



زمین شناسی فیزیکی

(رشته زمین شناسی)

دکتر حسن علیزاده دکتر سیدجواد مقدسی

دکتر محمدرضا کبریایی زاده

امروز کتابخوانی و علم‌آموزی نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.^۱

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتابخوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه مطالعه هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام(ص) این است که «بخوان!» و در اولین سوره‌ای که بر آن فرستاده عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد

1. <https://farsi.khamenei.ir/message-content?id=2696>

شده است: «إِقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره جغرافیایی ایران شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار	سیزده
فصل اول. مقدمه‌ای بر زمین‌شناسی	۱
هدف کلی	۱
هدف‌های یادگیری	۱
مقدمه	۱
۱-۱ زمین‌شناسی چیست	۲
۲-۱ سیستم زمین	۴
۳-۱ نظریه‌ها و قوانین	۶
۴-۱ زمین یک سیاره پویا و در حال تکامل	۷
۵-۱ خاستگاه جهان و منظومه شمسی و جایگاه زمین در آن‌ها	۸
۱-۵-۱ منظومه شمسی - منشأ و تکامل آن	۹
۲-۵-۱ جایگاه زمین در منظومه شمسی	۱۰
خلاصه فصل اول	۱۱
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول	۱۲
خودآزمایی تشریحی فصل اول	۱۳
فصل دوم. ساختمان درونی زمین	۱۵
هدف کلی	۱۵
هدف‌های یادگیری	۱۵
مقدمه	۱۵
۱-۲ پوسته	۱۷
۲-۱-۱ پوسته قاره‌ای	۱۷

۱۸	۲-۱-۲ پوسته اقیانوسی
۱۹	۳-۱-۲ تفاوت پوسته‌های قاره‌ای و اقیانوسی
۲۰	۲-۲ گوشته
۲۰	۱-۲-۲ گوشته بالایی
۲۱	۲-۲-۲ منطقه انتقالی
۲۱	۳-۲-۲ گوشته زیرین
۲۲	۳-۲ هسته
۲۲	۱-۳-۲ هسته خارجی
۲۳	۲-۳-۲ هسته داخلی
۲۳	خلاصه فصل دوم
۲۴	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۲۵	خودآزمایی تشریحی فصل دوم
۲۷	فصل سوم. زمین ساخت صفحه‌ای
۲۷	هدف کلی
۲۷	هدف‌های یادگیری
۲۷	مقدمه
۲۸	۱-۳ جدایش قاره‌ها
۳۱	۲-۳ گسترش بستر اقیانوس‌ها
۳۳	۳-۳ پیدایش زمین ساخت صفحه‌ای
۳۵	۴-۳ علل حرکت صفحات
۳۵	۵-۳ انواع مرز صفحات
۳۵	۱-۵-۳ مرزهای واگرا
۳۷	۲-۵-۳ مرزهای همگرا
۳۹	۳-۵-۳ مرز گسل‌های ترادیدی
۴۰	خلاصه فصل سوم
۴۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۴۳	خودآزمایی تشریحی فصل سوم
۴۵	فصل چهارم. کانی‌شناسی
۴۵	هدف کلی
۴۵	هدف‌های یادگیری
۴۵	مقدمه
۴۶	۱-۴ کانی چیست؟
۴۶	۱-۱-۴ ترکیب شیمیایی کانی‌ها
۴۷	۲-۱-۴ ماهیت بلورین کانی‌ها

۴۹	۲-۴ خواص فیزیکی کانی ها
۴۹	۱-۲-۴ شکل ظاهری بلور
۵۰	۲-۲-۴ رخ
۵۲	۳-۲-۴ شکستگی
۵۲	۴-۲-۴ جلا
۵۳	۵-۲-۴ سختی
۵۵	۶-۲-۴ چگالی نسبی
۵۵	۷-۲-۴ رنگ
۵۵	۸-۲-۴ رنگ خاکه
۵۶	۹-۲-۴ سایر خواص کانی ها
۵۷	۳-۴ انواع کانی
۵۸	۴-۴ طبقه بندی کانی ها
۵۸	۱-۴-۴ عناصر آزاد
۵۹	۲-۴-۴ اکسیدها
۵۹	۳-۴-۴ سولفیدها
۵۹	۴-۴-۴ سولفات ها
۵۹	۵-۴-۴ فسفات ها
۶۰	۶-۴-۴ کربنات ها
۶۰	۷-۴-۴ سیلیکات ها
۶۱	۱-۷-۴-۴ طبقه بندی کانی های سیلیکات
۶۳	۵-۴ جایگزینی یونی
۶۴	خلاصه فصل چهارم
۶۴	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل چهارم
۶۶	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم
۶۷	فصل پنجم. فرایندهای آذرین و سنگ های آذرین
۶۷	هدف کلی
۶۷	هدف های یادگیری
۶۷	مقدمه
۶۸	۱-۵ انواع سنگ و چرخه سنگ
۷۰	۲-۵ سنگ های آذرین و منشأ ماگما
۷۰	۱-۲-۵ فرایندهای سازنده ماگما
۷۱	۲-۲-۵ محیط های تشکیل ماگما
۷۴	۳-۲-۵ خصوصیات و رفتار ماگما
۷۵	۳-۵ طبقه بندی سنگ های آذرین
۷۵	۱-۳-۵ بافت سنگ های آذرین

۷۷	 ۵-۳-۲ نام‌گذاری سنگ‌های آذرین
۷۷	 ۵-۴ سنگ‌های آذرین متداول
۸۰	 ۵-۵ توده‌های نفوذی، گدازه و سنگ‌های آذرآواری
۸۰	 ۵-۵-۱ توده‌های نفوذی (پلوتون‌ها)
۸۱	 ۵-۵-۲ گدازه و سنگ‌های آذرآواری
۸۳	 خلاصه فصل پنجم
۸۴	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۸۵	 خودآزمایی تشریحی فصل پنجم
۸۷	 فصل ششم. هوازدگی و خاک
۸۷	 هدف کلی
۸۷	 هدف‌های یادگیری
۸۷	 مقدمه
۸۹	 ۶-۱ هوازدگی، فرسایش، و حمل‌ونقل
۸۹	 ۶-۲ هوازدگی و سیستم‌های زمین
۸۹	 ۶-۲-۱ جو
۹۰	 ۶-۲-۲ آب‌کره
۹۰	 ۶-۲-۳ زیست‌کره
۹۰	 ۶-۳ انواع هوازدگی
۹۱	 ۶-۳-۱ هوازدگی مکانیکی
۹۶	 ۶-۳-۲ هوازدگی شیمیایی
۱۰۴	 ۶-۴ عوامل مؤثر بر هوازدگی
۱۰۵	 ۶-۵ خاک
۱۰۷	 ۶-۵-۱ افق‌های خاک
۱۰۹	 ۶-۵-۲ عوامل مؤثر بر تشکیل خاک
۱۱۰	 ۶-۵-۳ انواع خاک
۱۱۱	 ۶-۶ هوازدگی و منابع معدنی
۱۱۲	 خلاصه فصل ششم
۱۱۴	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۱۱۵	 خودآزمایی تشریحی فصل ششم
۱۱۷	 فصل هفتم. رسوب و سنگ‌های رسوبی
۱۱۷	 هدف کلی
۱۱۷	 هدف‌های یادگیری
۱۱۸	 مقدمه
۱۱۸	 ۷-۱ رسوب

۱۱۹	۷-۱-۱ حمل و نقل
۱۲۱	۷-۱-۲ نهشتگی
۱۲۱	۷-۱-۳ حفظ شدگی
۱۲۲	۷-۱-۴ سنگ شدگی
۱۲۳	۷-۲ انواع سنگ های رسوبی
۱۲۴	۷-۲-۱ سنگ های رسوبی آواری
۱۲۷	۷-۲-۲ سنگ های رسوبی شیمیایی و زیست شیمیایی
۱۳۰	۷-۲-۳ سنگ های رسوبی آلی
۱۳۲	۷-۳ ساخت های رسوبی
۱۳۶	۷-۴ فسیل ها
۱۳۷	۷-۵ تفسیر سنگ های رسوبی
۱۳۹	۷-۶ محیط های رسوبی
۱۳۹	۷-۷ منابع معدنی در سنگ های رسوبی
۱۴۰	خلاصه فصل هفتم
۱۴۲	خود آزمایی چهارگزینه ای فصل هفتم
۱۴۳	خود آزمایی تشریحی فصل هفتم
۱۴۵	فصل هشتم. فرایندهای دگرگونی و سنگ های دگرگونی
۱۴۵	هدف کلی
۱۴۵	هدف های یادگیری
۱۴۵	مقدمه
۱۴۶	۸-۱ پایداری کانی و دگرگونی
۱۴۶	۸-۲ عوامل کنترل کننده خصوصیات سنگ های دگرگونی
۱۴۷	۸-۲-۱ ترکیب سنگ مادر
۱۴۸	۸-۲-۲ دما
۱۴۹	۸-۲-۳ فشار
۱۴۹	۸-۲-۴ تنش تفریقی
۱۵۰	۸-۲-۵ دگرشکلی و برگ وارگی
۱۵۱	۸-۲-۶ سیالات
۱۵۲	۸-۲-۷ زمان
۱۵۳	۸-۲-۸ درجه دگرگونی
۱۵۴	۸-۳ انواع دگرگونی و سنگ های دگرگونی
۱۵۴	۸-۳-۱ دگرگونی همبری (مجاورتی)
۱۵۵	۸-۳-۲ دگرگونی دفنی
۱۵۷	۸-۳-۳ دگرگونی ناحیه ای
۱۵۸	۸-۴ رخساره های دگرگونی

۱۶۰	خلاصه فصل هشتم.....
۱۶۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هشتم.....
۱۶۳	خودآزمایی تشریحی فصل هشتم.....
۱۶۵	فصل نهم. زمان در زمین‌شناسی.....
۱۶۵	هدف کلی.....
۱۶۵	هدف‌های یادگیری.....
۱۶۵	مقدمه.....
۱۶۸	۹-۱ روش‌های تعیین سن نسبی.....
۱۶۸	۹-۱-۱ اصول بنیادین تعیین سن نسبی.....
۱۷۴	۹-۲ روش‌های تعیین سن مطلق.....
۱۷۴	۹-۲-۱ روش‌های تعیین سن ایزوتوپی.....
۱۷۹	۹-۲-۲ کاربرد سن‌های ایزوتوپی.....
۱۸۰	۹-۳ مقیاس زمانی زمین‌شناسی.....
۱۸۱	خلاصه فصل نهم.....
۱۸۳	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل نهم.....
۱۸۴	خودآزمایی تشریحی فصل نهم.....
۱۸۵	فصل دهم. زمین‌شناسی ساختمانی.....
۱۸۵	هدف کلی.....
۱۸۵	هدف‌های یادگیری.....
۱۸۵	مقدمه.....
۱۸۶	۱۰-۱ تنش.....
۱۸۸	۱۰-۲ کرنش.....
۱۹۰	۱۰-۳ چین‌خوردگی.....
۱۹۲	۱۰-۳-۱ عناصر چین.....
۱۹۳	۱۰-۳-۲ انواع متداول چین.....
۱۹۳	۱۰-۴ درزه‌ها و گسل‌ها.....
۱۹۸	خلاصه فصل دهم.....
۱۹۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دهم.....
۲۰۱	خودآزمایی تشریحی فصل دهم.....
۲۰۳	فصل یازدهم. زمین‌لرزه.....
۲۰۳	هدف کلی.....
۲۰۳	هدف‌های یادگیری.....
۲۰۳	مقدمه.....

۲۰۴	۱-۱۱ موج‌های زمین‌لرزه
۲۰۴	۱-۱-۱۱ امواج داخلی یا پیکری
۲۰۵	۱-۱-۱۱ امواج اولیه یا امواج P
۲۰۶	۱-۱-۱۱ امواج ثانویه یا امواج S
۲۰۶	۲-۱-۱۱ امواج سطحی
۲۰۷	۱-۲-۱۱ موج لاو
۲۰۷	۲-۲-۱۱ موج ریلی
۲۰۹	۲-۱۱ مختصات زمین‌لرزه
۲۱۱	۳-۱۱ ثبت امواج زمین‌لرزه
۲۱۲	۴-۱۱ مقیاس‌های اندازه‌گیری قدرت زمین‌لرزه
۲۱۲	۱-۴-۱۱ شدت زمین‌لرزه
۲۱۲	۲-۴-۱۱ بزرگای زمین‌لرزه
۲۱۲	خلاصه فصل یازدهم
۲۱۴	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل یازدهم
۲۱۵	خودآزمایی تشریحی فصل یازدهم
۲۱۷	فصل دوازدهم. آب‌های جاری و زیرزمینی
۲۱۷	هدف کلی
۲۱۷	هدف‌های یادگیری
۲۱۷	مقدمه
۲۱۸	۱-۱۲ چرخه آب
۲۱۹	۲-۱۲ آب‌های جاری
۲۲۰	۱-۲-۱۲ ایجاد دره
۲۲۱	۲-۲-۱۲ ایجاد مه‌آندر
۲۲۲	۳-۲-۱۲ پیدایش آبشار
۲۲۲	۴-۲-۱۲ رسوب‌گذاری آب‌های جاری
۲۲۳	۵-۲-۱۲ تشکیل مخروط افکنه
۲۲۴	۶-۲-۱۲ تشکیل دلتا
۲۲۵	۷-۲-۱۲ تراس‌های آبرفتی
۲۲۵	۸-۲-۱۲ دشت سیلابی
۲۲۶	۳-۱۲ آب‌های زیرزمینی
۲۲۶	۱-۳-۱۲ منشأ آب‌های زیرزمینی
۲۲۶	۲-۳-۱۲ نفوذ آب در زمین
۲۲۷	۳-۳-۱۲ وضعیت آب در لایه‌های زمین
۲۲۹	۴-۳-۱۲ حرکت آب‌های زیرزمینی
۲۲۹	۵-۳-۱۲ آبخوان

۲۳۱	 ۱۲-۳-۶ روش‌های بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی
۲۳۴	 خلاصه فصل دوازدهم
۲۳۶	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوازدهم
۲۳۷	 خودآزمایی تشریحی فصل دوازدهم
۲۳۹	 فصل سیزدهم. منابع معدنی و انرژی
۲۳۹	 هدف کلی
۲۳۹	 هدف‌های یادگیری
۲۳۹	 مقدمه
۲۴۱	 ۱۳-۱-۱ منابع انرژی تجدیدناپذیر
۲۴۱	 ۱۳-۱-۱ زغال‌سنگ
۲۴۲	 ۱۳-۱-۲ نفت و گاز طبیعی
۲۴۴	 ۱۳-۱-۳ شیل نفتی
۲۴۵	 ۱۳-۱-۴ اورانیوم
۲۴۶	 ۱۳-۱-۵ انرژی زمین‌گرمایی (ژئوترمال)
۲۴۷	 ۱۳-۲-۱ منابع انرژی تجدیدپذیر
۲۴۷	 ۱۳-۲-۱ انرژی خورشیدی
۲۴۸	 ۱۳-۲-۲ انرژی بادی
۲۴۸	 ۱۳-۲-۳ انرژی برق‌آبی
۲۴۹	 ۱۳-۲-۴ انرژی جزر و مد
۲۴۹	 ۱۳-۲-۵ انرژی امواج
۲۵۰	 ۱۳-۲-۶ سوخت‌های زیستی
۲۵۱	 ۱۳-۳-۱ منابع فلزی
۲۵۲	 ۱۳-۴-۱ منابع غیرفلزی
۲۵۴	 خلاصه فصل سیزدهم
۲۵۶	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سیزدهم
۲۵۷	 خودآزمایی تشریحی فصل سیزدهم
۲۵۹	 واژه‌نامه
۲۶۱	 منابع

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَ اخْتِلَافِ اللَّيْلِ
وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ

سوره آل عمران؛ آیه ۱۹۰

پیشگفتار

کتابی که پیش روی شماست با عنوان زمین‌شناسی فیزیکی (عمومی) مقدمه‌ای است بر علم زمین‌شناسی، یا همان دانش مطالعه زمین. این اثر یکی از دروس پایه و تخصصی برای دانشجویان دوره کارشناسی رشته زمین‌شناسی به شمار می‌آید و به بررسی جنبه‌های مختلف زمین، از جمله ساختمان درونی، کانی‌ها و سنگ‌ها، هوازدگی، رسوبات و خاک‌ها، زمین‌شناسی تاریخی، زمین‌ساخت صفحه‌ای، تغییر شکل سنگ‌ها، زلزله‌ها، منابع معدنی و انرژی، و بسیاری موضوعات دیگر می‌پردازد.

درس زمین‌شناسی فیزیکی دریچه‌ای است که از طریق آن، علاقه‌مندان به مطالعه زمین با پدیده‌های گوناگون زمین‌شناختی و فرایندهای مؤثر بر تغییرات درونی و بیرونی زمین آشنا می‌شوند. پس از گذراندن این درس، دانشجویان می‌توانند زمین را از دیدگاهی نوین بنگرند و به درک عمیق‌تری از ارزش و ویژگی‌های شگفت‌انگیز آن دست یابند.

اهمیت علم زمین‌شناسی از چند منظر

۱. زمین خانه ماست؛ برای حفاظت از آن و اطمینان از اینکه محیطی مناسب برای زندگی باقی بماند، باید نحوه عملکرد آن را درک کنیم.
۲. زندگی ما وابسته به منابع زمینی همچون خاک، آب، مواد معدنی و انرژی است. لذا باید بدانیم چگونه این منابع را کشف و بهره‌برداری کنیم.

۳. آگاهی از مخاطرات زمین‌شناختی مانند زلزله، آتشفشان و سیل به ما کمک می‌کند تا اثرات این خطرات را کاهش دهیم.

۴. فعالیت‌های انسانی ممکن است به محیط‌زیست و منابع زمین آسیب برساند؛ بنابراین، ضروری است تدابیری اتخاذ شود تا این آسیب‌ها به حداقل برسند.

۵. در نهایت، شنیدن داستان زمین و تغییر و تحولات آن در طول زمان، برای هر جوینده علمی جذاب و الهام‌بخش است.

کتاب حاضر در سیزده فصل تهیه شده است که عبارت‌اند از: فصل اول: مقدمه‌ای بر زمین‌شناسی؛ فصل دوم: ساختمان درونی زمین؛ فصل سوم: زمین‌ساخت صفحه‌ای؛ فصل چهارم: کانی‌شناسی؛ فصل پنجم: فرایندهای آذرین و سنگ‌های آذرین؛ فصل ششم: هوازدگی و خاک؛ فصل هفتم: رسوب و سنگ‌های رسوبی؛ فصل هشتم: فرایندهای دگرگونی و سنگ‌های دگرگونی؛ فصل نهم: زمان در زمین‌شناسی؛ فصل دهم: زمین‌شناسی ساختمانی؛ فصل یازدهم: زمین‌لرزه؛ فصل دوازدهم: آب‌های جاری و زیرزمینی؛ فصل سیزدهم: منابع معدنی و انرژی.

هر فصل از این کتاب دارای ارتباط منطقی با فصل‌های دیگر است و به‌گونه‌ای طراحی شده که مطالب هر فصل پیش‌نیاز مطالعه فصل بعدی باشد. لذا، مطالعه منظم و به‌ترتیب فصول پیشنهاد می‌شود. در ابتدای هر فصل، هدف‌های کلی و یادگیری ارائه شده است تا دانشجویان بدانند پس از مطالعه فصل باید به چه مفاهیمی تسلط پیدا کنند. همچنین، خودآزمایی‌هایی در انتهای هر فصل به‌صورت تشریحی و چندگزینه‌ای ارائه شده است تا میزان یادگیری دانشجویان ارزیابی شود.

این کتاب که به‌ویژه برای دانشجویان دانشگاه پیام نور تألیف شده، با نگارشی خودآموز و توضیحاتی جامع طراحی شده است تا مفاهیم و اصطلاحات علمی به‌روشنی بیان شود. از این‌رو، مطالعه آن برای سایر علاقه‌مندان به دانش زمین‌شناسی نیز آموزنده خواهد بود.

تلاش ما بر این بوده است که علاوه بر بهره‌گیری از منابع معتبر فارسی، از جدیدترین منابع لاتین نیز استفاده کنیم تا مطالبی به‌روز و دقیق در اختیار دانشجویان قرار دهیم.

در پایان، جا دارد از تمامی افرادی که در نگارش و تکمیل این اثر ما را یاری کردند، صمیمانه تشکر نمایم. از داوران محترم که با دقت نظر و اصلاحات ارزنده خود بر غنای محتوای کتاب افزوده‌اند، سپاسگزارم. همچنین، از ویراستار محترم که با حوصله و دقت تمامی جزئیات متن را بررسی و ویرایش کردند، قدردانی می‌کنم. نهایتاً، از دانشگاه پیام نور که بستر مناسبی برای تدوین و انتشار این اثر فراهم ساخت، کمال تشکر را دارد.

مؤلفان

فصل اول

مقدمه‌ای بر زمین‌شناسی

هدف کلی

در ابتدا به تعریف علم زمین‌شناسی و کاربردهای آن در دنیای امروز می‌پردازیم. در ادامه با سیستم‌های زمین آشنا می‌شویم. چرخه سنگ و چگونگی تشکیل و تکامل جهان و سیاره زمین از دیگر موضوعات مورد بحث در فصل اول هستند.

هدف‌های یادگیری

با توجه به هدف کلی یاد شده، انتظار می‌رود در پایان این فصل دانشجو بتواند:

۱. زمین‌شناسی را تعریف و کاربردهای آن را بداند.
۲. سیستم‌های زمین را نام ببرد.
۳. نظریه انفجار بزرگ در خصوص تکامل جهان را بداند.
۴. تفاوت بین سیاره‌های زمینی و مشتری مانند را بداند.

مقدمه

زمین، سیاره‌ای بسیار پیچیده است که طی ۴.۶ میلیارد سال گذشته، تغییرات و تعاملات فراوانی میان بخش‌های مختلف آن رخ داده است. برای تضمین بقای نوع بشر، نیاز است که چگونگی عملکرد و تعامل این بخش‌ها با یکدیگر و تأثیر فعالیت‌های انسانی بر تعادل ظریف بین آن‌ها را درک کنیم. مطالعه زمین تنها به یادگیری حقایق درباره آن محدود نمی‌شود؛ بلکه به معنای «زندگی کردن» با زمین است. زمین‌شناسی بخش

جدایی‌ناپذیری از زندگی ما است. استاندارد زندگی ما مستقیماً به مصرف منابع طبیعی، که میلیون‌ها و حتی میلیارد‌ها سال پیش شکل گرفته‌اند، وابسته است. چگونگی استفاده ما از این منابع و تعامل با محیط‌زیست (هم به‌عنوان فرد و هم جامعه) می‌تواند توانایی ما در حفظ این استاندارد زندگی برای نسل‌های آینده را تحت تأثیر قرار دهد.

یکی از پرسش‌های مهم در این ارتباط آن است که چرا باید زمین را مطالعه کنیم؟ زیرا زمین خانه ما است؛ تنها خانه‌ای که برای آینده قابل پیش‌بینی در دسترس داریم و برای حفظ آن به‌عنوان مکانی عالی برای زندگی، باید نحوه عملکرد آن را درک کنیم. از طرف دیگر، برخی از ما به‌سادگی نمی‌توانیم از مطالعه آن دست بکشیم، زیرا زمین‌شناسی جذاب است؛ اما دلایل بیشتری برای مطالعه زمین‌شناسی وجود دارد:

- مطالعه سنگ‌ها و فسیل‌ها می‌تواند به درک تکامل محیط زندگی ما و موجودات آن کمک کند.
- می‌توانیم بیاموزیم که چگونه خطرات ناشی از زلزله، آتشفشان‌ها، گسیختگی‌های شیب‌ها و آسیب‌های طوفان‌ها را کاهش دهیم.
- می‌توانیم از دانش تغییرات آب و هوایی گذشته زمین برای درک تغییرات آب و هوایی طبیعی و انسانی بهره ببریم.
- زمین منابعی همچون خاک، آب، فلزات، مواد معدنی صنعتی و انرژی را تأمین می‌کند و ما باید یاد بگیریم چگونه این منابع را به‌طور پایدار استخراج کنیم.
- می‌توانیم بفهمیم چگونه فعالیت‌های انسانی بر محیط‌زیست تأثیر گذاشته است و بیاموزیم چگونه از آسیب جلوگیری کنیم و در مواقع لازم به ترمیم آن بپردازیم.
- دانش زمین‌شناسی همچنین به ما در درک سیارات دیگر در منظومه شمسی و فراتر از آن کمک می‌کند.

۱-۱ زمین‌شناسی^۱ چیست

زمین‌شناسی چیست و زمین‌شناسان چه می‌کنند؟ زمین‌شناسی از دو واژه قدیمی یونانی {gê} γῆ به معنای زمین و {logía-}λογία به معنای مطالعه آمده است. زمین‌شناسان دانشمندانی هستند که ساختمان، مواد سازنده، تاریخچه و فرایندهای مؤثر بر زمین را مطالعه می‌کنند. این رشته دانشگاهی به‌طور کلی به دو حوزه گسترده تقسیم

می‌شود، زمین‌شناسی فیزیکی و زمین‌شناسی تاریخی. زمین‌شناسی فیزیکی به مطالعه شکل، ترکیب و فرایندهای بیرونی و درونی زمین می‌پردازد. در زمین‌شناسی تاریخی منشأ و تکامل زمین، قاره‌ها، اقیانوس‌ها، جو و حیات آن مورد توجه قرار می‌گیرد. بالاین‌حال، دانش زمین‌شناسی آن‌قدر گسترده است که به گرایش‌ها یا تخصص‌های زیادی تقسیم می‌شود (جدول ۱-۱). بسیاری از زمینه‌های متنوع زمین‌شناسی و ارتباط آن‌ها با علوم نجوم، زیست‌شناسی، شیمی و فیزیک است. زمین‌شناسی دانشی میدانی و آزمایشگاهی (تجربی) است که با فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، ریاضی و آمار مجموعه علوم پایه را تشکیل داده‌اند. تقریباً هر جنبه‌ای از زمین‌شناسی یک پیوست اقتصادی یا زیست‌محیطی دارد. بسیاری از زمین‌شناسان با استفاده از دانش تخصصی خود برای یافتن منابع طبیعی که جامعه صنعتی ما بر آن استوار است، در اکتشاف منابع کانی (معدنی) و انرژی مشارکت دارند. با افزایش تقاضا برای منابع تجدیدنپذیر، زمین‌شناسان اصول اساسی زمین‌شناسی را با روش‌های پیچیده‌تر به کار می‌گیرند تا توجه خود را بر مناطقی متمرکز کنند که پتانسیل بالایی در تأمین مواد و انرژی دارند. درحالی‌که برخی از زمین‌شناسان بر روی مکان‌یابی منابع معدنی و انرژی کار می‌کنند که نقش بسیار مهمی دارد؛ سایر زمین‌شناسان از تخصص خود برای کمک به حل مشکلات زیست‌محیطی استفاده می‌کنند. برخی از زمین‌شناسان آب‌های زیرزمینی را برای نیازهای روزافزون جوامع و صنایع می‌یابند، یا آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی را زیر نظر می‌گیرند و راه‌هایی برای پاک‌سازی آن پیشنهاد می‌کنند. مهندسان زمین‌شناسی نیز به یافتن مکان‌های امن برای ساخت سدها، مکان‌های دفع زباله و نیروگاه‌ها و طراحی ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله کمک می‌کنند.

زمین‌شناسان همچنین پیش‌بینی‌های کوتاه و بلندمدتی در مورد زمین‌لرزه‌ها و فوران‌های آتشفشانی و تخریب بالقوه‌ای که ممکن است منجر شود، انجام می‌دهند. علاوه بر این، آن‌ها با برنامه ریزان دفاع غیرنظامی (شهری) برای تهیه طرح‌های اضطراری در صورت وقوع چنین بلایای طبیعی همکاری می‌کنند. همان‌طور که این بررسی مختصر نشان می‌دهد، زمین‌شناسان مشاغل و نقش‌های متنوعی را دنبال می‌کنند. با افزایش روزافزون جمعیت جهان و تقاضای بیشتر برای منابع محدود زمین، ما حتی بیشتر به زمین‌شناسان و تخصص آن‌ها وابسته خواهیم شد.

جدول ۱-۱. تخصص های زمین شناسی و حوزه های مطالعاتی

تخصص	حوزه مطالعاتی
ژئوکرونولوژی	زمان و تاریخ زمین
دیرینه شناسی	فسیل ها
رسوب شناسی / چینه شناسی	رسوبات / سنگ های دارای لایه بندی
پترولوژی	سنگ ها
کانی شناسی	کانی ها
گوهر شناسی	مطالعه جواهرات و سنگ های قیمتی طبیعی و مصنوعی
زمین شیمی	خواص شیمی مواد تشکیل دهنده زمین
زمین شناسی اقتصادی	کانسارها
زمین شناسی ساختاری	تغییر شکل سنگ ها
آب زمین شناسی	منابع آب
زمین فیزیک	خواص فیزیکی مواد تشکیل دهنده زمین
لرزه شناسی	زمین لرزه ها
ژئومورفولوژی	شکل ظاهری زمین
اقیانوس شناسی	اقیانوس ها
زمین شناسی نفت	منابع هیدروکربوری
زمین شناسی زیست محیطی	محیط زیست
زمین شناسی مهندسی	کاربرد زمین شناسی در مسائل مهندسی و پروژه های عمرانی
زمین شناسی شهری	مطالعه فرایندهای سطحی زمین در محیط های شهری و پیرامون آن
زمین شناسی پزشکی	بررسی تأثیرات زمین شناختی بر سلامتی انسان ها، گیاهان و جانوران

افزون بر موارد یاد شده جنبه ای از زمین شناسی که با بسیاری از علوم دیگر تفاوت دارد، نقشی است که زمان (اعماق زمان) در آن ایفا می کند. هنگامی که زمین شناس ها شواهد اطراف خود را مطالعه می کنند، اغلب در حال مشاهده نتایج رویدادهایی هستند که هزاران، میلیون ها و حتی میلیارد ها سال پیش روی داده اند و ممکن است هنوز هم ادامه داشته باشند. بسیاری از فرایندهای زمین شناسی با سرعت بسیار آهسته (میلی متر در سال تا سانتی متر در سال) اتفاق می افتند، باین حال به دلیل طولانی بودن، تغییرات کوچک می تواند منجر به تشکیل اقیانوس های وسیع یا فرسوده شدن رشته کوه ها شود.

۱-۲ سیستم زمین

سیستم، مجموعه ای از دو یا چند جزء (زیرسیستم) است که به نوعی با یکدیگر در ارتباط هستند. زمین یک سیستم است که بخش کوچکی از منظومه شمسی می باشد.

سیستم زمین دارای اجزایی است که می‌توان آن‌ها را به‌عنوان زیرسیستم‌های آن در نظر گرفت. این زیرسیستم‌ها عبارت‌اند از اتمسفر (جو)، هیدروسفر (آب‌کره)، بیوسفر (زیست‌کره) و ژئوسفر. اتمسفر^۱ شامل گازهایی است که زمین را دربرگرفته‌اند. هیدروسفر^۲ عمدتاً از آب‌های روی سطح زمین و نزدیک آن تشکیل شده است. این قسمت شامل اقیانوس‌ها، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، یخچال‌های طبیعی و آب‌های زیرزمینی است. بیوسفر^۳ (زیست‌کره) به آن بخش از سیستم زمین گفته می‌شود که در آن زندگی وجود دارد. ژئوسفر^۴ یا قسمت جامد زمین، سنگ‌ها و سایر مواد معدنی (غیرآلی) را دربر می‌گیرد که بخش عمده‌ای از سیاره را تشکیل می‌دهد. بااین‌حال، برای درک زمین‌شناسی، باید تعامل بین زمین جامد و سایر زیرسیستم‌ها را درک کنیم.

به‌طور مثال، سنگ‌های ژئوسفر در بازه‌های زمانی طولانی، دائماً در حال شکل‌گیری، تغییر و شکل‌گیری مجدد هستند. مجموعه فرایندهایی که طی آن یک سنگ به سنگی دیگر تغییر می‌کند، چرخه سنگ^۵ نامیده می‌شود. به‌علاوه، هر چهار زیرسیستم زمین برای تولید خاک با یکدیگر تعامل دارند، مانند آنچه در مزارع، باغ‌ها و جنگل‌ها می‌بینیم. خاک، ترکیبی از سنگ‌های تجزیه و متلاشی شده، مواد آلی، آب‌وهوا است که از رشد گیاهان حمایت می‌کند. مواد آلی از تجزیه و پوسیده شدن گیاهان بیوسفر حاصل می‌شود. سنگ‌های ژئوسفر درحالی‌که در معرض اتمسفر و آب (هیدروسفر) هستند، تجزیه می‌شوند. هوا و آب نیز فضای منافذ بین ذرات جامد خاک را اشغال می‌کنند. به‌طورکلی چرخه‌های زیرسیستم‌های زمین مستقل از یکدیگر نیستند. برعکس، مکان‌های زیادی وجود دارد که این چرخه‌ها با هم تماس پیدا می‌کنند و با هم تعامل دارند. همچنین بخش‌های زیرسیستم‌های زمین طوری به هم متصل شده‌اند که تغییر در یک قسمت می‌تواند تغییراتی را در هر یک یا همه بخش‌های دیگر ایجاد کند (جدول ۱-۲).

سیستم زمین با فرایندهایی مشخص می‌شود که در مقیاس‌های مکانی از کسری از میلی‌متر تا هزاران کیلومتر متغیر است. مقیاس‌های زمانی برای فرایندهای زمین هم از میلی‌ثانیه تا میلیاردها سال متفاوت است. همان‌طور که اشاره شد، علی‌رغم جدایی‌های

1. Atmosphere

2. Hydrosphere

3. Biosphere

4. Geosphere

5. Rock cycle