



دانشگاه سیام نور
پی

زمین شناسی برای جغرافیا

(رشته جغرافیا)

محمود صداقت

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و **کمک درسی** (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

فهرست مطالب

هشت	پیشگفتار
ده	راهنمای مطالعه
یازده	هدف کلی درس زمین‌شناسی برای جغرافیا
۱	فصل ۱ کلیات
۱	هدف مرحله‌ای، هدف‌های رفتاری و مفاهیم تازه
۲	۱-۱ قلمرو مطالعه علم زمین‌شناسی
۴	۲-۱ اهمیت مطالعه زمین و نقش آن در زندگی انسان
۸	۳-۱ تقسیمات علم زمین‌شناسی
۹	خودآزمایی فصل ۱
۱۱	فصل ۲ شکل و ساختمان زمین
۱۱	هدف مرحله‌ای، هدف‌های رفتاری و مفاهیم تازه
۱۲	۱-۲ ابعاد و اندازه‌های زمین
۱۴	۲-۲ روش‌های مطالعه ساختمان و ترکیب درونی زمین
۱۴	۳-۲ لرزه‌شناسی
۱۷	۴-۲ ساختمان لایه‌ای زمین
۲۲	۵-۲ گرانی زمین
۲۴	۶-۲ ایزوستازی
۲۷	خودآزمایی فصل ۲
۳۱	فصل ۳ مواد سازنده‌ی پوسته جامد زمین
۳۱	هدف مرحله‌ای، هدف‌های رفتاری و مفاهیم تازه
۳۴	۱-۳ کانی‌ها
۴۵	۲-۳ چرخه‌ی سنگ
۴۷	۳-۳ سنگ‌های آذرین
۵۴	۴-۳ سنگ‌های رسوبی
۶۲	۵-۳ سنگ‌های دگرگونی
۶۹	خودآزمایی فصل ۳
۷۳	فصل ۴ زمان در زمین‌شناسی
۷۳	هدف مرحله‌ای، هدف‌های رفتاری و مفاهیم تازه
۷۵	۱-۴ سن نسبی و سن واقعی
۷۶	۲-۴ برخی اصول فیزیکی برای تعیین سن نسبی

۸۰	۳-۴ همبستگی چینه‌شناسی
۸۲	۴-۴ زیر تقسیمات زمان زمین‌شناسی
۸۴	۵-۴ تعیین سن واقعی
۸۹	خودآزمایی فصل ۴
۹۱	فصل ۵ جابه‌جایی قاره‌ها و زمین ساخت ورقی
۹۱	هدف مرحله‌ای، هدف‌های رفتاری و مفاهیم تازه
۹۲	۱-۵ پیدایش نظریه جابه‌جایی قاره‌ها
۹۵	۲-۵ مغناطیس دیرین و جابه‌جایی قاره‌ها
۹۸	۳-۵ گسترش بستر اقیانوس‌ها
۱۰۴	۴-۵ نظریه زمین ساخت ورقی
۱۱۲	خودآزمایی فصل ۵
۱۱۵	فصل ۶ زمین لرزه
۱۱۵	هدف مرحله‌ای، هدف‌های رفتاری و مفاهیم تازه
۱۱۷	۱-۶ دستگاه‌های لرزه‌نگار
۱۱۹	۲-۶ لرزه نگاشت
۱۲۱	۳-۶ موقعیت زمین لرزه
۱۲۶	۴-۶ شدت و بزرگی زمین‌لرزه
۱۳۰	خودآزمایی فصل ۶
۱۳۳	فصل ۷ آتشفشان
۱۳۳	هدف مرحله‌ای، هدف‌های رفتاری و مفاهیم تازه
۱۳۵	۱-۷ داستان تولد یک آتشفشان
۱۳۷	۲-۷ ساختمان یک آتشفشان
۱۴۰	۳-۷ انواع آتشفشان‌ها
۱۵۱	۴-۷ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محصولات آتشفشانی
۱۵۵	خودآزمایی فصل ۷
۱۵۷	فصل ۸ تغییر شکل‌های پوسته‌ای و کوهزایی
۱۵۷	هدف مرحله‌ای، هدف‌های رفتاری و مفاهیم تازه
۱۶۰	۱-۸ سطوح مایل
۱۶۲	۲-۸ چین‌ها
۱۶۹	۳-۸ گسل‌ها
۱۷۵	۴-۸ درزها
۱۷۷	خودآزمایی فصل ۸
۱۷۹	فصل ۹ نقشه‌های زمین‌شناسی
۱۷۹	هدف مرحله‌ای، هدف‌های رفتاری و مفاهیم تازه

۱۸۱	۱-۹ نقشه زمین‌شناسی چیست؟	
۱۸۴	۲-۹ خصوصیات سنگ‌شناسی و روابط سنی در نقشه‌های زمین‌شناسی	
۱۸۷	۳-۹ روابط ساختمانی در نقشه‌های زمین‌شناسی	
۱۹۵	خودآزمایی فصل ۹	
۱۹۷		پاسخ‌نامه
۲۱۱		کتاب‌نامه

پیشگفتار

کتابی که در دست دارید مقدمه‌ای است بر زمین‌شناسی یا علم مطالعه زمین. عناوین و مطالب کتاب با توجه به برنامه‌های مصوب این درس برای دانشجویان رشته کارشناسی جغرافیا تنظیم شده‌اند، ولی در عین حال تمام یا بخش‌هایی از این کتاب می‌تواند مورد استفاده دانشجویان دیگر مثل معدن، راه و ساختمان خاک‌شناسی و غیره قرار گیرد. این کتاب برای استفاده کسانی که پیش زمینه چندانی در زمین‌شناسی ندارند طراحی شده است. از آنجا که محتوای کتاب عمدتاً برای رشته‌های غیر زمین‌شناسی، به‌ویژه جغرافیا، در نظر گرفته شده، از این رو تلاش شده است که نکات اساسی برای حل مسائل زمین مورد تأکید قرار گیرد. علوم و فنون مختلفی از جهات گوناگون به مطالعه زمین می‌پردازند. زمین‌شناسان، جغرافی‌دانان، ژئوفیزیک‌دانان، ژئوشیمی‌دانان، هواشناسان، آب‌شناسان، اقیانوس‌شناسان، خاک‌شناسان و بسیاری دیگر، که به‌طور کلی می‌توان آنان را متخصصین علوم زمین نامید، دست‌اندرکار مطالعه زمین‌اند و هر یک جنبه خاصی از زمین را مورد توجه قرار می‌دهند. زمین‌شناسان بیشتر به مطالعه مواد سازنده، ساختمان، فرایندها و تحولات گذشته زمین می‌پردازند. روش‌های زمین‌شناسان برای دستیابی به این گونه اطلاعات در این کتاب مورد تأکید بوده است.

محتوای فصل‌های کتاب بر مبنای «هدف‌های مرحله‌ای» و «هدف‌های رفتاری» تنظیم شده‌اند. هدف‌ها در واقع نشان‌دهنده انتظارات نویسنده کتاب از خوانندگان است. هدف‌ها تعیین‌کننده تغییراتی است که پس از مطالعه متن کتاب در دانسته‌ها و مهارت‌های فراگیر به‌وجود می‌آیند. به علاوه هدف‌ها سطح فراگیری مطالب را مشخص می‌کنند.

در ابتدای هر فصل مفاهیمی که برای اولین بار مطرح می‌شوند در جدول «مفاهیم تازه» فهرست شده‌اند. این مفاهیم نیز نکات مورد تأکید را بیشتر مشخص می‌کنند.

گرچه برای این درس واحد عملی در نظر گرفته نشده است، ولی پاره‌ای کارهای عملی و استفاده از برخی وسایل کمک آموزشی می‌تواند در فراگیری بهتر بعضی از فصل‌های کتاب مفید باشد، به‌طور مثال مطالعه خصوصیات کانی‌ها و سنگ‌های اصلی در نمونه‌های دستی، بررسی ساخت‌های تکنیکی در روی مدل‌های سه بعدی در آزمایشگاه، تعبیر و تفسیر و طرز استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، استفاده از اسلایدها

و فیلم‌های زمین‌شناسی، بازدیدهای صحرایی و آشنایی با پدیده‌های زمین‌شناسی از نزدیک، در درک بهتر مطالب کتاب کمک مؤثری خواهد بود.

در پایان هر فصل مجموعه سوالاتی تحت عنوان «خودآزمایی» آمده است، که بر مبنای هدف‌های درس تنظیم شده‌اند. این سوال‌ها که شامل پرسش‌های تشریحی و چهار گزینه‌ای است، کم و بیش شبیه سوالاتی است که در ارزشیابی نهایی این درس مطرح خواهند شد.

راهنمای مطالعه

برای مطالعه بهتر این کتاب روش پیشنهادی ما آن است که قبل از هر چیز هدف‌های مرحله‌ای و هدف‌های رفتاری هر فصل را، برای اطلاع از نکته‌های مورد تأکید، چه از نظر محتوا و چه از نظر مهارت‌های مورد انتظار، به دقت مطالعه کنید. سپس با مطالعه مفاهیم تازه و مرور اجمالی متن آن فصل، با زمینه و روال کلی مطالب آشنا شوید. آن‌گاه به دقت شروع به مطالعه هر فصل کنید. در ضمن مطالعه‌ی بر روی تصاویر مکتب کنید. این تصاویر به یادگیری مطالب کمک مؤثری می‌کند. مطالبی که باید فراگیرید و سطح فراگیری مطالب (به خاطر سپردن، تعریف کردن، نام بردن، درک کردن، توضیح دادن، شناسایی کردن، تفسیر کردن و از این قبیل) در هدف‌های مشخص شده‌اند. توجه کنید به خاطر سپردن همه مطالب کتاب ضروری نیست. در حین مطالعه درس بهتر است هر جا که لازم دیدید، دوباره به هدف‌ها و مفاهیم درس مراجعه کنید. پس از مطالعه هر فصل به خودآزمایی‌های انتهای فصل پاسخ دهید. هیچ سوالی را بدون جواب باقی نگذارید. پس از آن برای اطمینان از درستی پاسخ‌هایتان به پاسخ‌نامه انتهای کتاب مراجعه کنید. اگر دست کم ۸۰ درصد پاسخ‌های شما درست باشد، می‌توانید مطمئن شوید که مطالب آن فصل را فرا گرفته‌اید. در این صورت می‌توانید مطالعه فصل بعد را آغاز کنید. در غیر این صورت لازم است که بار دیگر به مطالعه آن فصل یا حداقل بخش‌هایی از آن بپردازید. به این ترتیب انتظار می‌رود که در مطالعه این کتاب با مشکل عمده‌ای روبرو نشوید. نظرات و پیشنهادهای شما در رفع کمبودها و لغزش‌های کتاب و بهبود آن در چاپ‌های بعدی، می‌تواند بسیار ارزشمند و مفید باشد.

محمود صداقت

تابستان ۷۲

هدف کلی درس

هدف کلی از مطالعه این کتاب آشنایی مقدماتی با علم زمین‌شناسی، شکل، ساختمان و مواد تشکیل‌دهنده زمین، فرایندهایی که از درون موجب تغییرات سطح و پوسته زمین می‌شوند و نتایج حاصل از این فرایندها و نقش زمان در تحولات زمین‌شناسی است.

فصل ۱

کلیات

هدف کلی

هدف کلی از مطالعه این کتاب آشنایی مقدماتی با علم زمین‌شناسی، شکل، ساختمان و مواد تشکیل‌دهنده زمین، فرایندهایی که از درون موجب تغییرات سطح و پوسته زمین می‌شوند و نتایج حاصل از این فرایندها و نقش زمان در تحولات زمین‌شناسی است.

هدف مرحله‌ای

هدف کلی از مطالعه این فصل آشنایی با قلمرو و روش‌های مطالعه در علم زمین‌شناسی، اهمیت و کاربردهای این علم و زمینه مطالعاتی شاخه‌های مهم علم زمین‌شناسی است.

هدف‌های رفتاری

پس از مطالعه این فصل باید بتوانید:

۱. مفاهیم و اصطلاحاتی را که در جدول مفاهیم تازه فهرست شده‌اند، تعریف کنید.
۲. محدوده مطالعه علم زمین‌شناسی و روش‌های مطالعه در این علم را مشخص کنید و مشکلاتی را که زمین‌شناسان در راه مطالعه این عمل با آن روبه‌رو هستند، بیان کنید.
۳. اهمیت علم زمین‌شناسی را بشناسید و نقش آن را در رفع نیازهای انسان و حل مسائلی که عملاً با آنها روبروست توضیح دهید.

۴. رشته‌ها و شاخه‌های اصلی این علم را نام ببرید و زمینه مطالعه هر یک از تعیین کنید.

مفاهیم تازه

- زمین‌شناسی
- ژئوفیزیک
- ژئوشیمی
- زمین‌شناسی فیزیکی
- زمین‌شناسی تاریخی
- کانی‌شناسی
- بلورشناسی
- سنگ‌شناسی
- ژئومورفولوژی
- رسوب‌شناسی
- زمین‌شناسی ساختمانی
- چینه‌شناسی
- ژئوکرونولوژی
- جغرافیای دیرینه
- دیرین‌شناسی
- زمین‌شناسی کاربردی
- زمین‌شناسی اقتصادی
- زمین‌شناسی نفت
- زمین‌شناسی مهندسی
- هیدروژئولوژی
- نقشه برداری زمین‌شناسی

۱-۱. قلمرو مطالعه علم زمین‌شناسی

«زمین‌شناسی» به‌طور کلی، علم مطالعه سیاره‌ای است که در آن زندگی می‌کنیم. این علم از جهات مختلف به مطالعه زمین می‌پردازد. مواد تشکیل دهنده زمین، فرایندهای فعال در زمین و محصولات ناشی از این فرایندها، ساختمان زمین، رویدادهای گذشته و تاریخ سیاره‌ی زمین و شکل‌های مختلف زندگی از ابتدای پیدایش آن تاکنون، از مهمترین مسائلی هستند که مورد توجه زمین‌شناسان‌اند. بنابراین در زمین‌شناسی، **فیزیک** نیروهای مؤثر بر زمین، **شیمی** مواد سازنده‌ی زمین و **زیست‌شناسی** ساکنان گذشته آن مورد بررسی و مطالعه قرار می‌گیرد.

زمین‌شناسان برای مطالعه زمین، مانند پژوهشگران دیگر، به مشاهده، اندازه‌گیری، تجزیه و تحلیل مشاهدات و به آزمایش دست می‌زنند. سنگ‌ها و کانی‌ها را در آزمایشگاه مورد بررسی قرار می‌دهند و با توجه به بافت، ترکیب و دیگر ویژگی‌های آنها به شرایط تشکیل‌شان پی می‌برند. با مطالعه ساخت‌های مختلف پوسته زمین، از حوادث

و تحولات گذشته کره زمین آگاه می‌شوند و نیروهایی را که دست‌اندرکار تغییرات زمین‌اند و آن را شکل می‌دهند، باز می‌شناسند. باقیمانده جانداران گذشته را، که در لایه‌های طبقات سنگ‌ها محفوظ مانده‌اند مطالعه می‌کنند و با استفاده از آنها سن طبقات مختلف، توالی رویدادهای زمین‌شناسی و شرایط محیطی تشکیل سنگ‌ها و بسیاری اطلاعات با ارزش دیگر را کسب می‌کنند.

زمین‌شناسان برای دستیابی به اطلاعات مورد نیاز خود پیش از هر چیز به مطالعه مستقیم طبیعت می‌پردازند. از قله کوه‌ها گرفته تا اعماق اقیانوس‌ها، همه جا قلمرو جستجوی زمین‌شناسان است. اما علت بسیاری از پدیده‌ها و رویدادهای زمین‌شناسی در اعماق زمین نهفته است، که قسمت اعظم آن نیز مستقیماً قابل دسترسی نیست. گرچه برخی از اطلاعات لازم با حفر چاه‌های عمیق به دست می‌آید، ولی حتی عمیق‌ترین چاهی که به دست بشر حفر شده نتوانسته است از پوسته زمین، که قشر نازکی در اطراف آن است، عبور کند. از این‌رو زمین‌شناسان از روش‌های غیرمستقیم نیز در مطالعه زمین بهره می‌گیرند. مثلاً با استفاده از امواج زمین لرزه که تا قلب زمین نفوذ می‌کنند اطلاعات پرارزشی از ساختمان درون زمین به دست می‌آورند. با مطالعه شهاب سنگ‌ها به‌طور غیرمستقیم ماهیت مواد موجود در درون زمین را تا اندازه‌ای مشخص می‌کنند. مطالعه ماه، سیارات و دیگر اجرام خارج از زمین، در مورد تعیین منشأ زمین به زمین‌شناسان کمک می‌کند.

به دست آوردن اطلاعات لازم اغلب به سادگی امکان پذیر نیست و برای دستیابی به آنها باید زحمات زیاد متحمل شده، وقت و هزینه بسیاری صرف کرد. بسیاری از اطلاعات و حقایق زمین‌شناسی را نمی‌توان در آزمایشگاه به دست آورد. برای مطالعه انفجار یک آتشفشان باید به انتظار وقوع آن در طبیعت بود.

زمین‌شناسان علاوه بر فرایندهایی که در زمان حاضر در زمین فعال‌اند. با تغییرات کره زمین در طول تاریخ گذشته آن نیز سروکار دارند. اما مطالعه تاریخ زمین و تحولات گذشته آن چندان آسان نیست. شواهد باقی‌مانده بسیاری از رویدادهای گذشته زمین کامل نیستند. آثار زمین‌شناسی اغلب به مرور زمان تخریب می‌شوند، از بین می‌روند یا تغییر شکل می‌دهند. برخی از این آثار نیز در زیر لایه‌ها مدفون شده‌اند و دسترسی به آنها مشکل یا غیر ممکن است و گاهی نیز اصولاً چیزی ضبط نشده است. بنابراین

زمین‌شناسان اغلب با داده‌ها و اطلاعات محدود، ناقص و پیچیده‌ای سروکار دارند. ولی باید بتوانند براساس همین داده‌های محدود و ناقص نتیجه‌گیری کنند و به حل مسائلی که با آن روبرو هستند بپردازند.

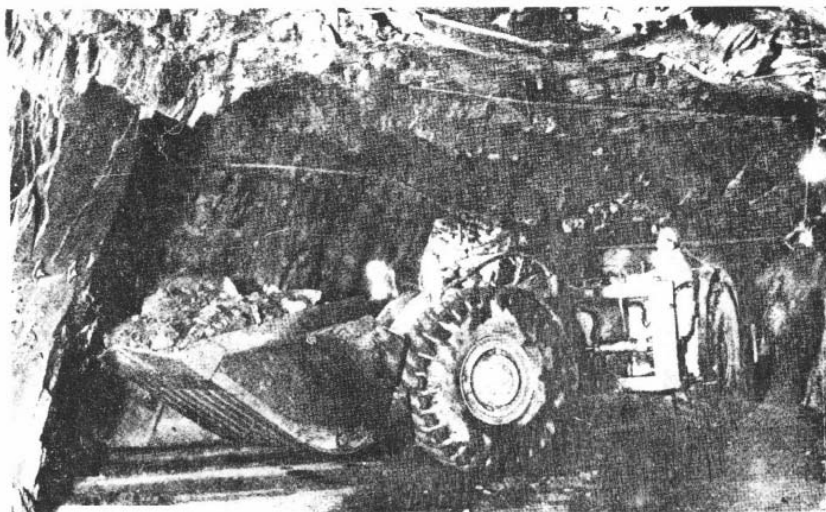
در طول دو قرن گذشته، زمین‌شناسی از یک علم اساساً توصیفی به علمی متکی بر سنجش و اندازه‌گیری تبدیل شده است. به‌طور مثال در گذشته زمین‌شناسی تنها به توصیف کلی طبقات سنگی اکتفا می‌کرد، ولی امروزه تکنیک‌های دقیقی برای تعیین ماهیت کانی‌های موجود در سنگ‌ها به کار گرفته می‌شود. در یک قرن پیش تنها راهی که یک زمین‌شناس برای تشخیص شدت و موقعیت زمین لرزه داشت فقط گزارش‌های نظری و پراکنده‌ی مردم عادی و شاهدان عینی بود. امروزه با وجود دستگاه‌های حساس ژئوفیزیکی، بزرگی، عمق و محل وقوع زمین‌لرزه، در هر جایی از زمین که رخ داده باشد، به دقت قابل اندازه‌گیری است. روشن است که هر چه آثار به‌جای‌مانده از رویدادهای گذشته در سنگ‌ها کامل‌تر و هر چه مشاهدات و اندازه‌گیری‌ها دقیق‌تر باشد نتیجه‌گیری‌ها به حقیقت نزدیک‌تر است.

۲-۱. اهمیت مطالعه زمین و نقش آن در زندگی انسان

کنجکاوی انسان درباره‌ی سیاره‌اش به قدمت خود اوست. شگفتی ما در برابر یک آتشفشان در حال فوران، هراس ما از لرزش و حرکت زمین در زمان وقوع زلزله، پرسشی که با دیدن فسیل یک جاندار دریایی در کوه‌های مرتفع به ذهنمان می‌رسد، همگی از نسل‌های گذشته به ما به ارث رسیده است. انسان از زمان‌های دور در پی یافتن علل این گونه رویدادها و مشاهدات بوده است. گرچه زمین‌شناسان امروزه تا اندازه‌ای به مسائلی از این دست پاسخ گفته‌اند، ولی هنوز نکات ابهام و رازهای نامشکوف زیادی باقی مانده است. برای بسیاری از سوالات هنوز جواب‌های روشنی در دست نیست. پرسش‌های بسیاری کاملاً بی‌جواب مانده‌اند و بدون شک درآینده نیز ما با سوالات بیشتری روبرو خواهیم بود. برای پاسخ‌گویی به این سوالات و شناخت بهتر زمین ما به مطالعات هر چه بیشتری نیاز داریم.

کلیه اطلاعاتی که از مطالعه زمین به‌دست می‌آید، صرف نظر از جنبه‌های صرفاً علمی آن در شناخت رازهای زمین و ارضاء کنجکاوی‌های انسان، عملاً نیز در خدمت

رفع نیازهای انسان است. زمین‌شناسی نقش مهمی در حل برخی مسائل مبرم امروزی دارد. در میان این مسائل، موضوع تأمین منابع انرژی، مواد معدنی و آب از مهمترین آنهاست. انسان بسیاری از مواد موردنیاز خود، مثل فلزات، غیرفلزات، نفت، گاز، آب، مصالح ساختمانی، کودهای شیمیایی و بسیاری مواد دیگر را از درون زمین به‌دست می‌آورد و همین موضوع خود به تنهایی کافی است که به مطالعه دقیق زمین بپردازد (شکل ۱-۱). مطالعات زمین‌شناسی به ما می‌آموزد که در کجا و چگونه دنبال مواد مورد نیاز خود باشیم. جستجو و یافتن منابع زیرزمینی در هر ناحیه مستلزم شناخت ویژگی‌های زمین‌شناسی آن است. با بررسی نوع سنگ‌ها و ساخت‌های زمین‌شناسی و مطالعات چینه‌شناسی و تاریخ زمین‌شناسی یک منطقه می‌توان اطلاعات مفیدی در مورد امکان وجود منابع زیرزمینی (اعم از آب، نفت، گاز یا کانی‌ها) به‌دست آورد.



شکل ۱-۱. استخراج از یک معدن: انسان اغلب مواد مورد نیاز خود را از زمین به‌دست می‌آورد. همین موضوع به تنهایی کافی است که انسان را وادار کند تا به مطالعه دقیق زمین بپردازد.

از مسائل دیگری که انسان با آن روبروست حوادث طبیعی مثل زمین لرزه، آتشفشان، سیل، زمین لغزه، طوفان و دیگر رویدادهایی است که می‌تواند برای انسان خطرآفرین باشد. شناخت ماهیت حوادث طبیعی و علل وقوع آنها می‌تواند در پیش‌بینی،

مقابله و حتی پیشگیری از آنها به انسان کمک کند. مثلاً زلزله یا آتشفشان هر ساله در نقاط مختلف جهان خسارات جانی و مالی بسیاری به بار می‌آورد. امروزه انسان در آستانه پیش‌بینی وقوع آتشفشان است و احتمالاً در آینده‌ای نه چندان دور قادر به پیش‌بینی زمین لرزه خواهد بود. این گونه پیش‌بینی‌ها می‌تواند تا حدودی زیادی از خسارات رویدادهای طبیعی بکاهد. با مطالعات زمین‌شناسی مناطقی که بیشتر در معرض خطر زلزله هستند مشخص می‌شود و با تهیه نقشه‌های خطر زلزله می‌توان با تدابیر لازم و ساختن بناهای مقاوم در برابر زلزله در این مناطق، باز هم از خطرات احتمالی زلزله کاست (شکل ۲-۱).



شکل ۲-۱. زمین لرزه هر ساله در مناطق زلزله‌خیز جهان، از جمله در کشور خودمان، ویرانی‌های فراوانی به بار می‌آورد و قربانیان بسیار می‌گیرد. با مطالعه و تعیین نقاط زلزله‌خیز و پی‌بردن به علل وقوع زلزله و پیش‌بینی آن می‌توان تا حدود زیادی از خسارات احتمالی زمین لرزه جلوگیری کرد.

امروزه هیچ پروژه ساختمانی بزرگی، بدون مطالعات زمین‌شناسی مهندسی کافی انجام نمی‌پذیرد. اصولاً مطالعات زمین‌شناسی در برنامه‌ریزی‌های نوع استفاده از زمین بسیار حیاتی است. مطالعات زمین‌شناسی از نظر انتخاب محل سدها، پل‌ها، بزرگراه‌ها، بناهای بزرگ و دیگر سازه‌های مهندسی اهمیت اساسی دارد. سازه‌های بزرگ، و به‌ویژه سدها، باید در جایی بنا شوند که از نظر زمین‌شناسی پایدار باشند. در ایجاد این گونه سازه‌ها مسائل بسیاری از قبیل جنس سنگ‌ها، استحکام سنگ‌های پی‌سازه، وضعیت

تکنونیک‌های محل مثل موقعیت گسل‌ها، درزها و جهت‌یابی لایه‌ها، نفوذپذیری سنگ‌ها، امکان ریزش و لغزش و پایداری شیب‌ها و بسیاری مسائل زمین‌شناسی و محیطی دیگر باید با دقت مورد توجه قرار گیرد. موارد بسیاری در گذشته در دنیا وجود داشته است که به دلیل عدم توجه کافی به مسائل زمین‌شناسی، کارهای مهندسی ناموفق بوده است (مثلاً زمین لغزه بزرگ دریاچه پشت سد «وایونت» در ایتالیا در سال ۱۹۶۳ که موجب هلاکت ۲۶۰۰ نفر شد نتیجه عدم مطالعه زمین‌شناسی کافی و انتخاب نامناسب محل سد بوده است).

مطالعات زمین‌شناسی به ما می‌آموزد که در بهره‌برداری از منابع طبیعی به عواقب کار خود بیندیشیم و از این منابع چنان بهره بگیریم که دچار خسارات جبران‌ناپذیر نشویم. مثلاً اگر ما فرایند تولید و فرسایش خاک را به خوبی بشناسیم فعالیت‌های خود را طوری تنظیم می‌کنیم که ضمن بهره‌برداری کامل از خاک، از هدر رفتن این ماده پرارزش حیاتی جلوگیری کنیم. با مطالعه چرخه آب در طبیعت و برآورد کمی اجزاء آن می‌توانیم تأثیر دخالت‌های انسانی را در آن پیش‌بینی کنیم و از منابع موجود حداکثر بهره را بگیریم. وقتی تأثیر پوشش‌های گیاهی را در بالا بردن امکان نفوذ بیشتر آب باران به درون زمین بشناسیم در آن صورت با از بین بردن بی‌رویه جنگل‌ها و دیگر رستنی‌های طبیعی موجب افزایش حالت سیلابی رودخانه‌ها و تشدید قدرت فرسایش آنها و تباه شدن خاک‌های سطح زمین نمی‌شویم.

امروزه زمین‌شناسی در اکتشافات فضایی نیز سهم مهمی دارد. بخشی از مأموریت سفینه‌های فضایی سرنشین‌دار یا بدون سرنشین را، که به دیگر اعضای منظومه شمسی فرستاده می‌شود، مطالعات زمین‌شناسی تشکیل می‌دهد. تمام فضانوردان آموزش زمین‌شناسی می‌بینند و حتی یکی از فضانوردانی که به ماه مسافرت کرد خود یک زمین‌شناس بود (هاریسون اشمیت)، که از دانش زمین‌شناسی خود ضمن قدم زدن روی ماه استفاده کرد. در میان تیمی که به تفسیر عکس‌های فضایی و دیگر اطلاعات ارسالی از سفاین فضایی می‌پردازند، همیشه زمین‌شناسان حضور دارند. این افراد می‌کوشند که با مطالعه مستقیم یا غیرمستقیم دیگر سیارات، زمین‌شناسی سیاره‌ی ما را بهتر درک کنند و در مورد منشاء و تاریخ منظومه شمسی اطلاعات بیشتری به‌دست آورند.

۳-۱. تقسیمات علم زمین‌شناسی

قلمرو علم زمین‌شناسی وسیع است و با بسیاری از علوم دیگر در ارتباط است. زمین‌شناسی با علوم چون آب‌شناسی، هواشناسی، اقیانوس‌شناسی، خاک‌شناسی، کشاورزی، اخترشناسی، جغرافیای طبیعی و بسیاری از علوم و فنون دیگر ارتباط نزدیک دارد. این علم برای پاسخ‌گویی به مسائل زیادی که با آن روبروست بسیاری از علوم، به ویژه فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی را به یاری می‌طلبد و با آنها مشترک می‌شود. علم «ژئوفیزیک» که کاربرد اصول فیزیکی در حل مسائل زمین است، در واقع ترکیبی از علوم زمین‌شناسی و فیزیک است، «ژئوشیمی» که مواد سازنده زمین را از نظر شیمیایی بررسی می‌کند، از ترکیب زمین‌شناسی و شیمی حاصل می‌شود و «دیرین‌شناسی»، که به مطالعه جانداران گذشته می‌پردازد، نتیجه ارتباط زمین‌شناسی با زیست‌شناسی است.

با توجه به گستردگی موضوع مطالعه زمین، زمین‌شناسی به شاخه‌ها و رشته‌های مختلفی تقسیم می‌شود که هر یک در زمینه تقریباً مستقلی به مطالعه می‌پردازد. این تقسیم‌بندی به صورت‌های مختلف انجام می‌گیرد، در نوعی تقسیم‌بندی، به طور کلی علم زمین‌شناسی را می‌توان به دو شاخه اصلی «زمین‌شناسی فیزیکی» و «زمین‌شناسی تاریخی»، تقسیم کرد، که اولی با مواد سازنده زمین، فرایندهای فعال در درون و بیرون زمین و ساخت‌ها و محصولات ناشی از این فرایندها سروکار دارد و دومی به تحولات گذشته زمین و جانداران ساکن در آن می‌پردازد. ولی علاوه بر آن زمین‌شناسی به رشته‌های تخصصی متعددی تقسیم می‌شود، که مهمترین آنها به شرح زیرند:

الف) کانی‌شناسی: با مطالعه و طبقه‌بندی کانی‌ها، یا اجزاء اصلی سازنده سنگ‌ها، سروکار دارد. «بلورشناسی» نیز شاخه‌ای از کانی‌شناسی است که ساختمان بلورین کانی‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد.

ب) سنگ‌شناسی: به مطالعه سنگ‌ها، خواص فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها، منشاء و محل پیدایش سنگ‌ها و رده‌بندی سنگ‌ها می‌پردازد. این شاخه از علم زمین‌شناسی را می‌توان به سه شاخه سنگ‌شناسی رسوبی، سنگ‌شناسی آذرین و سنگ‌شناسی دگرگونی تقسیم کرد.

ج) ژئومورفولوژی: علمی است که راجع به شکل و عوارض سطح زمین و فرایندهایی که موجب پیدایش آنها می‌شوند به بحث می‌پردازد.

- (د) **رسوب‌شناسی**: عبارت است از علم مطالعه رسوبات، منشاء و نحوه تشکیل آنها.
- (ه) **زمین‌شناسی ساختمانی**: شامل مطالعه شکل هندسی توده‌های سنگی با تأکید بر تغییر شکل‌های پوسته‌ای است. بنابراین مطالعه ساخت‌های پوسته و درون زمین و فرایندهای تشکیل‌دهنده آنها به عهده این شاخه از علم زمین‌شناسی است.
- (و) **چینه‌شناسی**: عبارت است از مطالعه سیستماتیک سنگ‌های لایه‌لایه و ارتباط آنها از نظر زمانی. در شاخه‌ای از چینه‌شناسی، به نام ژئوکرونولوژی، سعی می‌شود که یک مقیاس زمانی از تحولات زمین ترتیب داده شود. در شاخه دیگری از این علم به نام جغرافیای دیرینه، شرایط جغرافیایی گذشته زمین مورد نظر است.
- (ز) **دیرین‌شناسی**: بررسی فسیل‌ها، یعنی آثار جانداران گذشته زمین، و تعیین موقعیت‌های آنها در توالی سنگ‌های لایه‌لایه در محدوده مطالعه این رشته از علم زمین‌شناسی قرار می‌گیرد.
- (ح) **زمین‌شناسی کاربردی**: شاخه‌ای از علم زمین‌شناسی است که نقش آن کاربرد اطلاعات و اصول زمین‌شناسی در حل مسائل عملی است. داشتن اطلاعات عمومی در زمین‌شناسی کاربردهای فراوانی دارد. بسیاری از زمین‌شناسان آموزش‌های ویژه‌ای می‌بینند تا به حل مسائل مربوط به اکتشاف و استخراج معادن (زمین‌شناسی اقتصادی)، کشف و استخراج نفت و گاز طبیعی (زمین‌شناسی نفت)، ایجاد سازه‌های بزرگ و پروژه‌های مهندسی (زمین‌شناسی مهندسی) و اکتشافات و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی (هیدروژئولوژی)، یا مسائلی دیگری که به فعالیت‌های انسان مربوط می‌شود، بپردازند.
- (ط) **نقشه‌برداری زمین‌شناسی**: حاصل کلیه مطالعات زمین‌شناسی معمولاً به صورت یک نقشه زمین‌شناسی ارائه می‌شود، که در آن وضعیت سنگ‌شناسی و تا حد ممکن سن واحدهای مهم زمین‌شناسی نمایش داده می‌شود.

خودآزمایی فصل ۱

۱. مهمترین مسائلی که زمین‌شناسان مورد مطالعه قرار می‌دهند، کدامند؟
۲. زمین‌شناسان اطلاعات مورد نیاز خود را چگونه به دست می‌آورند؟
۳. برای مطالعه رویدادها و تحولات گذشته زمین چه مشکلاتی در سر راه زمین‌شناسان

قرار دارد؟

۴. مطالعه زمین چه نتایج عملی در زندگی انسان دارد؟

۵. محدوده مطالعه زمین‌شناسی فیزیکی و زمین‌شناسی تاریخی چیست؟

۶. مطالعه همبستگی سنی لایه‌های سنگی به عهده کدامیک از شاخه‌های زمین‌شناسی است؟

۱. کانی‌شناسی

۲. سنگ‌شناسی

۳. چینه‌شناسی

۴. ژئومورفولوژی

۷. در کدامیک از شاخه‌های زمین‌شناسی، تغییر شکل‌های پوسته زمین، که حاصل فرایندهای درونی است، مورد بررسی قرار می‌گیرد؟

۱. سنگ‌شناسی

۲. زمین‌شناسی ساختمانی

۳. دیرین‌شناسی

۴. رسوب‌شناسی