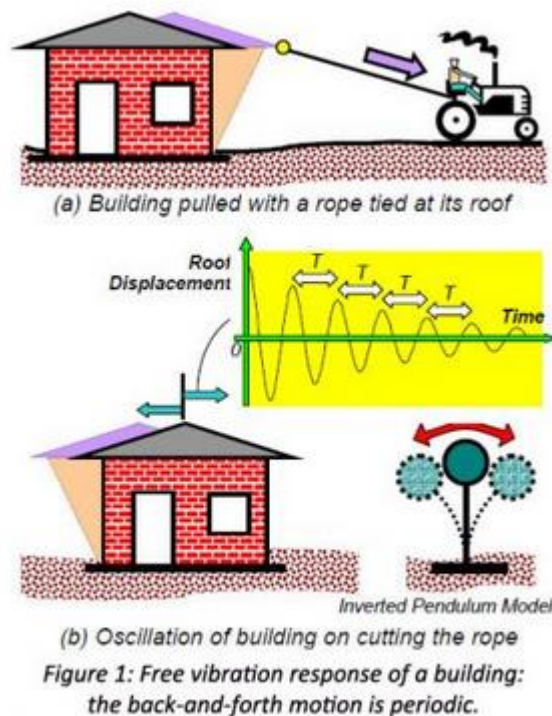


چگونه انعطاف پذیری ساختمان بر پاسخ لرزه‌ای آن اثر می‌گذارد؟

نوسانات ساختمان انعطاف پذیر

وقتی زمین لرزه اتفاق می‌افتد، فونداسیون ساختمان با زمین حرکت می‌کند و ساختمان به جلو و عقب نوسان می‌کند. اگر ساختمان صلب باشد تمام نقاط ساختمان به صورت یکسان با زمین جابجا می‌شوند؛ اما بیشتر ساختمان‌ها انعطاف پذیر بوده و دارای جابجایی متفاوت از یکدیگر می‌باشند. طنابی را به پشت بام ساختمان از یک سو و از طرف دیگر به وسیله نقلیه به صورت محکم متصل شده است. سپس وسیله را روشن کرده و ساختمان را می‌کشیم، ممکن است ساختمان در جهت کشش حرکت کند. برای نیروهای کششی یکسان، جابجایی ساختمان‌های انعطاف پذیر بیشتر است. حال طناب را قطع می‌کنیم، ساختمان به عقب و جلو رفته، بعد از مدت کمی در جایگاه خود ثابت می‌شود. این نوسانات تناوبی است. زمان لازم برای یک چرخه کامل نوسانی ساختمان را برابر با T یا پرپود ساختمان می‌نامند (یک حرکت رفت و برگشت کامل). میزان آن به انعطاف پذیری و جرم سازه وابسته است و هرچه سازه بلندتر و انعطاف پذیرتر باشد، میزان T بیشتر خواهد بود. در مقابل ساختمان‌های متوسط و کوتاه میزان T کمتری دارند (کمتر از ۰٫۴ ثانیه).



شکل ۱: پاسخ ارتعاش آزاد ساختمان: حرکت رفت و برگشت تناوبی است

(a) ساختمان به وسیله طناب متصل به سقف کشیده و (b) پس از قطع طناب ساختمان نوسان می‌کند

اهمیت انعطاف پذیری

تکان‌های زمین در هنگام وقوع زلزله ترکیبی از امواج سینوسی در فرکانس‌های مختلف، اعم از کوتاه به طولانی می‌باشد (شکل ۲). زمان لازم برای اینکه موج یک سیکل حرکتی را طی کند، پرپود امواج زلزله گویند. به طور کلی امواج زمین دارای محدوده پرپودی بین ۰٫۰۳ تا ۳۳ ثانیه می‌باشند. حتی در این محدوده، برخی از امواج زلزله قوی‌تر از دیگری هستند. شدت امواج زلزله

در یک مکان خاص به تعدادی از عوامل، از جمله زلزله، فاصله خروج از مرکز و نوع زمین بستگی دارد که امواج زلزله قبل از رسیدن به محل از آن عبور می‌کنند.

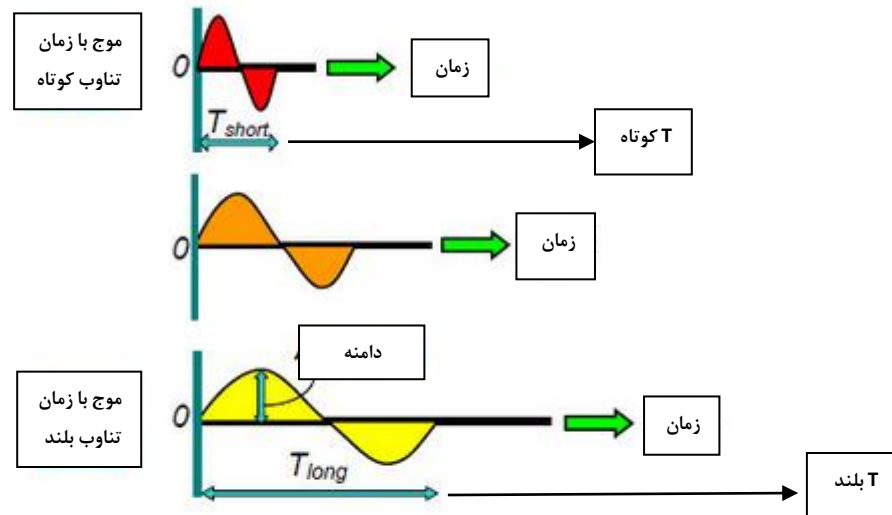


Figure 2: Strong Earthquake Ground Motion is transmitted by waves of different periods.

شکل ۲: حرکات قوی زمین لرزه توسط امواج دارای زمان تناوب متفاوت منتقل می‌شود

در شهرهای معمولی، ساختمان‌ها دارای اندازه و شکل‌های مختلف می‌باشند. یکی از راه‌های طبقه بندی آن‌ها پریود طبیعی T اصلی آن‌ها است. حرکت زمین در نقاط مختلف شهر متفاوت است. اگر زمین در اثر زلزله با پریود کم تکان بخورد، ساختمان‌ها دارای واکنش بزرگی خواهند بود.

به طور مشابه اگر زمین در اثر زلزله با پریود زیاد، تکان بخورد، ساختمان‌ها با پریود زیاد دارای پاسخ بزرگی خواهند بود. با توجه به مقدار T ساختمان‌ها و ویژگی‌های زلزله (به عنوان مثال، دوره‌ها و دامنه امواج زلزله)، برخی از ساختمان‌ها بیش از سایر ساختمان‌ها متزلزل می‌شوند.

در طول زلزله ۱۹۶۷ Caracas در جنوب آمریکا، واکنش ساختمان وابسته به ضخامت خاک زیر ساختمان بود. شکل ۳b نشان می‌دهد که برای ساختمان‌های ۳ تا ۵ طبقه، شدت خسارت در مناطق با پوشش خاک زیرین اطراف ۴۰ تا ۶۰ متر بیشتر بوده، اما با ضخامت بزرگ‌تر از پوشش خاک این شدت خسارات حداقل می‌شود. از سوی دیگر، شدت آسیب فقط در مورد ساختمان‌های ۱۰ تا ۱۴ طبقه، معکوس بود. شدت آسیب بیشتر برای ضخامت‌های پایین‌تر خاک که پوشش خاک در محدوده ۱۵۰ تا ۳۰۰ متر بود. در اینجا، لایه خاک در زیر ساختمان نقش یک فیلتر را ایفا می‌کند، اجازه می‌دهد برخی از امواج زمین از آن عبور و بقیه را فیلتر می‌کند.

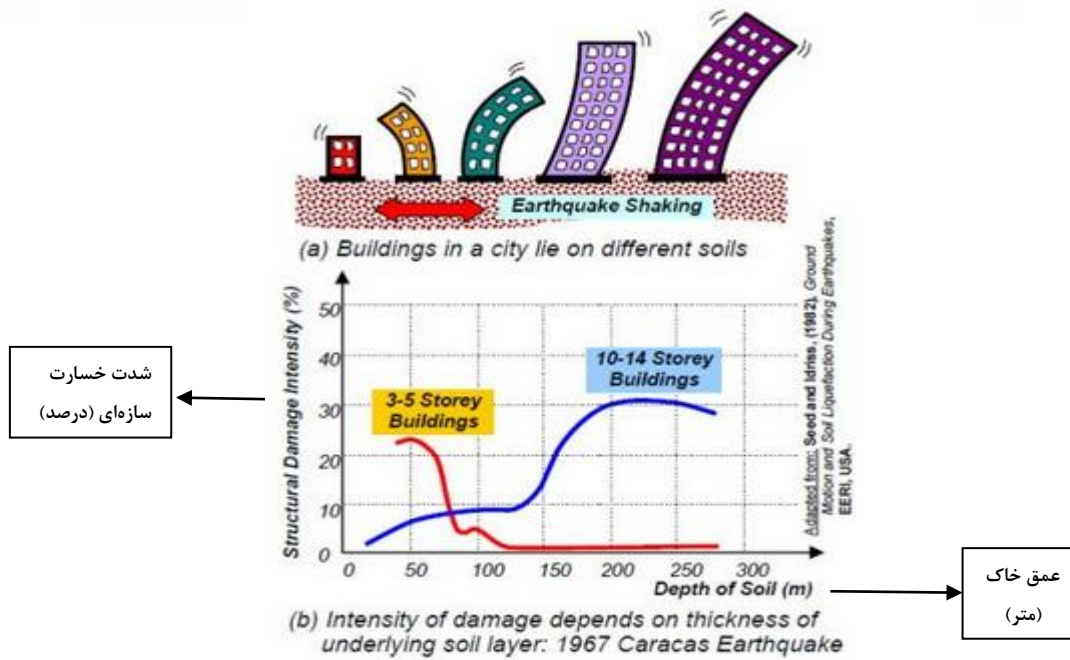


Figure 3: Different Buildings Respond

شکل ۳: پاسخ ساختمان‌های مختلف

(a) ساختمان‌های شهر بر روی خاک یکسانی قرار ندارند (b) شدت خسارت به ضخامت لایه خاک بستگی دارد: زلزله کاراکاس ۱۹۶۷

در ساختمان‌های انعطاف پذیر که تحت جابجایی افقی بزرگ‌تری هستند، ممکن است آسیب به اجزای مختلف غیرسازه‌ای ساختمان و محتویات آن وارد شود. به عنوان مثال، برخی از اقلام در ساختمان‌ها، مانند پنجره‌های شیشه‌ای که توانایی جابجایی‌های بزرگ جانبی را ندارند، به شدت آسیب دیده و یا خرد می‌شوند. قفسه‌های نا امن به خصوص در طبقات بالایی ساختمان‌های چند طبقه ممکن است، سرنگون شوند. این آسیب، روی ایمنی ساختمان تأثیر نمی‌گذارد، اما ممکن است سبب زیان‌های اقتصادی و آسیب‌های وحشت در میان ساکنان آن شود.

مترجم: نیما اصغری

منبع:

<http://struczone.com/how-flexibility-of-buildings-affects-their-earthquake-response/>