

فصل ششم

پویایی زمین



نتایج حرکت ورقه های سنگ کره زمین:

با آنکه خداوند، زمین را محیطی آرام برای زندگی انسان و سایر جانداران مهیا نموده است، اما درون این سیاره، فعال و پر جنب و جوش است.

این پویایی، باعث حرکت ورقه های سنگ کره شده است. جابه جایی ورقه های سنگ کره، سبب پیدایش پدیده های طبیعی مانند شکستگی، زمین لرزه، چین خوردگی، فوران آتشفشان و... شده است.



آتشفشان



گسل



چین خوردگی



حرکت دامنه‌ای

شکستگی ها

اهمیت مطالعه شکستگی های پوسته زمین:

شکستگی های پوسته زمین، یکی از نشانه های پویایی زمین است.

مطالعه آنها در هنگام ساخت جاده ها، سدها، تونل ها و سایر سازه های مهندسی اهمیت زیادی دارد.

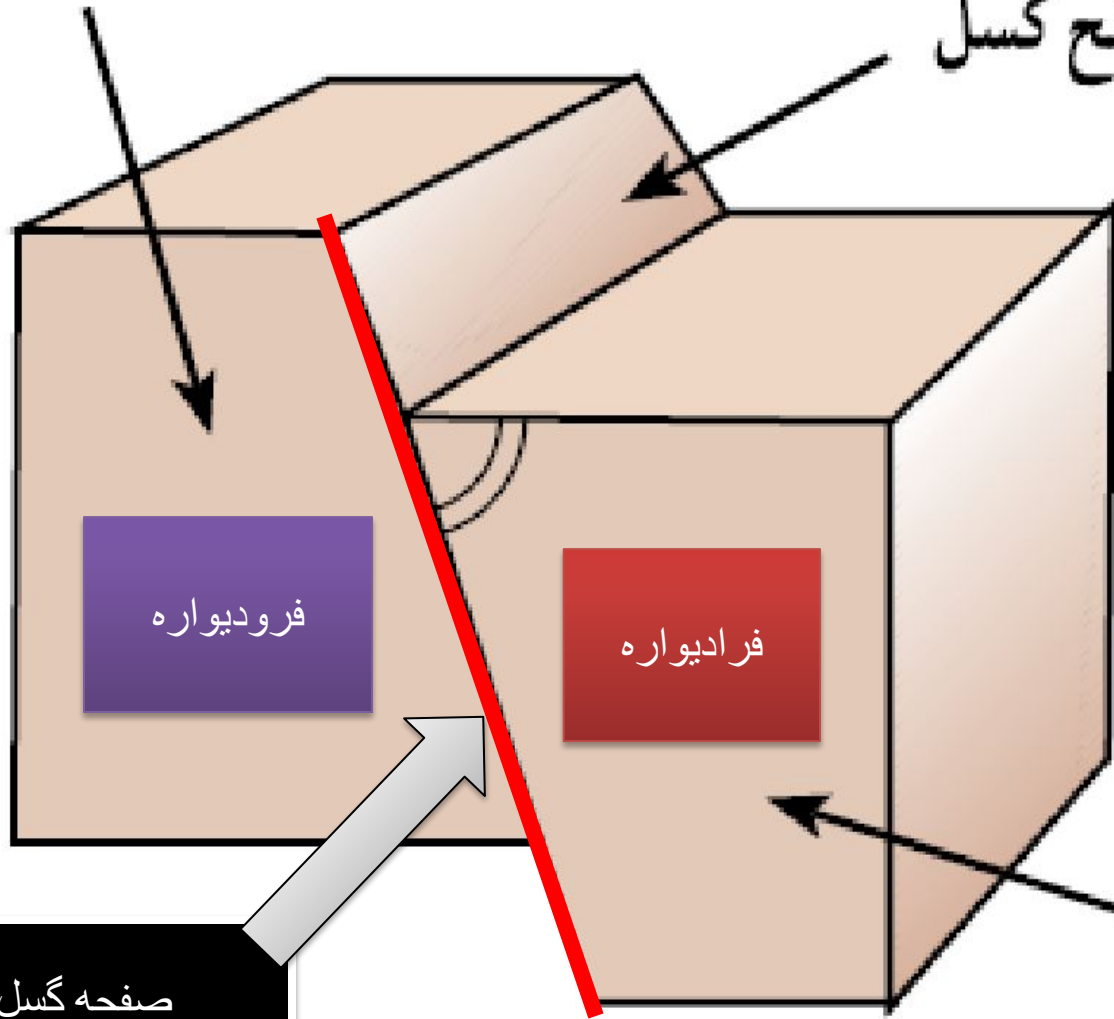
افزون بر آن، در تجمع آب های زیرزمینی و ذخایر نفت و گاز و تشکیل کانسنگ های گرمابی حائز اهمیت می باشد.

یادآوری

- در کتاب علوم آموختید که شکستگی‌ها، به دو دسته درزه و گسل تقسیم می‌شوند. تفاوت و تشابه درزه و گسل را بیان کنید.

فرو دیواره

سطح گسل

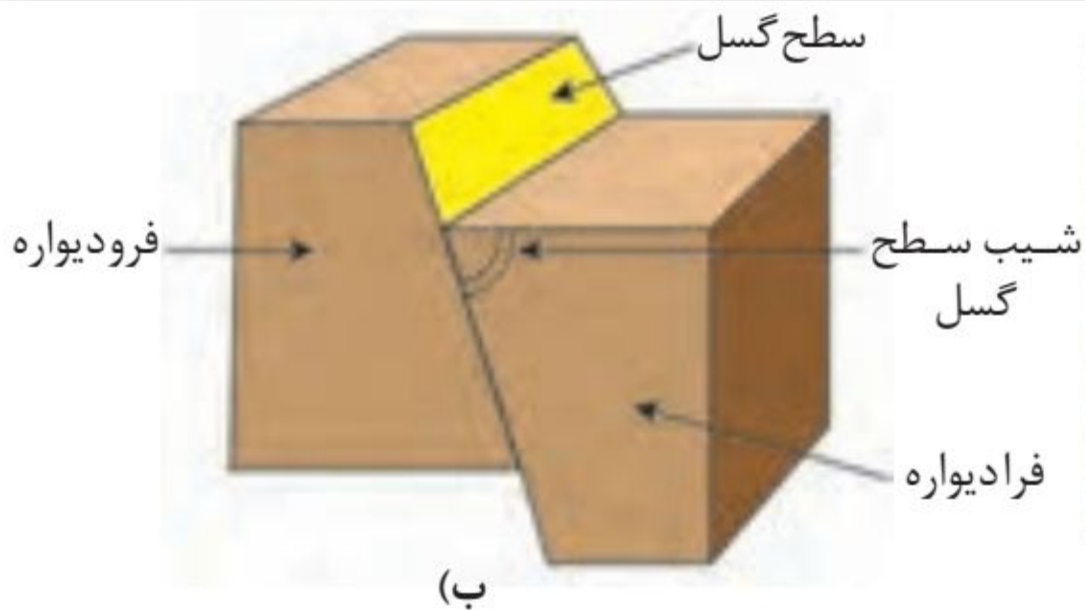


فرو دیواره

فرادیواره

صفحه گسل

فرادیواره



شکل ۱-۶: الف) درزه ب) گسل - سطح گسل که شکستگی و جابه‌جایی در امتداد آن اتفاق افتاده است. اگر سطح گسل مایل باشد به طبقات روی سطح گسل، فراد دیواره و به طبقات زیر سطح گسل، فرود دیواره می‌گویند.

جدول ۱-۶: انواع گسل و ویژگی‌های آن

شکل	نوع تنش	ویژگی	نوع گسل
	کششی	<p>۱- سطح گسل مایل است.</p> <p>۲- فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت پایین حرکت کرده است.</p>	گسل عادی



فشاری

- ۱- سطح گسل مایل است.
- ۲- فرادیواره نسبت به فرودیواره، به سمت بالا حرکت کرده است.

گسل
معکوس

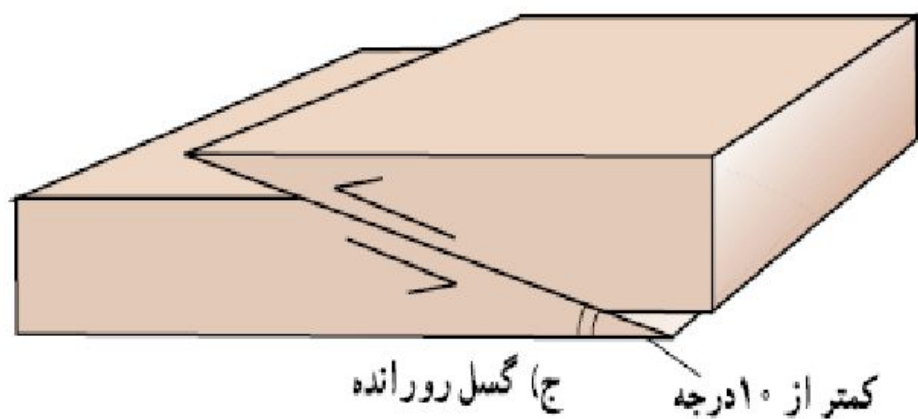
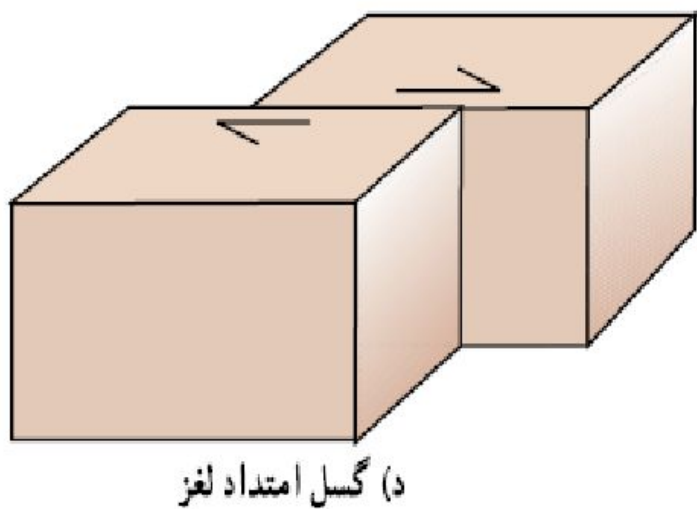
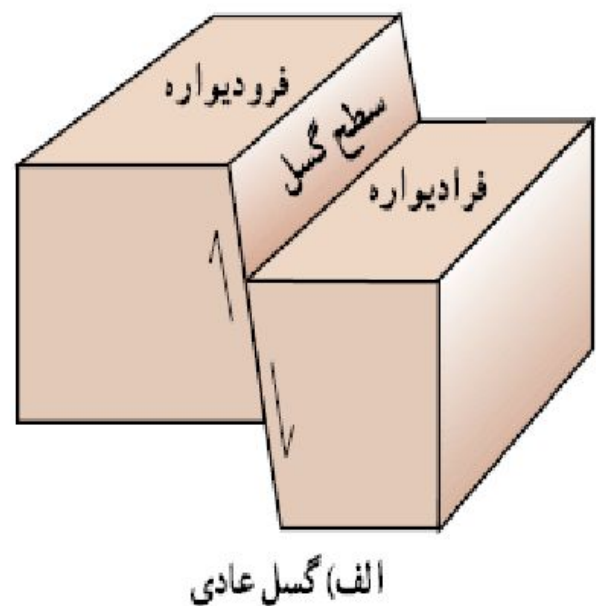
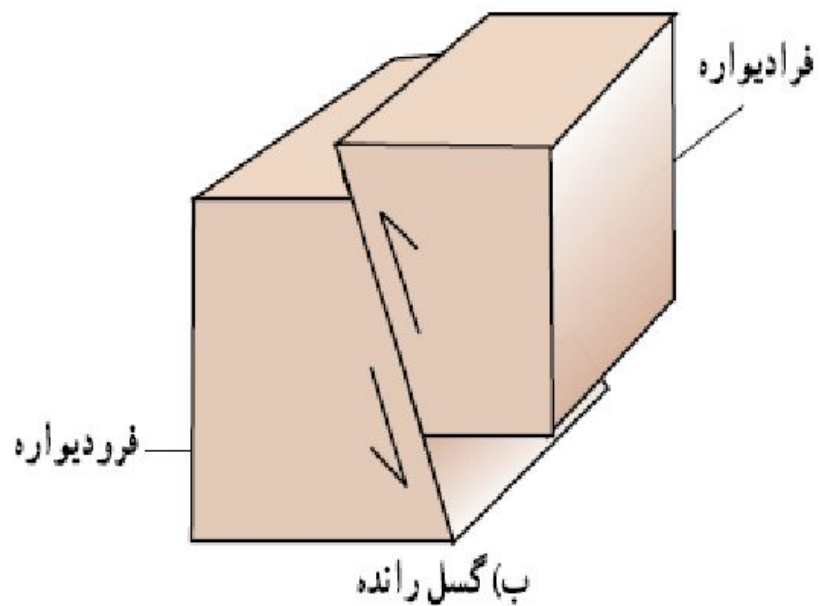


برشی

- ۱- لغزش سنگ‌ها در امتداد سطح گسل است.
- ۲- حرکت قطعات شکسته شده، در امتداد افق است.

گسل
امتداد لغز

شکل	نوع تنش	ویژگی	نوع گسل
	کششی	<p>۱- سطح گسل مایل است.</p> <p>۲- فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت پایین حرکت کرده است.</p>	گسل عادی
	فشاری	<p>۱- سطح گسل مایل است.</p> <p>۲- فرادیواره نسبت به فرودیواره، به سمت بالا حرکت کرده است.</p>	گسل معکوس
	برشی	<p>۱- لغزش سنگها در امتداد سطح گسل است.</p> <p>۲- حرکت قطعات شکسته شده، در امتداد افق است.</p>	گسل امتداد لغز

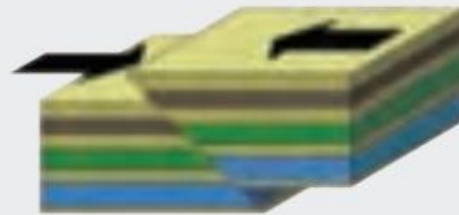


فکر کنید

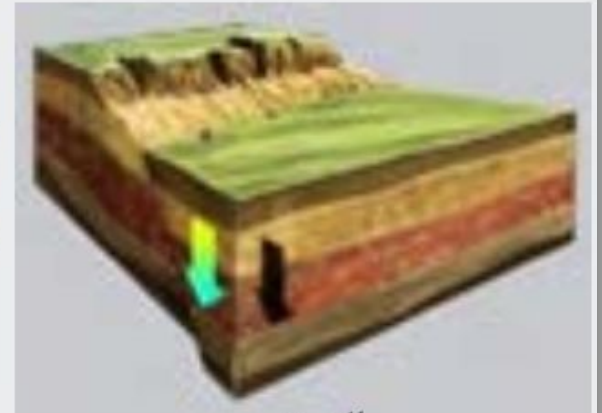
• در هر یک از گسل‌های زیر نوع گسل را مشخص کنید.



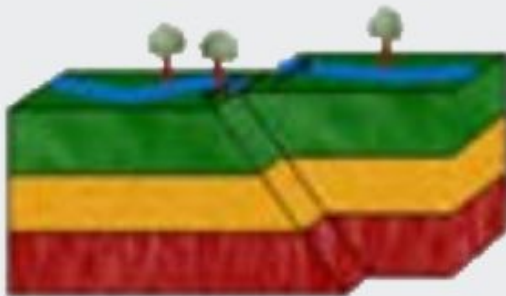
(پ)



(ب)



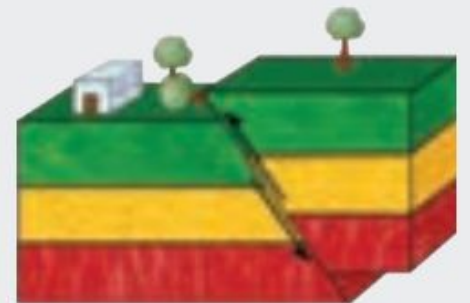
(الف)



(ج)

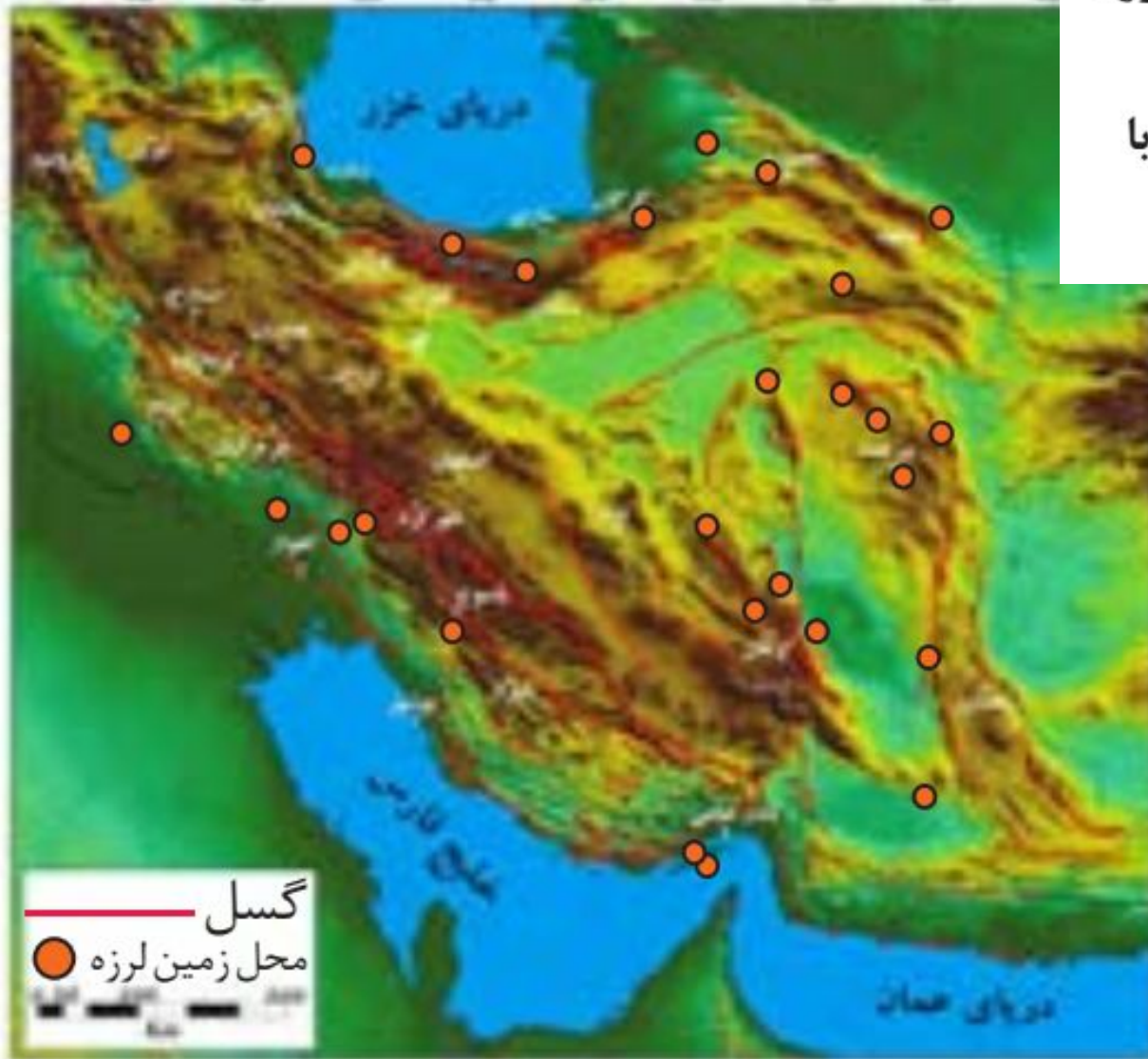


(ث)



(ت)

شکل ۲-۶: نقشه خطر زمین لرزه
در بخش های مختلف ایران.
چه ارتباطی بین زمین لرزه ها با
گسل ها دیده می شود؟



زمین لرزه

زمین لرزه، نشانه آشکاری از پویایی زمین است. در هر زمین لرزه، مقدار زیادی انرژی توسط امواج لرزه ای از درون زمین آزاد و باعث جا به جایی و لرزش سنگ گره می شود.

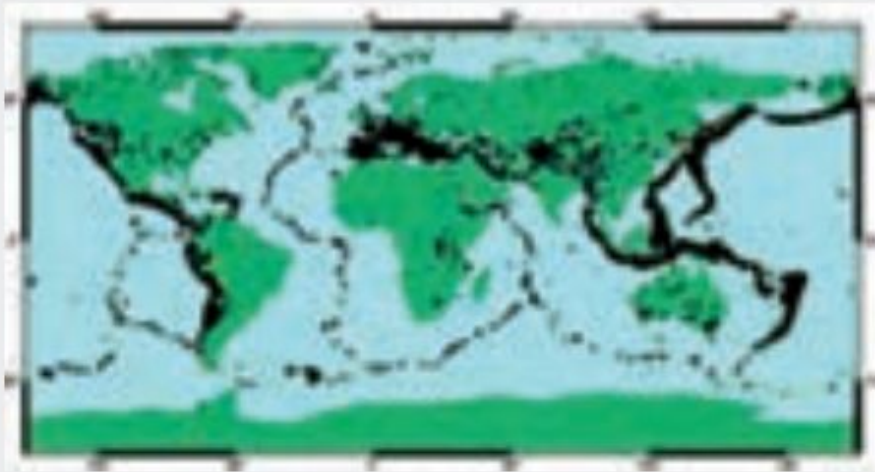
نگاهی به نقشه پراکندگی زمین لرزه ها نشان می دهد که توزیع آنها، در همه جا یکسان نیست.





نمایی از زمین‌لرزه ۱۹۰۶ سانفرانسیسکو که باعث آتش
سوزی و مرگ بین ۷۰۰ تا ۳۰۰۰ نفر شده بود.

با هم بیندیشید



● با استفاده از اطلاعات موجود در تصویر روبه‌رو در مورد پراکندگی جغرافیایی زمین لرزه‌های جهان، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱- زمین لرزه‌ها بیشتر درون ورقه‌های سنگ کره رخ می‌دهند یا در حاشیه آنها؟ برای اثبات نظر خود دلیل بیاورید.

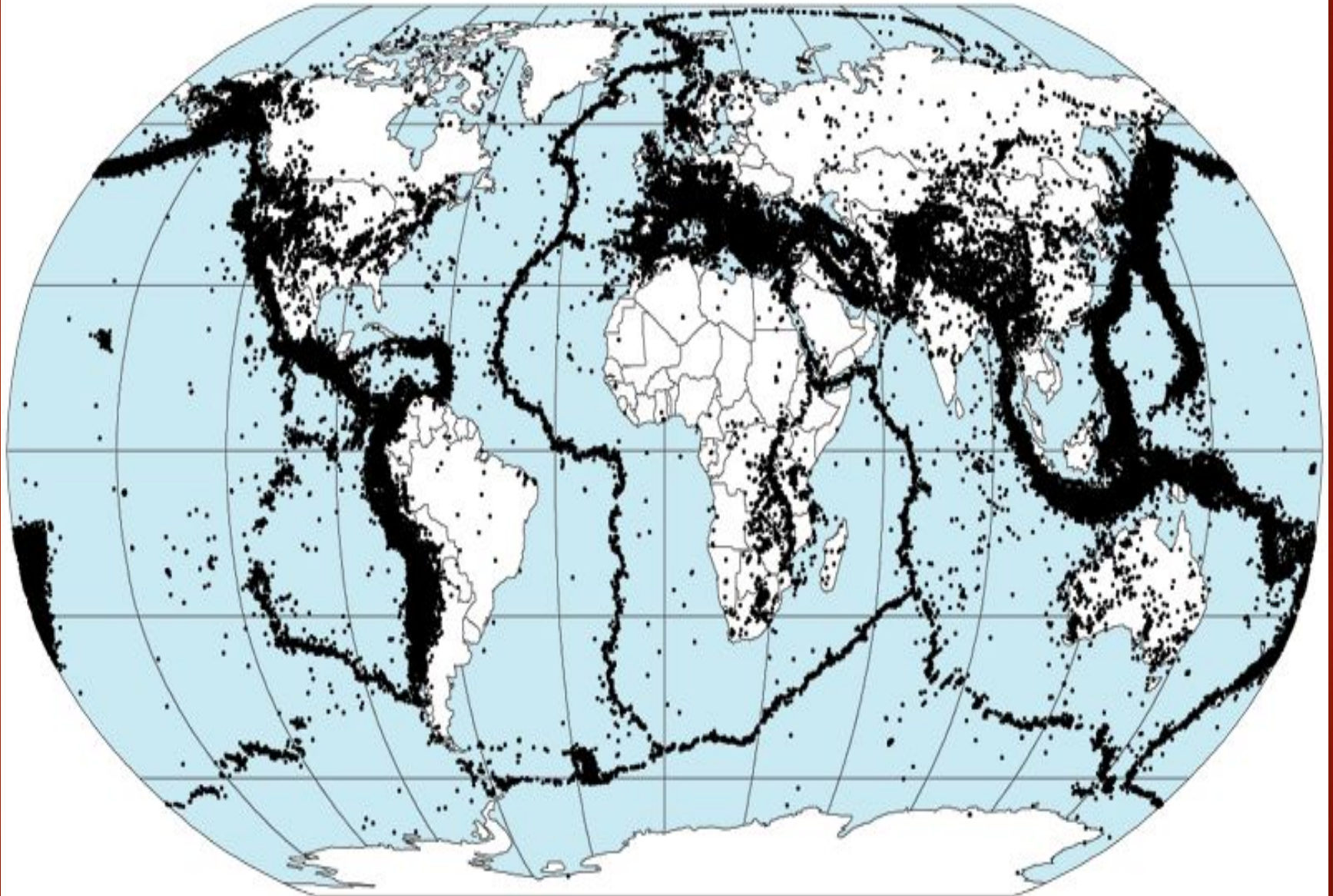


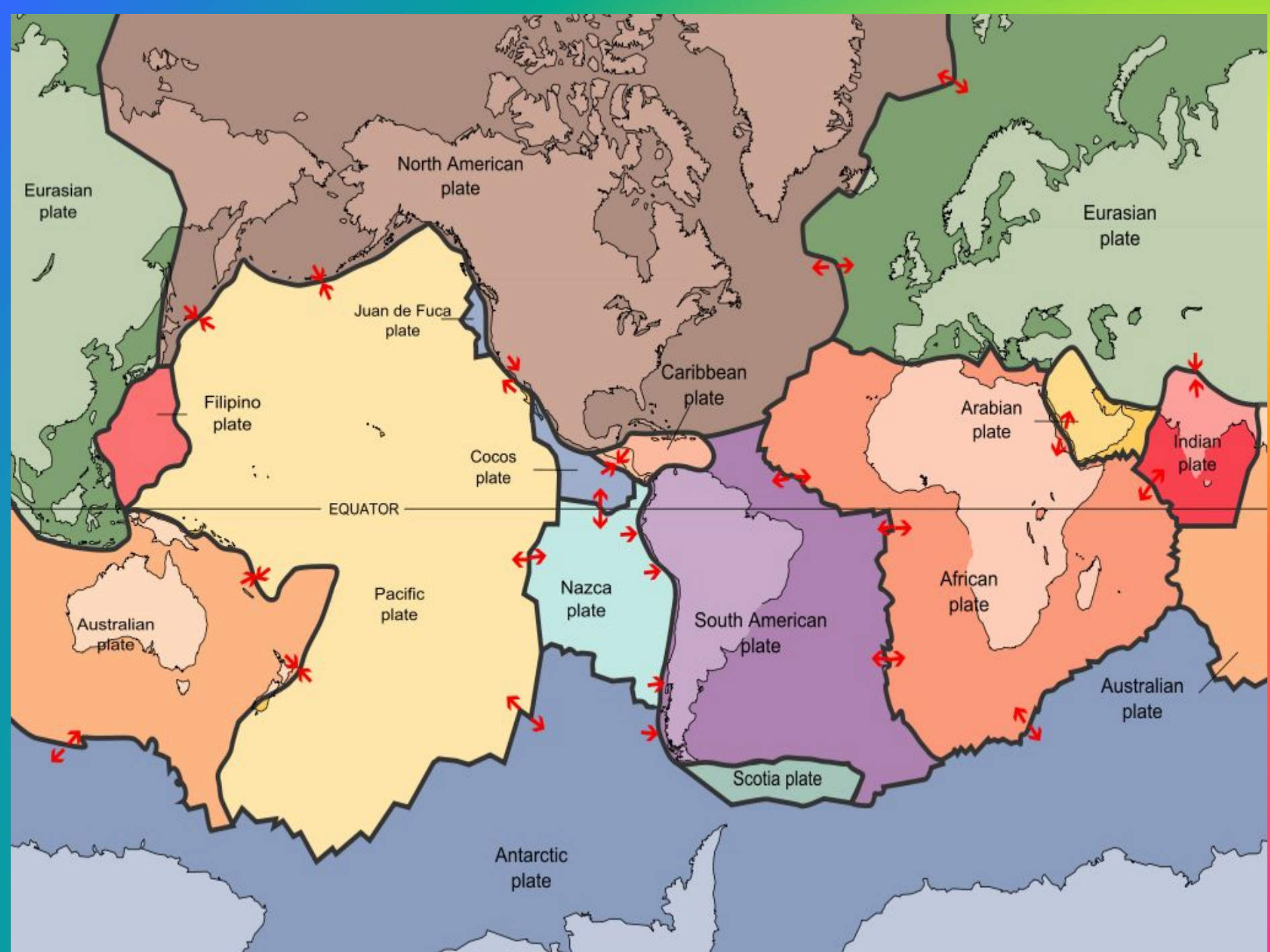
۲- محدوده کمر بند لرزه خیز آلپ - هیمالیا را مشخص کنید.

۳- در سال نهم با ورقه‌های سنگ کره آشنا شدید. دو تصویر رو به رو را با هم مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

Preliminary Determination of Epicenters

358,214 Events, 1963 - 1998





علل وقوع زمین لرزه در کشور ایران:

کشور ایران با قرار گرفتن در **کمربند لرزه خیز آلپ- هیمالیا**، همچون سایر مناطق واقع در کمربندهای لرزه خیز در کره زمین، تقریباً هر روز شاهد وقوع زمین لرزه در مناطق مختلف می باشد.

بسیاری از مناطق مسکونی ایران همچون **تبریز، ری، دامغان، نیشابور، طبس** و ... بارها توسط زمین لرزه ویران شده اند.

بسیاری از مناطق مسکونی، در معرض خطر زمین لرزه قرار دارند. آیا می دانید که با وقوع زمین لرزه، چه حوادثی در سطح محلی و ملی رخ می دهد؟

علت اصلی زمین لرزه:

علت اصلی زمین لرزه، حرکت ورقه های سنگ کره است. سنگ های سازنده پوسته در مقابل نیروی وارده، رفتار **الاستیک** از خود نشان می دهند.

چنانچه تنش از مقاومت سنگ فراتر رود، سنگ ها دچار **شکستگی** می شود و انرژی زمین لرزه از محل شکستگی به صورت امواج لرزه های، **آزاد** می شود.

گفت و گو کنید

- کدام یک از فعالیت‌های انسانی زیر می‌تواند باعث وقوع زمین لرزه شود؟
انفجار معدن - تخلیه ناگهانی آب پشت سد - شخم زدن زمین - انفجارهای اتمی -
آتش‌سوزی جنگل‌ها

کانون زمین لرزه :

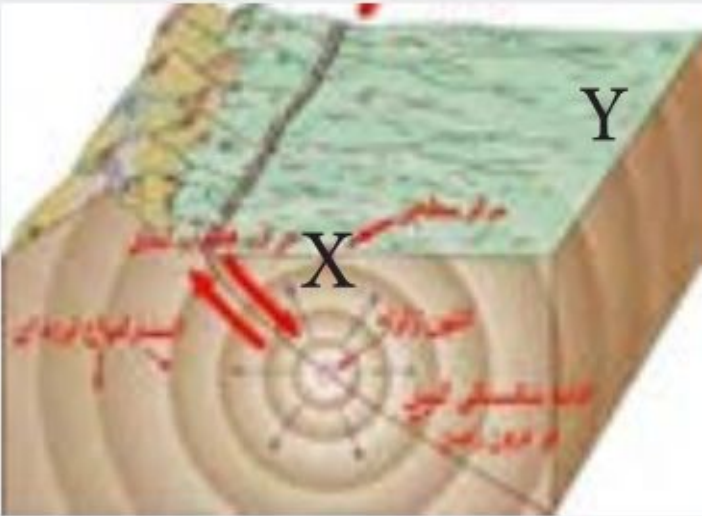
محلّی درون زمین است که انرژی ذخیره شده از آنجا آزاد می شود.

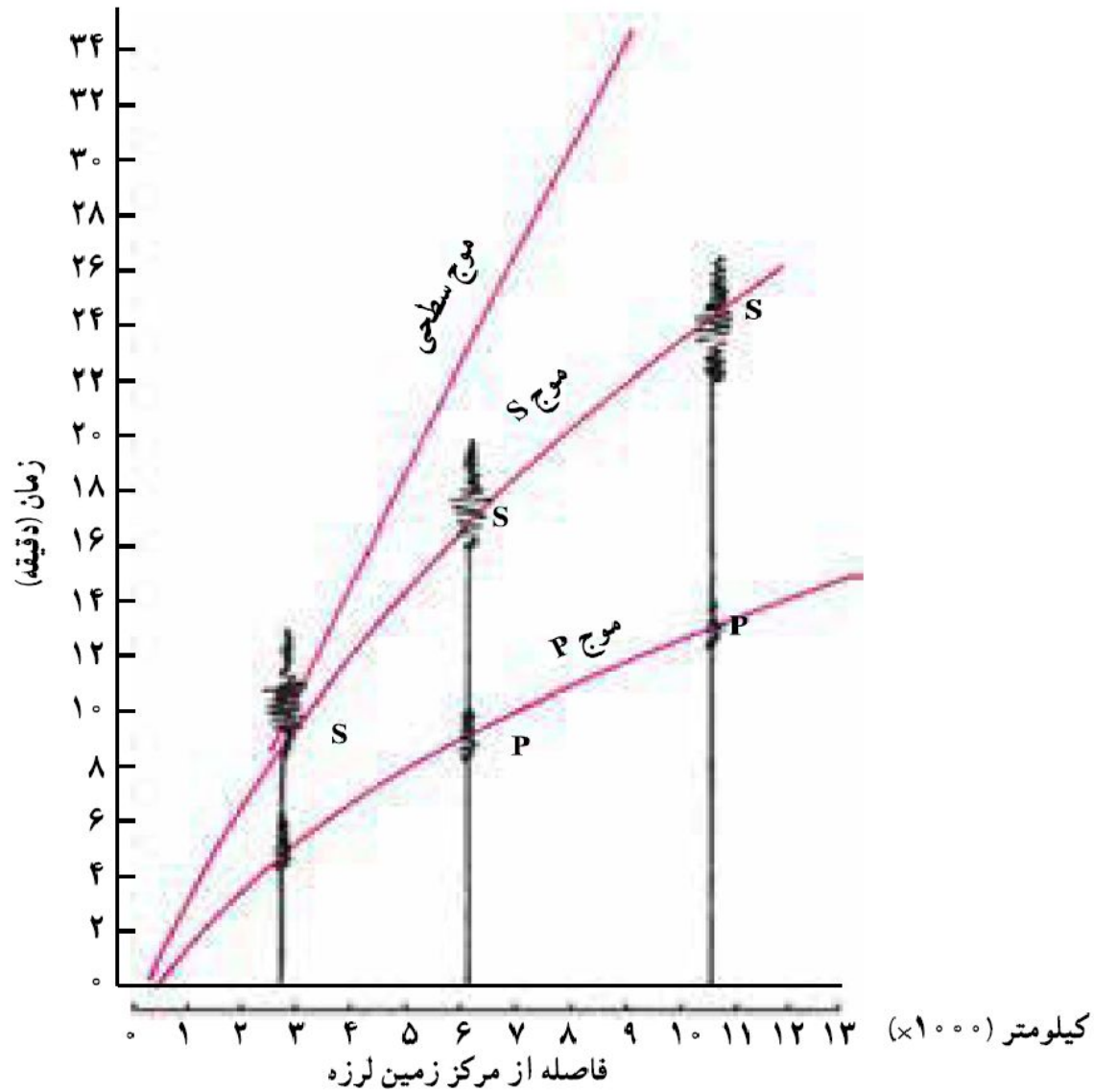
مرکز سطحی زمین لرزه :

نقطه ای در سطح زمین است که در بالای کانون زمین لرزه قرار دارد. این مرکز، کمترین فاصله را از کانون زمین لرزه دارد.

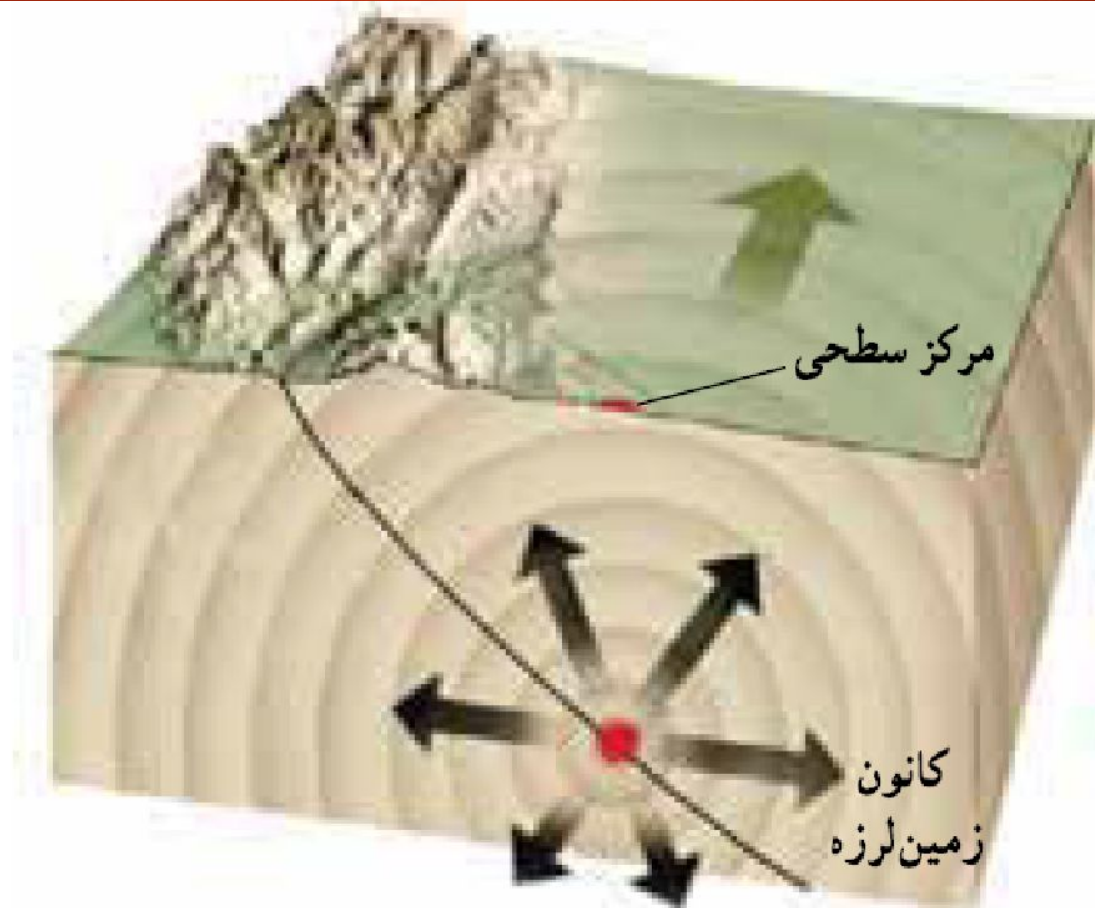
پاسخ دهید

- طرح سه بعدی مقابل، برخی از مشخصات محل وقوع زمین لرزه را نشان می‌دهد. با استفاده از اطلاعات موجود در تصویر، میزان خسارت احتمالی در دو نقطه X و Y را مشخص کنید.





منحنی ۱-۴ برای تعیین محل مرکز سطحی یک زمین لرزه، فاصله زمانی میان امواج مختلف رسیده به ایستگاه را با جداول و منحنی هایی که در مورد سرعت عبور این امواج وجود دارد مقایسه می کنند.



شکل ۲-۴- در لحظه وقوع زلزله، انرژی زیادی در محل کانون آزاد می شود.

امواج لرزه ای

امواج درونی:

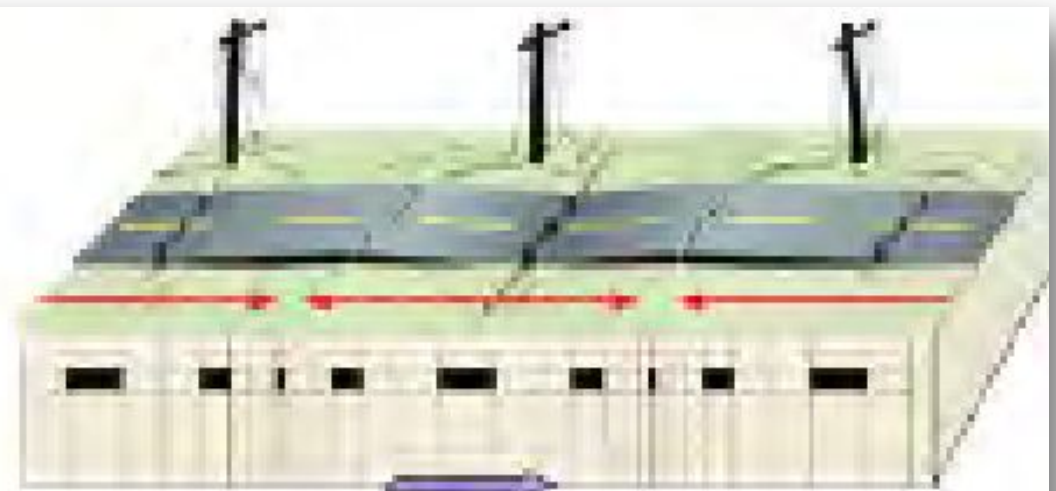
این امواج در کانون زمین لرزه ایجاد میشوند و در داخل زمین منتشر می گردند و شامل امواج P و S می باشند.

امواج (P اولیه، طولی)

امواج P بیشترین سرعت را دارند به همین دلیل، اولین امواجی هستند که توسط دستگاه لرزه نگار ثبت می شوند.

این امواج، از محیط های جامد، مایع و گاز می گذرند، سرعت امواج در محیط های مختلف، متفاوت است.

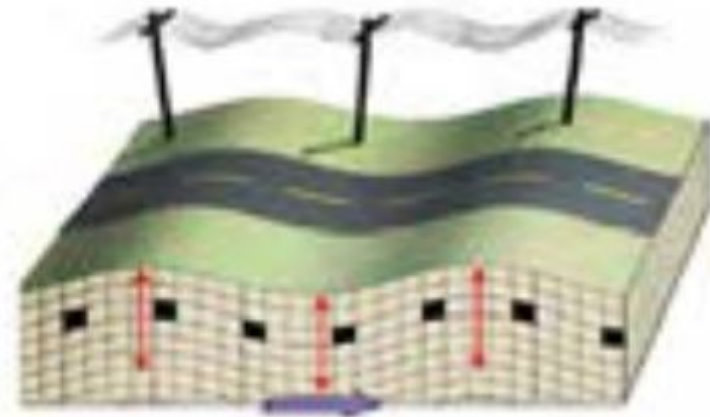
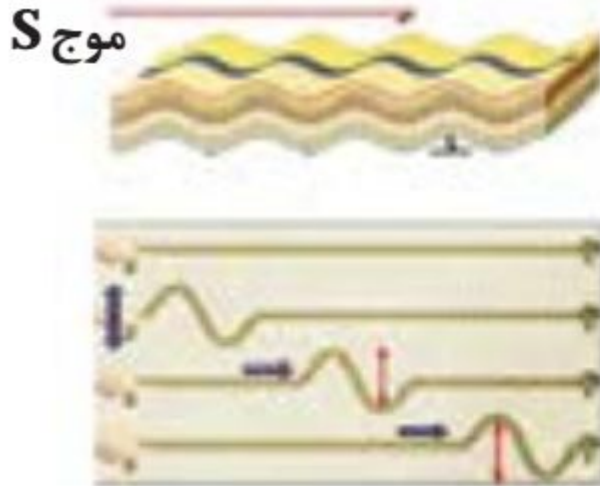
هر چه تراکم سنگ ها بیشتر باشد، امواج سریع تر حرکت می کنند.



شکل ۳-۶: موج P

امواج (S ثانویه، عرضی)

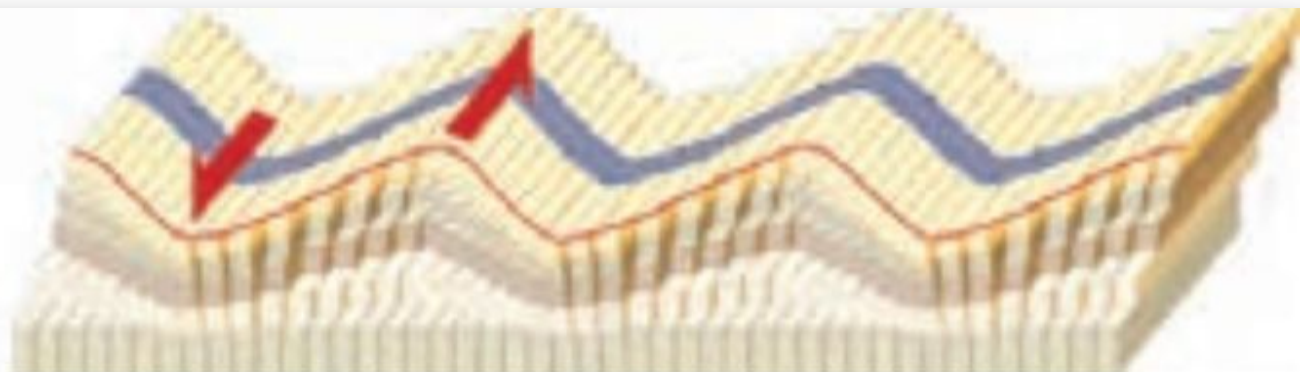
این امواج بعد از امواج P، توسط لرزه نگارها ثبت می شوند. این امواج، فقط از محیط های جامد عبور می کنند.



شکل ۴-۶: موج S

امواج سطحی:

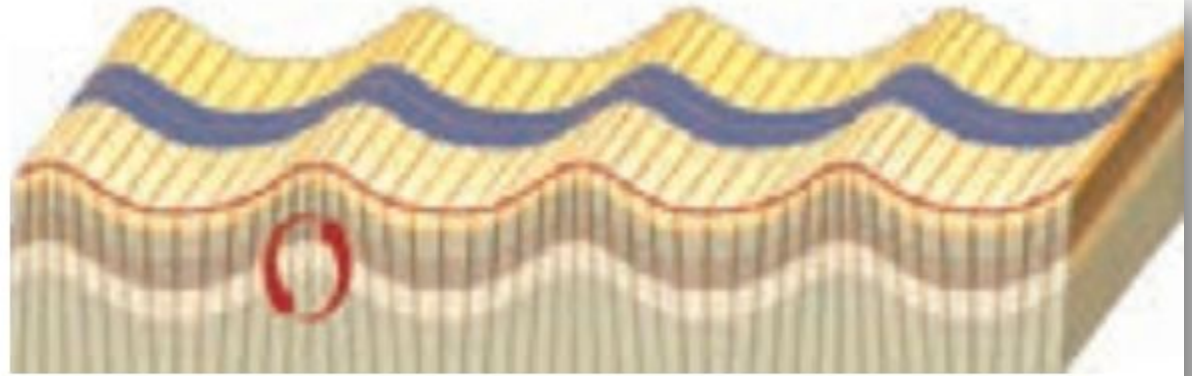
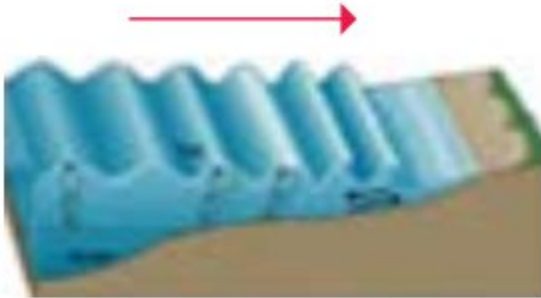
این امواج در کانون تولید نمی‌شوند؛ بلکه از برخورد امواج درونی با فصل مشترک لایه‌ها و سطح زمین ایجاد می‌شوند. متداول‌ترین آنها امواج L و ریلی (R) هستند. امواج L امواجی هستند که پس از موج S توسط لرزه‌نگارها ثبت می‌شوند.



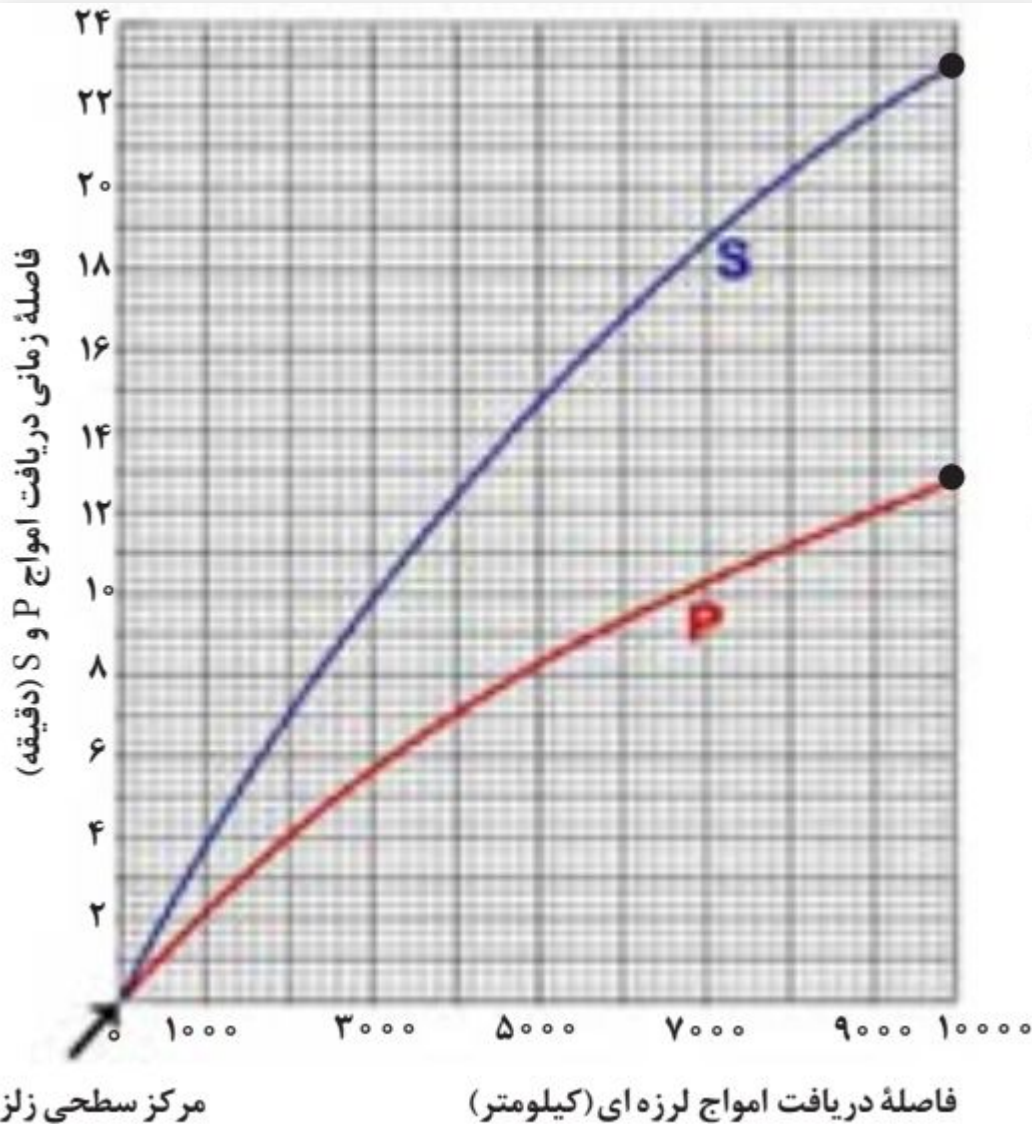
شکل ۵-۶: موج سطحی L

امواج R

آخرین امواجی هستند که توسط لرزه نگارها ثبت میشوند. حرکت این موج، شبیه امواج دریا است



شکل ۶-۶: موج سطحی R



امواج زمین لرزه، تا فاصله بسیار طولانی از کانون زمین لرزه منتشر می شوند. با ادامه انتشار آن ها در فاصله حدود 10000 کیلومتری از مرکز سطحی زمین لرزه، پس از آنکه موج P ثبت می شود، حدود 10 دقیقه طول می کشد تا موج S به این منطقه برسد.

شکل ۶-۷: منحنی امواج P و S

پیوند با ریاضی

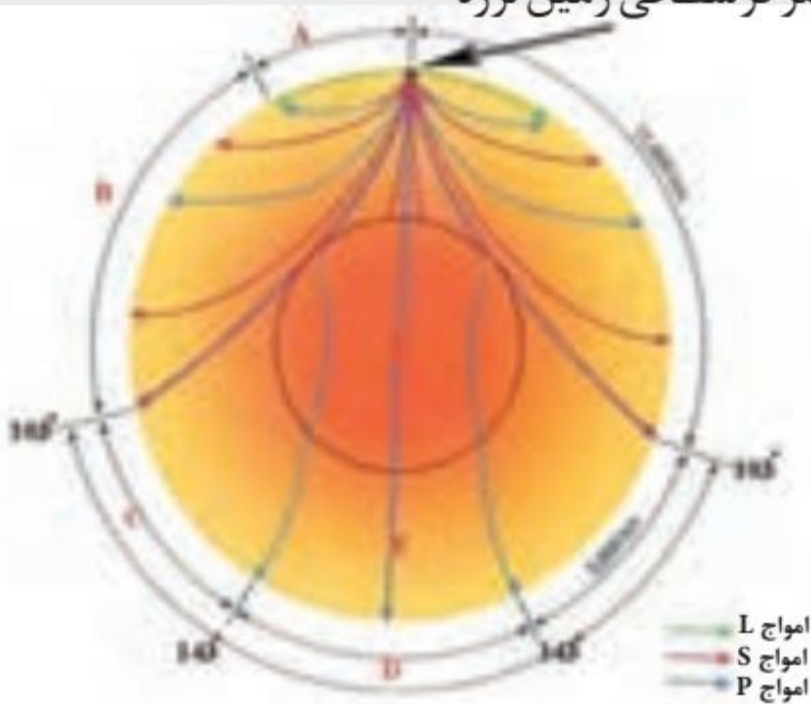
- ۱- جدول زیر، فاصله زمانی ثبت امواج P و S یک زمین لرزه، در سه ایستگاه لرزه نگاری را نشان می دهد. مرکز زمین لرزه را تعیین کنید.
- ۲- توضیح دهید چرا برای تعیین مرکز سطحی زمین لرزه، لازم است حداقل فاصله زمانی امواج P و S، در سه ایستگاه لرزه نگاری را داشته باشیم؟
- ۳- در فاصله ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ کیلومتری، موج S نسبت به P با چه اختلاف زمانی دریافت می شود؟

فاصله زمانی بین موج P و S	موقعیت ایستگاه
۲/۵ دقیقه	شمال
۵ دقیقه	جنوب شرقی
۱۲/۵ دقیقه	غرب

پاسخ دهید

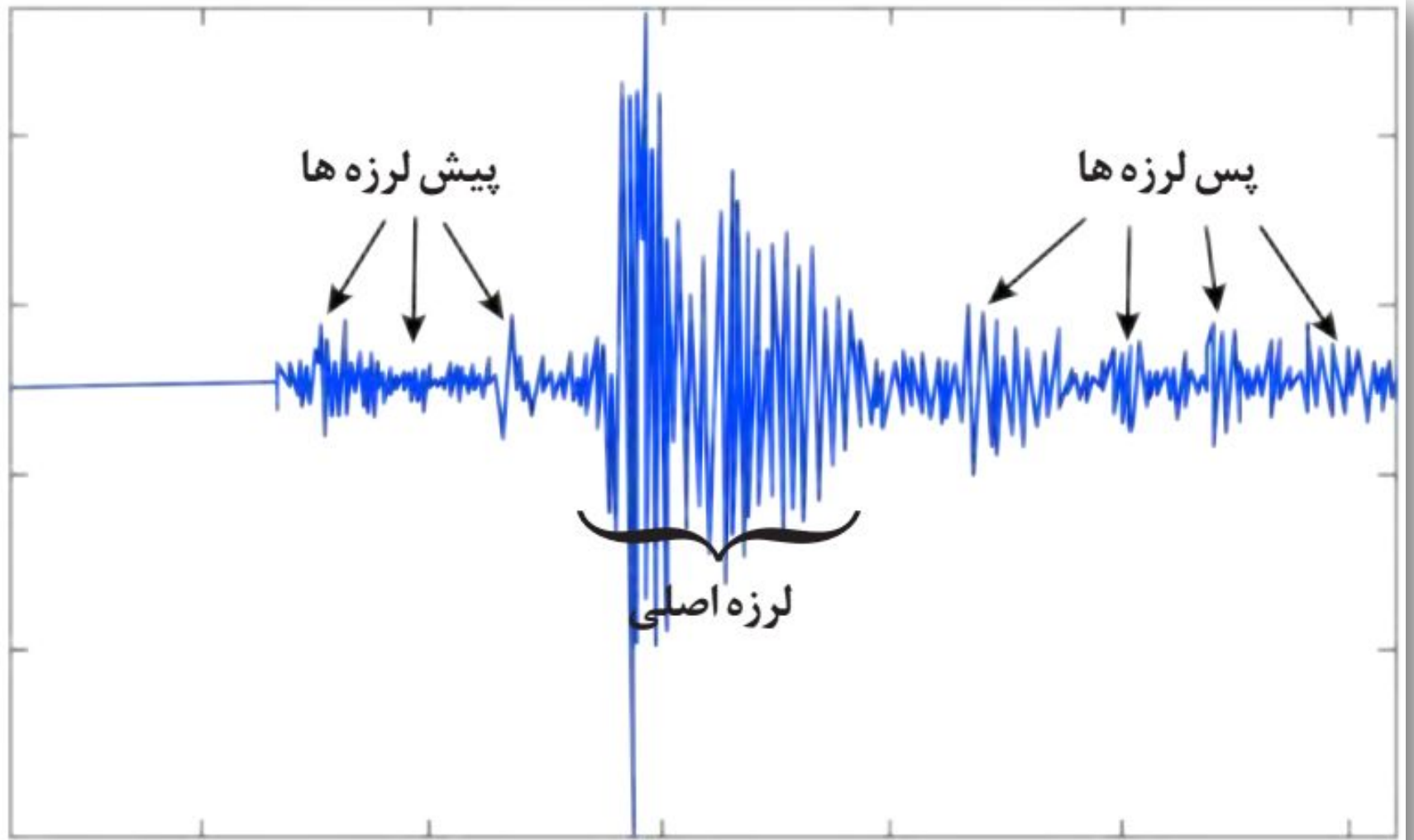
● با استفاده از اطلاعات موجود در تصویر رو به رو که انتشار امواج زمین لرزه ای در بخش های درون کره زمین را نشان می دهد، به پرسش زیر پاسخ دهید: کدام موج، پس از شکست در مرز هسته خارجی به درون آن وارد نمی شود؟ چرا؟

مرکز سطحی زمین لرزه



گروه لرزه ها:

در هر زمین لرزه، از گروه لرزه ها صحبت می شود که شامل **پیش لرزه**، **لرزه اصلی** و **پس لرزه** است. زمین لرزه، معمولاً کمتر از یک دقیقه طول می کشد.



شکل ۸-۶: گروه لرزه ها

روش های توصیف و اندازه گیری زمین لرزه:
برای توصیف و اندازه گیری زمین لرزه از دو
مقیاس **شدت** و **بزرگا** استفاده می شود.
مقیاس **شدت** بر حسب **مرکالی** است که میزان
خرابی های ایجاد شده را از 1 تا 12 طبقه بندی
می کند.



۱۹۸۵-۱۹۰۰ میلادی

• چارلز ریشر لرزه شناس، به دلیل ابداع مقیاس ریشر که در سال ۱۹۷۹ به مقیاس بزرگای گشتاوری ارتقا یافت، مشهور شد. این مقیاس، بزرگای زمین لرزه‌ها را مشخص می‌کند. ریشر با دقت در مطالعه زمین لرزه‌های کم عمق و عمیق که در سال ۱۹۲۸ به چاپ رسید، مقیاس خود را ابداع کرد و بعد از تکمیل این مقیاس با همکاری گوتنبرگ که با هم در مؤسسه تکنولوژی کالیفرنیا کار می‌کردند، اولین بار در سال ۱۹۳۵ از آن برای بیان بزرگای زمین لرزه استفاده کرد.

بزرگی (بزرگا)

چارلز ریشر:

ریشر، واحد اندازه گیری بزرگی زمین لرزه است که به افتخار چارلز ریشر نام گذاری شده است. وی برای اولین بار، بزرگی زمین لرزه را براساس مقدار انرژی آزاد شده محاسبه کرد.

ارتباط بین میزان انرژی آزاد شده با شدت ارتعاشات و دامنه نوسانات زمین لرزه: هرچه انرژی آزاد شده، توسط یک زمین لرزه **زیادتر** باشد **ارتعاشات** ناشی از آن، **شدیدتر** و **دامنه نوسانات امواج** آن زلزله، **بزرگ تر** خواهد بود. روش تعیین بزرگی زمین لرزه:

بزرگی (بزرگا) زمین لرزه را به کمک اطلاعات **لرزه نگار**، تعیین می کنند. این اطلاعات در حقیقت، همان اندازه گیری **دامنه امواج زمین لرزه**، برحسب **میکرون** است و **ریشر**، **لگاریتم بزرگ ترین دامنه موجی** است که در فاصله یک **صد کیلومتری** از مرکز یک زمین لرزه، توسط **لرزه نگار** استاندارد ثبت شده باشد.

ارتباط هر واحد بزرگ با دامنه امواج و مقدار انرژی آزاد شده توسط زمین لرزه

به ازای هر یک واحد بزرگ، دامنه امواج 10 برابر و مقدار انرژی $31/6$ برابر افزایش می یابد. بزرگی زمین لرزه در تمام نقاط زمین یکسان است، اما شدت آن با دور شدن از مرکز سطحی زمین لرزه کاهش می یابد.

پیوند با ریاضی

- مقدار انرژی آزاد شده و دامنه امواج زمین لرزه‌ای با بزرگای ۶ ریشتر، چند برابر زمین لرزه‌ای با بزرگای ۴ ریشتر است؟

فکر کنید

● بزرگا و شدت زمین لرزهٔ بم را در شهرهای بم و تهران با هم مقایسه کنید.

آیامی دانید

برخی پیش نشانگرها و پیش بینی زمین لرزه

به هر پدیده ای که قبل از وقوع زمین لرزه نشان می دهد تغییراتی در زمین در حال ایجاد شدن است؛ به گونه ای که بتوان با بررسی دقیق این تغییرات، زمین لرزه را پیش بینی کرد، پیش نشانگر گفته می شود.

انتشار گاز رادن: تغییر شکل حاصل از تنش، سبب خروج این گازها می شود و به مخازن آب زیرزمینی نفوذ می کند.

تغییر در سطح تراز آب زیرزمینی: سنگ‌ها در مجاورت گسل‌ها، تنش زیادی دریافت می‌کنند و سبب ایجاد تغییر فشار در سطح شکاف‌ها می‌گردد و باعث تغییر سطح آب زیرزمینی می‌شود.

پیش لرزه: ثبت امواج خفیف موسوم به ریزموج، با افزایش ناگهانی و منظم تعداد آنها، ممکن است نشانه‌ای بر رویداد لرزه‌ای بزرگ‌تر باشد. معمولاً فراوانی آنها با نزدیک شدن به زمان وقوع لرزه اصلی افزایش می‌یابد. هرچند برخی از زلزله‌های بزرگ فاقد پیش لرزه بوده و پس از یک دوره کامل آرامش اتفاق افتاده‌اند.

ناهنجاری در رفتار جانوران: معمول‌ترین ناهنجاری رفتاری جانوران در هنگام وقوع زمین لرزه شامل پرو بال زدن پرندگان به صورت هم زمان، هیجان‌زدگی جانورانی مانند گربه، موش، خروج مارها از لانه‌ها، زوزه کشیدن سگ‌ها، خروج کرم‌های خاکی و... است. پیش‌بینی زمان دقیق وقوع زمین لرزه (به ویژه زمین لرزه‌های بزرگ) تاکنون با موفقیت همراه نبوده است. بر مبنای داده‌های علمی، تنها می‌توان احتمال رویداد را برای پتانسیل زمین لرزه‌های آینده محاسبه کرد.

فعالیت

- محل‌های امن نسبت به زمین لرزه را در مدرسه و منزل مشخص کنید.

قبل از وقوع زمین لرزه چه باید کرد؟

- ۱- امکان خطر آتش‌سوزی، از طریق سیم‌های برق فرسوده، ارتباطات، نشتی لوله‌های گاز و وسایل گازسوز را بررسی کنید.
- ۲- محل فیوز اصلی برق و شیر اصلی گاز و آب را به خاطر بسپارید.
- ۳- وسایل شکستنی از قبیل ظروف شیشه‌ای و چینی، اشیاء و وسایل سنگین را در طبقات پایین قفسه‌ها بگذارید و قفسه‌ها را به دیوار متصل کنید.
- ۴- لامپ‌ها و لوسترهای سقفی را محکم کنید.
- ۵- محل‌های امن خانه، مدرسه یا محل کار خود را پیدا کنید.

هنگام وقوع چه باید کرد؟

- ۱- اگر خارج از ساختمان یا داخل ساختمان هستید همان جا بمانید زیرا بیشتر آسیب دیدگی‌ها مربوط به رفت و آمد افراد در زمان وقوع زمین لرزه است.
- ۲- اگر داخل ساختمان هستید به زیر یک میز محکم، چارچوب در، محل دارای سقف کم وسعت، یا کنار دیوارهای داخلی پناه بگیرید. از پنجره دور شوید. از شمع، کبریت و هرچه که شعله دارد، استفاده نکنید.
- ۳- در بیرون از ساختمان، از پل‌ها، تیرها، سیم‌های برق، ساختمان‌ها و دیوارها دور شوید.
- ۴- اگر داخل اتومبیل هستید، از پل‌ها و ساختمان‌ها فاصله بگیرید و فوراً متوقف شوید.

بعد از وقوع چه باید کرد؟

۱- مراقب پس لرزه‌ها باشید. رادیو را روشن کنید و به پیام‌ها و راهنمایی‌ها عمل کنید.

۲- مراقب سلامتی خود باشید.

۳- اگر بوی گاز می‌آید، شیر اصلی گاز را ببندید و پنجره‌ها را باز کنید. نشت گاز را به مقامات مربوطه گزارش دهید. در صورت آسیب دیدگی سیم‌های برق، برق را از محل کنترل خاموش کنید.

۴- اگر لوله‌های آب، صدمه دیده‌اند، شیر اصلی آب را ببندید.

۵- داروها و مواد شیمیایی زیان‌آور پخش شده را فوراً جمع کنید.

مهم‌ترین علت‌های آسیب‌دیدگی از زمین لرزه

- ۱- فرو ریختن ساختمان، شیشه پنجره‌های شکسته و در حال افتادن و قطعات ااثاثیه، زیرا ممکن است پس لرزه‌ها سبب فرو ریختن آنها شوند.
- ۲- خطرات آتش‌سوزی به علت شکستن لوله‌های گاز، اتصال سیم‌های برق به علت افتادن آنها بر روی زمین و بی‌آب ماندن به علت شکستن لوله‌های آب.

وسایل و مواد لازمی که باید همیشه در دسترس باشند

- ۱- پول نقد، چراغ قوه با باتری‌های اضافی، رادیو و آچار قابل تنظیم
- ۲- جعبه کمک‌های اولیه با داروها و مواد ضروری
- ۳- ظرف پر از آب و کپسول آتش‌نشانی
- ۴- غذاهای کنسرو شده و خشک برای مصرف یک هفته‌ای اعضای خانواده، در بازکن قوطی، کبریت، اجاق گاز قابل حمل (پیک‌نیک)
- ۵- شماره تلفن پلیس، آتش‌نشانی و اورژانس را به خاطر بسپارید.

چین خوردگی

علل پیدایش رشته کوه های البرز و زاگرس:

رشته کوه هایی مانند البرز و زاگرس، حاصل چین خوردگی بخشی از سنگ کره است.

انواع چین ها:

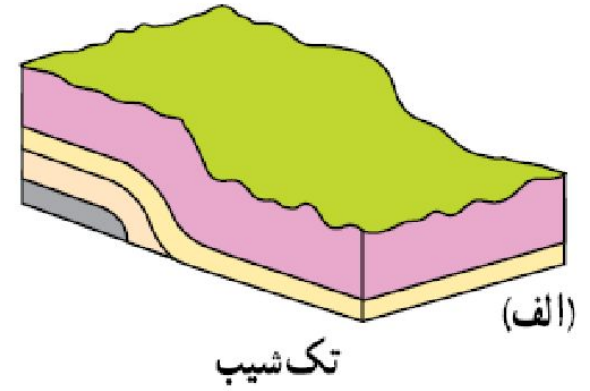
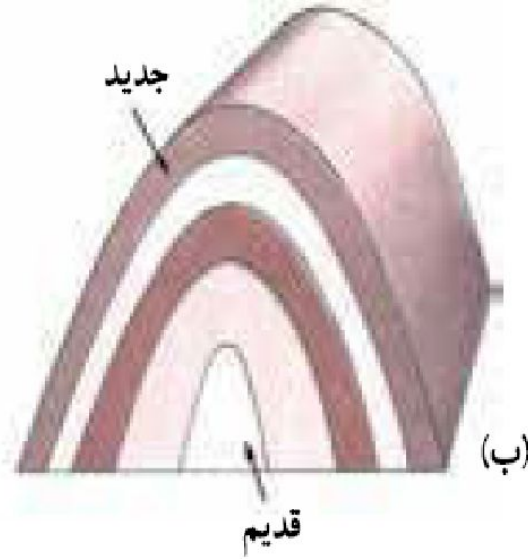
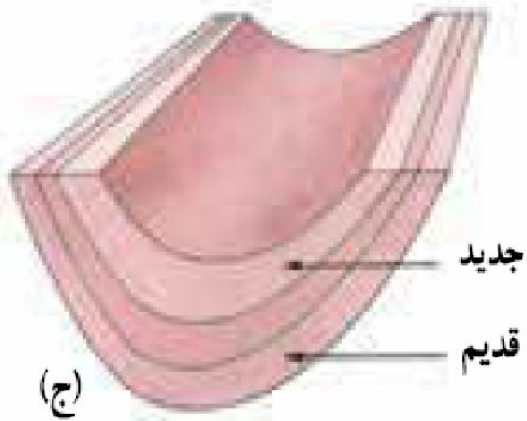
چین ها، به شکل های تک شیب، تاقدیس و ناودیس و ... دیده می شوند.

تاقدیس:

در صورتی که لایه های سنگی طوری خم شوند که **لایه های قدیمی تر در مرکز** و لایه های جدیدتر در حاشیه قرار گیرند، تاقدیس تشکیل می شود

ناودیس:

و چنان چه **لایه های جدیدتر در مرکز** و **لایه های قدیمی تر در حاشیه چین** قرار گیرند، ناودیس به وجود می آید.



شکل ۳-۶- انواع چین

ناودیس

طاقدیس

تک شیب



(ب)



(الف)

شکل ۹-۶: انواع چین، الف) تک شیب ب) تاقدیس و ناودیس

آتشفشان

امروزه فعالیت های آتشفشانی زیادی در جهان در حال وقوع است که حکایت از پویایی زمین دارد.

فعالیت آتشفشان ها در تمام نقاط کره زمین، داخل خشکی ها، در بستر اقیانوس ها، زیر دریاها و دریاچه های بزرگ صورت می گیرد.

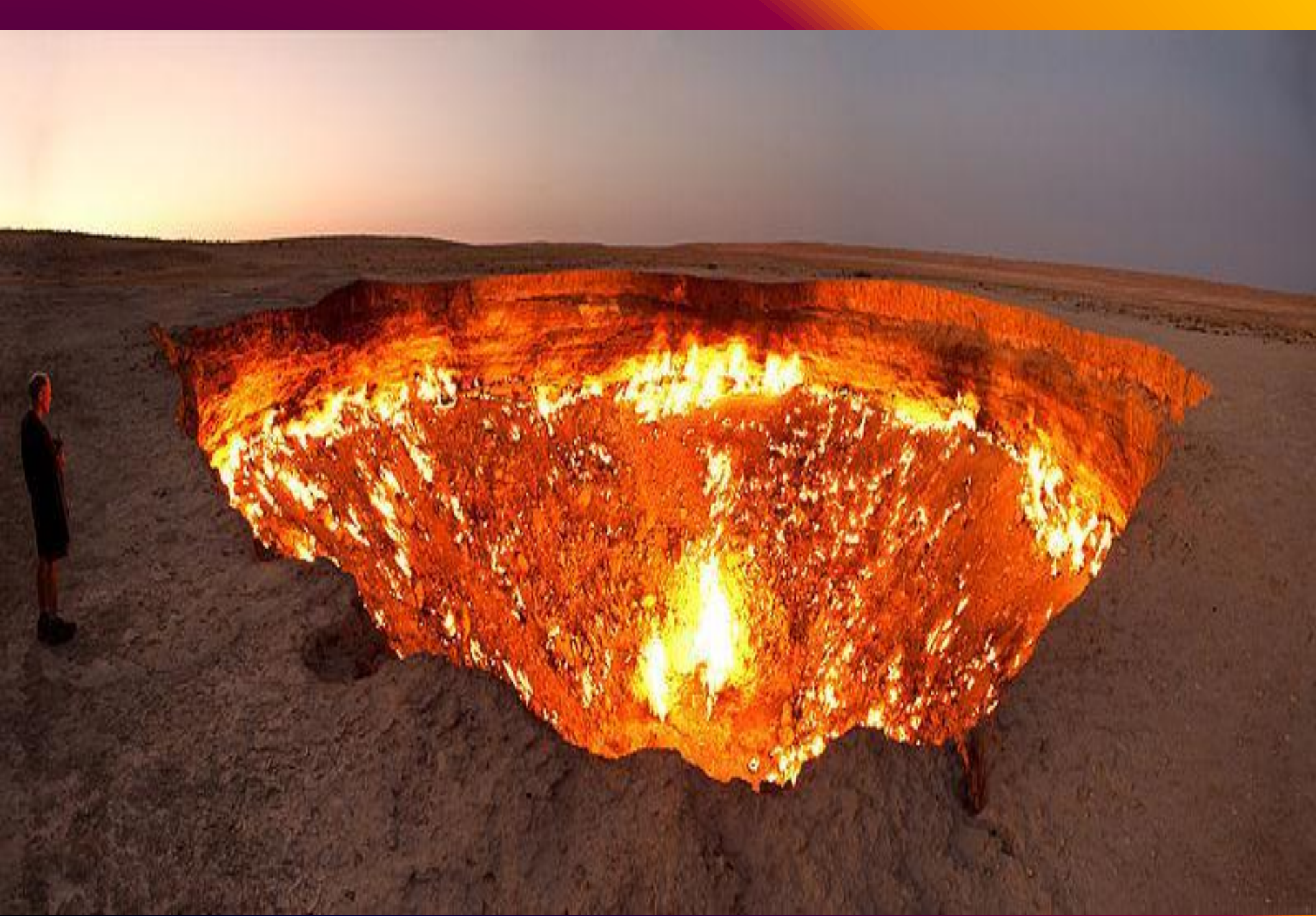
مواد خارج شده از آتشفشان ها:

مواد خارج شده از آتشفشان ها، به صورت جامد (تفرا) مایع (لاوا یا گدازه) و بخارهای آتشفشانی (فومرول) است.











قله آتشفشان اساریچیو که در جزیره‌های کوریل روسیه قرار دارد.





ب) دماوند



الف) تفتان

شکل ۱۰-۶: دو آتشفشان نیمه فعال ایران با فعالیت فومرولی

تفرا:

به مواد آتشفشانی جامد که به صورت ذرات ریز و درشت بر اثر فعالیت آتشفشان به هوا پرتاب می شود، تفرا گفته می شود.

جدول ۲-۶: اندازه ذرات جامد آتشفشان

اندازه ذرات	نام ذرات
کوچک تر از ۲ میلی متر	خاکستر
بین ۲ تا ۳۲ میلی متر	لاپیلی
بزرگ تر از ۳۲ میلی متر	قطعه سنگ و بمب (دوکی شکل)

سنگ های آذر آواری :

در آتشفشان های انفجاری، مواد جامد آتشفشانی به هوا پرتاب می شوند. از به هم چسبیدن و سخت شدن این مواد، گروهی از سنگ های آتشفشانی، به نام سنگ های آذر آواری تشکیل می شوند.

توف آتشفشانی :

در صورتی که خاکستر آتشفشانی در محیط های دریایی ته نشین شوند، توف آتشفشانی حاصل می شود.

توف سبز البرز (کرج):

توف ها در فوران آتشفشان های زیر دریایی، به خصوص در نقاط کم عمق آب تشکیل می شوند؛ به عنوان مثال می توان توف های سبز البرز را نام برد. توف، یک نوع سنگ آذر آواری است.



شکل ۱۱-۶: سنگ آذرآواری

گدازه:

گدازه ها، مواد مذابی هستند که از دهانه آتشفشان خارج می شوند. هر چه گدازه روان تر باشد، مخروط آتشفشان، شیب و ارتفاع کمتری دارد.

بخارهای آتشفشانی:

مواد مذاب درون زمین، حاوی مقداری گاز و بخار آب می باشد. ترکیب شیمیایی گازهای خروجی از آتشفشان، بسیار متفاوت است. بیشتر گازهای آتشفشانی را بخار آب، گازهای کربن دی اکسید، اکسیدهای گوگردی، نیتروژن دار، کلردار و کربن مونو اکسید تشکیل می دهند.

مرحله فومرولی:

پس از فعالیت یک آتشفشان، خروج گاز (مرحله فومرولی) ممکن است سال ها و حتی قرن ها ادامه داشت باشد.

در حال حاضر آتشفشان های **دماوند** و **تفتان** در مرحله فومرولی به سر می برند و از دهانه آن ها بخار آب، گاز گوگرد و... خارج می شود.



پ) خاکستر آتشفشانی



ب) گدازه



الف) بمب آتشفشانی

شکل ۱۲-۶: نوع و اندازه متفاوت مواد خروجی از دهانه آتشفشانها

فواید آتشفشان ها

تشکیل هواکره:

در گذشته همراه با سرد شدن زمین، بخش زیادی از گازهای درون زمین از طریق فعالیت آتشفشان ها، از شکستگی ها و منافذ خارج شدند و شرایط لازم برای تشکیل هوا کره فراهم گردید. **تشکیل آبکره:** بخشی از گازهای خروجی از آتشفشانها، با یکدیگر ترکیب شده و آب را به وجود آورده اند. آب، فرورفتگی های سطح زمین را پر کرده و باعث ایجاد اقیانوس ها، دریاها، دریاچه ها و رودها شده است.

تشکیل خاک و رسوب:

خاکستر و گدازه آتشفشانی از دهانه آتشفشان خارج می شود و خاک حاصلخیزی را به وجود می آورد. برخی از مزارع حاصلخیز جهان بر روی خاکسترهای آتشفشانی قرار گرفته است؛ مانند آمریکای مرکزی و اندونزی.

تشکیل پوسته جدید اقیانوسی:

خروج مواد مذاب گوشته از محور میانی رشته کوه های میان اقیانوسی، سبب تشکیل پوسته جدید اقیانوسی می شود. نتیجه این آتشفشانها، علاوه بر گسترش بستر اقیانوسها در این مناطق، سبب نزدیک شدن ورقه ها در محل گودال های اقیانوسی می شوند. در این مناطق، به علت برخورد ورقه ها، فرو رانش صورت می گیرد و کوه هابه وجود می آیند. کوه ها نیز، با ایجاد پستی و بلندی در سطح زمین، سبب تداوم فرسایش و رسوب گذاری می گردند.

رگه های معدنی:

فعالیت آتشفشانی منجر به تشکیل برخی رگه های معدنی مانند طلا، نقره، مس و آهن می شود.

چشمه های آبگرم:

اطراف آتشفشان ها، مناطق مناسبی برای تشکیل چشمه های آب گرم معدنی می باشند.

آب این چشمه ها از نظر بهداشتی برای درمان بیماری های پوستی و آرامش عضلانی مفید هستند و با جذب گردشگران، سبب رونق اقتصاد محلی می شوند.

آب هایی که درون پوسته هستند، گرم می شوند و از طریق شکستگی های سطح زمین، به صورت چشمه های آب گرم و... در سطح زمین ظاهر می شوند.



شکل ۱۳-۶: چشمه آب گرم در دامنه آتشفشان بزمان

انرژی زمین گرمایی:

در مناطق آتشفشانی، از گرمای درون زمین به عنوان انرژی زمین گرمایی استفاده می شود.

کشور ایسلند بخش عمده انرژی مورد نیاز خود را از انرژی زمین گرمایی تأمین میکند.

در کشور ما نیز، اولین نیروگاه زمین گرمایی خاورمیانه در مشکین شهر استان اردبیل تأسیس شده است.



شکل ۱۴-۶: نیروگاه زمین گرمایی مشکین شهر

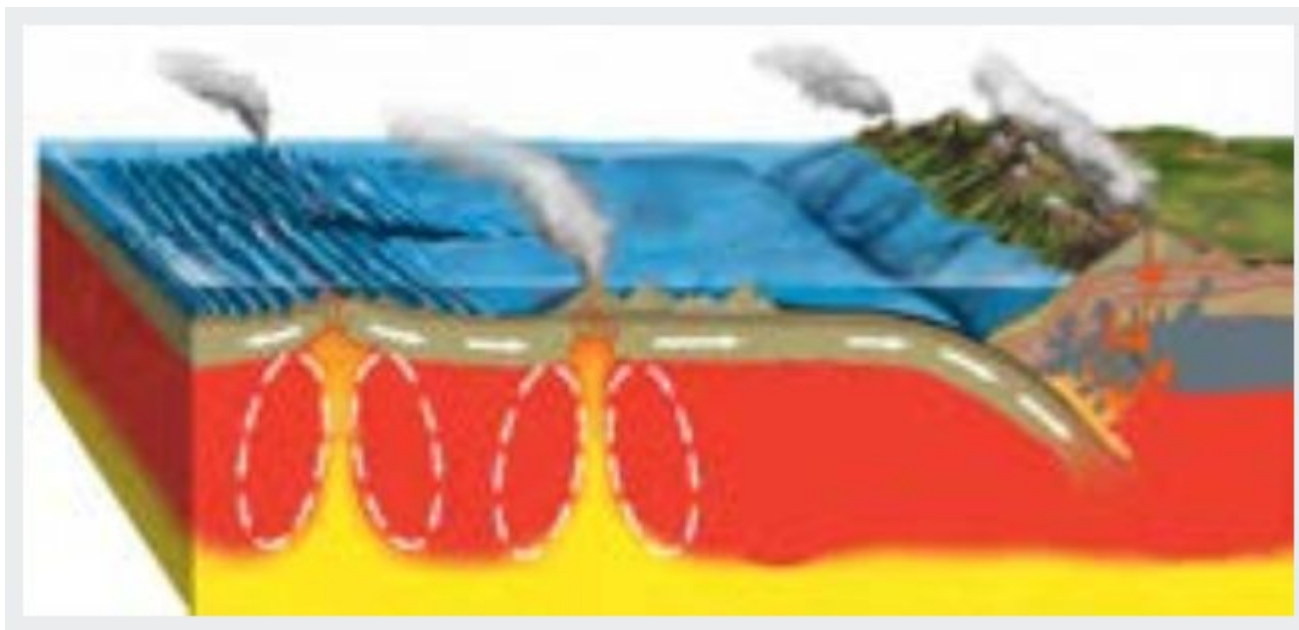
آتشفشان ها، افزون بر خروج انرژی درونی زمین، منجر به آرامش نسبی ورقه های سنگ کره می شوند. از انواع سنگ های آتشفشانی در نماسازی ساختمان ها و مصالح ساختمانی استفاده می شود.



علم، زندگی، کار آفرینی

- **ژئوفیزیک:** ژئوفیزیکدان ها، در مناطق قابل دسترسی، به مشاهده مستقیم می پردازند ولی، برای مطالعه ساختمان درونی زمین، که به راحتی در دسترس نیست و همچنین شناسایی ذخایر و معادن زیرزمینی با استفاده از امواج لرزه ای، بررسی مغناطیس زمین، مقاومت الکتریکی و شدت گرانش سنگ ها، به شناسایی درون آن می پردازند.

● **زمین ساخت (تکتونیک):** زمین شناسی ساختمانی و زمین ساخت، علم شناسایی و بررسی ساختارهای تشکیل دهنده پوسته زمین و نیروهای به وجودآورنده آنهاست. گسل ها، درزه ها، چین ها، و دیگر ساختارهای زمین، نقش مهمی در تجمع منابع زیرزمینی و احداث پروژه های عمرانی دارند. از سوی دیگر، زمین ساخت به مطالعه ساختار درونی زمین، چگونگی تشکیل رشته کوه ها، اقیانوس ها، زمین لرزه ها و ... می پردازد.



متخصصین این رشته‌ها، در مراکزی مانند سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مؤسسه ژئوفیزیک، پژوهشگاه زلزله، مدیریت بحران، شهرداری‌ها و ... به کار مشغول می‌شوند.



بازالت های منشوری - سریشه بیرجند