



مرجع اصلی: **دستنامه مهندسی زلزله (شماره ۳)**



مهندسی زلزله



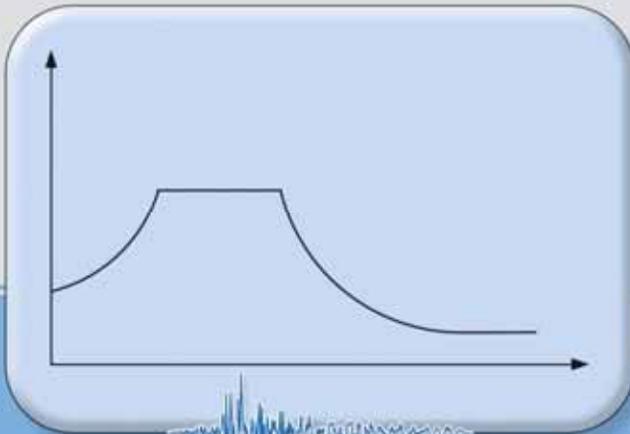
۲ ۵۵۵۵۵۵۵۵
۵۵۵۵۵۵۵۵۵۵۵۵

منطبق بر سرفصل

بر اساس ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰۰

مبانی مهندسی زلزله

(ویرایش چهارم)



مبانی مهندسی زلزله

در این کتاب می‌خوانید:

- ◀ لرزه‌شناسی مهندسی
- ◀ بررسی مودهای شکست
- ◀ سختی و برود
- ◀ سیستم‌های یک‌درجه آزادی خطی
- ◀ طیف پاسخ
- ◀ ارتعاش سیستم‌های چند درجه آزادی
- ◀ ضریب بازتاب

ویژگی‌های کتاب:

- ◀ ۷۰ فایل ویدئویی آموزشی
- ◀ بیش از ۱۰۰۰ تصویر
- ◀ بیش از ۲۰۰ مسئله حل‌شده
- ◀ پوشش کامل سرفصل درس «مبانی مهندسی زلزله»
- ◀ پوشش ۶۰٪ سرفصل درس «مهندسی زلزله»
- ◀ ده‌ها فایل برنامه کامپیوتری MATLAB
- ◀ توجه به این‌نامه‌های نوردای
- ◀ توجه به نرم‌افزارهای Seissoft, Bispec, Nonlin
- ◀ شامل فایل‌های ارائه کتاب (وب‌سایت)

محمدرضا تابش پور
اعضو هیأت علمی
دانشگاه صنعتی شریف



محمدرضا تابش پور

(عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی شریف)



به همراه CD





ویژگی های کتاب:

- ❖ شامل ۷۰ فایل ویدئویی آموزشی
- ❖ بیش از ۱۰۰۰ تصویر
- ❖ بیش از ۴۰۰ مسأله حل شده
- ❖ توجه به نرم افزارهای **Nonlin**، **Bispec** و **Seismosoft**
- ❖ پوشش ۱۰۰٪ سرفصل کارشناسی درس «مبانی مهندسی زلزله»
- ❖ پوشش ۶۰٪ سرفصل کارشناسی ارشد درس «مهندسی زلزله»
- ❖ ده ها فایل برنامه کامپیوتری **MATLAB**
- ❖ توجه به نیازهای لازم برای درک آیین نامه های لرزه ای
- ❖ توجه به نیازهای بومی در این حوزه
- ❖ رعایت استانداردهای نگارشی
- ❖ دارای برنامه هفتگی تدریس
- ❖ شامل تمامی فایل های مورد نیاز برای ارائه کلاسی



مرجع اصلی: **دستنامه مهندسی زلزله (شماره ۳)**



مهندسی زلزله

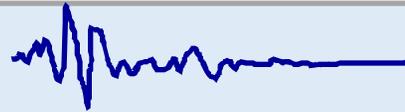
- این فایل PDF بر اساس کتاب مبانی مهندسی زلزله ، دستنامه زلزله (شماره ۳) می باشد و جهت ارائه در کلاس تهیه شده است.
- این فایل ها ویژه **مدرسین محترم** و به عنوان پیشنهادی برای ارائه تهیه شده است.
- **مدرسین محترم** برای ارائه پیشنهادات و انتقادات و سوالات خود درباره این مجموعه می توانند از طریق ایمیل زیر با مولف تماس بگیرند:

tabeshpour@sharif.edu

tabeshpour@yahoo.com

محمد رضا تابش پور

(عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی شریف)



سرفصل درس «مهندسی زلزله»

- ✓ **زلزله‌شناسی:** علل وقوع زلزله، پدیده‌های همراه زلزله، مقیاس سنجش زلزله، لرزه‌خیزی ایران (فصل اول).
- ✓ **روش کاهش پیامدهای زلزله:** مکانیزم تخریب زلزله، تدابیر ضروری برای مقابله با زلزله، آسیب‌های احتمالی زلزله در شهرهای بزرگ، نقش بیمه در کاهش خسارتهای زمین‌لرزه، لزوم مطالعات لرزه‌شناسی در پروژه‌های عمرانی (فصل دوم).
- ✓ **تعیین زلزله طرح:** عوامل مؤثر بر روی حرکات زلزله، تأثیر فاصله و خصوصیات خاک منطقه و بزرگی زلزله، مطالعات زلزله از نظر احتمالات و ریسک زلزله، روش‌های قطعی و احتمالی تعیین زلزله طرح (فصل سوم).
- ✓ **روش معادل استاتیکی (آیین‌نامه‌ای)** جهت تحلیل سازه‌ها در برابر زلزله، بررسی مبانی روش، فلسفه روش و عوامل مؤثر، **ساختار آیین‌نامه‌های زلزله، بررسی کامل آیین‌نامه زلزله ایران** و مقایسه آیین‌نامه‌های مختلف زلزله (فصل‌های هشتم تا دهم و پیوست‌های الف و ب).
- ✓ **روش دینامیکی تحلیل سازه‌ها در برابر زلزله (یک و چند درجه آزادی)** مبانی تحلیل دینامیکی سازه‌ها، مدل‌سازی و درجات آزادی ارتعاش آزادسازه‌ها، پدیده تشدید و تأثیر میرایی، انتگرال دوهمامل مودهای ارتعاش آزاد، اصول و روش آنالیز مودال در بارگذاری زلزله (فصل پنجم، ششم و نهم).
- ✓ **روش شبه‌دینامیکی (طیفی)** تحلیل سازه‌ها در برابر زلزله تغییرمکان و شتاب و شبه‌سرعت طیفی، طیف‌های پاسخ و طرح، تعداد مودهای مؤثر در تحلیل، اشاره‌ای به طیف‌های غیرخطی (فصل‌های هفتم و نهم).
- ✓ **انواع سیستم‌های مقاوم سازه‌ای** برای بار افقی زلزله و رفتار آن‌ها: قاب‌های خمشی، قاب‌های بادبندی-شده، دیوار برشی، سیستم‌های مرکب (فصل چهارم).

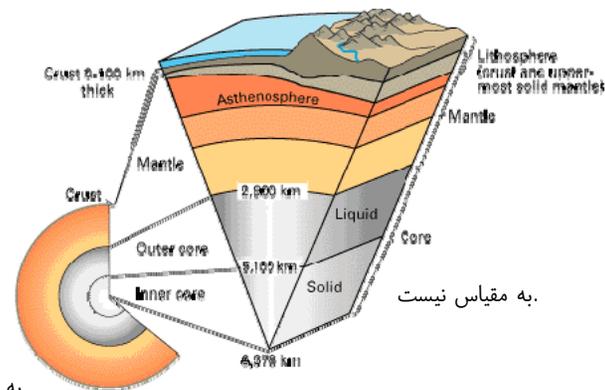
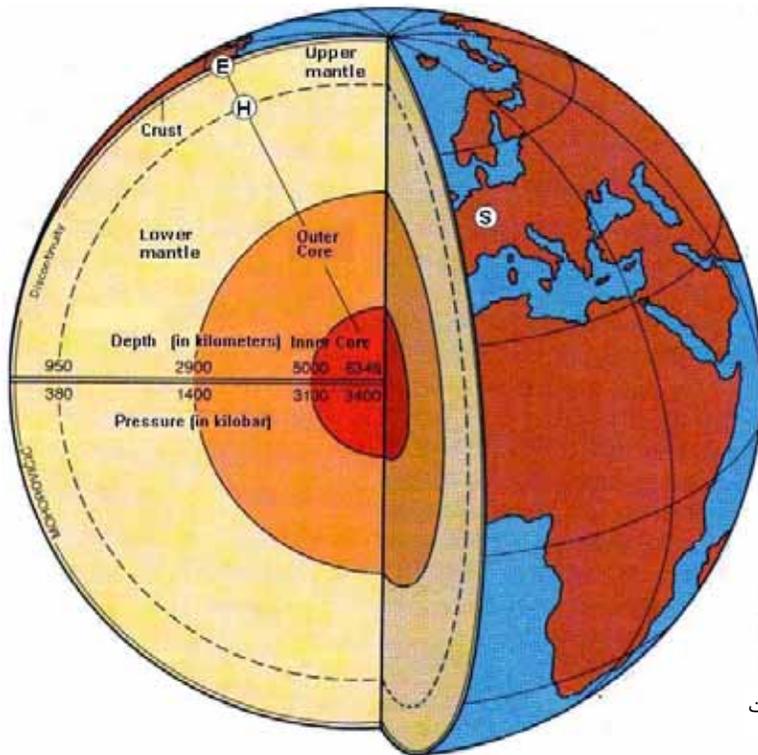


فصل اول

مقدمه‌ای بر زلزله‌شناسی مهندسی



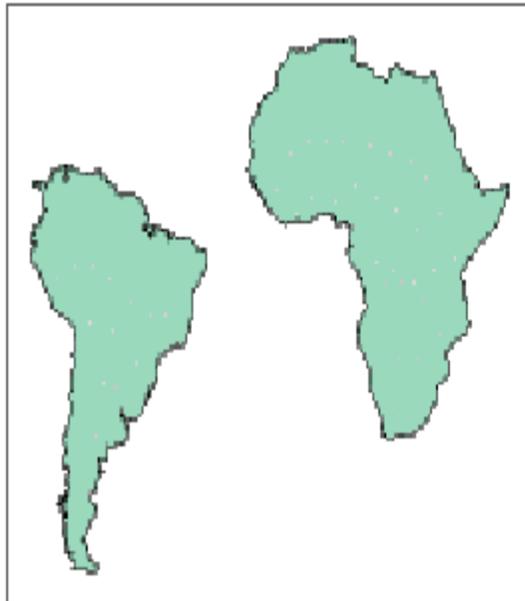
- پوسته (crust)
- جبهی بیرونی (upper mantle)
- جبهی درونی (lower mantle)
- هسته‌ی بیرونی (outer core)
- هسته‌ی درونی (inner core)



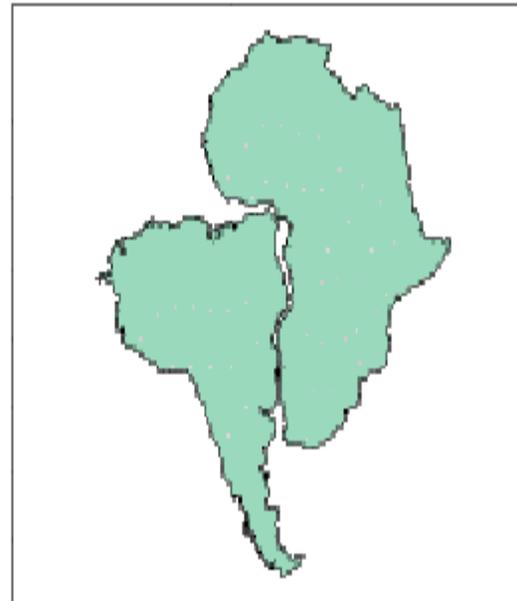
به مقیاس است.

• فایل ویدئویی [1_earth.flv](#)

• فایل ویدئویی [2_egg vs earth.mov](#)



زمان حاضر

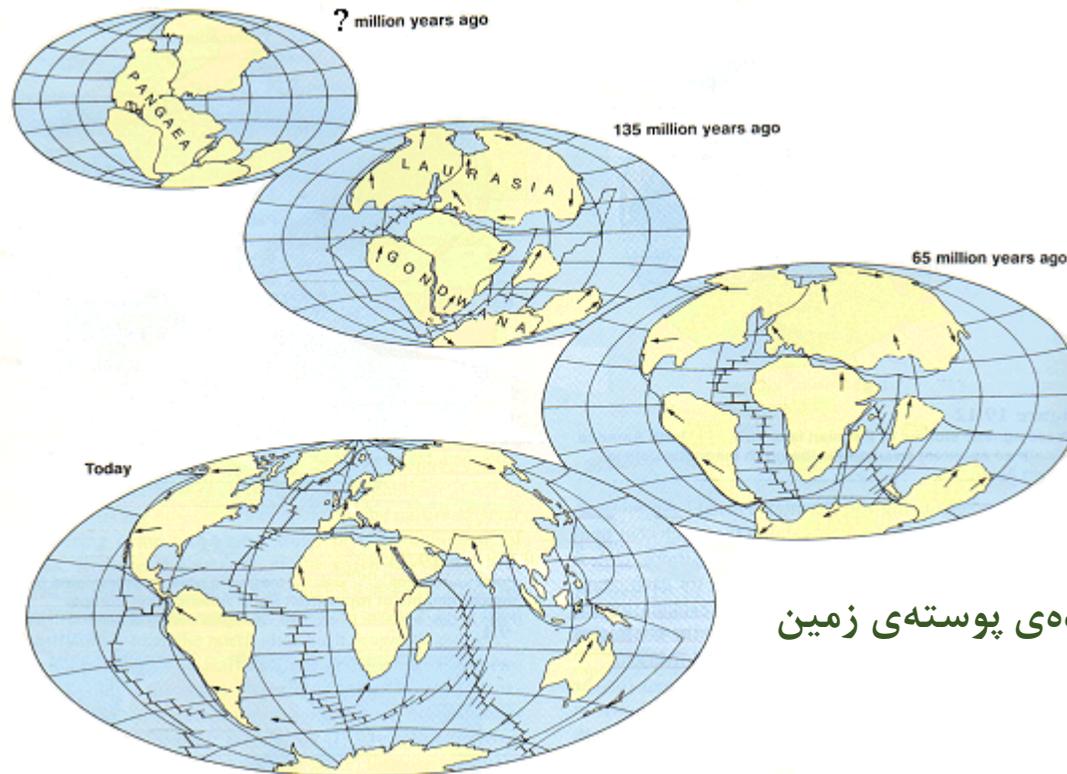


۲۰۰ میلیون سال پیش



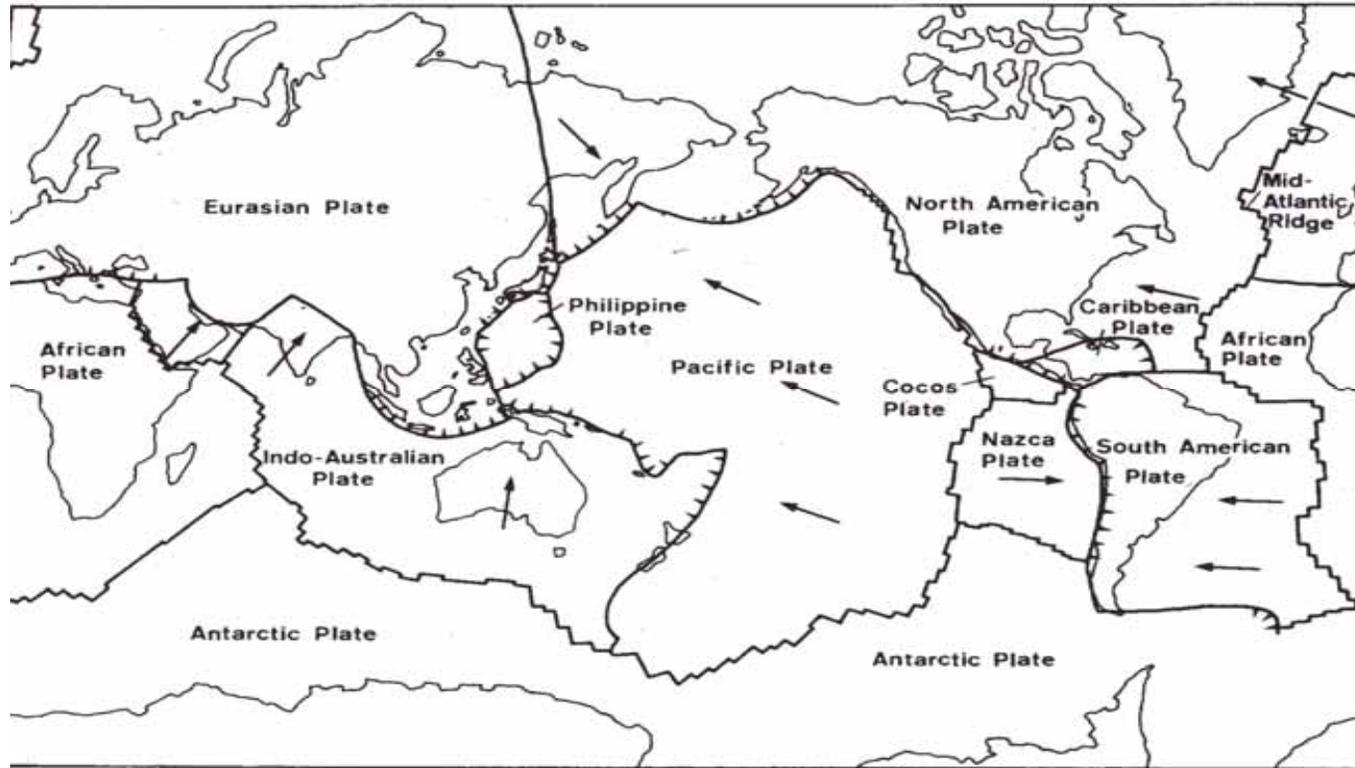
انطباق مرزهای قاره‌های مجزا (آفریقا و آمریکای جنوبی)

در فایل ویدئویی [۳_pangea.mpg](#) تبدیل قاره‌ی یک پارچه پانگه‌آ به چند قاره‌ی مجزا در طول چند صد میلیون سال مشاهده می‌شود.



حرکت صفحات تشکیل دهنده پوسته‌ی زمین

- در فایل ویدئویی ۴_pangea.mov تاریخچه حرکات صفحات قاره‌ای از صد میلیون سال قبل تا کنون نشان داده شده است
- در فایل ویدئویی ۵_plate_future.mov دگرگونی و حرکات قاره‌ها در طول 250 میلیون سال مشاهده می‌شود.



مرز صفحات زمین ساختی و جهت حرکت آن‌ها

در فایل ویدئویی [6_plates.mpeg](#) خطوط شکست و جدایش قاره‌ها که عمدتاً نیز در اعماق اقیانوس‌هاست مشاهده می‌شود.



مرجع اصلی: **دستنامه مهندسی زلزله (شماره ۳)**



مهندسی زلزله

ساختار زمین

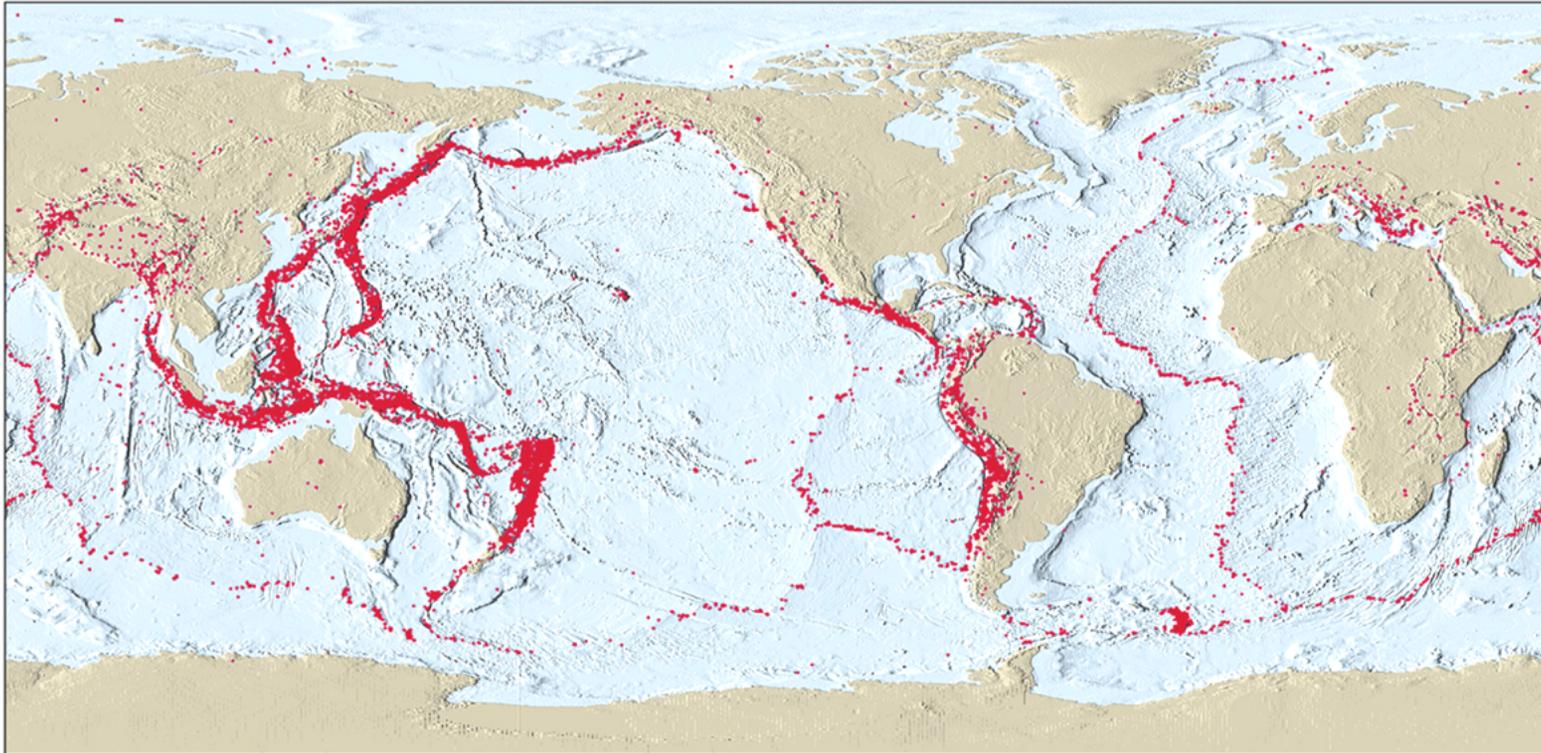
زمین ساخت صفحه‌ای

انواع مرزها

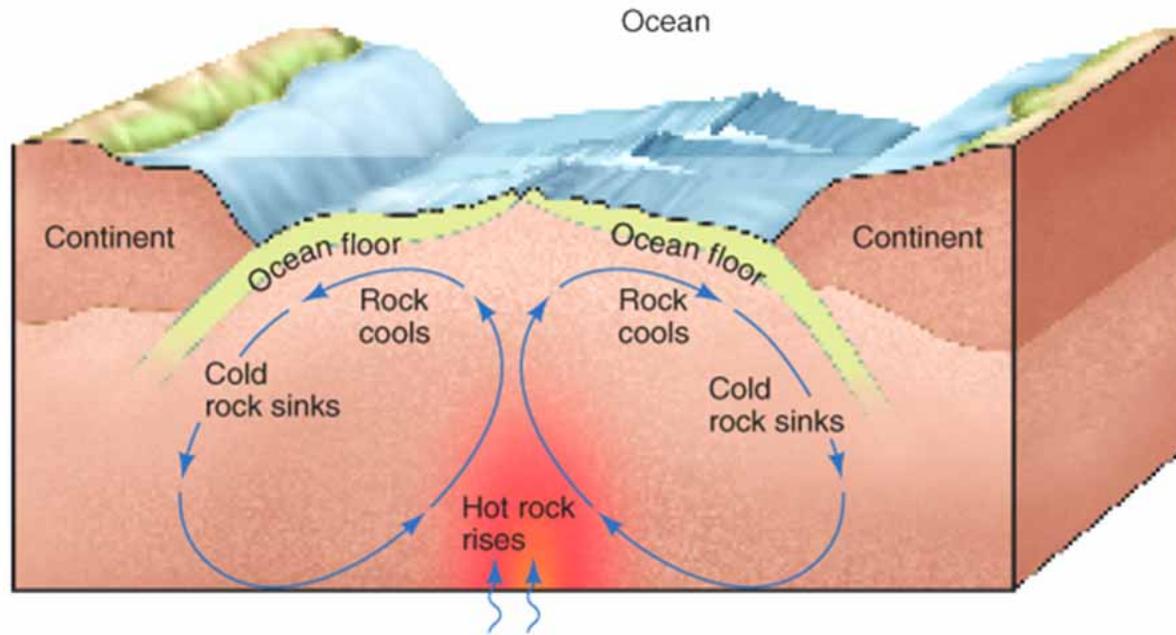
شکست سنگ و گسلش

امواج

انتشار امواج



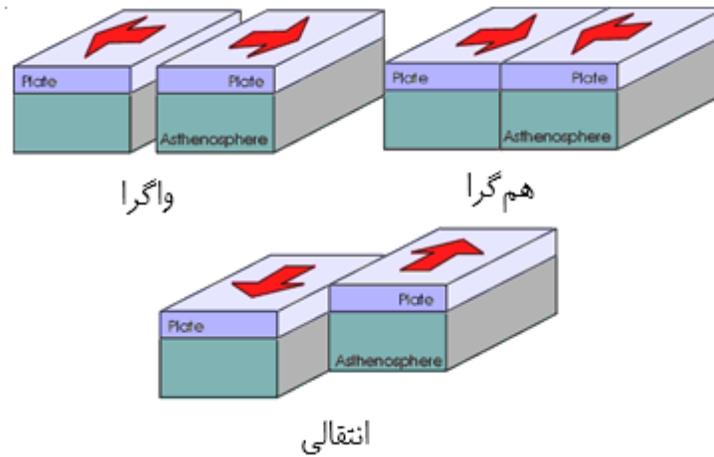
موقعیت رخ داد زلزله‌ها از ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰



حرکت پوسته‌ی زمین روی مواد مذاب

مروری بر تئوری زمین ساخت صفحه‌ای و حرکات نسبی پوسته در فایل ویدئویی [۷_plate tectonics.mov](#) مشاهده می شود

با اجرای فایل ویدئویی [۸_seismology.exe](#) می توانید صفحات واگرا (دور شونده) و هم‌گرا (نزدیک شونده) و جهت این حرکات را مشاهده کنید. همچنین در این فایل می توان لایه‌های مختلف زمین و گسلش و ایجاد گسل را می توان را مشاهده کرد



مرزهای واگرا (دور شونده)، هم‌گرا (نزدیک شونده) و انتقالی

۱۰_۱_divergent.mov و ۹_types of boundaries.mov



مرجع اصلی: **دستنامه مهندسی زلزله (شماره ۳)**



مهندسی زلزله

انتشار امواج

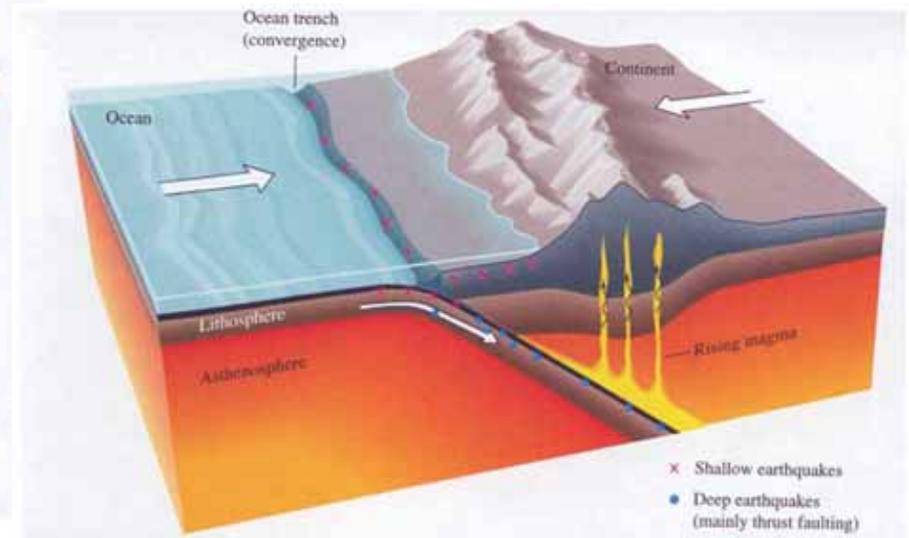
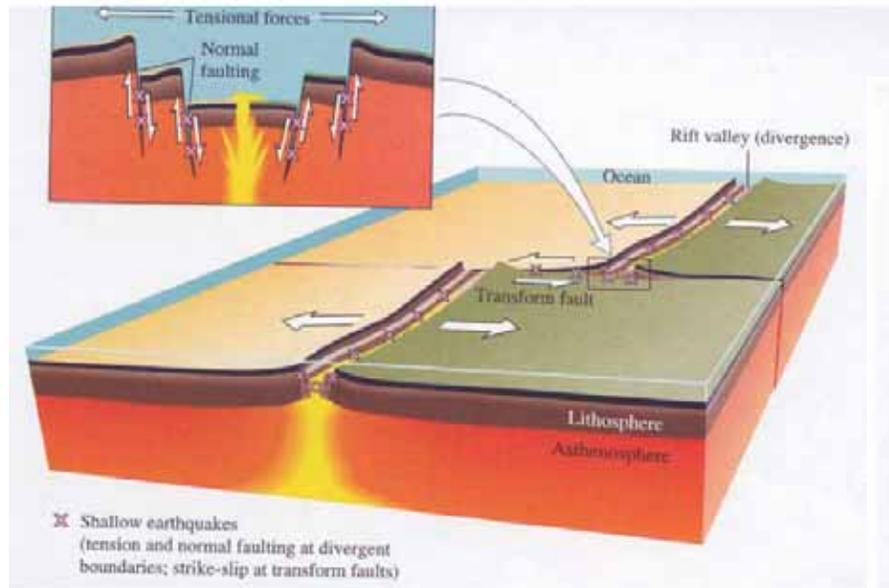
امواج

شکست سنگ و گسلش

انواع مرزها

زمین ساخت صفحه‌ای

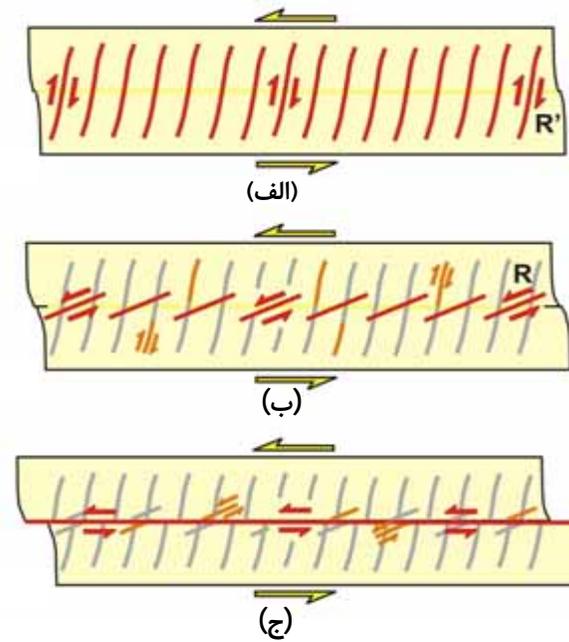
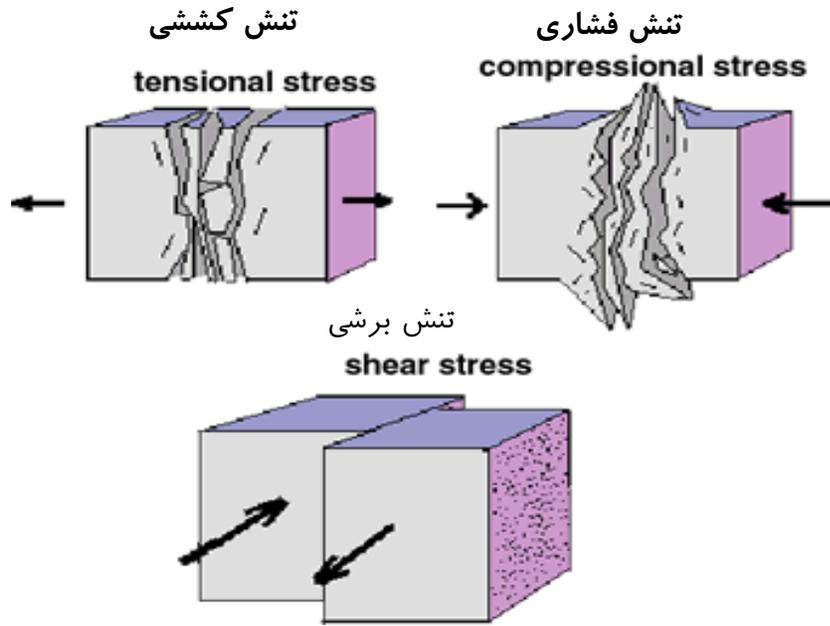
ساختار زمین



مکانیزم حرکت صفحات نسبت به یکدیگر (واگرا)

حرکت فرورانشی صفحه اقیانوسی به صفحه قاره‌ای

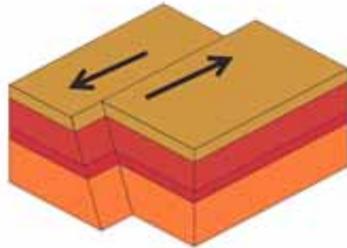
حرکت فرورانشی که ممکن است منجر به زلزله‌های در عمق‌های کم یا زیاد شود، `10_2_convergent.mov` و `11_subduction.mov`



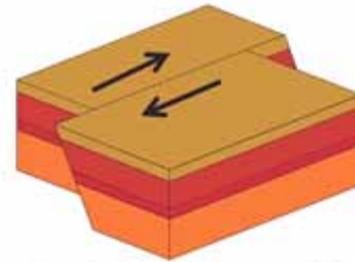
خردشدگی و شکست سنگ بر اثر تنش‌های زیاد

افزایش تنش در مصالح سنگی و ایجاد شکست در زمان رسیدن تنش به مقاومت سنگ

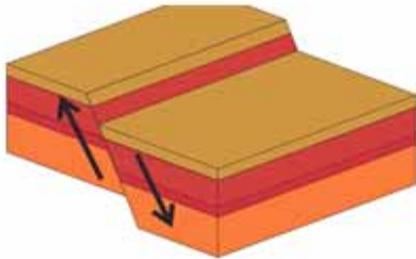
در فایل تصویری [elastic_rebound_12.mov](#) مدل‌سازی تئوری بازگشت ارتجاعی مشاهده می‌شود



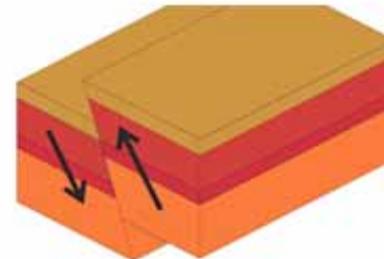
راستالغز (به سمت یاد ساعت‌گرد)



راستالغز (به سمت ساعت‌گرد)



معمولی



معکوس

انواع گسلش

فایل ویدئویی ۱۳_fault models.mov

فایل ویدئویی ۱۴_asperities.mov

فایل ویدئویی ۱۵_strike-slip-fault.mov



انتشار امواج

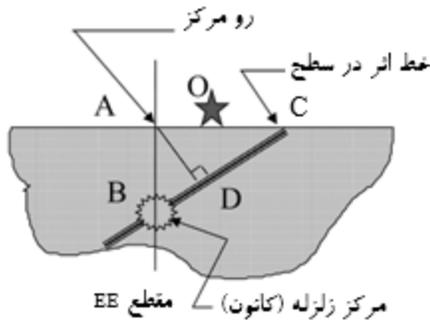
امواج

شکست سنگ و گسلش

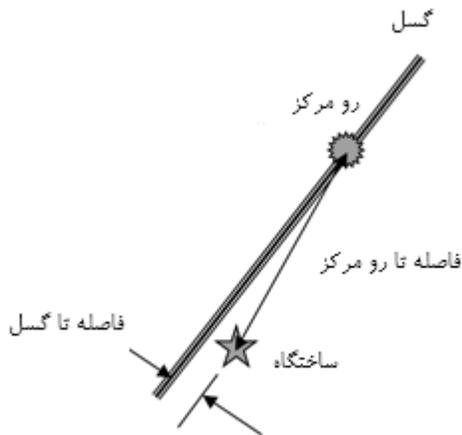
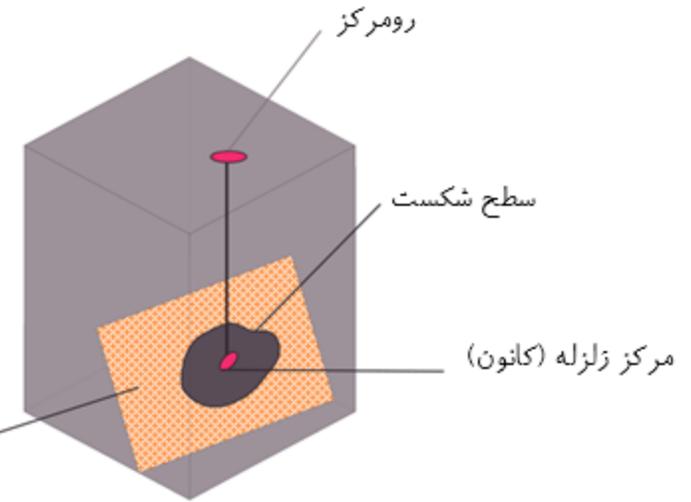
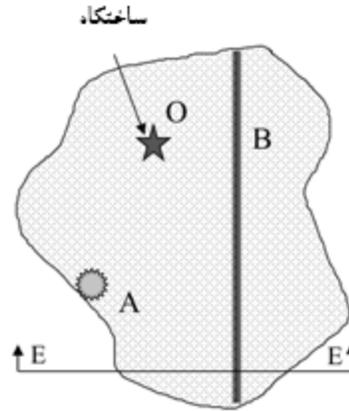
انواع مرزها

زمین ساخت صفحه‌ای

ساختار زمین



- OA - فاصله رو مرکز تا ساعتگاه
- OB - فاصله کانون تا ساعتگاه
- OC - فاصله تا خط اثر در سطح
- OD - فاصله تا شکست



تعریف عبارات مربوط به زلزله و گسل

۱۶_ Epicenter and focus.mov



انتشار امواج

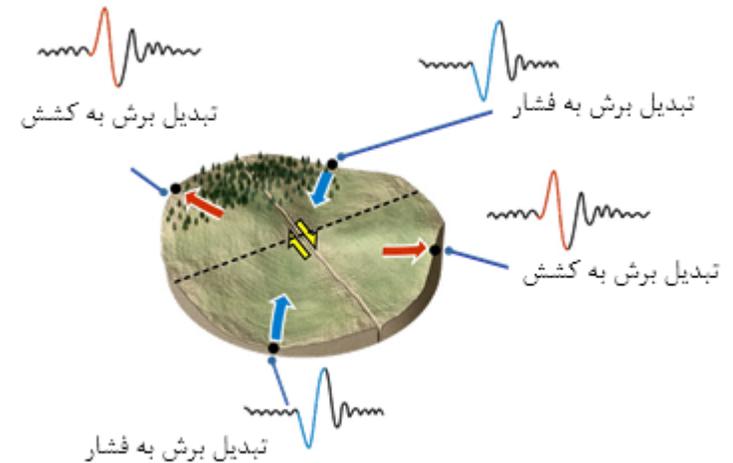
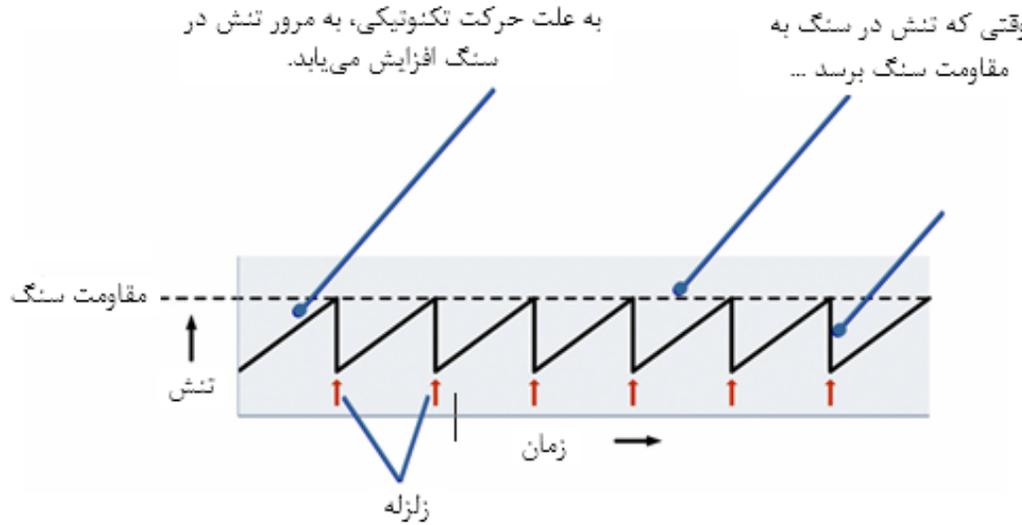
امواج

شکست سنگ و گسلش

انواع مرزها

زمین ساخت صفحه‌ای

ساختار زمین



توالی ایجاد تشنس در سنگ و شکست آن در طول زمان

فایل ویدئویی ۱۷_energy stored.mov

فایل ویدئویی ۱۸_blocks.mov

فایل ویدئویی ۱۹_elastic rebound.mov



انتشار امواج

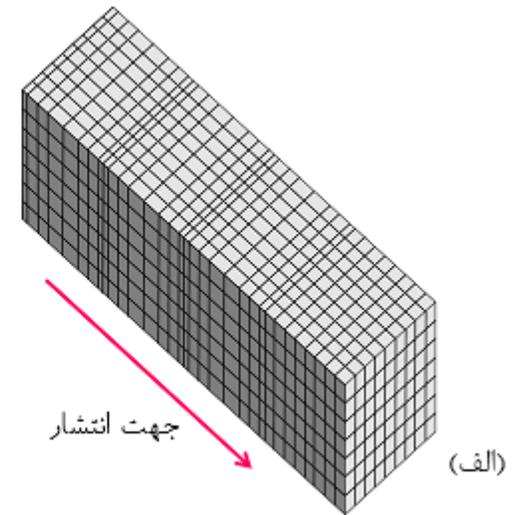
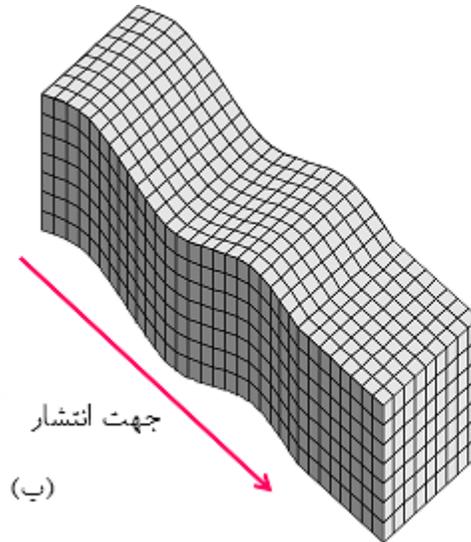
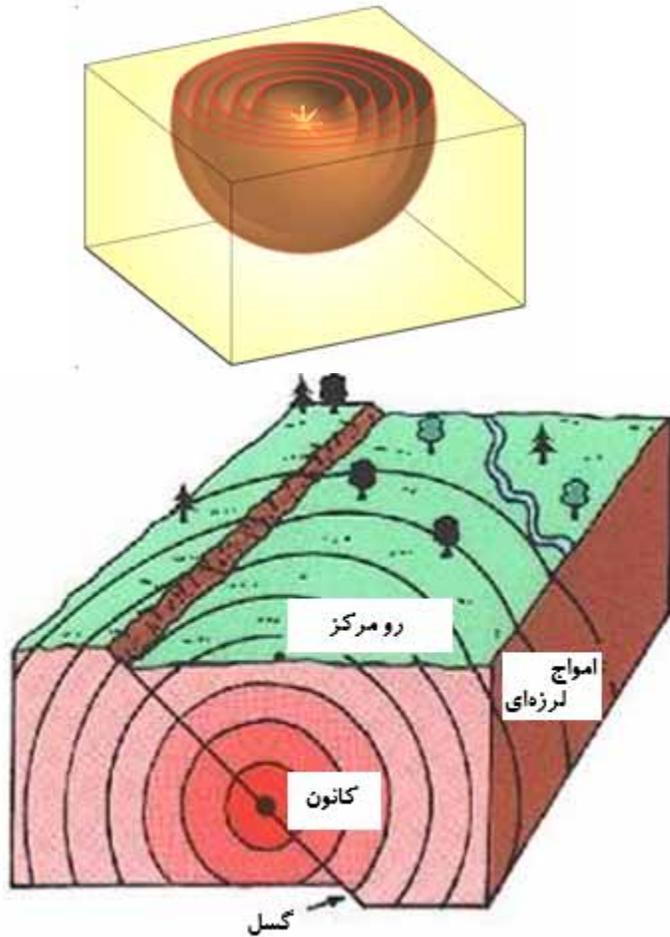
امواج

شکست سنگ و گسلش

انواع مرزها

زمین ساخت صفحه‌ای

ساختار زمین



انواع موج حجمی (درونی)، (الف) موج فشاری (P)، (ب) موج برشی (S)

فایل ویدئویی ۲۰_seismic waves.flv
 فایل ویدئویی ۲۱_P waves
 فایل ویدئویی ۲۲_S waves



انتشار امواج

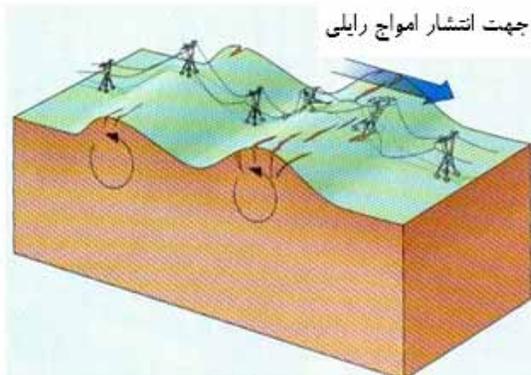
امواج

شکست سنگ و گسلش

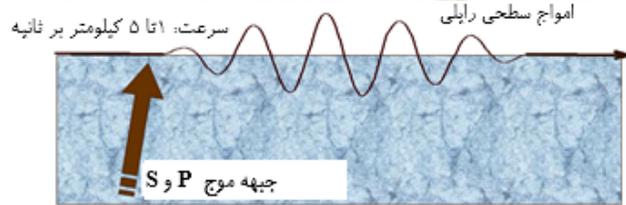
انواع مرزها

زمین ساخت صفحه‌ای

ساختار زمین



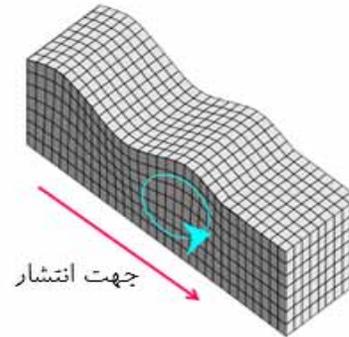
جهت انتشار امواج رابلی



امواج سطحی رابلی

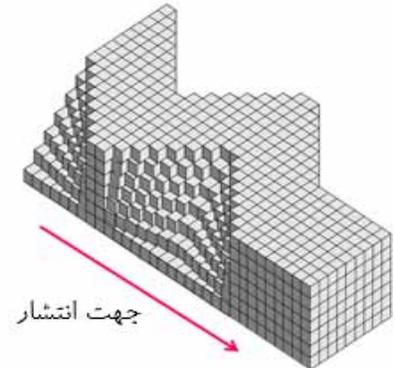
سرعت: ۵ تا ۱۰ کیلومتر بر ثانیه

جبهه موج P و S



جهت انتشار

(ب)

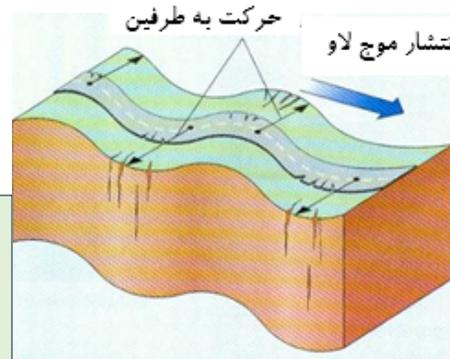


جهت انتشار

(الف)

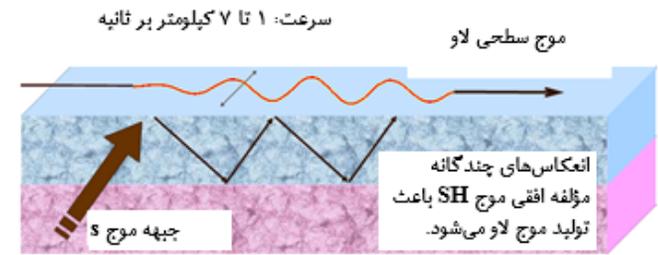
انواع موج سطحی، (الف) موج لاو، (ب) موج رابلی

حرکت بیضی‌گون سطح زمین در موج رابلی



حرکت به طرفین

جهت انتشار موج لاو



سرعت: ۷ تا ۱۰ کیلومتر بر ثانیه

موج سطحی لاو

جبهه موج S

انعکاس‌های چندگانه مؤلفه افقی موج SH باعث تولید موج لاو می‌شود.

نحوه انتقال موج به سطح و انتشار موج لاو در سطح زمین

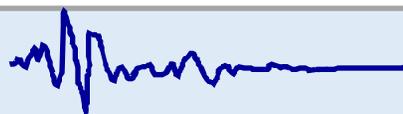
فایل ویدئویی ۲۳_rayleigh wave.mov

فایل ویدئویی ۲۴_rayleigh wave.mov

فایل ویدئویی ۲۵_seismic waves.flv

فایل ویدئویی ۲۶_types of waves.mov

فایل ویدئویی ۲۷_types of seismic waves.mov



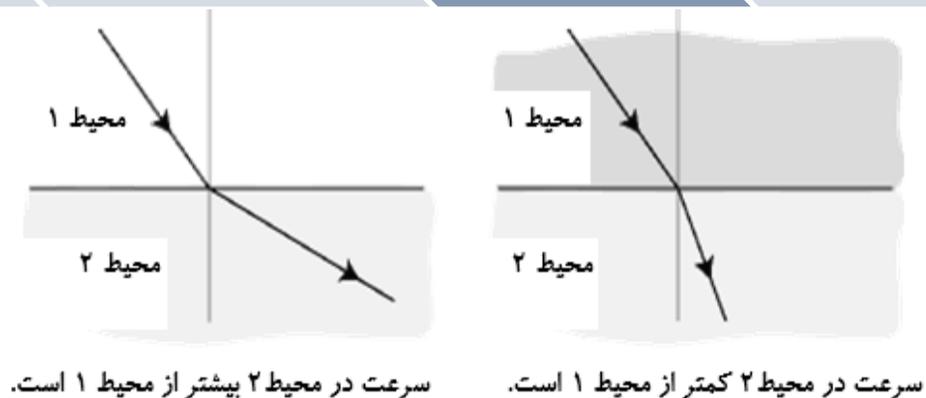
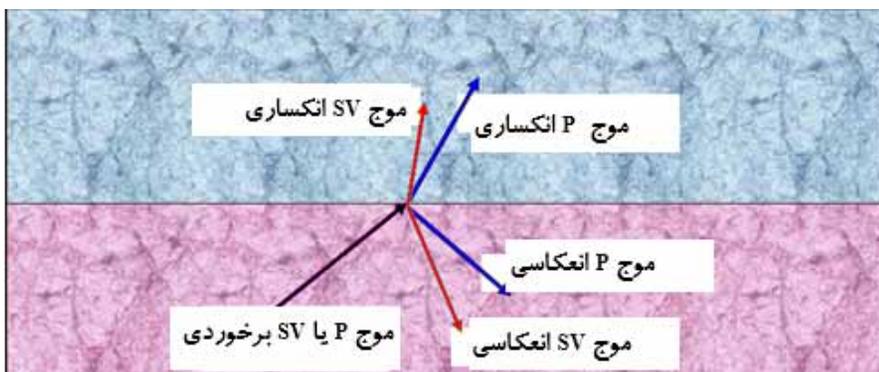
تعیین محل زلزله

انتشار امواج و رکورد زلزله

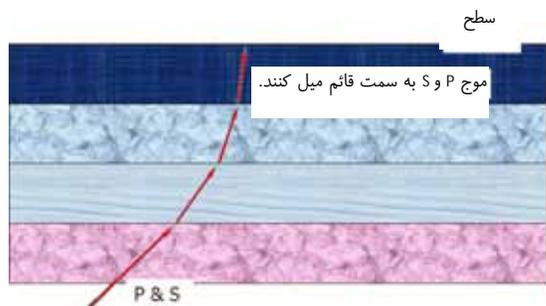
دستگاه‌های ثبت زلزله

انتشار امواج

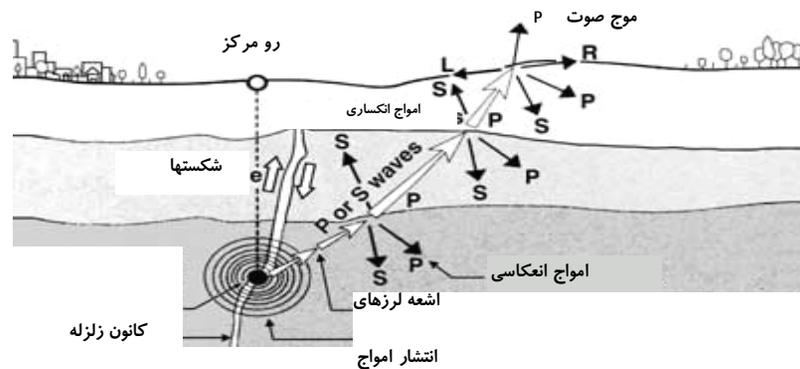
امواج



موج در برخورد با یک لایه متفاوت هم منعکس می‌شود و هم با انکسار وارد محیط جدید می‌شود.



انتقال موج از محیط سخت به محیط نرم‌تر، باعث می‌شود امتداد انتشار عمودی‌تر شود.



انکسار و انتشار امواج لرزه‌ای در درون زمین نسبت به منبع انتشار

- فایل ویدئویی ۲۸_refraction.mov
- ۲۹_refraction.mov
- ۳۰_refraction.mov



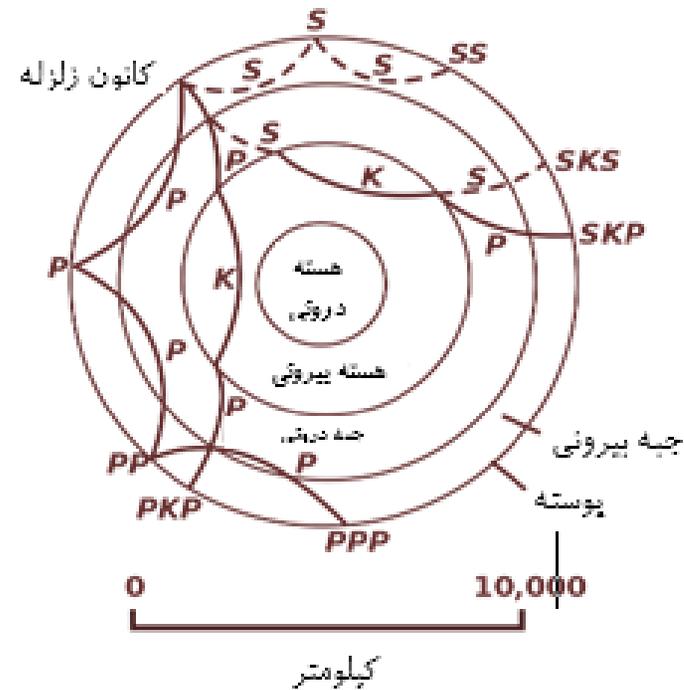
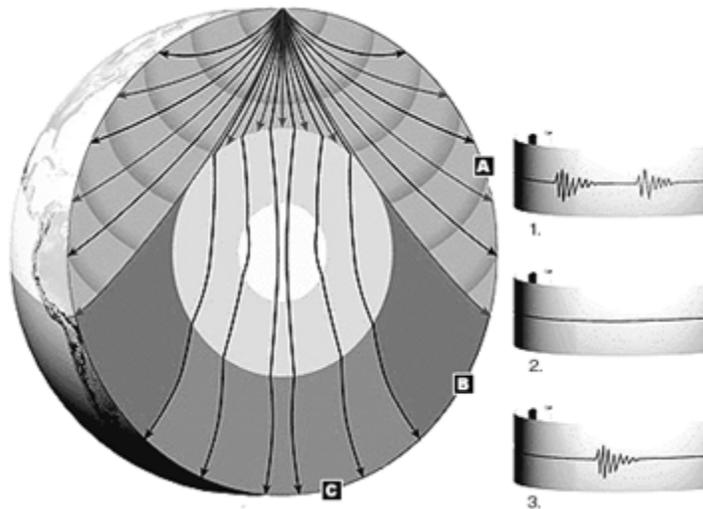
تعیین محل زلزله

انتشار امواج و رکورد زلزله

دستگاه‌های ثبت زلزله

انتشار امواج

امواج



نحوه انتشار امواج در حجم زمین

فایل ویدئویی ۳۱_waves propagation.mov

فایل ویدئویی ۳۲_shadow zones.mov

فایل ویدئویی ۳۳_seismic shadow zone.mov

فایل ویدئویی ۳۴_station seismo network.mov

فایل ویدئویی ۳۵_waves propagation.mov



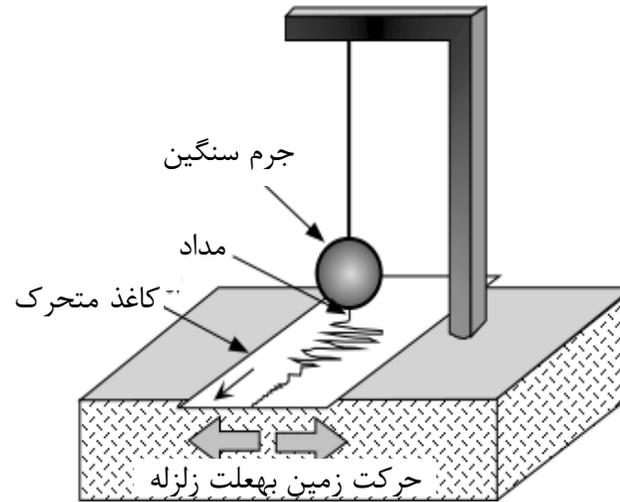
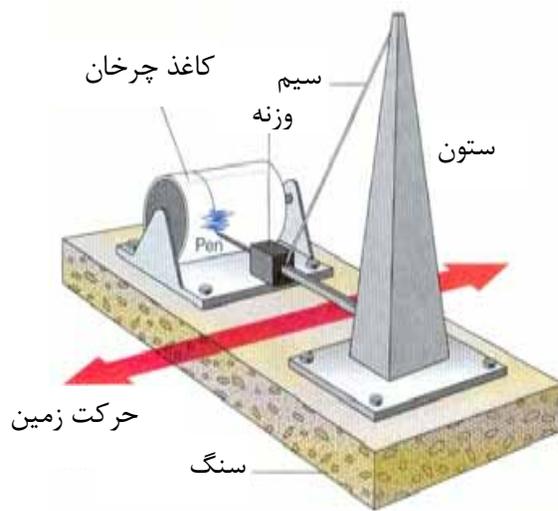
تعیین محل زلزله

انتشار امواج و رکورد زلزله

دستگاه‌های ثبت زلزله

انتشار امواج

امواج



نمونه‌های شماتیک دستگاه‌های لرزه‌نگار

فایل ویدئویی ۳۶_seismograph horiz.mov



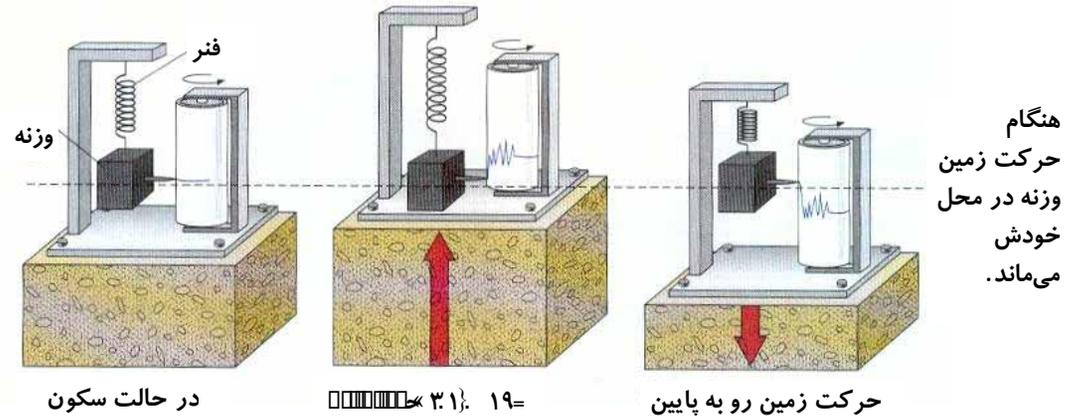
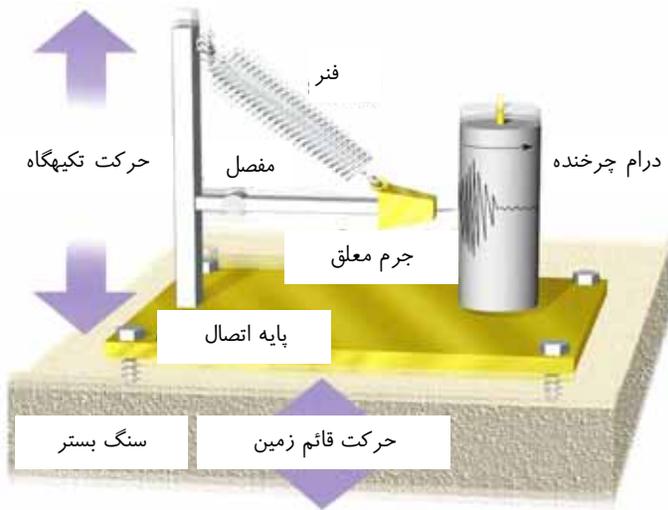
تعیین محل زلزله

انتشار امواج و رکورد زلزله

دستگاه‌های ثبت زلزله

انتشار امواج

امواج



دستگاه‌های ثبت کننده حرکت قائم زمین

فایل ویدئویی ۳۷_Seismograph vert-.mov
 فایل ویدئویی ۳۸_seismograph .mov



مرجع اصلی: **دستنامه مهندسی زلزله (شماره ۳)**



مهندسی زلزله

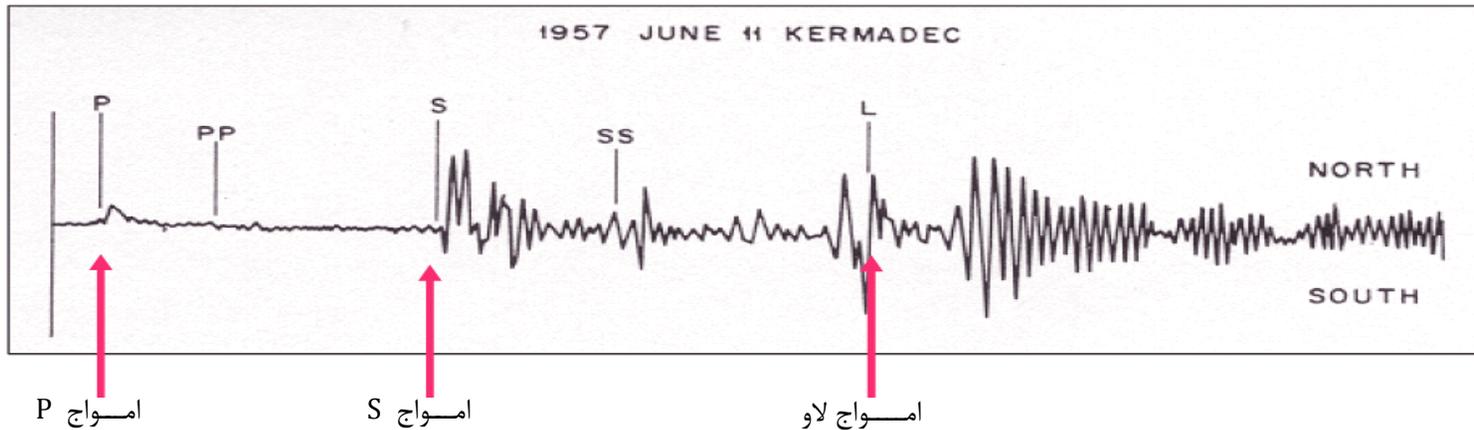
تعیین محل زلزله

انتشار امواج و رکورد زلزله

دستگاه‌های ثبت زلزله

انتشار امواج

امواج



تاریخچه‌ی زمانی حرکت زمین و زمان رسیدن امواج مختلف

فایل ویدئویی 39_time history.mov



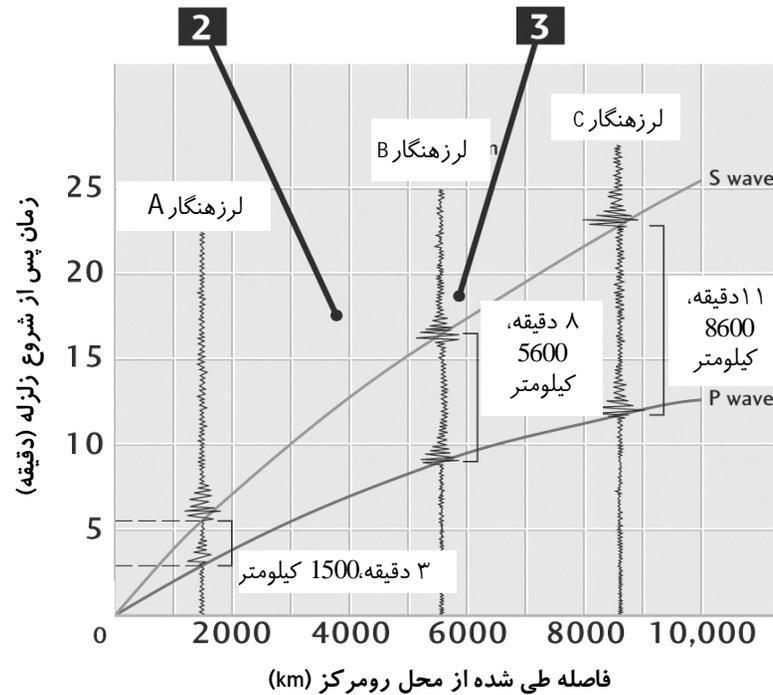
تعیین محل زلزله

انتشار امواج و رکورد زلزله

دستگاه‌های ثبت زلزله

انتشار امواج

امواج



نمودار فاصله زمانی رسیدن امواج P و S بر حسب فاصله تا رو مرکز زلزله

فایل ویدئویی ۴۰_seismogram.mov

فایل ویدئویی ۴۱_locatingEpicenter.mov



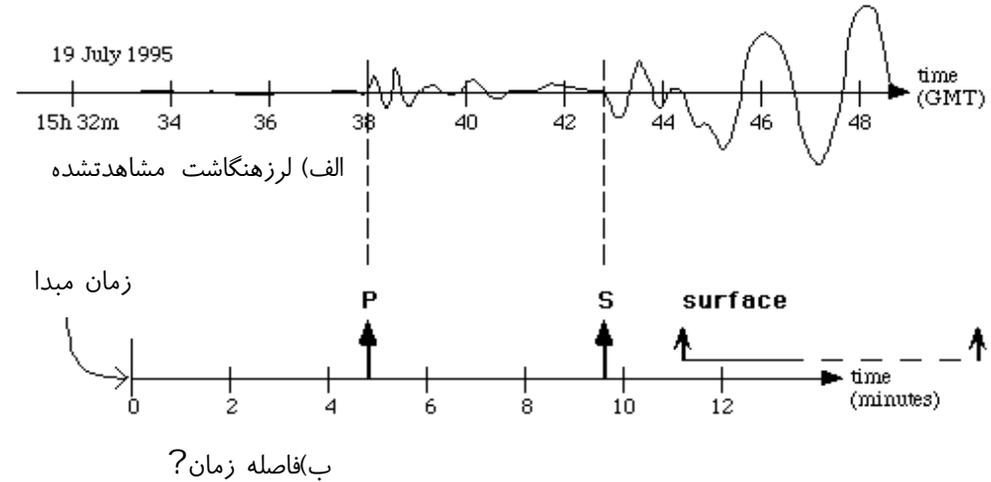
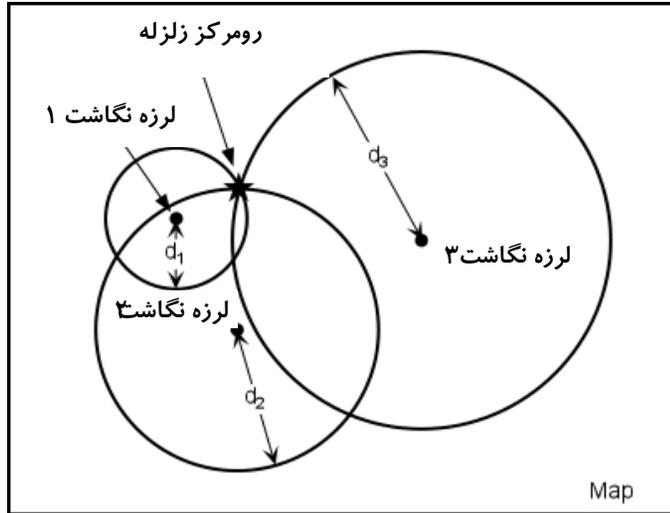
تعیین محل زلزله

انتشار امواج و رکورد زلزله

دستگاه‌های ثبت زلزله

انتشار امواج

امواج



تعیین فاصله زمانی بین دو نوع موج **P** و **S**

تعیین محل وقوع زلزله با استفاده از شتاب نگاشت‌های سه محل

فایل ویدئویی [۴۱_LocatingEpicenter_Butler.mov](#)



مرجع اصلی: **دستنامه مهندسی زلزله (شماره ۳)**



مهندسی زلزله

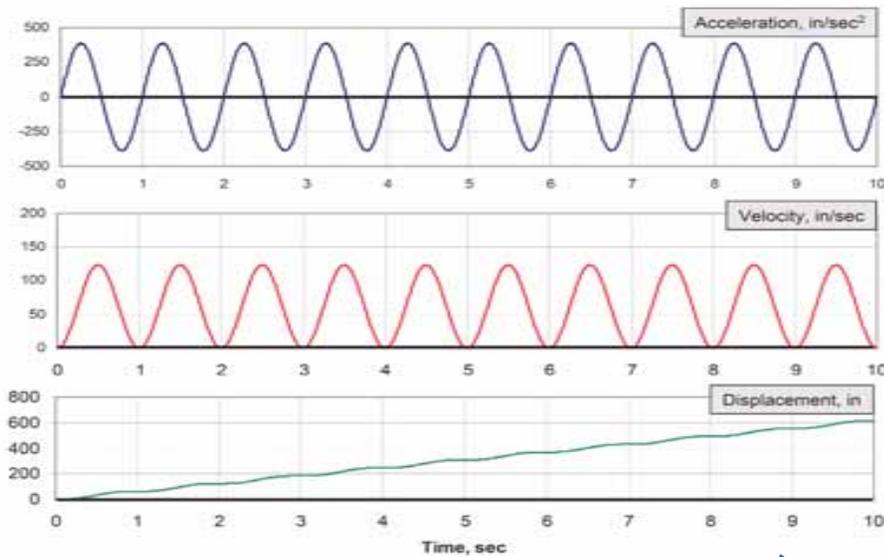
انرژی زلزله

مقیاس سنجش زلزله (بزرگا)

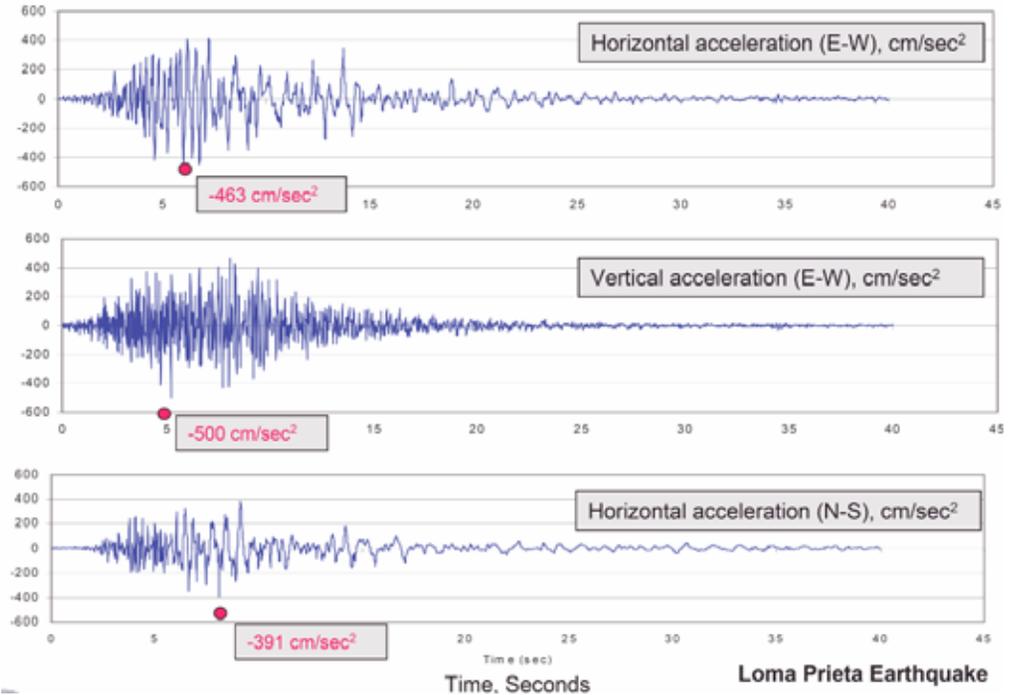
پایگاه داده‌های رکورد زلزله

تعیین محل زلزله

برای دستیابی به رکوردهای زلزله‌ها می‌توان از پایگاه اطلاعاتی **PEER** استفاده کرد. برای نحوه‌ی این کار، فایل ویدئویی **۴۲_Peer ground motion database.flv** را اجرا کنید



تصحیح خط مبنا برای یک حرکت ساده زمین





مرجع اصلی: **دستنامه مهندسی زلزله (شماره ۳)**



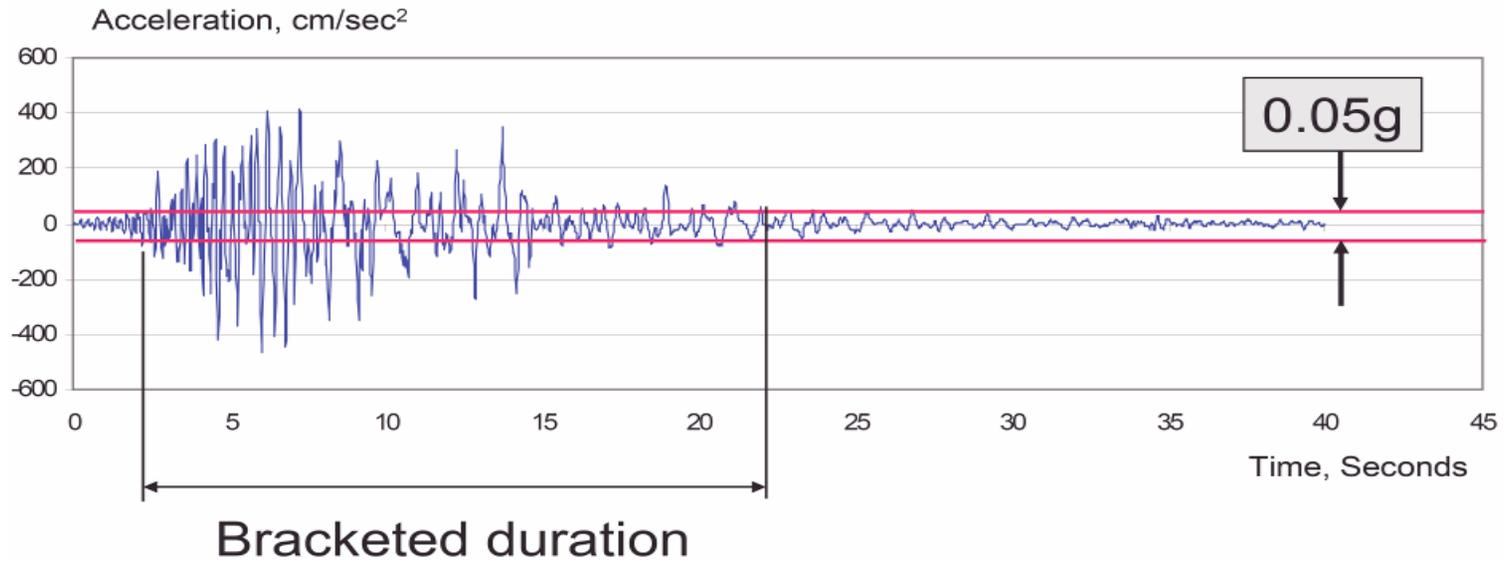
مهندسی زلزله

انرژی زلزله

مقیاس سنجش زلزله (بزرگا)

پایگاه داده‌های رکورد زلزله

تعیین محل زلزله



تعریف مدت تداوم



مرجع اصلی: **دستنامه مهندسی زلزله (شماره ۳)**



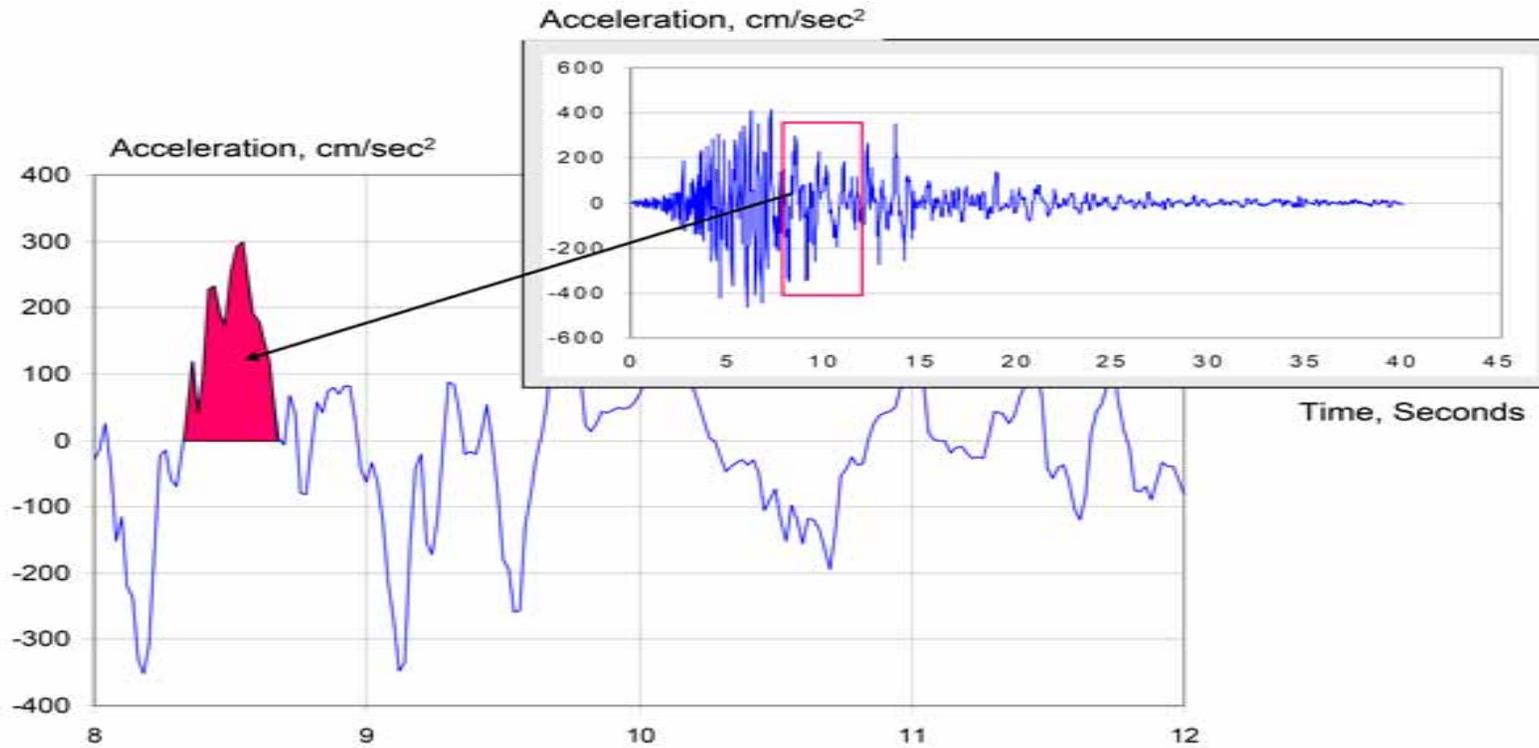
مهندسی زلزله

انرژی زلزله

مقیاس سنجش زلزله (بزرگا)

پایگاه داده‌های رکورد زلزله

تعیین محل زلزله

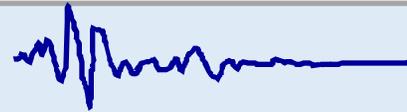


تعریف سرعت قطعه‌ای (سطح زیر یک پالس شتاب)



انواع بزرگا به صورت زیر است:

- بزرگای محلی ریشتر (M_L): لگاریتم جا به جایی لرزه نگار وود- اندرسون که در فاصله ی 100 کیلومتری از رو مرکز زلزله نصب شده است.
- بزرگای موج سطحی (M_s): این بزرگا در مسافت های زیاد پارامتر بهتری است.
- بزرگای موج حجمی (m_b): این بزرگا برای زلزله های عمیق، مناسبتر است.
- بزرگای ممان (گشتاور) (M_w): این بزرگا مرتبط با کار انجام شده است: تنش ضربدر مساحت شکستگی ضربدر مقدار لغزش.



- انرژی کل آزادشده حین یک زلزله اغلب از رابطه‌ی زیر (گوتنبرگ - ریشتر ۱۹۵۶) تعیین می‌شود.

$$\text{Log}E = 11.8 + 1.5 M_S$$

- که در این رابطه E برحسب ارگ است. از این رابطه چنین برداشت می‌شود که افزایش بزرگای به‌اندازه‌ی یک واحد مطابق با ۳۲ برابر افزایش در انرژی زلزله است. بنابراین یک زلزله با بزرگای ۵ تنها انرژی به میزان 0.001 زلزله‌ای با بزرگای ۷ ایجاد می‌کند که نشان‌دهنده‌ی بی‌اثر بودن زلزله‌های کوچک در آزادسازی انرژی کرنشی ذخیره‌شده است.



انرژی زلزله

مقیاس سنجش زلزله (بزرگا)

پایگاه داده‌های رکورد زلزله

تعیین محل زلزله

زلزله معادل	انرژی آزادشده (Million of Ergs)	بزرگای زلزله
۱ پوند مواد منفجره	۶۳۰,۰۰۰	۰
	۲۰,۰۰۰,۰۰۰	۱
۳۰ پوند مواد منفجره	۶۳۰,۰۰۰,۰۰۰	۲
	۲۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۳
۱۰۰۰ پوند مواد منفجره	۶۳۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۴
	۲۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۵
زلزله ی نورث ریج، ۱۹۹۴	۶۳۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۶
زلزله ی لوماپریتا، ۱۹۸۹	۲۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۷
زلزله ی سان فرانسیسکو، ۱۹۰۶	۶۳۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۸
زلزله ی شیلی و آلاسکا، ۱۹۶۰	۲۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۹
مصرف سالانه ی انرژی امریکا	۶۳۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۰

بزرگای زلزله و انرژی معادل



انرژی زلزله

مقیاس سنجش زلزله (بزرگا)

پایگاه داده‌های رکورد زلزله

تعیین محل زلزله

MMI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
RF	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
JMA	I		II	III	IV	V		VI	VII			
MSK	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

مقیاس‌های مقیاس‌های مختلف برای شدت زلزله

فایل ویدئویی ۴۳_magnitude.exe



مهندسی زلزله مرجع اصلی: **دستنامه مهندسی زلزله (شماره ۳)**

fadakbook.ir

فروشگاه اینترنتی



dastnameh.ir



هر دانشنامه ترکیبی از چند دستنامه متوالی است

دوره دستنامه
سازه‌های دریایی



fadakbook.ir

فروشگاه اینترنتی

dastnameh.ir

