ رطوبت خاک بسیار مهم است زیرا تغییرات رطوبت در این بخش تأثیر مستقیمی بر

دسترسی گیاهان به آب دارد.

تغییر ضخامت کمر بند حدواسط ارتباط با نوسانات عمق سطح ایستابی دارد به طوری که بیشترین وسعت آن در مناطق خشک و بیابانی است (فاصله بین سطح زمین (کمر بند رطوبت) و کمر بند مویینه در بالای سطح ایستابی عمیق، بسیار زیاد است). از طرفی کمترین وسعت آن (حتی گاهی وجود ندارد) در مناطق مرطوب، کنار رودخانه‌ها، تالاب‌ها و باتلاق‌ها است زیرا سطح آب زیرزمینی در این مناطق گاهی منطبق با سطح زمین بوده و با فقط چند سانتی متر زیر سطح زمین است.

کمر بند مویینه در پایین‌ترین بخش منطقه تهویه و درست بالای سطح ایستابی قرار دارد. در این منطقه منافذ خاک تقریباً از آب پر شده‌اند ولی هنوز فشار آب کمتر از فشار جو است (برخلاف منطقه اشباع که فشار مثبت دارد). اهمیت این منطقه در این است که آب مورد نیاز ریشه گیاهان را از سطح ایستابی تأمین می‌کند. 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. ضخامت منطقه مویینه بسته به قطر مجاری بین چند سانتی متر تا چندین 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 نمی‌باشد بلکه به واسطه خاصیت مویینیگی به سمت بالا است.

چاه

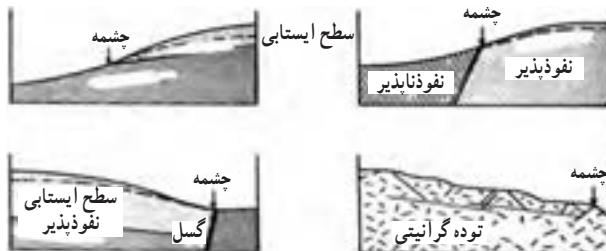
سوراخ‌هایی هستند که تا زیر سطح ایستابی حفر می‌شوند. اگر این سطح، به سطح زمین نزدیک باشد، چاه را سطحی و کم عمق می‌گویند. چاه‌های کم عمق را معمولاً در زمین‌های آبرفتی و با دست حفر می‌کنند. از چاه‌های سطحی، به طور متوسط تا ۲۰۰۰ لیتر در دقیقه (در زمین‌های بسیار پر آب) می‌توان آب برداشت کرد. سطح آب چاه‌ها (چه سطحی و چه عمیق) معمولاً پس از برداشت به نقطه پایین‌تر از سطح ایستابی 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 ایستابی فاصله بگیرد، ممکن است آب آنها را به درون خود بکشد. (مشکلات احداث چاه عمیق و ایجاد مخروط افت)

مخروط افت

مخروط افت یا مخروط کاهش سطح آب زیرزمینی در اطراف یک چاه آب زمانی به وجود می‌آید که آب از سفره زیرزمینی بیشتر از سرعت تغذیه طبیعی پمپاژ شود. وقتی از چاه آب برداشت می‌شود، سطح آب درون چاه پایین می‌رود، این کاهش سطح باعث می‌شود آب از اطراف به سمت چاه حرکت کند. در نتیجه این کاهش سطح ایستابی در نزدیک چاه، شکلی شبیه مخروط به وجود می‌آید که نوک آن در محل چاه است. هرچه پمپاژ آب برای مدت طولانی‌تری باشد و یا تراکم زیاد چاه‌ها در یک منطقه قرار بگیرد مخروط افت گسترش بیشتری می‌یابد.

چشمه

هر جا که سطح ایستابی به وسیله سطح زمین قطع شود و آب به صورت جریان متمرکز و طبیعی از زمین خارج شود، چشمه به وجود می‌آید. خروج آب تا زمانی که دهانه چشمه پایین‌تر از سطح ایستابی قرار بگیرد، ادامه می‌یابد. با پایین رفتن سطح ایستابی از دهانه چشمه، آبی از چشمه خارج نمی‌شود و به اصطلاح چشمه خشک می‌شود. نیروی لازم برای خروج آب از این گونه چشمه‌ها، همان نیروی گرانش زمین است. گاهی سطح فوقانی منطقه اشباع، تحت فشاری بیش از فشار اتمسفر قرار می‌گیرد و 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 به صورت فوران خارج می‌شود. به این گونه چشمه‌ها چشمه آرتزین گفته می‌شود.



چشمه‌های معدنی

دمای بعضی از چشمه‌ها به‌طور قابل توجهی بیش از دمای میانگین هوا در محل است. این گونه چشمه‌ها را چشمه آب گرم یا چشمه معدنی می‌گویند.

آب زیرزمینی از دو راه می‌تواند گرم شود:

■ فرورفتن آب به اعماق زمین؛ گرمای درونی زمین

■ تماس با توده سنگ‌های آذرینی که به آهستگی در پوسته زمین در حال 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 تشکیل می‌دهند. بخشی از آب این چشمه‌ها با سرد شدن بخار آب ماگما در پوسته در حین انجماد ماگما حاصل شده‌اند.

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، کربن‌دی‌اکسید جذب می‌کند و کربنیک اسید می‌سازد.

این واکنش در هر دوسو می‌تواند عمل کند. اگر 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.

قنات

از راه‌های استخراج آب‌های زیرزمینی که از دیرباز در کشور ما به خصوص 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 شیب دار حفر می‌شود تا آب زیرزمینی خود به خود در آن روان شود و به سطح زمین برسد. قنات‌ها را به ویژه در مخروط افکنه‌های 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 پیش کار قنات است که وظیفه انتقال آب را به طرف مظهر قنات به عهده دارد. پیش کار در بخشی از مسیر خود سفره آب زیرزمینی را قطع می‌کند. بنابراین پیش کار قنات از دو قسمت تشکیل شده است که در اصطلاح تره کار و خشکه کار نامیده می‌شوند.

در قسمت تره کار 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. پیش کار، شیب کمی به طرف مظهر دارد تا آب بتواند بدون خراب کردن آن، تحت اثر وزن خود در آن حرکت کند. پیش کار را از طرف مظهر به طرف بالا دست حفر می‌کنند. در حین حفر پیش کار، برای تهویه و نیز خارج کردن مواد کنده شده، 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.

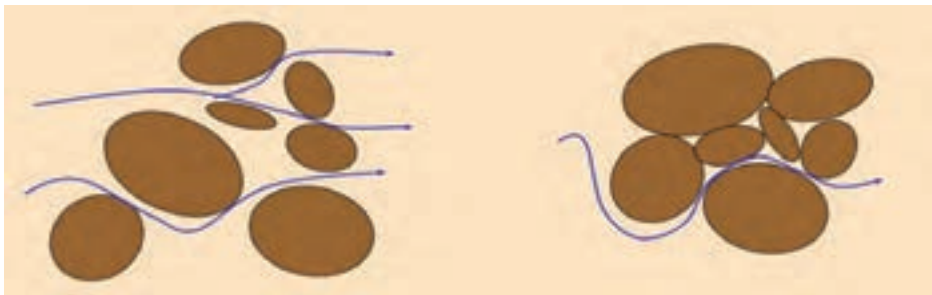
تخلخل و نفوذپذیری

POROSITY AND PERMEABILITY

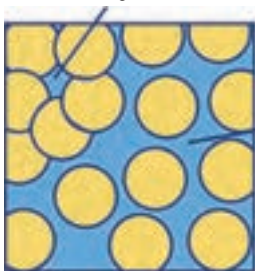
برای تشکیل منابع آب زیرزمینی لازم است سنگ‌ها و رسوبات دارای فضاهای خالی باشند. تخلخل عبارت است از تمام خلل و فرج موجود در رسوب یا سنگ که به دو صورت کل یا مؤثر بیان می‌شود:

تخلخل کل TOTAL POROSITY شامل تمام منافذ موجود در رسوب یا سنگ است که از نسبت حجم حفره‌های موجود در سنگ به حجم کل به دست می‌آید و آن را به درصد نشان می‌دهند. به این ترتیب، اگر یک متر مکعب ماسه بتواند $\frac{3}{10}$ مترمکعب آب را در میان ذرات خود جای دهد تا به حد اشباع برسد، می‌گویند درجه تخلخل آن 30% درصد است.

تخلخل مؤثر یا مفید EFFECTIVE POROSITY شامل حفره‌های متصل به هم که قادر است مایعات را از خود عبور دهد و از نسبت حجم حفره‌های متصل به هم به حجم کل سنگ به دست می‌آید.



تخلخل غیر مؤثر



تخلخل مؤثر

در رسوب یا سنگ حفره‌هایی وجود دارد که قادر نیست مایعات را از خود عبور دهد که تخلخل غیرمفید نامیده می‌شود و از تفاضل تخلخل مفید از تخلخل کل به دست می‌آید.

عوامل مؤثر در میزان تخلخل و نفوذپذیری اولیه

اندازه - شکل دانه - جورشدگی - فابریک

■ **اندازه دانه** : هر قدر اندازه دانه‌ها کاهش یابد، مقدار تخلخل زیاد و نفوذپذیری کم می‌شود. با افزایش اندازه دانه‌ها مقدار تخلخل مفید افزایش یافته و نفوذپذیری زیاد می‌شود زیرا در رسوبات ریز مجاری متصل کننده حفره‌ها بسیار کوچک است و فشار مویینه زیاد در دیوارهای این مجاری مانع عبور مایعات می‌گردد.

■ **جورشدگی** : هر قدر بهتر باشد تخلخل و نفوذپذیری بیشتر خواهد بود.

■ **شکل دانه** : اگر کرویت و گردشدگی زیاد باشد ولی طرز قرار گرفتن آنها به نحوی باشد که نزدیک‌تر به هم قرار بگیرند یعنی آرایش متراکم باشد پس تخلخل و نفوذپذیری کاهش می‌یابد. لذا دانه‌هایی که کمی زاویه‌دار باشند برای تخلخل اولیه بهتر هستند.

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.

چرا هرچه اندازه ذرات ریزتر باشد، میزان تخلخل رسوب بیشتر خواهد شد؟

■ **نسبت سطح به حجم بالا** : کوچک‌تر شدن ذرات باعث می‌شود که نسبت سطح به حجم افزایش یابد، به این معنا که سطح بیشتری برای ایجاد فضاهای خالی بین ذرات وجود دارد.

■ **آرایش غیر متراکم** : ذرات ریزتر به‌طور طبیعی نمی‌توانند به شکل کاملاً متراکم در کنار یکدیگر قرار بگیرند. بنابراین، فضای بیشتری بین آنها باقی می‌ماند.

■ **توزیع یکسان اندازه ذرات** : وقتی اندازه ذرات ناهمگن باشد، ذرات کوچک‌تر فضای بین ذرات بزرگ‌تر را پر می‌کنند و تخلخل کاهش می‌یابد اما وقتی ذرات یک اندازه و ریز هستند این پرشدن به خوبی اتفاق نمی‌افتد و تخلخل افزایش می‌یابد.

تبخیر در چه بخش‌هایی از چرخه آب صورت می‌گیرد؟

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.

چرا خاک، آب را در خود نگه می‌دارد؟ آب دارای خاصیت قطبی و باند هیدروژنی و نیروی الکترونگاتیویته مربوط به اکسیژن است و به همین دلیل در بین ذرات خاک (مواد معدنی و آلی و روزه‌های آن) باقی می‌ماند. اکسیژن موجود بر روی ذرات خاک (مواد آلی و کانی‌های رسی) نیز مولکول‌های آب را به خود جذب می‌کنند. عامل باقی ماندن مولکول‌های آب بر روی ذرات خاک، نیروی کشش سطحی (نیروی ادهیژن) است.

نیروی کشش سطحی مربوط به جذب آب در سطح ذرات خاک است. کشش سطحی و جذب مولکول‌های آب در سطح خاک باعث می‌شود که:

۱- تحرک مولکول‌های آب کاهش یابد.

۲- انرژی آب کم شود.

۳- انتقال آب در خاک به کندی صورت گیرد.

هرچه مساحت سطح ذرات بیشتر باشد (هرچه اندازه ذرات کوچک‌تر باشد) نیروی کشش سطحی بیشتر بوده و مقدار آب باقی مانده بین ذرات بیشتر خواهد بود.

آب در خاک به چه صورت‌هایی دیده می‌شود؟ پس از بارندگی به مقدار کافی و رسیدن خاک به حالت اشباع و پرشدن روزنه‌ها از آب، مقدار اضافی آب از طریق زهکشی جریان می‌یابد و از خاک خارج می‌شود. در صورتی که شرایط زهکشی در خاک وجود نداشته باشد، آب اضافه در خاک باقی می‌ماند (مانند خاک‌های غرقابی و مردابی). در خاکی که امکان زهکشی وجود دارد و در حالت عادی است آب می‌تواند به صورت‌های آب آزاد، آب مویینه، آب هیگروسکوپیک (قشرنازک آب اطراف روزنه‌ها) درون روزنه‌ها موجود باشد. الف) آب آزاد: آب زهکشی یا آب ثقلی: آب آزاد، مایع اضافی در خاک است که، قادر است جریان یابد و از خاک خارج شود (زهکشی در خاک). بعد از بارندگی طولانی، خلل و فرج خاک از آب پرمی‌شود، سپس آب اضافی به صورت آب آزاد جاری می‌گردد.

زهکشی یعنی خروج آب آزاد از خاک تحت تأثیر نیروی جاذبه زمین، یعنی حرکت به سوی پایین جریان است. در مناطقی که سطح ایستابی بالایی دارند، عمل زهکشی با مشکل روبه‌رو خواهد شد. احداث چاه آب و برداشت از آن، سطح ایستابی را کاهش داده و امکان زهکشی و خروج آب آزاد را ممکن می‌سازد. فواید زهکشی در زیرزمین: برطرف کردن حالت اشباع خاک، شست‌وشوی نمک‌ها و کمک به افزایش تهویه خاک (اصلاح خاک)

آزمایش‌ها نشان داده است که در خاک‌های درشت دانه، آب بیشتری خارج شده و جای خود را به هوا می‌دهد ولی در خاک‌های دانه ریز، مقدار آب باقی مانده، تحت تأثیر نیروی کاپیلارته به آهستگی حرکت می‌کند و ظرفیت زراعی بیشتری خواهد داشت.

ب) آب مویینه (کاپیلاری): منافذ مویین (روزنه‌های بسیار ریز) موجب نگهداری آب در خاک می‌شوند. بخشی از این آب، با نیروی زیاد به ذرات خاک چسبیده و برای گیاهان غیرقابل مصرف است. آب مویینه در خاک تحت تأثیر ترکیب دو نیروی کشش سطحی و نیروی کشش مولکولی است که آب را به صورت پوششی بر روی ذرات خاک و در دیواره منافذ نگه می‌دارد. جذب آب در اثر این نیروها باعث تشکیل لوله‌های مویینی در خاک می‌شود که موجب صعود آب می‌گردد. ارتفاع صعود آب در خاک با کاهش قطر خلل و فرج افزایش می‌یابد.

در سطوح مجاور آب زیرزمینی یعنی سطح ایستایی حتی روزنه‌های درشت نیز قادر به صعود آب به صورت موین هستند. در خاک‌های ریز، گاهی تا ارتفاع ۳ متر صعود آب انجام می‌شود.

ج) آب هیگروسکوپیک: پس از آبیاری خاک و گذشت زمان و خشک شدن تدریجی خاک، آب‌های داخل روزنه‌ها توسط گیاهان مصرف می‌شود و یا در اثر تبخیر از محیط خاک خارج می‌گردد. آبی که به صورت قشرنازکی در اطراف ذرات خاک باقی مانده و فقط بخشی از روزنه‌ها را پر می‌کند و در حالت عادی به علت نیروی کشش سطحی و کشش مولکولی قادر به هیچ‌گونه حرکت و جریانی نیست را آب هیگروسکوپیک گویند. این آب قابل جذب توسط ریشه گیاهان نیست و به عبارت دیگر، گیاه تنها قادر است از آب آزاد و آبی که بالاتر از حد هیگروسکوپیک است استفاده کند.

خاک

رنگ خاک معیاری از ترکیب خاک می‌باشد. رنگ خاک در جذب حرارت نیز بسیار مهم است. هرچه خاک تیره‌تر باشد حرارت بیشتری جذب نموده و گرم‌تر خواهد بود. در نتیجه تعیین رنگ خاک از نظر میزان جذب حرارت بر رشد گیاه تأثیرگذار است و به صورت غیرمستقیم بر رشد گیاهان اثر می‌گذارد. رنگ سفید معمولاً در خاک‌های دارای نمک و کلورورها است. رنگ‌های متمایل به آبی، خاکستری و سبز در بخش‌های پایین و عمق خاک می‌تواند به دلیل نبود اکسیژن کافی در اثر باقی ماندن آب در منافذ خاک باشد.

■ رنگ خاک معیاری از ترکیب خاک می‌باشد. رنگ خاک در جذب حرارت نیز بسیار مهم است. هر چه خاک تیره‌تر باشد، حرارت بیشتری جذب نموده و گرم‌تر خواهد بود. در نتیجه تعیین رنگ خاک از نظر میزان جذب حرارت بر رشد گیاه تأثیرگذار است و به صورت غیرمستقیم بر رشد گیاهان اثر می‌گذارد. رنگ سفید معمولاً در خاک‌های دارای نمک و کلورورها است. رنگ‌های متمایل به آبی، خاکستری و سبز در بخش‌های پایین و عمق خاک می‌تواند به دلیل نبود اکسیژن کافی در اثر باقی ماندن آب در منافذ خاک باشد.

رنگ‌های تیره تا سیاه	مواد آلی
رنگ قرمز	هماتیت (Fe_2O_3)
رنگ زرد	لیمونیت ($Fe_2O_3 \cdot XH_2O$)
خاکستری	خاک حاوی آهن احیاء
رگه‌های قرمز و زرد در خاک‌های خاکستری	تناوب شرایط اکسیداسیون و احیاء
رنگ سفید	کربنات‌ها

هوازدگی

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 با پرشدن دریاچه پشت سدها توسط رسوبات هوازده، تخریب آثار باستانی و سنگ‌نمای ساختمان‌ها و سازه‌ها عوامل مؤثر بر هوازدگی فیزیکی و شیمیایی عبارت هستند از:

آب: یخ زدن آب باعث ۹ برابر شدن حجم آب در شکاف سنگ‌ها و ایجاد شکستگی در آن می‌شود.

اختلاف دمای هوا باعث پوسته شدن سطح سنگ در اثر گرما و سرمای شبانه روز می‌شود.

جانداران: ایجاد حفرات توسط جانوران یا رشد ریشه گیاهان در منافذ سنگ‌ها باعث خرد شدن آنها می‌گردد.

آب در هوازدگی شیمیایی: عمل انحلالی

نقش اکسیژن هوا: اکسایش کانی‌ها و سنگ‌ها

جانداران: پوسیدگی ریشه گیاهان و تولید اسید آلی باعث افزایش واکش‌های شیمیایی با سطح سنگ می‌شود.

مقایسه خاک مناطق مختلف از نظر مقدار گیاخاک و ضخامت خاک:

معتدله: زیاد - زیاد

استوایی: زیاد - زیاد

قطبی: کم - کم

بیابانی: کم - کم

چرا بیشترین محصولات کشاورزی از مناطق معتدل به دست می‌آیند. زیرا: خاک این مناطق به علت هوازدگی شیمیایی زیاد و وجود رطوبت و گیاهان، ضخیم است. از طرف دیگر، به علت بارش مناسب می‌تواند 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.

فرسایش

درباره نقش فعالیت‌های انسان در افزایش و کاهش فرسایش خاک می‌توان گفت: تحقیقات جدید نشان می‌دهند، انسان هم اکنون مهم‌ترین عامل فرسایش خاک‌های سطحی زمین محسوب می‌شود و نقش تخریبی آن در این زمینه از نقش عوامل طبیعی بیشتر است. مانند از بین بردن پوشش گیاهی، چرای بیش از حد دام‌ها و لایه برداری از خاک برای معدن‌کاری 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.

در مورد پیامدهای انواع بارش می توان گفت :
 نفوذ آب به آبخوان : اگر بارندگی آرام و طولانی باشد.
 اگر خاک بدون پوشش گیاهی باشد، هر نوع بارشی، حتی بارش آرام و کوتاه هم می تواند باعث فرسایش خاک شود.

وقوع سیل : اگر بارش شدید و طولانی باشد.
 ایجاد رواناب : معمولاً توسط بارش شدید و کوتاه هم ایجاد می شود.
 برای افزایش نفوذپذیری خاک، به منظور کاهش رواناب، می توان اقدامات زیر را انجام داد : افزایش پوشش گیاهی و همچنین جلوگیری از تخریب آن در منطقه
 نقش منفی آتش زدن زمین های کشاورزی پس از برداشت محصول، بر فرسایش خاک به این صورت است که :
 باعث فشردگی خاک (به علت کاهش درصد مواد آلی) و کاهش رطوبت خاک می شود که این امر با عبور ماشین های کشاورزی هنگام آماده سازی زمین، به افزایش تراکم و نفوذناپذیری خاک می انجامد.
 از طرف دیگر، این نوع تراکم خاک، باعث کاهش تبادلات گازی در خاک و نقصان شدید جمعیت انواع میکروارگانسیم های خاک می شود. از بین رفتن کرم خاکی و بقایای گیاهی موجود در خاک به کاهش چسبندگی خاک، افزایش فرسایش خاک و در نهایت کاهش میزان باروری خاک مزرعه منجر می شود.
 رابطه فرسایش زمین با شکل دره ها :

فرسایش دره ها نیز چنین است که وقتی رودی از زمین با سنگ های سخت یا مناطق خشک عبور می کند، معمولاً دره ای عمیق می سازد. از خصوصیات زمین با سنگ سخت این است که عوامل تخریب بر سنگ های اطراف دره کمتر اثر می گذارند و دیواره های دو سمت رود، برای سال های زیادی پابرجا می مانند. لازم به ذکر است که رودهای پرآب در مناطق مرطوب، معمولاً دره ای با عرض زیاد به وجود می آورند.

جدول پیوست برای اندازه ذرات

اندازه ذرات (میلی متر)	ذرات	رسوبات (ناپیوسته)	سنگ های رسوبی آواری
$256 >$ $256 - 64$ $64 - 4$ $4 - 2$	درشت سنگ قلوه سنگ ریگ شن	دانه درشت	کنگلوما (ذرات گرد) یا برش (ذرات زاویه دار)
$2 - \frac{1}{16}$	ماسه	دانه متوسط	ماسه سنگ
$\frac{1}{256} - \frac{1}{16}$ $< \frac{1}{256}$	سیلت سیلت + رس رس	دانه ریز	سیلت سنگ گل سنگ شیل

پاسخ فعالیت‌ها

آب در رودی با سطح مقطع ۱۰۰ مترمربع و با سرعت متوسط ۲ متر بر ثانیه در جریان است. آبدهی رود را محاسبه کنید.

پاسخ: $Q = A \cdot V = ۱۰۰ \times ۲ = ۲۰۰$ متر مکعب بر ثانیه

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

$$Q = A \times V \Rightarrow Q = ۱۰۰ \text{ m}^2 \times ۲ \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow Q = ۲۰۰ \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$۷ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰ = ۶۰۴۸۰۰$$

$$۲۰۰ \times ۶۰۴۸۰۰ = ۱۲۰۹۶۰۰۰۰ \text{ m}^3$$

عوامل مؤثر بر میزان رواناب در بخش مفاهیم ورودی فصل ذکر شده است.

مقدار رسوب‌گذاری و فرسایش A و A' عبارت است از:

A' انحناى رود در دیواره مقعر باعث تخریب و فرسایش بیشتر و رسوب‌گذاری کمتر شده است.

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

ب (BB')

پ (AA')

قدیمی‌ترین قنات جهان، در کدام استان کشور قرار دارد و نام آن چیست؟

پاسخ: در استان خراسان رضوی، عمیق‌ترین و قدیمی‌ترین قنات یا کاریز جهان است. (قصبه گناباد)

بیشترین تعداد قنات در کدام یک از شش حوضه آبریز اصلی ایران حفر شده است؟ دلیل آن چیست؟

پاسخ: قنات‌ها بیشتر در حوضه آبریز داخلی فلات مرکزی حفر شده‌اند؛ یکی به دلیل بارش کم و کمبود منابع آب سطحی در این منطقه و دلیل دیگر، تطابق نداشتن فصل بارش با فصل نیاز آبی به خصوص در بخش کشاورزی.

پیوند با
ریاضی

فکر کنید

جمع آوری
اطلاعات

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 تاثیری بر ضخامت حاشیه مویینه دارد؟
پاسخ: هرچه 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 نیم 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، با بالا بودن سطح ایستابی، انطباق آن با سطح زمین باعث ایجاد باتلاق در مناطق مرطوب (بالا آمدن حاشیه مویینه در مجاورت سطح ایستابی شده) و همچنین باعث ناپایداری پی سازه ها می شود و خمیری شدن لایه های زیرین خاک جاده ها، منجر به خرابی آسفالت رویی جاده می شود.

عوامل مؤثر بر تغییرات عمق سطح ایستابی کدامند؟
سطح ایستابی تابعی از مکان و زمان است. مانند: میزان بارش سالانه و فصلی: با افزایش بارش، سطح ایستابی بالاتر رفته و 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.

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

مقایسه مقدار تخلخل شکل‌ها عبارت‌اند از :

شکل الف بیشترین تخلخل را دارد زیرا آرایش دانه‌ها غیرمتراکم بوده (آرایش کوبیک) و اندازه دانه‌ها یک‌دست است (جورشدهگی زیاد)
شکل ب تخلخل کمتری نسبت به الف دارد زیرا دانه‌ها کمی متراکم‌تر (آرایش رومبوهدرال) بوده است.

شکل پ تخلخل کمتری نسبت به ب دارد زیرا با آنکه آرایش دانه‌ها از نوع کم‌تراکم است اما ذرات ریز بین ذرات درشت قرار گرفته و جورشدهگی را کاهش داده پس تخلخل هم کمتر شده است.

شکل ت کمترین میزان تخلخل را دارد زیرا علاوه بر آنکه دارای آرایش متراکمی از دانه‌ها است، در فضای بین دانه‌های درشت، ذرات دانه‌ریز قرار گرفته و جورشدهگی کمتری دارد.

(لازم به ذکر است که آرایش کوبیک دارای تخلخل ۴۸ درصد است و آرایش رومبوهدرال در حدود ۲۶ درصد تخلخل دارد.)

فکر کنید

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

پاسخ: ۲۰۰ کیلومتر مربع = ۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰ متر مربع

حجم کل، متر مکعب $۲,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ \times ۱۰ = ۲۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰$

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؟

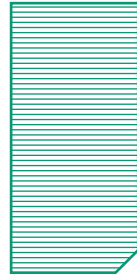
پاسخ: متر مکعب بر ثانیه میانگین آبدهی چاه‌ها $۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰ \div ۳۰ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰ = ۲۳۱$

پیوند با
ریاضی

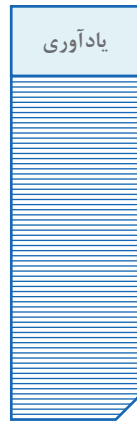
● پوک‌ه معدنی یک نوع سنگ اسفنجی شکل، بسیار سبک و متخلخل است. منافذ فراوان در سطح این نوع سنگ آتش‌فشانی زمانی ساخته می‌شود که گازها از گدازه‌هایی که در حال سرد شدن هستند به سرعت خارج می‌شوند و حفره‌هایی تقریباً هم‌اندازه در آن ایجاد می‌گردد که هیچ ارتباطی باهم ندارند. پوک‌ه معدنی دارای وزن کم و مقاومت زیاد بوده و همچنین به علت تخلخل زیاد و نفوذپذیری کم به‌عنوان سیمان‌گیری خوب به‌عنوان عایق در ساختمان‌ها استفاده می‌شود.

فعالیت
تکمیلی

- این نمونه سنگ برای مخزن گازی مناسب است زیرا تخلخل زیاد داشته و به علت ارتباط زیاد منافذ آن، قادر به عبور سیالات و گازها است و نفوذپذیری بالایی دارد.
- با افزایش سیمان شدگی در یک رسوب و سنگ از میزان فضاهای خالی کاسته شده و تخلخل مخزن گازی کم می‌شود. فرایند سیمان‌شدگی در سنگ مخزن از مخازن نفت، گاز و آب‌های زیرزمینی با اثر کاهش بر تخلخل و نفوذپذیری سنگ‌ها نقش مهمی بر کمیت مخزن خواهد داشت.



- ۱ قسمتی از خاک و رسوبات زمین است که سوراخ‌ها یا خلل و فرج سنگ‌های آن از آب اشباع شده باشد و این آب قادر به حرکت و عبور هم باشد. (قابل پمپاژ باشد).
- ۲ آبخوان ب تحت فشار (محبوس) است و آبخوان الف نوع آزاد
- ۳ 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 برابر با فشار هوا (اتمسفری) بوده و به آبخوان آزاد متصل شده است.



- ۴ چاه شماره ۲ سطح پیزومتریک بالاتر از سطح زمین و دهانه چاه است و در نتیجه آب خود به خود از دهانه بیرون می‌ریزد. ولی آب در چاه شماره ۱ در سطح ایستایی می‌ماند.

- در مناطق خشک هرچه بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی بیشتر باشد کیفیت آب نامطلوب‌تر خواهد شد، زیرا 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؟ باعث می‌شود که آب دریا که دارای املاح بیشتری است وارد آب‌های زیرزمینی شود.

نمونه‌ای 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؟

میلی‌گرم در لیتر کلسیم کربنات TH : سختی کل

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

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



نمودار زیر، تغییرات سرانه آب تجدیدپذیر و جمعیت کشور در صد سال اخیر را نشان می‌دهد. نمودار را تفسیر کنید. این نمودار نشان می‌دهد افزایش مصرف سرانه آب رابطه مستقیم با افزایش جمعیت کشور دارد. بهره‌برداری زیاد از منابع آبی در طی سال‌های اخیر باعث کاهش ذخایر آب زیرزمینی کشور و بحران آب شده است.

تفسیر کنید

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

گفت‌وگو کنید

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 رفته 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 یعنی سطح ایستابی بالاتر وارد چاه شده و این بار حالت نامتقارن مخروط افت در طرف رود بالاتر است، پس این چاه خشک نمی‌شود.

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 (سطح ایستابی بالاتر و انرژی بیشتر) به طرف رأس مخروط افت چاه ایجاد می‌شود، فاضلاب وارد چاه و موجب آلودگی آبخوان و آب چاه می‌گردد.

پاسخ: پدیده‌های مخرب ناشی از فرونشست زمین عبارت‌اند از: 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.

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

روش‌های تغذیه مصنوعی

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.

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.

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.

تغذیه مصنوعی به وسیله قنات‌ها: تزریق کردن آب در مجاری قنات‌های خشک شده پخش پساب حاصل از تصفیه خانه فاضلاب شهری

● میزان فرونشست برای هر 10° متر افت سطح آب زیرزمینی بین یک تا پنجاه سانتی‌متر است.

پاسخ: تنوع رنگ خاک‌ها به علت عوامل مختلفی است مانند: مواد معدنی موجود در خاک، شرایط شیمیایی و بیوشیمیایی منطقه، وجود مواد آلی، فعالیت‌های میکروبی و تأثیرات جوی است. این عوامل به تنهایی یا به صورت ترکیبی می‌توانند رنگ‌های متنوع و زیبایی را در خاک‌ها ایجاد کنند. مثلاً یکی از عوامل تغییر رنگ خاک، اکسیدهای آهن هستند.

خاک‌هایی که حاوی اکسیدهای آهن (مانند هماتیت و گوتیت) معمولاً رنگ‌های قرمز دارند، درحالی‌که هیدروکسید آهن می‌تواند به رنگ زرد یا قهوه‌ای منجر شود.

Contaminant	آلاینده	۱
Average storage (Water balance)	بیان (ترازنامه)	۲
Protection zon	پهنه حفاظتی	۳
Artesian well	چاه آرتزین	۴
Disposal well	چاه فاضلاب	۵
Water frontage	حریم منابع آب	۶
Forbidden plateau	دشت ممنوعه	۷
Cone of depression	مخروط افت	۸
Underground resources	منابع زیر زمینی	۹
Pathogenic microbes	میکروب‌های بیماری‌زا	۱۰

جدول طرح درس روزانه درس زمین‌شناسی						
مشخصات	فصل ۳	موضوع درس	رشته	تاریخ اجرا	مدت زمان اجرا	
	پایه : یازدهم	منابع خاک	تجربی ریاضی فیزیک		۹۰ دقیقه	
	مدرس :	کلاس :	مکان :	تعداد فراگیران :		
الف) فعالیت‌های قبل از تدریس						
اهداف	بر اساس تلفیقی از برنامه درسی ملی و طبقه‌بندی جدید بلوم					
هدف کلی	آشنایی با نحوه تشکیل خاک و ویژگی‌های آن					
اهداف مرحله‌ای (جزئی)	<ul style="list-style-type: none"> - آشنایی با فرایند هوازگی فیزیکی و شیمیایی - عوامل تشکیل خاک - ویژگی‌های افق‌های خاک - فرسایش و انواع آن 					
هدف‌های رفتاری آموزشی	اهداف (با رعایت توالی محتوای درسی) انتظارات در پایان آموزش	حیطه و سطح در بلوم	عناصر برنامه درسی ملی : تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق			
			عناصر	عرصه ارتباط با		
	علم	خود		خدا	خلق	خلقت
	عوامل مؤثر در رنگ‌ظاهری خاک‌ها را نام ببرد.	شناختی	علم	✓		
	مشکلات کشاورزی در انواع خاک‌ها را مشخص کند.	شناختی - درک و فهم	تعقل		✓	
	در مورد رسوب‌زایی و مشکلات آن تفکر کند.	شناختی - درک و فهم	عمل		✓	
	به اهمیت وجود مواد آلی و معدنی خاک به عنوان نشانه‌ها و شواهد حاکمیت تدبیر الهی در رفع نیاز غذایی در جهان بنگرد.	مهارت اخلاقی	ایمان	✓		
	رابطه مواد آلی و ضخامت و املاح در حاصلخیزی خاک را بداند.	شناختی	تعقل		✓	
	برای هر نوع از خاک با ارزش و بی‌ارزش، یک مثال بزند.	شناختی - درک و فهم	علم		✓	
	در سفر، با علاقه نمونه خاک از هر افق را جمع‌آوری و شناسایی کند.	شناختی - درک و فهم	عمل	✓		
نقش فرسایش خاک بر میزان محصولات و مشکلات رسوب‌زایی را بشناسد.	شناختی	علم		✓		
مواد رسانه‌های آموزشی	تخته هوشمند - ظروف نمونه برداری خاک - جدول ویژگی‌های آنها پوستر بر اساس افق‌های خاک و ویژگی‌های هر کدام - اسلایدهایی از خاک‌های رنگین و زیبای کشورمان					

<p>پیش‌بینی رفتار ورودی</p>	<p>هوازدگی فیزیکی و شیمیایی را بشناسد. انواع اقلیم‌ها را بداند.</p>
<p>ساختار کلاس</p>	<p>گروه‌های ۶ نفره</p>
<p>ارزشیابی آغازین</p>	<p>– در مورد اهمیت آب و خاک مطالبی بیان کند. – پیامدهای مصرف بیش از حد آب را مثال بزند.</p>
<p>ارزشیابی پایانی</p>	<p>اصطلاحات زیر را تعریف کنید: الف) فرسایش ورقه‌ای ب) نیم‌رخ خاک – افزایش گیاهخاک چه اثری بر میزان رواناب و آبدهی دارد؟</p>
<p>روش تدریس</p>	<p>روشن‌سازی طرز تلقی the clarifying attitude design</p>
<p>فعالیت‌های فراگیران</p>	<p>گوش دادن به صحبت‌های دبیر مربوطه مشورت گروه‌ها برای پاسخگویی به سؤالات دبیر و پاسخگویی به آنها مشارکت فعال در طرح سؤالات از گروه مقابل ارائه امتیاز به گروه مقابل</p>
<p>ب) فعالیت‌های مرحله حین تدریس</p>	
<p>فعالیت‌های معلم – دانش آموز: این فعالیت‌ها به صورت تلفیقی مطرح می‌شود و تفکیک آن به معنای مجزا بودن فعالیت‌های معلم و دانش‌آموز است. آماده‌سازی (ایجاد انگیزه و معرفی درس جدید). ارائه درس جدید لحاظ کردن ارزشیابی فرایندی معلم با کمک فراگیران مطالب را خلاصه و جمع‌بندی می‌کند و نظرات صحیح آنها را تأیید (و تسویق) می‌کند تعیین تکلیف و فعالیت‌های خارج از کلاس: از فراگیران خواسته می‌شود مراحل تشکیل خاک را با وسایل ابتکاری (ترسیم شکل، ساختن ماکت و...) در یک منطقه معتدله ساخته و در جلسه بعد با خود بیاورند و یک سؤال فرادانش نیز به فراگیران برای حل در منزل داده می‌شود.</p>	

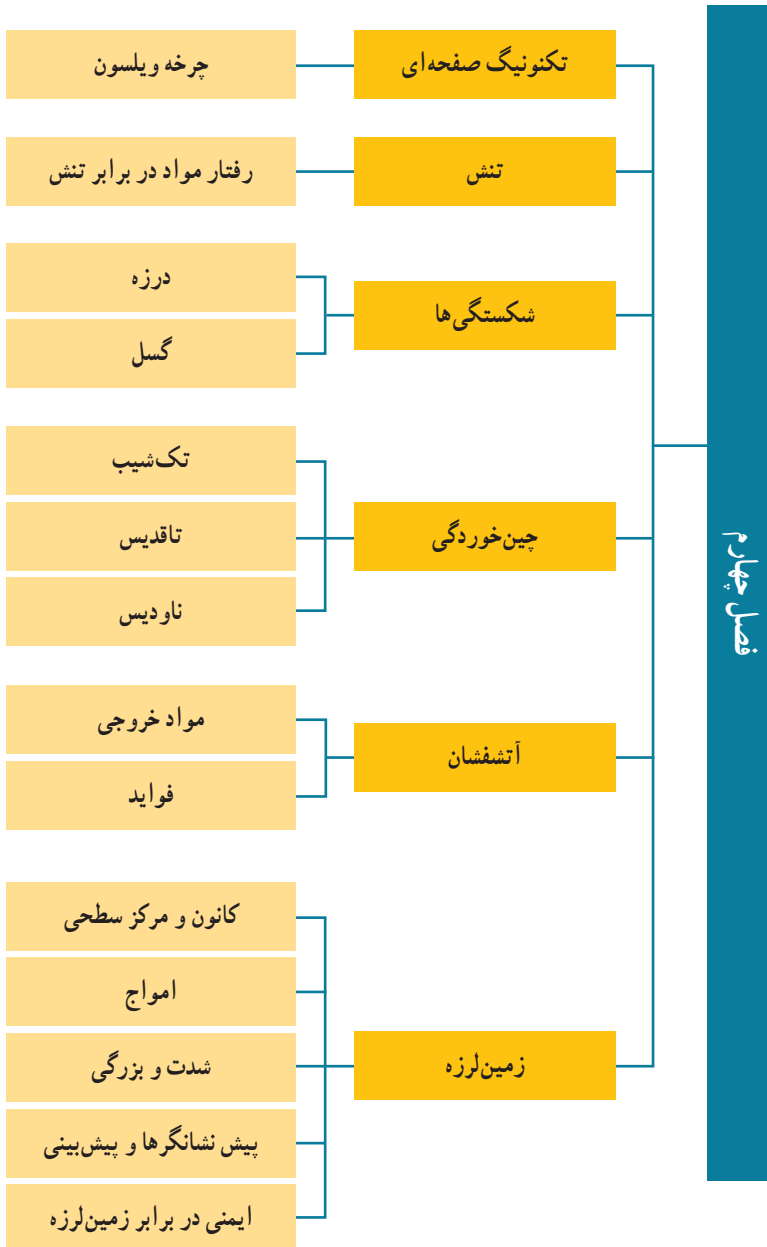


فصل چهارم

پویایی زمین



چین خوردگی



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

پیامد کلی

شناخت پویایی زمین و جنبه‌های مختلف آن

- انتظار می‌رود دانش آموزان با درک مفاهیم این فصل و انجام فعالیت‌های آن بتوانند :
- با تکنونیک ورقه‌ای، چرخه ویلسون و تمامی پدیده‌های زمین‌شناسی مرتبط با این چرخه آشنا شوند.
 - با مفهوم تنش و انواع آن آشنا شوند.
 - با مفهوم شکستگی و انواع گسل بر اساس سازوکار و نحوه تشخیص آنها از یکدیگر آشنا شوند.
 - شرایط وقوع زمین‌لرزه را بشناسند.
 - کانون و مرکز سطحی زمین‌لرزه را تشخیص دهند.
 - انواع امواج حاصل از زمین‌لرزه و ویژگی‌های آن را شناسایی کنند.
 - دامنه امواج و بزرگی زمین‌لرزه 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

- دانش آموزان با درک مفاهیم این فصل می‌توانند :
- ماکتی از تکنونیک ورقه‌ای و چرخه ویلسون بسازند.
 - ماکتی از گسل بسازند.
 - با خمیررنگی رفتار سنگ‌ها در برابر انواع تنش را نشان دهند.
 - 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 چین خوردگی‌ها را بسازند.
 - هنگام وقوع زمین‌لرزه 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، نرم افزارهای تعاملی، فیلم، پویانمایی، ماکت ساخت‌های زمین‌شناسی

بودجه‌بندی: پنج جلسه

پیش دانسته‌ها:

- علوم تجربی پایه نهم فصل ۶ (زمین ساخت ورقه‌ای)

دانستنی‌های معلم

بین سال‌های ۱۹۶۲ تا ۱۹۶۸ زمین ساخت ورقه‌ای و دو مفهوم گسترش بستر اقیانوس‌ها و واژگونی میدان مغناطیسی زمین انقلاب بزرگی را در علم زمین ساخت ایجاد کرده و پیشرفت‌های چشمگیری یافتند. زمین ساخت ورقه‌ای در مقایسه با سایر نظریه‌های زمین ساختی که تاکنون ارائه شده به دلیل داشتن شواهد هندسی، منطقی و متقاعدکننده‌تر می‌باشد. اولین تصور هندسی، لایه لایه بودن زمین است. خارجی‌ترین این لایه‌ها سنگ کره نام دارد که به صورت یک قشر کروی صلب و مقاوم در مقابل تغییر شکل‌ها زمین را احاطه کرده است. در زیر سنگ کره، نرم کره با گرانروی کمتر قرار گرفته است. این اختلاف شدید مقاومت در مقابل تغییر شکل در بین نرم کره و سنگ کره، باعث می‌گردد که تنش‌ها بتوانند مسافت زیادی در داخل سنگ کره منتقل شوند. وجود ساختمان بسیار قوی لایه‌ای در سیاره زمین باعث گردید که بتوان حرکت ورقه‌های سنگ کره بر روی نرم یا سست کره را با حرکت قطعات یخ بر روی یک استخر آب قیاس کرد. کره زمین با شعاع بیش از ۶۳۰۰ کیلومتر از سه بخش اصلی پوسته (Crust)، گوشته (Mantle) و هسته (Core) تشکیل شده است.

پوسته زمین به دو دسته اصلی، قاره‌ای و اقیانوسی تقسیم‌بندی می‌شوند که تفاوت آنها در نوع مواد تشکیل دهنده، ضخامت و چگالی است. پوسته قاره‌ای ضخامت بیشتری دارد و از سیلیکات‌های آلومینیوم تشکیل شده، چگالی کمی دارد حدود (۲/۷). پوسته اقیانوسی ضخامت حدود ۱۰ کیلومتر دارد و به علت وجود سیلیکات‌های آهن و منیزیم (کانی‌های بازیک) عمدتاً چگالی بیشتری نسبت به پوسته قاره‌ای دارد. موضوع دیگر تصور هندسی، قطعه قطعه بودن سنگ کره است. سنگ کره زمین شامل ۶ قطعه صلب اصلی و چندین قطعه کوچک‌تر است که به طور مجزا از دیگری حرکت می‌کنند. اولین قدم در زمین ساخت ورقه‌ای شناخت مرز بین ورقه‌هاست. مرز بین ورقه‌ها را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد:

■ دراز گودال‌ها^۱: محل نزدیک شدن دو ورقه اقیانوسی با یک ورقه قاره‌ای با یک ورقه اقیانوسی

■ پشته‌ها^۲: محلی است که دو ورقه از یکدیگر دور می‌شوند.

■ گسل‌های انتقالی^۳: محلی است که دو ورقه به صورت مماس در کنار یکدیگر حرکت می‌کنند.

زمین ساخت ورقه‌ای قادر به توضیح تمام مسائل موجود در مورد تاریخچه زمین و سیر تکامل جانداران نیست ولی قادر به تفسیر برخی از مهم‌ترین مسائل موجود در زمین بوده و باید آن را به صورت درجه‌ای جدید در علم زمین‌شناسی، که قادر به حل باره‌ای از مسائل مهم زمین‌شناسی است، در نظر گرفت.

مفاهیم نظریه زمین ساخت ورقه‌ای را به نحو زیر می‌توان خلاصه کرد:

۱ بخش‌های خارجی زمین از تعدادی ورقه مجزا ساخته شده است که بندرت در داخل آنها زمین لرزه‌ای اتفاق می‌افتد، حاشیه این ورقه‌ها با لرزه‌خیزی زیاد مشخص می‌شوند. این ورقه‌ها را ورقه‌های سنگ کره می‌نامیم.

۲ نام‌گذاری ورقه‌ها با توجه به موقعیت جغرافیایی کنونی شان صورت گرفته است و به‌طور کلی سطح زمین از شش ورقه اصلی و بزرگ‌تر به نام‌های آفریقا، اوراسیا، هند، آرام، قطب جنوب و آمریکا و تعداد بیشتری ورقه کوچک‌تر تشکیل شده است.

۳ هر ورقه متشکل از «پوسته و گوشته فوقانی» یعنی سنگ کره است. جایی که پوسته یک لایه‌ای وجود داشته باشد (از جنس سیمنا) آنچنان که در ورقه آرام دیده می‌شود نشانه اقیانوسی بودن آن است و هر جا که پوسته دو لایه دارد (سیال در بالا و سیمنا در پایین) مانند ورقه ایران و عربستان معرف شرایط قاره‌ای است. برخی ورقه‌ها مانند آفریقا ترکیبی از هر دو نوع ورقه (یعنی قاره‌ای اقیانوسی) هستند.

۴ در زیر ورقه‌های سنگ کره لایه‌ای متشکل از سنگ‌های شکل‌پذیر بنام سست کره قرار گرفته است. کاهش سرعت حرکت امواج زلزله در سست کره وسیله مناسبی جهت تعیین موقعیت آن است. طبیعت خاص فیزیکی و شیمیایی سست کره، حرکت ورقه‌های سنگ کره را بر روی آن امکان‌پذیر می‌سازد.

۵ ورقه‌های سنگ کره در یک جا ثابت نیستند و نسبت به هم حرکت‌های همگرا، واگرا یا امتدادلغز دارند. از این رو حاشیه‌ها ورقه‌ها مناطق فعالیت‌های شدید زمین‌ساختی، آذرین و دگرگونی است. در مقابل بخش‌های داخلی ورقه‌ها از نظر این‌گونه فعالیت‌ها مناطق آرامی محسوب می‌شوند.

۱- Trench

۲- Ridges or rises

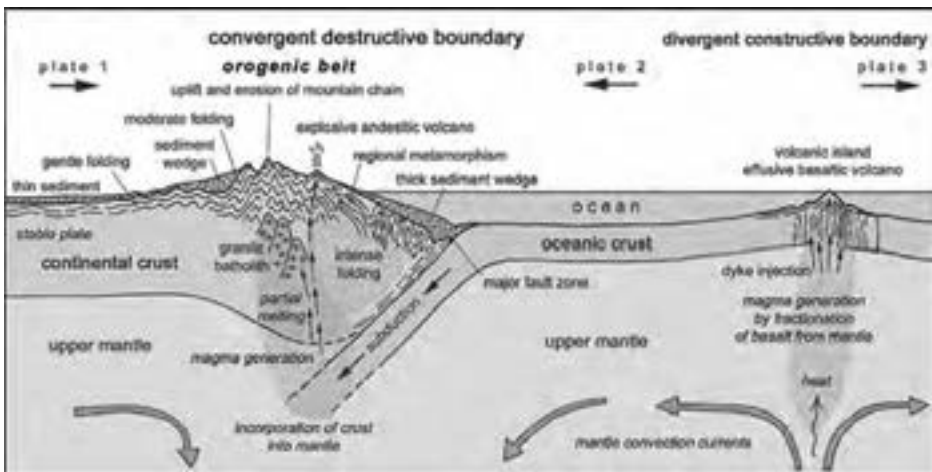
۳- Transform Faults



حرکت ورقه‌ها نسبت به هم به گونه‌ای است که در برخی از نقاط دو ورقه از هم دور می‌گردند. در این نقاط که حاشیه واگرا (Divergent Margin) نام دارند با خروج مواد مذاب درونی از فضای ایجاد شده و انجماد آنها پوسته جدیدی تشکیل می‌شود. در نقاطی دیگر دو ورقه به یکدیگر برخورد می‌کنند و طی فرایندی به نام فرورانش (Subduction) یکی به زیر دیگری رانده می‌شود.

در این نقاط که حاشیه همگرا (Convergence Margin) نام دارند در عمل پوسته اقیانوسی تخریب شده و از بین می‌رود و در برخی مناطق دو ورقه قاره‌ای به هم نزدیک می‌شوند و کوه تشکیل می‌شود (orogeny). در مواردی نیز دو ورقه سنگ کره در کنار هم می‌لغزند، چنین نقاطی را که در آن نه پوسته جدیدی ساخته می‌شود و نه از بین می‌رود را حاشیه غیرفعال (Passive Margin) می‌نامیم.

۶ در نتیجه فرایند زمین ساخت ورقه‌ای هیچ شکل جغرافیایی و ریخت‌شناسی (موفولوژیک) ثابت و دائمی در زمین وجود ندارد در طول زمان ممکن است قاره عظیمی بر اثر برخورد و جوش خوردن قاره‌های قبلی ایجاد شود و یا از شکستن یک قاره بزرگ‌تر چند قاره کوچک‌تر به وجود آید. به عنوان مثال قاره واحد اروپا و آسیای کنونی بر اثر اتصال سه ورقه جداگانه اروپا، هند و آسیا ایجاد شده است. یا در مقابل ورقه هندوستان از قاره عظیم قدیمی واقع در قطب جنوب جدا شده است.



۷ اندازه و شکل اقیانوس‌ها بر اثر تغییر سرعت گسترش یا فرورانش تغییر می‌کند. به‌عنوان مثال اگر سرعت فرورانش در حاشیه‌های اقیانوس آرام بیش از سرعت گسترش پشته‌های اقیانوسی این منطقه بشود اقیانوس آرام به تدریج کوچک‌تر خواهد شد و احتمالاً روزی بسته خواهد شد. در مقابل اگر سرعت گسترش بیش از فرورانش باشد. آنچنان که در مورد اقیانوس اطلس دیده می‌شود اقیانوس بزرگ و بزرگ‌تر می‌شود ...

۸ در هر زمان ممکن است پشته‌های اقیانوسی یا مناطق فرورانش جدیدی تشکیل شود. با آغاز فرایند جداشدگی در زیر قاره، پوسته قاره‌ای می‌شکند و ورقه جدید ایجاد می‌گردد.

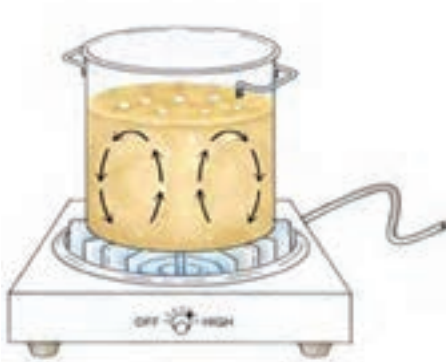
ادامه جدا شدگی منجر به تشکیل اقیانوسی جدید در محل بازشدگی می‌شود. این پدیده امروز در شرق آفریقا در حال تکوین است. به‌طور مشابه در هر زمان ممکن است یک حاشیه فعال از فعالیت باز بماند. به‌عنوان مثال بر اثر برخورد دو ورقه هندوستان و آسیا حاشیه این دو ورقه از فعالیت باز ایستاد.

۹ اغلب کوه‌های جهان در حاشیه‌های واگرا و همگرا ایجاد شده‌اند. بزرگ‌ترین کوه‌های زیردریایی جهان یعنی پشته‌های اقیانوسی بر اثر انباشته شدن گدازه‌های بازالتی در حاشیه‌های واگرا ایجاد شده‌اند. از طرف دیگر فعالیت‌های آتشفشانی و بالازدگی سنگ کره در حاشیه‌های همگرا باعث ایجاد جزایر قوسی و رشته کوه‌های نوع آند می‌شود.

۱۰ کوه‌های چین خورده قدیمی که اکنون در داخل ورقه‌ها قرار دارند بر اثر فرورانش پوسته اقیانوسی و نهایتاً برخورد دو قاره ایجاد شده‌اند. این دو قاره پس از برخورد به هم جوش خورده‌اند و یک قاره بزرگ‌تر را ساخته‌اند. کوه‌های اورال در واقع محل جوش خوردن دو قاره جدا از هم قبلی، یعنی آسیا و اروپا بوده است. ۱۱ برخی از این کوه‌ها نیز ممکن است در نقاطی نزدیک به مرکز ورقه‌ها ایجاد شوند. این کوه‌ها از نوع



آتشفشانی هستند (مثل جزایر هاوایی) و تشکیل آنها ناشی از حرکت ورقه سنگ کره بر روی یک نقطه داغ (hot spot) موجود در گوشته بوده است. چنانکه می‌دانیم پوسته زمین به وسیله انفصال موهو از گوشته جدا می‌گردد. در قسمت فوقانی گوشته یعنی در اعماق حدود ۱۰۰ الی ۳۵۰ کیلومتری زمین لایه‌ای به نام سست کره که گمان می‌رود اساساً پریدوتیتی باشد وجود دارد. در این لایه دما نزدیک نقطه ذوب مواد است و ظاهراً در آن ۵ الی ۱۰ درصد مواد به صورت پراکنده به حالت مذاب وجود دارند. وجود مواد مذاب در این قسمت با بررسی سرعت حرکت امواج لرزه‌ای در این لایه مشخص شده است. بسیاری از زمین‌شناسان معتقدند که حرکات ورقه‌های سنگ کره بر روی این لایه صورت می‌گیرد. به کمک روش‌های لرزه‌نگاری خواص فیزیکی قسمت‌های درونی مخصوصاً درجه خمیری بودن و فشردگی لایه‌های مختلف آن تعیین شده و با توجه به این یافته‌ها مدل‌های مختلفی برای حرکات ورقه‌ها پیشنهاد شده است.



جریان همرفتی در مایعات

ساده‌ترین مدلی که پیشنهاد شده، زمین را به ظرف آب گرمی که در حال سرد شدن است و در آن جریان همرفتی ایجاد شده است تشبیه نموده، در این حالت آب گرم از وسط ظرف بالا می‌آید و در سطح ظرف پخش شده و سنگین می‌گردد و در نتیجه از کناره‌های آن به سمت پایین می‌رود. احتمال می‌رود که در زمین نیز چنین جریانی البته در مقیاس وسیع‌تری وجود داشته باشد که از گوشته در زیر پشته‌های اقیانوسی بالا آمده و در زیر حاشیه‌های همگرای ورقه‌ها پایین می‌رود.

چرخه ویلسون^۱

فرایند باز و بسته شدن یک حوضه اقیانوسی را به نام چرخه ویلسون می‌شناسیم. ویلسون در سال ۱۹۶۸ چرخه‌ای را برای تکامل اقیانوس‌ها پیشنهاد نمود که به نام خود او معروف گردید. این چرخه با ایجاد یک گسستگی در یک قاره به صورت یک کافت شروع و با فرایند بازشدگی و ایجاد یک حوضه اقیانوسی ادامه پیدا می‌کند. طی این چرخه یک کافت (مثل کافت شرق آفریقا) ابتدا به اقیانوسی کم پهنا همانند دریای احمر، سپس به اقیانوسی با پهنای «نسبتاً زیاد همانند آرام با مناطقی فرورانشی در طرفین تبدیل می‌گردد. در مراحل آخر این چرخه، اقیانوس بسیار وسیع شروع به بسته شدن می‌نماید و تبدیل به اقیانوس کوچکی که در حال بسته

^۱ - wilson cycle

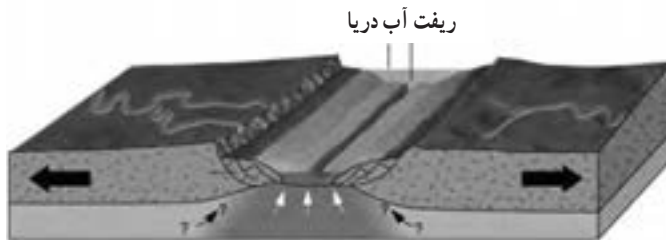
شدن است می‌گردد (همانند مدیترانه) و سرانجام قاره‌های دو طرف آن به هم برخورد نموده و در نتیجه این برخورد کمرندهای کوه‌زایی موازی با مناطق برخوردی شکل می‌گیرند.

به شرح هر کدام از این مراحل شش گانه چرخه ویلسون می‌پردازیم:

الف) مرحله جنینی^۱: شکسته شدن قاره‌ها با نفوذ نقاط داغ در محل پیوستگاه سه‌گانه (Triple Junction) آغاز می‌شود. پوسته قاره‌ای در اثر گرمای نقاط داغ دچار بالازدگی (Uplift) شده و تحت تأثیر کشش و نازک‌شدگی ترک خورده و می‌شکند. این امر موجب شکل‌گیری ریفتم سه شاخه‌ای با زوایای ۱۲۰ درجه نسبت به هم می‌شود. مرحله جنینی با فوران بازالت‌های تولئیتی و آلوکالن پایان می‌پذیرد. این مرحله که آغاز یک چرخه تکتونیکی است که سبب ایجاد ریفتم‌هایی نظیر ریفتم شرق آفریقا می‌گردد.



ب) مرحله جوانی^۲: در مرحله جوانی دو ریفتم از ریفتم سه شاخه‌ای ذکر شده در مرحله جنینی گسترش می‌یابند که نتیجه آن شکل‌گیری یک کافت بین قاره‌ای^۳ است. در محل کافت، اقیانوسی با عمق کم تشکیل می‌شود (مانند دریای سرخ).



۱- Embryonic Stage

۲- Young Stage

۳- InterContinental Rift

ج) مرحله بلوغ^۱: گسترش کف اقیانوس در این مرحله ادامه یافته و قاره‌های واقع در دو طرف آن تدریجاً از هم دورتر می‌گردند. زمانی که حوضه اقیانوسی گسترش می‌یابد حاشیه قاره‌ای جدید شکل می‌گیرد که حاشیه قاره‌ای واگرا یا غیرفعال نام دارد و رسوبات میوزئوسنکلینالی در حاشیه آنها نهشته می‌گردد. در امتداد تیغه میان اقیانوسی فوران‌های بازالتی تولییتی و قلیایی سبب شکل‌گیری آتشفشان‌های درون اقیانوسی می‌شود. (مانند اقیانوس اطلس امروزی)



گسترش کف اقیانوس‌ها و ایجاد حاشیه‌های قاره‌ای غیرفعال

د) مرحله افول^۲: واگرایی و ایجاد پوسته اقیانوسی جدید ممکن است ده‌ها تا صدها میلیون سال به طول انجامد. در برخی نقاط واگرایی متوقف می‌شود و دو قاره به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند که مرز هم‌گرایی است. این مرز زمانی ایجاد می‌شود که پوسته اقیانوسی در چندین قسمت شکسته شده و در امتداد زون فرورانش به درون گوشته فرو رود مناطق فرورانش از هر جایی در حوضه اقیانوسی و در هر جهتی ممکن است رخ دهد با رخداد فرورانش حوضه اقیانوسی شروع به بسته شدن می‌کند. در این مرحله کمرندهای آتشفشانی حاشیه قاره‌ای و همچنین جزایر قوسی به وجود می‌آیند. اقیانوس آرام در چنین مرحله‌ای قرار داد.

ه) مرحله پایانی^۳: با ادامه بسته شدن حوضه اقیانوسی قاره‌های دو طرف اقیانوس به هم نزدیک می‌شوند. نزدیکی قاره‌ها سبب شکل‌گیری رشته کوه‌هایی می‌شود، همچنین این امر باعث کوچک‌تر شدن حوضه اقیانوسی می‌شود. ماگماتیسیم همانند مرحله قبل بوده و رسوباتی از قبیل تبخیری‌ها، لایه‌های قرمز و رسوبات دلتایی ممکن است تشکیل شوند. دریای مدیترانه، دریای سیاه و خزر در چنین وضعیتی قرار دارند. و) مرحله خط درز^۴ (زمین درز^۵): با بسته شدن حوضه اقیانوسی قاره‌های دو طرف به هم برخورد می‌کنند و در نتیجه آن رشته کوه‌ها و مناطق مرتفع تشکیل می‌شوند همانند هیمالیا. در طول خط درز به وجود آمده مجموعه‌های افیولیتی جایگزین می‌گردند، همانند مجموعه‌های افیولیتی زاگرس. از این شش مرحله مراحل افول، پایانی و خط درز به عنوان کوه‌زایی در نظر گرفته می‌شود.

۱_ Mature Stage

۲_ Declining Stage

۳_ Terminal Ste

۴_ Suture Line

۵_ Geo Suture



تنش (Stress)

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.

اما درک مفهوم تنش به صورت علمی، پس از اختراع ابزارهای مورد نیاز در قرن‌های ۱۷ و ۱۸ میلادی میسر شد. روش آزمایش دقیق گالیئو 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 زمینه آشنایی 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.

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 به شمار 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 فیزیکی شان 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

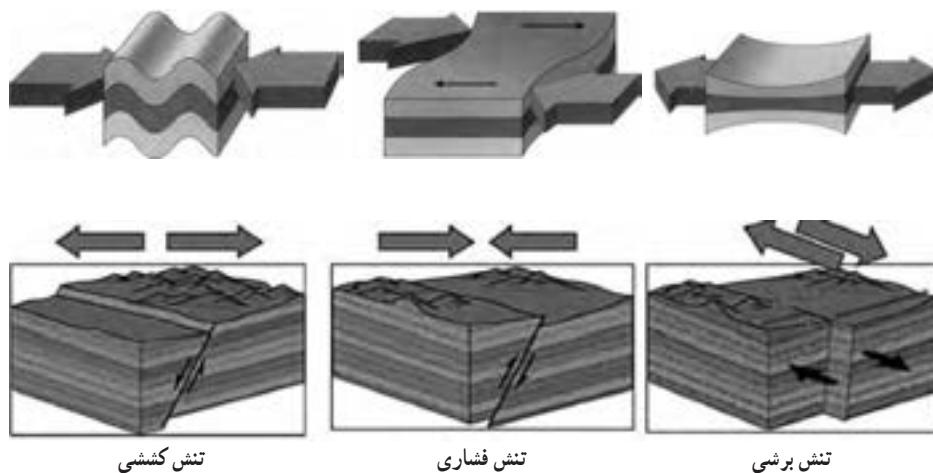
تنش کششی «tension stress»: هرگاه جهت نیروی وارده، عمود بر واحد سطح مورد نظر و از داخل به سمت خارج قطعه باشد، تنش ایجاد شده تنش کششی است. یکی از عوامل مهم در محاسبه استحکام مواد، توانایی آنها تحت تنش کششی است.

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 تاو "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.

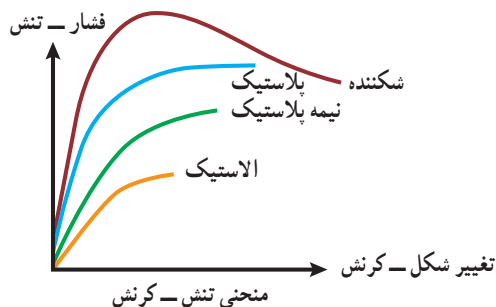
در نیروهای کششی و فشاری، نیرو بر سطح جسم عمود است و در مورد برشی، نیرو با سطح جسم (سطح بریده شده) موازی است. مثلاً سطوح ابر حمام (اسفنج) تحت تنش‌های برشی هستند، زیرا وقتی آن را بر تن خود می‌مالید، نیروهای اصطکاک در امتداد آن سطوح وارد می‌شوند.



رفتار مواد در برابر تنش

وقتی که مواد با جنس‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم، می‌بینیم گل رس در دستمان نرم است و به آسانی فشرده می‌شود، در حالی که سرب چنین نیست. اگر بخواییم 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 تمایل دارند 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 و مقدار تغییر شکل و مقدار بازگشت به حالت اول، در مواد مختلف، متفاوت است و نوع واکنش سنگ‌ها در برابر تنش به عواملی چون ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، فشار همه جانبه، دما، زمان، آب و محلول‌های دیگر و عمق قرارگیری سنگ 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 عمرانی، 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 مکانیک خاک و سنگ 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 بی سازه بر روی آنها ناپایدار است.

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.

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 هستند و لایه‌بندی، مهم‌ترین ساخت اولیه سنگ‌های رسوبی به حساب می‌آید.

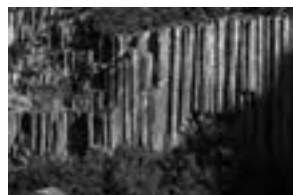
در محیط رسوبی، انواع مواد رسوبی به صورت لایه‌های موازی روی هم ته‌نشین می‌شوند و پس از سخت شدن این لایه‌ها، سنگ‌های رسوبی به وجود می‌آیند. هر لایه یا طبقه، شبیه ورقه کاغذی است که طول و عرض آن در مقایسه با ضخامتش بسیار زیاد است. ضخامت هر لایه ممکن است کمتر از یک سانتی‌متر تا بیش از ده‌ها متر باشد.



ج) لایه‌بندی رسوبی



ب) دایک آذرین



الف) منشورهای بازالتی

ساخت اولیه می‌تواند در انواع سنگ‌های رسوبی، آذرین و دگرگونی ایجاد شود. لازم به یادآوری است، چین و شکستگی (درزه و گسل) ساخت ثانویه هستند، زیرا بعد از تشکیل سنگ در نتیجه فرایندهای ساختمانی ایجاد می‌شوند.

شکستگی‌ها

شکستگی‌ها ساختارهایی هستند که بر اثر گسیختگی شکننده معمولاً در ۱۰ کیلومتری فوقانی پوسته که در آن فشار همه جانبه و دما کم است، بیشتر دیده می‌شوند. آنها در مطالعات زمین‌شناسی اهمیت زیادی 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:

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

درزه

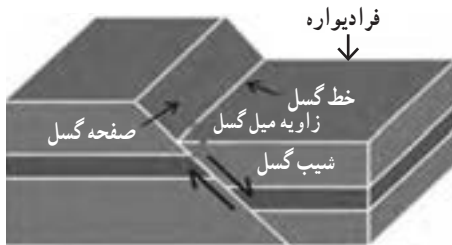
نوعی شکستگی است که سنگ‌های اطراف شکستگی، نسبت به هم جابه‌جایی واضح یا لغزش نداشته باشند. درزه‌ها را از جهات متفاوت تقسیم‌بندی می‌کنند. اگر موقعیت صفحه درزه را نسبت به سطح افق در نظر بگیریم، می‌توان درزه‌ها را به انواع قائم، افقی و مایل تقسیم‌بندی کرد.

گسل

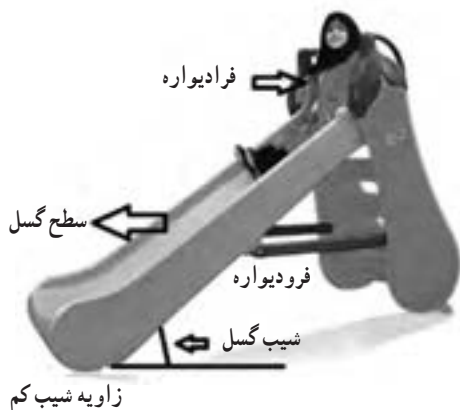
یک شکستگی مسطح یا خمیده در سنگ‌های پوسته زمین است، اگر سنگ‌های اطراف شکستگی، نسبت به هم لغزش داشته باشند، شکستگی ایجاد شده را گسل می‌نامیم. طول گسل‌ها از چند سانتی‌متر تا صدها کیلومتر متغیر است. توزیع جغرافیایی گسل‌ها متفاوت است. در برخی از مناطق تقریباً هیچ گسلی وجود ندارد؛ اما برخی دیگر توسط گسل‌های بی‌شماری پوشیده شده‌اند. شناخت گسل، اجزا و انواع آن ما را در شناخت بهتر رفتار زمین در زمان‌هایی مثل زمین‌لرزه، کمک می‌کند.

اجزای گسل:

- فرادیواره یا کمر بالا (Hanging wall)
- فرودیواره یا کمر پایین (Footwall)
- خط گسل: نقطه تلاقی صفحه گسل با سطح زمین است.
- زاویه شیب گسل: زاویه‌ای که صفحه گسل با سطح افق می‌سازد.
- صفحه گسل: صفحه‌ای است که سطح شکستگی یک گسل را نشان می‌دهد.



- زاویه میل گسل بین خطوط گسل و صفحه افق زاویه‌ای به وجود می‌آید که به آن زاویه میل می‌گویند.
- جهت شیب گسل: وقتی که آب روی سطح گسل روان شود، سمتی که آب به آن طرف جاری می‌شود را جهت شیب گسل گویند که آن جهت با امتداد گسل زاویه نود درجه دارد.



شبیه‌سازی گسل و انواع عملکردهای آنها

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 پر انرژی 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. سرسره را می‌توان به سطح گسل، کودک را به فرا دیواره و سرسره را به فرو دیواره تشبیه کرد. در دو شکل بالا 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.

انواع گسل بر اساس سازوکار



■ اگر زاویه شیب سطح گسل نسبت به سطح افق 90° درجه یا نزدیک به 90° درجه باشد، گسل قائم نامیده می‌شود. در این نوع گسل‌ها فرادیواره و فرودیواره نداریم و موقعیت جغرافیایی قطعه مانند قطعه شمال غرب عنوان می‌شود.

■ در صورتی که جابه‌جایی گسل در راستای شیب گسل باشد (سطح گسل مایل باشد) آن را شیب لغز می‌نامیم که بر اساس نحوه حرکت فرادیواره و فرودیواره نسبت به یکدیگر، به دو نوع گسل معکوس و عادی تقسیم می‌شوند. اگر فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت پایین حرکت کرده باشد، یا فرودیواره 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).



در گسل‌های شیب لغز، اگر فرادیواره نسبت به فرودیواره، به سمت بالا حرکت کرده باشد، یا فرودیواره نسبت به فرادیواره، به سمت پایین حرکت کرده باشد، گسل را (برحسب زاویه شیب)، «معکوس» یا «رانده» می‌گویند. گسلی را معکوس می‌گویند که شیب آن بیش از 30° درجه باشد.

راندگی (Trust fault)

گسل معکوسی را که شیب آن کمتر از 30° درجه و بیشتر از 10° درجه باشد، راندگی گویند. اگر در گسل‌های رانده، مقدار جابه‌جایی بیش از یک کیلومتر و زاویه سطح گسل، کمتر از 10° درجه باشد، گسل را روراندگی یا رورانده (overthrust fault) می‌نامند. مانند گسل زاگرس

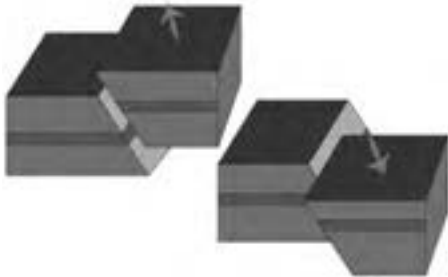


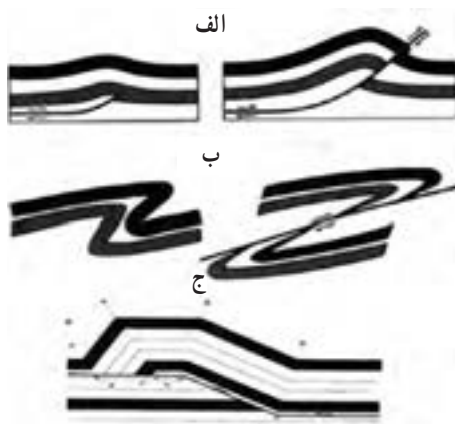
گسل امتداد لغز سن آندریاس

■ **گسل امتداد لغز (strike – slip fault):** گاهی بر اثر تنش برشی، لغزش سنگ‌ها در امتداد سطح گسل اتفاق می‌افتد. در این صورت گسل را «امتداد لغز» (strike – slip fault) می‌گویند. مانند گسل درونه با طول 700 کیلومتر که مرز شمالی بلوک لوت در ایران مرکزی است یا گسل سن آندریاس با طول 1287 کیلومتر در آمریکا.

■ **گسل «مایل لغز» یا «مورب لغز»**

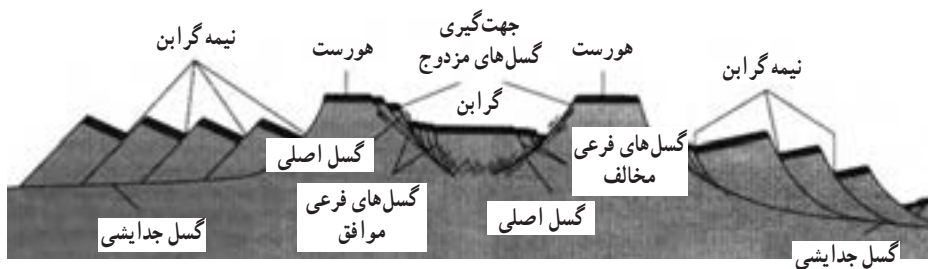
(oblique – slip fault): ترکیبی از حرکت گسل‌های شیب لغز و امتداد لغز می‌باشد. مانند گسل شمال تبریز

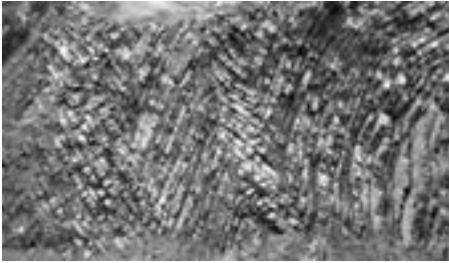




■ چین و گسل: گاهی در یک منطقه، نیروهای فشاری در سنگ‌هایی با جنس و مقاومت متفاوت، سبب تشکیل چین و گسل معکوس در کنار هم می‌شوند.

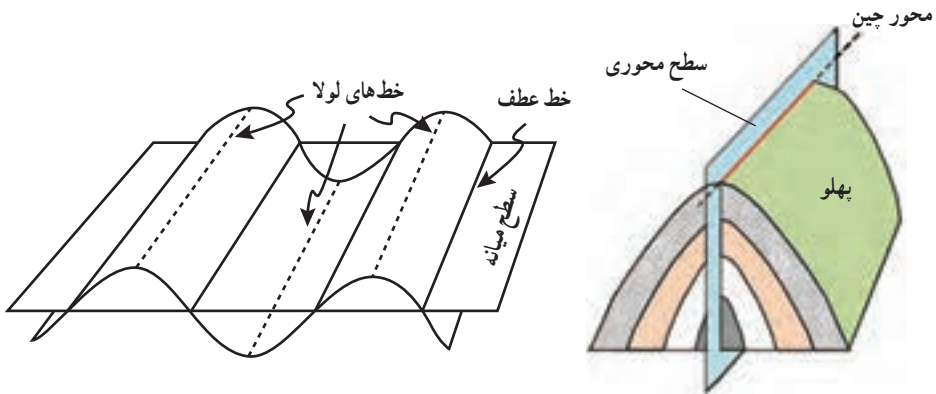
■ بالا راندگی (Horst) و فروافتادگی (Graben): در بخش‌هایی از پوسته زمین که تحت تأثیر تنش کششی قرار می‌گیرند، ممکن است تعدادی گسل عادی ایجاد شود و به این ترتیب، بخش‌هایی از پوسته، پایین بیفتند و ساختی به نام فروافتادگی را تشکیل دهد و بخش‌هایی بالا رود و ساختی به نام بالا راندگی را به وجود آورد.



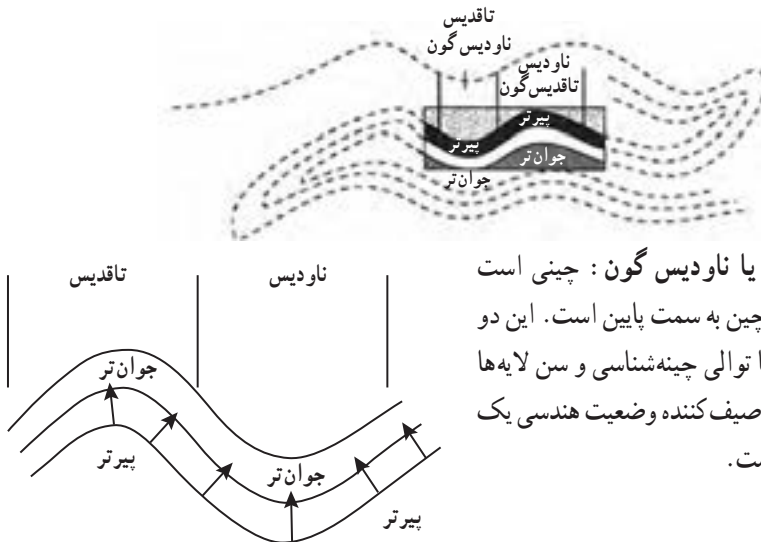


چین‌ها (Fold): چین‌ها عوارض موجی شکلی هستند که در طی تغییرات شکل‌پذیر لایه‌های زمین در پاسخ به تنش وارده، ایجاد می‌شوند. معمولاً در کمرندهای کوهزایی می‌توان انواع مختلف چین‌خوردگی‌ها را مشاهده کرد. آنها بر اثر اعمال نیروهای فشاری، ایجاد و سبب کوتاه و ضخیم‌شدگی لایه‌ها می‌شود. چین از نظر ویژگی‌های متفاوت، مانند شکل هندسی و سازوکار تشکیل و... تقسیم‌بندی می‌شوند. 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 ستیغ:** 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 بر روی هم منطبق 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 دامنه یا یال چین گویند. (کلمه یال به اشتباه وارد زمین‌شناسی ساختمانی شده، درست آن بال چین است، مثل یک پرند که دو بال دارد.) پهلوی چین ترجمه limb است که به معنی شانه یا پهلو است.
- **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.
- **زاویه 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.

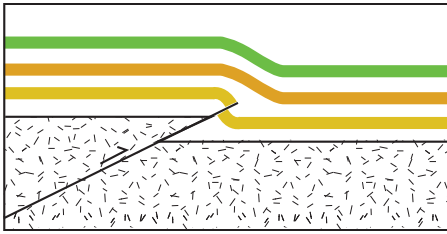


بر اساس تعاریفی که از عناصر هندسی لایه یا لایه‌های چین خورده به عمل آمد و بر اساس موقعیت قرارگیری این عناصر هندسی، برخی از اصطلاحات مربوط به چین خوردگی‌ها به شرح زیر است: تاقدیس مانند یا تاقدیس گون: چینی است که تحدب یال‌های چین به سمت بالا است.



ناودیس مانند یا ناودیس گون: چینی است که تحدب یال‌های چین به سمت پایین است. این دو اصطلاح ارتباطی با توالی چینه‌شناسی و سن لایه‌ها ندارد و منحصراً توصیف‌کننده وضعیت هندسی یک لایه چین خورده است.

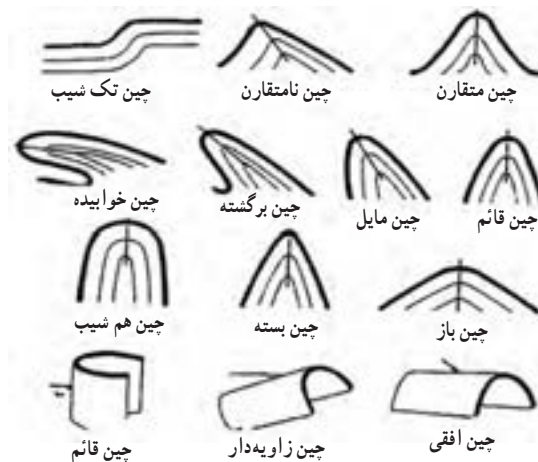
تاقدیس: از کلمه یونانی (Anticline) به معنی داشتن شیب مخالف گرفته شده است. اگر طبقات چین خورده سنگ‌های رسوبی باشند و یال‌های چین به سمت بالا به طرف هم بسته شوند و با تعیین ارتباط سنی لایه‌ها مشخص شود که سنگ‌های قدیمی‌تر در هسته چین خوردگی قرار دارد تاقدیس نامیده می‌شود. ناودیس: از کلمه یونانی (Syncline) به معنی داشتن شیب به سمت هم گرفته شده است اگر طبقات چین خورده سنگ‌های رسوبی باشند و یال‌های چین به سمت پایین، به طرف هم بسته شوند و با تعیین ارتباط سنی لایه‌ها مشخص شود که سنگ‌های جدیدتر در هسته چین خوردگی قرار دارد ناودیس نامیده می‌شود.



تک شیب: 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. یکی از علت‌های این نوع چین‌ها، وجود یک گسل پنهان در زیر آنهاست.

انواع چین‌ها

- ۱ **چین متقارن:** چینی است که سطح محوری آن قائم باشد و چین را به دو بخش قرینه تقسیم کند.
- 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 پهلو این نوع چین، دارای شیب‌های متفاوت است.
- ۳ **چین برگشته:** چینی است که سطح محوری آن مایل و هر دو پهلویش آن در یک جهت شیب داشته باشد. شیب دو پهلویش این چین‌ها متفاوت و یکی از پهلوها، وارونه است.
- ۴ **چین خوابیده:** در حالتی که سطح محوری چین، افقی یا تقریباً افقی باشد، به نام چین خوابیده خوانده می‌شود.
- ۵ **چین هم شیب:** این نام به چین‌هایی اطلاق می‌شود که شیب پهلوها به یک مقدار و در یک جهت باشد. پهلو این چین‌ها، ممکن است قائم، مایل و یا افقی باشد.
- ۶ **چین جناغی:** اگر دو پهلویش چین، طی زاویه تندی نسبت به هم قرار گرفته باشند، چین جناغی نامیده می‌شود.
- ۷ **چین جعبه‌ای:** اگر قسمت لولای چین مسطح باشد، آن را چین جعبه‌ای می‌خوانند.





چین جعبه‌ای



چین جناغی، انگلستان



چین خوابیده، گرمسار

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 تولید پوسته قاره‌ای و تکامل زمین و منشأ تشکیل آب، هوا، خاک و... هستند.

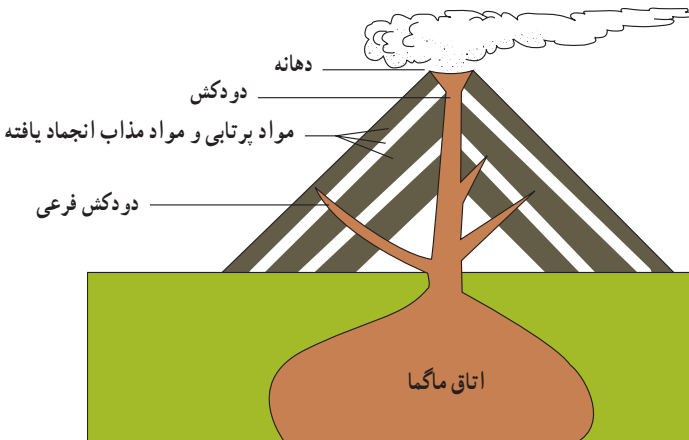
فعالیت‌های آتشفشانی باعث پدید آمدن سرزمین‌هایی برای سکونت شده‌اند. ایسلند، ژاپن، هاوایی، هائیتی، کوبا و بسیاری از جزایر اقیانوس آرام و دریای کارائیب و بیشتر سرزمین‌های آمریکای مرکزی، محصول پدیده آتشفشان یا ولکانیسم (volcanism) هستند. زمین‌های کشاورزی حاصلخیزی که در آمریکای مرکزی و جنوبی وجود دارند و در آنها قهوه به‌دست 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) ۲۰۰ برابر بیشتر است. در بورنئو، خاک، حاصل تخریب و هوازدگی سنگ‌های موجود است و حاصلخیزی چندانی 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.

۴ 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 مواد زیرند:

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

مواد خروجی آتشفشان‌ها

موادی که از دهانه آتشفشان‌ها خارج می‌شوند، به سه حالت گاز، مایع و جامد هستند.

گازها و بخار (فومرول): تمام ماگماها (مواد مذاب درون زمین) حاوی مقداری گاز و بخار آب هستند. سرعت خروج گاز از ماده مذاب، به میزان گرانیوی یا ویسکوزیته ماده مذاب بستگی دارد. هرچه گدازه، گرانیوی بیشتری داشته باشد، خروج گاز از آن با سرعت و مقدار کمتری همراه است. برعکس، گازها از گدازه رقیق (گرانیوی کم)، با سرعت و مقدار بیشتری خارج می‌شوند.

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

- ترکیب شیمیایی سنگی که ذوب می‌شود.
- درجه حرارتی که سنگ ذوب می‌شود.
- دخالت مواد فرار 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 وسط: دارای مقدار متوسطی SiO_2 (۶۶٪ تا ۵۲٪) است.
- ۳ گدازه‌های بازی: حاوی مقدار کمی SiO_2 (۵۲٪ تا ۴۵٪) و مقدار زیادی آهن، منیزیم و کلسیم است.
- ۴ گدازه‌های الترابازیک 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 بیشترین گرانروی مربوط به گدازه‌های اسیدی و کمترین گرانروی مربوط به گدازه بازیک و الترابازیک 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.

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 میلی متر کمتر باشد.
- ۲ لاپیلی: ذرات جامد آتشفشانی که قطر آنها بین ۲ تا ۳۲ میلی متر باشد.
- ۳ بلوک و بمب: قطعات جامدی که قطر آنها بیشتر از ۳۲ میلی متر و زاویه دار باشند، بلوک آتشفشانی می‌گویند. اگر با همین قطر و دوکی شکل باشند، بمب آتشفشانی نامیده می‌شود بمب‌های آتشفشانی به خاطر چرخش در هوا در حین انفجار گرد می‌شوند.

سنگ‌های آذر آواری یا پیروکلاستیک (pyroclastic)

در آتشفشان‌های انفجاری، مواد جامد آتشفشانی (تفراها) به هوا پرتاب می‌شوند. بازگشت تدریجی این ذرات به زمین و ته نشین شدن آنها، در دریاها یا محیط‌های خشکی (مانند دریاچه‌ها و...)، حالت لایه لایه 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، سنگ‌هایی با منشأ آتشفشانی و محیط تشکیل رسوبی و غیرمتبلور هستند و از روی اندازه ذراتشان طبقه‌بندی می‌شوند.



روستای کندوان تبریز، تشکیل شده در میان آذر آواری ها



توف، نمونه‌ای از سنگ‌های آذر آواری

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 آسیب رسانی یا 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 ساختمان ها :** وزن خاکستر خشک در حدود 10° بار سنگین تر از برف خالص است. یک لایه ضخیم از خاکستر با ریزش روی سقف یک ساختمان، می تواند بار اضافی زیادی به آن وارد کند و موجب فرو ریختن آن شود.

■ **تأثیر بر دستگاه ها :** خاکستر ریزدانه و غبار می تواند به داخل ساختمان ها نفوذ کند و موجب ایجاد مشکلاتی در دستگاه ها شود. خاکستر ساییده، پوششی غیرعادی روی سطح بخش های متحرک داخل موتورهای الکتریکی ایجاد می کند. جاروبرقی و اجاق و به خصوص سیستم های رایانه ای به دلیل اینکه پیوسته در جریان هوا هستند، بیشتر آسیب پذیرند.

■ **تأثیر بر ارتباطات :** خاکستر آتشفشانی که دارای بار الکتریکی است، موجب ایجاد اختلال در امواج رادیویی و یخس کننده های رادیویی می شود که در هوا هستند. در صورت فوران آتشفشان، ممکن است این وسایل قادر به دریافت یا ارسال سیگنال های GPS و تلفن نباشند. خاکستر همچنین می تواند به تأسیساتی از قبیل سیم ها، دکل ها، ساختمان ها و ابزارهای لازم برای پشتیبانی از ارتباطات، آسیب های فیزیکی وارد کند.

■ **تأثیر بر سیستم های آبی :** سیستم های ذخیره آب نیز ممکن است از باران خاکستر متاثر شوند. در مناطقی که از سیستم های روباز آبی، مانند رودخانه ها و دریاچه های ذخیره آب سدها استفاده می کنند، خاکسترهای ریزشی در آب معلق شده و آب های ذخیره شده باید قبل از استفاده تصفیه شوند.

تقسیم بندی آتشفشان ها از نظر نحوه خروج مواد :

فعالیت آتشفشان ها در تمام نقاط کره زمین، از جمله روی خشکی ها، زیر دریاها، دریاچه ها و زیر یخچال ها صورت می گیرد. به طور کلی فعالیت آتشفشان ها به شکل نقطه ای و خطی انجام می شود.

■ **آتشفشان نقطه ای :** آتشفشانی است که مواد خروجی آن از یک نقطه (دهانه) خارج می شود. مانند آتشفشان دماوند و سبلان.

■ **آتشفشان خطی :** آتشفشانی است که فوران آن در امتداد یک شکاف انجام می شود؛ مانند فوران های آتشفشانی در حاشیه ورقه های دورشونده (محور میانی رشته کوه های اقیانوس اطلس).

طبقه بندی آتشفشان ها از نظر فعالیت

1 آتشفشان هایی که فعالیت آرام دارند و مواد خروجی آنها بیشتر گدازه است. در این نوع آتشفشان ها، مواد خروجی، بیشتر از گدازه های بازیک (قلیایی) است؛ مانند : آتشفشان مونالوا و کیلوا واقع در جزایر هاوایی.

2 آتشفشان هایی که فعالیت انفجاری دارند و بیشتر مواد خروجی آنها، جامد است.

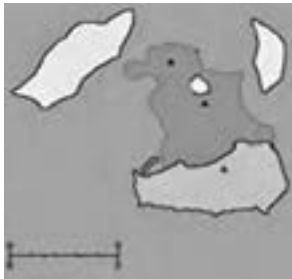
در این نوع آتشفشان‌ها، جریان گدازه وجود ندارد، زیرا قبل از رسیدن گدازه به سطح دهانه، تراکم گاز، سبب انفجار می‌شود و قطعاتی از آن به هوا پرتاب می‌شود. فعالیت این نوع آتشفشان‌ها با انفجار همراه است. شکل مخروط این آتشفشان‌ها، قاعده کوچک با ارتفاع زیاد است. جنس سنگ‌های مخروط آنها، از مواد جامد و منفصل مانند خاکستر، لایلی 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 تفرا و هم از گدازه است؛ مانند آتشفشان‌های دماوند و سبلان در ایران و استرومولی 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 ویران‌کننده 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 قیفی‌شکل 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.

■ 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.

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

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

آتشفشان‌ها و انطباق با مرزهای تکتونیکی

بررسی نقشه پراکندگی آتشفشان‌ها روی کره زمین و مقایسه آن با نقشه پراکندگی زمین‌لرزه 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

۱ مرزهای نزدیک‌شونده (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، کمربندهای مدیترانه و فرورانش‌ها در بخشی از اقیانوس هند.

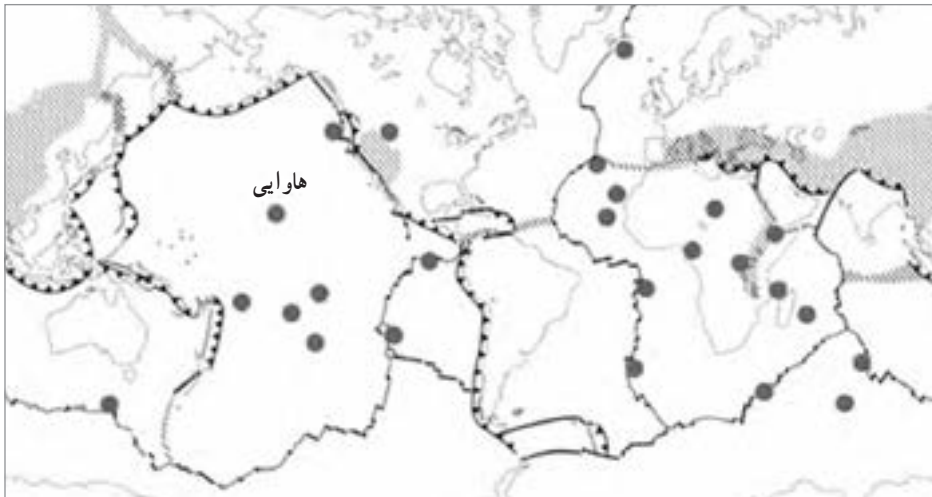
۲ مرزهای دور شونده (واگرا) : هنگامی که دو ورقه از یکدیگر دور می‌شوند، از محل شکاف، ماگمای بازالتی به سطح زمین می‌رسد و پشته‌های اقیانوسی (رشته کوه‌های میان اقیانوسی) را ایجاد می‌کند. فعالیت این نوع آتشفشان‌ها، به حالت خطی است. در این مناطق پوسته جدید اقیانوسی تشکیل می‌شود؛ مانند دریای سرخ و شکاف‌های 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.

۲ 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 آتشفشانی به صورت خطی با سن‌های متفاوت 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 هاوایی و تشکیل جزایر متعدد آن با گذشت زمان



نقشه پراکندگی نقاط داغ روی کره زمین

خطرات آتشفشان‌ها

اثرات اولیه: خطرانی هستند که هنگام فعالیت آتشفشان روی می‌دهند؛ مانند جریان گدازه، ریزش خاکستر، انفجار کوه‌ها، عبور ابرهای سوزان، جریان‌های عظیم گِل و امواج حاصل از آتشفشان‌های زیر دریایی. 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 لرزه سنج 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 جبران ناپذیری 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 به‌طور غیرعادی سرد شد. همچنین در سال ۱۹۹۱ نیز فعالیت آتشفشان

پیناتوبو در فیلیپین، سبب سرد شدن غیرعادی 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. مجمع‌الجزایر 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 محیط‌زیست: 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.)

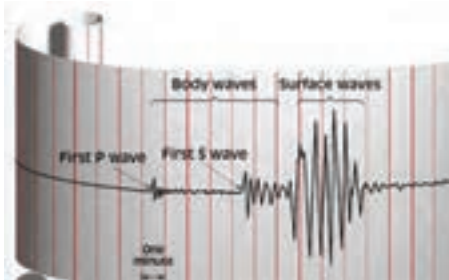


آتشفشان‌شناس و مطالعه‌گذار آتشفشان

■ 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.

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 ورقه‌های برای آزاد شدن انرژی هستند.

منشأ زمین لرزه: با حرکت ورقه‌های سنگ کره، مقدار زیادی نیروی ذخیره شده در داخل سنگ به صورت اینرسی، 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 هشداردهنده قبل از لرزش اصلی هستند (به دلیل شکستن سنگ‌های سست).

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 متعادل‌کننده بعد از لرزش اصلی هستند (انرژی حاصل از شکستن سنگ‌های محکم که با لرزه اصلی شکسته‌اند).

کانون زمین لرزه: محلی درون زمین است که انرژی ذخیره شده از آنجا آزاد می‌شود. کانون زمین لرزه می‌تواند در عمق کمتر از ۷۰ 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 گرفته و کمترین فاصله را از کانون زمین لرزه دارد. مرکز سطحی زمین لرزه می‌تواند نقطه‌ای روی خشکی، در بستر دریا و یا هر نقطه زلزله‌خیزی 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 لرزه که بیشتر در محل برخورد ورقه‌های قاره‌ای دیده می‌شوند، فراوان هستند، مانند زمین لرزه‌های ایران.

۲ عمق متوسط: کانون این زمین لرزه در عمق ۷۰ تا ۳۰۰ کیلومتری زمین است. این نوع زمین لرزه‌ها بیشتر در محل برخورد ورقه‌های اقیانوسی و قاره‌ای دیده می‌شوند؛ مانند زمین لرزه‌های شرق کشور شیلی (زمین لرزه‌های غرب آن عمق کمی دارند).

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



ثبت امواج زمین لرزه

امواج حاصل از یک زمین لرزه، توسط دستگاه‌های لرزه نگار ثبت می‌شود. این دستگاه‌ها در ایستگاه‌های لرزه نگاری قرار دارند. دستگاه لرزه نگار با نگاه ساده از یک وزنه، استوانه دوار و بدنه تشکیل شده است. هنگام برخورد امواج زمین لرزه با دستگاه لرزه نگار، وزنه سنگین آن مانند آونگ فوکو، تا حدود

زیادی ثابت می ماند و از حرکات زمین بی روی نمی کند. سایر قسمت های دستگاه شامل: بدنه، استوانه دوار و رشته های نگهدارنده وزنه که در ارتباط با زمین هستند، به حرکت در می آیند. به این ترتیب، امواج زمین لرزه، توسط وزنه ثابت روی کاغذ، فیلم یا نوار مغناطیسی ثبت می شود (لرزه نگار باستانی چینی ها)

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

دستگاه لرزه نگار قائم: ثبت امواج عمودی را برعهده دارد. وزنه سنگین به جای رشته های نگهدارنده به فنر متصل است. هنگام زمین لرزه، ارتعاشات قائم به بدنه دستگاه منتقل می شوند و فنر، با باز و بسته شدن، موجب ثابت ماندن موقعیت وزنه می شود.

در این لرزه نگار، استوانه دوار به حالت قائم، توسط بدنه دستگاه به زمین متصل است و ارتعاشات قائم، توسط وزنه ثابت بر روی استوانه ثبت می شود. استوانه قائم نیز مانند استوانه دوار در لرزه نگار افقی، با حرکت به دور محور خود، سبب می شود که امواج زمین لرزه روی هم ثبت نشوند.



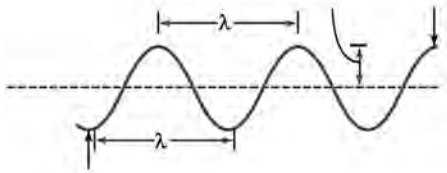
در یک ایستگاه لرزه شناسی، حداقل سه دستگاه لرزه نگار وجود دارد. یک لرزه نگار قائم که ارتعاشات عمودی را ثبت می کند و دو لرزه نگار افقی (مانند شکل روبه رو) که یکی ارتعاشات شمالی جنوبی و دیگری ارتعاشات شرقی غربی را ثبت می کند.

مشخصات زمین لرزه

مشخصات یک زمین لرزه مانند: مرکز سطحی، زمان وقوع زمین لرزه و عمق کانون را، می توان با یافته های حاصل از چند ایستگاه لرزه شناسی محاسبه کرد.

مشخصات امواج زمین لرزه

موج های مکانیکی (امواج زمین لرزه) برعکس امواج الکترومغناطیس (نور) برای انتشار موج های مکانیکی (امواج لرزه ای) به محیط مادی نیاز دارند با افزایش چگالی محیط، سرعت آنها افزایش می یابد؛ سرعت امواج در محیط های مختلف، متفاوت است؛ هرچه تراکم سنگ ها بیشتر باشد، امواج سریع تر حرکت می کنند. بدین ترتیب می توان میزان تراکم مواد درونی زمین را هم تعیین نمود. 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 می شود. (فاصله دو برآمدگی یا دو فرورفتگی).

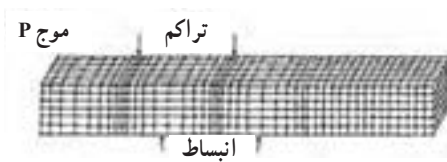
■ **سرعت موج** : مسافتی که موج در یک ثانیه طی می کند.

■ **ارتفاع موج** : فاصله بین بالاترین و پایین ترین نقطه موج را گویند (فاصله قله - قعر).

■ **دامنه موج A** : نصف کل جابجایی قائم موج (نصف ارتفاع موج) را تشکیل می دهد.

امواج لرزه ای

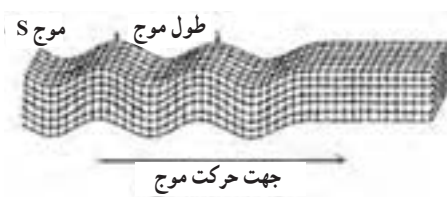
الف) امواج درونی : این امواج در کانون زمین لرزه ایجاد و داخل زمین منتشر می شوند و شامل امواج S و P می باشند.



■ **امواج P** (اولیه یا طولی) : امواج فشاری

P بیشترین سرعت را دارند، به همین دلیل اولین امواجی هستند که توسط گیرنده های زمین لرزه ثبت می شوند. این امواج، از محیط های جامد، مایع و

گاز می گذرند، ولی سرعت آنها در محیط های مختلف، متفاوت است. علت سرعت بالای موج P آن است که راستای ارتعاش یا نوسانش در امتداد انتشار آن است (مانند امواج صوتی) امواج P باعث تغییر حجم اجسام می شوند. امواج P زمین را باز و بسته کرده و سبب شکستگی در آن می شوند.



■ **امواج S** (ثانویه یا عرضی) : این امواج

برشی، بعد از امواج P توسط گیرنده های زلزله ثبت می شوند. سرعت امواج S در مقایسه با امواج P کمتر است، زیرا امواج S، حرکتی سینوسی دارند (نظیر نور یا امواج الکترومغناطیس). به عبارت دیگر، امتداد

ارتعاش ذرات، عمود بر راستای انتشار موج است. این امواج، سبب تغییر شکل اجسام می شوند.

امواج S فقط از محیط های جامد عبور می کنند. دامنه آنها، بزرگ تر از دامنه امواج P است. عملکرد

این امواج هنگام زمین لرزه، لرزش بناها و سازه ها است. این امواج سبب بالا و پایین رفتن موج زمین و اختلاف سطح می شوند.

ب) **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 منتشر می‌شوند. بنابراین، در محیط‌های همگن و بدون لایه ایجاد نمی‌شوند. امواج سطحی، شامل 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.



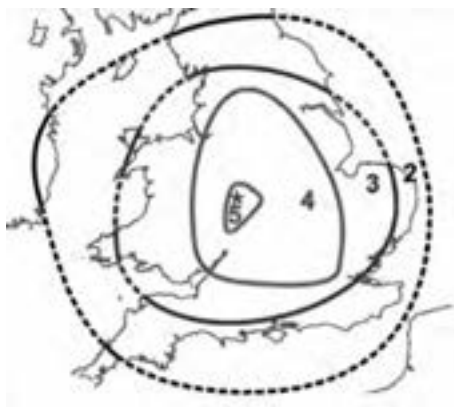
■ **موج لاو**: امواجی هستند که زمین را به سمت چپ و راست حرکت می‌دهند.

■ **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 ریلی حرکت دورانی در خلاف جهت انتشار موج است. در هنگام زمین‌لرزه، خروج ریشه درختان از خاک را می‌توان از عملکرد این امواج دانست. 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.

۱۱ مرکالی Intensity (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 زمین‌لرزه می‌گویند. مقیاس مرکالی در سال ۱۹۰۲ توسط مرکالی (زمین‌لرزه‌شناس ایتالیایی) معرفی شد و دارای ۱۲ درجه است. این مقیاس در سال ۱۹۳۱، به وسیله دو زمین‌لرزه‌شناس، اصلاح شد که هم اکنون به مقیاس اصلاح شده شدت مرکالی معروف است و برای زمین‌لرزه‌های تاریخی کاربرد دارد.



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 غیردستگاهی و فاقد مبنای ریاضی است. شدت زمین لرزه، در نقاط مختلف، با اعدادی 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 (شکل بالا). 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 بیان نمی‌شود.



زمین لرزه ازگله کرمانشاه ۱۳۹۶



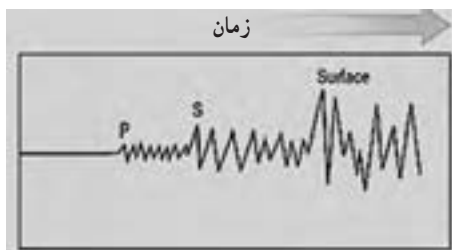
زمین لرزه بم ۱۳۸۲



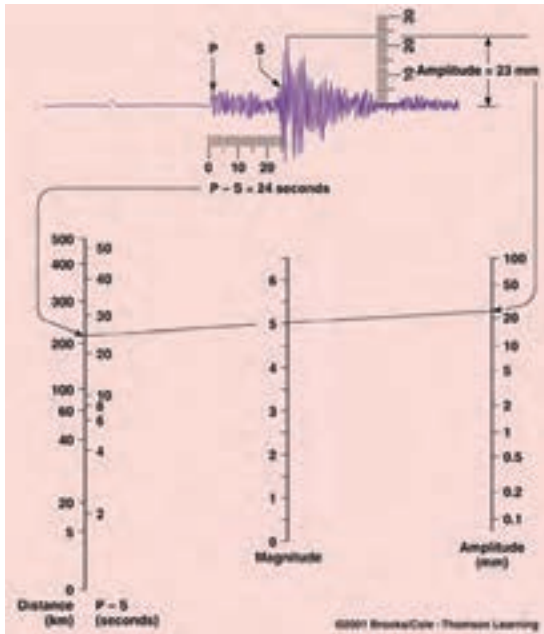
زمین لرزه رودبار ۱۳۶۸

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 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 را «بزرگی» می‌گویند. هرچه انرژی آزاد شده توسط



یک زمین‌لرزه، زیادتر باشد ارتعاشات ناشی از آن زمین‌لرزه شدیدتر و دامنه نوسانات امواج آن بزرگ‌تر خواهد بود. بزرگی زمین‌لرزه را بر اساس داده‌های دستگاه‌های لرزه‌نگار تعیین می‌کنند. با توجه به سرعت امواج درونی و سطحی، در هنگام زمین‌لرزه، سه نقطه پیک بر روی لرزه‌نگاشت‌ها ثبت می‌شود که به ترتیب زمانی نشانگر زمان رسیدن امواج اولیه، ثانویه و سطحی می‌باشد.



به کمک اطلاعات ثبت شده بر روی لرزه‌نگاشت‌ها می‌توان مرکز سطحی و بزرگی زمین‌لرزه‌ها را تعیین کرد. این داده‌ها (اطلاعات) در حقیقت، همان اندازه‌گیری دامنه امواج زمین‌لرزه، برحسب میکرون است و ریشتر، لگاریتم بزرگ‌ترین دامنه موجی است که در فاصله یک صد کیلومتری از مرکز یک زمین‌لرزه، توسط لرزه‌نگار استاندارد ثبت شده باشد.

دامنه امواج زمین‌لرزه، با دور شدن از کانون آن، کم می‌شود، ولی وقتی زمین‌لرزه 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 زمین‌لرزه، بر اساس میزان انرژی آزاد شده از کانون بستگی دارد. با توجه به اینکه لرزه‌نگاشت ممکن است در فاصله‌ای کمتر یا بیشتر از 10^3 کیلومتری مرکز سطحی قرار گرفته باشد برای به دست آوردن بزرگی از نمودگرام استفاده می‌شود. در شکل مشخص است که با در اختیار داشتن بزرگ‌ترین دامنه موج (۲۳ میلی‌متر) و اختلاف زمان رسیدن امواج P-S (۲۴ ثانیه) بزرگی ۵ ریشتر برای زمین‌لرزه به دست آمده است.

به ازای هر یک واحد بزرگی زمین‌لرزه، دامنه امواج 10^6 برابر و مقدار انرژی $31/6$ برابر افزایش می‌یابد. بزرگی زمین‌لرزه، در تمام نقاط زمین یکسان و شدت آن با دور شدن از مرکز سطحی زمین‌لرزه کاهش می‌یابد. برای محاسبه مقدار تفاوت انرژی دو زمین‌لرزه می‌توان به ازای هر ریشتر $31/6$ واحد منظور کرد و به ازای تفاوت دو ریشتر آن را به توان ۲ رساند.

اگر بزرگی زمین لرزه را در مقیاس ریشتر با M نمایش دهیم، مقدار انرژی آزاد شده بر حسب ارگ (Erg) از رابطه زیر حاصل می‌شود.

$$\log E = 11/8 + 1/5 M$$

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 ۷/۷ ریشتر در سال ۱۳۵۷، زلزله بم با ۶/۳ ریشتر در سال ۱۳۸۲، زمین لرزه ازگله کرمانشاه با بزرگای ۷/۳ در سال ۱۳۹۶، زمین لرزه هائیتی با بزرگای ۷ ریشتر در سال ۲۰۰۹، و زمین لرزه ژاپن با بزرگای ۸/۹ در سال ۲۰۱۱.

برخی زمین لرزه‌ها مانند زمین لرزه شیلی با وجود بزرگای ۸/۸ 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 موردنظر، عمق کانونی، مدت دوام لرزش‌ها، تراکم جمعیت و... بستگی دارد.

انواع مقیاس اندازه‌گیری بزرگای زمین لرزه

مقیاس بزرگای محلی زمین لرزه (MI): این مقیاس که همان واحد قدیمی و معروف «ریشتر» هست که بزرگای زلزله را بر مبنای دامنه حرکت زمین توسط دستگاهی به نام Wood-Anderson می‌سنجد. این مقیاس برای زمین لرزه‌هایی با حداکثر فاصله ۶۰۰ کیلومتر کاربرد دارد.

مقیاس امواج درونی زمین (Mb): دامنه امواج درونی از نوع طولی را اندازه می‌گیرد و برای زمین لرزه‌هایی که عمق کانونی آنها زیاد است کاربرد دارد.

مقیاس امواج سطحی زمین (Ms): با اندازه‌گیری دامنه امواج سطحی (رایلی) بزرگای زمین لرزه را ثبت می‌کند و معمولاً برای زمین لرزه‌های با بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر فاصله کاربرد دارد.

مقیاس امواج گشتاوری زمین (Mw): برای سنجش بزرگای اغلب زمین لرزه‌ها به خصوص بیشتر برای زمین لرزه‌های بسیار شدید کاربرد دارد.

هر یک از مقیاس‌های فوق به نوعی میزان انرژی آزاد شده در هنگام زمین لرزه را نشان می‌دهند، اما اصولاً هر یک برای اندازه‌گیری بزرگای خاصی از زمین لرزه کاربرد دارند.

تعیین مرکز سطحی زمین لرزه



با توجه به اختلاف زمان رسید امواج P و S و مشخص بودن سرعت این امواج می توان فاصله مرکز سطحی را با محل لرزه نگاشت تعیین کرد که نقطه ای بر روی دایره ای با شعاع فاصله تعیین شده واقع شده است. بنابراین با در اختیار داشتن حداقل دایره محل دقیق مرکز سطحی سه لرزه نگاشت و ترسیم ۳ تعیین می شود. چنانچه در شکل ملاحظه می شود با لرزه نگارهای واقع در گرینلند، آمریکا و انگلیس، مرکز سطحی زمین لرزه ای در ایسلند تعیین شده است. برای تعیین فاصله کانون تا محل لرزه نگار می توان از رابطه زیر استفاده کرد.

$$D = \frac{V_p \cdot V_s}{V_p - V_s} (t_p - t_s)$$

پیش نشانگرها

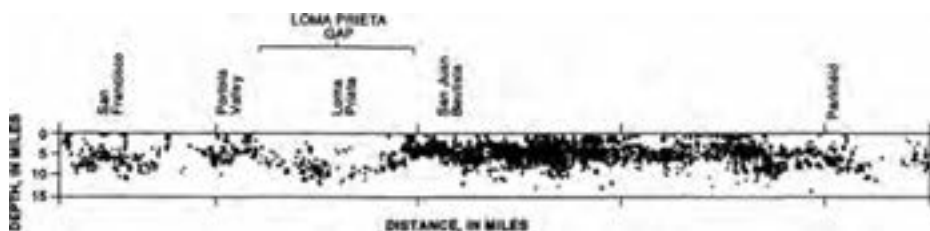
در مورد زمین لرزه و سرشت آن در جهان دانش، تحقیقات گسترده ای صورت گرفته است. زمین لرزه ها اغلب با یکسری نشانه ها پیش از رویداد همراهند که اصطلاحاً به آنها پیش نشانگرهای زمین لرزه گفته می شود. با اینکه بخشی از این پیش نشانگرها ماهیتی بسیار پیچیده داشته و تنها با استفاده از تکنیک ها و تجهیزات بسیار پیشرفته قابل شناسایی می باشند، گروه دیگری از آنها با روش های ساده تر قابل اندازه گیری بوده و می توانند به عنوان هشدار برای آگاه کردن و نجات مردم نیز استفاده شوند. تاکنون ده ها پیش نشانگر مختلف زمین لرزه شناسایی شده اند و با اینکه ارتباط بسیاری از این پیش نشانگرها با زمین لرزه مشخص شده است ولی تکنیک های استفاده از آنها هنوز در مرحله تحقیقاتی است و نمی توان با استناد به وقوع یا عدم وقوع آنها در یک منطقه با قطعیت درباره احتمال وقوع زمین لرزه اظهار نظر کرد. لذا در این فصل به معرفی انواع پیش نشانگرهای زمین لرزه می پردازیم.

پیش بینی زمین لرزه

۱ پیش بینی بلندمدت: پیش بینی بلند مدت دانشی است که به واسطه آن می توان زمان و مکان وقوع زمین لرزه را پیش بینی کرد و با استفاده از اطلاعات زمین لرزه های گذشته، موقعیت زمین ساختی و زمین شناسی، دوره بازگشت زمین لرزه ها را بررسی می کند. دو روش مهم در تعیین پیش بینی بلند مدت وجود دارد:

الف) مطالعات دیرینه زمین لرزه‌شناسی: در مطالعات دیرینه زمین لرزه‌شناسی توالی زمین لرزه‌های گذشته را به دست آورده و با اعمال مطالعات آماری می‌توان به میانگین دوره بازگشت زمین لرزه‌های بزرگ پی برد.

ب) نبود لرزه‌ای: در این مورد پیش‌بینی زمین لرزه با توجه به وجود یک نبود لرزه‌ای در ناحیه‌ای که از لحاظ زمین‌ساختی فعال می‌باشد، صورت می‌پذیرد. اگر در منطقه زمین لرزه‌خیز، زمین لرزه‌ای در سال‌های اخیر به وقوع نیبسته و از طرفی مطالعات نشان‌دهنده تجمع استرین باشد، این امر می‌تواند نشانگر وقوع زمین لرزه‌ای در آینده نزدیک باشد. به عنوان مثال در شکل پایین مقطع عرضی از لرزه‌خیزی در طول گسل سان آندریاس از شمال سانفرانسیسکو تا جنوب پارک فیلد را نشان می‌دهد و تاریخچه زمین لرزه‌ها را به مدت ۲۵ سال قبل از زمین لرزه ۱۹۸۹ لوماپریتا بررسی می‌کند. قسمت مترکم‌تر لرزه‌خیزی جنوب سان‌جوآن باتیستا که بخشی از گسل سان آندریاس است را نشان می‌دهد. در شمال سان‌جوآن باتیستا گسل سان آندریاس تقریباً از سال ۱۹۰۶ غیرفعال بوده است. با وجود لرزه‌های کوچک منطقه شکلی ایجاد شده که تقریباً بیش از ۳۰ سال غیرفعال بوده است.



نبود لرزه‌ای لوماپریتا

۲ پیش‌بینی کوتاه مدت: پیش‌بینی کوتاه مدت به منظور تعیین مکان و بزرگی زمین لرزه که ممکن است در منطقه زمین لرزه‌خیز، زمین لرزه‌ای در آینده بسیار نزدیک رخ دهد، صورت می‌پذیرد. در مطالعات پیش‌بینی کوتاه مدت فرایندهایی که ممکن است قبل از وقوع زمین لرزه به صورت آشکار و غیرمعمول خود را نشان دهند، مورد بررسی قرار می‌گیرد. به‌طور کلی به ناهنجاری‌هایی که قبل از وقوع زمین لرزه خود را نشان می‌دهند، پیش‌نشانگر گفته می‌شود و به معنای نشانه وقوع زمین لرزه است. علی‌رغم اینکه امکان مشاهده مثبت پیش‌نشانگرها وجود دارد، اما موفقیت پیش‌بینی کوتاه مدت بسیار دور از دسترس است. مهم‌ترین دلایل عدم موفقیت در این مورد عبارت‌اند از:

الف) به دلیل وقوع زمین لرزه‌ها در اعماق زمین، امکان ثبت آنها بسیار مشکل است.
 ب) زمین لرزه‌ها و گسل‌ها در نواحی مختلف، رفتار متفاوتی از خود نشان می‌دهند، به عبارت دیگر یک الگوی یکنواخت برای تمام وقایع زمین لرزه‌ها نمی‌توان یافت.

۲ انواع پیش‌نشانگرها

در این قسمت از میان پیش‌نشانگرهای زمین‌لرزه، برخی از پیش‌نشانگرها را بررسی می‌کنیم.

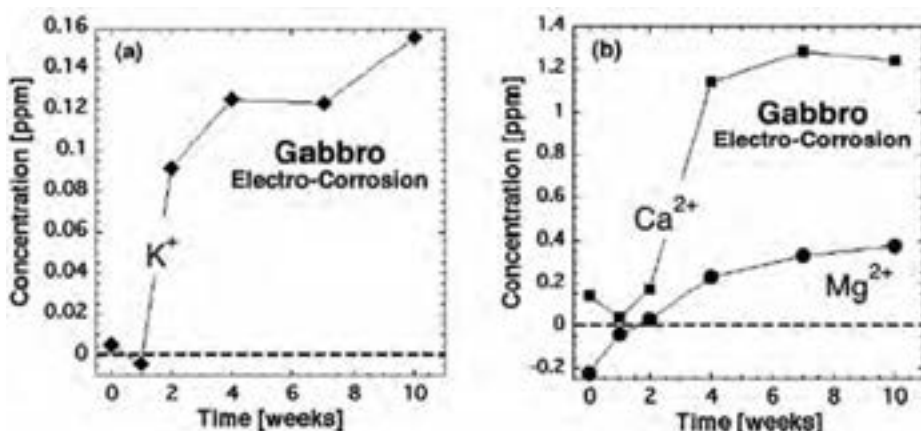
■ **پیش‌لرزه** : آزاد شدن انرژی تجمع یافته به صورت استرین ممکن است باعث شکستگی‌های کوچکی قبل از وقوع شکستگی بزرگ و اصلی زمین‌لرزه شود که این امر باعث بروز زمین‌لرزه‌های ضعیف می‌شود. به این زمین‌لرزه‌های کوچک پیش‌لرزه می‌گویند. به عنوان مثال نمونه‌ای از این پیش‌لرزه‌ها را که باعث نجات جان انسان‌ها، قبل از وقوع زمین‌لرزه اصلی شده‌اند، زمین‌لرزه ۱۹۷۵ چین در شهر هایچنگ به بزرگی $7/3$ باعث خرابی نیمی از شهر با جمعیت 10^6 میلیون نفر شد. پیش‌بینی به موقع زمین‌لرزه توسط پیش‌لرزه‌ها و تخلیه شهر تعداد کشته‌ها به چند صد نفر محدود شد. در ایران نیز می‌توان به زمین‌لرزه اسفناک بم در سال ۱۳۸۲ اشاره کرد. پیش‌لرزه‌ای حدود ۳۵ دقیقه قبل از زمین‌لرزه بم باعث نجات جان جمعیتی شد که خانه‌های نامقاومشان را ترک کردند.

■ **تغییر ارتفاع سطح زمین** : اندازه‌گیری‌های ارتفاع زمین در اطراف گسل‌های فعال، قبل از زمین‌لرزه، ممکن است، برآمدگی و یا تغییر ارتفاعی را که حاصل تجمع استرین باشد را نشان دهند. شواهدی از این پیش‌نشانگر در زمین‌لرزه تونانکای در ژاپن مشاهده شده است. شیب غیرعادی درست چند ساعت قبل از زمین‌لرزه توسط داده‌های نقشه برداری مشخص شده است.

■ **انتشار گاز رادون** : گاز رادون در نتیجه تجزیه اورانیوم موجود در سنگ‌ها تولید شده و جزو گازهای بی‌اثر بوده و با عناصر دیگر ترکیب نمی‌شود. تا زمانی که عواملی باعث خروج گاز نشوند در داخل کریستال سنگ‌ها باقی می‌ماند. تغییر شکل حاصل از استرس قبل از وقوع زمین‌لرزه ممکن است به صورت نیرویی باعث خارج شدن گاز رادون از زمین و انتشار آن شود. میکروشکستگی‌هایی که قبل از لرزه ممکن است ایجاد شود، می‌تواند به صورت بستری مناسب برای خروج گاز رادون باشد. افزایش انتشار گاز رادون قبل از برخی از زمین‌لرزه‌ها گزارش شده است. آنومالی‌های رادون در خاک‌ها، آب‌های زیرزمینی و یا چشمه‌ها قبل از وقوع زمین‌لرزه مورد بررسی بعضی از محققین قرار گرفته است. به عنوان مثال خروج رادون به مدت ۴ سال در گسل غیرفعال در کلکته (غرب هند) و به مدت ۲ سال در گسل فعال جالبابگوری دریافت شد. نتایج به دست آمده از دو گسل تأییدی بر خروج گاز رادون به عنوان پیش‌نشانگر می‌باشد.

■ **تغییر سطح و ترکیب شیمیایی آب‌های زیرزمینی** : همانطور که سنگ‌ها اطراف گسل‌های فعال در اثر تجمع استرس تغییر شکل پیدا می‌کنند، دانسته آب موجود در حفرات و شکستگی‌های سنگ‌ها نیز تغییر می‌کند. این امر باعث می‌شود سطح آب زیرزمینی تغییر کند. در مواردی تغییر یون‌های موجود در آب‌های سطحی در اطراف رو مرکز زمین‌لرزه نیز مشاهده شده است، برای مثال تغییر یون‌های آب چشمه‌ها در ۲۰ کیلومتری رو مرکز زمین‌لرزه ۲۰۱۱ وان ترکیه به طوری که افزایش یون‌های K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- و کاهش یون‌های Na^+ و SO_4^{2-} یک ماه قبل از زلزله به ثبت رسیده است.

به منظور بررسی صحت این امر آزمایشی توسط فروند و همکارانش انجام شد، بدین صورت که سنگ گابرو را تحت فشار قرارداده طوری که دو طرف سنگ در تماس با آب می باشد، سپس غلظت یون ها در دو طرف سنگ اندازه گیری می شود. افزایش یون ها در آب دو طرف سنگ تحت فشار در شکل زیر نشان داده شده است.

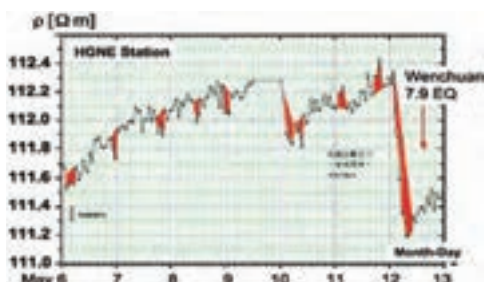


شکل (a) غلظت K⁺ در طول مدت ۱۰ هفته در آبی که در تماس با سنگ گابرو تحت فشار قرار دارد. (b) غلظت Ca²⁺, Mg²⁺ در طول مدت ۱۰ هفته در آبی که در تماس با سمت دیگر سنگ گابرو تحت فشار می باشد.

■ تغییر در مقاومت الکتریکی سنگ ها :

افزایش استرس موجب زیاد شدن میکروترک ها در سنگ ها شده و باعث نفوذ آب های زیرزمینی به داخل سنگ ها می شود. در نتیجه منجر به ازدیاد هدایت الکتریکی سنگ ها می شود. قبل از وقوع برخی زمین لرزه ها این افزایش مشاهده شده است. به عنوان مثال در زمین لرزه ۱۹۷۶ تانگشای کاهش مقاومت زمین به مدت تقریباً سه سال قبل زمین لرزه مشاهده شد و ماکزیمم کاهش در منطقه رو مرکز زمین لرزه به ثبت رسیده است.

نمونه ای از تغییرات مقاومت زمین دو هفته قبل از زمین لرزه سال ۲۰۰۸ و نچوان با بزرگی ۹ در استان سیچوان چین که در شکل بالا نشان داده شده است. یک کاهش شدید در مقاومت زمین چند ساعت قبل از وقوع زمین لرزه ثبت شده است.



■ **امواج الکترومغناطیس:** سیگنال‌های الکترومغناطیسی قبل از رویداد تعدادی از زمین‌لرزه‌ها مشاهده شده است. محققین فرایندهای متعددی را برای این آنومالی مطرح کرده‌اند. به‌عنوان مثال قبل از زمین‌لرزه لوماپرتا ۱۹۸۹ بعضی محققین امواج رادیویی غیرمعمولی را گزارش دادند. کریشونیک رفتار غیرمعمول حیوانات را به‌علت ارتعاشات امواج الکترومغناطیس با فرکانس پایین می‌داند. در برخی موارد تغییر هورمون در حیوانات و حتی انسان‌ها دو هفته تا یک روز و یا چند ساعت قبل از زمین‌لرزه در اثر گسیل امواج ELF، ULF مشاهده شده است.

تغییر رسانایی هوا نیز در ایستگاه‌های اطراف رو مرکز در موارد متعددی مشاهده شده است. تصاویر نشان داد که رسانایی هوا در چند ایستگاه اطراف رو مرکز زمین‌لرزه ۲۰۰۷ آلوم راک افزایش یافته‌است.

علی‌رغم وجود شواهد پیش‌نشانگری که برخی از آنها در بالا آمد، مطالعه و تحلیل سیگنال‌های قبل از زمین‌لرزه بسیار پیچیده و مشکل است. دو دلیل عمده برای این پیچیدگی عبارت‌اند از:

۱ برای توجیه طیف وسیعی از گزارش‌های ارائه شده، فرایندهای فیزیکی بسیار متفاوتی وجود دارد، که اغلب هیچ اشتراکی یا پیوند مشخصی بین آنها وجود ندارد.

۲ بسیاری از فرایندهای پیشنهادی ثابت نیستند تا بتوانند اثر بخشی خود را در تولید سیگنال‌های ایجاد شده توضیح دهند.

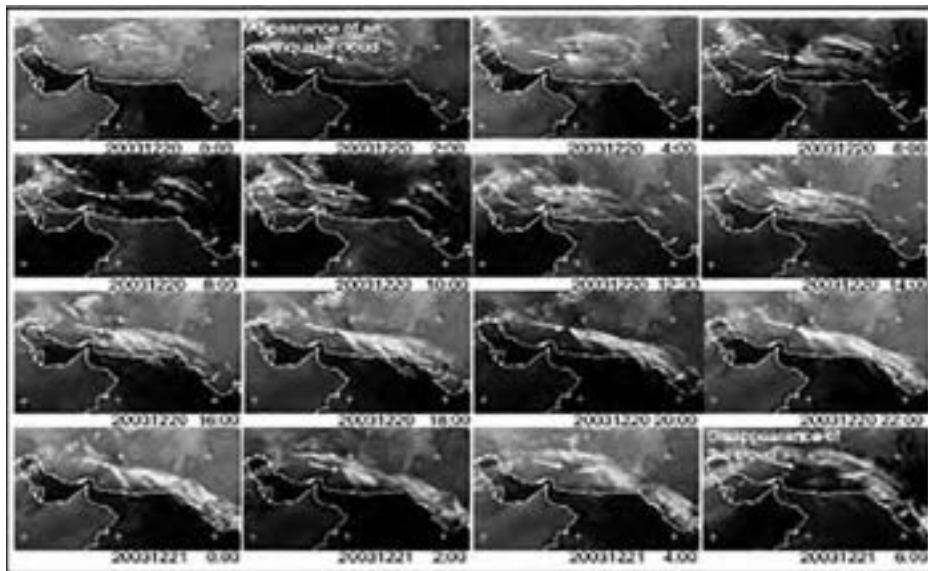
■ **نظریه ابرهای زمین‌لرزه:** نظریه ابرهای زمین‌لرزه و علل شکل‌گیری آنها از سال ۱۹۹۰ توسط ژونگائو شو (Zhonghao shou) که یک شیمی‌دان بازنشسته می‌باشد مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. او مبتکر نظریه (Theory Dehydration) است که علت ایجاد و فوران گازهای گرم و بخارات شیمیایی حاصل از فعالیت درونی گسل‌ها را توضیح می‌دهد.

تاکنون پیش‌بینی‌های متعددی را به‌طور رسمی در مرکز مطالعات زمین‌شناسی ایالات متحده به ثبت رسانده است که حدود ۷۰٪ این پیش‌بینی‌ها درست بوده‌اند. در بین پیش‌بینی‌های موفق او پیش‌بینی زمین‌لرزه‌های بزرگی در طول سالیان اخیر (زمین‌لرزه رودبار، ترکیه، افغانستان، پاکستان، چندین زمین‌لرزه ژاپن و زمین‌لرزه بم که دقیق‌ترین پیش‌بینی او تاکنون بوده است) نیز به چشم می‌خورد.

او معتقد است گازهای گرم در منطقه گسل، در حدود ۳۰ دقیقه طول می‌کشد تا از زمین خارج شود، اما عدم هم‌زمانی تصویربرداری ماهواره‌های هواشناسی فعلی از یک منطقه خاص در بازه‌های زمانی بیشتر می‌باشد. لذا فرایند تعیین مرکز احتمالی وقوع زلزله با خطا همراه است.

در مواردی که گسل در ماه‌های سرد سال فعال شود، تشکیل ابر در محل خروج بخارها سریع‌تر بوده و امکان تعیین کانون احتمالی زمین‌لرزه با دقت بالاتری امکان‌پذیر است. در واقع به‌همین دلیل بود که او در روز ۲۵ دسامبر سال ۲۰۰۳ یعنی درست یک روز قبل از وقوع زمین‌لرزه بم موفق به مشاهده ابر زمین‌لرزه در آن منطقه و پیش‌بینی وقوع یک زمین‌لرزه قوی با شدت ۶/۵ ریشتر در سایت خود شده بود.

اما در مواردی که گسل در منطقه‌ای گرم فعال شده باشد امکان تشخیص ابر زمین‌لرزه از روی تصاویر ماهواره‌ای تنها زمانی امکان پذیر می‌باشد که این بخارات گرم به منطقه‌ای سرد برسند تا تشکیل ابر دهند. در واقع عامل اصلی خطا در پیش‌بینی زمین‌لرزه با روش تحلیل ابر زمین‌لرزه، ناکافی بودن اطلاعات موردنیاز در تصاویر حاصل از ماهواره‌های هواشناسی فعلی است و این خطا در ماه‌های گرم سال بیشتر است.



تصاویر ماهواره‌ای ابر زمین‌لرزه بم

دوره بازگشت زمین‌لرزه‌ها

منظور از زمان بازگشت، مدت زمان لازم برای فعالیت مجدد گسل است. مدت زمان فعالیت معمولاً به فاکتورهای مختلفی از جمله نوع گسل بستگی دارد ولی به‌طور کلی می‌توان گفت که دوره بازگشت زمین‌لرزه برای گسل‌های فشاری بیشتر از گسل‌های کششی و دوره بازگشت گسل‌های کششی بیشتر از گسل‌های امتداد لغز می‌باشد.

تقسیم‌بندی گسل‌ها از نظر لرزه‌خیزی

گسل‌ها را از نقطه نظر فعالیت به دسته‌های اصلی زیر تقسیم‌بندی می‌کنند:

- **گسل‌های فعال:** گسل‌های فعال به گسل‌هایی گفته می‌شود که یا رسوبات کواترنری را بریده باشد (یک فعالیت در ۳۵۰۰۰ سال گذشته، یا دو فعالیت در ۵۰۰۰۰۰ سال گذشته) یا در منطقه زمین‌لرزه‌های تاریخی رخ داده باشد. به‌طور گسل‌هایی با حداقل یک جنبش در عهد حاضر یا دو جنبش در کواترنری پسین داشته باشند را گسل فعال می‌گویند.

- گسل‌هایی دارای پتامسیل فعالیت: گسل‌هایی با توان فعالیت به گسل‌هایی گفته می‌شود که اگر چه نشانه‌ای از زمین‌لرزه‌های تاریخی دیده نمی‌شود ولی گسل لایه‌ای از کواترنز (رسوبات جدید) را قطع کرده است. در این گسل‌ها فعالیت در عهد حاضر مشخص نیست.
- گسل دارای فعالیت نامشخص: اگر به دلیل کمبود اطلاعات لرزه‌ای به فعال بودن یا نبودن یک گسل مشکوک باشیم آن را گسل دارای فعالیت نامشخص می‌نامیم.
- گسل غیرفعال: گسل غیرفعال نیز گسلی است که نه رسوبات کواترنز را قطع کرده و نه هیچ فعالیت تاریخی داشته است.

پاسخ فعالیت‌ها

علت حرکت ورقه‌های سنگ کره چیست؟
پاسخ: جریان همرفتی و جابه‌جایی در خمیرکره (نرم کره) گوشته‌ای، موجب حرکت ورقه‌های سنگ کره می‌شود.



■ پیامدهای حاصل از حرکت ورقه‌ها را ذکر کنید.
پاسخ: فرایند واگرایی ورقه‌ها سبب ایجاد شکاف‌های عمیق و جمع شدن آب‌های سطحی شده و به مرور زمان تشکیل دریای جدید، بالا آمدن ماده مذاب از آستنوسفر (نرم کره) و تشکیل پوسته جدید اقیانوسی و تشکیل اقیانوس جدید، شکستگی پوسته‌ها و تشکیل زمین‌لرزه، تشکیل آتشفشان‌های خطی آرام با آتشفشانی از جنس بازالت می‌شود.

پاسخ دهید

همگرایی ورقه‌های سنگ کره سبب به هم نزدیک شدن و برخورد ورقه‌ها، فرورانش ورقه‌ای، ایجاد دراز گودال اقیانوسی، بالاراندگی، تشکیل آتشفشان انفجاری، تشکیل جزایر قوسی، تشکیل زمین‌لرزه‌های عمیق، ماگماتیسم پوسته فرورانده، ایجاد رشته کوه‌های چین خورده و... می‌شود.

حرکت ورقه‌های امتداد لغز نیز، سبب وقوع حوادثی همچون زمین‌لرزه و ایجاد گسل‌های متعدد می‌شود.

به طور کلی، زمین‌لرزه‌ها و گسل‌های فراوان در سه نوع حرکت ورقه‌ای (مرز ورقه‌ها) ایجاد می‌شود.

■ علت فرورانش ورقه اقیانوسی چیست؟

پاسخ: چگالی زیاد پوسته اقیانوسی باعث فرورانش آن می‌شود.

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

پاسخ: مرحله افول از چرخه ویلسون باعث شده تا در برخی اقیانوس‌ها مانند اقیانوس آرام ورقه اقیانوسی از حاشیه به زیر ورقه قاره‌ای مجاور خود (گاهی هم به زیر ورقه اقیانوسی دیگری) رانده شود و با ادامه فرورانش، دراز گودال اقیانوسی به وجود آید. در نهایت اقیانوس شروع به بسته شدن می‌کند.

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

پاسخ: اگر فرورانش ورقه اقیانوسی به زیر ورقه اقیانوسی انجام شود می‌توان انتظار ایجاد دراز گودال‌های عمیق اقیانوسی و زلزله‌های عمیق و ایجاد جزایر قوسی آتشفشانی را داشت.

همگرایی ورقه‌های اقیانوسی – قاره‌ای باعث فرورانش ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره‌ای می‌شود. فعالیت آذرین درونی و بیرونی در پوسته را خواهد داشت. لازم به ذکر است که ایجاد دراز گودال اقیانوسی و زمین‌لرزه هم از پیامدهای آن است.

■ نوع گسل‌ها را مشخص کنید.

پاسخ: الف) گسل معکوس

ب) گسل نرمال

فکر کنید

- در سال نهم با ورقه‌های سنگ کره آشنا شدید.
- با استفاده از اطلاعات موجود در شکل روبه‌رو در مورد پراکندگی جغرافیایی زمین‌لرزه‌های جهان به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:
- ۱ محدود کمر بند لرزه خیز آلپ هیمالیا را مشخص کنید.
- پاسخ: از شمال غرب آفریقا، تا جنوب شرق آسیا است.
- ۲ دو تصویر زیر را با هم مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
- پاسخ: محل اکثر زمین‌لرزه‌ها بر حاشیه ورقه‌ها منطبق است.

با هم
بیندیشید

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

گفت‌وگو کنید

- عمق کانون چه تأثیری بر میزان خسارت و خرابی دارد؟
- پاسخ: هر چقدر عمق زمین‌لرزه بیشتر باشد در حین رسیدن به سطح زمین، انرژی امواج کاسته می‌شود و خسارت کمتری به بار می‌آورد. زمین‌لرزه‌های کم عمق تر خسارات بیشتری دارند.

فکر کنید

- مقدار انرژی آزاد شده و بزرگی دامنه امواج زمین‌لرزه‌ای به بزرگی ۶ ریشتر، چند برابر زمین‌لرزه‌ای به بزرگی ۴ ریشتر است؟
- پاسخ: به ازای هر ریشتر ۱۰ برابر بر دامنه امواج اضافه می‌شود. بنابراین به ازای دو ریشتر، ۱۰۰ برابر بر دامنه امواج زمین‌لرزه اضافه می‌شود.

پیوند با
ریاضی

$$2 = 6 - 4$$

- با هر یک ریشتر، دامنه امواج ۱۰ برابر می‌شود بنابراین $10 \times 10 = 100$ یعنی یک صد برابر دامنه افزایش می‌یابد.
- با هر یک ریشتر، مقدار انرژی آزاد شده $31/6$ برابر می‌شود پس $998/56 = 31/6 \times 31/6$ یعنی تقریباً ۱۰۰۰ برابر بیشتر انرژی آزاد می‌شود.

- بزرگی و شدت زمین لرزه بم را در شهرهای تهران و بم مقایسه کنید.
- پاسخ: بزرگی زمین لرزه در شهرهای تهران و بم عددی یکسان است. ولی شدت زمین لرزه، با توجه به افزایش فاصله از مرکز سطحی، کم می شود. بنابراین هرچه از بم دورتر می شویم، شدت زمین لرزه و مقدار تخریب آن کاهش می یابد.
- به مقیاس شدت زمین لرزه (مرکالی) چه ایرادی وارد است؟
- پاسخ: این مقیاس کیفی و توصیفی است به عواملی مانند جنس زمین، استحکام ساختمان، ارتفاع ساختمان، نحوه ساخت و... بستگی دارد و در مکان های مختلف، تغییر می کند.

واژه نامه

Volcano	آتشفشان	۱
Tephra	تفرا	۲
Tuff	توف	۳
Hot spring	چشمه های آب گرم	۴
Volcanic ash	خاکستر آتشفشانی	۵
Geothermal gradient	زمین گرمایی	۶
Pyroclastic rock	سنگ آذرآواری	۷
Fumarole	فومرول	۸
Lava	گدازه	۹
Viscosity	گرانروی	۱۰
Lapilli	لاپیلی	۱۱

				علم	شناختی - درک و فهم	فراگیران علت‌های آسیب در زمین‌لرزه را شرح دهند.
	*	*	*	علم	شناختی - کاربرد	فراگیران مانور زمین‌لرزه انجام می‌دهند.
			*	اخلاق	مهارت اخلاقی	فراگیران با علاقه در کارگروهی شرکت می‌کنند و به هم در یادگیری کمک می‌کنند
زمین‌لرزه - امواج لرزه‌ای - مقیاس زمین‌لرزه و کانون زمین‌لرزه - پیش‌نشانه‌های زمین‌لرزه و ایمنی در برابر زمین‌لرزه						
کتاب درسی - وایت برد - مازیک - لپتاپ (یا رایانه) - برده نمایش - پروژکتور - نرم افزار پاورپوینت						
فراگیران زمین‌لرزه و حرکات لرزه‌ای و مقیاس و کانون زمین‌لرزه را شرح می‌دهند. فراگیران در مورد پیامدهای زمین‌لرزه و روش‌های محافظت از خود و ایمنی در برابر زمین‌لرزه را توضیح می‌دهند.						
زمان: ۴ دقیقه	ارتباط معلم با دانش‌آموز، سلام احوال‌پرسی، حضور و غیاب، بررسی کلی حالات روحی و روانی و فیزیکی دانش‌آموزان و بررسی کلی وضعیت فضا و وسایل کلاس، برقراری رابطه عاطفی با بیان کاربردی درس ارتباط فراگیران با همدیگر از طریق تشکیل گروه - ارتباط فراگیران با نگاه کردن به عکس‌های کتاب					
گروه‌بندی براساس سطح علمی فراگیران صورت می‌گیرد و اعضای گروه از نظر سطح علمی طبقه‌بندی شده‌اند. گروه‌ها نامتجانس و تعداد نفرات گروه سه نفر است. آرایش نیمکت‌های کلاس به صورت U شکل است.						
زمان: ۵ دقیقه	آوردن فیلم یا پوستر یا عکس و انیمیشن به کلاس درمورد زلزله‌های مخرب ایران					
زمان: ۵ دقیقه	۱- نکاتی در مورد علت وقوع زمین‌لرزه را بدانند. ۲- در مورد کانون و مرکز زمین‌لرزه بدانند. ۳- اطلاعاتی مختصر در مورد امواج زمین‌لرزه داشته باشند و توضیح دهید. ۴- در مورد شدت و بزرگی زمین‌لرزه و مقیاس آن توضیح دهد. ۵- پیش‌نشانه‌های وقوع زمین‌لرزه را شرح دهد. ۶- پیامدهای وقوع زمین‌لرزه و راه‌های محافظت از خود و دیگران قبل و حین وقوع و بعد از زمین‌لرزه توضیح دهد.					
تدریس اصلی و محوری: توضیحی و نمایشی تدریس فرعی: مشارکتی - بحث گروه						
ب) فعالیت‌های مرحله حین تدریس						
زمان: ۵ دقیقه	معلم، فراگیر، محیط، رسانه آماده بودن معلم (مطالعه و داشتن طرح درس) آماده کردن ذهنی فراگیران با طرح سؤال، تبادل ... آماده‌سازی وسایل فعالیت‌های معلم - دانش‌آموز: این فعالیت‌ها به صورت تلفیقی مطرح می‌شود و تفکیک آن به معنای مجزا بودن فعالیت‌های معلم و دانش‌آموز نیست.					

فعالیت‌های دانش‌آموزان	فعالیت‌های معلم
<p>دانش‌آموزان کاملاً به درس گوش می‌دهند. به صحبت‌های معلم گوش می‌دهند. به اهمیتی که درس زمین‌لرزه در زندگی دارد واکنش نشان می‌دهند. – نشان‌دادن عکس‌العمل مناسب هنگام دیدن ویدئوی نمایشی – مطرح کردن نظرات خود بعد از دیدن تصاویر – پاسخ‌دادن به سؤالات مطرح شده با مشارکت و همراهی کردن گروه – مطرح کردن سؤالاتی که در ذهنشان جرقه زده است. پاسخ‌دهی با رعایت نوبت و احترام و خوب صحبت کردن و مرتبط با موضوع بیان کردن نظرات دیده می‌شود. گسترش دانش و اطلاعات در زندگی بصورت واقع‌بینانه و بیان مصادیق و بحث و گفت‌وگو در دانش‌آموزان صورت می‌گیرد.</p>	<p>وارد شدن به کلاس با روی گشاده سلام و احوال‌پرسی و ارائه فیلم آموزشی و شرح و توضیح درس و ذکر نکات مهم درس زمین‌لرزه دانش‌آموزان هر کدام به بیان نظر خویش در این باره می‌پردازند.</p>
<p>– همفکری و مشورت با اعضای گروه – یافتن پاسخ‌های مناسب و صحیح</p>	<p>از دانش‌آموزان خواسته می‌شود در یک فعالیت گروهی به صورت دسته‌جمعی سؤالات موردنظر را پاسخ دهند.</p>
<p>دانش‌آموزان با اشتیاق مراحل تدریس را دنبال می‌کنند. – پاسخ‌دهی به سؤالات با رعایت نوبت و احترام به حقوق دیگران</p>	<p>نکات کلیدی و ضروری توسط معلم مرتب تکرار و بیان می‌شود. معلم تدریس درس امواج زمین‌لرزه را به کمک برد هوشمند و محتواسازی تکمیل می‌کند.</p>
<p>دانش‌آموز به دقت هنگام تدریس همکاری می‌کند. – حل تمرین – خلاصه کردن درس توسط دانش‌آموزان</p>	<p>معلم با به‌بای دانش‌آموزان در سؤال و جواب شرکت می‌کند و گاهی اوقات برای جلب توجه کل دانش‌آموزان سؤالات خاصی را مطرح می‌کند که نیاز به فکر بیشتری دارد.</p>
<p>دانش‌آموزان از تدریس حاضر راضی می‌شوند و به دقت گوش می‌دهند. – درک مطالب گفته شده</p>	<p>ارائه پرسش‌های تحلیلی به هر گروه براساس میزان مشارکت و ارزیابی بهتر امتیاز داده می‌شود.</p>
مدت زمان ۴۵ دقیقه	
<p>– تهیه نقشه مفهومی – هر کدام از گروه‌های مختلف می‌توانند ردوس مطالب را مرور کرده و خلاصه‌ای از آن را در کلاس برای معلم و بقیه دانش‌آموزان بیان می‌کنند و در این میان سؤالاتی نیز از دانش‌آموزان پرسیده می‌شود. – بعد از بررسی فعالیت‌های انجام شده توسط دانش‌آموزان از آنها خواسته می‌شود سؤالات کار در کلاس هم به صورت گروهی انجام دهند. دانش‌آموزان ترغیب شوند مانور زمین‌لرزه جهت محافظت از خود و کاهش آسیب‌دیدگی هنگام وقوع زمین‌لرزه را انجام دهند.</p>	

ج) فعالیت های تکمیلی	
ارزشیابی	<p>الف) تکوینی (در جریان تدریس)</p> <p>ارزشیابی یابانی به صورت شفاهی و طرح مسئله در بای تابلو یا انجام کار فردی یا گروهی عملی</p> <p>۱- بتواند رئوس مطالب درس را شرح دهند. (انواع امواج زمین لرزه، مقیاس های اندازه گیری زمین لرزه، پیش بینی زمین لرزه و ایمنی در برابر زمین لرزه)</p> <p>۲- مفهوم و مضمون اصلی درس چیست؟</p> <p>۳- پاسخ درست به فعالیت ها</p> <p>۴- انجام فعالیت پژوهش و سایر پژوهش های پیشنهادی از جانب معلم.</p> <p>۵- ارزشیابی از این درس متناسب با هدف ها و انتظارات یادگیری برای مجموعه ای از فعالیت های داخل و خارج از کلاس دانش آموزان از طریق ابزارهای زیر انجام می شود:</p> <p>- فهرست مشاهدات معلم از انجام فعالیت های فردی و گروهی</p> <p>- پاسخ های شفاهی دانش آموزان</p> <p>پس از نظارت بر کار دانش آموزان از گروه ها خواسته می شود که با مشورت هم گروهی های خود پاسخ به سؤالات در خلال تدریس درس زمین لرزه، توجه به فعالیت های انجام شده را با راهنمایی سرگروه انجام دهند.</p> <p>- انجام چه کارهایی باعث یادگیری بهتر درس زمین لرزه می شود.</p> <p>- سؤال درباره هدف های رفتاری و عملی درس زمین لرزه از کتاب</p> <p>ب) ارزشیابی تراکمی</p> <p>- سؤالات به صورت جزوه قبلاً در اختیار دانش آموزان قرار گرفته و از آنها خواسته می شود به صورت گروهی آنها را حل کنند.</p> <p>- با طرح سؤال به صورت فردی از دانش آموزان مروری بر درس ارائه شده می کنیم.</p> <p>- از دانش آموزان پاسخ فعالیت های موجود در متن را می پرسیم.</p> <p>- هر گروه با توجه به گروه بندی جلسه قبلی کنار هم قرار می گیرند و سؤالات را پاسخ می دهند.</p> <p>با استفاده از کارت های آموزشی از دانش آموزان خواسته می شود که سؤالات مربوط به درس زمین لرزه را جواب دهند. از دانش آموزان خواسته می شود آنچه را که از درس زمین لرزه را به صورت فهرست وار بنویسند و به کلاس گزارش دهند. از دانش آموزان خواسته می شود آزمونی را به صورت گروهی انجام دهند و در کلاس درس بعد از فکر کردن هر گروه پاسخ های خود را ارائه دهند (به عنوان آزمون عملکردی)</p>
جمع بندی و ساخت دانش جدید	<p>در پایان کلاس برای رساندن فراگیران به نتیجه مناسب و ایجاد ارتباط بین مباحث درس زمین لرزه و مطالب قبلی و رابطه درس زمین لرزه با مباحث بعدی، به جمع بندی مطالب (به صورت خلاصه) پرداخته می شود. در این بخش مطالب درس زمین لرزه را به صورت پرده نگار (پاورپوینت) یا تولید محتوای الکترونیکی نمایش داده می شود. پس از نظارت بر کار دانش آموزان از گروه ها خواسته می شود که با مشورت هم گروهی های خود، مطالب فراگرفته شده از درس زمین لرزه را تکرار نمایند.</p> <p>همچنین:</p> <p>- توضیح کلی درس</p> <p>- بررسی مفاهیم گفته شده</p> <p>- رفع اشکالات دانش آموزان</p> <p>توضیح حول متن درس و آموخته های جدید و بحث پیرامون کاربرد اهداف درس زمین لرزه در زندگی</p>
تعیین تکالیف و اقدامات بعدی	<p>پاسخ به سؤالات مربوط به درس زمین لرزه برداشت خود را از نتایج حاصله از درس زمین لرزه بیان کنید:</p> <p>در محیط منزل عناوین مطرح شده در درس زمین لرزه به بحث بگذارید.</p> <p>همچنین:</p> <p>- دادن تکالیف تمرینی - تکمیلی - خالق</p> <p>- آوردن تحقیق به صورت فردی و گروهی</p> <p>- پاسخ به سؤالات مطرح شده برای جلسه بعد</p>
معرفی منابع	<p>معرفی سایت رشد</p> <p>معرفی سایت دانش آموزی بسیار معتبر:</p> <p>http://www.enchantedlearning.com</p>
زمان در طول تدریس	
زمان : ۳ دقیقه	
زمان : ۳ دقیقه	
زمان : ۳ دقیقه	

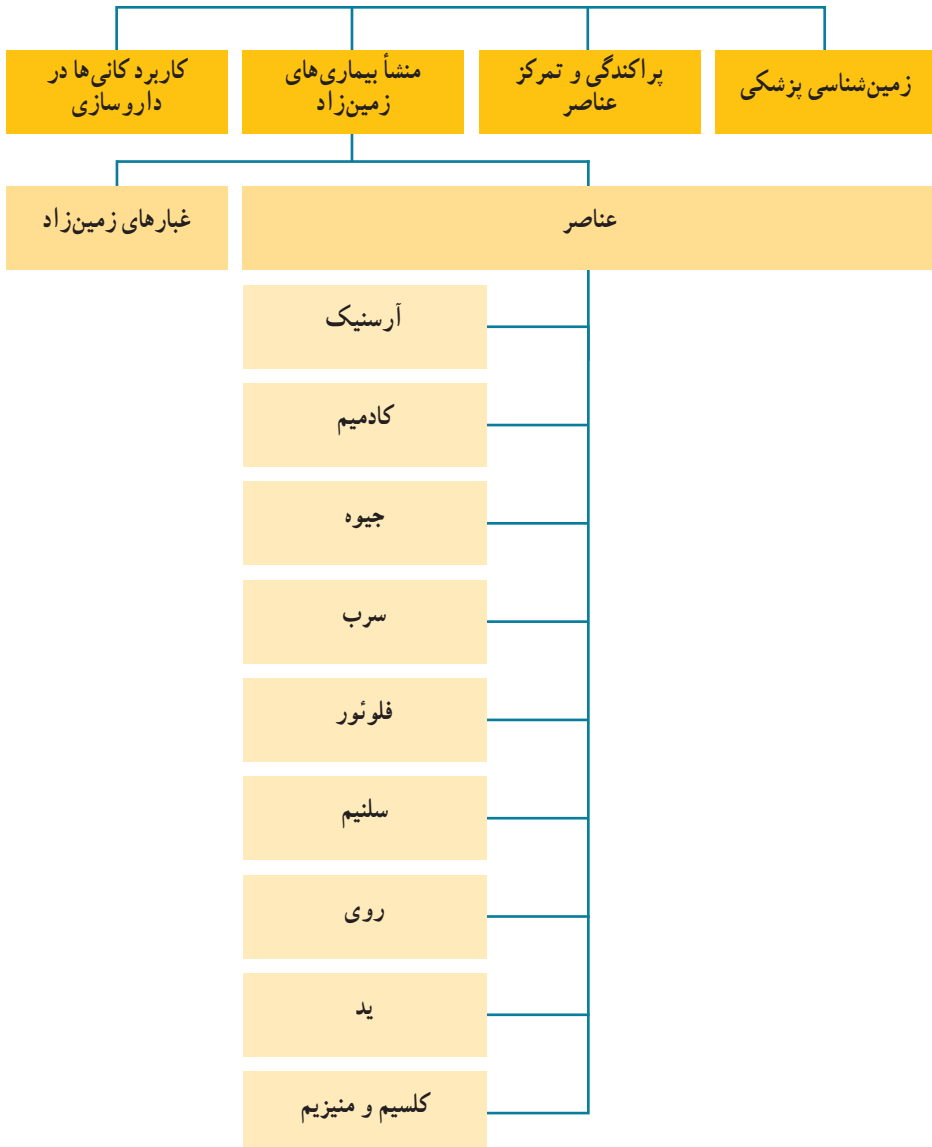


فصل پنجم

زمین شناسی و سلامت



فصل پنجم



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 زیست‌محیطی و عناصر، با برخی از بیماری‌های زمین‌زاد و منشأ آنها آشنا شوند.
- بیماری‌های زمین‌زاد و عوامل مؤثر در ایجاد آنها را بشناسند.
- با ریزگردها و پیامدهای آن آشنا شوند.
- کاربرد کانی‌ها را در داروسازی بدانند.

پیامدها و انتظارات عملکردی

دانش آموزان با درک مفاهیم این فصل می‌توانند:

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

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، نرم افزارهای تعاملی و انیمیشن‌های مربوط به بیماری‌های زمین‌زاد، بازدید از مراکز تولید دارو

بودجه‌بندی: سه جلسه

پیش‌دانسته‌ها:

- کتاب علوم تجربی پایه هشتم، فصل ۱۱، ۱۲ و ۱۳

دانشتنی های معلم

ما در دوره‌ای زندگی می‌کنیم که بسیاری از رازهای طبیعت کشف و بسیاری از منابع طبیعی توسط انسان دچار تغییر و تحول شده‌اند. اگرچه، در همین دوره با توجه به دستاوردهای علوم مختلف، تلاش‌های قابل توجهی در راستای حفاظت محیط‌زیست و سلامت انسان در برابر فعالیت‌های مخرب طبیعی و انسان‌زاد شده است. زمین‌شناسی یکی از رشته‌های علوم پایه طبیعی است که نقش مهمی در حل مشکلات مربوط به کشاورزی، بهره‌برداری از منابع معدنی زمین، حفاظت محیط‌زیست، خاک، آب، انرژی و دیگر منابع، حفاظت در برابر بلایای طبیعی (مانند زمین‌لرزه، سیل، فوران‌های آتشفشانی، زمین لغزش و...) و همچنین حفظ سلامت انسان و حیوانات دارد. امروزه در مورد ارتباط نزدیک بین طبیعت زنده و غیرزنده هیچ ابهامی وجود ندارد. به همین دلیل یکی از اهداف اصلی زمین‌شناسی جدید یا زمین‌شناسی پزشکی، مطالعه قواعد کلی تأثیر محیط‌های زمین‌شناختی بر روی سلامت انسان و به طور دقیق‌تر تشخیص عوامل زمین‌شناختی مهمی است که می‌توانند حامل بیماری‌های خاص بوده و با اثرهای مثبتی روی سلامت انسان داشته باشند (Komatina, ۲۰۰۴). از طرف دیگر انسان در محیط‌های روستایی و شهرها از مسیرهای طبیعی و انسان‌زاد و یا تلفیقی از آنها در معرض خطرات سلامتی قرار دارد و گاهی این مسیرهای طبیعی و انسان‌زاد به گونه‌ای با هم تلفیق شده‌اند که تشخیص و تفکیک این مسیرها از هم امکان‌پذیر نمی‌باشد. بنابراین زمین‌شناسی پزشکی را نمی‌توان تنها به عوامل طبیعی نسبت داد بلکه عوامل انسان‌زاد مانند فعالیت‌های معدنی، صنعتی، کشاورزی و شهری نیز در این امر دخیل هستند. بنابراین به منظور مطالعه جامع زمین‌شناسی پزشکی در هر منطقه علاوه بر بررسی چرخه بیوژئوشیمیایی می‌بایستی عوامل و پدیده‌های انسان ساخت نیز به طور کامل بررسی شوند.

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. به صورتی 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، برلییم، جیوه، سرب، رادون و 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.

شاخه زمین‌شناسی پزشکی^۱

علم زمین‌شناسی پزشکی با ارتباط بین عوامل زمین‌شناختی طبیعی و سلامت انسان و حیوان و درک عوامل محیطی بر روی توزیع جغرافیایی بیماری‌ها سروکار دارد. به بیانی دیگر، زمین‌شناسی پزشکی اثر مواد زمین‌شناختی (مانند سنگ، کانی، آب و...) و فرایندهای زمین‌شناختی (مانند فوران‌های آتشفشانی، زمین‌لرزه، غبار و...) را بر روی سلامت انسان و حیوانات بررسی می‌کند و به شکلی مکمل پزشکی محیط‌زیست در نظر گرفته می‌شود (Selinus, ۲۰۰۴). هدف از زمین‌شناسی پزشکی همان‌گونه که سلینوس (۲۰۰۴) اعلام کرده است استفاده از علوم زمین برای حفاظت از بهداشت عمومی است. این علم می‌کوشد با تحقیق و بررسی در ارتباط با نقش عناصر زمین در سلامتی، زمینه‌ساز ارتقای سلامتی جوامع انسانی باشد.

زمین‌شناسی پزشکی علم رفتار متقابل بین عوامل زمین‌شناختی و مسائل بهداشتی در انسان‌ها، حیوانات و گیاهان است (فینکلمن و همکاران ۲۰۰۱، سلینوس ۲۰۰۲). این علم بسیار گسترده و پیچیده است و برای شناسایی، کاهش و حل چنین مشکلاتی، نیازمند کمک‌های بین رشته‌ای از رشته‌های علمی مختلف مانند محیط‌زیست، شیمی، زیست‌شناسی، پزشکی، دامپزشکی، جغرافیا، آمار و ریاضیات، زیست‌شناسی، شیمی، کشاورزی، آب و هواشناسی، کانی‌شناسی، ایمنولوژی، اپیدمیولوژی، پاتولوژی، دامپزشکی و پزشکی دارد. بنابراین به دلیل نقش عوامل زمین‌شناختی بر روی سلامت انسان و حیوانات و عدم اطلاع عموم مردم از اهمیت ارتباط زمین‌شناسی با بیماری‌ها، در سال ۱۹۹۶ اتحادیه علوم زمین‌شناسی (IUGS) کمیسیونی تحت عنوان COGEOENVIRONMENT (کمیسیون علوم زمین برای برنامه‌ریزی زیست‌محیطی) تأسیس کرد و در آن یک کارگروه بین‌المللی در زمینه زمین‌شناسی پزشکی با هدف اولیه افزایش آگاهی پژوهشگران مختلف به ویژه پزشکان و عموم مردم ایجاد شد.

با توجه به اینکه ایران بخشی از کمربند بیماری‌هایی چون کم‌خونی، دیابت، سرطان و... را تشکیل می‌دهد و آمارهای مستند در مورد ابتلا به بیماری‌هایی 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^۱

این شاخه از علوم زمین می‌کوشد تا با استفاده از اصول زمین‌شناسی به مطالعه شیوه‌های انتقال و رفع نقش بسیار مهمی در ایمنی انسان «زمین‌شناسی نواحی شهری» آلاینده‌ها از محیط‌زیست بپردازد و به همراه 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 خاک‌های دارای کاربری‌های مختلف کشاورزی، مسکونی، صنعتی، معدنی با بررسی‌های ژئوشیمی زیست‌محیطی شهری
- ۹ شناسایی سوبه‌های میکروارگانیزم‌های مختلف با توجه به محیط طبیعی رشد و تکثیر و تطبیق جهت تعیین شرایط زمین‌شناسی آماده برای رشد و با حذف از محیط

۱۰ شناسایی رادیوژن‌های محیطی مؤثر در افزایش آلاینده‌های محیطی در چرخه حیاتی و شناسایی نقاط پرخطر

منابع آلاینده محیط‌زیست

آلاینده‌های محیط‌زیست به طور کلی به دو گروه تقسیم می‌شوند :

۱ آلاینده‌های زمین زاد : شامل گازها، مواد حاصل از آتشفشان‌ها، گاز رادون موجود در هوا و آب برخی مناطق زمین، سختی آب، فراوانی عناصر یا کمبود آنها در آب شرب، آب‌های زیرزمینی خاک و مخاطرات ناشی از بی‌هنجاری عناصر در محیط‌زیست ریزگردها و آثار مخاطره‌آمیز زلزله که به صورت بارز با ایجاد تغییراتی در ساختار زمین، مظهر چشمه‌ها و همچنین ایجاد سونامی تأثیر بسیار زیاد و مخرب در زندگی انسان دارد.

حوادثی مانند زمین‌لرزه و آتشفشان به‌طور معمول در مناطق معینی از جهان بیشتر و بارزتر رخ می‌دهند. لکن سایر آلاینده‌های محیط‌زیست به ویژه حضور بی‌هنجاری عناصر مختلف در محیط زندگی انسان در تمام نقاط جهان ممکن است حادثه‌آفرین باشند که در مواردی عوارض ناشی از آنها سرعتی آرام ولی اثرگذاری بسیار ناخوشایندی در درازمدت در آن مکان‌ها دارد. به عنوان مثال می‌توان بحران‌های بهداشتی ناشی از معضل زیادی آرسنیک در آب‌های زیرزمینی بنگلادش، بنگال غربی و بخشی از کشور هندوستان و مناطق دیگر جهان را نام برد.

به طور کلی مقدار تمرکز هر عنصر در بدن، در دامنه معینی سلامت انسان را ثابت نگاه می‌دارد و کمبود یا بیش بود آن ممکن است سبب عوارض گوناگون از نظر برهم کنش روی سایر عناصرها منجر به ایجاد بیماری‌هایی شود که در نهایت هم موجب مرگ گردد.

۲ آلاینده‌های انسان زاد : که نتیجه پیشرفت‌های صنعتی و فعالیت‌های بشر و اثرهای زیست‌محیطی مرتبط با آنهاست، نمونه‌هایی از آنها عبارت‌اند از :

الف) اکتشاف، استخراج و فراوری مواد معدنی؛

ب) کانه‌آرایی، ذوب و تولید کنساتره‌های معدنی؛

ج) تولید انرژی، سوخت‌های فسیلی سوخت هسته‌ای منابع زمین گرمایی و انرژی برق آبی؛

د) فعالیت‌های صنعتی مانند صنایع متالورژی شیمیایی سیمان و آجر، سرامیک، شیشه‌سازی، صنایع پلاستیک

...و

هـ) دورریزی پسماندها، پساب‌های کارخانه‌ها، زباله‌های شهری، خاکستر حاصل از سوختن مواد فضالاب‌های شهری و پسماندهای هسته‌ای؛

و کشاورزی، کودهای شیمیایی کودهای آلی و فضولات حیوانی، حشره کش ها، آفت کش ها و جنگل زدایی؛
 (ز) حمل و نقل و استفاده از وسایل موتوری به ویژه در محیط های شهری؛
 (ح) شبکه های وسیع آبرسانی، گازرسانی و برق رسانی.

به عنوان مثال یکی از روش های مرسوم در کانه آرای روش کانه آرای به کمک باکتری هایی نظیر تیوباسیلوس فرواکسیدان^۱ لپتوباسیلوس ها^۲ و غیره است که به روش بیولیچینگ^۳ (زیست آبشویی) معروف است در این روش با کشت باکتری های مناسب برای جداسازی فلزات از پساب ها کانسنگ ها یا باطله های معدنی اقدام می کنند. آماده سازی محیط برای رشد این موجودات زنده ممکن است سبب رشد میکروب ها و عوامل بیماری زای ناخواسته دیگری در محیط و مناطق اطراف شود و باعث عوارض یا بیماری هایی گردد که قبلاً در منطقه وجود نداشته است (یعقوب پور، ۲۰۰۷)

چرخه بیورژنوشیمیایی

جهان ماده از عناصر تشکیل شده است و موجودات زنده نیز از عناصر با غلظت و ترکیب های شیمیایی عنصری مختلف تشکیل شده اند. زمین شناسی ممکن است در ظاهر ارتباطی با سلامت موجودات زنده نداشته باشد، با این حال سنگ ها و کانی ها واحدهای ساختاری اصلی زمین هستند که اغلب عناصر به صورت طبیعی و به شکل گونه های شیمیایی مختلف در آنها حضور دارند. سنگ ها از طریق فرایندهای هوازگی به خاک تبدیل شده و گیاهان و حیوانات در آن رشد کرده و از آن تغذیه می کنند. آب های سطحی و زیرزمینی از میان این خاک ها و سنگ ها عبور کرده و عناصر را در خود حل کرده و یا رسوب می دهد. بیشتر غبارها و گازهای جوی نیز منشأ زمین شناختی دارند و طبق نظریات مختلف جو از گاززدایی درون زمین شکل گرفته است (Chester, ۲۰۰۴). بنابراین از طریق زنجیره غذایی و از مسیرهای مختلف مانند غذا، آب و هوا به صورت مستقیم یا غیرمستقیم سلامت انسان در ارتباط با زمین شناسی است (Selinus, ۲۰۰۴).

چرخه بیورژنوشیمیایی مجموعه فرایندهای زیستی و غیرزیستی است که طی آن عناصر از سنگ جدا و به خاک، آب و رسوبات منتقل می شوند و سپس همراه با چرخه غذایی به بدن گیاهان و حیوانات وارد می شوند. همان گونه که عناصر جذب بدن گیاهان و حیوانات می شوند طی ادامه فرایند مجدداً به خاک، رسوبات و آب برمی گردند و با گذشت زمان طولانی در فعالیت های زمین شناختی دوباره به سنگ تبدیل می شوند. مجموع این فرایندها چرخه بیورژنوشیمیایی عناصر را تشکیل می دهد. گیاهان همواره نقش مهمی در چرخه زیست زمین شیمیایی دارند. نقش آنها در تشکیل خاک بسیار با اهمیت است. اسیدی که از ریشه گیاهان برای جدا کردن عناصر از کانی های داخل خاک برای جذب در گیاه تولید می شود سبب شکسته شدن ترکیب کانی های

۱- thiobacillus ferro-oxidan

۲- leptobacillus

۳- bioleaching

بسیاری از عناصر، از زمین به بدن موجودات منتقل و وارد بافت‌های مختلف بدن می‌شوند. این عناصر از دیدگاه زمین‌شناسی پزشکی به دو گروه اساسی و غیراساسی تقسیم می‌گردند.

عناصر غیر اساسی: عناصری هستند که نقشی در فعالیت‌های بدن نداشته یا هنوز پیامدهای کمبود آنها در بدن موجودات زنده اثبات نشده است. قسمت اعظم بدن انسان از یازده عنصر تشکیل شده است.

عناصر اساسی: عناصر مورد نیاز برای عملکرد دستگاه‌های بدن که در بافت‌های سالم بدن وجود دارند و نبود یا کمبود یا مقادیر بیشتر از حد آنها، باعث ایجاد بیماری یا عارضه می‌شود، عناصر اساسی نامیده می‌شوند. عناصر اساسی به سه گروه اصلی، فرعی و جزئی اساسی تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱ عناصر اصلی: عناصر هیدروژن، کربن، نیتروژن و اکسیژن که بیش از ۹۶ درصد توده بدن را تشکیل می‌دهند، عناصر اصلی نامیده می‌شوند. از آنجایی که بدن انسان تقریباً ۷۱ درصد آب است، جای تعجب نیست که مقادیر هیدروژن و اکسیژن تا این حد قابل توجه باشد. آب بیش از دو سوم وزن بدن انسان را تشکیل می‌دهد و بدون آب یک انسان تنها در چند روز می‌میرد. تمام عملکردهای سلول و اندام برای عملکرد به آب بستگی دارد. به عنوان روان‌کننده عمل می‌کند و پایه بزاق و مایعاتی را که مفاصل را احاطه کرده‌اند تشکیل می‌دهد. آب دمای بدن را تنظیم می‌کند، زیرا خنک شدن و گرم شدن از طریق تعریق اتفاق می‌افتد. آب با حرکت دادن غذا در مجرای روده به کاهش بیوست کمک می‌کند و در نتیجه مواد زائد را از بین می‌برد. آب همچنین به محتوای بالای اکسیژن در بدن کمک می‌کند.

۲ عناصر فرعی: شامل سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد، فسفر و کلر می‌باشد که ۳/۷۸ درصد از توده بدن را تشکیل می‌دهند.

۳ عناصر جزئی اساسی: بیشتر عناصر جدول تناوبی (۷۳ عنصر) عناصر جزئی هستند. از بین ۷۳ عنصر، ۱۸ عنصر جزئی اساسی یا «احتمالاً اساسی» در نظر گرفته می‌شوند و بدن برای انجام فعالیت‌ها به آنها نیاز دارد. فراوانی ۱۴ عنصر جزئی اساسی و ۴ عنصر احتمالاً اساسی (آرسنیک، برم، قلع و لیتیم) در بدن انسان در جدول زیر آورده شده است. عناصر آرسنیک، برم، قلع و لیتیم به دلیل داشتن نسبت ثابت در بدن، «احتمالاً اساسی» در نظر گرفته شده‌اند. نتایج تحقیقات آینده کمک بیشتری به اثبات یا رد این مطلب خواهد کرد.

جدول عناصر اصلی، فرعی و جزئی اساسی

درصد عناصر فرعی در بدن	درصد عناصر اصلی در بدن	عناصر جزئی اساسی و احتمالاً اساسی مهم بدن برحسب جرم (میکروگرم بر گرم)	
کلسیم ۱/۴	اکسیژن ۶۵	منگنز ۰/۱۷	آرسنیک ۰/۲۶
فسفر ۱	کربن ۱۸	مولیبدن ۰/۰۸	برم ۲/۹
منیزیم ۰/۵	هیدروژن ۱۰	نیکل ۰/۱۴	کیالت ۰/۰۲۱
پتاسیم ۰/۳۴	نیتروژن ۳	سلنیم ۰/۱۱	کروم ۰/۰۹۴
گوگرد ۰/۲۶		سیلیکون ۲۶۰	مس ۱
سدیم ۰/۱۴		قلع ۰/۲۴	فلوئور ۳۷
کلر ۰/۱۴		تنگستن ۰/۰۰۸	آهن ۶۰
		وانادیم ۰/۱۱	ید ۰/۱۹
		روی ۳۳	لیتیم ۰/۰۰۹

مشکلات متعددی با اثبات ضروری بودن عناصر کمیاب همراه است. آزمایش‌ها بر پایه این پذیرش عمومی استوار است که اگر یک عنصر کمیاب ضروری به‌طور کامل از رژیم غذایی حیوانات آزمایشی حذف شود، علائم و نشانه‌های کمبود باید رخ دهد، مانند تأخیر در رشد و ریزش مو. هنگامی که یک حالت کمبود ایجاد شد، مکمل عنصر کمیاب باید این علائم را کاهش داده و حالت کمبود را معکوس کند. اولین مشکل اساسی این است که حذف کامل هر ذره از یک عنصر در غذا ممکن نیست. حتی اگر این امکان وجود داشت، تکنیک‌های تحلیلی به دلیل محدودیت‌های تشخیص ناکافی هستند.

مشکل دوم این است که حذف یک عنصر جزئی اساسی از رژیم غذایی ممکن است منجر به تغییر الگوی جذب سایر عناصر جزئی شود که نتایج را مبهم می‌کند. بیشترین نتایج در مورد گیاهان و جوندگان به دست آمده است. اطلاعات دامپزشکی به مطالعه عناصر اساسی در حیوانات اهلی کمک کرده است. با این حال، وقتی صحبت از انسان می‌شود، دانش ما در مورد عناصر جزئی اساسی به دلایل واضح کمتر است.

عناصر سمی

برخی از عناصر در سلامت انسان چندان تأثیری ندارند، اما اگر همین عناصر مقدارشان در بدن موجود زنده خیلی کم یا خیلی زیاد شود، مشکلاتی برای سلامتی او به وجود می‌آید. فلزات سنگین که در اصطلاح آلاینده‌های سمناک نامیده می‌شوند، عناصری هستند که وجود آنها به مقدار خیلی کم نیز برای سلامتی انسان مضر است مانند کادمیوم، جیوه و سرب و

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



آرسنیک: چنانچه می‌دانیم، یکی از مهم‌ترین عناصر سنگین و بسیار سمی که تاکنون باعث پدید آمدن مشکلات بهداشتی فراوانی برای انسان و محیط‌زیست شده، عنصر آرسنیک است. این عنصر شیمیایی در چهار ظرفیت مختلف صفر یا متالوئید (شبه فلز) ظرفیت ۳-، ۳+ و ظرفیت ۵ وجود دارد. آرسنیک طبیعی به صورت سولفید، آرسنید و سولفور آرسنید، اکسید و آرسنات فلزات، 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.

آرسنیک گستردگی وسیعی در پوسته زمین دارد و بیشترین مقدارش در زغال سنگ‌ها دیده می‌شود. این عنصر در اکوسیستم‌های آبی از منابع کشاورزی (علف‌کش‌های آلی) یا از سوخت‌های فسیلی و صنعتی ناشی می‌شود. به طور کلی آرسنیک در خاک بیشتر از سنگ‌ها و در سنگ‌ها بیشتر از آب‌هاست. آرسنیک محلول در آب، به دلیل اینکه به راحتی می‌تواند از طریق زنجیره غذایی وارد بدن موجود زنده شود، مهم‌تر و خطرناک‌تر است و عوارض زیادی ناشی از حضورش در آب‌های زیرزمینی در آرژانتین، تایوان، بنگلادش، بنگال غربی و هند ایجاد کرده است. سازمان بهداشت جهانی حفر چاه‌های عمیق‌تر را برای رسیدن به آب‌های سالم‌تر و فاقد آرسنیک پیشنهاد می‌کند.

جدول مقدار آرسنیک در مواد مختلف

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

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



سازمان بهداشت جهانی (WHO) حداکثر میزان روزانه جذب آرسنیک را $130 \mu\text{g}$ پیشنهاد می‌کند. حد مجاز این عنصر در آب آشامیدنی براساس آخرین استانداردهای ارائه شده، $10 \mu\text{g}$ در لیتر است. آرسنیک سبب بروز ضعف عمومی در عضلات، کاهش اشتها، تهوع، التهاب غشاهای مخاطی چشم، بینی و حنجره و «کراتوسیس» (سخت و شاخی شدن کف دست و پا) می‌شود. تومورهای بدخیم و نظاهرات 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 روماتیسمی، دیابت و اختلالات سلول‌های خونی استفاده می‌شود. افرادی که با حشره‌کش‌های آرسنیک‌سرو کار دارند و یا در معادن زرنیخ با غلظت زیاد غبار، کار می‌کنند ممکن است به سرطان ریه مبتلا گردند.



کادمیم: جزو فلزات سنگین و سمی است و همانند جیوه و سرب هیچ گونه نقش بیولوژیکی مفیدی در بدن انسان ندارد. کادمیم ماده‌ای معدنی به شمار می‌رود و به دنبال باره‌ای از فعالیت‌های صنعتی و استخراج معادنی مانند سرب و روی، وارد

هوا و غذا می‌شود و محیط‌زیست را به شکل گسترده‌ای آلوده می‌کند. به دلیل اینکه کادمیم عنصری گوگرد دوست است، غالباً به شکل ترکیب با گوگرد دیده می‌شود. گرینوکیته^۱ (تصویر مقابل، کل تصویر ۱ میلی‌متر است) کانی اصلی کادمیم می‌باشد ولی تمرکز بالایی از آن در طبیعت دیده نمی‌شود. کادمیم به طور معمول در کانی اسفالریت جانشین روی می‌شود.

کادمیم به دنبال فرسایش خاک، سنگ بستر و نیز از طریق ته نشست 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 ۶۰ 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)^۲ برونشیت، تخریب کلیه، افزایش فشار خون و سخت شدن رگ‌ها می‌شود.



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 آتشفشانی، چشمه‌های معدنی و آبفشان‌ها یافت می‌شود. ترکیبات جیوه از فلز آن

سمی‌تر هستند. 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. مطالعات نشان می‌دهد که باکتری‌های مولد SO_4^{2-} جیوه معدنی را جذب و با فرایند متابولیسم در بدن خود به متیل جیوه تبدیل می‌کنند. امکان دارد که باکتری‌های دارای متیل جیوه توسط جانداران دیگر مصرف شوند یا متیل جیوه از آنها وارد آب شود. سپس جذب پلانکتون‌ها و سایر آبزیان و گوشت ماهی‌ها گردد. افرادی که از غذاهای دریایی آلوده به

۱- Greenockite

۲- itai itai

جیوه استفاده می‌کنند، بیشتر در معرض مسمومیت با جیوه قرار دارند. سلنیم می‌تواند تا حدودی سمی بودن جیوه را برای ماهی‌ها و موجوداتی که از آن تغذیه می‌کنند، کاهش دهد. سازمان خواربار جهانی (FAO) و سازمان بهداشت جهانی حد مجاز قرار گرفتن در معرض جیوه را 0.5 تا $1/5$ ppm تعیین کرده است. جیوه روی سیستم عصبی (مغز، نخاع و به ویژه مخچه) آثار زیان‌باری دارد. بیماری میناماتا (Minamata) روی سیستم عصبی در حال تکامل جنین و کودکان خردسال نیز نقش تخریب‌کننده دارد، نام دیگر این بیماری رقص گربه‌هاست.

در اوایل ۱۹۵۰ ساکنان شهر میناماتا در استان کوماموتو در ژاپن متوجه رفتارهای عجیب و غریبی در حیوانات منطقه شدند. رفتار و حرکات گربه‌ها عصبی شده بود و ناگهان جیغ می‌کشیدند، پرندگان هم از آسمان سقوط می‌کردند و به زمین می‌افتادند. علائم بیماری در ماهی‌ها و صدف‌ها هم مشاهده شد که از اجزای اصلی غذای ماهیگیران آن منطقه بود. مردم محلی در ابتدا این بیماری را بیماری رقص گربه‌ها نامیدند. بعدها علائمی در مردم این منطقه مشاهده شد که نشان می‌داد مردم و به ویژه ماهیگیران نیز به این بیماری مبتلا شده‌اند. نشانه‌های این بیماری عبارت‌اند از مشکل در راه رفتن، سخن گفتن، بینایی، شنوایی، بی‌حسی اعضای بدن، گرفتگی عضلانی و همچنین ازدست دادن هوشیاری و تعادل.

فلوئور: در اوایل قرن نوزدهم برای اولین بار فلوئور در بدن حیوانات کشف شد. کانی اصلی آن فلوئوریت می‌باشد، کانی آپاتیت در رتبه بعدی قرار دارد. اگر چه نقش فلوئور در کنترل پوسیدگی دندان مدت‌هاست 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 به‌خصوص در استخوان‌ها و دندان‌ها، غده تیروئید و پوست نیز وجود دارد.

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

در سال ۱۹۴۲ ارتباط بین فلوئور در آب و میزان پوسیدگی دندان معلوم شده و نشان داد که آبی که حاوی یک قسمت در میلیون، فلوئور باشد سبب می‌شود که پوسیدگی دندان در حدود 5° تا 6° درصد کاهش یابد و اثری از لکه‌های قهوه‌ای نیز مشاهده نشود.

در برخی از کشورهای پیشرفته شروع پوسیدگی دندان در 20 تا 15 سالگی، به علت فلوئور کردن آب آشامیدنی 5° یا استفاده از خمیردندان با فلوئور بالا کاهش یافته است. سازمان بهداشت جهانی مقدار مناسب مصرف آن را $1/5$ میلی گرم در یک لیتر آب اعلام کرده است. برای کاهش میزان فلوئور داخل آب‌های آشامیدنی، از روش‌های ته‌نشینی فلوئور یا مبادله و جذب یونی استفاده می‌شود.



سلنیم: دارای ۶ ایزوتوپ طبیعی هست و مثل آرسنیک خود عنصر و ترکیباتش سمی است. این عنصر در کانی‌های کمیابی مانند کروکسیت^۱ و کلاستالیت^۲ وجود دارد. مقدار سلنیم در خاک بسیار کم است ولی توسط گیاهانی مثل کلم، خردل، گیاهان پیازدار و گیاهان تیره‌گون جذب می‌شود. این ماده

یک آنتی‌اکسیدان و کاتالیزور مشهور برای تولید هورمون و آنزیمی‌های بدن مثل هورمون تیروئید است. با وجود اینکه یک ماده معدنی ضروری است که به مقدار کم برای سلامت انسان مورد نیاز است ولی مقدار زیادش در بدن باعث ایجاد مسمومیت می‌شود.

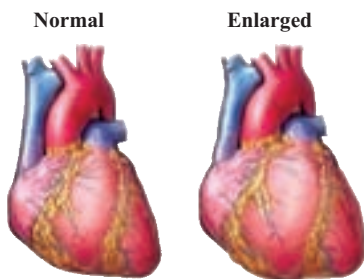
علائم کمبود سلنیم: ضعف دستگاه ایمنی، خستگی، تغییر رنگ ناخن‌ها و ریزش موها، کم‌کاری تیروئید، ناباروری. برخی شواهد نشان می‌دهد مصرف ۲۰ میلی‌گرم سلنیم در هر روز می‌تواند درمان برخی بیماری‌ها مفید باشد. ولی این احتمال وجود دارد که این اندازه مصرف در طولانی مدت به افزایش خطر ابتلا به دیابت منجر شود. تغذیه دام‌ها از گیاهان دارای سلنیم زیاد باعث ایجاد بیماری کورگیچی در این حیوانات می‌گردد.

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. مصرف مناسب سلنیم بدن را در مقابل سرطان سینه، ویروس لوکومی گاوی و هپاتیت B مقاوم می‌کند.

یکی از بیماری‌های ناشی از کمبود سلنیم در انسان به بیماری کیشان معروف است که برای اولین بار در استان کیشان چین شناسایی شد. نشانه‌های این بیماری عبارت‌اند از اختلال در عملکرد قلب، بزرگ شدن قلب و در نهایت مرگ است. اگرچه این بیماری با کمبود سلنیم ارتباط دارد ولی ارتباط دقیق این دو هنوز مشخص نیست.

۱- Crookesite(Cu,Tl, Ag,Se)

۲- Clausthalite(PbSe)



kashin disease



kashin-beck disease

بیماری دیگر ناشی از کمبود سلنیم کاشین - بک نام دارد که به صورت کوتاه بودن دست و پا خود را نشان می‌دهد. غلظت زیاد سلنیم موجب مسمومیت و بیماری نیز می‌شود. نشانه‌های عمده مسمومیت حاد ناشی از آن عبارت‌اند از دردهای شکمی، اشکال در تنفس و حتی مرگ، اما مسمومیت مزمن به آن بیشتر عمومیت دارد. در اثر مسمومیت ناشی از سلنیم، ناخن‌ها تغییر شکل داده و موی سر هم می‌ریزد. مسمومیت با سلنیم در حیوانات با بیماری معروف به آلکالی و عدم تعادل در حیوانات علف‌خوار ظاهر می‌گردد. همچنین باعث اختلال در رشد جنین خوک، گوسفند و گاو می‌شود.



روی : این عنصر دو ظرفیتی فعالیت‌های زیادی را در بدن انجام می‌دهد. فلز روی یکی از عناصر اصلی لازم برای بدن و در حین حال یک ریزمغذی سمی است. سمناکی این فلز در شرایط طبیعی به ندرت اتفاق می‌افتد. منبع اصلی کانه‌های فلز روی

که همواره با کانه‌های سرب و باطله‌های باریت و فلوئوریت همراه است، کانسارهای نوع دره می‌سی‌سی‌بی با سنگ میزبان کربناته است. نمونه‌های مختلف آن در نقاط مختلف جهان در پالئوزوئیک و مزوزوئیک دیده می‌شود.

نقش‌های مهم روی در بدن عبارت‌اند از : افزایش عملکرد سیستم ایمنی، کمک به تقسیم سلولی، حفظ حس بویایی و چشایی و تقویت بهبود زخم. این ماده معدنی از عملکرد سلول‌ها حمایت می‌کند و به عملکرد بیش از ۷۰ آنزیم در بدن کمک می‌کند، 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. مقدار روی مورد نیاز بدن در سنین مختلف از ۵ میلی گرم در نوزادان تا بین ۱۲-۱۵ میلی گرم به ترتیب در زنان و مردان بالای ده سال می باشد. دانه های حبوبات، برنج و گوشت قرمز منابع خوبی برای روی هستند. علی رغم ضروری بودن عنصر روی برای بدن، مصرف مقادیر بیش از ۱۵۰ میلی گرم در روز، موجب کم خونی (Anemia) می شود و مصارف میزان بسیار بالا در حدود ۶۰۰۰ میلی گرم در روز، برای انسان کشنده است.



ید: اولین عنصری است که ضرورت وجود آن برای انسان شناسایی شد و در شورا به های قدیمی، کالیچ و آب های شور چاه های نفت و گاز یافت می شود و به صورت محلول در آب های فسیل و

گلفشان ها وجود دارد. «گواتر» نخستین بیماری بود که با ژئوشیمی محیط زیست مرتبط شد. این عنصر در غده تیروئید متمرکز می شود و از اجزای هورمون تیروکسین است که از این غده ترشح می گردد. محرومیت از ید باعث ایجاد یک سری اختلال های ناشی از کمبود آن می گردد که عادی ترین آنها گواتر است. در این بیماری به دلیل کمبود ید غده تیروئید مجبور می شود به شدت فعالیت کند تا از حداقل ید موجود استفاده کند و در نتیجه بسیار بزرگ می شود.



علاوه بر بیماری گواتر در بزرگسالان، کمبود ید در مرحله رشد جنین و در سال اول تولد نیز می تواند منجر به بیماری کریتینیسم شود که به صورت کوتاهی قد و کم هوشی خود را نشان می دهد. برآوردها حاکی از این است که حدود ۳۰ درصد جمعیت جهان در معرض ریسک ناشی از کمبود ید قرار دارند. ید مورد نیاز انسان ۱۲۰ تا ۱۵۰ ppb در روز است که می توان از طریق محصولات کشاورزی

(میوه ها و سبزی ها) و غذاهای دریایی آن را به دست می آید کانی پرودایت $\text{Hg}_5\text{Ag}_4\text{S}_8(\text{I},\text{Br})_7\text{Cl}_7$ از کانی های حاوی ید می باشد.



سرب: فلزی با ظرفیت های ۲ و ۴ است که از نظر شناسایی قدمت زیادی دارد. کانی های معمول سرب عبارتند از گالن، (PbS)، سروزیت (PbCO₃) و آنگلیت (PbSO₄). فلز سرب دارای چهار ایزوتوپ طبیعی ۲۰۴، ۲۰۶، ۲۰۷ و ۲۰۸

است. در استفاده از سرب و ترکیبات آن به علت سمی بودن باید دقت زیادی به عمل آید.

سرب به طور ساده در محیط زیست به دشمن نامرئی معروف است. غالباً به صورت غبار و ذرات پراکنده در هوا وارد دستگاه تنفسی می‌شود و این امر به ویژه برای کودکان نامناسب است همچنین ترکیبات این عنصر در آب غذا و حتی میوه و دانه‌های گیاهی وجود دارد که با استفاده از آنها سرب وارد بدن می‌شود. یکی از عوارض ناشی از وجود سرب در بدن به ویژه در کودکان پایین آوردن بهره‌های هوشی است. 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. تغییر رنگ بنفش مایل به آبی در امتداد خط لثه که به آن «خط برتون» (Burton's line) یا «خط سرب» (lead line) گفته می‌شود، نشانه بالینی شناخته شده‌ای از مسمومیت با سرب است.

کلسیم و منیزیم: کلسیم فلزی قلیایی خاکی دو ظرفیتی است. از نظر فراوانی، کلسیم سومین فلز و پنجمین عنصر موجود در پوسته زمین است و از عناصر اصلی در ساختمان بدن موجودات زنده گیاهی و حیوانی است. بسیاری از کانی‌ها حاوی عنصر کلسیم هستند لکن کانی‌های فراوان کلسیم‌دار در طبیعت کلسیت^۱ و آراگونیت^۲ (CaCO₃)، ژیپس^۳ (۲H₂O, CaSO₄)، انیدریت^۴ (CaSO₄) و فلوئوریت^۵ است. این عنصر به علت میل ترکیبی شیمیایی زیاد به صورت آزاد در طبیعت وجود ندارد و حالات ترکیبی آن بیشتر به صورت سنگ آهک، سنگ گچ است. کلسیم یکی از عوامل اصلی رشد گیاهان است. استخوان‌های عموم مهره‌داران مخلوطی از کلسیم کربنات، کلسیم فسفات و کلسیم فلوئورید است کلسیم فراوان‌ترین فلز در بدن انسان و ترکیب‌دهنده اصلی استخوان‌هاست.

این عنصر به طور معمول در شیر و لبنیات سبزیجات و دانه‌های گیاهی و برخی گیاهان سبز مانند اسفناج گل کلم، غلات و عدس فراوان است. کلسیم در انجام فعالیت‌های عصبی و عضلانی مؤثر است کمبود کلسیم در بدن انسان موجب پوکی استخوان و شکننده شدن آن می‌شود و در صورت شکسته شدن این استخوان‌ها، ترمیم آن به کندی صورت می‌گیرد. میزان نیاز روزانه انسان به کلسیم در شرایط معمولی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در روز است. این میزان برای زنان بیش از ۴۵ سال ۱۵۰۰ میلی‌گرم در روز برای جلوگیری از پوکی استخوان تعیین شده است.

۱- calcite

۲- aragonite

۳- gypsum

۴- anhydrate

۵- fluorite

توجه به این نکته لازم است که مصرف بیش از حد کلسیم می‌تواند عوارضی را در بدن انسان ایجاد می‌کند. مصرف روزانه بیش از ۲/۵ گرم کلسیم بدون تجویز پزشک می‌تواند باعث تولید سنگ کلیه، اسکروز کلیه‌ها و شریان‌ها شود.

سن	مقدار کلسیم روزانه لازم (میلی‌گرم)
نوزادان تا ۶ ماهگی	۲۱۰
۶ تا ۱۲ ماهگی	۲۷۰
یک تا ۳ سالگی	۵۰۰
۴ تا ۸ سالگی	۸۰۰
۹ تا ۱۸ سالگی	۱۳۰۰
۱۹ تا ۵۰ سالگی	۱۰۰۰

منیزیم از نظر فراوانی در پوسته زمین عنصر هشتم است. کانی اصلی منیزیم، منیزیت و دولومیت $MgCaCO_3$ است. منیزیم نقش مهمی در واکنش‌های صدها آنزیم مختلف در بدن دارد. این عنصر در فعال‌سازی آمینواسیدها، ساختن / تخریب DNA انتقال عصبی و ایمنی بدن نقش مؤثری دارد. عوارض ناشی از کمبود منیزیم در بدن شامل فشار خون بالا، آریتمی قلبی و ظهور عوارض عصبی عضلانی است. منیزیم در ترکیب دانه‌های، حبوبات، غلات خشکبار، سبزیجات، کاکائو، آب‌های سخت وجود دارد.

غبارهای زمین‌زاد: اصطلاح ذرات معلق در هوا، برای ذرات بزرگ‌تر از ۱ نانومتر و کوچک‌تر از ۵۰۰ میکرومتر به کار می‌رود. این ذرات با توجه به اندازه‌شان از چند ثانیه تا چندین ماه در هوا معلق می‌مانند. ذرات دارای قطر کوچک‌تر از ۱۰ میکرومتر قادرند از اولین سد دفاعی بدن یعنی بینی و گلو عبور کرده و در ریه رسوب کنند. به دلیل اهمیت زیاد ذرات معلق در سنجش کیفیت هوا، آنها را در دو دسته ذرات ریز (کوچک‌تر از ۲/۵ میکرومتر $PM_{2.5}$) و ذرات درشت (کوچک‌تر از ۱۰ میکرومتر PM_{10}) در هر متر مکعب هوا اندازه می‌گیرند. حد مجاز مواجهه با ذرات معلق $PM_{2.5}$ و PM_{10} بر طبق رهنمود WHO به ترتیب برابر ۲۵ و ۵۰ میکروگرم بر مترمکعب می‌باشد.

بر اساس مطالعات و تحقیقات دانشمندان، برای هر آلاینده یک حد مجاز و حد استاندارد تعیین می‌شود. در مورد ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون حد مجاز روزانه برابر ۱۵۴ گرم بر مترمکعب و حد استاندارد روزانه آلاینده ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرون برابر ۳۵/۴ گرم بر مترمکعب است. به عبارتی اگر متوسط غلظت این آلاینده‌ها در طول شبانه‌روز (۲۴ ساعت) کمتر از این مقدار باشد به لحاظ آلاینده مورد نظر، هوا در شرایط پاک یا قابل قبول است و اگر بیش از آن بود بسته به میزان غلظت هوا در شرایط ناسالم برای گروه‌های حساس، ناسالم برای تمامی گروه‌ها، بسیار ناسالم یا خطرناک قرار دارد (در فصل سوم کتاب انسان و محیط‌زیست به طور کامل توضیح داده شده است). مطالعات اپیدمیولوژی نشان می‌دهد سالانه بیش از ۵۰۰۰ آمریکایی به دلیل بیماری‌های قلبی عروقی مرتبط با $PM_{2.5}$ می‌میرند. از طرفی در سال ۲۰۱۵، ۵/۱۵ درصد از کل علت‌های مرگ و میر را در چین ذرات معلق ریز شامل شده است.



مسئله آزیست: آزیست از جمله کانی‌های خطرناکی است که اثرات زیست‌محیطی ناگواری به همراه دارد. 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.

به کانی‌هایی که دارای بافت الیافی هستند اصطلاحاً آزیست گفته می‌شود. دربر و همکاران (۱۹۸۱) آزیست‌ها را به دو گروه تقسیم کردند: الف) خانواده سرپانتین‌ها (الیاف لوله‌ای) که کانی مهم این گروه کریزوتیل (پنبه کوهی سفید) (Chrysotile) است. ب) خانواده آمفیبول (الیاف سوزنی) که پنج کانی آتوفیلیت، کروسیدولیت (پنبه کوهی آبی)، اکتینولیت، ترمولیت و آموزیت می‌باشد.

هر دو گروه قطری بین ۱/۵ تا ۱/۵ میکرون و طولی حدود ۵۰ تا بیشتر از ۵۰ میکرون دارند. آزیست‌های خانواده آمفیبول ساختمان مشابه دارند. ۹۵ درصد تولید پنبه کوهی جهان به کریزوتیل اختصاص دارد. مطالعات نشان می‌دهد که زیان کانی‌های لوله‌ای کریزوتیل کمتر از پنبه کوهی سوزنی و آمفیبولی است و کروسیدولیت و آموزیت سرطان‌زایی بیشتری دارند.

الیاف پنبه کوهی توسط استخراج از معدن، اره‌کشی، عملیات تخریب ساختمان‌هایی که در عایق‌بندی آنها از پنبه کوهی استفاده شده و به‌طور کلی تخریب هر فراورده دارای پنبه کوهی به محیط‌زیست وارد می‌شوند. در شهرهای بزرگ یکی از مهم‌ترین راه‌های ورود پنبه کوهی به هوا از طریق کلاچ خودرو است. از دید تولیدکنندگان محصولات دارای پنبه کوهی، صنعت تولید این ماده در مقایسه با محصولات جایگزینی که از پتروشیمی و استخراج فلزات به دست می‌آید، نیاز به انرژی کمتری دارد.

آزیست در طبیعت به صورت 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 به‌طور 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 آزبستی ایجاد می‌شوند، عبارت‌اند از:

- سرطان ریه (آزبستوز)
- سرطان جنب (مزوتلیوما)
- پنوموکنیوز
- سرطان برانکوژنیک

پاسخ فعالیت‌ها

جمع‌آوری
اطلاعات

■ برج چه عنصری را می‌تواند در خود متمرکز کند؟

پاسخ: آرسنیک

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

پاسخ: نخود، لوبیا و سیر دارای سلنیم، اسفناج و عدس دارای آهن است. اسفناج می‌تواند کادمیم و آفتاب‌گردان سرب را در خود متمرکز کند.

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

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

در مورد تأثیر منفی احتمالی سنگ آهک و گرانیت بر سلامت انسان تحقیق کنید و به کلاس گزارش دهید.

پاسخ: به دلیل انحلال‌پذیری سنگ آهک، آب‌هایی که در داخل آنها جمع می‌شوند دارای املاح بالایی هستند و می‌توانند در مصرف‌کننده باعث ایجاد سنگ کلیه شوند. برخی از سنگ‌های گرانیتی دارای مواد رادیواکتیو هستند و می‌توانند با ایجاد سرطان، سلامت ساکنان منطقه را به خطر بیندازند.

■ در مورد دلیل نام‌گذاری رقص گربه‌ها بر روی بیماری میناماتا تحقیق کنید و در کلاس ارائه کنید.

پاسخ: در اوایل ۱۹۵۰ ساکنان شهر میناماتا در استان کوماموتو در ژاپن متوجه رفتارهای عجیب و غریبی در حیوانات منطقه شدند. رفتار و حرکات گربه‌ها عصبی شده بود و ناگهان جیغ می‌کشیدند، پرندگان هم از آسمان سقوط می‌کردند و به زمین می‌افتادند. علائم بیماری در ماهی‌ها و صدف‌ها هم مشاهده شد که از اجزای اصلی غذای ماهیگیران آن منطقه بود. مردم محلی در ابتدا این بیماری را بیماری رقص گربه‌ها نامیدند.

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

پاسخ: 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 جبران‌ناپذیری در محیط‌زیست برجا می‌گذارد برای جداسازی طلا از جیوه حرارت می‌دهیم جیوه تبخیر می‌شود و طلا باقی می‌ماند.

■ خمیر دندان مصرفی شما چه مقدار فلئوئور باید داشته باشد؟

پاسخ: دندان از کلسیم فسفات و مواد آلی تشکیل شده است. ورود مقداری فلئوئور به ساختار بلوری دندان، باعث سخت‌تر شدن آن و مقاومت در برابر پوسیدگی می‌شود. یک خمیر دندان معمولی با خانوادگی حدود ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ (ppm) فلوراید باید داشته باشد. حداقلی برای غلظت فلوراید وجود ندارد، اما حداکثر غلظت فلوراید مجاز برای یک خمیر دندان با توجه به سن و کشور متفاوت است.

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

پاسخ: خیر. با توجه به مقدار فلوراید موجود در آب‌های منطقه و همچنین سن افراد باید از خمیر دندان‌هایی با مقدار فلوراید متفاوت استفاده کرد.

■ در مورد روش‌های مختلف جبران فلئوئور، اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس گفت‌وگو کنید.

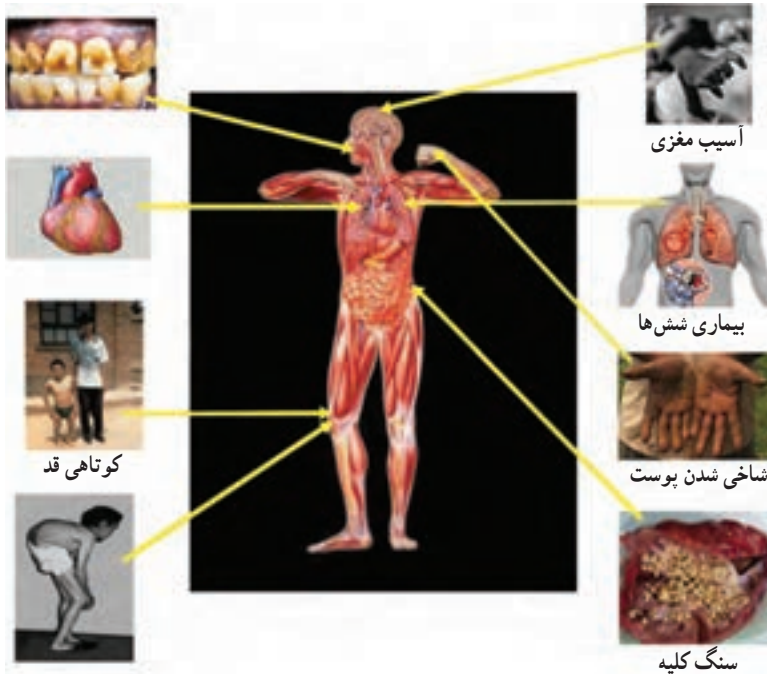
پاسخ: استفاده از فلئوئور در آب آشامیدنی به اندازه کافی و به کارگیری فلئوئور در خمیر دندان.

در مورد استفاده از آژبست (پنبه‌نسوز) در ساخت وسایل مختلفی مانند لنت ترمز ... و اثرات آن، مطالبی جمع‌آوری و در کلاس بحث کنید.

پاسخ: آژبست در طبیعت به صورت الیاف سوزنی یافت می‌شود و حتی می‌تواند به صورت رشته‌های نازک و باریک جدا شود. این رشته‌های باریک دارای قابلیت انعطاف پذیری بوده و در برابر گرما و کشش مقاومت زیادی دارند. استفاده آن در تهیه لنت ترمز ماشین‌ها و لباس آتش‌نشان‌ها (پوشش ضدآتش) و عایق کاری است. اگر رشته‌های آژبست از هم جدا شوند، ممکن است در هوا شناور بمانند و همراه هوای تنفسی وارد شش‌ها شوند. این الیاف توسط سلول‌های جدار کیسه‌های هوایی گرفته می‌شوند و در همان جا می‌مانند و سلول‌های سالم را به سلول‌های سرطانی تبدیل می‌کنند و در نهایت فرد به سرطان شش و بیماری‌های تنفسی مبتلا می‌شود.

■ آزیست نوعی امفیبول 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.

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



خود را
بیازمایید

پاسخ: به ترتیب از سمت راست بالا

- ۱ آسیب مغزی (افزایش جیوه: بیماری میناماتا)
- ۲ بیماری شش‌ها (سیلیکوسیس استنشاق گرد و غبار دارای ذرات سیلیس)
- ۳ بیماری خشک شدن و شاخی شدن پوست (افزایش آرسنیک / کراتوسیس)
- ۴ سنگ کلیه (افزایش کلسیم و منیزیم)
- ۵ بیماری فلورسیس دندان (افزایش فلوئور)
- ۶ بزرگ شدن قلب (بیماری کِشان: کمبود سلنیم)
- ۷ کوتاهی قد (کمبود روی)
- ۸ بیماری تغییر شکل استخوان‌های مفاصل (افزایش کادمیم: ایتای ایتای)

Asbestos	آزبست	۱
Uranium	اورانیوم	۲
Baryte / Barite	باریت	۳
Respiratory disease	بیماری‌های ریوی	۴
Pinatubo	پیناتوبو	۵
Ash	خاکستر	۶
Radon	رادون	۷
Haze	ریزگرد	۸
Silicosis	سیلیکوسیس	۹
Dust	غبار	۱۰
Herbal plant	گیاهان دارویی	۱۱
Halotherapy	نمک درمانی	۱۲

طرح درس روزانه ... زمین‌شناسی						
مستندات کلی	شماره طرح درس :	موضوع درس : زمین‌شناسی و سلامت	تاریخ اجرا :	مدت اجرا : ۷۵ دقیقه		
	مجری :	کلاس : پایه یازدهم تجربی	تعداد فراگیران : ۲۲	مکان : یازده تجربی		
اهداف (الف) قبل از تدریس						
اهداف براساس تلفیقی از هدف نویسی برنامه درسی ملی و طبقه‌بندی جدید بلوم						
سطح هدف	اهداف و پیامدها					
هدف کلی	آشنایی فراگیران با اهمیت زمین‌شناسی و سلامت، آشنایی با زمین‌شناسی پزشکی و چرخه بیوژئوشیمیایی و تقسیم‌بندی بیوشیمیایی عناصر					
اهداف مرحله‌ای	دانش‌آموز باید : ۱- با زمین‌شناسی پزشکی و اهمیت آن آشنا شود ۲- در ارتباط با چرخه بیوژئوشیمیایی بداند ۳- با تقسیم‌بندی بیوشیمیایی عناصر آشنا شود					
هدف‌های رفتاری آموزشی	اهداف (ب) رعایت توالی محتوای درسی) انتظارات در پایان آموزش	حیطه و سطح در بلوم	عناصر برنامه درسی ملی تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق			
			عرصه ارتباط با	خود	خدا	خلق
	شناختی - درک و فهم	تعقل		*		
		ایمان	*			فراگیران با مطالعه در طبیعت به وجود خداوند به عنوان خالق بی‌همتا و دانا و هدایتگر ایمان داشته باشند.
		علم	*			دانش‌آموزان پس از پایان درس باید بتوانند اهمیت زمین‌شناسی پزشکی را بیان کنند.
		علم	*			فراگیران باید بتوانند ارتباط بین زمین‌شناسی و سلامت انسان‌ها را بیان کنند.
		علم	*			فراگیران باید بتوانند بیان کند چرا با وجود فراوانی عناصر مختلف ما نمی‌توانیم از تمام عناصر به‌صورت نامحدود استفاده کنیم
		علم	*			فراگیران باید بتوانند چرخه بیوژئوشیمیایی را بیان کنند
		علم	*			فراگیران باید بیان کنند طبقه‌بندی بیوشیمیایی عناصر چگونه است
		علم	*			فراگیران باید بیان کند عناصر ذکر شده جزو کدام دسته از عناصر به شمار می‌رود.
علم	*			فراگیران باید وضعیت طبقه‌بندی عناصر را بررسی کنند		

*			*	علم	شناختی - دانش	فراگیران باید سه گروه اصلی عناصر و اهمیت آن در بدن را بگویند.
*			*	علم	شناختی - درک و فهم	فراگیر باید نمودار تأثیر عناصر جزئی اساسی بر سلامت انسان را شرح دهد.
*	*	*	*	اخلاق	مهارت اخلاقی	فراگیران در کارگروهی شرکت می‌کنند و نمودار تأثیر عناصر بر بدن و طبقه‌بندی بیوشیمیایی را بررسی کنند.
			*	عمل	شناختی - درک و فهم	فراگیر در مورد تأثیر منفی احتمالی سنگ‌ها و عناصر آن بر سلامت انسان تحقیق ارائه دهد.
			*	عمل	شناختی - کاربرد	فراگیران با توجه به تأثیر عناصر مختلف بر سلامتی بر مصرف عناصر مختلف در زندگی روزمره نظارت کنند.
زمین‌شناسی پزشکی - تقسیم‌بندی بیوشیمیایی عناصر						
مطالب						
رئوس مطالب						
مواد آموزشی						
فیلم، کلیپ، کتاب، وایت‌برد، مازیک، عکس، پاورپوینت، لپ‌تاپ، برده نمایش						
روش‌های						
پیش‌بینی رفتار و روشی						
فراگیران اهمیت زمین‌شناسی پزشکی را شرح دهند - تقسیم‌بندی بیوشیمیایی عناصر و طبقه‌بندی عناصر و اهمیت آنها در بدن را توضیح دهد						
ایجاد ارتباط اولیه						
زمان: ۱۰ دقیقه	سلام و احوال‌پرسی با دانش‌آموزان و بررسی وضعیت آنها از نظر روحی و جسمی، حضور و غیاب، بررسی حالات فیزیکی و روحی دانش‌آموزان، بررسی فضای کلاس ارتباط فراگیران با هم از طریق تشکیل گروه					
گروه‌بندی و مدل‌سازی						
دانش‌آموزان در گروه‌های سه نفره ایجاد شده قرار می‌گیرند و برای پاسخ به سؤالات مطرح شده همفکری می‌کنند و در جریان تدریس به سؤالات مطرح شده به‌صورت گروهی پاسخ می‌دهند						
زمان: ۳ دقیقه	استفاده از بوستر و انیمیشن در ارتباط با زمین‌شناسی و سلامت و زمین‌شناسی پزشکی					
روش‌های ایجاد و تداوم انگیزه						
زمان: ۵ دقیقه	<ol style="list-style-type: none"> ۱- در مورد اهمیت زمین‌شناسی و سلامت بدانند ۲- در مورد زمین‌شناسی پزشکی و اهمیت آن بدانند ۳- در ارتباط با تقسیم‌بندی بیوشیمیایی عناصر بدانند ۴- چرخه بیوشیمیایی را شرح دهند ۵- نمودار تأثیر عناصر جزئی اساسی را بررسی کنند و طبقه‌بندی عناصر را توضیح دهد 					
ارزشیابی آغازین						
روش‌های تدریس						
تدریس گروهی و مشارکتی - توضیحی نمایشی - پرسش و پاسخ						

ب) فعالیت‌های مرحله حین تدریس

فعالیت‌های معلم – دانش‌آموز : این فعالیت‌ها به صورت تلفیقی مطرح می‌شود و تفکیک آن به معنای مجزا بودن فعالیت‌های معلم و دانش‌آموز است و منطقی به نظر نمی‌رسد و به همین خاطر از خط‌چین استفاده شده است.

فعالیت‌های دانش‌آموزان	فعالیت‌های معلم
دانش‌آموزان به صحبت‌های معلم گوش کرده و برای ورود به بحث آماده می‌شوند. دانش‌آموزان بعد از دیدن کلیپ و تصاویر نظرات خود را بیان کنند بارش فکری دانش‌آموزان و بیان موارد مرتبط به درس که در ذهنشان ایجاد شده است	وارد شدن با روی گشاده و ارائه فیلم و نشان دادن تصاویر بیان نظر و نکات مهم درس
دانش‌آموزان با استفاده از تجربیات و اطلاعات قبلی به سؤالات پاسخ دهد	معلم از دانش‌آموزان می‌خواهد نظرات خود را در ارتباط با اهمیت زمین‌شناسی و سلامت و اهمیت زمین‌شناسی پزشکی بیان کنند
همفکری و همکاری اعضای گروه‌ها و یافتن شیوه و راه مناسب برای یاددهی به اعضای گروه	معلم دانش‌آموزان را به گروه‌های سه نفره تقسیم می‌کند
نماینده هر گروه نظرات گروه را بیان می‌کند	معلم از نماینده هر گروه می‌خواهد نظر گروه را در ارتباط با اهمیت زمین‌شناسی پزشکی در زندگی انسان‌ها بیان کند
دانش‌آموزان به صورت گروهی و با مشارکت یکدیگر به سؤالات معلم پاسخ می‌دهند	معلم با به پای دانش‌آموزان بر کار گروهی نظارت می‌کند و گاهی اوقات برای جلب توجه کل دانش‌آموزان سؤالات خاصی را مطرح می‌کند که نیاز به فکر بیشتری دارد
نماینده‌ای از هر گروه به سؤالات معلم پاسخ می‌دهد	معلم از هر گروه در ارتباط با طبقه‌بندی عناصر و بررسی نمودارهای تأثیر عناصر جزئی اساسی بر سلامت بدن سؤال می‌کند
مدت زمان : ۵۰ دقیقه	

ارائه درس جدید

به دانش‌آموزان این فرصت داده می‌شود موارد خلاقانه را به صورت‌های مختلف از جمله رسم نمودار، نقاشی، تهیه عکس با کلیپ در ارتباط با زمین‌شناسی و سلامت، اهمیت زمین‌شناسی پزشکی و طبقه‌بندی بیوشیمیایی عناصر انجام دهند.

فعالیت‌های خلاقانه دانش‌آموزان

ج) فعالیت‌های تکمیلی

الف) تکوینی (در جریان تدریس)
معلم در جریان تدریس و بحث گروه‌ها سؤالاتی را مطرح می‌کند تا دانش‌آموزان نظر خود را بیان کنند
ب) ارزشیابی تراکمی
در پایان فرایند تدریس و فعالیت گروهی، معلم جهت آگاهی از میزان موفقیت و یادگیری فراگیران از گروه‌ها سؤالاتی را در ارتباط با مباحث درس می‌پرسد. از دانش‌آموزان در ارتباط با فعالیت‌های موجود در درس پرسیده می‌شود

ارزشیابی

در پایان کلاس برای رساندن فراگیران به نتیجه مناسب و ایجاد ارتباط بین مباحث درس با مباحث بعدی، به جمع‌بندی مطالب (به صورت خلاصه) پرداخته می‌شود و رفع اشکال صورت می‌گیرد

جمع‌بندی و ساختن دانش جدید

معلم با توجه به شرایط موجود از دانش‌آموزانی که به اینترنت دسترسی دارند می‌خواهد در ارتباط با اهمیت زمین‌شناسی پزشکی در زندگی، زمین‌شناسی و سلامت و طبقه‌بندی عناصر و تأثیر آنها بر سلامت انسان‌ها آن فیلم یا کلیپ تهیه نماید
از دانش‌آموزان خواسته می‌شود به نحوه استفاده انواع عناصر مختلف در زندگی و تأثیر مصرف عناصر و میزان مصرف و اهمیت عناصر مختلف بر سلامتی توجه داشته باشند

تعیین تکالیف و اقدامات بعدی

معرفی سایت رشد
معرفی سایت‌های علمی دانش‌آموزی

منابع معرفی

زمان: ۱ دقیقه

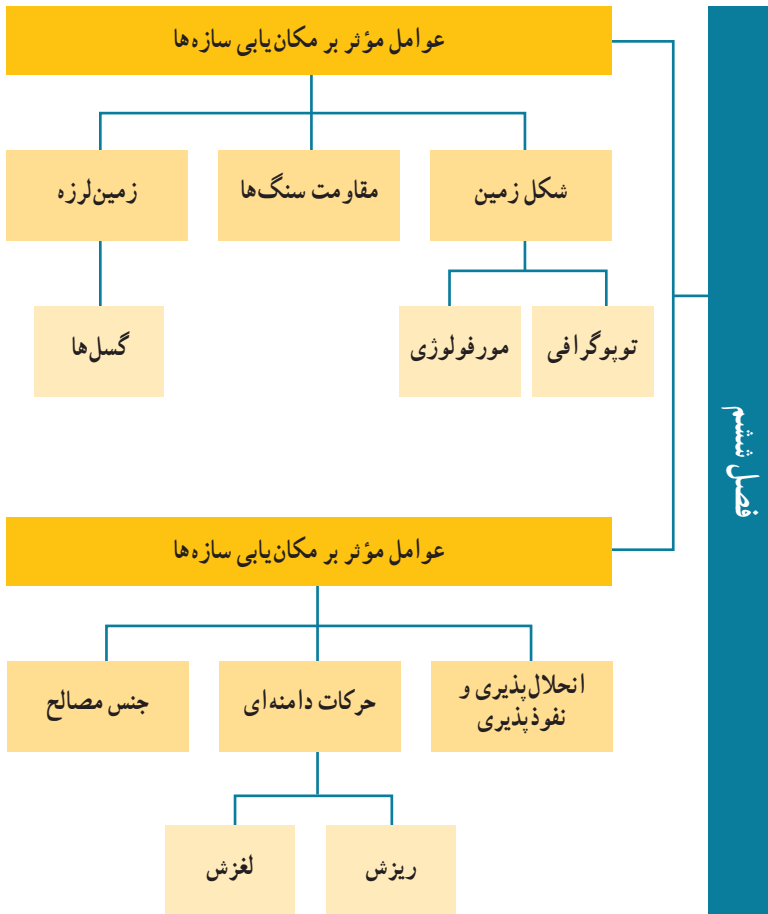
زمان: ۴ دقیقه

زمان: ۲۰ دقیقه

فصل ششم

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 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 در آن محل، مناسب بی‌سنگ 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 مکتبی 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

بودجه‌بندی: چهار جلسه

پیش‌دانسته‌ها:

- کتاب علوم تجربی پایه نهم فصل ۶ (زمین ساخت ورقه‌ای)

دانستنی‌های معلم

از نگاه کلی در زمین‌شناسی بین ساختار و سازه یک تفاوت اساسی وجود دارد.

شکلی طبیعی است که در طبیعت وجود دارد و توسط انسان کشف و یا مشاهده می‌شود	ساختار
شکلی است مصنوعی که دارای طراحی انسانی و مخلوق وی می‌باشد	سازه



یک سازه انسانی



یک ساختار طبیعی

از نظر مهندسی سازه عبارت است از نوعی ساختار مصنوعی که دارای اجزایی با روابط پیچیده (تحمیل و یا انتقال نیرو) بوده و اهداف مد نظر انسان را محقق می‌سازد.

یادی از دانشمندان ایرانی

بهاء‌الدین محمد بن حسین عاملی (شیخ بهایی) (۹۲۵-۱۰۰۰ هجری شمسی)



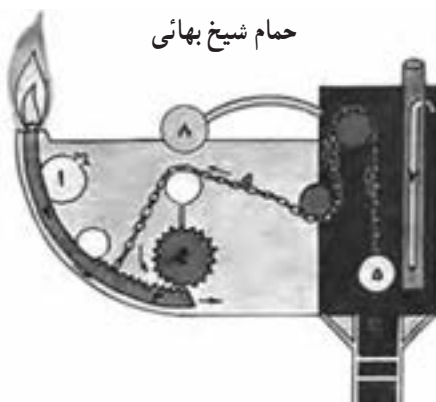
همه‌چیزدان، حکیم، علامه، فقیه، عارف، منجم، ریاضیدان، شاعر، مورخ و مهندس ایرانی تبار که در بعلبک لبنان به دنیا آمد. در حدود ۹۵ کتاب و رساله از وی در سیاست، حدیث، ریاضی، اخلاق، نجوم، عرفان، فقه، مهندسی، هنر و فیزیک برجا مانده است.

وی در معماری نیز تبحر عجیبی داشته و ساخته‌های وی در اصفهان هنوز مورد استفاده قرار دارند. در این میان معمای حمام شیخ بهایی برای مدت‌های طولانی یکی از مهم‌ترین رازهای نامکشوف بناهای تاریخی ایران بوده است. حمامی که فقط با یک شمع مخزن بزرگ آن به‌طور دائمی گرم بوده است. به عبارتی سیستم گرمایی این حمام از شاهکارهای مهندسی با استفاده از قوانین فیزیک و شیمی محسوب می‌شود.



طرح آبگرمکن و شمع خودکار و همیشه روشن
(کاربوراتور)

حمام شیخ بهائی



امروزه مشخص شده است که یک سیستم سفالینه لوله‌کشی زیرزمینی در حد فاصل آبریزگاه مسجد جامع و این حمام وجود داشته که با روش مکش طبیعی، گازهای مانند متان و اکسیدهای گوگردی را به خزینه حمام هدایت می‌کرده و طبق محاسبات دقیقی که شیخ بهایی انجام داده بود و با طراحی خاص خزینه، این فاضلاب تبدیل به گاز متان شده و به عنوان منبع گرما در مشعل خزینه می‌سوخته است. ۴۰۰ سال بعد از شیخ بهایی، دانشمندان ناسا مطالعه روی تولید گاز از فاضلاب را که با عنوان بیوگاز نامیده می‌شود، برای سفرهای فضایی آینده آغاز کردند.

سازه‌های قدیمی ایرانی

سیستم آبی تاریخی شوشتر که به نام سازه‌های آبی تاریخی شوشتر معروف است در واقع تشکیل شده از مجموعه‌ای به هم پیوسته از ۱۳ اثر تاریخی شامل پل‌ها، بندها، آسیاب‌ها، آبشارها، کانال‌های دست‌کند و تونل‌های عظیم هدایت آب که این ۱۳ اثر به‌صورت یک سیستم واحد هیدرولیکی و در ارتباط با یکدیگر کار می‌کنند.



براساس اسناد و نقل قول‌های تاریخی فرمانروای ساسانی در آن زمان دستور داد تا مهندسين ایرانی با نیروی کار سربازان اسیر رومی که پس از شکست والرین امپراتور روم، به اسارت درآمده‌اند، سازه آبیاری عظیمی با یک آبراهه و دو بند بنا سازند تا با مدیریت و کنترل آب، اقدام به بهره‌برداری صحیح و اصولی از منابع آبی کنند و با احداث چنین سازه‌های آبی در شهر انحراف و انتقال آب رودخانه کارون را به صورت کاملاً هوشمندانه مدیریت کنند و از آب آن نهایت استفاده را برده و از آن برای مصارف آشامیدن، آبیاری زمین‌های کشاورزی و صنعت استفاده کنند.

اسناد تاریخی و تحقیقات صورت گرفته این احتمال را که سازه‌های آبی شوشتر در ۹ مرحله ساخته شده‌اند را تقویت می‌کنند.

- مرحله اول: حفر کانال داریون
- مرحله دوم: حفاری کانال انحرافی در رود کارون و شروع ساخت مجموعه آبی شوشتر
- مرحله سوم: حفاری نهر گرگر
- مرحله چهارم: احداث پل بند شادروان
- مرحله پنجم: سنگ فرش کردن بستر رود کارون با استفاده از سنگ‌های تراش خورده و چفت کردن آنها با بست‌های آهنی و ملات
- مرحله ششم: ساخت قلعه سلاسل
- مرحله هفتم: احداث بند میزان
- مرحله هشتم: احداث برج کلاه‌فرنگی
- مرحله نهم: شروع احداث بنای پل بند گرگر و حفر کانال انتقال آب و ایجاد آبشارها و آسیاب‌ها

دانستنی‌های معلم

خاک

خاک‌ها که حاصل هوازدگی سنگ‌ها هستند، مخلوط سمته نشده‌ای از مواد جامد (کانی‌ها) می‌باشد که فضای بین آنها توسط آب یا هوا پر شده است. به این مجموعه باید مواد آلی (مانند ریشه گیاهان) را هم اضافه کنیم. کلیه خصوصیات مهندسی خاک تحت تأثیر این سه فاز می‌باشد.

دانه‌بندی خاک‌ها

به منظور شناخت خصوصیات مختلف خاک‌ها به ناچار باید آنها را طبقه‌بندی کرد. یکی از بهترین روش‌ها استفاده از نتایج آزمایش دانه‌بندی است. منظور از دانه‌بندی، طبقه‌بندی خاک‌ها بر اساس اندازه دانه‌ها و برخی خصوصیات آنها می‌باشد. روش‌های مختلفی برای طبقه‌بندی خاک‌ها وجود دارد که از مهم‌ترین آنها می‌توان به طبقه‌بندی یونیفاید (UNIFIED) و آشتو (AASHTO) اشاره کرد. طبقه‌بندی یونیفاید بیشتر در کارهای مهندسی و طبقه‌بندی آشتو بیشتر در راه‌سازی کاربرد دارد. در تمام طبقه‌بندی‌های مهندسی، خاک را به دو دسته اصلی خاک ریزدانه (یا چسبنده) و درشت دانه (یا غیرچسبنده) تقسیم‌بندی می‌کنند.



روش دانه‌بندی: دانه‌بندی خاک توسط الک کردن صورت می‌گیرد. دستگاه آزمایش از یک سری الک استاندارد تشکیل شده که روی یکدیگر قرار گرفته‌اند. (شکل روبه‌رو)

دانه‌بندی در حقیقت به نحوه توزیع دانه‌های با اندازه مختلف در نمونه خاک گفته می‌شود. برای تعیین دانه‌بندی معمولاً از یک سری الک استاندارد که روی هم قرار گرفته‌اند و به سمت پایین ریزتر می‌شود استفاده می‌شود. در صورتی که درصد وزنی گذشته از هر الک را بر حسب اندازه قطر دانه‌ها رسم کنیم منحنی دانه‌بندی به دست می‌آید.

	شماره الک	قطر ذرات (mm)	وزن خاک روی هر الک	درصد وزنی خاک روی هر الک	درصد وزنی تجمعی	درصد وزنی عبوری
شن	۳ in	۷۵	۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۱۰۰,۰۰
	۲ in	۵۰	۲۲	۷,۴۳	۷,۴۳	۹۲,۵۷
	۱ in	۲۵	۱۸	۶,۰۸	۱۳,۵۱	۸۶,۴۹
	۸/۳ in	۹,۵	۳۰	۱۰,۱۴	۲۳,۶۵	۷۶,۳۵
	۴ #	۴,۷۵	۲۵	۸,۴۵	۳۲,۰۹	۶۷,۹۱
ماسه	۱۰ #	۲	۳۲	۱۰,۸۱	۴۲,۹۱	۵۷,۰۹
	۲۰ #	۰,۸۵	۲۳	۷,۷۷	۵۰,۶۸	۴۹,۳۲
	۴۰ #	۰,۴۲۵	۱۲	۴,۰۵	۵۴,۷۳	۴۵,۲۷
	۶۰ #	۰,۲۵	۴۲	۱۴,۱۹	۶۸,۹۲	۳۱,۰۸
	۱۴۰ #	۰,۱۴	۳۳	۱۱,۱۵	۸۰,۰۷	۱۹,۹۳
	۲۰۰ #	۰,۰۷۵	۱۴	۴,۷۳	۸۴,۸۰	۱۵,۲۰
ریزدانه (سیلت و رس)		>۰,۰۷۵	۴۵	۱۵,۲۰	۱۰۰,۰۰	۰,۰۰
مجموع			۲۹۶	۱۰۰,۰۰		

دریافت فایل دانه بندی از لینک زیر

http://s.picofile.com/file/۷۵۵۱۰۵۲۶۸۲/Gradation_test.xls.html



در ادامه نحوه ترسیم در طبقه‌بندی خاک ۴ نوع اصلی خاک با نام اختصاری لاتین شناخته می‌شوند:
خاک‌های درشت‌دانه:

■ شن G

■ خاک‌های ریزدانه

■ ماسه S

■ رس C

سیلت M قطر ۰/۰۷۵ میلی‌متر (الک شماره ۲۰۰) برای جدا کردن خاک ریزدانه از درشت‌دانه است و قطر ۴/۷۵ میلی‌متر (الک شماره ۴) برای جدا کردن شن از ماسه به کار می‌رود. به عبارتی ذرات ریز دانه (سیلت و رس) ریزتر از ۰/۰۷۵ میلی‌متر هستند، شن ذرات با قطر بزرگ‌تر از ۴/۷۵ میلی‌متر و ماسه ذرات با قطر بین ۰/۰۷۵ تا ۴/۷۵ میلی‌متر قطر است.

برای نام‌گذاری خاک‌ها از این روش استفاده می‌کنیم.

۱ ابتدا درصد خاک در هر رده را تعیین می‌کنند. اگر درصد وزنی ذرات عبور کرده از الک ۰/۰۷۵ میلی‌متر بیشتر از درصد وزنی ذراتی بود که بالاتر از آن الک قرار گرفته‌اند، آن خاک ریز دانه است و اگر خلاف این موضوع باشد خاک درشت دانه خواهد بود.

۲ در صورتی که خاک درشت دانه باشد یا شن است یا ماسه. برای تشخیص این موضوع درصد ذرات با قطر بین ۰/۰۷۵ تا ۴/۷۵ میلی‌متر (یعنی ماسه) را با درصد وزنی ذرات با قطر بزرگ‌تر از ۴/۷۵ میلی‌متر (یعنی شن) با یکدیگر مقایسه می‌کنیم، هر یک بیشتر بود همان نام را به خود می‌گیرد.

۳ در صورتی که خاک درشت‌دانه باشد و میزان درصد ذرات ریزدانه در خاک بیش از ۱۲٪ باشد، حرف C را به نام خاک اضافه می‌کنیم. به مثال زیر توجه کنید:

نام اصلی خاک	درصد وزنی شن	درصد وزنی ماسه	درصد وزنی درشت‌دانه	درصد وزنی ریزدانه
SC	۲۵	۳۰	۵۵	۴۵
C	۲۰	۲۹	۴۹	۵۱
G	۷۰	۲۰	۹۰	۱۰
S	۴۰	۴۵	۹۵	۵

خصوصیات مهندسی خاک‌ها

اطلاع از نوع خاک یک منطقه به ما کمک می‌کند تا خصوصیات آنها را بیشتر بشناسیم. برای بی‌بردن به این موضوع ابتدا به چند خصوصیت مهندسی خاک اشاره می‌کنیم و سپس راجع به مشکلات خاک‌ها و راهکارهای مقابله با آن اشاره خواهیم کرد. رفتار خاک‌های مختلف تحت تأثیر خصوصیات مهندسی آنها می‌باشد.

مقاومت و نفوذپذیری از مهم‌ترین خصوصیات خاک‌ها به‌شمار می‌آیند که تأثیر قابل توجهی در رفتار خاک دارند.

مقاومت تحت تأثیر دو پارامتر اصلی می‌باشد:

۱ زاویه اصطکاک داخلی

۲ چسبندگی

Angle of internal friction (ϕ)

Rock	30°
Sand	30-40°
Gravel	35°
Silt	34°
Clay	20°

اگر بخواهیم زاویه اصطکاک داخلی (Angle of internal Friction)

را خیلی ساده بیان کنیم می‌توانیم به اصطکاک قابل توجهی که بین ذرات درشت دانه وجود دارد، اشاره کنیم. زاویه اصطکاک داخلی را با علامت ϕ نشان می‌دهند. میزان زاویه اصطکاک داخلی متوسط سنگ و خاک‌ها در جدول روبه‌رو آورده شده است.

Rock	10,000 kPa
Silt	75 kPa
Clay	10-20 kPa
Very soft clay	0- 48 kPa
Soft clay	48-96 kPa
Medium clay	96-192 kPa
Stiff clay	192-384 kPa
Very stiff clay	384-766 kPa
Hard clay	>766 kPa

چسبندگی (Cohesion) پارامتری است که در خاک‌های ریزدانه مانند رس‌ها نقش مهمی در مقاومت آنها ایفا می‌کند. چسبندگی خاک‌های رسی پس از مخلوط شدن آنها با آب قابل مشاهده است در صورتی که ماسه‌های ساحلی هیچ‌گاه چنین خصوصیتی را از خود نشان نمی‌دهند. واحد اندازه‌گیری چسبندگی کیلوپاسکال می‌باشد. مقدار چسبندگی در خاک‌های مختلف در روبه‌رو مشاهده می‌شود.

نفوذپذیری (Permeability) به توانایی خاک در عبور آب گفته می‌شود. این پارامتر اولین بار توسط داریسی اندازه‌گیری شد. خاک‌های درشت‌دانه نفوذپذیری بالایی دارند و به راحتی آب را از خود عبور می‌دهند در حالی که رس‌ها به سختی آب را از خود عبور می‌دهند به نحوی که آنها را خاک‌های نفوذناپذیر می‌نامند. میزان نرخ نفوذپذیری خاک‌های مختلف در زیر آورده شده است.

Well-sorted gravel	10^{-2} to 1 cm/sec
Well-sorted sands, glacial outwash	10^{-3} to 10^{-1} cm/sec
Silty sands, fine sands	10^{-5} to 10^{-3} cm/sec
Silt, sandy silts, clayey sands, till	10^{-6} to 10^{-4} cm/sec
Clay	10^{-9} to 10^{-6} cm/sec

خاک‌های مسئله‌دار

براساس آنچه گفته شد و در مقام مقایسه خاک‌های درشت دانه مقاومتی به مراتب بیشتر از خاک‌های ریزدانه دارند و به طور کلی مشکلات مهندسی آنها نیز بسیار کمتر است. به همین دلیل ابتدا به بررسی ساختمان خاک‌های رسی می‌پردازیم و سپس مشکلات این خاک‌ها و راهکارهای برخورد با این مشکلات را بیان می‌کنیم.

الف) خاک‌های رسی: پیش از صحبت راجع به خاک‌های رسی باید تفاوت خاک‌های رسی (دارای کانی‌های رسی) را با خاک‌های با اندازه رس درک کنیم. اغلب خصوصیات مربوط به کانی‌های رسی (مانند جذب آب، خاصیت خمیری، نشست، تورم و...) مربوط به کانی‌های رسی موجود در ترکیب خاک و نه ذرات در اندازه رس است. برای فهم این موضوع به بررسی کانی‌های رسی می‌پردازیم:

سه دسته اصلی کانی‌های رسی عبارت‌اند از:

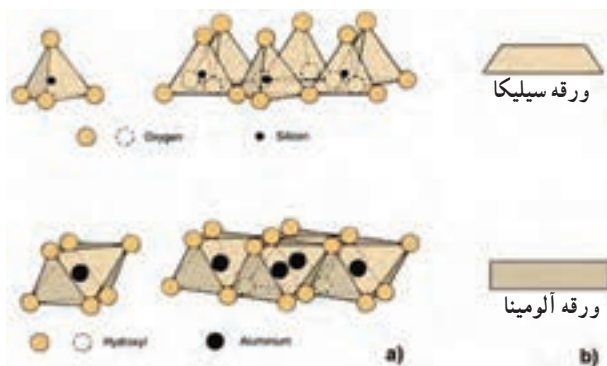
۱ کائولینیت

۲ ایلیت

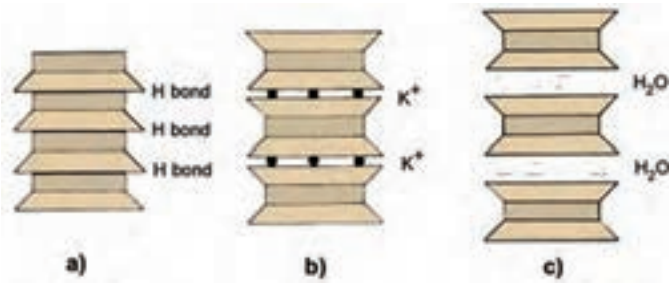
۳ مونت مورونیت

تمام کانی‌های رسی از ورقه‌های سیلیکا و آلومینا تشکیل شده‌اند. این دو نوع ورقه در شکل زیر نشان داده شده است.

ورقه‌های سیلیکا از هرم‌هایی تشکیل شده‌اند که سیلیس در مرکز آن و یون‌های اکسیژن در گوشه‌های آن قرار گرفته‌اند. در حالی که ورقه‌های آلومینا، هشت وجهی‌هایی هستند که آلومینیوم در مرکز آن و یون‌های هیدروکسید در گوشه‌های هشت وجهی قرار گرفته‌اند.



تفاوت سه کانی رسی مذکور تنها در نحوه اتصال این ورقه‌ها است. کائولینیت‌ها از تکرار این ورقه‌ها روی یکدیگر تشکیل می‌شوند (شکل a)، در ایلیت‌ها، یون‌های پتاسیم هر دو ورقه آلومینا-سیلیکا را به یکدیگر وصل می‌کند (شکل b) و در مونت مورونیت مولکول‌های آب این اتصال را برقرار می‌کنند (شکل c).

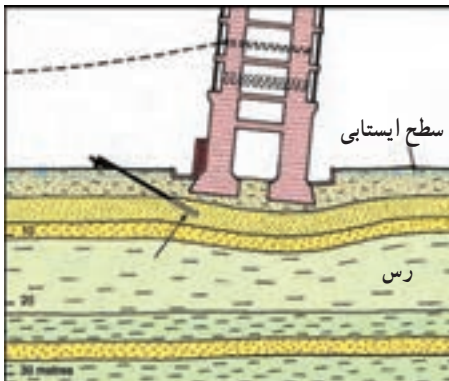


گلدشمیت ثابت کرد که خاصیت پلاستیکی در کانی‌های رسی به علت وجود ذرات پولکی شکلی است که در سطح خود دارای ذرات باردار هستند. بر اساس تئوری او، ذرات آب به صورت الکترولیتی دوقطبی هستند که به ذره باردار کانی رسی نزدیک می‌شوند. مهم‌ترین دلایل جذب آب توسط کانی‌های رسی را این‌طور می‌توان توضیح داد:

- ۱ در لبه و گوشه‌های شکسته شده کای‌های رسی بارهای خنثی نشده‌ای وجود دارد که آب را جذب می‌کند.
- ۲ جانشینی یون‌ها در کانی‌های رسی توازن بار الکتریکی را بر هم زده باعث جذب دوقطبی‌های آب می‌شود.
- ۳ توزیع نامتوازن بار در سطح کانی‌های رسی

در این بین کانی‌های رسی نوع مونت مورینیت توانایی به مراتب بیشتری در جذب آب نسبت به سایر کانی‌های رسی دارند، پس از آن ایلیت و کائولینیت قرار دارند. در نهایت می‌توان به این نتیجه رسید که این خاصیت جذب آب توسط کانی‌های رسی باعث ایجاد خصوصیات خاص آنها می‌شود که این خصوصیات عبارت‌اند از:

- ۱ حالت خمیری: چنانچه می‌دانید با مخلوط کردن رس‌ها با آب، گلی شکل‌پذیر و البته چسبنده ایجاد می‌شود. این موضوع در خاک‌های رسی از نوع مونت مورینیت اثری دو چندان دارد.



- ۲ تورم و نشست: خاک‌های رسی زمانی که در معرض آب قرار می‌گیرند، آب را به خود جذب می‌کنند و متورم (Swelling) می‌شوند و زمانی که آب را از دست می‌دهند منقبض شده و نشست (Consolidation) رخ می‌دهد. هنگامی که یک

سازه بر روی یک خاک رسی قرار می‌گیرد باید به این موضوع دقت شود زیرا تغییرات سطح آب زیر زمینی در طول زمان، نشست یا تورم خاک رسی را به همراه دارد. بارزترین نمونه نشست نامتقارن زیر یک سازه مهم برج پیزا است.

راهکار برای مقابله با مشکل نشست در خاک‌های رسی :

۱ برداشت آنها در صورتی که ضخامت کمی داشته باشند.

۲ استفاده از بی‌عریض و گسترده

۳ استفاده از شمع تا وزن کل سازه به لایه‌ای سنگی یا مقاوم منتقل شود.

ب) خاک‌های خورنده : خاک‌های خورنده (Corrosive Soils) عمدتاً بر روی فلزاتی همچون آهن اثر گذاشته و با خوردگی آنها را از بین می‌برند. این خاک‌ها، خاک‌هایی قلیایی هستند که اسیدپتیه بالایی دارند. علت این موضوع درصد بالای املاح کلرور و سولفات در این خاک‌ها می‌باشد که علت آن وجود گچ در خاک می‌باشد. در صورتی که خطوط فلزی انتقال آب، گاز یا نفت از روی این خاک‌ها عبور کند باید با توجه به شرایط موجود یکی از راهکارهای زیر را استفاده کنیم :

۱ خاک را تعویض کنیم

۲ از عایق برای لوله‌ها استفاده کنیم (مثل قیر)

۳ لوله‌های غیرفلزی به کار بریم

۴ لوله‌ها را بالاتر از سطح زمین قرار دهیم.

ج) خاک‌های انحلال‌پذیر : خاک‌های انحلال‌پذیر (Soluble Soils) خاک‌هایی هستند که در آنها کانی‌های انحلال‌پذیر کربناته (آهک)، سولفات (گچ) یا کلروره (نمک) وجود دارد. انحلال این خاک‌ها باعث شسته شدن خاک می‌شود. در ساخت سدها باید دقت شود که این خاک‌ها در ساختمان سد به کار نرود و درصد آنها در پی سد حداقل ممکن باشد.

د) خاک‌های رمبنده : خاک‌هایی با اندازه ماسه ریز (لس) که به رنگ قهوه‌ای دیده می‌شود. ذرات این خاک‌ها توسط سیمان کربناته به یکدیگر متصل شده‌اند. این خاک‌ها در حالت خشک مقاومت خوبی دارند ولی در بارندگی‌ها و یا بالا آمدن سطح ایستابی به علت انحلال کربنات کاهش حجم یافته و فرو می‌ریزند.

ه) خاک‌های واگرا : خاک‌های واگر (Dispersive Soil) خاک‌های ریزدانه‌ای هستند که درصد بالایی سدیم در ساختمان آنها وجود دارد. این خاک‌ها در تماس با آب به راحتی شسته می‌شوند (این موضوع به علت وجود یون‌های بزرگ سدیم است که باعث پراکنده شدن ذرات خاک می‌شود). آب عبوری روی این خاک‌ها خیلی زود گل‌آلود می‌شود و آبراهه‌هایی را در بخش‌هایی از خاک به وجود می‌آورد. در صورتی که این خاک‌ها در بستر کانال‌ها وجود داشته باشد باید آنها را تعویض کرد.

خصوصیات مهندسی سنگ‌ها

خصوصیات سنگ‌ها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد :

- ۱ خصوصیات فیزیکی مانند دانسیته، تخلخل، جذب آب و ...
- ۲ خصوصیات مکانیکی مثل مقاومت فشاری، مدول الاستیسیته، ضریب پواسون و ...
- ۱ خصوصیات فیزیکی

دانسیته : به وزن واحد حجم سنگ گفته می‌شود. واحد آن گرم بر سانتی متر مکعب یا تن بر متر مکعب بوده و آن را با γ نشان می‌دهند. برای تعیین دانسیته یک نمونه سنگ وزن را به کمک ترازو به دست آورده و حجم آب هم از میزان آب خارج شده از ظرف پر از آب که نمونه سنگ را در آن قرار دادیم به دست می‌آید.

$$Y = \frac{W}{V}$$

دانسیته معمول سنگ‌ها $2/7$ تا 3 گرم بر سانتی متر مکعب است. هر چه درصد آهن سنگ بیشتر باشد، دانسیته آن نیز بیشتر خواهد بود. بنابراین انتظار می‌رود که سنگ‌های اسیدی دانسیته کمتری نسبت به سنگ‌های بازیک داشته باشند.

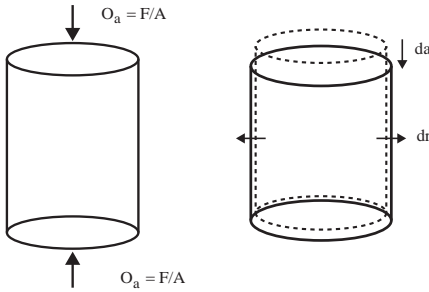
تخلخل : به نسبت حجم فضاهای خالی یک نمونه به حجم کل نمونه تخلخل گفته می‌شود و معمولاً آن را با n نشان می‌دهند.

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100$$

تخلخل در سنگ‌ها بسیار متفاوت است. برای مثال اگر چه سنگ‌های آذرین تخلخل پائینی دارند (معمولاً کمتر از ۱٪) ولی در برخی بازالت‌ها تخلخل بالایی (حدود ۵۰٪) نیز مشاهده می‌شود. در سنگ‌های رسوبی نیز این موضوع صادق است. ماسه سنگ و سنگ آهک تخلخلی متغیر دارند. برای مثال دو نمونه آهک می‌تواند تخلخل ۵٪ تا ۴۰٪ داشته باشند.

درصد جذب آب : به میزان آب جذب شده توسط نمونه سنگ گفته می‌شود. طبیعتاً هر چه تخلخل سنگ بیشتر باشد میزان آب جذب شده توسط آن بیشتر خواهد بود.

۲ خصوصیات مکانیکی



نمونه استوانه‌ای تهیه شده (مطابق استاندارد) را در دستگاه قرار می‌دهیم. با شروع آزمایش نیرو را در راستای محور طولی استوانه وارد می‌کنیم. در حین آزمایش علاوه بر میزان نیروی وارد شده، تغییر شکل طولی و جانبی نمونه سنگی نیز اندازه‌گیری می‌شود. شایان توجه است که نمونه در جهت اعمال بار کاهش طول (ΔL) و در جهت عمود بر اعمال بار افزایش طول خواهیم خواهد داشت (ΔD).

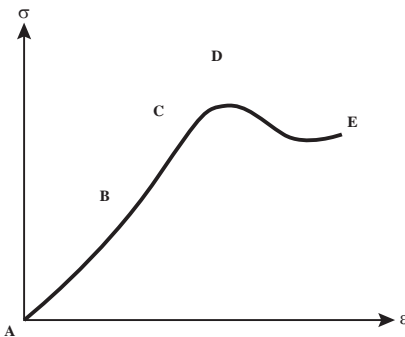
مقدار تنش (نیرو بر واحد سطح) که با علامت σ نشان داده می‌شود، بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع یا پاسکال اندازه‌گیری می‌شود (با تقسیم نیروی وارده بر سطح استوانه مقدار تنش محاسبه می‌شود).

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

میزان تغییر شکل (کرنش) از تقسیم تغییر طول در هر لحظه به طول اولیه به دست می‌آید. کرنش را با علامت ϵ نشان می‌دهیم که اگر این تغییر شکل در راستای محور استوانه باشد آن را کرنش محوری و اگر در راستای قطر باشد آن را کرنش جانبی می‌نامیم.

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta D}{D_0}$$



در نهایت منحنی تنش کرنش تیبیک مطابق شکل روبه‌رو به دست می‌آید. اگر منحنی را به ۴ قسمت تقسیم کنیم:

بخش A-C: به این بخش از منحنی، بخش الاستیک گفته می‌شود و منظور از آن این است که در صورتی که در هر بخش از آن، تنش را از روی سنگ برداریم، سنگ بدون اینکه تغییری حاصل کند دوباره به شکل اول خود باز می‌گردد. به عبارت

دیگر منحنی به نقطه A باز می‌گردد. تفاوت بخش‌های AB و BC در این است که در بخش AB منحنی تقعر رو به بالا دارد (به علت بسته شدن شکاف‌ها و تخلخل‌های موجود در سنگ در اثر فشار اولیه) در صورتی که در محدوده BC نمودار خطی است.

به نقطه C، نقطه تسلیم گفته می‌شود. در این نقطه رفتار سنگ از حالت الاستیک به پلاستیک تغییر می‌کند. محدوده آن نقطه تقریباً ۷۰٪ مقاومت نهایی است. به عبارتی اگر مقاومت سنگ ۱۰۰ مگاپاسکال باشد، در حدود تنش ۷۰ مگاپاسکال رفتار سنگ از حالت الاستیک به پلاستیک تغییر می‌کند. بخش CD که در آن تحذب منحنی رو به بالا است محدوده پلاستیک است. منظور از محدوده پلاستیک این است که در صورتی که در هر نقطه از این بخش فشار را از روی سنگ برداریم، سنگ به نقطه A باز نمی‌گردد و مقداری تغییر شکل در سنگ باقی می‌ماند. به نقطه D نقطه شکست گفته می‌شود و مقدار تنش در این نقطه برابر مقاومت فشاری تک محوری سنگ (UCS) است.

محدوده DE نیز رفتار سنگ بعد از گسیختگی را نشان می‌دهد.

		MPa	Kg/cm ^۲	Ib/in ^۲
A	مقاومت خیلی بالا	۲۲۰	>۲۲۵۰	>۳۲۰۰۰
B	مقاومت بالا	۱۱۰-۲۲۰	۱۱۲۵-۲۲۵۰	۱۶۰۰۰-۳۲۰۰۰
C	مقاومت متوسط	۵۵-۱۱۰	۵۶۲-۱۱۲۵	۸۰۰۰-۱۶۰۰۰
D	پایین	۲۸-۵۵	۲۸۱-۵۶۲	۴۰۰۰-۸۰۰۰
E	مقاومت خیلی پایین	<۲۸	<۲۸۱	<۴۰۰۰

گروه A: دارای مقاومت خیلی بالا هستند سنگ‌هایی مانند کوارتزیت، بازالت‌های متراکم و دیاباز در این گروه قرار می‌گیرند.

گروه B: دارای مقاومت بالایی هستند. اکثر سنگ‌های آذرین در این گروه هستند و سنگ‌های دگرگونی‌های مقاوم، ماسه سنگ‌های خوب سیمانی شده، شیل‌های بسیار سخت و اکثر آهک دولومیت‌ها می‌توانند در این گروه باشند.

گروه C: شیل‌ها، ماسه سنگ‌های متخلخل و سنگ آهک‌ها و شیست‌ها در این رده قرار می‌گیرند. گروه D و E: سنگ‌های خرد شده و هوازده مثل شیل‌های رسی، نمک‌ها و توف‌های متخلخل در این گروه جای می‌گیرند.

چنانچه ملاحظه می‌شود، در بین سنگ‌های مختلف برخی از سنگ‌ها دارای مقاومت کاملاً متغیر می‌باشند که از جمله آنها می‌توان به شیست‌ها و آهک‌ها اشاره کرد.

الف) شیست

شیست (schist) نوعی سنگ دگرگونی است که از دگرگون شدن رس سنگ‌ها ایجاد می‌شود. این سنگ دارای لایه‌بندی مشخصی است.

علت مقاومت متفاوت در شیست‌ها روش آزمایش است. همان‌طور که در شکل روبه‌رو می‌بینید، اگر محور بارگذاری عمود بر لایه‌بندی یا در راستای لایه‌بندی باشد، مقاومت سنگ بیشتر خواهد بود و اگر محور بارگذاری با لایه‌بندی حدود ۴۵ درجه زاویه داشته باشد، کمترین مقاومت حاصل می‌شود. علت این موضوع سطح ضعف یا همان لایه‌بندی است که در برابر فشار تحمل بسیار کمی داشته و به راحتی می‌لغزند. به عبارت دیگر در این حالت، جهت لغزش در راستای لایه‌بندی است.

ب) آهک

علت اصلی تفاوت در مقاومت انواع آهک‌ها تفاوت در میزان تخلخل آنهاست. هر چه میزان تخلخل نمونه بیشتر باشد، مقاومت آن کاهش می‌یابد.

عوامل مؤثر بر مقاومت سنگ

عوامل متعددی بر مقاومت سنگ تأثیرگذارند که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از:

- ۱ ترکیب کانی‌شناسی
- ۲ وزن مخصوص و وزن واحد جرمی
- ۳ تخلخل
- ۴ شکل و اندازه دانه‌ها
- ۵ هوازدگی
- ۶ میزان شکستگی‌های خیلی ریز سنگ

■ به‌طور کلی می‌توان گفت بالاترین مقاومت در بین کانی‌ها متعلق به کوارتز است در حالی که مقاومت تراکمی فلسپارها، پیروکسن، اورتیت، هورنبلاند و سایر کانی‌های فرومنیزین کمتر است. به‌طور کلی مقاومت سنگ‌هایی که دارای کانی‌های سست مثل کلسیت و ژیبس باشد کم است و مقاومت سنگ حاوی کوارتز بالا هست.

■ در سنگ‌های رسوبی که دارای سیمان باشند، تأثیر سیمان بیشتر از تأثیر ویژگی ذرات است. برای مثال دو نوع ماسه سنگ با ترکیب یکسان ولی سیمان رسی و سیلیسی به ترتیب مقاومت فشاری در حدود ۵ تا ۱۲۰ مگاپاسکال دارند.

- هر چه مقاومت بالاتر می‌رود وزن مخصوص هم بیشتر می‌شود.
- با افزایش تخلخل هم مقاومت سنگ و هم مدول الاستیسیته کاهش پیدا می‌کند.

- هر چه سنگ ریزتر باشد، مقاوم‌تر است و سطح تماس ذرات افزایش می‌یابد چون اتصال ذرات بیشتر می‌شود. بنابراین انتظار می‌رود که ریولیت نسبت به گرانیت مقاومت کمتری داشته باشد (هر دو با یک ترکیب ولی ریولیت سنگ بیرونی و ریزدانه و گرانیت سنگ درونی و درشت دانه).
- هر قدر هوازدگی بیشتر باشد، تأثیر منفی بیشتری بر رفتار مهندسی سنگ دارد.
- عوامل بیرونی مؤثر در خواص مهندسی و مقاومتی سنگ شامل رطوبت و حرارت است. عملاً هر قدر میزان رطوبت در سنگ بیشتر باشد باعث کاهش مقاومت می‌شود و تأثیر منفی بر ویژگی‌های مهندسی سنگ دارد.

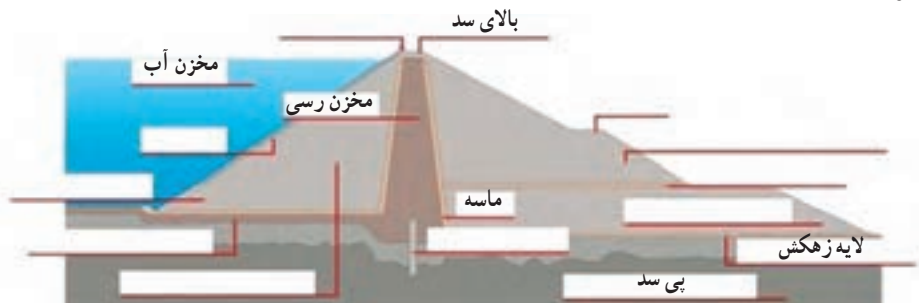
زمین‌شناسی در سدسازی

- سدسازی از جمله طرح‌های مهندسی متمرکز به‌شمار می‌آید که در ارتباط مستقیم با زمین ساخته می‌شوند. مطالعات زمین‌شناسی مهندسی در تمامی مراحل اجرای یک طرح سدسازی مؤثر می‌باشند. ناکامی و گسیختگی بیش از یک سوم از سدها در سطح جهان نتیجه ضعف مطالعات زمین‌شناسی مهندسی محل اجرای آنها بوده است که دلیل روشنی بر اهمیت دیدگاه‌های زمین‌شناسی در اجرای موفق طرح‌های سدسازی می‌باشد. سدها سازه‌های هیدرولیکی هستند که عمود بر مسیر جریان آب احداث می‌شوند. هدف‌های متعددی با احداث یک سد برآورده می‌شوند که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
- تأمین آب آشامیدنی شهرها، آبیاری دشت‌های کشاورزی و تأمین آب واحدهای صنعتی
 - مهار سیلاب‌های فصلی و کاهش خطر تخریبی آنها
 - تولید برق با احداث نیروگاه‌های آبی در محدوده سدها

انواع سد بر اساس نوع مصالح

۱ سدهای خاکی

- الف) سدهای خاکی با بستر رسی: این سدها دارای ۲ بخش اصلی هسته نفوذناپذیر (عموماً از رس) و پوسته (عامل پایداری - عموماً از شن و ماسه) تشکیل شده‌اند. بخش‌های مختلف یک سد خاکی در شکل زیر نشان داده شده است.



ب) سدهای همگن: این سدها چنانچه از نامشان پیداست از ترکیبی همگن از خاک شنی و ماسه‌ای و خاک رسی تشکیل شده‌اند.

ج) سدهای سنگ‌ریزه‌ای: این سدها از سنگ‌ریزه‌ها تشکیل شده‌اند و برای نفوذناپذیری آنها از رویه بتنی، فولادی یا آسفالت یا روش‌های دیگر استفاده می‌شود.

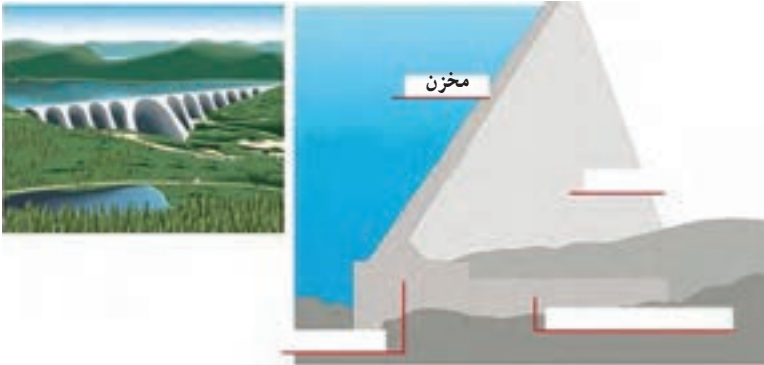
برای احداث سدهای خاکی نیاز ضروری به وجود بی مقاومت نمی‌باشد. در مناطق با عرض دره زیاد و لرزه‌خیزی بالا و بی آبرفتی بهترین گزینه می‌باشند. البته در احداث این سدها می‌بایست مصالح خاکی مورد نیاز در نزدیکی محل احداث سد وجود داشته باشد. این سدها با توجه به سطح مقطع بزرگی که دارند (شیب دامنه ۱ به ۳) فشار کمی به پی وارد می‌کنند، بنابراین به راحتی بر روی پی‌های ضعیف و آبرفتی قرار می‌گیرند. با توجه به تغییر شکل‌پذیری خاک نسبت به بتن، این سدها در برابر زلزله مقاومت می‌کنند و برای مناطق لرزه‌خیز توصیه می‌شوند.

۲ سدهای بتنی

الف) سدهای بتنی وزنی: این سدها دارای سطح مقطع مثلی با نسبت شیب افقی به قائم ۱ به ۱ هستند. در این سدها بیشترین مقدار بتن مصرف می‌شود و پایداری سد با وزن سد تأمین می‌شود.



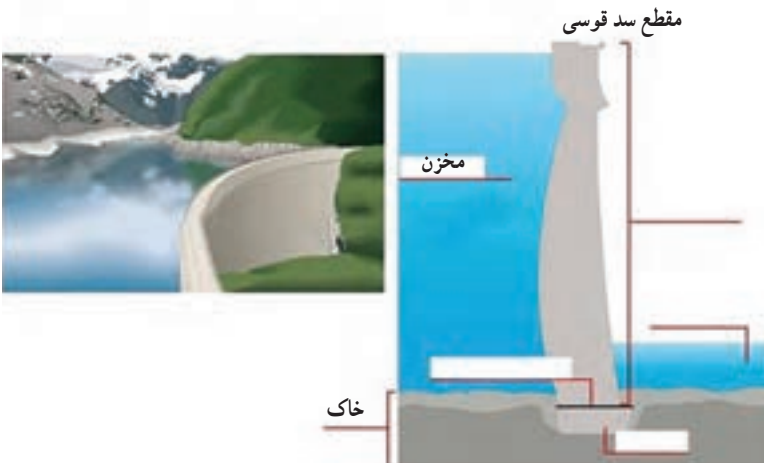
ب) سدهای پشت بنددار
این سدها همانند سدهای وزنی هستند ولی میزان بتن آنها کمتر است.



ج) سدهای قوسی

■ تک قوسی ■ دو قوسی

در محل دره‌های باریک و V شکل بهترین گزینه برای احداث سد، سدهای بتنی است. این سدها برخلاف سدهای خاکی فشار زیادی را به زمین وارد می‌کنند (سطح مقطع کوچک‌تر). سدهای قوسی فشار زیادی به پی و تکیه‌گاه‌های سد وارد می‌کنند، بنابراین در محل احداث این سدها می‌بایست تکیه‌گاه‌ها نیز مقاومت زیادی داشته باشند. همچنین با توجه به سطح مقطع کمتر نسبت به سایر سدهای بتنی پی نیز باید مقاومت بیشتری داشته باشد. به طور کلی مقاومت پی در این سدها باید بیش از ۵ مگاپاسکال باشد در صورتی که در سایر سدها مقاومت حدود ۲ مگاپاسکال نیز کفایت می‌کند.



اجزای سد

در این بخش اجزای مختلف یک سد معرفی می‌شود. این بخش‌ها در سدهای مختلف دیده می‌شود.

تاج سد: به بالاترین نقطه سد گفته می‌شود.

بالادست: شیبی که در سمت مخزن سد قرار دارد.

پایین دست: شیبی که در سمت پایین دست رودخانه قرار دارد.

سرریز: بخشی که برای خروج آب‌های اضافی مخزن سد ایجاد می‌شود. سرریز بر روی بدنه سد یا در کنار محور سد قرار می‌گیرد.

حوضچه آرامش: آب پس از خروج از سرریز وارد حوضچه آرامش می‌شود و پس از آن به رودخانه وارد می‌شود.

ارتفاع آزاد: فاصله بین بالاترین تراز آب در مخزن تا تاج سد را می‌گویند. با توجه به موج‌های ایجاد شده در مخزن سد، این ارتفاع به اندازه‌ای خواهد بود که آب به تاج سد نرسد.

ریپ رپ: قطعات سنگی که برای حفاظت زمین از دامنه سدهای خاکی در برابر بارندگی و امواج روی آن چیده می‌شود.

هسته: مرکز سدهای خاکی که مانعی در برای عبود آب ایجاد می‌کند. هسته عمدتاً از جنس رس است ولی انواع بتنی و آسفالتی آن هم وجود دارد.

پوسته: بخشی که در اطراف هسته قرار دارد و وظیفه آن پایداری سد است. پوسته عمدتاً از شن و ماسه تشکیل شده است.

فیلتر: بخشی که بین هسته و پوسته قرار می‌گیرد و دانه‌بندی آن حد واسط دانه‌بندی پوسته و هسته بوده و مانع تخریب هسته و فرار ذرات ریز رسی می‌شود.

آب‌بندی سدها

آب‌بندی سدها به سه صورت انجام می‌شود:

- ۱ پرده آب‌بند: گمانه‌هایی در زیر سد و در دو یا چند ردیف حفر شده و سیمان درون آنها تزریق می‌شود تا مانعی در برابر خروج آب ایجاد کنند.
- ۲ ترانشه آب‌بند: بخش نفوذپذیر زیر هسته برداشته می‌شود و هسته از عمق بیشتر قرار داده می‌شود.
- ۳ پتوی رسی: در داخل مخزن یک لایه رسی با ضخامت متغیر و معین ریخته می‌شود تا مانع فرار آب شود.

زمین‌شناسی سدها

هرچند در پروژه‌های سدسازی پایه تمام محاسبات بر تضمین موفقیت اجرای سد قرار دارد اما با وجود این مطلب تعدادی از سدها با مشکلاتی در زمان اجرا و بهره‌برداری مواجه می‌شوند.

۱ عوامل مؤثر در انتخاب ساختگاه سد

موفقیت یک سد در درجه اول به انتخاب صحیح ساختگاه آن بستگی دارد. در انتخاب محل یک سد لازم است که دو شاخص اصلی در نظر گرفته شود.

الف) تأمین پایداری بدنه و مخزن

ب) آب‌بندی محدوده احداث سد

عوامل متعددی در انتخاب ساختگاه یک سد مؤثر می‌باشند که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از: شرایط توپوگرافی، ساختارهای زمین‌شناسی و وضعیت حوزه آبریز. تأثیر هر کدام از این عوامل در انتخاب ساختگاه سد به شرح زیر می‌باشد.

■ شرایط توپوگرافی: ناهمواری‌های سطح زمین و مورفولوژی آن معمولاً توسط نقشه‌های توپوگرافی نشان داده می‌شوند. بهترین موقعیت برای احداث سد معمولاً جایی انتخاب می‌شود که یک دره تنگ به وسیله یک دره باز در سمت بالادست دنبال شود. دره تنگ معرف مقاومت بالای سنگ می‌باشد که در مقابل جریان آب رودخانه مقاومت بیشتری را نشان داده و دره باز محل مناسبی جهت مخزن می‌باشد که ظرفیت ذخیره‌سازی آب را بالا می‌برد.

■ ساختار زمین‌شناسی: ساختار زمین‌شناسی یک محل به وسیله عواملی همچون امتداد و شیب لایه‌ها، ساختمان‌های چین‌خورده، گسل‌ها و درزه‌ها کنترل می‌شود که به شرح زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند:

■ امتداد لایه‌ها: در محل‌هایی که لایه‌بندی سنگ مشخص باشد بهتر است محل احداث سد جایی انتخاب شود که محور سد موازی با امتداد لایه‌ها و یا دارای زاویه کمتری با امتداد لایه‌ها باشد. علت این انتخاب را می‌توان در موارد زیر توجیه کرد:

الف) در صورتی که محور سد دارای زاویه کمتری با امتداد لایه‌ها باشد امکان دور ماندن از نقاط ضعف بیشتر است.

لازم به ذکر است که نقاط ضعف مورد بحث را می‌توان به شرح زیر بیان داشت:

- لایه‌های سنگی سست و ضعیف مانند سنگ‌های شیلی و مارنی
- لایه‌های سنگی دربرگیرنده حفرات و دیگر پدیده‌های کارستی حاصل از انحلال توده سنگ
- لایه‌های سنگی کاملاً خرد شده و یا کاملاً هوا زده شده.
- گسل‌ها و مناطق گسله که عموماً با خردشدگی و شکستگی‌های زیاد همراه می‌باشد.

ب) در صورتی که محور سد موازی با امتداد لایه‌ها باشد سنگ‌هایی با شرایط و خصوصیات یکسان در محدوده تکیه‌گاه‌ها و پی سد قرار می‌گیرند. بنابراین سنگ‌ها رفتار مشابهی در طول محل بارگذاری خواهند داشت و پایداری سد بیشتر خواهد بود. در چنین شرایطی طراحی سد نیز ساده‌تر خواهد بود.

ج) در صورتی که محور سد موازی با امتداد لایه‌ها باشد امکان فرار آب کمتر است. دلیل آن به این صورت است که لایه‌ها در جهت عمود بر مسیر جریان آب قرار داشته و نفوذپذیری در آن جهت کاهش می‌یابد.

شیب لایه‌ها

به‌طور کلی بهتر است محل احداث سد جایی انتخاب شود که جهت شیب لایه‌ها به سمت بالا دست باشد یا به عبارت دیگر جهت شیب لایه‌ها در جهت عکس جریان آب باشد.

تأثیر جهت شیب لایه‌ها در انتخاب ساختگاه سد

برای توصیه این انتخاب می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف) از آنجا که معمولاً تراوش آب در جهت سطوح لایه‌بندی صورت می‌گیرد، بنابراین در صورتی که جهت شیب سطوح لایه‌بندی به سمت بالا دست باشد امکان فرار آب کمتر است و محل احداث سد از شرایط آب‌بندی بهتری برخوردار می‌باشد.

ب) پایداری پی و تکیه‌گاه‌های سد بیشتر است زیرا که قسمت اعظم بارهای وارده بر سطوح لایه‌بندی به سمت بالا دست منتقل می‌شود.

در صورتی که شیب لایه‌ها به سمت پایین دست باشد امکان فرار آب بیشتر و ناپایداری سطوح لایه‌بندی بیشتر خواهد بود و در نهایت پایداری بدنه سد نیز در معرض خطر قرار می‌گیرد.

چین‌خوردگی: نقش ساختمان‌های چین‌خورده در انتخاب محل احداث یک سد را می‌توان با توجه به موارد زیر بیان کرد.

الف) بهتر است محل احداث سد جایی انتخاب شود که محور سد موازی با محور چین باشد و ساختمان چین‌خورده از نوع طاقدیس باشد.

ب) در صورتی که محور سد عمود بر محور طاقدیس و یا ناودیس باشد لازم است که جهت شیب لایه‌ها در محل احداث سد در نظر گرفته شود. در هر دو حالت جهت شیب لایه‌ها به سمت بالا دست است. اگر سنگ‌های تشکیل‌دهنده این‌گونه ساختمان‌های چین‌خورده از شرایط خوبی با توجه به استقامت و آب‌بندی برخوردار باشند می‌توانند ساختگاه مناسبی برای احداث یک سد در نظر گرفته شوند.

نسبت پهنا به عمق: سدها با توجه به نوع مصالح مورد استفاده و شکل ساختمان آنها به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند. انتخاب نوع سد معمولاً طوری صورت می‌گیرد که بیشترین سازگاری را با محیط اطراف خود به‌وجود می‌آورد و در این شرایط است که موفقیت سد تضمین می‌گردد.

دره‌ها معمولاً در اثر عملکرد پدیده‌های مختلف زمین‌شناسی شکل می‌گیرند. شکل یک دره می‌تواند در انتخاب نوع سد نقش عمده‌ای داشته باشد در طرح‌های مهندسی سد دره‌ها با در نظر گرفتن دو شاخص زیر معرفی می‌شوند:

(الف) پهنای دره در محل تاج سد (B)

(ب) عمق دره در محل احداث سد (H)

یکی از روش‌های ساده برای طبقه‌بندی دره‌ها، طبقه‌بندی آنها با توجه به روش توماس B/H می‌باشد.

دره‌ها از نظر شکل به سه مجموعه زیر تقسیم می‌شوند:

۱ دره عمیق Groge Valley دره‌های است که در آن B/H کمتر از ۳ می‌باشد.

۲ دره تنگ Narrow Valley دره‌های است که در آن B/H بین ۳ تا ۶ می‌باشد.

۳ دره باز Wide Valley دره‌های است که در آن B/H بیش از ۶ می‌باشد.

بر این اساس هرچه دره بازتر باشد گزینه انتخابی سد خاکی و هر چه دره تنگ‌تر باشد گزینه اصلی سد بتنی خواهد بود.

تونل

تونل‌ها و فضاهای زیرزمینی معمولاً به منظور مقاصد گوناگونی طراحی و ساخته می‌شوند که از مهم‌ترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تونل‌های حمل و دسترسی (راه‌ها، راه‌آهن، مترو)
- تونل‌های آب بر (تونل انحراف، آبرسانی شهری و فاضلاب)
- فضاهای زیرزمینی بزرگ (ایستگاه‌های مترو، انبارهای زیرزمینی، معادن و ...)
- تونل و انبارهای نظامی

تونل یکی از پروژه‌های عمرانی است که در آن نقش زمین‌شناسی بسیار زیاد است. اطلاع یافتن از وضعیت درون زمین بدون دسترسی به آن بر عهده زمین‌شناس است. زمین‌های سست و ریزشی، مناطق خرد شده و گسل خورده، زون‌های هوازده و آب‌دار بیشترین مشکلات را در حین حفر تونل‌ها ایجاد می‌کنند. البته در برخی شرایط مانند مسیر راه‌ها ما به اجبار باید از یک مسیر مشخص تونل را عبور دهیم. نکته‌ای که ما در مطالعات تونل‌ها باید مد نظر داشته باشیم این است که بر خلاف سازه‌های سطحی که مصالح ساخت آن را ما انتخاب می‌کنیم، در تونل‌ها باید به گونه‌ای حفاری را انجام دهیم که کمترین صدمه ممکن به سنگ یا خاک مسیر ایجاد شود تا بتوانیم از آن به‌عنوان مصالح اصلی ساخت فضای تونل بهره‌برداری کنیم. با توجه به شرایط ژئوتکنیکی زمین، تونل‌ها از اهمیت متفاوتی برخوردار هستند.

طبقه‌بندی تونل‌ها به شرح زیر خواهد بود:

- A: فضاهای موقت زیرزمینی
 B: تونل‌های قائم یا شفت‌ها که در ساخت سدها و یا معادن ایجاد می‌شود
 C: فضاهای دائمی معدنی، تونل‌های انتقال آب و پابلوت‌ها (پابلوت تونل‌های اکتشافی برای تونل اصلی هستند)
 D: تونل‌های کوچک راه و راه‌آهن، انبارهای زیرزمینی، تونل‌های دسترسی به نیروگاه‌های برقایی
 E: تونل‌های بزرگ راه و راه‌آهن، فضاهای بزرگ نیروگاهی، پناهگاه‌ها
 F: ایستگاه‌های مترو و نیروگاه‌های اتمی

۱ بررسی‌ها و اطلاعات زمین‌شناسی

الف) عکس‌های هوایی و نقشه‌های زمین‌شناسی: با توجه به اهمیت پروژه و نقشه‌های موجود می‌توان از عکس‌ها و نقشه‌های با مقیاس مختلف استفاده کرد. هرچه اهمیت تونل بیشتر باشد، از نقشه‌های بزرگ مقیاس‌تر باید استفاده کرد. برای تونل‌های کم اهمیت یا در شروع مطالعات احداث تونل‌ها مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰ و برای تونل‌های مهم یا مراحل اجرایی تونل‌ها، از نقشه‌های با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰ استفاده می‌شود. نکته مهم این است که هر چه مراحل به مرحله اجرا نزدیک‌تر می‌شود دقت نقشه‌ها بالاتر می‌رود.

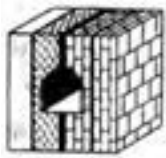
در پروژه‌های اجرایی معمولاً قبل از اجرای پروژه مطالعات در سه مرحله شناخت، فاز ۱ و فاز ۲ انجام می‌شود و پس از آن پروژه اجرا خواهد شد. تفاوت این مراحل در هزینه صرف شده و دقت کار انجام شده می‌باشد. به طوری که در مرحله شناخت تنها به موارد کلی پرداخته می‌شود و طراحی‌ها از دقت چندانی برخوردار نمی‌باشد، در حالی که در مطالعات فاز ۱ و ۲ نقشه‌های تهیه شده و طرح‌های ارائه شده دقیق‌تر بوده و مطالعات صورت گرفته با انجام آزمایش‌های بیشتر، حفرگمانه‌ها و... دقیق‌تر بوده و پروژه براساس نتایج آن قابل اجرا می‌باشد. در این مرحله با رسم پروفیل‌های زمین‌شناسی مهندسی در طول مسیر تونل اطلاعات زمین‌شناسی همچون جنس و ضخامت لایه‌ها، شیب آنها، شکستگی، خردشدگی، نفوذپذیری، سطح آب و... آورده خواهد شد. همچنین در نهایت طبقه توده سنگ تعیین و روش‌های پایدارسازی و... نیز پیشنهاد می‌شود.

نکته

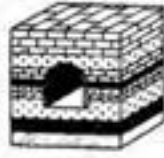
(ب) گمانه‌های اکتشافی: با حفر گمانه‌های اکتشافی در طول مسیر تونل و پیش از حفاری می‌توان اطلاعات مفیدی در خصوص ضخامت، جنس، شیب لایه‌ها و عمق سطح آب زیرزمینی و... دست یافت. (ج) مطالعات ژئوفیزیکی: با توجه به پرهزینه بودن حفر گمانه‌های اکتشافی و اینکه گمانه نمی‌تواند معرف مسیری طولانی باشد، از مطالعات ژئوفیزیکی و روش لرزه‌نگاری استفاده می‌شود.

(د) زمین‌شناسی ساختمانی: با بررسی نقشه‌های مختلف زمین‌شناسی و بازدهی‌های میدانی پروفیل‌های زمین‌شناسی از مسیر تونل تهیه می‌شود. در این پروفیل جنس لایه‌ها، شیب، ضخامت، ارتفاع روباره، رقوم سطح آب زیرزمینی، میزان RMR و RQD تعیین و نشان داده می‌شود. همچنین گسل‌ها و زون‌های خرد شده و چین‌خوردگی‌ها در طول مسیر نیز باید به دقت تعیین شود. در نهایت این اطلاعات به طراح کمک می‌کند تا بهترین روش را برای حفاری تونل انتخاب کند.

تأثیر لایه‌بندی بر حفر تونل‌ها



(ب)



(الف)



(ت)



(پ)

(الف) لایه‌ها افقی هستند و فشار عمودی نسبتاً یکنواختی به تونل وارد می‌شود.

(ب) به علت عمودی بودن لایه‌های مقدار زیادی فشار را روی محور و انحنای سقف تونل وارد می‌کند.

(پ) شیب لایه‌ها در یک جهت نسبت به محور تونل قرار دارد. بنابراین فشار وارده قرینه نخواهد بود و در جهت شیب لایه‌بندی متمرکز خواهد بود.

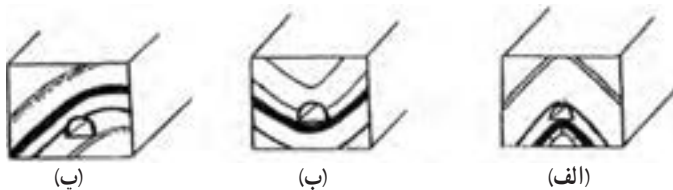
(د) شیب لایه به نسبت به محور تونل قرینه است و در نتیجه فشار عمودی نسبتاً یکنواختی را به تونل وارد می‌کند.

تأثیر چین‌خوردگی در حفر تونل‌ها

(الف) تونل در داخل یک تاقدیس و به موازات چین حفاری شده است. در این حالت فشارهای عمودی نسبت به محور چین دور شونده هستند و پخش تنش به دو پهلو، شدت تنش وارده به محور تونل را تا حدود زیادی کاهش می‌دهد.

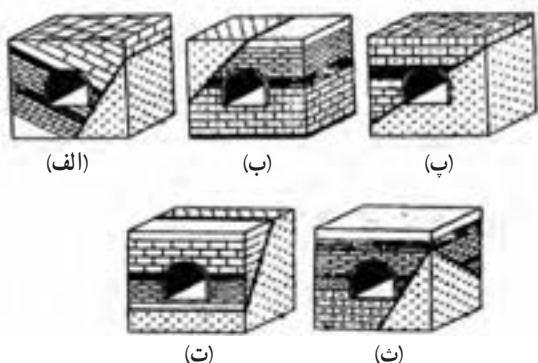
(ب) تونل در داخل یک ناودیس و به موازات چین حفاری شده است. در این حالت فشارهای وارده روی محور تونل متمرکز هستند.

(ج) تونل در پهلوئی یک تاقدیس قرار دارد و فشارهای وارده به مقطع تونل در جهت شیب لایه‌های پهلوئی تاقدیس متمرکز است.



تأثیر گسل در حفر تونل‌ها

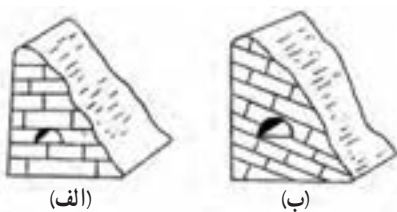
الف) محور تونل در امتداد گسل واقع شده است. در سقف و دیواره چپ ناپایداری وجود دارد. به خصوص در تونلی که در زیر سطح ایستایی حفاری شود.



ب) گسل دور از محور تونل و به موازات آن قرار دارد. در این حالت نیز اثر گسل از نظر نوع فعالیت بر پایداری تونل اهمیت دارد.

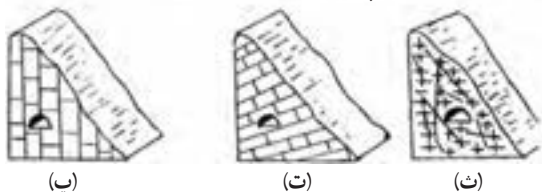
ج) گسل مایل محور تونل به موازات امتداد آن قرار دارد. در این حالت ممکن است بلوک بالایی که بخشی از تونل در آن حفر شده، لغزش داشته باشد.

د) دو گسل موجود در مسیر تونل باید بررسی شوند زیرا نسبت به محور تونل فاصله دارند. ه) گسلی مایل تونل را قطع کرده است که شیب و امتداد آن با حالت ج متفاوت است.



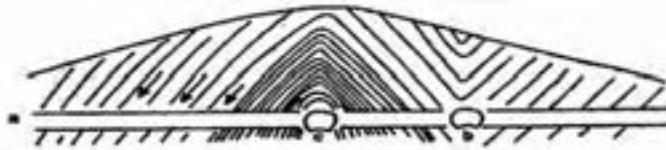
در حالت‌های الف و ج و ه تونل با توجه به شرایط دامنه و لایه‌بندی پایدار است.

در حالت ب شیب لایه‌ها در جهت شیب دامنه است و امکان رانش زمین وجود دارد در حالت د عدم استحکام تونل به علت شکستگی‌ها و احتمالاً جریان یافتن آب است.



تأثیر سطح ایستایی در حفر تونل‌ها

در تاق‌دیس‌ها در صورتی که حفر تونل در راستای عمود بر محور تاق‌دیس باشد، جریان و فشار آب نسبت به محور تونل دور شونده هستند و در دهانه‌های تونل متمرکز می‌شوند. در حالی که در ناودیس‌ها در این حالت جهت جریان و فشار آب به صورت عمده بر روی محور تونل متمرکز خواهد بود.



۲ روش‌های حفاری تونل

امروزه ماشین‌های تونل‌زنی متنوعی به وسیله کمپانی‌های تولیدکننده ماشین‌آلات حفاری وارد بازار می‌شود. طراحی این ماشین‌ها به نحوی است که با سرعت زیاد در هر نوع لایه زمین‌شناسی می‌تواند به راحتی حفاری نماید. برای حفاری تونل‌ها از روش‌های گوناگونی استفاده می‌شود. برخی از این روش‌ها سنتی و برخی با کمک ماشین‌آلات پیشرفته صورت می‌گیرد.

معمول‌ترین روش‌های حفاری بر اساس نوع زمین‌ها می‌باشد:

۱ حفاری در زمین‌های سخت به روش سنتی

۲ حفاری در زمین‌های نرم

۳ حفاری در زمین‌های سخت

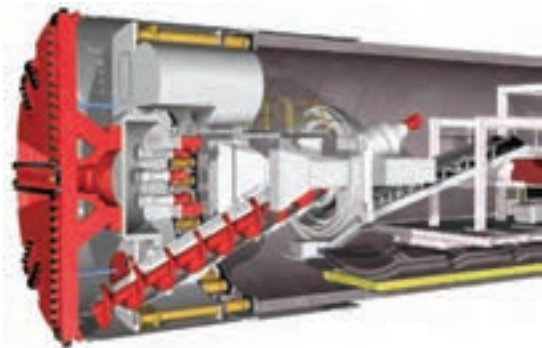
زمین‌های سخت زمین‌هایی هستند که از سنگ‌های سخت تشکیل شده‌اند و به سختی حفاری می‌شوند. روش‌های حفاری در این زمین‌ها به دو دسته روش‌های سنتی و مکانیزه تقسیم‌بندی می‌شود.

الف) روش‌های حفاری سنتی: حفاری در زمین‌های سخت به روش سنتی به وسیله ایجاد حفره در سنگ و انفجار مواد منفجره صورت می‌گیرد. در گذشته از روش‌های دستی برای حفر گودال‌ها استفاده می‌شده است ولی امروزه از روش‌های چالزنی پیشرفته استفاده می‌شود. مراحل مختلف روش حفاری انفجاری شامل چالزنی، خرج‌گذاری، آتش‌گذاری، تهویه و کنترل، لق‌گیری، تخلیه و حمل مصالح می‌باشد. امروزه سعی شده هم‌زمان با پیشرفت روش‌های مکانیزه، روش‌های حفاری انفجاری نیز پیشرفت کرده است.



ب) روش‌های حفاری مکانیزه ماشین‌آلات جزء مقطع: ابزار برنده این دستگاه‌ها در مجموعه‌ای متمرکز هستند که قسمت نسبتاً کوچکی از مقطع تونل را در برمی‌گیرد و حرکت مجموعه این ابزار برنده که روی کله حفار قرار دارد، در محدوده سطح مقطع تونل، مقطع تونل را پوشش می‌دهد. مهم‌ترین و پر مصرف‌ترین دستگاه حفاری جزء مقطع دستگاه کله گاوی (Road header) است.

ماشین‌آلات تمام مقطع TBM: دستگاه TBM از یک سری ابزار برنده تشکیل شده که بر روی کله حفار نصب شده‌اند و با حرکت دورانی کله دوار، روی دواير متحدالمرکزی حرکت می‌کنند. کله حفار به محور اصلی دستگاه متصل است و نیروی وارده از طرف دستگاه را از طریق ابزار برنده به سنگ اعمال می‌کند و اعمال نیرو باعث ایجاد ترک و سپس خرد شدن سنگ می‌شود.



۳ حفاری در زمین‌های نرم

مرسوم‌ترین روش حفاری در زمین‌های نرم روش کند و اکند یا حفر و پوشش (cut & fill) می‌باشد. در این روش روباره برداشته می‌شود و پس از ساخت کف و دیواره‌ها و سقف، روی آنها پوشیده می‌شود. دیواره با سپر فولادی و دیوار برلین مهم‌ترین این روش‌ها هستند.

الف) دیوار با سپر فولادی: در این روش سپرهای فولادی به وسیله دستگاه‌های شمع کوب به داخل زمین فرو برده می‌شود و پس از ایجاد دیواره محکم، فضای بین آنها برداشته می‌شود.

ب) دیوار برلین: در این روش در حاشیه دیواره تونل چاهک‌هایی حفر می‌شود و در این چاهک‌ها ستون‌هایی بتنی ایجاد می‌شود. پس از آن حفاری بین آنها صورت می‌گیرد.

منابع اصلی برای مطالعه بیشتر

زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، دکتر معاریان، انتشارات دانشگاه تهران زمین‌شناسی مهندسی، ترجمه دکتر فاطمی عقدا، دانشگاه هرمزگان زمین‌شناسی مهندسی، دکتر قبادی، دانشگاه بوعلی مصالح ساختمانی، دکترحسن رحیمی، دانشگاه تهران، آب در زمین، دکتر صداقت، انتشارات پیام نور نقش زمین‌شناسی در بهینه‌سازی اقتصادی تونل‌ها، سید جمال‌الدین جهرمی، کمیته ملی سد های بزرگ ایران، اصول طراحی و نگهداری تونل‌ها، مجید معظمی، دانشگاه صنایع و معادن ایران

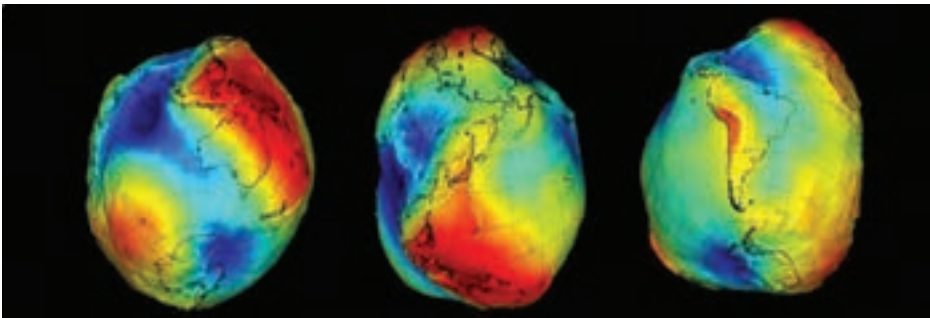
Foundation of engineering Geology , Tony Waltman Introduction to physical geology, Thompson& turk

پاسخ فعالیت‌ها

جمع‌آوری اطلاعات

انواع روش‌های ژئوفیزیک کاربردی

■ **گرانی‌سنجی (Gravitational):** برداشت‌های گرانی‌سنجی شامل اندازه‌گیری تغییرات میدان گرانی زمین می‌باشد. هدف، تعیین توده‌های با چگالی کمتر و یا بیشتر نسبت به محیط اطراف می‌باشد. حاصل تفسیر نتایج گرانی، تعیین چگالی سنگ‌ها و در نتیجه ساختارهای زمین‌شناسی و جنس سنگ‌هاست. در اوایل قرن بیستم، برداشت‌های گرانی کاربرد فراوانی در اکتشاف نفت و گاز داشته است. امروزه علاوه بر کاربرد گسترده در اکتشافات هیدروکربن‌ها، کاربردهای متنوع دیگری نیز دارد. برداشت‌های میکروگراویمتری در مقیاس‌های بسیار کوچک (حدود چندصد مترمربع) انجام گرفته و قابلیت تعیین حفره‌های زیرزمینی تا قطر ۱ متر و در محدود عمقی ۵ متر را دارند.



■ **مغناطیس‌سنجی (Magnetic):** روش‌های گرانی‌سنجی و مغناطیس‌سنجی بسیار مشابه هستند، اما روش مغناطیس‌سنجی پیچیده‌تر بوده و تغییرات میدان مغناطیسی نیز محلی و نابسامان می‌باشد. علت آن:

- ۱ بخشی به دلیل اختلاف ذاتی بین میدان مغناطیسی دوقطبی و میدان تک قطبی گرانی؛
- ۲ بخشی به دلیل جهت متغیر میدان مغناطیسی (درحالی‌که میدان گرانی همیشه در جهت قائم به سمت مرکز زمین است)؛



۳ بخشی دیگر به دلیل وابستگی میدان مغناطیسی به زمان (درحالی‌که میدان گرانی با صرف نظر کردن از تغییرات جزئی جزر و مد، تغییرات زمانی ندارد) می‌باشد. معمولاً برداشت‌های مغناطیس‌سنجی از اکثر روش‌های ژئوفیزیکی ساده‌تر و سریع‌تر انجام می‌شود.

■ **لرزه‌ای (Seismic):** روش لرزه‌نگاری مهم‌ترین روش ژئوفیزیکی مورد استفاده توسط متخصصین می‌باشد. اساس اکتشافات لرزه‌ای بر تولید امواج لرزه‌ای و اندازه‌گیری زمان لازم برای رسیدن به موج از منبع تا یکسری ژئوفون استوار می‌باشد. با اطلاع از زمان‌های انتشار و سرعت سیر امواج می‌توان مسیر امواج لرزه‌ای را شبیه‌سازی کرد. اطلاعات در رابطه با ساختار زمین اساساً از مسیرهایی که در گروه اصلی زیر قرار می‌گیرند به دست می‌آید:

■ مسیرهای انکساری که در آنها بخش اصلی مسیر در طول فصل مشترک دو لایه بوده و تقریباً افقی است.

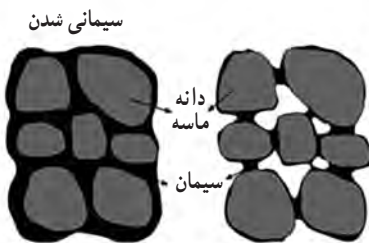
■ مسیرهای انعکاسی که در آنها امواج ابتدا به سمت پایین منتشر شده و سپس در یک نقطه به سطح منعکس می‌شوند و در نتیجه مسیر به‌طور کلی عمودی می‌باشد.

■ برای هر دو نوع مسیر مذکور، زمان انتشار امواج به خصوصیات فیزیکی سنگ‌ها و وضعیت لایه‌ها بستگی دارد. هدف از اکتشافات لرزه‌ای نیز کسب اطلاعات در رابطه با سنگ‌ها به‌ویژه وضعیت لایه‌ها براساس زمان‌های مشاهده شده و (به میزان کمتر) تغییرات دامنه، فرکانس، فاز و شکل موج می‌باشد.

- الکتریکی (Electrical) روش مقاومت ویژه؛ روش پتانسیل خودزا؛ روش پلاریزاسیون القایی
- روش‌های الکتریکی با آشکارسازی اثرهای سطحی حاصل از عبور جریان الکتریکی در داخل زمین
- سروکار دارند. این روش‌ها از روش‌های متنوع و گوناگونی تشکیل شده‌اند که در آنها هم از میدان‌های طبیعی موجود در زمین استفاده می‌شود (روش‌های پتانسیل خودزا، تلوریک، مگنتولوریک) هم از تزریق میدان‌های مصنوعی (روش مقاومت ویژه، روش‌های الکترومغناطیسی و...) تنوع این روش‌ها، امکان مطالعات فراوانی را فراهم می‌آورد.
- هدف عمده روش‌های الکتریکی، اندازه‌گیری مقاومت ویژه الکتریکی زمین است. در این روش‌ها، برای اینکه یک ویژگی زیرزمینی مشخص شود، باید مقاومت ویژه الکتریکی آن به‌طور بارزی متفاوت از محیط اطرافش باشد.

نوع سیمان اتصال‌دهنده ذرات در سنگ‌های آواری نظیر ماسه سنگ‌ها و کنگلومراها چگونه می‌تواند در مقاومت سنگ‌ها تأثیرگذار باشد؟
سه جزء اصلی بافتی سنگ‌های رسوبی تخریبی عبارت‌اند از:

- ۱ دانه‌ها که در حد گراول، ماسه، و سیلت می‌باشند.
- ۲ ماتریکس یا ماده زمینه که از ذرات دانه ریز در حد سیلت و رس تشکیل شده و دانه‌های رسوبی را در برمی‌گیرد.
- ۳ سیمان که به صورت شیمیایی تشکیل شده و عمدتاً از جنس سیلیس و یا کربنات کلسیم می‌باشد، البته برخی از اوقات سیمان از جنس اکسید آهن نیز در بین دانه‌ها تشکیل می‌شود. سیمان دانه‌ها را به یکدیگر می‌چسباند. در بسیاری از مواقع بین دانه‌ها فضاهای خالی



باقی می‌ماند که بعداً ممکن است توسط آب‌های زیرزمینی و یا نفت و گاز اشغال شود که برخی از رشته‌های تخصصی زمین‌شناسی نظیر آب‌شناسی و زمین‌شناسی نفت وظیفه بررسی این فضاهای خالی را که اصطلاحاً تخلخل نامیده می‌شوند دارند. در حقیقت سیمان با افزایش سطح تماس ذرات تخریبی میزان چسبندگی را بالا برده و در مقاومت سنگ نقش اساسی ایفا می‌کند. سیمان ماسه سنگ‌ها عموماً اکسیدهای آهن، سیلیس،

کربنات کلسیم یا کانی‌های رسی است ولی سیمان‌های دیگر نیز وجود دارد. کیفیت و مشخصات سیمان روی مقاومت، دوام، کارپذیری و رنگ ماسه سنگ تأثیر می‌گذارد. در برخی از ماسه سنگ‌ها بیش از یک نوع سیمان وجود دارد. در میان سیمان‌ها سیمان سیلیسی با دوام‌ترین سیمان‌هاست، اما اگر در مقادیر زیاد موجود باشد، کارپذیری سنگ را بسیار دشوار می‌سازد. اکسید آهن نیز سیمانی قوی است، اما احتمالاً نسبت به سیلیس ضعیف‌تر خواهد بود.

ضمناً باعث رنگی شدن سنگ می‌گردد. کربنات کلسیم اگرچه مقاومت نسبتاً خوبی به سنگ می‌دهد، اما در کل سیمان ماده مناسبی نیست زیرا اولاً سختی آن کم است، ثانیاً به سرعت در آب‌های اسیدی حل می‌شود. سیمان کربناتی را می‌توان به راحتی با ریختن چند قطره اسید کلریدریک شناسایی کرد. مقادیر کم این ماده ضرری ندارد. سیمان رسی دارای معایبی است. رس چسباننده قوی نیست و به علاوه موجب جذب رطوبت سنگ نیز می‌شود، لذا باعث تضعیف سنگ در برابر یخبندان می‌گردد.

مقادیر اندک آن باعث نرمی سنگ و بهبود کارپذیری آن می‌شود. رس ظاهر تیره و ماتی به سنگ می‌دهد که چندان جذاب نیست، در صورت موجود بودن در سنگ باید به صورت پراکنده باشد و نباید به شکل متمرکز در سنگ دیده شود.

ماسه سنگ‌های سخت و با جذب آب کم دارای عمر زیادی هستند اما انواع نرم‌تر آن ممکن است بر اثر یخبندان خراب شوند. همان‌طور که گفته شد، رگه‌های رس محل ضعیف سنگ هستند. دانه‌های میکا نیز به‌خصوص در صورتی که در سطوح لایه‌بندی مجتمع شده باشند، باعث تضعیف سنگ خواهند شد.

سختی سنگ به سختی کانی‌های تشکیل‌دهنده و سفتی آن به نحوه دانه‌بندی کانی‌ها و سیمان سنگ بستگی دارد. لذا سختی ماسه سنگ به خاطر دانه‌های کوارتز تشکیل‌دهنده آن بالاست. اما در عین حال ممکن است به خاطر سیمان موجود در آن آنقدر سست باشد که زیر پا خرد شود.

❖ تفاوت انواع حرکات دامنه‌ای ریزش، لغزش، خزش، جریان گل اطلاعات جمع آوری کنید.

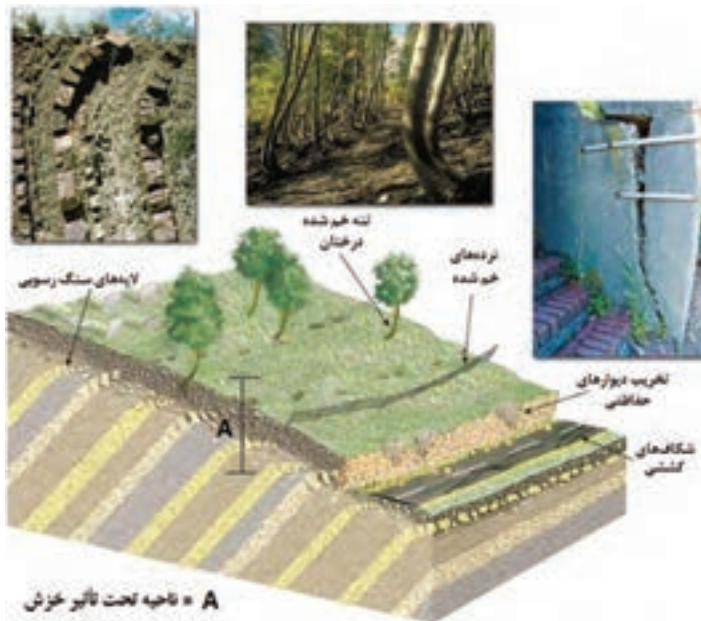
حرکات دامنه‌ای شامل: ریزش، لغزش، خزش و جریان ... است.



ریزش، ناشی از سقوط اجسام (سنگ‌ها) به سبب گرانس زمین بوده که در مناطق کوهستانی پدیده‌های رایج است. هر ساله خسارات جانی و مالی فراوان (مسدود شدن جاده‌ها و خطوط ریلی، تخریب تأسیسات و...) به همراه دارد.

لغزش هنگامی رخ می‌دهد که تغییر شکل پلاستیک به جابه‌جایی منتهی شود. در اینجا (زمین‌شناسی) جابه‌جایی حجم زیادی از خاک و سنگ در کوهستان‌ها در مسیری منحنی به سمت پایین است. این فرایند علاوه بر خسارات فراوان در جاده‌ها، روستاها و تأسیسات صنعتی و عمرانی، هنگامی که در دیواره مخزن سدها رخ دهد هم باعث تخریب سد (بر اثر ایجاد امواج بزرگ و شدید) و هم باعث پر شدن مخزن سد از رسوبات و کاهش ظرفیت آن می‌شود.

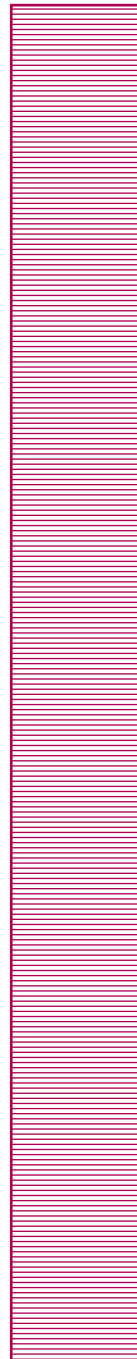


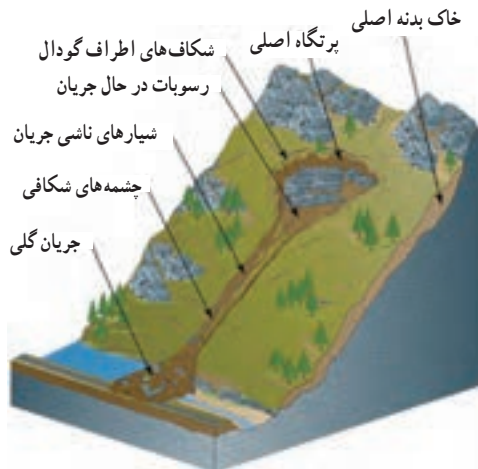


خزش عبارت است از تغییر شکل آهسته اجسام جامد (سنگ‌ها) تحت تأثیر تنش ثابت و در طول زمان.



جریان (جریان‌های گِلی) عبارت‌اند از خاک‌های (عمدتاً رسی) اشباع از آب که رفتاری به شکل مایع از خود نشان داده و جریان می‌یابند.





۲ مطالبی بیرامون رابطه تغییرات سطح آب زیرزمینی و ایجاد حرکات دامنه‌ای گردآوری کنید.

حرکت سنگ‌ها بر روی دامنه‌ها به اشکال مختلف صورت می‌گیرد. بسیاری از این حرکات خسارات مالی و جانی به همراه می‌آورند. در دامنه‌های شیب دار هر ذره مایل است تحت تأثیر نیروی جاذبه زمین به طرف پایین حرکت نماید. اما ذرات زمانی عملاً حرکت می‌نمایند که مقدار نیروی موازی شیب زمین از مقدار نیروی اصطکاک و هم‌چسبی ذرات تشکیل دهنده سنگ زیادتر باشد. بنابراین هر چه شیب زیادتر باشد، امکان حرکت بیشتر است. آب عامل مهمی است که این حرکت را آسان می‌گرداند. آب با نفوذ خود به داخل سنگ موجب می‌شود که هم‌چسبی و اصطکاک داخلی دانه‌ها و قطعات سنگ یا به عبارتی مقاومت آنها در مقابل حرکت کاهش یابد. هوازدگی سنگ‌ها نیز موجب خرد و متلاشی شدن سنگ‌های متراکم زمین می‌شود و آنها را برای حرکت آماده می‌نماید.

آب زیرزمینی یکی از مهم‌ترین عوامل تسریع‌کننده حرکات دامنه‌هاست. افزایش آب به معنای افزایش وزن دامنه یا چگالی ظاهری آن است که خود می‌تواند نقشی منفی در پایداری شیب داشته باشد. آب زیرزمینی نیروهای مقاوم را در طول سطح گسیختگی کاهش داده و نیروهای رانشی را در درزه‌ها و شکاف‌ها افزایش می‌دهد.

به‌طور کلی فشار آب منفذی باعث کاهش تنش عمودی مؤثر بر سطح گسیختگی شده، یا به عبارت دیگر باعث کاهش مقاومت برشی مواد دامنه می‌گردد. در سنگ‌های درز و شکاف‌دار، عامل ناپایداری نه مقدار آب بلکه میزان فشار آن است؛ از این رو مقدار کمی

آب موجود در یک درزه قائم می‌تواند فشار رانشی زیادی ایجاد کند. در خاک‌ها نیز فشار آب، نقش مهم‌تری در مقایسه با مقدار آب دارد. از این رو گسیختگی‌ها و حرکات بعد از بارندگی شدید را نباید محصول عمل لغزنده‌کنندگی آب دانست بلکه باید علت را بیشتر به دلیل بالا رفتن فشار آب منفذی دانست.

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

نکته مثبت: پوشش گیاهی به دلیل جلوگیری از افزایش سرعت روان‌آب‌ها از قدرت آن برای تخریب می‌کاهند.

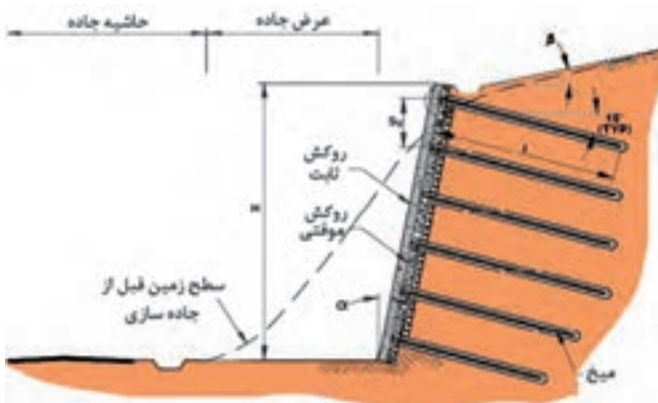
نکته منفی: ریشه گیاهان با ادامه رشد و نفوذ در زمین و داخل سنگ‌ها باعث باز شدن بیشتر درزه‌ها شده و از استحکام سنگ‌ها و دامنه‌ها می‌کاهند.

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

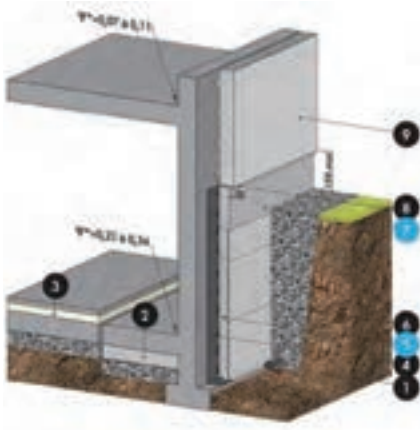
میخ‌کوبی یکی از بهترین روش‌ها برای پایداری دامنه‌ها است. نحوه کار در این روش



حفر شبکه‌ای از سوراخ‌ها در دیواره‌ها و قرار دادن میله‌های (میخ‌ها) فولادی و در نهایت محکم‌سازی آنها با پر نمودن فضاهای خالی سوراخ‌ها با دوغاب سیمانی است. این کار به خوبی با کلاف‌بندی خاک به میزان زیادی به استحکام آن کمک می‌کند.



دلیل استفاده از زهکشی برای پایداری دیواره‌ها و ترانشه‌ها چیست؟
زهکشی جذب و هدایت آب‌های زیر سطحی به لحاظ اینکه فونداسیون و شالوده در این
زمینه آسیب دیدگی نداشته باشد.



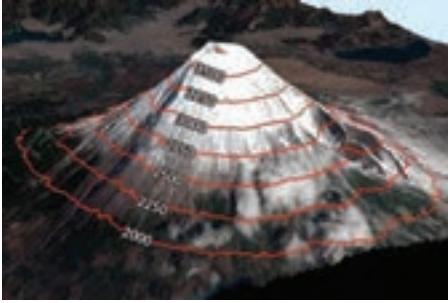
● دلایل اجرای زهکشی

- ۱ بالا بودن سطح آب
- ۲ شیب‌دار و مرطوب بودن زمین
- ۳ نفوذپذیر بودن جنس خاک در جهت پذیرش آب سطحی
- ۴ جلوگیری از وارد شدن آسیب‌های احتمالی در زمان بهره‌برداری
- ۵ ظرفیت باربری خاک زیر فونداسیون را افزایش می‌دهد.
- ۶ آیم‌زمان و هزینه‌را در پایداری‌سازی و گودبرداری کاهش می‌دهد.

۷ سطحی خشک و ایده‌آل جهت اجرای فونداسیون سازه ایجاد می‌کند.

● هدف از زهکشی

- ۱ پایین آوردن سطح ایستایی
- ۲ کم کردن رطوبت
- ۳ یکسان نگه داشتن میزان بارپذیری خاک
- ۴ یکسان نگه داشتن رطوبت خاک
- ۵ یکسان نگه داشتن تراکم خاک
- ۶ کم کردن فشار جانبی وارده بر دیوارها
- ۷ عدم تورم یا نشست



نقشه توپوگرافی

نقشه توپوگرافی، نقشه‌ای است که از طریق خطوطی معین که آنها را خطوط منحنی میزان می‌نامند برای نشان دادن ویژگی‌های فیزیکی سطح زمین مانند پستی، بلندی، عوارض زمین و... کاربرد دارد و ویژگی مهم و مورد توجهی که

دارند این است که ارتفاع و فاصله نقاط را به خوبی مشخص می‌کنند که علاوه بر خطوط منحنی میزان، از رنگ‌های مختلف و علائم خاصی استفاده می‌شود که هرکدام معانی خاص خود را دارند. اولین نقشه توپوگرافی در سال ۱۷۸۹ ترسیم شد که نقشه‌ای از کشور فرانسه بود و آن را برای مقاصد نظامی خود و مقابله با حملات دشمنان و تعیین مناسب‌تر مسیرها رسم کردند. نقشه‌های توپوگرافی در انواع اندازه و مقیاس‌های بزرگ و کوچک موجود هستند که هرکدام مزایا و ویژگی‌های خاص خود را دارد که کاربردهای متفاوتی نیز دارند.

نقشه‌های توپوگرافی کاربردهای زیادی در زمینه‌های مختلف دارند که سبب حل مشکلات زیادی شده است و منجر به سهولت در انجام فعالیت‌های مختلف شده‌اند که به برخی از مهم‌ترین کاربردهای نقشه توپوگرافی می‌پردازیم.

- این نقشه‌ها در زمینه علم زمین‌شناسی کاربردهای زیادی دارند که از آنها برای شناسایی و تشخیص عوامل مهمی که سبب هرگونه تغییرات در سطح زمین شده‌اند استفاده می‌کنند، همچنین تشخیص لایه‌های مختلف زمین از طریق این نقشه‌ها امکان‌پذیر است.
- همچنین این نقشه‌ها در زمینه مهندسی عمران نیز کارایی بسیار بالایی دارند و از آنها در جهت ساخت پروژه‌های مختلف مانند؛ راه‌سازی، ساختمان‌سازی، ایجاد فرودگاه و راه‌آهن، ساختن سد و... استفاده‌های مفیدی می‌شود.
- مورد دیگری که نقشه‌های توپوگرافی تأثیر بسزایی در آن دارند، در زمینه فعالیت‌های معدنی و یا نقشه برداری زیرزمینی است و به این صورت‌اند که مکان‌های مناسبی که حاوی منابع معدنی هستند را از طریق این نقشه‌ها تشخیص داده و سپس برای حفر منطقه مورد نظر اقدام می‌کنند.

● این نقشه‌ها برای نشان‌دادن مسیر مناسب برای افرادی که قصد مسافرت به مناطق ناآشنا را دارند و یا برای ورزشکاران رشته‌های ورزشی مختلف راهنمای بسیار مناسبی هستند زیرا این نقشه‌ها همه پستی‌ها و بلندی‌ها را نشان داده و عوامل و خطرات احتمالی را نشان می‌دهند.

● کاربرد دیگر این نقشه‌ها استفاده در امور نظامی است و به این دلیل که همه جزئیات مناطق مختلف را به‌خوبی نشان می‌دهند و از طریق آنها می‌توان در کمترین زمان از وضعیت مناطق مختلف باخبر شد، استفاده زیادی دارند.

به‌طور کلی برای ساخت یک پل باید مکانی که عرض دره کمتر است انتخاب شود. دره‌های V شکل دارای عرض زیاد می‌باشند. دره‌های U شکل به شرط آنکه دارای دیواره‌های مقاوم باشند برای احداث پل مناسب‌ترند. (عرض بالای دره U شکل کمتر از دره V شکل است).

در دره V شکل بار وزن پایه‌های پل روی سطح شیب‌دار تحمل می‌شود در حالی که در دره‌های U شکل بار وزن پل روی دیواره قائم منتقل می‌گردد و از پایداری بیشتری برخوردار خواهد بود.



در مورد نزدیک‌ترین سد به محل سکونت خود، اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به موارد زیر پاسخ دهید: (این سؤال باید متناسب با محل زندگی دانش‌آموزان پاسخ داده شود). برای مثال یکی از سدهای نزدیک به تهران سد امیرکبیر است. سد امیرکبیر که سد کرج هم نامیده می‌شود، بر روی رودخانه کرج در ۲۵ کیلومتری شمال شهر کرج و کنار جاده چالوس احداث شده است.



۱ هدف از احداث سد: اولین
سد چندمنظوره ایران است. به منظور تأمین آب شرب شهر تهران، آب کشاورزی و باغات کرج و تولید الکتریسیته و پرورش ماهی قزل‌آلا احداث شده است.

۲ نوع سد: بتنی دو قوسی

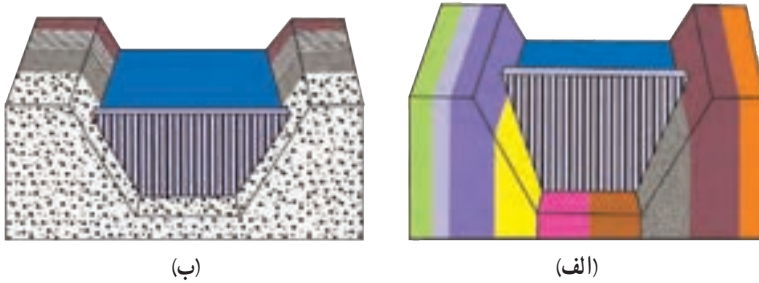
۳ جنس سنگ پیسند: گابرو و دیوریت گابرو که تاج سد روی یک لوپولیت گابروی
احداث شده است.



سد کریت (کوریت)، یک سد تاریخی است که در شهرستان طبس و در کیلومتر ۵۶ جاده طبس-دیپوک واقع شده است. این سد که در سال ۷۲۹ شمسی احداث شده، با ارتفاع ۶۰ متر، تا اوایل قرن بیستم، بلندترین سد جهان بوده است. این سد

قدیمی‌ترین و بزرگ‌ترین سد قوسی جهان به مدت ۵۵۰ سال بوده است. نکته جالب‌تر آنکه این سد با عرض تاج یک متر، هنوز هم عنوان نازک‌ترین سد جهان را دارد. آجرهای مربعی شکل، سنگ و ساروج، آهک و خاک رس، از عمده‌ترین مصالح به کار رفته در ساخت این سد است.

با توجه به ارتباط محور سد با امتداد لایه بندی کدام گزینه برای ساخت سد مناسب تر است؟



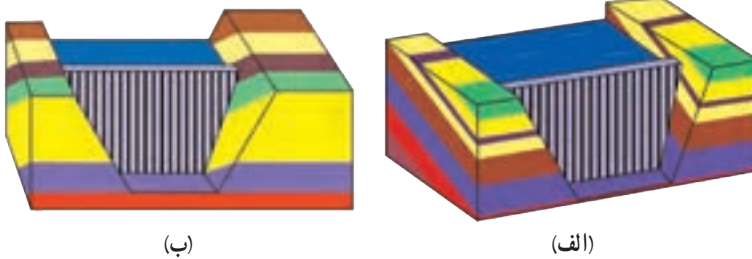
(ب)

(الف)

سد (ب) استحکام بیشتری داشته و مناسب است، زیرا امتداد لایه ها با محور سد موازی است و می توان سد را بر روی لایه های مقاوم تر و نفوذناپذیرتر احداث نمود، در این حالت بدنه سد فقط با یک نوع سنگ در ارتباط می باشد. پس چون دیواره سد بر روی یک نوع سنگ احداث شده است، در صورت مقاومت کافی آن سنگ، از پایداری مناسب تری برخوردار است.

در حالت (الف) امتداد لایه های موجود در محل سد، بر راستای محور سد عمود می باشد و این منطقه برای احداث سد نامناسب است، زیرا در صورت برخورد با لایه های ضعیف و سست (مارن و شیل)، لایه های حفره دار و کارستی و مناطق هوازده و گسله، سبب نشست نامتقارن در پی و دیواره ها، ناپایداری پی سنگ، فرار آب از مرز لایه ها و به خصوص لایه های نفوذپذیر به پایین خواهد شد. از طرفی بدنه سد بر روی لایه های متفاوت بنا شده است و همیشه مرز بین دو لایه از نقاط ضعف سنگ ها به شمار می رود و امکان نفوذ آب، جابه جایی و شکستن در آنها زیاد است.

با توجه به وضعیت نسبی جهت شیب لایه‌بندی در مقایسه با بالادست سد، کدام یک مناسب‌تر است؟



وضعیت سد (ب) از پایداری بیشتری برخوردار و مناسب‌تر خواهد بود، زیرا در محل (ب) شیب لایه‌ها به سمت بالادست (مخزن سد) بوده و احداث سد با مشکلات کمتری روبه‌رو بوده و مناسب‌تر است. شکل الف ناپایدار است زیرا، نشست آب به پایین‌دست است. در درازمدت به دلیل اشباع شدن لایه‌ها و جریان آب در جهت شیب لایه‌ها به پایین دست، باعث سست شدن و جابه‌جایی سد (به علت وزن سد و نیروی پشت سد) و در نهایت شکستن سد خواهد شد.

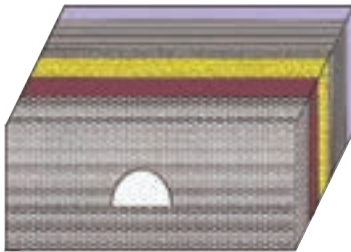
دلیل ناپایداری تونل در زیر سطح ایستایی چیست؟ وجود آب علاوه بر آنکه هزینه‌های فعالیت (احداث تونل) را افزایش می‌دهد باعث ناپایداری دیواره‌ها (ایجاد وزن و فشار اضافی بر روی تونل) شده و (با افزایش ارتباط درزه‌ها و بازتر شدن آنها) از استحکام سازه می‌کاهد. از طرفی فشار آب زیرزمینی می‌تواند باعث تخریب قسمت‌های مختلف سازه شده و هزینه‌ها را افزایش دهد.

ضمناً جریان آب با پر کردن بخشی از فضای خالی احداث شده دامنه فعالیت کارگران را به‌طور مؤثری کاهش می‌دهد.

با هم
بیندیشید

پاسخ دهید

با توجه به وضعیت نسبی محور تونل، کدام تونل از پایداری مناسب‌تری برخوردار است؟ حالت (ب) در این حالت پایدارتر از وضعیت (الف) خواهد بود یعنی ساخت تونل، در صورتی که امتداد لایه‌ها بر محور تونل عمود باشد، مطلوب‌تر از زمانی است که امتداد لایه‌ها موازی با محور تونل قرار گرفته است، زیرا، وقتی محور تونل بر امتداد لایه‌ها عمود است، حتی هنگام عبور از لایه ضعیف یا سنگ‌های درزه‌دار (با ضخامت محدود)، مسیر کمتری از تونل ناپایدار بوده پس رفع نیاز به مقاوم‌سازی آن بخش تونل، با هزینه کمتری انجام می‌شود.



(ب)



(الف)

- به چه دلیل از هسته رسی برای ساخت سدهای خاکی استفاده می‌شود؟
- سدهای خاکی دارای هسته رسی هستند. آب در حین عبور از هسته ریز رسی با آنکه تخلخل زیادی دارند اما به علت نفوذناپذیری رس، به مقدار زیادی آب در منافذ می‌ماند و قادر به عبور از این لایه نیست. در نتیجه فرار و نشست آب به مقدار زیادی کاهش می‌یابد.
- کاربرد مصالح درشت دانه به عنوان زهکش در سدهای خاکی چیست؟

۱ کم کردن رطوبت

۲ عدم تورم و نشست

۳ یکسان نگه داشتن میزان بارپذیری خاک

۴ یکسان نگه داشتن رطوبت خاک

۵ یکسان نگه داشتن تراکم خاک

۶ کم کردن فشار جانبی وارده بر دیوارها

Skyscraper	آسمان خراش	۱
Field trip	بازدید صحرایی	۲
Bridge	پل	۳
Foundation	پی سازه	۴
Tunnel	تونل	۵
Landslide	ریزش زمین	۶
Saturated land	زمین اشباع	۷
Engineering geology	زمین‌شناسی مهندسی	۸
Faulty land	زمین گسل خورده	۹
Weathered lands	زمین‌های هوازده	۱۰
Geophysics	ژئوفیزیک	۱۱
Engineering structures	سازه‌های مهندسی	۱۲
Dam	سد	۱۳
Subsurface detection	شناسایی زیر سطحی	۱۴
Underground spaces	فضاهای زیر زمینی	۱۵
Rock resistance	مقاومت سنگ	۱۶
Breakwater	موج شکن	۱۷
Subsidence	نشست	۱۸

<p>طرح درس روزانه زمین شناسی دبیرستان دخترانه : پایه تحصیلی : یازدهم تجربی و ریاضی سال تحصیلی : دبیر :</p>		
<p>مشخصات طرح درس</p>	<p>محتوای تدریس : فصل ششم</p>	<p>موضوع تدریس : مکان مناسب برای احداث سد</p>
<p>مدت اجرا : یک جلسه آموزشی ۹۰ (دقیقه) تعداد فراگیران ۳۵ نفر</p>		
<p>هدف کلی : آشنا شدن دانش آموزان با مفهوم سد و تفاوت بی سنگ در محل احداث آنها</p>		
<p>اهداف رفتاری</p>	<p>در پایان درس دانش آموزان باید بتوانند : تعریف دقیق کانسنگ، کانی و سنگ و تفاوت های بین آنها شناخت انواع مختلف سنگ ها (مقاوم، کم مقاومت) و ویژگی های هر یک درک فرایند احداث سازه سد و عوامل مؤثر بر تشکیل آنها آشنایی با مراحل و روش های مختلف (مراحل اولیه، ژئوفیزیکی، حفاری) شناخت اهمیت جایگاه اقتصادی و نقش آنها در توسعه کشور و مطالعه مکان یابی</p>	
<p>پیش نیازها</p>	<p>دانش آموزان قبل از تدریس می دانند که : انواع سنگ ها کدام اند؟ سنگ های آذرین چه ویژگی در بی سنگ یک سازه دارند؟ از کاربرد در زندگی روزمره مثال هایی بزنند.</p>	
<p>روش تدریس</p>	<p>سخنرانی - بارش فکری - همیاری از طریق کارآیی تیم - بحث گروهی - پرسش و پاسخ رسانه ها : استفاده از محتوای الکترونیکی باورینت، تخته سیاه، کتاب، نمونه سنگ و کانی</p>	
<p>فعالیت های مقدماتی :</p>	<p>۱- احوال بررسی و حضور و غیاب دانش آموزان ۲- پرسش و ارزشیابی درس قبل به صورت فردی ۳- مقدمه چینی و ایجاد انگیزه برای شروع درس جدید : معلم پای تخته چند سؤال مربوط به منابع با ارزش و فلزات و جواهرات می نویسد و از گروه ها می خواهد در مورد آن فکر کنند. سپس از نماینده هر گروه سؤالات می پرسد. در صورتی که نماینده نتواند پاسخ بدهد، افراد دیگر گروه می توانند پاسخ سؤال را بدون استفاده از کتاب در طی پرسش و پاسخ بدهند. سؤالات از افراد دیگر نیز پرسیده می شود. سؤالات عبارت اند از :</p>	<p>معلم : فعالیت های</p>
<p>زمان لازم : ۳۰ دقیقه</p>	<p>۱- اطراف تهران چند سد داریم؟ ۲- نمونه هایی از استفاده از آنها در زندگی روزمره مثال بزنید. ۳- اهمیت سد در اقتصاد کشور چیست؟ ۴- آیا سد را روی زمین گچی بسازیم یا خیر؟ در ادامه هر تیم پاسخ سؤالات تیم خود را به کلاس ارائه می نماید (۵ دقیقه) این گام آمادگی و ایجاد انگیزه بوده و فراگیران را برای ورود به درس آماده می کند.</p>	

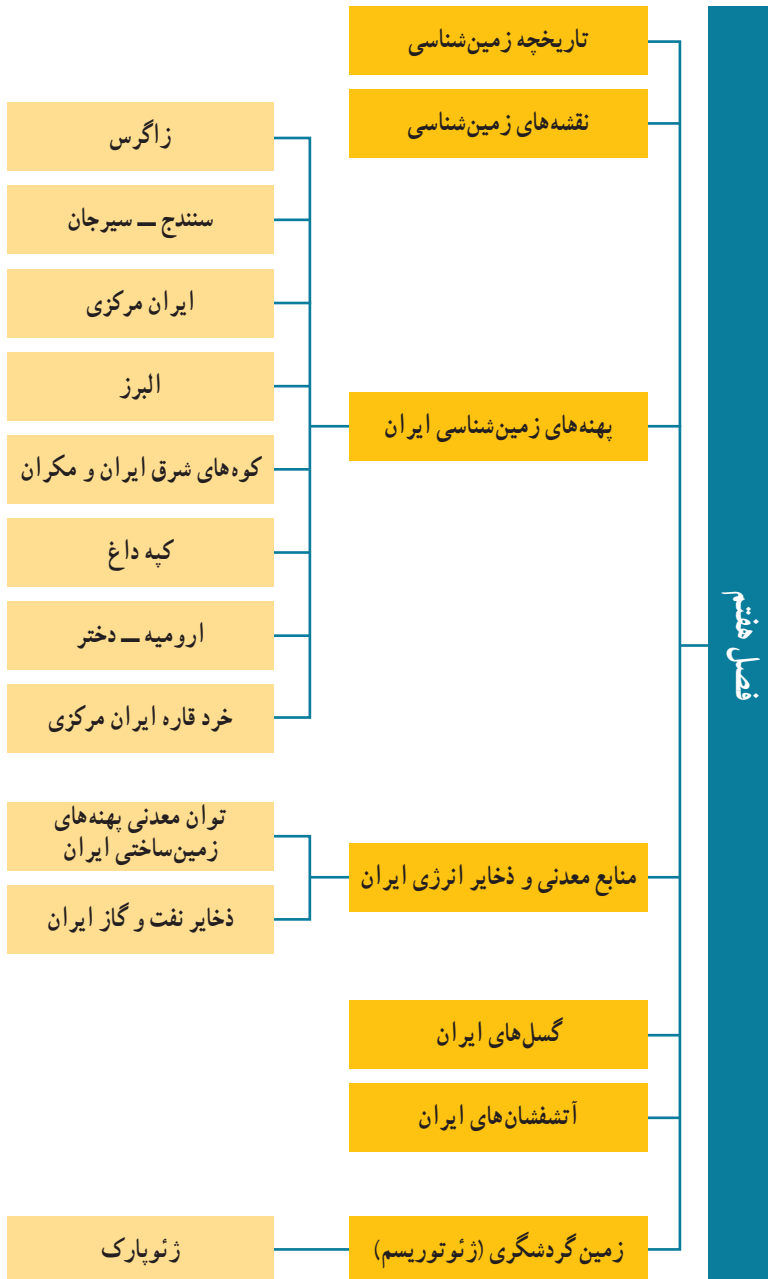
فعالیت فراگیران :		پاسخگویی به سؤالات دبیر توسط نمایندگان هر گروه و یا هم‌گروه‌های دیگر	
رسانه :		استفاده از تخته و نمایش عکس	
روش کار :		برسش و پاسخ	
ب) ارائه جدید درس	<p>فعالیت‌های معلم :</p> <p>نوشتن تیتروهای مقابل بر روی ۳ مرحله تدریس و ۳ تخته وایت بورد (سازه سد) و (انواع سنگ‌های بی) (مشکلات رسوبات وارد شده به سد) در ادامه درس در قالب محتوای الکترونیکی ارائه می‌شود و از فراگیران می‌خواهیم به اسلایدهایی که در این رابطه تهیه شده نگاه کرده و در پایان به مدت ده دقیقه برداشت خود را از اسلایدها یادداشت نمایند. در ادامه دانش‌آموزان در تیم‌های پنج نفری قرار گرفته و به‌صورت هفت گروه فعال، برداشت‌های خود را از اسلایدها و محتوایی که دیدند بیان می‌کنند. سرگروه هر تیم خلاصه پاسخ‌های حاصله از نظرات تیم را به کلاس ارائه می‌دهد. سپس اعضای تیم‌ها کتاب درسی خود را باز و ضمن مطالعه درس مفاهیم جدیدی که فرا گرفتند را یادداشت کنند. پس از جمع‌آوری اطلاعات کسب شده در این مرحله هم سرگروه هر تیم در مدت کوتاهی (۵ دقیقه) خلاصه‌ای از فعالیت انجام شده در تیم مربوط را به کلاس ارائه می‌دهد. در این مرحله گام کاوش و جست‌وجو پایان می‌پذیرد و دانش‌آموزان وارد گام توسعه و تعمیق می‌شوند. با توجه به اطلاعات جست‌وجو شده و مورد تأیید کلاس دانش‌آموزان اطلاعات حاصله را عمق بخشیده و آن را در قالب‌های مختلف جدول نمودار درآورده و ضمن ذخیره‌سازی آن در پوشه مربوط به تیم خود آن را سازمان‌دهی کرده و به کلاس و معلم ارائه دهند. حال هر گروه دانش‌آموزی یک سؤال روی برگه نوشته و به گروه مقابل می‌دهد. ۵ دقیقه فرصت به گروه‌ها داده شده تا پاسخ دهند. برگه پاسخ‌ها جمع شده و نمره ۱ تا ۷ براساس نظر گروه طراح سؤال ثبت می‌شود.</p>		
	<p>فعالیت‌های دانش‌آموزان : گوش دادن به صحبت‌های دبیر مربوطه مشورت گروه‌ها برای پاسخگویی به سؤالات دبیر و پاسخ‌گویی به آنها ارائه نمره داده شده به گروه مقابل</p>		
	<p>رسانه استفاده از تخته برای نگارش تیترو مطالب استفاده از محتوای الکترونیکی برای نمایش عکس‌های مربوطه استفاده از پاورپوینت و فیلم برای جذابیت بیشتر مباحث درسی استفاده از رمزینته‌های کتاب درسی</p>		
<p>روش :</p> <p>ساختارنی — همیاری و برسش و پاسخ به صورت گروهی — ارائه پاورپوینت</p>			
ج) فعالیت‌های تکمیلی :	ارزشیابی پایانی	<p>فعالیت‌های معلم :</p> <p>معلم با آوردن نمونه سؤال و تست دانش‌آموزان را تشویق به حل آنها و دادن بازخورد فرایند یادگیری می‌کند. برای انجام ارزشیابی پایانی معلم می‌تواند دو آلی سه سؤال طرح نموده و از فراگیران می‌خواهد به‌طور مکتوب یا شفاهی به آن پاسخ دهند. نمونه سؤالات : هدف از احداث سازه‌ها را بیان کنید. اصطلاحات زیر را تعریف کند الف) لای رویی ب) مقاومت بی سنگ ج) محور سد موازی با امتداد لایه‌ها است، احداث سد مناسب است یا خیر؟</p>	
		روش برسش و پاسخ بارش فکری	رسانه کتاب — جزوه تست
زمان : ۱۰ دقیقه			

۱۰ دقیقه			دانش آموز خلاصه مطالب را یادداشت برداری می کند.	خلاصه ای در حد چند جمله از درس	جمع بندی مطالب	دا فعالیت های تکمیلی :
۵ دقیقه			دانش آموز برای جلسه بعد درس را کامل فرا می گیرد.	تعیین ارزشیابی از درس برای جلسه آینده و حل فعالیت های درج شده در کتاب مطالبی در مورد نقش رس در مصالح سدا را جمع آوری کند.	تعیین تکلیف	

فصل هفتم

زمین شناسی ایران





پیامدهای قابل انتظار از آموزش فعال این فصل

پیامد کلی

آشنایی با مفاهیم مرتبط به زمین‌شناسی ایران
انتظار می‌رود دانش آموزان 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 منابع و معادن موجود در محل زندگی خود، آگاه شوند.

پیامدها و انتظارات عملکردی

دانش آموزان با درک مفاهیم این فصل می‌توانند:

- روی نقشه عوارض زمین‌شناسی محل زندگی خود را شناسایی کنند (گسل یا چین خوردگی، آتشفشان 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.
- به ژئوتوریسم استان خود علاقه‌مند شده و اطلاعاتی در این باره جمع‌آوری کنند.

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...)

بودجه‌بندی: سه جلسه

پیش‌دانسته‌ها: در علوم تجربی نهم فصل ۶- (زمین ساخت ورقه‌ای)

دانستنی های معلم

بسیاری از محققان عقیده دارند لافل تا حدود ۵۰۰ میلیون سال قبل، بخش اعظم قاره ایران و سرزمین های عربستان و پاکستان به هم متصل بوده اند و حاشیه شمال شرق قاره «گندوانا» را تشکیل می دادند. در همین زمان قاره اوراسیا نیز در نیم کره شمالی قرار داشت. بین این دو قاره بزرگ، اقیانوس «پالتوتیس» گسترده شده بود. حدود ۳۵۰ میلیون سال قبل، قاره ایران و افغانستان بر اثر پیدایش شکاف عظیم قاره ای (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 قاره ای ایران

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

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 ابرقاره را از هم جدا کرده بود. گسل های قدیمی ایران تجدید فعالیت کردند و تشکیل «هورست» و «گرابن» دادند. فعالیت های شدید آتشفشانی رخ دادند که آثار آنها در جزیره هرمز، بافق، کرمان، کاشمر و آذربایجان مشاهده می شود.



محل پالتوتیس بین دو ابر قاره

اوایل کربونیفر: پالتوتیس به زیر اوراسیا فرو رانش کرد و در اواخر پالئوزوئیک بین ایران مرکزی و عربستان شکستگی های عمیق به وجود آمد. به این ترتیب مقدمه جدایی ایران مرکزی و عربستان فراهم شد و اقیانوس «توتیس» به وجود آمد.



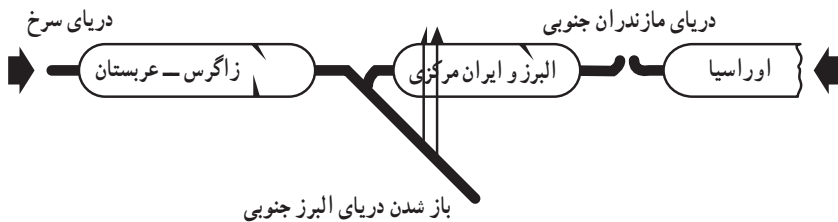
اواخر تریاس: البرز و ایران مرکزی به اوراسیا متصل شدند و اقیانوس پالتوتیس به طور کامل بسته شد به نحوی که گیاهان ایران شبیه گیاهان آسیایی شدند.



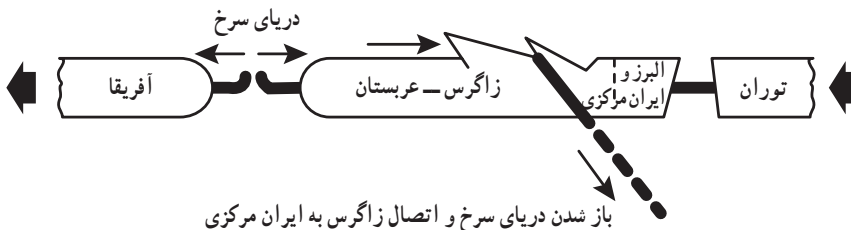
اواخر کرتاسه: اقیانوس نئوتتیس ضمن فروانش کاملاً ناپدید شد. ولی آثار پوسته اقیانوسی آن در برخی نقاط مانند حوالی کرمانشاه، نیریز و عمان قابل مشاهده است.



حدود ۶۰-۴۵ میلیون سال قبل در محل البرز جنوبی، مقدمه تشکیل دریای جدیدی فراهم شد و فوران‌های 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.



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



آقانباتی واحدهای زمین‌شناسی و ساختمانی ایران زمین را به سه بخش اصلی شمالی، میانی و جنوبی تقسیم نموده و بر خلاف بخش میانی و جنوبی، بخش شمالی (کپه داغ و خزر جنوبی) را جزء ابرقاره اوراسیا می‌داند. ایران جنوبی (زاگرس): منظور از ایران جنوبی، زمین‌های واقع در جنوب غرب زمین درز نئوتتیس است که شامل ارتفاعات غرب و جنوب غرب ایران (زاگرس) است و استان‌های لرستان، خوزستان و فارس را دربرمی‌گیرد که شامل بخش‌های زیر است:

■ دشت خوزستان

■ زاگرس چین خورده

■ زاگرس مرتفع

ایران میانی: به بخش گسترده‌ای از ایران که میان دو زمین درز تتیس کهن (در شمال) و زمین درز تتیس جوان (در جنوب) قرار دارند، ایران میانی می‌گویند که شامل بخش‌های زیر است:

■ سنندج – سیرجان

■ البرز

■ خرد قاره ایران مرکزی

■ بلوک لوت

■ حوضه فلیشی شرق ایران

ایران شمالی: شامل نواحی واقع در شمال زمین درز تتیس کهن است که شامل بخش‌های زیر است:

■ کپه داغ

■ خزر جنوبی

برخی از معادن ایران

■ زغال سنگ: معادن زغال سنگ در 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، گاجره نساء، لالون، گرما بدر، الیکا، طزره و گلندرود نام برد. افزون بر زغال سنگ‌های شمال، در پهنه ایران مرکزی معدن زغال سنگ پروده به عنوان یکی از ذخایر عظیم زغال سنگ خاورمیانه و در پهنه کپه داغ به ترتیب معادن زغال سنگ گلبانو (ترت جام) و آق دربند (سرخس) وجود دارند.

■ **سنگ آهن**: سنگ آهن تاکنون در بسیاری از نقاط کشور از جمله در گل‌گهر سیرجان (کرمان)، سنگان خواف (خراسان رضوی)، بافق (یزد)، شمس‌آباد (اراک) سمنان، زنجان و محلات شناسایی شده و در حال بهره‌برداری است. سنگ آهن در ایران عمدتاً از نوع مانیتیت، هماتیت و یا لیمونیت و اندکی همراه با ترکیبات سولفوری است و درجه خلوص بالایی (۶۰) دارد. ذخایر احتمالی آهن ایران را، ۷/۱ میلیارد تن و ذخایر قطعی آن را، بیش از ۵۰۰ میلیون تن برآورد کرده‌اند.

■ **مس**: استخراج مس در ایران سابقه‌ای کهن دارد و معادن 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)، بایچه باغ (زنجان)، آذربایجان، سونگون، مزرعه و هروآباد (آذربایجان) وجود دارند.

■ **سرب و روی**: ذخایر 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**: بر اساس اکتشافات انجام شده در اطراف «محلات» رگه‌هایی از طلا کشف شده‌اند که مقدار آنها قابل توجه است. معدن دیگری نیز در «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 ولی چون این فلز غالباً همراه سرب، نیکل و مس به دست می‌آید احتمال وجود آن در مناطقی مانند بیرجند و بلوچستان بسیار است.

مواد معدنی غیرفلزی

از جمله ذخایر معدنی فراوان و پربهای ایران، انواع سنگ‌های ساختمانی به صورت سنگ لاشه تزیینی و یا سنگ آهک و گچ و خاک‌های معدنی را می‌توان نام برد.

■ **نمک**: که در حاشیه کویرهای مرکزی به مقدار بسیار به دست می‌آید و بزرگ‌ترین معادن 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 که یکی از اقلام صادراتی کشور است، در بیشتر نقاط ایران به دست می‌آید و مهم‌ترین معادن آن در جزیره هرمز واقع در استان هرمزگان و در ۳۰ کیلومتری غرب بجنستان از استان خراسان رضوی مشاهده می‌شود.

■ **خاک نسوز**: این خاک از نواحی خراسان، سمنان، اصفهان، فارس و آذربایجان غربی به دست می‌آید. ذخیره احتمالی آن را تنها در ناحیه سمنان $۱/۰۶۰/۰۰۰$ تن تخمین زده اند و ذخایر احتمالی ناحیه اصفهان نیز در «سمیرم» $۴/۶۰۰/۰۰۰$ و در «دویلان» $۸/۰۰۰/۰۰۰$ 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 و از سنگ میزبان آندزیتی به دست می‌آید. ذخایر آن را از ۱۰ هزار تا ۲۰ هزار تن برآورد کرده‌اند. این کانی قیمتی در باغو از نواحی دامغان و شهر بابک 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 تولید کننده بزرگ «گچ» در جهان است و سالانه حدود پنج میلیون تن گچ تولید می‌کند.

معادن بزرگ ایران

ایران با دارا بودن ۳۷ میلیارد تن ذخایر قطعی معدنی یکی از غنی‌ترین کشورهای معدنی دنیاست. به طوری که وجود معدنی چون مس سرچشمه، سنگ آهن سنگان و چادرملوی یزد سبب شده است که ایران سه معدن از پر عیارترین و منحصر به فردترین معدن‌های دنیا را به نام خود ثبت کند. ایران با دارا بودن ذخایر غنی معدنی، به بهشت معدن‌های دنیا معروف شده و توانسته است نظر بسیاری از سرمایه‌گذاران این حوزه را طی دهه‌های گذشته به خود جلب کند. 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 معدن‌های مس ایران است که بیش از یک میلیارد تن ذخیره کانسنگ مس دارد. عناصر همراه کانسنگ این معدن مولیبدن، طلا، نقره، رنیوم و... هستند. سابقه معدن کاری در سونگون به دو قرن پیش دوره قاجاریه بر می‌گردد.

■ **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 پابدا نا**: 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 «کک شو» است که پس از استخراج به کارخانه زغال شویی زرنند ارسال می‌شود.

■ **معدن سنگ آهن چغارت بافق یزد:** اولین معدن سنگ آهن ایران که هنگام تأسیس شرکت ذوب آهن اصفهان، تغذیه‌کننده آن محسوب می‌شده است. بلوک معدنی بافق با ذخیره بیش از یک سوم سنگ آهن کشور، مهم‌ترین منطقه آهن دار ایران شناخته شده است.

■ **معدن سنگ آهن چادرملو:** در حال حاضر بزرگ‌ترین تولیدکننده کنسانتره سنگ آهن کشور است. با ذخیره قابل استخراج به مقدار ۳۲ 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 می‌رسد.

■ **معدن سنگ آهن گل‌گهر:** با ذخیره احتمالی یک میلیارد تن و ذخیره قطعی ۲۱۹ میلیون تن، بزرگ‌ترین معدن شناخته شده سنگ آهن خاورمیانه است. در حال حاضر تولیدات حاصل از سنگ استخراجی این معدن گندله سنگ آهن، کنسانتره سنگ آهن و سنگ دانه بندی شده است.

■ **معدن طلای زرشوران:** بزرگ‌ترین معدن طلای ایران است که در سال‌های 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 زرشوران 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 بزرگ‌ترین معدن فیروزه است و مرغوب‌ترین فیروزه را دارد تا جایی که تمام کشورها ارزش فیروزه خود را با فیروزه نیشابور ایران مقایسه می‌کنند. 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 داده‌اند از هر تن سنگ فیروزه خام این معدن ۸ تا ۱۰ کیلوگرم فیروزه به دست می‌آید. فیروزه از سنگ میزبان آندزیتی استخراج می‌شود.

■ **معدن سرب و روی انگوران:** در ۱۳۵ کیلومتری غرب شهر زنجان واقع شده و بزرگ‌ترین معدن سرب و روی خاورمیانه محسوب می‌شود و با ذخیره ۹ میلیون تن قرار است تا ۱۲ سال آینده خوراک کارخانه‌ها را تأمین کند. اما با توجه به اینکه ذخایر این معدن رو به پایان است مقرر شده معدن «مهدی‌آباد» یزد جایگزین آن شود. انگوران به دلیل خلوص بالای روی آن یکی از استثنایی‌ترین معدن‌های روی دنیا به شمار می‌آید.

■ **معدن سرب و روی مهدی‌آباد:** پس از انگوران دارای بزرگ‌ترین 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 مهدی‌آباد جایگزین آن می‌شود. احداث کارخانه‌های ۱۰۰ هزار تنی شمش روی و ۱۰۰ هزار تنی کنسانتره روی از برنامه‌های آینده این معدن است.

*** قدیمی‌ترین سنگ‌های ایران در روستای ساغند از توابع اردکان استان یزد، منطقه گل گهر سیرجان، موه در استان اصفهان، مناطق ترود و خارتوران در استان سمنان، زنجان، تکاب و شمال گلپایگان دیده می‌شود که شامل سنگ‌های دگرگونی و گرانبه‌هایی به سن پرکامبرین هستند.

پاسخ فعالیت‌ها

- قدیمی‌ترین سنگ‌های ایران در کدام مناطق یافت می‌شوند؟
سرزمین‌های دگرگون شده ایران مرکزی

تحقیق کنید

- با مقایسه نقشه زمین‌شناسی (شکل ۶-۷) و نقشه پهنه‌بندی ایران (شکل ۷-۷)، کدام یک از پهنه‌های زمین‌شناسی ایران تقریباً فاقد سنگ‌های آذرین می‌باشند؟
پهنه‌های کپه داغ و زاگرس فاقد سنگ‌های آذرین هستند.

فعالیت
تکمیلی

- در گذشته‌های دور، کدام پهنه‌های زمین‌شناسی ایران در برخی مناطق، دارای محیط‌های باتلاقی با اکسیژن اندک، همراه با پوشش گیاهی متراکم بوده است؟
پهنه‌های البرز، کپه داغ و ایران مرکزی
- این ویژگی منجر به تشکیل چه ذخایری شده است؟
منجر به تشکیل ذخایر زغال سنگ با سن مشابه در این پهنه‌ها گردیده است.
- در چه دوره‌ای چنین شرایطی بر این پهنه‌ها حاکم بوده است؟
در دوره ژوراسیک
- اگر میان شرایط حاکم بر پهنه‌های زمین‌شناسی مذکور، هم‌زمانی وجود دارد، دلیل آن چیست؟

فعالیت
تکمیلی

به دلیل اینکه دو صفحه ایران و توران که قبلاً از هم جدا بوده‌اند در اواخر دوره تریاس به هم پیوسته‌اند و از آن پس یعنی در دوره ژوراسیک سرزمین واحدی را تشکیل داده‌اند که با توجه به موقعیت جغرافیایی مشابه، شرایط آب و هوایی یکسانی بر آنها حکم فرما بوده است. این هم‌زمانی نشان‌دهنده فرارگیری این پهنه‌ها از نظر زمانی در یک عرض جغرافیایی (عمدتاً استوایی) بوده که در آن جنگل‌ها توسعه زیادی داشته‌اند.

دو دلیل ذکر کنید که چرا عمده ذخایر نفت ایران در منطقه زاگرس متمرکز شده است؟
پاسخ:

- ۱ ذخایر نفت و گاز در سنگ‌های رسوبی تشکیل می‌شود که منطقه زاگرس عمدتاً دارای سنگ‌های رسوبی آهکی است.
- ۲ باید شکل هندسی مناسب برای به دام انداختن نفت را داشته باشد که منطقه زاگرس دارای تاقدیس‌های متوالی است.

فکر کنید

● زمین‌گردشگری چگونه در رونق اقتصادی کشور تأثیر می‌گذارد و شما در زمینه حفاظت از آن چه نقشی می‌توانید داشته باشید؟

- هر گردشگر با ورود به کشورمان، با استفاده از خدمات و خرید، مقداری ارز وارد کشور می‌کند و زمینه را برای خلق کارهای جدید و رونق کارهای گذشته فراهم می‌کند.
- ما می‌توانیم با ایجاد گردشگری مناسب در حفظ و صیانت از طبیعت کشور دخیل باشیم به طور مثال آلوده نکردن طبیعت و ...

● یکی از جاذبه‌های زمین‌گردشگری در اطراف محل سکونت خود را به کلاس معرفی کنید.

در هر استان بخش‌های تاریخی، طبیعی و ... قابل توجهی وجود دارد که مورد علاقه گردشگران است و دانش‌آموزان می‌توانند تعدادی از آنها را نام ببرند.

جمع‌آوری
اطلاعات

● در کشور ایران چند ژئوپارک به ثبت جهانی رسیده است؟ تصاویر و مطالبی از آنها تهیه کنید و به صورت پرده نگار در کلاس ارائه دهید.

تاکنون در کشور ما ۳ ژئوپارک جزیره قشم، ارس و طبس به ثبت جهانی رسیده است. امید است با برنامه‌ریزی‌های انجام شده و براساس مطالعات علمی و گردشگری، در سال‌های آینده، تعداد ژئوپارک‌های کشورمان افزایش یابد.

جمع‌آوری
اطلاعات

Geopark	ژئوپارک	۱
Geotourism	زمین گردشگری	۲
Earthquake	زمین لرزه	۳
Cave	غار	۴
Tourism	گردشگری	۵
Sinistral (left-lateral) fault	گسل چپ لغز	۶
Dextral(right-lateral) fault	گسل راست لغز	۷
Nonactive fault	گسل غیر فعال	۸
Young fault	گسل جوان	۹
Mud volcano	گل فشان	۱۰
Volcanic cone	مخروط آتشفشان	۱۱
Geological heritage	میراث زمین شناختی	۱۲

بایه یازدهم		درس زمین‌شناسی		طرح درس روزانه	
مدت زمان اجرا	تاریخ اجرا	رشته	موضوع درس	فصل ۷	مشخصات
۷۵ دقیقه		تجربی ریاضی فیزیک	بهنه‌های زمین ساختاری ایران	زمین‌شناسی ایران	
تعداد فراگیران:		مکان:	کلاس:	مدرس:	
فعالیت‌های قبل از تدریس					
بر اساس تلفیقی از برنامه درسی ملی و طبقه‌بندی جدید بلوم					اهداف
اهداف و پیامدها					سطح هدف
آشنایی فراگیران با چگونگی تقسیم‌بندی بهنه‌های زمین ساختاری ایران، موقعیت جغرافیایی آنها و ویژگی‌های زمین‌شناسی هر کدام از آنها					
<p>در پایان این مبحث دانش‌آموز باید:</p> <ul style="list-style-type: none"> با استناد به نقشه و داده‌های ارائه شده، نام بهنه و ویژگی مهم آن را بازگو کند. سنگ‌های اصلی موجود در هر یک از بهنه‌ها را بداند. اتفاقات مهم زمین‌شناسی در هر یک از بهنه‌ها را بداند. مهم‌ترین منابع فلزی و غیرفلزی بهنه‌ها را بشناسد. منطقه جغرافیایی محل زندگی خود را با بهنه مربوط به آن منطبق نماید. بر اساس بهنه زمین ساختاری که با محل زندگی‌اش منطبق است، مهم‌ترین سنگ‌های منطقه خود را بشناسد. به بررسی ویژگی‌های منطقه جغرافیایی محل زندگی خود علاقه‌مند شود. 					
اهداف مرحله‌ای					
عناصر برنامه درسی ملی:		عناصر		اهداف (با رعایت توالی محتوای درسی) انتظارات در پایان آموزش	
تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق					
عرصه ارتباط با		حیطه و سطح در بلوم			
خود	خلق				
		<input checked="" type="checkbox"/>	علم	شناختی - دانش	دانش‌آموز بتواند بهنه‌های زمین‌شناسی ایران را نام ببرد و موقعیت جغرافیایی آن‌ها را روی نقشه مشخص نماید.
		<input checked="" type="checkbox"/>	علم	شناختی - دانش	دانش‌آموز بتواند ویژگی زمین ساختاری هر بهنه را بیان کند.
		<input checked="" type="checkbox"/>	علم	شناختی - دانش	دانش‌آموز باید بتواند نوع سنگ غالب هر منطقه را نام ببرد.
<input checked="" type="checkbox"/>			علم	شناختی - دانش	دانش‌آموز باید بتواند بهنه‌های زمین‌شناسی ایران را با هم مقایسه کند.
		<input checked="" type="checkbox"/>	ایمان	شناختی - درک و فهم	دانش‌آموز پس از دیدن تصاویر مربوط به پدیده‌های زیبای موجود در هر بهنه به عظمت خالق هستی پی می‌برد.
		<input checked="" type="checkbox"/>	ایمان	شناختی - درک و فهم	دانش‌آموز پس از آشنایی با پتانسیل‌های موجود در هر بهنه به شگفتی‌های خلقت پی می‌برد.
		<input checked="" type="checkbox"/>	تعقل	شناختی - کاربرد	دانش‌آموز باید بتواند بین مخاطرات موجود در محیط زندگی خود و ویژگی زمین‌شناسی بهنه منطبق بر آن ارتباط منطقی برقرار کند.
هدف‌های رفتاری آموزشی					

☑			علم	شناختی - دانش	دانش آموز باید بتواند موقعیت پهنه‌ها را بر روی نقشه ایران تعیین کند.
<p>مطالبا رئوس</p> <p>- پهنه‌های زمین ساختی ایران - آشنایی با نقشه زمین‌شناسی</p>					
<p>مواد و رسانه‌های آموزشی</p> <p>لب‌تاپ، ویدئو پروژکتور، کتاب درسی، نمونه‌های سنگ، عکس و فیلم آموزشی، پاورپوینت، مازیک رنگی و تخته وایت برد، بوستر نقشه ایران و پنه‌های زمین‌شناسی</p>					
<p>پیش‌بینی رفتار وردی</p> <p>معلم به منظور مرور درس قبل، بر اساس کارپرگ از ۵ نفر سوالاتی در رابطه با درس جلسه قبل پرسیده و نمره را ثبت می‌کند. دانش‌آموزانی که مطالعه کرده و به سوالات به خوبی پاسخ دهند، تشویق می‌شوند.</p>					
<p>ایجاد ارتباط اولیه</p> <p>معلم با لبخند و پر انرژی وارد می‌شود و بعد از سلام و احوال‌پرسی، مثل همیشه واژه‌هایی از قبیل «به نام خداوند مهربان» را پای تابلو می‌نویسد. حضور و غیاب را انجام داده و علت غیبت دانش‌آموزان را در جلسه قبل جویا می‌شود و حالت روحی و روانی و فیزیکی دانش‌آموزان را بررسی می‌کند و با آنها ارتباط عاطفی برقرار می‌کند. به شرایط کلاس توجه می‌کند و میزان مؤثر بودن ارتباط فراگیران با یکدیگر را در گروه‌های از پیش تعیین شده جویا می‌شود و از دانش‌آموزان می‌خواهد سوالات و اشکالات خود از درس جلسه قبل را بپرسند.</p>					
<p>گروه‌بندی و مدار و ساختار کلاسی</p> <p>گروه‌بندی بر اساس سطح علمی فراگیران صورت می‌گیرد باید اعضای گروه از نظر سطح علمی نامتجانس باشد. تعداد نفرات گروه سه‌تایی است و برای هر گروه نامی بر اساس پهنه‌های ایران انتخاب می‌شود. چیدمان صندلی‌های کلاس به صورت نیم دایره انجام می‌شود به طوری که اعضای گروه با هم و با معلم ارتباط بصری داشته باشند.</p>					
<p>روش‌بندی و تداوم انگیزه ایجاد و</p> <p>معلم با نمایش عکس‌ها، بوسترها، انیمیشن‌ها یا ویدیوهای پهنه‌های زمین ساختی ایران به‌ویژه از پهنه محل زندگی دانش‌آموزان، ایجاد انگیزه می‌کند.</p>					
<p>ارزشیابی آغازین</p> <p>معلم قبل از شروع درس جدید برای یادآوری مطالب گذشته و دست‌یابی به اهداف مطلوب از دانش‌آموزان می‌خواهد که به صورت گروهی به سوالات زیر فکر کرده و پاسخ دهند:</p> <ul style="list-style-type: none"> - آیا تمام نقاط ایران از یک نوع سنگ ساخته شده است؟ - آیا سنگ‌ها در تمام نقاط ایران هم سن هستند؟ - برای شناسایی سنگ‌های مناطق مختلف ایران بهترین و راحت‌ترین کار چیست؟ - مبنای تقسیم‌بندی سرزمین ایران به پهنه‌های متعدد چیست؟ - اهمیت پهنه‌بندی ایران زمین در چیست؟ 					
<p>روش‌های تدریس</p> <p>تدریس اصلی و محوری: سخنرانی و توضیحی و پرسش و پاسخ با کمک پاورپوینت و نمودار و فیلم آموزشی تدریس فرعی: کارگروهی، بحث و تبادل نظر</p>					

فعالیت‌های حین تدریس	
دقیقه ۵	<p>معلم، فراگیر، محیط، رسانه - آماده بودن معلم (مطالعه و داشتن طرح درس) - آمادگی ذهنی فراگیران (طرح سؤال، ایجاد انگیزه) - آماده‌سازی محیط و رسانه (نوشتن عناوین درس جدید بر روی وایت‌برد، آماده‌سازی لپ‌تاب و پروژکتور، چیدن نمونه‌های سنگ و کانی بر روی میز)</p>
آماده‌سازی	
ارائه درس جدید مدت ارائه ۴۵ دقیقه	
فعالیت‌های دانش آموزان	فعالیت‌های معلم
<p>گوش دادن به معلم، نشان دادن عکس‌العمل مناسب هنگام دیدن نقشه، مطرح کردن نظرات خود پاسخ دادن به سؤالات مطرح شده مطرح کردن سؤالاتی که به ذهنشان رسیده است. رعایت نوبت و احترام هنگام بیان نظرات مرتبط با موضوع نشراطلاعات و تعمیم آن در محل زندگی و بیان مصادیق مشابه و بحث و گفت‌وگو در دانش‌آموزان مشاهده روند کل بهنه‌ها و ارائه پاسخ با ذکر دلیل و مشارکت در بحث و تبادل نظر</p>	<p>نمایش نقشه ایران بدون بهنه‌بندی و همراه بهنه‌بندی و درخواست از دانش‌آموزان برای بیان تفاوت‌های موجود در دو نقشه و اینکه کدام یک برای مطالعه ایران مفیدتر است</p>
<p>بیان تجربه‌های شخصی خود در ارتباط با سفر به نقاط مختلف ایران</p>	<p>تعریف یک تجربه واقعی مانند سفر به کوه‌های زاگرس و ذکر زیبایی‌ها و مخاطراتی که در این بهنه با آن مواجه هستیم</p>
<p>یادداشت برداری از نکات کلیدی، مشارکت در تحلیل نقشه بهنه‌بندی ایران و نحوه قرارگیری بهنه‌ها و روند گسترش آنها و پاسخ به پرسش‌های مطرح شده توسط دبیر</p>	<p>معرفی اشتوکلین و روش کار و سفرهای مختلف او به نقاط مختلف ایران و بیان اهمیت کار او در ارائه نقشه بهنه‌بندی ایران به همراه جناب مهندس نبوی</p>
<p>مشارکت در تدریس و پاسخگویی به سؤالات مطرح شده درباره تفاوت در جنس و نوع سنگ‌های اصلی تشکیل دهنده هر بهنه</p>	<p>استفاده از باور پوینت و انیمیشن برای بیان مشخصات هر بهنه و برشمردن ذخایر و منابع معدنی با ارزش هر کدام از بهنه‌ها</p>
<p>پاسخ به پرسش‌های مطرح شده و بیان تجربیات خود با آنچه در طبیعت زمین اتفاق می‌افتد و لذت بردن از مباحث مطرح شده و به خاطر سپردن آنها. رمزگذاری برای یادگیری مشخصات مهم هر بهنه زمین ساختاری ایران</p>	<p>معرفی مناطق فرورانشی ایران و ارتباط آنها با زمین لرزه‌های رخ داده در ایران و دلیل فراوانی زمین لرزه در ایران</p>
فعالیت‌های خلاقانه دانش‌آموزان (طراحی فعالیت گروهی)	<p>- طراحی نقشه مفهومی - طراحی جدول متقاطع در رابطه با آنچه در این درس آموخته‌اند. - طراحی سؤالات چهار گزینه‌ای - تمرکز برای پرداختن به جزئیات موجود در هر بهنه و ارائه گزارش به کلاس درس</p>

فعالیت‌های پس از تدریس (تکمیلی)	
در حین تدریس	ارزشیابی متناسب با اهداف و انتظارات یادگیری با توجه به فعالیت‌های داخل و خارج از کلاس دانش‌آموزان به شیوه زیر انجام می‌شود: - مشاهدات معلم از نتیجه فعالیت‌های فردی و گروهی - توجه به پاسخ‌های شفاهی دانش‌آموزان - توجه به پویایی دانش‌آموز در کلاس درس - نظارت بر کار دانش‌آموزان در گروه‌ها - میزان مشارکت برای پاسخگویی به سؤالات طرح شدن ضمن تدریس
بعد از تدریس ۵ دقیقه	معلم برگه‌های سؤال را به گروه‌ها تحویل می‌دهد و از آنها می‌خواهد با توجه به آموخته‌های خود در این جلسه و در زمان مقرر به آن پاسخ دهند. معلم بعد از به پایان رسیدن وقت آزمون، پاسخ‌های هر گروه را بررسی و نتیجه را اعلام می‌کند. گروهی که بیشترین پاسخ درست را ارائه کرده باشد مورد تشویق قرار می‌گیرند (نمره مستمر)
۲ دقیقه	- تعدادی سؤال در قالب جدول ناقص در اختیار گروه‌ها قرار گیرد تا تکمیل نمایند. - یک نقشه ایران در اختیار گروه‌ها قرار گیرد تا محل بهینه‌ها و نام سنگ‌های اصلی موجود در هر بهینه را مشخص کنند. - تهیه بروشور جهت ارائه مطالب تکمیلی به صورت فردی و گروهی درباره هر یک از مباحث مطرح شده در بهینه‌های زمین ساختی ایران
۲ دقیقه	- معلم اسلاید بهینه‌ها را تصادفی به نمایش می‌گذارد و می‌خواهد تا یکی از دانش‌آموزان به صورت داوطلب بهینه را معرفی کرده و به طور مختصر ویژگی‌های آن را شرح دهد. - معلم با صبر و حوصله به سؤالات دانش‌آموزان پاسخ می‌دهد و به رفع اشکالات می‌پردازد. - درس این جلسه جمع‌بندی شده و موضوع جلسه آینده توسط معلم اعلام می‌گردد.
۲ دقیقه	کتاب درسی، معرفی سایت رشد و شبکه آموزش برای دسترسی به فیلم‌های آموزشی، معرفی کتاب سرزمین پارس (خاطرات یک زمین‌شناس) نوشته یوان اشتوکلین



دبیران محترم و صاحب نظران می توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب‌های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی nazar.roshd.ir یا نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ - ۱۵۸۷۵ ارسال کنند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

