

## دلیل پیدایش زمین لرزه:

طبق آخرین بررسیهای به عمل آمده، سطح کره زمین از ۱۲ صفحه بزرگ به نام Plate تشکیل شده است که این صفحات ساکن نبوده و جابجا می شوند و در طی جابجایی خود به همدیگر نیرو وارد کرده و این نیروها بتدریج در کناره ها یا داخل این صفحات انباشته شده و در نهایت به صورت زمین لرزه آزاد می گردد. دلیل حرکت این صفحات، جریان همرفتی ای است که در زیر این پوسته ها و در قسمت مایع کره زمین وجود دارد. همانطور که می دانید، داخل کره زمین بصورت مذاب است، و دمای این مایع مذاب در همه جای آن یکسان نیست و این گرادیان دما باعث جابجایی در این مایع می گردد. پوسته ها نیز که در واقع بر روی این ماده مذاب شناور هستند، دچار جابجایی می شوند. از میان نظریات گوناگونی که در رابطه با منشاء زمین لرزه ها ارائه شده است، نظریه ای وجود دارد به نام نظریه "بازگشت کشسان" که از جامعیت بیشتری برخوردار است. بر اساس این نظریه عامل ایجاد تغییر شکل در سنگها ایجاد شکستگی در آنها و زمین لرزه در آنها، معمولاً نیروهای افقی جهت داری است که در اثر حرکت و جابجایی ورقه های سنگ کره (پلیت ها) ایجاد می شود. در بسیاری موارد بر اثر انباشته شدن زیاد از حد انرژی در سنگ، حرکاتی در امتداد شکستگی ها و گسل های قبلی موجود در سنگ روی می دهد و در ضمن رها شدن انرژی ذخیره شده، زمین لرزه هایی بوجود می آید. به همین دلیل در زمان بررسی لرزه خیزی یک منطقه باید تاریخچه لرزه ها و گسل های فعال

و لرزه زا را مورد بررسی قرار داد. البته باید توجه نمود که در یک زمین لرزه، تمام طول گسل جابجا نمی شود بلکه بخشهایی از آن مقاومت می نمایند. این بخشهای به ظاهر فاقد جابجایی ممکن است در زمانی دیگر گسیخته شده و زمین لرزه ای را به وجود آورند، علاوه بر این بر اثر آتشفشانها، ریزش سقف غارها و معادن، ایجاد بهمین، برخورد شهاب سنگها، فعالیت‌های بشری و ... نیز زمین لرزه هایی ایجاد شود که درصد ناچیزی از زمین لرزه های معمولاً کوچک را تشکیل می دهند. بسیاری از زمین لرزه ها با تعدادی حرکات ضعیف تر در پیش از زمین لرزه اصلی و پس از حرکت اصلی همراهند که به نامهای پیش لرزه و پس لرزه خوانده می شوند.

### • نظریه بازگشت کشسان

بر طبق این نظریه نیروهای فعالی که سبب تغییر شکل پوسته زمین هستند، موجب تغییر شکل صفحه ها (خمشدگی، کشیدگی و فشردگی)، اصطکاک بین صفحه های برخورد کننده، گرا دیان (تفاوت) بالای دما و ... می شوند به طرز قابل توجهی در افزایش تنش نقش دارند این نیروها در قسمتهای سطحی که سنگها رفتار خمیدگی کمتری از خود نشان می دهند، به تدریج باعث تغییر شکل کشسان سنگها می شوند. زمانی که میزان تغییر شکل کشسان از لایه ها، به حالت اولیه خود باز می گردند. ترک خوردن سنگ معمولاً از نقطه ی کانون شروع و با سرعت حدود ۳ کیلومتر بر ثانیه در امتداد صفحه منتشر می شود. به

این ترتیب انرژی ای که به صورت "تنش کشسان" در سنگ ذخیره شده بود به طور ناگهانی آزاد شده و زمین لرزه را ایجاد می نماید.

در نتیجه تعریف کلی ای که می توان برای زلزله در نظر گرفت این است:

زلزله عبارتست از لرزش زمین در اثر آزاد سازی سریع انرژی که اغلب موارد در اثر لغزش در امتداد یک گسل در پوسته زمین اتفاق می افتد. انرژی آزاد شده از محل آزاد شدن آن، که کانون نامیده می شود، بصورت امواج در همه جهت ها منتشر می شود. این موجها شباهت بسیار زیادی به امواج ایجاد شده در اثر فروافتادن یک سنگ در آب آرام یک حوضچه دارد. به همان ترتیب که ضربه سنگ باعث به جنبش در آوردن امواج آب می شود، یک زلزله امواج لرزه ای را ایجاد می کند که در زمین منتشر می شوند. با وجود اینکه انرژی آزاد شده با فاصله گرفتن از کانون زلزله به سرعت پراکنده شده و میرا می شود (انرژی خود را از دست می دهد)، ولی ابزارهای بسیار حساسی که در سراسر جهان بمنظور ثبت ارتعاشات پوسته زمین نصب شده اند، آن را حس کرده و ثبت می کنند.

زلزله ها بر اساس منشاء ایجاد آنها (چشمه های لرزه ای) به چند دسته تقسیم بندی می شوند که در زیر به بررسی آنها می پردازیم.

زمین لرزه ها ممکن است به طور طبیعی پدید آیند و یا بر اثر رویدادهای ساخت بشر به وقوع پیوندند. براساس دلیل پیدایش، آنها را به دسته های مختلفی تقسیم می نمایند.

## 1- رویدادهای طبیعی

- زمین لرزه های زمین ساختی
- زمین لرزه های آتش فشانی
- زمین لرزه های فروریختی
- زمین لرزه های اقیانوسی

## 2- رویدادهای ساخت بشر

- -زمین لرزه های القایی
- -زمین لرزه های ناشی از رویدادهای کنترل شده

### • زمین لرزه های زمین ساختی:

یکی از انواع لرزه با منشاء طبیعی است که بر اثر رهاشدن ناگهانی انرژی ذخیره شده، در اثر برهم کنش چند صفحه ی پوسته ایجاد می شود .

### • زمین لرزه های آتشفشانی:

این نوع زمین لرزه بر اثر بازشدن ناگهانی کانالهایی در پوسته زمین، حرکات سریع ماگما، فروریختن سقف کانالهای زیرزمینی و مخازن تخلیه شده از ماگما و یا بر اثر ترکم بیش از

اندازه‌ی گاز و فشار ناشی از آن و... ایجاد می‌شود. کانون این زمین لرزه‌ها ممکن است بسیار عمق داشته باشد، اما گاهی بر روی زمین روی می‌دهند که به نام زمین لرزه‌های انفجاری خوانده می‌شوند .

### • زمین لرزه‌های فروریختی :

بر اثر فروریختن غارها و کانال‌های زیرزمینی، لرزه‌هایی ایجاد می‌شود که به نام زمین لرزه‌های فروریختی موسومند. این تکان‌ها همواره بسیار کوچکند و تنها اهمیت محلی دارند .

### • زمین لرزه‌های القایی :

بر اثر آّبگیری یا تغییرات ناگهانی سطح آب دریاچه‌های پشت سدها، تزریق آب یا سیالهای دیگر به داخل زمین و یا استخراج آنها، مخصوصاً در جاهایی که گسل‌های فعال وجود دارد زمین لرزه‌هایی ایجاد می‌شود. در واقع دلیل اصلی این لرزه‌ها را می‌توان بارگذاری سریع بر روی زمین و یا برداشتن ناگهانی بار زیادی از روی آن ذکر کرد. این لرزه‌ها به نام القایی موسومند. لرزه‌های ناشی از معادن نیز در این دسته قرار می‌گیرند. به عنوان مثال می‌توان به زمین لرزه‌ای که در ارتباط با آّبگیری و تغییرات فصلی سطح آب دریاچه سفیدرود روی داد اشاره نمود .

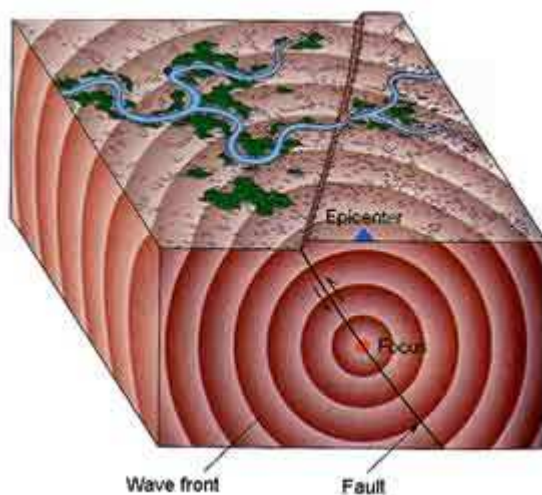
### • زمین لرزه‌های ناشی از رویدادهای کنترل شده:

انفجارهای نظامی و صنعتی، همچنین آمدو شد و یا فعالیت های ساختمانی نیز لرزه هایی را ایجاد می نمایند که شدت، زمان وقوع و محل آنها قابل پیش بینی است. این نوع لرزه ها به نام لرزه های ناشی از رویدادهای کنترل شده موسوم اند.

### مفاهیم زلزله:

### موج های لرزه ای:

بطور کلی پس از اینکه در داخل زمین زلزله ای به وجود آمد و انرژی زمین آزاد شد، این انرژی آزاد شده به صورت امواج ارتعاشی در کلیه جهات منتشر می شوند و انرژی زلزله را با خود منتقل می نمایند. امواج زمین لرزه با توجه به حرکشان در داخل یا سطح زمین به دو دسته "امواج داخلی یا پیکری" و "امواج سطحی" تقسیم می شوند.



امواج سطحی بیشترین انرژی ناشی از لرزه های کم عمق را دارا بوده و عامل اصلی خرابی

های ناشی از زمین لرزه بخصوص در مناطق مسکونی می باشند. این گروه از امواج پس از

تداخل موجهای داخلی در امتداد حدفاصلها، شروع به ارتعاش کرده و عمق نفوذ

محدودی دارند، از این رو همواره در نزدیکی سطح های ناپیوستگی متمرکز می شوند.

بدین جهت در محیطهای همگن و محیط های نامحلول موجهای سطحی نخواهیم داشت.

این امواج به نامهای موجهای محدود شده و یا موجهای هدایت شده نیز معروفند و خود به

گروههای مختلفی چون "موج لاو" و "امواج ریلی" تفکیک می گردند.

امواج داخلی یا پیکری دسته دیگری از امواج لرزه ای هستند که در درون زمین حرکت

کرده و در تمامی جهات منتشر می شوند و با سرعتی بیش از موجهای سطحی حرکت می

نمایند. امواج داخلی نیز به دو گروه امواج طولی یا اولیه و امواج عرضی یا ثانویه قابل

تقسیم هستند.

این امواج توسط ویژگیهایی چون سرعت، دامنه، طول موج، دوره تناوب و فرکانس از

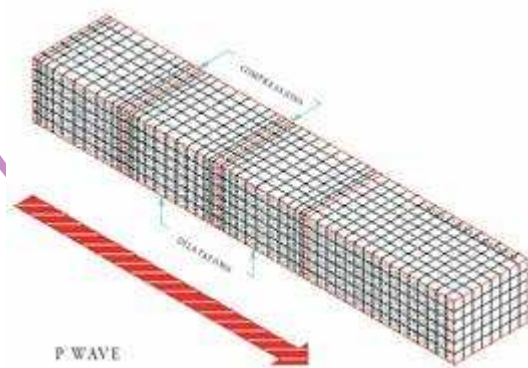
یکدیگر تمییز داده می شوند.

**انواع موج درونی: (Body Wave)**

**1- امواج تراکمی P یا اولیه: (Primary Waves)**



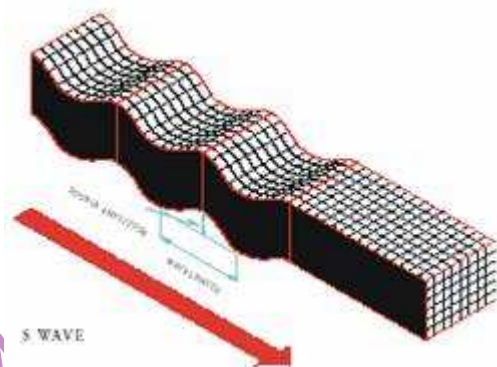
امواج تراکمی از همه محیطهایی که توان تحمل فشار را دارند از جمله گازها و مایعات عبور می کنند. ذراتی که تحت تاثیر موج P قرار می گیرند در جهت انتشار موج به جلو یا عقب نوسان می کنند. در صورتی که بخشی از یک فنر را جمع کرده و به طور ناگهانی رها کنیم، فشردگی تمام طول فنر را طی خواهد کرد تا به انتهای آن برسد. در این مثال فنر در راستای حرکت موج به ارتعاش درآمده است که بسیار شبیه به نحوه انتشار امواج P است. دلیل نامگذاری این امواج به نام امواج اولیه سرعت بالای این امواج می باشد، چرا که اولین موجی که از زلزله احساس می شود امواج P هستند. این امواج با وجود سرعت بالای انتقال، چون بسیار سریعتر از سایر امواج دیگر میرا می شوند باعث ایجاد خرابی زیادی در زلزله ها نمی شوند.



2- امواج برشی S یا عرضی (Shear Waves or Secondary waves):



این امواج تنها در محیط هایی که می توانند در برابر تغییر شکل جانبی مقاومت کنند - مانند محیط های جامد - منتشر می گردند. این امواج در مایعات و گازها نمی توانند منتقل شوند. در صورتی که یک طناب را به دیواری متصل کرده و سر دیگر آن را در دست گرفته و به صورت قائم حرکت دهیم، در طناب موجی ایجاد می شود شبیه امواج S می باشد. در این امواج ارتعاش ذرات محیط عمود بر جهت حرکت موج می باشد (همانطور که در مثال طناب دیده می شود، موج در امتداد طول طناب حرکت می کند در حالی که ذرات طناب در جهت عمود بر طول طناب ارتعاش می کنند).

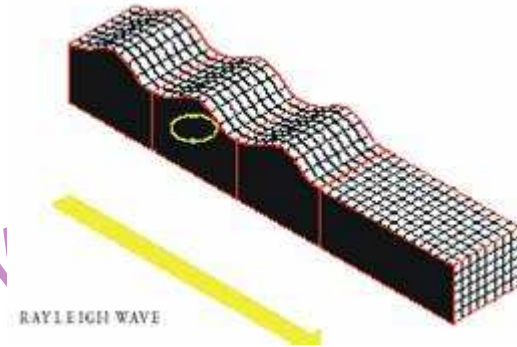


**امواج سطحی: (Surface Waves)**

**1- امواج ریلی: LR - Rayleigh Waves**

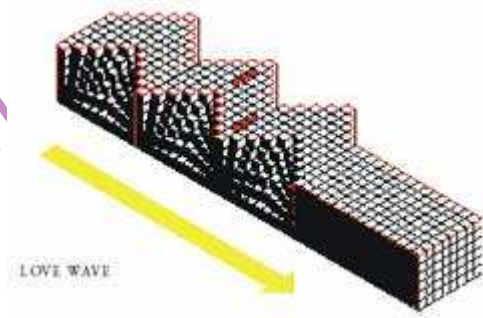
این امواج به نحو خاصی حرکت می کنند. بدین ترتیب که حرکت ذرات در امتداد مدارهای دایره ای (یا بیضوی) صورت می گیرد. درست مانند حرکت امواج در سطح

اقیانوس البته جهت حرکت دایره ها بر خلاف حرکت امواج اقیانوس است به عبارتی حرکات ذرات سنگ، مدار بیضوی پسگرد را در صفحه قائمی به طرف منشاء زمین لرزه طی می کنند.



## - 2 امواج لاو: LQ - Love Waves

حرکت زمین توسط موج لاو، تقریباً شبیه موج S است با این تفاوت که ذرات ماده به موازات سطح زمین و در جهت عمود بر انتشار موج حرکت کرده و ذرات در صفحه قائم حرکت ندارند. انتشار این امواج مانند تکانهایی است که بر اثر حرکت طناب به سمت چپ یا راست ایجاد می شود. موجهای لاو قدری سریعتر از امواج ریلی حرکت کرده و زودتر بر روی لرزه نگاشت ظاهر می شوند.



### گسله

گسله‌ها شکستگی‌هایی در پوسته زمین هستند که در طول آنها تغییر شکل‌های قابل توجهی ایجاد شده است. بدین مفهوم که زلزله‌های پیشین، باعث ایجاد این شکستگی‌ها و جابجایی

ها گردیده است. گاهی اوقات گسله‌های کوچک در ترانشه‌های جاده، جایی که لایه‌های

رسوبی چند متر جابجا شده‌اند، قابل تشخیص هستند. گسله‌هایی در این مقیاس و اندازه

معمولاً بصورت تک گسیختگی جدا اتفاق می‌افتند. در مقابل گسله‌های بزرگ، شامل

چندین صفحه گسل درگیر می‌باشند مانند گسل شمال تهران و گسل شمال تبریز. این

منطقه‌های گسله، می‌توانند چندین کیلومتر پهنا داشته باشند و معمولاً از روی عکسهای

هوایی راحت‌تر قابل تشخیص هستند تا سطح زمین. بر اساس جهت جابجایی

گسله‌ها، گسله‌های امتداد لغز و گسله‌های شیب لغز تعریف می‌شوند.

**خطرات ناشی از یک زلزله:**

عواملی که در یک زلزله باعث ایجاد خسارت میگردند عبارتند از:

1- نیروهای درونی شدید ایجاد شده بر اثر جنبش شدید زمین

2- آتش سوزی های ناشی از زمین لرزه

3- تغییر در خواص فیزیکی خاکها (نشستها، پدیده آبگونگی و) ...

4- بر اثر جابجائی مستقیم گسلها در محل ساخت سازه ها

5- بواسطه زمین لغزشها ( زمین لغزش عبارتست از فروریزش دامنه شیبا)

6- بواسطه موجهای بلند ایجاد شده توسط زلزله در دریاها ( آبرانش )

### اندازه گیری زمین لرزه:

برای آگاهی از میزان تاثیر هر پدیده لازم است تا بتوانیم به نحوی آن را بصورت کمی

بیان کنیم. برای کمی کردن اندازه زلزله، از دو رهیافت مختلف استفاده می شود؛ یک

رهیافت بر اساس اندازه گیری دستگاهی (بزرگای زلزله) و دیگری بواسطه تاثیر پذیری

دست سازهای بشر از زلزله (شدت زلزله). شدت زلزله در هر مکان متفاوت است و با دور

شدن از کانون زلزله کم می شود، در حالی که بزرگای زلزله همواره ثابت است و ربطی

به دور شدن از کانون ندارد (چرا که با کل انرژی آزاد شده مربوط است).

## شدت زمین لرزه :

شدت یک زلزله در یک مکان خاص بر مبنای اثرهای قابل مشاهده زمین لرزه در آن مکان تعیین می شود. دقت در تعیین شدت زلزله به دقت مشاهده کننده وابسته است. تخمین شدت وسیله مفیدی برای تخمین اندازه زلزله های تاریخی است، بویژه در ناحیه هایی نظیر کشور ما که کشوری باستانی و با میراث تاریخی و فرهنگی کهن است و لذا اطلاعات مهمی می توان از زلزله های رویداده در زمانی که ثبت تاریخی وجود دارد به دست آورد. مقیاسهای مختلفی برای تعیین شدت زمین لرزه همانند مقیاس مرکالی اصلاح شده، MSK، EMS98 و ... ارائه شده است.

تعیین شدت زمین لرزه بدین ترتیب است که برای هر کدام از مقیاسها جدولی تهیه شده است و بر اساس آن میزان آسیبهای ناشی از زلزله بر سازه های مختلف ارائه گردیده است و مشاهده گر با تطبیق خسارتهای بوجود آمده از زلزله با موارد ذکر شده در جدول، شدت زلزله را تعیین می کند.

## بزرگای زلزله :

بمنظور اندازه گیری زمین لرزه و بدست آوردن معیاری برای مقایسه و سنجش زمین لرزه ها، از بزرگای زلزله استفاده می شود که می توان آن را با در نظر گرفتن دامنه نوسانات روی نگاشت محاسبه نمود. مقیاسهای متفاوتی برای اندازه گیری بزرگای زلزله وجود

دارد. اولین مقیاس بزرگا، توسط چارلز ریشر در سال ۱۹۳۵ برای زلزله های جنوب کالیفرنیا تعریف شد که بزرگای محلی یا  $M_L$  نامیده می شود. علاوه بر مقیاس ریشر، مقیاسهای مختلف دیگری نیز وجود دارند که هر کدام کاربردهای خاص خود را در

مهندسی زلزله و زلزله شناسی ایفا می کنند. هر زلزله فقط و فقط یک بزرگا دارد و بزرگا با فاصله از محل وقوع زلزله تغییر نمی یابد.

[http://www.earthquake.ir/index.php?menu=about\\_earthquake](http://www.earthquake.ir/index.php?menu=about_earthquake)