



زمین‌شناسی زیست‌محیطی

(رشته زمین‌شناسی)

دکتر احمد عباس‌نژاد دکتر علیرضا نجف‌زاده

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 کمک‌درسی 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 **کمک‌درسی** (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 مواد و تجهیزات آموزشی

فهرست مطالب

یازده

پیشگفتار

۱	فصل اول: کلیات
۲	۱-۱ مقدمه
۳	۲-۱ اصول زمین شناسی زیست محیطی
۷	۳-۱ ارتباط انسان با محیط
۸	۴-۱ جمعیت و محیط زیست
۱۱	۵-۱ عوامل تشکیل و تداوم حیات در زمین
۱۲	۶-۱ چرخه های زمین شناختی
۱۳	۷-۱ مواد زمین شناختی
۱۵	خلاصه فصل اول
۱۶	خودآزمایی ۱

۱۷	فصل دوم: خطر زلزله
۱۸	۱-۲ مقدمه
۱۹	۲-۲ امواج لرزه ای
۲۲	۳-۲ مشخصات زلزله ها
۲۷	۴-۲ علل وقوع زلزله ها
۲۹	۵-۲ زلزله ها و گسل ها
۳۱	۶-۲ زلزله ها و تکتونیک صفحه ای
۳۳	۷-۲ چرخه لرزه ای
۳۴	۸-۲ خسارات زلزله ها
۴۰	۹-۲ مدیریت خطر زلزله
۴۵	۱۰-۲ پیشقراولان زلزله
۴۸	۱۱-۲ نقشه های پهنه بندی خطر زلزله
۴۹	۱۲-۲ خطر زلزله در ایران
۵۱	۱۳-۲ فوائد زلزله
۵۳	خلاصه فصل دوم
۵۳	خودآزمایی ۲

۵۵	فصل سوم: خطر آتشفشان
۵۶	۱-۳ مقدمه
۵۶	۲-۳ ویژگی های آتشفشان ها
۵۷	۳-۳ عوامل تشکیل آتشفشان ها
۵۸	۴-۳ توزیع آتشفشان های دنیا
۵۸	۵-۳ انواع فوران آتشفشان ها

۶۳	۳-۶ وضعیت فعالیت آتشفشان‌ها
۶۴	۳-۷ مورفولوژی آتشفشان‌ها
۶۵	۳-۸ خطرات آتشفشان‌ها
۷۲	۳-۹ مدیریت خطرات آتشفشانی
۷۳	۳-۱۰ پیش‌نشانگرهای فوران آتشفشان‌ها
۷۵	۳-۱۱ ارزیابی خطر آتشفشان
۷۷	۳-۱۲ فوائد آتشفشان‌ها
۷۷	۳-۱۳ خطر آتشفشان در ایران
۷۹	خلاصه فصل سوم
۸۰	خودآزمایی ۳
۸۱	فصل چهارم: خطر سیل
۸۲	۴-۱ مقدمه
۸۳	۴-۲ تعریف سیل
۸۳	۴-۳ عوامل ایجاد سیل
۸۷	۴-۴ هیدروگراف یا آب‌نگار سیل
۸۸	۴-۵ اصول تحلیل آماری سیل
۸۹	۴-۶ عوارض سیل خیز
۹۳	۴-۷ خسارات سیل
۹۵	۴-۸ مدیریت خطر سیل
۹۸	۴-۹ روش‌های انحراف سیل
۱۰۱	۴-۱۰ کاربری زمین
۱۰۳	۴-۱۱ نقشه‌های پهنه‌بندی خطر سیل
۱۰۵	۴-۱۲ فوائد سیل
۱۰۵	۴-۱۳ خطر سیل در ایران
۱۰۶	خلاصه فصل چهارم
۱۰۸	خودآزمایی ۴
۱۰۹	فصل پنجم: خطر ناپایداری‌های دامنه‌ای
۱۱۰	۵-۱ مقدمه
۱۱۰	۵-۲ تعریف حرکات دامنه‌ای
۱۱۱	۵-۳ پایداری دامنه‌ها
۱۱۲	۵-۴ انواع ناپایداری‌های دامنه‌ای
۱۱۷	۵-۵ خسارات ناشی از حرکات دامنه‌ای
۱۱۹	۵-۶ مدیریت خطر حرکات دامنه‌ای
۱۱۹	۵-۶-۱ جبران خسارات
۱۲۰	۵-۶-۲ کاهش اثرات
۱۲۳	۵-۶-۳ کاهش آسیب‌پذیری
۱۲۵	۵-۷ نقشه‌های پهنه‌بندی خطر حرکات دامنه‌ای
۱۲۸	۵-۸ فوائد حرکات دامنه‌ای
۱۲۹	۵-۹ ناپایداری‌های دامنه‌ای در ایران
۱۲۹	خلاصه فصل پنجم

۱۳۰	خودآزمایی ۵
۱۳۱	فصل ششم: خطر نشست زمین
۱۳۲	۱-۶ مقدمه
۱۳۲	۲-۶ عوامل نشست زمین
۱۳۷	۳-۶ نشانه‌های نشست زمین
۱۳۸	۴-۶ خسارات ناشی از نشست زمین
۱۴۰	۵-۶ راه‌های شناسایی غارهای پنهان
۱۴۲	۶-۶ مدیریت خطر نشست زمین
۱۴۳	۷-۶ نقشه‌های پهنه‌بندی خطر نشست زمین
۱۴۴	۸-۶ فواید نشست زمین
۱۴۴	۹-۶ خطر نشست زمین در ایران
۱۴۵	خلاصه فصل ششم
۱۴۶	خودآزمایی ۶
۱۴۷	فصل هفتم: خطرهای ساحلی
۱۴۸	۱-۷ مقدمه
۱۴۸	۲-۷ دسته‌بندی و انواع سواحل
۱۴۹	۳-۷ عوامل مؤثر بر ناپایداری خطوط ساحلی
۱۵۰	۴-۷ فرسایش ساحلی
۱۵۲	۵-۷ سونامی
۱۵۳	۶-۷ رسوب‌گذاری ساحلی
۱۵۵	۷-۷ پیشروی و پسروی دریاها
۱۵۵	۱-۷-۷ عوامل
۱۵۵	۲-۷-۷ اثرات
۱۵۷	۳-۷-۷ تغییرات آب دریا در حال و آینده
۱۵۸	۸-۷ مواد زائد و سواحل
۱۵۹	خلاصه فصل هفتم
۱۶۰	خودآزمایی ۷
۱۶۱	فصل هشتم: مواد معدنی و محیط زیست
۱۶۳	۱-۸ مقدمه
۱۶۳	۲-۸ تعاریف
۱۶۴	۳-۸ منابع و ذخایر معدنی
۱۶۵	۴-۸ اکتشاف مواد معدنی و آثار زیست‌محیطی آن
۱۶۶	۵-۸ استخراج مواد معدنی و آثار زیست‌محیطی آن
۱۷۰	۶-۸ زهاب اسیدی معادن
۱۷۱	۷-۸ باطله‌های معدنی
۱۷۲	۸-۸ فرآوری مواد معدنی و اثرات آن
۱۷۴	۹-۸ اصول کاهش اثرات زیست‌محیطی معدنکاری
۱۷۵	۱۰-۸ بازسازی معادن
۱۷۶	۱۱-۸ اثرات زیست‌محیطی استخراج و فرآوری

۱۷۹	۱۲-۸ بحران کمبود مواد معدنی
۱۸۱	خلاصه فصل هشتم
۱۸۲	خودآزمایی ۸

۱۸۳	فصل نهم: منابع انرژی و محیط زیست
۱۸۴	۱-۹ مقدمه
۱۸۴	۲-۹ زغال سنگ
۱۸۸	۱-۲-۹ مسائل زیست محیطی ناشی از سوختن زغال سنگ
۱۸۹	۳-۹ نفت خام و گاز طبیعی
۱۹۱	۱-۳-۹ مسائل زیست محیطی ناشی از اکتشاف و تولید نفت
۱۹۴	۴-۹ نفت سنگین و ماسه فیری
۱۹۵	۵-۹ شیل نفتی
۱۹۵	۶-۹ انرژی شکافت هسته‌ای
۱۹۷	۷-۹ سایر منابع انرژی
۱۹۷	خلاصه فصل نهم
۱۹۸	خودآزمایی ۹

۱۹۹	فصل دهم: مواد زائد و محیط زیست
۲۰۰	۱-۱۰ مقدمه
۲۰۰	۲-۱۰ تعریف و دسته‌بندی مواد زائد
۲۰۱	۱-۲-۱۰ مواد زائد جامد یا زباله‌های شهری
۲۰۱	۱-۲-۱۰ روش‌های دفع مواد زائد جامد
۲۰۶	۲-۱۰-۲ طراحی محل بهداشتی به منظور کاهش خطرات
۲۰۸	۲-۲-۱۰ مواد زائد مایع (فاضلاب‌ها)
۲۰۹	۳-۱۰ مواد زائد خطرناک و روش‌های دفع آنها
۲۰۹	۱-۳-۱۰ منشأ مواد زائد خطرناک
۲۱۰	۲-۳-۱۰ اصول مدیریت جامع دفع مواد زائد خطرناک
۲۱۰	۱-۲-۳-۱۰ نگهداری مواد زائد خطرناک
۲۱۱	۲-۲-۳-۱۰ حمل مواد زائد خطرناک
۲۱۱	۳-۲-۳-۱۰ تصفیه یا دفع نهایی مواد زائد خطرناک
۲۱۳	خلاصه فصل دهم
۲۱۴	خودآزمایی ۱۰

۲۱۵	فصل یازدهم: آلودگی و حفاظت منابع آب
۲۱۶	۱-۱۱ مقدمه
۲۱۶	۲-۱۱ ساختمان و مشخصات مهم فیزیکوشیمیایی آب
۲۱۷	۳-۱۱ آب و انسان
۲۱۸	۴-۱۱ نقش‌های مهم آب در طبیعت
۲۱۸	۵-۱۱ منابع آلاینده آب
۲۲۰	۶-۱۱ آلودگی آب‌های زیرزمینی
۲۲۱	۱-۶-۱۱ آلودگی ناشی از منابع و عوامل شهری و روستایی (مناطق مسکونی)
۲۲۵	۲-۶-۱۱ آلودگی ناشی از منابع و عوامل صنعتی و معدنی

۲۲۶	۱۱-۳ آلودگی ناشی از منابع و عوامل کشاورزی
۲۲۷	۱۱-۴ آلودگی ناشی از منابع و عوامل متفرقه
۲۲۹	۱۱-۷ چگونگی کاهش و رفع آلودگی آب‌های زیرزمینی
۲۳۰	۱۱-۸ هاله آلودگی
۲۳۱	۱۱-۹ آلودگی آب‌های رودخانه‌ها
۲۳۴	۱۱-۱۰ آلودگی آب باران
۲۳۶	۱۱-۱۱ آلودگی آب دریاها و اقیانوس‌ها
۲۳۷	۱۱-۱۱-۱ عوامل آلاینده آب دریاها و اقیانوس‌ها
۲۴۰	خلاصه فصل یازدهم
۲۴۰	خودآزمایی ۱۱

۲۴۱	فصل دوازدهم: زمین‌شناسی پزشکی
۲۴۳	۱۲-۱ مقدمه
۲۴۳	۱۲-۲ ترکیب عنصری بدن انسان
۲۴۴	۱۲-۳ فراوانی عناصر در طبیعت
۲۴۵	۱۲-۴ راه‌های دریافت عناصر از محیط زمین‌شناسی
۲۴۶	۱۲-۵ عوامل مؤثر بر سلامتی
۲۴۸	۱۲-۶ تأثیر محیط زمین‌شناسی بر تغذیه
۲۴۹	۱۲-۷ منحنی‌های دوز- پاسخ
۲۵۰	۱۲-۸ زمین‌شناسی پزشکی بد
۲۵۲	۱۲-۹ زمین‌شناسی پزشکی فلور
۲۵۴	۱۲-۱۰ زمین‌شناسی پزشکی سلنیم
۲۵۷	خلاصه فصل دوازدهم
۲۵۸	خودآزمایی ۱۲

۲۵۹	فهرست منابع
-----	--------------------

راهنمای مطالعه

مجموعه آنچه که پیرامون ما را فراگرفته است محیط را به وجود می‌آورند. از این رو محیط از شرایط و پدیده‌های فیزیکی (آب، هوا، ناهمواری‌ها، خاک و سنگ)، زیست‌شناختی (جانوران و گیاهان) و نیز شرایط و پدیده‌های انسانی تشکیل شده است. لذا محیط زمین‌شناختی بخشی از محیط زیست هر فرد را شامل می‌شود.

زمین‌شناسی زیست‌محیطی را کاربرد دانش زمین‌شناسی در حل خطرهای محیطی، کاهش تخریب طبیعت و افزایش بهره‌وری انسان از طبیعت با حداقل خسارت به آن تعریف نموده‌اند. در چند دهه گذشته با آشکارشدن اثرات مخرب انسان بر طبیعت، کاهش منابع و همچنین افزایش آسیب‌های ناشی از رخداد بلایای طبیعی، زمین‌شناسی زیست‌محیطی مورد توجه شدید قرار گرفته است و امروزه یکی از گرایش‌های کاربردی زمین‌شناسی است که شدیداً مورد نیاز جامعه می‌باشد.

مهم‌ترین موضوعات این علم شامل خطرهای زمین‌شناختی، آلودگی منابع آب، آلودگی‌های ناشی از معدنکاری، زمین‌شناسی پزشکی و زمین‌شناسی شهری می‌باشند. کتاب حاضر به عنوان کتاب درسی زمین‌شناسی زیست‌محیطی (به ارزش دو واحد درسی) از سری کتاب‌های انتشارات دانشگاه پیام نور و برای آموزش دانشجویان رشته کارشناسی زمین‌شناسی این دانشگاه در نظر گرفته شده است. به همین دلیل سعی شد در تدوین آن مطالب در ساده‌ترین شکل خود ارائه گردیده و همچنین با طرح هدف کلی، هدف‌های رفتاری و مفاهیم تازه در ابتدای هر فصل و نیز خلاصه‌نمودن مطالب و طرح سؤال‌هایی به عنوان خودآزمایی در پایان هر فصل کتاب، با هدف پیش‌گفته سازگار گردیده است.

فصل اول کتاب تحت عنوان کلیات، با هدف آشنایی مقدماتی دانشجویان با مبانی این علم تنظیم شده است. در فصل‌های دوم تا هفتم خطرهای زمین‌شناختی به

ترتیب شامل زلزله، آتشفشان، سیل، ناپایداری‌های دامنه‌ای، نشست زمین و خطرهای ساحلی مطرح گردیده‌اند. روند کلی در این فصل‌ها بدین ترتیب بوده است که دانشجو پس از شناخت ویژگی‌های هر خطر، با آسیب‌های ناشی از هر خطر، روش‌های مدیریت، نقشه‌های پهنه‌بندی و فوائد آن خطر آشنا شود. در بسیاری از موارد، وضعیت آن خطر در ایران نیز به طور خلاصه توضیح داده شده است. فصل هشتم به طور عمده به اثرات زیست‌محیطی استخراج مواد معدنی می‌پردازد و فصل نهم به اثرات زیست‌محیطی استفاده از منابع انرژی اختصاص داده شده است. در فصل دهم روش‌های دفع مواد زائد مطرح گردیده است. آلودگی و حفاظت منابع آب موضوع فصل یازدهم کتاب است و بالاخره در فصل دوازدهم که فصل آخر کتاب نیز می‌باشد مبانی علم نوپای زمین‌شناسی پزشکی مطرح گردیده است.

در اینجا لازم است اشاره شود که فصل‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸، ۹ و ۱۲ توسط یکی از مؤلفین (عباس‌نژاد) و فصل‌های ۷، ۱۰ و ۱۱ توسط نفر دیگر (نجف‌زاده) تهیه گردیده است. تنظیم و آماده‌سازی کلیه شکل‌ها نیز توسط نجف‌زاده صورت گرفته است. در پایان از کلیه افرادی که در آماده‌سازی و چاپ این کتاب همکاری داشته‌اند تشکر می‌شود و همچنین از خوانندگان تقاضا می‌شود که در صورت برخورد به هرگونه خطا موارد را به نویسندگان اطلاع دهند تا در چاپ‌های بعدی رفع شود.

احمد عباس‌نژاد عضو هیأت علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان
علیرضا نجف‌زاده عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور مرکز کرمان
اردیبهشت ۱۳۸۸

فصل اول

کلیات

هدف کلی

هدف کلی این فصل، ارائه تصویری کلی از محیط زیست، مسائل آن و زمین‌شناسی زیست‌محیطی است تا دانشجو جایگاه و مبانی زمین‌شناسی زیست‌محیطی را درک کند.

هدف‌های رفتاری

انتظار می‌رود دانشجو با مطالعه دقیق این فصل بتواند:

۱. زمین‌شناسی زیست‌محیطی را تعریف نموده، موضوعات مهم آن را نام برده و فوائد مطالعه این علم را برشمرد.
۲. اصول مهم زمین‌شناسی زیست‌محیطی را نام برده و توضیح دهد.
۳. ارتباط‌های متقابل انسان و محیط را شرح دهد.
۴. تأثیر جمعیت بر محیط زیست را تحلیل نماید.
۵. توضیح دهد که زمین با داشتن چه مشخصاتی توانسته حیات را حمایت کند.
۶. چرخه‌های زمین‌شناختی را نام برده و اهمیت زیست‌محیطی هر یک را برشمرد.
۷. اهمیت زیست‌محیطی هر یک از مواد زمین‌شناختی را توضیح دهد.

مفاهیم تازه

سیستم باز	سیستم بسته	سیستم منفرد
منابع سیاره‌ای	منابع تجدیدشونده	منابع غیرقابل تجدید

بازخورد مثبت	بازخورد منفی	بازخورد
چرخه ژئوشیمیایی		آستانه

۱-۱ مقدمه

مجموعه آنچه که پیرامون ما را فراگرفته‌اند محیط ما را تشکیل می‌دهند. محیط، از شرایط و پدیده‌های فیزیکی (آب، هوا، ناهمواری‌ها، خاک و سنگ)، بیولوژیکی (جانوران و گیاهان) و نیز شرایط و پدیده‌های انسانی تشکیل شده است.

زمین‌شناسی زیست‌محیطی را کاربرد دانش زمین‌شناسی در حل خطرهای محیطی، کاهش تخریب طبیعت و افزایش بهره‌وری انسان از محیط، با حداقل خسارت به آن تعریف کرده‌اند. مهم‌ترین موضوعات این علم عبارتند از:

- ارزیابی خطرهای زمین‌شناسی نظیر زلزله، سیل و زمین‌لغزش.
- ارزیابی سرزمین‌ها از نظر انتخاب بهترین محل برای هر نوع فعالیت و نیز بهترین کاربری زمین.
- ارزیابی مواد زمینی (عناصر، مواد معدنی، سنگ‌ها، خاک و آب) از نظر استفاده بهتر از آنها، تخلیه مواد زائد، تأثیر آنها بر سلامتی انسان و حفاظت از آنها.

گرچه اصطلاح زمین‌شناسی زیست‌محیطی برای اولین بار در سال ۱۹۶۹ به کار گرفته شد ولی از صدها سال قبل آن بعضی از مفاهیم این علم در زمین‌شناسی مورد استفاده قرار می‌گرفته است. اولین کتابی که مسائل زیست‌محیطی را مطرح نموده و درصدد اخطار و آگاه‌سازی مردم برآمده است کتاب انسان و طبیعت تألیف جرج پرکینزمارش است که در سال ۱۸۶۴ نوشته شد اما طرح مسائل و مشکلات محیطی و توجه شدید به آن، در دهه ۱۹۷۰ به اوج خود رسید و به همین دلیل به آن دهه محیط زیست اطلاق شده است. زمین‌شناسی زیست‌محیطی هم اکنون وارد یک مرحله شکوفایی شده و بسیاری از پژوهشگران در شاخه‌های مختلف زمین‌شناسی، تحقیقات خود را به این زمینه سوق داده‌اند.

فوائد علم زمین‌شناسی زیست‌محیطی عبارتند از:

۱. موضوعات مورد بحث در این رشته به عنوان مسائل مهم برای بشر مطرح می‌باشند.
۲. این رشته موقعیت مناسبی فراهم می‌آورد تا زمین‌شناسان با رشته‌های تخصصی

متعدد دیگر، تبادل افکار و اطلاعات نمایند.

۳. بهترین جلوه‌های ارتباط تنگاتنگ زمین‌شناسی با زندگی روزمره مردم، در جنبه‌های محیط زیست دیده می‌شود. لذا بر مبنای این علم است که جامعه، نتایج مطالعات زمین‌شناسی را لمس می‌کند و زمین‌شناسان با جامعه ارتباط مؤثرتری برقرار می‌کنند.
۴. این رشته فرصت‌های شغلی جدید و زیادی برای زمین‌شناسان فراهم می‌آورد.

۱-۲ اصول زمین‌شناسی زیست‌محیطی

هر علم، بر اساس یک سری مبانی مهم زیربنایی شکل می‌گیرد. افرادی که می‌خواهند در علمی صاحب‌نظر شوند، باید آشنایی کامل به اصول آن و کاربرد آنها داشته باشند و همواره در مطالعات و بررسی‌های علمی، آنها را آویزه گوش خود قرار دهند. مواردی که به عنوان اصول مهم زمین‌شناسی زیست‌محیطی در منابع علمی درج شده‌اند را می‌توان در قالب ۱۶ اصل به شرح ذیل مطرح نمود:

اصل اول: زمین یک سیستم بسته است. هر محدوده از جهان هستی را که با مرزهای مشخص از اطراف جدا کنیم می‌توانیم به عنوان یک سیستم در نظر بگیریم. هر سیستم می‌تواند با محیط اطراف، تبادل ماده و انرژی انجام دهد. اگر در سیستم، هیچ گونه تبادل ماده و انرژی صورت نگیرد به آن سیستم منفرد می‌گویند. چنانچه تنها، تبادل انرژی در سیستم صورت پذیرد سیستم بسته نامیده می‌شود. سیستم باز، دارای تبادل ماده و انرژی با اطراف است. اگر زمین را به عنوان یک سیستم در نظر بگیریم، اجزاء مهم آن عبارتند از: بیوسفر، هیدروسفر و لیتوسفر. هرگونه تغییر در یکی از اجزاء سیستم، بر سایرین نیز تأثیر می‌گذارد. به عنوان مثال، فعالیت آتشفشانی (تغییر در لیتوسفر) روی اتمسفر، بارندگی، پوشش گیاهی و فرسایش خاک، حداقل در مناطق اطراف آتشفشان تأثیر می‌گذارد. یا تغییر موقعیت اقیانوس‌ها در اثر فرایند تکتونیک صفحه‌ای که یک تغییر در لیتوسفر است، بر چرخه حرکت آب‌ها در اقیانوس‌ها تأثیر می‌گذارد که آن نیز شرایط جوی زمین را تغییر می‌دهد و تغییر شرایط جوی زمین بر موجودات زنده اثر می‌گذارد و در اثر آن، ممکن است فرسایش خاک، کند یا تند شود. در عین حال، زمین یک سیستم دینامیک است یعنی در آن همواره ماده و انرژی در حال تغییرند. این تغییرات باعث ایجاد چرخه‌های متعدد نظیر چرخه آب‌شناسی، چرخه

سنگ‌شناسی و چرخه‌های ژئوشیمیایی می‌شود که اثرات زیست‌محیطی آنها بسیار زیاد است. زمین که خود به عنوان یک سیستم بسته مطرح بوده و با اطراف، تقریباً فقط تبادل انرژی دارد، از بی‌نهایت سیستم کوچک‌تر تشکیل شده است. می‌توان حوضه آبگیر هر رودخانه یا شاخه‌های آن، هر دامنه، هر محدوده از خاک یا جنگل یا واحد سنگی، هر موجود زنده و ... را به عنوان یک سیستم در نظر گرفت.

اصل دوم: بر مبنای این اصل، زمین، تنها محیط زیست ماست و منابع آن محدودند. منابع به موادی گفته می‌شود که برای ادامه حیات انسان ضروری‌اند. منابع طبیعی را به سه نوع سیاره‌ای (نظیر هوا، اقلیم، اقیانوس‌ها و زمین)، تجدیدشونده (تولیدات کشاورزی، حیوانی، چوب و آب) و غیرقابل تجدید (نظیر مواد معدنی و نفت) تقسیم می‌کنند. مواردی نظیر سطح توسعه فرهنگی و اقتصادی، سطح بهداشت، وجود قانون، پایداری سیاسی و توازن جمعیتی را جزو منابع انسانی در نظر می‌گیرند.

اصل سوم: حال، کلید گذشته است به علاوه تأثیر انسان. اصل «حال، کلید گذشته است» یا اصل یکنواختی، از جمله اصول مهم زمین‌شناسی است، ولی در ارتباط با زمین‌شناسی زیست‌محیطی، چون انسان، شدت و نحوه چرخه مواد و انرژی و شرایط فیزیوشیمیایی سطح زمین را تغییر می‌دهد، بنابراین آنچه در زمان‌های گذشته رخ داده، در حال حاضر نیز انجام می‌شود، ولی انسان می‌تواند بر سرعت و نحوه انجام آنها کمابیش تأثیرگذار باشد.

اصل چهارم: بعضی از فرایندهای زمین‌شناسی برای انسان می‌توانند مضر باشند که آنها را خطرهای زمین‌شناختی می‌نامیم. زمین‌شناسان محیط زیست، بایستی با شناخت ویژگی‌های این خطرها و با ارائه مدیریت صحیح، اثرات سوء آنها را کاهش دهند.

اصل پنجم: در برنامه‌ریزی برای استفاده از زمین و آب باید سعی شود توازنی بین جنبه‌های اقتصادی آن و جنبه‌های حفظ محیط برقرار شود. به عبارت دیگر، با تحلیل اثرات سوء فعالیت‌های اقتصادی بر محیط، به گونه‌ای تصمیم‌گیری شود که این اثرات حتی‌الامکان کاهش یابند.

اصل ششم: اثرات سوء کاربری زمین^۱، تجمعی است و در اثر آن شرایط محیط

برای زندگی آیندگان دشوارتر می‌شود. از آنجا که ما نسبت به آیندگان متعهدیم، باید بکوشیم محیط را به گونه‌ای قابل زیست و مناسب برای نسل‌های بعدی حفظ کنیم.

اصل هفتم: محیط زمین‌شناختی، بخش مهمی از محیط هر فرد را تشکیل می‌دهد و برای درک آن، فرد نیاز به شناخت کافی از زمین‌شناسی و علوم وابسته دارد. اگرچه تمام موضوعات زمین‌شناسی، حتی چینه‌شناسی، فسیل‌شناسی و پترولوژی می‌توانند با محیط زیست ارتباط یابند، ولی بعضی از شاخه‌های زمین‌شناسی نظیر رسوب‌شناسی، سنگ‌شناسی، ژئومورفولوژی، تکتونیک، هیدروژئولوژی، زمین‌شناسی اقتصادی، زمین‌شناسی مهندسی، ژئوشیمی و ژئوفیزیک، در مطالعات زیست‌محیطی اهمیت بیشتری دارند. به علاوه، لازم است کارشناسان زمین‌شناسی زیست‌محیطی از علوم دیگر، نظیر خاک‌شناسی، زیست‌شناسی، اکولوژی، هواشناسی و جغرافیای طبیعی اطلاعاتی داشته باشند. تسلط بر اصول کلی محیط زیست از جمله حقوق محیط زیست و اقتصاد محیط زیست نیز بسیار مفید است.

اصل هشتم: سیستم‌های طبیعی پیچیده‌اند. در طبیعت برخلاف آزمایشگاه، یک تغییر، تنها منجر به یک اثر نمی‌شود و رابطه علت و معلولی در خیلی از موارد پیچیده است. به عنوان مثال، قطع پوشش گیاهی تنها منجر به فرسایش خاک نمی‌شود بلکه مجموعه‌ای از تغییرات در محیط به وجود می‌آید که بسته به شرایط هر محل می‌تواند بسیار متفاوت باشد. در عین حال، ممکن است یک مسأله ناشی از عملکرد پدیده‌های مختلفی باشد. به عنوان مثال فرسایش خاک و گرم شدن هوا در اثر عوامل متعددی صورت می‌گیرند. گاهی از قانون وحدت عمل، به اشتباه اینگونه استنباط می‌شود که باید شدت فرایندها در گذشته و حال، یکسان باشد در حالی که چنین نیست. یک جنبه مهم پیچیدگی سیستم‌های طبیعی این است که زمین‌شناسان باید از علوم دیگری که در اصل هفتم ذکر شد اطلاعات کافی داشته باشند. به همین دلیل، زمین‌شناسی محیط زیست را یک علم بینابینی^۱ در نظر می‌گیرند.

اصل نهم: تغییرات ناشی از دخالت انسان در محیط به صورت بازخورد^۲، عمل می‌کنند. اگر اثر یک عامل بر یک پدیده طبیعی باعث تغییراتی در آن پدیده شده و تغییرات حاصله به نوبه خود بر عامل اثرگذارنده تأثیر بگذارند در این حالت با بازخورد

1. interdisciplinary
2. Feedback

سروکار داریم. چنانچه تغییرات حاصله، عامل اثرگذارنده را تقویت کنند بازخورد را مثبت^۱ و اگر تضعیف کنند، بازخورد را منفی^۲ می‌نامند. در طبیعت بازخوردهای منفی بیشتر رواج دارند. به عنوان مثالی از بازخورد مثبت، درنظر بگیرید که در اثر چرای مفرط، پوشش گیاهی را تضعیف کنیم. در این حالت، فرسایش خاک شدید می‌شود که در اثر آن پوشش گیاهی باز هم تضعیف خواهد شد. به عنوان مثالی در زمینه بازخورد منفی، اگر خاک در اثر تضعیف پوشش گیاهی دچار فرسایش شود، در این حالت با حمل ذرات ریز سطحی، قشری از ذرات درشت در سطح آن باقی می‌ماند که فرسایش آن را کند می‌کند.

اصل دهم: در زمین‌شناسی محیط زیست، آستانه‌ها^۳ از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، زیرا که پدیده‌های زمین‌شناسی با رسیدن به آستانه، دچار تغییرات شدید و سریع می‌شوند. به عنوان مثال، آستانه بالآآمدگی سطح آب رودخانه‌ها، لبریزشدن آن و بروز سیلاب (به عنوان یک خطر) است. آستانه مقاومت سنگ‌ها در برابر نیروهای تکتونیکی، شکست آنها و بروز زلزله است. در صورتی که نیروهای دامنه‌ای رو به پایین، از مقاومت برشی مواد (به عنوان یک آستانه) فراتر روند زمین لغزه رخ می‌دهد. انفجار آتشفشان با رسیدن فشار ماگما و گاز محلول آن به یک آستانه (مقاومت مواد فوقانی) صورت می‌گیرد.

اصل یازدهم: تخریب محیط، به تبعیت از رشد جمعیت، به صورت نمایی در حال انجام است. با توجه به این که رشد جمعیت، استفاده از منابع و دفع مواد زائد به صورت نمایی صورت می‌گیرند، محیط زیست انسان نیز به همین شکل در حال تخریب است.

اصل دوازدهم: مسائل زیست‌محیطی جنبه جهانی دارند، ولی از یک محل به محل دیگر، شدت و تعدد آنها متفاوت است. مشکلاتی که در اثر زلزله، سیل، آتشفشان، دفع مواد زائد و نظایر آن برای انسان ایجاد می‌شود، در تمام مناطق زمین دارای مکانیسم تأثیر مشابه ولی شدت متفاوت است.

اصل سیزدهم: تصمیمات محیطی به طور عمده بر مبنای تحلیل سود و زیان

1. positive feed back
2. negative feedback
3. thresholds

انجام می‌شوند. گاهی اینگونه تصور می‌شود که مشکلات و مسائل زیست‌محیطی بدون توجه به تحلیل سود و زیان باید حل شوند. ولی این طرز تفکر اشتباه است و اصولاً در پروژه‌های زیست‌محیطی باید حتماً تحلیل سود و زیان انجام شود و مادامی که پروژه از نظر اقتصادی سودمند باشد، قابل اجرا خواهد بود. به عنوان مثال، اگر هزینه اجرای طرح کنترل سیل در یک منطقه از متوسط خسارات سیل در طی زمان، برابر با طول عمر سازه‌ای که برای مهار سیل احداث می‌شود بیشتر باشد، آن طرح اجرا نخواهد شد.

اصل چهاردهم: فرایندهای به وجودآورنده خطرهای محیطی (زلزله، سیل و ...) براساس قوانین شناخته‌شده زمین‌شناسی صورت می‌گیرند و اغلب، دخالت انسان یا اشغال مناطق تحت عملکرد آنها، باعث بروز خسارت می‌شود. به عنوان مثال، اگر احداث ساختمان‌های نامناسب وجود نداشت خسارات زلزله‌ها ناچیز می‌بودند. اگر انسان‌ها مناطق توسعه رودخانه‌ها در هنگام افزایش جریان آب آنها را اشغال نکنند، در اثر سیلاب آسیب نمی‌بینند. لذا خطرهای زمین‌شناختی نه معرف خشم خداوند و نه قهر طبیعت می‌باشند، بلکه براساس یک سری اصول و قوانین طبیعی رخ می‌دهند و به همین دلیل زمین‌شناسان با شناخت این اصول سعی در کاهش اثرات آنها بر انسان را دارند.

اصل پانزدهم: جنبه‌های زیست‌محیطی هر پروژه، نظیر احداث سد، شهرسازی و راه‌سازی را باید به دو صورت مورد تحلیل قرار داد. اول، تأثیر خطرهای محیطی بر پروژه (نظیر خطر سیل، زلزله و ...). دوم، تأثیر پروژه بر محیط (نظیر انتشار آلودگی، فرسایش خاک، گسیختگی دامنه‌ها و غیره).

اصل شانزدهم: ممکن است حل یک مسأله محیطی، مسأله یا مسائل محیطی جدیدی را به وجود آورد. لذا در هنگام اجرای طرح‌های مهار خطرهای محیطی، باید به این موضوع توجه شود. به عنوان مثال، احداث سد برای حل یک مشکل زیست‌محیطی (خطر سیل) می‌تواند مسائل زیست‌محیطی متعددی نظیر افزایش زلزله‌خیزی، فرسایش سواحل، خشک‌شدن باتلاق‌ها و غیره را به همراه داشته باشد.

۱-۳ ارتباط انسان با محیط

انسان در ارتباط با رفع نیازهای متنوعی، به محیط وابسته است. نیازهای انسان به محیط

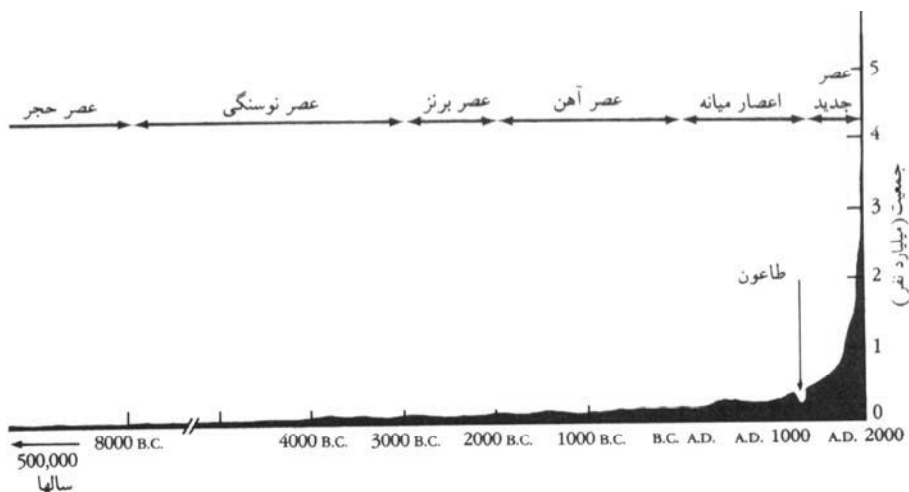
شامل نیاز به آب، غذا، مسکن، گردش، دفع مواد زائد، دفاع، کسب انرژی و بهداشت فردی می‌باشند. یکی از شدیدترین وابستگی‌های انسان به محیط، کسب غذا برای ادامه حیات و کسب انرژی برای تحرک است. مسکن نیز یکی دیگر از جنبه‌های مهم نیاز انسان به طبیعت محسوب می‌شود. هر محلی از سطح زمین برای احداث مسکن، مناسب نیست. باید مسکن از نظر تأمین غذا، آب و هوا و فقدان خطرهای محیطی در جای مناسبی قرار داشته باشد. انسان برای گرم و سرد کردن مسکن، جابه‌جایی و تهیه غذا، پوشاک و مواد معدنی به کسب انرژی از محیط محتاج است.

بشر در پی رفع نیازهای خود از طبیعت، بر محیط اثرات ناگواری می‌گذارد. این اثرات را می‌توان به سه نوع تقسیم کرد:

۱. در اثر دخالت انسان، فرایندهای طبیعی کند یا تند شده و تعادل آن به هم می‌خورد.
۲. انسان، اکوسیستم‌های طبیعی را تهدید نموده و در مواردی منهدم می‌سازد. به مجموعه موجوداتی که در یک سیستم طبیعی، نظیر رودخانه، دریاچه یا مزرعه زندگی کرده و اثرات متقابلی با خود و محیط خود دارند، اکوسیستم می‌گویند. براساس مطالعات انجام‌شده، بین افزایش جمعیت دنیا و تعداد گونه‌های جانوری و گیاهی منقرض‌شده، رابطه مستقیمی وجود دارد.
۳. انسان باعث آلودگی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی منابع آب، خاک و هوا می‌شود. در مجموع، شدت اثرات بر محیط در هر محل، تابع عواملی نظیر تراکم جمعیت، سطح تکنولوژی، شرایط فرهنگی - اقتصادی و نوع محیط طبیعی و شرایط حاکم بر آن است.

۴-۱ جمعیت و محیط زیست

یکی از مسائل عمده امروزه دانشمندان را نگران ساخته، رسیدن جمعیت دنیا به حدود خم منحنی J شکل یا منحنی تصاعدی افزایش جمعیت است. یعنی سیستمی که با تصاعد هندسی رشد می‌کند (شکل ۱-۱). نکته مهم در مورد این منحنی آن است که در ابتدا، افزایش تعداد جمعیت چندان محسوس نیست، ولی ناگهان با رسیدن به خم منحنی، به شدت نمایان می‌شود.



شکل ۱-۱ منحنی نمایی رشد که جمعیت جهان را در هر عصر نشان می‌دهد.

با توجه به جدول ۱-۱، حدود دو میلیون سال طول کشید تا جمعیت جهان از بدو پیدایش بشر تا سال ۱۸۰۰ میلادی، به یک میلیارد نفر رسید. در حالی که در طی صد سال بعد یعنی تا سال ۱۹۳۰ به دو میلیارد نفر افزایش یافت و از آن به بعد تا سال ۱۹۹۵ یعنی طی شصت سال به شش میلیارد نفر رسید. با توجه به تصاعدی بودن رشد جمعیت و خطرهای ناشی از آن، لازم است انسان با پیش‌بینی‌های لازم از بروز فجایع جلوگیری نماید.

جدول ۱-۱ نحوه رشد جمعیت جهان در طی تاریخ حیات انسان

جمعیت (میلیارد نفر)	سال تقریبی رسیدن به جمعیت	تعداد سال برای افزایش جمعیت به میزان یک میلیارد نفر
۱	۱۸۳۰	۲,۰۰۰,۰۰۰
۲	۱۹۳۰	۱۰۰
۳	۱۹۶۰	۳۰
۴	۱۹۷۵	۱۵
۵	۱۹۸۶	۱۱
۶	۱۹۹۵	۹

رشد انفجارآمیز جمعیت جهان در صد سال گذشته، نتیجه افزایش میزان تولد نبوده بلکه به خاطر کاهش میزان مرگ‌ومیر بوده است. دلایل متعددی برای کاهش میزان

مرگ‌ومیر وجود دارد که شامل ازدیاد محصولات کشاورزی، توزیع بهتر غذا به علت پیشرفت حمل‌ونقل، تغذیه مناسب‌تر، بهداشت بهتر و پیشرفت علم پزشکی بوده است. انتقال جمعیت در حال رشد جهان به جمعیت پایدار (جمعیت بدون رشد)، از دو راه یعنی افزایش مرگ‌ومیر و کاهش زادوولد امکان‌پذیر است که چون راه اول غیراخلاقی است، پس در عمل، تنها به کاهش زادوولد توجه می‌شود. مالتوس در کتابی به نام اصول جمعیت که در سال ۱۷۹۸ منتشر نمود، برای اولین بار خطر افزایش جمعیت را مطرح کرد. عقیده او که به فرضیه یا نظریه مالتوس معروف شده بدین ترتیب است که رشد جمعیت با تصاعد هندسی صورت می‌گیرد ولی منابع غذایی برای همان جمعیت، حتی با اصلاح روش‌های کشاورزی، به صورت تصاعد عددی رشد می‌کنند. پس به نظر او بحران جمعیت، اجتناب‌ناپذیر است. قحطی، جنگ، تخریب و آلودگی محیط و تهدید اکوسیستم‌های طبیعی را از جمله اثرات بحران جمعیت در نظر می‌گیرند. در حال حاضر، بعضی از کشورهای جهان دچار مشکلاتی از نظر تأمین غذای اهالی خود می‌باشند ولی قحطی به صورت مشکل همگانی مطرح نیست. تخریب و آلودگی محیط، با شدت بیشتر به صورت فرسایش خاک، تخریب جنگل‌ها و مراتع، آلودگی هوا و منابع در بسیاری از نقاط دنیا به چشم می‌خورد.

یکی دیگر از اثرات بحران جمعیت، تهدید اکوسیستم‌های طبیعی است به طوری که گونه‌های جانوری زیادی منقرض شده و یا در حال انقراض می‌باشند. جدیدترین ارقام منتشرشده حاکی از آن است که حدود ۱۲ درصد کل گونه‌های گیاهی دنیا در خطر انقراض قرار دارند. نکته قابل توجه آن است که افزایش تولید مواد غذایی با رشد جمعیت هماهنگ نیست. مواد غذایی نه تنها در بین کشورها و در بین گروه‌های مختلف مردم، به طرز مناسبی توزیع نشده است، بلکه این نابسامانی حتی در بین خانواده‌ها نیز به چشم می‌خورد. تولید مواد غذایی که یک فعالیت ضروری و سودمند است، خود نیز دارای اثرات زیست‌محیطی است که عبارتند از: تهدید سایر موجودات زنده، فرسایش خاک، از دست‌رفتن حاصل‌خیزی خاک، توسعه کویرها، کاهش وسعت جنگل‌ها، آلودگی منابع آب، از دست‌رفتن تنوع ژنتیکی، به هم‌خوردن تعادل اکوسیستم‌ها، تهدید لایه ازن و آلودگی هوا.

۱-۵ عوامل تشکیل و تداوم حیات در زمین

عوامل و شرایط متعددی دست به دست هم داده‌اند تا حیات در سطح این سیاره تشکیل و در طی ۲ میلیارد سال تداوم و تکامل یابد که مهم‌ترین آنها عبارتند از:

- مناسب بودن موقعیت زمین از نظر درجه حرارت.
- مناسب بودن اندازه زمین از نظر حفظ گازها (تشکیل اتمسفر).
- وجود میدان مغناطیسی زمین که از ورود ذرات خطرناک و مضر ناشی از تشعشعات خورشیدی جلوگیری می‌کند.
- وجود لایه ازن در قسمت‌های فوقانی جو زمین که از ورود اشعه مضر ماورای بنفش جلوگیری می‌کند.
- آب که از نظر امکان ایجاد و ادامه واکنش‌های حیاتی، ماده ایده‌آلی است.
- خاصیت منحصر به فرد آب، که وزن مخصوص آن در ۴ درجه سانتی‌گراد به حداکثر مقدار خود می‌رسد، به طوری که یخ از آب مایع سبک‌تر است. این وضعیت باعث می‌شود که اقیانوس‌های زمین منجمد نشوند.
- در زمین، عناصر ضروری برای تشکیل حیات (مانند کلسیم، سولفور، فسفر، نیتروژن، اکسیژن، هیدروژن، کربن و غیره) به اندازه کافی وجود دارند.
- کمبود یا فقدان عناصر سمی و برهم‌زننده تعادل حیات در زمین جالب به نظر می‌رسد.
- مناسب بودن ترکیب شیمیایی جو، آب‌ها و پوسته زمین برای تشکیل و حفظ حیات. برخورد اجرام فضایی بزرگ نظیر شهاب‌سنگ‌ها و ستاره‌های دنباله‌دار به زمین می‌تواند برای حیات تهدیدکننده باشد و همان طور که می‌دانید در اثر برخورد شهاب‌سنگی به قطر ۱۰ کیلومتر در ۶۵ میلیون سال قبل (مرز کرتاسه با ترشیری) آسیب شدیدی به حیات در این سیاره وارد شده و موجودات زیادی، از جمله دایناسورها از بین رفتند. جالب توجه این است که پس از برخورد ستاره دنباله‌دار شومیکر-لوی^۱ ۹G در سال ۱۹۹۴ به سیاره مشتری، دانشمندان دریافتند که وجود این سیاره غول‌پیکر در مقیاس نجومی در نزدیکی زمین که با میدان جاذبه عظیم خود اجرام آسمانی بزرگ و خطرناک را جذب می‌کند، در حفظ حیات در سیاره زمین بسیار مفید بوده است.