

تعریف گسل: سطح نامنظم است که ۲ مجموعه سنگ را از هم جدا کند. گسل نتیجه سستایی و حرکت است که در آن ۲ مجموعه سنگ از هم جدا شده و در آن لغزش درونی شوند.

اختلاف سطح گسل فاصله بین ۲ سطح است. زمین شناسی به جسم پیوسته در آید است

انواع گسل:

- ۱- گسل های جانبی یا امتدادی: لغزش به ایجاد شود در اثر حرکات کششی (thrus)
- ۲- گسل های عمودی: لغزش به ایجاد شود در اثر لغزش در عمق زمین. همان گسل معکوس با شیب کم به نسبت لغزش
- ۳- گسل های عمودی معکوس یا وارونه: به ایجاد شود در اثر حرکات فشاری
- ۴- گسل مورب: گسل مورب: امتداد لغز + معکوس
- ۵- گسل مورب: امتداد لغز + مورب

تولید زلزله در اثر گسل:

۱- انباشته شدن تنش در گسل تا حد امکان

۲- لغزش در طول گسل

۳- ایجاد یک جفت نیروی کششی و فشاری

۴- رها شدن انرژی گسل

$$M_0 = G \cdot A \cdot d$$

G مدول برش، A سطح گسل، d عمق گسل، A حجم گسل هنگام زلزله

تعریف گسل فعال: گسل فعال است که در طی چند هزار سال گذشته حرکت نموده و در آینده هم حرکت خواهند کرد.

شناسایی گسل فعال با بررسی ردی های و حوض زمین شناسی انجام می گیرد. در نمونه های گسل نظیر سد یا نیروگاه آتمی

گسل فعالی باید شناسایی و در کلان خطر آفریننده شوند.

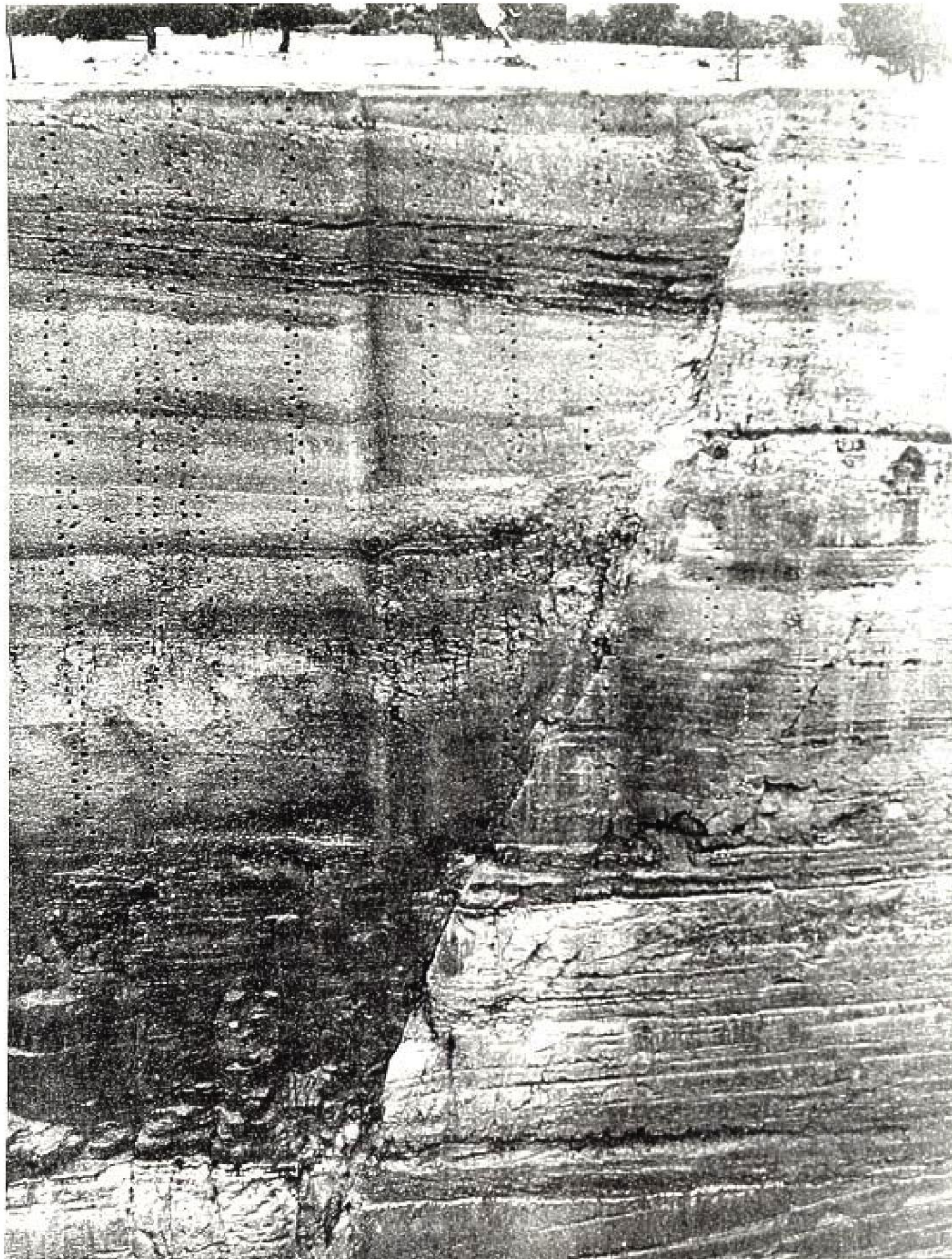
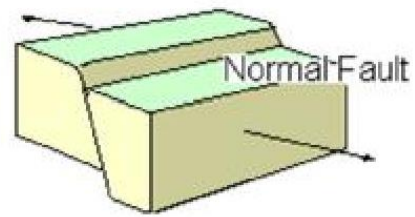
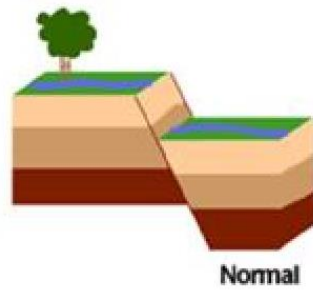


Figure 1-6. Normal fault at the Corinth Canal, Greece.
(Photo courtesy of L. Weiss.)

1. THE NATURE OF EARTHQUAKE GROUND MOTION

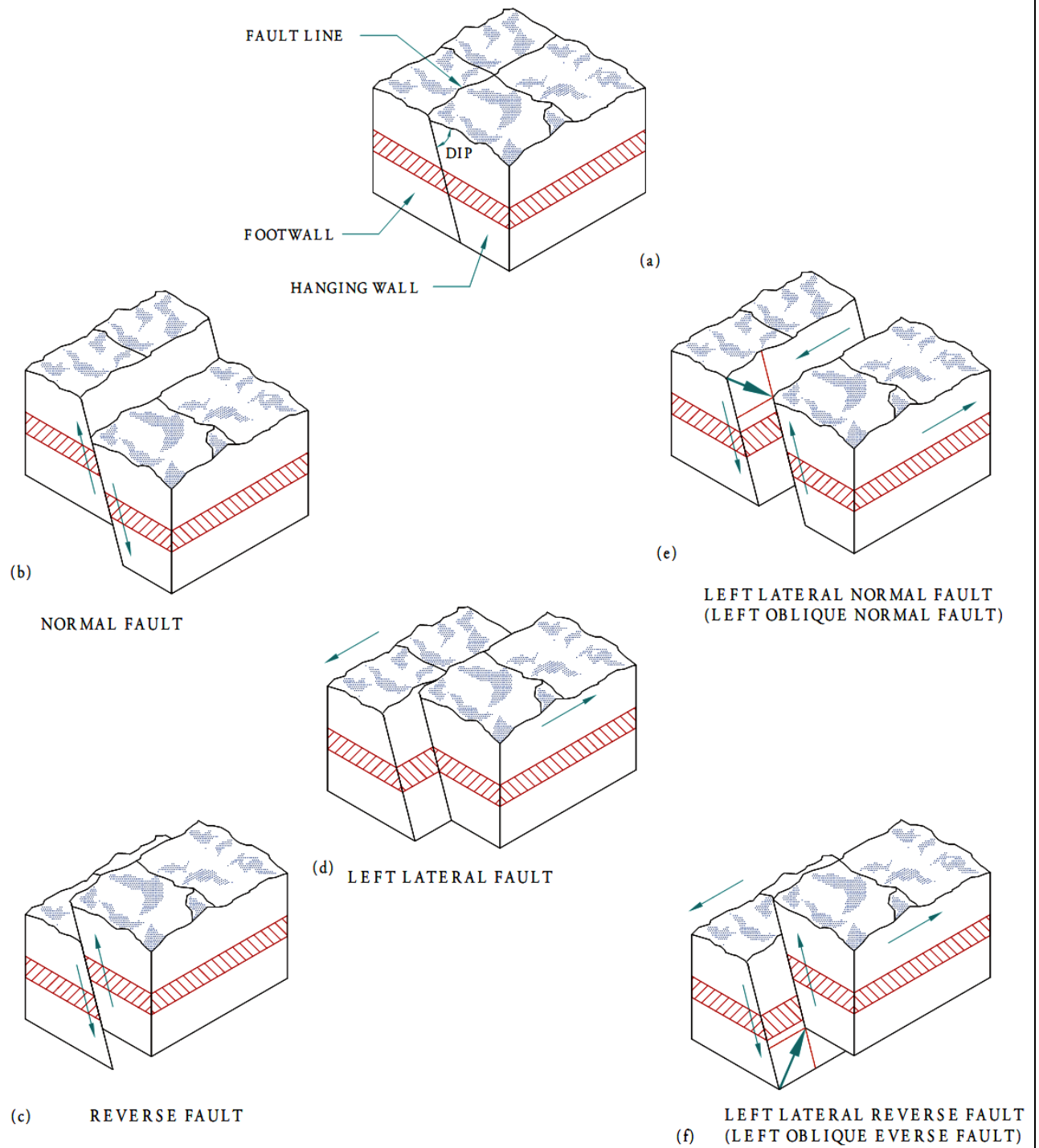
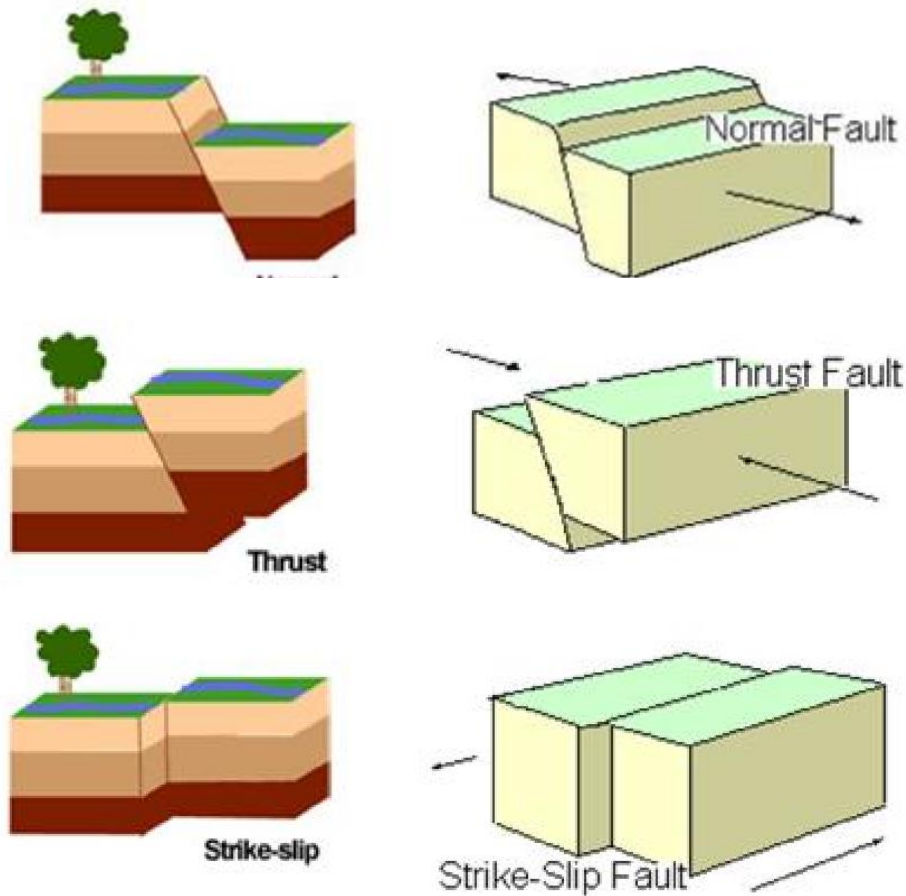


Figure 1-10. Diagrammatic sketches of fault types



Sec. 2.5 Elastic Rebound Theory

39

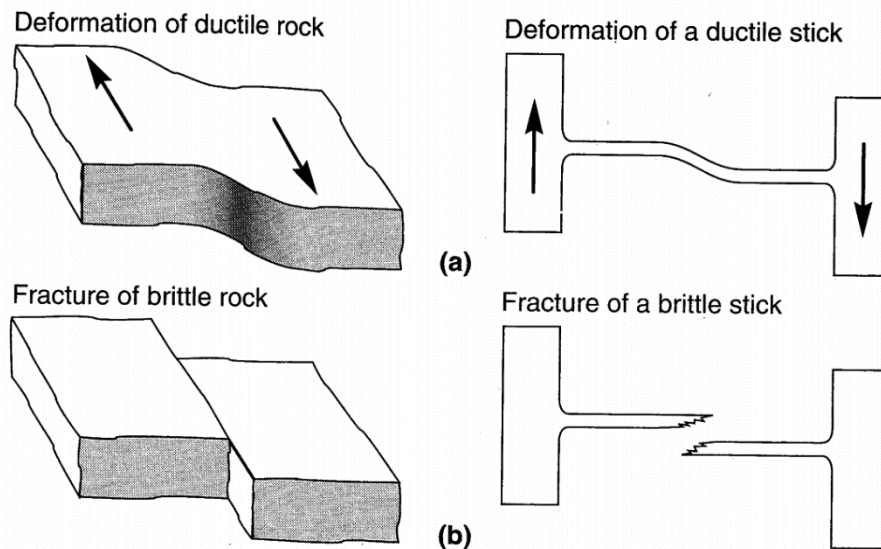


Figure 2.22 Elastic rebound theory of earthquakes. In (a) the slow deformation of rock in the vicinity of a plate boundary results in a buildup of strain energy in the rock in the same way that strain energy builds up in a ductile stick deformed as shown on the right. If the strength of the rock is exceeded, it will rupture, releasing strain energy in the form of vibrations, much as the energy in the stick would be released when the stick breaks. After the earthquake, the rock is displaced from its original position. The total relative displacement of the plates is the sum of the slip displacement at the fault and possible displacements due to warping distortion of the edges of the plates near the fault. (After Foster, R.J., *General Geology*, 5/e, © 1988. Adapted by permission of Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

✓ روت متوسط کس می بین اندر مایه و ناگهی ۱۰۶۳ ساخته قد سال است

✓ انوار بی بی زلمه ۳ مرتبہ شیخ (دعوتِ اہلبیت) ۱۰۰ سالہ

۵) حایه صبیح حاصل از نوزاد در کد ۴ بنویسید. آنگاه تغییراتی که در اصطلاحات آن ذکر شده است را در کدهای ۱ تا ۳ بنویسید.

کانون نر نر لہر

عموماً در منطق حکایتی مرتبه اول پوسته قرار دارد ولی در نودال با مفسر این اصطلاح 300، 400 و 700 گفته می شود.

[illegible]

زنگنه های عمومی در مجلی کورال و والی ایالتی رخ می افتد

15 قانون معیاریں درج ذیل :

بہ جود ملک یہ کسمل عذاب (کسمل مولانا اصلہ) شہداء 500 کسمل محمد علی از کسمل فرعی العار الوصلہ کسمل

[illegible]

و این ترتیب دهفام آب زمزمه اغلب نام از طعمه گل شکسته نمائید و بعد تخم کاس از سر تا ته بکوبید و خانه

تسلیم شد و بعد از آن در محراب سجده کرد و گفت: یا خداوند منم که تو را خدای خود می دانم و تو مرا می شناسی.

ایک اور صورت

✓ نکته: یک سال با استرداد از 4 سال فرقه شمس مشهور.

۲ اصل دستور، ۱

1. فصل

محمد علي

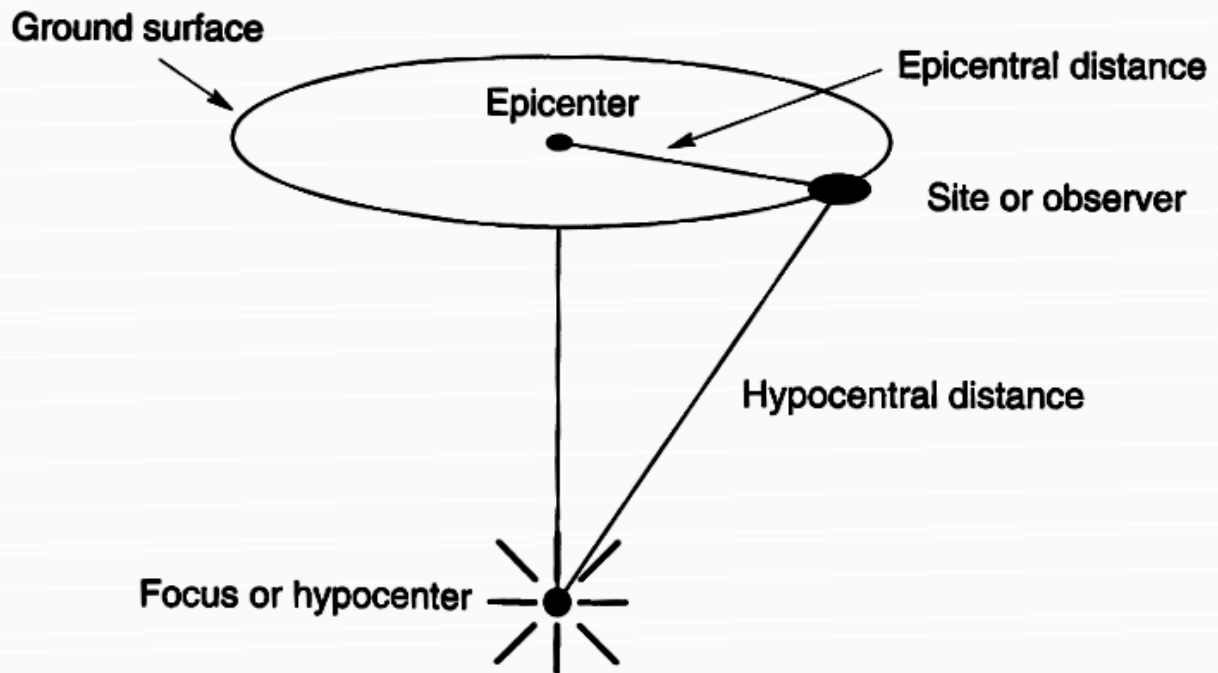


Figure 2.25 Notation for description of earthquake location.

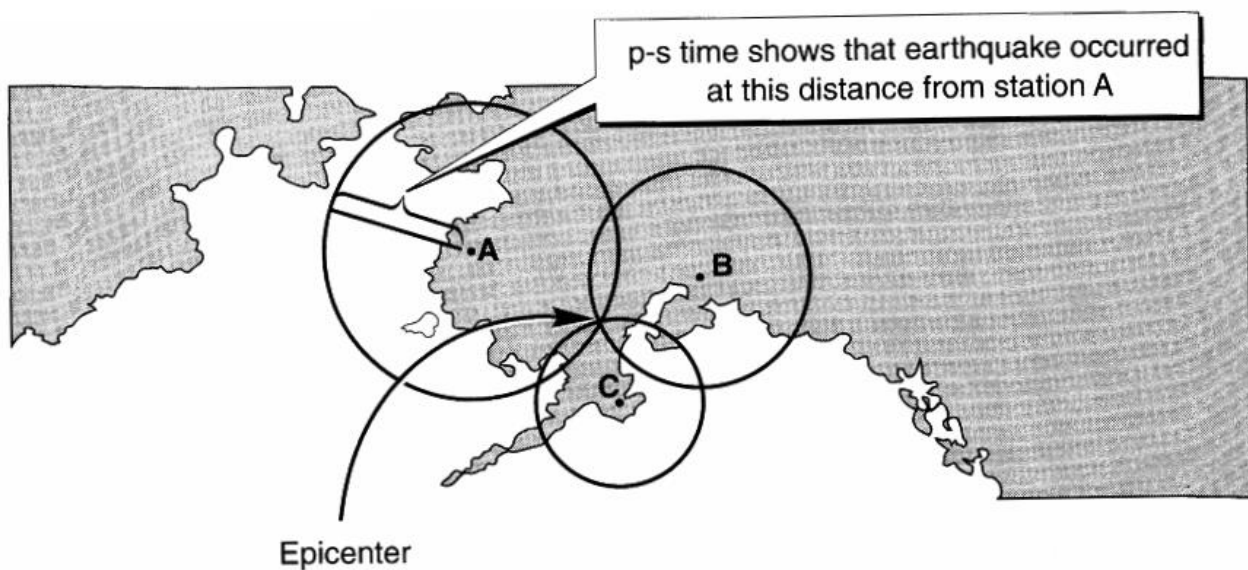


Figure 2.26 Preliminary location of epicenter from differential wave-arrival-time measurements at seismographs A, B, and C. Most likely epicentral location is at the intersection of the three circles. (After Foster, R.J., *General Geology*, 5/e, © 1988. Adapted by permission of Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.)

کانون و مرکز زلزله: نحوه انتشار امواج زلزله ای به گونه ای است که گویی از یک مرکز واحد ساطع شده اند این مرکز را کانون زلزله می نامند و تقویر آن بر روی سطح زمین مرکز زلزله نامیده می شود. فاصله کانون و مرکز

فاصله کانونی زلزله نامیده می شود که نام دیگر آن محق زلزله است. کانون زلزله Hypocentre

5 **epicentre** مرکز زلزله فاصله کانونی و مرکز زلزله است. فاصله کانونی مرکز زلزله

focal depth مرکز زلزله فاصله آن است که جابجایی گسل آغاز شده و امواج آنجا پدید می آید. محقق کانونی **زلزله های سطحی:** عمق کمتر از ۷۰ کیلومتر زلزله های قاره ای

زلزله های عمیق: عمق بین ۳۰۰ تا ۷۰۰ کیلومتر زلزله های دریایی (مثلاً درگودال های اقیانوس)

10 **یوسه (Crust)** آماق است ۵۰ کیلومتر، جاده و سخت

لخته کره: (Lithosphere) شامل یوسه + نیمه لخته فوقانی گوشته

مناب کره: (Asthenosphere) نیمه نرم شده و خمیری گوشته است.

15 **امواج زلزله:**

۱- **امواج عمیق (Body wave)** امواج P و S
$$v_p = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\rho(1+\nu)(1-2\nu)}}$$

۲- **امواج سطحی (Surface-wave)** امواج ریلی و لاولو

20 **سرعت امواج P از S بیشتر است.**
$$v_s = \sqrt{\frac{E}{2(1+\nu)\rho}} \quad \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

مرکزی و

تعیین فاصله زلزله: دقت شود که در این حالت فاصله مرکز زلزله محاسب می شود. پس d فاصله مرکزی است.



دقت شود که دامنه امواج S از P بیشتر است.

25
$$v_p = \frac{d}{t_1} \Rightarrow d = v_p t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{d}{v_p}$$

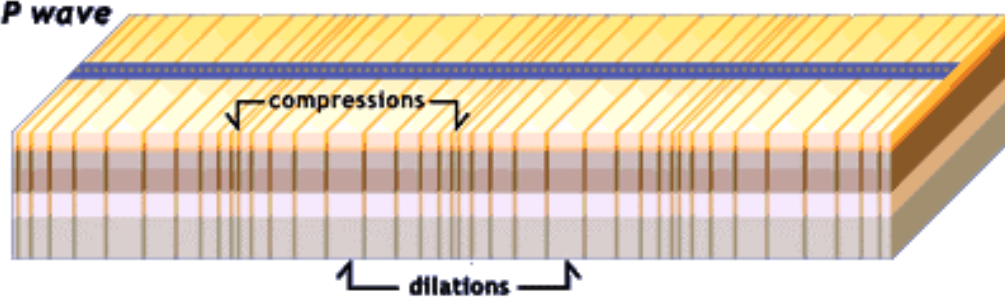
$$t_2 - t_1 = d \left(\frac{1}{v_s} - \frac{1}{v_p} \right)$$

$$v_s = \frac{d}{t_2} \Rightarrow d = v_s t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{d}{v_s}$$

$$d = \frac{t_2 - t_1}{\frac{1}{v_s} - \frac{1}{v_p}}$$

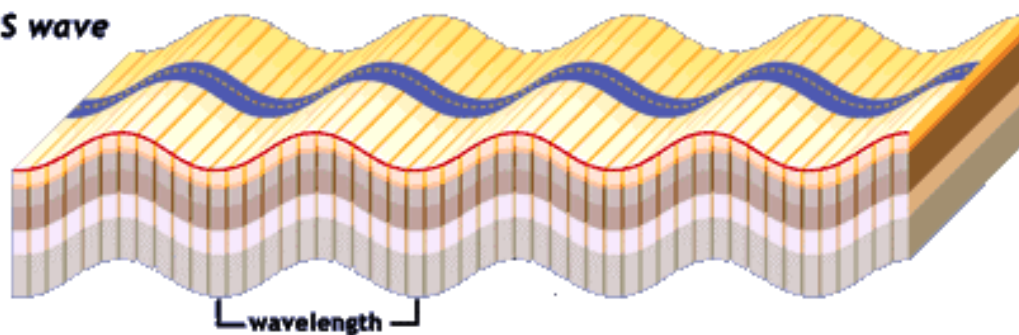
30 برای محق زلزله نیازمند چهار لرزه نگار و برای مرکز زلزله سه لرزه نگار نیاز است. در عمل برای تعیین دقیق کانون زلزله نیازمند یک محل سه جبری برای انتشار امواج لرزه ای و روشن های عدسی بچینه سازی هستیم که دقت عملیاتی به میزان دقت محل، روشن بچینه سازی و تعداد لرزه نگار موجود بستگی دارد.

P wave

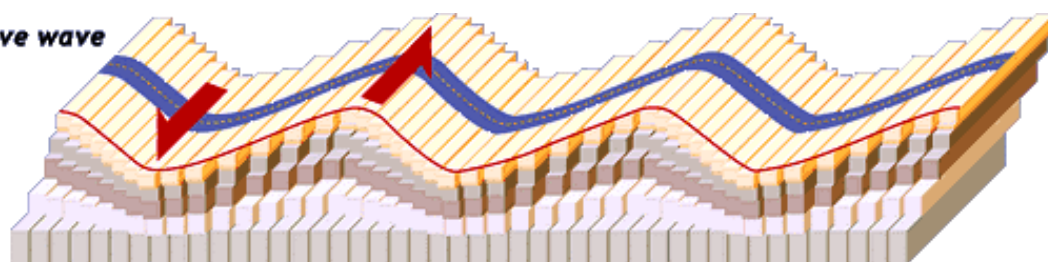


wave direction

S wave

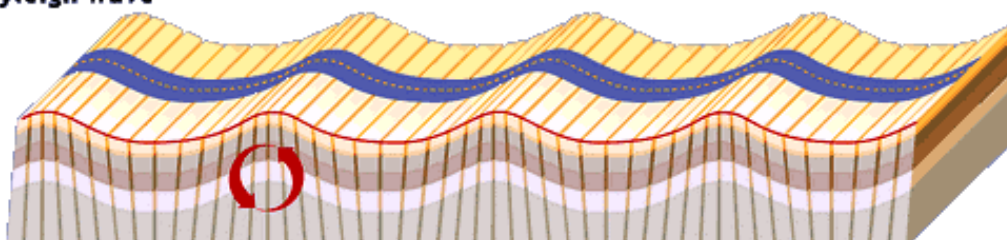


Love wave



wave direction

Rayleigh wave



شهرت زلزله یا مقیاس مرکالی: در سال 1902 توسط Mercalli پیشنهاد شد و در سال 1951 توسط Neumann اصلاح گردید. این طبقه بندی در 12 طبقه زلزله ها را از نظر شدت و قدرت تخریب طبقه بندی می کند.

5 III آسیب ساختمان های حتی ر آجری
X اعدام قاب های خمشی و ساختمان های قاب بندی
IX اعدام ساختمان های آجری
XI تعلق لوله کتی ها و خطوط راه آهن

خطوط هم لرزه: مجموعه نقاطی که شیب زلزله مرکزی در آنها با هم برابر است.

تأیید شدت زلزله:

1- وابسته به تغییرات خاص و استدلال فردی است.

2- وابسته به رفتار نسبی است.

3- در صورت های باه نیز مندر وجود داشته می باشد.

4- ارتباط مستقیم با پارامتر شتاب زلزله ندارد.

اندازه های مقیاس مرکالی:

1- سادگی بودن ابزار بودن

2- توصیف مناسب از عمل زلزله ای ساده

3- ترکیب خطوط هم لرزه که منبای می به انرژی آزاد شده است.

بزرگی زلزله: M (Magnitude): مناسب برای زلزله های کم بلوک سطحی: فاصله تا مرکز سطحی کمتر از 600km
ارتباط قوی با میزان انرژی آزاد شده دارد و انرژی متناسب با دانه حرکت ثبت شده توسط دستگاه لرزه نگار است.

$M_L = \log A$ A دانه حرکت لرزه نگار و $\log$ آندرسون در فاصله 100km از مرکز زلزله برحسب میلر

$M_L = \log A - \log A_0$ A در فاصله دلخواه

A_0 برای زلزله استاندارد برای مقیاس داده موجود به صفحه 52

کتاب دکترا بوش پور بهرین

شدت زلزله در مقیاس مرکالی اصلاح شده

نشانه	شدت	توصیف
I	غیرقابل احساس	تنها توسط دستگاه های لرزه نگار قابل ثبت است و امکان احساس آن توسط مردم وجود ندارد.
II	بسیار ضعیف	تنها توسط افرادی که در طبقات فوقانی ساختمان هستند یا در حالت دراز کشیده قرار دارند قابل احساس است.
III	ضعیف	در داخل ساختمان قابل احساس است. اشیای معلق (نظیر لوستر) تکان می خورند. شدت ارتعاش نظیر زمانی است که یک کامیون سبک از معبر مجاور ساختمان عبور می کند.
IV	ضعیف تا ملایم	شدت ارتعاش نظیر زمانی است که یک کامیون سنگین از معبر مجاور ساختمان عبور می کند. خودروهای متوقف اندکی مرتعش می شوند. درب ها، پنجره ها و ظروف داخل قفسه ها به صدا در می آیند.
V	ملایم	افراد خارج از ساختمان زلزله را احساس می کنند و افرادی که خواب هستند بیدار می شوند. مایعات داخل ظروف و محفظه ها (نظیر آکواریم) به تلاطم می افتند. درب ها باز و بسته می شوند. اشیای کوچک جابجا شده یا می افتند.
VI	متوسط	همه انسان ها در هر موقعیتی آن را احساس می کنند. خیلی ها دچار ترس و اضطراب می شوند. ممکن است برای برخی تعادل در ایستادن مشکل شود. قاب عکس ها از دیوار می افتند. برخی اثاثیه منزل جابجا شده یا سقوط می کنند. دیوارهای گچی و آجری ضعیف ترک می خورند. برگ درختان تکان می خورد.
VII	متوسط تا قوی	ایستادن به سختی میسر است. رانندگان خودرو زلزله را احساس می کنند. اشیای معلق به شدت نوسان می کنند. آسیب به دیوارهای آجری بیشتر است. دودکش های ضعیف شکسته و سقوط می کنند. قطعات سست گچی، آجری، سنگی از دیوارها یا سقف ها جدا شده و سقوط می کنند. ناپایداری هایی در شیب های ماسه ای یا گراولی ایجاد می گردد. کانال های بتنی انتقال آب آسیب می بینند.
VIII	قوی	ساختمان های بنایی آسیب می بینند و برخی قسمت ها ریزش می کنند. برخی ساختمان های بتنی که برای زلزله طراحی نشده اند دچار آسیب می شوند. برخی دیوارهای آجری واژگون می شوند. سازه هایی که به پی متصل نشده اند جابجا می شوند. دیوارهای پتلی سست به بیرون پرتاب می شوند. برخی شاخه های درختان شکسته می شود. ترک هایی در زمین های مرطوب و شیب های تند ایجاد می شود.
IX	نسبتا شدید	ترس همگانی در جامعه ایجاد می شود. ساختمان های بنایی ضعیف تخریب می شوند. ساختمان های بنایی معمولی آسیب جدی می بینند و برخی از آنها فرو می ریزند. برخی از سازه های بتنی آسیب جدی می بینند. منابع آب و خطوط لوله آسیب جدی می بینند. در سطح زمین ترک های آشکاری ایجاد می گردد. رخداد روانگرایی محتمل است.
X	شدید	تقریبا تمامی انواع سازه های بنایی فرو می ریزند. بسیاری از ساختمان های با کیفیت و پلها تخریب شده یا دچار آسیب جدی می شوند. آسیب جدی به سدها و شیروانی های خاکی دور از انتظار نیست. زمین لغزش های بزرگ و روانگرایی رخ می دهند. خطوط ریلی

		اندکی دچار انحنای می شوند.
XI	بسیار شدید	تنها اندکی از ساختمان ها پابرجا می مانند. خطوط ریلی به شدت انحنای می یابند. لوله های مدفون آسیب جدی می بینند و غیرقابل استفاده می شوند.
XI	ویرانی کامل	آسیب به قدری جدی است که تقریباً هیچ سازه ای پابرجا نمی ماند و اشیاء به هوا پرتاب می شوند. اثر امواج روی زمین دیده می شود.

پریود دستگاه دود اندر سون 0.8s است و به همین دلیل مناسب برای زلزله های خیلی کم مقادیر است.
 زلزله های سطحی با فاصله مرکز سطحی کمتر از 600 km دارای این ویژگی هستند.

5 **زرنگی موج سطحی (M_s)** در این حالت از لرزه نگارهای پرتاب (مثلاً $T=20s$) استفاده می شود. مقادیر آن
 بر پایه دانه موج سطحی است که پریود تقریبی آن 20 ثانیه است. مقادیر برای زلزله های سطحی
 بزرگ و کم عمق (کمتر از 70 km) در فواصل نسبتاً دور از مرکز سطحی (بیشتر از 1000 کیلومتر)

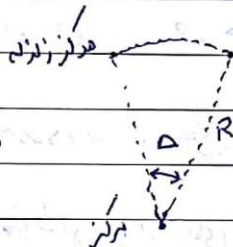
10 $M_s = \log A + 1.66 \log \Delta + 2.0$ A : دانه دایکاتی لرزه نگار (mm)

Δ : زاویه بین مرکز زلزله و لرزه نگار نسبت به مرکز زمین (°) $M_s = \log \frac{A}{T} + 1.66 \log \Delta + 3.3$

T : پریود موج سطحی $\log 20 = 1.30$

15 $M_s = 6.88$ $T = 20s$ 1000 km فاصله $A = 2 \text{ mm}$ مثال:

$R = 6370 \text{ km}$



20 **زرنگی موج جیبی**: برای زلزله های با کانون عمیق مناسب است که امواج سطحی حاصله ناچندان است. بر پایه چند شکل اول
 امواج M است که چندان تحت اثر عمق کانونی قرار نگرفته باشد.

$M_b = \log A - \log T + 0.01 \Delta + 5.9$ A : دانه موج P و T پریود موج P معمولاً یک ثانیه

15 $M_w = \frac{\log M_0}{1.5} - 10.7$ M_b و M_L در 7 تا 6 ریشه اشباع می شوند

M_s در 8 ریشه اشباع می شود

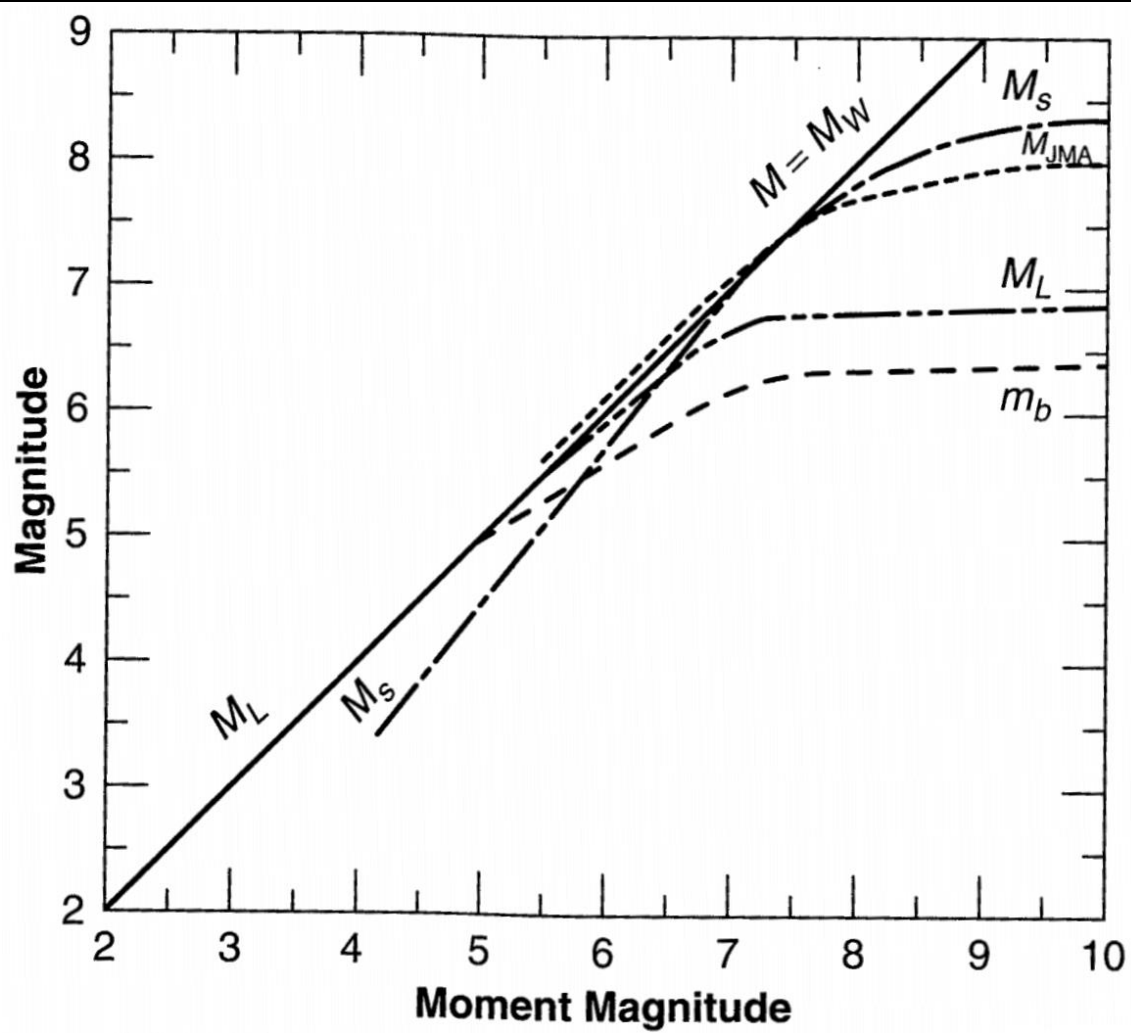
M_w اشباع نمی شود

M_0 : گشتاور زلزله بر حسب dyne.cm دین-سانتی متر دقیقاً در این تلفظ می شود.

0 دیتا سود که تحت تأثیر همان زیاد امواج P دچار سست و بازتاب می شوند ممکن است دانه آنها اندک باشد
 و یا اصلاح شود. بنابراین مقادیر مرتباً به همان چند شکل اول است.

Parsian $10.7 + M_w = \frac{\log M_0}{1.5} \Rightarrow \log M_0 = 1.5(10.7 + M_w)$

$M_0 = 10^{1.5(10.7 + M_w)}$



$\log E = 4.5 + 1.5 M_L$ (1956) گوتنبرگ-ریسٹر انرژی آزاد شده

$\log E = 11.8 + 1.5 M_s$ (1956) " " Erg E: انرژی بر حسب

1 dyne = 10^{-5} N 1 Erg = 7.5×10^{-8} ft-lb

1 Erg = 10^{-7} J $(7.38 \times 10^{-8}$ ft-lb)

5 ادمه افزایش M معادل 10^5 برابر افزایش انرژی است. مثال $M=10$ معادل صرف انرژی ساینده (بالای میده است) که به صفتی 55 کتاب تابش نور مراجعه شود.

$I = 8.16 + 1.45 M_L - 2.46 \ln(r)$ (Estevo, 1964) رابطه شدت و بزرگی

$M_L = 6 ; r = 50 \text{ km} \quad I = 7$
 $M_L = 6 ; r = 10 \text{ km} \quad I = 11$
 r: فاصله از مرکز زلزله بر حسب (km)

روابط کاهش دگی (Attenuation Relationship)

انواع زلزله از قانون زلزله در تمام جهات انتشار یافته و مسافتی شوند. میزان این احتمال بسته به داده،

1. توزیع صدای انرژی 2. خاصیت میرایی محیط انتشار موج
 $E = \frac{E_0}{4\pi R^2}$

15 E: مقدار انرژی در واحد سطح در نقطه ای به فاصله R از کانون زلزله

روابط کاهش دگی ارتباط بین پارامترهای حرکت و بزرگی و فاصله زلزله هستند.

$\ln Y = C_1 + C_2 M + C_3 M^4 + C_5 \ln [R + C_6 \exp(C_7 M)] + C_8 R + f(\text{source}) + f(\text{site})$

20 اثر حاشیه اثر منبع اثر فاصله اثر مسافت فاصله و بزرگی اثر بزرگی توزیع Lognorm

$\sigma_{\ln Y} = C_9$

رابطه Campbell, 1981

$\ln(\text{PHA}(g)) = -4.141 + 0.868 M - 1.09 \ln [R + 0.0606 \exp(0.7 M)]$ 25

$\sigma_{\ln \text{PHA}} = 0.37$ 5 < M < 7.7 بزرگی زلزله (ریسٹر)

فاصله محل تأسیسات گسل (تدریج ترین فاصله) 0 < R < 50 km

30 R = 5 km PHA = 0.045 g (?)
 M = 6

رابطه Esteva & Villaverde در سال 1973

Parsian

$a = \frac{5600 e^{(0.8 M)}}{(R+40)^2} \text{ (cm/s}^2\text{)} ; v = \frac{32 e^M}{(R+25)^{1.7}} \text{ (cm/s)}$

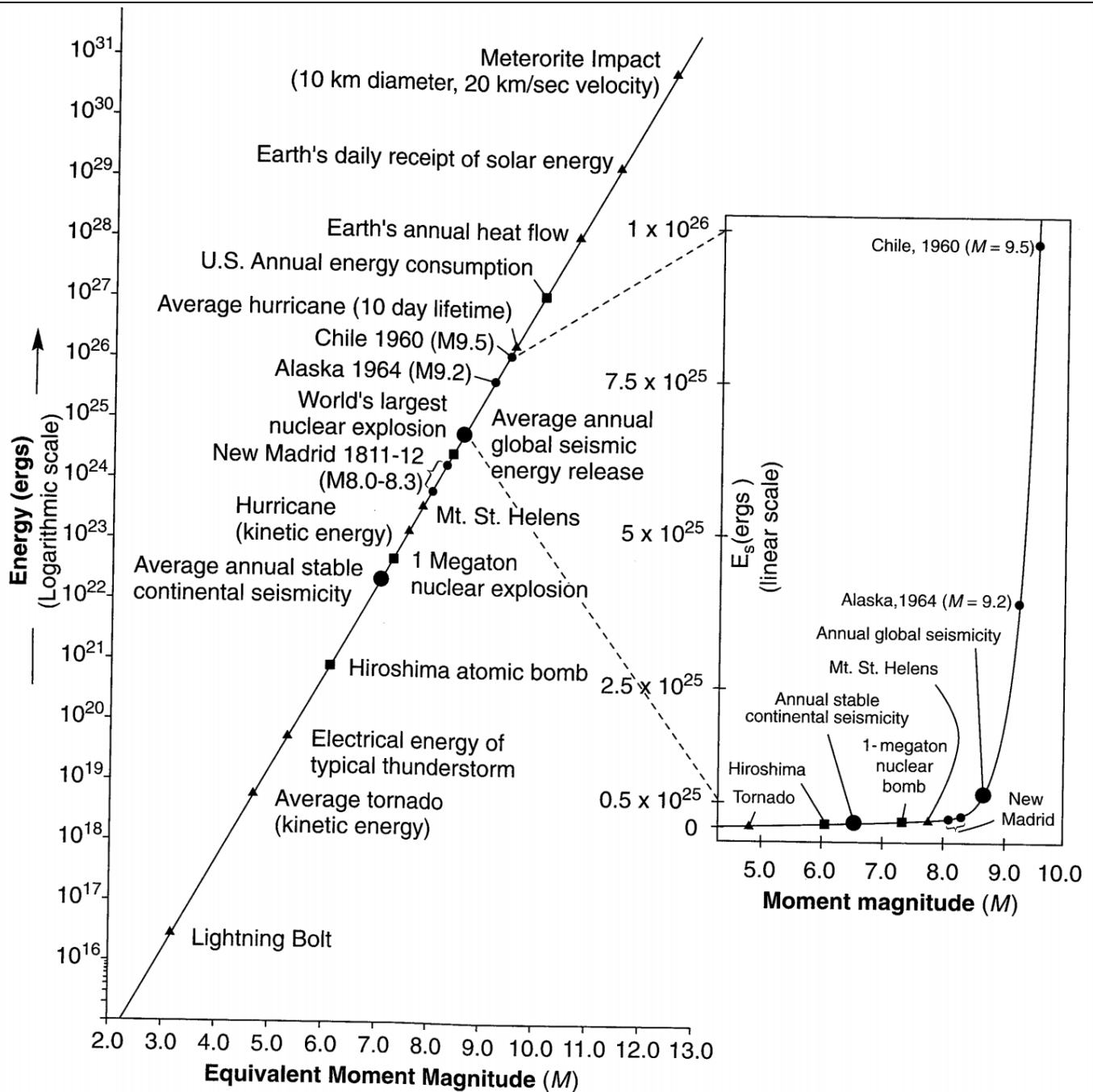


Figure 2.31 Relative energy of various natural and human-made phenomena. (After Johnston, 1990. Reprinted by permission of USGS.)

$$A = 1 \text{ cm} = 10 \text{ mm} = 10^4 \mu\text{m}$$

بزرگاری: مثال در فاصله $r = 100 \text{ km}$ داریم

$$M_L = \log_{10} 10^4 = 4 \log_{10} 10 = 4 \Rightarrow M_L = 4 \text{ ریشتر}$$

$$A = 2 \text{ mm} \quad r = 1000 \text{ km} \quad T = 20 \text{ sec} \quad R = 6370 \text{ km} \quad \text{بزرگاری: اوج سطحی}$$

$$M_S = \log(2 \times 10^3) + 1.66 \log(\Delta) + 2.0$$

$$\Delta(\text{rad}) = \frac{1000}{6370} = 0.157 \text{ rad} = \frac{0.157 \times 180}{\pi} = 8.99^\circ$$

$$M_S = \log 2000 + 1.66 \log(8.99) + 2.0 = 3.30 + 1.58 + 2.0 = 6.88$$

$$M_S = 6.88$$

$$M_S = \log\left(\frac{2000}{20}\right) + 1.66 \log(8.99) + 3.3 = 6.88$$

$$M_w = \frac{\log M_0}{1.5} - 10.7$$

M_0 (dyne.cm)

بزرگاری: شتاب و زلزله

$$1.5 \times (M_w + 10.7) = \log M_0 \Rightarrow M_0 = 10^{1.5(M_w + 10.7)}$$

$$M_w = 6 \Rightarrow M_0 = 10^{25.05} = 1.122 \times 10^{25} \text{ dyne.cm} = 1.12 \times 10^{18} \text{ J} \quad \text{مثال}$$

$$M_w = 7 \Rightarrow M_0 = 10^{26.55} = 3.55 \times 10^{26} = 3.55 \times 10^{19} \text{ J} \quad \text{dyne.cm}$$

$$\frac{M_0^{(2)}}{M_0^{(1)}} = 31.6 = 10^{1.5} \quad \text{1 واحد انرژی بزرگاری شتاب در معادل 32 برابر شدن انرژی آزاد شده است.}$$

$$\text{حالت دیگر رابطه فوق:} \quad \log M_0 = 1.5 M_w + 16.05$$

سؤال از رابطه Campbell 1981

$$\ln(PHA(g)) = -4.141 + 0.868(6) - 1.09 \ln[5 + 0.0606 \exp(0.7 \times 6)]$$

$$\ln(PHA(g)) = -1.33 \Rightarrow PHA = 0.264(g)$$

5

با احتمال 50 مقدار شتاب 0.264g است.

$$\ln(PHA) + \sigma_{\ln(PHA)} = -1.33 + 0.37 = -0.96$$

$$PHA = 0.383g \quad \text{و بزرگتر نخواهد بود} \quad \text{مقدار شتاب از 84.1}$$

10

سؤال از رابطه Campbell & Bozorgnia

$$M_w = 6.5 ; R = 5 km$$

$$F = 0 ; SSR = 0 ; SHR = 0 \quad \text{با فرض گسل استاندارد لغزشی سبابت آفرینی:}$$

15

$$\ln(PHA) = -0.841 \quad PHA = 0.431g$$

$$\sigma_{\ln(PHA)} = 0.889 - 0.0691 \times 6.5 = 0.440$$

$$PHA(84.1\%) = 0.670g$$

20

$$M_w = 6.5 ; R = 5 km \quad \text{با فرض گسل استاندارد لغزشی سنگ نرم:}$$

$$F = 0 ; SSR = 1 ; SHR = 0$$

$$\ln(PHA) = -0.676 \Rightarrow PHA = 0.508g$$

25

$$\ln(PHA) \Rightarrow 0.452g = PHA \quad \text{با فرض گسل استاندارد لغزشی سنگ نفی:}$$

30

$$R(\text{km}) \leq 60 \text{ km}$$

رابطه Campbell & Bozorgnia سال 1994

$$\ln PHA(\text{gals}) = -3.512 + 0.904 M_w - 1.328 \ln \sqrt{R^2 + [0.149 \exp(0.647 M_w)]^2}$$

$$+ (1.125 - 0.112 \ln R - 0.0957 M_w) F + \frac{(0.940 - 0.171 \ln R) S_{SR}}{0.440}$$

$$+ (0.405 - 0.222 \ln R) S_{HR}$$

$$\sigma_{\ln PHA} = \begin{cases} 0.889 - 0.0691 M & M \leq 7.4 \\ 0.38 & M > 7.4 \end{cases} \quad \begin{matrix} 0.889 - 0.0691 M \\ 0.38 \end{matrix}$$

10

SHR	SSR	نوع ضل	F	نوع گس
1	0	سنگ سخت	0	استاد ایفر نرغال
0	1	سنگ نرم	1	مطرس مذهب در اندیشه و مکتوس
0	0	رسوبات آبرفتی		

15

$$F = 0 ; S_{HR} = 0 ; S_{SR} = 0$$

که مثال برای گس استاد ایفر روی رسوبات آبرفتی
رابطه فرض $M_w = 6.5 ; R = 5 \text{ km}$

$$PHA = 484 \text{ cm/s}^2$$

$$F = 0 ; S_{HR} = 1 ; S_{SR} = 0$$

روی سنگ سخت

20

$$PHA = 508 \text{ cm/s}^2$$

$$F = 0 ; S_{HR} = 0 ; S_{SR} = 1$$

روی سنگ نرم

$$PHA = 941 \text{ cm/s}^2$$

25

رابطه Boore et al. (بوره، جونیور و نیوال) در سال 1993

Boore, Joyner, Fumal

$$\log PHA(g) = b_1 + b_2 (M_w - 6) + b_3 (M_w - 6)^2 + b_4 R + b_5 \log R + b_6 G_B + b_7 G_C$$

30

نوع ضل	سرعت موج برشی	G_B	G_C
A	$\geq 750 \text{ m/s}$	0	0
B	360 - 750	1	0
C	180 - 360	0	1

Parsian

Random	-0.005	0.229	0.0	0.0	-0.778	0.162	0.251	5.57	0.230
Larger	-0.038	0.216	0.0	0.0	-0.777	0.158	0.254	5.48	0.205
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	h	$\sigma_{\log PHA}$

$$PHA = 0.444 g$$

۵ مثال: برای حلقه بزرگتر برای ضامن سی C

$$R = 5 \text{ km}; \quad M_w = 6.5$$

$$\log a_0 = -2.1 + 0.81M - 0.027M^2$$

رابطه گومبرگ در ریشتر: معادله خطی

معادلات اوج در ناحیه مرکزی

$$a_D = \beta_D a_0 \quad \beta_D = \left[\frac{1.25}{1 + D/76.8} \right]^n; \quad n = 1 + \frac{1}{2.5 T_p}$$

10

D (km)	0-50	51-100	101-200	201-250
--------	------	--------	---------	---------

T_p	0.25	0.30	0.40	0.6
-------	------	------	------	-----

انواع

15

$$a_D^2 = a_T^2 + a_L^2$$

T_p : زمان تأخیر غالب زلزله

a_D و a_0 : شتاب های اوج در نقطه ای به فاصله D از مرکز

و در ناحیه مرکزی

a_L و a_T : شتاب های اوج مولفه های طولی و عرضی در فاصله D

20

۲۰ روش مینیمم کردن معادله بر اساس مجموعه ای از a_D و β_D :

$$e = \beta_D a_0 - a_D$$

$$F = \left[\sum e^2 \right]^{1/2} = \left[\sum (\beta_D a_0 - a_D)^2 \right]^{1/2}$$

25

$$\frac{\partial F}{\partial a_0} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} \times \left[2 \sum \beta_D (\beta_D a_0 - a_D) \right] \left[\sum (\beta_D a_0 - a_D)^2 \right]^{-1/2} = 0$$

$$\Rightarrow a_0 = \frac{\sum \beta_D a_D}{\sum \beta_D^2}$$

30

انفک فرکانس های بالا :

در نوای مرکزی زلزله ، فرکانس های بالا از شدت زیادی برخوردارند ، به طوری که به سطح زمین نزدیک باشد اما با دور شدن از مرکز امواج میرانده و از شدت آنها کاسته می شود . این کاهش در فرکانس های پایین بالا

5 بیشتر است اما امواج دارای برید بالا در فرکانس پایین تا فواصل دور اشکال می یابند و می تواند بر ساختمان های بلند تأثیر گذار باشند .

زلزله ضربه ای جهان :

10 ۱- حلقه آتش : کمربند اقیانوس آرام ، سواحل غربی آمریکای شمالی ، جنوبی مرکزی تا سواحل شرق آسیا ژاپن ، اندونزی ، زلاندون

۳- کمربند میانه اقیانوس اطلس : در میانه اقیانوس اطلس بین قاره اروپا و قاره آمریکا

15 ۳- کمربند آسیای غربی (آلب هیمالیا) هند ، پاکستان ، ایران ترکیه و نواحی پهنه در اروپا که از جنوب شرق آسیا آسیا آغاز می شود .

آمریکای شمالی : گسل سن اندریاس : زلزله های سان فرانسسکو ، السدو ، پارک فیلد ، کرن کانن ، سن فرانسیسکو

20 آمریکای مرکزی و جنوبی : قشر صفحات نازکا (جنوب غرب آمریکا جنوبی) و کاکوس (شمال غرب آمریکا جنوبی) باعث زلزله های شدید کلمبولوستی ، گوانامالا ، پرو و شیلی در این منطقه شده است .

ژاپن : حرکت صفحات فیلیپین و اقیانوس آرام به زیر صفحه ژاپن : کانفو ، تاکایدو ، کوبه

25 آسیا : حرکت صفحات اقیانوس آرام و فیلیپین از شرق ، صفحه هند در آسیا از جنوب

زلزله های چین (شانگهای ، تبتی ، کانتو) آسام در شرق هند ، زلزله های ایران

اروپا : میانه ایتالیا ، اسکوپیه یونان سابق ، واریا رومانی

30 آفریقا : نواحی حاشیه پهنه ، ماسه مراکش تونس و الجزایر

نقشه‌های فلات ایران

۱- لرزه‌های پست جنوب دریای خزر - شمال از رسوبات آبرفتی

۲- دیواره عظیم کوهستانی البرز

۳- فلات مرکزی ایران

۴- کوه‌های زاگرس

۵- مواصل پست خلیج فارس در دریای عمان

ساختار لرزه‌زین ساخت ایران:

ایران در سمت بیانی گردید آب-همایا قرار دارد و در آن زمین لرزه‌های قاره ای رخ می دهد
حرکت صفحه عربستان به سمت صفحه ایران و در براندگی صفحه آناطولی هند به زیر منطقه ایران در جنوب

شرقی ایران مقابل پسته ایران را به هم می زند

استاد گسل‌های ایران - شمالی - جنوبی در شرق ، شمال غرب - جنوب شرقی در زاگرس و شمال شرقی جنوب غربی
در انداد البرز شرقی است . هم تران گسل‌های عبارت هستند از:

گسل‌های واقع بین مشهد و گرگان
که جهت گسل آنها به سمت جنوب
غربی ایران (مثلاً اصفهان است)

هم تران گسل‌های ایران : گسل آستارا، تبریز ، گسل اردبیل

در اجمعه بشود به صفحه 69 جزوه مقدم
گسل البرز ، گسل فیروزکوه ، سمنان

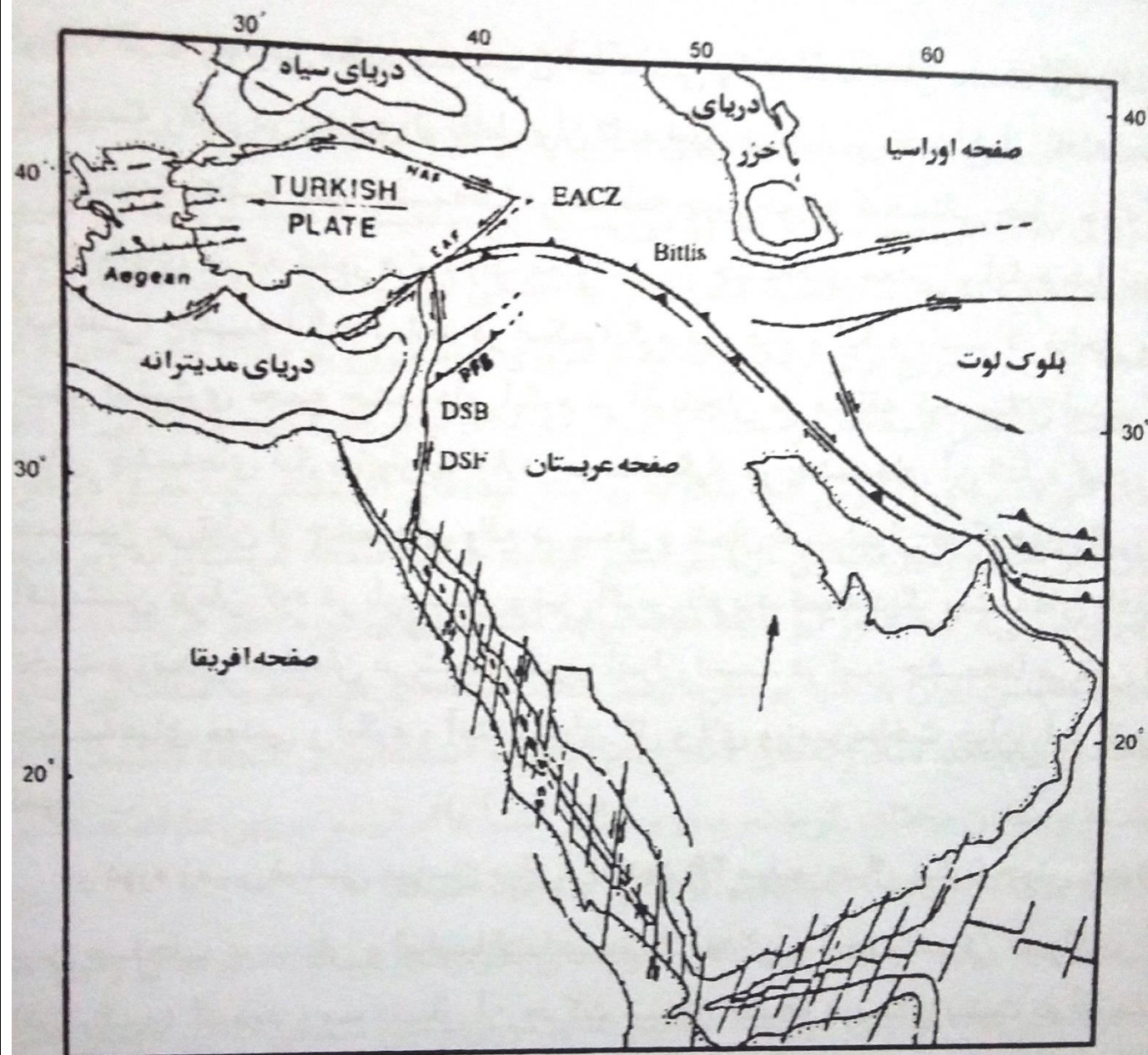
گسل زاگرس ، گسل کازرون

در زاگرس تعداد زمین لرزه‌ها کم نیست! زیاد است اما بزرگای آنها کم است.

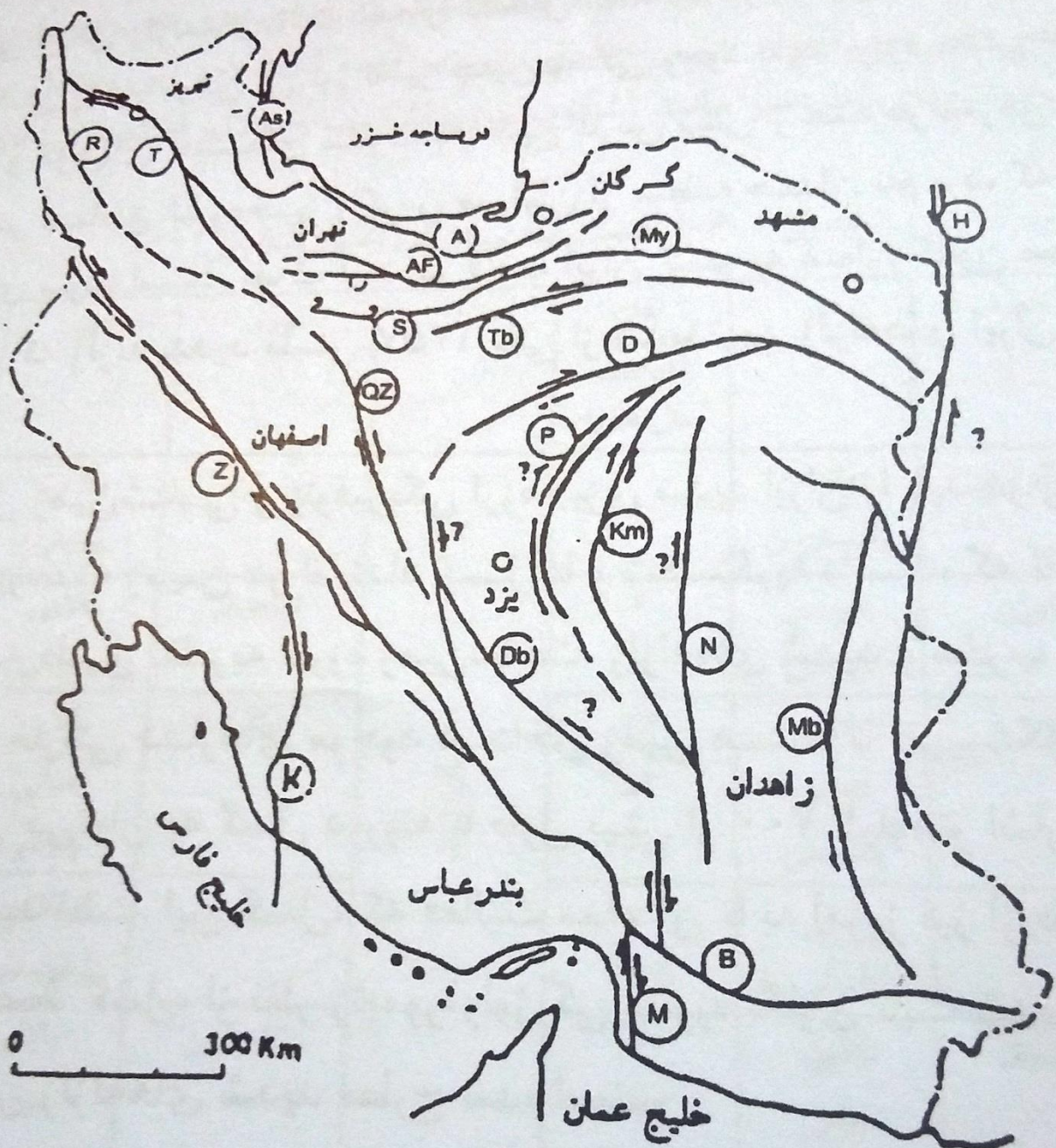
در البرز تعداد زمین لرزه‌ها کم اما بزرگای آنها زیاد است.

در اجمعه بشود به صفحه 68 جزوه مقدم
موقع زلزله در ایران : ایران از شمال به صفحه اوروپا ، از غرب به صفحه آناطولی ، از شرق به صفحه هند محدود شده است
و در اشراف صفحه عربستان (که معلول باز شدن دریای مدیترانه است) در فشار قرار گرفته و فشرده و شکسته می شود.

Persian
در براندگی صفحه هند زیر منطقه ایران



شکل ۱-۲۲.۱ نقشه صفحات زمین ساخت خاورمیانه و حرکات نسبی آنها



گسل با جابجایی افقی نامشخص گسل جانبی راستگرد گسل جانبی چپگرد			
(A) گسل البرز	(M) گسل میناب	(My) گسل میامی	(R) گسل ارومیه
(AF) گسل ایک - فیروزه کوه	(H) گسل هریرود	(N) گسل نای بند	(S) گسل سمنان
(As) گسل آستارا	(K) گسل کازرون	(Nb) گسل نهبندان	(T) گسل تبریز
(D) گسل درونه	(Km) گسل کلهرود	(P) گسل پشت بادام	(Tb) گسل ترود
(Db) گسل دهشیر - بافت	(B) گسل بشاگرد	(Qz) گسل قم - زفره	(Z) گسل زاگرس

یکنه بندر لرزه ای ایران :

۱- حلالی که از آذربایجان آغاز شده در امتداد رشته کوه البرز به شمال خراسان می رسد از جمله

سبب جذب از حاشیه کوریا شمال سیان اندازی یابند

5

۲- سردارکوه های زاگرس تا داسکاف فارس

زلزله های حلال : بوئین زهرا (۱۳۴۱، $M=7.4$) رشت بیاض (۱۳۴۷، $M=7.1$) و نوروس

طس (۱۳۵۷، $M=7.1$) قاشات (۱۳۵۸، $M=7.1$)

10

روبار و فیصل (۱۳۴۹، $M=7.1$) بیرجند (۱۳۷۶، $M=7.1$)

زلزله های زاگرس : سیلاخور (۱۳۷۸، $M=7.1$) همدان (۱۳۴۷، $M=7.1$)

سارخن شمال بند عباس (۱۳۵۶، $M=7.1$) بم (۱۳۸۲، $M=7.1$)

بروجرد (۱۳۸۵، ۱۳۶۱) ، فیروز آباد (۱۳۸۳، $M=7.1$) زرنج (۱۳۸۳، $M=7.1$) اهر و ورزقان (۱۳۹۱، ۶.۲)

مناقص لرزه خیز ایران : ۱- مناطقی شرقی ایران و شمال سیان هندوستان در طبقه بالا قرار گیرد

15

۲- شمال (البرز) آذربایجان غربی

۳- زاگرس (ارمنیه تا بند عباس)

۴- کوه داغ شمال خراسان

۵- تهران به وسیله جنوب شرقی ایران

20

۱۴ برای زلزله های ۱ و ۲ متغیر دسی و خاصی بیایه شده است ! گسل های جوان و کوچک متغیر می باشند

انزلی ریاضیه زاگرس با روند بلواخت آزادی شود اما در فوجی شمال (البرز) و شرق دوره های فعال ۲ تا ۳ قرن

توسط دوره های خالوش ۳ تا ۵ قرن از هم جدا شده اند. نواحی البرز و شرق دارای لغات تازه هستند.

25

سیلاخور رشتی است در استان تهران شمال همدان و در بروجرد

رشت بیاض از شهرهای کوچک تاقلیت در خراسان جنوبی

30

اهر و ورزقان : آذربایجان شرقی

فیروز آباد در ۱۵۰ کیلومتری جنوب شیراز (فارس)

زرنج : ۷۵ کیلومتری کرمان

سوالنامه مندرج در پیش گوی زلزله :

۱۱ بررسی تأثیر زلزله های مورد نظر در تلفات آبخیز اقمالی

۱۲ وقوع زلزله های خفیف

۱۳ تغییرات دیرآمدگی های پوسته زمین

5

۱۴ وجود گاز رادون در آب های زیرزمینی

۱۵ وجود گاز هلیوم در گازهای خروجی از گسل

۱۶ تغییر در خواص مغناطیسی و الکتریکی زمین

۱۱ برآمدگی پوسته زمین

۱۷ اثرات تنش دافعی زمین

10

۱۲ تغییر در خواص مغناطیسی و الکتریکی زمین

۱۸ اثرات سرعت امواج

۱۹ با آلودگی سطح آب چاه ها

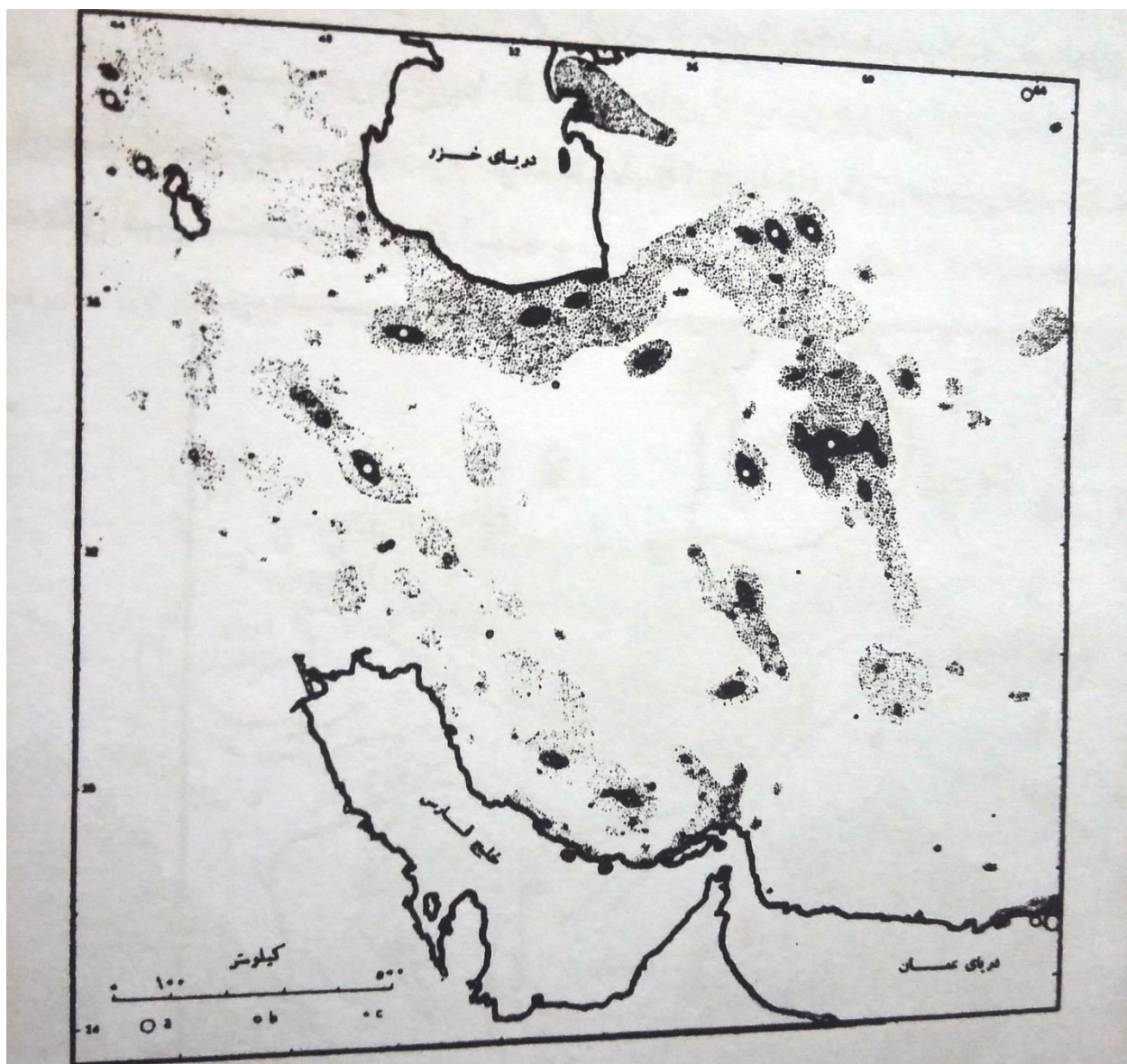
۱۱۰ رانش زمین و تغییرات

15

20

25

30



شکل ۱. ۲۶ زلزله مخرب قرن بیستم و مناطق زلزله زده قرون قبل (نقاط هاشور خورده)