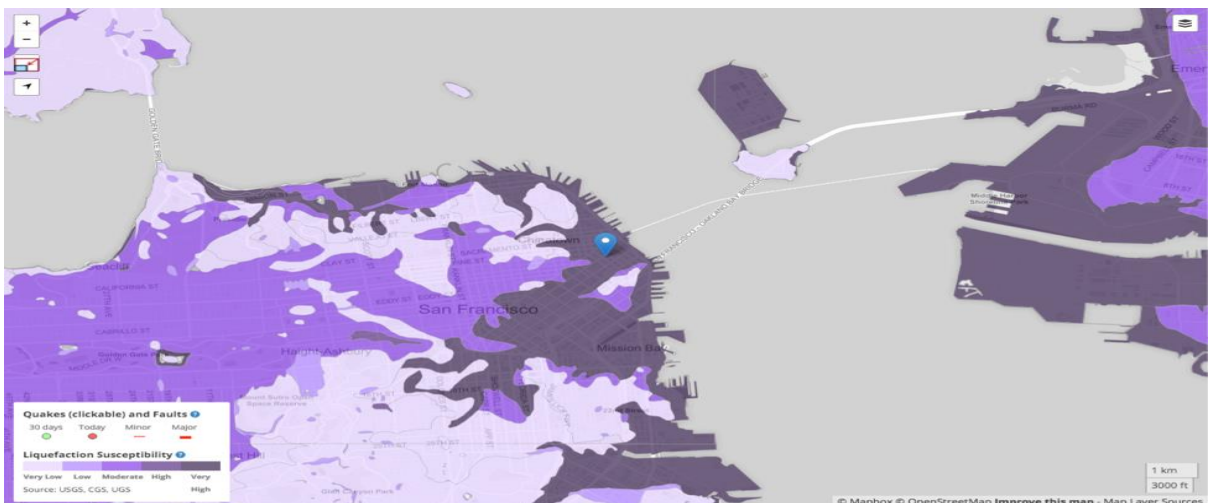


روانگرایی و برج متمایل سانفرانسیسکو



برج Millennium سانفرانسیسکو، یک الماس معماری، از زمان ساخت آن در سال ۲۰۰۹، ۲ اینچ متمایل شده و به میزان بیش از ۱ فوت در آب فرو رفته است.

از آن جایی که اکثر ساختمان‌های بلندمرتبه در شهرهای مدرن نشانه‌هایی از موفقیت، مقاومت و دگرگونی هستند، برج Millennium یک دردسر به حساب می‌آید. یافته‌های جدید توسط یک پیمانکار مستقل ثابت کرد که از زمان تکمیل ساختمان در سال ۲۰۰۹، ۱۶ اینچ در آب فرو رفته و ۲ اینچ به جهت شمال غربی متمایل شده است. در حالی که هشداردهنده است و توقع سازندگان را بالا می‌برد، موقعیت کنونی ساختمان غیرمنتظره نیست؛ علت در خاک و قابلیت روانگرایی آن نهفته است.



منبع داده‌های روانگرایی: USGS, (۲۰۰۰), Knudsen et al.

برج Millennium (نشانه آبی در نقشه Temblor بالا) در منطقه ای با قابلیت روانگرایی بسیار بالا قرار دارد. این دسته بندی اغلب به عنوان خاکریزی ساخت بشر در نظر گرفته می شود که برج Millennium جزء این دسته است. خاکریزی توسط انسان بسیار مستعد روانگرایی است زیرا تحکیم نیافته و جوان است. این برج در منطقه ای از سانفرانسیسکو واقع شده که زمانی در زمین های خلیجی مستغرق بود. این بدین معنی است که این منطقه می تواند در بیشتر مواقع اشباع باشد. علاوه بر این، خاک با قابلیت روانگرایی بالا اگر متحمل تغییراتی در بارگذاری شود، ناپایدار می گردد، مانند زمانی که ساختمان بزرگی برپا می شود.

بر طبق گزارش ها، به منظور کاهش هزینه، برج Millennium با استفاده از دال بتنی و ستون های ۸۰ فوتی درون شن متراکم به جای قرار گرفتن در سنگ بستر با عمق ۲۰۰ فوت مهار شده است. به علاوه، برج Millennium با بتن ساخته شده که بسیار سنگین است. این عوامل را با خاکریزی توسط انسان در اطراف ساختمان در نظر بگیرید، مشکل پتانسیل نیز وجود دارد.

اگر شما یک جسم سنگین بر روی خاکی که به صورت بالقوه اشباع شده و تحکیم یافته نیست قرار دهیم، با از دست دادن مقاومت برشی حرکت می کند. به هر حال، با مهار کردن آن به یک جسم ثابت، احتمال کج شدن یا فرونشست بسیار ضعیف خواهد بود. با وجود این عوامل، غرق شدن ساختمان بیش از انتظار سازندگان تعجب آور نیست. علاوه بر این، با اینکه برج Millennium به عنوان پروژه مهندسی سازه سال کالیفرنیا در سال ۲۰۰۸ و از نظر شایستگی در مهندسی سازه در سال ۲۰۰۹ مورد تقدیر قرار گرفت، وضعیت، چالش هایی در رابطه با سکونت و ساخت و ساز بر زمین ناپایدار را نشان می دهد.

غرق شدگی و کج شدن برج Millennium مانند اثرات روانگرایی هنگام وقوع زلزله می باشد. هزاران سازه در Christchurch در سال ۲۰۱۱ متحمل روانگرایی و تخریب شدند. با استفاده از Temblor می توانید استعداد روانگرایی محل سکونت یا محل کار خود را کنترل کنید و ریسک های احتمالی را بشناسید.

### چرا زمین روانگرا می شود؟

اغلب افراد تمایل به تمرکز بر اثرات آشکار روانگرایی در اثر زلزله دارند. این مسئله به دلیل توانایی گسترش آن و همان طور که در شکل دیده می شود به دلیل غم انگیز بودن آن قابل درک است. به هر حال، درک این مسئله که چرا وقتی زلزله رخ می دهد زمین تبدیل به گل روان می شود دارای اهمیت است.

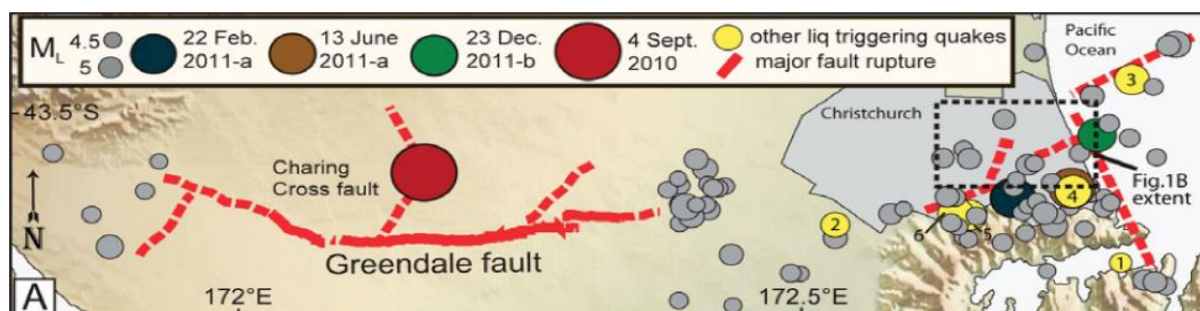




تصویر nzraw.co.nz

اولین سؤالی که پرسیده می‌شود این است که روانگرایی چه زمانی اتفاق می‌افتد؟ حال آن که پاسخ مستقیم این است، در زمان زلزله، این مسئله بسیار ساده است، به طوری که این مفهوم را می‌رساند که روانگرایی در تمام زلزله‌ها رخ می‌دهد. خوشبختانه به این صورت نیست، توضیحات بیشتری در این زمینه باید داده شود.

برای به وقوع پیوستن روانگرایی، تراز مشخصی از لرزش زمین باید اتفاق بیفتد. این مقیاس، شتاب اوج زمین (PGA) نامیده می‌شود و به‌عنوان درصدی از شتاب گرانشی گزارش می‌شود. در حالی که آستانه رها سازی در سرتاسر جهان متغیر است، در Christchurch، PGA بین ۱۰-۲۰٪ برای وقوع روانگرایی مورد نیاز بود. به منظور ایجاد چنین ترازهایی از لرزش، بزرگی زلزله باید بالای ۵٫۲ باشد. (در ۲۲ February سال ۲۰۱۱، زلزله با بزرگی  $M=6.3$  با ۲۲٪ PGA دومین زلزله بزرگ تاکنون گزارش شده بود).



نمایشی از گسل‌های اصلی و زلزله‌های Canterbury، منطقه NZ. زمانی که این نقشه به‌وجود آمد، ۸ زلزله با وقوع روانگرایی وجود داشته است. اکنون، بالای ۱۰ مورد اتفاق افتاده است. منبع: (Quigley ۲۰۱۲).

با وجود این که این اطلاعات به توضیح در مورد زمان وقوع روانگرایی کمک می‌کند ولی به‌طور واضح نشان نمی‌دهد که چرا اتفاق می‌افتد. وقتی یک گسل گسیخته می‌شود، امواج لرزه‌ای از بین زمین عبور می‌کند. این امواج نه تنها بر لرزشی که ما احساس می‌کنیم اثر دارند، بلکه به خواص زمینی که بر روی آن قرار داریم هم اثرگذار هستند. در رسوب اشباع شده با آب، امواج لرزه‌ای با ایجاد بافت‌های جداگانه رسوب، برای از دست دادن تماس با یکدیگر به افزایش فشار آب منجر می‌شود. وقتی این اتفاق می‌افتد، رسوب مقاومت از دست می‌دهد و مانند مایع عمل می‌کند.

### اثرات روانگرایی چیست؟

زمانی که یک لایه روان گرا چسبندگی خود را از دست می‌دهد و مانند مایع رفتار می‌کند، اثرات آن می‌تواند ناراحت‌کننده باشد. بعضی از اثرات رایج می‌تواند شامل این موارد باشد:

گسترش جانبی: زمین می‌تواند روی شیب‌های سطحی بلغزد اغلب بر طبق یک لایه رسوبی غیر روانگرا که بر روی لایه روانگرا قرار دارد. در این هنگام، همان‌طور که لایه غیر روانگرا از هم جدا می‌شود ترک‌های بزرگی به‌وجود می‌آیند.



گسترش جانبی سبب خسارت گسترده در زمان زلزله **February ۲۰۱۱ Christchurch**. در کل، نیمی از خیابان‌های شهر نیازمند تعمیر بودند. منبع: [Stuff.co.nz](http://Stuff.co.nz).

جوشش ماسه: یک لایه روانگرای زیرزمینی می‌تواند به لایه بالایی فشار وارد کند و سبب انفجار در سطح شود.





جوشش ماسه مانند شکل از چشم‌اندازهای رایج در اطراف Christchurch پیرو زلزله های بزرگ در منطقه Canterbury بودند. تصویر از: Asher Traford

فرونشست: در برخی مناطق، روانگرایی موجب غرق شدن تدریجی زمین می‌گردد. این اثر می‌تواند موضعی یا حتی منطقه ای باشد.



آیا در گل گیر کرده است؟ گودال‌ها و فرونشست ایجاد شده توسط روانگرایی سبب خسارت گسترده در Christchurch شد. تا امروز، مناطقی که در زلزله متحمل فرونشست شدند سیل منطقه‌ای بیشتری را تجربه کردند. منبع: [news.com.au](http://news.com.au)

روانگرایی می تواند در همه جا اتفاق بیفتد؟

آخرین سؤال ممکن می تواند این باشد که روانگرایی در چه مکانی اتفاق می افتد؟ برای روان شدن رسوبها، نیاز است تا اشباع، شل و دانه ای شود. بعضی رسوبات که این شرایط را دارند زمین های ساخت انسان می باشند مانند ساحل ماسه ای و دپوهای رود. رسوبها برای شل شدن باید جوان باشند، واژه ای که زمین شناسان کمتر از ۱۱۰۰۰ سال پیش مطرح کردند. رسوبهای جوان برای روانگرایی حساس تر می باشند، همان گونه که احتمال تحکیم آنها کمتر است.

وقتی تمام این عوامل کنار هم قرار می گیرند، واضح است که روانگرایی به شدت مختص مکان است. اگر تمام شرایط مهیا نباشد، روانگرایی اتفاق نخواهد افتاد؛ و حتی اگر همه شرایط وجود داشته باشد، به این معنی نیست که روانگرایی به صورت مطمئن رخ خواهد داد. پس مناطق مشخص، حساس تر هستند. کارشناسان می توانند حساسیت روانگرایی را با آنالیز زمین شناختی سطح، شکل شناسی زمین و عمق آب زیرزمینی تعیین کنند (که بر احتمال اشباع شدن رسوبات تأثیر دارد). این نوع اطلاعات در نقشه های روانگرایی Temblor نشان داده شده است.

مترجم: سارا محمدپور

منبع:

<http://temblor.net/earthquake-insights/liquefaction-leaning-tower-san-francisco-1048>