

## زمین

### مقدمه

زمین، سومین سیاره نزدیک به خورشید و بزرگترین سیاره در میان سیارات درونی است. ساختار درونی زمین مثل سایر سیارات درونی از یک هسته داخلی و یک هسته خارجی به همراه لایه‌های مذاب و نیمه مذاب و سنگی جامد تشکیل یافته است. هسته داخلی فلزی و جامد بوده و توسط هسته خارجی که فلزی و مذاب است، احاطه شده است.

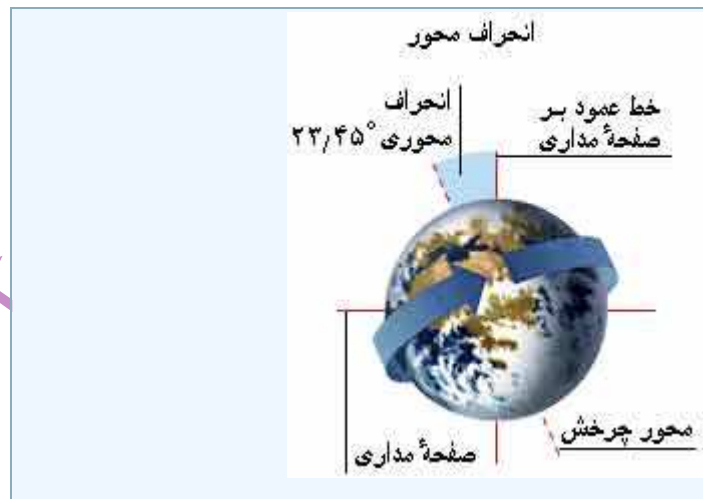
زمین شرایط بسیار منحصر بفردی دارد. هیچکدام از سیارات دیگر آب مایع و جو پر اکسیژن نداشته و حیات در آنها وجود ندارد. تکامل تدریجی زمین که ۴.۵ میلیارد سال طول کشیده است، همچنان بطور طبیعی و نیز بر اثر فعالیتهای انسان ادامه خواهد داشت. همچنین چگالی زمین از تمام سیارات دیگر بیشتر است.

### زمین در آغاز شکل گیری

- در اوایل پیدایش منظومه شمسی، ذرات ریز غبار موجود در قرص خورشید که عمدتاً از گاز و غبار تشکیل شده بود، پس از برخورد به هم چسبیده و اجسام بزرگ و بزرگتری را بوجود آوردند. بدین ترتیب چهار سیاره درونی از این ذرات شکل گرفتند.

• 4.5 میلیارد پیش ، زمین دارای سطحی داغ ، قرمز و نیمه مذاب بود. پس از گذشت میلیونها سال ، سطح زمین شروع به سرد شدن نمود و پوسته جامدی ، به دور زمین بوجود آمد. گازهای داغ و مواد مذاب از لایه‌های زیرین و از طریق دهانه‌های آتشفشانی بیرون زده و جو ضخیم زمین را بوجود آوردند. در همین مدت شهاب سنگهای زیادی به سطح زمین خوردند و هزاران گودال شهاب سنگی را در سطح زمین بوجود آورد . و مقدار زیادی غبار به جو زمین اضافه کردند.

• پس از یک میلیارد سال ، زمین به اندازه کافی سرد شده بود تا بخار آب موجود در جو متراکم شده و قطرات آب را بوجود آورد. این قطرات آب میلیونها سال به شکل باران شدید به سطح زمین افتاده ، باعث پاک شدن جو زمین و بوجود آمدن اقیانوس شدند . کره زمین به تدریج به شکل کنونی درآمده است .



فاصله متوسط از خورشید	60.149 کیلومتر
قطر استوا	12756 کیلومتر
مدت حرکت وضعی	93.23 ساعت
مدت حرکت انتقالی	26.365 روز
سرعت حرکت انتقالی	79.29 کیلومتر در ثانیه
دمای سطحی	55 تا ۷۰ درجه سانتیگراد
جرم (زمین = ۱)	00.1
چگالی متوسط (آب = ۱)	52.5
جاذبه (زمین = ۱)	1
تعداد قمر	1

### نحوه پیدایش و تکامل زمین

زمین در بدو پیدایش بصورت کره‌ای از مواد بسیار داغ و نیمه مذاب بوده که به تدریج

عناصر سنگین‌تر ته‌نشین شده و هسته فلزی را به وجود آوردند، و در عین حال عناصر

سبکتر به سطوح فوقانی آمده و جبه و پوسته را تشکیل دادند. پس از گذشت میلیاردها سال زمین سرد شد، سطح زمین جامد گشت، جو زمین شکل گرفت، و اقیانوسها بوجود آمدند. تکامل زمین هنوز ادامه دارد. پوسته زمین توسط فورانهای آتشفشانی در کف اقیانوسها نوسازی شده و دائما بر اثر زمین لرزهها و حرکتهای قاره‌ای در حال تغییر و تحول است. تناسب گازهای مختلف در جو زمین نیز بر اثر دخالت‌های انسان به آرامی در حال تغییر است .

## مشخصات زمین

- زمین سیاره‌ای است منحصر بفرد ، دارای آب مایع و جوی که قسمت اعظم آن از نیتروژن و اکسیژن تشکیل شده که تداوم حیات را ممکن می‌سازند. در منظومه شمسی ، زمین پنجمین سیاره از لحاظ بزرگی و سومین سیاره نزدیک به خورشید است. چگالی زمین از تمامی سیارات بیشتر است .
- زمین در منظومه شمسی دو نوع حرکت ، وضعی و انتقالی دارد. در حرکت وضعی زمین در یک شبانه روز به دور خودش می‌چرخد و در حرکت انتقالی در یک سال مداری بیضی شکل حول خورشید را طی می‌کند (مدار زمین) .



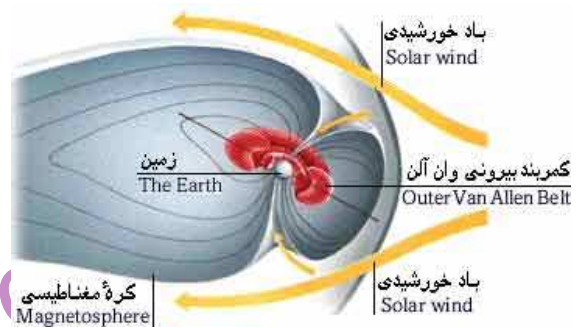
زمین در آغاز شکل‌گیری

با سرد شدن زمین ، شرایط لازم برای

پیدایش حیات در آن فراهم شدند

## کره مغناطیسی

- با چرخش زمین به دور خودش ، چرخه‌هایی در هسته خارجی آن که از آهن مذاب تشکیل شده بوجود آمده ، جریانهای الکتریکی تولید می کنند. این جریانها باعث ایجاد یک میدان مغناطیسی در فضای اطراف زمین شده و پوششی محافظ در اطراف آن ایجاد می کنند (کمربند تشعشعی زمین) . این میدان که **کره مغناطیسی** نامیده می شود، زمین را در برابر جریانهای سریع ذرات باردار بادهای خورشیدی محافظت می کند.
- بعضی از این ذرات در دو نقطه میدان مغناطیسی به نام کمربندهای « وان آلن » به دام می افتد. کره مغناطیسی بیشتر بادهای خورشیدی را از زمین دور می کند، اما جریانهای ذرات باد خورشیدی آنقدر قوی هستند که قسمت جلویی کره مغناطیسی را مسطح نموده و باعث کشیدگی عقب آن می شوند .



آینده زمین

از آنجا که حیات در زمین وابسته به خورشید است، آینده کره زمین نیز به آینده خورشید وابسته خواهد بود. حدود ۵ میلیارد سال دیگر ذخایر انرژی خورشید تمام شده و خورشید به یک غول سرخ تبدیل می شود و افزایش حجم می دهد. گرمای شدید حاصل از افزایش حجم باعث آب شدن یخ مناطق قطبی و بالا آمدن آب اقیانوس می شود. سپس جو زمین شروع به تبخیر می کند و گیاهان خشک آتش می گیرند. در چنین شرایطی امکان حیات در زمین کلا از بین می رود .

### انتظار نجومی

- شاید انسان در آینده بتواند قبل از وقوع فاجعه های فوق زمین را به جایی دورتر از خورشید منتقل کند.
- شاید امکانات آینده ، انسانهای آن زمان به سیاره قابل سکونت دیگری کوچ کنند.
- شاید بشر بتواند مانع از وقوع فاجعه های فوق در خورشید و زمین شود.
- باید پنج میلیارد سال انتظار کشید .



## ساختار و ترکیبات زمین

داشتن دانشی از ترکیب و حالت درونی زمین پیش نیاز درک ژئوشیمی است. بدیهی

است که حل این مسئله از راه مشاهده مستقیم امکانپذیر نخواهد بود. حتی پیشرفته ترین

تکنیک های حفاری نمی تواند از چند کیلومتر در داخل پوسته زمین فراتر رود. زیرا

عمیق ترین چاهی که تاکنون حفر شده است عمقی در حدود ۱۵ کیلومتر داشته، و عمق

معادن از این حد هم کمتر می باشد. بعضی مواد توسط فعالیت آذرین به سطح آورده

می شوند. ولی به علت عدم اطلاع ما از عمق تشکیل و تغییرات بعدی که تحمل کرده اند،

شواهد مناسبی برای نتیجه گیری درباره ترکیب زمین و ساختار آن نمی باشند .

شواهدی برای ساختار درونی زمین



برای کسب آگاهی از ساختار درونی زمین باید از رهیافتی غیر مستقیم بهره جوییم. شواهد

غیر مستقیم از ۳ منبع، آتشفشانها، شهاب سنگها و امواج لرزه‌ای منشا می‌گیرند.

### آتشفشانها

هنگامی که انسان برای اولین بار به فورانهای آتشفشانی نزدیک شد و سرد شدن

گدازه‌های مذاب را به شکل سنگهای جامد دید، گمان می‌کرد که منشا تعداد زیادی از

سنگهای محل زندگی او باید از همین مواد ناشی شده باشد. مدت زمانی طولانی این

تفکر ادامه داشت که ممکن است محصولات آتشفشانی نشانه‌هایی از ترکیب داخلی زمین

را بیان کنند. عاملی که باعث کم اهمیت شدن چنین فرضیه‌هایی شد، این است که در

مناطق مختلف دنیا آتشفشانهای مختلف گدازه‌هایی با ترکیبات مختلف تولید می‌کنند.

• مثال

سنگ‌های حاصل از دو نوع گدازه را در نظر می‌گیریم. یکی از این سنگها عمدتاً از

کانی‌های سیلیکات آلومینیوم و آهن تشکیل شده و رنگ آن خیلی روشن است. و نمونه

دیگر تیره رنگ است و ترکیب اصلی آن از کانی‌های سیلیکات آهن و منیزیم می‌باشد.

### شهاب سنگها

شواهد طیف نگاری چیزی درباره ترکیب درونی سیالات بیان نمی‌کند. بنابراین به ناچار

باید به مقایسه ترکیب زمین با شواهد گرد آمده از شهاب سنگها پردازیم. شهاب سنگها یا

شخانه‌ها بخشی از منظومه شمسی می‌باشند. گاهی قطعاتی از فضای خارجی زمین، وارد میدان جاذبه زمین می‌شوند و به صورت شهاب سنگها یافت می‌شوند. بیشتر این شهاب سنگها به علت اصطکاک حاصل از عبور از اتمسفر زمین می‌سوزند. قطعات باقیمانده به علت درشتی قطعات به سطح زمین سقوط می‌کنند. تخمین زده شده که نرخ فرو ریزش شخانه‌ای سالانه بین ۳۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰۰ تن می‌باشد.

در حال حاضر عموماً معتقدند که شهاب سنگها از تلاشی سیاره‌ای فرضی که احتمالاً بین سیاره‌های مریخ و مشتری جای داشته حاصل شده‌اند، که این منطقه اکنون توسط کمربند آستروئیدی اشغال شده است. شهاب سنگها شبیه ماده‌ای هستند که داخل زمین را ساخته و از شهاب سنگهای فلزی که معمولاً از آلیاژهای مختلف آهن و نیکل تشکیل شده‌اند، مجزا می‌شوند و چگالی آنها از انواع سنگی مشابه زیادتر است. اگر داخل زمین از آهن و نیکل تشکیل شده باشد، این دو ماده به علت سنگینی باید بطرف مرکز زمین کشیده شوند. بنابراین فرض می‌کنیم که زمین دارای هسته‌ای از آلیاژ آهن و نیکل می‌باشد که بوسیله گوشته‌ای متشکل از سنگ پریدوتیت با چگالی کم پوشانده می‌شود.

ساختمان مذکور برای زمین در حین سادگی با محاسبات جرم کل زمین مطابقت دارد.

امواج لرزه‌ای

## زمین لرزه

زمین لرزه‌ها وقتی که دو قسمت از لایه سطحی زمین یا پوسته در کنار هم می‌لغزند حاصل می‌شود. هر زمین لرزه انواع مختلفی از امواج را تولید می‌کند که از این میان دو نوع که از درون پیکر زمین عبور می‌کند برای منظور فعلی ما دارای بیشترین اهمیت است. تاثیر این امواج ممکن است از حداقل لرزش تا بروز یک فاجعه تغییر کند که به شدت حرکت و همچنین بزرگی زمین لرزه بستگی دارد. اگر یک زلزله با شدت محسوس رخ دهد، امواج حاصله بصورت شعاعی به طرف خارج از مرکز انتشار می‌یابند، که می‌توانند به درون انتقال یابند. این امواج در حین عبور، رفتاری شبیه به امواج آب در استخر از خود نشان می‌دهند. این امواج همانطوری که بطرف داخل لایه‌های درونی زمین حرکت می‌کنند، قادر هستند انعکاس یابند یا دچار شکست شوند.

## انواع امواج لرزه‌ای

• موج ————— : P

این موج، موج اولیه نامیده می‌شود و اولین موجی است که بوسیله لرزه نگار ثبت می‌شود و مانند امواج صوتی بوجود می‌آید. این امواج می‌توانند هم از میان جامدات و هم از میان مایعات عبور کند. همچنین سرعت موج P در قسمتی که مواد چگالتر است زیادتر می‌شود، و با سرعت نسبتاً زیادتری از میان جامدات عبور

می کنند. محاسبه سرعت امواج  $p$  ، می تواند اطلاعاتی درباره چگالی و حالت موادی که امواج از آن عبور می کند، بدست می دهد.

## • موج: $s$

این امواج که امواج ثانویه نامیده می شوند، فقط از جامدات عبور می کنند و باعث ارتعاشات عمودی ذرات می گردند .

### امواج لرزه ای و برخورد آنها با لایه های زمین

از آنجاییکه امواج  $s$  فقط از میان جامدات عبور می کنند، هنگام عبور از داخل زمین و

برخورد با لایه ای مایع ، بلافاصله متوقف می شوند. دانشمندان ژئوفیک از روی سرعت

عبور امواج بوجود و ناپیوستگی اصلی (ناپیوستگی حاصل از بین رفتن امواج در لایه هایی

از زمین) رده اول در لایه های زمین پی برده اند .

از بین رفتن امواج  $s$  در قاعده جبه نشان می دهد که مواد سازنده هسته زمین فاقد صلبیت

بوده و رفتاری مانند مایع دارند. ناپیوستگی های رده دومی (که بوسیله تغییر ناگهانی در

نرخ افزایش یا کاهش سرعت امواج مشخص می شوند) نیز در پوسته ، جبه و هسته

تشخیص داده شده است