



دانشگاه شاهرود
دانشکده مهندسی - گروه مهندسی عمران

زمین شناسی مهندسی

فصل دهم: مخاطرات مرزی

علی میرزایی



زلزله:

- به واسطه جابجایی نسبی صفحات و یا گسل ها رخ می دهد. این جابجایی ها به واسطه غلبه نیروهای ایجاد کننده جابجایی بر مقاومت برشی و اصطکاک بین صفحات و گسل ها ایجاد می شود.
- به واسطه این جابجایی ها انرژی های الاستیک در سنگ رها شده و باعث رها شدن امواج در محیط و به سمت سطح زمین می گردد.
- اغلب زلزله ها در اعماق تقریبی ۲۰۰ کیلومتری زمین ایجاد می شوند.

موقعیت زلزله

- ۱- کانون زلزله: محل رخداد زلزله (Hypo-center)
- ۲- مرکز زلزله: تصویر قائم کانون زلزله بر روی سطح زمین (Epi-center)
- ۳- فاصله مرکزی: فاصله بین مرکز زلزله و نقطه دلخواه بر روی سطح زمین که در آن نقطه شدت امواج زلزله ثبت و اندازه گیری می شوند.
- ۴- عمق زلزله: فاصله بین کانون زلزله و مرکز زلزله

اندازه و مقیاس زلزله ها

۱- بزرگای زلزله (Magnitude): اندازه یک زلزله را با توجه به بزرگای آن بیان می کنیم. ریچارد ریشتر (۱۹۳۵) بزرگای زلزله را به صورت زیر تعریف نمود:

” بزرگای یک زلزله در واحد ریشتر عبارتست از لگاریتم واحد 10 (\log_{10}) بزرگترین دامنه ارتعاش اندازه گیری شده توسط یک دستگاه لرزه نگار (بر حسب واحد میکرون) در فاصله مرکزی 100 کیلومتری از مرکز زلزله که آن را بر حسب واحد ریشتر بیان می کنیم.“

- در طبیعت به ندرت زلزله هایی با بزرگای بیشتر از 8 ریشتر رخ می دهد.
- سؤال امتیازی: سایر تعریف هایی که برای بزرگای زلزله ارائه شده است ؟

۲- شدت زلزله (Intensity): شدت یک زلزله بیانگر میزان کمیت تاثیر رخداد یک زلزله در یک منطقه خاص می باشد و معمولاً با توجه به میزان تخریب های ایجاد شده و واکنش افراد ساکن در آن منطقه بیان می شود.

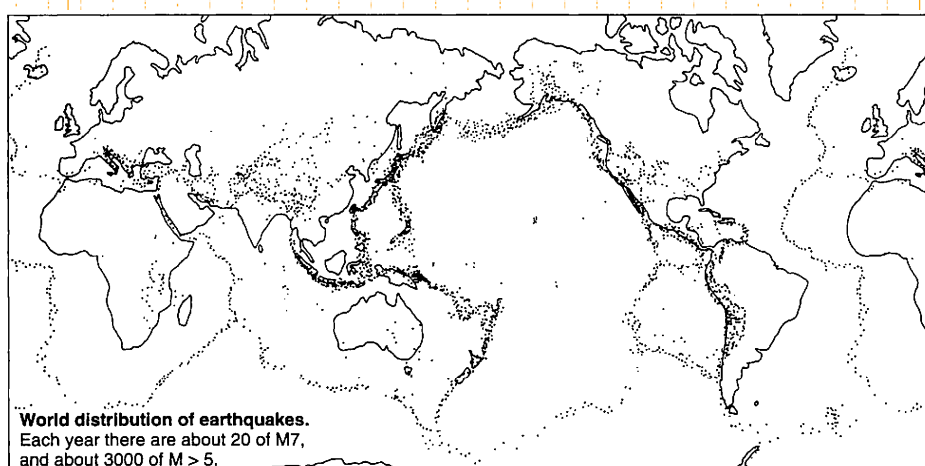
۲/۱۶

علی میرزایی

فصل دهم: مخاطرات مرزی

زمین شناسی مهندسی

اندازه و مقیاس زلزله ها



۳/۱۶

علی میرزایی

فصل دهم: مخاطرات مرزی

زمین شناسی مهندسی

اندازه و مقیاس زلزله ها

۲- شدت زلزله (Intensity):

سیستم های طبقه بندی مختلفی برای بیان شدت یک زلزله وجود داشته که معروفترین آن ها شامل سیستم های طبقه بندی ۱- رزی-فرل ۲- مرکالی و ۳- مرکالی اصلاح شده می باشند.

• سیستم طبقه بندی رزی-فرل (RF): طبقه بندی شدت زلزله از یک تا ۱۰

• سیستم طبقه بندی مرکالی و مرکالی اصلاح شده: توسط یک دانشمند ایتالیایی پیشنهاد گردید که امروزه در اغلب کشورها از این سیستم برای بیان شدت زلزله ها استفاده می شود.

• در سیستم طبقه بندی مرکالی شدت زلزله به ۱۲ گروه مختلف طبقه بندی شده است، به عنوان مثال:

در گروه ۱ یا شدت ۱ مرکالی، زلزله احساس نمی شود،

۴/۱۶

علی میرزایی

فصل دهم: مخاطرات مرزی

زمین شناسی مهندسی

اندازه و مقیاس زلزله ها

۲- شدت زلزله (Intensity):

• در سیستم طبقه بندی مرکالی شدت زلزله به ۱۲ گروه مختلف طبقه بندی شده است، به عنوان مثال:

در گروه ۴ و یا شدت ۴ مرکالی، به واسطه رخداد زلزله شیشه های ساختمان دچار ارتعاش می شوند.

در گروه ۷ و یا شدت ۷ مرکالی، ساختمان های خشتی آسیب می بینند.

در گروه ۱۰ و یا شدت ۱۰ مرکالی، ساختمان ها تخریب می شوند.

در گروه ۱۲ و یا شدت ۱۲ مرکالی، تخریب کلی رخ می دهند.

۳- مدت زمان رخداد زلزله: معمولاً بین ۱۰ تا ۵۰ ثانیه می باشد. زلزله های با بزرگای ۵ ریشتر در حدود ۱۰ ثانیه بوده و زلزله های با بزرگای ۸ ریشتر در حدود ۴۰ ثانیه می باشند.

۵/۱۶

علی میرزایی

فصل دهم: مخاطرات مرزی

زمین شناسی مهندسی

اندازه و مقیاس زلزله ها

Mercalli Earthquake Intensity (and peak acceleration)

I	Not felt	VII	Adobe damaged (~0.1g)
II	Felt at rest	VIII	Masonry damaged
III	Felt indoors	IX	Foundations damaged
IV	Windows rattle (<0.02g)	X	Buildings destroyed (>0.6g)
V	Felt outdoors	XI	Railways buckled
VI	Frightening	XII	Total destruction

۴- انرژی زلزله: مقدار انرژی کل آزاد شده در طول یک زلزله را می توان با توجه به بزرگای آن بر حسب ریشتر با استفاده از رابطه پیشنهادی گوتنبرگ و ریشتر (۱۹۵۶) بیان نمود:

$$\text{Log}(E) = 11.8 + 1.5 \cdot M_s$$

واحد مقدار انرژی بدست آمده، ارگ (Ergs) می باشد.

با توجه به رابطه مذکور مشاهده می شود که به واسطه افزایش بزرگای زلزله، میزان انرژی آزاد شده به صورت نمایی افزایش می یابد.

۶/۱۶

علی میرزایی

فصل دهم: مخاطرات مرزی

زمین شناسی مهندسی

امواج زلزله

• به واسطه رخداد یک زلزله، امواج مختلفی در زمین منتشر می گردد.

• در حالت کلی این امواج با توجه به آن که در سطح و یا حجم زمین منتشر شده، به امواج سطحی (Surface waves) و امواج حجمی (Body waves) تقسیم بندی می شوند.

امواج حجمی

• امواج حجمی در حجم و داخل زمین انتشار می یابند و شامل امواج P و S می شوند.

• **موج P (موج اولیه):** این موج را اصطلاحاً موج اولیه، موج تراکمی و یا موج طولی نیز اطلاق می کنند.

رفتار موج P مشابه امواج صوتی بوده و این نوع از موج حجمی از داخل همه اجسام عبور کرده و اثر تراکمی (رقیق کردن) خود را در راستای انتشار موج در آن جسم ایجاد می کنند.

۷/۱۶

علی میرزایی

فصل دهم: مخاطرات مرزی

زمین شناسی مهندسی

امواج حجمی

• موج S (موج ثانویه): این موج را اصطلاحاً موج برشی، موج ثانویه و یا موج عرضی نیز اطلاق می کنند.

در امواج S جهت جابجایی ذرات به واسطه انتشار امواج برشی در راستای عمود بر مسیر حرکت امواج می باشد.

سرعت موج: به سرعت حرکت امواج اصطلاحاً سرعت موج اطلاق می کنیم.

• سرعت عبور امواج از درون مواد با سختی آن ها مرتبط می باشد، هر چه یک ماده سخت تر بوده، سرعت عبور امواج از درون آن بیشتر می باشد.

• به واسطه آن که عموماً سختی برشی مواد از سختی محوری آن ها کمتر بوده، سرعت موج تراکمی از سرعت موج برشی بیشتر می باشد.

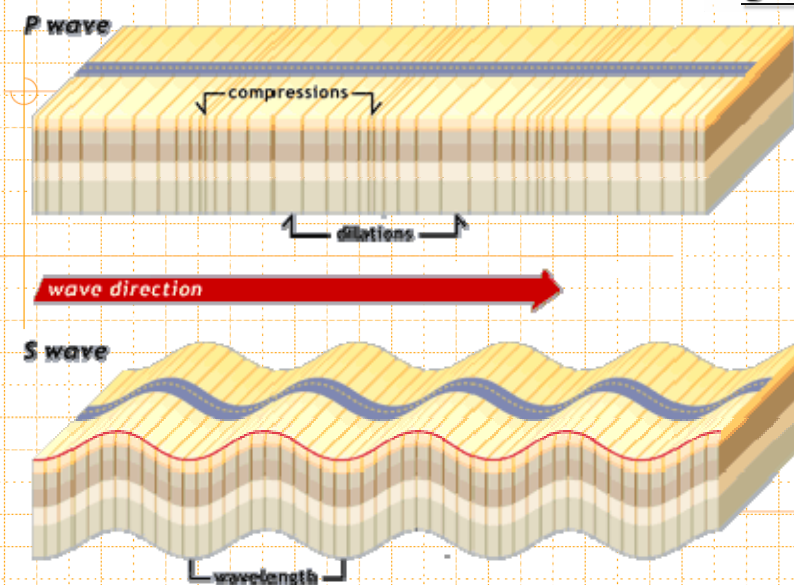
۸/۱۶

علی میرزایی

فصل دهم: مخاطرات مرزی

زمین شناسی مهندسی

امواج حجمی



۹/۱۶

علی میرزایی

فصل دهم: مخاطرات مرزی

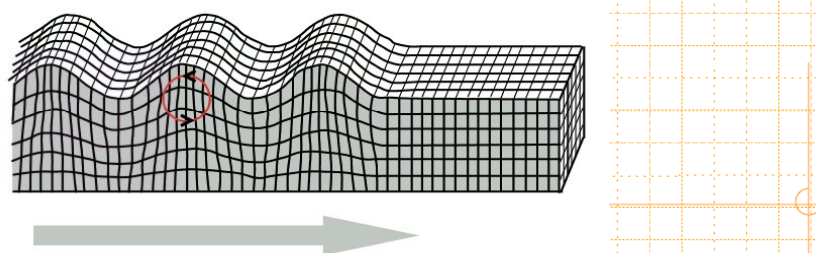
زمین شناسی مهندسی

امواج سطحی

• آن دسته از امواج حجمی که به سطح زمین رسیده و در سطح زمین حرکت می کنند را اصطلاحاً امواج سطحی گوییم که معروفترین این امواج با حیطه مهندسی شامل امواج ریلیه و لاولو می باشند.

امواج ریلیه (Rayleigh): از ترکیب موج تراکمی و موج برشی قائم در سطح زمین و حرکت با یکدیگر به وجود می آیند.

Rayleigh Wave



۱۰/۱۶

علی میرزایی

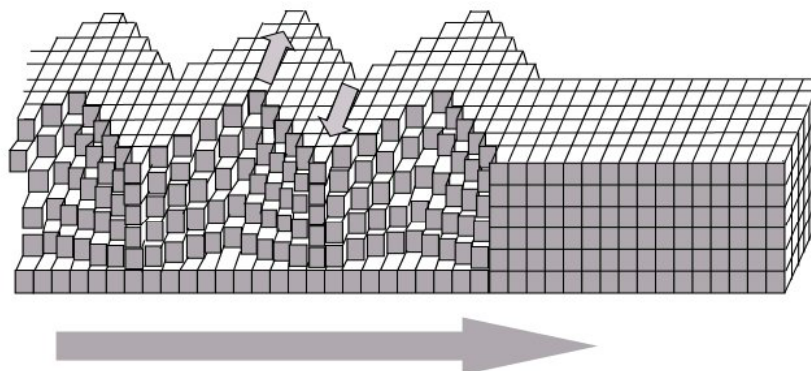
فصل دهم: مخاطرات مرزی

زمین شناسی مهندسی

امواج سطحی

امواج لاولو (Love): از حرکت موج برشی افقی در سطح زمین به وجود می آیند.

Love Wave



۱۱/۱۶

علی میرزایی

فصل دهم: مخاطرات مرزی

زمین شناسی مهندسی

احتمال رخداد زلزله:

- احتمال رخداد زلزله بیشتر در محل های بین پوسته ها و صفحات وجود دارد.
- به واسطه جابجایی مواد مذاب ماگما درون زمین در مناطق آتشفشانی نیز امکان رخداد زلزله وجود دارد.
- در محل گسل ها و به خصوص گسل های عمیق نیز امکان رخداد زلزله وجود دارد.

پیش بینی زلزله:

- تا قبل از رخداد جابجایی بین گسل ها و پوسته ها درون زمین، امکان پیش بینی رخداد زلزله وجود ندارد.
- امروزه با استفاده از تجهیزات پیشرفته می توان وقوع یک زلزله را بلافاصله بعد از رخداد جابجایی های درون زمین از روی اثرات جانبی آن همچون کنترل جابجایی های درون زمین، تغییرات سرعت امواج منتشره در محیط و یا تغییرات ارتفاع آب سطح دریا ها و ... متوجه شد.

۱۲/۱۶

علی میرزایی

فصل دهم: مخاطرات مرزی

زمین شناسی مهندسی

کنترل زلزله ها:

- می توان تا حدودی از رخداد زلزله ها با نرم تر کردن سطوح تماس بین پوسته ها و گسل ها جلول گیری به عمل آورد.

ساخت و ساز در مناطق لرزه خیز:

- امروزه در مناطق لرزه خیز ساخت و ساز انواع سازه ها انجام می پذیرد. برای جلوگیری از هر گونه تخریب و یا حادثه، از آیین نامه ها و استاندارد های مربوطه استفاده می شود.

مخاطرات رخداد زلزله:

۱- روانگرایی (Liquefaction):

به واسطه رخداد زلزله، به خصوص در خاک های ماسه ای، امکان افزایش فشار آب حفره ای و صفر شدن تنش های موثر در خاک و روانگرا شدن آن وجود دارد.

مثال: زلزله رودبار، ۱۳۶۸، ایران.

۱۳/۱۶

علی میرزایی

فصل دهم: مخاطرات مرزی

زمین شناسی مهندسی

مخاطرات رخداد زلزله:

۱- روانگرایی (Liquefaction):

مثال: زلزله رودبار، ۱۳۶۸، ایران.



۱۴/۱۶

علی میرزایی

فصل دهم: مخاطرات مرزی

زمین شناسی مهندسی

مخاطرات رخداد زلزله:

۲- زمین لغزش (Landslide):

به واسطه ارتعاش زمین، امکان لغزیدن برخی از سطوح و بخصوص در شیروانی ها و رخداد زمین لغزش وجود دارد.



۱۵/۱۶

علی میرزایی

فصل دهم: مخاطرات مرزی

زمین شناسی مهندسی

مخاطرات رخداد زلزله:

۳- سونامی (Tsunamis):

به واسطه رخداد زلزله در زیر دریاها، امواج در دریاها ایجاد شده و این امواج به سواحل منتقل می شود.



۱۶/۱۶

علی میرزایی

فصل دهم: مخاطرات مرزی

زمین شناسی مهندسی

باتشکر از توجه شما