زلزله

تهیه وتنظیم: رسول هلال ایزد موسی

کارشناسی آموزش وپیشگیری

مدیریت منطقه دو

بسمه تعالی

باتشکر از کلیه عزیزانی که این حقیر را در جمع آوری وتالیف این جزوه یاری نمودند.

تقدیر ویژه از:
جناب مهندس طاهری اصل
جناب مهندس جمشید ترکاشوند
کارشناسان محترم منطقه دو

تقدیم به:
آتش نشانان فداکاروایثار گر
پدر ومادر عزیزم
همسر مهربانم

اطلاعات علمی

تشکیل اولیه کره زمین

انفجار منحصر به فرد یک آتشفشان، وحشت حاصل از یک زلزله، منظره بی بدیل یک دره کوهستانی، و خسارت ناشی از یک زمین لغزش موارد متناقضی هستند که ما همواره شاهد آن بر روی کره زمین هستیم.

کره زمین یک جزء بسیار کوچک از کاینات پهناور است، ولی خانه ماست. کره زمین منابع مورد نیاز برای جامعه پیشرفته و عناصر زندگی ما را تامین میکند. بنابراین آگاهی از این سیاره برای ادامه زندگی ما حیاتی است.

پدید آمدن زلزله‌های اخیر که حاصل جابجائی در پوسته زمین است، و انفجار مواد مذاب از یک آتشفشان فعال، تنها نمایشگر قسمتهای پایانی از یک پروسه طولانی است که ساختار کنونی کره زمین را بوجود آورده است. پدیده‌های زمین شناسی که در داخل زمین اتفاق می-افتند تنها در سایه توجه به تاریخچه کره زمین و نحوه تغییرات آن در طول سالیان کهن قابل شناخت است. به همین منظور ابتدا خلاصه ای از پیدایش اولیه کره زمین ارائه میگردد.

کره زمین یکی از ۹ سیاره‌ای است که به همراه چندین قمر و تعداد زیادی اجسام کوچکتر به گرد خورشید می‌گردند. طبیعت منظم و مرتبی که بر منظومه شمسی حاکم است، محققان را به این استنتاج هدایت می‌کند که زمین و سایر کرات هم زمان با خورشید و از عناصر اولیه یکسانی تشکیل شده باشند. بر اساس فرضیه سحابی، اجسام منظوم شمسی از یک توده بزرگ ابر دوار به نام ابر خورشیدیتکوین یافته است که این توده سحابی غالبا از هیدروژن و هلیم و درصد پایینی از عناصر سنگینتر ترکیب یافته بود.

ساختار درونی زمین:

پدید آمدن زلزله های اخیر که حاصل جابجایی در پوسته زمین است، و انفجار مواد مذاب از یک آتشفشان فعال، تنها نمایشگر قسمتهای پایانی از یک پروسه طولانی است که ساختار کنونی

کره زمین را بوجود آورده است. پدیده‌های زمین شناسی که در داخل زمین اتفاق می‌افتند تنها در سایه توجه به تاریخچه کره زمین و نحوه تغییرات آن در طول سالیان کهن قابل شناخت است.در ابتدای پیدایش کره زمین، بدلیل بالا بودن دمای آن، تمام مواد تشکیل دهنده آن بصورت مذاب بودند که به دلیل تفاوت در وزن و چگالی این مواد، سه لایه اصلی در سطح زمین پدید آمده است. این تقسیم بندی بر اساس تفاوت خصوصیات شیمیایی مواد تشکیل دهنده آن قابل تشخیص است:

۱- پوسته:

پوسته کره زمین لایه نسبتا کم عمقی است که این لایه سنگی سطحی، به دو نوع کلی تحت عنوان پوسته قاره‌ای و پوسته اقیانوسی طبقه‌بندی می‌شود. پوسته اقیانوسی حدود ۷ کیلومتر ضخامت داشته و از سنگهای آذرینی تحت عنوان "بازالت" تشکیل شده است. در مقابل ، پوسته قاره ای دارای ضخامت متوسط ۳۵-٤۰ کیلومتر است ولی در برخی مناطق کوهستانی ممکن است از ۷۰ کیلومتر نیز تجاوز نماید. برخلاف پوسته اقیانوسی، که از مواد شیمیایی یکنواختی تشکیل شده است، پوسته قاره‌ای شامل انواع مختلفی از سنگها می‌باشد. قسمت فوقانی پوسته قاره‌ای از سنگهای گرانیتی تشکیل شده، در حالی که قسمت تحتانی آن شبیه بازالت است.

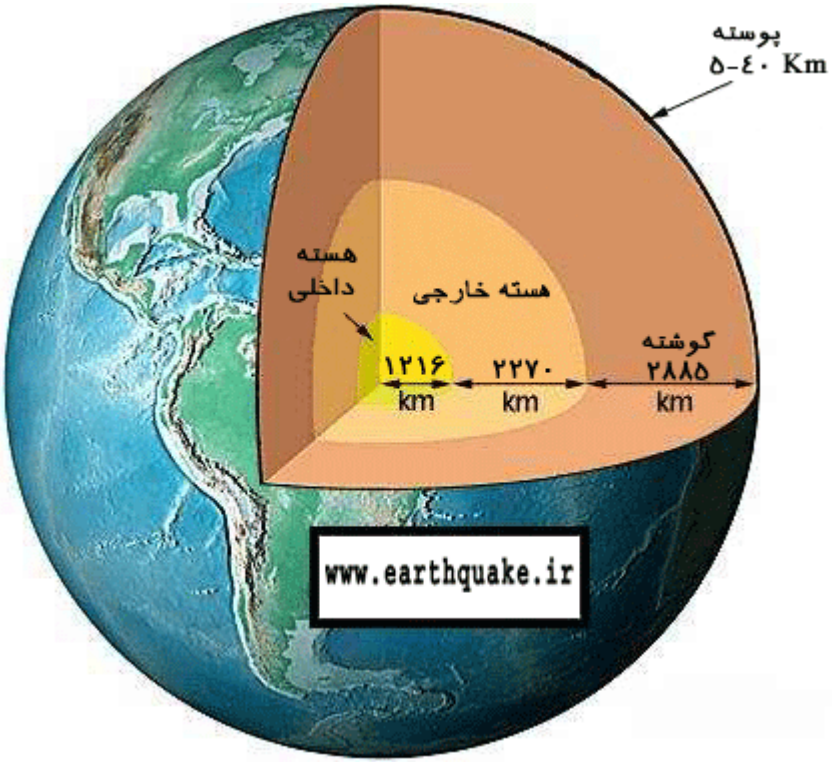
۲- گوشته:

بیش از ۸۲% از حجم زمین در گوشته قرار دارد که یک ورقه جامد و سنگی را تا عمق 2900کیلومتری تشکیل می‌دهد. مرز بین پوسته و گوشته، تفاوت فاحشی را در مشخصات شیمیایی نشان می‌دهد.

۳- هسته:

تصور می‌شود که ترکیب اصلی هسته از آلیاژ آهن- نیکل با مقادیر کمی از اکسیژن، سیلیکون و سولفور باشد. به دلیل فشار زیاد در هسته مواد تشکیل دهنده آن دارای چگالی بالایی حدود ١٤ برابر چگالی آب در سطح زمین هستند. مشخصه داخل کره زمین افزایش تدریجی دما، فشار و چگالی مواد تشکیل دهنده با افزایش عمق است. برآورد می‌شود که دما در عمق ۱۰۰ کیلومتری

بین ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰ درجه سانتیگراد باشد، درحالی که دما در مرکز کره زمین ممکن است از ۶۷۰۰ درجه سانتیگراد نیز تجاوز نماید. افزایش تدریجی در دما و فشار با عمق، مشخصات فیزیکی و در نتیجه رفتار مکانیکی مواد تشکیل دهنده زمین را تحت تاثیر قرار می‌دهد. وقتی ماده‌ای تحت گرما قرار می‌گیرد، اتصالات شیمیایی آن ضعیف شده و مقاومت مکانیکی آن کاهش می‌یابد و درصورتی که دما از نقطه ذوب ماده مورد نظر فراتر رود اتصالات شیمیایی شکسته شده و پدیده ذوب اتفاق می‌افتد. اگر دما تنها معیار تعیین کننده ذوب مواد بود در این صورت باید کره زمین تبدیل به یک توپ مذاب با یک پوسته نازک جامد می‌شد. درحالی که فشار نیز با عمق افزایش می‌یابد و تمایل دارد که مقاومت سنگ‌ها را افزایش دهد .



بر اساس مشخصات فیزیکی و مقاومت مکانیکی میتوان زمین را به ۵ لایه مختلف تقسیم بندی نمود:

لیتوسفر ، استنوسفر، مزوسفر یا گوشته پایینی، هسته بیرونی و هسته درونی.

لیتوسفر(سنگ کره):

بر اساس مشخصات فیزیکی، لایه بیرونی کره زمین شامل پوسته و لایه خارجی گوشته است که تشکیل دهنده یک لایه نسبتا سرد و صلب می باشند درحالی که این لایه‌ها از مواد متفاوت

شیمیایی تشکیل شده است، ولی به لیل سرد بودن و مقاوم بودن رفتار واحدی را از خود نشان می‌دهد.لیتوسفر در قسمت قاره‌ای بطور متوسط ۱۰۰ کیلومتر ضخامت دارد ولی ممکن است به بیش از ۲۵۰ کیلومتر در زیر قسمتهای قدیمی قاره‌ها برسد. در زیر اقیانوسها ضخامت لیتوسفر از چند کیلومتر در قسمت رشته کوه های اقیانوسی تا حدود ۱۰۰ کیلومتر در قسمتهای قدیمی‌تر و سردتر پوسته اقیانوسی می‌رسد.

استنوسفر :

در زیر لیتوسفر و در قسمت فوقانی گوشته، تا عمق ٦٦٠ کیلومتر، یک لایه نرم و نسبتا ضعیف قرار دارد که به عنوان استنوسفر شناخته می‌شود. قسمت بالای استنوسفر دارای چنان دما و فشاری است که منجر به ذوب بسیار اندکی از این لایه می‌شود. در برابر این ناحیه ضعیف، لیتوسفر جدا از لایه زیرین خود است و نتیجه این جدا بودن حرکت مستقل لیتوسفر نسبت به استنوسفر است.

مزوسفر یا گوشته پایینی:

زیر ناحیه ضعیف استنوسفر، افزایش فشار اثر دمای بالا را خنثی کرده و سنگها تا حدودی با افزایش عمق مقاومتر می‌شوند. در عمق ٦٦٠ کیلومتر تا ۲۹۰۰ کیلومتر یک لایه صلب‌تر به نام مزوسفر (کره میانی) یا گوشته پایینی یافت می‌شود. برخلاف مقاومت آنها، سنگهای مزوسفر همچنان گرم بوده و توانایی جریان یافتن را دارا می‌باشند.

هسته داخلی و خارجی:

هسته که تشکیل یافته از آلیاژ آهن - نیکل می‌باشد، به دو لایه تقسیم می‌شود که مقاومت مکانیکی کاملا متفاوتی را نشان می‌دهند. هسته خارجی یک لایه مایع به ضخامت 2270 کیلومتر می‌باشد. ثابت شده است که جریان آهن مذاب در این لایه باعث ایجاد میدان مغناطیسی در کره زمین است. هسته داخلی یک کره به شعاع ٣٤٨٦ کیومتر است .برخلاف دمای بالاتر هسته داخلی، مواد تشکیل دهنده آن مقاوم تر هستند.

زمین پویا:

زمین یک کره متحرک است! اگر ما بتوانیم صد میلیون سال به عقب برگردیم، چهره زمین را با آنچه که امروز می‌بینیم کاملا متفاوت خواهیم یافت. هیچ اثری از کوههای آلپ یا خلیج مکزیک نخواهد بود، در عوض قاره‌هایی در ابعاد، اشکال و موقعیتهای متفاوتی خواهیم یافت. بر خلاف زمین در چند میلیارد سال گذشته هیچ تغیر اساسی در سطح کره ماه به وجود نیامده است (فقط چند گودال اضافه شده است).

تئوری صفحه زمین ساخت:

در طول چند دهه اخیر درباره کره متغیرمان مطالب بسیار زیادی آموخته‌ایم. در این مدت تحولی عظیم در فهم ما از زمین بوجود آمده است. این تحول در ابتدای قرن بیستم با ارائه پیشنهاد مربوط به جابه جایی قاره‌ای- تئوری ای که بیان می‌کند قاره‌ها بر روی کره زمین حرکت می‌کنند - آغاز گردید. این مطلب با فرض ثابت بودن قاره‌ها و کف اقیانوسها که تا آن زمان مورد قبول بود در تضاد اساسی قرار داشت و به همین دلیل نیز 50 سال طول کشید تا داده کافی برای اثبات این نظریه جمع آوری شود.بر اساس تئوری صفحه زمینساخت، پوسته خارجی صلب زمین (لیتوسفر) به تکه‌های متعددی شکسته شده است که هرکدام از آنها صفحه (Plate)نام دارند که در حال حرکت بوده و بصورت بی‌وقفه تغییر شکل و اندازه می-دهند. همانگونه که در شکل ۱ و شکل ۲ مشاهده می‌شود، هفت صفحه اصلی در لیتوسفر شناخته شده است. این صفحات عبارتند از: آمریکای شمالی، آمریکای جنوبی، اقیانوسیه، آفریقا، اوروآسیا، استرالیا و قطب جنوب.

شکل ۱: صفحات اصلی سازنده سطح کره زمین

شکل ۲: صفحات اصلی سازنده سطح کره زمین

صفحات با ابعاد متوسط مانند کارائیب، نازکا، فیلیپین، عربی، کوکوس و صفحه اسکاتیا هستند و علاوه بر آنها صفحات متعددی با ابعاد کوچکتر شناخته شده است. توجه نمایید که یک صفحه بزرگ ممکن است شامل یک قاره کامل و سطح بزرگی از کف دریا باشد) مانند صفحه آمریکای جنوبی). در حالی که هیچ صفحه‌ای دقیقا بر اساس مرز یک قاره شناخته نشده است.صفحات سنگ کره با سرعت بسیار پایین ولی بطور مداوم نسبت به هم درحال حرکت هستند که بطور متوسط ۵ سانتیمتر در سال است.

این حرکت به دلیل توزیع نامساوی حرارت در داخل کره زمین است. مواد داغ که در عمق گوشته قرار دارند، به آرامی به سوی بالا حرکت می‌کنند و به عنوان یکی از سیستمهای همرفت درونی سیاره عمل می‌نمایند. همزمان، قطعات سردتر و چگالتر سنگ‌کره در داخل گوشته فرو می‌روند .درنهایت حرکت عظیم و کند صفحات سنگ کره منجر به ایجاد زمین لرزه‌ها، آتشفشانها و تغییر شکل توده‌های بزرگ سنگی به صورت کوه‌ها می‌گردد.

پدیده همرفت در داخل کره زمین همانند جریان همرفتی است که وقتی کتری پر از آب بر روی آتش قرار داده می‌شود در آن اتفاق می‌افتد. آب قسمت تحتانی آب قبل از قسمتهای دیگر گرم شده و در اثر انبساط چگالی آن کاهش می‌یابد و این باعث جریان یافتن آب به سمت بالا شده و همزمان آب نسبتا سردتر از سطح آب به سمت کف کتری حرکت کرده و آب سرد و گرم جایگزین یکدیگر می‌گردد .

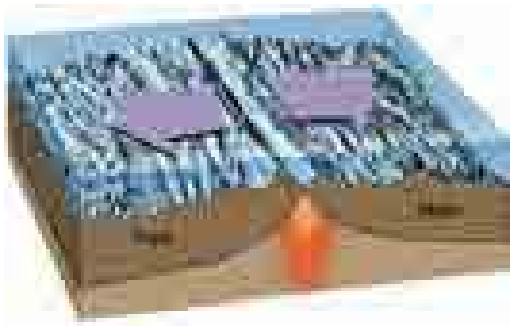
مرز صفحات:

صفحات تشکیل دهنده سنگ کره بصورت یک توده بهم چسبیده، نسبت به یکدیگر در حال حرکت هستند. با وجود اینکه قسمتهای داخلی صفحات ممکن است متحمل مقداری تغییر شکل گردند، ولی تمام اندرکنشهای اصلی بین صفحات جداگانه، در طول مرز بین آنها اتفاق می‌افتد. در حقیقت تلاشهای اولیه برای مشخص کردن مرز بین صفحات بر اساس محل وقوع زمین لرزه‌ها بود. صفحات در مرزها سه رفتار کلی نسبت به هم دارند:

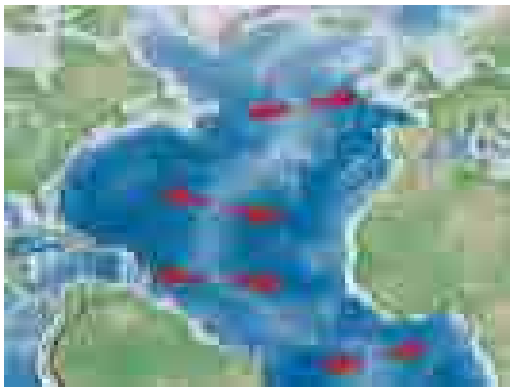
۱- مرزهای دورشونده:

جایی که صفحات در نتیجه بالا آمدن مواد از گوشته از هم دور می‌شوند و بستر جدیدی در اقیانوسها ساخته می‌شود. جداشدگی صفحات، غالبا در رشته‌کوههای میان اقیانوسی رخ می‌دهد. شکافهای ایجاد شده در اثر دور شدن صفحات، بلافاصله با سنگهای مذاب که از استنوسفر بالا می‌آید، پرمی‌شوند. این مواد گرم، به آرامی سرد شده و بستر جدید اقیانوسی را تشکیل می‌دهند. این پدیده میلیونها سال بطور مداوم تکرار می‌شود و بدین ترتیب هزاران کیلومتر مکعب بستر جدید ایجاد می‌گردد.این مکانیزم کف اقیانوس اطلس را در ۱۶۰ میلیون سال گذشته پدید آورده است که به این پدیده "گسترش بستر دریا" اطلاق می‌شود. سرعت بستر سازی در قسمتهای مختلف متفاوت است.

این سرعت از ۲/۵ سانتیمتر در سال در اطلس شمالی تا ۲۰ سانتیمتر در سال در قسمت شرقی اقیانوس آرام متغیر است .با اینکه بیشترین نرخ بستر سازی در مقیاس تاریخ بشر بسیار کند است، ولی کمترین نرخ تولید سنگ‌کره به اندازه کافی سریع است که در طول ۲۰۰ میلیون سال گذشته بستر تمام اقیانوسهای زمین را ایجاد کرده باشد. در حقیقت بستر تمام اقیانوسها که تعیین عمر شده‌اند از ۱۸۰ میلیون سال تجاوز نمی‌کند.



شکل ۳: مرزهای واگرا در محل رشته‌کوههای اقیانوسی



شکل ٤: تولید بستر اقیانوسی در مرزهای واگر

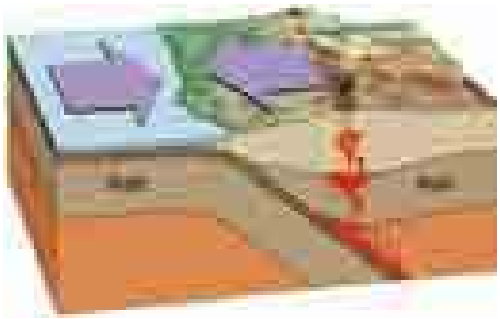
شکل ٥: نحوه بالا آمدن سنگهای مذاب در مرزهای واگرا و تشکیل بستر جدید

۲- مرزهای همگرا:

در این نواحی، صفحات به سوی هم حرکت می‌کنند و در نتیجه پدیده فرونشست پوسته اقیانوسی در گوشته اتفاق می‌افتد. همگرایی ممکن است در مرز تصادم دو پوسته قاره‌ای نیز اتفاق بیفتد و باعث ایجاد سامانه‌های کوهستانی گردد.درحالی که پوسته جدید در رشته‌کوههای اقیانوسی اضافه می‌شوند، سیاره زمین بزرگتر نمی‌شود و مساحت سطحی آن همواره مقدار ثابتی باقی

می‌ماند. برای جادادن به پوسته تازه ایجاد شده، پوسته قدیمی اقیانوسی در طول مرزهای همگرا دوباره به گوشته بازمی‌گردد. وقتی دو صفحه به هم می‌رسند، یکی از صفحات به زیر صفحه دیگر خم شده و به زیر آن می‌لغزد .حاشیه‌هایی از صفحات که پوسته اقیانوسی در حالا از بین رفتن است به نام "مناطق فرورانش" شناخته می‌شوند. در این مناطق صفحه فرورفته درحال حرکت به سمت پایین، وارد محیط با دما و فشار بالا می‌شود. مقداری از مواد فرو رفته و نیز مقدار بیشتری از استنوسفر که در بالای صفحه فرورفته قرار می‌گیرد، ذوب شده و به سوی بالا حرکت می‌کند.

بندرت این سنگ مذاب ممکن است که به سطح زمین برسد و انفجارات آتشفشانی را ایجاد نماید. بهرحال بیشتر این مواد مذاب به سطح زمین نمی‌رسد و در همان عمق جامد شده و به ضخیمتر شدن پوسته می‌انجامند (شکل ٦)

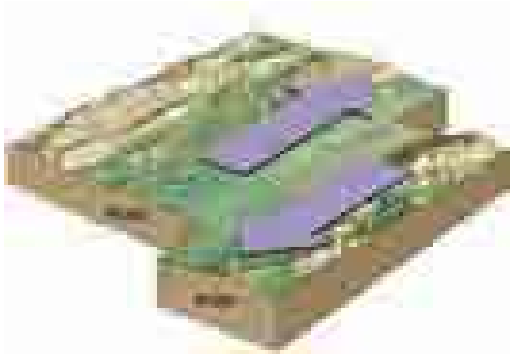


شکل ٦: مرزهای همگرا و ناحیه فرورانش

۳- مرزهای گسل امتدادلغز :

مرزهایی هستند که در آنها صفحات بصورت سایشی از کنار هم عبور می‌کنند و هیچگونه فرسایشی در مرزها ایجاد نشده و پوسته جدیدی تولید و پوسته قدیمی نابود نمی‌شود. این گسلها در جهت حرکت صفحات ایجاد شده برای اولین بار در امتداد رشته‌کوههای اقیانوسی یافت شدند. با وجود اینکه بیشتر گسلهای امتدادلغز در طول رشته کوههای اقیانوسی قرار گرفته اند، تعدادی نیز در داخل قاره‌ها وجود دارند. دو مثال از این گسلها، گسل سن‌آندریاس در کالیفرنیا و گسل آلپین در زلاندنو می‌باشد. در طول گسل سن آندریاس، صفحه "آرام" درحال حرکت به سمت شمال غربی نسبت به صفحه مجاور (صفحه آمریکای شمالی (است. حرکت درطول این

مرز ناشناخته نمانده است، چرا که این حرکت باعث ایجاد کرنش در سنگهای دو سمت گسل می‌گردد وگاهی سنگها, انرژی ذخیره شده را بصورت زلزله‌های بزرگی رها می‌کنند، مانند زلزله سال ۱۹۰۶ که سان فرانسیسکو را ویران کرد.



شکل ۷: مرزهای امتداد لغز و امتداد گسل ایجاد شده

تغییر شکل پوسته ای:

همانگونه که بیان شد، کره زمین یک سیاره پویا است که مواردی از قبیل هوازدگی، رانش زمین، و فرسایش توسط آب، باد و یخ بصورت مداوم چهره آن را تغییر می دهد. علاوه بر این نیروهای تکتونیکی (زمین ساخت صفحه‌ای) باعث تغییر در سنگهای پوسته زمین می شوند. با هر گامی که بر روی سطح زمین می‌نهیم باعث ایجاد تغییر شکل در سطح خاک می شویم و پس از عبور ما، خاک به حالت اولیه خود بازمی‌گردد، اما این تغییر شکل ها آنچنان اندک است که معمولا متوجه آن نمی شویم. این تغییر شکل ها در اثر نیروی محدودی است که به دلیل وزن ما به سطح زمین وارد می شود. اگر این نیرو زیاد باشد می تواند اثرات کاملا مشهودی ایجاد نماید. در این بخش به عوامل ایجاد تغییر شکل ها و نیز مکانیزم های تغییر شکل در اجسام و نیز پوسته زمین می‌پردازیم.

نیرو:

نیرو آن چیزی است که اجسام ثابت را به حرکت درمی‌آورد و یا نحوه حرکت اجسام متحرک را تغییر می دهد. از تجربیات روزانه می‌دانیم که اگر دری بسته (ساکن) باشد، باید به آن نیرو وارد کنیم تا باز شود (حرکت)

تنش:

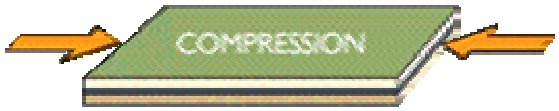
تنش مقدار نیرویی است که به واحد سطح وارد می شود. مقدار تنش به تنهایی تابعی از مقدار نیروی وارده نیست و به سطحی که نیرو به آن وارد می شود نیز وابسته می باشد .برای مثال اگر پای برهنه در حال راه رفتن بر روی سطح سختی باشید نیرو (وزن بدن شما (در سطح کف پای شما پخش می شود، لذا نیرویی که به هر نقطه از کف پای شما وارد می‌شود کم است. اما اگر بر روی یک سنگ نوک تیز پا بگذارید، تمرکز تنش بر روی نقطه ای از کف پای شما بسیار زیاد خواهد شد. درواقع می توانید تنش را از میزان تمرکز نیرو بر روی سطح متصور شوید.

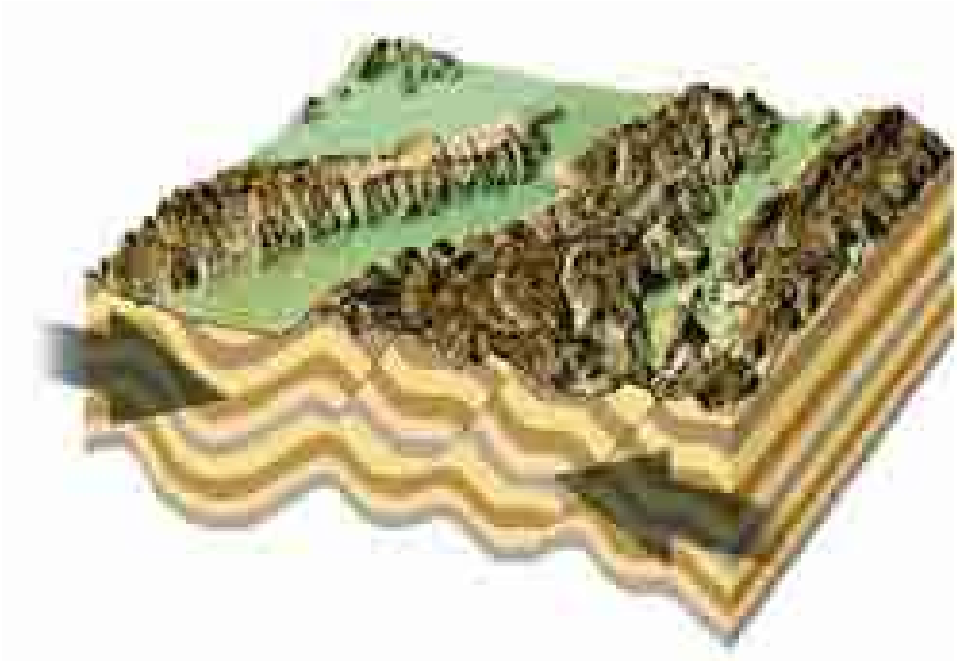
انواع تنش:

بر اساس جهت های مختلف نیروهای وارده، تنش های مختلفی ایجاد می‌شود. بصورت خلاصه این تنشها عبارتند از:

۱ـ تنش فشاری:

در صورتی که نیروهای وارده باعث فشرده شدن جسم شوند تنش فشاری بوجود می آید .
تنشهای فشاری تمایل دارند که صفحات سطح کره زمین را کوچکتر و ضخیمتر نمایند و این فرآیند با چین خوردگی و گسلش اتفاق می افتد .





جهت اعمال نیروهای فشاری که منجر به فشرده شدن و ضخیمتر شدن صفحات پوسته می شود.

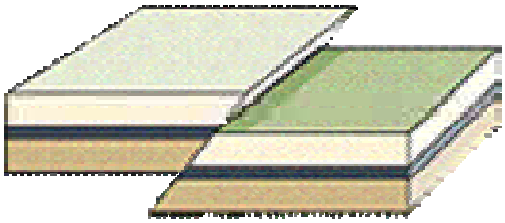
۲- تنش کششی:

در صورتی که تنش وارده تمایل به کشیدن توده سنگی (و یا هر جسمی که به آن اعمال می شود) داشته باشد تحت عنوان تنش کششی شناخته می‌شود که باعث طویل تر شدن آنها می‌گردد.

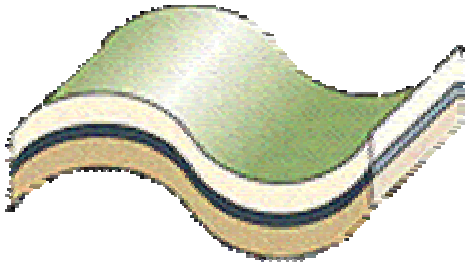
۳- تنش برشی :

وقتی یک دسته کارت را بر روی زمین قرار دهید و با دست خود آنها را به جلو برانید نمونه ای از تنش برشی را بر آن ها وارد نموده اید. در صورتی که تنش برشی بر توده سنگها وارد گردد باعث لغزش صفحات در کنار یکدیگر می شود.

حال که با انواع عوامل ایجاد تغییر شکل آشنا شدیم، باید بدانیم که اجسام هم در مقابل عوامل تغییر شکل رفتارهای مختلفی از خود نشان می‌دهند. سنگ کره هم از این قاعده جدا نیست و در مقابل تنشهای مختلفی که به آن وارد می‌شود، به صورتهای زیر درمی آید:

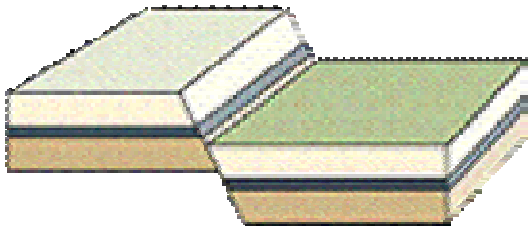


عکس العمل سنگ کره به تنش فشاری در حالت شکننده.

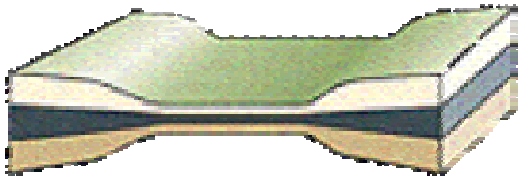


عکس العمل سنگ کره به تنش فشاری در حالت شکل پذیر

*این همان اتفاقی است که در مرزهای همگرا اتفاق می‌افتد.

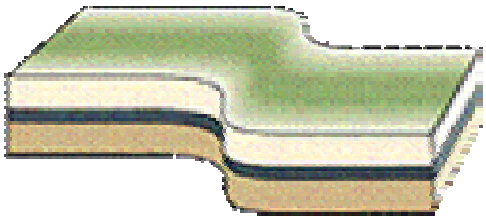


عکس العمل سنگ کره به تنش کشش در حالت شکننده

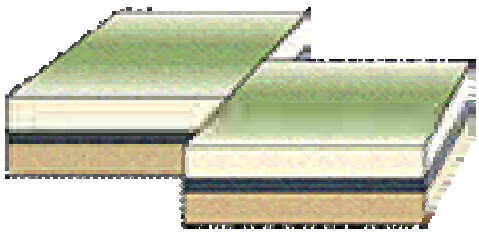


عکس العمل سنگ کره به تنش کشش در حالت شکل پذیر

* این همان اتفاقی است که در مرزهای واگرا دیده می شود.



عکس العمل سنگ کره به تنش برشی در حالت شکل پذیر



عکس العمل سنگ کره به تنش برشی در حالت شکننده

* در مرزهای امتداد لغز شاهد چنین تغییر شکل هایی هستیم.

پدیده زلزله

پدیده زلزله

پنجم دی ماه سال ۱۳۸۲ برای ایرانیان یاد آور خاطرات تلخ زمین لرزه بم خواهد بود، زلزله ای که طی آن هزاران تن از ساکنان شهرستان بم و اطراف آن را به کام مرگ کشید و بیش از ۷۰ درصد شهر را با خاک یکسان نمود. این در حالی بود که هنوز زخمهای حاصل از زلزله-های گذشته مانند زلزله طبس، منجیل، آوج، اردبیل و ... التیام نیافته بود. باغهای شهرستان طبس هنوز طراوت گذشته خود را بازنیافته و گنبدهای تاریخی آن دیگر چشم هیچ نظاره گری را نوازش نمی‌کند از سوی دیگر بر اساس مطالعات انجام شده توسط متخصصان زلزله کشور، بسیاری دیگر از شهر های بزرگ ایران از جمله تهران، تبریز، بندرعباس، شیراز و ... در معرض خطر بالای زلزله قرار دارند و هر لحظه ممکن است فاجعه ای دیگر در نقطه ای دیگر از کشورمان بوقوع بپیوندد.

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 می‌افتد. انرژی آزاد شده از محل آزاد شدن آن، که کانون نامیده می‌شود، بصورت امواج در همه جهت ها منتشر می‌شود. 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 درآوردن امواج آب میشود، یک زلزله امواج لرزه‌ای را ایجاد می‌کند که در زمین منتشر می‌شوند. با وجود اینکه انرژی آزاد شده با فاصله گرفتن از کانون زلزله به سرعت پراکنده شده و میرا می‌شود، ولی ابزارهای بسیار حساسی که در سراسر جهان بمنظور ثبت ارتعاشات پوسته زمین نصب شده اند، آن را حس کرده و ثبت می‌کنند.

یک انفجار آتشفشانی و یا انفجار حاصل از یک بمب اتمی قادر به ایجاد زلزله است، ولی این اتفاقات ضعیف بوده و پدیده‌ای نادر بشمار می‌روند. پس عامل ایجاد یک زلزله ویرانگر چیست؟

در این قسمت ،یادآوری میشود که پوسته خارجی کره زمین، بر اساس تئوری زمین ساخت صفحه‌ای، به تکه‌های متعددی شکسته شده است که هرکدام از آنها صفحه یا ورق نام دارند که در حال حرکت بوده و بصورت بی‌وقفه تغییر شکل و اندازه می‌دهند. که این تغییر شکل و اندازه بدلیل پدیده همرفتی است که در درون کره زمین بدلیل تفاوت دمایی مواد مذاب تشکیل دهنده آن می‌باشد. هفت صفحه اصلی بر روی پوسته زمین شناخته شده است که همانند یخی که بر روی آب شناور است، این صفحات نیز بر روی لایه های پایینی خود حالت شناوری دارند.

با پیاده سازی زلزله های گذشته، مشاهده میشود که اغلب زلزله های جهان، منطبق بر مرز صفحات کره می‌باشند. یعنی با جابجائی صفحات نسبت به هم، انرژی این جابجائی بدلیل وجود اصطکاک بین صفحات، ذخیره میگردد و لحظه‌ای که این مقدار انرژی برای غلبه بر نیروی اصطکاک سنگها کافی بود، بصورت ناگهانی آزاد می‌شود. علاوه بر این پدیده، عوامل مختلف دیگری نیز باعث ایجاد لرزش در زمین می‌گردند که در ادامه به توضیح آنها میپردازیم.

انواع زمینلرزه

انواع زمین لرزه

زمین‌لرزه‌ها ممکن است به طور طبیعی پدید آیند و یا بر اثر رویدادهای ساخت بشر به وقوع بپیوندند. براساس دلیل پیدایش، آنها را به دسته‌های مختلفی تقسیم می‌نمایند.

۱- رویدادهای طبیعی

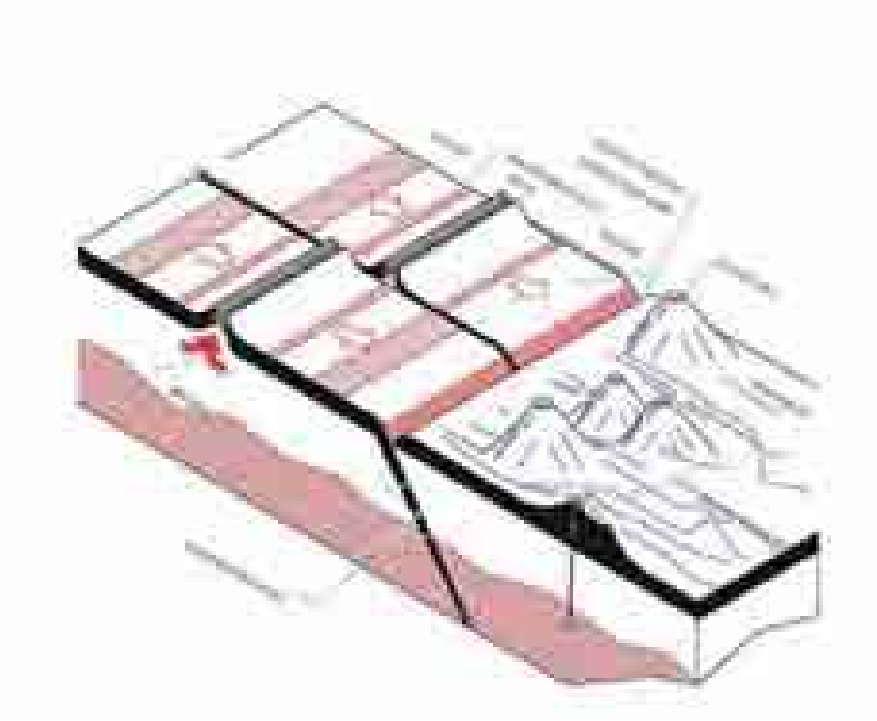
- **زمین‌لرزه‌های زمین ساختی(تکتونیکی)**
- **زمین‌لرزه‌های آتش فشانی**
- **زمین‌لرزه‌های فروریختی**

۲- رویدادهای ساخت بشر

- **-زمین‌لرزه‌های القایی**
- **-زمین‌لرزه‌های ناشی از رویدادهای کنترل شده**

۱- زمین لرزه‌های زمین ساختی(تکتونیکی): زمین لرزه های تکتونیکی در برگیرنده تعداد بسیار زیادی از زلزله‌هایی هستند که سالانه در سطح جهان ثبت می‌شوند. حرکات صفحات تشکیل دهنده پوسته زمین عامل ایجاد این زمین لرزه ها می‌باشد .

۲- زلزله های آتشفشانی: این زلزله ها فقط در نواحی فعال آتشفشانی اتفاق می‌افتد و به انفجارهای آتشفشانی نیز معروف است. شکل پائین نشان میدهد که زلزله ها و آتشفشانها اغلب در کنار هم و در امتداد مرز صفحات رخ میدهند.



۳- **زمین لرزه های فروریختی :** بر اثر فروریختن غارها و کانالهای زیرزمینی، لرزه‌هایی ایجاد می‌شود که به نام زمین‌لرزه‌های فروریختی موسومند. این تکانها بسیار کوچك بوده و فقط اهمیت محلی دارند.

۴- زمین لرزه های القایی: بر اثر آبگیری یا تغییرات ناگهانی سطح آب دریاچه‌های پشت سدها، تزریق آب یا سیالهای دیگر به داخل زمین و یا استخراج آنها، مخصوصاً درجاهایی که گسلهای فعال وجود دارد زمین‌لرزه‌هایی ایجاد می‌شود. در واقع دلیل اصلی این لرزه‌ها را می‌توان بارگذاری سریع برروی 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 زمین‌لرزه‌ای که درارتباط با آبگیری و تغییرات فصلی سطح آب دریاچه سد سفیدرود روی داد اشاره نمود.

۵- زمین لرزه های ناشی ازرویدادهای کنترل شده(انفجارها):

انفجارهای نظامی و صنعتی، همچنین آمدو شد و یا فعالیت‌های ساختمانی، نیز لرزه‌هایی را ایجاد می‌نمایند که شدت، زمان وقوع و محل آنها قابل پیش بینی است .

از این به بعد هرجا از کلمه زلزله استفاده می‌شود منظور زمین لرزه های تکتونیکی است.

کانون و عمق زلزله

کانون و عمق زلزله

محل آغاز گسیختگی در گسل (گسلش) را کانون زلزله یا مرکز درونی می‌نامند و در واقع محل اولیه آزاد شدن انرژی در داخل زمین می‌باشد. تصویر کانون در سطح زمین ، رومرکزنامیده می‌شود که معمولا محل بیشترین خسارتها می‌باشد.

بر اساس ژرفا، زمین لرزه ها را می توان به سه دسته زیر تقسیم نمود:

- کم ژرفا: با ژرفای ۰ تا ۷۰ کیلومتر

- متوسط: با ژرفای ۷۰ تا ۳۰۰ کیلومتر.

- عمیق: با ژرفای بیش از ۳۰۰ کیلومتر (به آین ترتیب که تاکنون زمین لرزه آی در عمق بیش از ۷۲۰ کیلومتر رخ نداده است)

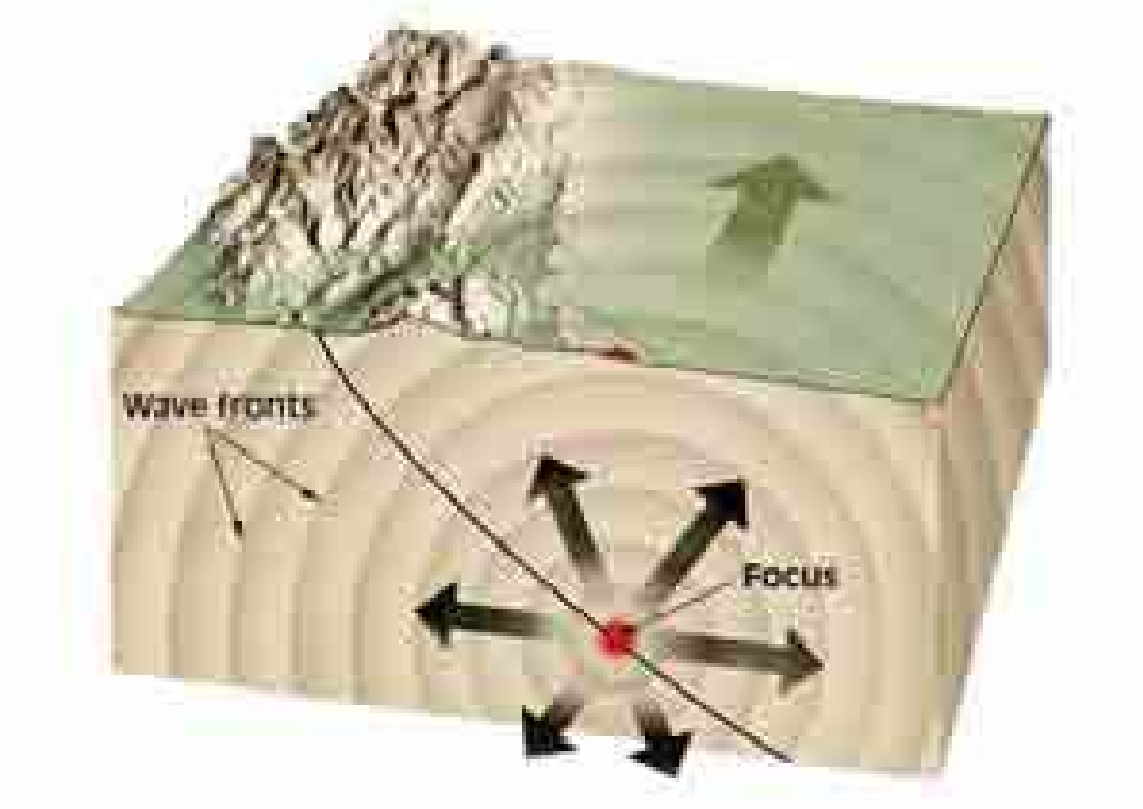
از نقطه نظر ژرفا، بیشتر زمین لرزه های ایران کم عمق می باشند. بیشترین عمق در زمین لرزه های رخ داده در فلات ایران تا حدود ۶۰ کیلومتر در ناحیه مکران مشخص شده است. از سوی دیگر این ژرفا در ناحیه هآی داخلی فلات ایران تا حدود ۴۰ تا ۵۵ کیلومتر می رسد. در ناحیه البرز و شمال ایران مرکزی بیشینه ژرفا در حدود ۲۰ تا ۲۵ کیلومتر بوده است. بنابراین **زمین لرزه های ایران از نوع کم عمق بوده اند.**

مسأله عمق از نظر خسارت زمین لرزه نیز بسیار مهم است، چرا که در زمین لرزه بسیار کم عمق، معمولاً خسارتها به ناحیه رومرکزی و حوزه نزدیك محدود می شود و سپس در حوزة دور (فاصله هآی بیش از ۵۰ کیلومتر از سرچشمه) خسارتها بسیار محدود می‌گردد (نمونه هایی از چنین زلزله‌های کم عمق عبارتند از زلزله منجیل، زمین لرزة طبس با ژرفای۱۰ کیلومتر و زلزله بم با عمق ۸ کیلومتر). از سوی دیگر، هنگامی که زمین لرزه ژرفای زیادی داشته باشد (زمین لرزه ۱۹۸۵ مکزیکو، میچوآکان، با بزرگآی Ms=8.1 و ژرفای ۲۰۰ کیلومتر، که موجب خسارتهآی فراوان در فاصله حدود ۲۸۰ کیلومتری در شهر مکزیکوسیتی به دلیل مسأله اثرهآی ساختگاه گردید)، مشاهده می شود که خسارتها می تواند به دلایل ثانویه (نظیر اثر خاك) در فاصله های زیاد نیز گسترده شود.

به بحث عمق زلزله دوباره در بخش اندازه گیری زمین لرزه خواهیم پرداخت.

موجهای 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 شده و انرژی زلزله را با خود منتقل مینمایند. امواج زمین لرزه با توجه به حرکتشان در داخل یا سطح زمین به دو دسته "امواج داخلی یا پیکری و "امواج سطحی تقسیم میشوند.



امواج داخلی یا پیکری: دسته ای از امواج لرزه ای هستند که در درون زمین حرکت کرده و در تمامی جهات منتشر می‌شوند 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.

امواج سطحی : بیشترین انرژی ناشی از تکانهای کم عمق را دارا بوده و عامل اصلی خرابی‌های ناشی از زمین لرزه بخصوص در مناطق مسکونی میباشند. این امواج که به نامهای موجهای محدود شده و یا موجهای هدایت شده نیز معروفند خود به گروههای مختلفی چون *"موج لاو و "امواج ریلی* تفکیک میگردند.

این امواج توسط ویژگیهایی چون سرعت، دامنه، طول موج، دوره تناوب و فرکانس از یکدیگر تمییز داده میشوند.

در زیر به تفصیل و بررسی این چهار نوع موج می‌پردازیم:

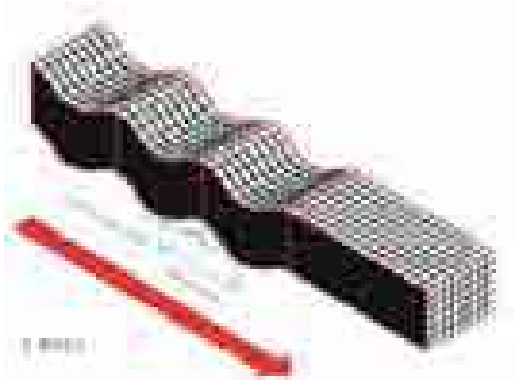
۱- امواج تراکمی P یا اولیه

امواج تراکمی از همه محیطهایی که توان تحمل فشار را دارند از جمله گازها، جامدات و مایعات عبور می‌کنند. ذراتی که تحت تاثیر موج P قرار میگیرند در جهت انتشار موج به جلو یا عقب نوسان میکنند. 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 میباشد، چرا که اولین موجی که از زلزله احساس میشود امواج P میباشد. این امواج با وجود سرعت بالای انتقال، چون بسیار سریعتر از سایر امواج دیگر میرا میشوند (یعنی انرژی خود را از دست میدهند) باعث ایجاد خرابی زیادی در زلزله نمیشوند.

۲- امواج برشی S یا عرضی

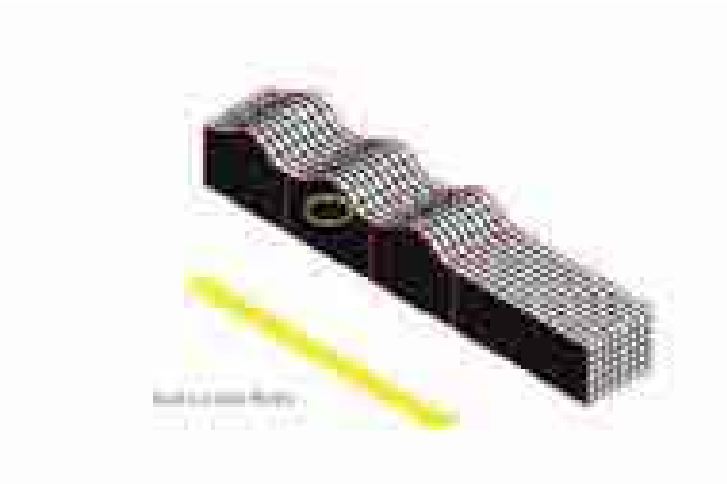
این امواج تنها در محیطهایی که میتوانند در برابر تغییر شکل جانبی مقاومت کنند - مانند محیطهای جامد - منتشر میگردند. این امواج در مایعات و گازها نمیتوانند منتقل شوند. در صورتی که یک طناب را به دیواری متصل کرده و سر دیگر آن را در دست گرفته و به صورت قائم حرکت دهیم، در طناب موجی ایجاد میشود شبیه امواج S میباشد. در این امواج

ارتعاش ذرات محیط عمود بر جهت حرکت موج میباشد (همانطور که مثال طناب دیده میشود، موج در امتداد طول طناب حرکت میکند در حالی که ذرات طناب در جهت عمود بر طول طناب ارتعاش میکنند).



۳- امواج رایلی LR

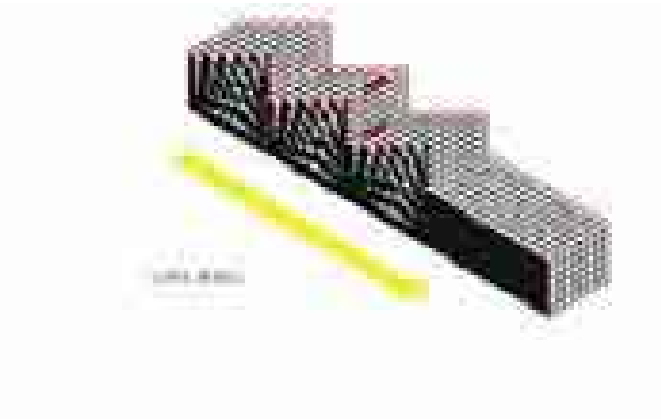
این امواج به نحو خاصی حرکت می‌کنند. بدین ترتیب که حرکت ذرات در امتداد مدارهای دایره ای (یا بیضوی) صورت میگیرد. درست مانند حرکت امواج در سطح اقیانوس البته جهت حرکت دایره ها برخلاف حرکت امواج اقیانوس است به عبارتی حرکات ذرات سنگ، مدار بیضوی پسگرد را در صفحه قائمی به طرف منشاء زمین لرزه طی میکنند.



٤ - امواج لاو LQ

حرکت زمین توسط موج لاو، تقریبا 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 میشود. موجهای لاو قدری سریعتر از امواج ریلی حرکت کرده و زودتر بر روی لرزه نگاشت ظاهر میشوند.



محل کانون و عمق زلزله نیز بر اساس تفاوت موجود بین زمان رسیدن موجهای P و S محاسبه میشود.

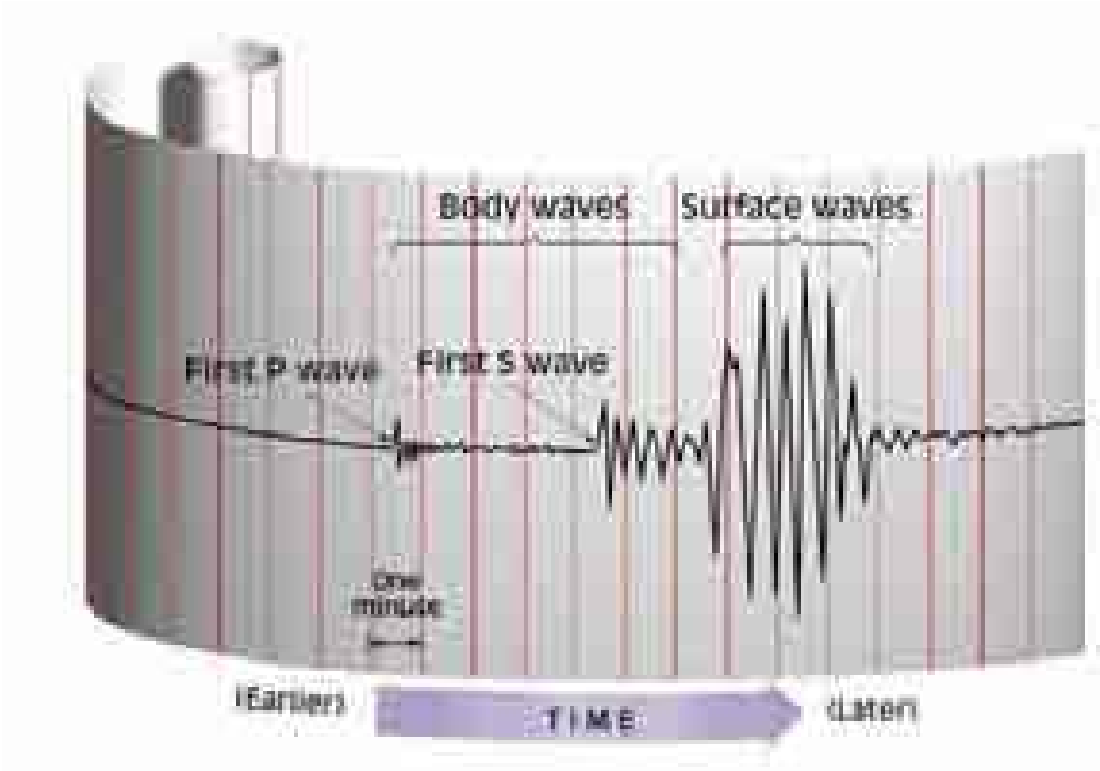
لرزه نگاری

بطور کلی ، لرزه نگار دستگاهی است که نوسانات زمینی ناشی از ورود امواج لرزه‌ای را (به صورت تابع پیوسته‌ای از زمان) در یک شکل خاص ، همراه با علائم بسیار دقیق زمانی ثبت می‌کند. محصول ثبت حرکات زمین لرزه ، نگاشت نام دارد. نقش لرزه نگارها در لرزه شناسی مشابه دستگاههای اشعه ایکس در پزشکی و تلسکوپها در نجوم است. آنها اعماق غیرقابل دسترس زمینی را برای تجسسات دقیق « قابل دید» و قابل دسترسی می‌سازند.

قرنهاست که انسان به مطالعه زمین لرزه ها که موجب خسارتهای جانی و مالی وسیعی می شده‌اند علاقه‌مند بوده است. اولین تلاش در چنین راهی به چینی‌ها مربوط می شود. ۱۳۲ قبل از میلاد مسیح يك فیلسوف چینی به نام چانگ- هنگ[۱] لرزه نگاری به نام لرزه نما اختراع نمود.. چنین دستگاهی مشاهدة بروز يك حرکت را امکان پذیر می کرد ولی اندازه گیری میزان حرکت با آن ممکن نبود.

پس از چنین وسیله ای ظاهراً از زلزله نگار دیگری در تاریخ ذکر نشده است ، تا اینکه در قرن هجدهم از سیستمهای پاندولی که جهت موج دریافتی را نشان می دادند، (ابتدا در ایتالیا و سپس در ژاپن) مجدداً استفاده شد. اولین لرزه نگاشت روی کاغذ به طور همزمان در ایتالیا، انگلستان و آلمان در سال ۱۸۸۹ به دست آمد. در سالهآی بعد نیز جرم و اندازه لرزه نگارها همچنان بزرگتر گردید تا اینکه وزن آنها به حدود ۱۹ تن رسید. چنین وزنی موجب ایجاد يك اینرسی زیاد نسبت به کل تغییرمکان زمین می گردید ولی از سوی دیگر ضرر آن این بود که امکان جا به جایی چنین لرزه نگاری وجود نداشت.

امروزه شبکه عظیمی از لرزه نگارها در سراسر جهان نصب شده و در حال ثبت ارتعاشات می‌باشند. شتابنگارهای ثبت شده توسط این دستگاهها امکان مطالعه دقیق زمین لرزه ها را فراهم می‌آورد. شکل زیر بصورت شماتیک نگاشت ثبت شده از زلزله را نشان میدهد. همانطور که می دانید، در اثر زلزله امواج مختلفی منتشر می‌شوند که سرعت و دامنه هرکدام از این موجها متفاوت می‌باشد. سرعت متفاوت باعث می‌شود که زمان رسیدن هرکدام از این موجها متفاوت بوده و در نتیجه بر روی نگاشت ثبت شده ، قابل تشخیص باشند.



طرز کار لرزه نگار

بخش اصلی لرزه نگارهای امروزی لرزه سنج است که انرژی امواج ورودی را به ولتاژ الکتریکی تبدیل می‌کند. این دستگاه به صورت مبدل (گیرنده ، آشکار کننده) لرزه‌ای به الکتریکی عمل کرده و جابجایی ، سرعت و یا شتاب حرکت زمینی را ثبت می‌کند. هر لرزه سنج معمولا در جهتی قرار داده می‌شود که یکی از مولفه‌های) شرقی - غربی - شمالی - جنوبی یا عمودی) حرکت زمین را بسنجد. پس برای اینکه شکل واقعی و کامل جنبش زمین ثبت شود، بسیاری از پایگاهها از سه لرزه سنج که در سه جهت فوق قرار می‌گیرند، استفاده می‌کنند .

اجزای لرزه نگار

هر لرزه نگار معمولا از سه بخش تشکیل شده که در زیر به هر یک از آنها به اختصار می‌پردازیم:

۱ - لرزه سنج

لرزه سنج‌ها قسمت اصلی یک لرزه نگار هستند که انرژی مکانیکی حاصل از امواج را به ولتاژ الکتریکی تبدیل می‌کنند و شامل انواع زیر می‌باشند.

- **لرزه سنجهای آونگی :** در این قبیل از لرزه سنجها ، از اصل آونگها استفاده شده است.

- **لرزه سنجهای غیرآونگی :** اساس کار آنها آونگ نمی‌باشد مانند لرزه سنجهای واتنشی و لرزه سنجهای پیزو الکتریک.

۲ - واحد ثبت

ثبت امواج لرزه‌ای به راههای مختلفی امکانپذیر است که در زیر به انواع آن اشاره می‌کنیم.

- **ثبت مکانیکی :** لرزه نگارهای قدیمی ، نظیر وشیرت یا مینکا، از یک روش ثبت مستقیم کاملا مکانیکی استفاده می‌کنند که از آن یک اثر یا لرزه نگاشت از حرکت قلم جوهری روی کاغذ یا سوزن متصل به آونگ روی کاغذ دودی بوجود می‌آید.

- **ثبت مکانیکی - نوری :** بعضی از دستگاههای قدیمی دیگر ، نظیر میلند - شاو یا وود - آندرسون از روشهای مکانیکی - نوری استفاده می‌کند، بدین ترتیب که آینه نصب شده روی آونگ یا هر قسمت متحرک دیگر باریکه نوری را روی کاغذ عکاسی منعکس می‌نماید.

- **ثبت الکترومگنتیک :** دستگاههای جدیدتر از روشهای ثبت الکترومگنتیک یا به مقدار کمتر ، الکترواستاتیک سود می‌برند. در روش الکترومگنتیک ، یا در اثر جابجایی سیم پیچ در میدان مغناطیسی ثابت ، جریان الکتریکی تولید می‌شود یا در اثر تغییرات میدان مغناطیسی احاطه شده توسط یک سیم پیچ. در هر دو حالت **نیروی الکترومگنتیک** القا شده با مشتق زمانی جابجایی زمینی متناسب است.

۳ـ ساعت دقیق

جهت تعیین زمان ورود فازهای ثبت شده مختلف ، وجود نشانه زمانی دقیق روی لرزه نگاشت ضروری است. بسیاری ازپایگاههای لرزه نگاری مدرن ساعت خود را با تنظیم روزانه با علائم زمانی رادیویی که توسط سرویسهای استاندارد جهانی اعلام زمان پخش می‌شود در حد ۱ تا ۱۰ هزارم ثانیه حفظ می‌کنند.

گسل و تعاریف مربوط به آن

.

گسلها

گسلها شکستگیهایی در پوسته زمین هستند که در طول آنها تغییر شکلهای قابل توجهی ایجاد شده است. گاهی اوقات گسلهای کوچک در ترانشه های جاده، جائی که لایه های رسوبی چند متر جابجا شده اند، قابل تشخیص هستند. گسلهایی در این مقیاس و اندازه معمولا بصورت تک گسیختگی جدا اتفاق می‌افتد. در مقابل گسلهای بزرگ، شامل چندین صفحه گسل درگیر می‌باشند. این منطقه های گسله، می‌توانند چندین کیلومتر پهنا داشته باشند و معمولا از روی عکسهای هوایی راحتتر قابل تشخیص هستند تا سطح زمین.

در واقع حضور گسل در یک منطقه نشان می‌دهد که در یک زمان گذشته، در طول آن جابجایی رخ داده است. این جابجایی‌ها می‌توانسته یا بصورت جابجائی آرام باشد که هیچ گونه لرزشی در زمین ایجاد نمی‌کند و یا اینکه بصورت ناگهانی اتفاق بیفتد که جابجایی های ناگهانی در طول گسلها عامل ایجاد اغلب زلزله ها می‌باشد. بیشتر گسلها غیر فعال هستند، و باقیمانده‌ای از تغییر شکلهای گذشته می‌باشند. در امتداد گسلهای فعال، حین جابجائی فرسایشی دو قطعه پوسته‌ای در کنار هم، سنگها شکسته و فشرده می‌شوند. در سطح صفحات گسلی، سنگها بشدت صیقلی و شیاردار می‌شوند. این سطوح صیقلی و شیاردار به زمین شناسان در شناخت جهت آخرین جابجایی ایجادشده در طول گسل کمک می‌کند. که زمین شناسان بر اساس جهت حرکت گسلها، آنها را به انواع مختلفی تقسیم بندی می‌کنند که در قسمت انواع گسلها به این تقسیم بندی می‌پردازیم.

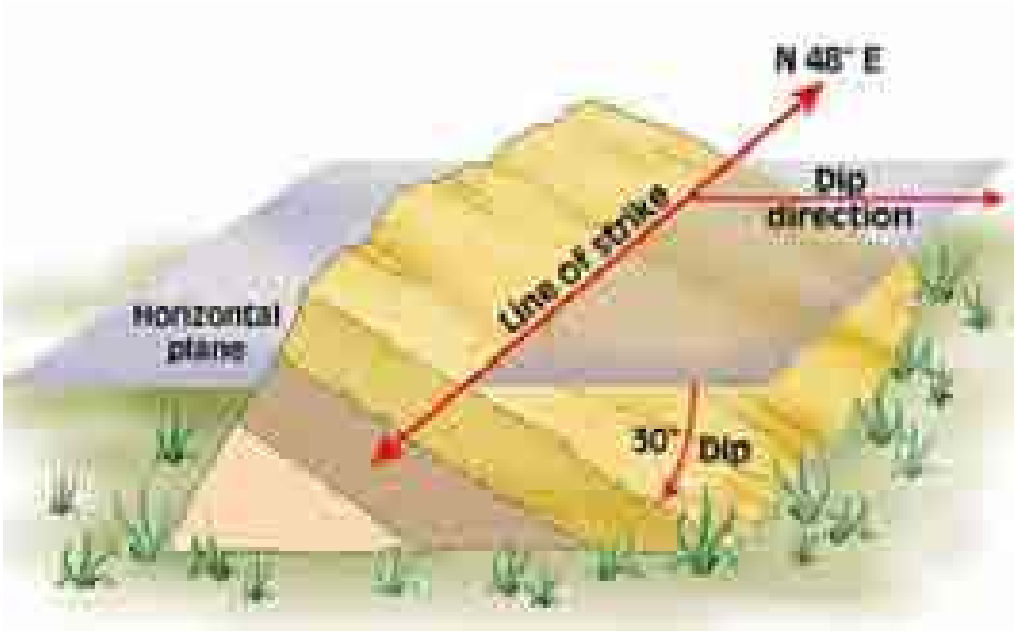
مشخصات گسلها

برای تعریف گسلها، از مشخصات هندسی آنها، یعنی موقعیت قرارگیری آنها در یک فضای سه بعدی، استفاده می‌شود که عمده‌ترین این مشخصات هندسی راستا و شیب می‌باشند. شناخت

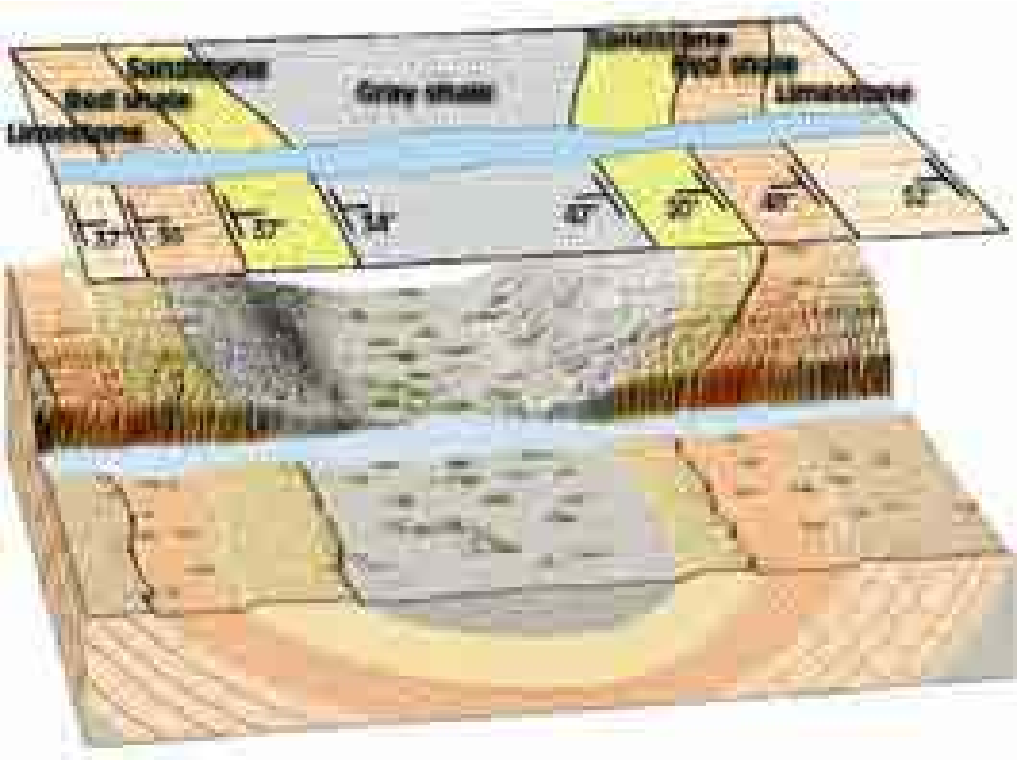
این پارامترها در سطح، زمین شناسان را قادر می‌سازد تا ساختار سنگها و گسلها را در زیر زمین و قسمتهای دور از دیدشان، پیش بینی نمایند.

راستا: جهت و راستای خط تلاقی صفحه گسل با افق تحت عنوان راستا شناخته می‌شود. راستا معمولا بصورت زاویه‌ای با شمال مشخص می‌گردد. برای مثال عبارت N20E نشان می‌دهد که راستای گسل ۲۰ درجه به سمت شرق نسبت به جهت شمال متمایل است.

شیب: عبارتست از شیب سطح یک توده سنگی یا صفحه گسل، نسبت به صفحه افق. شیب شامل زاویه انحراف و نیز جهت آن میباشد. جهت متصور شدن شیب یک گسل، بخاطر سپاری این نکته است که آب همیشه در صفحه موازی با شیب گسل به سمت پایین جاری خواهد شد.



شکل: نمایش خط راستا و شیب و نیز جهت شیب



شکل: نمایش خط راستا و شیب و نیز جهت شیب

برای نمایش گسلها بر روی نقشه‌های زمین شناسی، بدین ترتیب عمل می‌شود که با یک خط راستای گسل را نشان میدهند و با یک خط کوتاهتر و عمود بر خط قبلی، جهت شیب را مشخص کرده و درجه شیب را در کنار آن مینویسند.

طبقه‌بندی گسل ها بر اساس شیب صفحه گسل:

- **گسل پرشیب:**

در این نوع گسل شیب صفحه گسل ، بین ۳۰ تا ۸۰ درجه می‌باشد .

- **گسل کم شیب:**

در صورتیکه شیب صفحه گسل از ۳۰ درجه کمتر باشد، گسل را کم شیب می‌نامند .

- **گسل عمودی:**

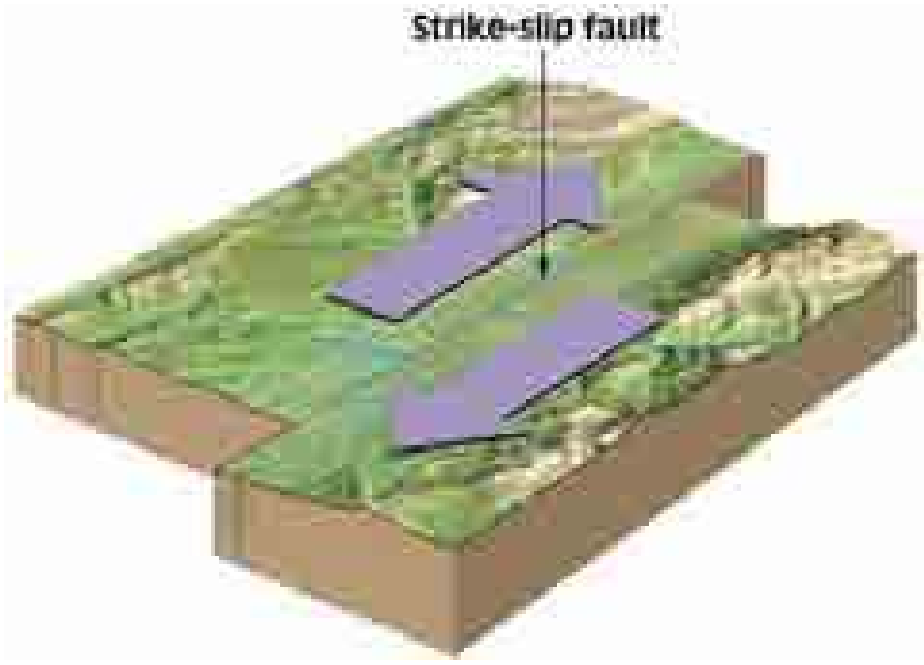
اگر شیب صفحه گسل بیشتر از ۸۰ درجه باشد، گسل را عمودی می‌نامند

انواع گسلها

تقسیم بندی گسلها فقط بر اساس هندسه و جهت جابجائی نسبی ایجاد شده در آنها صورت می-پذیرد. گسلهای راستا لغز ، گسلهای شیب لغز وگسل های مایل سه تقسیم بندی کلی گسلها میباشند که در زیر تعاریف مربوط به آنها آورده می‌شود.

گسلهای راستا لغز(امتدادلغز)

گسلهایی که امتداد اصلی لغزش در امتداد راستای گسل باشد، گسل راستا لغز نامیده میشوند. بر اساس جهت حرکت در امتداد راستای گسل، گسلهای چپ گرد و یا راست گرد را میتوان تشخیص داد. نحوه تشخیص بدین ترتیب است که اگر در یک سمت از گسل بایستیم و حرکت سمت دیگر را نظاره نماییم، اگر حرکت آن از سمت چپ به راست باشد، گسل راست گرد و در حالت برعکس ،چپ گرد خواهد بود. بعنوان مثال شکل زیر یک گسل امتداد لغز راست گرد را نشان میدهد.

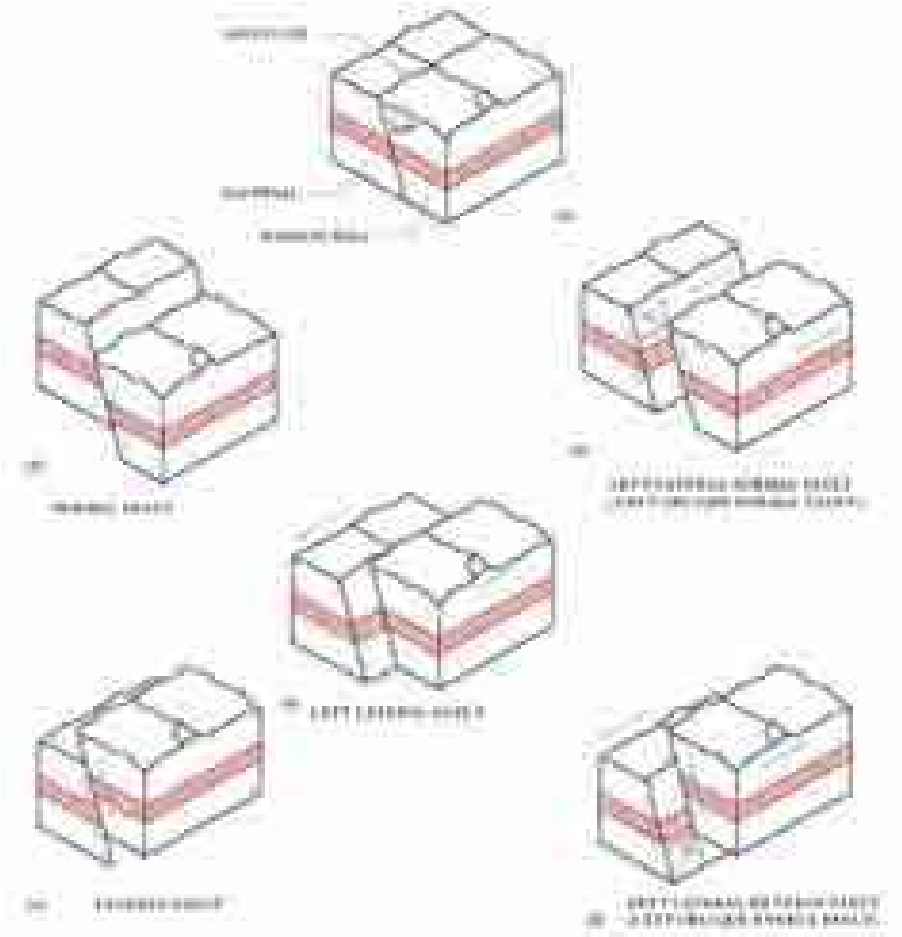


گسلهای شیب لغز:

گسلهایی که امتداد اصلی لغزش موازی جهت شیب گسل باشد، گسلهای شیب لغز نامیده می‌شوند. گسلهای شیب لغز **نرمال** و **معکوس** بر اساس جهت حرکت دو قطعه نسبت به هم تعریف میشوند. در صورتی که نیروی وارده فشاری بوده و دو قطعه را به هم نزدیک کند، گسل شیب لغز معکوس و در صورت دور شدن دو قطعه از هم گسل شیب لغز نرمال نامیده میشود.

گسل های مایل :

در عمل لغزش گسل، ترکیبی از شیب لغز و راستا لغز می‌باشد که گسل مایل نامیده میشود. در شکل زیر تمام حالتهای ممکن به نمایش گذاشته شده است.



- **علاوه بر تقسیم بندی سه گانه کلی ، که در با لا ذکر شد گسلها را بر اساس اصول مختلف دیگری نیز تقسیم بندی می کنند**

طبقه‌بندی زایشی گسلها:

اساس این طبقه‌بندی ، نوع حرکت نسبی در امتداد گسلها است که خود ناشی از نحوه تشکیل و مکانیسم توسعه گسل است. بر همین اساس ، گسلهای زیر در این رده قرار می‌گیرند.

* گسل نرمال یا عادی:
به این نوع گسل ، گسل مستقیم یا وزنی نیز می‌گویند که در آن کمر بالا نسبت به کمر پایین به طرف پایین حرکت کرده است. این گسل‌ها بر اساس حالت گسل نسبت به چینه‌بندی به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

* گسل مطابق:
در این حالت شیب سطح گسل در جهت شیب طبقات است .

* گسل نامطابق:
در این حالت شیب سطح گسل در خلاف جهت شیب طبقات است.

* گسل معکوس:
گسل معکوس ، گسلی است که در آن کمر بالا به طرف بالا حرکت کرده باشد. در حالت کلی شیب گسل بیشتر از ٤٥ درجه است. گسل معکوس به دو حالت زیر دیده می‌شود:

۱- سوار شدگی (راندگی):
به گسل معکوسی که شیب آن کمتر از ٤٥ درجه باشد، راندگی گویند. این گسل به نام گسل زیر رانده نیز معروف است.

۲- رو راندگی:
گسل رو رانده ، گسل معکوسی است که زاویه شیب آن کمتر از 10 درجه و لغزش کلی آن زیاد باشد

طبقه‌بندی بر اساس وضعیت گسل نسبت به طبقات اطراف :
وضعیت گسل نسبت به طبقات مجاور اساس این طبقه‌بندی را تشکیل می‌دهد و در آن گسلها به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

- **گسل امتدادی:**
گسلی است که امتداد آن موازی یا تقریبا موازی امتداد لایه‌بندی است .
- **گسل مورب:**
گسلی است که امتداد آن موازی یا تقریبا موازی امتداد لایه‌بندی است .
- **گسل طولی:**
در گسل طولی امتداد گسل با امتداد لایه‌بندی هم جهت است .
- **گسل عرضی:**
چنانچه امتداد گسل بر امتداد لایه بندی یا ساختهای زمین‌شناسی ناحیه عمود یا تقریبا عمود باشد، گسل را عرضی می‌نامند .
- **گسل شیبی:**
در گسل شیبی ، امتداد گسل موازی یا تقریبا موازی جهت شیب لایه‌بندی و یا سیستوزیسته سنگهای اطراف است .
- **گسل چرخشی:**
نوعی گسل است که در آن یک یا هر دو قطعه گسل حول یک محور که عمود بر سطح گسل است، دوران نموده است.

طبقه‌بندی گسلها بر اساس طرح آنها:
در این روش گسلها را بر مبنای وضعیت آنها نسبت به یکدیگر طبقه‌بندی می‌نمایند، این تقسیم‌بندی، شامل انواع زیر می‌شود:

- **گسلهای موازی:**
این گسلها دارای شیب و امتداد یکسان یا تقریبا یکسان بوده و با یکدیگر موازیند .
- **گسلهای شعاعی :**
این گسلها تقریبا همگی از یک نقطه منشعب می‌شوند. این گسلها معمولا بر روی گنبدها تشکیل می‌شوند .
- **گسل پر مانند:**
- **از به هم پیوستن گسلهای فرعی به اصلی، منظره پر یا شاخه مانند ایجاد می‌شود .**
- **گسلهای محیطی:**
طرح این گسلها به صورت دایره یا قوسی از دایره است .
- **گسلهای پوششی:**
به گسلهایی اطلاق می‌شود که حالت پله‌ای دارند و یکدیگر را می‌پوشانند .

آگاهانه از زلزله بترسیم

زلزله بم، با تمام فاجعه هایی که به بار آورد، دارای اثرات مثبتی نیز بود که متاسفانه کمتر به آنها توجه شده است. یکی از مهمترین اثرات مثبت آن بیداری و توجه مردم به جدی بودن خطر زلزله در تمام نقاط ایران میباشد که متاسفانه با هزینه هنگفتی بدست آمد که امیدوارم این بیداری مثل سایر تجربه های کشور ما مقطعی و دوره ای نباشد. لذا با توجه به هیجان بوجود آمده، هرکسی هر مطلبی که در مورد زلزله بیان میکند بشدت از سوی مردم مورد استقبال قرار گرفته و مردم بدون توجه به منبع نشر خبر و بدون چون و چرا آن را میپذیرند، با وجود اینکه اغلب این مطالب دارای پایه و اساس علمی خاصی نبوده و فقط برای ایجاد ترس و وحشت در بین مردم بیان میشود. درپی درج خبری در روزنامه ها و مخصوصا خبرگزاری فارس که با بررسی گسلهای تهران، این شهر را به دو منطقه ایمن و زلزله خیز تقسیم بندی نموده است، لازم دانستیم تا توضیحات زیر را در باره گسل و فاصله ایمنی از آن بنویسیم. ما متن درج شده در خبرگزاری را خط به خط نقد نمیکنیم، بلکه توضیحات علمی را در مورد آن عنوان نموده و در نهایت نتیجه گیری مینمائیم.

۱- در عرف عمومی گسلها به عنوان عوامل ایجاد زلزله شناخته میشوند، در حالی که عکس این موضوع صادق است، چرا که زلزله ها باعث ایجاد جابجائی در لایه های زمین شده و وقتی که این جابجائی ها در سطح زمین قابل مشاهده باشند گسل نامیده میشوند (در صورتی که در سطح زمین قابل مشاهده نباشد، گسل کور Blind Fault نام دارد). لذا، گسل ها نشان دهنده زلزله خیز بودن منطقه و تجربه های قبلی منطقه درمورد زلزله هستند نه عامل ایجاد آن.

۲- خطری که بصورت مستقیم از طرف گسل متوجه ساخته های دست بشر میباشد، فقط یکی از عوامل ایجاد خرابی در سازه ها در اثر زلزله بوده که معمولا در زلزله های گذشته، درصد بسیار اندکی از خرابی ها را به خود اختصاص میدهد. این خطر بریده شدن

زمین در محل گسل میباشد که با توجه به محدود بودن عرض آن و نیز کوچک بودن سازه های ساختمانی که احتمال بسیار اندکی در تقاطع با محل بریده شده دارند و نیز کم بودن میزان کل جابجائی، خطر زیادی را برای ساختمانها ایجاد نمیکند. بریده شدن محل گسل فقط سازه هایی را که دقیقا بر روی محل بریده شده ساخته شده باشند تحت تاثیر قرار میدهد که بنا به دلایل عنوان شده در فوق درصد بسیار اندکی از سازه ها را شامل میشود. جاده ها، بزرگراهها ، تونلهای مترو و تونلهای کوهستانی، خطوط انتقال نیرو، خطوط لوله آب و گاز و بطور کلی سازه های طویل، بیشترین خرابی را از گسل زمین میبینند که برای مقابله با آن نیز راههایی وجود دارد که در بسیاری از سازه های طویل مورد استفاده قرار گرفته و موفق نیز بوده است (برای مثال تونل متروی لوس آنجلس در برخورد با گسل هالیوود).

۳- پس از زلزله انرژی زمین بصورت امواجی منتقل شده و به سطح زمین میرسند. امواج بصورتهای مختلفی از کانون (محل آغاز زلزله) به تمام جهات حمله ور شده و پس از رسیدن به سطح زمین باعث ایجاد حرکتهای نوسانی (ارتعاش) در هر چیزی که بر روی آن باشد، میکنند که مهمترین عامل خرابی های ایجاد شده در زلزله همین امواج هستند. این امواج با دور شدن از محل ایجاد خود، کم کم کاهیده شده و از قدرتشان کاسته میشود. ولی این میزان کاهندگی در امواج زلزله مربوط به پارامترهای بسیار زیادی از جمله نوع زمین منطقه، عمق کانونی زلزله، بزرگی زلزله ایجاد شده و ... بستگی دارد. برای مثال در منطقه زاگرس ایران، کاهندگی بسیار زیاد بوده و در فاصله اندکی از محل وقوع زلزله، اثر زلزله از بین میرود ولی در ایران مرکزی و منطقه البرز موجهای زلزله تا فاصله زیادی اثر ویرانگر خود را حفظ میکنند و منطقه بزرگتری را تحت تاثیر قرار میدهند. لذا متوجه میشویم که با فاصله ۵ یا ۱۰ کیلومتری از گسل های منطقه تهران، نمیتوان امید کاسته شدن از خرابی ها را داشت.

۴- گاهی مواقع موضوعی به نام اثر ساختگاه در بحث تخصصی زلزله مطرح میشود که بدلیل شرایط خاک محل باعث تشدید خرابی ها میگردد. یک ظرف ژله را در دست بگیرید و آن را بلرزانید، کاملا متوجه خواهید شد که با ارتعاشی که از دست شما به ظرف منتقل

میشود، تکانهای ایجاد شده در ژله، چند برابر تکانهای ایجاد شده در ظرف محتوی آن میباشد. خاک نیز چنین اثری را میتواند ایجاد کند (مانند شهر میکزیکو سیتی که بر اثر زلزله ای در فاصله ۳۵۰ کیلومتری آن اتفاق افتاده بود، متحمل خرابی بسیار زیادی شد). جنوب شهر تهران نیز دقیقا بدلیل عمق زیاد آبرفت آن دارای چنین وضعیتی میباشد. مخصوصا اینکه در سالهای اخیر تغییراتی نیز در آن بوجود آمده است، ***عمق آب زیر زمینی در محل پالایشگاه تهران حدود ۳۰ سال پیش که این پالایشگاه ساخته میشد، ۱۸ متر بود ولی در حال حاضر به ۶ متر رسیده است.***

با توجه به توضیحات فوق که سعی کردیم کاملا به صورت ساده و خلاصه بیان کنیم، متوجه میشویم که، تقسیم بندی یک شهر تنها بر اساس گسلهای آن یک امر بسیار ساده لوحانه میباشد که به هیچ عنوان پایه علمی ندارد. با مشاهده گسلهای تهران و ***فعال بودن*** *آنها* میتوان پی برد که خطر زلزله در تهران بسیار بالا است، ولی امکان تقسیم بندی شهر فقط و فقط بر اساس محل گذر گسلها امکان پذیر نمیباشد و مسلما اینگونه نظریه پردازیها بدلیل ایجاد رعب و وحشت در ساکنان برخی مناطق باشد. بحثی که نیاز به مطرح کردن آن در حال حاضر بسیار ضروری است مقاوم سازی ساختمان های موجود و نیز بازرسی و حساسیت بیشتر نسبت به ساخت و سازهای جدید میباشد. سازه ای که در کنار گسل و با رعایت اصول مهندسی ساخته شده باشد، هیچ وقت فرو نمیریزد (همانطور که در زلزله بم، و تمام زلزله های دیگر تجربه شده است).

امیدوارم هیچگاه پیمانکار و سازنده ای نداشته باشیم که با شنیدن خبر زلزله در منطقه ای از ایران و نیاز آنها به کمک، از سودی که بدلیل عدم رعایت اصول مهندسی در ساختمانهایشان بدست آورده اند، ۱۰۰ و یا ۱۰۰۰ پتو به آوارگان هدیه کنند.

در پایان متذکر میشوم که زلزله بخودی خود خطرناک نیست، و اگر شما در یک بیابانی ایستاده باشید شدیدترین زلزله نیز نمیتواند خطری برای شما ایجاد کند، زلزله به واسطه

دست ساخته های ما ویرانگر بنظر میرسد، پس آنچه که میسازیم، بگونه ای نسازیم که خطری برای ما ایجاد کنند.

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 می‌شود؛ 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 بزرگآی زلزله همواره ثابت است و ربطی به دور شدن از کانون ندارد (چرا که با کل انرژی آزاد شده مرتبط است).

شدت زمینلرزه:

شدت يك زلـزله در يك مكـان خاص بـر مبنآی اثرهآی قابل مشاهده زمین لرزه در آن مکان تعیین می شود. دقت در تعیین شدت زلزله به دقت مشاهده کننده وابسته است. تخمین شدت وسیلة مفیدی برآی تخمین اندازة زلزله هآی تاریخی است، بویژه در ناحیه هآیی نظیر کشور ما که کشوری باستانی و با میراث تاریخی و فرهنگی کهن است و لذا اطلاعات مهمی می توان از زلزله هآی 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 می‌کند.

رده بندی شدت مرکالی (اصلاح شده) MMI

بزرگی	شدت	تأثیرها
	I	احساس نمی شود
۲	II	توسط شخص درحال استراحت یا در طبقات بالای ساختمان احساس می شود.
	III	در داخل ساختمان احساس می شود. اشیاء آویزان تکان می خورند ارتعاشی مثل گذر کامیونهای سبک دارند. مدت لرزش قابل برآورد است. ممکن است زلزله به حساب نیید.
٤	IV	اشیاء آویزان تاب می خورند. ارتعاشی مثل گذر کامیونهای سنگین یا احساس ضربتی مثل برخورد یک توپ سنگین به دیوار دارد. ماشینهای پارک شده تکان می خورند. پنجره ها، بشقابها و درها به صدا در می آیند. شیشه ها به صدا در می آیند. ظروف سفالی به هم می خورند. در حد فوقانیIV دیوارهای چوبی و قابها ترک بر می دارند.
	V	در خارج ساختمان احساس می شود. جهت آن قابل برآورد است. افراد خواب بیدار می شوند. مآیعات به حرکت در می آیند و برخی از آنها به خارج ظرف خود می ریزند. اشیاء ناپآیدار کوچک جا به جا یا واژگون می شوند. درها تکان می خورند و باز و بسته می شوند. ساعتهای آونگی متوقف شده، به حرکت آمده یا سرعتشان تغییر می کند.

٥	VI	توسط همه احساس می شود. بسیاری متوحش شده و از ساختمانها خارج می شوند. اشخاص به طور نامتعادلی حرکت می کنند. پنجره ها، بشقابها و ظروف شیشه ای می شکنند. اشیاء، کتابها و چیزهای دیگر از قفسه ها به خارج می ریزند. عکسها از دیوارها فرو می افتند. مبلها جا به جا شده یا واژگون می شوند. گچهای ضعیف یا ساختمانهای نوع D ترک بر می دارند. زنگهای کوچک کلیساها و مدارس به صدا در می آیند. درختان و بوته ها تکان می خورند.
٦	VII	آیستادن مشکل می شود. توسط رانندگان وسآیل نقلیه احساس می شود. اشیاء آویزان شدیداً نوسان می کنند. مبلها و وسآیل چوبی می شکنند. بناهای نوع D صدمه می بینند و ترک بر می دارند. دودکشهای ضعیف در محل اتصالشان به سقف می شکنند. قطعات گچ، آجرهای سست، سنگ و کاشی سقوط می کنند، برخی از بناهای نوع Cترک بر می دارند. امواج آب در سطح حوضها و آبگیرها گل آلود می شود. لغزشها و حفرات کوچکی در سواحل شنی و ماسه ای آیجاد می شود. زنگهای بزرگ کلیساها به صدا در می آیند. نهرهای آبیاری صدمه می بینند.
	VIII	هدآیت وسآیل نقلیه مشکل می شود. بناهای نوع C صدمه می بینند و بخشی از آنها فرو می ریزند. به بناهای نوع B کمی صدمه وارد می آید بناهای نوع A بدون صدمه باقی می مانند. گچ کاریها و برخی از دیوارها فرو می ریزند. دودکشها و بناهای یادبود، برجها و مخازن مرتفع می چرخند و فرو می ریزند. دیوارهای جداکننده ای که محکم نباشد از محل خود خارج می شوند. شمعهای فرسوده شده می شکنند. شاخه های درختان می شکنند. میزان دما و جریان آب چشمه ها و چاهها تغییر می کند. در زمینهای مرطوب و دامنه های پرشیب ترکهآیی آیجاد می شود.

V	IX	عموم مردم احساس وحشت می کنند. بناهای نوع D کاملاً تخریب می شوند، بناهای نوع C به شدت صدمه می بینند و گاه کاملاً فرو می ریزند، بناهای نوعB به طور جدی صدمه می بینند. ساختمانهای پیش ساخته، اگر خوب به هم متصل نشده باشند، از محل پی جا به جا می شوند مخازن شدیداً صدمه می بینند. لوله های زیرزمینی می برند. ترکهای آشکاری در زمین آیجاد می شود. در زمینهای آبرفتی، ماسه و گل به خارج فوران می کنند.
۸	X	پی اغلب بناهای معمولی و پیش ساخته تخریب می شود. برخی از سازه های چوبی خوب ساخته شده و پلها تخریب می شوند. سدها و خاکریزها صدمه جدی می بینند. زمین لغزه های بزرگ به وقوع می پیوندد. آب از ساحل کانالها، رودخانه ها، دریاچه ها و غیره به خارج می ریزند. ماسه و گل در سواحل و زمینهای هموار به طور افقی جا به جا می شوند. ریلهای راه آهن کمی خم می شوند.
	XI	ریلها به شدت خم می شوند. خطوط لوله زیرزمینی کاملاً از سرویس خارج می شوند.
	XII	خسارت تقریباً به طور کامل است. توده های سنگی بزرگ جا به جا می شوند. اشیاء به هوا پرتاب می شوند.

بزرگای زلزله:

بمنظور اندازه گیری زمین لرزه و بدست آوردن معیاری برای مقایسه و سنجش زمین لرزه ها، از بزرگای زلزله استفاده می‌شود که می‌توان آن را با در نظر گرفتن دامنه نوسانات روی نگاشت محاسبه نمود. مقیاسهآی متفاوتی برآی اندازه گیری بزرگآی زلزله وجود دارد. اولین مقیاس بزرگا، توسط چارلز ریشتر در سال ۱۹۳۵ برآی زلزله هآی جنوب کالیفرنیا تعریف شد که بزرگآی محلی یا ML نامیده می‌شود. علاوه بر مقیاس ریشتر، مقیاسهای مختلف

دیگری نیز وجود دارند که هر کدام کاربردهای خاص خود را در مهندسی زلزله و زلزله شناسی ایفا می‌کنند. *هر زلزله فقط و فقط یک بزرگا دارد و بزرگا با فاصله از محل وقوع زلزله تغییر نمی‌یابد.*

ذکر این نکته ضروری است که بزرگای زلزله، بتنهایی نمی‌تواند معیاری برای سنجش میزان خرابی در زلزله باشد. همانطور که گفته شد، بزرگای زلزله فقط بر اساس میزان انرژی آزاد شده در زلزله محاسبه می‌گردد و عمق و یا سایر پارامترها در محاسبه آن دخیل نمی‌باشد. از این رو دو زلزله با بزرگاهای یکسان ولی عمقهای متفاوت میزان خرابیهای متفاوتی را ببار می‌آورند. چرا که با عمیقتر شدن کانون زلزله، امواج لرزه ای فاصله بیشتری را تا سطح زمین طی می‌کنند که در این فاصله مقداری از انرژی آزاد شده کاهیده شده و از بین می‌رود. در قسمت قبل بیان شد که زلزله های ایران، اغلب از نوع کم عمق می‌باشند، لذا انتظار می‌رود میزان خرابی و آسیب ناشی از این زلزله‌ها بیشتر باشد.

علایم و بررسی زمین لرزه

هنگام ملاحظه مصائب، آسیب ها و تلفات بسیاری که زلزله ها باعث شده اند، بسیار طبیعی است که از خود بپرسیم ایا می توان از این وقایع اجتناب کرد و طبیعتاً اگر بتوانیم پیش از وقوع چنین فجایعی در مورد آنها هشدار بدهیم، زندگی های بسیاری نجات خواهند یافت.

هنگام ملاحظه مصائب، آسیب ها و تلفات بسیاری که زلزله ها باعث شده اند، بسیار طبیعی است که از خود بپرسیم آیا می توان از این وقایع اجتناب کرد و طبیعتاً اگر بتوانیم پیش از وقوع چنین فجایعی در مورد آنها هشدار بدهیم، زندگی های بسیاری نجات خواهند یافت... اما آیا می توان زمین لرزه ها را پیش بینی کرد؟

از لحاظ نظری کاملاً واضح است که اگر پارامترهای دخیل در تنش های پوسته زمین را بدانیم باید بتوانیم زلزله ها را پیش بینی کنیم. عقیده عمومی در دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ این بود که با بررسی دقیق سابقه حرکات گسل ها، الگوهایی قابل پیش بینی به دست خواهند آمد. علاوه بر این تصور می شد که الگوهای غیرعادی کوتاه مدت رفتار حرکات گسل ها پیش از زمین لرزه قابل پیش بینی هستند و لذا می توان ساعت ها و روزها پیش از وقوع زمین لرزه به مردم اطلاع داد تا نواحی خطرنک را تخلیه کنند. اما امروز کاملاً روشن شده است که پیش بینی وقوع زمین لرزه بسیار پیچیده تر از آن است که در ابتدا تصور می شد. امروزه می دانیم که زلزله ها چه از لحاظ زمانی و چه از لحاظ مکانی گه گاهی و پرکنده هستند. به جای تلاش کردن برای پیش بینی اینکه چه هنگامی شهرهای ما ویران خواهند شد، باید بر اطمینان یافتن از سالم ماندن آنها هنگام بروز زلزله متمرکز شد.یکی از موانع عمده در پیش بینی دقیق زلزله این است که گسل ها جدا از هم عمل نمی کنند. هنگامی که در یک گسل شکست رخ می دهد، تنش حاصل می تواند به گسل دیگری منتقل شود و این امر ادامه می یابد. تغییر کشش درون پوسته زمین الگوهایی با تغییر تدریجی دارد که دانشمندان اطلاع دقیقی از آن ندارند.با این حال تلاش ها برای پیش بینی زلزله ها همچنان از راه های مختلف ادامه پیدا کرده است. این تلاش ها در ۲۰ سال گذشته عمدتاً در سه حوزه زیر متمرکز بوده است:

۱ - فرضیه پیش بینی درازمدت

در این حوزه دانشمندان از روش ها و رویکردهایی استفاده می کنند تا زمان تقریبی وقوع زمین لرزه ها را در آینده درازمدت تخمین بزنند. هیچ کدام از این روش ها نمی توانند لحظه دقیق زمانی یا شدت دقیق زلزله را معین کنند، اما می توانند تقریبی از آنها به دست دهند. بنابراین اطلاعات مفیدی در اختیار خواهد بود که احتیاط های لازم در مواردی مانند مقاوم سازی ساختار بناها انجام شود. برای مثال اگر به مهندسان گفته شود که ساختمان یا پلی را که طراحی می کنند باید بتواند ضربه ای حدکثر ۵/۰ گرم در ۵۰ سال آینده تحمل کند، آنها ساختمان را طوری طراحی می کنند که این خصوصیت را دارا باشد. در پیش بینی درازمدت

زلزله چند مسئله مورد بررسی قرار می گیرد.

الف_ فاصله بازگشت:

این فاصله به ما می گوید زلزله ها با چه تناوبی در یک گسل معین رخ می دهند، و حدکثر حرکات زمین که احتمال دارد در یک ناحیه معین و در یک دوره معین زمانی ایجاد کنند چقدر است. این فاصله با کسب کردن اطلاعات از چند منبع متفاوت به دست می آید :سوابق تاریخی زلزله ها، شواهد زمین شناختی (اثراتی که زلزله ها به جای می گذارند) و شواهد زمین سنجی (میزان کششی که در صخره ها به وجود می آید). براساس این فرضیه که زلزله های بزرگ در فواصل دوره های مشابه زمانی رخ می دهند، داده های حاصل از منابع بالا می توانند احتمال زلزله های آینده را پیش بینی کنند. با این حال دقت این پیش بینی درازمدت براساس فواصل بازگشت کاملاً محدود است زیرا وقایع درون یک گسل ممکن است به خاطر به وجود آمدن نیروهای جدید از دوره ای به دوره ای دیگر تفاوت کند.

ب_ پیگیری تغییر شکل های زمین:

یک راه دیگر پیش بینی زلزله ها اندازه گیری میزان جابه جایی زمین در طول یک گسل است. براساس همین روش «هری اف راید»، یک زلزله شناس کالیفرنیایی توانست پیش بینی کند که شوک بعدی در گسل سنت آندریاس در کالیفرنیا حدود یکصد سال پس از زلزله بزرگ حاصل از این گسل در سال ۱۹۰۶ به وجود می آید. اندازه گیری هایی که پیش از این زلزله انجام شده بود نشان داده بود که زمین به طور متوسط ۰/٦٥متر در هر ده سال تحت کشش و جابه جایی قرار می گیرد. راید خاطرنشان کرد از آنجا که حدکثر جابه جایی در طول این گسل در زلزله ۱۹۰۶، ۶/۵ متر بوده است بنابراین احتمالاً نتیجه یک قرن تجمع کشش درزمین است، زلزله ای با شدت مشابه زلزله ۱۹۰۶ در این گسل حدوداً ۱۰۰ سال بعد رخ می هد.

امروزه ماهواره ها می توانند با فراهم آوری اطلاعات موقعیت دقیق (GPS) به زلزله شناسان امکان دهند میزان دقیق تغییر شکل پوسته زمین و محل دقیق آن را تعیین کنند. اندازه گیری های مکرر می تواند نشان دهد که آیا گسل در حال لغزش هست یا نه .بنابراین سرعت جابه جایی و

میزان کشش در هر ناحیه گسل را می توان شناسایی کرد و پیش بینی های بهتری را انجام داد.

ج _ فرضیه شکاف لرزه ای:

فرض اصلی در این مورد این است که زلزله های بزرگ گرایش دارند که هر بار در مکان مشابهی رخ دهند، اگر نمودار همه زلزله های بزرگ روی حد مرزهای صفحات زمین را داشته باشید، متوجه می شوید که آنها قطعات جداگانه مجاوری از یک حد مرز پر می کنند. شکاف لرزه ای (Seisemic gap) قطعه ای است که در آن برای مدتی طولانی زلزله ای رخ نداده است اما سابقه تاریخی یک زمین لرزه در آن ناحیه در گذشته وجود دارد.

۲ _ یافتن گسل های جدید:

یافتن گسل های جدید علاوه بر گسل های از قبل فعال، می تواند به دانشمندان در پیش بینی بروز بالقوه زلزله ها در مکان های غیر منتظره کمک کند. شواهد متعددی در یک منطقه می تواند به وجود گسل هایی دلالت کند که برای مدت های بسیاری در زمان های اخیر حرکت نکرده اند از جمله:

این گسل ها در چشم انداز منطقه برجستگی های مستقیم طولانی ای تشکیل می دهند که می توانند توپوگرافی محلی و زهکشی طبیعی را تغییر دهند. بنابراین آنها زمین هایی اعوجاج یافته و دریاچه و حوضچه هایی تشکیل شده از انحنای زمین به سمت پایین به جای می گذارند. آنها می توانند محل ظهور چشمه ها باشند و به خاطر زهکشی طبیعی اغلب در طول مسیرشان از پوشش گیاهی انبوهی پوشیده شده اند.

گسل ها را می توان به وسیله بررسی های انعکاس امواج شناسایی کرد، که از طریق ثبت امواج انعکاس یافته که یک شوک انفجاری از حد مرزهای لایه های پوسته زمین انجام می شود.

صخره های موجود در طول خطوط گسل گاه به گاه به علت زلزله ها متلاشی می شوند .همه

یخچال ها و نهرها در طول شکاف های حاصل به راه می افتند و ممکن است دره های بزرگی در طول یک گسل پوسته زمین به وجود آید.

۳ -علائم زلزله قریب الوقوع:

انواع بسیار متفاوتی از فعالیت های کوتاه مدت، که طول آنها از چند روز تا چندسال تغییر می کند، قبل از زلزله های بزرگ ذکر شده اند. زلزله شناسان به دنبال الگوهای منظم در چنین پیش درآمدهای کوتاه مدتی هستند.از یک طرف امواج ضربه ای پیشینی(foreshocks) ، مجموعه ای از لرزه های خفیف یا دوره های بدون لرزه پیش از زلزله های بزرگ گزارش شده اند، گرچه آنها لزوماً همیشه رخ نمی دهند. رفتارهای غیرعادی حیوانات نیز که به عنوان پیش بینی کننده زلزله ذکر شده است همیشگی نیست.از طرف دیگر تنش فوق العاده صخره ها که درشرف جابه جایی هستند باعث گرم شدن، تغییر شکل و انبساط آنها پیش از زلزله می شود و بنابراین شماری از تغییرات در پوسته زمین پیش از زلزله رخ می دهد و دانشمندان از وسایل گوناگونی برای اندازه گیری و ثبت این تغییرات استفاده می کنند؛ هر چند که هیچ کدام از این موارد نیز پیش بینی کننده قطعی و دقیق زلزله نیستند. از جمله این تغییرات اینها هستند:

- گاهی زمین ممکن است در حد چند میلی متر یا سانتی متر پیش از زلزله انحنا پیدا کند. انحنا سنج هایی (Tilt meter) که در سوراخ های عمیق و با دقت حفر شده قرار داشته باشند، می توانند این پدیده را کشف کنند .

- تغییراتی در سرعت امواج لرزه ای در صخره های تحت تنش قرار گرفته نزدیک به گسل یافت شده است. شکاف های ذره بینی در صخره تحت تنش قرار گرفته نسبت به جهتی که تنش بر آنها وارد می شود به هم می پیوندند و این امر می تواند بر چگونگی عبور لرزه های خفیف از میان آنها تاثیر بگذارد .

- گاز رادون ممکن است از این شکاف های ریز تازه به وجود آمده در یک صخره تحت فشار ساطع شود. آبی که به درون صخره نفوذ می کند مواد شیمیایی از جمله رادون را از صخره جذب می کند و در نتیجه محتوای شیمیایی چنین موادی در آب چاه های منطقه افزایش می یابد .

❖ جریان یافتن آب های زیرزمینی به درون شکاف های صخره ها ممکن است باعث کاهش سطح سفره آب زیرزمینی منطقه شود .

- دربعضی از صخره های نزدیک به نقطه جابه جایی گسل ممکن است تغییر رسانایی الکتریکی ثبت شود .

- دمای آب چشمه ها و قنوات و چاهها کاهش و یا افزایش ناگهانی پیدا می کند و از نظر طعم و مزه دچار تغییراتی محسوس می گردد، همچنین در حجم و مقدار هم افزایش و یا کاهش را خواهیم داشت.

- پیش از وقوع زلزله ادواری شکافهایی در سنگها و پوسته زمین به وجود می اید که همگی در جهت خاصی هستند و بعد از وقوع شکافهای حاصل از زمین لرزه دقیقاً در امتداد شکافهای قبل از وقوع آن امتداد می یابد .

درخصوص علائم غیرطبیعی همچون مشاهده شدن اشیای نورانی در شبهای قبل از زلزله نیز

گزارشات زیادی دریافت شده این اشیاء در جهت جنوب حرکت کرده و به ناگهان به سمت شرق تغییر مسیر می دهند.
حیوانات نیز در برابر زلزله از خود رفتارهای خاصی بروز می دهند این رفتارها در حیوانات اهلی همچون خر و الاغ و خرگوش فرار به سوی سربالایی می باشد. آنان هیچ گاه به سمت سراشیبی حرکت نمی کنند و در ماهی ها مرگ گروهی و بی دلیل و در پرندگان اهلی همچون اردک و غاز که در مسیر تابش امواج ماوراء صوت قرارگرفته اند سوختگی در امحا و احشای داخلی و مرگ گزارش شده است.
حیواناتی که در منزل نگهداری می شوند همچون سگها، به شدت پارس می کنند و مضطرب می گردند و گربه های خانگی با جمع کردن بدن به صورت گلوله و یا انداختن خود در داخل ظرفهای گود همچون سطل آشغال رفلکس نشان می دهند .

علائم متصل و منتهی به آغاز زلزله:

شاهدان زیادی پس از زلزله گفته اند که با صدایی عجیب روبرو شده اند، بله درست است. در ابتدا معمولاً صدایی نامتعارف شنیده می گردد. در زلزله های بزرگ ابتدا صدای عجیبی همچون باد و حرکت درختان و برگها و سپس صدای ضعیف شیشه های منزل شنیده می شود و به سرعت لرزش های اولیه که معمولاً با شدت بالا نیستند آغاز می گردد و پس از آن موج اصلی با مدت زمان چندثانیه ای و پس از آن پس لرزه هایی با شدت پایین و سپس اتمام زلزله!
عزیزان من گاهی این چند لحظه، چند دقیقه و حتی همچون بم چند ساعت است. به صورتی که خود پیش لرزه ها را ما با زلزله اصلی اشتباه می گیریم. بم در ساعات پایانی شب دوبار لرزیده بود اما عزیزان ما یا با بی توجهی به آن در منازل خود خوابیدند و یا چند ساعتی را که سرمای بیرون به آنها تحمل داده بود را در حیاط ها ماندند و به داخل بازگشته، خوابیدند...!
پس اول از همه اگر زلزله کوچکی را تجربه کردید فراموش نکنید که ممکن است موج اصلی در راه باشد مکان های امن خانه را که برایتان توضیح خواهم داد را برای استراحت در نظر بگیرید حتماً با هوشیاری بخوابید اگر امکان خوابیدن در حیاط را دارید به عنوان یک تفریح هم شده شبی را با عزیزانتان در حیاط بیدار بمانید البته توجه کنید که از آوار دیوارهای حیاط و

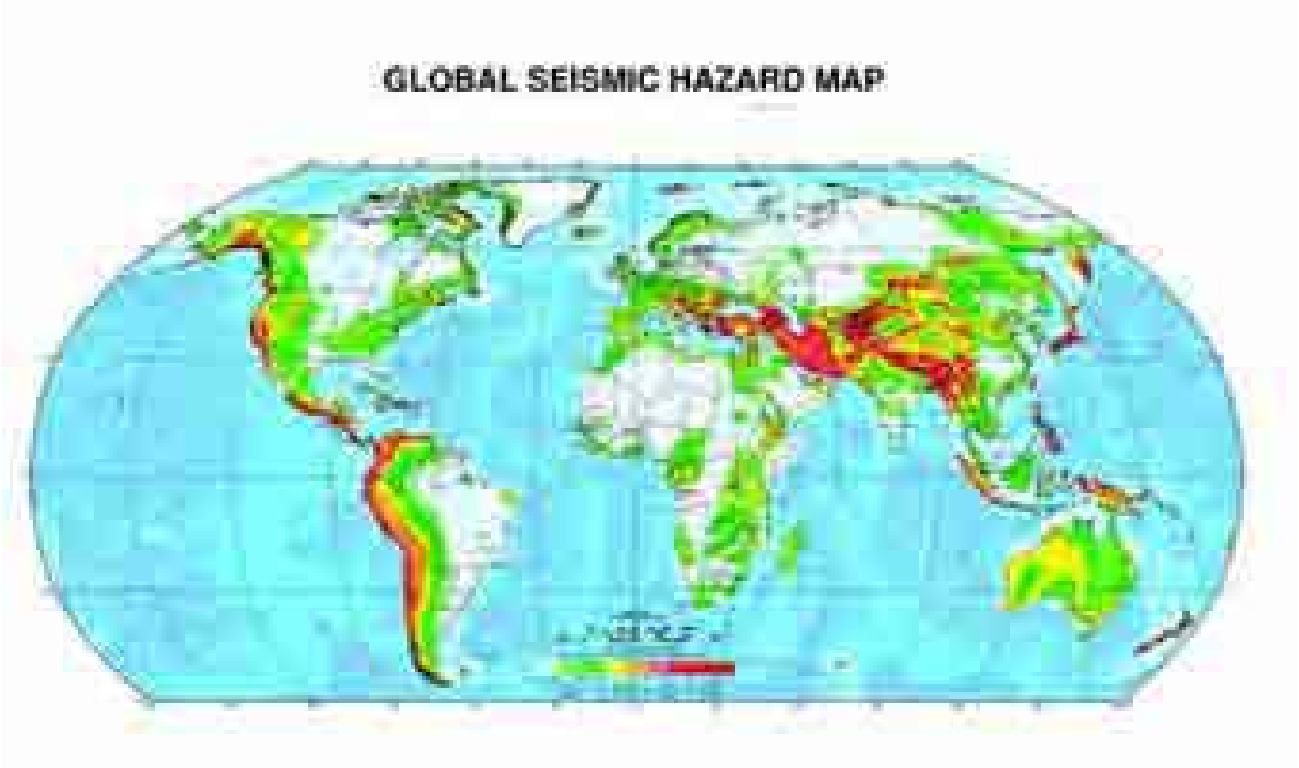
خود ساختمان ایمن باشید.

در بم جوانی آواره که چشمان قرمز او نشانه از دست دادن عزیزانش بود می گفت: تا صبح در ماشین خوابیدیم سردمان که شد به منزل بازگشتیم چون خوابم به هم خورده بود برای نماز صبح به حیاط رفتم تا وضو بگیرم که زلزله همه را با خود برد و من ماندم با وضو!....

اطلاعات کاربردی و آموزشی

ایران
وزلزله

نقشه خطر لرزه ای جهان



تاریخ زلزله های بزرگ ایران

تاریخچه زمین لرزه های بزرگ در ایران

ایران کشوری لرزه خیز است. ایران بر روی یکی از دو کمربند بزرگ لرزه خیزی جهان موسوم به «آلپا» قرار دارد و هر از گاهی زمین لرزه های بزرگی در آن بوقوع می پیوندد.

از سال ۱۳٤۰ تاکنون زمین لرزه های مختلف و در مواقعی ویران کننده مناطق مختلف کشور را با خسارات و تلفات سنگینی روبه رو کرده است که آخرین آنها، زمین لرزه صبح روز جمعه شهرستان بم می باشد.

آخرین زمین لرزه در ایران که در سال ۷۹ و در دو استان زنجان و قزوین با قدرت ۵/۲ در مقیاس ریشتر به وقوع پیوست، مناطق طارم، خدابنده، ابهر، خرمدره و سلطانیه و همچنین بویین زهرا را لرزاند و خسارت ها و تلفاتی به بار آورد. بیش از ۵۰۰ نفر بر اثر وقوع این زمین لرزه کشته شدند.

بزرگترین زمین لرزه ای که در سالهای اخیر در ایران به وقوع پیوست مربوط به ۳۱ خرداد ۱۳٦۹ در استانهای گیلان و زنجان با قدرت هفت و سه دهم در مقیاس ریشتر بود. این زمین لرزه بیش از ٤۰ هزار کشته برجای گذاشت که خونبارترین زمین لرزه در ایران به حساب می آید. این زلزله در عرض چند ثانیه حدود و هزار و ۱۰۰ کیلومتر مربع که ۲۷ شهر و ۱۸۷۱ روستا را در برمی گرفت، ویران کرد. این در حالی است که دیگر کشورهای منطقه مانند، ترکیه، سوریه، ارمنستان و یا افغانستان نیز به دلیل قرار گرفتن در این خط زلزله با تعداد بیشماری از این قبیل زمین لرزه ها رو به رو هستند. دانشمندان گفته‌اند که دلیل این پدیده در بستر اقیانوسها که نشانه های حرکت شبه قاره هند به سمت قاره های آسیا و اروپا را آشکار می سازد، نهفته است.

قاره هند از ۳۰ میلیون سال گذشته با سرعتی معادل ۱۰ سانتی متر در سال به سمت قاره های اروپا و آسیا حرکت کرده است و در زمان حاضر این سرعت به پنج سانتی متر در

سال کاهش پیدا کرده است. فهرستی از زمان و میزان قربانیان زمین لرزه های به وقوع پیوسته در ایران در ذیل به طور خلاصه ارائه می شود :

- آوریل سال ۱۹٦۰ (فروردین / اردیبهشت ۱۳۳۹) ٤٥۰ تن در شهر لار، واقع در جنوب کشور کشته شدند.

- سپتامبر ۱۹٦۲ (شهریور / مهر ۱۳٤۱) ۱۱ هزار تن کشته و ۲۰۰ روستا در غرب تهران ویران شد.

- اوت ۱۹٦۸ (مرداد / شهریور ۱۳٤۷) حدود ۱۰ هزار تن در استان خراسان جان سپردند.

- آوریل ۱۹۷۲(فروردین / اردیبهشت ۱۳۵۱) پنج هزار و ٤٤ تن در جنوب کشور کشته شدند.

- آوریل ۱۹۷۷ (فروردین / اردیبهشت ۱۳۵٦) حدود ۹۰۰ تن در منطقه اصفهان جان باختند.

- سپتامبر ۱۹۷۸ ((شهریور / مهر ۱۳۵۷) ۲۵ هزار تن در شرق ایران کشته شدند.

- نوامبر ۱۹۷۹ (آبان / آذر ۱۳۵۸) ٦۰۰ تن در شمال شرقی ایران جان سپردند.

- ژوئن ۱۹۸۱ (خرداد / تیر ۱۳٦۰)، یکهزار و ۲۸ تن در استان کرمان کشته شدند.

- ژوئیه ۱۹۸۱ (تیر/ مرداد ۱۳٦۰) یکهزار و ۳۰۰ تن در استان کرمان جان باختند.

- ۲۱ ژوئن ۱۹۹۰ (۳۱ خرداد ۱۳٦۹) حدود ٤۰ هزار تن در شهر رودبار در شمال کشور در اثر سنگین ترین زمین لرزه کشته شدند.

- ۲۸ فوریه ۱۹۹۷ (۱۰ اسفند ۱۳۷۵) حدود یك هزار و ۱۰۰ تن در اردبیل کشته شدند، بزرگی آن زمین لرزه، ۵/۵ درجه در مقیاس ریشتر بود.

- ۱۰ مه ۱۹۹۷ (۲۰ اردیبهشت ۱۳۷۵) یکهزار و ٦۱۳ تن در بیرجند بر اثر زمین لرزه با بزرگی ۷/۱ درجه در مقیاس ریشتر، جان باختند.

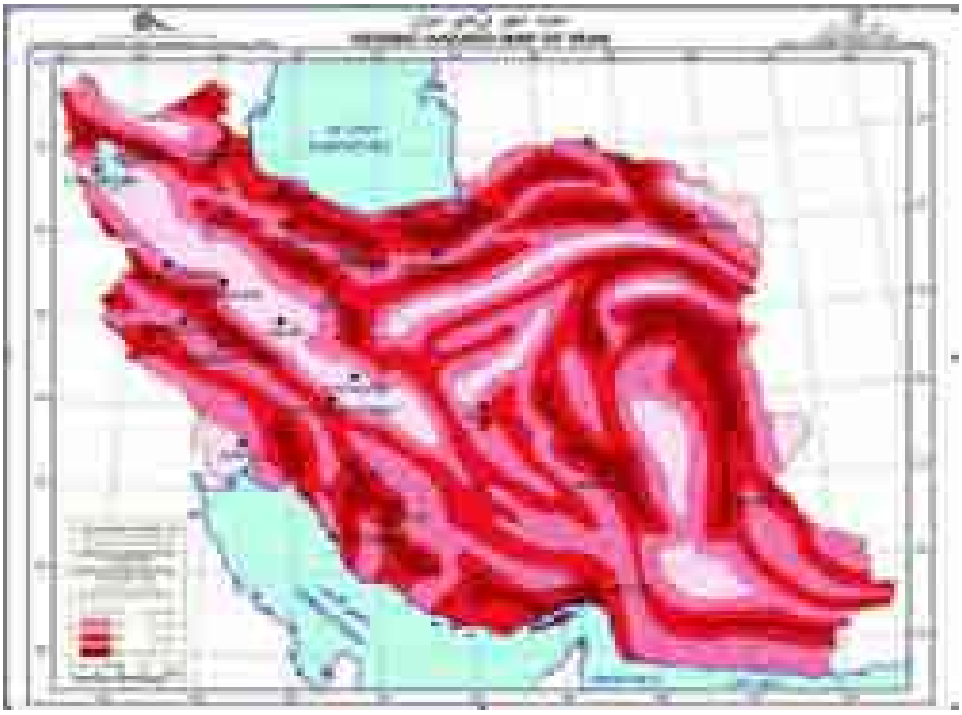
به گفته کارشناسان امور شهری مقاوم سازی ساختمانها و تقویت سازه های ساختمانی در امور شهرسازی و احداث بنا در شهرها و استفاده مناسب از تحقیقات در حوزه زمین

شناسی و اقلیمی اساسی از جمله مولفه های بسیار مهمی است که در کاهش خسارت و تلفات زمین لرزه هایی از این دست می تواند نقش مهمی داشته باشد. این واقعیت که ایران در کمربند زلزله جهانی قرار دارد و استفاده از تجربیات دیگر کشورهای زلزله خیز و موفق در ساماندهی به امور شهری و مقاوم سازی شهرها در مناطق زلزله خیز بیش از گذشته احساس می شود.

کارشناسان فن معتقدند در صورتی که هزینه های گزاف امداد رسانی و جبران خسارتهای مادی و معنوی حوادث طبیعی نظیر سیل و زلزله در مسیر بازسازی و ایجاد تغییرات بنیادی در حوزه شهرسازی و تمهیداتی لازم برای پیشگیری از حوادث غیر مترقبه قرار گیرد، نتایج به مراتب بهتر از گذشته خواهد بود.

وضعیت زلزله در شهرهای ایران

در جمع بندی های اخیر مشخص شده است که بیش از هفتاد درصد از شهرهای ایران در معرض زمینلرزه های مخرب قرار دارند ...در این بخش سعی خواهیم کرد تا با ارائه آمار و بررسی های علمی، جدی بودن خطر زلزله را در شهر های مختلف بررسی نمائیم .در نظر داشته باشید که متاسفانه اخیرا بدلیل تبلیغاتی که برای شهر تهران انجام پذیرفته، خطر زلزله در شهر های دیگر به فراموشی سپرده شده است، ولی باید بدانیم که خطر زلزله در شهرهایی همچون منطقه آذربایجان(مخصوصا شهر تبریز)، شهر مشهد، بندرعباس و ... حتی بیشتر از تهران است .و این وظیفه ماست که به آگاه سازی مردم از خطری که آنها را تهدید میکند، بپردازیم.



صدای پای زلزله در تبریز

صدای پای زلزله در تبریز

مقدمه

ما در کشوری زندگی می‌کنیم که به صورت سنتی از زلزله به عنوان بلا یاد می‌شود. از نظر متخصصان، زمین لرزه پدیده‌ای کاملا طبیعی است که در راستای تکامل کره زمین اتفاق می‌افتد. حال باید دید که چرا زمین‌لرزه می‌تواند چنین خسارت بار و مصیبت آفرین باشد؟ شاید کلید آن در عدم درس گرفتن از اتفاقات گذشته و فراموشی است. زلزله همانند باران، که بصورت متناوب اتفاق می‌افتد، یک پدیده تکرار پذیر است. تنها تفاوت آن در مقایسه با باران این است که زمان تکرار آن بسیار طولانی است و گاهی به صدها سال می‌رسد. در نتیجه عمر بشر آنچنان کوتاه است که نمی‌تواند وقوع زمینلرزه ها را بصورت تکرار پذیر و متناوب ببیند. تاریخ کهن ایران زمین علاوه بر مکتوب نمودن حوادث بشری، حوادث طبیعی را نیز ثبت نموده است. گاهی چنین به نظر می‌رسد که در کوچکترین فعالیتهای روزمره از وجود چنین گنجینه کهنی غافل می‌شویم و همان اشتباهی را که نیاکان ما مرکتب شده‌اند را دوباره تکرار می‌کنیم. بحث زمین لرزه نیز از چنین مقوله ای مستثنا نیست و تاریخ ما گزارشهایی از زمینلرزه های مخرب در گوشه و کنار این مرز و بوم ارائه می‌نماید. در این بین تاریخ نویسان گزارشهای متعددی را از زمینلرزه های ویرانگری در شهر تبریز ارائه نموده‌اند. در مقاله حاضر پس از مرور اجمالی تاریخ زمین لرزه های شهر تبریز، به بررسی گسل مسبب این زلزله‌ها خواهیم پرداخت و در نهایت خواهیم دید که در حال حاضر شرایط ساخت و ساز در این شهر چگونه است و طرح جامع شهری این شهر را به کدامین سو کشانده است.

تاریخ زلزله های شهر تبریز

تاریخ کهن شهر تبریز امکان ثبت زلزله‌های تاریخی را فراهم آورده است؛ چرا که با وجود

تمدن بشری، بلایای بزرگ در تاریخ آن سرزمین ثبت شده اند که امکان مطالعه علمی پدیده-های دوره‌ای و تعیین دوره های بازگشت آنها را نیز فراهم می‌آورد که بدین دلیل بررسی متون تاریخی در جستجوی زلزله‌های گذشته امری بسیار مهم می‌باشد. جهت واقف شدن به اهمیت موضوع زمین لرزه‌های شهر تبریز، ذکر این نکته کافی است که زلزله ۱۸ دی ماه سال ۱۱۵۸ هـ.ش. (۱۷۸۰ میلادی) به عنوان یکی از مخربترین و مرگبارترین زلزله‌های جهان با ۷۷ هزار کشته در لیستی که از سوی سازمان زمین شناسی آمریکا منتشر گردیده است، خودنمایی می‌کند.

آقای یحیی ذکاء در کتابی تحت عنوان "زمین لرزه های تبریز" در یک کار تحقیقاتی بزرگ به بررسی پدیده زمین لرزه در کتابهای تاریخی و سفرنامه های مربوط به شهر تبریز پرداخته است و بترتیب تاریخ آنها را بیان نموده است. در مقاله حاضر نیازی به بیان دقیق یک به یک آنها نیست. فقط بیان این نکته کافی است که شهر تبریز در طول تاریخ مکتوب خود ۱۲ بار با خاک یکسان شده است. تعدادی از این تاریخهای مهم عبارتند از: سال ۷۹۱ میلادی، ۸۵۸، ۱۰۴۱، ۱۷۲۱، و آخرین زمین لرزه مهیب سال ۱۷۸۰ میلادی.

لرزه خیزی شهر تبریز

قرار گرفتن تبریز در مجاورت دو خط گسله شمال تبریز و گسل آذرشهر (دهخوارقان) باعث می‌شود تا با جنبا شدن هرکدام از این گسلهای فعال، شهر تبریز و اطراف آن در معرض زلزله مهیبی قرار بگیرد. تحقیقات انجام شده توسط دکتر زارع و دکتر قنبری، و نیز تعیین گسل ها توسط بربریان نشان از خطر بسیار بالای زلزله در این شهر تاریخی دارد. سیستم گسل شمال تبریز در شمال و شمال شرقی فروافتادگی دریاچه ارومیه، یک پهنه شکستگی با طول عمومی حدود ۲۵۰ کیلومتر می‌باشد. از طرف دیگر سیستم گسل دهخوارقان (آذرشهر)- تبریز با روند شمال شرقی-جنوب غربی در قسمت غربی شهر تبریز قرار دارد که این دو سیستم دقیقا در محل شهر تبریز با هم تداخل می‌کنند. در پژوهشهای پیشین نشان داده شده است که چنین پهنه های برخوردی در ناحیه شمال غربی ایران عمومیت داشته و اساسا رخداد زمین لرزه های مخرب با روندهای یاد شده کنترل می‌گردد. داده های بدست

آمده از شبکه لرزه نگاری آذربایجان نشان از تراکم رویدادهای لرزه‌ای با بزرگای ۱ تا ۴ در پیرامون این دو سیستم گسل دارد. چنین داده هایی موید فعال بودن این گسل حتی در حال حاضر است بگونه‌ای که زمین لرزه سال ۱۶۴۱ میلادی دهخوارقان (آذر شهر کنونی) به احتمال زیاد بر اثر جنبا شدن سیستم گسله اخیر است. به این ترتیب با در نظر گرفتن مرزها و گرههای لرزه زمین ساختی (که یکی از آنها بر شهر تبریز منطبق است)، گسیختگی مجدد گسل شمال تبریز محرز می‌باشد .

گسترش شهر

در سالهای اخیر شاهد گسترش اکثر شهرهای ایران بوده‌ایم که با افزایش جمعیت امری غیرقابل انکار است. ولی اینکه شهرها در چه مناطقی گسترش یابند، و با چه روندی این ساخت و سازها انجام بپذیرند مهم است. شاید بتوان گفت که در شهری مثل تهران، گسترش شهر به سمت گسلها قبل از پیشرفت علوم وابسته به زلزله شناسی که به شناسایی گسلها انجامید، اتفاق افتاده است و در این مرحله امکان جلوگیری از این روند وجود ندارد. اما در بسیاری از شهرهای ایران از جمله شهر تبریز وضعیت چنین نبوده است. مناطق بسیار وسیعی که تا چند سال اخیر کاملا خالی از سکنه بوده‌اند و با وجود مشخص بودن محل دقیق گسل و دلایل کافی مبنی بر فعال بودن آن، ساخت و ساز به این سمت هدایت شده است. گسل شمال تبریز که زمانی از ۳ کیلومتری شهر تبریز عبور می‌کرد، در حال حاضر جزو یکی از محله های شهر تبریز به حساب می‌آید. شهرک های باغمیشه، ولی امر، یوسف آباد و ارم دقیقا بر روی روند اصلی گسل شمال تبریز احداث شده‌اند. فرض اینکه هرکجا میخواهیم بسازیم، ولی محکم بسازیم، امری است که بشدت از سوی کارشناسان علم زلزله رد می‌شود. چرا که در تحقیقات اخیر مشخص گردیده است که در نزدیکی محل گسلش شرایط خاص و ویژه‌ای حاکم است از جمله شتاب قائم بسیار زیاد همانند آنچه که در زلزله بم شاهد بودیم و نیز تاثیر بسیار مخرب زلزله های نزدیک بر ساختمانهای بلند بدلیل ایجاد تغییر مکان بسیار زیاد در این سازه ها. بر اساس تحقیقی که در زمینه حریم گسلهای ایران بصورت کلی انجام پذیرفته است، این حریم حداقل ۲ کیلومتر تعیین گردیده است.

خسارتهای ناشی از زمین لرزه در تبریز

خسارتهایی که در اثر زمین‌لرزه ایجاد می‌شوند، خسارتهایی مشخص و تجربه شده هستند که در زلزله های گذشته ایران و جهان، شاهد تکرار این خسارتها بوده‌ایم. اما آنچه که در تبریز علاوه بر خرابی معمول سازه‌ها شاهد خواهیم بود، خسارتهایی همچون زمین لغزش است که قبلا هم در اوایل دهه هفتاد در تپه های ولیعصر شاهد آن بوده ایم. خطرات ثانویه دیگری که در شهر تبریز انتظار می‌رود، خطر آتش سوزی بر اثر لوله کشی گاز، و نیز وجود پالایشگاه و پتروشیمی در مجاورت شهر تبریز است. از سوی دیگر یک سد تفریحی در منطقه بارنج تبریز در حال احداث است که در صورت عدم طراحی مناسب این سد، با وجود اینکه مخزن سد زیاد بزرگ نیست، ولی باز هم احتمال بروز سیل در صورت شکست احتمالی آن در مناطق پشت دریاچه این سد وجود دارد.

مسئول کسیت؟

گسترش شهرها بر اساس طرح جامع انجام می‌پذیرد. طرح جامع، محدوده های شهری را مشخص می‌کند و نیز کاربری اراضی مختلف را نیز تعیین می‌کند. از طرف دیگر گسترش شهر تبریز بر روی منطقه گسلی شمال تبریز، گسترش بی‌رویه نیست. چرا که شاهد ساختارمند بودن این مناطق هستیم که مشخص می‌کند بر اساس طرح جامع و یا طرحی که از سوی سازمانهای متولی زمین و مسکن دیکته شده، انجام پذیرفته است. ساخت برجهای نسبتا بلند دقیقا بر روی خط گسلی و نیز شهرکهایی که هنوز هم با شدت هرچه بیشتر گسترش آنها به پای دامنه کوههای شمالی شهر ادامه دارد، حاکی از برنامه مند بودن چنین گسترشی دارد. پس فرض اینکه این گسترش توسط مردم و بدون در نظر گرفتن قوانین توسعه شهر انجام پذیرفته، کاملا رد می‌شود. پس مسئول کسی است که اجازه ساخت و ساز در این منطقه را داده و می‌دهد.

نتیجه گیری

مدتهاست که بحث مدیریت بحران در شرایط بروز حوادث غیرمترقبه از جمله زلزله، تبدیل به بحث روز شده است. چرا باید همیشه منتظر بروز شرایط بحرانی باشیم و سپس اقدام به مدیریت آن نماییم. چرا باید همواره شاهد تلفات هزاران تن از هموطنان باشیم و سپس اقدام به مدیریت این شرایط کنیم و در نهایت با ارائه آمارهای مربوط به زنده یابی و کفن و دفن و نیز بازسازی مناطق آسیب دیده افتخار کنیم؟ همین امروز، روزی است که باید مدیریت بحران را شروع کنیم. تمام متخصصان علم زلزله بر حتمی بودن بروز زلزله در شهر تبریز صحه میگذارند و با توجه به نزدیک شدن دوره بازگشت زمینلرزه های این منطقه، خود را برای بروز فاجعه انسانی و اقتصادی دیگری آماده می‌کنند. و بقول یکی از اساتید، از همین امروز زمینلرزه آینده ایران را تسلیت میگویند. چرا باید شرایطی را بوجود آوریم که جامعه علمی کشور که سالهاست در زمینه لرزه خیزی کشور تحقیق می‌کنند، حالا فقط بر اساس تصمیم اشتباه، فقط به ابراز تاسف بسنده کنند. جامعه علمی کشور ایران، قدرت اجرایی ندارد و این وظیفه مقامات اجرایی است که به تحقیقات کارشناسی ارج نهاده و به عنوان یک ارزش به آن بنگرند و با بکار بستن این راهکارها حافظ جان و مال مردم باشند.

یک گفته قدیمی است که می‌گوید: "عاقل کسی است که از یک سوراخ دوبار گزیده نشود"! آیا کشته شدن بیش از ۳۰ هزار نفر از هموطنانمان در شهر بم، به اندازه کافی تکان دهنده نبود و باز هم منتظر زنگ خطر دیگری هستیم؟

آنچه که مسلم است عدم وجود ارگانهای ناظر قوی و بی‌طرف در نظام ساخت و ساز کشور، باعث گردیده تا از بی‌اطلاعی مردم، در گسترش شهرها سوء استفاده گردد. در این بین سازمان نظام مهندسی که خود را نماینده قشر مهندسان می‌داند، باید با هوشیاری هرچه بیشتر، اقدام به جلوگیری از تصمیمات نادرست و خطرساز نماید ولی آنچه که در سالهای اخیر از این سازمان دیده‌ایم کاملا ناامید کننده بوده است و متاسفانه این سازمان به غیر از تایید نقشه، بهیچ عنوان جایگاهی در تصمیم گیری های کلان ندارد و این به ضعف ساختاری این سازمان برمی‌گردد. پس لازم است تا مردم خود با هوشیاری نسبت به خطری که زندگی آنها را تهدید می‌کند اقدام به تهیه مسکن نمایند و این چیزی نسیت که فقط در شهر تبریز

مطرح باشد، چرا که در شهر مشهد، بندرعباس و بسیاری از شهرهای کشورمان شاهد این معضل هستیم.

مراجع

۱- زارع، مهدی. "خطر زمین لرزه و ساخت و ساز در حریم گسل شمال تبریز و حریم گسلش گسلهای زمین لرزه‌ای ایران"، پژوهشنامه زلزله شناسی و مهندسی زلزله، سال چهارم، شماره دوم و سوم، تابستان و پاییز ۸۰

۲- یحیی ذکاء، زمین لرزه‌های تبریز، انتشارات کتاب سرا، ۱۳۶۸

۳- جمعیت کاهش خطرات زلزله ایران، "آشنایی با بحرانهای پس از زلزله در ایران" تابستان ۱۳۸۳

تهران
و
زلزله

هشدار : یک سانتیمتر جابجائی سالانه جنوب البرز

مصاحبه با :
دکتر مهدی زارع

ایران از جمله کشورهای زلزله خیز جهان است. ۹۰ درصد خاک ایران بر روی نوار زلزله واقع شده است، کلانشهر تهران نیز نه تنها از خطر زلزله ایمن نیست بلکه سالهاست در انتظار زلزله ای ویرانگر با قدرت بالای ۷ ریشتر به سر می برد. بر اساس مطالعات آماری و زلزله هایی که پیش از این در ناحیه ری و تهران ثبت شده است با احتمال بیش از ۷۰ درصد به طور متوسط هر ۱۵۸ سال زلزله ای ویرانگر در این ناحیه رخ داده است. آخرین زلزله در تهران ۱۷۲ سال پیش اتفاق افتاد و بر همین اساس وقوع زلزله تهران ۱۴ سال تاخیر زمانی دارد.

عامل اصلی وقوع زلزله در تهران وجود ۱۵ گسل در این منطقه است که سه گسل در این میان هریک به تنهایی پتانسیل ایجاد زلزله ای بیش از ۷ ریشتر را دارا هستند.

در صورت وقع زلزله در این منطقه که علاوه بر پایتخت بودن، مرکزیت امکانات فرهنگی، اقتصادی و همچنین دولتی را دارد و بیش از ۷ میلیون نفر در آن سکونت دارند با فاجعه ای بزرگ مواجه خواهیم بود.

کارشناسان می گویند در اثر زلزله مخرب تهران بیش از یک ملیون ساختمان تخریب و آسیب خواهد دید و قریب به ۱,۵ میلیون کشته در اثر این زلزله بر جای می ماند.

اما کارشناسان بحث تهران را از دید دیگری نیز بررسی می کنند. علاوه بر مطالعات

آماری می توان زلزله تهران را از دیدگاه مدل سازی گسل های اطراف شهر نیز دید. به سراغ دکتر مهدی زارع مدیر گروه زلزله شناسی مهندسی پژوهشکده زلزله شناسی رفتیم تا نظر او را جویا شویم:

سابقه تاریخی زلزله های شهر تهران به چه زمانی برمی گردد؟

دکتر زارع: خوشبختانه روی مسأله زلزله تهران بسیار کار شده است.
از نظرلرزه خیزی تهران بسیار لرزه خیز است و حدس زده می شود نخستین زلزله تهران ۴۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح در شهر ری اتفاق افتاده است . حدود ۱۰۰۰ سال پیش چند زلزله تاریخی در تهران اتفاق افتاد حدود سال ۷۰۰تا ۸۰۰ میلادی نیز چند زلزله تاریخی رخ داد و اتفاقا از بخت بد تهرانی ها همان موقع چند اتفاق دیگر هم افتاد حمله مغول ها در حدود سال های ۱۲۰۰ تا ۱۱۰۰ میلادی یکی از این حوادث بود یعنی در یک مقطعی تهران یا همان منطقه ری مورد هجوم مغول ها و زلزله قرار می گیرد اما به لحاظ موقعیت استراتژیک آن ، شهر دوباره برپا می شود و در حدود ۲۰۰ سال پیش تهران به عنوان پایتخت انتخاب می شود.
اما از نظر زلزله در تهران ۳ مساله مهم داریم یکی گسلی در جنوب تهران است که از ایوانکی در شمال گرمسار شروع می شود تا به بی بی شهربانو یعنی همان منطقه سه راه افسریه می رسد. در مورد این گسل همه شواهدی که مربوط به فعال بودن یعنی خردشدگی و نظایر آن است دیده می شود، اما در مورد گسل ایوانکی مسأله بسیار مهمی وجود دارد و آن این است که از حدود ۲۰۰ سال پیش هیچ زلزله مهمی در آن اتفاق نیفتاده است. در مورد گسل شمال تهران که از کرج شروع و به منطقه لواسانات می رسد نیز عملاً هیچ وقت زلزله تاریخی مهمی و قابل انتساب به آن دیده نشده است.

هیچ وقت؟

دکتر زارع: خیر ما هیچ رکوردی مربوط به زلزله مخرب در گسل شمال نداریم یعنی از

زمانی که تمدن انسانی بوجود آمده رکورد زلزله مخرب نداشته ایم اما از نظر زمین شناسی تمامی شواهدی که دال بر فعال بودن گسل است دیده می شود.
این دو گسل نزدیک به تهران در وقوع زلزله در تهران نقش بسیار مهمی دارندو این مسأله باعث می شود به این فکر فرو برویم که احتمالاً دوره های بازگشت زلزله های مهم در گسل های نزدیک تهران طولانی تر از چیزی است که بشر می تواند آن را ثبت کند یعنی تکرار زلزله ها ها این قدر زمان برده که تمدن بشری قادر به ثبت آن نبوده و یک تئوری می تواند این باشد که طی ۵ – ۶ هزار سال گذشته در این گسل زلزله نداشته ایم یعنی مثلاً شاید در گسل شمال تهران باید در انتظار دوره بازگشت ۷ هزار ساله باشیم. متأسفانه ۷ – ۶ سال پیش تلاشی در زمینه دیرینه زمین شناسی روی گسل شمال تهران انجام شد که جواب نداد چون نیاز به بررسی رسوبات جوان (هولوسن) داشتیم یعنی رسوبات از ۱۲ هزار سال پیش تاکنون در این منطقه یافت نشده استو هرچقدر ما در دامنه های شمالی لواسانات گشتیم نقطه ای پیدا نکردیم که هم بریدگی باشد و هم هولوسن رویش مشاهده شود.
ما تلاش کرده ایم ولی هیچ محلی که چنین خصوصیتی داشته باشد پیدا نکردیم ولی شاید لازم باشددوباره در این منطقه مطالعاتی صورت گیرد.

گفته می شود که هر ۱۵۸ سال در تهران یا حاشیه تهران یک زلزله مخرب اتفاق می افتد ، این مواردی که شما اشاره می کنید در همین رابطه است؟

دکتر زارع: کاری که چندین سال پیش صورت گرفت این بود که آمدند و منطقه تهران را در نظر گرفته و با یک کارآماری به نتیجه رسیده اند که دوره بازگشت زلزله با بزرگی مثلاً ۶/۵ ریشتر یا بیشتر باید چنین چیزی باشد و نتیجه گرفته اند با توجه به این حجم لرزه خیزی در این منطقه دوره بازگشتی ۱۵۸ ساله خواهیم داشت ولی ما اکنون در مورد تمام گسل ها به طور مجزا اطلاعات داریم و اکنون داریم در مورد مدل لرزه زمین ساختی حرف می زنیم ، ۲۰ سال پیش براساس مدل لرزه زمین ساختی کار نمی کردند

یعنی ما می گوییم مثلاً در گسل شمال تهران چه زلزله هایی با چه عمق و چه بزرگی و با چه دوره بازگشتی واقع خواهد شد.
درمورد گسل جنوب تهران نیز به همین ترتیب می توان مدل سازی کرد. یعنی ببینیم بزرگترین زلزله ای که می توان به آن نسبت داد با چه عمق و چه دوره بازگشتی بوده است.

در مورد گسل مشا چگونه مدل سازی می کنیم ؟

دکتر زارع : در گسل مشا هر ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ سال یک زلزله بزرگ رخ داده است یعنی در یک میانگین زمانی ۲۵۰۰ ساله به طور متوسط یک زلزله مهم داشته ایم و البته این مطالعه مربوط به دره مشا است.
همچنین در یک مطالعه که با همکاری فرانسوی ها و دانشگاه استراسبورگ صورت گرفته است نقطه نقشه برداری ایستگاه ابعلی با نقطه چشمه شور واقع در جاده ساوه با برداشت های دقیق گراویمتری سنجیده شد جمع بندی این مطالعات این بود که فاصله این دو نقطه سالی ۱ سانتیمتر بالا می رود.
برای کسانی که با زمین شناسی اشنایی دارند مشخص است که سالی ۱ سانتیمتر چه رقم بزرگی است البته این مجموع برایند چندین گسل است که چنین حرکتی را سبب می شودولی در مجموع در سال در منطقه جنوب البرز ۱ سانتیمتر میزان بالا امدن داریم.

خطر زلزله در تهران

زلزله تهران

برای بررسی زلزله تهران باید دو مورد لرزه خیزی شهر تهران و آسیب های وارده بر شهر تهران ،در اثر زلزله را مورد بررسی قرار داد.

۱. زلزله خیزی تهران و گسل های آن :

تهران از کوهپایه های جنوبی البرز آغاز می شود و تا دشت ری امتداد پیدا می کند . در کوهپایه تهران با دو فرونشست و سه رشته بلندی مواجه هستیم :

بلندی ها :

۱. سعادت آباد ، شمیران ، دزاشیب

۲. تپه های امانیه ، الهیه ، قیطریه ، فرماینه

۳. طرشت ، عباس آباد

فرونشست های :

۱. اوین ، تجریش ، نیاوران

۲. داوودیه

بلندهای شماره یك یعنی سعادت آباد و شمیران و دزاشیب توسط گسل نیاوران روی فرونشست اوین تجریش رانده شده است ، بلندی های شماره دو یعنی امانیه ، الهیه ، فرمانیه توسط گسل محمودیه از شمال بروی فروشست های اوین تجریش نیاوران قرار گرفته اند ، این تپه ها از سمت جنوب بروی فرونشست داوودیه قرار می گیرند ، بلندی های طرشت و عباس آباد از سمت شمال بوسیله گسل داوودیه بروی فرونشست داوودیه رانده شده اند .

و اما در سطح دشت تهران تا ری با فرونشست بزرگ ری مواجه هستیم که در آن گسل های معروف ری و کهریزك قرار دارد .

۱۲ گسل اصلی تهران :

گسل مشا - فشم ، گسل شمال تهران ، گسل نیاوران ، گسل تلو پایین ، گسل محمودیه ، گسل شیان و کوثر ، گسل شمال ری ، گسل جنوب ری ، گسل کهریزك ، گسل گرمسار ، گسل پیشوا ، گسل پارچین البته گسلهای فرعی زیادی در سطح شهر تهران موجود می باشد مانند نارمك ، شادآباد ، داوودیه ، عباس آباد ، باغ فیض و ...

با توجه به تعداد بسیار زیاد گسل ها در سطح تهران و سوابق تاریخی فعالیت این گسل ها ،به این نکته که روزی نه چندان دور تهران با زلزله عظیم مواجه خواهد شد پی می بریم ، در سوابق تاریخی شهر تهران زلزله های بزرگی مانند زلزله ۷/۱ دماوند در ۱۸۳۰ ، ۷/۲ ریشتری سال ۱۱۱۷ میلادی در کرج ، ۷/۷ ریشتری طالقان در سال ۹۵۸ میلادی ، ۷/۱ ریشتری ری در سال ۸۵۵ میلادی و بسیاری دیگر زلزله های بالای ۷ ریشتر در تاریخ شهر تهران ثبت شده است . دوره بازگشت زلزله های تهران در حدود ۱۵۰ الی ۲۰۰ سال می باشد ، بخاطر اینکه از آخرین زلزله نیرومند بیش از ۱۷۰ سال گذشته است خطر زلزله در تهران بسیار بالا می باشد .

۲. آسیب های وارده بر شهر تهران :

بصورت تیتروار می توان آسیب ها را بصورت زیر بیان کرد

ریزش ساختمان های مسکونی ، تجاری ، اداری - قطع و خرابی لوله های آب و گاز - قطع شبکه برق -خرابی و مسدود شدن راهها و پلها

بیشتر ساختمان های شهر تهران جزو ساخت و سازهای قدیمی می باشد که مقاومت چندانی در برابر زلزله ندارند و حتی در میان ساخت و سازهای جدید بعلت سودجویی و ساخت وسازه های غیرمجاز بیشتر این ساختمانها در برابر زلزله پایدار نخواهند بود ، حتی در بسیاری از ساخت و سازهایی که در آن اصول مهندسی عمران و پایداری در برابر زلزله را رعایت کرده اند بخاطر پدیده هایی چون روانگریی بعلت بالا بودن سطح تراز آب در شهر تهران و نوع خاك بعضی مناطق شاهد خرابی ساختمانها بر اثر زلزله خواهیم بود.

سطح آب های زیرزمینی و مشکل زلزله در تهران :

شاید یکی از مهم ترین عوامل خرابی در زلزله پدیده روانگرایی در خاك در زیر پی سازه ها می باشد ، بعلت اینکه جلوی خرابی سازه بر اثر نیروی افقی زلزله را می توان با تدابیری گرفت ، اما در خاك های ماسه ای و از آنجایی که بیشتر خاکهای سطح شهر تهران از نوع آبرفتی و ماسه ای می باشند بعلت عدم وجود کانال های فاضلاب و بالا آمدن سطح تراز آب ، لایه ای سست، ماسه ای و اشباع از آب را تشکیل داده است که بر اثر زلزله این لایه حالت خمیری گرفته و ساختمانی که حتی بر اثر نیروی افقی زلزله خراب نمی شود را در خود واژگون می کند و ساختمان بر حسب میزان زلزله کج یا کاملا" واژگون می شود . این مسئله از آنجا مهم است که در قسمت های جنوبی تهران تراکم جمعیت بسیار بالا می باشد و همینطور سطح تراز آب های زیرزمینی بسیار بالا بوده ، بطوریکه در بعضی مناطق مانند بازار با کندن زمین تا عمق ۵ متر به آب خواهیم رسید . بهترین چاره برای این مشکل احداث کانالهای فاضلاب می باشد که موجب پایین رفتن سطح آب زیرزمینی می گردد ، البته سطح آبهای زمینی به آرامی پایین خواهد رفت و مدت زمان زیادی نسبتا برای این موضوع مورد نیاز می باشد ، البته با پایین رفتن سطح آب احتمال پدید آمدن نشست هایی در سازه ها وجود دارد .

یکی دیگر از عوامل تخریب سازه ، احداث سازه ها در شیب بسیار زیاد و همچنین احداث ساختمانها ،در لبه شیروانی ها بخصوص در نواحی شمالی تهران می باشد که خطرهای زمین لغزش و سنگ ریزش را در پی دارد ، بطوریکی که خاك زیر ساختمان به حرکت در آمده و در زیر ساختمان می لغزد.

نشست های ناگهانی در اثر زلزله ،یکی دیگر از خطرهای زلزله می باشد ، در خاکهای سست و دستی مانند یوسف آباد و نواحی جنوب تهران خاك دارای پتانسیل بسیار بالایی برای نشست می باشد که نیروی زلزله این پتانسیل را فعال می سازد ، این مشکل در نواحی مانند میدان ونك ، گاندی ، خیابان مطهری و عباس آباد که در اثر تسطیح تپه ها بوجود آمده اند بسیار جدی می باشد .

پیامدهای زلزله در تهران آنقدر زیاد است که از حوصله خواننده خارج است . مشکلاتی چون

ناامنی و آشوب بعد از زلزله نیز وجود دارد که مربوط به حوزه روانشناسی و جامعه شناسی می باشد . عدم وجود گروه های امداد و نجات ، قطع لوله های آب و شبکه برق ، آتش سوزی ناشی از ترکیدن لوله های گاز و بسیاری مشکلات دیگر بر خود مشکل زلزله دامن زده و بحران را جدی تر می کند.

نقشه گسلهای تهران

لازم بذکر است نقشه حاضر احتمالا نتیجه فعالیت گروه جایکای ژاپن در ایران میباشد.

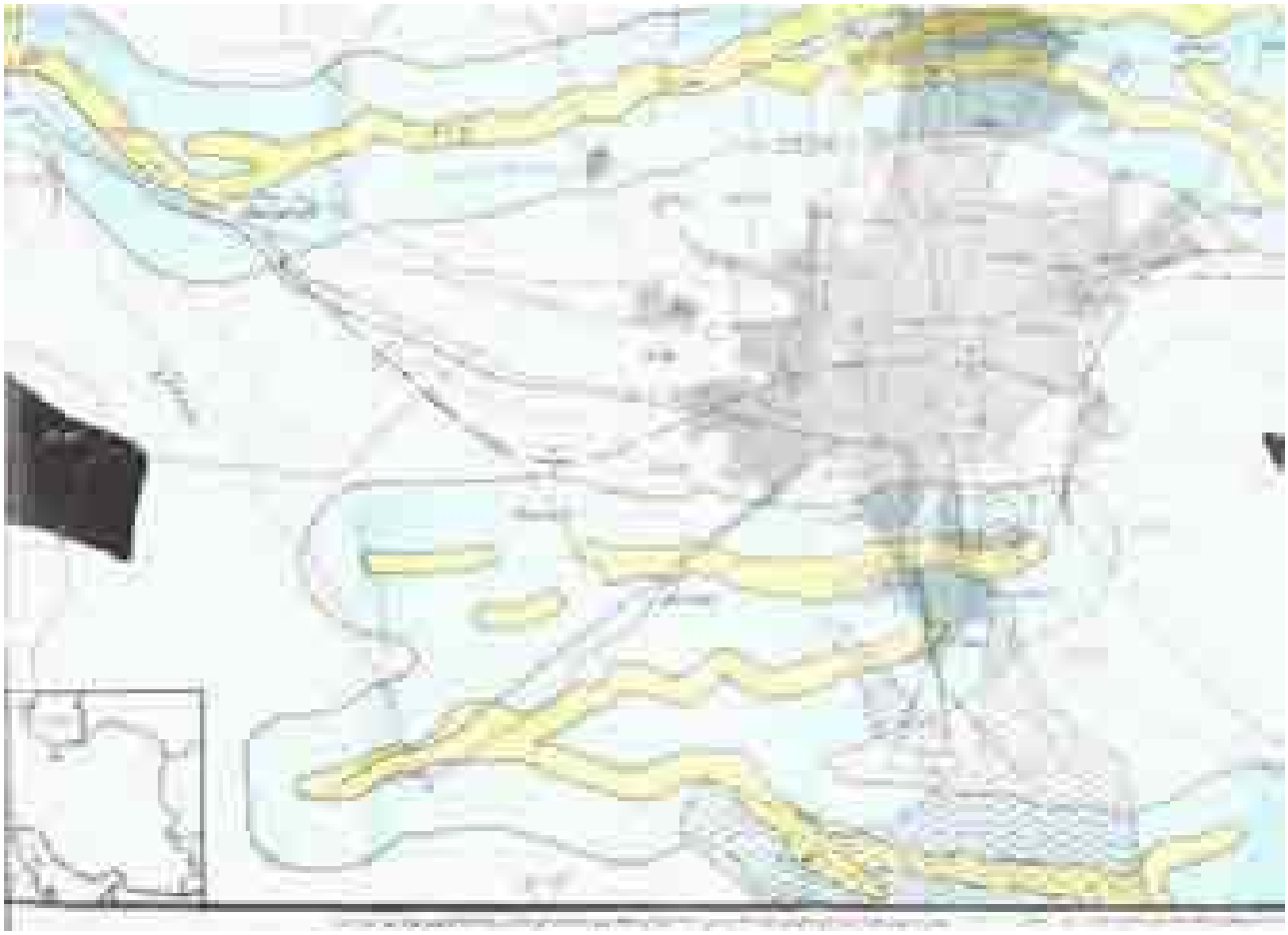
مناطقی که به رنگ زرد در این نقشه مشخص شده مرز گسیختگی گسلهاست. در این منطقه هیچ ساختمانی با هر ضریب ایمنی سالم نمی ماند. منطقه بعدی که به رنگ آبی مشخص شده به دلیل اینکه در جوار منطقه گسست قرار دارد ویرانی بسیار شدیدی خواهد داشت.

اگر تهران از اصول شهر سازی درست و حسابی الگو برداری میکرد تمام این مناطق زرد و آبی باید تبدیل به پارک میشد. اینجا مکانهایی هستند که بیشترین برج سازیها در آن انجام گرفته و میگیرد.

بخشی که در نقشه اصلی ادامه پیدا میکند از سمت راست تا لشگرک و جاجرود و تلو و سد لتیان ادامه پیدا میکند و از سمت چپ که تقریبا کامل اسکن شده است.

مناطقی که در نقشه به رنگ سفید مشخص شده مناطق با ویرانی شدید (و غیر مسکونی) و مناطق خاکستری رنگ نواحی مسکونی است(احتمالا نقشه خیلی قدیمی است چون با رشد شهرسازی در دو دهه گذشته کل این نقشه باید الان خاکستری میشد). نواحی که هاشور شده است مناطق با توان آبگونگی و ویرانی شدید ذکر شده است.

این نقشه از کتاب تهران در انتظار زلزله اسکن شده است.



امن ترین و زلزله خیز ترین نقاط تهران اعلام شد!

خبرگزاری فارس در خبری بدین ترتیب شهر تهران را به نقاط خطرناک و ایمن در برابر زلزله تقسیم بندی نمود :

بر اساس اطلاعات ارایه شده از سوی مرکز اطلاعات جغرافیایی شهر تهران و بر اساس نقشه مکان یابی ، محله قدیم تهران موسوم به **ارگ قدیم امن ترین ناحیه از نظر وجود گسلهای زلزله میباشد**. به گزارش خبرنگار اقتصادی خبرگزاری فارس، با وجود سه **گسل اصلی شمال، شرق و گسل ری** در جنوب کمتر قسمتی را

میتوان یافت که در فاصله ای مناسب از سه گسل فوق واقع شده باشد. گسل شمال تهران از لشکرک و سوهانک شروع شده تا فرحزاد و حصارک و از آنگاه به سوی غرب امتداد می یابد. این گسل در مسیر خود، نیاوران، تجریش، زعفرانیه، الهیه و فرمانیه را در بر میگیرد. گسل ری جنوب تهران نیز که در صورت فعالیت **پرتلفات ترین گسل کشور و شاید جهان می باشد** از جاده خاوران شروع و با گذر از دولت آباد و حرکت بر روی جاده کمربندی تهران در حد نصاب کوره های آجرپزی چهار دانگه پایان می یابد. گسل شرق نیز که توانایی قوی ترین زلزله را دارا است از شرق به تهران وارد شده و با گذر از اراضی سرخه حصار و حرکت بر روی بزرگراه شهید بابایی تا مجیدیه و سید خندان امتداد می یابد. جالب اینجاست که اکثر حریمهای انتقال نیروی شهر تهران نیز بر روی همین گسلهای زلزله واقع شده است. در این میان تک گسل ملاصدرا نیز که از خیابان شریعتی تا شهرک غرب انتقال یافته، محلات ونک، میرداماد، سعادت آباد و شهرک غرب را نا ایمن ساخته است. **احداث برج میلاد نیز دقیقا در مجاورت این گسل صورت میگیرد.** از محلات به نسبت امن تر شهر تهران میتوان به راه آهن، محور نواب، محور خیابان انقلاب و آزادی هفت چنار به علاوه ارگ قدیم تهران اشاره کرد. ارگ قدیم تهران حد فاصل خیابان شوش، هفده شهریور، انقلاب و کارگر جنوبی را شامل میشود که بازار تهران، خیابان مولوی، میدان بهارستان، میدان امام خمینی، محله امیریه و خیابان جمهوری اسلامی را شامل میشود. به نظر میرسد که مکانیابی حاصل از تحربه چند صد ساله مردم ساکن تهران که منجر به تشکیل محدوده ارگ قدیم شهر شده، بسیار قابل اعتمادتر از مکان یابی سالهای کنونی در گسترش و احداث شهرکهای حاشیه ای شهر تهران میباشد.