

بِنَامِ خَدَا

نَنْبَلَه

و

آنچه باید بدانیم

کاری از: فریاد کردی

بناه فدا

زلزله و بلاایی طبیعی همیشه بوده و هست و باید آمادگی مقابله با آن، را کسب نمود. کشور عزیزمان ایران نیز به تعبیر زلزله شناسان روی خط خرضی زلزله قرار دارد و باید آنقدر توانمند و آماده باشیم که در رویارویی با آن، خود به دفاع برفیزیم. براستی په باید کرد تا قدرت و توان مقابله با زلزله و محافظت از خود را داشته باشیم؟ ساقتمانهای مکان و استاندارد، آموزش‌های اینمی لازم، و هنر تشکیل ستادهای ضد بحران میتواند ضریب اطمینان را در پندان کند و البته سافت و سازهای اصولی و منهودسی ساز و ... نیز سپر خدمتمندی در برابر زلزله فواهد بود.

در خصوص زلزله چه میدانید؟

عوامل پیدایش و بروز زلزله چیست؟

مقاوم سازی چیست و چگونه میتوان بنای مقاوم ساخت؟

آیا محلی که در آن زندگی میکنید در برابر زلزله مقاوم است و اصولاً چگونه میتوان به این مطلب پی

برد؟

نکات مهم و قابل توجه در هنگام خرید و یا ساخت یک بنا در خصوص مسائل سازه ای چیست؟

آیا پیش بینی وقوع زلزله امکان پذیر است؟

به این نکته مهم توجه داشته باشید که با توجه به شرایط خاص زمین شناسی کشورمان، زلزله همواره با ما در کنار ماست. پس تلاش کنیم که آنرا بهتر بشناسیم تا بتوانیم برآهی با آن مقابله کنیم.

مهندسی زلزله از جمله، شته های نوپا در گرایش مهندسی عمران است که طی یکی دو دهه افیر توسعه خراوانی پیدا کرده و اساساً هدف آن تعیین، روشهای و دستورالعمل هایی است که تلفات ناشی از زمین لرزه در ساختمنهای درست طراحی و اجراء را به حداقل برساند.

استی به نظر شما منشأ پیدایش این نیروی عظیم خارق العاده چیست؟

کره زمین جسمی تقریباً گردی و به شعاع متوسط 6371 کیلومتر میباشد. اگر لایه های تشکیل دهنده زمین را به سه بخش (پوسته، گوشته و هسته) تقسیم هر چه از سطح زمین به سمت مرکز زمین یعنی هسته نزدیکتر شویم، فشار افزایش می یابد بگونه ای که فشار در مرکز زمین بینان $700,000$ کیلوگرم بر سانتی متر مربع (یعنی اینکه به یک قطعه به ابعاد یک در یک سانتی متر فشاری در حدود $700,000$ کیلوگرم وارد میشود) و ما به حدود $3,000$ درجه سانتی گراد میرسد. برای مقایسه بقطر فشار مرکز زمین همین بس که بگوئیم فشار وارده به یک نقطه بتونی (یک در یک سانتی متر) که میتواند آنرا متلاشی کند (و معمولاً در طراحی ساختمنها بکار میبرد) تنها 350 کیلوگرم بر سانتی متر مربع یعنی فشار در اطراف هسته زمین معادل 500 برابر تمدن فشاری بتون میباشد.

از میان نظریه های مختلفی که بعنوان عامل اصلی زلزله ارائه گردیده، نظریه حرکات زمین ساخت صفحه ای بیشترین مقبولیت را دارد. بر اساس این نظریه پوسته زمین (که ضخامت آن حدود 3 کیلومتر است) از هفت صفحه اصلی که مساحت هر کدام از آنها صدها هزار کیلومتر میباشد تشکیل شده است. این صفحات عظیم بر روی گوشته زمین

(لایه زیر پوسته) به حالت شناور قرار دارد و نسبت به هم در حال حرکت هستند که عامل حرکت این صفات نیز خشار و گرمای درون زمین میباشد. حاصل حرکت این صفات عظیم پدیدار شدن، شته کوههای عظیم (مثل، شته کوه هیمالیا، شته کوه البرز، زاگرس و غیره) و همپین گودالهای عمیق اقیانوسی میباشد و مرزهای این صفات دارای پتانسیل لرزه فینزی فراوانی هستند. در واقع در اثر حرکت این صفات اندری در درون لایه های زمین ذخیره میگردد که اگر به یکباره این اندری آزاد گردد، تکانها و لرزه هایی اتفاق میافتد که امواج ناشی از این لرزش به سطح زمین رسیده و ما آنرا بعنوان نیروی زلزله فینز میشناسیم.

سرعت انتشار امواج زلزله بطور متوسط حدود ۷ کیلومتر بر ثانیه یعنی معادل ۲۰۰،۲۵۰ کیلومتر بر ساعت بوده که معادل ۲۵ برابر سرعت حرکت هوایی میباشد.

در یک جمله ساده میتوان نیروی زلزله را به خبر یک ساعت کوکی تشییه کرد که اگر ساعت را آنقدر کوک کنیم که خبر آن تاب تحمل نداشته باشد در یک لحظه اندری ذخیره شده در خبر بصورت ضربه به اطراف منتشر میشود.

گسل و رابطه آن با زلزله

گسلها، شکستگی هایی هستند که در لایه های تشکیل دهنده پوسته قاره ای ایجاد میشوند که در اثر این شکست، لایه ها نسبت به هم حرکت کرده و جابجا میشوند. شما میتوانید گسلها را بر روی زمین یا کوهها نیز مشاهده کنید ولی بفاطر داشته باشید که گسلهای درون زمین (که ما قادر به دیدن آنها نیستیم) ممکن است به عمق کیلومترها

در دافل زمین نفوذ کرده باشد. در واقع اندری ذخیره شده در درون صفحات زمین از طریق گسلها به زمین انتقال می‌یابد.

پس طبیعی است که بگوئیم در محلهای که گسل وجود دارد احتمال وقوع زلزله نیز بیشتر از نقاط دیگر می‌باشد.

چگونگی تولید زلزله توسط یک گسل بقرار زیر است:

۱- تغییر شکل (کرنش) انباسته شده در گسل به مر نهایی خود میرسد.

۲- لغزش در طول گسل اتفاق می‌افتد.

۳- یک جفت نیروی کششی-فاری بر گسل اعمال می‌شود.

۴- رها شدن نیرو باعث ایجاد امواج زلزله می‌گردد.

کانون و مرکز زلزله

نقطه‌ای در داخل زمین که زلزله از آن نشأت می‌گیرد را کانون زلزله می‌گویند و تصویر این نقطه بر روی سطح زمین را مرکز و فاصله این نقطه تا سطح زمین را عمق زلزله می‌خوانند. معمولاً عمق زلزله‌ها بین ۵ تا ۳۰۰ کیلومتری درون زمین بوده و زلزله‌های با عمق بیش از ۳۰۰ کیلومتر اثر ناچیزی بر سطح زمین دارند. طبیعتاً هر چه عمق زلزله کمتر باشد قدرت تخریب آن نیز بیشتر خواهد بود.

مقیاس‌های سنجش زلزله

بمنظور بیان اندازه یک زمین لرزه معمولاً دو نوع مقیاس بلکه میروند که یکی از آنها شدت زلزله میباشد که اساس آن بر مشاهدات و تاثیرات زلزله بر سازه و انسان استوار است و در حقیقت یک مقیاس نظری میباشد که بعنوان درجه بندی شدت **مرکالی اصلاح شده** معروف میباشد و دیگری یک اندازه‌گیری کمی از گستردگی و وسعت عمل زلزله میباشد که بزرگی زلزله نامیده شده و بعنوان **مقیاس ریشتر** معروف میباشد.

مقیاس مرکالی اصلاح شده

این مقیاس با علامت اختصاری **MM** نمایشن داره میشود و یک مقیاس نظری برای اثرات ناشی از تکان زمین است و مشتمل بر دوازده درجه میباشد که با اعداد یونانی Ι τα XII نشان داره میشود. در این طبقه بندی آثار زلزله بر اساس سه معیار اصلی زیر درجه بندی شده است:

- الف - ارتفاع توسط بشر و تاثیر بر روی محیط
- ب - اثر روی هر نوع ساختمان و سازه
- ج - اثرات زیرزمینی و تغییرات آبهای زیرزمینی و سistem های آبهای روی زمینی.

لازم بذکر است این مقیاس بیشتر در کشورهای غربی استفاده دارد. در جدول زیر شدت زلزله بر اساس مقیاس اصلاح شده مرکالی و توصیف ارائه گردیده است.

توصیف زلزله	شدت مرکالی
احساس نمیشود و فقط بوسیله ستگاهها ثبت میشود.	I
ضعیف و بوسیله افراد زیادی هس میشود.	II
ضعیف - توسط افراد زیادی در خانه احساس میشود. تکان خفیف همراه با لرزش شیشه ها	III
توسط محدودی از افراد در محیط باز احساس میشود. نوسان خفیف اشیاء - صدای خفیف تکان	IV
توسط تعداد زیادی از افراد در محیط باز احساس میشود - وسائل خانه نظیر میز و مبل جابجا میشوند - وسائل آویز نوسان میکنند.	V
متوسط - بوسطه همه افراد احساس میشود - وسائل مهار نشده واژگون میشوند - فسارت اندر	VI
شدید - فسارت قابل توجه به ساقتها ضعیف وارد میشود.	VII
خیلی شدید - بناهای یادبود واژگون میشوند - ریزش قسمتی از ساقتها - پرتاب گل و لب	VIII
سنگین و فطرناک - ترسناک - فسارات قابل توجه - ترک زمین - لغزش زمین	IX
مفرب - آثث ساقتها مصالح بنایی و تعداد زیادی از ساقتها چوبی تفریب یا آسیب شدید می بینند. ترک های بزرگ در زمین بوجود می آید.	X

تغییر مکان فطرناک و خوران آب و ایجاد سونامی

XI

تفریب کامل - تغییر مکان بزرگ گسلها - اشیاء و وسایل به هوا پرتاب
میشوند.

XII

مقیاس ریشتدر

در واقع مقیاس ریشتدر یک سنجش کمی از کستردکی و مقدار انرژی، ها شده زلزله است. در جدول ذیل انرژی، ها شده توسط زلزله های مختلف با انرژی حاصل از انفجار $T.N.T$ مقایسه شده است.

همانطور که ملاحظه میکنید به ازای هر واحد افزایش بزرگی زلزله، انرژی معادل بصورت قابل ملاحظه ای افزایش می یابد. در واقع مبنای تعریف مقیاس ریشتدر بر اساس توابع لگاریتمی در مبنای ده میباشد.

انرژی آزاد شده حاصل از انفجار $T.N.T$	بزرگی زلزله در مقیاس ریشتدر
۱۱۰ کرم	۱
۶/۵ کیلوکرم	۲
۱۹۰ کیلوکرم	۳
۶ تن	۴

۱۹۹ تن	۵
۶,۲۷۰ تن	۶
۱۹۹,۰۰۰ تن	۷
۶,۲۷۰,۰۰۰ تن	۸
۱۹۹,۰۰۰,۰۰۰ تن	۹

مثالاً اگر بزرگی زلزله به اندازه ۲/۰ ریشتر افزایش یابد، اندری آزاد شده آن ۳ برابر میشود و اگر بزرگی آن به اندازه یک درجه فزونی یابد، اندری آزاد شده تقریباً ۳۲ برابر میگردد. کسترکی خرابیها در یک زلزله بستگی به عمق کانون زلزله دارد. معمولاً یک زلزله با بزرگی ۵ ریشتر باعث خرابی در منطقه ای به شعاع تقریبی ۱ کیلومتر شده و زلزله ای با بزرگی ۷ ریشتر ممکن است در ناحیه ای به شعاع ۱۰ کیلومتر و زلزله ای با بزرگی ۸ ریشتر در ناحیه ای بیش از ۲۵۰ کیلومتر باعث خرابی شوند. (ممولاً زلزله های کمتر از ۵ ریشتر خسارات قابل ملاحظه ای بیار نمی آورند). اگر مقایسه ای بین اندری یک زلزله و یک انفجار هسته ای صورت گیرد، باید بگوییم که اندری آزاد شده در یک زلزله با مقیاس ۳/۰ ریشتر معادل بمد اتمی هیروشیما میباشد. بنابراین میتوان گفت

اندری زلزله آسام هندوستان که در سال ۱۹۵۰ با بزرگی ۸/۶ ریشتر رخ داده معادل ۲۵۰۰ برابر بمب اتمی هیروشیما بوده است.

پیشگوئی زلزله

در گذشته پیشگوئی زلزله یکی از آرزوهای بزرگ بشر بوده است. توانائی حیوانات در درک امواج صوتی و سایر علائم زلزله که برای انسان نامحسوس است و واکنش بموقع آنها در برابر زلزله فکر امکان پیشگوئی زلزله را تقویت میکند. تحقیقات نشان میدهد که وقوع زلزله همراه با تغییراتی در پوسته زمین و تنشهای داخلی آن و بعضی از ویژگیهای خیزیکی همچون فوافن مغناطیسی و مقاومت الکتریکی و نیز بعوم خوردن، روند فعالیتهاي لرزه ای منطقه میباشد. در نتیجه این امید وجود دارد که به کمک تبیین ارتباط دقیق زلزله

با این تغییرات بتوان وقوع آنرا پیش بینی کرد. پس از **زلزله نیکاتا ژاپن** در

سال ۱۹۶۴، برنامه تحقیقاتی برای پیشگوئی زلزله سرعت گرفت و بعداً فعالیتهاي مشترک ژاپنیها و آمریکائیها (امنه تحقیقات، اوسیتیر نمود. چین، شوروی و هند از کشورهایی هستند که در این جهت کامهائی برداشتند. مطالعات نقشه برداری در طول ساحل نزدیک به مرکز زلزله نیکاتای ژاپن نشان داد که زمین در طول زمان زیادی به کندی برآمده است و قبل از وقوع زلزله این **برآمدگی** تسريع شده و پس از وقوع زلزله خرو نشسته است.

پارامترهایی که میتوانند در پیشگوئی زلزله مفید باشند بشرح زیر است:

بررسی تاریخی زلزله های محل مورد نظر و کشف تأثیر احتمالی (فرض بر این است که عوامل لرزه را بطور مداوم در حال فعالیت داشتند و انرژی را در پوسته زمین انباشته دیکنند. حال اگر برای مردمی زلزله رخ ندهد به مثابه یک تأثیر تلقی شده و نشانه ای برای وقوع یک زلزله قوی بشمار می آید. همانند تأثیر زلزله تهران)

وقوع زلزله های خفیف (که ممکن است پیش لرزه باشند) و بطور کلی بروز تغییراتی در الگوی زلزله های کوچک محلی.

تغییرات و برآمدگی های پوسته زمین.

وجود گاز رادون در آبهای زیرزمینی.

وجود گاز هلیوم در گازهای فضوبی از گسل.

تغییر در خواص مغناطیسی و الکتریکی زمین.

تغییر تشنج دافلی زمین.

بالا آمدن سطح آب پاهها.

ختار غیرمنتظره حیوانات.

بنابراین باشید که نه تنها ثبت دائمی این تغییرات در مناطق مختلف و به صورت کثیره بسیار مشکل و تقریباً غیر ممکن است بلکه هنوز، ابطه مشخص و قطعی میان این تغییرات و وقوع زلزله برسی نیامده است. په بسا هواردی که گمان می‌رود زلزله

ای قریب الوقوع باشد ولی اتفاق نمی افتد و یا گاهی زلزله هایی که بدون همراهی با نشانه های فوق رخ میدهدند. تنها یک مورد موفق در تاریخ پیشگوئی زلزله و آن هم در کشور چین بوده است که در سال ۱۹۷۵ با خدمات مداموم و چندین ساله توانستند زلزله هایشانگ را پیشگوئی کرده و مردم را به خارج شهر هدایت کنند.

پس از آن، زلزله های مفرب فراوانی در چین، آمریکا و سایر نقاط جهان واقع شده است که علیرغم خدمات مستمر لرزه شناسان، متأسفانه حتی امکان یک پیشگوئی دقیق هم خراهم نگردیده است. البته به یاد داشته باشید که منظور از پیشگوئی، تعیین زمان نسبتاً دقیق و حدود بزرگی زلزله است و گرنه با توجه به سوابق تاریخی و نیز وجود گسلها و سایر منابع لرزه؛، مماسبه احتمال وقوع زلزله ای با بزرگی معین امکان پذیر است.

دقیقاً بعین دلیل در نقاطی که یک تغییر تاریخی در وقوع زلزله بوجود می آید، میتوان وقوع زلزله شدیدتری را برای آن منطقه انتظار داشت. همچنان که در خطه شمال کشورمان برای مدت زیادی زلزله اتفاق نیفتاد تا آنکه در سال ۱۳۶۹؛ زلزله منبیل رخ داده یا تهران که سوابق زلزله های تاریخی ری را پشت سر دارد و با توجه به تغییر زمانی در وقوع آنها، احتمال یک زلزله مفرب در آینده وجود دارد. از سوی دیگر برخلاف هیاهو و جنبال تبلیغاتی، پیشگوئی زلزله سود چندانی هم ندارد. مثلاً اگر بدانیم ظرف ۶ ماه آینده یک زلزله با بزرگی ۷ ریشتر در تهران می آید، آیا همه میتوانند خانه و کاشانه خویش را ترک کنند؟ در عوض میتوان با توجه به بررسی لرزه فیزی یک منطقه و مشخص شده آمار و احتمالات وقوع زلزله، ساختمانها را بر اساس نتایج بدست آمده بگونه ای

ساخت که در صورت بروز زمین لرزه، خسارات و تلفات ناشی از آن را به حداقل برسانیم.

مقاووم سازی و نقش آئین نامه ها

بعد از زلزله، رویدار و منبیل استفاده از آئین نامه برای مقاووم سازی ساختمانهای کوچک مسلکونی الزاماً کردید. در واقع باید اظهار داشت که کلیه ساختمانهایی که بر اساس آئین نامه‌های راه را (و بخصوص در هنگام ساخت، خوابط و اصول نقشه‌های تهیه شده را، عایت نموده باشند) در برابر زلزله مقاووم هستند.

این آئین نامه به نام **آئین نامه ۱۸۰۰ زلزله ایران** شناخته می‌شود که در آن (ستور، العملها و نکات طراحی یک ساختمان برای مقاووم سازی در برابر نیروی زلزله که باید شده و کلیه مهندسان در هنگام طراحی یک ساختمان موظف به عایت آن می‌باشند. متأسفانه در برخی از ساختمانها بدلیل عدم عایت نکات اجرایی در زمان ساخت و یا استفاده از نیروی اجرائی غیر ماهر، بنای ایجاد شده در برابر زلزله مقاووم نمی‌باشد که در این، است لازم است علاوه بر خرهنگ سازی عمومی در بین مردم (بمنظور ضرورت ایجاد بنای مقاووم در برابر زلزله) بهث تربیت و آموزش نیروی کار ماهر را نیز جدی بگیریم.

با توجه به تحقیقات بعمل آمدہ در اغلب ساختمانهای کوچک مسلکونی، تقریباً تا مرحله پایان طراحی همه اصول و موارد فنی، عایت می‌گردند. لکن در زمان اجراء بدلیل امتناع مالکین از بکارگیری مناسب مصالح در قسمت فونداسیون و یا اسکلت و یا عدم نظارت

از سوی مهندسین، باعث بروز نتایج نامطلوب و برآورده نشدن انتظارات فواهد شد. لازم بذکر است معمولاً در ساختمانها و طرحهای بزرگ و معوم (از جمله پلهای بزرگ، سدها، نیروگاهها و یا ساختمانهای بزرگ مسکونی و اداری) بدلیل اعمال نظرات و کنترلهای دقیق در مرحله طراحی و اجراء مشکلات به نسبت کمتری وجود دارد.

طبقه بندی ساختمانها براساس آیین نامه ۲۱۰۰ زلزله ایران

مثال ها	عکس العمل در مقابل زلزله	اهمیت ساختمانها
بیمارستانها - مراکز آتشنشانی مراکز استناد دولتی - ایستگاههای رق، آب و گاز و مدارس و مجتمعی بزرگ مسکونی و اداری و بطور کلی مراکز تجمع افراد	باید بدون هیچگونه آسیب بتواند بعد از زلزله های شدید سرویس دهی کند.	اهمیت بالا
ساختمانهای کوچک مسکونی	باید در مقابل زلزله های با شدت کم سالم ند و در مقابل زلزله های قوی آسیب جزئی ببیند (ولی فرو نریزند)	اهمیت متوسط
انبارها و محل دپو وسائل غیر وری مثل انبار علوفه، انبار بایگانی راکد و ...	در مقابل زلزله های با شدت بالا	اهمیت پایین

در عمل آن روشهای اجرایی و توصیه های لازم برای مقاوم سازی خانه های کوچک مورد توجه قرار بگیرد، جان بسیاری از افراد در زلزله های آتی نبات فواهد یافت، زیرا

ساختمان‌ها در یک زلزله بسیار شدید ممکن است که ترک بنورند، ولی نباید خرو بریزند و سکنان آن باید فرصت نجات جان خود را داشته باشند. بطوط، کلی هدف از مقاوم ساختن آثر ساختمان‌ها آن نیست که ساختمان در شدیدترین زلزله‌ها هیچ صدمه‌ای را متحمل نشوند، زیرا در این صورت ساختمان بسیار گران و غیر اقتصادی خواهد بود. بلکه هدف آن است که ابتدا از تلفات و خدمات جانی جلوگیری شود، سپس بین هزینه‌ی اضافی برای مقاوم کردن ساختمان در مقابل زلزله و هزینه‌ی احتمالی تعمیر فسارت ناشی از زلزله در طول عمر ساختمان موازن به قرار گردد. بنابراین هدف اصلی در ساختمان‌های ارزان قیمت و کوچک مسکونی باید جلوگیری از فروریختن ساختمان‌ها باشد و در زلزله‌های بزرگ باید انتظار داشت که ساختمان ترک خورد و نیاز به تعمیر داشته باشد.

نکته‌ی معهم دیگری، اکه باید مر نظر داشت این است که معمولاً بعضی از ساختمان‌ها در ای اهمیت بیشتری نسبت به ساختمان‌های معمولی میباشند. مثلًاً اگر یک خانه مسکونی (کوچک) در زلزله آسیب و صدمه بیند، اثر آن فقط روی یک خانواره است. اما اگر مرسه، بیمارستان یا یک ایستگاه برق و یا مرکز تصفیه آب فرو بریزد فسارات آن متوجه بشش زیادی از مردم خواهد بود. پس باید این نوع ساختمان‌ها از خانه‌های معمولی مقاوم تر ساخته شوند.

بر همین اساس در آیین نامه ۲۸۰۰ زلزله ایران ساختمانها به سه گروه با اهمیت بالا، با اهمیت متوسط و با اهمیت پایین طبقه بندی شده اند که در جدول بالا هدف از طراحی هر کدام از این گروه ها عنوان شده است.

فهرست تاریخی زلزله های سراسر جهان

زمان وقوع	مرکز وقوع	میزان تلفات	بزرگی(ریشتر)	توضیحات
۱۵۶ دسامبر ۲۲	ایران - دامغان	۲۰۰ ...	-	-
۱۹۳ مارس ۲۳	ایران - اردبیل	۱۵۰ ...	-	-
۱۱۳۸ آوت ۹	سوریه	۲۳۰ ...	-	-
۱۲۹ سپتامبر ۰	چین	۱۰۰ ...	-	-
۱۵۵۶ ژانویه ۲۳	چین	۸۳۰ ...	-	مرگبارترین زلزله در طول تاریخ
۱۶۹۳ ژانویه ۱۱	ایتالیا	۶۰ ...	-	-
۱۷۰۷ اکتبر ۲۸	ژاپن	۳۰ ...	-	سونامی حاصل از زلزله همه را غرق کرد
۱۷۲۳ نوامبر ۱۸	ایران - تبریز	۷۷ ...	-	-
۱۷۵۵ نوامبر ۱	پرتغال	۷۰ ...	-	زلزله و دربی آن آتش سوزی و سونامی
۱۷۸۲ فوریه ۴	چین	۴۰ ...	-	سونامی
۱۷۸۳ فوریه ۴	ایتالیا	۵۰ ...	-	۶ سری زلزله طی دو ماه
۱۸۹۶ ژوئن ۱۵	ژاپن - سان ریکو	۲۷ ...	-	-
۱۹۰۶ آوریل ۱۶	سان فرانسیسکو	۵۰	-	همراه با آتش سوزی

زلزله و آنکسیدانسیم
پرینسپل

زلزله و سونامی	-	بین ۷۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰	ایتالیا	۲۸ دسامبر ۱۹۰۱
-	-	۲۹۹۱۰	ایتالیا	۱۳ زانویه ۱۹۱۵
-	۸/۶	۲۰۰۰۰	چین	۱۶ دسامبر ۱۹۲۰
-	۸/۳	۱۴۰۰۰	ژاپن	۱ سپتامبر ۱۹۲۳
-	۸/۳	۲۰۰۰۰	چین	۱۹۲۷ مه ۲۲
-	۷/۶	۷۰۰۰	چین	۱۹۳۲ دسامبر ۲۵
-	-	۱۱۷	کالیفرنیا	۱۰ مارس ۱۹۳۳
-	-	بین ۳۰۰۰ تا ۶۰۰۰	پاکستان	۳۰ مه ۱۹۳۵
-	-	۳۰۰۰	شیلی	۲۴ زانویه ۱۹۳۹
-	۷/۳	۱۱۰۰۰	ترکمنستان	۱۵ اکتبر ۱۹۴۱
-	-	بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰	ہندوستان	۱۵ اوت ۱۹۵۰
-	-	بین ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰	صرائکش	۲۹ فوریہ ۱۹۶۰
زلزله و دریا آن سونامی	۹/۲	۱۱۷	آلاسکا	۲۱ مارس ۱۹۶۴
-	۷/۷	۱۵۶۲۱	چین	۵ زانویه ۱۹۷۰
-	-	۶۶۰۰	پرو	۱۹۷۰ مه ۳۱
-	-	۶۰۰	نیکاراگوئه	۲۲ دسامبر ۱۹۷۲
-	-	۲۳۰۰	گواتمالا	۴ فوریہ ۱۹۷۶
-	-	۲۵۵۰۰	چین	۲۱ جولای ۱۹۷۶
-	-	۱۰۰	فیلیپین	۱۷ اوت ۱۹۷۶

زلزله‌ها که می‌دانم

-	-	۲۵ ۰۰۰	ایران - طبس	۱۶ سپتامبر ۱۹۷۸
-	۱/۱	۲۵ ۰۰۰	مکزیک	۱۹ و ۲۰ سپتامبر ۱۹۸۵
-	۶/۹	۲۵ ۰۰۰	کلمبیا	۷ دسامبر ۱۹۸۱
-	۷/۱	۶۷	سان فرانسیسکو	۱۷ اکتبر ۱۹۸۹
-	۷/۷	۵۰ ۰۰۰	ایران - رودبار	۳۱ ژوئن ۱۹۹۰
-	۶/۲	۹۷۴۱	هندوستان	۲۹ سپتامبر ۱۹۹۳
-	۶/۶	۶۱	کالیفرنیا	۱۷ ژانویه ۱۹۹۴
-	۶/۹	۵۲۰۰	ژاپن	۱۷ ژانویه ۱۹۹۵
-	۷/۳	۱۵۰۰	ایران - شمال شرق	۱۲ مه ۱۹۹۷
-	۶/۶	۴ ۰۰۰	افغانستان	۱۹۹۸ مه ۳۰
-	۶/۲	۱۱۵	کلمبیا	۱۵ ژانویه ۱۹۹۹
-	۷/۶	۱۷ ۰۰۰	ترکیه	۱۷ اوت ۱۹۹۹
-	۷/۷	۲۲۹۵	تایوان	۲۱ سپتامبر ۱۹۹۹
-	۷/۷	۱۵۰	السالوادور	۱۳ ژانویه ۲۰۰۱
-	۷/۷	۲۰ ۰۰۰	هندوستان	۲۰۰۱ ژانویه ۲۶
-	-	۱۰۰	افغانستان	۲۰۰۲ مارس ۲۵
-	-	۲۲۶۶	الجزایر	۲۰۰۳ مه ۲۱
-	۶/۶	۲۶ ۲۰۰	ایران - به	۲۰۰۳ دسامبر ۲۶
-	۹	۲۲۵ ۰۰۰	اندونزی - سوماترا	۲۰۰۴ دسامبر ۲۶

-	۶/۴	۶۱۲	ایران - زرند	۲۰۰۵ فوریه ۲۲
-	۸/۷	۱۳۱۳	اندونزی - سوماترا	۲۰۰۵ مارس ۲۱
-	۷/۶	۱۰۰۰۰	پاکستان	۲۰۰۵ اکتبر ۱۱

مرگبارترین سونامی‌ها در طول تاریخ بترتیب میزان تلفات

میزان تلفات	منطقه عمومی وقوع	بزرگی (ریشتر)	سال وقوع
۲۲۵ ۰۰۰	اقیانوس هند	۹	۲۰۰۴
۱۰۰ ۰۰۰	یونان قدیم - کریت سانتورینی	-	۱۶۴۵ قبل از میلاد
۶۰ ۰۰۰	پرتغال - مراکش	۱/۵	۱۷۵۵
۴۰ ۰۰۰	جنوب دریای چین	۷	۱۷۱۲
۳۶۵۰۰	اندونزی - کراکاتا	-	۱۸۸۳
۳۰ ۰۰۰	توکایدو - نانکایدو - ژاپن	۱/۴	۱۷۰۷
۲۶ ۳۶۰	سان ریکو - ژاپن	۷/۶	۱۶۹۶
۲۵ ۶۷۴	شمال شیلی	۱/۵	۱۶۸۱
۱۵ ۰۳۰	جزیره کیوشو - ژاپن	۶/۴	۱۷۹۲
۱۳ ۴۸۶	کانال ریوکیو - ژاپن	۷/۴	۱۷۷۱

منابع مورد استفاده:

کتاب اصول مهندسی زلزله تالیف دکتر حسن مقدم

کتاب اصول مهندسی زلزله تالیف دکتر خسرو برگی

آینین نامه ۲۱۰۰ زلزله ایران

و چندین سایت تخصصی اینترنت در زمینه زلزله