

ویژه کارکنان شهرداری‌ها، دهیاری‌ها و شوراهای اسلامی شهر و روستا

حوادث طبیعی و غیر مترقبه، انواع غیر مترقبه طبیعی

زمین لرزه

علل وقوع زمین لرزه

زمین لرزه‌های تکتونیکی

آشکار است علل وقوع زلزله ارتباط نزدیکی به تحولات تکتونیک کلی زمین دارد که مداوما رشته کوه‌ها و خندق‌های اقیانوسی را در سطح زمین ایجاد می‌کنند. توسعه نظریه تکتونیک صفحه‌ای (که در مباحث بعد به آن پرداخته خواهد شد) در طی ۲۰ سال گذشته مقدار قابل ملاحظه‌ای درک بشر را برای علت وقوع زلزله زیاد کرده است.

در دوران یونان باستان ارتباط دادن آتشفشان‌های دریای اژه با زمین لرزه‌های دریای مدیترانه امری طبیعی بود اما در حقیقت با گذشت زمان آشکار شد که اغلب زمین لرزه‌های مخرب در نتیجه فعالیت‌های آتشفشانی رخ نداده‌اند. تعبیر نوین و مربوط به علت وقوع اغلب زمین لرزه‌ها بر حسب پدیده‌ای است که تکتونیک صفحه‌ای نامیده می‌شود، ایده اصلی آن است که خارجی‌ترین بخش زمین (که لیتوسفر نامیده می‌شود) مشتمل بر چندین قطعه بزرگ و نسبتاً پایدار است که صفحات تکتونیکی نامیده می‌شود و هر صفحه تا عمقی در حدود ۸۰ کیلومتر امتداد یافته است. حرکات سطح زمین سبب ایجاد تغییر شکل‌ها و شکستگی‌های چشم‌گیری در سنگ‌های پوسته زمین می‌گردد و شکل‌گیری کوه‌ها و پدیده کوهزایی و همچنین جدا شدن قاره‌ها حاصل این پدیده است. به زمین لرزه‌های که در مرز صفحات تکتونیکی و به علت حرکات این صفحات رخ می‌دهند، زمین لرزه‌های بین صفحه‌ای یا زلزله‌های صفحه - لبه‌ای گویند. با مطالعه چگونگی حرکات صفحات، پیش‌بینی بلند مدت این زمین لرزه‌ها ممکن خواهد بود. برای مثال بسیاری از صفحات با آهنگ ۲ تا ۵ سانتی متر در سال حرکت می‌کنند. زلزله‌های کم عمق و مخاطره آمیز شیلی، پرو، کارائیب شرقی، امریکای مرکزی، جنوب مکزیک، کالیفرنیا، جنوب آلسکا، آلتین، کوریلز، ژاپن، تایوان، فیلیپین، اندونزی، زلاند نو، نوار آلپ - قفقاز - هیمالیا همگی از نوع صفحه - لبه‌ای هستند.

بیش از ۹۰ درصد زلزله‌ها در جایی که سکوه‌های تکتونیکی در برابر همدیگر جابه جا می‌شوند، به وجود می‌آید. انواع مختلف فشار در طول انواع گوناگون حاشیه سکوه‌های یاد شده ایجاد می‌شود:

۱- زلزله‌های توام با حاشیه واگرا: وقتی که پوسته اقیانوسی یا قاره‌ای با کشش کافی در حال شکستن است، موج‌های زلزله به وجود می‌آید.

۲- زلزله‌های توام با حاشیه همگرا: هنگامی که صفحه اقیانوسی به پایان صفحه دیگر نشست می‌کند، نیروهایی در طول پهنه‌های وسیع سبب تماس و فشار مداوم می‌شود که زلزله را به وجود می‌آورد.

۳- زلزله‌های توام با حاشیه تغییر شکل یافته: در طول گسل‌ها، حاشیه صفحه‌ها با فشار زیادی روبرو می‌شود و در نتیجه این صفحه‌ها ب صورت افقی جا به جا می‌گردند.

توزیع جغرافیایی زلزله‌ها نشان می‌دهد که برخی از زلزله‌ها با حواشی صفحه‌ها همراه نیستند، بلکه در صفحه‌ها ایجاد می‌شوند. این حادثه‌ها زلزله‌های بین صفحه‌ای نامیده می‌شوند.

زمین‌لرزه با منشأ انبساط سنگ‌های پوسته‌ای

در عمق ۵ کیلومتری پوسته زمین و یا در حدود آن، فشار لیتوستاتیک (ناشی از وزن سنگ‌هایی که روی آن قرار گرفته‌اند) تقریباً برابر مقاومت نمونه‌های سنگی ترک نخورده در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد و فشار مناسب برای همان عمق است. اگر عوامل دیگر دخالت نکنند، نیروهای برشی لازم برای ایجاد گسیختگی شکنده ناگهانی و لغزش اصطکاکی در امتداد یک ترک هرگز حاصل نمی‌شود، بلکه سنگ تغییر شکل مومسان می‌دهد. وجود آب برخی از مناطق در زیرزمین باعث ایجاد گسیختگی ناگهانی این سنگ‌ها و رها سازی انرژی می‌گردد. ارتباط کامل نظریه انبساط پذیری با پیدایش زمین‌لرزه هنوز روشن نیست، اما جذابیت این فرضیه در این است که با تغییرات از پیش مشخص ترازهای زمین، رسانندگی الکتریکی و دیگر خواص فیزیکی که در زلزله‌های اخیر مشاهده شده سازگار است. این نظریه امکان بالقوه‌ای برای پیش‌بینی زلزله‌ها، تحت شرایط محیطی معین دارد.

انفجارها

انفجار زیرزمینی بمب‌های شیمیایی یا هسته‌ای می‌توانند باعث ایجاد زمین‌لرزه گردند. زمانی که یک بمب هسته‌ای در یک حفره زیرزمینی منفجر شود، انرژی بسیار زیادی آزاد می‌کند. انفجارهای هسته‌ای زیرزمینی در طی چند دهه گذشته در تعدادی از مناطق به صورت آزمایشی انجام گرفته و زمین لرزه‌های قابل توجهی (تا بزرگی ۷ ریشتر) را ایجاد کرده است. در ۴ فوریه ۱۹۷۶ زلزله‌ای به بزرگی ۷/۵ ریشتر در کشور گواتمالا رخ داد که در آن حدود ۵۰۰۰۰ نفر کشته شدند. این زلزله به عنوان یکی از بزرگ‌ترین فاجعه‌های ثبت شده در نیم‌کره غربی تلقی می‌شود. قبل از وقوع این زلزله در روزهای سوم و چهارم فوریه آمریکا به یک سری آزمایش‌های اتمی دست زد. اولین بمب تقریباً دویست هزار تن تی ان تی (TNT)، ده برابر قوی‌تر از بمب اتمی هیروشیما، در روز سوم فوریه منفجر گردید. عده‌ای عقیده بر این دارند که این انفجار به عنوان یک نیروی اولیه حالت تعادل زمین‌شناسی منطقه مزبور را به هم زده است.

زلزله‌های آتشفشانی

آتشفشان‌ها و زلزله‌ها اغلب همراه با هم در امتداد حاشیه‌ی صفحات در سراسر دنیا رخ می‌دهند، به رغم اینکه بین آتشفشان‌ها و زلزله‌ها اتصالات تکنونیک وجود دارد، هیچ‌گونه شواهدی نیست که نشان دهد زلزله‌های کم عمق با اندازه متوسط تا بزرگ اساساً همگی از نوع تکنونیک هستند. آن دسته از زلزله‌هایی که می‌توان آنها را به طور منطقی با آتشفشان‌ها مرتبط دانست، نسبتاً نادر بوده و در سه دسته قرار دارند:

۱- انفجارهای آتشفشانی

۲- زلزله‌های کم عمق که از جابه‌جایی‌های ماگمایی ناشی می‌شوند.

۳- زلزله‌های تکنونیک

گروه سوم که از لحاظ تکنونیک با آتشفشان‌ها در ارتباط هستند، به سبب نادر بودن ناشناخته‌ترین دسته هستند. ممکن است تصور شود که در یک زلزله بزرگ، تکان زمین باعث ایجاد امواجی در مخازن امواجی در مخازن ماگما شده و باعث فعالیت آتشفشانی گردد.

زلزله‌های فروریزشی

زلزله‌های مخرب و کوچکی هستند که در محل‌هایی مانند غارهای زیرزمینی و معادن رخ می‌دهند. اولین دلیلی که در مورد تکان زمین به ذهن خطور می‌کند، فروریزش ناگهانی سقف معدن یا غار است. این گسیختگی در سنگ‌ها زمانی رخ می‌دهد که تنش اعمال شده در اطراف کارگاه معدن باعث شود که توده‌های عظیم سنگ‌ها از سطح معدن یا غار به طور انفجاری فروریخته و امواج لرزه‌ای ایجاد شوند. برای مثال پکیدن یک معدن در کانادا مشاهده شده است. این پدیده مخصوصاً در معادن عمیق جنوب آفریقا متداول است. گاهی نوع پنهان زلزله‌های فروریزشی در نتیجه زمین‌لغزش‌های بزرگ پدید می‌آید. به عنوان مثال زمین لغزش ۲۵ آوریل ۱۹۷۴ در امتداد رودخانه مانتارو در پرو، امواج لرزه‌ای معادل با زلزله‌ای به بزرگی ۴/۵ ریشتر به وجود آورد. حجم زمین‌لغزش $10^9 \times 6/1$ بوده و بر اثر آن در حدود ۴۵۰ نفر کشته شدند.

زمین‌لرزه‌های ناشی از مخازن بزرگ

این ایده که جاری شدن آب‌های سطحی ممکن است سبب ایجاد زلزله شود، ایده جدیدی نیست. در دهه ۱۸۷۰ انجمن مهندسان امریکا پیشنهاد مربوط به ذخیره سازی عظیم آب در دریای سالتون در جنوب کالیفرنیا را، بر این اساس که ممکن بود این کار سبب وقوع زمین‌لرزه شود، رد کردند. اولین مدرک در مورد چنین پدیده‌ای در پر کردن لیک‌مید در پشت سد هوور (به ارتفاع ۲۲۱ متر)، در نوادا - آریزونا در سال ۱۹۳۵ مشاهده شد. اگر چه قبل از سال ۱۹۳۵ تا حدودی لرزه خیزی موضعی در آن منطقه وجود داشت، اما پس از سال ۱۹۳۶ وقوع زلزله متداول‌تر شد. به دنبال آن، لرزه‌نگارهای نزدیک محل مزبور نشان دادند که لرزه‌خیزی پس از سال ۱۹۴۰ رو به کاهش نهاده است. کانون‌های صدها زلزله آشکارسازی شده به طور دسته جمعی بر گسل‌های شیب‌دار سمت شرقی دریاچه قرار گرفته‌اند و عمق کانونی کمتر از ۸ کیلومتر دارند.

در ۱۱ دسامبر ۱۹۶۷ در کوینا در هند زلزله‌ای (با بزرگی ۶/۵) که مرکز آن در نزدیکی سدی (به ارتفاع ۱۰۳ متر) قرار داشت موجب ایجاد خسارت‌های زیادی شد. پس از آن که ذخیره کردن آب در سال ۱۹۶۲ شروع شد، گزارش‌های مربوط به تکان موضعی در ناحیه‌ای که تقریباً در گذشته لرزه خیز بوده است، بیشتر گردی. لرزه نگارها نشان دادند که کانون‌ها در اعماق کم، در زیر دریاچه، متمرکز بوده‌اند. در سال ۱۹۶۷ تعدادی زلزله نسبتاً بزرگ رخ داد که منجر به وقوع زمین لرزه مهم ۱۱ دسامبر با بزرگی ۶/۵ شد. حرکت زمین صدمات عمده‌ای به ساختمان‌های مجاور وارد کرد و بر اثر آن ۱۱۷ نفر کشته و بیش از ۱۵۰۰ نفر زخمی شدند. لرزه‌نگاری که در دالین سد تعبیه شده بود، شتاب ۰/۶۳ را ثبت کرد. زلزله‌هایی که در کوینا ثبت شد از چنان طرحی برخوردار بودند که به نظر می‌رسید از نظم و ترتیب بارندگی پیروی می‌کنند. با مقایسه بسامد زلزله‌ها با تراز آب مشخص شد که چند ماه پس از هر فصل بارانی، یعنی زمانی که تراز مخزن در بالاترین اندازه خود است، لرزه‌خیزی افزایش می‌یابد. در سال‌های بعد، تاریخچه‌های پیشنهادی برای چندین سد بزرگ جمع آوری شد، اما فقط تعداد کمی از آنها به خوبی ثبت شده بود. اغلب این سدها بیش از ۱۰۰ متر ارتفاع داشتند و اگر چه پیکره زمین شناختی در این نواحی متفاوت بود ولی اغلب نمونه‌های قانع کننده از زلزله‌های ناشی از مخازن، در نواحی تکتونیکی که به نوعی سابقه زلزله داشتند اتفاق افتاد. در حقیقت، در اغلب سدهای بزرگ سراسر جهان، که تعداد آنها به هزاران می‌رسد، هیچ نشانه‌ای از القای زلزله دیده نشد. بررسی‌های صورت گرفته در سال ۱۹۷۶ نشان داد که فقط در مورد ۴ درصد سدهای بزرگ، زلزله‌ای با بزرگی بیشتر از ۳ ریشتر در محدوده ۱۶ کیلومتری سد گزارش شده است.

