درس ۵

زمین پویا

پدیده‌های طبیعی کره زمین

به اتفاقاتی گفته می‌شود که در اثر **حرکات درونی زمین** یا **عوامل بیرونی مانند آب، باد و یخ** به طور طبیعی رخ می‌دهند و باعث **تغییر در سطح یا درون زمین** می‌شوند.

پدیده‌های مرتبط با حرکات سنگ کره	پدیده‌های وابسته به آب، باد و یخ
زمین‌لرزه	سیل
آتشفشان	فرسایش زمین
چین‌خوردگی	تشکیل غارها
تشکیل کوه‌ها	کویرزایی
تغییر مسیر رودخانه‌ها بر اثر حرکات زمین	

زمین لرزه و چگونگی پیدایش آن

به لرزش ناگهانی **سنگ کره** **(بخشی از پوسته یا گوشته بالایی)**، زمین‌لرزه می‌گویند.
مهم‌ترین علت زمین‌لرزه، **شکستن سنگ‌های سنگ کره** در اثر نیروهایی است که از **درون زمین** سرچشمه می‌گیرند.

حرکت ورقه‌های سنگ کره باعث تغییر شکل سنگ‌ها و انباشته شدن انرژی در آن‌ها می‌شود. زمانی که فشار از حد تحمل سنگ بیشتر شود، سنگ می‌شکند و انرژی به صورت **امواج لرزه‌ای** آزاد شده و در زمین پخش می‌گردد. بخشی از این انرژی به **سطح زمین** می‌رسد و موجب لرزش و تخریب می‌شود.
شکستن سنگ‌ها را می‌توان به شکستن چوب خشکی تشبیه کرد که از دو طرف خم می‌شود.

بیشترین زمین‌لرزه‌ها در **مرز ورقه‌های سنگ کره** رخ می‌دهند.



منشأ نیروهای درونی زمین از کجاست؟

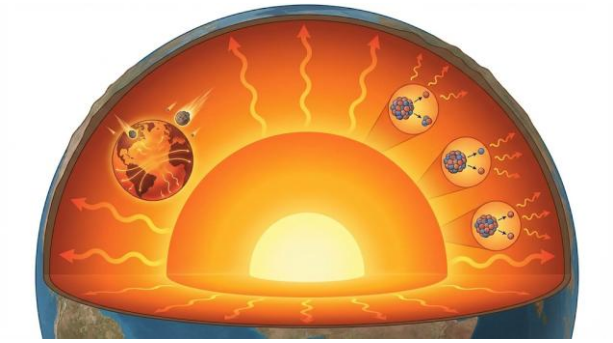
درون زمین بسیار داغ است. دمای بخش مرکزی زمین (هسته) گاهی به **شش‌هزار درجه سانتی‌گراد** هم می‌رسد! اما این همه گرما از کجا آمده است؟

۱. گرمای اولیهٔ زمین

میلیاردها سال پیش، زمین از برخورد سهمگین و به هم پیوستن سنگ‌ها و ذرات آسمانی شکل گرفت. در اثر این برخوردهای پیاپی، بخش زیادی از **انرژی حرکتی (جنبشی) به گرما** تبدیل شد و بخش‌های درونی زمین به شدت داغ و مذاب گردید؛ گرمای عظیمی که بخش زیادی از آن هنوز پس از گذشت میلیاردها سال در اعماق زمین (هسته و گوشته) باقی مانده است.

۲. گرمایی که هنوز در حال تولید است

در دل زمین، **موادی** وجود دارند که به‌مرور زمان **تغییر** می‌کنند و **گرما آزاد** می‌نمایند.
در واقع **بعضی از اتم‌های سنگین در دل زمین به‌طور خودبه‌خود به اتم‌های سبک‌تر تبدیل می‌شوند** و در این فرایند، گرما آزاد می‌شود. این گرما باعث می‌شود داخل زمین همیشه داغ بماند



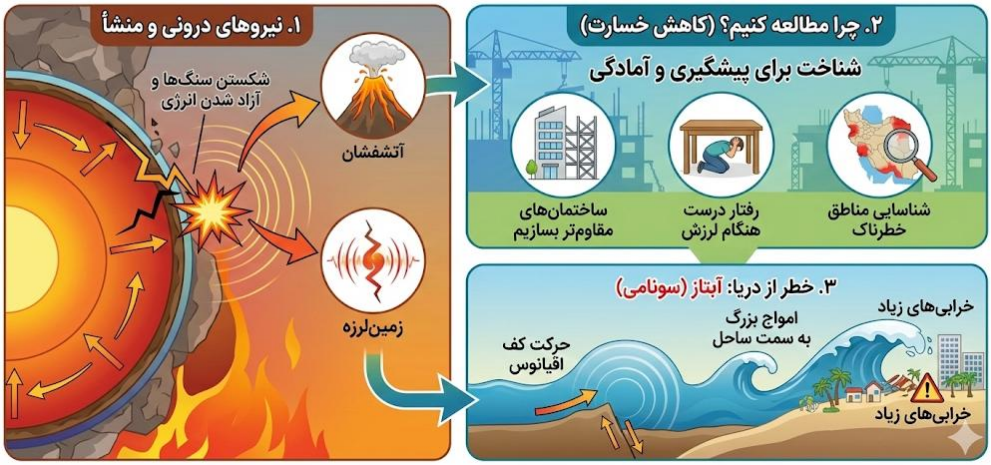
اهمیت مطالعه زمین‌لرزه و آتشفشان

درون زمین همیشه نیروهایی وجود دارد که **گاهی** باعث شکستن سنگ‌ها و آزادشدن انرژی می‌شود. این **انرژی** به صورت **زمین‌لرزه** آزاد می‌گردد.

با شناخت و مطالعه‌ی پدیده‌هایی مانند **زمین‌لرزه و آتشفشان**، می‌توانیم راه‌هایی پیدا کنیم تا **آسیب‌ها و خسارت‌ها کمتر شوند**.
مثلاً می‌توانیم **ساختمان‌های مقاوم‌تر** بسازیم، در هنگام لرزش زمین **رفتار درستی** داشته باشیم و **مناطق خطرناک را شناسایی کنیم**.

گاهی اگر زمین‌لرزه در زیر دریا رخ دهد و **کف اقیانوس بالا یا پایین** برود، امواج بسیار بزرگی به وجود می‌آیند. به این امواج **آبتاز یا سونامی** می‌گویند. سونامی می‌تواند هنگام رسیدن به ساحل، خرابی‌های زیادی به‌وجود آورد.

اهمیت مطالعه زمین‌لرزه و آتشفشان: راهی برای زندگی ایمن‌تر



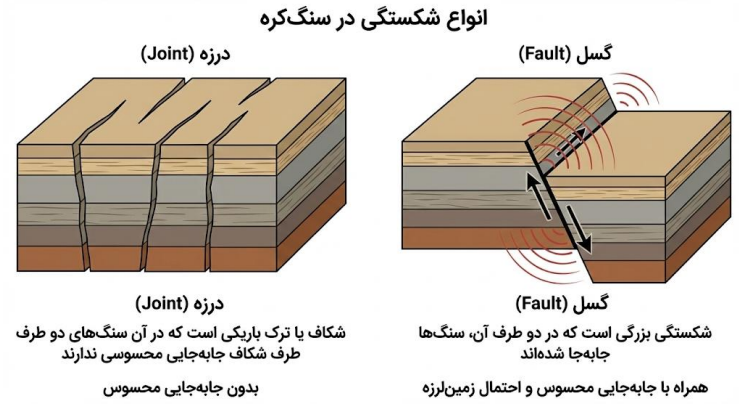
گسل چیست؟

گسل، **شکاف یا شکستگی بزرگی** است در سنگ کره که در دو طرف آن، سنگ‌ها در اثر نیروهای درونی زمین **جابه‌جا شده‌اند**.

در محل گسل‌ها، سنگ‌ها تحت فشار زیادی قرار دارند. وقتی فشار زیاد شود و سنگ‌ها نتوانند آن را تحمل کنند، **می‌شکنند و ناگهان جابه‌جا می‌شوند**؛ در نتیجه، زمین‌لرزه به‌وجود می‌آید.

در برخی گسل‌ها، سنگ‌ها ممکن است چند سانتی‌متر تا حتی **صدها متر** نسبت به هم جابه‌جا شوند. به همین دلیل، **در اطراف گسل‌ها احتمال وقوع زمین‌لرزه بیشتر است**.

درزه: شکاف یا ترک باریکی است که در ان سنگ‌های دو طرف شکاف **جابه جایی محسوسی ندارند**



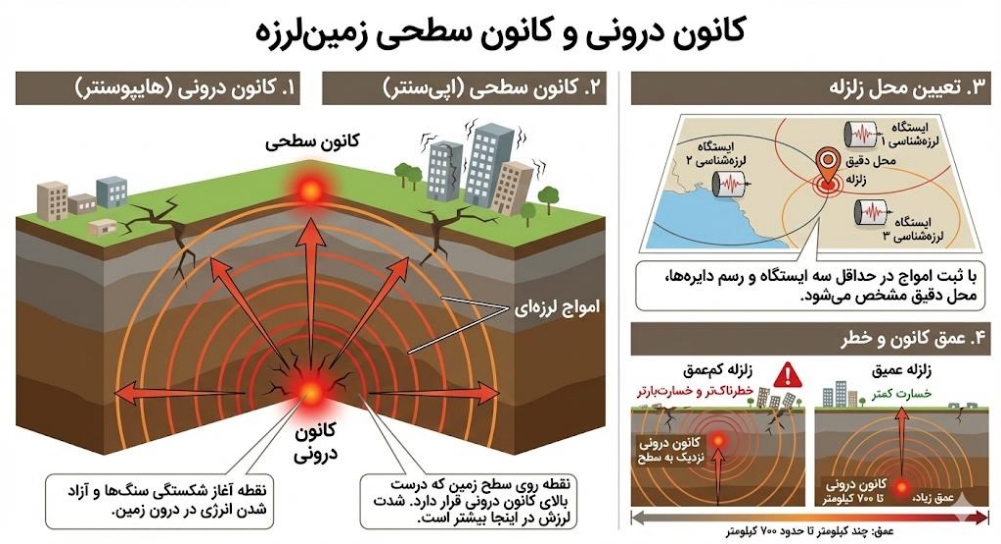
کانون درونی و کانون سطحی زمین لرزه

کانون زمین‌لرزه، نقطه‌ای در درون زمین است که شکستگی سنگ‌ها از آنجا آغاز می‌شود و انرژی آزاد می‌گردد.
امواجی که از این نقطه بیرون می‌آیند، در همه‌جهت پخش می‌شوند و به سطح زمین می‌رسند.

دستگاه‌های مخصوصی به نام لرزه‌سنج در ایستگاه‌های لرزه‌شناسی این امواج را ثبت می‌کنند.
اگر امواج یک زلزله دست‌کم در سه ایستگاه ثبت شود، دانشمندان می‌توانند با رسم دایره‌هایی روی نقشه، محل دقیق آن زلزله را مشخص کنند.

کانون سطحی زلزله نقطه‌ای است روی سطح زمین که درست بالای کانون قرار دارد.
در این نقطه، امواج لرزه‌ای زودتر می‌رسند و شدت لرزش بیشتر است.

عمق کانون زلزله‌ها متفاوت است و ممکن است از چند کیلومتر تا حدود ۷۰۰ کیلومتر باشد.
زلزله‌هایی که کانونشان به سطح زمین نزدیک‌تر است، معمولاً خطرناک‌تر و خسارت‌بارترند.



رابطه‌ای بین شعاع امواج زلزله با عمق کانونی و شدت خسارات حاصل از زلزله

وقتی کانون زلزله به سطح زمین نزدیک‌تر باشد، فاصله‌ی زیادی بین محل آزاد شدن انرژی و سطح زمین وجود ندارد.
به همین دلیل، بیشتر انرژی زلزله به سطح زمین می‌رسد و باعث لرزش شدیدتر و خرابی‌های بیشتر می‌شود.

اما اگر کانون زلزله در عمق زیادتری باشد، انرژی در مسیر رسیدن به سطح، در لایه‌های زمین پخش و ضعیف می‌شود.در نتیجه لرزش در سطح زمین کمتر حس می‌شود و خسارت‌ها کمتر خواهند بود.
بنابراین، زلزله‌های کم‌عمق معمولاً خطرناک‌ترند و خسارت بیشتری به بار می‌آورند

جمع‌بندی

- هرچه عمق کانون زلزله کمتر باشد ← فاصله تا سطح کمتر ← انرژی بیشتری به سطح می‌رسد ← خسارت بیشتر.
- هرچه عمق کانون زلزله بیشتر باشد ← انرژی در مسیر پخش می‌شود ← شدت لرزش کمتر.



شگفتی‌های آفرینش

زمین همیشه در حال حرکت و تغییر است. در کشور ما، ایران، هر سال حدود **ده‌هزار زمین‌لرزه‌ی خفیف** رخ می‌دهد. بیشترِ این زمین‌لرزه‌ها آن‌قدر ضعیف‌اند که ما آن‌ها را **احساس نمی‌کنیم**.

زلزله‌هایی که **بزرگی آن‌ها کمتر از ۲/۵ ریشتر** باشد، معمولاً فقط با **دستگاه‌های حساس لرزه‌نگار** قابل تشخیص هستند.
این دستگاه‌ها حتی لرزش‌های بسیار کوچک در پوسته‌ی زمین را ثبت می‌کنند.

این نشان می‌دهد که پوسته‌ی زمین همیشه در حال **جنبش و تغییر** است، حتی وقتی ما چیزی حس نمی‌کنیم!

اهمیت وقوع زلزله‌های خفیف

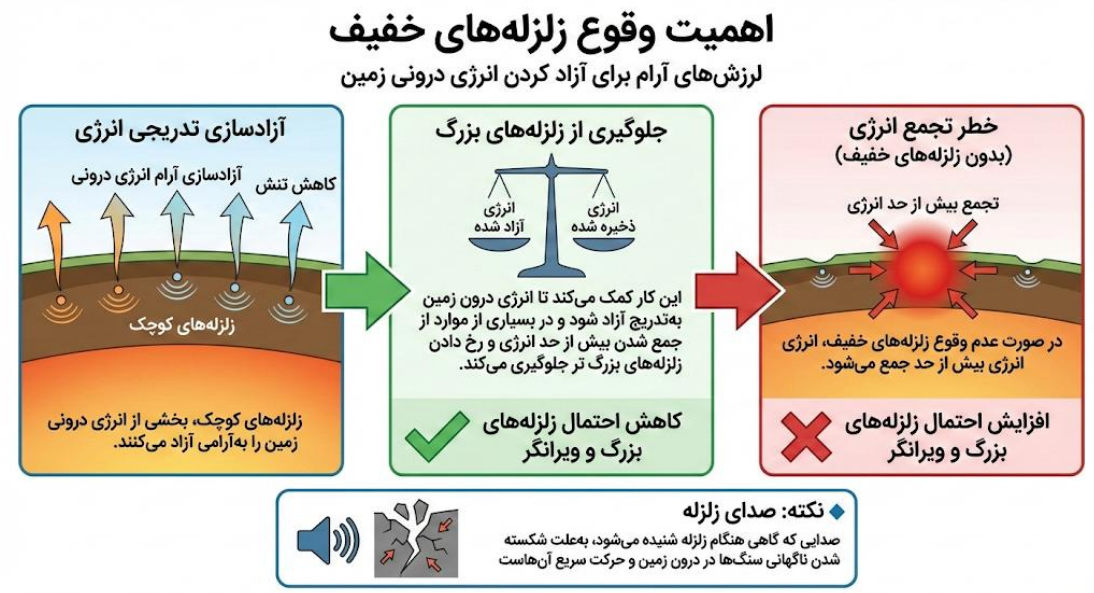
زلزله‌های کوچک، مانند لرزش‌های آرامی هستند که بخشی از انرژی درونی زمین را به‌آرامی آزاد می‌کنند. این کار کمک می‌کند تا انرژی درون زمین به‌تدریج آزاد شود و در بسیاری از موارد **از جمع شدن بیش از حد انرژی و رخ دادن زلزله‌های بزرگ‌تر جلوگیری می‌کند**. بنابراین اگر در منطقه‌ای زلزله‌های خفیف و کوچک بیشتر اتفاق بیفتند، معمولاً احتمال زلزله‌های بزرگ و ویرانگر **کمتر می‌شود**.

◆**نکته:** صدایی که گاهی هنگام زلزله شنیده می‌شود، به‌علت **شکسته شدن ناگهانی سنگ‌ها** در درون زمین و حرکت سریع آن‌هاست

⚙جمع‌بندی

زلزله‌های کوچک مثل سوپاپ اطمینان زمین‌اند و به زمین کمک می‌کنند انرژی درونش را آرام‌تر آزاد کند.

اگر مدت زیادی هیچ زلزله‌ای رخ ندهد، ممکن است انرژی زیادی جمع شود و ناگهان زلزله‌ای بزرگ و خطرناک به وجود بیاید.



طبقه بندی لرزش‌ها در یک زمین لرزه

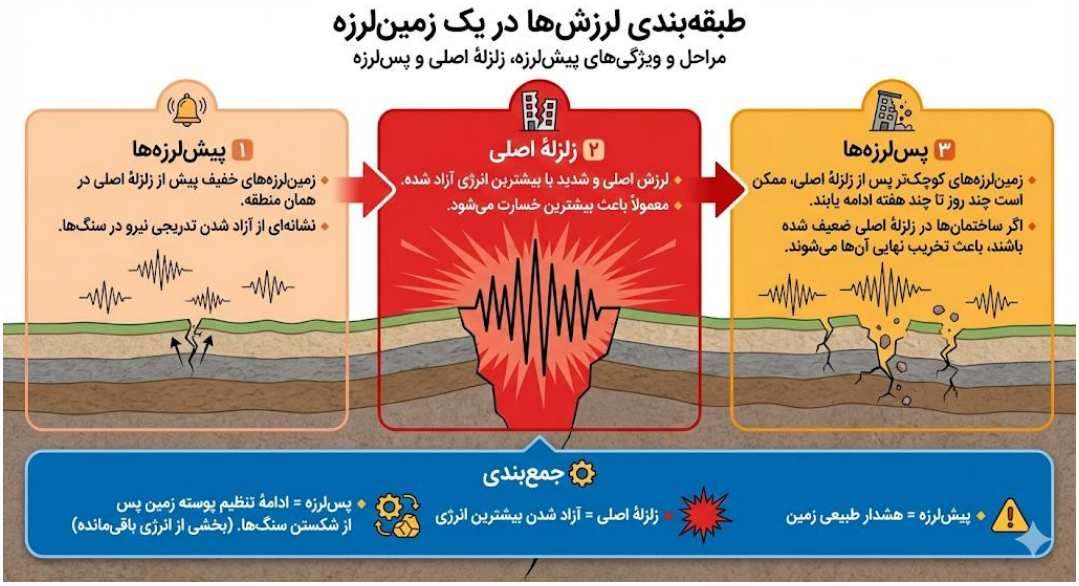
۱ پیش‌لرزه‌ها: زمین‌لرزه‌های خفیفی هستند که **گاهی** پیش از زلزلهٔ اصلی در همان منطقه رخ می‌دهند. پیش‌لرزه‌ها نشانه‌ای از آزاد شدن تدریجی نیرو در سنگ‌ها هستند.

۲ زلزلهٔ اصلی: لرزش اصلی و شدید زمین است که **بیشترین انرژی** را آزاد می‌کند و **معمولاً** باعث **بیشترین خسارت** می‌شود.

۳ پس‌لرزه‌ها: زمین‌لرزه‌های کوچک‌تری هستند که پس از زلزلهٔ اصلی رخ می‌دهند و ممکن است **چند روز تا چند هفته** ادامه داشته باشند. **اگر** ساختمان‌ها در زلزلهٔ اصلی **ترک** برداشته یا ضعیف شده باشند، پس‌لرزه‌ها می‌توانند باعث **تخریب نهایی آن‌ها** شوند.

جمع‌بندی

- پیش‌لرزه = هشدار طبیعی زمین
- زلزلهٔ اصلی = آزاد شدن بیشترین انرژی
- پس‌لرزه = ادامهٔ تنظیم پوسته زمین پس از شکستن سنگ‌ها. یعنی وقتی سنگ‌ها شکستند، زمین هنوز آروم نشده؛ بخشی از انرژی باقی‌مانده باعث وقوع زلزله می‌شود.



عوامل مؤثر بر میزان خرابی‌های زلزله

۱ محل کانون زلزله: هرچه کانون زلزله به سطح زمین یا به شهر نزدیک‌تر باشد، لرزش‌ها شدیدتر و خرابی‌ها بیشتر خواهند بود.

۲ میزان انرژی آزادشده: اگر در زلزله انرژی زیادی آزاد شود، شدت لرزش‌ها افزایش می‌یابد و تخریب گسترده‌تری ایجاد می‌شود.

۳ مدت‌زمان لرزش: زلزله‌هایی که مدت بیشتری طول می‌کشند، آسیب بیشتری به ساختمان‌ها وارد می‌کنند، چون زمان بیشتری برای نوسان دارند.

۴ نوع حرکت زمین: زمین در هنگام زلزله ممکن است به صورت افقی یا عمودی حرکت کند. **معمولاً حرکات افقی خطرناک‌ترند** چون باعث جدا شدن دیوارها و ستون‌ها از هم می‌شوند.

۵ کیفیت و نوع ساختمان: ساختمان‌هایی که از مصالح سبک و مقاوم ساخته شده‌اند، در برابر زلزله ایمن‌ترند. همچنین اگر بین ساختمان‌ها فاصله‌ی استاندارد وجود داشته باشد، هنگام لرزش به هم برخورد نمی‌کنند و خرابی کمتر می‌شود.

۶ جنس زمین زیر ساختمان: اگر ساختمان روی زمین‌های نرم و ماسه‌ای ساخته شده باشد، لرزش بیشتر حس می‌شود و خرابی افزایش می‌یابد.
در زمین‌های سخت و سنگی، شدت لرزش کمتر است

جمع‌بندی

- هرچه زمین‌لرزه کم‌عمق‌تر، طولانی‌تر و افقی‌تر باشد، خطرناک‌تر است.
- ساختمان‌های سبک، مقاوم و با فاصله‌ی استاندارد از هم، ایمن‌تر هستند.
- زمین سخت مثل «سنگ» زلزله را کمتر منتقل می‌کند، اما زمین نرم مثل «خاک رس» آن را تشدید می‌کند.



اقدامات لازم قبل از وقوع زلزله

هدف: کاهش خسارت و آمادگی برای مقابله با خطر



اقدامات لازم هنگام وقوع زلزله

هدف: حفظ جان و جلوگیری از آسیب در لحظهٔ خطر



اقدامات لازم بعد از وقوع زلزله

هدف: نجات، ایمنی و جلوگیری از خطرات ثانویه



اثرات زمین‌لرزه

زلزله‌ها فقط باعث لرزش زمین نمی‌شوند، بلکه می‌توانند زندگی، بهداشت و آرامش مردم را نیز تحت تأثیر قرار دهند.
اثرات زلزله را می‌توان به سه دستهٔ اصلی تقسیم کرد:

الف) اثرات ساختمانی (فیزیکی): مربوط به **ساختمان‌ها، راه‌ها و سازه‌ها**

- خراب شدن ساختمان‌ها، پل‌ها، جاده‌ها و ریل‌های قطار
- شکستن سدها و احتمال ایجاد **سیلاب**
- ترکیدن لوله‌های آب، گاز و فاضلاب و در نتیجه قطع آب و برق
- آتش‌سوزی در اثر نشت گاز یا برق‌گرفتگی
- جابه‌جایی زمین، باز شدن شکاف در خیابان‌ها یا رانش خاکب

ب) اثرات بهداشتی: مربوط به **سلامت بدن و محیط زندگی مردم**

- شیوع بیماری‌های واگیردار به علت آلودگی آب و فاضلاب
- کمبود دارو و وسایل بهداشتی
- آلودگی هوا و مواد غذایی
- **مسمومیت‌های غذایی** به دلیل نگهداری نامناسب خوراکی‌ها
- انتشار بوی تعفن ناشی از اجساد حیوانات یا انسان‌ها

پ) اثرات اجتماعی و روانی: مربوط به **زندگی، احساسات و نظم اجتماعی مردم**

- مرگ و از دست دادن عزیزان
- بی‌خانمان شدن مردم و تخریب مکان‌های عمومی مانند مدارس، موزه‌ها و فرودگاه‌ها
- بی‌سرپرست شدن برخی کودکان
- از بین رفتن آرامش روانی و احساس امنیت
- افزایش بیکاری و فقر
- بروز ناامنی، بی‌نظمی یا حتی افزایش جرم در برخی مناطق

جمع‌بندی تحلیلی

- اثرات زلزله فقط در ساختمان‌ها نیست، بلکه بر **سلامت بدن و جامعه** هم تأثیر می‌گذارد.
- کاهش این اثرات تنها با **آمادگی، آموزش، و ساخت سازه‌های مقاوم** ممکن است.
- زلزله یک پدیده طبیعی است، اما **پیامدهای آن را انسان می‌تواند کنترل یا تشدید کند**

آتشفشان چیست؟

آتشفشان یکی از پدیده‌های طبیعی زمین است.
زمانی که مواد بسیار داغ درون زمین، مانند سنگ‌های ذوب‌شده، گازها و بخارها از راه شکاف‌ها و دهانه‌های زمین به بیرون فوران کنند، به آن **آتشفشان** گفته می‌شود.
این مواد ممکن است به شکل‌های مختلف از زمین خارج شوند:

- **مایع (گدازه یا لاوا)**
- **جامد (سنگ و خاکستر آتشفشانی)**
- **گاز (بخار آب، دی‌اکسید کربن، گوگرد و...)**

نکتهٔ: آتشفشان‌ها **فقط ویرانگر نیستند**؛ آن‌ها باعث تشکیل کوه‌ها، جزیره‌ها و خاک‌های حاصل‌خیز هم می‌شوند. یعنی در کنار خطر، برای زمین سازنده نیز هستند.



نوع ماده	حالت	ویژگی	اثر بر سطح زمین
گدازه (لاوا)	مایع	سنگ ذوب‌شده‌ای که از دهانه بیرون می‌آید و پس از سرد شدن سنگ جدید می‌سازد	تشکیل کوه آتشفشانی و زمین‌های حاصل‌خیز
خاکستر و سنگ‌ریزه‌ها	جامد	هنگام فوران به اطراف پرتاب می‌شوند	تخریب محیط اطراف یا پوشاندن زمین با مواد معدنی
گازها و بخارها	گازی	شامل بخار آب، دی‌اکسید کربن، گوگرد و ...	آلودگی هوا و ایجاد باران‌های اسیدی

آتشفشان‌ها و گذشته‌ی زمین

در گذشته‌های بسیار دور، زمانی که زمین تازه شکل گرفته بود، سطح آن بسیار داغ بود و آتشفشان‌های زیادی فعالیت می‌کردند.

از دهانه‌ی این آتشفشان‌ها، مقدار زیادی گاز و بخار آب بیرون می‌آمد.
بخارهای آب خارج‌شده به‌تدریج در آسمان سرد شدند، به صورت **باران** باریدند و دریاها، دریاچه‌ها و اقیانوس‌ها را به‌وجود آوردند.

همچنین **گازهایی** مانند دی‌اکسیدکربن و نیتروژن از آتشفشان‌ها بیرون آمدند و کم‌کم هوای اطراف زمین **(جو)** را تشکیل دادند.

سنگ‌های آتشفشانی پس از سرد شدن خرد شدند و به مرور زمان **خاک** اولیه‌ی زمین را به‌وجود آوردند.

بنابراین، آتشفشان‌ها در گذشته نقش بسیار مهمی در به‌وجود آمدن آب، هوا و خاک زمین داشته‌اند.

جمع‌بندی

- آتشفشان‌ها فقط پدیده‌های ویرانگر نیستند؛
- در آغاز شکل‌گیری زمین، آن‌ها سازندگان آب، هوا و خاک بودند.
- بدون فعالیت آتشفشانی، زمین امروز قابل زندگی نبود



بخش طبیعی زمین	منشأ یا ارتباط با آتشفشان	توضیح علمی
آب (اقیانوس‌ها، رودها)	بخار آب خارج‌شده...	بخار خارج‌شده...
بخارها پس از سرد شدن...	بخارها پس از سرد شدن...	سازندگان آب، هوا و خاک بودند.
هوا (جو زمین)	هوا (جو زمین)	هوا (جو زمین)
گازهای آتشفشانی مانند CO_2...	گازهای آتشفشانی مانند CO_2...	گازهای آتشفشانی مانند CO_2 و N_2...
جوّ اولیه‌ی زمین از گازهای...	جوّ اولیه‌ی زمین از گازهای...	جوّ اولیه‌ی زمین ... ساخته شد.
خاک	خاک	خاک
مواد جامد و سنگ‌های...	مواد جامد و سنگ‌های آتشفشانی...	مواد جامد و سنگ‌های آتشفشانی...
سنگ‌های آتشفشانی خرد شدند	سنگ‌های آتشفشانی خرد شدند...	سنگ‌های آتشفشانی خرد شدند و ساختند.

اهمیّت مطالعهٔ آتشفشان‌ها

۱ **تولید انرژی زمین‌گرمایی:** در مناطق آتشفشانی، بخارهای داغ از درون زمین خارج می‌شوند. از این بخارها برای تولید **گرما و برق (الکتریسیته)** استفاده می‌شود.

۲ **به‌دست آوردن مواد شیمیایی مفید:** گازها و مواد آتشفشانی حاوی **گوگرد، آهن، سیلیس و مواد معدنی باارزش** هستند که در صنایع گوناگون کاربرد دارند.

۳ **شناخت درون زمین:** مواد بیرون‌آمده از دهانه‌ی آتشفشان به دانشمندان کمک می‌کند تا درباره‌ی **ساختمان و ترکیب درونی زمین**، مثل **سنگ‌کره و خمیرکره (گوشته‌ی بالایی)** اطلاعات بیشتری به دست آورند.

۴ **پیش‌بینی و کاهش خطرات:** با بررسی رفتار آتشفشان‌ها می‌توان فعالیت‌های آینده‌ی آن‌ها را تا حدی **پیش‌بینی** کرد و از خسارت‌های جانی و مالی جلوگیری نمود.

جمع‌بندی

- مطالعه‌ی آتشفشان‌ها فقط برای شناخت خطر نیست، بلکه برای **استفاده از انرژی و منابع طبیعی زمین** هم اهمیت دارد.
- آتشفشان‌ها هم می‌توانند **خطرناک** باشند، هم **سودمند**.



مورد	توضیح علمی	نتیجه یا فایده
انرژی زمین‌گرمایی	استفاده از بخار و آب داغ در مناطق آتشفشانی	تولید برق و گرما
مواد شیمیایی باارزش	استخراج گوگرد، آهن و سیلیس از مواد آتشفشانی	استفاده در صنایع و داروسازی
شناخت درون زمین	بررسی سنگ‌ها و گازهای خارج‌شده از دهانه‌ها	آگاهی از ترکیب و لایه‌های زمین
پیش‌بینی و ایمنی	بررسی علائم پیش از فوران (دود، دما، لرزش)	کاهش خطر و خسارت اقتصادی

جمع‌بندی
- مطالعه‌ی آتشفشان‌ها فقط برای شناخت خطر نیست، بلکه برای استفاده از انرژی و منابع طبیعی زمین هم اهمیت دارد.
- آتشفشان‌ها هم می‌توانند خطرناک باشند، هم سودمند.

بخش‌های مختلف یک آتشفشان

آتشفشان از چند بخش اصلی تشکیل شده است. هر بخش نقشی در **جمع شدن، حرکت و خروج مواد آتشفشانی** دارد.

۱ مخروط آتشفشانی: شکلی کوه مانند است که از انباشته شدن مواد بیرون‌آمده از آتشفشان (مثل گدازه و خاکستر) به وجود می‌آید.
به مرور زمان، با هر فوران، لایه‌های جدیدی از مواد روی هم جمع می‌شوند و آتشفشان **بلندتر و مخروطی‌تر** می‌شود.

۲ اتاق ماگما: در عمق زمین، جایی وجود دارد که **سنگ‌های ذوب‌شده (ماگما)** جمع می‌شوند.
این بخش را **اتاق یا آشیانهٔ ماگما** می‌نامند.
هنگام فوران، فشار زیاد باعث می‌شود ماگما از این اتاق به بالا رانده شود و از دهانه خارج گردد.

۳ دودکش و دهانهٔ آتشفشان: مسیر اصلی که ماگما از آن به سطح زمین می‌رسد، **دودکش اصلی** نام دارد.
بالاترین بخش آن، یعنی جایی که مواد به بیرون پرتاب می‌شوند، دهانهٔ اصلی آتشفشان است.
گاهی دودکش اصلی **انشعاب‌هایی** دارد که از پهلوهای کوه بیرون می‌آیند؛ این مسیرها دودکش‌های فرعی و محل خروج آن‌ها دهانه‌های فرعی نام دارند.

۴ گدازه یا روانه‌های آتشفشانی: وقتی ماگما از دهانه بیرون می‌آید، به آن **گدازه یا لاوا** گفته می‌شود.
گدازه بسیار داغ است (دمایی بین ۷۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد) و هنگام خروج، بسته به دما، **به رنگ قرمز، زرد یا سفید** دیده می‌شود. گدازه ها پس از سرد شدن، به سنگ‌های آتشفشانی تبدیل می‌شوند.

جمع‌بندی

- آتشفشان مانند **سیستمی از لایه‌ها و لوله‌ها** ست که از عمق زمین تا سطح امتداد دارد.
- مواد از **اتاق ماگما** بالا می‌آیند، از **دودکش و دهانه** خارج می‌شوند و روی سطح **مخروط** تشکیل می‌دهند.
- در نهایت، **گدازه‌ها** بعد از سرد شدن سنگ‌های جدید و خاک حاصل‌خیز به وجود می‌آورند.



فرق ماگما با گدازه

مواد درون زمین به دلیل گرمای زیاد ذوب می‌شوند و به شکل **مایع داغ و چسبنده‌ای** درمی‌آیند که به آن **ماگما** گفته می‌شود.

ماگما در لایه‌های زیرین زمین، در **اتاق ماگما** جمع می‌شود.

دمای ماگما معمولاً بین **۹۵۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد** است.

وقتی فشار درون زمین زیاد شود، ماگما از شکاف‌ها بالا می‌آید و از دهانهٔ آتشفشان بیرون می‌ریزد.

ماگمایی که به سطح زمین برسد، **گدازه یا روانهٔ آتشفشانی** نام دارد.

گدازه هنگام خروج بسیار داغ و درخشان است، اما وقتی سرد می‌شود، به **سنگ‌های آتشفشانی** تبدیل می‌شود.

جمع‌بندی

- ماگما = مواد مذاب درون زمین
- گدازه = همان مواد مذاب پس از خروج به سطح زمین
- هر دو بسیار داغ‌اند، اما گدازه پس از سرد شدن سنگ‌های جدید سطح زمین را می‌سازد.



ویژگی‌ها	ماگما	گدازه
محل قرارگیری	در درون زمین، در اتاق ماگما	در سطح زمین، پس از خروج از دهانه
دمای معمولی	1200 تا 950 درجه سانتی‌گراد	کمی کمتر از ماگما، چون با هوا برخورد دارد
ترکیب	سنگ‌های ذوب‌شده + گاز + بلورهای معدنی	همان مواد، اما پس از از دست دادن بخشی از گازها
وضعیت فیزیکی	مایع داغ و چسبنده در اعماق زمین	مایع داغی که در سطح زمین جاری می‌شود
نتیجه پس از سرد شدن	بخشی درون زمین سرد می‌شود ← سنگ‌های درونی مثل گرانیت	درونی مثل گرانیت ← سنگ‌های درونی مثل گرانیت

دلیل رسیدن مواد مذاب به سطح زمین

وقتی **دمای ماگما** در درون زمین افزایش می‌یابد، **جنبش ذره‌های آن زیاد می‌شود**.
در نتیجه، ماگما **منبسط می‌شود** (حجمش زیاد می‌شود) و **چگالی‌اش کاهش می‌یابد**.

چون ماگما از سنگ‌های اطراف **سبک‌تر** می‌شود، به وسیله‌ی نیرویی شبیه **نیروی شناوری** به سمت بالا حرکت می‌کند.

اگر در پوسته‌ی زمین **شکاف یا ترک‌هایی** وجود داشته باشد، ماگما از همان راه‌ها بالا آمده و از **دهانه‌ی آتشفشان** خارج می‌شود

جمع‌بندی تحلیلی

- ماگما وقتی گرم‌تر می‌شود، سبک‌تر از سنگ‌های اطراف می‌گردد.
- سنگ‌های سنگین‌تر اطراف، آن را به سمت بالا می‌رانند.
- اگر مسیر باز باشد، ماگما از سطح زمین بیرون می‌زند و آتشفشان شکل می‌گیرد



بزرگ‌ترین آتشفشان‌های شناخته‌شده

بزرگ‌ترین آتشفشان روی زمین مونالوآ است که در جزایر هاوایی در اقیانوس آرام قرار دارد. این آتشفشان یکی از بزرگ‌ترین آتشفشان‌های فعال دنیاست. جزایر هاوایی در واقع از گدازه‌های آتشفشانی ساخته شده‌اند؛ به همین دلیل به آن‌ها جزایر آتشفشانی می‌گویند.

ارتفاع مونالوآ از کف اقیانوس تا قله حدود ۱۰ کیلومتر است (یعنی بلندتر از کوه اورست اگر از پایه اندازه بگیریم). پیرامون قاعده‌ی آن حدود ۶۰۰ کیلومتر است.

بزرگ‌ترین آتشفشان شناخته‌شده در منظومهٔ شمسی کوه اُلمپیوس است. این آتشفشان در سیارهٔ مریخ قرار دارد و ارتفاع آن حدود ۲۳ کیلومتر است؛ یعنی تقریباً سه برابر بلندتر از کوه اورست در زمین!

این کوه عظیم نشان می‌دهد که در گذشته‌ی مریخ نیز فعالیت‌های آتشفشانی بسیار بزرگی وجود داشته است.

جمع‌بندی

- آتشفشان مونالوآ، غول فعال زمین است.
- کوه المپیوس، غول خاموش مریخ است.
- هر دو نشان می‌دهند که درون سیارات، نیروهای عظیم گرمایی و فشاری وجود دارد که گاهی به شکل آتشفشان‌ها بیرون می‌زنند.



تقسیم‌بندی آتشفشان‌ها بر اساس میزان فعالیت

آتشفشان‌ها را بر پایهٔ میزان فعالیت و خروج مواد آتشفشانی به سه دسته تقسیم می‌کنند:

۱ **آتشفشان‌های فعال:** آتشفشان‌هایی هستند که در حال حاضر یا در سال‌های اخیر از دهانهٔ آن‌ها مواد آتشفشانی مانند گدازه، خاکستر یا گاز خارج شده است. یعنی هنوز درون آن‌ها ماگما فعال است و احتمال فوران دوباره وجود دارد.



نمونه‌ها:
مونالوآ در جزایر هاوایی، اِتنا و وزوو در ایتالیا
نکته: در ایران آتشفشان فعال وجود ندارد.

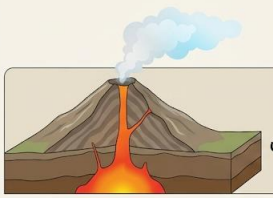


---

۲ **آتشفشان‌های نیمه‌فعال یا خفته:** آتشفشان‌هایی هستند که مدت طولانی فوران نکرده‌اند، اما هنوز درونشان گرما و گازهای آتشفشانی وجود دارد.
از دهانهٔ این آتشفشان‌ها معمولاً فقط بخار یا گاز خارج می‌شود و احتمال بیدار شدن دوباره‌شان وجود دارد.

نمونه‌ها:دماوند در استان مازندران وتفتان در سیستان و بلوچستان

آتشفشان‌های نیمه‌فعال، یا خفته



تعریف: آتشفشان‌هایی هستند که مدت طولانی فوران نکرده‌اند، اما هنوز درونشان گرما و گازهای آتشفشانی وجود دارد. از دهانهٔ این آتشفشان‌ها معمولاً فقط بخار یا گاز خارج می‌شود و احتمال بیدارشدن دوباره‌شان وجود دارد.

نمونه ۱: دماوند (استان مازندران)



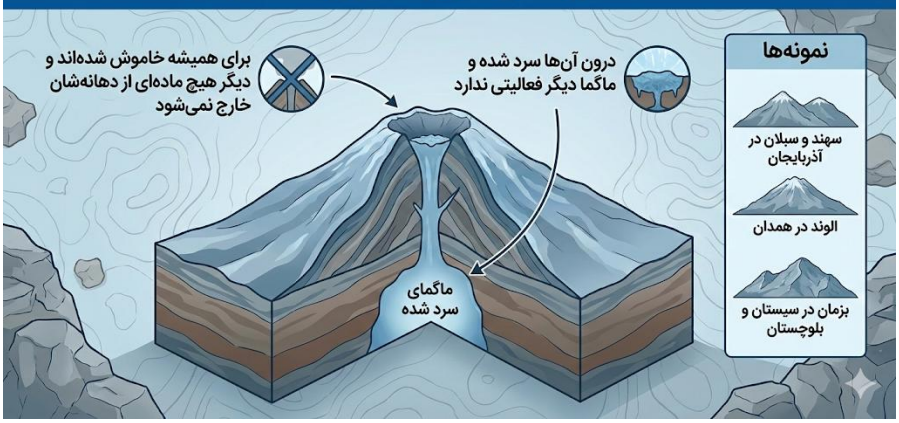
نمونه ۲: تفتان (سیستان و بلوچستان)



۳ آتشفشان‌های غیرفعال یا خاموش: آتشفشان‌هایی هستند که برای همیشه خاموش شده‌اند و دیگر هیچ ماده‌ای از دهانه‌شان خارج نمی‌شود.
درون آن‌ها سرد شده و ماگما دیگر فعالیتی ندارد.

نمونه‌ها: سهند و سبلان در آذربایجان، الوند در همدان، بزمان در سیستان و بلوچستان

آتشفشان‌های غیرفعال یا خاموش



جدول تحلیلی مقایسهٔ آتشفشان‌ها

نوع آتشفشان	ویژگی‌های اصلی	وضعیت خروج مواد	نمونه‌ها	وضعیت در ایران
فعال	در حال فوران یا دارای فوران‌های اخیر	گاز، گدازه، خاکستر	مونالوآ (هاوایی)، اِتنا، وزوو	✗ در ایران نداریم
نیمه‌فعال (خفته)	مدت زیادی فوران نکرده ولی هنوز گرم است	خروج بخار و گاز	دماوند، تفتان	✓ داریم
غیرفعال (خاموش)	برای همیشه سرد و غیرفعال	هیچ ماده‌ای خارج نمی‌شود	سهند، سبلان، الوند، بزمان	✓ داریم

جمع‌بندی تحلیلی

- آتشفشان‌های فعال هنوز انرژی درونی زمین را بیرون می‌ریزند.
- آتشفشان‌های خفته ممکن است دوباره فعال شوند.
- آتشفشان‌های خاموش دیگر توانایی فوران ندارند و به کوه‌های معمولی تبدیل شده‌اند.

مواد خروجی از دهانهٔ آتشفشان

آتشفشان‌ها هنگام فوران، مواد گوناگونی را به بیرون پرتاب می‌کنند که به سه دسته‌ی اصلی تقسیم می‌شوند:

۱ گازها ← ۲ مواد مایع (گدازه) ← ۳ مواد جامد (تِفرا)

۱ گازها: از دهانهٔ آتشفشان، گازهای زیادی خارج می‌شود. مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

بخار آب حدود ۷۰% از کل گازهای خروجی را تشکیل می‌دهد.

کربن‌دی‌اکسید حدود ۱۵% از گازها را شامل می‌شود.

گازهای گوگردی

گازهای نیتروژن‌دار

گازهای کلردار

و مقدار کمی کربن‌مونوکسید

- ترکیب گازهای آتشفشانی در همهٔ آتشفشان‌ها یکسان نیست.
- بخار آب و کربن‌دی‌اکسید از گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شوند و در تنظیم دمای زمین نقش دارند.

۲ مواد مایع (گدازه یا لاوا): به مواد مذابی که از دهانهٔ آتشفشان خارج می‌شوند و روی سطح زمین جاری می‌شوند، گدازه گفته می‌شود. دمای گدازه معمولاً بین ۷۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد است. گدازه‌ها پس از سرد شدن، سنگ‌های آتشفشانی را تشکیل می‌دهند.

ترکیب گدازه‌ها با هم فرق دارد و همین باعث تفاوت در روانی و شکل کوه آتشفشانی می‌شود.

۳ مواد جامد) تِفرا : به **مواد جامدی** که همراه گازها و گدازه‌ها از دهانهٔ آتشفشان به بیرون پرتاب می‌شوند، **تِفرا** می‌گویند. این مواد از نظر اندازه و شکل متفاوت‌اند.

فواید آتشفشان

آتشفشان‌ها فقط ویرانگر نیستند؛ در کنار خطر، فواید زیادی برای طبیعت و انسان دارند. مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

۱ تشکیل سرزمین‌ها و جزایر جدید: در اثر فوران‌های پیاپی آتشفشان‌ها، گدازه‌ها پس از سرد شدن روی هم جمع می‌شوند و جزایر یا زمین‌های جدیدی را می‌سازند. نمونه‌ها: ژاپن، هاوایی، ایسلند، هائیتی

۲ تشکیل برخی معادن: مواد مذاب در هنگام سرد شدن، عناصر معدنی را درون خود جمع می‌کنند.
در نتیجه بسیاری از معادن مانند مس، طلا، نقره و جیوه حاصل فعالیت آتشفشانی هستند.

۳ شناخت درون زمین: آتشفشان‌ها مانند «پنجره‌ای رو به درون زمین» هستند. با بررسی مواد بیرون‌آمده از دهانهٔ آتشفشان، دانشمندان ترکیب سنگ‌کره و خمیرکره (پوسته و گوشته‌ی بالایی) را بهتر می‌شناسند.

۴ تشکیل خاک‌های حاصلخیز برای کشاورزی: خاکستر آتشفشانی پس از پخش روی زمین به خاکی نرم و غنی تبدیل می‌شود. این خاک شامل پتاسیم، سدیم و کلسیم است و آب را به‌خوبی در خود نگه می‌دارد، به همین دلیل برای کشاورزی بسیار مناسب است.

۵ تولید مصالح ساختمانی: از سنگ‌های آتشفشانی مانند گرانیت، توف سبز، پوکه معدنی و سنگ‌پا برای ساخت‌وساز استفاده می‌شود. این سنگ‌ها هم سبک‌اند و هم مقاوم در برابر گرما و فشار.

۶ بهره‌گیری از انرژی زمین‌گرمایی: در مناطق آتشفشانی، آب درون زمین بر اثر گرمای ماگما داغ می‌شود. بخار این آب‌ها برای تولید برق و گرما به کار می‌رود. این نوع انرژی، ارزان و پاک است و به محیط‌زیست آسیب نمی‌زند.

۷ چشمه‌های آب گرم و معدنی: در اطراف آتشفشان‌ها، حتی آتشفشان‌های خاموش، چشمه‌های آب گرم وجود دارد. این چشمه‌ها سرشار از مواد معدنی‌اند و برای درمان برخی بیماری‌های پوستی و عضلانی مفیدند.

۸ تشکیل دریاچه‌ها: گاه دهانهٔ آتشفشان‌ها پس از خاموش شدن، با آب باران یا ذوب یخ پر می‌شود و دریاچه‌های دهانه‌ای را به‌وجود می‌آورد. همچنین گدازه‌ها می‌توانند مسیر رودخانه‌ها را ببندند و در اثر آن دریاچه‌های سدی تشکیل شود. ◆نمونه: دریاچهٔ سد لار که از گدازه‌های آتشفشانی دماوند به‌وجود آمده است.

۹ گسترش گردشگری: مناظر زیبا و دیدنی حاصل از سرد شدن گدازه‌ها، دریاچه‌های دهانه‌ای، چشمه‌های آب گرم و کوه‌های آتشفشانی همگی باعث جذب گردشگران و رشد گردشگری طبیعی (اکوتوریسم) می‌شوند.



ضررها و پیامدهای آتشفشان‌ها

فعالیت آتشفشان‌ها علاوه بر فواید فراوان، می‌تواند خسارت‌های زیادی نیز به طبیعت و انسان وارد کند.

این اثرات را به دو دسته‌ی **اثرات اولیه** و **اثرات ثانویه** تقسیم می‌کنند:

۱ اثرات اولیه آتشفشان‌ها

اثراتی هستند که **بلافاصله پس از فوران** رخ می‌دهند و مدت آن‌ها **کوتاه‌مدت** است

اثرات اولیه آتشفشان‌ها

اثراتی هستند که بلافاصله پس از فوران رخ می‌دهند و مدت آن‌ها کوتاه‌مدت است.

نوع اثر	توضیح علمی	نوع اثر
جریان گدازه‌ها	گدازه‌های داغ و روان در مسیر خود همه‌چیز را می‌سوزانند و از بین می‌برند.	
ریزش خاکستر آتشفشانی	ذرات خاکستر بر روی شهرها و مزارع می‌نشینند، هوا را آلوده و دید را کم می‌کنند.	
انفجار کوه	فشار زیاد گازها باعث انفجار شدید و پرتاب سنگ و خاک تا کیلومترها می‌شود.	
زمین‌لرزه	هنگام بالا آمدن ماگما، پوستهٔ زمین ترک می‌خورد و لرزش ایجاد می‌شود.	
عبور ابرهای سوزان	ترکیبی از گازهای داغ، خاکستر و سنگ‌ریزه که با سرعت زیاد حرکت کرده و بسیار مرگبار است.	
خروج گازهای سمی	گازهایی مانند گوگرد و کربن‌مونوکسید باعث خفگی موجودات زنده می‌شوند.	
جریان‌های گِل و لای	خاکستر آتشفشانی با آب باران یا برف ذوب‌شده مخلوط می‌شود و سیلابی از گل و سنگ را به‌وجود می‌آورد.	
سونامی	اگر فوران در بستر اقیانوس رخ دهد، جابه‌جایی آب باعث ایجاد موج‌های عظیم(سونامی) می‌شود.	

۲ اثرات ثانویه آتشفشان‌ها

اثراتی هستند که مدتی پس از فوران و در نتیجهٔ تغییرات گستردهٔ جوی یا زمینی رخ می‌دهند؛ این اثرات بلندمدت و غیرمستقیم هستند.

۲ اثرات ثانویه آتشفشان‌ها

اثراتی هستند که مدتی پس از فوران و در نتیجهٔ تغییرات گستردهٔ جوی یا زمینی رخ می‌دهند؛ این اثرات بلندمدت و غیرمستقیم هستند.

نوع اثر	توضیح علمی
تغییرات آب و هوایی	خاکستر و گازهای آتشفشانی می‌توانند نور خورشید را کاهش دهند و زمین را سردتر کنند.
باران اسیدی	بخار آب و گازهای گوگردی در هوا ترکیب شده و باران‌های اسیدی تولید می‌کنند که برای گیاهان و جانوران زیان‌آور است.
کاهش دمای جهانی	ذرات معلق در جوّ مانع رسیدن نور خورشید می‌شوند و ممکن است برای مدتی دمای زمین کاهش یابد.
تغییر فصل‌ها و کشاورزی	در اثر کم‌نوری و دمای پایین، رشد گیاهان کاهش می‌یابد و فصل‌ها دچار بی‌نظمی می‌شوند.
سال بدون تابستان	در سال ۱۸۱۶ میلادی، پس از فوران عظیم آتشفشان «تامبورا» در اندونزی، غبار و خاکستر آسمان را پوشاند و تابستان آن سال در بسیاری از نقاط زمین سرد و تاریک بود.

جمع‌بندی تحلیلی

- اثرات اولیه، فوری و محلی‌اند (خطر مستقیم برای مردم و سازه‌ها).
- اثرات ثانویه، تدریجی و جهانی‌اند (تغییر در جوّ و آب‌وهوا).
- هر دو نوع اثر نشان می‌دهند که آتشفشان‌ها قدرت تغییر چهرهٔ زمین و اقلیم آن را دارند.

انواع سنگ‌ها

سنگ‌ها بر اساس چگونگی تشکیل‌شان به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند:
۱. سنگ‌های آذرین – ۲. سنگ‌های رسوبی – ۳. سنگ‌های دگرگونی

۱ سنگ‌های آذرین: سنگ‌هایی هستند که از سرد شدن مواد مذاب (ماگما) درون یا بیرون زمین به وجود می‌آیند. ویژگی مشترک این سنگ‌ها وجود بلورهای معدنی در بافت آن‌هاست.

بسته به محل سرد شدن، به دو نوع تقسیم می‌شوند:

- الف) سنگ‌های آذرین درونی: از سرد شدن آرام ماگما در داخل زمین تشکیل می‌شوند. چون سرد شدن آن‌ها به‌آرامی انجام می‌شود، بلورهایشان درشت‌تر و به‌خوبی قابل مشاهده‌اند.

نمونه‌ها: گرانیت (سنگ ساختمان‌ها)، سنگ‌های آذرین کوه الوند در همدان

یادآوری: هرچه سرد شدن کندتر باشد، بلورها درشت‌تر می‌شوند.

◆**ب) سنگ‌های آذرین بیرونی :** از سرد شدن سریع مواد مذاب روی سطح زمین به وجود می‌آیند. چون سرد شدن سریع است، بلورها ریزتر و گاهی غیرقابل مشاهده‌اند.

نمونه‌ها: **بازالت** (سنگ سیاه کف خیابان‌ها و سنگفرش‌ها) و **سنگ‌های حاصل از فوران‌های آتشفشانی**

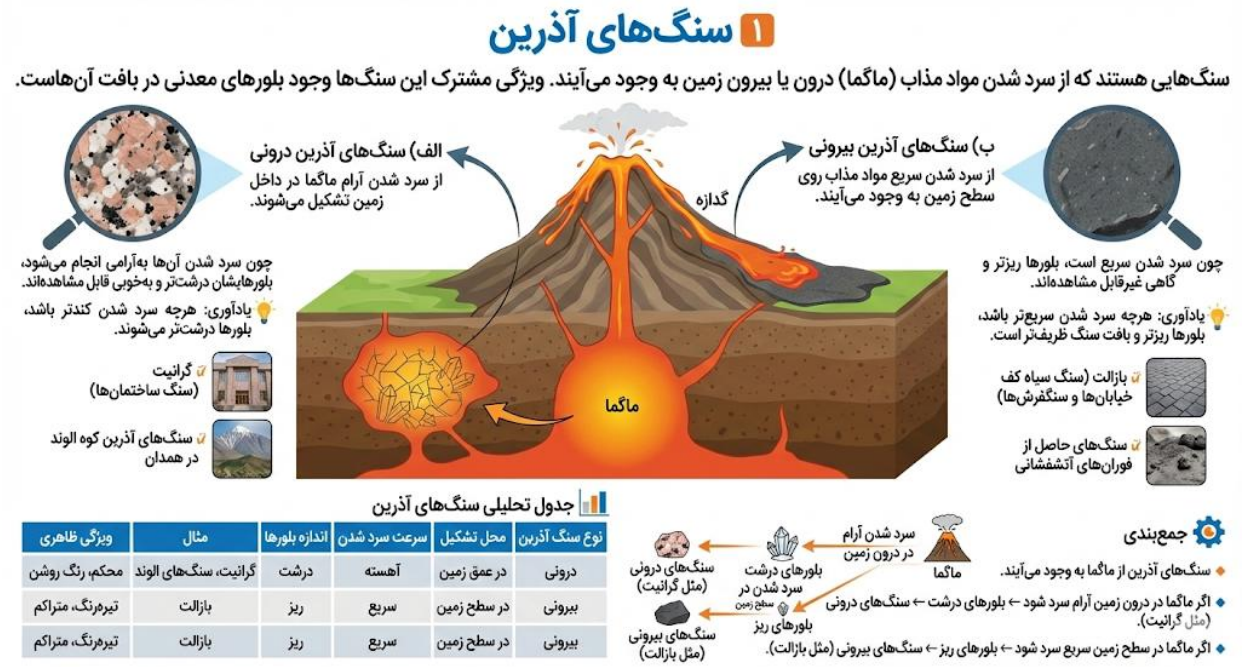
یادآوری: هرچه سرد شدن سریع‌تر باشد، بلورها ریزتر و بافت سنگ ظریف‌تر است.

جمع‌بندی

◆سنگ‌های آذرین از ماگما به وجود می‌آیند.

◆اگر ماگما در درون زمین آرام سرد شود ← بلورهای درشت ← سنگ‌های درونی (مثل گرانیت).

◆اگر ماگما در سطح زمین سریع سرد شود ← بلورهای ریز ← سنگ‌های بیرونی (مثل بازالت).



کاربرد سنگ‌های آذرین

سنگ‌های آذرین در زندگی انسان کاربردهای فراوانی دارند، زیرا **سخت، مقاوم، زیبا و گاه سبک و متخلخل** هستند.

۱ گرانیت: سنگی سخت و زیباست که از سرد شدن آرام ماگما در اعماق زمین به‌وجود آمده است.

به علت داشتن **سطح صاف پس از صیقل‌دادن، مقاومت زیاد و دوام طولانی**، در نمای ساختمان‌ها، کف‌پوش‌ها و پله‌ها، سنگ قبر و مجسمه‌سازی به کار می‌رود.

۲ پوکهٔ معدنی: سنگی **سبک و متخلخل (دارای حفره‌های زیاد)** است. این حفره‌ها به‌دلیل خروج **گازهای آتشفشانی از گدازهٔ در حال انجماد** به‌وجود آمده‌اند. در عایق حرارتی در کف ساختمان، سبک‌سازی بتن، پرکننده در کشاورزی (تهگلدان‌ها) به کار می‌رود.

۳ سنگ‌پا: سنگی **زبر و متخلخل** است که از گدازه‌های آتشفشانی سردشده به‌دست می‌آید. در بهداشت (برای نرم کردن پوست پا)، در صنعت چوب برای **ساییدن و پرداخت سطوح** به کار می‌رود.

۴ توف سبز آتشفشانی: سنگی آذرین است که از رسوب‌گذاری خاکسترهای آتشفشانی در دریاهای کم‌عمق تشکیل می‌شود. در ایران، در کوه‌های البرز فراوان یافت می‌شود. کاربرد آن در ساخت دیوار و سنگ‌چین خیابان‌ها و نمای بیرونی ساختمان‌ها است.

نکتهٔ علمی مهم: متخلخل بودن سنگ‌هایی مانند **پوکهٔ معدنی و سنگ‌پا** به‌دلیل **خروج گازهای آتشفشانی** از درون گدازه‌های در حال سرد شدن است. در نتیجه، در آن‌ها حفره‌هایی باقی می‌ماند که باعث **سبکی و عایق بودن** می‌شود.

شبیه‌سازی آتشفشان با آمونیوم دی‌کرومات

این مادهٔ شیمیایی، **بلوری و نارنجی رنگ** است و برای نمایش آزمایشی **«آتشفشان رومیزی»** استفاده می‌شود.

ویژگی‌ها:

- ✓ ماده‌ای **سمی و خورنده** است (در آزمایش باید با احتیاط و زیر نظر معلم انجام شود).
- ✓ در گذشته در **مواد آتش‌زنه و فیلم‌سازی قدیمی** کاربرد داشت.

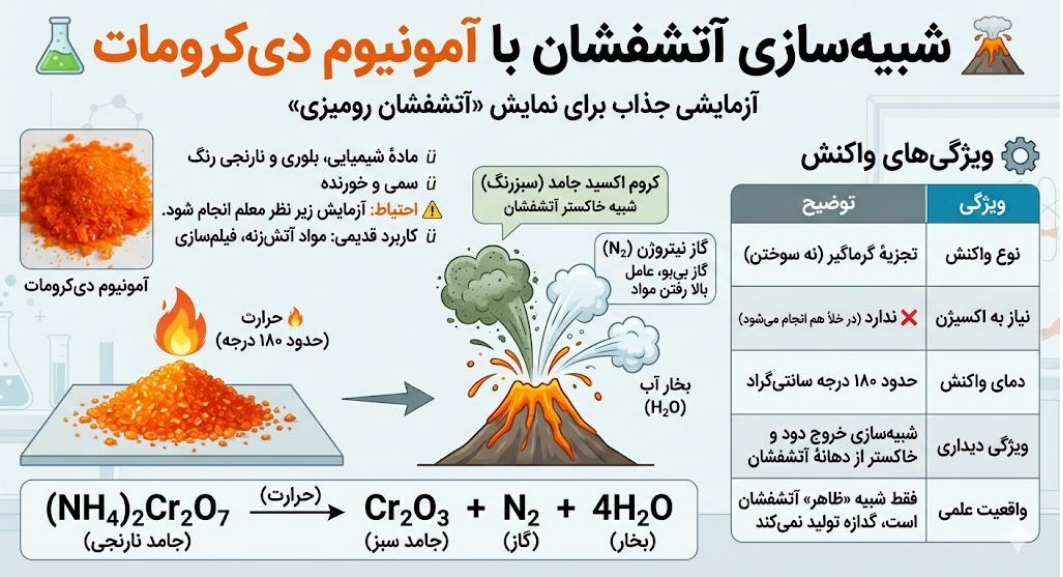
واکنش تجزیهٔ آمونیوم دی‌کرومات بر اثر حرارت

آمونیوم دی کرومات ⟵ (کروم اکسید جامد) + (گاز نیتروژن) + (بخار آب)

یعنی هنگام گرم شدن، این ماده به سه بخش تبدیل می‌شود:

- ✓ **اکسید کروم** مادهٔ **جامد سبزرنگی شبیه خاکستر آتشفشان**
- ✓ **نیتروژن گازی بی‌بو** که باعث بالا رفتن مواد می‌شود
- ✓ **بخار آب**

ویژگی‌های واکنش



جمع‌بندی

- سنگ‌های آذرین هم در زندگی روزمره (ساختمان، کشاورزی، صنعت) کاربرد دارند،
- در آزمایشگاه‌ها به ما کمک می‌کنند تا فرآیندهای آتشفشانی را شبیه‌سازی کنیم.
- فعالیت‌های آتشفشانی هم سازنده‌اند (سنگ، خاک، انرژی) و هم الهام‌بخش در علم و فناوری.

پایان