

ویژه کارکنان شهرداری‌ها، دهیاری‌ها و شوراهای اسلامی شهر و روستا

حوادث طبیعی و غیر مترقبه، انواع غیر مترقبه طبیعی زمین لرزه

امواج لرزه

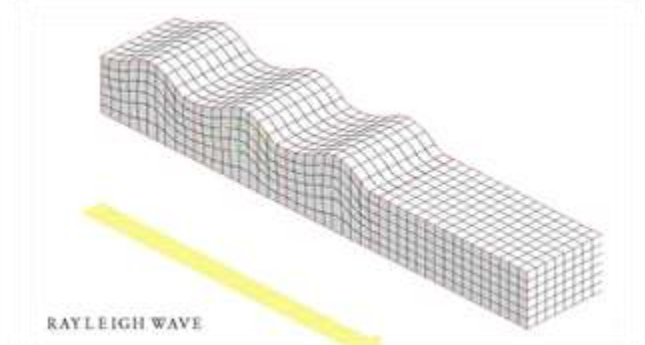
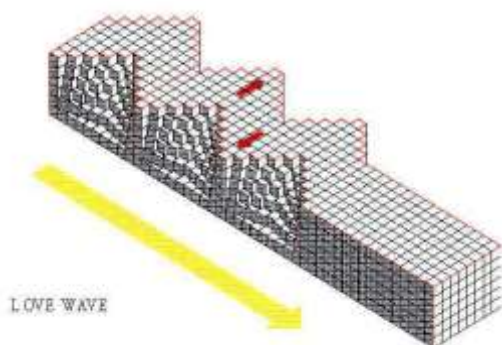
دو نوع دیگر از امواج به نام امواج سطحی (Surface Wave) معروفند، زیرا حرکت آن‌ها محدود به مجاورت سطح زمین می‌باشد. حرکت این امواج مشابه چین و شکن‌های سطح آب است که در سطح یک دریاچه انتشار می‌یابند. بیشتر حرکت این امواج در سطح خارجی صورت گرفته و تغییر مکان‌های ناشی از آن با زیاد شدن عمق به تدریج کاهش می‌یابد. امواج سطحی را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود: موج لاو (Love Wave) و موج ریلی (Rayleigh Wave).

حرکت موج لاو اساساً مانند امواج S ولی بدون تغییر مکان قائم می‌باشد. این موج را از پهلوی به پهلوی در یک صفحه افقی موازی سطح زمین ولی در جهت عمود بر امتداد انتشار موج به ارتعاش در می‌آورد. اثر ناشی از امواج لاو تکان افقی می‌باشد که به پی ساختمان وارد شده و از این رو خسارت ایجاد می‌کند. سرعت امواج لاو (VL) در یک جسم در نامساوی زیر صدق می‌کند:

$$VS_1 < VL < VS_2$$

VS_۱ و VS_۲ در این رابطه به ترتیب سرعت‌های امواج S در لایه سطحی و لایه زیر آن می‌باشند.

نوع دوم امواج سطحی، امواج ریلی، مانند امواج اقیانوس‌ها باعث حرکت دادن قطعات صخره‌ها هم در جهت قائم و هم در جهت



افقی در یک صفحه قائم در امتداد انتشار امواج می‌گردند. همچنان که در شکل مشاهده می‌شود با عبور امواج، قطعات صخره‌ها در یک مسیر بیضی حرکت می‌کنند.

امواج سطحی به طور کلی کندتر از امواج حجمی و امواج لاو به طور کلی سریع‌تر از امواج ریلی حرکت می‌کنند. سرعت امواج ریلی در نامساوی زیر صدق می‌کند:

$$VR < 0.92 VS$$

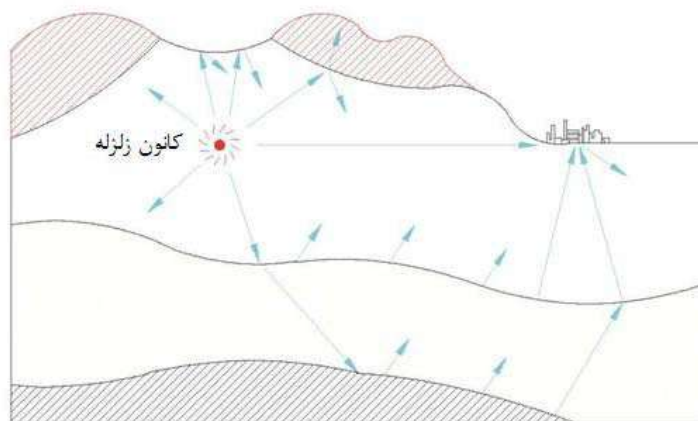
در هر مرکز زلزله نگاری معمولاً سه دستگاه لرزه نگار برای ثبت حرکات زمین در دو جهت افقی و قائم نصب می‌شوند. امواج لاو به وسیله لرزه‌نگار حرکت قائم زمین ثبت نمی‌شود. امواج ریلی به علت مولفه قائم حرکتشان می‌توانند در روی حجم‌های زیادی از آب مانند دریاچه‌ها تأثیر بگذارند، ولی امواج لاو (که از میان آب منتشر نمی‌شوند) فقط می‌توانند در روی آب‌های سطحی کناره‌های دریاچه‌ها و خلیج‌های اقیانوس‌ها اثر کنند و آن‌ها را به جلو و عقب برانند (مانند یک مخزن آب ارتعاش کننده).

امواج حجمی (امواج P و S) خصوصیت دیگری دارند که در روی لرزش زمین اثر می‌گذارد. موقعی که این امواج در داخل لایه‌های صخره‌ها در پوسته زمین عبور می‌کنند، در سطح مشترک انواع متفاوت صخره‌ها (مطابق شکل الف و ب زیر) منعکس و منکسر می‌شوند. همچنین موقعی که هر یک از این امواج منعکس و منکسر می‌شود، مقداری از انرژی یک نوع موج به انرژی موج نوع دیگر تبدیل می‌شود (شکل ب). برای مثال، موقعی که یک موج P که به طرف بالا حرکت می‌کند به ته یک لایه رسوبی برخورد می‌نماید، مقداری از انرژی موج به صورت موج P از لایه رسوبی به طرف بالا حرکت می‌کند و مقداری دیگر از انرژی موج منتشر شونده به حرکت موج S تبدیل می‌شود. البته قسمتی از انرژی نیز به صورت امواج P و S به طرف پایین منعکس می‌گردد.

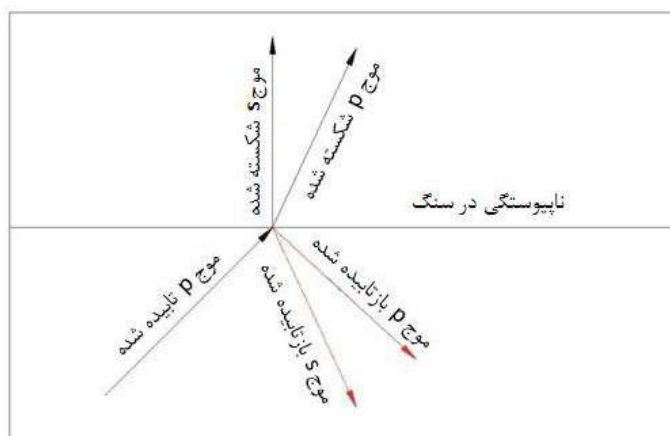
بدین ترتیب می‌توانیم درک کنیم که چرا بعد از اینکه چند تکان اولیه رخ داد، ترکیبی از دو نوع موج معمولاً به صورت حرکت شدید زمین احساس می‌شود. اما اگر شخص در هنگام وقوع زلزله در دریا باشد تنها حرکتی که در روی کشتی حس خواهد کرد حرکت امواج P می‌باشد، زیرا امواج S نمی‌توانند در زیر آب کشتی حرکت کنند. موقعی که ماسه‌های بدون چسبندگی تحت اثر ارتعاشات زمین قرار می‌گیرند، مقاومت برشی خود را موقتاً از دست می‌دهند. در نتیجه آن مقدار از انرژی موج S که می‌تواند در یک لایه ماسه‌ای عبور کند، به تدریج کاهش می‌یابد و سرانجام فقط امواج P می‌توانند از لایه مزبور عبور نمایند.

موقعی که امواج P و S به سطح زمین می‌رسند، بیشتر انرژی آن‌ها به داخل پوسته زمین منعکس می‌شود، به طوری که سطح زمین به طور همزمان تحت تأثیر حرکات رو به بالا و رو به پایین قرار می‌گیرد. به این دلیل حرکت زمین در نزدیکی سطح زمین به مقدار قابل ملاحظه‌ای تشدید می‌شود و دامنه‌ی امواج در سطح زمین بعضی از مواقع به دو برابر دامنه‌ی امواج وار شونده می‌رسد. این تشدید سطحی باعث افزایش خسارت زلزله در سطح زمین می‌گردد. در بسیاری از زلزله‌ها کارگران معدن که در عمقی از زمین کار می‌کنند، نسبت به افرادی که در سطح زمین هستند، تکان کمتری را گزارش می‌کنند.

آنچه که در بالا گفته شد، برای توضیح حرکت شدید زمین در نزدیکی مرکز یک زلزله بزرگ کافی نیست. چنین زلزله‌ای شامل مخلوطی از انواع گوناگون امواج زلزله می‌باشد که به طور مشخص از هم نیستند. بعلاوه منبع انرژی زلزله که در جهات مختلف پخش می‌شود، ممکن است گسترش یابد که بر پیچیدگی حرکت زمین لرزه می‌افزاید. نوع خاک و توپوگرافی زمین نیز در روی امواج لرزه تأثیر می‌گذارند. انرژی کل ناشی از زلزله با فاصله از مرکز زلزله کاهش می‌یابد، ولی این نکته در ارزیابی خسارات وارد بر ساختمان‌ها ممکن است گمراه کننده باشد. آن قسمت از حرکات زمین که دارای پریود کم (فرکانس زیاد) می‌باشند، در فواصل کم به تدریج مستهلک می‌شوند، ولی امواج زمین با پریود زیاد (فرکانس کم)، ممکن است صدها کیلومتر حرکت کنند. ارتعاشات با پریود زیاد با پریود طبیعی سازه‌های بلند منطبق و باعث تشدید ارتعاشات آن‌ها می‌گردند. بنابراین سازه‌های بلند که دارای پریود طبیعی زیادی هستند ممکن است در فواصل خیلی دور از مرکز زلزله خسارت ببینند.



(الف)



(ب)

بازتاب، شکست و تبدیل امواج حجمی

