

به سوی شناخت عوامل پویایی زیستگاه ما، زمین

دارا بودن میدان مغناطیسی نیز در بین سیارات شناخته شده، متمایز است. تصور می‌رود که علت پیدایش چنین میدان مغناطیسی خاص، وجود هسته زمین است که قسمت بیرونی آنرا مواد آهنی مذاب تشکیل می‌دهند. هسته زمین خود منبع عمده‌ای از انرژی برای بوجود آوردن تغییرات دائمی در داخل و سطح زمین است و باعث می‌شود که زمین در مقایسه با سیارات دیگر، به عنوان سیاره‌ای پویا و زنده، بی‌مانند باشد.

اما در اینجا منظور ما از پویایی چیست؟ پویایی یعنی حرکت‌هایی از انرژی که به پیدایش تغییر منتهی می‌شود. این تعریف از پویایی یقیناً براننده سیاره‌ای است که ما در آن زیست می‌کنیم، زیرا همه پدیده‌های زمین از ترکیبی از حرکت و تغییر سرچشمه می‌گیرند. پویایی زمین به شیوه‌های گوناگون تجلی می‌کند. برخی مانند حرکت نوعی از گسل‌های پوسته زمین به علت تدریجی و پنهان بودن، تنها نشانه‌هایی از تغییرات ثانوی را از خود بر جای می‌گذارند. پاره‌ای دیگر چون زمین لرزه‌اند که متأسفانه در کشور ما سابقه‌ای ناخوشایند اما بس آشنا دارد و گاهی به حدی سریع و فاجعه‌آمیز رخ می‌دهد که تغییرات ناشی از آن از دید هیچ انسانی پوشیده نمی‌ماند.

نامانوس، کوشش در توضیح و تعبیر منطقی و علمی علل پویایی زمین دارد.

زمین بی‌همتا

زمین سیاره‌ای است بی‌همتا. بر مبنای دانش امروزی نجوم، در کهکشان ما میلیاردها خورشید دیگر وجود دارند که احتمالاً هر کدام دارای سیارات مخصوص به خوداند. حتی با بزرگترین تلسکوپهای موجود، قادر نیستیم همه این ستاره‌ها و سیارات را مشاهده کنیم، و تنها از حرکات این اجرام آسمانی، به وجود آنها پی می‌بریم. زمین سیاره‌ای است که به دور خورشید می‌چرخد. زمین و خورشید در مقایسه با سیارات و خورشیدهای منظومه‌های دیگر از لحاظ اندازه متوسط‌اند. با وجود این، زمین به خاطر داشتن آب در سطح خود که عمدتاً در اقیانوسها جمع است و به سبب دارا بودن اتمسفری که همراه با آب به گیاهان و جانوران حیات می‌بخشد، بی‌همتا است. دمای سطح زمین که عمدتاً تحت تاثیر فاصله آن از خورشید کنترل می‌شود، چنین ویژگی را حفظ می‌کند و این ویژگی به نوبه خود، موجودیت، گسترش و گوناگونی حیات را ممکن می‌سازد. از یافته‌های دیگر علم نجوم و پژوهشهای ماهواره‌ای دهه‌های اخیر معلوم می‌شود که زمین از لحاظ

انرژیهای حرکت دهنده

اگر انرژی در روی زمین وجود نداشت، این سیاره مرده بود. زمین لرزه، آتشفشان، سیل، جزر و مد، باد، فرسایش و... از جمله پدیده‌هایی هستند که انرژی بروز آنها را باعث می‌شود. اما همه این انرژی از خود زمین سرچشمه نمی‌گیرد. منبع و منشأ قسمت زیادی از انرژی که سبب حرکت در روی زمین می‌شود، خورشید است. انرژی بسیار فراوان خورشیدی سبب گردش آب در محیط زمین می‌شود. در این گردش آب بر اثر تابش آفتاب از سطح اقیانوسها، دریاها و رودخانه‌ها تبخیر می‌شود و با تشکیل ابر به صورت باران یا برف به سطح زمین برمی‌گردد و بار دیگر به طرف پستی‌های زمین سرازیر می‌شود.

این گردش تحت تأثیر انرژی خورشید، منبع دائمی آب را برای فرسایش سطح زمین فراهم می‌کند. زیستکره، یعنی آن قسمت از زمین که حیات را در بر می‌گیرد نیز توسط انرژی خورشید کنترل و حمایت می‌شود، زیرا گیاهان برای ساختن غذای جانوران و نیز برای بقای خود به خورشید وابسته‌اند.

همچنین، قوه جاذبه زمین نقش مهمی را به عنوان منبعی عظیم از انرژی پتانسیل ایفا می‌کند. آب تحت تأثیر این انرژی همواره در سطح زمین جریان دارد و در همین جریان خود سنگها را از مناطق بلند به نقاط پست حمل می‌کند. خاک و رسوبات اشباع شده از آب نیز ممکن است تحت تأثیر نیروی جاذبه زمین به سوی نواحی پست جریان پیدا کنند. اما نیروی جاذبه منحصر به کره زمین نیست. همه کرات آسمانی به نسبت جرم خود دارای چنین نیرویی هستند. نیروی کشش ماه نیز عامل اصلی جزر و مد آب در دریاها و اقیانوسهای زمین است.

حرارت داخل زمین نیز عامل عمده‌ای در حرکت مواد در ژرفای آن و همچنین در روی زمین است. مشهودترین اثر وجودی انرژی حرارتی داخل زمین در فعالیت‌های آتشفشانی مشاهده می‌شود. تحت تأثیر عمده این انرژی کوهها به وجود می‌آیند. انرژی داخل زمین با ترکیبی از انرژی بیرونی سبب از بین رفتن تدریجی کوهها و تشکیل دشتها و درها می‌شود.

انرژی حرارتی زمین احتمالاً از سه منبع اساسی زیر منشأ می‌گیرد:

(الف) حرارتی که از برخورد و تراکم مواد در موقع تشکیل زمین به وجود آمده و باقی مانده است.

(ب) حرارتی که طی هزاران میلیون سال در اثر برخورد سنگهای آسمانی با زمین ایجاد شده است.

(ج) حرارتی که از تجزیه عناصر رادیواکتیو در

داخل زمین ناشی می‌شود.

تشکیل سیاره زمین که به عقیده اکثر دانشمندان علم زمین در حدود پنج میلیارد سال پیش صورت گرفته، احتمالاً نتیجه درهم آمیختن و متراکم شدن مواد جامد و گازهای موجود در فضا بوده است. در اثر این تراکم مقدار عظیمی از انرژی تولید شده بر اثر اصطکاک مواد تحت تأثیر نیروی جاذبه به انرژی حرارتی تبدیل شود. اگر این تراکم مواد به سرعت صورت گرفته باشد، تولید انرژی ناشی از آن به حدی بوده که قسمت اعظم این انرژی به جای منتقل شدن به فضا، در داخل زمین باقی مانده است. این انرژی به تدریج از داخل به خارج منتقل می‌شود و در واقع هنوز منبع عظیمی از انرژی داخل زمین را تشکیل می‌دهد.

از سوی دیگر، بر اساس پژوهشهای نجومی و به ویژه مسافرت‌های فضایی اخیر به کره ماه و بخصوص سیاره مریخ، دریافته‌ایم که سیارات منظومه شمسی در گذشته توسط سنگهای آسمانی به شدت بمباران شده‌اند. فرض این که زمین نیز در معرض این بمباران قرار داشته، منطقی است. گو آنکه مدتی بعد در اثر تثبیت میدان مغناطیسی زمین که پوششی در اطراف آن تشکیل داد، از تصادم اکثر این سنگها با زمین جلوگیری شد. علاوه بر آن، پوشش مذکور باعث شد که بخش عظیمی از اشعه خورشیدی مضر برای حیات نیز دفع شود. برخی از پژوهشگران علم زمین چنین نتیجه می‌گیرند که قسمتی از حرارت داخل زمین، بازمانده حرارتی است که بر اثر بمباران شدید اولیه این اجرام آسمانی با زمین ایجاد شده بود.

همانگونه که در پیش اشاره شد، سومین و احتمالاً بزرگترین منبع انرژی حرارتی داخل زمین از تجزیه دائمی عناصر رادیواکتیو داخل آن نتیجه می‌شود. تصور می‌رود که برخی از عناصر رادیواکتیو مانند ایزوتوپ‌های کربن ۱۴ (C 14) وید ۱۲۹ (I 129) که اتم‌های آنها نسبتاً به سرعت تجزیه می‌شوند، مقدار زیادی از حرارت اولیه داخل زمین را تشکیل می‌دهند و امروزه اثری قابل اندازه‌گیری از آن ایزوتوپ‌های مادر باقی نمانده است. ایزوتوپ‌های عناصری مانند اورانیوم و توریم که طی سیلیاردها سال به ایزوتوپ‌های مختلف سرب تبدیل می‌شوند نیز در آن زمان مانند امروز فعال بوده و به آتش بادر نزدیکی کوره داخل زمین دامن می‌زدند. اما امروزه بیشتر همین عناصر باقی مانده‌اند. با از بین رفتن عناصری که به سرعت تجزیه شده، و با تقلیل یافتن عناصری که به تندی به ایزوتوپ‌های ثابت عناصر دیگر تبدیل می‌شوند، اکنون زمین دورانی سردتر از دوران

اولیه خود را می‌گذرانند و با این نظر در آینده، به‌کره‌ای تهی از حرارت داخلی بدل می‌شود. لکن از آینده به مفهوم دهها میلیارد سال دیگر است. تجزیه نصف مقدار وزنی ایزوتوپ عنصر روییدیم ^{87}Rb و تبدیل آن به ایزوتوپ ثابت عنصر استرنتیم ^{87}Sr ۴۷ میلیارد سال به طول می‌انجامد.

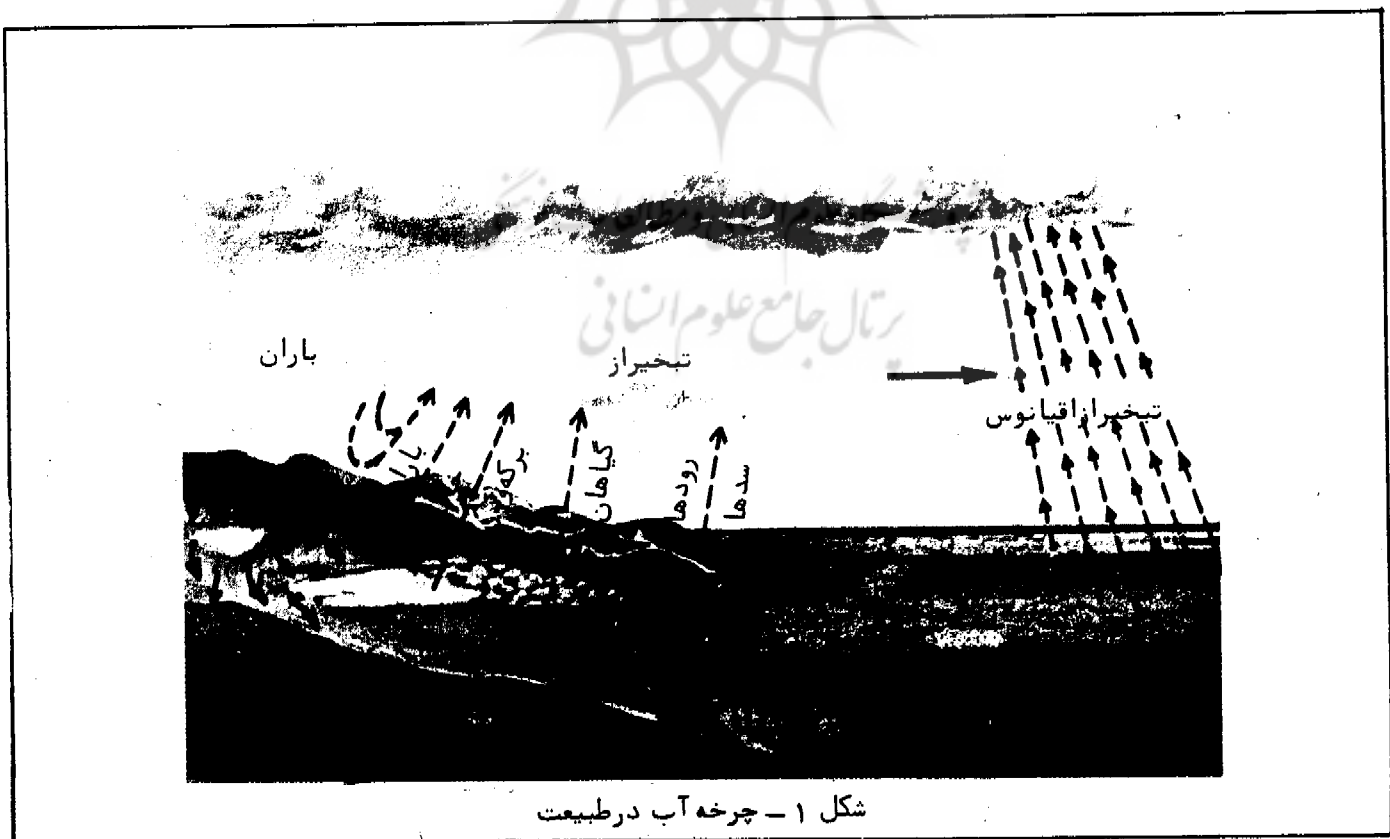
بدین ترتیب انرژی‌هایی که زمین و مواد سازنده آنرا تحت تأثیر خود قرار می‌دهند از دو منبع درونی و بیرونی سرچشمه می‌گیرند. هر کدام از این انرژی‌ها به‌تنهایی یا اکثر اوقات با ترکیبی از یکدیگر، حرکات کند یا سریع داخل یا خارج زمین را سبب می‌شوند و این حرکات خود، تغییرات دایمی زمین را تضمین می‌کنند.

حرکات و تغییرات عمده زمین

زمین جسمی تقریباً کروی است. این سیاره در حالی که به دور خود می‌چرخد یک مسیر بیضوی را به دور خورشید طی می‌کند. ساختمان زمین را می‌توان مانند نوعی توالی متشکل از لایه‌های تقریباً کروی فرض کرد. این پوسته‌ها از داخل به‌خارج عبارتند از: یک هسته داخلی، یک هسته خارجی، جبهه که خود از لایه‌های مختلف تشکیل شده است و بالاخره پوسته نازک زمین.

در محیط سطح زمین نیز دو سیستم آب و هوایی وجود دارد. مجموع آبهای سطح زمین را که عمدتاً در اقیانوسها، دریاها و دریاچه‌ها جمعند، آب کره (هیدروسفر) می‌نامند. هوا کره یا اتمسفر نیز قشر نامرئی هوا است که تا ارتفاع زیادی از سطح زمین امتداد دارد. حرکات داخل هوا کره مانند وزش باد، چرخش هوا در سطح زمین یا چرخش دورانی هوا در سطح منطقه، عامل عمده تفاوت اقلیمی سطح زمین است. جریانهای سطحی اقیانوس که اساساً توسط باد ایجاد می‌شود، به چرخش آب در آن کمک می‌کند. جریانهای اقیانوسی انرژی حرارتی را از مناطق استوایی به قطب شمال و جنوب منتقل می‌سازند که این امر نیز در شرایط اقلیمی و تعادل انرژی در چرخش کلی آب اثر می‌گذارد. هوازگی یا تجزیه شیمیائی و از هم پاشیدگی فیزیکی سطح زمین و فرسایش یا حمل مواد عمدتاً نتیجه حرکات داخل هواکره و آب‌کره است.

اشعه خورشیدی انرژی لازم را برای گردش آب و هوا فراهم می‌سازد و با این کار سبب فرسایش سطح زمین می‌شود. ترکیبی از عمل هوازگی و فرسایش به‌طور مستمر چهره ظاهری زمین را تغییر می‌دهد. در مقایسه با عمر طولانی زمین، در یک دوره زمانی نسبتاً کوتاه، تپه‌ها و کوهها هموار و گاهی به‌جای آنها بستر رودها



شکل ۱ - چرخه آب در طبیعت

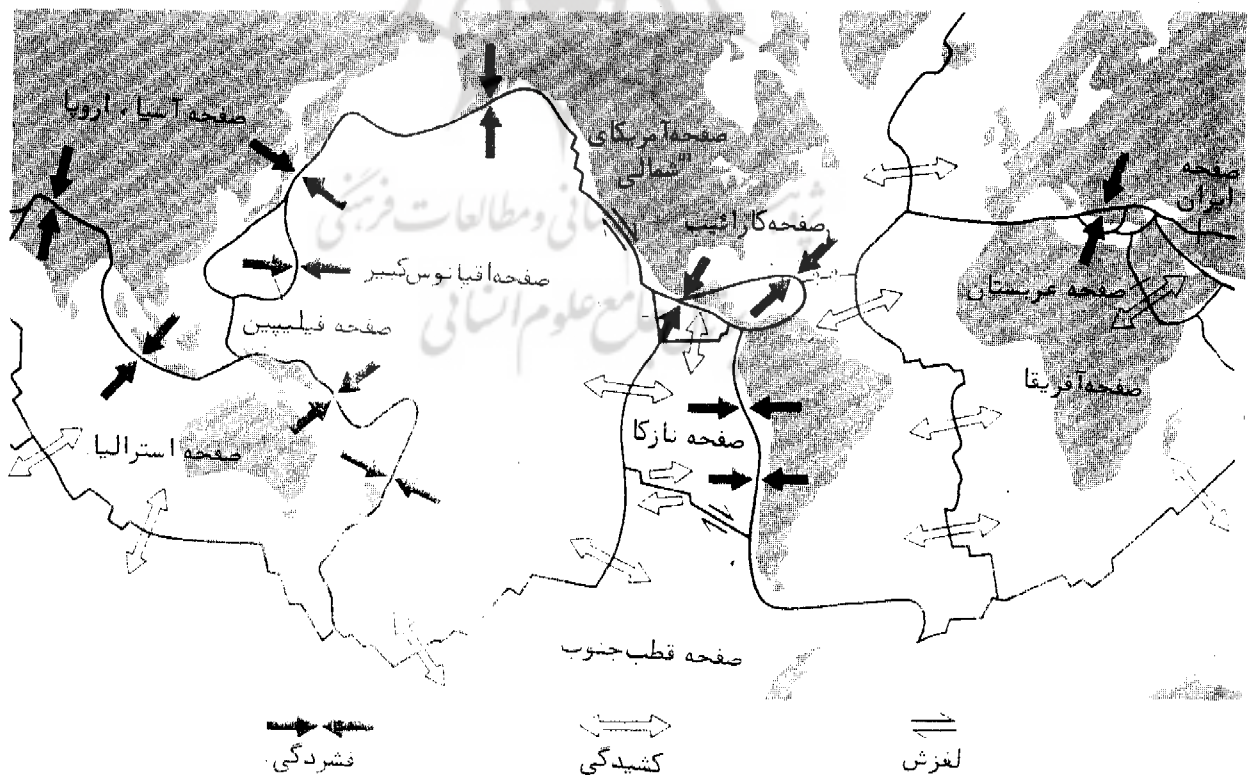
و دره‌ها پدید می‌آیند. اگر هوازدگی و فرسایش تنها عوامل تغییر دهنده زمین می‌بودند، سطح این سیاره به مرور هموار و صاف می‌شد. لکن همراه با حرکات سطحی، انرژی موجود در ژرفای زمین نیز دائماً موجب بالا آمدن نقاطی از سطح یا به‌طور کلی انجام حرکات کوهزایی و زمین‌ساختی (تکتونیک) می‌شود. در نتیجه این تعادل و تأثیر متقابل انرژی درونی و بیرونی زمین است که با وجود تغییرات مستمر، پوسته سطحی این سیاره ناهموار باقی می‌ماند.

مطالعات سنگ‌شناسی نشان می‌دهند که بسیاری از سنگها بر اثر حرکات مختلف پوسته و در مجاورت یا آبهای زیر زمینی که اغلب محتوی عناصر و ترکیبات گوناگون غنی شده‌اند، از نظر فیزیکی و شیمیایی تغییر شکل و ماهیت داده‌اند. در بسیاری از سنگها اثرات چین-خوردگی، درز، شکاف و گسل به وضوح پدیدار است. سنگهای دگرگون شده خود از تغییر ماهیت فیزیکی و گاهی شیمیایی سنگهای رسوبی یا آذرین تشکیل شده‌اند. تا اوایل دهه ۱۹۵۰ تفکر غالب در مورد حرکات پوسته جامد پرمبنای مطالعات منطقه‌ای استوار بود و کمتر بر ارتباط حرکاتی نظیر زمین‌لرزه و آتشفشان در سطح زمین تأکید می‌شد. لکن از آن زمان با پژوهشهای وسیعی که در اکثر حیطه‌های علم زمین، به‌ویژه در مورد

میدانهای مغناطیسی گذشته زمین، پوسته و برآمدگی‌های سطح اقیانوسها به عمل آمد و یا پذیرش فرضیه‌هایی نظیر جابه‌جایی قاره‌ها و متعاقب آن نظریه زمین‌ساختی (تئوری تکتونیک صفحه‌ای)، انقلابی بس عظیم در ساختار علم زمین‌شناسی به‌وجود آمد که به‌عقیده برخی با تأثیر نظریه تکامل در بیولوژی یا اهمیت تئوری مولکولی در شیمی قابل مقایسه است.

نظریه جابه‌جایی قاره‌ها نخستین بار توسط یک هواشناس آلمانی به نام آلفرد وگنر در سال ۱۹۱۲ پیشنهاد شد. به‌عقیده وی موقعیت کنونی قاره‌ها در نتیجه حرکت آنها در گذشته به‌وجود آمده است.

فرضیه وگنر در آن زمان غوغایی در محافل علمی برپا کرد که در حدود دو دهه استمرار یافت، اما به‌سبب فقدان شواهد و مدارک کافی این فرضیه به‌طور کلی مورد پذیرش دانشمندان علم زمین قرار نگرفت و با مرگ وی در سال ۱۹۳۰ به‌دست فراموشی سپرده شد. در دهه ۱۹۵۰ برخی از پژوهشهای ژئوفیزیکی و اقیانوس‌شناسی، حیاتی دوباره به این فرضیه بخشید. بدینسان بحث تازه‌ای درباره پوسته زمین بین دانشمندان آغاز شد. نتایج بررسیها درباره جهت ذرات مغناطیسی برخی از سنگها حاکی از آن بود که قطبین مغناطیسی زمین در گذشته دستخوش جابه‌جایی شده است. پیش از آن، مطالعات ژئوفیزیکی

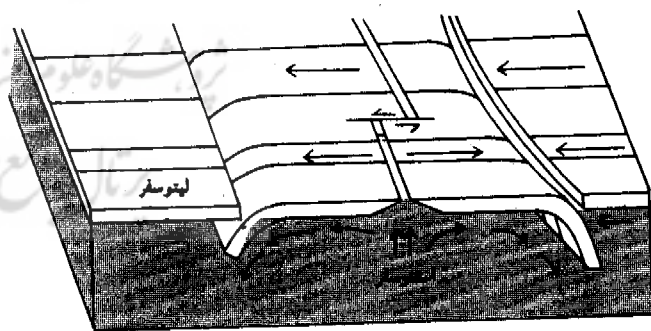


تکلیفات صفحات لیتوسفر زمین، پیکانها جهت حرکت صفحات را نشان می‌دهند.

دیگر نشان داد که زلزله‌ها در جهان اغلب در نقاطی خاص اتفاق می‌افتد و رابطه‌های تقریباً مستقیم بین این نقاط زلزله‌خیز و شیارهای عمیق حاشیه قاره‌ها وجود دارد. از سوی دیگر مقارن همین زمان اطلاعات جدیدی درباره کوه‌ها و برآمدگی‌های میانی اقیانوس اطلس و هند بدست آمد.

افزایش داده‌های جدید و پراکنده در مورد اقیانوسها و قاره‌ها و متعاقب آن در مورد توزیع جغرافیایی جانوران گذشته، نظریه زمین‌ساختی به‌عنوان مکمل فرضیه حرکت قاره‌های وگنر تدوین شد که به‌عنوان سنتزی برای اکثر این اطلاعات عمل کرد.

بدون شك با پیشرفت علم زمین‌شناسی، مدارك جدیدی له یا علیه این تئوری پیدا خواهد شد. گو آنکه اکثر مطالعات اخیر در شاخه‌های مختلف علم زمین‌شناسی زمین‌شیمی (ژئوشیمی)، چینه‌شناسی و دیرین‌شناسی نیز نظریه زمین‌ساختی را تأیید کرده‌اند. در هر حال، از آنجا که زمین حاصل جمع پیچیده‌ای از فرآیندهایی است که به‌طور دایم و متقابلاً بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند و باعث تغییر آن می‌شوند، ماهیت زمین‌شناسی را نیز می‌توان برخوردی از تمامی حیطه‌های دانش بشری درباره ماده دانست. با چنین دیدگاهی، زمین‌شناسی هنوز علمی است جوان و در تکاپوی حل معماهای پیچیده و بیشمار زیستگاه انسان.



شکل ۳- نمایش حرکت کف اقیانوس

ماهیت علم زمین‌شناسی و آموزش آن

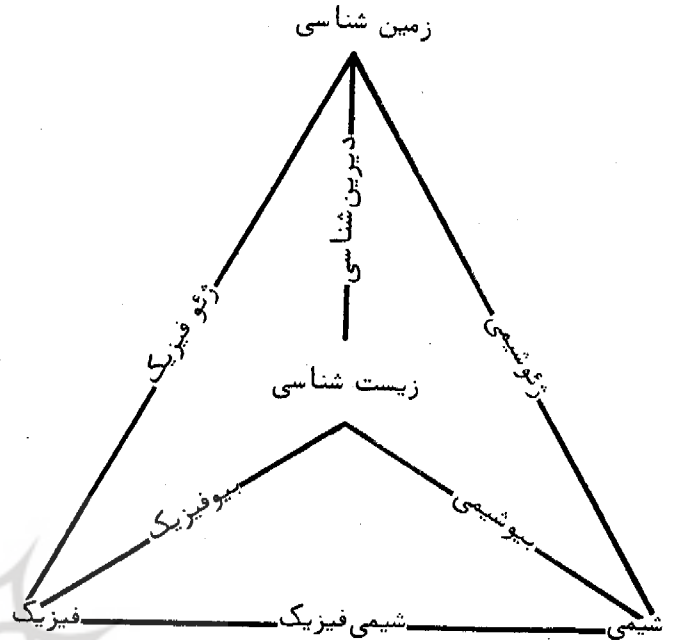
زمین‌شناسی به‌عنوان يك علم، سهم مهمی در پیشرفت فکری، اقتصادی و تمدن داشته است. این علم نیز مانند سایر علوم از آغاز در نتیجه نیاز مبرم انسانها به وجود آمد و رشد کرد. دانش زمین ابتدا برای پیدا کردن و استخراج منابع سوخت فسیلی و معدنی مورد توجه قرار

گرفت. بجز آب و خاک که در در پس از مصرف، به نوعی بار دیگر به چرخه زمین برمی‌گردند و در زمانی دیگر قابل استفاده می‌شوند، منابع زیرزمینی از قبیل نفت، زغال‌سنگ، کانیهای فلزی و غیرفلزی بعد از استخراج از ذخیره زمین کاسته می‌شوند. با شناخت زمین مقدار معتناهی از منابع سوختی و فلزی و غیر فلزی زمین کشف و استخراج آنها، مواد اولیه برای پیشرفت صنایع را تشکیل داد. همراه با جستجو برای منابع زیر-زمینی اطلاعات زیادی درباره ویژگیهای زمین پیدا شد. لکن تا مدت‌ها و یقیناً دیرتر از علوم دیگر نظیر فیزیک و شیمی، چارچوبی جامع و ربط دهنده برای جا دادن این اطلاعات وسیع پراکنده وجود نداشت. بدین لحاظ باینکه زمین‌شناسی از نظر اقتصادی و صنعتی شایدهمهی قابل مقایسه با علوم دیگر دارا است، شاید از نظر فکری و علمی تا دیرزمان منزلتی خفیف‌تر در مقابل پیشرفت سریع سایر علوم فیزیکی داشته است. امروزه نیز در بسیاری از مدارس و دانشگاههای جهان، زمین‌شناسی به‌عنوان يك علم توصیفی عرضه می‌شود. در مقایسه با تحلیل علمی و ارائه رابطه و وحدت مفاهیم و اصول که در تدریس فیزیک و شیمی امروزی اجتناب‌ناپذیر است، در تدریس زمین‌شناسی عده‌ای هنوز بر واژه‌های نامانوس و اطلاعات پراکنده تأکید بیشتر می‌گذارند.

همانگونه که در پیش اشاره شد، این نارسائی طبعاً متأثر از ماهیت پژوهشهای این علم است. تحقیقات زمین‌شناسی تا چند دهه اخیر بیشتر توصیفی بوده و فاقد چارچوبی وحدت دهنده برای جا دادن همه‌گونه اطلاعات مهم اما پراکنده درباره کانیها، سنگها، طبقات رسوبی، فسیلها، تاریخ زمین، زمین‌ساخت (تکتونیک) و غیره بوده است. لکن پژوهشهای اخیر که بر اهمیت رابطه متقابل فرآیندهای تغییر دهنده درونی و بیرونی و نقش انرژی تأکید می‌گذارد زمین‌شناسی را نیز به عنوان يك علم تحلیلی و وحدت دهنده بازسازی کرده است. گو آنکه انعکاس این امر هنوز در تدریس این علم، حتی در برخی از کشورها که این پژوهش در آنها صورت گرفته، انعکاس این امر هنوز در تدریس این علم، حتی در برخی از کشورها که این پژوهش در آنها صورت گرفته، انعکاس همگانی نداشته است.

به نظر عده‌ای از زمین‌شناسان، زمین خود سیستمی شیمیایی است که مانند هر سیستم شیمیایی دیگر تحت تأثیر فرآیندهای فیزیکی عمل می‌کند. از آنجا که مطالعه جانوران و گیاهان در گذشته یا به‌طور کلی تاریخ حیات در حیطه علم زمین‌شناسی است، اهمیت زیست‌شناسی را در این جنبه از مطالعات زمین نمی‌توان انکار کرد. با

این ترتیب زمین‌شناسی در واقع بیش از علوم دیگر به آنها وابسته است. در واقع زمین‌شناسی بر راس هرمی قرار دارد که پایه‌های آنرا فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی تشکیل می‌دهند (شکل ۴).



شکل ۴ رابطه زمین‌شناسی با علوم دیگر

از سوی دیگر تفاوت‌های عمده زمین‌شناسی با علوم دیگر نیز در خور توجه است. در شیمی، زیست‌شناسی و تا حدود زیادی فیزیک، زمان به صورت نسبی و نه مطلق خود مطرح است، اما در زمین‌شناسی زمان مطلق نیز نقش اساسی دارد. به عبارت دیگر، در این علوم اغلب نسبت تغییر ماهیت ماده بی‌جان یا زنده مورد توجه قرار می‌گیرد، در حالی که در بررسی یک ساخت زمینی، غالباً زمان بوقوع پیوستن آن، هر چند به طور تقریبی مطرح است. پیش از این، دانشمندان علم شیمی، فیزیک یا زیست‌شناسی قادرند بسیاری از پدیده‌های طبیعی را در شرایط مصنوعی آزمایشگاهی شبیه‌سازی کرده و مورد مشاهده مستقیم قرار دهند، در صورتی که این امر در اکثر موارد در زمین‌شناسی غیر ممکن است.

یک زمین‌شناس هنوز نمی‌تواند، همه عوامل به وجود آمدن یک آتشفشان را در آزمایشگاه بوجود آورد و تنها می‌تواند آزمایش خود را بر تعدادی از عوامل محدود کند. یا آنکه، وی قادر نیست مراحل تشکیل رشته‌کوه‌های پیچیده‌ای نظیر آلپ یا زاگرس را مورد مشاهده مستقیم قرار دهد. در مورد استیر عامل زمانی که میلیون‌ها سال را در بر می‌گیرد، این کار را غیر ممکن می‌سازد. از این لحاظ رابطه زمین‌شناسی با فیزیک و شیمی، مشابه رابطه تاریخ با اقتصاد، جامعه‌شناسی و ژئینگ و هنر است.

زمین‌شناس نیز مانند یک تاریخ‌دان اغلب با شواهدی سروکار دارد که خبر از رخدادی درگذشته می‌دهند. گذشته، در تاریخ فرهنگ انسانی یعنی دهها، صدها و حداکثر هزاران سال پیش، اما گذشته در زمین‌شناسی به مفهوم میلیون‌ها، صدها میلیون و میلیاردها سال قبل است و به همان ترتیب با درازشدن زمان، شواهد اندک و ناقص‌تراند.

بدین ترتیب، زمین‌شناس نیز مانند تاریخ‌دان در تشریح و استنتاج درباره گذشته ناگزیر است شرایط امروز را بررسی کند. در واقع زمان حال کلیدی است برای شناخت گذشته زمین و از طرف دیگر گذشته زمین روشنگر آینده آن است.

با توجه به ماهیت پیچیده مسائل زمین درگذشته و حال، زمین‌شناسی هنوز علمی است در حال پیشرفت و به دنبال حل معماهای متعددی که درباره سیاره زمین وجود دارد. با کاسته شدن منابع سوخت فسیلی و کانیها در زمین، زمین‌شناسان تلاش تازه‌ای را برای یافتن منابع جدید آغاز کرده‌اند. استفاده از عکسهای ماهواره‌ای دریافتن ذخائر و کاربرد روشهای آماری و کامپیوتری برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از جمله روشهای متداولی است که امروز به دانشمندان کمک می‌کند. از سوی دیگر با آلوده شدن محیط زیست انسان، استفاده از دانش زمین‌شناسی و مهندسی زمین‌شناسی بیش از پیش مهم می‌نماید.

بدیهی است که این تلاشهای جدید برای یافتن منابع مورد نیاز، اطلاعات وسیعتر و جامع‌تری را برای درک عمیق‌تر فرآیندهای پیچیده زمین فراهم خواهد ساخت. فرآیندهایی متعدد که دائم بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند و حاصل جمع عمل آنها به صورت تغییرات مستمر در چهره پیر زیستگاه ما زمین، تجلی می‌کند.



يك اسطرلاب بسازيد

بهمين ترتيب مي‌توانيد مشخص كنيد. براي ساختن اسطرلاب كامل‌تري كه آزيموت را هم بسنجد، بايستي پايه‌اي را به وسط خط‌كش و نقاله متصل كنيد. در زير اين پايه، صفحه‌اي مدور قرار دهيد و آن را به ۳۶۰ درجه تقسيم كنيد. البته پايه بايستي در وسط اين صفحه مدرج چرخش داشته باشد. اکنون اگر ميخ‌ي را به موازت خط‌كش فوقاني و هم جهت آن به زير پايه و روي صفحه مدرج بكوبيد، نوعي عقربه و نشانه بدست خواهيد آورد كه در صورت چرخاندن پايه و خط‌كش، مي‌توانيد زاويه چرخش را هم مشخص كنيد. براي نصب دستگاه اسطرلاب در يك محل، ابتدا بايد زاويه صفر صفحه پاييني را درست رو به شمال جغرافيايي قرار بدهيد. براي اين كار نيز از دوروش مي‌توانيد استفاده كنيد، يا شمال را به كمك قطب‌نما تعيين كنيد، يا آنكه در شب، ستاره قطبي را بياييد و صفحه را روبرو آن قرار دهيد. حال براي يافتن مختصات نقطه مورد نظر، كه مي‌تواند يك ستاره معين باشد، ابتدا خط‌كش را در جهت افقي بچرخانيد تا به امتداد ستاره مورد نظر برسيد. كه در اين حال آزيموت يا گراي آن را بدست آورده‌ايد، سپس خط‌كش را به طور قائم حركت دهيد تا به روش گفته شده، ارتفاع ستاره هم معين شود.

دانشمندان قديم در مشرق زمين، با استفاده از اسطرلاب زوايا را اندازه‌گيري مي‌کردند و موقميت ستارگان را در آسمان مشخص مي‌ساختند. اسطرلابهاي ساده را به چند طريق مي‌توان ساخت. مثلاً با استفاده از خط‌كش و نقاله، شما هم مي‌توانيد يك اسطرلاب بسازيد و اگر به كار كردن با ابزارها آشنايي داريد، مي‌توانيد اسطرلابي بسازيد كه آزيموت (گرا) را نيز اندازه بگيرد (آزيموت عبارت از مقدار زاويه افقي است كه از جهتي معين، مثلاً شمال فاصله مي‌گيريم).

براي ساختن اسطرلاب، يك نقاله را مطابق شكل روي خط‌كش نصب كنيد. يك ني آشاميدني يا خودكاري را كه مغز آن را خارج کرده‌ايد، روي خط‌كش بچسبانيد. اکنون جسمي نسبتاً سنگين مانند يك واشر فلزي را به نخي بياويزید و سر نخ را با ميخ كوچك يا پونز در وسط نقاله محكم كنيد.

اکنون وقتی اين دستگاه را آزاد نگه مي‌داريد، وزنه شاغول مانند، به سوي مركز زمين قرار مي‌گيرد و نخ، خط قائم را نشان مي‌دهد (البته نخ نبايد با نقاله تماس داشته باشد). وقتی از درون ني به سوي جسمي نشانه روي كنيد، مي‌توانيد در همان حال با انگشت نخ را در روي نقاله نگه‌داريد و زاويه آن را بخوانيد. زاويه ارتفاع يك جسم يا يك ستاره، و حتى ارتفاع يك تپه يا كوه را

