

ماهیت

# زلزله

( اقدامات قبل، حین و بعد از وقوع آن )

تقدیم به

کسانی که می خواهند زلزله را باور کنند  
و با اقدامات لازم ؛ ایمن زندگی کنند

## فهرست مطالب

پیشگفتار	۱
۱- مقدمه	۱
۲. ساختار زلزله	۲
۲-۱. کانون و مرکز زلزله	۲
۲-۲. گسل	۳
۲-۳. امواج	۴
۳. علل زلزله	۴
۳-۱. نظریه حرکت ارتجاعي	۵
۳-۲. فعالیتهای انسان	۵
۴. پراگندگی	۶
۴-۱. زلزله های تکتونیک	۶
۴-۲. زلزله های آتشفشانی	۶
۵. مکانهای زلزله	۷
۶. اثرات زلزله	۸
۶-۱. تکان خوردن و لغزش زمین	۸
۶-۲. آتش سوزی	۹
۶-۳. امواج سونامی و سیل	۹
۶-۴. بیماری	۱۰

۷. کاهش خسارت ..... ۱۰
- ۷\_۱. طراحی ساختمان ..... ۱۱
- ۷\_۲. برنامه آمادگی در شرایط اضطراری ..... ۱۱
۸. مطالعه زلزله ها ..... ۱۲
- ۸\_۱. اندازه گیری زلزله ..... ۱۲
- ۸\_۲. پیش بینی زلزله ..... ۱۴
- ۸\_۳. ساختار درونی زمین ..... ۱۵
۹. لرز شهای بیرون از کره زمین ..... ۱۶
۱۰. اقدامات قبل از وقوع زلزله ..... ۱۷
- ۱۰\_۱. بررسی خطرات در خانه ..... ۱۷
- ۱۰\_۲. شناسایی مکانهای امن در داخل و خارج خانه ..... ۱۷
- ۱۰\_۳. طرح یک برنامه ارتباط اضطراری ..... ۱۸
- ۱۰\_۴. آمادگی افراد جامعه ..... ۱۸
۱۱. اقدامات در هنگام وقوع زلزله ..... ۱۸
- ۱۱\_۱. اگر در داخل خانه هستید ..... ۱۸
- ۱۱\_۲. اگر در خارج خانه هستید ..... ۱۹
- ۱۱\_۳. اگر در یک وسیله نقلیه در حال حرکت هستید ..... ۱۹
- ۱۱\_۴. اگر در زیر آوار مانده اید ..... ۲۰
۱۲. اقدامات پس از وقوع زلزله ..... ۲۰

## پیشگفتار

در گذرگاه تاریخ حوادث طبیعی متعددی همچون سیل، زلزله، خشکسالی، لغزش زمین، برفکوج و ... در سرزمین افغانستان به وقوع پیوسته است. در این میان زلزله یکی از مهمترین حوادثی بوده که خسارات جانی و مالی فراوانی بر جای گذاشته است. از جمله می توان به زلزله بدخشان، تخار، ننگرهار، خوست و... اشاره نمود که دهها هزار نفر در این حوادث جان های شریین خود را از دست داده اند .

حوادث اخیر، در واقع نقطه عطفی است در تاریخ حوادث کشور، تا مسئولین با رویکرد تازه، راهکارهای مناسبی را به منظور کاهش اثرات ناشی از حوادث طبیعی برگزینند.

بی تردید، جامعه با شناخت، آموزش و آمادگی جهت مقابله با حوادث، خود بزرگترین و بهترین عامل در کاهش خسارات ناشی از حوادث خواهند بود .

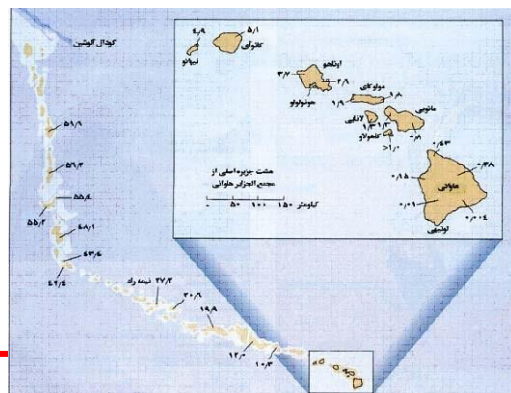
بدین منظور، موضوع "ماهیت زلزله" جهت شناخت اجمالی از این حادثه طبیعی، برای آگاهی عموم تهیه شده است

## ۱. مقدمه

زلزله، تکان خوردن زمین در اثر حرکت سریع پوسته سخت خارجی زمین است. زلزله هنگامی رخ می دهد که نیروی کششی ذخیره شده در درون زمین و در پوسته سخت و صخره های آن ناگهان آزاد می شود و این انرژی رها شده از طریق امواج زلزله به سطح زمین منتقل می شود. به مطالعه زمینلرزه و امواجی که بوجود می آورد زلزله شناسی (Seismology) و به دانشمندی که در مورد زلزله مطالعه می کنند زلزله شناس (Seismologist) میگویند .

میزان تخریب یک زلزله به بزرگای/بزرگی (Magnitude) و طول مدت آن، و یا میزان تکان های ایجاد شده بستگی دارد. البته طراحی یک ساختمان و مصالح بکار رفته در آن نیز در میزان تخریب ایجاد شده مؤثر است. زمین لرزه ممکن است خیلی کوچک و نامحسوس باشد و یا در طول هزاران کیلومتر دورتر باعث ایجاد تکان شود. در عین حال زلزله می تواند باعث تغییر شکل زمین شود و ساختمانها و دیگر ساختارهای روی آن را تخریب کن، و نیز ایجاد سونامی (Tsunami) " امواج بسیار بزرگ بحر" بنماید. این خرابی ها میتواند تلفات بسیاری را در بر داشته باشد .

در تمام دنیا روزانه چندصد زلزله رخ می دهد و شبکه جهانی زلزله نگاری در هر روز در حدود میلیون ها زلزله را ثبت می نماید. زلزله های بزرگ جهان، مانند زلزله آلاسکا ۱۹۶۴ که میلیون ها دلار خرابی به بار آورد هر چند سال یک بار رخ



میدهد

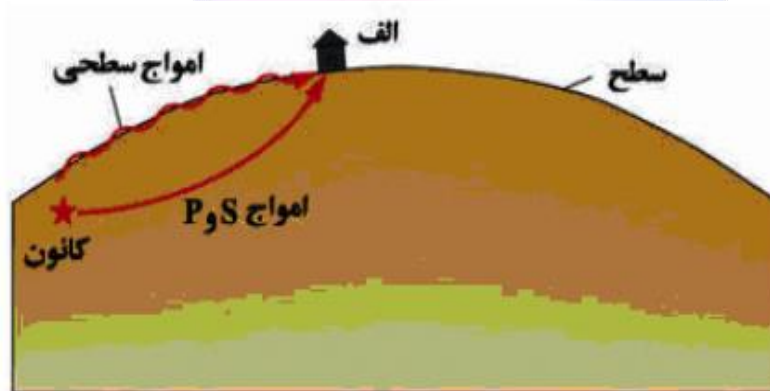
در چندصد سال اخیر، میلیونها نفر در سراسر دنیا در اثر زلزله کشته شده اند، از آن جمله می توان از زلزلهٔ تانگشان چین در ۱۹۶۷ نام برد که بیش از ۲۴۰.۰۰۰ نفر کشته بر جای گذاشت. در سراسر جهان، زلزله خرابیهای ساختاری و مالی بسیاری ایجاد نموده است. اقدامات احتیاطی مانند آموزش و برنامه ریزی برای مقابله با زلزله و نیز مقاوم سازی و انعطاف پذیر کردن ساختمانها میتواند خسارات مالی و جانی ناشی از زلزله را کاهش دهد.

## ۲. ساختار زلزله

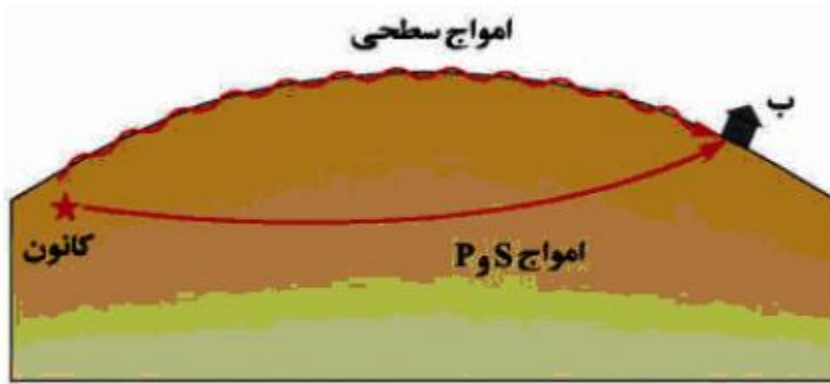
زلزله شناسان بخش هایی از یک زمینلرزه، مانند آنچه در سطح پوسته زمین هنگام زلزله رخ می دهد را آزمایش می کنند تا ببینند چگونه این انرژی از درون زمین به بیرون حرکت می کند» چگونه ایجاد خرابی می نماید و باعث لغزش گسل های ایجاد شده در سطح زمین می گردد. گسل همان شکاف پوسته زمین است که صخره های یکی از دو طرف شکاف حرکت کرده است. زلزله شناسان در مورد اثرات زلزله و اینکه چگونه می شود وقوع آن را پیش بینی کرد و برای کاهش بروز خرابی های ناشی از تکان زمین آماده شده با فعالیت زلزله های گوناگون اطلاعات خوبی بدست آوردند.

### ۲-۱. کانون و مرکز زلزله

نقطه ای در درون زمین و در طول پارگی و از هم گسیختگی یک گسل زمین شناسی که زلزله از آن منشأ می گیرد را کانون یا هیپوسنتر و نقطه ای که مستقیم در بالای کانون و در سطح زمین وجود دارد را مرکز زلزله میگویند. امواج زلزله از کانون بطور شعاعی به اطراف گسترش می یابد و در نهایت در طول پارگی گسل شکل می گیرد. اگر کانون نزدیک سطح باشد، عمق بین ۰ تا ۷۰ کیلومتر، زلزله با کانون سطحی ایجاد می شود. اگر این عمق متوسط باشد و یا در زیر پوسته باشد، عمق بین ۷۰ تا ۷۰۰ کیلومتر یک زلزله با کانون عمیق ایجاد می شود. زلزله های با کانون سطحی؛ زلزله های بزرگ تر و مخرب تر هستند. زیرا به سطح زمین که دارای صخره های محکم تری است؛ نزدیک ترند و بنابراین نیروی کششی بیشتری ایجاد میکنند.



الف- ایستگاه نزدیک کانون

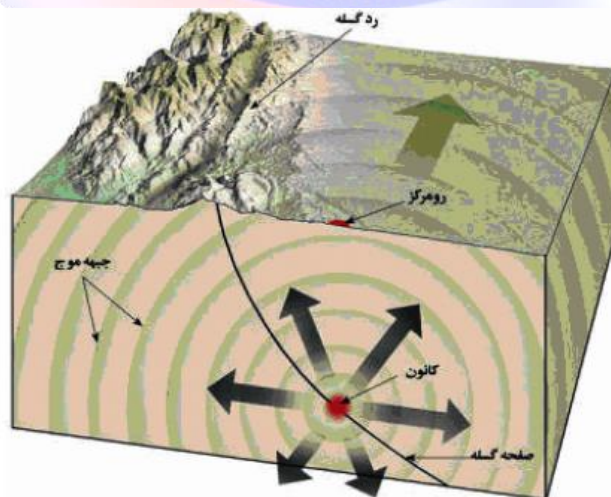


ب- ایستگاه دور از کانون

زلزله شناسان از مشاهدات خود دریافته اند که بیشتر زلزله ها سطحی هستند و بیشتر آنها نیز در لبه های صفحه رخ می دهند، مناطقی که صفحات پوسته زمین در مقابل هم حرکت می کنند ( صفحه تکتونیک). بقیه زلزله ها از جمله زلزله های با کانون عمیق، می توانند از مناطق برخورد صفحه ها، که یک صفحه تکتونیک بر روی یا زیر صفحه دیگر حرکت می کند منشأ بگیرد.

## ۲-۲ . گسل

تنش و فشار در پوسته زمین ایجاد گسل می نماید که در نهایت منجر به زمینلرزه می گردد. ویژگی های زلزله بیش از همه به نوع لغزش گسل یا حرکت در طول گسلی که ایجاد زلزله می کند، بستگی دارد. زمین شناسان گسل ها را بر اساس جهت لغزش تقسیم بندی می کنند. سطح بین دو طرف یک گسل نسبت به سطح زیرین، همیشه عمودی نیست و بیشتر با یک زاویه به درون زمین فرو می رود. هنگامی که صخره روی سطح گسل به درون زمین و به سمت پایین می رود، گسل را یک گسل نرمال و معمولی می خوانند. هنگامی که دیواره ها نسبت به دیواره پایین، به سمت بالا میلغزد به آن گسل معکوس میگویند. هم گسل معمولی و هم معکوس، جابجایی عمودی و یا حرکت یک طرف گسل به سمت بالای طرف دیگر را ایجاد می کند که در سطح به شکل گسل پاره نمایان می شود. گسل های ضربه ای - لغزشی نوع دیگر گسل هستند که جابجایی افقی یا لغزش در کنار یکدیگر را در پی دارند. این نوع اغلب در طول لبه های بین دو صفحه ای که در کنار هم می لغزند، دیده می شود.



## ۳-۲. امواج

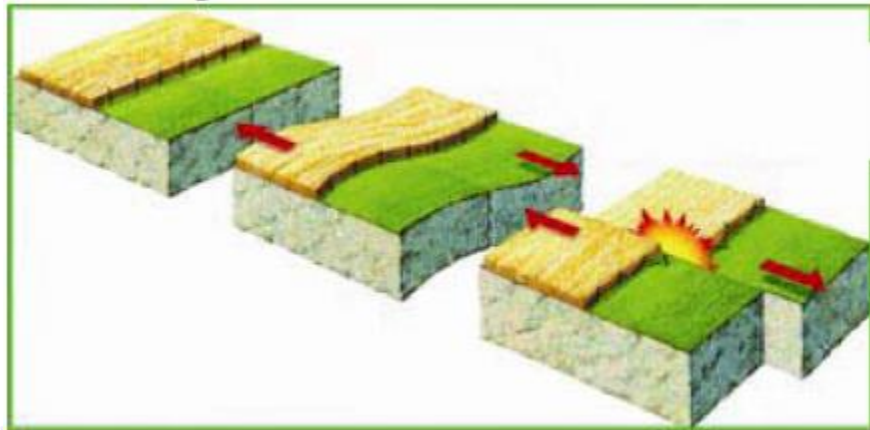
حرکت ناگهانی صخره ها در طول یک گسل ایجاد ارتعاش میکند که انرژی را از زمین به شکل موج منتقل میکند. امواجی که از زیر سطح زمین به صخره ها منتقل می شود را امواج بدنه میگویند که خود بر دو نوع است: اولیه یا P و ثانویه یا S. امواج S به امواج شکافنده که زمین را به جلو و عقب حرکت می دهد نیز معروف است. زلزله ها حامل امواج سطحی نیز هستند که از مرکز زلزله به سطح زمین بیرون می آید. دو نوع امواج سطحی عبارتند از: ریلی؛ که بنام داکتر انگلیسی لرد ریلی و امواج لاور بنام دانشمند انگلیسی نامیده شد. امواج سطحی نیز با ایجاد تکان زمین، زیرسازه های ساختمانی و مانند آن، خرابی سازه ای ایجاد میکنند.

امواج بدنه؛ یا امواج P و S از کانون زلزله و از درون گسل در حال شکاف که به اطراف گسترش می یابد؛ شروع می شود. امواج P امواج فشاری هستند زیرا مواد سخت و صخره های را در مسیر خود به جلو و عقب و در جهت امواج حرکت می دهند و به تناوب صخره ها را فشرده و منبسط می نمایند. امواج P سریعترین امواج لرزه ای هستند که در صخره های محکم با سرعت ۶ تا ۷ کیلومتر بر ثانیه طی مسیر میکنند. پس از امواج P امواج S می آیند، که پیش از آنکه صخره ها را بفشارند، در طول مسیر آنها را می شکافند یا می پیچانند. این امواج با سرعت ۳/۵ کیلومتر بر ثانیه حرکت میکنند و باعث می شوند مواد صخره ای به بالا، پائین و عمود بر مسیر امواج حرکت کند و منجر به متلاشی شدن صخره ها گردد. هر دو نوع موج P و S به درون زمین حرکت می کنند و درست مانند امواج نور درون شیشه منعکس یا شکسته می شود. زلزله شناسان با آزمایش این شکست می توانند دریابند که منشأ زلزله در کجا قرار دارد.

در سطح زمین امواج ریلی در مسیر امواج باعث حرکت ذرات صخره ای به جلو، بالا، عقب و پائین می شوند. این حرکت چرخشی تقریباً شبیه قطعه ای جلبک (موج) آب است که در امواج ابشار گرفتار شده و در یک مسیر چرخشی به سمت ساحل در تلاطم است. نوع دوم امواج سطحی یا همان امواج لاور، باعث میشود که صخره ها بطور افقی یا در کنار هم و با زاویه عمودی نسبت به مسیر امواج، بدون جابجایی عمودی حرکت کنند. امواج ریلی و لاور همیشه آهسته تر از امواج P و اغلب آهسته تر از امواج S حرکت میکنند.

## ۳. علل

بیشتر زلزله ها ناشی از لغزش ناگهانی در مسیر یک گسل زمینی است. لغزش گسل ها، ناشی از حرکت صفحات تکتونیک زمین می باشد. این مفهوم را نظریه حرکت ارتجاعی و یا الاستیک میگویند. صفحات تکتونیک بسیار آهسته حرکت میکنند، و روی یک لایه ضعیف تر صخره ای شناورند.



هنگامی که صفحات به هم برخورد می کنند و یا در کنار هم می لغزند، فشار در درون پوسته صخره ای، ایجاد می شود. زلزله هنگامی رخ می دهد که فشار درون پوسته (به آهستگی و در طول صدها سال افزایش یابد و در نهایت) از مقاومت صخره ها فزون تر میگردد. به علاوه زلزله در نتیجه فعالیت های انسان همچون بر کردن ذخایر نیز رخ می دهد که باعث افزایش فشار در درون پوسته زمین میگردد.

### ۳-۱. نظریه حرکت ارتجاعی

در سال ۱۹۱۱ یک زلزله شناس آمریکایی اثرات زلزله ۱۹۰۶ کالیفرنیا را بررسی کرد و نظریه حرکت ارتجاعی و الاستیک را ارائه داد تا بتواند ایجاد برخی از زلزله هایی که اکنون دانشمندان میدانند در مناطق تکتونیک و اغلب نزدیک لبه های صفحه رخ میدهد، را توجیه نماید. این نظریه بیان میدارد که در هنگام زلزله، صخره ها زیر فشار ناگهان می شکنند، و یک شکستگی در طول گسل ایجاد می کنند. هنگامی که یک گسل می لغزد، حرکت ایجاد شده در پوسته سخت و صخره ای ایجاد ارتعاش می نماید. این لغزش نیروی کششی منطقه را به محیط صخره های اطراف منتشر می نماید. تغییرات ایجاد شده در نیروهای کششی باعث یس لرزه می شود (زلزله های کوچکی که پس از زلزله اولیه رخ می دهد) که از لغزشهای گسل اصلی یا گسل های کنار آن در منطقه تحت فشار ایجاد می شود. لغزش از کانون آغاز می شود و در طول صفحه گسل حرکت میکند، امواج را در طول سطح شکاف به اطراف منتشر می کند. در هر طرف گسل، صخره ها به جهات مختلف منحرف می شوند. شکاف گسل در طول گسل و به شکل نامنظمی پیش میرود، این ایست های ناگهانی حرکات شکاف، به ارتعاش منجر می شود که به شکل امواج زمین لرزه منتشر می گردد. پس از زلزله، نیروی کششی دوباره شروع به جمع شدن می کند تا اندازه آن بیش از نیروهای نگهدارنده صخره ها شود و در این هنگام دوباره گسل حرکت میکند و زلزله دیگری به وقوع می پیوندد.

### ۳-۲. فعالیت های انسان

شکاف گسل تنها علت زلزله نیست؛ فعالیت های انسان نیز می تواند بطور مستقیم یا غیرمستقیم باعث زلزله های بزرگ



شود. تزریق مایع به جاه‌های عمیق برای دفع زباله‌ها، برکردن ذخایر با آب و انفجار ناشی از آزمایش‌های هسته‌ای زیرزمینی می‌تواند بطور محدود ایجاد زمین لرزه نماید. این فعالیتها نیروی کششی درون صخره‌های نزدیک محل فعالیت را افزایش می‌دهد و صخره‌ها شروع به لغزش می‌کنند و به راحتی در طول گسل‌هایی که از پیش وجود داشته‌اند، حرکت میکنند. با وجود اینکه زلزله ناشی از فعالیت‌های انسان، می‌تواند خطرناک باشد اما اطلاعات مفیدی را نیز فراهم می‌آورد. بیش از معاهده منع آزمایش‌های هسته‌ای، دانشمندان می‌توانستند زمان پیشرفت و رسیدن موج P را از یک زلزله شناخته شده ناشی از انفجار و ناشی از آزمایشات هسته‌ای زیرزمینی تشخیص دهند. دانشمندان از این اطلاعات برای مطالعه امواج زمین لرزه و شناخت بهتر ساختمان درونی کره زمین استفاده کردند.

دانشمندان دریافته‌اند که با بالا رفتن سطح آب در یک مخزن، فشار آب در خلاها و منافذ درون صخره نیز در طول گسل منطقه بالا می‌رود، که خود می‌تواند باعث لغزیدن صخره‌ها و ایجاد زلزله بشود. اولین مدرک در مورد زلزله ناشی از مخزن در سال ۱۹۳۵ از پرکردن دریاچه مید پست بند هوور در سواحل نوادا در ایالت آریزونا بدست آمد. بیش از ساخت بند، به ندرت در آن منطقه زلزله روی میداد، اما لرزه نگارها در بین سالهای ۱۹۳۶ و ۱۹۴۶ توانستند حداقل ۶۰۰ زمین لرزه با کانون سطحی ثبت کنند. هرچند بیشتر ذخای، نتوانستند ایجاد زلزله نمایند.

#### ۴. پراگندگی

زلزله شناسان وقوع و محل بیشتر زمین لرزه‌های قرن بیستم را ثبت نموده و زمین لرزه‌های طبیعی را بطور کلی به دو دسته تقسیم کرده‌اند: بین صفحه‌ای و درون صفحه‌ای.

زلزله‌های بین صفحه‌ای شایع‌ترین زلزله‌ها هستند که ابتدا در طول لبه‌های صفحه رخ می‌دهند. زلزله‌های درون صفحه‌ای زمانی رخ می‌دهد که پوسته درون یک صفحه می‌شکند. هر دو نوع زلزله ممکن است ناشی از نیروهای تکتونیک و یا آتشفشانی باشند.

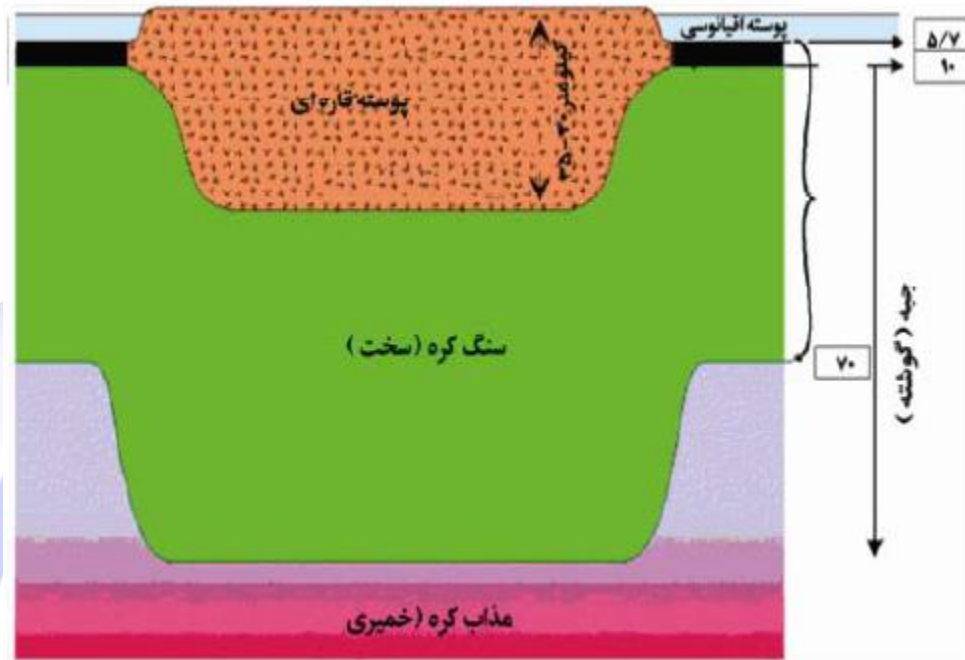
#### ۴-۱. زلزله‌های تکتونیک

زلزله‌های تکتونیک ناشی از آزاد شدن ناگهانی انرژی ذخیره شده در درون صخره‌های یک گسل هستند. انرژی آزاد شده از نیروی کششی صخره‌ها که در اثر حرکت آنها در درون زمین است آغاز می‌شود که به آن تغییر شکل تکتونیک می‌گویند. این اثر شبیه پاره شدن ناگهانی و برگشت یک کش کشیده شده است.

#### ۴-۲. زلزله‌های آتشفشانی

زلزله‌های آتشفشانی نزدیک آتشفشانهای فعال رخ میدهند اما فرایند لغزش گسل در آن همانند زلزله‌های تکتونیک است. زلزله‌های آتشفشانی در اثر حرکات به سمت بالای مگما در زیر آتشفشان رخ می‌دهد که صخره‌ها را در محل خود در فشار قرار می‌دهد و ایجاد زلزله می‌نماید. همانطور که مایع مگما در سطح آتشفشان بالا می‌رود، توده‌های

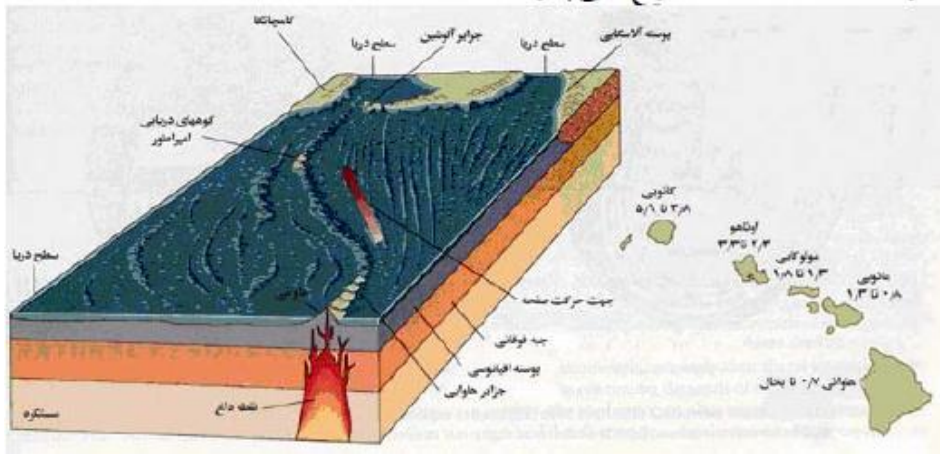
صخره را حرکت میدهد و می شکند و باعث لرزش های مداوم میگردد که خود ساعتها و روزها به طول می انجامد. زلزله های آتشفشانی در مناطقی رخ می دهد که فوران آتشفشانی وجود دارد مانند آبشار رشته کوه های شمال غربی اقیانوسیه، جاپان و ایسلند .



## ۵. مکانهای زلزله

زلزله شناسان با استفاده از شبکه های جهانی ایستگاه های زلزله نگار توانسته اند نقشه کانونهای زلزله در سراسر دنیا را بطور دقیق ترسیم کنند. نظریه صفحات تکتونیک از نظریات متعدد و اکتشافات گذشته برخاسته و اکنون دانشمندان با استفاده از نظریه صفحات تکتونیک، حرکات صفحات زمین و اینکه چگونه این حرکت ایجاد زمینلرزه میکند را توجیه مینمایند. به علاوه، با استفاده از دانش صفحات تکتونیک میتوانند محل زمینلرزه، تشکیل کوه و گودالهای عمیق اقیانوس ها را توضیح دهند و پیشبینی کنند که کدام مناطق پیش از همه توسط زمینلرزه تخریب می شود. روشن است که بیشتر زمین لرزه های بزرگ در مناطقی رخ می دهد که در ظاهر در لبه های صفحه ها قرار دارند : رشته کوه های بلند و گودالهای عمیق اقیانوس. زلزله های درون صفحه ای در مقایسه با هزاران زلزله ای که هر سال در لبه های صفحه رخ می دهد نادر هستند ولی می توانند بسیار بزرگ و مخرب باشند .

زلزله هایی که در مناطق اطراف اقیانوسیه و در لبه های صفحه اقیانوسیه رخ می دهند، تقریباً باعث ۸۰٪ انرژی آزاد شده زلزله در سراسر دنیا هستند. جاپان نیز هر سال با بیش از ۱۰۰۰ لرزه بالای بزرگای ۳/۵ می لرزد. سواحل غربی امریکای شمالی هم قطب های فعال زمینلرزه هستند و هر سال هزاران زمین لرزه کوچک و متوسط در آن به وقوع می پیوندد.



زمین لرزه‌های درون صفحه‌ای کمتر از زلزله‌های لبه صفحه‌ای اتفاق می‌افتد، اما هنوز در اثر شکسته شدن توده‌های صخره‌ای درونی رخ می‌دهد. زلزله‌های ۱۸۱۱ و ۱۸۱۲ مادرید نو، میسوری، دو طیف از نمونه‌های حوادث بین صفحه‌ای هستند. دانشمندان تخمین زده‌اند که زلزله‌های اصلی این سری تقریباً بزرگای ۸/۰ ریشتر داشته و حداقل ۱۵۰۰ پس لرزه داشته است.

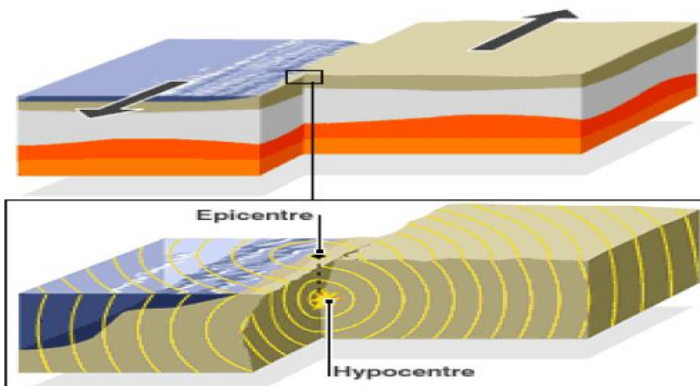
### ۶. اثرات زلزله

لرزش‌های زمین باعث لغزش سطح آن و دیگر حرکات صخره‌ای می‌گردد که خود از اصلی‌ترین علل حوادث مخربی هستند که در هنگام زلزله رخ می‌دهند. اثرات اولیه‌ای که همراه با زلزله رخ می‌دهند عبارتند از: خرابی و خسارت اموال و داراییها، مرگ و میر، آتش‌سوزی و امواج سونامی. اثرات ثانویه همچون خسارتهای اقتصادی، بیماری، نداشتن خوراک و آب یاکیزه، نیز پس از یک زلزله بزرگ اتفاق می‌افتد.



### ۶-۱. تکان خوردن و لغزش زمین

امواج زلزله باعث حرکت زمین، تکان خوردن ساختمانها و ویرانی نسبی یا کامل ساختمان‌های ضعیف می‌شوند. تکان خوردن زمین باعث می‌شود خاک و مصالح ساختمانی زیر ساختمان‌ها سست شده و تغییرات جدی را در خاکهای با ذرات ریز ایجاد شود



هنگام یک زلزله، خاکریزی که از آب اشباع شده است، تبدیل به یک گل مایع میشود که به آن یدید مایع شدن میگویند. با ضعیف شدن بی خاکی زیر سازه ها و ساختمانها این فرآیند مایع شدن باعث تخریب می شود. تکان خوردن سبب می شود که توده های صخره ای و بزرگ زمین بیرون یزند و موجب رانش خطرناک زمین، رانش گل و ریزش صخره ها بشود که خود می تواند باعث تلفات جانی و خسارات مالی بیشتر گردد.

## ۲\_۶. آتش سوزی

خطر دیگر تهدیدکننده یس از زلزله، آتش سوزی است؛ مانند آتش سوزی که پس از زلزله ۱۹۲۳ توکیو رخ داد. در زلزله این سال در توکیو و یوکوهاما ۱۳۰۰۰۰ نفر جان باختند و بسیاری نیز در دیگر شهرها، با شعله های سهمگین آتش ناشی از وزش باد به هلاکت رسیدند.



میزان خسارت ناشی از آتش سوزی یس از زلزله به نوع مصالح بکار رفته در ساختمان، اینکه آیا لوله های آب سالم بماند و اینکه آیا خطوط گاز طبیعی بشکند یا نه بستگی دارد. شکستن خطوط گاز می تواند باعث آتش سوزی های متعدد شود و عدم سلامت لوله های آبرسانی و نرسیدن آب به منطقه آتش سوزی، مهار آن را با مشکل مواجه نماید. با برنامه ریزی پیش از وقوع زلزله، استفاده از مصالح ساختمانی نسوز، اجرای نظامنامه آشنشانی و بهبود مهارتهای همگانی مقابله با آتش سوزی می توان به گونه ای مطلوب آتش سوزی را کاهش داد.

## ۳\_۶. امواج سونامی وسیل

امواج سونامی که در طول ساحل، با برخی از زلزله های بزرگی که مرکز آنها در زیر اقیانوس (ابحار) است همراه هستند را سونامی می نامند که می تواند مرگ و میر و خسارت بیشتری از خود زمین لرزه بوجود آورد. سونامی اغلب از امواج متعدد اقیانوس ایجاد می شود که از میان گسل بیرون می آید و یکی پس از دیگری در ساحل طی مسیر میکند. بعلاوه، می تواند بدون هشدار قبلی به محل هایی بسیار دورتر از مرکز زلزله ضربه یزند.

امواج سونامی را اغلب به امواج جزر و مدی نسبت می دهند؛ اما نیروهای جزر و مدی باعث ایجاد آن نمی شود و سونامی هنگامی رخ می دهد که یک گسل بزرگ در کف اقیانوس ناگهان میلغزد. صخره های جابجا شده آب بالای

آن را مانند یکث پاروی عظیم حرکت می دهد و ایجاد یک موج خیلی قوی آب در سطح اقیانوس می نماید. امواج اقیانوسی که از منشأ زلزله بیرون می آید در طول اقیانوس حرکت می کند تا به خطوط ساحلی برسد. با رسیدن به فلات قاره ای، (قسمتی از پوسته زمین که نسبت به کف اقیانوس در محل اتصال به زمین شیب صعودی دارد) ارتفاع امواج افزایش می یابد.

سونامی با اثرات فاجعه بار خود مانند سیل های سیار شدید و غرق کردن بسیاری از انسانها، ساحل را می شوید و خسارات مالی زلزله فراوانی ایجاد مینماید.

نحوه ی شکل گیری سونامی



زلزله میتواند در دریاچه ها و بندها نوسان ایجاد نماید و یا به شدت آن را به جلو و عقب تکان دهد. نوسانات آب را سایش میگویند. سایش می تواند باعث خرابی دیوارهای بندها و ویرانی آنها و در نهایت بروز سیل و خرابی ناشی از جریان رو به ی پائین آب بند بشود.

#### ۴\_۶. بیماری

زلزله های فاجعه بار به ویژه در کشورهای توسعه نیافته، ممکن است با خطر بروز بیماری های مسری همراه باشد. خرابی خطوط آبرسانی، دفع فاضلاب و تخریب تأسیسات زیربنایی و نیز بی خانمانی، شرایطی را ایجاد می کند که می تواند به گسترش بیماری های مسری مانند آنفولانزا و بیماری های ویروسی دیگر کمک کند. گاه نبودن و کمبود منابع غذایی، آب یاکیزه و وسایل کرمازا نیز می تواند مشکلات جدی در بخش صحت و سلامتی ایجاد نماید.

#### ۷. کاهش خسارت

پیشروی وقوع زلزله را نمی توان گرفت، اما به کمک راهکارهای ارتباطی، طراحی درست ساختمانها، برنامه آمادگی در شرایط اضطراری، آموزش و استندردهای ساختمانی می توان خرابی هایی را که ایجاد می کند به خوبی کاهش داد. در واکنش به مرگ و میرهای فجیع و هزینه های هنگفت بازسازی پس از زلزله های گذشته؛ بسیاری از کشورها نمایندگی های ایمنی و هماهنگی زلزله تأسیس کرده اند. این نمایندگی ها برای انجیران قوانینی فراهم می آورد تا ایشان بتوانند برای توسعه و ساختمان سازی هماهنگی هایی را بوجود آورند. ساختمان هایی که بر اساس این قوانین ساخته می شوند بهتر می توانند در برابر زلزله مقاومت کنند و کاهش خطرات ناشی از زلزله را تضمین میکنند.

به کمک سیستم هشدار وقوع سونامی، می توان پیش روی بروز برخی خسارات را گرفت، زیرا امواج سونامی بسیار

آهسته حرکت می کنند. هنگامی که شواهدی از بروز یک زلزله در زیر در بحر در زلزله نگار دیده می شود، زلزله شناسان خیلی فوری اخبار را مخابره می کنند. امواج سونامی از امواج لرزه ای P و S آهسته تر حرکت می کنند- در اقیانوس آزاد، ممکن است حدود ده برابر آهسته تر از امواج لرزه ای صخره های زیر خود حرکت کنند. این کنده حرکت به زلزله شناسان فرصت می دهد تا هشدار مربوط به سونامی را اعلام کنند تا مردمی که در خطر احتمالی می باشند به عنوان یک اقدام پیشگیرانه برای کاهش میزان آسیب و مرگ و میر بتوانند منطقه ساحلی را تخلیه نمایند. دانشمندان این خبر را از طریق بیسیم یا تلفون به مراکز هشدار سونامی ارسال مینمایند.

انجیران با استفاده از مصالح انعطاف پذیر و مقاوم شده، خسارات ساختمانی ناشی از زلزله را کاهش میدهند به گونه ای که ساختمان بتواند در برابر لرزش ایستادگی کند. از ۱۹۶۰ تاکنون، دانشمندان و انجیران در طراحی ساختمان های مقاوم در برابر زلزله که با معماری مدرن و مصالح فعلی سازگار باشد پیشرفت های زیادی کرده اند. آنها با استفاده از الگوهای کمپیوتری می توانند واکنش یک ساختمان را در برابر انواع تکان های زمین پیش بینی کنند، و آن را با حوادث واقعی لرزه ای مانند زلزله ۱۹۹۵ کوبه جاپان مقایسه نمایند. آنها با تحلیل حرکات ساختمان در شدیدترین و خطرناک ترین مناطق زلزله خیز در مدل های کمپیوتری خرابی احتمالی راپیش بینی می کنند و پیشنهاد های لازم برای تقویت ساختمانها را ارائه می دهند .

#### ۷-۱. طراحی ساختمان

زمین شناسان و انجیران با استفاده از نقشه های ارزیابی خطر مانند نقشه های مناطق خطر زمین شناسی و لرزه ای درمی یابند که گسل ها کجا هستند و چگونه باید ساختمان نزدیک آنها را بسازند که ایمن بماند. انجیران با استفاده از نقشه های خطر زمین شناسی می توانند بطور متوسط حرکات زمین را در یک منطقه مشخص پیش بینی کنند و از این پیش بینی در مراحل طراحی و انجیری پروژه های ساختمانی عظیم بهره ببرند، به علاوه با در دست داشتن نقشه های ارزیابی خطر از ساخت و ساز بر روی گسل های بزرگ پرهیز میکنند و از مقاوم سازی مناسب ساختمان در برابر زلزله در مناطقی که مستعد تکان های شدید هستند اطمینان حاصل مینمایند. آنها با استفاده از نقشه های ارزیابی خطر برای مقاوم سازی ساختمان های قدیمی نیز کمک میگیرند .

در مناطق شهری دنیا، خطر زلزله در ساختمانهای مقاوم سازی نشده که ازخشت، سنگ یا بلوک های سمتهی ساخته شده اند، زیادتر است زیرا این مصالح نمی تواند در مقابل نیروهای افقی ناشی از امواج بزرگ لرزه ای مقاومت نماید.

#### ۷-۲. برنامه آماد می در شرایط اضطراری

برنامه های آموزش مقابله با زلزله در کاهش مرگ و میر و آسیب های ناشی از زلزله بسیار مؤثر بوده است و خود مردم در خانه ها یا اداره هایشان می توانند اقدامات پیشگیرانه زیادی را انجام دهند تا خطر کم شود. حفاظ و بست برای طبقات، احتمال افتادن اشیاء و ایجاد آسیب را کم می کند. نگهداری یک کیت یا بسته نجات زلزله در خانه و یا اداره

نیز بخش مهمی از این آمادگی به شمار می‌رود.

در خانه، برنامه آمادگی زلزله عبارت است از نگهداری یک کیت زلزله و اطمینان از اینکه ساختمان از نظر سازه‌ای به قدر کافی مستحکم است. هنگام وقوع یک زلزله افرادی که در خانه هستند باید با پناه بردن به جای مصئونی، خود را از اشیای در حال سقوط و شیشه‌ها محفوظ نگه‌دارند. پس از زلزله، مردم باید از ساختمانها بیرون بیایند و در محوطه‌های باز گردهم آیند؛ و خود را برای یس لرزه‌ها آماده نمایند. به علاوه باید به اخبار مربوطه گوش بدهند و از ساختمانهایی که به شدت آسیب دیده دور اندشوند و از مناطق ساحلی که خطر سونامی هست نیز فاصله بگیرند. در بسیاری از کشورها ادارات اضطراری دولت، برنامه‌های واکنش به زلزله ترتیب داده‌است. در برخی مناطق پر مخاطره مانند جاپان و مکزیکو، هم اکنون زلزله نگارهای پیشرفته و قوی در مناطق شهری به اداره مرکزی متصل شده است که در عرض چند دقیقه یس از یک زلزله، بزرگا قابل ثبت است و مرکز زلزله در نقشه نمایش داده شده و اطلاعات مربوط به شدت تکان توسط رادیو مخابره می‌شود تا در کمک رسانی استفاده شود اقدامات، توصیه‌ها و نکات ایمنی که قبل، حین و بعد از وقوع زلزله بایستی انجام شود در بخشهای ۱۰، ۱۱ و ۱۲ آمده است.

## ۸. مطالعه زلزله‌ها

زلزله شناسان با استفاده از دستگاه‌های زلزله نگار و سنجش الگو و اندازه گیری زلزله‌ها اطلاعات زیادی در مورد آنها بدست می‌آورند و از آن در کشفیات زمین شناسی استفاده می‌کنند. آنها با استفاده از تعداد زیادی زلزله نگار که در سراسر دنیا وجود دارد می‌توانند بطور دقیق محل مرکز زلزله و هم چنین بزرگا و یا اندازه و مشخصات لغزش زمین را نشان دهند.

### ۸-۱. اندازه گیری زلزله

یک زلزله نگار آنالوگ از یک پایه که به زمین متصل گردیده‌است و می‌تواند با حرکت زمین حرکت کند، و یک فنر یاسیم که یک وزنه به آن آویزان است و هنگام زلزله بی حرکت می‌ماند، تشکیل شده‌است. در مدل‌های قدیمی تر، پایه از یک غلطک کاغذ چرخان تشکیل می‌شود و وزنه ثابت به یک قلم سوزنی یا وسیله نوشتنی وصل می‌شود که روی کاغذ چرخان قرار دارد. با عبور موج زلزله، وزنه ثابت و نوشت افزار شروع به ثبت حرکات پایه روی کاغذ غلطکی متصل به آن می‌شود. نوشت افزار اطلاعات مربوط به تکانهای زلزله نگار را روی یک کاغذ به شکل نمودار زلزله ثبت می‌کند. دانشمندان نیز از زلزله نگارهای دیجیتالی و سیستمهای کامپیوتری سنجش زلزله استفاده می‌کنند که میتواند حوادث زلزله را ضبط نمایند. انواع دیجیتالی زلزله سنج از دیسک‌های چندبار مصرف یا باز نوشتنی برای ضبط اطلاعات استفاده میکنند. گاه نیز یکک ساعت؛ یک چاپگر و یک مولد برق را به آن متصل میکنند تا زمان رسیدن موج زلزله را بطور دقیق ثبت نماید و با نمودارهای دیجیتالی اطلاعات ثبت شده را چاپ کند. برخی از زلزله سنجها، دیجیتالی و قابل حمل هستند و زلزله شناسان میتوانند در زلزله‌های فاجعه بار و عظیم که شبکه‌ها تخریب شده

اند و ایستگاه های ثبت زلزله نیز دیگر کار نمیکنند، آن را برای مطالعه پس لرزه ها با خود ببرند .

در دنیا بیش از ۱۰۰۰ ایستگاه ثبت زلزله وجود دارد و یکی از راه هایی که زلزله شناسان می توانند بزرگی زلزله را اندازه بگیرند، اندازه گیری بزرگای زلزله و یا دامنه حرکات زمین در حین زلزله است. زلزله شناسان با مقایسه مقیاسهای بکار رفته در ایستگاه های مختلف، مرکز زلزله را پیدا میکنند و درمی یابند که زلزله در روی زمین رخ داده است یا در اقیانوس. به علاوه این کار به مردم نیز کمک می کند تا برای خرابیها و خسارات وارده آماده شوند. هنگامیکه مشاهدات متعدد در سرتاسر دنیا امکان پذیر باشد، می توان با استفاده از سیستمهای متمرکز و متصل به یکدیگر، مرکز زلزله را خیلی سریع مکان یابی نمود. حداقل سه ایستگاه برای مکان یابی یا محاسبه مرکز زلزله لازم است .

زلزله شناسان مرکز زلزله را با مقایسه زمانهای رسیدن امواج زلزله به ایستگاه ها تخمین میزنند و در نهایت مسافتی را که موج طی کرده پیدا می کنند. زلزله شناسان با استفاده از جدول مدت زمان حرکت، به مرکز زلزله پی میبرند. با ایستگاه های زلزله نگار موجود در سرتاسر دنیا که بسیاری از آنها به کمک ماهواره، سیگنال های دیجیتالی فراهم می کنند؛ زلزله های دور در فاصله ۱۰ کیلومتری از مرکز زلزله و در حدود ۱۰ تا ۲۰ کیلومتر از کانون زلزله را می توان مکان یابی کرد. شبکه های زلزله نگار محلی ویژه نیز می توانند مرکزهای محلی زلزله را در چند کیلومتری تعیین نمایند .

همه مقیاسهای اندازه گیری اعداد نسبی می دهند که هیچ واحد فیزیکی ندارد. اولین مقیاس اندازه گیری زلزله در سال ۱۹۳۵ توسط زلزله شناس امریکایی چارلز ریشر ارایه گردید . مقیاس ریشر دامنه یا ارتفاع امواج سطحی زلزله را اندازه میگیرد. این یک مقیاس لگاریتمی است و بنابراین هر واحد اندازه گیری بعدی ده برابر افزایش را در دامنه نمودار نشان می هد. این به آن علت است که گستره جابجایی زمین توسط امواج زلزله، می تواند از یک ملی متر تا چندین متر تفاوت داشته باشد . ریشر برای این گستره عظیم در مقیاسها از لگاریتم ارتفاع امواج ثبت نشده استفاده کرد. بنابراین بزرگای ۵ ریشر در واقع ده برابر بیشتر از بزرگای ۴ ریشر است، در حالی که ۱۰×۱۰ یا ۱۰۰ برابر بزرگتر از مقیاس ۳ میباشد .

امروزه، زلزله شناسان ترجیح می دهند برای اندازه گیری شدت زلزله، از انواع مقیاسهای گوناگون استفاده کنند که به آن مقیاس بزرگای لحظه ای میگویند. زلزله شناسان ابتدا بزرگای لحظه ای را با استفاده از اندازه گیری لحظه لرزش یک زلزله، یا قدرت آن براساس محاسبه ناحیه و میزان جابجایی لغزشها محاسبه می کنند .

بزرگای لحظه ای نیز با حاصل ضرب این دو مقیاس بدست می آید که برای زلزله های بالای ۷ از بقیه مقیاسها که تنها بخشی از امواج زلزله را نشان می دهند قابل اعتمادتر است و می تواند اندازه کلی آن را نشان دهد. بزرگای لحظهای زلزله ۱۹۰۶ سانفرانسیسکو ۷/۶، زلزله ۱۹۶۴ آلاسکا ۹/۰ و زلزله ۱۹۹۵ کوبه جاپان ۷/۰ بود، در مقایسه با مقیاس ریشر برای همان زلزله ها به ترتیب ۸/۳، ۹/۲ و ۶/۸ بودند .

بزرگی زلزله را نیز می توان همانند شدت زلزله اندازه گیری کرد که عبارت است از اندازه گیری اثرات یک زلزله،



پیش از اختراع زلزله نگار، مردم بزرگی زلزله را تنها از روی اثرات آن بر روی انسانها یا زمین یا ساختمانهای ساخته دست بشر می شناختند. این مشاهدات اساس مقیاسهای شدت زلزله هستند که برای اولین بار در سال ۱۸۷۳ توسط ام. اس. روسی زلزله شناس ایتالیایی و فورل دانشمند سوئیسی ارائه شدند. این مقیاسها پس از چندی در سال ۱۹۰۲ با مقیاس مرکالی توسط ژيوسب مرکالی دانشمند ایتالیایی ارائه شد. در سال ۱۹۳۱ وود و فرانک نیومن زلزله شناسان آمریکایی، براساس شرایط ایالت کالیفرنیا استانداردهای یوسب مرکالی را کمی تغییر دادند و مقیاس تعدیل شده مرکالی را ارائه دادند. بسیاری از زلزله شناسان در سراسر دنیا نیز برای اندازه گیری بزرگی زلزله براساس اثرات آن هنوز از این مقیاس تعدیل شده استفاده می کنند. مقیاس تعدیل شده مرکالی تکانهای زمین را با توصیف کلی از واکنش مردم نسبت به تکان ها و تخریب ساختمانها در هنگام لرزش اندازه میگیرد.

خرابی ساختمانهای بخصوص، لغزش زمین، توصیف خرابی از گزارش های محلی توسط مردم بدست می آید.

## ۲-۸. پیش بینی زلزله ها

زلزله شناسان برآند تا احتمال وقوع یک زلزله را بطور دقیق از نظر وقوع زمانی، مکانی و بزرگی پیشبینی کنند. در پیشبینی وقوع زلزله، محاسبات مربوط به اینکه چگونه حین زلزله، حرکت قوی زمین می تواند یک منطقه را تحت تأثیر قرار دهد نیز لحاظ میگردد. دانشمندان با استفاده از مستندات زلزله های ثبت شده می توانند بطور تخمینی بگویند که کجا و چه زمانی حرکات قوی لرزه ای ممکن است، رخ دهد. آنان برای اینکه بدانند میزان تکرار مورد انتظار چقدر است، به ترسیم نقشه های زلزله های گذشته پرداخته اند. زلزله شناسان با استفاده از ماهواره های مکان یاب جهانی (GPS) می توانند حرکات زمین را در طول گسل های بزرگ اندازه بگیرند و حرکت نسبی سالانه و چندسانتیمتری پوسته صخره ای را در طول گسل ها دنبال کنند. این اطلاعات می تواند به پیشبینی زلزله کمک کند. حتی با دقیقترین مقیاسهای زلزله های گذشته نیز نتیجه گیری درباره لرزهایی که در آینده رخ می دهد در پرده ابهام مانده است. این بدان معنی است که هرپیش بینی مفید زلزله باید احتمال وقوع زلزله را در یک منطقه مشخص در یک محدوده زمانی معین تخمین بزند و آن را با وقوع آن به عنوان یکت حادثه تصادفی مقایسه نماید.

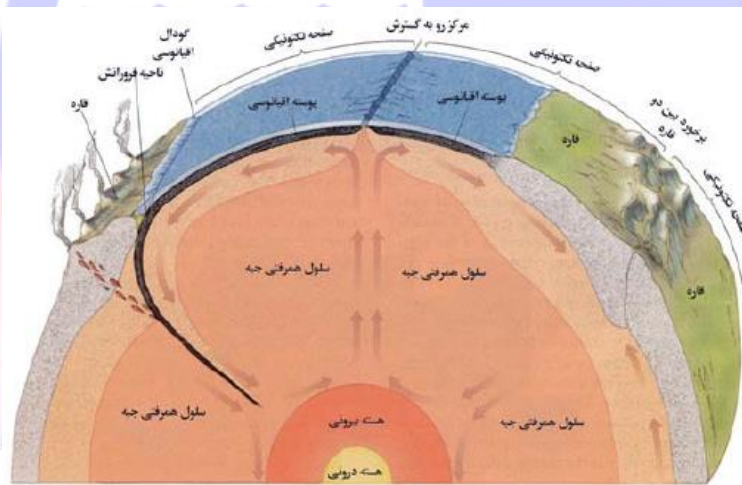
برای پیشبینی زلزله «نظریه حرکت ارتجاعی یکت راه کلی است، زیرا بیان می دارد تا زمانی که نیروی کششی در طول یک گسل از قدرت مقاومت توده صخره ها بیشتر شود، یک زلزله بزرگ نمی تواند رخ دهد. زلزله شناسان زمانی را که نیروی کششی در طول گسل میتواند به اندازه کافی بزرگ بشود تا ایجاد زلزله نماید را می توانند تخمین بزنند. به عنوان نمونه، پس از زلزله ۱۹۰۶ سانفرانسیسکو، مقیاسها نشان داد که در ۵۰ سال پیش از آن، گسل سانآندره آس در نقاطی در طول گسل در حدود ۳/۲ متر جابجایی یا حرکت داشته است. بیشترین لغزش گسل در ۱۹۰۶ در حدود ۶/۵ متر بود در حدود ۱۰۰ سال طول می کشد تا برای ایجاد یک زلزله مشابه انرژی لازم دوباره ذخیره شود.

دانشمندان تغییرات دیگر در طول گسل های فعال را نیز برای پیش بینی فعالیتهای آینده اندازه گرفته اند، که شامل تغییر قابلیت صخره ها در هدایت الکتریسته، تغییرات سطح آب زمین، و تغییر در گوناگونی سرعتی که امواج لرزه ای از

منطقه مورد علاقه خود عبور می کند. البته هیچ یک از این روش ها برای پیش بینی زمان وقوع زلزله موفق نبوده است. زلزله شناسان نیز روش هایی را برای تخمین سال وقوع زلزله های گذشته شده پیدا کرده اند. علاوه بر اطلاعات مربوط به زلزله های ثبت شده، دانشمندان به تاریخچه زمین شناسی اطلاعات مربوط به زلزله ها پیش از اینکه انسان وسیله ای داشته باشد تا بتواند آن را اندازه بگیرد نیز پرداخته اند. این زمینه تحقیق را پیشینه زلزله شناسی یا پالئوسیسمولوژی (بالئو در یونانی یعنی «باستانی») میگویند. زلزله شناسان اکنون می توانند تعیین کنند که در چه زمان زلزله های گذشته رخ داده است.

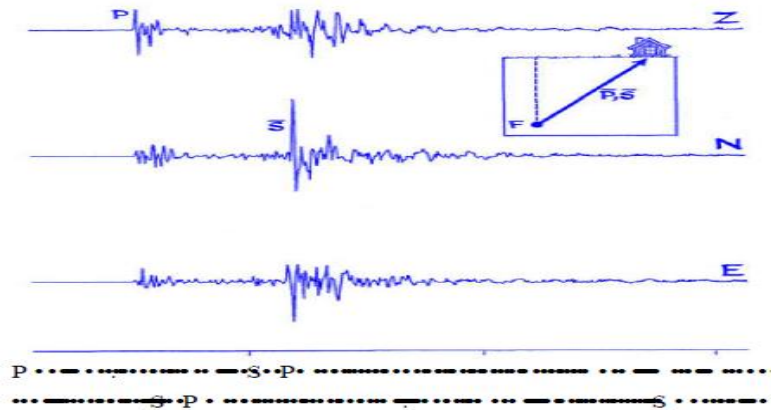
### ۳\_۸. ساختار درونی زمین

زلزله شناسان با مطالعه زلزله ها اطلاعات بیشتری در مورد ساختمان کره زمین پیدا می کنند. زلزله ها فرصت مناسبی را به دانشمندان می دهند تا بتوانند واکنش درونی زمین را هنگامی که موج زلزله از میان آن عبور می کند، ببینند. البته برای دانشمندان اندازه گیری عمق و ساختمانهای زمینشناسی در درون زمین با استفاده از امواج زمینلرزه از اندازه گیری فاصله آن از سطح زمین بسیار مشکلتر است. با اینحال زلزله شناسان با استفاده از امواج زلزله، توانسته اند بگویند درون زمین از چهار منطقه تشکیل شده است: پوسته (Crust)، گوشته (Mantle)، هسته بیرونی و هسته درونی.



حرکت صفحه ها که از محل پشته های اقیانوسی از یکدیگر دور می شوند و در مناطق دراز زکودالها فرو می روند. پدیده ای که ناشی از جریانهای گرمایی درون زمین است.

مطالعات گسترده در مورد امواج زلزله از دهه های گذشته در قرن ۱۹ آغاز گردید که مردم دنیا در رصدخانه ها، زلزله نگار قرار دادند. تا سال ۱۸۹۷ دانشمندان توانسته بودند نمودارهای زلزله را از زلزله های دور بدست آورند تا امواج P و S را که از اعماق زمین زمین طی مسیر کرده بودند، بشناسند. بعدها در اواخر قرن ۱۹ و اوایل قرن ۲۰ زلزله شناسان با مطالعه این نمودارها نواحی سایه ای موج P و S مناطقی در طرف دیگر زمین و مقابل کانون زلزله در سطح کره زمین که امواج P و S به آن نمی رسند را کشف کردند. نواحی سایه ای نشان داد که این امواج برخی از ساختمانهای بزرگ زمینشناسی سیاره را به شدت جابجا کرده است.



زلزله شناسان با استفاده از این مقیاس ها به یافتن مسیری پرداخته اند که امواج زمین طی مسیر کرده اند. موهوروویچ دانشمند کروات در سال ۱۹۰۴۵ نشان داد که مسیر گذر امواج P و S 5 نشان می دهد که یک لایه سطحی صخره‌ای یا پوسته بر روی صخره های محکمتر زیرین وجود دارد. او مطرح کرد که در درون زمین، امواج توسط ناهمگنی‌ها، تفاوت های کمیابی و ساختمان صخره‌ها بازتابیده می شوند. با کشف وی، تقابیل بین پوسته و گوشته زیرینش به عنوان ناهمگنی موهو یا موهوروویچ شناخته شد. در سال ۱۹۰۶ ریچارد دیکسون اولدهام، از مرکز زمین شناسی هند، با استفاده از زمان رسیدن امواج لرزدای P و S نتیجه گرفت که زمین باید یک هسته بزرگ و جدا داشته باشد. او با مقایسه امواج سریع تر P نسبت به امواج S ساختار درونی زمین را حدس زد و خاطر نشان کرد که امواج P با ناهمگنی های همچون ناهمگنی موهو شکسته می شود. در سال ۱۹۱۴ بنو گوتبرک زلزله شناس آلمانی - امریکایی با استفاده از سیر امواج منعکس شده در لبه های بین گوشته و هسته زمین توانست شعاع هسته را در حدود ۳۵۰۰ کیلومتر تخمین بزند. در سال ۱۹۳۶ خانم اینگه له مان زلزله شناس دنمارکی یک ساختار کوچکتری را در مرکز کشف کرد که همان هسته درونی زمین است و او شعاع آن را با اندازه گیری زمان سیر امواج زلزله های اقیانوسی جنوبی در حدود ۱۲۱۶ کیلومتر تخمین زد. همانگونه که امواج از میان زمین عبور کردند و به رصدخانه دنمارک رسیدند، او توانست بر اساس سرعت و زمان رسیدن آنها حدس بزند که این امواج می بایستاز یک هسته درونی منعکس شده باشند. در مطالعات بیشتر در مورد زلزله، شناسان دریافتند که هسته بیرونی مایع و هسته درونی جامد می باشد.

## ۹. لرزش های بیرون از کره زمین

حوادث مشابه لرزه‌ای در دیگر سیارات و قمرهای آنها نیز رخ می دهد و مأموریت های علمی به قمر زمین یعنی کره ماه و مریخ اطلاعاتی را در این مورد فراهم کرده است. با مأموریت اخیر کالیله به قمرهای ژوپیترا نیز ممکن است، شواهدی از لرزش ها را در آنها بدست آورد.

بین سالهای ۱۹۶۹ و ۱۹۷۷ دانشمندان به عنوان بخشی از برنامه آپولوی آمریکاء تجارب لرزه ای منفعلانه ای را بیش گرفتند. فضانوردان نیز ایستگاه های زلزله نگار در بنج ایستگاه در کره ماه ایجاد کردند که هریک از این ایستگاه ها در

سال حدود تا ۶۰۰ تا ۳۰۰۰ ماه لرزه را ثبت کرد، و این یک نتیجهٔ تعجب آور بود زیرا که کرهٔ ماه صفحهٔ تکتونیک، آتشفشان فعال یا سیستمهای گودال اقیانوسی ندارد .

بیشتر ماه لرزه ها، بزرگای کمتر از ۲/۰ در مقیاس ریشتر داشتند. دانشمندان با استفاده از این اطلاعات توانستند ساختار درونی کرهٔ ماه را حدس بزنند و فرکانس و تواتر این ماه لرزه‌ها را نیز دریابند . علاوه بر ماه و زمین، مریخ نیز تنها جسم سیاره ای دیگر است که روی آن زلزله نگار گذاشته شده است. در سال ۱۹۷۶ فضاییم ایکینگ ۱ و ۲ دو زلزله نگار به مریخ فرستاد. متأسفانه دستگاه ایکینگ ۱ نتوانست اطلاعاتی را به زمین مخابره کند و دستگاهی که روی ایکینگ ۲ سوار بود در عرض یک سال تنها یک حرکت موجی ارسال نمود و دانشمندان نتوانستند ساختار درونی مریخ را با تنها موج مخابره شده دریابند .

### ۱۰. اقدامات قبل از وقوع زلزله

زلزله اغلب بدون اطلاع قبلی و گاه شدید رخ میدهد و شناختن مناطق پرخطر و برنامه ریزی پیشگیرانه، باعث کاهش خطرات جدی و جراحت و فوت ناشی از آن می‌شود . مقاوم سازی در سقف و تهدابها، محکم کردن چراغها به سقف و پیروی از استانداردهای مربوط به زلزله در ساختمانها باعث کاهش اثر و شدت زمین لرزه میگردد .

### ۱۰-۱. بررسی خطرات در خانه

- ✚ الماری‌ها را به دیوارها محکم کنید .
- ✚ اجسام بزرگ و سنگین را درخانه های پائین تر قرار دهید .
- ✚ ارقام شکستی نظیر ظروف شیشه ای و ظروف چینی را در طبقات پایین کابینت نگهدارید و درها آن را محکم ببندید .
- ✚ وسایل سنگین نظیر تابلوها و آینه ها را دور از جای خواب و محل نشستن افراد آویزان کنید .
- ✚ سیم کشی های معیوب و فرسوده را برطرف کنی، دجرا که خطر آتش سوزی دارد .

### ۱۰-۲. شناسایی مکانهای امن در داخل و خارج خانه

- ✚ زیر مبلمان و اثاثیه محکم و سنگین نظیر میز
- ✚ کنار یک دیوار داخلی
- ✚ دور از جاهایی که احتمال ریختن خرده شیشه وجود دارد مثلاً نزدیک پنجره، آینه و یا جاهای که قفسه های سنگین احتمال سقوط دارد .
- ✚ در فضای باز دوری از ساختمانها، درختها، خطوط تلفن و برق و پل های هوایی توصیه میشود.

### ۳-۱۰. طرح یک برنامه ارتباط اضطراری

از آنجا که احتمال می‌رود اعضای خانواده در هنگام وقوع زلزله از هم جدا باشند (زمانی که بز رگت‌ها در محل کار و خورده‌ها در مکتب/ مدرسه هستند) باید برنامه‌های برای دور هم جمع شدن بعد از حادثه وجود داشته باشد.

از یک دوست یا خویشاوندان، در خارج از محل زندگی خود، بخواهید رابط اعضای خانواده شما باشد تا اعضا به راحتی و در صورت نیاز با وی ارتباط برقرار کنند، زیرا پس از حادثه برقراری تماس با مسافت‌های طولانی راحت‌تر است. مطمئن شوید که تمامی اعضای خانواده اسم، آدرس و شماره تماس فرد رابط را همراه دارند.

### ۴-۱۰. آمادگی افراد جامعه

✚ اگر می‌توانید در اخبار محلی خود بخش ویژه‌ای را پیرامون اطلاعات مورد نیاز به هنگام وقوع زلزله، به همراه اطلاعات مربوط به شماره تلفن دفاتر بخش‌های عاجل صحتی، اطفائیه و شفاخانه را برای آگاهی عموم منتشر کنید.

✚ در منازل خویش حداقل در ماه یک بار به تعیین و مکان‌یابی خطرات پردازید.

✚ جهت آماده‌سازی گزارش‌های ویژه برای افراد معلول با بخش عاجل صحتی محلی، همکاری کنید.

✚ برای تمرین آموزش‌های مربوط به زلزله در منزل نکاتی را فراهم آورید و در محل مناسب نصب نمایید.

✚ با یکدیگر کار کنید تا بدین وسیله آموخته‌های خود را در مورد ساختمانها، برنامه‌های تغییر و تبدیل در ساختمان، تحقیق و بررسی خطرات احتمالی و در نهایت برنامه اضطراری خانواده و همسایگان با یکدیگر بکار گیرید.

### ۱۱. اقدامات در هنگام وقوع زلزله

سعی کنید در هنگام زلزله در جایی امن پناه بگیرید. مراقب باشید که برخی زلزله‌ها در واقع پیش‌لرزه هستند و زلزله عظیم‌تری ممکن است در راه باشد. برای رسیدن به محل امن حرکات خود را با قدمهای کوتاه به حداقل برسانید. تا زمانی که لرزش متوقف شود و مطمئن شوید که خروج از محل مانعی ندارد، در داخل بمانید.

### ۱-۱۱. اگر در داخل خانه هستید:

✚ تا توقف لرزش‌ها در زیر یک میز محکم و یا لوازم و اشیای مناسب دیگر از خود محافظت کنید اگر در نزدیکی شما میزی نیست؛ سر و صورت خود را با کمک دست و بازوان بپوشانید و در یک گوشه به حالت سرپا نشسته و زانو‌ها را در بغل بگیرید.

✚ خود را از معرض شیشه ها پنجره ها و دیوارهای بیرونی یا هر چیزی که احتمال ریزش و سقوط دارد دور نگه دارید .

✚ اگر در رختخواب هستید، همانجا بمانید تا زمان ایکه لرزشها متوقف شود و برای محافظت از خود یک بالشت را روی سر خود نگه دارید. البته اگر زیر در جایی قرار دارید که احتمال سقوط اشیاء می رود به نزدیکترین مکان امن بروید .

✚ از یک جای کوچک برای پناهگاه استفاده کنید، بشرطیکه نزدیک باشد و قابلیت تحمل بار را نیز داشته باشد .

✚ تا زمانی که لرزشها متوقف شود در داخل خانه بمانید و در صورت اطمینان از خانه خارج شوید. تحقیقات نشان داده است که بیشترین صدمات زمانی رخ می دهد که افراد سعی در تغییر موقعیت در داخل و یا خروج از ساختمان دارند .

✚ احتمال دارد که جریان برق قطع شود

✚ به هیچ وجه از لفت استفاده نکنید.

## ۱۱\_۲ . اگر در خارج خانه هستید :

✚ سر جای خود بمانید. از کنار ساختمانها، پایه های برق و

لین های برق دور شوید .

✚ اگر در فضای باز هستید تا زمانی که لرزشها متوقف شود همانجا بمانید. بیشترین خطر در بیرون ساختمانها،

دروازه های خروجی و در کنار دیوارهای خارجی وجود دارد و حرکت زمین در طول یک زمینلرزه بندرت علت اصلی مرگ و میر و جراحت میباشد. بیشتر افراد هنگام خروج از ساختمان و بواسطه ریزش آوار و دیوارها و حرکت و ریزش شیشه و سقوط اجسام کشته و یا مجروح می شوند

## ۱۱\_۳ . اگر در بک وسیله نقلیه در حال حرکت هستید :

✚ خیلی سریع و در یک مکان امن وسیله خود را متوقف کنید و در داخل آن بمانید. از نزدیک شدن به ساختمانها، درختها، پل ها، خطوط برق و... خودداری کنید .

✚ با پایان لرزش زمین، با احتیاط به حرکت خود ادامه دهید، از حرکت در روی پل و یا سراسیمی و مکانهای

که در از زلزله آسیب دیده اند، بپرهیزید .

#### ۴\_۱۱. اگر در زیر آوار مانده اید :

- ✚ گوگر روشن نکنید.
- ✚ برای پس زدن گرد و غبار حرکتی نکنید.
- ✚ دهانتان را با دستمال کاغذی و یا یک پارچه پوشانید.
- ✚ به دیوار یا لوله ضربات ممتد بزنید تا امدادگران موقعیت شما را پیدا کنند. از اشپلاق زدن استفاده کنید. آخرین راه این است که فریاد بزنید، هرچند فریادزدن سبب استنشاق مقدار زیادی گرد و خاک می شود .

#### ۱۲. اقدامات بس از وقوع زلزله

- ✚ مراقب بس لرزه ها باشید؛ پس لرزه هایی که بعد از زلزله به وقوع می پیوندد اغلب به شدت زلزله اصلی نیست اما باز هم می توانند مقاومت ساختمان را کم کند. بیشتر پس لرزه ها در اولین ساعات از پس وقوع زلزله اصلی به وقوع می پیوندد.
- ✚ تنها برای موارد اضطراری از تلفون استفاده کنید.
- ✚ دروازه های الماریها را با احتیاط باز کنید و مراقب اجسامی که احتمال سقوط دارد. باشید .
- ✚ از مناطق آسیب دیده دور شوید؛ مگر اینکه نیروهای امدادی به کمک شما نیاز داشته باشند. تنها زمانی به منزل خود باز گردید که از امنیت آن توسط مسئولان اطمینان پیدا کنید .
- ✚ اگر در منطقه ساحلی زندگی دارید، از احتمال وقوع سونامی آگاه باشید؛ سونامی همان امواج لرزه ایی بحر است.
- ✚ به افراد آسیب دیده یا گیر افتاده کمک کنید؛ مساعدت و یاری به همسایه هایی که ممکن است به کمک خاصی نیاز داشته باشند بویژه اطفال، سالخوردگان و افراد ناتوان را فراموش نکنید. در صورت نیاز. کمکهای اولیه را انجام دهید؛ افراد با جراحتهای شدید را حرکت ندهید مگر اینکه در معرض خطر جدی ناشی از جراحتهای بعدی باشند؛ در نهایت، درخواست کمک کنید.