



دانشگاه ساری نور

زمین شناسی تاریخی

(رشته زمین شناسی)

دکتر محمدرضا کبریائی زاده

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

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 عرصه‌ی 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 شکرانه‌ی 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 سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی 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 مجموعه‌ی 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 دستاوردهای 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 فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «إِقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول 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 وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی 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 تاریخی.....	۱
هدف کلی.....	۱
هدف‌های یادگیری.....	۱
مفاهیم کلیدی.....	۲
مقدمه.....	۲
۱-۱ زمین‌شناسی چیست؟.....	۴
۲-۱ تاریخچه تحولات دانش زمین‌شناسی.....	۵
۱-۲-۱ نظریه نپتونیزم.....	۶
۲-۲-۱ نظریه کاتاستروفیزم.....	۷
۳-۲-۱ نظریه پلوتونیزم.....	۷
۴-۲-۱ نظریه یکنواختی.....	۸
۳-۱ منشأ جهان و منظومه شمسی و جایگاه زمین در آن‌ها.....	۱۰
۱-۳-۱ منشأ و مبدأ جهان.....	۱۱
۲-۳-۱ زمین در فضا.....	۱۲
۳-۳-۱ منظومه شمسی.....	۱۴
۴-۳-۱ منشأ زمین.....	۱۴
۵-۳-۱ توزیع عناصر در زمین.....	۱۸
۴-۱ ساختمان زمین.....	۲۰
۱-۴-۱ ساختمان داخل زمین.....	۲۱
۲-۴-۱ انفصال‌ها.....	۲۳
۵-۱ نظریه زمین‌ساخت ورقی.....	۲۳
۶-۱ رانه قاره‌ای.....	۲۵

۲۶	۱-۶-۱ شواهد حمایت‌کننده از فرضیه رانه قاره‌ای.....
۳۱	خلاصه فصل اول.....
۳۱	واژه‌های مهم فصل اول.....
۳۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول.....
۳۳	خودآزمایی تشریحی فصل اول.....
۳۵	فصل دوم. زمان زمین‌شناسی.....
۳۵	هدف کلی.....
۳۵	هدف‌های یادگیری.....
۳۶	مفاهیم کلیدی.....
۳۶	مقدمه.....
۳۷	۱-۲ چگونه زمان زمین‌شناسی را اندازه می‌گیرند؟.....
۳۸	۲-۲ اصول تعیین سن نسبی.....
۴۳	۳-۲ تماس‌های رسوبی و ناپیوستگی‌ها.....
۴۳	۲-۳-۱ ناپیوستگی.....
۴۵	۲-۴ سن مطلق.....
۴۶	۲-۵ روش‌های تعیین سن مطلق رادیواکتیو.....
۴۶	۲-۵-۱ تجزیه رادیواکتیو و نیم‌عمرها.....
۴۸	۲-۵-۲ تردیدها و عدم قطعیت.....
۵۶	۲-۶ روش‌های تعیین سن مطلق غیررادیواکتیو.....
۶۱	۲-۷ زمان زمین‌شناسی و تغییر اقلیم.....
۶۲	۲-۸ سن زمین.....
۶۵	۲-۹ واحدهای چین‌نگاری.....
۶۵	۲-۹-۱ واحدهای سنگ‌چینه‌نگاری.....
۶۵	۲-۹-۲ واحدهای زیست‌چینه‌نگاری.....
۶۶	۲-۹-۳ واحدهای چین‌نگاری زمانی و واحدهای زمانی زمین‌شناختی.....
۶۷	خلاصه فصل دوم.....
۶۸	واژه‌های مهم فصل دوم.....
۶۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم.....
۷۰	خودآزمایی تشریحی فصل دوم.....
۷۳	فصل سوم. سنگ‌های رسوبی و محیط‌های رسوبی.....
۷۳	هدف کلی.....
۷۳	هدف‌های یادگیری.....
۷۴	مفاهیم کلیدی.....
۷۴	مقدمه.....

۷۵	۱-۳ طبقه بندی سنگ های رسوبی.....
۷۶	۱-۱-۳ سنگ های رسوبی آواری.....
۷۶	۲-۱-۳ سنگ های رسوبی شیمیایی و بیوشیمیایی.....
۷۷	۳-۱-۳ سنگ های رسوبی آلی.....
۷۷	۲-۳ ساخت های رسوبی.....
۷۷	۱-۲-۳ چینه بندی.....
۷۸	۲-۲-۳ سالچینه.....
۷۸	۳-۲-۳ لایه بندی دانه تدریجی.....
۷۹	۴-۲-۳ ریل ها.....
۸۰	۵-۲-۳ چینه بندی متقاطع.....
۸۱	۶-۲-۳ ترک های گلی.....
۸۱	۷-۲-۳ فلوت مارک.....
۸۲	۸-۲-۳ ساخت های زیست چینه ای.....
۸۲	۳-۳ تفسیر ساخت های رسوبی.....
۸۴	۴-۳ رخساره، پیشروی و پسروی دریا، قانون والتر.....
۸۴	۱-۴-۳ رخساره.....
۸۴	۲-۴-۳ پیشروی و پسروی دریا.....
۸۵	۳-۴-۳ دلایل پیشروی و پسروی دریایی.....
۸۶	۴-۴-۳ قانون والتر.....
۸۷	۵-۳ فسیل ها: محتوای زیست شناختی سنگ های رسوبی.....
۸۸	۶-۳ محیط های رسوبی.....
۸۹	۱-۶-۳ محیط های قاره ای.....
۹۰	۲-۶-۳ محیط های حد واسطه.....
۹۲	۳-۶-۳ محیط های دریایی.....
۹۴	۷-۳ ویژگی های مؤثر در شناسایی محیط های رسوبی.....
۹۶	۸-۳ دیرین جغرافیا.....
۹۶	خلاصه فصل سوم.....
۹۷	واژه های مهم فصل سوم.....
۹۸	خود آزمایی چهارگزینه ای فصل سوم.....
۹۹	خود آزمایی تشریحی فصل سوم.....
۱۰۱	فصل چهارم. فسیل و فسیل شدگی.....
۱۰۱	هدف کلی.....
۱۰۱	هدف های یادگیری.....
۱۰۲	مفاهیم کلیدی.....
۱۰۲	مقدمه.....

۱۰۳	۱-۴ فسیل
۱۰۳	۱-۱-۴ شرایط فسیل شدن
۱۰۵	۱-۲-۴ انواع فسیل شدگی
۱۰۶	۱-۳-۴ اثر فسیل ها
۱۰۸	۱-۴-۴ لاگروستاتن
۱۰۸	۲-۴ فسیل ها و سن نسبی
۱۱۰	۳-۴ فسیل ها و دیرین بوم شناسی
۱۱۰	۱-۳-۴ محیط زیست ارگانسیم ها
۱۱۱	۲-۳-۴ اکوسیستم های دریایی کنونی
۱۱۲	۴-۴ رده بندی موجودات زنده
۱۱۵	۵-۴ گروه های اصلی جانوران
۱۱۵	۶-۴ بی مهرگان
۱۱۶	۱-۶-۴ شاخه اسفنج ها
۱۱۶	۲-۶-۴ شاخه کنیڈاریا
۱۱۶	۳-۶-۴ شاخه بریوزوآ
۱۱۷	۴-۶-۴ شاخه بازوپایان
۱۱۷	۵-۶-۴ شاخه نرم تنان
۱۱۸	۶-۶-۴ شاخه بندپایان
۱۱۸	۷-۶-۴ شاخه خارپوستان
۱۱۸	۸-۶-۴ شاخه نیمه مازهداران
۱۱۹	۷-۴ مهره داران
۱۲۰	۱-۷-۴ ماهی ها
۱۲۰	۲-۷-۴ دوزیستان
۱۲۱	۳-۷-۴ خزندگان
۱۲۱	۴-۷-۴ پرندگان
۱۲۲	۵-۷-۴ پستانداران
۱۲۳	۸-۴ میکروفسیل ها
۱۲۳	۱-۸-۴ کنودونت ها
۱۲۴	۲-۸-۴ پالینومورف ها
۱۲۴	۳-۸-۴ رادیولاریا
۱۲۴	۴-۸-۴ روزنبران
۱۲۵	۹-۴ گیاهان
۱۲۵	خلاصه فصل چهارم
۱۲۷	واژه های مهم فصل چهارم
۱۲۷	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل چهارم
۱۲۹	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم

۱۳۱	فصل پنجم. پرکامبرین.....
۱۳۱	هدف کلی.....
۱۳۱	هدف‌های یادگیری.....
۱۳۱	مفاهیم کلیدی.....
۱۳۲	مقدمه.....
۱۳۴	۱-۵ چینه‌شناسی پرکامبرین.....
۱۳۷	۲-۵ ائون آرکئن.....
۱۳۹	۳-۵ سپرها، سکوها و کراتون‌ها.....
۱۴۱	۴-۵ قدیمی‌ترین سنگ‌های زمین.....
۱۴۲	۵-۵ سنگ‌های آرکئن.....
۱۴۲	۱-۵-۵ کمریندهای سبز.....
۱۴۴	۶-۵ زمین‌ساخت ورقی آرکئن و منشأ کراتون‌ها.....
۱۴۴	۷-۵ اتمسفر.....
۱۴۸	۸-۵ هیدروسفر.....
۱۴۸	۹-۵ منشأ حیات.....
۱۵۲	۱۰-۵ قدیمی‌ترین موجودات زنده شناخته‌شده.....
۱۵۴	۱۱-۵ ائون پروتروزوئیک.....
۱۵۵	۱۲-۵ تکامل قاره‌ها در پروتروزوئیک.....
۱۵۶	۱-۱۲-۵ آبرقاره‌های پروتروزوئیک.....
۱۵۷	۱۳-۵ یخچال‌های پروتروزوئیک.....
۱۵۷	۱-۱۳-۵ یخچال‌های پالئوپروتروزوئیک.....
۱۵۷	۲-۱۳-۵ یخچال‌های نئوپروتروزوئیک.....
۱۵۹	۱۴-۵ تکامل اتمسفر در پروتروزوئیک.....
۱۶۰	۱-۱۴-۵ سازندهای آهن نواری.....
۱۶۱	۲-۱۴-۵ لایه‌های قرمز قاره‌ای.....
۱۶۲	۱۵-۵ حیات در پروتروزوئیک.....
۱۶۲	۱-۱۵-۵ تکامل سلول‌های یوکاریوتی.....
۱۶۵	۲-۱۵-۵ جانوران نئوپروتروزوئیک.....
۱۶۷	خلاصه فصل پنجم.....
۱۶۸	واژه‌های مهم فصل پنجم.....
۱۶۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم.....
۱۷۰	خودآزمایی تشریحی فصل پنجم.....
۱۷۳	فصل ششم. دوران پالئوزوئیک.....
۱۷۳	هدف کلی.....
۱۷۳	هدف‌های یادگیری.....

۱۷۴	مفاهیم کلیدی.....
۱۷۵	مقدمه.....
۱۷۶	۱-۶ دوران پالتوزوئیک.....
۱۷۸	۲-۶ دوره کامبرین.....
۱۷۸	۱-۲-۶ شکوفایی کامبرین.....
۱۸۰	۳-۶ دوره اردوویسین.....
۱۸۱	۴-۶ دوره سیلورین.....
۱۸۱	۵-۶ میکروفسیل‌ها در پالتوزوئیک پیشین.....
۱۸۲	۶-۶ بی‌مهرگان پالتوزوئیک پیشین.....
۱۸۲	۱-۶-۶ بی‌مهرگان دریایی کامبرین.....
۱۸۳	۲-۶-۶ فونای شیل بورگس.....
۱۸۴	۳-۶-۶ بی‌مهرگان دریایی اردوویسین.....
۱۸۵	۴-۶-۶ بی‌مهرگان دریایی سیلورین.....
۱۸۶	۷-۶ مهره‌داران در پالتوزوئیک پیشین.....
۱۸۸	۸-۶ گیاهان در پالتوزوئیک پیشین.....
۱۹۰	۹-۶ ساختار قاره‌ای: کراتون‌ها و کمربندهای جُنبا.....
۱۹۱	۱۰-۶ جغرافیای دیرین پالتوزوئیک پیشین.....
۱۹۴	۱۱-۶ دوره دونین.....
۱۹۴	۱۲-۶ دوره کربونیفر.....
۱۹۴	۱۳-۶ دوره پرمین.....
۱۹۵	۱۴-۶ میکروفسیل‌ها در پالتوزوئیک پسین.....
۱۹۵	۱۵-۶ بی‌مهرگان پالتوزوئیک پسین.....
۱۹۵	۱-۱۵-۶ بی‌مهرگان دونین.....
۱۹۶	۲-۱۵-۶ بی‌مهرگان کربونیفر.....
۱۹۸	۳-۱۵-۶ بی‌مهرگان پرمین.....
۱۹۸	۱۶-۶ مهره‌داران در پالتوزوئیک پسین.....
۲۰۲	۱۷-۶ گیاهان در پالتوزوئیک پسین.....
۲۰۵	۱۸-۶ انقراض عظیم.....
۲۰۶	۱-۱۸-۶ انقراض عظیم پایان اردوویسین.....
۲۰۶	۲-۱۸-۶ انقراض عظیم دونین پسین.....
۲۰۷	۳-۱۸-۶ انقراض عظیم پایان پرمین.....
۲۰۷	۱۹-۶ جغرافیای دیرین پالتوزوئیک پسین.....
۲۰۷	۱-۱۹-۶ دوره دونین.....
۲۰۸	۲-۱۹-۶ دوره کربونیفر.....
۲۰۹	۳-۱۹-۶ دوره پرمین.....
۲۱۱	خلاصه فصل ششم.....

۲۱۲	.....	واژه‌های کلیدی فصل ششم
۲۱۲	.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۲۱۴	.....	خودآزمایی تشریحی فصل ششم
۲۱۷	.....	فصل هفتم. دوران مزوزوئیک
۲۱۷	.....	هدف کلی
۲۱۷	.....	هدف‌های یادگیری
۲۱۸	.....	مفاهیم کلیدی
۲۱۹	.....	مقدمه
۲۲۰	.....	۱-۷ دورهٔ تریاس
۲۲۱	.....	۲-۷ دورهٔ ژوراسیک
۲۲۱	.....	۳-۷ دورهٔ کرتاسه
۲۲۲	.....	۴-۷ حیات در مزوزوئیک
۲۲۳	.....	۵-۷ میکروفسیل‌ها در مزوزوئیک
۲۲۳	.....	۶-۷ بی‌مهرگان در مزوزوئیک
۲۲۶	.....	۷-۷ ماهی‌ها و دوزیستان در مزوزوئیک
۲۲۶	.....	۸-۷ خزندگان در مزوزوئیک
۲۲۸	.....	۱-۸-۷ خزندگان پروازگر
۲۲۸	.....	۲-۸-۷ خزندگان دریایی
۲۳۰	.....	۹-۷ گذر از خزندگان به پرندگان
۲۳۱	.....	۱۰-۷ منشأ و تکامل پستانداران در مزوزوئیک
۲۳۲	.....	۱۱-۷ گیاهان در مزوزوئیک
۲۳۴	.....	۱۲-۷ جغرافیای دیرین مزوزوئیک
۲۳۸	.....	۱۳-۷ انقراض‌های عظیم در مزوزوئیک
۲۳۸	.....	۱-۱۳-۷ انقراض عظیم پایان تریاس
۲۳۹	.....	۲-۱۳-۷ انقراض عظیم پایان کرتاسه
۲۴۰	.....	خلاصهٔ فصل هفتم
۲۴۱	.....	واژه‌های مهم فصل هفتم
۲۴۲	.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم
۲۴۳	.....	خودآزمایی تشریحی فصل هفتم
۲۴۵	.....	فصل هشتم. دوران سنوزوئیک
۲۴۵	.....	هدف کلی
۲۴۵	.....	هدف‌های یادگیری
۲۴۶	.....	مفاهیم کلیدی
۲۴۷	.....	مقدمه

۲۴۷	۱-۸ دوره پالئوژن.....
۲۴۹	۲-۸ دوره نئوژن.....
۲۵۰	۳-۸ حیات در سنوزوئیک.....
۲۵۱	۴-۸ میکروفسیل‌ها در سنوزوئیک.....
۲۵۳	۵-۸ بی‌مهرگان دریایی در سنوزوئیک.....
۲۵۴	۶-۸ ماهی‌ها، دوزیستان و خزندگان در سنوزوئیک.....
۲۵۵	۷-۸ پرندگان در سنوزوئیک.....
۲۵۶	۸-۸ پستانداران در سنوزوئیک.....
۲۵۹	۱-۸-۸ اسب‌ها.....
۲۶۱	۲-۸-۸ فیل‌ها.....
۲۶۳	۳-۸-۸ نهنگ‌ها.....
۲۶۳	۹-۸ گیاهان در سنوزوئیک.....
۲۶۵	۱۰-۸ عصر یخبندان.....
۲۶۷	۱-۱۰-۸ شروع عصر یخبندان.....
۲۶۸	۲-۱۰-۸ اثرات یخچال‌ها بر روی زمین.....
۲۷۰	۳-۱۰-۸ تغییرات سطح آب دریا.....
۲۷۱	۴-۱۰-۸ یخچال‌ها و پدیده ایزوستازی.....
۲۷۳	۱۱-۸ عوامل مؤثر در ایجاد عصرهای یخبندان پلیستوسن.....
۲۷۶	۱۲-۸ جغرافیای دیرین در سنوزوئیک.....
۲۷۸	۱۳-۸ کمربندهای کوهزایی در سنوزوئیک.....
۲۷۸	۱-۱۳-۸ کمربند کوهزایی آلپ-هیمالیا.....
۲۸۱	۲-۱۳-۸ کمربند کوهزایی دور اقیانوس آرام.....
۲۸۲	۱۴-۸ انقراض پستانداران بزرگ در پایان پلیستوسن.....
۲۸۵	خلاصه فصل هشتم.....
۲۸۶	واژه‌های مهم فصل هشتم.....
۲۸۷	خودآزمایی چهارگزینه‌ای آزمون فصل هشتم.....
۲۸۸	خودآزمایی تشریحی فصل هشتم.....
۲۹۱	پاسخنامه خودآزمایی‌های چهار گزینه‌ای.....
۲۹۳	منابع و مآخذ.....

وَمِنْ آيَاتِهِ خَلْقُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَمَا بَثَّ فِيهِمَا مِنْ دَابَّةٍ وَهُوَ عَلَى جَمْعِهِمْ إِذَا يَشَاءُ قَدِيرٌ (سوری/۲۹)

«از نشانه‌های خدا خلقت و آفرینش آسمان‌ها و زمین و جنبندگانی است که در آن‌ها پراکنده شده‌است و او قدرت دارد هرگاه بخواهد همه را جمع‌آوری کند.»

پیشگفتار

زمین‌شناسی تاریخی علمی هیجان‌انگیز بوده و به‌طور فزاینده‌ای با جهان امروز مرتبط است. این علم با تمام جنبه‌های مربوط به زمین و تاریخ حیات مرتبط می‌شود. زمین‌شناسی تاریخی به دنبال تعیین حوادثی است که در گذشته رخ داده‌اند و محل آن وقایع را در یک توالی زمانی منظم قرار می‌دهد و نیز چارچوب مفهومی برای توضیح چنین رویدادهایی ارائه می‌کند. استفاده از درس‌هایی که از گذشته زمین آموخته می‌شود، برای درک برخی از مسائل جهانی امروز که بشر با آن مواجه است نیز اهمیت زیادی دارد؛ مانند اتمام منابع طبیعی، گرم‌شدن آب‌وهوای جهانی، و کاهش تنوع زیستی. بنابراین چیزی که باعث جذاب و مطرح‌بودن زمین‌شناسی تاریخی است، پویایی زمین است. زمین‌شناسی تاریخی علمی مهیج و به‌طور مداوم در حال تغییر است که در آن اکتشافات جدید و بینش، به‌طور مستمر در حال ساخته‌شدن است.

هدف این کتاب ایجاد درک درستی برای دانشجویان از اصول زمین‌شناسی تاریخی است و اینکه چگونه این اصول در زمینه حل و رمزگشایی تاریخ زمین استفاده می‌شوند. هدف ما ارائه تاریخ زمین‌شناختی و زیست‌شناختی زمین است، نه به‌عنوان مجموعه‌ای از اطلاعات محض برای حفظ‌کردن، بلکه به‌عنوان زنجیره‌ای از وقایع مرتبط

منعکس‌کننده اصول و فرایندهای زمین‌شناختی و زیست‌شناختی که سیاره و حیات روی آن را شکل داده‌اند. همچنین ما به دنبال درک علل چیزهایی هستیم که اتفاق افتاده‌اند و اینکه چگونه همه سیستم‌ها و زیرسیستم‌های زمین وابسته به هم هستند.

کتاب حاضر مشتمل بر هشت فصل است: در فصل اول، ابتدا مطالبی در مورد تاریخچه زمین‌شناسی تاریخی مطرح می‌شود و در ادامه نیز بحثی درباره منشأ زمین و ساختمان داخلی آن و نیز رانه قاره‌ای خواهد آمد. اصول و روش‌های تعیین سن نسبی و مطلق، سن زمین و واحدهای چینه‌شناسی موضوعاتی هستند که در فصل دوم مطرح خواهند شد. در فصل سوم در بدو امر مطالبی درخصوص رده‌بندی و خصوصیات انواع سنگ‌های رسوبی می‌آید و در پی آن اشاره‌ای به ساخت‌های رسوبی و محیط‌های رسوبی می‌شود. فسیل و روش‌های فسیل‌شدن موضوع اصلی فصل چهارم است و پیرو آن شرحی درباره رده‌بندی موجودات زنده، و گروه‌هایی از بی‌مهرگان، مهره‌داران و میکروفسیل‌ها ارائه می‌شود که در فسیل‌شناسی دارای اهمیت بیشتری هستند. از فصل پنجم تا انتهای کتاب یعنی تا فصل هشتم به پرکامبرین، پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک اختصاص دارد و در آن‌ها مطالب مفصلی درباره ویژگی‌های چینه‌شناسی، فسیل‌شناسی و جغرافیای دیرین این زمان‌ها می‌آید.

در اینجا وظیفه خود می‌دانم از همکاری سرکار خانم دکتر مریم آهنکوب عضو هیئت علمی دانشگاه پیام‌نور به سبب همکاری ایشان در ویراستاری علمی این کتاب نهایت سپاسگزاری خود را ابراز دارم. همچنین از سرکار خانم معصومه محمدی به دلیل ویراستاری ادبی این کتاب تشکر می‌نمایم. افزون بر آن از همکاران محترم دفتر تدوین و تولید کتب و محتوای آموزشی به ویژه سرکار خانم فریده قطبی قدردانی می‌کند.

بدیهی است با همه سعی و تلاشی که برای ارائه و چاپ هرچه کامل‌تر و بی‌نقص‌تر این کتاب شده است، این اثر نمی‌تواند عاری از نقص و ایرادهای علمی باشد. بنابراین نویسنده از تمامی صاحب‌نظران ارجمند علوم زمین انتظار دارد که با نظرات، پیشنهادات و راهنمایی‌های سودمند و مفیدشان وی را در اصلاح و بهبود مطالب کتاب یاری کنند.

دکتر محمد رضا کبریائی‌زاده

دانشیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه پیام‌نور

تابستان ۱۳۹۶

فصل اول

مقدمه‌ای بر زمین‌شناسی تاریخی

هدف کلی

در این فصل شما دانشجویان در ابتدا مطالبی در مورد تاریخچه دانش زمین‌شناسی تاریخی و نظریات مهمی که طی دوران تحول این علم مطرح شدند، آشنا می‌شوید. در ادامه نیز مطالبی درباره منشأ زمین و ساختمان داخلی آن و نیز رانه قاره‌ای خواهید آموخت.

هدف‌های یادگیری

- از دانشجویان انتظار می‌رود پس از مطالعه این فصل بتوانند:
۱. زمین‌شناسی تاریخی را تعریف کنند.
 ۲. تفاوت نظریات نپتونیسیم، پلوتونیسیم، کاتاستروفیسم و یکنواختی را در مورد تغییر و تحولات زمین بیان کنند.
 ۳. تفاوت بین سیارات زمین‌سان و مشتری‌سان را بدانند.
 ۴. مراحل تکامل منظومه شمسی را بر طبق نظریه وایزکر و کوپر توضیح دهند.
 ۵. علت طبقه‌بندی و متمایز بودن قسمت‌های داخل زمین را بیان کنند.
 ۶. راه‌های مطالعه ساختمان داخلی زمین را نام ببرند.
 ۷. مشخصات کلی پوسته، گوشته و هسته را ذکر کنند.
 ۸. پوسته‌های قاره‌ای و اقیانوسی را با هم مقایسه کنند.
 ۹. ناپیوستگی‌های موجود بین طبقات زمین را نام ببرند.
 ۱۰. شواهد رانه قاره‌ای را شرح دهند.

مفاهیم کلیدی

- زمین سیاره‌ای پویا و پیچیده است که از هنگام تولدش در ۴/۵۶۷ میلیارد سال قبل به‌طور مداومی تاکنون تکامل یافته است.
- برای کمک به درک پیچیدگی و تاریخ زمین، می‌توان آن را به‌صورت سیستمی منسجم تصور کرد که اجزا آن در حال گُنش با یکدیگرند و بر روی یکدیگر به روش‌های گوناگونی تأثیر دارند.
- اصل یکنواختی، یک اصل مهم زمین‌شناسی است که بر مفاهیم نپتونیسیم و کاتاستروفیسیم غلبه کرد زیرا توضیح بهتری برای پدیده‌های زمین‌شناسی مشاهده‌شده ارائه نمود.
- تصور بر این است که جهان حدود ۱۴ میلیارد سال قبل بر اثر انفجار بزرگی خلق شده‌است و منظومه شمسی و سیاره‌های آن از یک ابر چرخان آشفته از موادی تکامل یافتند که در حال احاطه خورشید اولیه بودند.
- زمین شامل سه لایه متمرکز هسته، جبه و پوسته است و این تقسیم منظم طی تاریخ اولیه زمین ایجاد شده‌است.
- فرضیه رانه قاره‌ای براساس شواهد قابل ملاحظه زمین‌شناسی، فسیل‌شناسی و اقلیم‌شناسی است.
- حرکت صفحات پوسته بر گسترش منابع طبیعی تأثیر دارد و نیز آن بر روی پراکنش و تکامل جانداران مؤثر است.

مقدمه

اگر امکان سفری به گذشته (یعنی حدود ۴/۵۶۷ میلیارد سال پیش) وجود داشت، فیلمی از تاریخچه زمین قابل مشاهده بود. در این فیلم، سیاره دستخوش تغییری را می‌توان دید که قاره‌ها پیرامون سطحش حرکت می‌کنند. در نتیجه این حرکات، حوضه‌های اقیانوسی باز و بسته می‌شوند و رشته‌کوه‌ها در امتداد حاشیه‌های قاره‌ای یا جایی که قاره‌ها با یکدیگر برخورد می‌کنند، شکل می‌گیرند. طرح‌های گردش جوی و اقیانوسی در واکنش به قاره‌های متحرک تغییر می‌کنند و این گاهی اوقات موجب می‌شود صفحات یخی حجیمی تشکیل‌شده، بزرگ شوند و سپس ذوب گردند. در زمان‌های دیگر، باتلاق‌های گسترده وسیع یا دشت‌های درونی وسیعی ظاهر می‌شوند. به‌علاوه

اولین سلول‌های زنده را حدود ۳/۸ میلیارد سال قبل خواهیم داشت و جایی حدود ۱/۵ میلیارد سال بعد، سلول‌ها با یک هسته مرکزی پدیدار می‌شوند. بعد از آن حیوانات چندسلولی نرم‌تن در اقیانوس‌های جهان ظاهر می‌شوند و بعد از مرحله نسبتاً کوتاهی جانوران اسکلت‌دار، و سپس حیواناتی با ستون فقرات پدیدار می‌شوند.

هنگامی که گیاهان و حیوانات از دریا به‌سوی خشکی مهاجرت کردند، مناطق خشکی شکل و رنگ جدیدی به‌خود گرفت. از آن زمان به بعد، زمین هرگز دیگر یکسان نبود چون گیاهان، حشرات، دوزیستان، خزندگان، پرندگان و پستانداران خشکی را خانه و مسکنشان قرار دادند. نزدیک انتهای این فیلم، انسان ظاهر شد و مشاهده می‌شود که چگونه فعالیت‌هایش تا حد زیادی بر اکوسیستم جهانی تأثیر می‌گذارد.

موضوع اصلی فیلم تاریخ زمین، این است که زمین سیاره‌ای پویا و پیچیده است که به‌طور مداوم از مبدأ در حدود ۴/۶ میلیارد سال پیش تغییر یافته است. به‌دلیل ماهیت و طبیعت زمین سه موضوع فرعی وابسته به هم سرتاسر فیلم «تاریخچه زمین» اجرا می‌شود. اولین مورد این است که سطح زمین ترکیبی از یک‌سری از صفحات متحرک (زمین‌ساخت ورقی) است که فعل و انفعالات آن بر پیشینه فیزیکی و زیست‌شناختی سیاره تأثیر می‌گذارد. مورد دوم اینکه زندگی گیاهی و جانوری زمین در سرتاسر تاریخ آن تغییر می‌کند (تکاملی آلی). مورد سوم این است که تغییرات فیزیکی و زیست‌شناختی که روی داده‌اند، طی مدت‌های طولانی زمانی اتفاق افتاده‌اند؛ این سه موضوع فرعی به هم وابسته، نسبت به درک ما از تاریخ و پیشینه سیاره بسیار بااهمیت هستند. متأسفانه، نمی‌توان به گذشته سفری داشت، اما می‌توان داستان زمین را بازگو کرد. زیرا که تاریخ در پیشینه زمین‌شناسی آن حفظ و نگهداری شده‌است.

موضوعات مورد بحث در سرتاسر این کتاب مشابه اجزاء به هم مرتبط و پیوسته یک سیستم هستند. با مرتبط‌سازی موضوع هر فصل به جایگاه آن در کل سیستم زمین، شما درک بیشتری از تکامل زمین را به‌دست خواهید آورد. با بررسی زمین به‌طور کلی (یعنی تصور آن به‌عنوان یک سیستم) نه‌تنها مشاهده می‌شود که چگونه اجزاء گوناگون آن به هم پیوسته‌اند، بلکه می‌توان درک بهتری از ماهیت پویا و پیچیده‌اش به‌دست آورد. بنابراین می‌توان زمین را به‌عنوان سیستمی از اجزاء به هم پیوسته در نظر گرفت. آن یک سیستم ترکیبی از بخش‌های مرتبط است که به شیوه‌ای سازماندهی شده فعل و انفعال می‌نماید. زیرسیستم‌های اصلی زمین، اتمسفر، بیوسفر، هیدروسفر، لیتوسفر، پوسته، و

هسته هستند. فعل و انفعالات پیچیده در میان این زیرسیستم‌ها منجر به یک سیاره در حال تغییر و پویا می‌شود که در آن ماده و انرژی به‌طور پیوسته و مداوم در شکل‌های متفاوتی دارای چرخه هستند (جدول ۱-۱). برای مثال، حرکت صفحات پوسته بر تشکیل نمای زمین، توزیع منابع کانی و معدنی، و الگوهای گردش جوّی و اقیانوسی تأثیر دارند که به‌نوبه خود بر تغییرات آب‌وهوایی جهانی مؤثرند. با بررسی بدین شیوه، تکامل مداوم و پیوسته زمین و حیاتش یک سری از وقایع مجزا و نامرتبط نیست، بلکه فعل و انفعال پویا در میان زیرسیستم‌های گوناگون آن است.

جدول ۱-۱. کنش متقابل در بین زیرسیستم‌های اصلی زمین (Monroe and Wicabder, 2006).

اتمسفر	هیدروسفر	بیوسفر	لیتوسفر
اتمسفر واکنش متقابل بین توده‌های متفاوت هوا	جریان‌های سطحی ناشی از باد؛ تبخیر	گازهای تنفسی؛ پراکنش هاگ، گرده و دانه توسط باد	هوازدگی توسط فرسایش بادی؛ حمل بخار آب برای بارش باران و برف
هیدروسفر ورود بخار آب و ذخیره گرمای خورشید	چرخه آب‌شناختی	آب برای حیات	بارش؛ هوازدگی و فرسایش
بیوسفر گازهای تنفسی	انتقال مواد حل‌شده توسط ارگانیسم‌ها	اکوسیستم جهانی؛ چرخه‌های غذایی	تغییر فرایندهای فرسایش و هوازدگی؛ تشکیل خاک
لیتوسفر ورود گرمای ذخیره‌شده خورشید؛ مناظر تأثیر حرکت هوا	منبع مواد جامد و حل‌شده	منبع مواد معدنی مغذی؛ تغییر اکوسیستم توسط حرکت صفحات	زمین‌ساخت ورقی

۱-۱ زمین‌شناسی چیست؟

زمین‌شناسی (geology) علم مطالعه زمین است. این علم سیاره‌ای پویا را مورد بررسی قرار می‌دهد که به‌طور پیوسته طی ۴/۵۶۷ میلیارد سال گذشته تغییر کرده است. علاوه بر تعیین آنچه که در گذشته روی داده، زمین‌شناسان با توضیح این موضوع و مسئله نیز سروکار دارند که چگونه و چرا رویدادهای گذشته رخ داده‌اند. به‌طور مثال با بررسی پیشینه فسیلی مشخص می‌شود که دایناسورها منقرض شدند. اما مطلب دیگر این است

که چگونه و چرا آن‌ها منقرض شدند و شاید مهم‌تر اینکه چه استنباط‌هایی برای اکوسیستم جهانی امروز می‌توان دریافت. هم‌اکنون زمین‌شناسی علاوه بر زمین، مطالعهٔ سیارات و قمرهای منظومهٔ شمسی را نیز مد نظر دارد.

زمین‌شناسی به‌طور کلی به دو بخش وسیع تقسیم‌بندی می‌شود: زمین‌شناسی فیزیکی و زمین‌شناسی تاریخی. موضوع زمین‌شناسی فیزیکی مطالعهٔ مواد زمین مانند کانی‌ها و سنگ‌ها، و فرایندهای مؤثر بر زمین است. زمین‌شناسی تاریخی نیز منشأ و تکامل زمین، قاره‌ها، اقیانوس‌ها، اتمسفر، و حیات را مورد بررسی قرار می‌دهد و با تاریخچهٔ علوم کیهانی و نجوم، تکامل و فسیل‌شناسی مرتبط می‌شود. اصول اصلی زمین‌شناسی تاریخی نه‌تنها به تفسیر تاریخچهٔ زمین کمک می‌کند، بلکه دارای کاربردهای عملی هم هست. برای مثال ویلیام اسمیت، یک نقشه‌بردار و مهندس انگلیسی با مطالعهٔ توالی سنگ‌ها و فسیل‌ها، توانست انواع و ضخامت سنگ‌هایی را پیش‌بینی کند که باید در ساخت کانال‌ها حفر شوند. وی اصول یکسان و مشابهی را در اواخر قرن هجدهم و اوایل قرن نوزدهم به‌کار برد که هنوز هم در اکتشافات کانی‌ها و نفت، و نیز در تفسیر تاریخ و پیشینهٔ زمین‌شناسی سیارات و قمرهای منظومهٔ شمسی به‌کار می‌رود.

۱-۲ تاریخچهٔ تحولات دانش زمین‌شناسی

سؤالاتی در مورد زمین، منشأ و پیدایش آن، سؤالاتی است که فکر بشر را در هر زمانی به خود مشغول کرده است و تقریباً تمامی فرهنگ‌های بشری برای این سؤالات پاسخ‌هایی داشته‌اند که این پاسخ‌ها در هر زمانی به سطح فکر و اعتقادات آن‌ها بستگی داشته است. در دورهٔ تمدن یونانی که دورهٔ بسط و اشاعهٔ علوم بود، در مبحث علوم طبیعی و تغییرات زمین نظریه‌های علمی قابل‌توجهی اظهار شد و مکتوبات شایان توجهی هم منتشر شد. چنان‌که یک دسته از علما مانند طالس (Thales ۶۴۰ - ۵۴۸ قبل از میلاد) و گزنفون (Xenophone ۴۳۰ - ۳۵۲ قبل از میلاد) آب را عامل تغییرات عمده زمین می‌دانستند و به همین دلیل آن‌ها را نپتونی (یا نپتون‌یست‌ها) می‌نامیدند. در مقابل این عده، گروهی دیگر مانند هراکلیت یا هراکلیتوس (Heraclitus ۵۸۶ - ۴۸۰ قبل از میلاد) و زنون (Xenon) (اواخر قرن پنجم قبل از میلاد) بودند که آتش را در تغییرات و تشکیلات زمین مؤثر می‌دانستند، آن‌ها پلوتونی (یا پلوتونیست‌ها) بودند. در ادامه به شرح بیشتر مهم‌ترین این نظریه‌ها می‌پردازیم.

۱-۲-۱ نظریه نپتونیزم

مفهوم دریاگرایی یا نپتونیزم (neptunism) در سال ۱۷۸۷ توسط یک پرفسور معدن‌شناس آلمانی به نام آبراهام گوتلوب ورنر Abraham Gottlob Werner (۱۸۱۷ - ۱۷۴۹) مطرح و پیشنهاد شد. این نام اقتباس از نپتون (Neptune) خدای دریا در روم باستان بود. اگرچه ورنر معدن‌شناسی عالی بود، اما وی به دلیل تفسیر نادرستش از تاریخ و پیشینه زمین در ذهن‌ها باقی مانده است. وی تصور می‌کرد تمامی سنگ‌ها شامل گرانیات و بازالت، در یک اقیانوس جهانی اولیه ته‌نشین شده‌اند. ورنر پیروان بسیاری را در اواخر دهه ۱۷۰۰ به خود جذب کرد و تقریباً در سرتاسر جهان به عنوان یک رکن زمین‌شناسی مورد قبول واقع شد. دو عامل دلیل این امر بود: ابتدا، شخصیت خردمند ورنر که سخنرانی معروف و مشهور بود؛ و دوم اینکه نپتونیزم اقیانوسی جهانی بود که به آسانی با طوفان و سیل کتاب مقدس مطابقت داشت. ورنر تاریخ زمین را به پنج مرحله مشخص تقسیم می‌کرد که در هر مرحله مورد مشخصی تشکیل شده و آثاری از آن برجای مانده است. این مراحل عبارت‌اند:

مرحله اول. نهشته‌هایی در دریای گرم برجای ماند و از آن گرانیات، گنیس و پورفیرها تشکیل شدند.

مرحله دوم. سنگ‌های حدواسطی نظیر شیست و گریوک به وجود آمد که گرانیات و گنیس اولیه را پوشاند. در اقیانوس سردشده این مرحله، ماهی‌هایی زندگی می‌کردند که آثار آن‌ها در شیست‌ها دیده می‌شود.

مرحله سوم. دریا، از سطح قاره‌ها شروع به عقب‌نشینی کرد و در این مرحله آهک، ماسه‌سنگ، گل سفید و بازالت شکل گرفتند.

مرحله چهارم. بخش‌هایی از قاره‌ها دوباره توسط آب نه‌چندان گسترده فرا گرفته شد. بر روی قاره‌ها عوامل فرسایش و حمل و نقل رسوبات قاره‌ای را به دریاها بردند و رسوب دادند.

مرحله پنجم. در این مرحله، آب کاملاً از قاره‌ها عقب‌نشینی کرد و فعالیت‌های شدید آتشفشانی برقرار شد. این فعالیت‌ها در نتیجه سوختن مواد زغالی و کربن‌داری بود که قبلاً در اعماق زمین مدفون شده بودند. به عقیده ورنر و پیروان وی، ۵ مرحله فوق، در مدت زمان کوتاه، مثلاً چند ده هزار سال اتفاق افتاده است.

علی‌رغم شخصیت ورنر، تئوری نپتونی‌اش، به دلیل مسائلی همچون عدم تشخیص و شناسایی منشأ آتشفشانی بازالت، در نهایت منتهی به انحطاط شد.

۱-۲-۲ نظریه کاتاستروفیسم

از اواخر قرن هجدهم تا اواسط قرن نوزدهم، مفهوم فاجعه‌گرایی (catastrophism) توسط جانورشناس فرانسوی بارون جورج کوویه (Baron Georges Cuvier) (۱۷۶۹-۱۸۳۲) مطرح شد و بر تفکر زمین‌شناسی اروپا حاکم شد. وی با بررسی لایه‌های رسوبی حوضه پاریس نشان داد که در این لایه‌ها، سری جانوران فسیل‌شده‌ای یافت می‌شود که ناگهانی ظاهر شده، و در چند لایه بعدی هم به یکباره ناپدید و منقرض شده‌اند. بنا بر نظر کوویه در زمین فعالیت‌های دوره‌ای برقرار است. هر دوره یا چرخه هم از چرخه دیگر با حادثه بزرگی جدا می‌شود و طی همین حوادث، تمام موجودات زنده در سطح آن منطقه از بین می‌روند و خداوند انواع جدیدی به جای آن‌ها خلق می‌کند یا از جای دیگر انتقال می‌یابد. به این ترتیب در هر چرخه جانوران و گیاهان متفاوتی جانشین همدیگر می‌شوند. نظریه کوویه را در پیدایش حوادث و ظهور انواع جدید، فاجعه‌گرایی یا کاتاستروفیسم می‌گویند. مطابق نظر کوویه، شش فاجعه اصلی و عمده در تاریخ زمین روی داده است. این‌ها به راحتی مطابق و متناظر با شش روز آفرینش و خلقت کتاب مقدس‌اند. به علاوه، وی بر این باور بود که آخرین فاجعه باید طوفان نوح باشد، از این رو کاتاستروفیسم دارای جاذبه وسیعی به‌ویژه در میان پیروان کلیسا شد.

سرانجام، هم نپتونیزم و هم کاتاستروفیسم به عنوان نظریات غیرقابل دفاع متوقف شدند. چراکه فرضیات اصلی‌شان را نمی‌توانستند با مدارک و شواهد میدانی پشتیبانی کنند و نیز توالی ساده سنگ‌ها که توسط نپتونیزم پیش‌بینی می‌شد، با مشاهدات صحرایی در مناطق گوناگون جهان تناقض داشت. افزون بر آن نشان داده شد که بازالت باید دارای منشأ و اصل آذرین باشد. دیگر آنکه بررسی‌ها مشخص کرد که بیش از شش فاجعه انقراضی در تاریخ زمین رخ داده است. با از بین رفتن نپتونیزم و کاتاستروفیسم، اصل یکنواختی به فلسفه راهنمای زمین‌شناسی تبدیل شد.

۱-۲-۳ نظریه پلوتونیزم

جیمز هاتن (James Hutton) را می‌توان از بنیان‌گزاران مکتب ژرفاگرایی یا پلوتونیزم (plutonism) دانست. هاتن در کتاب خود در سال ۱۷۹۵ تحت عنوان «تئوری زمین» (*Theory of the Earth*) مواد سازنده پوسته زمین را از دو منشأ می‌داند: بعضی از سنگ‌ها مانند آهک، شیست، و یا ماسه‌سنگ‌ها از رسوبات زیر دریاها به وجود آمده‌اند.