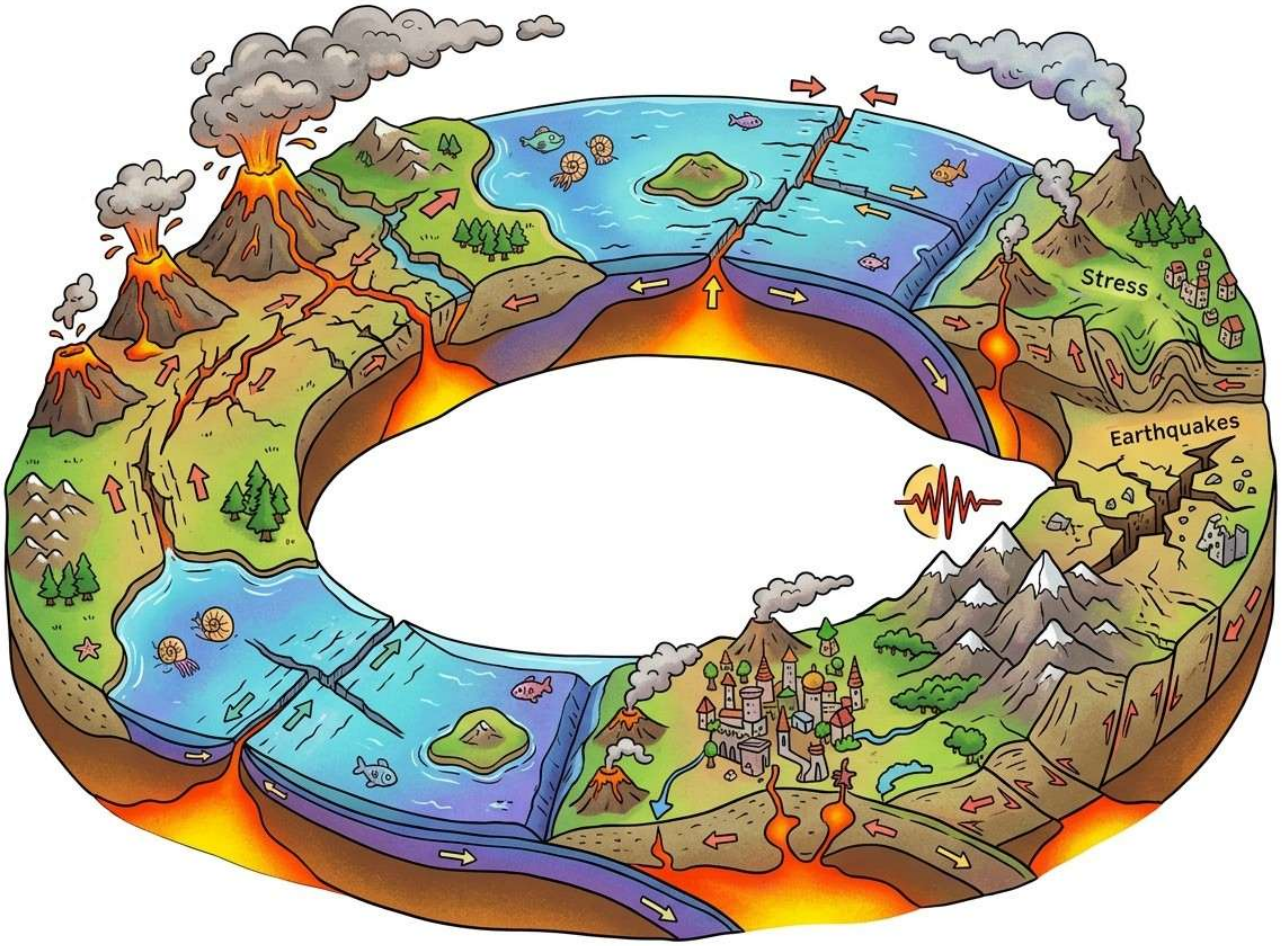


فصل چهارم:

پویایی زمین

@DaneshSad

فصل چهارم: پویایی زمین

نشانه‌هایی از پویایی زمین
- زمین لرزه
- آتشفشان
- چین‌خوردگی
- شکستگی

انواع ورقه‌های سنگ‌کره: اگر ورقه‌ای از سنگ‌کره در زیر اقیانوس باشد، به آن **ورقهٔ اقیانوسی** (مانند ورقهٔ اقیانوس آرام) می‌گویند و اگر ورقهٔ سنگ‌کره در محل قاره‌ها باشد، **ورقهٔ قاره‌ای** نامیده می‌شود. بعضی از ورقه‌ها هم از ترکیب دو ورقهٔ قاره‌ای و اقیانوسی تشکیل شدند. (مانند ورقهٔ هند).

مقایسهٔ سنگ‌کرهٔ قاره‌ای و اقیانوسی:

ضخامت	قاره‌ای > اقیانوسی
چگالی	قاره‌ای < اقیانوسی
سن	قاره‌ای > اقیانوسی

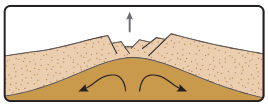
نکته

سن ورقه‌های قاره‌ای زیاد و ۳/۸ میلیارد سال و سن ورقه‌های اقیانوسی حداکثر ۲۰۰ میلیون سال است.

چرخهٔ ویلسون

با ایجاد گسستگی در پوسته به صورت شکاف قاره‌ای (ریفت) شروع و با فرایند بازشدگی و ایجاد یک حوضه اقیانوسی ادامه پیدا می‌کند.

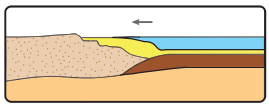
مراحل چرخهٔ ویلسون



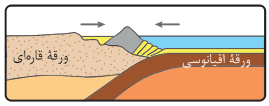
۱ **مرحلهٔ جنینی:** جریان‌های همرفتی سست‌کره، پوسته قاره‌ای را گرم کرده و موجب کشش آن می‌شود. تا این‌که پوسته کشیده شده و در نهایت شکسته می‌شود و ریفت درون‌قاره‌ای ایجاد می‌شود. این مرحله که آغاز یک چرخه تکنونیی است با فوران‌های بازالتی پایان می‌پذیرد؛ نظیر ریفت شرق آفریقا.



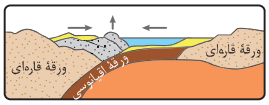
۲ **مرحلهٔ جوانی:** در این مرحله، در محل شکاف ایجاد شده، مواد مذاب سست‌کره به بستر اقیانوس رسیده و پشته‌های میان اقیانوسی تشکیل می‌شوند و پوسته جدید ایجاد شده به طرفین حرکت کرده و باعث شکل‌گیری اقیانوسی با عرض کم می‌شود؛ همانند دریای سرخ کنونی (دورشدن عربستان از آفریقا).



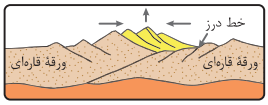
۳ **مرحلهٔ بلوغ:** گسترش کف اقیانوس در این مرحله ادامه یافته و قاره‌های واقع در دو طرف آن تدریجاً از هم دورتر می‌گردند. زمانی که حوضهٔ اقیانوسی گسترش می‌یابد، در امتداد پشته‌های میان اقیانوسی فوران‌های خطی درون اقیانوسی تشکیل می‌شود؛ همانند اقیانوس اطلس امروزی.



۴ **مرحلهٔ افول:** در این مرحله، در برخی از اقیانوس‌ها مانند اقیانوس آرام، ورقه اقیانوسی از حاشیه به زیر ورقه قاره‌ای مجاور خود رانده می‌شود و یا در بخشی از آن، ورقه اقیانوسی از حاشیه به زیر ورقه اقیانوسی دیگر فرونده شده و با ادامهٔ فرورانش، درازگودال اقیانوسی و جزایر قوسی به‌وجود می‌آیند، در نهایت مرحله حوضه اقیانوسی شروع به بسته شدن می‌کند.



۵ **مرحلهٔ پایانی:** با ادامه بسته‌شدن حوضه اقیانوسی، قاره‌های دو طرف اقیانوس به هم نزدیک می‌شوند. نزدیکی قاره‌ها سبب شکل‌گیری رشته‌کوه‌ها و کوچک‌تر شدن حوضه اقیانوسی می‌شود. ماگماتیسم (فعالیت آذرین درونی) همانند مرحلهٔ قبل است. دریای مدیترانه در چنین وضعیتی قرار دارد.



۶ **مرحلهٔ خط درز:** با بسته‌شدن اقیانوس و برخورد ورقه‌ها، رسوبات فشرده شده و رشته‌کوه‌هایی مانند هیمالیا (برخورد هندوستان به آسیا) و زاگرس (برخورد عربستان به ایران) را به وجود می‌آورند. (مراحل افول، پایانی و خط درز به عنوان کوه‌زایی در نظر گرفته می‌شود.)

نکته

۱ علت فرورانش ورقهٔ اقیانوسی به زیر ورقهٔ قاره‌ای ← بیشتربودن چگالی ورقهٔ اقیانوسی نسبت به ورقهٔ قاره‌ای
۲ عامل اصلی باز و بسته‌شدن اقیانوس‌ها ← جریان‌های همرفتی مواد مذاب موجود در گوشتهٔ زمین
۳ عامل اصلی حرکت ورقه‌های سنگ‌کره ← جریان‌های همرفتی سست‌کره

@DaneshSad

تنش

هرگاه سنگ، تحت تأثیر نیرویی از خارج قرار گیرد، در داخل سنگ نیز، نیرویی بر واحد سطح وارد می‌شود که تنش نامیده می‌شود.

$$\text{تنش} = \frac{F_{\text{نیرو}}\,(N)}{A_{\text{سطح}}\,(m^2)}$$

تنش‌های وارده بر یک سنگ یا خاک
- کششی ← گسستگی سنگ
- فشاری ← متراکم‌شدن سنگ
- برشی ← بریدن سنگ
- ترکیبی از آن‌ها

مقاومت سنگ: حداکثر تنش یا ترکیبی از تنش‌ها که سنگ می‌تواند تحمل کند، بدون آن‌که بشکند.

هر چه سنگ ناپایدارتر ← مقاومت سنگ کم‌تر ← سطوح شکست بیشتر ← ایجاد شکستگی در سنگ‌ها و ایجاد درزه‌ها ← ناپایداری سنگ یا خاک در پی سازه‌ها

انواع رفتار سنگ‌ها در برابر تنش

۱) کشسان (الاستیک)	با اعمال تنش، سنگ‌ها تغییر شکل می‌دهند و پس از رفع تنش به حالت اولیهٔ خود برمی‌گردند.
۲) خمیرسان (پلاستیک)	با اعمال تنش، سنگ‌ها تغییر شکل می‌دهند و پس از رفع تنش به طور کامل به حالت اولیهٔ خود برنمی‌گردند.
۳) شکننده	وقتی تنش ناگهانی و بیشتر از مقاومت سنگ باشد، سنگ می‌شکند و درزه و گسل ایجاد می‌شود.


رفتار شکنندهٔ سنگ‌ها

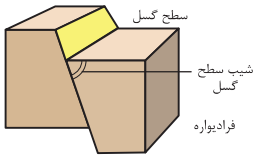

رفتار پلاستیک سنگ‌ها

انواع شکستگی‌ها

۱ **درزه:** اگر سنگ‌های دو طرف شکستگی، نسبت به هم جابه‌جا نشده باشند، به شکستگی **درزه** می‌گویند.

۲ **گسل:** اگر سنگ‌های دو طرف شکستگی، نسبت به هم جابه‌جا شده باشند، به شکستگی **گسل** می‌گویند.

مشخصات گسل:

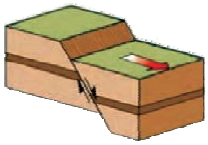
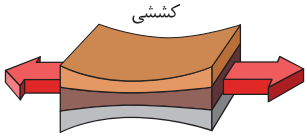
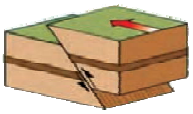
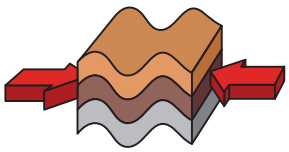
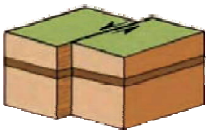
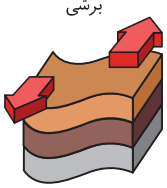


سطح گسل (قائم، مایل یا افقی): سطحی که شکستگی و جابه‌جایی در امتداد آن اتفاق افتاده

فرادیواره: طبقات روی سطح گسل مایل

فرودیواره: طبقات زیر سطح گسل مایل

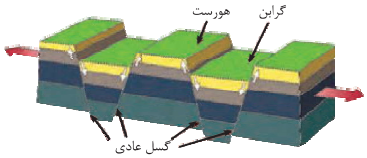
شیب سطح گسل: زاویهٔ صفحه با سطح افقی

گسل	ویژگی گسل	شکل	تنش
عادی	۱) سطح گسل مایل است. ۲) فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت پایین یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت بالا حرکت کرده است.		کششی  گسستگی سنگ
معکوس	۱) سطح گسل مایل است. ۲) فرادیواره نسبت به فرودیواره، به سمت بالا یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت پایین حرکت کرده است.		فشاری  متراکم‌شدن سنگ
امتدادلغز	۱) لغزش سنگ‌ها در امتداد سطح گسل است. ۲) حرکت قطعات شکسته‌شده، در امتداد افق است.		برشی  بریدن سنگ

در بخش‌هایی از پوستهٔ زمین که تحت تنش‌های **کششی** قرار دارند، ممکن است تعدادی گسل عادی موازی هم ایجاد شود.

@DaneshSad

هورست و گرابن:



هورست: بالا افتادگی قسمتی از پوسته

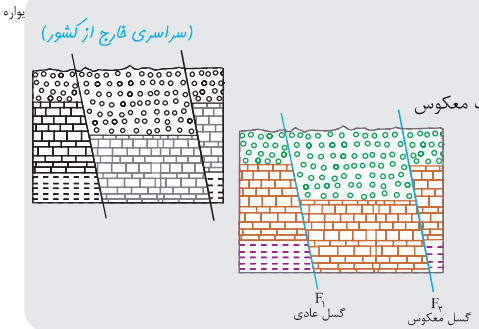
گرابن: پایین افتادگی قسمتی از پوسته

نکته

نوع گسل در هورست و گرابن، **عادی** و **تنش کششی** است.

مثال در شکل زیر، کدام نوع گسل‌ها زیر مشاهده‌اند؟

(سراسری خارج از کشور)



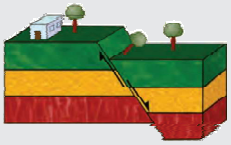
۱) یک عادی
۲) دو عادی
۳) دو معکوس
۴) یک عادی یک معکوس

پاسخ گزینهٔ (۴)

در شکل روبه‌رو، یک گسل عادی (F_1) و یک گسل معکوس (F_2) وجود دارد.

مثال کدام گزینه با «ویژگی و نوع تنش» در تصویر زیر، مطابقت دارد؟

(سراسری ۹۹)



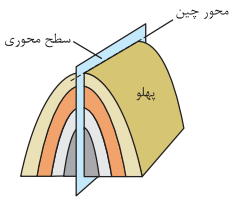
۱) سطح گسل مایل بوده و کششی است.
۲) لغزش در امتداد سطح گسل بوده و کششی است.
۳) فرودیواره به سمت بالا حرکت کرده و فشاری است.
۴) فرادیواره به سمت پایین حرکت کرده و فشاری است.

پاسخ گزینهٔ (۱)

با توجه به شکل، چون فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت پایین حرکت کرده است، گسل از نوع عادی است و گسل عادی حاصل تنش کششی می‌باشد. سطح گسل نیز مایل می‌باشد.

چین‌خوردگی

چین: بر اثر رفتار خمیری در سنگ‌ها ایجاد می‌شود.



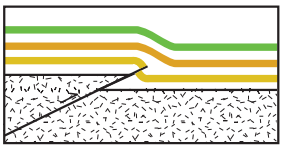
اجزای چین

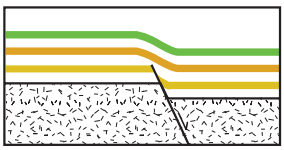
- محور چین: فصل مشترک سطح محوری با سطح لایه است.
- سطح محوری: سطحی فرضی که از تمامی لایه‌های چین بگذرد و حتی‌المقدور آن را به دو بخش متقارن تقسیم کند.
- پهلوی چین: هر یک از بخش‌های طرفین سطح محوری، پهلو یا یال چین است.

انواع چین:

۱) **چین تک‌شیب**	لایه‌های سنگی از حالت افقی خارج شده و بالاتر یا پایین‌تر از سطح اصلی قرار گرفته‌اند.
۲) **تاقدیس**	لایه‌های سنگی طوری خم شده‌اند که لایه‌های قدیمی‌تر در مرکز چین و لایه‌های جدیدتر در حاشیهٔ چین قرار دارند.
۳) **ناودیس**	در لایه‌های سنگی، لایه‌های جدیدتر در مرکز چین و لایه‌های قدیمی‌تر در حاشیهٔ چین قرار دارند.

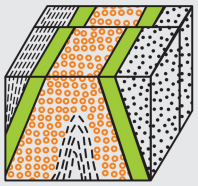
مراحل تشکیل چین تک شیب:


الف) گسل معکوس


ب) گسل عادی

@DaneshSad

مثال در شکل مقابل، ماسه‌سنگ دانه‌ریز، جوان‌تر از ماسه‌سنگ دانه‌درشت است. کدام پدیده‌های زمین‌شناسی قابل‌شناسایی هستند؟ *(سراسری ۱۴۰۰)*

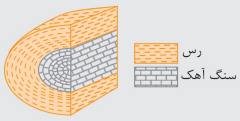


۱) گسل عادی، تاقدیس
۲) گسل عادی، ناودیس
۳) گسل امتدادلغز، تاقدیس
۴) گسل امتدادلغز، ناودیس

پاسخ گزینهٔ (۳)

با توجه به شکل صورت سؤال، لغزش سنگ‌ها در امتداد سطح گسل بوده و حرکت قطعات سنگی شکسته‌شده در امتداد افق است. پس گسل از نوع امتدادلغز می‌باشد. هم‌چنین با توجه به این‌که ماسه‌سنگ دانه‌ریز که در طرفین قرار گرفته است، جوان‌تر از ماسه‌سنگ دانه‌درشت است، پس چین از نوع تاقدیس می‌باشد.

مثال به‌ترتیب سنگ‌آهک و رس متعلق به کدام زمان باشند، شکل زیر یک تاقدیس است؟ *(خارج از کشور ۹۹)*



۱) تریاس، پرمین
۲) پالئوژن، کرتاسه
۳) ژوراسیک کرتاسه
۴) ژوراسیک، تریاس

پاسخ گزینهٔ (۳)

در یک تاقدیس لایه‌های قدیمی‌تر در مرکز چین قرار دارند و به طرف خارج لایه‌ها جوان‌تر می‌شوند. برای این‌که شکل صورت سؤال نمایان‌گر یک تاقدیس باشد، می‌بایست سنگ‌آهک از نظر سنی قدیمی‌تر از رس باشد که در این حالت گزینهٔ (۳) دیده می‌شود. (آهک ژوراسیک قدیمی‌تر از رس کرتاسه است.)

آتشفشان

- وقوع آتشفشان در تمام نقاط کرهٔ زمین (خشکی‌ها، بستر اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها و ...) صورت می‌گیرد.
- **مواد خارج‌شده از دهانهٔ آتشفشان‌ها عبارت‌اند از:** ۱ مواد جامد (تفرا) ۲ مایع (لاوا یا گدازه) ۳ بخارهای آتشفشانی (فومرول)

۱. تفرا:

مواد آتشفشانی جامدی هستند که به صورت ذرات ریز و درشت بر اثر فعالیت‌های آتشفشان به هوا پرتاب می‌شوند.

- **تقسیم‌بندی تفراها (براساس اندازه و شکل)**

۱) **خاکستر**: کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر
۲) **لاپیلی**: بین ۲ تا ۳۲ میلی‌متر
۳) **بلوک و بمب**: بزرگ‌تر از ۳۲ میلی‌متر
- **بمب**: به صورت دوکی‌شکل دیده می‌شود و بلوک زاویه‌دار است.

نام ذرات	اندازهٔ ذرات (میلی‌متر)
خاکستر	کوچک‌تر از ۲
لاپیلی	بین ۲ تا ۳۲
بلوک (زاویه‌دار) و بمب (دوکی‌شکل)	بزرگ‌تر از ۳۲

- **توف آتشفشانی**

۱) نوعی سنگ **آذرآواری** است. ۲) **روش تشکیل**: در اثر ته‌نشینی خاکسترهای آتشفشانی در محیط‌های دریایی کم‌عمق ایجاد می‌شود.
- **مثال**: توف‌های سبز البرز

۲. گدازه:

- مواد مذابی هستند که از دهانهٔ آتشفشان خارج می شوند و به سطح زمین می‌رسند.
- هر چه‌قدر گدازه روان‌تر باشد (میزان سیلیس (SiO_2) کم‌تر)، مخروط آتشفشان شیب و ارتفاع کم‌تری دارد.

۳. گازها و بخارهای آتشفشانی:

- مواد مذاب درون زمین حاوی گاز و بخار آب هستند.
- گازهای خروجی از دهانهٔ آتشفشان‌ها ترکیب شیمیایی متفاوتی دارند.
- **بیشتر گازهای آتشفشانی**: بخار آب، گازهای دی‌اکسیدکربن، اکسیدهای گوگردی، نیتروژن‌دار، کلردار و کربن مونواکسید
- **مرحلهٔ فومرولی**: مرحله‌ای پس از فعالیت یک آتشفشان است که تا مدت‌ها از دهانهٔ آتشفشان گاز خارج می‌شود. این مرحله ممکن است سال‌ها و یا حتی قرن‌ها ادامه داشته باشد.
- **مثال**: دماوند و تفتان (خروج بخار آب و گاز گوگرد و ...)

@DaneshSad

فواید آتشفشان‌ها

فواید آتشفشان‌ها	توضیحات
۱) مطالعهٔ درون زمین	آتشفشان به منزلهٔ پنجره‌ای به درون زمین است که از طریق آن اطلاعاتی از پوسته و گوشتهٔ فوقانی به دست می‌آید.
۲) تشکیل هواکره	نتیجهٔ سرد شدن زمین در گذشته و خروج گازهای درون زمین از طریق فعالیت آتشفشان‌ها از شکستگی‌ها و منافذ سنگ‌ها، فراهم شدن شرایط لازم برای تشکیل هواکره بوده است.
۳) تشکیل آب‌کره	حاصل ترکیب بخشی از گازهای خروجی از آتشفشان‌ها با یکدیگر و تشکیل آب و سپس ایجاد اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها، رودها و ... است.
۴) تشکیل خاک	خاکسترها و گدازه‌های آتشفشانی خارج‌شده از دهانهٔ آتشفشان‌ها، خاک حاصل‌خیزی را تشکیل می‌دهند ← (نتیجه) تشکیل برخی مزارع حاصل‌خیز جهان بر روی خاکسترهای آتشفشانی، مانند مزارع قهوه در جاوه اندونزی
۵) تشکیل پوستهٔ جدید اقیانوسی	نتیجهٔ خروج مواد مذاب گوشته از محور میانی رشته‌کوه‌های میان‌اقیانوسی است.
۶) تشکیل رگه‌های معدنی	فعالیت آتشفشانی عامل ایجاد برخی رگه‌های معدنی هستند. رگه‌های طلا، نقره، مس، آهن از این دسته‌اند.
۷) تشکیل چشمه‌های آب گرم	نتیجهٔ گرم‌شدن آب‌های درون پوسته و ظاهرشدن آن‌ها در سطح زمین از طریق شکستگی‌ها می‌باشند. فواید: ۱) درمان بیماری‌های پوستی و آرامش عضلانی ۲) رونق اقتصاد محلی از طریق جذب گردشگران
۸) انرژی زمین‌گرمایی	استفاده از گرمای درون زمینه به عنوان انرژی در مناطق آتشفشانی **مثال:** ۱) کشور ایسلند ۲) نیروگاه زمین گرمایی مشکین‌شهر استان اردبیل
۹) دیگر فواید	آتشفشان‌ها افزون بر خروج انرژی درونی زمین، منجر به آرامش نسبی ورقه های سنگ‌کره می‌شوند. استفاده از سنگ‌های آتشفشانی در نمای ساختمان‌ها و صالح ساختمانی.

مثال همهٔ موارد از «**فواید آتشفشان‌ها**» هستند، **به‌جز**: (خارج از کشور ۹۹)

۱) آرامش نسبی ورقه‌های سنگ‌کره
۲) ایجاد رشته‌کوه‌های میان‌اقیانوسی
۳) درمان بیماری‌های پوستی
۴) توسعهٔ زمین گردشگری

پاسخ گزینهٔ (۲)

فواید آتشفشان‌ها عبارت‌اند از: ۱) تشکیل هواکره ۲) تشکیل آب‌کره ۳) تشکیل خاک و رسوب ۴) تشکیل پوستهٔ جدید اقیانوسی ۵) تشکیل رگه‌های معدنی ۶) تشکیل چشمه‌های آب گرم ۷) انرژی زمین‌گرمایی ۸) آرامش نسبی ورقه‌های سنگ‌کره ۹) مطالعهٔ درون زمین ۱۰) استفاده از سنگ‌های آتشفشانی در نمای ساختمان‌ها و مصالح ساختمانی

زمین‌لرزه

- نشانهٔ آشکاری از پویایی زمین است؛ زمین‌لرزه‌ها بیشتر در حاشیهٔ ورقه‌های سنگ‌کره رخ می‌دهند.
- در هر زمین‌لرزه، مقداری انرژی انباشته‌شده در سنگ‌ها، به طور ناگهانی آزاد می‌شود و به صورت امواج لرزه‌ای به اطراف حرکت می‌کند.

زمین‌لرزه
- علت اصلی ← حرکت ورقه‌های سنگ‌کره
- سنگ‌ها در مقابل نیروی وارده
  - ابتدا ← رفتار الاستیک
  - در صورتی که ← تنش از مقاومت سنگ فراتر ← شکستگی زمین‌لرزه
- گروه لرزه‌ها پیش‌لرزه
  - پیش‌لرزه
  - لرزهٔ اصلی
  - پس‌لرزه
- زمین‌لرزه، معمولاً کم‌تر از یک دقیقه طول می‌کشد.
- کشور ایران ← قرارگرفتن در کمربند لرزه‌خیز آلپ هیمالیا
- بعضی از فعالیت‌های انسانی باعث وقوع زمین‌لرزه
  - می‌شود
    - انفجار معدن
    - تخلیهٔ ناگهانی آب پشت سد
    - انفجارهای اتمی
  - نمی‌شود
    - شخم‌زدن زمین
    - آتش‌سوزی جنگل‌ها

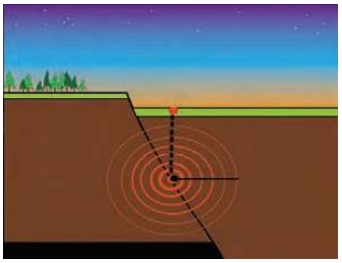
کانون زمین‌لرزه:

محلی درون زمین است که انرژی ذخیره‌شده از آن‌جا آزاد می‌شود.

مرکز سطحی زمین‌لرزه:

نقطه‌ای در سطح زمین است که در بالای کانون زمین‌لرزه قرار دارد و دارای کم‌ترین فاصله از کانون زمین‌لرزه می‌باشد.

- مرکز سطحی زمین‌لرزه، محلی با حداکثر خسارات است.
- هر چه از مرکز سطحی دورتر شویم، آثار خرابی‌ها کم‌تر می‌شود.



@DaneshSad

امواج لرزه‌ای

امواج لرزه‌ای به دو دستهٔ **درونی** و **سطحی** تقسیم می‌شوند.

- **امواج لرزه‌ای**
  - ۱) درونی
    - امواج P (اولیه، طولی)
    - امواج S (ثانویه، عرضی)
  - ۲) سطحی
    - امواج لاو (L)
    - امواج ریلی (R)

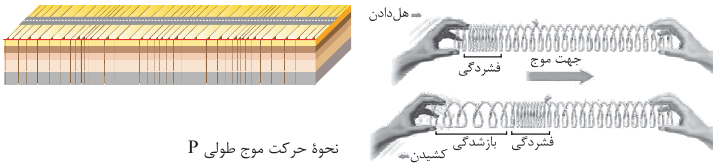
۱) امواج درونی

در **کانون زمین‌لرزه** ایجاد و در **داخل زمین** منتشر می‌شوند.

انواع امواج درونی: ۱ امواج P و ۲ امواج S

۱. امواج P (اولیه، طولی):

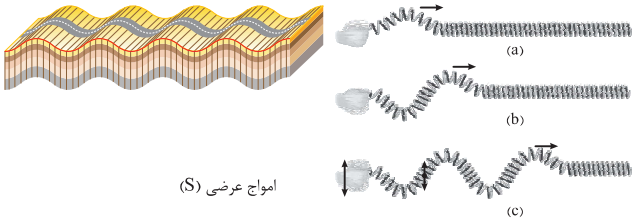
- **بیشترین** سرعت را دارند.
- اولین موج ثبت‌شده توسط دستگاه‌های لرزه‌نگار هستند.
- از محیط‌های جامد، مایع و گاز می‌گذرند.
- حرکت این امواج مانند باز و بسته شدن فنر است.
- جهت ارتعاش ذرات توسط این امواج در راستای انتشار آن است.
- سرعت عبور امواج لرزه‌ای در محیط‌های مختلف متفاوت است.
- امواج لرزه‌ای از سنگ‌های سخت و متراکم سریع‌تر عبور می‌کنند.



نحوهٔ حرکت موج طولی P

۲. امواج S (ثانویه، عرضی):

- سرعتشان از امواج P **کم‌تر** است.
- بعد از امواج P، توسط دستگاه‌های لرزه‌نگار ثبت می‌شوند (دومین موج).
- فقط از **محیط‌های جامد** می‌گذرند.
- جهت ارتعاش این امواج بر راستای انتشار آن **عمود** است.



امواج عرضی (S)

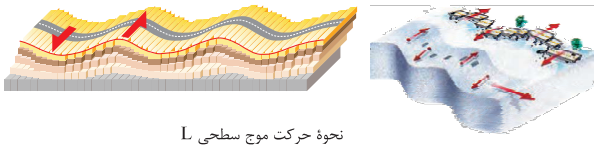
۲) امواج سطحی

در کانون تولید نمی‌شوند بلکه در اثر برخورد امواج درونی با فصل مشترک لایه‌ها و سطح زمین ایجاد می‌شوند.

متداول‌ترین امواج سطحی: ۱) امواج L و ۲) امواج R

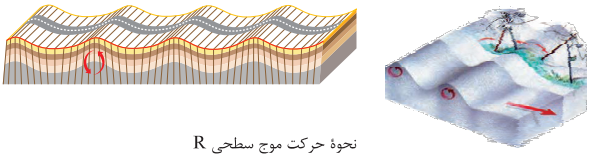
۱. امواج لاو (L):

- بعد از موج S، توسط دستگاه‌های لرزه‌نگار ثبت می‌شوند (سومین موج).
- حرکتی کم و بیش شبیه به امواج S دارد، با این تفاوت که ذرات ماده به موازات سطح زمین جابه‌جا می‌شوند و هیچ‌گونه جابه‌جایی قائمی ندارند.
- حرکت این امواج مانند خزیدن مار روی زمین است.


نحوهٔ حرکت موج سطحی L

۲. امواج ریلی (R):

- حرکت این امواج مشابه حرکت **امواج دریا** است.
- یعنی ذرات در یک مدار **دایره‌ای‌شکل** به ارتعاش درمی‌آیند.
- جهت حرکت دایره‌ای این امواج **برخلاف** جهت حرکت امواج دریاست.
- تأثیرشان همانند امواج دریا از سطح به عمق **کم** می‌شود.
- آخرین امواج ثبت‌شده توسط دستگاه لرزه‌نگار هستند.


نحوهٔ حرکت موج سطحی R

جمع‌بندی امواج لرزه‌ای:

امواج درونی: ● در کانون زمین‌لرزه ایجاد می‌شوند.	موج P (اولیه، طولی)	● بیشترین سرعت ● اولین موج ثبت‌شده توسط دستگاه لرزه‌نگار	● محیط‌های جامد، مایع و گاز عبور می‌کند، ولی سرعت امواج در محیط‌های مختلف متفاوت است.
	موج S (ثانویه، عرضی)	● دومین موج ثبت‌شده توسط دستگاه لرزه‌نگار	● فقط از محیط‌های جامد می‌گذرد.
امواج سطحی: ● از برخورداری امواج درونی با فصل مشترک لایه‌ها و سطح زمین ایجاد می‌شوند. ● عامل اصلی تخریب به شمار می‌روند.	موج L (لاو)	● سومین موج ثبت‌شده توسط دستگاه لرزه‌نگار	
	موج R (ریلی)	● مانند حرکت امواج دریا ذرات را در یک مدار دایره‌ای به ارتعاش درمی‌آورد. ● در موج ریلی، جهت حرکت دایره‌ای مخالف جهت حرکت امواج دریاست. ● عمق نفوذ و تأثیر امواج ریلی مثل امواج دریا محدود است و از سطح به عمق کاهش پیدا می‌کند.	

@DaneshSad

مثال **کدام امواج حاصل از یک زمین‌لرزه در کانون ایجاد می‌شوند؟** *(سراسری ۱۴۰۰)*

۱) عرضی و ریلی ۲) طولی و عرضی ۳) ریلی و لاو ۴) لاو و طولی

پاسخ گزینهٔ (۲)

امواج درونی در کانون زمین‌لرزه ایجاد می‌شوند و در داخل زمین منتشر می‌گردند و شامل امواج P (اولیه، طولی) و S (ثانویه، عرضی) می‌باشند. امواج سطحی به دو دستهٔ امواج لاو (L) و ریلی (R) تقسیم می‌شوند.

مثال **موج R حاصل از یک زلزله چه شباهت‌هایی با امواج آب دریا دارد؟** *(خارج از کشور ۱۴۰۰)*

۱) کاهش سرعت امواج از سطح به عمق، هم‌جهتی حرکت دایره‌ای

۲) جهت حرکت دایره‌ای امواج، ارتعاش ذرات عمود بر انتشار موج

۳) عمق نفوذ محدود، ارتعاش ذرات در مدار دایره‌ای

۴) کاهش نفوذ از سطح به عمق، عبور فقط از مایعات

پاسخ گزینهٔ (۳)

امواج R (ریلی) جزء امواج سطحی می‌باشند و آخرین امواجی هستند که توسط دستگاه لرزه‌نگار ثبت می‌شوند. این امواج مانند حرکت امواج دریا، ذرات را در یک مدار دایره‌ای به ارتعاش درمی‌آورند؛ ولی در موج ریلی جهت حرکت دایره‌ای مخالف جهت حرکت امواج دریا است. عمق نفوذ و تأثیر این امواج مثل امواج دریا محدود است و از سطح به عمق کاهش می‌یابد.

مقیاس اندازه‌گیری زمین‌لرزه

مقیاس‌های توصیف و اندازه‌گیری زمین‌لرزه:

۱ شدت زمین‌لرزه

۲ بزرگی زمین‌لرزه

شدت زمین‌لرزه

۱) یک مقیاس مشاهده‌ای و توصیفی است.

۲) براساس میزان خرابی‌ها در هر زمین‌لرزه توصیف می‌شود.

۳) بدون استفاده از دستگاه‌های لرزه‌نگار به توصیف میزان خرابی‌های زمین‌لرزه می‌پردازد.

۴) میزان خرابی‌ها در آن در یک مقیاس ۱۲درجه‌ای توصیف شده است.

۵) مقیاس شدت زمین‌لرزه، **مرکالی** است.

۶) مرکالی شدت زمین‌لرزه را در مقیاس کم با عدد ۱ و در مقیاس ۱۲ ویرانی کامل توصیف کرده است.

۷) شدت زمین‌لرزه با دور شدن از مرکز سطحی زمین‌لرزه کاهش می‌یابد.

بزرگی (بزرگا) زمین‌لرزه

۱) براساس مقدار انرژی آزادشده از زمین‌لرزه محاسبه می‌شود.

۲) بزرگی زمین‌لرزه به کمک اطلاعات دستگاه لرزه‌نگار تعیین می‌شود.

۳) واحد اندازه‌گیری بزرگی زمین‌لرزه، **ریشتر** است.

۴) ریشتر، لگاریتم بزرگ‌ترین دامنهٔ موجی است که در فاصلهٔ یکصدکیلومتری از مرکز یک زمین‌لرزه توسط دستگاه لرزه‌نگار ثبت شده باشد.

۵) به ازای هر یک واحد بزرگی، دامنهٔ امواج ۱۰ برابر و مقدار انرژی ۳۱/۶ برابر افزایش می‌یابد.

نکته

بزرگی زمین‌لرزه در تمام نقاط زمین یکسان است، ولی شدت آن با دورشدن از مرکز سطحی زمین‌لرزه کاهش می‌یابد.

مثال **برای توصیف شدت زمین‌لرزه، معمولاً از کدام مورد استفاده می‌کنند؟** *(خارج از کشور ۱۴۰۰)*

۱) مشاهدهٔ میزان خرابی‌ها ۲) استفاده از گرانش‌سنج ۳) مقدار انرژی آزادشده ۴) مقایسه با زلزله‌های قبلی

پاسخ گزینهٔ (۱)

برای توصیف و اندازه‌گیری زمین‌لرزه از دو مقیاس شدت و بزرگی استفاده می‌شود. شدت زمین‌لرزه براساس میزان خرابی‌ها در هر زمین‌لرزه بیان می‌شود. شدت زمین‌لرزه یک مقیاس مشاهده‌ای و توصیفی است که بدون استفاده از دستگاه و ابزار اندازه‌گیری، به توصیف میزان خرابی‌های ناشی از زمین‌لرزه می‌پردازد. بزرگی زمین‌لرزه را به کمک اطلاعات لرزه‌نگار تعیین می‌کنند.

@DaneshSad

– پیش‌بینی زمین‌لرزه –

پیش‌نشان‌گرها: علائم و نشانه‌هایی هستند که با استفاده از آن‌ها می‌توان وقوع زمین‌لرزه را پیش‌بینی کرد.

نمونه‌هایی از پیش‌نشانگرها:

۱ افزایش گاز رادون در آب‌های زیرزمینی
۲ ایجاد تغییر در سطح تراز آب‌های زیرزمینی، قطع‌شدن جریان آب‌های زیرزمینی و خشک‌شدن چاه‌های عمیق
۳ پیش‌لرزه
۴ ناهنجاری در رفتار حیوانات
۵ ابر زمین‌لرزه
۶ افزایش هدایت الکتریکی سنگ‌ها

مثال **کدام گزینه، می‌تواند «پیش‌نشانگر وقوع زمین‌لرزه» باشد؟** *(سراسری ۹۹)*

۱) نوسان اشیای آویزان
۲) جابه‌جا شدن سنگ‌های بزرگ
۳) تغییر سطح آب‌های زیرزمینی
۴) حرکات دامنه‌ای در زمین‌های نرم

پاسخ گزینه (۳)

پیش‌نشانگرها علائم و نشانه‌هایی هستند که با استفاده از آن‌ها می‌توان وقوع زمین‌لرزه را پیش‌بینی کرد.

پیش‌نشانگرهای وقوع زمین‌لرزه عبارت‌اند از: ۱) افزایش گاز رادون در آب‌های زیرزمینی ۲) ایجاد تغییر در سطح تراز آب زیرزمینی ۳) پیش‌لرزه ۴) ناهنجاری در رفتار حیوانات ۵) ابر زمین‌لرزه ۶) افزایش هدایت الکتریکی سنگ‌ها

– علم، زندگی، کارآفرینی –

ژئوفیزیک: مطالعهٔ ساختمانی درونی زمین و شناسایی ذخایر و معادن زیرزمینی با استفاده از آن:

- امواج لرزه‌ای
- بررسی مغناطیسی زمین
- مقاومت الکتریکی سنگ‌ها
- شدت گرانش سنگ‌ها

زمین‌ساخت (تکتونیک):

- علم شناسایی و بررسی ساختارهای تشکیل دهندهٔ پوستهٔ زمین و نیروهای به‌وجودآورندهٔ آن‌ها
- بررسی گسل‌ها، درزه‌ها، چین‌ها و ... و نقش آن‌ها در تجمع منابع زیر زمینی و احداث پروژه‌های عمرانی
- مطالعهٔ ساختار درونی زمین
- چگونگی تشکیل رشته‌کوه‌ها، اقیانوس‌ها، زمین‌لرزه‌ها و حرکت ورقه‌های سنگ‌کره

مثال **کدام گزینه، دلیل مناسبی برای بررسی «مغناطیسِ زمین» توسط «ژئوفیزیکدان‌ها» است؟** *(سراسری ۹۹)*

الف) احداث پروژه‌های عمرانی
ب) مطالعهٔ ساختار درونی زمین
پ) اندازه‌گیری شدت گرانش سنگ‌های پوستهٔ زمین
ت) شناسایی معادن زیرزمینی

۱) الف ـ ب
۲) الف ـ ت
۳) ب ـ پ
۴) ب ـ ت

پاسخ گزینهٔ (۴)

ژئوفیزیکدان‌ها، برای مطالعهٔ ساختمان درونی زمین و شناسایی ذخایر و معادن زیرزمینی با استفاده از امواج لرزه‌ای، بررسی مغناطیس زمین، مقاومت الکتریکی و شدت گرانش سنگ‌ها به مطالعهٔ آن‌ها می‌پردازند.

@DaneshSad