دانستنی‌های بیش‌تر در مورد زلزله برای معلّمان جغرافیا

دکتر مهدی چوبینه choobineh@programmer.net

مقدمه

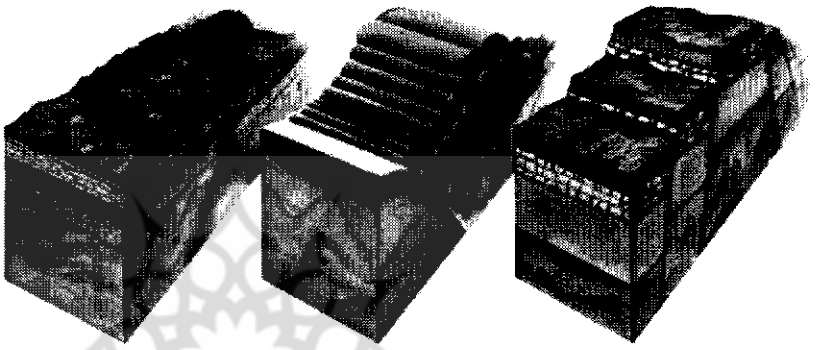
وقتی روز جمعه ۵ دی‌ماه ۸۲، خبر وقوع زلزله‌ای ویرانگر در بم را رسانه‌های ارتباط جمعی اطلاع دادند، یک‌بار دیگر حوادث مشابهی نظیر آنچه در بوئین‌زهرا، طبس، رودبار، قائن و... رخ داده‌بود، برای همگان تداعی شد. و یک‌بار دیگر برای فرصت‌های از دست‌رفته افسوس خوردیم؛ فرصت برای تدارک‌دیدن امکانات مقابله با زلزله‌ای که به‌هر حال می‌آمد، کما این‌که بعداً نیز خواهدآمد. اما کجا و به چه اندازه ای؟ در حال‌حاضر، امکان پاسخگویی به این گونه سؤالات برای بشر وجود ندارد. صحنه‌های غم‌انگیز مردمی که در بم در مقابل قهر طبیعت و مشیت الهی قرار گرفته‌بودند، هر بیننده‌ای را متأثر می‌کرد و چه بسیار کسانی که تا صبح روز شنبه به یاد بازماندگان زلزلهٔ بم، در سرمای دهشتناک کویر لوت، خواب به چشمانشان نرفت.

این واقعیت که زلزله را نمی‌توان پیش‌بینی کرد، بدون هیچ مسامحه‌ای همچنان وجود دارد. اما سؤال اصلی این است که آیا نمی توان از پیش برای مقابله با زلزله آماده شد؟ در برنامه‌های درسی رسمی جغرافیا در ایران در دوره‌های گوناگون تحصیلی، با هدف آشنایی با بلایای طبیعی و نهادینه‌کردن اهمیت آن، مطالبی جسته و گریخته آمده‌است. همچنین، در برنامهٔ دورهٔ متوسطه، فصل مستقلی از کتاب عمومی این درسی، به بحث بلایای طبیعی اختصاص یافته‌است. اگرچه این کتاب از جمله برنامه‌های موفق آموزش جغرافیا در چند دههٔ اخیر ارزیابی شده‌است، اما همچنان به پشتیبانی‌های گوناگون دانشی و روشی نیاز دارد. با این بیست، مقالهٔ حاضر به بهانهٔ وقوع این حادثهٔ اسف‌بار، ضمن طلب مغفرت برای رفتگان زلزلهٔ بم و آرزوی صبر برای بازماندگان این واقعهٔ غم‌انگیز و همچنین به‌منظور پشتیبانی از برنامه‌های درسی جغرافیا، مطالبی تهیه شده که بیش‌تر موردنیاز معلمان جغرافیاست. در این مختصر، ضمن پرداختن به برخی از اصطلاحات مهم زلزله و پاسخگویی به برخی سؤالاتی که مطرح می‌شوند، به موضوع «شبکهٔ گستردهٔ تعیین موقعیت زلزله»[1] اشاره شده‌است. در پایان نیز شرح کوتاهی دربارهٔ ایستگاه‌ها و پایگاه‌های اینترنتی ارائه شده‌است که می‌توان در آن‌ها اطلاعات مربوط به زلزله را دریافت کرد.

امید است، با توجه به سطح قابلیت‌های فناوری امروزهٔ بشر در زمینهٔ فراهم آوردن ارتباطات سریع در اقصا نقاط عالم، این شبکه نیز همچون «شبکهٔ گستردهٔ جهانی»[2] - بتواند، در انتقال پیام‌های مهم کمک‌خواهی و کمک‌رسانی به حادثه‌دیدگان آنی کمک کند. انتظار آن است که معلمان جغرافیا نیز ضمن مطرح‌کردن مسائل مربوط به بلایای طبیعی و درون‌ساختی این مسأله در میان آحاد شهروندان آتی این مملکت، بر موضوع آمادگی برای مقابله با پیامدهای بلایای طبیعی در آینده تأکید کنند، تا شاهد آن باشیم که در آینده‌ای نه‌چندان دور، اطلاعات خبری درمورد وقوع بلایای طبیعی (که بعضاً اجتناب‌ناپذیر هم هستند)، با ذکر «بدون تلفات انسانی» اعلام شود؛ ان شاءالله.

زلزله چیست؟

تخلیهٔ ناگهانی فشارهای متمرکز شده در زیر پوستهٔ زمین برای ایجاد تعادل در یک مکان مشخص، ممکن است سبب شکستگی پوستهٔ زمین شود و امواج ناشی از این انفجار درونی و شکستگی پوستهٔ زمین، در بخش بالایی این گونه نقاط، لرزش‌ها و تکان‌های شدیدی به وجود آورد. به نسبت اندازهٔ انرژی تخلیه شده، در بخش‌های روی زمین و هر آنچه که بر آن بنا شده‌باشد، ویرانی روی خواهدداد. از این رو، در نقاطی که



قبلاً پوستهٔ زمین دچار شکستگی شده‌است(گسل‌های قدیمی)، این امکان وجود دارد که تخلیهٔ انرژی صورت پذیرد.

از طرف دیگر می‌دانیم که پوستهٔ زمین یک‌دست نیست و از تعدادی صفحات به‌هم‌پیوسته تشکیل شده‌است. در محل اتصال این قطعات نیز معمولاً لرزش‌هایی به‌وقوع می پیوندد. به‌طوری که امروزه توانسته‌اند، کمربندهای زلزله‌خیز جهان را در مقیاس قاره‌ای مشخص کنند. و از آن‌جا که در این محل‌ها امکان خروج مواد مذاب درون زمین بیش‌تر است، نوعی قرابت بین کمربند زلزله‌خیز و کمربند آتشفشان‌های روی کرهٔ زمین به‌وجود آمده‌است.

در مقیاس‌های کوچک‌تر، رشته‌کوه‌های اصلی در هر منطقه می‌توانند، مؤید وجود شکستگی در بخش زیرین آن‌ها باشند. بر اساس نظریهٔ «تکتونیک صفحه‌ای»، به‌وجود آمدن کوه‌ها از برخورد لبه‌های دوصفحه از صفحات پوستهٔ زمین ناشی است. و باز هم در مقیاسی کوچک‌تر، در هر منطقه از زمین می‌توانیم انتظار وجود گسل، شکستگی یا درز را در پوستهٔ زمین داشته‌باشیم که در اعماق متفاوت به‌وجود آمده‌اند؛ مگر آن‌که مطالعات علمی معتبر خلاف آن‌را ثابت کرده‌باشد. بنابراین، در همه‌جای سطح کرهٔ زمین، امکان وقوع زلزله وجود دارد، اما این امکان در محل شکستگی‌ها و گسل‌های موجود بیش‌تر است.

بر این مبنا، چنانچه بخواهیم انتشار جغرافیایی زلزله‌ها را در دنیا به‌طور مشخص بیان کنیم، به این ترتیب خواهندبود:

۱. کمربند اطراف اقیانوس آرام که ۸۰ درصد از انرژی آزادشده و ۶۸ درصد از زلزله‌های دنیا در این کمربند مشاهده می‌شوند. این کمربند بر دایرهٔ آتش یا محل وقوع آتشفشان‌های فعال و نیمه‌فعال دنیا تطبیق دارد.

۲. منطقه‌ای بین مدیترانه تا جزایر ساندی در اقیانوس آرام که ۲۱ درصد زمین‌لرزه‌های جهان در آن‌جا به‌وقوع می‌پیوندد.

۳. سایر مناطق شامل اقیانوس منجمد شمالی، اقیانوس اطلس، اقیانوس هند غربی و آفریقای شرقی که ۱۱ درصد زمین‌لرزه‌ها را بروز می‌دهند.»[۳]

طبقه‌بندی زلزله‌ها به‌لحاظ عمق کانون زلزله

کانون زلزله یا «هیپو سانتر» به نقطه‌ای اطلاق می‌شود که تکان‌ها در آن‌جا تولید می‌شوند. کانون سطحی یا «اپی سانتر» نیز نقطه‌ای است در سطح زمین که با کانون عمقی (هیپوسانتر) نزدیک‌ترین فاصله را دارد و شدت زلزله در آن‌جا به حداکثر می‌رسد. زلزله‌ها در اعماق متفاوت پوستهٔ زمین اتفاق می‌افتند. ممکن است محل تخلیهٔ انرژی درونی زمین در سطح و یا در عمق ۷۰۰ کیلومتری زیر زمین باشد.

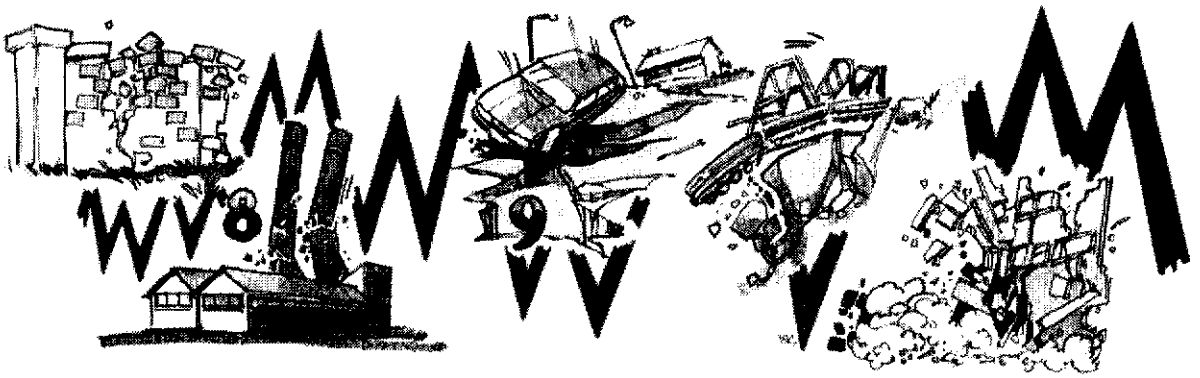
در مورد این عدد اختلاف‌نظر وجود دارد، به‌طوری که برخی از لرزه‌شناسان آن را ۳۰۰ کیلومتر اعلام کرده‌اند. در ادامه، به سه طبقه‌بندی زلزله به‌لحاظ عمق کانون اشاره می‌کنیم:

* زمین‌لرزهٔ سطحی، بین صفر تا ۷۰ کیلومتری زیر پوستهٔ زمین، کم‌تر از ۶ کیلومتری زیر پوستهٔ زمین
* زمین‌لرزهٔ حدواسط، بین ۷۰ تا ۳۰۰ کیلومتری زیر پوستهٔ زمین، بین ۶۰ تا ۳۰۰ کیلومتری زیر پوستهٔ زمین
* زمین‌لرزهٔ عمیق، بین ۳۰۰ تا ۷۰۰ کیلومتری زیرپوستهٔ زمین، بیش از ۳۰۰ کیلومتری زیر پوستهٔ زمین

طبیعتاً زلزله‌های سطحی با بزرگی معین، نسبت به زلزله‌های میانی با همان بزرگی، تخریب بیش‌تری خواهندداشت؛ چرا که زمان رسیدن اثرات امواج زلزله سریع‌تر و اصطحکاک لایه‌های زمین برای کاهش اثرات تخریبی آن کم‌تر خواهدبود.

اندازه گیری زلزله

برای اندازه‌گیری دقیق یک زلزله از دو کمیت «بزرگی» و «شدت» استفاده می‌کنند. از سال ۱۸۹۰، لرزه‌نگارهایی در جهان وجود داشته‌اند که نسبت به پیشرفت علوم فناوری زمان خود می‌توانستند، نسبت به وقوع و بزرگی یک زلزله واکنش نشان دهند. اما تا سال ۱۹۳۰ که **چارلز اف. ریشتر**، زمین‌شناس کالیفرنیایی، موضوع بزرگی زلزله را مطرح نکرده‌بود، مسألهٔ تعیین بزرگی زلزله بدون حل باقی بود. مبنای ایدهٔ ریشتر بسیارساده بود. او توانست، با اندازه‌گیری فاصلهٔ میان کانون یک زلزله و دستگاه لرزه‌نگار و ابعاد منحنی‌های ثبت‌شده روی آن، بر اساس یک رشته از تجربه‌های به‌دست‌آمده تا آن زمان، زلزله‌ای را در کالیفرنیا اندازه‌گیری کند.



واضح است که هرقدر قدرت زلزله زیادتر باشد، ارتعاشات ناشی از آن شدیدتر است. به‌علاوه، دامنهٔ امواج ناشی از هر زلزله به قدرت ارتعاشات آن بستگی دارد. چون دامنهٔ امواج زلزله بر حسب ازدیاد فاصله از کانون کاهش می‌یابد ـ یعنی هرچه از کانون زلزله دور می‌شویم، امواج کم‌دامنه‌تر می‌شوند ـ هنگامی که از دامنه صحبت می‌شود، باید فاصلهٔ ثابتی از کانون موردتوجه باشد. به این ترتیب طبق قرارداد، دامنهٔ حرکات زمین را از فاصلهٔ ۱۰۰ کیلومتری کانون اندازه‌گیری می‌کنند. با اندازه‌گیری بزرگی، به آسانی می‌توان مقدار انرژی حاصل از یک زلزله را به‌دست آورد. انرژی زلزله‌ای که بزرگی آن ۵ باشد، تقریباً معادل انرژی بمب اتمی است که در هیروشیما عمل کرد.[۴] اما باید بدانیم که اندازه‌گیری بزرگی یک زلزله، روش تعیین شدت را کامل می‌کند، درحالی که بیش‌تر اوقات، شدت را با بزرگی اشتباه می‌گیرند؛ یعنی مقیاس مرکالی را با مقیاس ریشتر مخلوط می‌کنند. هرقدر لرزش زمین شدیدتر باشد، خسارت ناشی از آن بیش‌تر خواهدبود. بنابراین، اگرچه بین بزرگی و شدت رابطه‌ای وجود دارد، اما این رابطه روشن و مشخص نیست.[۵]

برای اندازه‌گیری بزرگی زلزله این مدل مطرح شده‌است:

$$M_b = \log_{10}(A/T) + Q(D,h)$$

که در آن:

A=دامنهٔ حرکت زمین به میکرون

T=زمان به ثانیه

Q(D,h)=فاکتور اصلاح ضریب بزرگی است که در آن D به درجه و h به کیلومتر، فاصلهٔ بین مرکز زلزله، ایستگاه اندازه‌گیری و عمق کانون زلزله را نشان می‌دهند.

بر مبنای مقیاس اندازه‌گیری بزرگی زلزله در واحد ریشتر (M) انرژی، بین مقدار بزرگی زلزله نسبت به واحد قبل از آن رابطه‌ای لگاریتمی وجود دارد؛ به‌نحوی که انرژی زلزله‌ای به بزرگی ۷ در مقیاس ریشتر، ۳۲ برابر بیش‌تر از زلزله‌ای به بزرگی ۶ در مقیاس ریشتر است. این نسبت بین زلزله‌ای به بزرگی ۶ تا زلزله‌ای به بزرگی ۸ در مقیاس ریشتر بیش از ۱۰۰۰ برابر خواهدبود.

امواج تولیدشده در یک زلزله

یک زلزله سه نوع موج تولید می‌کند که عبارتند از: امواج اولیه یا تراکمی که به آن‌ها امواج "P" گویند. امواج ثانوی یا مارپیچی که به آن‌ها امواج "S" می‌گویند.

و بالاخره امواج طولی که به آن‌ها امواج "L" می‌گویند. امواج L، امواجی هستند که در پوستهٔ زمین منتشر می‌شوند. بنابراین نسبت به امواج p,s که از درون زمین عبور می‌کنند، مسیرشان کوتاه‌تر است. سرعت امواج s,p با افزایش عمق زیادتر می‌شود. یعنی هرچه به سطح نزدیک‌تر می‌شوند، از سرعتشان کاسته می‌شود. علت آن نیز مشخص است؛ انرژی آن‌ها به‌وسیلهٔ لایه‌های گوناگون زیرزمین مستهلک می‌شود. به‌طوری که تنها ۱۰ درصد از انرژی ساطع شده در یک زلزله، به‌صورت انرژی لرزشی که به‌نوعی بیانگر شدت زلزله است، در سطح منطقه‌ای که زلزله رخ داده‌است، نمایان می‌شود.

مقیاس در اندازه‌گیری زلزله‌ها

جدول ۱، ضمن مقایسه بین دو واحد اندازه‌گیری زلزله در مقیاس ریشتر و مرکالی، نتیجه‌های حاصل از هریک از آن‌ها را مشخص می‌سازد و امکان مقایسهٔ ارزش عددی مقدار انرژی آزادشده و قدرت انفجار مصنوعی را نیز میسر می‌سازد. همچنین، فراوانی وقوع هریک از این مقیاس‌ها را نشان می‌دهد.

سؤالاتی که غالباً درمورد زلزله پرسیده می‌شوند:

از میان سؤالات متنوعی که به‌خصوص هنگام وقوع زلزله‌های مهیب بین مردم مطرح می‌شود، دو سؤال عمومیت بیش‌تری دارد. البته باید به تفکیک سؤالات عمومی از تخصصی نیز توجه داشت. این دو از مجموعهٔ سؤالات عمومی هستند.

۱. آیا امکان دارد زلزله را پیشگویی کرد؟

پاسخ این سؤال منفی است. اگرچه زلزله‌ها در مناطق معینی از زمین همچنان که اشاره شد، رخ می‌دهند، اما پیشگویی زلزله در همین مناطق نیز امری ناممکن است؛ همان‌طور که در افتادن یک لیوان به زمین نمی‌دانیم که آیا خواهدشکست یا خیر، ولی همیشه احتمال شکستن آن بیش‌تر از نشکستن آن است. با این حال، برخی مواقع لیوان سالم روی زمین باقی می‌ماند. در این مثال ساده یک تفاوت دیگر نیز وجود دارد. در مورد لیوان، همه‌چیز عیان و آشکار است، اما نیروهایی که در وقوع زلزله دخالت دارند، معمولاً پنهان

جدول ۱

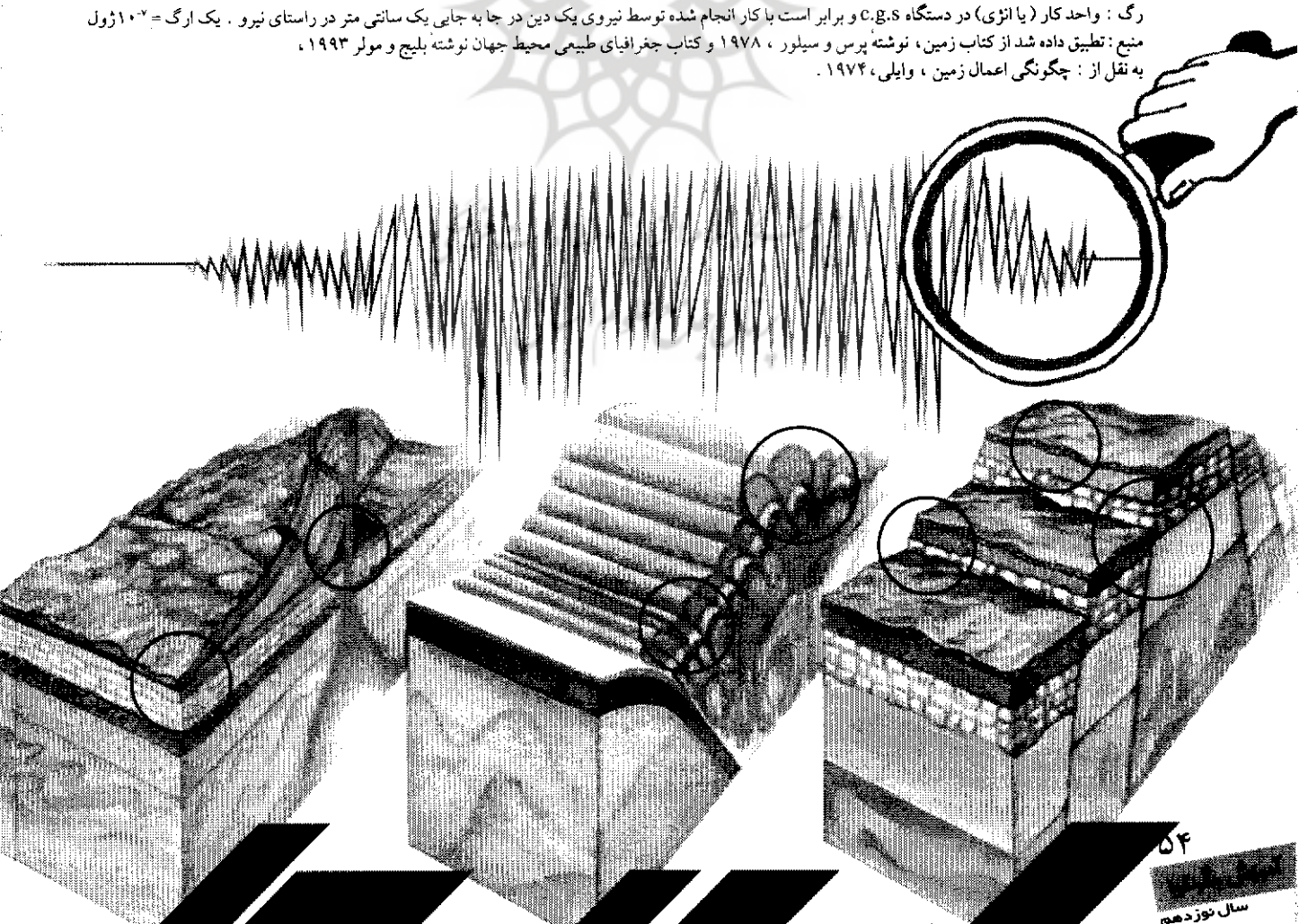
تعداد و نوع در هر سال	انرژی		تأثیرات *	شدت (در مقیاس رکلی اصلاح شده)	بزرگی در مقیاس ریشتر
	ارگ **	قدرت انفجار			
بسیار زیاد	کمتر از $۲۰X۱۰^{۱۰}$	تقریباً برابر ۱ پوند T.N.T (۰٫۴۵کیلوگرم)	فقط به وسیله ابزار ضبط می شود.	I	۱٫۹ تا ۰
۳۰۰۰۰۰ بار	$۹۰۰۰X۱۰^{۱۰}$ تا ۴	بیش تر از ۱۰۰ پوند T.N.T	احساس می شود فقط به وسیله دستگاه حساس اشیای آویزان و آونگ	II	۲٫۹ تا ۲
۴۹۰۰۰ بار	$۷X۱۰^{۱۵}$ تا ۱		توسط برخی از مردم احساس می شود. لرزشی مانندلرزش هنگام عبور یک کامیون سنگین است.	III	۳٫۹ تا ۳
۶۲۰۰ بار	$۳۰X۱۰^{۱۶}$ تا ۱	تقریباً معادل انفجار یک بمب اتمی کوچک (۲ کیلو تنی)	به وسیله بیش تر مردم حس می شود. تکان می خورد، ظرف هاو پنجره ها می ارزند و ممکن است بشکنند.	V تا IV	۴٫۹ تا ۴
۸۰۰ بار	$۲۰۰X۱۰^{۱۸}$ تا ۱		همهٔ انسان ها حس می کنند و می ترسند. دودکش ها می افتند، مبل ها حرکت می کنند.	VI	۵٫۹ تا ۵
۱۲۰ بار	$۲۳۰X۱۰^{۲۰}$ تا ۴	حداقل یک بمب هیدروژنی (۱ مگاتنی)	ایجاد وحشت به اندازه بالا، ساختمان ها ممکن است دچار ویرانی اساسی شوند.	IX تا VII	۶٫۹ تا ۶
۱۸ بار	$۵۰X۱۰^{۲۲}$ تا ۴	تقریباً معدل ۱۰۰ بمب هیدروژنی	وحشت بسیار گسترده است، فقط تعداد کمی ساختمان سرپا می مانند. لغزش های زمین بسیار بزرگ هستند. شکاف های بزرگ در زمین پدید می آید.	XI تا X	۷٫۹ تا ۷
۰٫۲ (هر چند سال یکبار)	بیش از $۱X۱۰^{۲۵}$	تقریباً بمب اتمی	انهدام کامل رخ می دهند. زمین مواج می شود.	XII	۸٫۹ تا ۸

تأثیرات بر مبنای زلزلهٔ سطحی در نواحی مسکونی سنجیده شده اند.

رگ : واحد کار (یا انژی) در دستگاه c.g.s و برابر است با کار انجام شده توسط نیروی یک دین در جا به جایی یک سانتی متر در راستای نیرو . یک ارگ = $۱۰^{-۷}$ژول

منبع : تطبیق داده شد از کتاب زمین، نوشتهٔ پرس و سیلور ، ۱۹۷۸ و کتاب جغرافیای طبیعی محیط جهان نوشتهٔ بلیج و مولر ۱۹۹۳،

به نقل از : چگونگی اعمال زمین ، وایلی، ۱۹۷۴ .



هستند و نمی‌توان آن‌ها را به درستی اندازه گرفت. روش‌های آماری هم که برای احتمال وقوع زلزله‌ها به‌کار برده می‌شوند، بسیار مبهم و غیرقابل اعتماد هستند. از این رو، به جای پیشگویی زلزله باید آمادگی لازم برای مواجهه با آن را فراهم آوریم.

۲. آیا هیچ اخطاری درمورد وقوع یک زلزله وجود ندارد؟

پاسخ این سؤال نیز منفی است. اگرچه سرعت امواجی که از بین لایه‌های زمینی عبور می‌کنند ممکن است برای مردمی که متوجه وقوع زلزله شده‌اند، فرصتی را فراهم آورد که در بهترین شرایط، چنددقیقه قبل از وقوع زلزلهٔ اصلی پیش می‌آید، اما واضح است، معمولاً پس از هر زلزلهٔ بزرگی، تعداد زیادی پس‌لرزه به‌وقوع می‌پیوندند که بعضاً ممکن است قدرت تخریبی زیادی داشته‌باشند. این پس‌لرزه‌ها گاه تا چندین ماه پس از وقوع لرزش اصلی ادامه می‌یابند و کارهای خاکبرداری و ساختمان‌سازی را مختل می‌کنند.

بد نیست بدانیم که به‌طور متوسط هر سه روز یک‌بار، زلزله‌ای با بزرگی ۶ ریشتر در نقطه‌ای از کرهٔ زمین رخ می‌دهد. البته ممکن است همهٔ این زلزله‌ها در خشکی‌ها و یا در نقاط مسکونی رخ ندهند. میل طبیعی بشر از گذشته‌های دور بر آن بوده‌است که بداند، آیا بین پدیده‌های طبیعی و وقوع زلزله رابطه‌ای وجود دارد، یا نه. بر اساس یک بررسی آماری این نتیجه‌ها به‌دست آمده‌اند:

احتمال وقوع زلزله

۱. در پائیز و زمستان بیش‌تر از بهار و تابستان است(نسبت ۴ به ۳).

۲. هنگام هلال و بدر، امکان وقوع زلزله بیش‌تر از سایر روزهای ماه است(۵ دی ماه ۸۲ برابر با ۲ ذیقعده ۱۴۲۴ بود).

۳. هنگام حفیض، یعنی موقعی که ماه بیش از همیشه به زمین نزدیک است، احتمال وقوع زلزله بیش‌تر است.

۴. هنگامی که ماه روی سطح نصف‌النهار محل موردنظر باشد، تکان‌های زمین‌لرزه فراوان‌تر و شدیدتر هستند.

۵. بین زمین‌لرزه و باد، بارش و تغییرات فشار رابطه‌ای وجود دارد. بادهای شدید، پس از بارش‌های بزرگ یا بالا و پائین رفتن ناگهانی فشار، موجب کم‌شدن فشار روی چین‌خوردگی و گسل‌ها می‌شوند. فشار باد و فزونی کشندها بر حسب وضع ماه، در به‌وقوع‌پیوستن زمین‌لرزه‌ها مؤثرند.[۶]

شبکهٔ گستردهٔ تعیین مکان زلزله

این شبکه که به‌وسیلهٔ دکتر بررسی، ام، گیتیگز، «استاد دانشگاه ادینبورگ» به‌وجود آمده‌است، یک مثال واقعی از سیستم اطلاعات جغرافیایی یا "G.I.S" است که به شبکهٔ اطلاع‌رسانی جهانی یا "www" بسیار شباهت داد. اطلاعات اولیه از مکان‌هایی که در آن‌ها زلزله به‌وقوع می‌پیوندد، در مرکز ملی اطلاعات زلزله (NEIC) در «گلدن کلرادو» جمع‌آوری می‌شود که خود بخشی از سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده (usgs)است. در این مرکز که تمام اطلاعات مربوط به زلزله‌های اخیر ثبت و ضبط شده‌است، به محض وقوع یک زمین‌لرزه در هر نقطه از کرهٔ زمین، محلل دقیق آن روی نقشه‌ای به همراه آمار مربوط به تمام زلزله‌هایی که اخیراً در آن محل اتفاق افتاده‌است، بر یک صفحه نمایش «وب» ارائه می‌شود. هدف از تأسیس این شبکه، ضمن تأمین یک منبع اطلاعات جغرافیایی برای مدرسه‌ها، کمک به گروه‌های امدادرسانی و سرویس‌های اورژانس برای سازماندهی سریع و کمک‌ها به منطقهٔ حادثه‌دیده‌است.

برای کسب اطلاعات بیش‌تر از شبکهٔ گستردهٔ تعیین موقعیت زلزله می‌توانید، به آدرس زیر مراجعه کنید.

http://www/geo.ed.ac.uk/quakes.html

و یا با عبارت: world-wide Earth quakd locator، اینترنت را جست‌وجو کنید. البته در توضیحات آدرس بالا این توضیح نیز آمده‌است که علت طولانی‌بودن فرایند دریافت نقشه در برخی از ساعات روز، افزایش تعداد مراجعان به شبکه‌های اینترنتی در ایالات متحده است.

دنیای امروز، دنیای ارتباطات است. موضوعاتی که با زندگی انسان‌ها ارتباط دارند، برای استفاده از فناوری جدید در اولویت قرار می‌گیرند. یا در مورد آن‌ها، فناوری جدید تأکید بیش‌تری دارد. به منظور امکان ارتباط بیش‌تر با یافته‌های علمی در زمینهٔ زلزله و اطلاعات زمین‌لرزه‌ها، آدرس سایت‌های علمی زمین‌لرزه در کشورهای گوناگون ارائه می‌شود. علاوه بر مؤسسات و سازمان‌های پژوهشی و تحقیقی، دانشگاه‌ها نیز در این فهرست قرار دارند. امید است یافته‌های این آدرس‌ها مورداستفادهٔ همکاران قرارگیرد.

آدرس‌های اینترنتی سرویس‌های ویژهٔ تحقیقاتی در مورد اطلاعات زلزله‌های رخ‌داده در سطح جهان

- سیستم لرزه‌نگاری ملی ایالات متحده
http://www. anss. org/
- فهرست ترکیبی معتبر سازمان فوق
http://quake. geo. berkeley. edu/anss
- کنسرسیوم سازمان‌های سیستم‌های دیده‌بان حرکات قوی cosmos
http://www.Cosmos-eq. org//DD>
- دانشگاه آلاسکا و سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده
http://www.giseis.alaska.edu/input/lahr/artim.html
- اولین مرکز اطلاعات بین‌المللی CTBT
http://www. pidc. org/
- شبکهٔ تحقیقاتی مهندسی ژئوتکنیک
http://www. uiuc. edu/ph/www/smadi
- مؤسسه بین‌المللی لرزه‌نگاری و فیزیک داخلی زمین(IASPEI)
http://www. laspi. org/
- مرکز لرزه‌نگاری بین‌المللی انگلستان
http://www. isc. ac. uk
- مرکز کنترل مؤسسات متحد تحقیقات زلزله
http://www. iris. edu/
- مرکز چندمنظورهٔ تحقیقات مهندسی زلزله

آدرس های اینترنتی سرویس های ویژهٔ تحقیقاتی درمورد اطلاعات زلزله های رخ داده در سطح جهان

http://mceer. buffalo. edu

● مرکز ملی اطلاعات ژئوفیزیک NOAA (اطلاعات زمین لرزه)
http://www. ngdc. noaa. gov/seg/hazard/earthqk/html

● برنامهٔ ملی بررسی حرکات قوی پوستهٔ زمین در مرکز زمین شناسی ایالات متحده
http://nsmp.wr. usgs. gov/

● مرکز ملی اطلاعات زلزله (NEIC)
http://neic. usgs. gov/

● سرویس های زلزله شناسی سویس
http://sesmo. ethz.ch. waves 4u

● مرکز اطلاعات زلزله در دانشگاه کالیفرنیای سان دیاگو
http://quakeinfo. ucsd. edu/idaweb

● فهرست نرم افزارهای رایانه ای زلزله شناسی در اینترنت
http://orfeus. knmi.nl/other. Services/network. shtml

مؤسسات کالیفرنیایی

● ایستگاه لرزه نگاری برکلی
http://www.seismo.berkeley.edu/seismo/Home page.html

● مرکز اطلاعات زلزله (ABAG)
http://www.abag.Ca.gov/bayarea/eymaps/eqmap s.html

● بخش معاون و زمین شناسی کالیفرنیا
http://www. Consrv. Ca. gov/dmg

● آزمایشگاه زلزله شناسی کالج
http://www.gps. Callech. edu./seismo/seismo. page. html

● مرکز تحقیقات مهندسی زلزلهٔ دانشگاه برکلی کالیفرنیا
http://eerc. berkeley. edu/

● مرکز خدمات مهندسی ژئوتکنیک زلزله در دانشگاه کالیفرنیا
http://rccgol.usc.edu/

● مرکز بین المللی اطلاعات مهندسی زلزله
http://www.eqe.comipublications/index.htmz

● مرکز اطلاعات زلزله شمال کالیفرنیا (NCEDE)
http://quake. geo. berkeley. edu/

مؤسسات در آلاسکا و حوزهٔ غرب پاسفیک

● مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه آلاسکا
http://www. giseis. alosk. edu/seis/

● دانشگاه ایالات اورگون
http://quakes. oce. orst. edu/Geo physics. html
http://darkwing voregon edu/dogsci/groups. html

● دانشگاه واشنگتن گروه علوم زمین و فضا
http://www. ess.washington. edu/SGIS/

● مرکز اعلام خطر تسونومی در آلاسکا و سواحل غربی
http://wcatwc. gov/

مؤسسات در بخش کوهستان های داخلی ایالات متحده

● آزمایشگاه زلزله شناسی آلبوکرک
http://aslww. Cr.usgs. gov/

● دانشگاه آریزونا (SASO)
http://www. geo.arizona. edu/saso/Earth quakes

● دانشگاه کلرادو گروه فیزیک ـ گروه ژئوفیزیک
http://tagg. colorado. edu/geophy sics. html

● دانشگاه نوادا
http://www. seismo. unr. edu/

● دایرهٔ احیای اراضی ایالات متحده
http://www. seismo. usbr.gov/seismo/eqinfo. html

● دانشگاه یوتا
http://www. quake.utah. edu/

مؤسسات شرق ایالات متحده

● زلزله شناسی دانشگاه هاروارد
http://www. seismo logy. harvard. edu/

● دانشگاه کلمبیا، اتحادیهٔ شبکه جهانی لرزه نگاری
http://www. ideo. Columbia. edu/LC SN

● دانشگاه همفیس، مرکز اطلاعات و تحقیقات زلزله (CERI)
http://www.Ceri.memphis.edu/

● دانشگاه سنت لویس
http://www.eas.slu.edu/Earthquak-Center

● مؤسسه علوم و فنون زمین شناسی ویرجنیا
http://www. geol. vt. edu/outreach/vtso

مؤسسات نیمکره غربی خارج از ایالات متحده (از هر کشور فقط یک سایت معرفی می شود)

● کانادا: برنامهٔ ملی بلایای زمین لرزه کانادا
http://www. seismo. nrcan. gc.ca

● حوزهٔ کارائیب: مرکز تحقیقات زلزله ترینیدا
http://www.uwiseismic. com

● شیلی: سرویس ملی زلزله شناسی
http://ssn. dgf. uchile. cy

● کلمبیا: دیده بانی زلزله
http://osso. univalle. edu.co

● کاستاریکا: دیده بانی آتشفشان و زلزله کاستاریکا
http://una. ac/orsi

● السالوادور: مرکز ملی تحقیقات زمین سان سالوادور
http://www.snet gob.sr/Geologia/ultsent.php

● هندوراس: گروه ژئوفیزیک دانشگاه هندوراس
http://www.geofys.uu.se/dca/geophsics.html

● مکزیک: سرویس ملی لرزه نگاری مکزیک
http://www.ssn.unam. mx/

● نیکاراگوآ
http://www.ineter.gob.ni/geofisica/bome-geofis.html

● پاناما: مؤسسه علوم زمینی پاناما
http://www. ige.up.ac.pa

● پرو): مؤسسه ژئوفیزیک پرو
http://www. igp. gob. pe/

● ونزوئلا): آزمایشگاه ژئوفیزیک دانشگاه ونزوئلا
http://igula. ciens. ula.vy

● نواحی مرکزی آمریکای جنوبی: مرکز زلزله شناسی ناحیه مرکزی امریکای جنوبی (CERESIS)
http://www. dgf. uchile. cl. ceresis. html

مؤسسات اروپایی (از هر کشور فقط یک آدرس ارائه شده است)

● آدرس فهرست کامل تری از شبکهٔ ایستگاه های لرزه نگاری در منطقهٔ اروپا

آدرس های اینترنتی سرویس های ویژهٔ تحقیقاتی درمورد اطلاعات زلزله های رخ داده در سطح جهان

مدیترانه را ارائه می دهد
http://orfeus. knmi. nl/other. services/network. shtml

● اتریش : مرکز اقلیم شناسی و ژئودینامیک اتریش
http://www. zamg. ac.at/

● بلژیک : رصدخانهٔ سلطنتی بلژیک بخش زلزله شناسی
http://www. oma. be/KSB- ORB/SEISMO

● بلغارستان : مؤسسهٔ ژئوفیزیک آکادمی علوم بلغارستان
http://www. geophys. bas.bg.

● جمهوری چک : مؤسسه ژئوفیزیک چک
http://www. ig. cas. cz/

● فنلاند : مؤسسهٔ زلزله شناسی دانشگاه هلسنکی
http://www. seismo. helsinki. fi/

● فرانسه : مرکز زلزله شناسی اورمدیترانه (EMSC)
http://www. emsc. csem.org/

● آلمان : مرکز تحلیل خطر زلزله در آلمان
http://www.uni-weimar. de/Bauing/edac

● یونان : گروه ژئوفیزیک دانشگاه آتن
http://www. geophy sics. geol. uoa.gr/

● مجارستان : پروژ بلایای زلزلهٔ مؤسسهٔ ژئوریسک بوداپست
http://www. georisk.hu/

● ایسلند : دفتر مطالعات اقلیمی ایسلند گروه ژئوفیزیک
http://hraun. redur. is/ja/englishweb

● ایرلند : مؤسسهٔ مطالعات پیشرفتهٔ ژئوفیزیک دوبلین
http://www. geophysics. dias. ie/

● فلسطین اشغالی : مؤسسهٔ ژئوفیزیک
http://www. gii. co. il/

● ایتالیا : شبکهٔ زلزله شناسی ایتالیا
http://www. iesn. org

● هلند : موسسه سلطنتی هواشناسی هلند مرکز اطلاعات orfeus رصد و تسهیلات تحقیقاتی برای زلزله شناسی اروپا
http://www.orfeus.knmi.ny

● نروژ : مؤسسهٔ فیزیک سخت کرهٔ دانشگاه برگن
http://www.ifjf.uib.no/seismologi/index.hgml

● لهستان : مؤسسه ژئوفیزیک آکادمی علوم لهستان
http://www. seis. igf. edu. pl/

● پرتغال : مؤسسهٔ ژئوفیزیک پرتغال
http://www. igidl. ul. pt/

● رومانی : مؤسسهٔ ملی فیزیک زمین رومانی (RONIEP)
http://www. infp. ro/

● روسیه : آکادمی علوم روسیه ـ بخش ژئوفیزیک
http://www. wdcb. rssi. ru/

● اسلوونی : سازمان ژئوفیزیک اسلوونی
http://www. sigov.si/ugf/ang/gf. html

● اسپانیا : مؤسسهٔ ملی جغرافیا مادرید
http://www. geo. ign. es/

● سویس : سرویس زلزله شناسی زوریخ
http://seimo. ethz. ch

● ترکیه : وزارت امور عمومی و سکونتگاه ها، بخش تحقیقات زلزلهٔ جمهوری ترکیه
http://www. deprem.gor. tr/

● انگلیس : بخش علوم زمین، گروه زلزله شناسی دانشگاه آکسفورد
http://www. earth. ox. ac. uk/Research

● یوگسلاوی : رصدخانهٔ زلزله شناسی مونته نگرو
http://www.seismo.cg.yu/

مؤسسات آفریقایی، آسیایی و اقیانوسیه

● جنوب آسیا : مرکز زلزله شناسی جنوب آسیا
http://www.asc -india.org/

● جنوب شرقی آسیا) مرکز اطلاعات زلزله آ. اس. آن
http://aeic. bmg. go. id/

● الجزایر
http://www.craag.edu.dz/site-ess/index. html

● استرالیا : مرکز تحقیقات زلزله شناسی
http://www.seis.com.au

● چین : مرکز دیجیتالی شبکهٔ لرزه نگاری چین
http://www. ccdsu. seis. ac.cn/

● هند : گروه هواشناسی هند
http://www.imd.ernet.in/section/seismo/dynamic

● ایران : مؤسسهٔ بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
http:// www. iiees. ac. ir/English/eng-index. html

● ژاپن : مؤسسهٔ تحقیقات زلزله در دانشگاه توکیو
http://www. eriu-tokyo. ac. jp

● کره : سرپرستی هواشناسی کره
http://www. kma. go. kr/ema/eindex. htm

● مالزی : سرویس هواشناسی مالزی
http://www. kjc. gor. my/

● مراکش : مؤسسهٔ علوم رباط
http://www. israbat. ac. ma/acceuil;/ htm

● نپال : مرکز ملی زلزله شناسی نپال
http://seismonepal. gov. np

● نیوزلند : مؤسسهٔ ژئوفیزیک دانشگاه ویکتوریا
http://www.rses.vuw.ac.nz/seismology/seismology.html

● پاکستان : گروه هواشناسی پاکستان قسمت ژئوفیزیک
http://met. gor. pk/subpage 4/ geophysics-page. html

● فیلی پین : مؤسسهٔ آتشفشان شناسی و زلزله شناسی فیلی پین
http://www. phivolcs. dost. gor. ph

● آفریقای جنوبی : سازمان زمین شناسی آفریقای جنوبی ـ واحد تحقیقات زلزله
http://www. geoscience. org. za/seismo

● تایوان : ادارهٔ مرکزی هواشناسی، اطلاعات زلزله شناسی تایوان
http://www.cwb.gov.tw/v3.oe/index-e htm

منابع

۱. ب. بلر و ش. پومرول. مبانی زمین شناسی. ترجمهٔ دکتر علی درویش زاده. دانشگاه تهران. ۱۳۶۹.

۲. ابروچف. مبانی زمین شناسی. ترجمهٔ عبدالکریم قریب. خوارزمی. چاپ چهارم. ۱۳۶۸.

۳. کلو و آلگر. ناآرامی های زمین. ترجمهٔ دکتر علی درویش زاده. دانشگاه تهران. ۱۳۶۷.

4. www. seismo. eth2. ch/seismo. surf/seismobig. html

5. www. geo. ed. ac. uk/

6. neic. usgs. gov/neis/gemeral/measure. html

❖ ❖ ❖