



گرمسار - استان سمنان

۶ فصل

پویایی 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 که باعث حرکت ورقه‌های سنگ کره شده است. جابه‌جایی ورقه‌های سنگ کره، سبب پیدایش پدیده‌های طبیعی مانند شکستگی، زمین لرزه، چین خوردگی، فوران آتشفشان و... می‌شود.



چین خوردگی



گسل (بزرگراه زنجان - میانه)



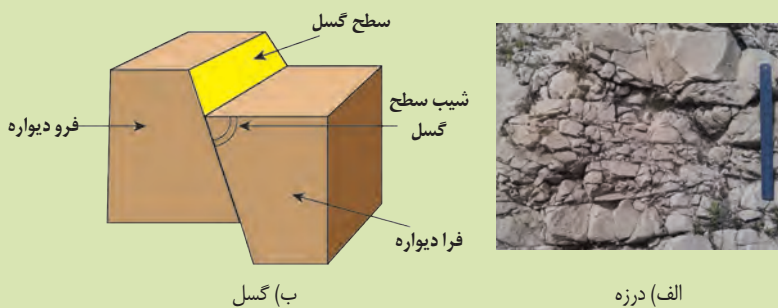
حرکت دامنه‌ای

شکستگی‌ها

شکستگی‌های پوسته زمین، یکی از نشانه‌های پویایی زمین است. مطالعه آنها در هنگام ساخت جاده‌ها، سدها، تونل‌ها و سایر سازه‌های مهندسی اهمیت زیادی دارد. افزون بر آن، در تجمع آب‌های زیرزمینی و ذخایر نفت و گاز و تشکیل کانسنگ‌های گرمابی حائز اهمیت می‌باشد.

یادآوری

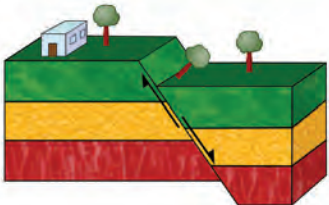
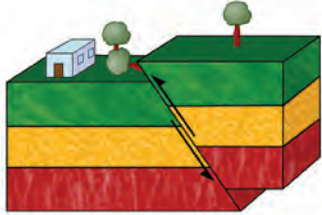
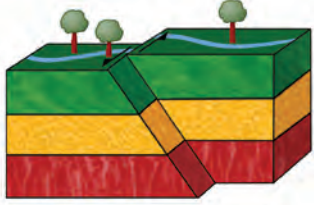
● در کتاب‌های درسی علوم تجربی آموختید که شکستگی‌ها، به دو دسته درزه و گسل تقسیم می‌شوند. تفاوت و تشابه درزه و گسل را بیان کنید.



شکل ۱-۶

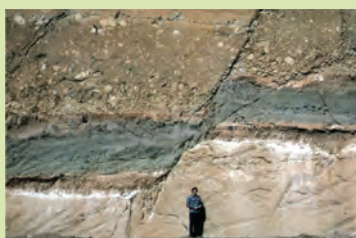
سطح گسل، شکستگی و جابه‌جایی در آن اتفاق افتاده است. اگر سطح گسل مایل باشد به طبقات روی سطح گسل، فرادیاره و به طبقات زیر سطح گسل، فرودیاره می‌گویند.

جدول ۱-۶- انواع گسل و ویژگی‌های آن

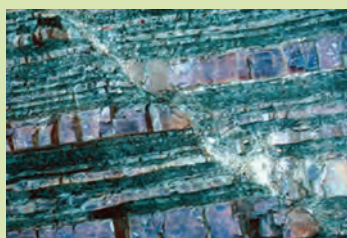
شکل	نوع تنش	ویژگی	نوع گسل
	کششی	۱- سطح گسل مایل است. ۲- فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت پایین یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت بالا حرکت کرده است.	عادی
	فشاری	۱- سطح گسل مایل است. ۲- فرادیواره نسبت به فرودیواره، به سمت بالا یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت پایین حرکت کرده است.	معکوس
	برشی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

فکر کنید

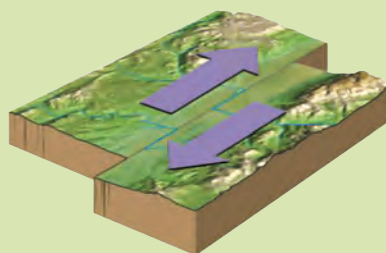
● در هر یک از گسل‌های زیر، نوع گسل را مشخص کنید.



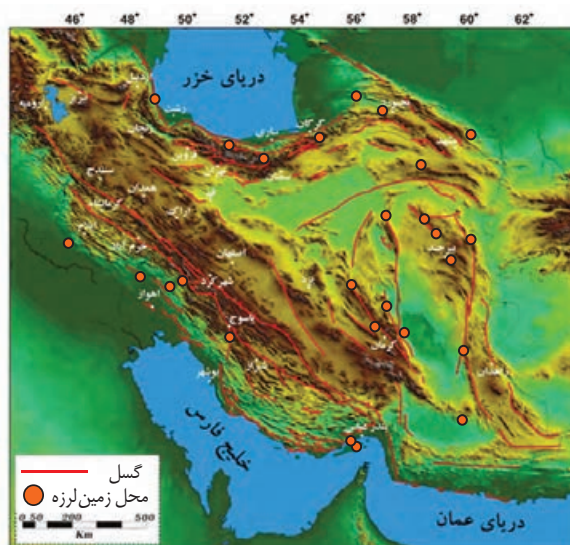
(ب)



(الف)



(پ)



شکل ۲-۶- نقشه خطر زمین لرزه در بخش‌های مختلف ایران. چه ارتباطی بین زمین لرزه‌ها با گسل‌ها دیده می‌شود؟

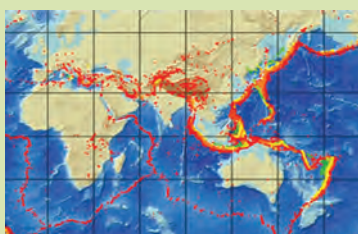
زمین لرزه

زمین لرزه، نشانه آشکاری از پویایی زمین و بخشی از نظام آفرینش این سیاره است. در هر زمین لرزه، مقدار انرژی انباشته شده در سنگ‌ها، به طور ناگهانی آزاد می‌شود و به صورت امواج لرزه‌ای به اطراف حرکت می‌کند. نگاهی به نقشه پراکندگی زمین لرزه‌ها نشان می‌دهد که توزیع آنها، در همه جا یکسان نیست.

علت اصلی زمین لرزه، حرکت ورقه‌های سنگ کره است. سنگ‌های سازنده سنگ کره در مقابل نیروی وارده، رفتار الاستیک از خود نشان می‌دهند. چنانچه تنش از مقاومت سنگ فراتر رود، سنگ‌ها دچار شکستگی شده و انرژی زمین لرزه از محل شکستگی به صورت امواج لرزه‌ای، آزاد می‌شود. در هر زمین لرزه، از گروه لرزه‌ها صحبت می‌شود که شامل پیش لرزه، لرزه اصلی و پس لرزه است. زمین لرزه، معمولاً کمتر از یک دقیقه طول می‌کشد.

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

کشور ایران با قرار گرفتن در کمربند لرزه خیز آلپ - هیمالیا، تقریباً هر روز شاهد وقوع زمین لرزه در مناطق مختلف می‌باشد. بسیاری از مناطق مسکونی ایران، بارها توسط زمین لرزه ویران شده‌اند.



● با استفاده از اطلاعات موجود در تصویر روبه‌رو در مورد پراکندگی جغرافیایی زمین لرزه‌های جهان، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:
۱- محدوده کمربند لرزه خیز آلپ - هیمالیا را مشخص کنید.

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

**با هم
بیندیشید**

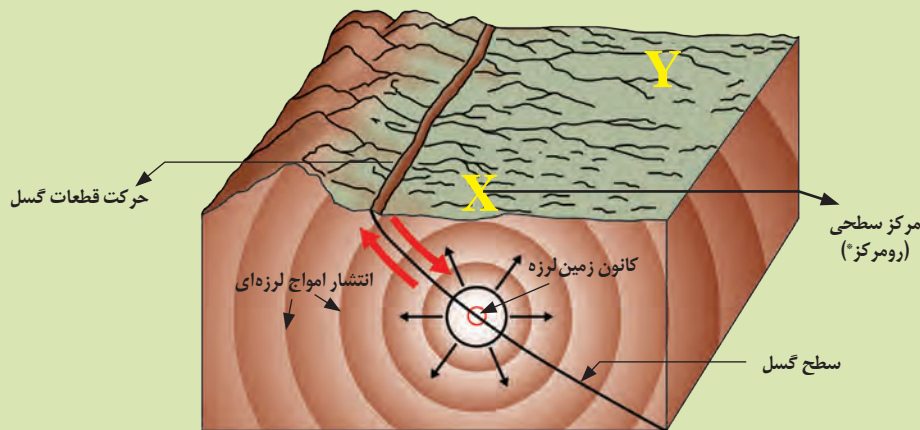
گفت و گو کنید

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

کانون زمین لرزه: ۱- محلی درون زمین است که انرژی ذخیره شده از آنجا آزاد می‌شود.
مرکز سطحی زمین لرزه: ۲- نقطه‌ای در سطح زمین است که در بالای کانون زمین لرزه قرار دارد. این مرکز، کمترین فاصله را از کانون زمین لرزه دارد.

یادآوری

- طرح سه بعدی زیر، 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 مقایسه کنید.

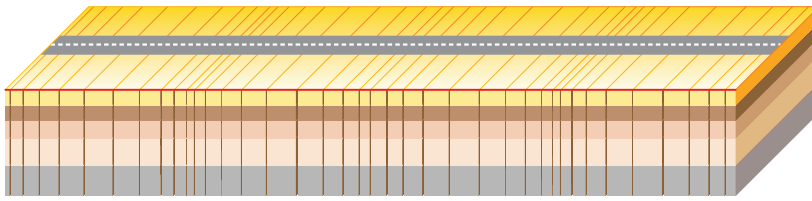


امواج لرزه‌ای

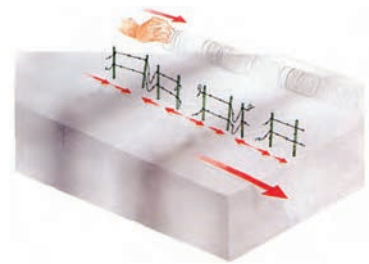
امواج درونی: این امواج در کانون زمین لرزه ایجاد می‌شوند و در داخل زمین منتشر می‌گردند و شامل امواج P و S می‌باشند.
موج P (اولیه، طولی): موج P، بیشترین سرعت را دارد به همین دلیل، اولین موجی است که توسط دستگاه لرزه نگار ثبت می‌شود. این موج، از محیط‌های جامد، مایع و گاز می‌گذرد، سرعت امواج در محیط‌های مختلف، متفاوت است. هر چه تراکم سنگ‌ها بیشتر باشد، امواج سریع‌تر حرکت می‌کنند.

۱- Hypocenter

۲- Epicenter

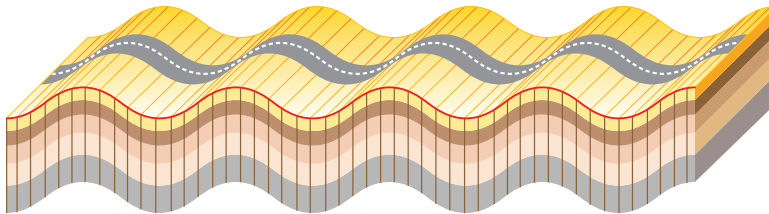


ب) نحوه حرکت موج طولی P



الف) امواج طولی (P)

موج S (ثانویه، عرضی): این موج بعد از موج P، توسط لرزه نگارها ثبت می‌شوند. این موج، فقط از محیط‌های جامد عبور می‌کند.

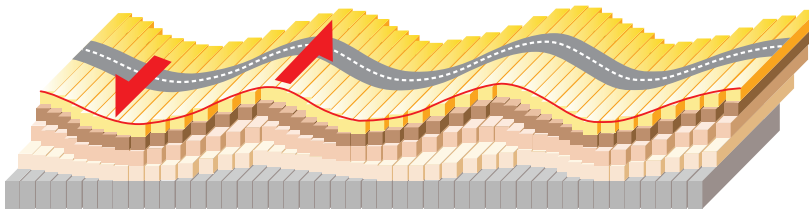


شکل ۳-۶- نحوه حرکت موج S



ب) امواج عرضی (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 لائو (L) و ریلی (R) هستند. موج L، موجی است که پس از موج S، توسط لرزه نگارها ثبت می‌شود.

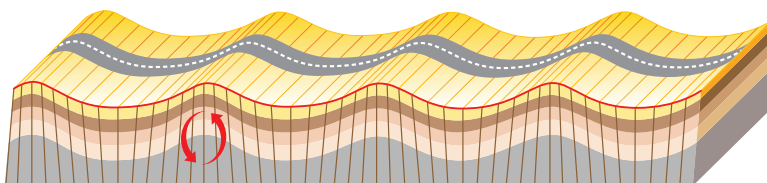


شکل ۴-۶- نحوه حرکت موج سطحی L

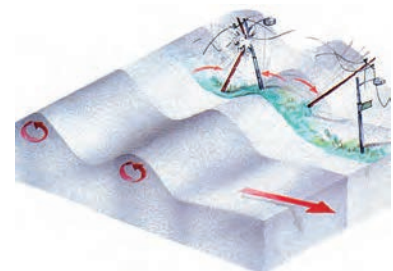


ج) امواج لائو (L)

موج R: مانند حرکت امواج دریا ذرات را در یک مدار دایره‌ای به ارتعاش درمی‌آورد. البته 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.



شکل ۵-۶- نحوه حرکت موج سطحی R



د) امواج ریلی (R)

برای توصیف و اندازه‌گیری زمین لرزه از دو مقیاس شدت و بزرگی استفاده می‌شود. **شدت زمین لرزه:** این مقیاس براساس میزان خرابی‌ها در هر زمین لرزه بیان می‌شود. در واقع شدت زمین لرزه، یک مقیاس مشاهده‌ای و توصیفی است که بدون استفاده از دستگاه و ابزار اندازه‌گیری، به توصیف میزان خرابی‌های ناشی از زمین لرزه می‌پردازد. با دور شدن از مرکز سطحی زمین لرزه، شدت زمین لرزه کاهش می‌یابد. مرکزی، شدت زمین لرزه را در مقیاس کم با عدد ۱ و در مقیاس ۱۲ ویرانی کامل، توصیف کرده است.

جدول مرکزی توصیفی

بیشتر بدانید

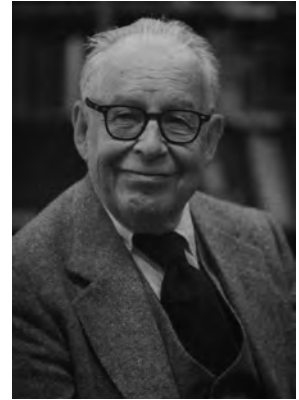
I. احساس نمی‌شود	احساس نمی‌شود، مگر در شرایط ویژه. تنها توسط دستگاه‌های لرزه‌نگار قابل ثبت است.
II. ضعیف	توسط افراد در حال استراحت و در طبقات بالای ساختمان‌ها حس می‌شود. برخی از اشیای آویزان ممکن است نوسان کنند.
III. ضعیف	در فضای باز و در طبقات بالایی ساختمان‌ها کاملاً قابل احساس است. مردم آن را به صورت زمین لرزه شناسایی نمی‌کنند. ارتعاش مانند عبور کامیون است. مدت زمان لرزش قابل تخمین است.
IV. ملایم	در طی روز در فضای بسته توسط افراد زیادی حس می‌شود و در فضای باز عده‌معدودی حس می‌کنند. در شب عده‌ای را از خواب بیدار می‌کند. بشقاب‌ها، پنجره‌ها و درب‌ها تکان خورده و صدا می‌کنند. در ماشین‌های ایستاده ارتعاش قابل درک است.
V. متوسط	زمین لرزه توسط هر فردی قابل احساس است. بسیاری از خواب بیدار می‌شوند. برخی از پنجره‌ها، بشقاب‌ها و غیره شکسته می‌شوند. گچ کاری ساختمان‌ها ترک می‌خورند. اشیای ناپایدار، واژگون می‌گردند. سر و صدای درختان و سایر اشیای مرتفع شنیده می‌شود و آونگ ساعت‌ها متوقف می‌گردند. درب‌ها باز و بسته می‌شوند و امتداد حرکت زمین لرزه قابل درک است.
VI. قابل توجه	زمین لرزه توسط بسیاری از افراد حس می‌شود و بسیاری از مردم وحشت‌زده به فضای باز پناه می‌آورند. اشیای سنگین جابه‌جا می‌شوند و قطعات از گچ کاری کنده می‌شود. دودکش‌ها فرو می‌ریزند و خسارات جزئی به بار می‌آید. افراد به حالت نامتعادل قدم می‌زنند یا می‌ایستند. پنجره‌ها، درب‌ها و بشقاب‌ها شکسته می‌شوند. ساختمان‌های خشتی و ضعیف ترک برمی‌دارند. زنگ‌های کوچک به صدا درمی‌آیند.
VII. قوی	مردم وحشت‌زده به فضای باز فرار می‌کنند. خسارت بسیار کمی در ساختمان‌هایی که خوب طراحی و ساخته شده‌اند وارد می‌شود. به ساختمان‌های متوسط و معمولی خسارات جزئی و متوسط وارد می‌گردد. خسارات قابل ملاحظه‌ای در ساختمان‌های ضعیف و بد طراحی شده وارد می‌شود. آجرهای سست، لقی می‌شوند. ایستادن مشکل می‌شود و اثاثیه شکسته می‌شوند. زنگ‌های بزرگ به صدا درمی‌آیند. زهکش‌های سیمانی آبرسانی خسارت می‌بینند. لغزش‌های کوچک اتفاق می‌افتد.
VIII. شدید	خسارت در ساختمان‌هایی که طراحی ویژه شده‌اند، بسیار جزئی است و در ساختمان‌های ضعیف بسیار شدید است. دیوارهای جداکننده به خارج از قاب ساختمان پرتاب می‌شوند. دودکش‌ها، ستون‌ها، دیوارها و دودکش‌های کارخانه‌ها و سنگ‌های یادبود سقوط می‌کنند. اشیای سنگین واژگون می‌گردند. تغییراتی در سطح آب چاه‌ها ایجاد می‌شود. ماسه و گل به مقدار کم بیرون زده می‌شوند. رانندگی مشکل می‌گردد. ترک‌هایی در زمین‌های مرطوب و شیب‌های ملایم ایجاد می‌شود. تغییراتی در آب و درجه حرارت چشمه‌ها و چاه‌ها ایجاد می‌شود. خانه‌های اسکلت‌دار بر روی سطح پی حرکت می‌کند. شاخه‌های درختان شکسته می‌شوند.
IX	خسارت قابل ملاحظه‌ای در ساختمان‌هایی که طراحی ویژه شده‌اند، ایجاد می‌شود. ساختمان‌های اسکلتی خوب طراحی شده کج می‌شوند. ساختمان بر روی پی تغییر مکان می‌دهد. ترک‌هایی آشکار در زمین ایجاد می‌گردد. خطوط لوله زیرزمینی شکسته می‌شوند. وحشت عمومی بر مردم غالب می‌شود. به ساختمان‌های ضعیف خسارات سنگین وارد می‌شود و حتی ممکن است کاملاً فرو بریزند. در مناطق آبرفتی ماسه و گل بیرون می‌آیند.
X	سازه‌های چوبی خوب ساخته شده ویران می‌شوند. بسیاری از سازه‌های اسکلت‌دار بنایی به همراه پی ویران می‌شوند. در زمین ترک‌های بزرگی ایجاد می‌گردد. خطوط راه‌آهن کج می‌شوند. زمین‌لغزش‌های قابل ملاحظه‌ای در کنار رودخانه‌ها و شیب‌های ملایم اتفاق می‌افتد. خسارات جدی به سدها و مخازن وارد می‌گردد. در زمین، لغزش‌های بزرگ اتفاق می‌افتد و آب از مخازن و کانال‌ها و رودخانه‌ها و دریاچه‌ها و غیره بیرون ریخته می‌شود.
XI	تعداد کمی از ساختمان‌ها استوار باقی می‌مانند. پل‌ها ویران می‌گردند. خطوط لوله زیرزمینی کاملاً غیرقابل استفاده می‌شوند. خطوط راه‌آهن به شدت کج می‌شوند. زمین باتلاقی می‌شود. لغزش‌هایی در زمین‌های نرم ایجاد می‌شود.
XII	ویرانی کامل، امواج بر روی سطح زمین مشاهده می‌شوند. اشیا به هوا پرتاب می‌شوند و سنگ‌های بزرگ جابه‌جا می‌شوند.

فکر کنید

• چه ایرادی به مقیاس شدت زمین لرزه وارد است؟

بزرگی زمین لرزه: بزرگی (بزرگا) زمین لرزه، براساس مقدار انرژی آزاد شده از زمین لرزه محاسبه می شود. هرچه انرژی آزاد شده، زیادتر باشد ارتعاشات ناشی از آن، شدیدتر و دامنه نوسانات امواج آن زمین لرزه، بزرگ تر خواهد بود. بزرگی زمین لرزه را به کمک اطلاعات لرزه نگار، تعیین می کنند. واحد اندازه گیری بزرگی، ریشتر است.

به ازای هر یک واحد بزرگی، دامنه امواج ۱۰ 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.



۱۹۸۵-۱۹۰۰ میلادی

مفاخر جهان

• چارلز ریشتر ژئوفیزیک دان، با ارائه گزارش مطالعه زمین لرزه های 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 می کردند، اولین بار در سال ۱۹۳۵ از آن برای بیان بزرگی زمین لرزه استفاده کرد.

ریشتر، لگاریتم بزرگ ترین دامنه موجی است که در فاصله یک صد کیلومتری از مرکز یک زمین لرزه، توسط لرزه نگار استاندارد ثبت شده باشد.

پیوند با ریاضی

• مقدار انرژی آزاد شده و دامنه امواج زمین لرزه ای با بزرگی ۶ ریشتر، چند برابر زمین لرزه ای با بزرگی ۴ ریشتر است؟

فکر کنید

• بزرگی و شدت زمین لرزه بم را در شهرهای بم و تهران با هم مقایسه کنید.

پیش بینی زمین لرزه

از گذشته تاکنون، بشر همواره به دنبال پیش بینی زمان وقوع حوادث طبیعی مانند زمین لرزه بوده است. از میلیون ها زمین لرزه کوچک و بزرگ که تاکنون رخ داده است، فقط تعداد انگشت شماری از آنها، قبل از وقوع، پیش بینی شده اند. علی رغم پیشرفت های وسیع ایجاد شده در دهه های اخیر، درباره فناوری های مختلف و علم لرزه شناسی، هنوز دانشمندان در زمینه روش های علمی قابل اعتماد برای پیش بینی زمان دقیق وقوع زمین لرزه به نتیجه نرسیده اند. البته زمین شناسان محل های لرزه خیز کره زمین را شناسایی کرده اند.

به برخی از علائم و نشانه ها که بتوان با استفاده از آنها وقوع زمین لرزه را پیش بینی کرد «پیش نشانگر» گفته می شود. برخی از این نشانه ها عبارت اند از:

- ۱- تغییرات گاز رادون در آب‌های زیرزمینی
- ۲- ایجاد تغییر در سطح تراز آب زیرزمینی
- ۳- پیش‌لرزه
- ۴- ناهنجاری در رفتار حیوانات
- ۵- ابر زمین‌لرزه

جمع‌آوری اطلاعات

● وقوع زمین‌لرزه چه فوایدی دارد؟
درباره فواید زمین‌لرزه، اطلاعات جمع‌آوری و در کلاس ارائه دهید.

ایمنی در برابر زمین‌لرزه

قبل از وقوع زمین‌لرزه چه باید کرد؟

- ۱- امکان خطر آتش‌سوزی، از طریق سیم‌های برق فرسوده، نشستی لوله‌های گاز و وسایل گازسوز را بررسی کنید.
- ۲- محل فیوز 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.
- ۶- بسته وسایل کمک‌های اولیه و مواد غذایی خشک لازم و ایمنی همچون چراغ قوه را تهیه و در جای مناسب قرار دهید.

هنگام وقوع زمین‌لرزه چه باید کرد؟

- ۱- بیشتر آسیب‌دیدگی‌ها مربوط به رفت و آمد افراد در زمان وقوع زمین‌لرزه است. هر جا هستید، در همان جا پناه بگیرید.
- ۲- اگر داخل ساختمان هستید به زیر یک میز محکم، محل دارای سقف کم وسعت، یا کنار دیوارهای داخلی پناه بگیرید. از شیشه پنجره‌ها دور شوید. از شمع، کبریت و هر چه 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 زمین‌لرزه چه باید کرد؟

- ۱- مراقب پس‌لرزه‌ها باشید.
- ۲- رادیو را روشن کنید و به پیام‌ها و راهنمایی‌ها عمل کنید.
- ۳- ضمن مراقبت از سلامتی خود به افراد ناتوان و کودکان کمک کنید.
- ۴- اگر بوی گاز می‌آید، شیر اصلی گاز را ببندید و پنجره‌ها را باز کنید. نشت گاز را به مقامات مربوطه گزارش دهید.
- ۵- در صورت آسیب‌دیدگی سیم‌های برق، کنتور برق را قطع کنید.
- ۶- اگر لوله‌های آب، صدمه دیده‌اند، شیر اصلی آب را ببندید.
- ۷- داروها و مواد شیمیایی زیان‌آور پخش شده را فوراً جمع کنید.

مهم ترین علت های آسیب دیدگی از زمین لرزه

۱- فرو ریختن ساختمان، شیشه پنجره های شکسته و در حال افتادن و قطعات اثاثیه، زیرا ممکن است پس لرزه ها سبب فرو ریختن آنها شوند.

۲- خطرات آتش سوزی به علت شکستن لوله های گاز، اتصال سیم های برق به علت افتادن آنها بر روی زمین و بی آب ماندن به علت شکستن لوله های آب.

وسایل و مواد لازمی که باید همیشه در دسترس باشند

۱- چراغ قوه با باتری های اضافی، پول نقد، رادیو و آچار قابل تنظیم

۲- جعبه کمک های اولیه با داروها و مواد ضروری

۳- کپسول آتش نشانی

۴- آب آشامیدنی

۵- غذاهای کنسرو شده و خشک برای مصرف یک هفته

اعضای خانواده، در بازکن قوطی، کبریت، اجاق گاز قابل حمل (پیک نیک)

۶- شماره تلفن پلیس، آتش نشانی و اورژانس



چین خوردگی

رشته کوه هایی مانند البرز و زاگرس، حاصل چین خوردگی بخشی از سنگ کره است. چین ها، به شکل های تک شیب، تاقدیس و ناودیس دیده می شوند. 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 و چنانچه لایه های جدیدتر در مرکز و لایه های قدیمی تر در حاشیه چین قرار گیرند، ناودیس به وجود می آید.



ب) تاقدیس و ناودیس



الف) تک شیب

شکل ۶-۶- انواع چین

امروزه فعالیت‌های آتشفشانی زیادی در تمام نقاط کره زمین، داخل خشکی‌ها، در بستر اقیانوس‌ها، دریاها و دریاچه‌های بزرگ صورت می‌گیرد.

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



دماوند



تفتان

شکل ۶-۷- آتشفشان نیمه‌فعال تفتان و دماوند با فعالیت فومرولی

تفرا: به مواد آتشفشانی جامد که به صورت ذرات ریز و درشت بر اثر فعالیت آتشفشان به هوا پرتاب می‌شود، تفرا می‌گویند.

جدول ۶-۲- اندازه ذرات جامد آتشفشان

اندازه ذرات (میلی‌متر)	نام ذرات
کوچک‌تر از ۲	خاکستر
بین ۲ تا ۳۲	لاپیلی
بزرگ‌تر از ۳۲	قطعه سنگ و بمب (دوکی شکل)



در آتشفشان‌های انفجاری، مواد جامد آتشفشانی به هوا پرتاب می‌شوند. با فرونشینی آنها بر سطح زمین، از به هم چسبیدن و سخت شدن این مواد، گروهی از سنگ‌های آتشفشانی، به نام سنگ‌های آذرآواری تشکیل می‌شوند.

در صورتی که خاکستر آتشفشانی در محیط‌های دریایی کم‌عمق ته‌نشین شوند، توف آتشفشانی به وجود می‌آید. به عنوان مثال می‌توان توف‌های سبز البرز را نام برد. توف، یک نوع سنگ آذرآواری است.

شکل ۶-۸- سنگ آذرآواری

گدازه: گدازه‌ها، مواد مذابی هستند که از دهانه آتشفشان خارج می‌شوند. هر چه گدازه روان‌تر (سیلیس کمتر) باشد، مخروط آتشفشان، شیب و ارتفاع کمتری دارد.

بخارهای آتشفشانی: مواد مذاب درون زمین، حاوی مقداری گاز و بخار آب می‌باشد. ترکیب شیمیایی گازهای خروجی از آتشفشان، بسیار متفاوت است. بیشتر گازهای آتشفشانی را بخار آب، گازهای کربن دی‌اکسید، اکسیدهای گوگردی، نیتروژن دار، کلردار و کربن مونو اکسید تشکیل می‌دهند. پس از فعالیت یک آتشفشان، خروج گاز (مرحله فومرولی) ممکن است سال‌ها و حتی قرن‌ها ادامه داشته باشد. در حال حاضر آتشفشان‌های دماوند و تفتان، در مرحله فومرولی به سر می‌برند و از دهانه آنها بخار آب، گاز گوگرد و... خارج می‌شوند.



پ) خاکستر آتشفشانی



ب) گدازه



الف) بیمب آتشفشانی

شکل ۹-۶- نوع و اندازه متفاوت مواد خروجی از دهانه آتشفشان‌ها

فواید آتشفشان‌ها

مطالعه درون زمین: هر آتشفشان به منزله پنجره‌ای به درون زمین است که از طریق آن اطلاعاتی در مورد پوسته و گوشته بالایی به دست می‌آید.

تشکیل هواکره: در گذشته همراه با سرد شدن زمین، بخش زیادی از گازهای درون زمین از طریق فعالیت آتشفشان‌ها، از شکستگی‌ها و منافذ سنگ‌ها و لایه‌های آبدار خارج شدند و شرایط لازم برای تشکیل هوا کره فراهم گردید.

تشکیل آب کره: بخشی از گازهای خروجی از آتشفشان‌ها، با یکدیگر ترکیب شده و آب را به وجود آورده‌اند. آب، فرورفتگی‌های سطح زمین را پر کرده و باعث ایجاد اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها و رودها شده است.

تشکیل خاک و رسوب: خاکستر و گدازه آتشفشانی از دهانه آتشفشان خارج می‌شود و خاک حاصلخیزی را به وجود می‌آورد. برخی از مزارع حاصلخیز جهان بر روی خاکسترهای آتشفشانی قرار گرفته است.

تشکیل پوسته جدید اقیانوسی: خروج مواد مذاب گوشته از محور میانی رشته کوه‌های میان اقیانوسی، سبب تشکیل پوسته جدید اقیانوسی می‌شود. نتیجه این آتشفشان‌ها، علاوه بر گسترش بستر اقیانوس‌ها، سبب نزدیک شدن ورقه‌ها در محل دراز گودال‌های اقیانوسی می‌شوند. در این مناطق، به علت برخورد ورقه‌ها، فرورانش صورت می‌گیرد و کوه‌ها به وجود می‌آیند. کوه‌ها نیز، با ایجاد پستی و بلندی در سطح زمین، سبب تداوم فرسایش و رسوب گذاری می‌گردند.



شکل ۱۰-۶- چشمه آب گرم در دامنه آتشفشان بزمان

تشکیل رگه‌های معدنی: فعالیت آتشفشانی منجر به تشکیل برخی رگه‌های معدنی مانند طلا، نقره و مس می‌شود.

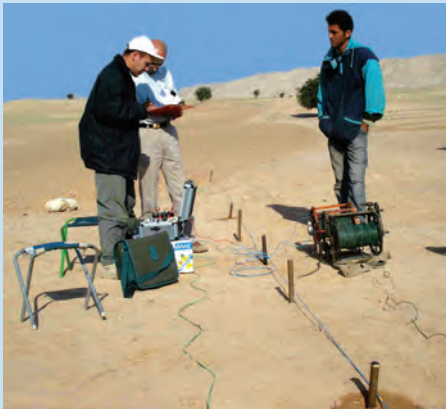
تشکیل چشمه‌های آب گرم: اطراف آتشفشان‌ها، مناطق مناسبی برای تشکیل چشمه‌های آب گرم معدنی می‌باشند. آب‌هایی که درون پوسته هستند، گرم شده و از طریق شکستگی‌های سطح زمین، به صورت چشمه‌های آب گرم در سطح زمین ظاهر می‌شوند. آب این چشمه‌ها از نظر بهداشتی برای درمان بیماری‌های پوستی و آرامش عضلانی مفید هستند و با جذب گردشگران، سبب رونق اقتصاد محلی می‌شوند.



شکل ۱۱-۶- نیروگاه زمین گرمایی مشکین شهر- اردبیل

انرژی زمین گرمایی: در مناطق آتشفشانی، از گرمای درون زمین به عنوان انرژی زمین گرمایی استفاده می‌شود. کشور ایسلند بخش عمده انرژی مورد نیاز خود را از انرژی زمین گرمایی تأمین می‌کند. اولین نیروگاه زمین گرمایی خاورمیانه نیز در نزدیکی آتشفشان سبلان در استان اردبیل تأسیس شده است.

آتشفشان‌ها، افزون بر خروج انرژی درونی زمین، منجر به آرامش نسبی ورقه‌های سنگ کره می‌شوند. از انواع سنگ‌های آتشفشانی در نمای ساختمان‌ها و مصالح ساختمانی استفاده می‌شود.



● ژئوفیزیک: ژئوفیزیک‌دان‌ها، برای مطالعه ساختمان درونی زمین، که به راحتی در دسترس نیست و همچنین شناسایی ذخایر و معادن زیرزمینی با استفاده از امواج لرزه‌ای، بررسی مغناطیس زمین، مقاومت الکتریکی و شدت گرانش سنگ‌ها، به مطالعه آنها می‌پردازند.

● زمین ساخت (تکتونیک): زمین شناسی ساختمانی و زمین ساخت، علم شناسایی و بررسی ساختارهای تشکیل دهنده پوسته زمین و نیروهای به وجودآورنده آنهاست. گسل‌ها، درزه‌ها، چین‌ها و دیگر ساختارهای زمین، نقش مهمی در تجمع منابع زیرزمینی و احداث پروژه‌های عمرانی دارند. از سوی دیگر، زمین ساخت به مطالعه ساختار درونی زمین، چگونگی تشکیل رشته کوه‌ها، اقیانوس‌ها، زمین لرزه‌ها و حرکت ورقه‌های سنگ کره می‌پردازد.

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

