خانه ای که بر روی زمین و بدون دیوار برشی ساخته شد، در زلزله ۱۹۸۹ لوما پریتا که بوسیله گسل سان اندریاس در کالیفرنیا تولید شد، نابود گردید، این زلزله منجر به میلیون ها دلار خسارت شده و مسبب مرگ ۶۳ نفر و ۳۷۵۷ مصدوم شد. حال، محققین با بهره بردن از ابرکامپیوترها در حال بالابردن درک جامعه علمی از امواج فرکانس بالای تولیدشده بوسیله این گسل ها هستند، که خطر ویژه ای برای سازه های نسبتا کوچک نظیر خانه ها، آپارتمان های مسکونی، و دفاتر اداری هستند.

J.K. Nakata, US Geological Survey

۱۵ دسامبر ۲۰۱۵- یک تیم تحقیقاتی از مرکز زلزله کالیفرنیای جنوبی (SCEC)، که دفتر مرکزی آنها در دانشگاه مالیفرنای جنوبی (USC) است، بر روی قدرت جدیدترین ابر کامپیوترها سرمایه گذاری می کند تا درک بهتری از زمین لرزه هائی که کالیفرنیا را در یک زلزله بزرگ از طریق یکی از بیشمار گسل های فعالش به لرزش در می آورد، بدست آورد.

این تیم توسط دکتر توماس اچ جوردن رهبری می شود، ویلیام ام کک بعنوان عضو هیئت موسسه در علوم ژئوتکنیکی و استاد علوم زمین در USC و مدیر SCEC می باشد. او می گوید این کار تا همین الان هم نقشه های خطر لرزه ای را بهبود بخشیده و این پتانسیل را دارد که بزودی درک جامعه علمی را نسبت به امواج با فرکانس بالا (۱ هرتز و بالاتر) بالا ببرد که خطر ویژه ای به سازه های نسبتا کوچک نظیر خانه ها، آپارتمان های مسکونی، و دفاتر ادارای وارد می کند.

جوردن می گوید: "هدف ما اینست که تحلیل خطر لرزه ای یک دانش بر پایه فیزیک باشد"، که اشاره دارد تحلیل خطر لرزه ای در گذشته بر روابط تجربی ساده بین فاکتورهائی نظیر فاصله یک مکان از خط گسل و بزرگی زلزله متمرکز بود. او می

گوید: "آنها فقط با برقراری تناسب داده ها با منحی ها این کار را انجام می دهند". "آنها از فیزیک مساله برای حل آن کمک نمی گیرند".

ضعف های این رویکرد در سال ۲۰۰۶ زیر ذره بین قرار گرفت، زمانی که تیم نتایج شبیه سازی های زلزله های گسل سان اندریاس را منتشر کرد که نشان دهنده امتزاج دو اثر لرزه ای بود (جهت منبع و تحریک حوزه) که منجر به زمین لرزه هایی در لس آنجلس شد که نسبت به آن چیزی که با توجه به فاصله شهر از گسل سان اندریاس انتظار می رفت اتفاق بیفتد، خیلی قویتر بود.

جوردن عقیده دارد: "زمانی که یک گسل لرزه ای گسیخته می شود، انرژی گسل در جلویش به طریقی آزاد می شود که همانطور که آن گسیختگی به شما نزدیک می شود شما به دامنه های لرزشی خیلی بزرگ می رسید. این همان اثر جهتی است. ما همچنین می دانیم که امواج لرزه ای می توانند در حوزه های ساکن به دام بیفتند و مانند کاسه ای از ژله چرخ بخورند". "چیزی که ما در مورد هندسه کالیفرنیای جنوبی و سیستم سان اندریاس یافتیم این بود که این دو اثر می توانند ممزوج شوند". در این شبیه سازی ها، جردن می گوید: "امواج غرش کنان از گسل بالا آمدند، به صورت نصفه و نیمه به چپ به سمت لس آنجلس گردش کرده، و در حوزه لس آنجلس گیر افتادند، که منجر به افزایش لرزش های بالا شد."

این کار با کمک مهندسانی که قدرت محاسباتی بیشتر و بالاتری بوجود آوردند ممکن شد. مدل هائی که تیم جردن توسعه داد به طرز گیج کننده ای پیچیده هستند: آنها باید گسل و زمین اطراف سازه را در سه بعد و با ۷ مایل عمق از سطح نمایش دهند. مدل هائی که در این تحقیق استفاده شده نیازمند بیش از ۴۳۶ میلیارد نقاط شبکه ای برای نشان دادن اختلافات سه بعدی در ساختارهای وابسته به زمین است. این محاسبات بیش از ۳۰۰ میلیون لرزه نگار تولید می کند که از آنها ۲۲ میلیارد شدت لرزش محاسبه می شود. سپس این اندازه گیری ها برای محاسبه احتمالات شدت لرزش در مکان های مختلف بر روی سطح زمین بکار می روند.

"زلزله ها فرایندهای پیچیده ای هستند و ما باید قادر به گسترش مدلهائی باشیم که آن پیچیدگی را منعکس می کند"، این مطلب را جوردن بیان می کند که ده ها سال بر روی حرکات زمین در زلزله ها تحقیق کرده است. "ما در زمان های گذشته نمی توانستیم این کار را بکنیم. اولین کامپیوترهائی که استفاده کردم لامپ های خلا داشتند."

کامپیوتر غول آسای دپارتمان انرژی (DOE'S) در آزمایشگاه ملی اوک ریج (ORNL) یکی از جدیدترین ماشین هائی است که تیم استفاده می کند. این کامپیوتر قابلیت هائی دارد که مدل هایی باکیفیت بالا بپذیرد و هزاران سناریوی زلزله مختلف را برای گسترش نقشه های خطر لرزه ای گسترش دهد.

جوردن می گوید: "این یکی از کارهائی است که بر روی تایتان انجام می دادیم، شبیه سازی گروه های خیلی بزرگ از اعضا، آنقدر بزرگ که می توانیم تغییرات تصادفی از فرایند گسلش را نشان دهیم". "گسل سان اندریاس می تواند گسیخته می شود، اما به طرق زیادی می تواند گسیخته می شود. احتمالات گسیختگی های خیلی زیادی داریم که می خواهیم روی آنها بررسی کنیم. و گسل های خیلی بیشتری وجود دارند، و هر کدام از آنها ممکن است نیازمند هزاران شبیه سازی برای درک کامل از حرکات که در زمین تولید می کنند، باشند."

جدیدترین کار تیم امواج زلزله فرکانس بالا را درگیر می کند که به طور ویژه در ساختمان های کوتاه تر مشکل ساز هستند. اگرچه روش های تجربی برای این امواج با فرکانس بالا نسبت به امواج با فرکانس پائین تر، دقیق تر هستند، جوردن اظهار می دارد تحقیقات برای ارائه تصویر کامل تری از زمین لرزه ها نیاز است.

او توضیح می دهد: "ساختمان های مسکونی داریم که بالای گاراژ ساخته شده اند (اساسا بالای گاراژ بر روی لای) و زمانیکه به لرزش درآیند، شبیه یک پاندول بزرگ بر روی یک پایه کوچک داریم". "شما براحتی می توانید آنها را بکوبید. آنها حساس به فرکانس های ۱ هرتز هستند. ما فکر می کنیم با تغییر روش های شبیه سازی به سمت فرکانس های بالاتر می توانیم نسبت به اطلاعات حاضر به درک بهتری برسیم."

برای مدلسازی این فرکانس های بالا باید حتی جزئیات بیشتری به مدل پیچیده قبلی بیفزاید. بعضی عواملی که این مدل ها باید شامل شوند سختی گسل، نقشه برداری، غیرخطی نزدیک سطح، و پلاستیسیته نزدیک گسل می باشند. جوردن می گوید: "ما داریم تعدادی از این محسبات را با مدل های فیزیکی مختلف انجام می دهیم تا فیزیک را وارد آئین نامه ها کنیم، و سپس به منظور صحت سنجی، آزمایش انجام دهیم، و درک کنیم که چه چیزی از کامپیوتر بیرون می آید."

بعد از آن، تیم مدلها را با اجرای داده های زلزله های تاریخی در مدل و مقایسه نتایج با زمین لرزه های واقعی مشاهده شده در همان مکان ها اعتبارسنجی می کند. جوردن بیان می کند: "ما انها را شبیه سازی می کنیم تا بتوانیم شبیه سازی های خودمان را با داده ها آزمایش کنیم."

اگرچه تحقیقات تیم بر روی کالیفرنیای جنوبی متمرکز است (و بویژه شهرهای بزرگ در امتداد گسل سان اندریاس) جوردن متذکر می شود که همین تکنیک بر روی پسیفیک نورث وست، سالت لیک سیتی و حتی ممفیس در حال مطابقت است.

جوردن همچنین عقیده دارد که این تحقیق به جامعه تحقیقات لرزه ای در پیش بینی بهتر زلزله در آینده کمک خواهد کرد.

او می گوید: "ما در حال پیشرفت در همه جبهه ها هستیم. فکر می کنیم داریم کار بهتری در فهم از چگونگی پیش بینی زلزله ها در بلندمدت انجام می دهیم، اما باید صبر کنیم تا نتیجه آن را ببینیم. بخشی از مشکل اینست که زمان زیادی طول می کشد تا متوجه این فهمیدن بشویم."