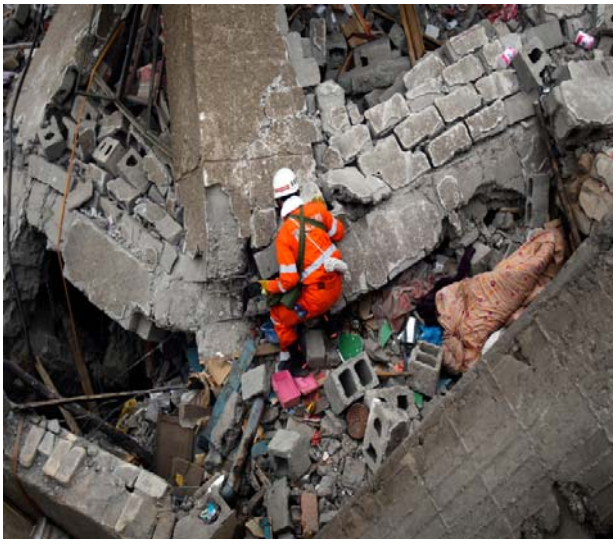
علل پیدایش زلزله

ایمان الیاسیان،کارشناس ارشد سازه
Iman.Elyasian@Gmail.com

چکیده

زمین لرزه یکی از وحشتناک ترین پدیده های طبیعت محسوب می شود .اغلب زمینی را که روی آن ایستاده ایم، به صورت تخته سنگ های صلب و محکمی تصور می کنیم که از استحکام زیادی برخوردار است. هنگامی که زمین لرزه ای روی می دهد برای لحظه ای این تصور بر هم می ریزد، اما طی همان لحظه کوتاه خسارت های شدیدی وارد می شود. با توجه به پیشرفت هایی که در حوزه علوم مختلف صورت گرفته است، دانشمندان توانسته اند نیروهایی را که باعث زمین لرزه می شود، شناسایی کنند. علاوه بر آن با استفاده از فناوری های نوین می توان شدت یک زلزله و مکان آن را حدس زد. مهم ترین کار باقی مانده آن است که راهی برای پیش گویی زمین لرزه بیابیم تا مردم هنگام وقوع آن غافلگیر نشوند .



زلزله چیست؟

لرزش ناگهانی پوسته‌های جامد زمین ، زلزله یا زمین لرزه نامیده می‌شود. دلیل اصلی وقوع زلزله را می‌توان افزایش فشار بیش از حد داخل سنگها و طبقات درونی زمین بیان نمود. این فشار به حدی است که در سنگ گسستگی بوجود می‌آید و دو قطعه سنگ در امتداد سطح شکستگی نسبت به یکدیگر حرکت می‌کنند. به سطح شکستگی که توأم با جابجایی است، گسل گفته می‌شود. وقتی که سنگ شکسته می‌شود، مقدار انرژی که در زمان طولانی در برابر شکستگی حالتهای مختلفی را برای آزادسازی انرژی نهفته شده بوجود می‌آورد. بطوری که در ابتدا فشار و نیروهای درونی ممکن است باعث ایجاد یکسری لرزه‌های خفیف و کوچک در سنگها شود که پیش لرزه نامیده می‌شود. بعد از اینکه فشار درونی بر مقاومت سنگها غلبه کرد انرژی نهفته آزاد می‌گردد و زمین لرزه اصلی رخ می‌دهد، البته نباید از اثر لرزشهای کوچکی که بعد از زمین لرزه اصلی نیز اتفاق می‌افتد و به نام پس لرزه معروف هستند، چشم پوشی کرد .لرزه ، پیش لرزه ، لرزه اصلی و پس

لرزه مجموعاً یک زمین لرزه را نشان می‌دهند.

باید توجه داشت که تمام زلزله‌ها با پیش لرزه‌ها همراه نیست و همچنین پیش لرزه را نمی‌توان مقدمه وقوع یک زلزله بزرگ دانست، زیرا در بسیاری از موارد یک زلزله مخرب خود یک پیش لرزه فوق العاده مخربی بوده است که در تعقیب آن اتفاق افتاده است. همچنین در بسیاری از زمین لرزه‌ها زلزله اصلی بدون هیچ لرزه قبلی و یکباره اتفاق می‌افتند، زلزله‌هایی هم در اثر عوامل دیگر مثل ریزشها (مثلا ریزش سقف بخارهای آهکی و زمین لغزشها) و یا در بعضی موارد فعالیتهای آتشفشانی نیز بوجود می‌آید که مقدار و شدت آنها کمتر است .

زمین لرزه در واقع ارتعاشی است که در طول پوسته زمین به حرکت در می آید. اگر یک کامیون بزرگ از نزدیکی منزل شما عبور کند، خیابان را به لرزه می آورد و شما احتمالاً لرزه های خانه را احساس می کنید، در این حالت می توان گفت که زمین لرزه کوچکی رخ داده است، اما کلمه زمین لرزه معمولی به حوادثی اطلاق می شود که در آن منطقه بزرگی همانند یک شهر تحت تأثیر این لرزش قرار گیرد .

نحوه آزاد شدن انرژی زلزله

ممکن است یک زلزله به همراه خود پیش لرزه و پس لرزه‌هایی داشته باشد، که این دو قبل و بعد از زلزله اصلی ممکن است وقوع یابند، به عبارتی دیگر این موضوع به نحوه آزاد شدن انرژی زلزله بستگی دارد. بطوری که انرژی زلزله بصورتهای زیر آزاد می گردند

پیش لرزه

گاهی اوقات از بروز زلزله اصلی ، یکسری زلزله‌هایی با بزرگی کمتر از زلزله اصلی به وقوع می‌پیوندند که معمولا فراوانی آنها با نزدیک شدن به زمان وقوع لرزش اصلی ، افزایش می‌یابد.

لرزش اصلی

همان زلزله اصلی بوده که بواسطه آن اکثر انرژی ذخیره شده در سنگها یکباره آزاد می گردد و چنانچه داده‌های مربوط به یک زلزله بزرگ غیر دستگاهی باشد مهلرزه نامیده می‌شود .

پس لرزه

زلزله‌های خفیفتری که غالبا پس از لرزش اصلی ، از حوالی کانون زلزله اصلی منشأ می گیرند، را پس لرزه می گویند. پس لرزه‌ها می‌توانند حتی تا سالها پس از وقوع زلزله‌های اصلی نیز به طول انجامد .

دسته لرزه

مجموعه‌ای از تعداد زیادی زلزله که در یک منطقه محدود در مقطع زمانی در حد هفته تا چند ماه به وقوع می‌پیوندد. دسته لرزه‌ها غالبا در نواحی آتشفشانی دیده می‌شوند .

ریز لرزه

زلزله‌های ضعیفی هستند که بزرگی آنها 3 ریشتر و یا کمتر از 3 بوده و غالبا افزایش ناگهانی و نامنظم آنها نشانه قریب الوقوع بودن مهلرزه یا زلزله اصلی می‌باشند.

چرا زلزله بوجود می‌آید؟

به درستی مشخص نیست که چرا زلزله بوجود می‌آید، اما همانطور که قبلا اشاره شد تجمع انرژی در درون زمین از یک طرف و افزایش نیروی زیاد در درون زمین و عدم تحکمل طبقات زمین برای نگهداری این انرژی از طرف دیگر موجب شکسته شدن زمین در بعضی نقاط آن شده و انرژی از محل آن آزاد می شود. این شکستگی که اکثرا با جابجایی زمین اتفاق می‌افتد باعث خطرات و ایجاد لرزش زمین می‌شود که به آن زلزله گفته می‌شود.

اما این انرژی از کجا می آید؟ برخی معتقدند که زمین از ورقه‌هایی تشکیل شده است که این ورقه‌ها با صفحاتی که در کنار هم قرار دارند به یکدیگر فشار وارد کرده و باعث می‌شوند که ورقه‌هایی که دارای وزن کمتری هستند به داخل زمین فرو روند (این پدیده در اصطلاح علمی فرو رانش صفحات گفته می‌شود). همچنین ممکن است که ورقه‌ها در کنار یکدیگر به هم فشرده شوند. در اثر فرو رانش و پایین رفتن صفحه به درون زمین و به دلیل افزایش فشار و دمای طبقات درونی ، ورقه شروع به گرم شدن و ذوب شدن می کند و مواد مذاب حاصله سبک شده و مجددا به سمت بالا حرکت کرده و فشاری را به طبقات مجاور وارد می کند.

ترکیب این نیروها در درون زمین باعث ایجاد یک حالت عدم تعادل انرژی می‌شود، این وضعیت تا زمانی که طبقات فوقانی و سطحی زمین تحمل مقاومت در برابر آن را داشته باشند حفظ می گردد. اما زمانی که سنگها دیگر تحمل این فشارها را نداشته باشند، انرژی به یکباره آزاد می گردد و زلزله بوجود می‌آید. البته این بدان مفهوم نیست که تمامی زلزله‌ها بدین طریق ایجاد می‌شوند، بلکه می‌توان گفت بخش اصلی زمین لرزه‌ها ، با این فرضیه قابل توجیه است

برای وقوع یک زمین لرزه چند دلیل می توان ذکر کرد

- فوران گدازه های آتشفشانی
- برخورد یک شهاب سنگ
- انفجارهای زیرزمینی (برای مثال یک آزمایش هسته ای زیرزمینی)
- فرو ریختن یک سازه (همانند تخریب یک معدن)

اما اصلی ترین دلیل وقوع زمین لرزه را می توان حرکات صفحه های (Plates) زمین دانست.هر از گاهی در اخبار می شنویم که زمین لرزه ای روی داده است، اما باید دانست که زمین لرزه پدیده ای است که هر روز در کره زمین روی می دهد. براساس تحقیقات جدید هرساله حدود سه میلیون زمین لرزه روی می دهد، یعنی هشت هزار زمین لرزه در روز یا هر 11 ثانیه یک زمین لرزه

- حرکت صفحه ها در خلاف جهت یکدیگر و دور شدن از هم
- ضمن حرکت در خلاف جهت به همدیگر بمالند

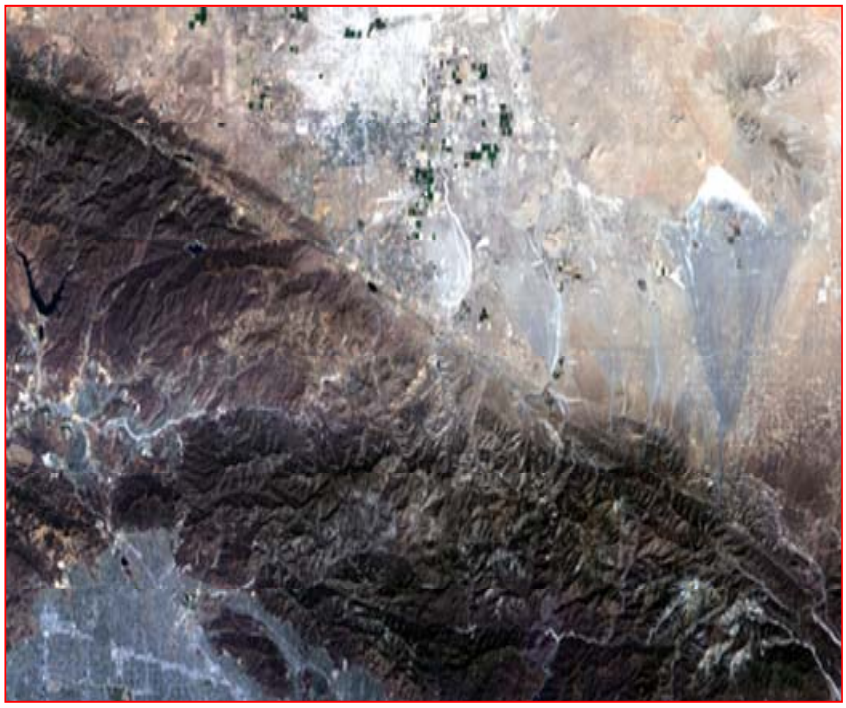
اگر دو صفحه از یکدیگر دور شوند گدازه هایی که از سنگ های مذاب تشکیل شده اند، از بین صفحه های پوسته زمین خارج می شوند (این عمل اغلب در کف اقیانوس ها روی می دهد) هنگامی که این گدازه ها سرد شوند، سخت شده و به شکل پوسته های جدید در می آیند که فاصله بین دو صفحه را پر می کنند. اگر دو صفحه به سمت یکدیگر به حرکت درآیند، معمولاً یک صفحه به زیر صفحه دیگر می خزد. در بعضی موارد، هنگامی که دو صفحه به یکدیگر فشار می آورند، برای هیچ کدام از صفحه ها امکان ندارد که به زیر صفحه دیگر برود، در این صورت این دو صفحه ضمن فشار آوردن به همدیگر یک رشته کوه را به وجود می آورند. در بعضی مواقع نیز صفحه ها ضمن عبور از کنار یکدیگر به همدیگر فشار وارد می کنند. برای مثال تصور کنید یک صفحه به سمت شمال و دیگری به سمت جنوب حرکت کند. در این صورت این صفحه ها از محل تماس به یکدیگر نیرو وارد می سازند .

گسل

در جایی که این صفحات به یکدیگر می رسند، گسل تشکیل می شود. در حقیقت گسل ترک هایی در پوسته زمین است که در دو طرف صفحه هایی که در خلاف جهت یکدیگر در حال حرکت هستند، مشاهده می شود. احتمال وقوع زلزله در اطراف خطوط گسل بیشتر از هر جای دیگر است. گسل ها انواع مختلفی دارند که براساس موقعیت خط گسل و چگونگی حرکت دو صفحه نسبت به هم تقسیم بندی می شود. در تمام انواع گسل ها، صفحه ها کاملاً به یکدیگر فشار وارد می سازند و در نتیجه هنگام حرکت آنها اصطکاک شدیدی به وجود می آید. اگر نیروی اصطکاک بسیار شدید باشد مانع حرکت آنها می شود در این حالت فشاری که باعث ایجاد گسل می شود افزایش می یابد. اگر میزان این فشار از حد معینی بیشتر شود، بر نیروی اصطکاک غلبه می کند و صخره ها ناگهان می شکنند.به عبارت دیگر، هنگامی که صخره ها به یکدیگر فشار وارد می کنند، انرژی پتانسیل به وجود می آید و هنگامی که صخره ها به حرکت درمی آیند، انرژی پتانسیل به جنبشی تبدیل می شود. اغلب زمین لرزه ها در اطراف مرز صفحه های زمین ساختی روی می دهد زیرا در این منطقه در اثر حرکت صفحه ها منطقه گسل به وجود می آید که دارای گسل های متعدد و به هم پیوسته ای است. در منطقه گسل، آزاد شدن انرژی جنبشی در یک گسل ممکن است باعث افزایش انرژی پتانسیل در گسل کناری شود که این عمل به زمین لرزه دیگری منجر می شود. به همین دلیل است که گاهی در یک منطقه کوچک زلزله های متعددی در فاصله های زمانی کم روی می دهد.البته گاهی اوقات زمین لرزه هایی در وسط این صفحه ها نیز روی می دهد. یکی از شدیدترین زمین لرزه های ثبت شده زمین لرزه ای است که در صفحه قاره ای آمریکای شمالی در سال 1811 و 1812 اتفاق افتاد. دانشمندان در دهه 1970 دریافتند که احتمالاً منشاء این زمین لرزه یک منطقه گسل 600 میلیون ساله است که زیر لایه های متعدد سنگ و صخره مدفون شده بود .

تقسیم‌بندی گسلها

گسلها را بر اساس اصول مختلف طبقه‌بندی می‌کنند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد



طبقه‌بندی بر اساس شیب صفحه گسل

- گسل پرشیب
- گسل عمودی
- گسل کم شیب

طبقه‌بندی زایشی گسلها

- گسل نرمال یا عادی
- گسل مطابق
- گسل نامطابق
- گسل معکوس
- راندگی (سوارشدگی)
- گسل امتداد لغز

طبقه‌بندی بر اساس حالت گسل نسبت به چینه‌بندی

گسل چینه‌ای

گسل مطابق و نامطابق

طبقه‌بندی بر اساس وضعیت گسل نسبت به طبقات اطراف

- گسل امتدادی
- گسل مورب
- گسل طولی
- گسل عرضی

- گسل شیبی
- گسل چرخشی

طبقه‌بندی گسلها بر اساس طرح آنها

- گسلهای موازی
- گسلهای شعاعی
- گسل پر مانند
- گسلهای محیطی
- گسلهای پوششی

نشانه‌های شناسایی گسل‌ها

نشانه‌های شناساسی گسلها را می‌توان به دو گروه نشانه‌های خارجی و نشانه‌های داخلی تقسیم کرد

نشانه‌های خارجی تشخیص گسل‌ها

عملکرد گسلها بر روی زمین باعث جابجایی ، قطعه ، تکرار لایه‌ها و یا ساختهای دیگر زمین شناسی می‌شود، نشانه‌هایی که در این گروه جای می‌گیرند، شامل موارد زیر است

پرتگاه

وجود پرتگاههای پر شیب و طویل با سطحی نسبتا صاف

جابجایی

جابجایی رشته ارتفاعات یا رودخانه‌ها یا دیگر اشکال ژئومورفولوژیکی

قطع شدگی

قطع و محو شدن ناگهانی ارتفاعات یا برجستگی‌ها

رودهای جوان شده

بر اثر کج شدن زمین ، جهت جریان در رودها و آبراهه‌ها معکوس شده است

آبگیرهای فرونشینی

امتداد طی دریاچه‌ها ، برکه‌ها ، چشمه‌ها و رطوبت زمین و تغییرات خطی در پوشش گیاهی

تغییر ناگهانی رخساره‌های رسوبی

در بعضی موارد ، قرار گرفتن غیر عادی لایه‌ها در کنار هم و یا وجود سنگهایی که از نظر رخساره رسوبی در شرایط یکسانی تشکیل نمی‌شوند، دلیلی بر عملکرد گسل است

فرازمین و فروزمین

وجد دره‌های ناشی از پایین افتادگی و برجستگی‌های ناشی از بالا زدگی سنگهای واقع در بین چند گسل

کشیدگی طبقات

به هنگام تشکیل گسل ، به علت اصطکاک سنگها ، طبقات طرفین سطح گسل در جهات مخالف هم کشیده می‌شوند. با استفاده از این کشیدگیها جهات حرکت طرفین گسل را نیز می‌توان تشخیص داد

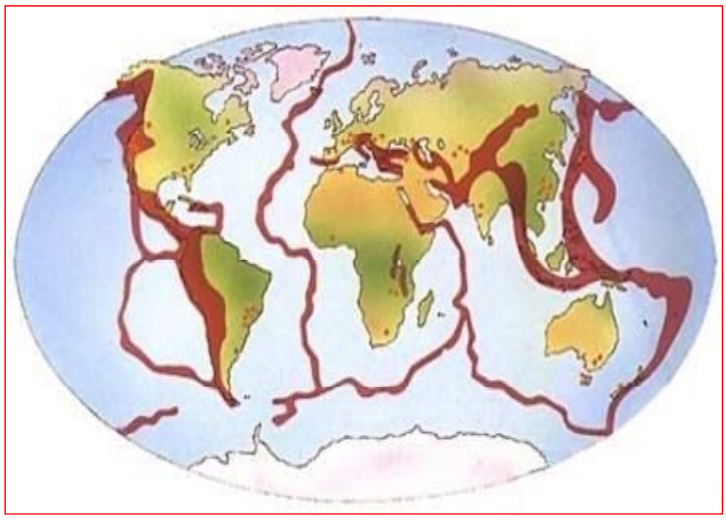
لرزه خیزی

امتداد خطی زمین لرزه‌های تاریخی یا ثبت شده

مناطق زلزله خیز کره زمین

مهمترین مناطق زلزله خیز دنیا درسه منطقه پراکنده اند

کمر بند چین خورده آلپ – هیمالیا



جائی که پوسته آسیا - اروپا(اوراسیا) به صفحه آفریقا – هند برخورد می کند .در کشورهای ایتالیا ، یونان ، ترکیه ، ایران ، شمال هند ...

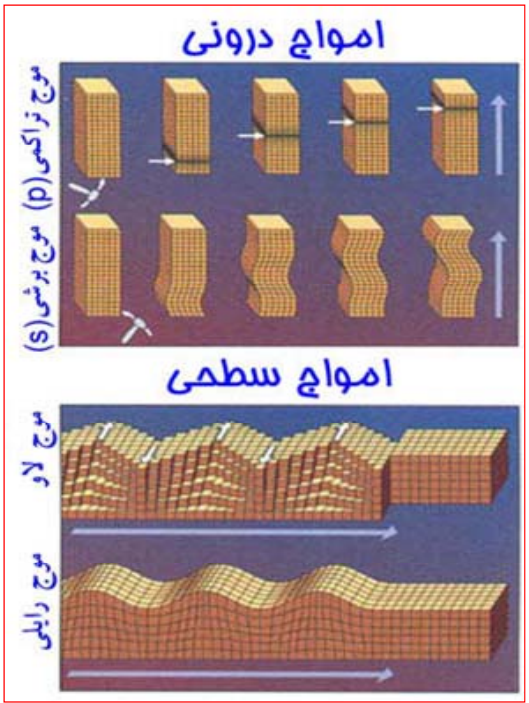
کمر بند اطراف اقیانوس آرام

جائی که صفحه اقیانوس آرام به صفحه قاره آسیا – اروپا ـ آمریکای جنوبی ـ استرالیا و امریکای شمالی برخورد می کند. در این ناحیه از کامچاتکا تا هکایدو شدیدترین زلزله ها اتفاق می افتد . عمق کانون زلزله در این منطقهٔ به حدود 60 کیلومتر می رسد وامواج تسونامی در اثر زلزله دراین منطقه ایجاد می شود

کمربند میانی اقیانوس اطلس

جائی که صفحه اقیانوس اطلس در حال گسترش است این زلزله ها نسبتاً ملایم وآرامش مردم را چندان بهم نمی زند.به استثنای گودالهای اقیانوسی کانون زمین لرزه ها در عمق 50 کیلومتری پوسته زمین است . در گودالهای اقیانوسی کانون زلزله ها در عمق 300 تا 700 کیلومتر مشاهده شده است جائی که به صفحه ای موربی بنام " سطح بنیوف " وجود دارد.البته زلزله ها در طول گسلهای تغییرشکل دهنده (جائی که صفحه ها درامتداد هم می لغزند)نیز وجود دارند مثل زلزله ای که در طول گسل سن آندریاس اتفاق افتاد . (سان فرانسیسکو 1906)

امواج زمین لرزه



درست مثل هنگامی که درسطح آب اغتشاش روی می دهد، انرژی آن به صورت امواج منتقل می شود، وقتی که شکست یا جابه جایی در پوسته زمین روی می دهد، انرژی آن به صورت امواج زمین لرزه منتقل می شود. در هر زمین لرزه ای چند نوع موج مختلف مشاهده می شود. امواج اصلی از لایه های داخلی زمین عبور می کنند، در حالی که امواج سطحی از سطح می گذرند. اغلب ویرانی های زلزله توسط امواج سطحی - که امواج L هم نامیده می شوند _ به وجود می آید، زیرا این امواج ارتعاشات شدیدی را به وجود می آورند. هنگامی که امواج اصلی به سطح زمین رسیدند، امواج سطحی را به وجود می آورند.امواج اصلی خود به دو گروه مهم تقسیم بندی می

شوند

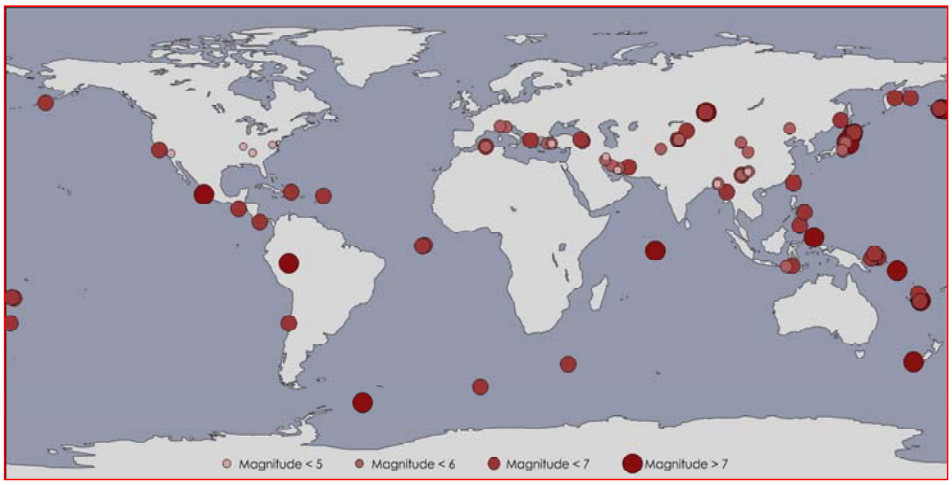
امواج اولیه که امواج P نیز نامیده می شوند، با سرعت 1/5 تا 8 کیلومتر در ساعت حرکت می کنند. سرعت حرکت این امواج به جنس زمینی که این امواج از آنها عبور می کنند بستگی دارد. سرعت این امواج از موج های دیگر بیشتر است و بنابراین سریع تر به سطح زمین می رسند. این امواج قابلیت عبور از جامدات، مایعات و گازها را دارند و به همین دلیل به طور کامل از زمین عبور می کنند. وقتی که این امواج از صخره ها عبور می کنند، در مسیر حرکت خود به آنها به سمت جلو و عقب فشار وارد می کنند .

امواج ثانویه امواج S نامیده می شوند و مدت کوتاهی بعد از امواج P می رسند. این امواج هنگام حرکت خود، صخره ها را به سمت بالا فشار می دهند، یعنی ارتعاش صخره ها عمود بر مسیر حرکت این امواج است. امواج S برخلاف امواج P نمی توانند در داخل زمین به خط مستقیم حرکت کنند. این امواج فقط از مواد جامد می گذرند و به همین دلیل هنگامی که در مرکز زمین به مایع برسند، متوقف می شوند.با این همه هر دو نوع موج از سطح زمین می گذرند و بنابراین می توان آنها را در آن سوی نقطه ای که زمین لرزه روی داده است، شناسایی کرد. در هر لحظه تعداد زیادی امواج زلزله ای ضعیف در قسمت های مختلف زمین قابل شناسایی است .

امواج سطحی را می توان تا حدودی به امواج آب تشبیه کرد. چرا که امواج سطحی حین حرکت، سطح زمین را به سمت بالا و پایین می رانند. حرکت این امواج باعث ویرانی های شدیدی می شود، چرا که صخره ها و پی ساختمان ها را به ارتعاش می آورد. امواج L از همه کندتر هستند به همین دلیل شدیدترین لرزش ها در پایان یک زمین لرزه روی می دهد .

شناسایی کانون زلزله

همان طور که ذکر شد سه نوع مختلف موج زلزله وجود دارد که هر کدام با سرعت مشخصی حرکت می کند. به رغم آنکه سرعت دقیق امواج P و S بسته به جنس و نوع ماده ای که این امواج از آن عبور می کنند، متغیر است، نسبت سرعت حرکت آن دو در تمام زمین لرزه ها تقریباً ثابت باقی می ماند.معمولاًسرعت امواجP ،حدود1/6برابرسرعت امواج Sاست



دانشمندان می توانند با استفاده از این نسبت، فاصله بین هرنقطه از سطح زمین را با کانون زمین لرزه محاسبه کنند. کانون زلزله مکانی است که امواج زمین لرزه از آنها شروع شده اند. برای تشخیص کانون زلزله از ابزاری استفاده می شود که زلزله نگار نامیده می شود. زلزله نگار دستگاهی است که امواج مختلف را ثبت می کند. برای یافتن فاصله بین زلزله نگار و

کانون زلزله، دانستن زمان رسیدن این امواج نیز ضروری است. با در اختیار داشتن این اطلاعات، اختلاف زمانی بین رسیدن این امواج محاسبه شده و سپس نمودار ویژه ای رسم می شود که در آن فاصله ای را که موج می تواند طی مدت اختلاف زمانی محاسبه شده طی کند، به دست می آید

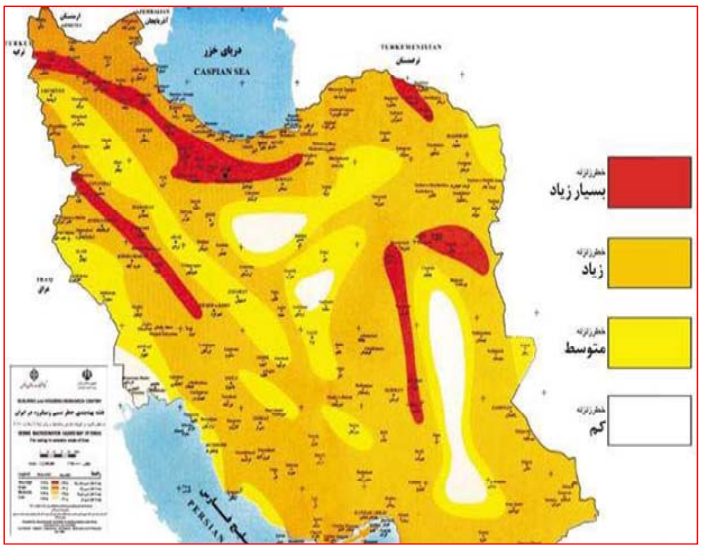
اگر اطلاعاتی از این دست را از سه یا چند نقطه مختلف به دست آوریم، می توان مکان کانون زلزله را به دست آورد. برای این کار کافی است که کره ای فرضی حول هر یک از زلزله نگار ها رسم کرد که در آن مکان اندازه گیری به عنوان مرکز کره و فاصله محاسبه شده تا کانون زلزله به عنوان شعاع کره در نظر گرفته می شود. پس سطح کره مورد نظر نشان دهنده تمام نقاطی است که از زلزله نگار به اندازه مورد نظر فاصله دارد. بنابراین کانون زلزله مورد نظر باید در جایی در سطح این کره قرار داشته باشد. اگر دو کره را بر اساس اطلاعات به دست آمده از دو زلزله نگار مختلف رسم کنید، از تقاطع دو کره یک دایره به دست می آید. از آنجایی که کانون زلزله باید در سطح هر دو کره قرار گرفته باشد، محیط دایره ای که از تقاطع دو کره به دست می آید، نشان دهنده تمام کانون های ممکن برای زلزله مورد نظر است .

از تقاطع کره سوم با این دایره فقط دو نقطه حاصل می شود که نشان دهنده کانون های محتمل برای زلزله است. از این دو نقطه یکی در سطح زمین قرار دارد و دیگری در هوا، با توجه به آنکه کانون زلزله همیشه در سطح زمین قرار دارد، نقطه موجود در هوا کنار گذاشته شده و نقطه موجود در سطح زمین نشان دهنده مکان واقعی کانون زلزله است .

درجه بندی دامنه و شدت زلزله

در هنگام وقوع زلزله بارها با کلمه مقیاس ریشتر مواجه می شویم. شاید کلمه مقیاس مرکالی هم به گوشتان رسیده باشد هرچند که کمتر مورد استفاده قرار می گیرد. این دو مقیاس قدرت یک زلزله را از دو جنبه مختلف بیان کنند .

از مقیاس ریشتر برای بیان بزرگی یک زمین لرزه یعنی مقدار انرژی آزاد شده طی یک زمین لرزه استفاده می شود. اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه بزرگی زمین لرزه را از لرزه نگار به دست می آورند. مقیاس ریشتر لگاریتمی است یعنی افزایش یک واحد در مقیاس ریشتر نشان دهنده افزایش ده واحدی در دامنه موج است. به عبارت دیگر دامنه موج در زلزله 6 ریشتری ده برابر دامنه موج زلزله 5 ریشتری است و دامنه موج 7 ریشتر 100 برابر زلزله 5 ریشتری است. مقدار انرژی آزاد شده در زلزله 6 ریشتری 31/7 برابر زلزله 5 ریشتری است .



بزرگترین زلزله ثبت شده 9/5 ریشتر شدت داشت، هرچند که مطمئناً زلزله های شدیدتری در تاریخ طولانی زمین روی داده است. عمده زلزله هایی که روی می دهد کمتر از 3 ریشتر قدرت دارند. زمین لرزه هایی که کمتر از 3 ریشتر شدت داشته باشند، نمی توانند ویرانی های چندانی به بار آورند. زلزله هایی که 7 ریشتر یا بیشتر قدرت داشته باشند، زلزله های شدیدی محسوب می شوند.مقیاس ریشتر فقط یکی از عواملی است که تبعات یک زلزله را بیان می کند. قدرت تخریبی یک زلزله علاوه بر

قدرت آن به ساختار زمین در منطقه مورد نظر و طراحی و مکان سازه های ساخت بشر بستگی دارد. میزان ویرانی های به بار آمده را معمولاً با مقیاس مرکالی بیان می کنند.دانشمندان می توانند درجه مقیاس ریشتر را درست پس از زمین لرزه و زمانی که امکان مقایسه اطلاعات از ایستگاه های مختلف زلزله نگاری به وجود آمده، معین کنند. اما درجه مرکالی را نمی توان به این سرعت مشخص کرد و لازم است که محققان زمانی کافی برای بررسی اتفاقاتی که حین زمین لرزه روی داده است، در اختیار داشته باشند. هنگامی که تصور دقیقی از میزان خسارت های وارده به عمل آمد، می توان درجه مرکالی مناسب را تخمین زد

جدول ۱ : *برخی از زمینلرزه های مخرب رویداده در سدهٔ اخیر در ایران [۱و۳و۴]*

شماره	تاریخ	منطقه	میزان خسارت	بزرگی
۱	۱۲۸۸	سیلاخور	۸۰۰۰ نفر کشته ، ۶۴ روستا تخریب	۷/۴
۲	۱۳۰۹	سلماس	۲۵۱۴ نفر کشته ، ۶۰ روستا تخریب	۷/۴
۳	۱۳۳۹	لار	۴۰۰ نفر کشته ، ۷۵ ٪ شهر تخریب	۶/۷
۴	۱۳۴۱	بوئین زهرا	۱۰۰۰۰ نفر کشته ، خسارات مخرب	۷/۲
۵	۱۳۴۷	دشت بیاض	۱۰۵۰۰ نفر کشته ، ۶۱ روستا تخریب	۷/۴
۶	۱۳۵۱	قیر	۴۰۰۰ نفر کشته ، خسارات بالا	۶/۹
۷	۱۳۵۶	خورگو	۱۲۸ نفر کشته ، خسارات اقتصادی بالا	۷/۰
۸	۱۳۵۷	طبس	۱۹۶۰۰ نفر کشته، ۱۶ روستا تخریب	۷/۷
۹	۱۳۵۸	قائن	۱۳۰ نفر کشته ، خسارات مخرب	۷/۱
۱۰	۱۳۶۰	سیرچ	۱۳۰۰ نفر کشته، ۸۵ ٪ شهر تخریب	۷/۱
۱۱	۱۳۶۹	رود بار - منجیل	۳۵۰۰۰ کشته ، خسارات مخرب	۷/۴
۱۲	۱۳۷۶	بیرجد	بیش از ۱۵۰۰ نفر کشته	۷/۳
۱۳	۱۳۸۱	آوج	خسارات مخرب در شهر و روستاها	۶/۶
۱۴	۱۳۸۲	بم	۴۱۰۰۰ نفر کشته ، خسارات مخرب	۶/۵
۱۵	۱۳۸۳	فیروز آباد - کجور	بیش از ۲۰۰۰۰ لغزش زمین و ریزش کوه	۶/۳
۱۶	۱۳۸۳	زرند	۶۱۲ نفر کشته ، ۱۰ روستا تخریب	۶/۴

.

مقابله با زمین لرزه

طی پنجاه سال اخیر اطلاعات زیادی در مورد زلزله کسب کرده و فرآیند وقوع آن را بهتر از پیش درک می کنیم، اما هنوز هم برای مقابله با آن کاری نمی توانیم انجام دهیم. زمین لرزه ها توسط فرآیندهای بنیادین و قدرتمند زمین شناختی که خارج از حیطه کنترل ما هستند، به وجود می آیند. این فرآیندها نسبتاً غیر قابل پیش بینی است، بنابراین در حال حاضر این امکان وجود ندارد که به مردم گفت دقیقاً چه وقت زلزله روی می دهد. این امواج زلزله ای ثبت شده، می تواند به ما اطلاع دهد که ارتعاش های بسیار قویتری در راه است، اما این اطلاعات می تواند فقط چند دقیقه پیش از وقوع زلزله به ما اخطار دهد. دانشمندان می توانند برپایه حرکت های صفحه ها در زمین و موقعیت منطقه های گسل، پیش بینی کنند که در کدام مناطق احتمال وقوع زلزله زیاد است. همچنین با تحقیق در تاریخ زمین لرزه های روی داده در منطقه مورد نظر، زمان احتمالی وقوع زلزله را پیش بینی کنند. با این همه این پیش بینی ها معمولاً بسیار ضعیف هستند. اما پیش بینی دانشمندان در مورد پس لرزه ها دقیق تر است. پس لرزه ها، لرزه هایی است که پس از زلزله اولیه روی می دهد .این پیش بینی ها براساس تحقیق های بسیار وسیعی که در مورد الگوهای پس لرزه ها انجام شده است، صورت می گیرد.زلزله شناسان در

این مورد که چگونه زمین لرزه هایی که از یک گسل شروع شده اند، می توانند زلزله های دیگری را در گسل های متصل به یکدیگر به وجود آورند، پیش بینی های دقیقی انجام می دهند .

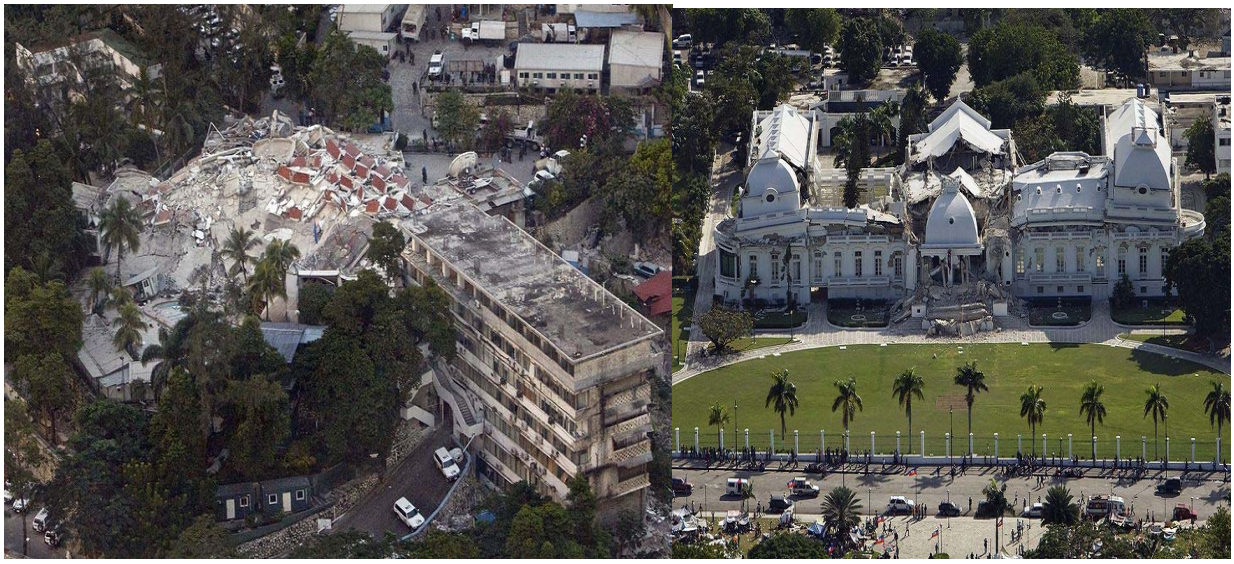
زمینه دیگر تحقیق ارتباط بین بارهای الکتریکی و مغناطیسی در صخره ها و زمین لرزه است. بعضی از دانشمندان بر این عقیده اند که این میدان الکترومغناطیسی پیش از زمین لرزه تغییر می کند. علاوه بر این زلزله شناسان خروج گاز از زمین و تغییر شکل زمین را به عنوان علائم اخطار دهنده زمین لرزه می شناسند. با این همه در بسیاری از موارد نمی توان زمین لرزه را با دقت کافی پیش بینی کرد .

پس برای مقابله با زمین لرزه چه کاری می توان انجام داد؟ عمده پیشرفت هایی که طی 50 سال گذشته حاصل شده است به آمادگی برای زلزله و مخصوصاً حیطه مهندسی عمران مربوط می شود. طی چند دهه اخیر استانداردهایی برای ساخت ساختمان ها در نظر گرفته شده است تا مقاومت آنها در برابر نیروی امواج زمین لرزه افزایش یابد. از استانداردهای جدید می توان به تقویت مصالح اشاره کرد. طراحی بناها به شیوه ای که از انعطاف پذیری لازم برای جذب ارتعاش ها برخوردار باشند بدون آنکه تخریب شوند،یکی دیگر از این روش هاست. طراحی ساختمان ها به شیوه ای که بتوانند این ضربه ها را بگیرند، مخصوصاً در مناطقی که زلزله خیز هستند، از اهمیت بسیاری برخوردار است.یکی دیگر از مولفه های آمادگی، آموزش مردم است. امروزه بسیاری از سامان های دولتی در اغلب کشورها دفترچه های راهنمایی منتشر می کنند که در آن چگونگی وقوع زلزله، راهنمایی هایی در مورد حفاظت خانه در برابر زلزله های احتمالی و فعالیت هایی که در زمان وقوع زلزله باید انجام داد، گردآوری شده است.

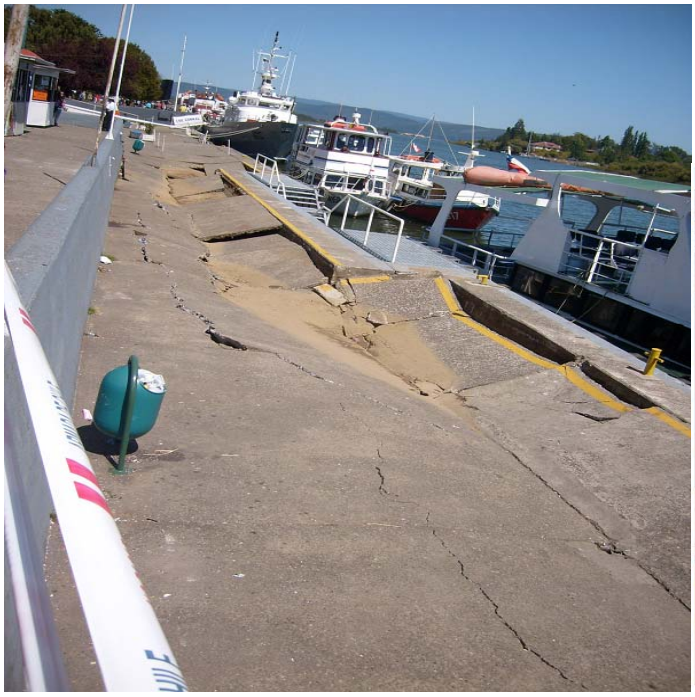
زلزله مبنای طراحی

زلزله مبنای طراحی،که «زلزله طرح» نامیده می شود،زلزله ایست که احتمال وقوع آن در 50 سال، عمر مفید ساختمان، کمتر از ده درصد باشد. به علاوه ساختمانهای "با اهمیت خیلی زیاد و زیاد"، و یا ساختمانهای بلندتر از 50 متر و یا بیشتر از 15 طبقه باید ضوابط ویژه ای را برای اثر ناشی از «زلزله سطح بهره برداری» که احتمال وقوع آن در 50 سال بیشتر از 99/5 درصد است، اقناع نمایند.

تصاویر زلزله های اخیر(چین-هایتی- شیلی)



UNI



منابع

1- تهرانی ، خسرو - زمین شناسی ایران - دانشگاه پیام نور ، 1377.

2-درویش زاده ، علی - زمین شناسی ایران - انتشارات امیرکبیر ، 1380.

3-معماریان ، حسین - زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک - انتشارات دانشگاه تهران

آیین نامه 2800 ، ویرایش 3 ، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ، دفتر تدوین و ترویج مقرارات ملی ساختمان

4- ایمان الیاسیان، حسین میسمی ،پیش بینی زلزله با استفاده از تداخل سنجی راداری و تکنیک آنالیزابرها، سایت Iransaze

5-I Elyasian, **Lessons we learn from Previous Earthquakes in Construction,Thialnd october2010,Asian Technology Institute**