



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

## پاسخ بلند مدت ساختمان به زلزله ها در منطقه خلیج سانفرانسیسکو

### چکیده

این مقاله به مطالعه پاسخ های بلند مدت و مدل سازی شده ساختمان به شبیه سازی های حرکات زمینی زلزله ها در منطقه خلیج سانفرانسیسکو می پردازد. زلزله ها شامل زلزله لوما پریتا با بزرگی 6.9 ریشتر، زلزله سانفرانسیسکو 19-6 با بزرگی با بزرگی 7.8 دهم ریشهر و دو زلزله گسل سن اندریس شمالی با بزرگی 7.8 ریشتر با مراکز زلزله در شمال و جنوب سانفرانسیسکو می باشد. ما از حرکات زمینی شبیه سازی شده برای ایجاد مدل های غیر خطی ساختمان های قاب مقاوم خمشی فولادی 20 طبقه استفاده کردیم. ما ساختمان های MRF طراحی شده با دو مقاومت متفاوت و مدل سازی شده با جوش های شکننده و انعطاف پذیر را در نظر گرفته ایم. با استفاده از جا به جایی نسبت طبقه ای (IDR) به عنوان یک شاخص اندازه گیری عملکرد، مدل های ساختمانی سفت تر و مقاوم تر، عملکرد بهتری از طرح های با مقاومت پایین تر و انعطاف پذیر دارند. زلزله با بزرگی فرضی 7.8 با مرکز زلزله شمال سان فرانسیسکو ایجاد حرکات زمینی شدیدی می کند. در این شبیه سازی، پاسخ های مدل های ساختمانی انعطاف پذیر تر و کم تر با جوش های شکننده بیش از 2.5 IDR درصد در 54 درصد منطقه شهری در مقایسه با 4.6 درصد منطقه شهری برای ساختمان های با مقاومت بالاتر با جوش های انعطاف پذیر می باشد. ما هم چنین حرکات زمینی برای پیش بینی جا به جایی ایزولاتور ماکزیمم ساختمان های ایزوله شده با مدل های درجه آزادی خطی استفاده می کنیم. برای دو سیستم ایزولاتور 3 ثانیه ای موجود نزدیک سان فرانسیسکو، ماکزیمم جا به جایی طراحی ، 0.5 متر بوده و شبیه سازی ما، جا به جایی های ایزولاتور را برای این نو سیستم بیش از 0.5 در بسیاری از مناطق شهری می باشد. این مقاله نشان می دهد که یک زلزله بزرگ 1906 می تواند منجر به آسیب معنی دار در ساختمان های بلند مدت در منطقه خلیج سانفرانسیسکو شود.

### مقدمه

گسل سن آندریاس شمالی، منجر به وقوع زلزله 1906 سان فرانسیسکو شد. همین گسل منجر به بروز زلزله های مشابهی در آینده شده و اثرات زلزله مشابه در مناطق شهری مدرن غیر قطعی است. شهر سان فرانسیسکو و جوامع

اطراف تفاوت معنی دار و قابل توجهی را از 100 سال پیش داشته است. به طور اخص، مناطق شهری شامل ساختمان های بلند مدتی می باشد که تنها در طی دهه های اخیر ساخته شده اند. برای درک بهتر عملکرد احتمالی این ساختمان های بلند مدت در زلزله بعدی بزرگ سان فرانسیسکو، ما به مطالعه دو مثال از ساختمان های بلند مدت می پردازیم: قاب مقاوم خمشی 20 طبقه ای، فولادی و جوش داده شده و ساختمان های با قاعده جدا. تجربه، مثال های معدودی از پاسخ های قاب فولادی در زلزله های بزرگ ارایه می کنند. گزارش های ارزیابی مدرن و معاصر زلزله 1906 سان فرانسیسکو نشان می دهند که قاب های فولادی موجود در 1906 عملکرد بهتری در حرکات زمینی شدید (سول 1907، تربینر 2006) خوبی داشتند. با این حال، قاب های فولادی در 1906 متفاوت از قاب های مدرن می باشد. بلند ترین ساختمان در زلزله سان فرانسیسکو 1906، ساختمان کال در قاب مهار بند 18 طبقه ای بوده و سول (1907) بیان داشته است که تنها ساختمان های قاب فولادی بلند تر بوده است. هم چنین، مهندسان ساختاری مدرن، قادر به تولید MRF بلند مدت به جای قاب های خمشی فولادی کوتاه مدت می باشند که 100 سال پیش پیشرفتگی برای خود بوده است. (برای بحث فریم های قاب مدرن و تاریخی به هامبورک و نیز 2003 مراجعه کنید). زیرا قاب های فولادی مدرن می تواند بلند تر باشد و دارای طرح های مدرن بوده است و از این روی استنباط عملکرد قاب های فولادی مدرن بر اساس پاسخ 1906 سخت می باشد. اگرچه یک زلزله بزرگ، قاب های فولادی را در صد سال پیش امتحان کرد، چندین مثال از پاسخ های قاب فولادی در زلزله های کوچک تر (همبورگر و نازیر 2003) ارایه شده است. به طور ویژه، ساختمان های قاب فولادی بزرگ، هیچ گونه آسیب را پس از بزرگی 6.7 ریشتری نوتریج و 1995 بزرگی 6.9 زلزله کوب نشان نداده است. با این حال، در زلزله نورتریج، بزرگ ترین جا به جایی زمین نزدیک ساختمان 0.31 متر نزدیک به بیمارستان الایو ویو ثبت شد. سامرویل و همکاران 1995، حرکات زمینی را در هفت مکان ساختمانی ثبت و شبیه سازی کردند: جا به جایی های زمینی پویا زیر قاب های فولادی بزرگ کم تر از 0.5 در زلزله کوب می باشد (موسسه تحقیقات ساختمانی 1996). به علاوه، تحقیقات مدرن، ساختمان های MRF فولاد پس از زلزله نورتریج نشان داده اند که بسیاری از جوش ها در مفاصل مقاومت خمشی موجود، شکننده می باشند (گیلانی 1997). پروژه فولادی SAC اسنادی را در این خصوص گزارش کنند (کراوینکلر 2000، رودر 2000). در این مطالعه، ما به بررسی پاسخ

ساختمان های MRF با جوش های شکننده و انعطاف پذیر به حرکات زمینی قوی زمینی با جا به جایی های بزرگ می پردازیم.

به منظور پیش بینی پاسخ ساختمان های MRF در زلزله های بزرگ ، بسیاری از محققان از مدل های عددی استفاده می کردند. لوسو و کورنل(2000) به مطالعه اثر خرابی مفاصل تیر و ستون بر روی پاسخ لرزه ای مدل های 3، 9 و 20 طبقه ای توسعه یافته توسط پروژه فولادی SAC پرداختند.محققان به این نتیجه رسیدند که برخی از بزرگ ترین حرکات زمینی موجب ایجاد رانش های بین طبقه ای بیش از 10 درصد شده و یا موجب فروپاشی در مدل های ساختمانی 20 طبقه ای با مفاصل شکننده شدند.

با این حال محققان فریم های جاذبه ای درونی و یا اتصالات برشی را در این مطالعه در نظر نگرفته اندف بلکه آن ها در یک مطالعه مجزا به این نتیجه رسیدند که استفاده از این ویژگی ها موجب کاهش رانش های بزرگ نظیر این پاسخ ها شد. گوپتا و کراینکلر(2000) از مدل های ساختمانی SAC بدون مکانیسم های تخریب برای پیش بینی پاسخ لرزه ای در سطوح خطر لرزه ای متفاوت استفاده کردند. در برخی از حرکات زمینی که نشان دهنده سطح تجاوز 2 درصد در 50 سال می باشند، محققان به تقاضا های رانش در مدل ساختمانی 20 طبقه طراحی شده برای منطقه لس آنجلس اشاره کردند. آن ها نتیجه گرفتند که پتانسیل عملکرد غیر قابل قبول ناچیز است. لی و فورت (2006)، جایگزین های مختلف را به صورت مدل های ساختمانی SAC با مقاومت های مختلف طراحی کردند. از تحلیل تاریخ چه زمانی غیر خطی، محققان به این نتیجه رسیدند که مدل های بیست طبقه، از ظرفیت رانش و تغییر بین طبقه ای از جمله مدل های با مقاومت بالاتر تجاوز کرده اند.

کریشنان و همکاران(2006) به مطالعه پاسخ یک نوع ساختمان در منطقه لس آنجلس برای حرکات زمینی شیشه سازی شده از بزرگی فرضی 7.9 شکستگی در گسل سن اندریاس شمالی پرداخته اند. آن ها از یک مدل ساختمانی سه بعدی برای مقایسه پاسخ های ساختمان های MRF فولادی 18 طبقه ای طراحی شده برای 1982 و نیز کد های ساختمانی یکنواخت 1997 استفاده کردند. در شیه سازی ها، مدل های MRF، رانش های بزرگی را نشان دادند که تهدید کننده زندگی در بسیاری از مناطق لس آنجلس است. این مطالعه موید کار های قبلی با مدل های ساختمانی 20 طبقه ای ، حرکات زمینی بزرگ با مدل های ساختمانی 20 طبقه ای و ارزیابی پاسخ های مدل ساختمانی در یک سطح منطقه ای نزدیک سان فرانسیسکو می باشد.

ساختمان های ایزوله شده ، نوع جدیدی از سازه های بلند می باشند که از ویژگی های آن ها وجود منطقه انعطاف پذیر در فونداسیونی است که از یک ابر سازه پشتیبانی می کند. با طراحی، فرکانس های طبیعی ابر سازه ها با فرکانس موثر سیستم ایزولاسیون مقایسه می شود. ایزولاسیون به طور معنی داری موجب کاهش ارتعاشات با فرکانس بالای یک ساختمان می شوند زیرا سطح ایزولاسیون، حرکات با فرکانس بالا را به ابر سازه انتقال نمی دهد.

نیرو های لرزه ای در یک ابر سازه ساختمانی برای یک ساختمان با پایه ایزوله شده به طور معنی داری کوچک تر از ساختمان مشابه بدون ایزولاسیون می باشند. با این حال همه سیستم های ایزولاسیون دارای دامنه حرکت محدودی می باشند. با این حال همه سیستم های ایزولاسیون دارای دامنه حرکت محدودی می باشند. بسته به سیستم انفرادی، ساختمان با قاعده ایزوله شده می تواند اثرات بین دیواره های پی و ابر سازه تجربه کند(هیتون و همکاران 1995).

سیستم های ایزولاسیون پایه عملکرد بهتری در طی نورتريج 1994 و زلزله 1995 کوب(کلی 2004) داشتند و این در حالی است که هیچ گونه ساختمانی در مناطق نزدیک منبع برای این زلزله وجود ندارد. به علاوه، این زلزله ها تولید جا به جایی های زمین نسبت به زلزله 1906 سان فرانسیسکو کردند. یکی از اهداف این مطالعه جا به جایی های ایزولاتور می باشد که می تواند در گسل سن اندریاس می تواند بهترین پیش بینی ها از رفتار ایزولاسیون ارائه کند و از این روی اطلاعاتی درخصوص این مدل ها ارائه نمی کند. در عوض، ما از تقریب معادل خطی سیستم ایزولاتور برای برآورد جا به جایی ها در زلزله ها استفاده می کنیم.

کد ساختمانی بین المللی 2006 نیازمند یک تحلیل پویا برای طراحی سیستم های ایزولاسیون در منطقه خلیج فرانسیسکو می اشد. طراح بایستی تحلیل تاریخ پاسخ و طیف پاسخ را برای تعیین جا به جایی های ماکزیمم ایزولاتور در میان پارامتر های طراحی انجام دهد( شورای کد بین المللی 2006).هم چنین این کد تعیین می کند این جا به جایی پایین تر از مقادیر حداقل است. از این روی، پاسخ مدل به حرکات زمینی قادر به کنترل طراحی بوده و انتخاب حرکات بر طراحی اثر دارند. در صورتی که یک مهندس طراح از حرکات زمینی بزرگ تر از کد ساختمانی استفاده کند، نیازمند یک سیستم با ظرفیت جا به جایی ایزولاتور نسبت به مهندسی که از حرکات کوچک تر استفاده می کند.

بحث های فعال در خصوص استفاده از حرکات زمینی منبع نزدیک وجود دارد که با پالش های جا به جایی بزرگ برای طرح همراه است (هال 1999، گلی 1999). جانگید و کلی (2001) بیان داشته اند که سیستم های ایزولاسیون پایه بایستی برای کاهش نتغییر محتوی در زلزله های متوسط و کاهش جا به جایی ایزولاتور در حرکات زمینی نوع پالس طراحی شده است. محققان وجود یک ایزولاتور بهینه را نشان داده اند که موجب کاهش تشدید ابر ساختار می شود. این میرایی بهینه موجب کاهش جا به جایی ایزولاتور نمی شود، زیرا جا به جایی ایزولاتور به طور یکنواخت با افزایش میرایی کاهش می یابد. ریان و کوپا (2004 ب) نتایج تحلیل غیر خطی سیستم ایزولاسیون پایه با روش خطی معادل IBC 2000 برای تعیین جا به جایی طراحی را مقایسه کردند. محققان پی برده اند که جا به جایی های ایزولاتور از روش خطی معادل، این موارد را از تحلیل غیر خطی تا 20 تا 50 درصد کم تر از مقدار واقعی برآورد کردند. از این روی، جا به جایی طراحی حداقل مورد نیاز توسط کد برای حرکات زمینی قوی محافظه کار نمی باشد که مطابق با زلزله های متوسط می شود.

چون حرکات زمینی یا لرزه های آینده، غیر قطعی است، مهندسان ساختاری قادر به طراحی یک ساختمان برای حرکات زمینی خاص نیست که در دوره زندگی تجربه می شود. در عوض، مهندسان ساختاری بستگی به کد های ساختمانی برای تعریف انواع حرکات زمینی دارد که در آن ساختمان می تواند باقی بماند. طیف پاسخ طراحی بیانگر حرکات زمینی از رویداد هایی می شود که موجب برانگیخته شدن ساختمان ها در دوره زندگی می شود. بر اساس طیف طراحی، مهندسان ساختاری قادر به تعیین نیرو های طراحی حداقل می باشد که ساختمان بایستی در برابر آن مقاومت کند. کد ساختمانی موبد این است که زلزله های بزرگ در نزدیکی مناطق شهری رخ می دهد. IBC 2006 زلزله ماکزیمم را به صورت شدید ترین زلزله در این کد معرفی کرده و MCE را به صورت 1.5 برابر طیف پاسخ طراحی تعریف می کند (شورای آیین نامه ساختمانی بین المللی 2006). در زلزله مطابق با MCE، مهندسان سازه بر این باورند که ساختمان ها قادر به مقاومت در برابر سازه ها و محتوی ساختمانی می باشد. این حال، ساختمان ها قادر به فروپاشی در زلزله های زمینی ای می باشند که بیش از MCE است. طراحی MRF ها نظیر این مطالعه منطبق بر این فلسفه است. طراحی MRF هایی نظیر MRF های این مطالعه منطبق بر فلسفه است. طراحی ساختمان ها در منطقه خلیج سانفرانسیسکو مستلزم استفاده از حرکات زمینی منطبق بر MCE می باشد نه طیف طراحی استاندارد (موسسه مهندسی سازه، 2006). به این ترتیب، مهندسان سازه معمولا ساختمان

هایی را طراحی کرده و بیان می‌دارند که یک رویداد غیر طبیعی بزرگ می‌تواند محدودیت‌های سیستم‌های مقاوم به نیروهای جانبی را جبران کند.

هدف این مطالعه پیش‌بینی پاسخ ساختمان‌های بلند مدت با سناریو‌ها و زلزله‌های فرضی در منطقه خلیج سانفرانسیسکو می‌باشد. ما از حرکات زمینی شبیه‌سازی شده برای ایجاد مدل‌های غیرخطی ساختمان‌های قاب مقاوم خمشی فولادی 20 طبقه استفاده کردیم. ما ساختمان‌های MRF طراحی شده با دو مقاومت متفاوت و مدل‌سازی شده با جوش‌های شکننده و انعطاف‌پذیر را در نظر گرفته‌ایم. با استفاده از جا به جایی نسبت طبقه ای (IDR) به عنوان یک شاخص اندازه‌گیری عملکرد، مدل‌های ساختمانی سفت‌تر و مقاوم‌تر، عملکرد بهتری از طرح‌های با مقاومت پایین‌تر و انعطاف‌پذیر دارند. زلزله با بزرگی فرضی 7.8 با مرکز زلزله شمال سانفرانسیسکو ایجاد حرکات زمینی شدیدی می‌کند. در این شبیه‌سازی، پاسخ‌های مدل‌های ساختمانی انعطاف‌پذیرتر و کم‌تر با جوش‌های شکننده بیش از 2.5 IDR درصد در 54 درصد منطقه شهری در مقایسه با 4.6 درصد منطقه شهری برای ساختمان‌های با مقاومت بالاتر با جوش‌های انعطاف‌پذیر می‌باشد. ما هم‌چنین حرکات زمینی برای پیش‌بینی جا به جایی ایزولاتور ماکزیمم ساختمان‌های ایزوله شده با مدل‌های درجه آزادی خطی استفاده می‌کنیم. برای دو سیستم ایزولاتور 3 ثانیه‌ای موجود نزدیک سانفرانسیسکو، ماکزیمم جا به جایی طراحی 0.5 متر بوده و شبیه‌سازی ما، جا به جایی‌های ایزولاتور را برای این دو سیستم بیش از 0.5 در بسیاری از مناطق شهری می‌باشد. این مقاله نشان می‌دهد که یک زلزله بزرگ 1906 می‌تواند منجر به آسیب‌معنی‌دار در ساختمان‌های بلند مدت در منطقه خلیج سانفرانسیسکو شود.

تحلیل ما از برخی جهات دارای محدودیت‌هایی است. ما تنها زلزله‌های احتمالی بسیار بزرگ آینده را در نظر گرفته‌ایم. زلزله بزرگ سن‌اندریاس در آینده، متفاوت از سناریو‌های ما و نیز رویداد‌های فرضی می‌باشد. با این وجود این رویدادها موجه هستند زیرا آن‌ها با دانش فعلی زلزله سانفرانسیسکو 1906 سازگار و منطبق می‌باشند. مطالعه ما به این دلیل محدود است که تنها مدل‌های ساختمانی ایده‌آل را در نظر می‌گیرد. ساختمان‌های در نظر گرفته شده ساختمان‌های آسیب‌پذیر در زلزله‌های ما نمی‌باشند. ما به این دلیل از این ساختمان‌ها استفاده کرده‌ایم که تحلیل آن‌ها قابل دسترس به ما می‌باشد. به علاوه، آن‌ها نمونه‌هایی از سازه‌های بسیار انعطاف‌پذیر می‌باشند. افزایش انعطاف‌پذیری ساختمان به محدودسازی تنش در ساختمان‌های تحت زلزله‌های

بزرگ کمک می کند. با این حال سازه های به شدت انعطاف پذیر دفورماسیون های بزرگی را در حرکات زمینی بلند مدت تولید شده با زلزله های بزرگ غیر طبیعی ایجاد می کند.

### توصیف حرکات زمینی

آگارد، بروشر، دلونکف درگر، گراوس، هرمس، هارتزل، لارسن و زابوک (2008) (2008) و آگارد، بروشر، مک کلاندس و همکاران (2008) حرکات زمینی را برای زلزله لوما پریتا 1989، زلزله سان فرانسیسکو 1906 و هفت رویداد گسل سن اندریاس شبیه سازی کردند. در این مطالعه، ما از تاریخچه های زمانی از چهار شبیه سازی حرکت زمینی استفاده کردیم. در این مطالعه ما از تاریخچه های زمانی استفاده کردیم: زلزله سناریوی لوما پریتا 1989 با مدل منبع والد، زلزله سناریوی سان فرانسیسکو 1906 و دو زلزله فرضی با توزیع لغزش یکسان همانند سناریوی سان فرانسیسکو 1906. ما اشاره به دو شبیه سازی اخیر با بزرگی 7.8 SongModHypoS و SongModHypoC.1906. ما اشاره به دو شبیه سازی اخیر با بزرگی 7.8 خلیج بودگا و زلزله های فرضی سان خوان باستیا داریم.

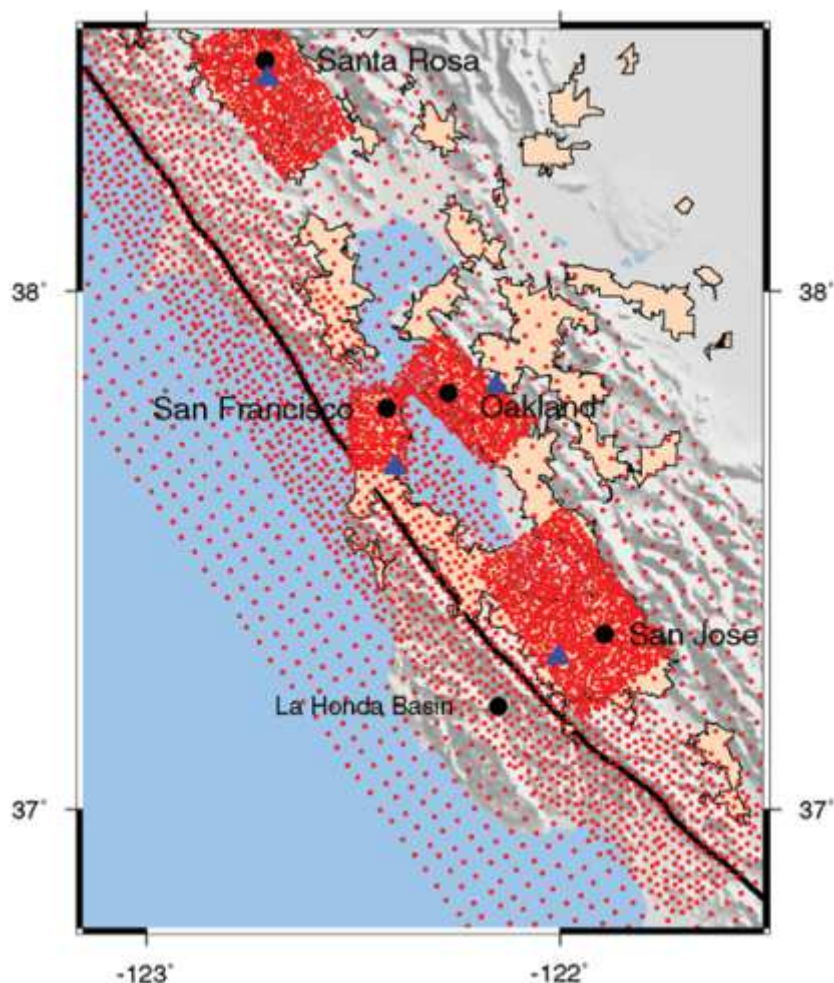
ما از حرکات زمینی در یک مساحت 250 تا 110 کیلومتر استفاده می کنیم که شامل نیمه جنوبی با بزرگی 7.8 است. ما تاریخچه های زمانی سرعت زمین را در مکان هایی با چندین شبکه انتخاب می کنیم و مناطق شهری اصلی در تفکیک پذیری های مکانی بالاتر طبقه بندی می شوند. این نمونه برداری تولی حرکات زمینی در 4945 سایت می کند. شکل 1 حوزه شبیه سازی، جغرافیای منطقه ای و مناطق شهری را نشان می دهد. چون این مطالعه زلزله های قابل قبول را در گسل سن اندریس شمالی نشان می دهد شامل ساختمان های با آسیب بلند مدت می باشد. منطقه شهری دارای مساحت کل 3266 کیلومتر مربع بوده و این شامل مناطق شهری در فواصل 60 کیلومتر از کسل به خصوص خلیج شرقی، سانتا روزا و کانکورد می باشد. البته، تنها مناطق شهری در شبه جزیره سان فرانسیسکو یا سان خوان نزدیک به گسل سن اندریاس و برخی از مناطق شهری برای ساختمان های ما مناسب نیستند. وقتی که ما نتایج را گزارش می کنیم، آسیب وارده به کل مناطق را در نظر می گیریم و در برخی مناطق شهری نظیر اکلند، سان فرانسیسکو، سان جوز و نیز سانتا روزا را بایستی در نظر گرفت.

شبیه سازی های حرکات زمینی شامل ساختار ژئولوژی سه بعدی از طریق سرعت لرزه ای و زمین شناسی سه بعدی (بروشر و همکاران 2006) است. پهنای باند شبیه سازی ها محدود به 2 ثانیه و بلند تر است. آگارد سرعت



موج برشی حداقل را به 700 متر بر ثانیه محدود کرده است و از این روی حرکات زمینی شبیه سازی شده شامل اثرات غیر خطی ناشی از رسوبات سطح نرم نمی باشند.

بحث های فعال در خصوص استفاده از حرکات زمینی منبع نزدیک وجود دارد که با پالش های جا به جایی بزرگ برای طرح همراه است (هال 1999، گلی 1999). جانگید و کلی (2001) بیان داشته اند که سیستم های ایزولاسیون پایه بایستی برای کاهش نتایج محتوی در زلزله های متوسط و کاهش جا به جایی ایزولاتور در حرکات زمینی نوع پالس طراحی شده است. محققان وجود یک ایزولاتور بهینه را نشان داده اند که موجب کاهش تشدید ابر ساختار می شود. این میرایی بهینه موجب کاهش جا به جایی ایزولاتور نمی شود، زیرا جا به جایی ایزولاتور به طور یکنواخت با افزایش میرایی کاهش می یابد. ریان و کوپا (2004 ب) نتایج تحلیل غیر خطی سیستم ایزولاسیون پایه با روش خطی معادل IBC 2000 برای تعیین جا به جایی طراحی را مقایسه کردند. محققان پی برده اند که جا به جایی های ایزولاتور از روش خطی معادل، این موارد را از تحلیل غیر خطی تا 20 تا 50 درصد کم تر از مقدار واقعی برآورد کردند. از این روی، جا به جایی طراحی حداقل مورد نیاز توسط کد برای حرکات زمینی قوی محافظه کار نمی باشد که مطابق با زلزله های متوسط می شود.



شکل 1: منطقه خلیج سانفرانسیسکو یک منطقه شهری بزرگ نزدیک به گسل سن اندریاس بوده است. رنگ نارنجی روشن نشان دهنده مناطق شهری ای است که شامل 97 درصد جمعیت منطقه می باشد. نقاط قرمز رنگ نشان دهنده مناطقی با حرکت زمینی شبیه سازی شده است. برخی مناطق در زیر آب قرار دارد با این حال شامل نتایج این سایت ها در این مقاله است. مثلث های ابی برای طیف های پاسخ در شکل 12 نشان داده شده است.

شکل 2 و 3 جا به جایی های حرکات زمینی و سرعت ها برای شبیه سازی های زلزله می باشند. اگارد، بروشر، دلونیک، درگر، گراوس، هرمسن، هرنز، لارسن، مک کندلس و همکاران 2008 گزارش کرده اند که آن ها بر این باورند خطا در مدل سرعت لرزه ای منجر به برآورد لرزه ای حرکات زمینی در حوزه لا وندا در کوه های سانتا کروز ف جنوب غرب سان جوز می شود.

ساختمان های MRF فولادی بیست طبقه

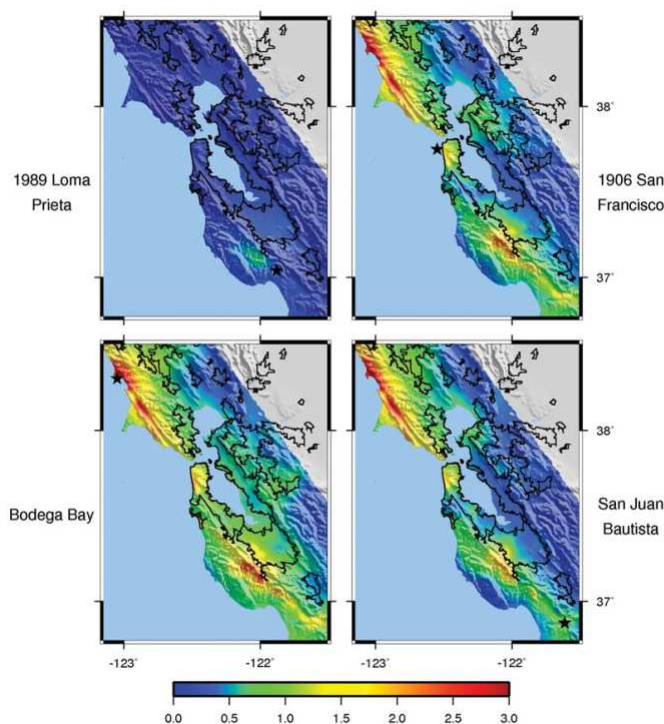
## توصیف مدل های ساختمان

ساختمان MRF جوش خورده فولادی بیست طبقه ای یکی از ساختمان های بلند مدت می باشد. این ساختمان حساس به حرکات زمینی بلند مدت (هیتون و همار 1995) با این حال معرف هر ساختمان بلند نیست. ما به مطالعه یک ساختمان 20 طبقه می پردازیم زیرا ساختمان های MRF فولادی کوتاه تر و بزرگ تر از ساختمان هایی می پردازیم که مقاوم تر از این ساختمان می باشند. ساختمان های بلند تر از سیستم های مقاومت نیروی جانبی برای مقاومت در برابر بار های بادی بزرگ تر استفاده کرده و از این روی ساختمان های بلند تر معمولاً نیازمند تحلیل و طراحی ویژه می باشند.

ساختمان های کوتاه تر داری برش تسلیم بزرگ می باشند که این موجب می شود تا آن ها قوی تر از ساختمان های 20 طبقه ای باشند. هم چنین فرکانس ساختمان های کوتاه تر در خارج از محتوی فرکانس حرکات زمینی شبیه سازی شده در این مطالعه می باشند. فرکانس طبیعی طراحی در ساختمان 20 طبقه معمولاً در یک دامنه ای از حرکات زمینی قرار دارند. مدل های ساختمانی MRF فولادی 20 طبقه مورد استفاده در این مطالع منظم و مستطیلی می باشند. شکل 4 ابعاد مدل ها را نشان می دهد.

برای مطالعه اثر مقاومت و سفتی ساختمان بر روی پاسخ لرزه ای، ما از مدل هایی با دو طراحی متفاوت استفاده می کنیم. هال (1997) اقدام به طراحی ساختمان هایی بر طبق کد ساختمانی 1992 و 1994UBC برای مناطق لرزه ای می پردازیم. هیچ گونه طبقات نرمی در مدل های MRF وجود ندارد. هر دو طرح دارای مفاصل مقاوم به ممان در پلان طبقه بوده و دارای مفاصل ساده در قسمت های درونی به جز یک مورد می باشند. و این یک مورد در خط مرکزی طرح JBC قرار دارد و مفاصل مقاوم به خمش در ارتباطات ستون-تیر می باشد. هم چنین، برخی از تیر ها و ستون ها در طراحی UBC بزرگ تر از طراحی JBC می باشند و برخی ستون ها در طراحی JBC حول محور ضعیف خمیده می شوند. به دلیل مقاومت و رانش کد ساختمانی، طرح های JBC قوی تر و سفت تر از طراحی UBC برای ابعاد ارتفاعی و پلان یکسان می باشند. ما کد های ساختمانی ای را مقایسه نکرده و پیشنهاد نمی کنیم که ساختمان های موجود در منطقه خلیج سان فرانسیسکو بر طبق مفاد JBC 1992 طراحی شده اند. هال (1998) رفتار مدل های ساختمانی MRF فولادی را با ملزومات نیروی جانبی UBC 1997 مقایسه کرده است. اگرچه ساختمان طراحی شده با UBC 1994 مطابق نمی باشد و از این روی مطابق با UBC 1997 می

باشد. ساختمان طراحی شده JBC منطبق بر UBC 1997 است. ساختمان‌ها معمولاً مستلزم وجود فاکتورهای نزدیک منبع  $N_v$  می‌باشند که کوچک‌تر مساوی 1.2 است. این فاکتور نزدیک به منبع کمتر مساوی با 1.2 برای سایت‌های بزرگ‌تر از 10 کیلومتر از هر گسل بوده است. اگرچه مدل‌های طراحی شده JBC 1992 منطبق بر مدل‌های جانبی با 1997 می‌باشد. هر دو طرح دارای مفاصل مقاوم به ممان در پلان طبقه بوده و دارای مفاصل ساده در قسمت‌های درونی به جز یک مورد می‌باشند. و این یک مورد در خط مرکزی طرح JBC قرار دارد و مفاصل مقاوم به خمش در ارتباطات ستون-تیر می‌باشد. هم‌چنین، برخی از تیرها و ستون‌ها در طراحی UBC بزرگ‌تر از طراحی JBC می‌باشند و برخی ستون‌ها در طراحی JBC حول محور ضعیف خمیده می‌شوند. به دلیل مقاومت و رانش کد ساختمانی، طرح‌های JBC قوی‌تر و سفت‌تر از طراحی UBC برای ابعاد ارتفاعی و پلان یکسان می‌باشند. ما کد‌های ساختمانی‌ای را مقایسه نکرده و پیشنهاد نمی‌کنیم که ساختمان‌های موجود در منطقه خلیج سان فرانسیسکو بر طبق مفاد JBC 1992 طراحی شده‌اند.

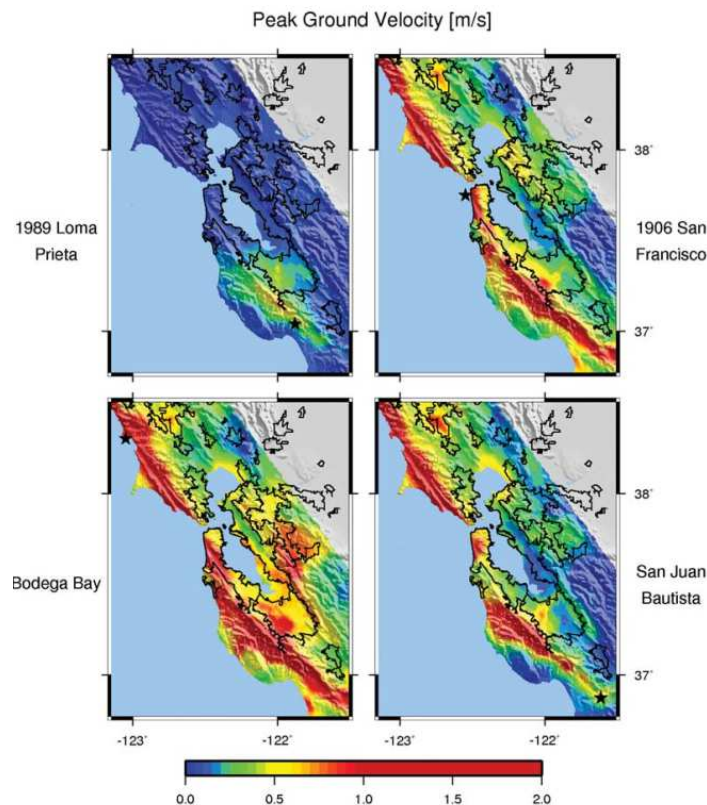


شکل 2: زلزله سناریوی لوما پریتا 1989 که تولید حرکات زمینی یا لرزه‌های متوسط می‌کند. بزرگ‌ترین جا به جایی زمین 0.67 متر است. حرکات زمین‌یاب در سناریوی 7.8 و زلزله‌های فرضی نیز نشان داده شده است. بزرگ‌ترین جا به جایی زمین 4.24 متر، 4.26 متر و 4.29 متر می‌باشد. ستاره‌های مشکی نشان‌دهنده مرکز زلزله هستند.

هال و همکاران (1997) یک الگوریتم عناصر محدود را برای مدل های ساختمانی قاب فولادی توسعه داد و ما از این الگوریتم برای محاسبه پاسخ های مدل MRF توسعه داده ایم. یک مدل ساختمانی متشکل از فریم های صفحه ای در سقف ها با دیافراگم کف می باشد. فیبر های مختلف مقطع هر عنصر ستون یا تیم را نشان داده و هر فیبر بر طبق مدل فولادی پسماند غیر خطی رفتار می کند.

این روش به طور صریح رفتار صفحه را با یک مدل کرنش برشی ممان پسماند خطی نشان داده می شود. الگوریتم محاسباتی شامل به روز رسانی مختصات برای توجیه اثرات  $P-\Delta$  است. (تحت دفورماسیون جانبی بزرگ، ستون ها دیگر عمودی نمی باشند. از این روی ستون ها حامل بار های عمودی P در فاصله  $\Delta$  از محور عمودی است. اثرات  $P-\Delta$  را بایستی در تحلیل فریم های با دفورماسیون های بزرگ گنجانند زیرا اثرات شامل یک ممان افزایشی با ستون ها است). مدل ها معمولا حرکات پیچشی را پوشش نمی دهند. مدل های ساختمانی دارای توزیع سفتی و وزن یکنواخت در هر طبقه بوده و ک ما حرکات زمینی یکنواخت را در قاعده ساختمان ها تصور می کنیم. از این روی ما انتظار یک مولفه پیچشی ن در پاسخ ساختمان نداریم.

کریشن و همکاران (2006) به مطالعه پاسخ یک نوع ساختمان در منطقه لس آنجلس برای حرکات زمینی شیشه سازی شده از بزرگی فرضی 7.9 شکستگی در گسل سن اندریاس شمالی پرداخته اند. آن ها از یک مدل ساختمانی سه بعدی برای مقایسه پاسخ های ساختمان های MRF فولادی 18 طبقه ای طراحی شده برای 1982 و نیز کد های ساختمانی یکنواخت 1997 استفاده کردند. در شیشه سازی ها، مدل های MRF، رانش های بزرگی را نشان دادند که تهدید کننده زندگی در بسیاری از مناطق لس آنجلس است. این مطالعه موید کار های قبلی با مدل های ساختمانی 20 طبقه ای، حرکات زمینی بزرگ با مدل های ساختمانی 20 طبقه ای و ارزیابی پاسخ های مدل ساختمانی در یک سطح منطقه ای نزدیک سان فرانسیسکو می باشد.

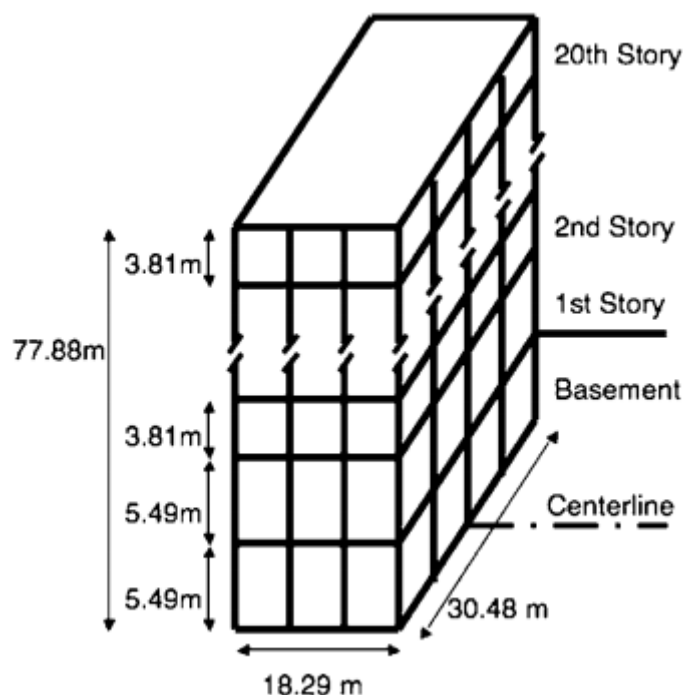


شکل 3: سه شبیه سازی زلزله با بزرگی 7.8 بیشتر تولید سرعت های زمینی پیک بزرگ تر از مقادیر تجربه شده در زلزله لوما پریتا 1989 می کند. بزرگ ترین سرعت ها شامل 0.82 متر بر ثانیه، 3.03 متر بر ثانیه ، 3.85 متر بر ثانیه و 3.85 متر بر ثانیه است.

تنها مکانیسم در مدل های MRF شکستگی جوش است. در مفصل مقاومت ممان، یک روش تصادفی، کرنش شکستگی را به الیاف جوش تخصیص می دهد و این برای همه سایت های شبیه سازی یکسان است. در صورتی که کرنش در الیاف جوش بیش از کرنش شکستگی باشد، دیگر بار های کششی برای باقی مانده شبیه سازی وجود ندارد/

مدل های MRF می توانند دارای جوش های انعطاف پذیر باشند که شکسته نمی شوند و جوش های شکننده بر طبق محدودیت های زیر است. برای فلنج های تیر در مفصل مقاومت ممان، 20 درصد شکستگی الیاف جوش زمانی نسبت به کرنش خمشی است،  $\epsilon/\epsilon_{yield}$  برابر با 0.7 بوده و 40 درصد شکستگی زمانی است که  $\epsilon/\epsilon_{yield} = 1$  بوده و شکستگی 20 درصد زمانی رخ می دهد که  $\epsilon/\epsilon_{yield} = 10$  باشد و شکستگی 10 درصد زمانی است که  $\epsilon/\epsilon_{yield} = 100$  باشد. برای فلنج های تیر های فوقانی، شکستگی جوش ها زمانی است که

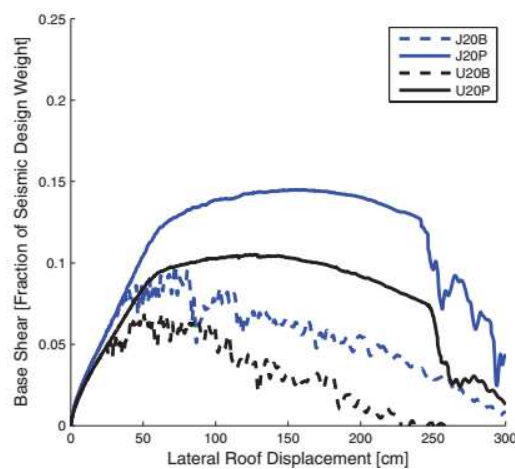
$\varepsilon/\varepsilon_{\text{yield}} = 1$ ; باشد. هال (1997) این نسبت ها و توزیعات را برای آسیب های ساختاری مشاهده شده پس از 1994 ارایه کرده اند.



شکل 4: ما از مدل های ساختمانی 20 MRF طبقه در تحلیل خود استفاده کرده ایم. مدل های MRF دارای پلان کف یکسان می باشند. هیچ گونه طبقات نرمی در طراحی وجود ندارد.

هال و همکاران (1997) یک الگوریتم عناصر محدود را برای مدل های ساختمانی قاب فولادی توسعه داد و ما از این الگوریتم برای محاسبه پاسخ های مدل MRF توسعه داده ایم. یک مدل ساختمانی متشکل از فریم های صفحه ای در سقف ها با دیافراگم کف می باشد. فیبر های مختلف مقطع هر عنصر ستون یا تیم را نشان داده و هر فیبر بر طبق مدل فولادی پسماند غیر خطی رفتار می کند. این روش به طور صریح رفتار صفحه را با یک مدل کرنش برشی ممان پسماند خطی نشان داده می شود. الگوریتم محاسباتی شامل به روز رسانی مختصات برای توجیه اثرات  $P-\Delta$  است. (تحت دفورماسیون جانبی بزرگ، ستون ها دیگر عمودی نمی باشند. از این روی ستون ها حامل بار های عمودی P در فاصله  $\Delta$  از محور عمودی است. اثرات  $P-\Delta$  را بایستی در تحلیل فریم های با دفورماسیون های بزرگ گنجانند زیرا اثرات شامل یک ممان افزایشی با ستون ها است). مدل ها معمولاً حرکات پیچشی را پوشش نمی دهند. مدل های ساختمانی دارای توزیع سفتی و وزن یکنواخت در هر طبقه بوده و ک ما حرکات

زمینی یکنواخت را در قاعده ساختمان ها تصور می کنیم. از این روی ما انتظار یک مولفه پیچشی ن در پاسخ ساختمان نداریم.



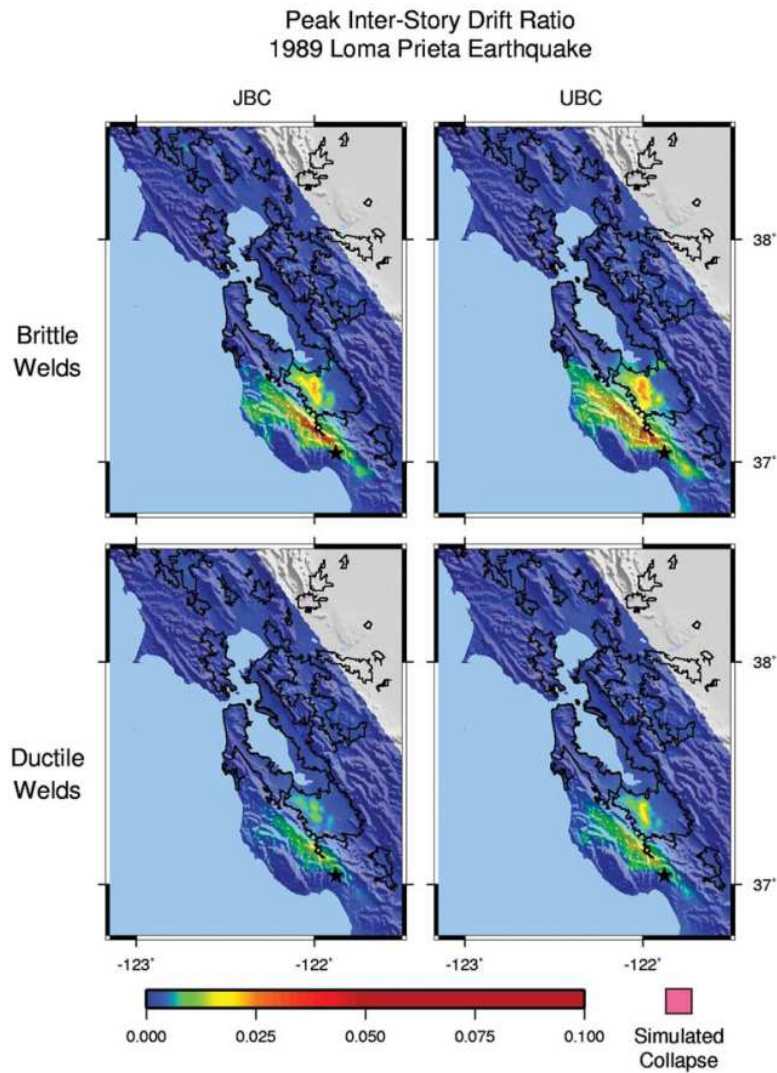
شکل 5: منحنی های پوش اور، پاسخ های پوش اور مشخص مدل های ساختمانی MRF فولادی را نشان می دهند. ساختمان های JBC قوی تر از ساختمان های UBC معادل می باشند که با برش در نقطه شکست اندازه گیری می شوند. ساختمان های با جوش های انعطاف پذیر دارای انعطاف پذیری یکسان و نسبت مشابه بین جا به جایی سقف جانبی در نقطه شکست یا تسلیم می باشند.

### پاسخ مدل های ساختمان

ما اقدام به اندازه گیری پاسخ ساختمان با نسبت رانش و تغییر بین طبقه ای پیک می کنیم. IDR جا به جایی نسبی دو طبقه را به صورت نسبت ارتفاع طبقه تعیین می کند. IDR نشان دهنده مقدار دفورماسیون برشی است. تجربه، مثال های محدودی از پاسخ های قاب فولادی در زلزله های بزرگ ارایه می کنند. گزارش های ارزیابی مدرن و معاصر زلزله 1906 سان فرانسیسکو نشان می دهند که قاب های فولادی موجود در 1906 عملکرد بهتری در حرکات زمینی شدید (سول 1907، تربینر 2006) خوبی داشتند. با این حال، قاب های فولادی در 1906 متفاوت از قاب های مدرن می باشد. بلند ترین ساختمان در زلزله سان فرانسیسکو 1906، ساختمان کال در قاب مهار بند 18 طبقه ای بوده و سول (1907) بیان داشته است که تنها ساختمان های قاب فولادی بلند تر بوده است. هم چنین، مهندسان ساختاری مدرن، قادر به تولید MRF بلند مدت به جای قاب های خمشی فولادی کوتاه مدت می باشند که 100 سال پیش پیشرفتگی برای خود بوده است. (برای بحث فریم های قاب مدرن و تاریخی به هامبورک و نزیر 2003 مراجعه کنید). زیرا قاب های فولادی مدرن می تواند بلند تر باشد و دارای طرح های مدرن



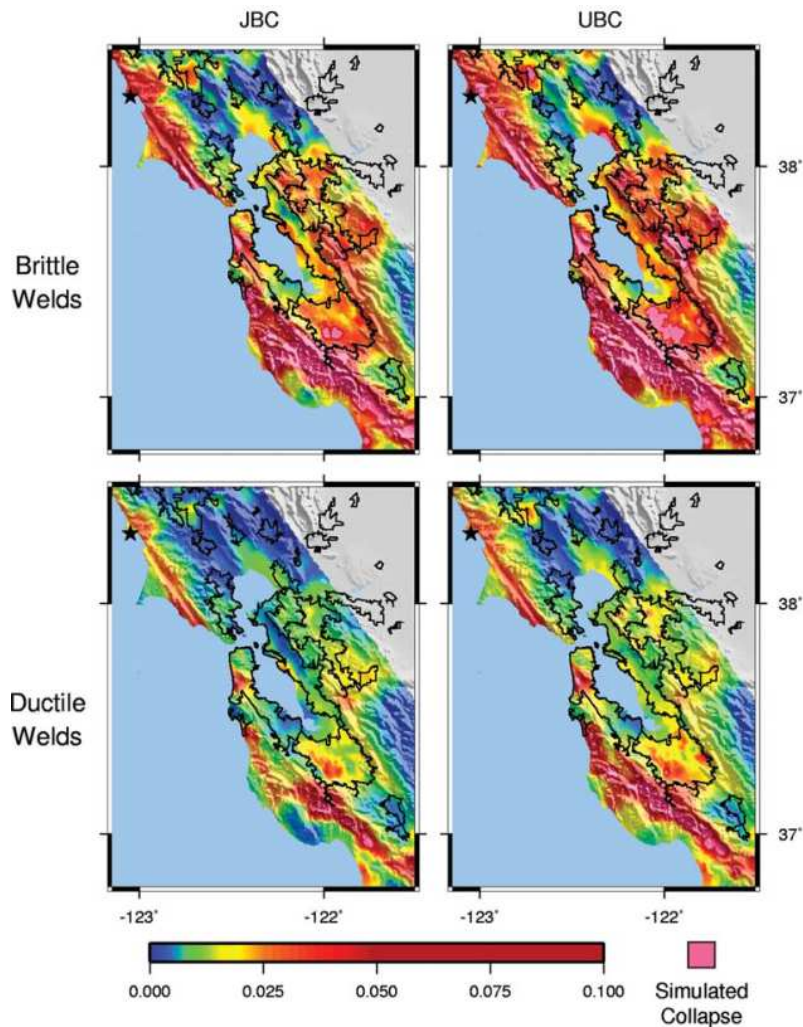
بوده است و از این روی استنباط عملکرد قاب های فولادی مدرن بر اساس پاسخ 1906 سخت می باشد. اگرچه یک زلزله بزرگ، قاب های فولادی را در صد سال پیش امتحان کرد، چندین مثال از پاسخ های قاب فولادی در زلزله های کوچک تر (همبورگر و نازیر 2003) ارایه شده است. به طور ویژه، ساختمان های قاب فولادی بزرگ، هیچ گونه آسیب را پس از بزرگی 6.7 ریشتری نوتریج و 1995 بزرگی 6.9 زلزله کوب نشان نداده است. با این حال، در زلزله نوتریج، بزرگ ترین جا به جایی زمین نزدیک ساختمان 0.31 متر نزدیک به بیمارستان الایو ویو ثبت شد. سامرویل و همکاران 1995، حرکات زمینی را در هفت مکان ساختمانی ثبت و شبیه سازی کردند: جا به جایی های زمینی پویا زیر قاب های فولادی بزرگ کم تر از 0.5 در زلزله کوب می باشد (موسسه تحقیقات ساختمانی 1996). به علاوه، تحقیقات مدرن، ساختمان های MRF فولاد پس از زلزله نوتریج نشان داده اند که بسیاری از جوش ها در مفاصل مقاومت خمشی موجود، شکننده می باشند (گیلانی 1997). پروژه فولادی SAC اسنادی را در این خصوص گزارش کنند (کراوینکلر 2000، رودر 2000). در این مطالعه، ما به بررسی پاسخ ساختمان های MRF با جوش های شکننده و انعطاف پذیر به حرکات زمینی قوی زمینی با جا به جایی های بزرگ می پردازیم.



شکل 6: زلزله سناریوی لوما پریتا 1989 موجب ایجاد رانش های بین طبقه ای کوچک در مدل های ساختمانی MRF شد. بزرگ ترین پاسخ های ساختمان در منطقه شهری سانتا کلارا ولی نزدیک سانا جوز مشاهده شده است. مناطق با رنگ نارنجی تا قرمز نشان دهنده پتانسیل فروپاشی جزئی یا کل ( $IDR > 0.05$ ) می باشد. یک ساختمان در این مناطق می تواند دارای خسارت زیادی باشد. مناطق صورتی نشان می دهند که مدل های ساختمانی، ظرفیت کل حمل بار جانبی را در شبیه سازی از دست می دهند.

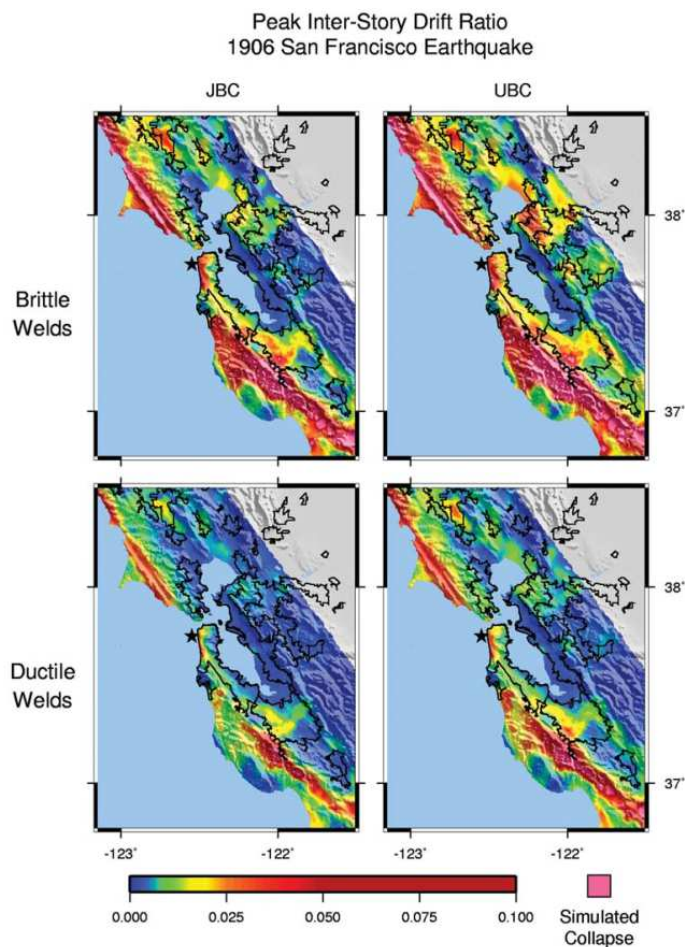
جدول 1 و 2 پاسخ های مدل ساختمانی MRF را نشان می دهد. جدول 1 درصد مناطق درون منطقه سان فرانسیسکو را نشان می دهد که بر روی آن پاسخ های مدل سطح ایمنی FEMA 356 انجام می شود. جدول 2 درصد مناطق درون منطقه خلیج را نشان می دهد که بر روی آن مدل های ساختمانی به فروپاشی شبیه سازی شده می رسد. در هر دو جدول، ما پاسخ های مدل را در مناطق مختلف نشان می دهیم. هم چنین ما مناطق

تجاوز درصد را در همه مناطق شهری و نیز مناطق اکلند، سان فرانسیسکو، سان جوز و سانتا روزا که در شکل 1 نشان داده شده است را به تصویر کشیده ایم



شکل 7: در زلزله فرضی 7.8 ریشتری خلیج بوجد، گسیختگی از شمال تا جنوب به سمت خلیج سانفرانسیسکو منتشر می شود. مناطق شهری جنوب سان فرانسیسکو و اوکلند، پاسخ های مدل ساختمانی MRF فولادی بزرگ را نشان می دهد. در همه سناریو ها، طرح های با مقاومت بالاتر دارای پاسخ های کوچک تری از طرح های با مقاومت کم تر می باشند و ساختمان های با جوش های انعطاف پذیر عملکرد بهتری از جوش های شکننده دارند. پاسخ ساختمان ها به زلزله سناریوی لوما پریتا کوچک است. در بیشتر مناطق خلیج سان فرانسیسکو، ساختمان های MRF فولادی 20 طبقه در شبیه سازی های الاستیک باقی می ماند. برای مثال، پاسخ های ساختمان های با مقاومت پایین تر با جوش های شکننده بیش از سطح ایمنی در 13 کیلومتر مربع منطقه شهری است. جدول 1

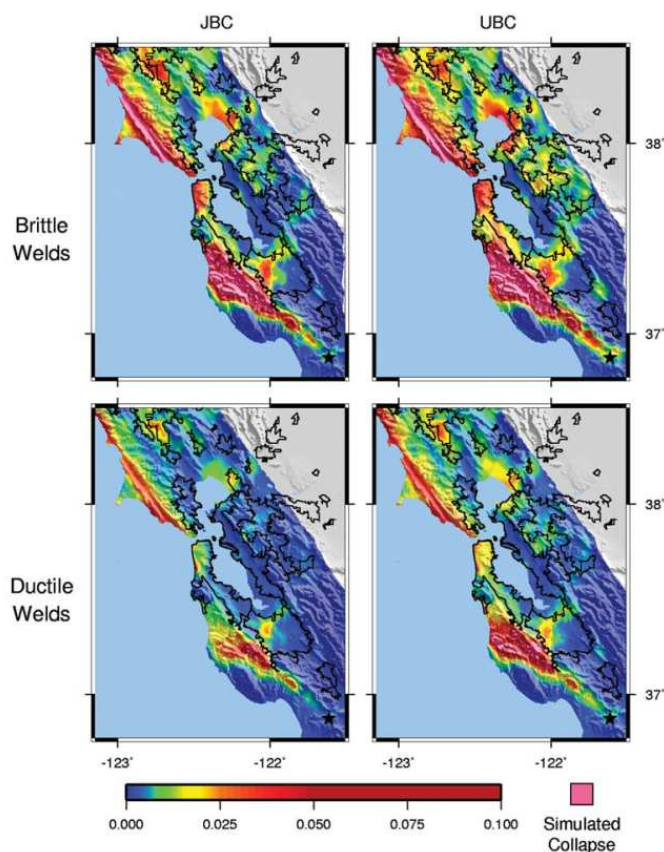
نشان می دهد که چهار زیر بخش تنها بر اساس پاسخ های فراتر از ایمنی است. جدول 2 هیچ گونه فروپاشی را در مدل های منطقه شهری نشان نمی دهد



شکل 8: این شبیه سازی پاسخ های ساختمان MRF را در زلزله سناریوی سان فرانسیسکو 1906 پیش بینی می کند. مرکز زلزله در ساخل قرار گرفته و در غرب سان فرانسیسکو می باشد و گسل به طور دو جانبه شکسته می شود. بیشتر انرژی از شهر سان فرانسیسکو عبور می کند. از میان زلزله های فرضی و با سناریوی 7.8، این سناریو کم ترین پاسخ ها را در سان فرانسیسکو نشان می دهد

هدف این مطالعه پیش بینی پاسخ ساختمان های بلند مدت با سناریو ها و زلزله های فرضی در منطقه خلیج سانفرانسیسکو می باشد. ما از حرکات زمینی شبیه سازی شده برای ایجاد مدل های غیر خطی ساختمان های قاب مقاوم خمشی فولادی 20 طبقه استفاده کردیم. ما ساختمان های MRF طراحی شده با دو مقاومت متفاوت و مدل سازی شده با جوش های شکننده و انعطاف پذیر را در نظر گرفته ایم. با استفاده از جا به جایی نسبت طبقه ای (IDR) به عنوان یک شاخص اندازه گیری عملکرد، مدل های ساختمانی سفت تر و مقاوم تر، عملکرد بهتری از

طرح های با مقاومت پایین تر و انعطاف پذیر دارند. زلزله با بزرگی فرضی 7.8 با مرکز زلزله شمال سان فرانسیسکو ایجاد حرکات زمینی شدیدی می کند. در این شبیه سازی، پاسخ های مدل های ساختمانی انعطاف پذیر تر و کم تر با جوش های شکننده بیش از 2.5 IDR درصد در 54 درصد منطقه شهری در مقایسه با 4.6 درصد منطقه شهری برای ساختمان های با مقاومت بالاتر با جوش های انعطاف پذیر می باشد. ما هم چنین حرکات زمینی برای پیش بینی جا به جایی ایزولاتور ماکزیمم ساختمان های ایزوله شده با مدل های درجه آزادی خطی استفاده می کنیم. برای دو سیستم ایزولاتور 3 ثانیه ای موجود نزدیک سان فرانسیسکو، ماکزیمم جا به جایی طراحی ، 0.5 متر بوده و شبیه سازی ما، جا به جایی های ایزولاتور را برای این دو سیستم بیش از 0.5 در بسیاری از مناطق شهری می باشد. این مقاله نشان می دهد که یک زلزله بزرگ 1906 می تواند منجر به آسیب معنی دار در ساختمان های بلند مدت در منطقه خلیج سانفرانسیسکو شود.



شکل 9: در نظر گرفتن منطقه شهری با بزرگی فرضی 7.8 سان خوان باستیا، بزرگ ترین پاسخ های ساختمانی در سان فرانسیسکو رخ دادند. مناطق شهری بیرون از سان فرانسیسکو دارای کم ترین پاسخ ها از سه زلزله می باشند. این سناریو تولید کم ترین فروپاشی شبیه سازی شده در مناطق شهری می کند.

به این ترتیب مدل های MRF با جوش های انعطاف پذیر عملکرد بهتری از مدل های با جوش های شکننده دارند.

اگرچه همه زلزله های 7.8 ریشتری تولید حرکات زمینی بزرگ می کند که نتایج حاصل از 7.8 ریشتر و نیز زلزله های فرضی سان خوان باستیا متفاوت از سناریوی سان فرانسیسکو است. زلزله فرضی خلیج بودج به طور کلی دارای مقیاس 7.8 ریشتر است. برای کل منطقه شهری و نیز زیر دامنه های سان جوز واکلند، زلزله فرضی خلیج بودج منجر به تجاوز درصد بالایی از ایمنی حیات برای همه مدل های MRF قرار می گیرد. هال (1998) رفتار مدل های ساختمانی MRF فولادی را با ملزومات نیروی جانبی UBC 1997 مقایسه کرده است. اگرچه ساختمان طراحی شده با UBC 1994 مطابق نمی باشد و از این روی مطابق با UBC 1997 می باشد. ساختمان طراحی شده JBC منطبق بر UBC 1997 است. ساختمان ها معمولاً مستلزم وجود فاکتور های نزدیک منبع  $N_v$  می باشند که کوچک تر مساوی 1.2 است. این فاکتور نزدیک به منبع کمر تر مساوی با 1.2 برای سایت های بزرگ تر از 10 کیلومتر از هر گسل بوده است. اگرچه مدل های طراحی شده JBC 1992 منطبق بر مدل های جانبی با 1997 می باشد. هر دو طرح دارای مفاصل مقاوم به ممان در پلان طبقه بوده و دارای مفاصل ساده در قسمت های درونی به جز یک مورد می باشند. و این یک مورد در خط مرکزی طرح JBC قرار دارد و مفاصل مقاوم به خمش در ارتباطات ستون-تیر می باشد. هم چنین، برخی از تیر ها و ستون ها در طراحی UBC بزرگ تر از طراحی JBC می باشند و برخی ستون ها در طراحی JBC حول محور ضعیف خمیده می شوند. به دلیل مقاومت و رانش کد ساختمانی، طرح های JBC قوی تر و سفت تر از طراحی UBC برای ابعاد ارتفاعی و پلان یکسان می باشند. ما کد های ساختمانی ای را مقایسه نکرده و پیشنهاد نمی کنیم که ساختمان های موجود در منطقه خلیج سان فرانسیسکو بر طبق مفاد JBC 1992 طراحی شده اند.

جدول 1: درصد مناق شهری که در آن ها پاسخ ساختمان، ایمنی حیات را تهدید می کند

دامنه	شبهه سازی	J20B	J20P	U20B	U20P
طرح شهری کامل	1989 Loma Prieta	0.079	0	0.40	0
	M 7.8 Bodega Bay	36	4.6	54	10.
	1906 San Francisco	9.3	0.99	15	3.1
	M 7.8 San Juan Bautista	11	0.95	17	2.4
زیر دامنه اکلند	1989 Loma Prieta	0	0	0	0
	M 7.8 Bodega Bay	18	1.6	48	0.20
	1906 San Francisco	0	0	0	0
	M 7.8 San Juan Bautista	0	0	0	0
زیر دامنه سان فرانسیسکو	1989 Loma Prieta	0	0	0	0
	M 7.8 Bodega Bay	48	18	69	35
	1906 San Francisco	39	12	49	18
	M 7.8 San Juan Bautista	63	6.8	92	13
زیر دانه سان جوز	1989 Loma Prieta	0.20	0	1.7	0
	M 7.8 Bodega Bay	64	11	83	26
	1906 San Francisco	14	0.018	18	3.8
	M 7.8 San Juan Bautista	11	0.51	14	1.6
زیر دامنه سانتا جوز	1989 Loma Prieta	0	0	0	0
	M 7.8 Bodega Bay	18	0	38	3.1
	1906 San Francisco	25	0	25	8.6
	M 7.8 San Juan Bautista	38	5.7	27	11

FEMA 256، سطح ایمنی حیات را برای ساختمان های MRF فولادی در نسبت رانش بین طبقه ای 0.025 تعریف می کند. در این سطح، یک ساختمان نیازمند تعمیرات اساسی می باشد با این حال فروپاشی کل بعید است. بسته به نوع ساختمان و زلزله، پاسخ های ساختمانی شبیه سازی شده مازاد بر سطح ایمنی حیات در بخش گسترده ای از منطقه شهری است. زلزله فرضی خلیج بودج موجب ایجاد آسیب هایی در خلیج سان فرانسیسکو می شود. منطقه شهری کامل در منطقه شبهه سازی 3266 کیلومتر مربع است.

جدول 2: درصد مناطق شهری با فروپاشی مدل ساختمانی

دامنه	شبهه سازی	J20B	J20P	U20B	U20P
طرح شهری کامل	1989 Loma Prieta	0	0	0	0
	M 7.8 Bodega Bay	1.7	0.049	6.6	0.24
	1906 San Francisco	0.29	0	0.67	0.00092
	M 7.8 San Juan Bautista	0.092	0	0.42	0
زیر دامنه آکلند	1989 Loma Prieta	0	0	0	0
	M 7.8 Bodega Bay	0	0	0	0
	1906 San Francisco	0	0	0	0
	M 7.8 San Juan Bautista	0	0	0	0
زیر دامنه سان فرانسیسکو	1989 Loma Prieta	0	0	0	0
	M 7.8 Bodega Bay	8.8	0.89	24	4.1
	1906 San Francisco	0.11	0	1.7	0
	M 7.8 San Juan Bautista	1.3	0	1.6	0
زیر دانه سان جوز	1989 Loma Prieta	0	0	0	0
	M 7.8 Bodega Bay	3.2	0	15	0.033
	1906 San Francisco	0.031	0	0.97	0
	M 7.8 San Juan Bautista	0	0	0.59	0
زیر دامنه سانتا جوز	1989 Loma Prieta	0	0	0	0
	M 7.8 Bodega Bay	0	0	4.0	0
	1906 San Francisco	0	0	0	0
	M 7.8 San Juan Bautista	0.069	0	0.069	0

برخی از حرکات زمینی مازاد بر قابلیت مقاومت نیروی جانبی مدل های MRF می باشند. این سطح بزرگ تر از سطح عملکرد ایمنی تعریف شده با FEMA 356 است. مدل های MRF با جوش های شکننده ، فروپاشی های شبهه سازی شده را بر روی یک منطقه با مدل های با جوش انعطاف پذیر نشان می دهند. پاسخ مدل های با مقاومت بالاتر مازاد بر سطح ایمنی زندگی در مناطق پایین تر از مدل های با مقاومت پایین تر است. منطقه شهری کامل در دامنه شبهه سازی 3266 کیلومتر است.

گزارش های ارزیابی مدرن و معاصر زلزله 1906 سان فرانسیسکو نشان می دهند که قاب های فولادی موجود در 1906 عملکرد بهتری در حرکات زمینی شدید (سول 1907، تربینر 2006) خوبی داشتند. با این حال، قاب های فولادی در 1906 متفاوت از قاب های مدرن می باشد. بلند ترین ساختمان در زلزله سان فرانسیسکو 1906، ساختمان کال در قاب مهار بند 18 طبقه ای بوده و سول (1907) بیان داشته است که تنها ساختمان های قاب فولادی بلند تر بوده است. هم چنین، مهندسان ساختاری مدرن ، قادر به تولید MRF بلند مدت به جای قاب های خمشی فولادی کوتاه مدت می باشند که 100 سال پیش پیشرفتی برای خود بوده است. (برای بحث فریم های قاب مدرن و تاریخی به هامبورک و نیز 2003 مراجعه کنید). زیرا قاب های فولادی مدرن می تواند بلند تر باشد و دارای طرح های مدرن بوده است و از این روی استنباط عملکرد قاب های فولادی مدرن بر اساس پاسخ 1906



سخت می باشد. اگرچه یک زلزله بزرگ، قاب های فولادی را در صد سال پیش امتحان کرد، چندین مثال از پاسخ های قاب فولادی در زلزله های کوچک تر (همبورگر و نازیر 2003) ارائه شده است. به طور ویژه، ساختمان های قاب فولادی بزرگ، هیچ گونه آسیب را پس از بزرگی 6.7 ریشتری نوتریج و 1995 بزرگی 6.9 زلزله کوب نشان نداده است. با این حال، در زلزله نوتریج، بزرگ ترین جا به جایی زمین نزدیک ساختمان 0.31 متر نزدیک به بیمارستان الایو ویو ثبت شد. سامرویل و همکاران 1995، حرکات زمینی را در هفت مکان ساختمانی ثبت و شبیه سازی کردند: جا به جایی های زمینی پویا زیر قاب های فولادی بزرگ کم تر از 0.5 در زلزله کوب می باشد) موسسه تحقیقات ساختمانی 1996). به علاوه، تحقیقات مدرن، ساختمان های MRF فولاد پس از زلزله نوتریج نشان داده اند که بسیاری از جوش ها در مفاصل مقاومت خمشی موجود، شکننده می باشند (گیلانی 1997). پروژه فولادی SAC اسنادی را در این خصوص گزارش کنند (کراوینکلر 2000، رودر 2000). در این مطالعه، ما به بررسی پاسخ ساختمان های MRF با جوش های شکننده و انعطاف پذیر به حرکات زمینی قوی زمینی با جا به جایی های بزرگ می پردازیم.

#### ساختمان های با پایه و فونداسیون ایزوله شده

در طی چند دهه اخیر، مهندسان روش وارد کردن یک لایه انعطاف پذیر را بین ابر ساختار ساختمان و فونداسیون به صورت ابزاری خوب برای کاهش خطر لرزه ای در ساختمان های مدرن و تاریخی در دستور کار خود قرار داده اند. تجربه، مثال های معدودی از پاسخ های قاب فولادی در زلزله های بزرگ ارائه می کنند. گزارش های ارزیابی مدرن و معاصر زلزله 1906 سان فرانسیسکو نشان می دهند که قاب های فولادی موجود در 1906 عملکرد بهتری در حرکات زمینی شدید (سول 1907، تربینر 2006) خوبی داشتند. با این حال، قاب های فولادی در 1906 متفاوت از قاب های مدرن می باشد. بلند ترین ساختمان در زلزله سان فرانسیسکو 1906، ساختمان کال در قاب مهار بند 18 طبقه ای بوده و سول (1907) بیان داشته است که تنها ساختمان های قاب فولادی بلند تر بوده است. هم چنین، مهندسان ساختاری مدرن، قادر به تولید MRF بلند مدت به جای قاب های خمشی فولادی کوتاه مدت می باشند که 100 سال پیش پیشرفتی برای خود بوده است. (برای بحث فریم های قاب مدرن و تاریخی به هامبورک و نازیر 2003 مراجعه کنید). زیرا قاب های فولادی مدرن می تواند بلند تر باشد و دارای طرح های مدرن بوده است و از این روی استنباط عملکرد قاب های فولادی مدرن بر اساس پاسخ 1906 سخت می

باشد. اگرچه یک زلزله بزرگ، قاب های فولادی را در صد سال پیش امتحان کرد، چندین مثال از پاسخ های قاب فولادی در زلزله های کوچک تر (همبورگر و نازیر 2003) ارائه شده است. به طور ویژه، ساختمان های قاب فولادی بزرگ، هیچ گونه آسیب را پس از بزرگی 6.7 ریشتری نوتریج و 1995 بزرگی 6.9 زلزله کوب نشان نداده است. با این حال، در زلزله نوتریج، بزرگ ترین جا به جایی زمین نزدیک ساختمان 0.31 متر نزدیک به بیمارستان الایو ویو ثبت شد. سامرویل و همکاران 1995، حرکات زمینی را در هفت مکان ساختمانی ثبت و شبیه سازی کردند: جا به جایی های زمینی پویا زیر قاب های فولادی بزرگ کم تر از 0.5 در زلزله کوب می باشد (موسسه تحقیقات ساختمانی 1996). به علاوه، تحقیقات مدرن، ساختمان های MRF فولاد پس از زلزله نوتریج نشان داده اند که بسیاری از جوش ها در مفاصل مقاومت خمشی موجود، شکننده می باشند (گیلانی 1997). پروژه فولادی SAC اسنادی را در این خصوص گزارش کنند (کراوینکلر 2000، رودر 2000). در این مطالعه، ما به بررسی پاسخ ساختمان های MRF با جوش های شکننده و انعطاف پذیر به حرکات زمینی قوی زمینی با جا به جایی های بزرگ می پردازیم.

به منظور پیش بینی پاسخ ساختمان های MRF در زلزله های بزرگ، بسیاری از محققان از مدل های عددی استفاده می کردند. لوسو و کورنل (2000) به مطالعه اثر خرابی مفاصل تیر و ستون بر روی پاسخ لرزه ای مدل های 3، 9 و 20 طبقه ای توسعه یافته توسط پروژه فولادی SAC پرداختند. محققان به این نتیجه رسیدند که برخی از بزرگ ترین حرکات زمینی موجب ایجاد رانش های بین طبقه ای بیش از 10 درصد شده و یا موجب فروپاشی در مدل های ساختمانی 20 طبقه ای با مفاصل شکننده شدند.

با این حال محققان فریم های جاذبه ای درونی و یا اتصالات برشی را در این مطالعه در نظر نگرفته اند بلکه آن ها در یک مطالعه مجزا به این نتیجه رسیدند که استفاده از این ویژگی ها موجب کاهش رانش های بزرگ نظیر این پاسخ ها شد. گوپتا و کراوینکلر (2000) از مدل های ساختمانی SAC بدون مکانیسم های تخریب برای پیش بینی پاسخ لرزه ای در سطوح خطر لرزه ای متفاوت استفاده کردند. در برخی از حرکات زمینی که نشان دهنده سطح تجاوز 2 درصد در 50 سال می باشند، محققان به تقاضا های رانش در مدل ساختمانی 20 طبقه طراحی شده برای منطقه لس آنجلس اشاره کردند. آن ها نتیجه گرفتند که پتانسیل عملکرد غیر قابل قبول ناچیز است. لی و فورت (2006)، جایگزین های مختلف را به صورت مدل های ساختمانی SAC با مقاومت های مختلف طراحی

کردند. از تحلیل تاریخچه زمانی غیر خطی، محققان به این نتیجه رسیدند که مدل های بیست طبقه، از ظرفیت رانش و تغییر بین طبقه ای از جمله مدل های با مقاومت بالاتر تجاوز کرده اند.

کریشن و همکاران (2006) به مطالعه پاسخ یک نوع ساختمان در منطقه لس آنجلس برای حرکات زمینی شیشه سازی شده از بزرگی فرضی 7.9 شکستگی در گسل سن اندریاس شمالی پرداخته اند. آن ها از یک مدل ساختمانی سه بعدی برای مقایسه پاسخ های ساختمان های MRF فولادی 18 طبقه ای طراحی شده برای 1982 و نیز کد های ساختمانی یکنواخت 1997 استفاده کردند. در شیه سازی ها، مدل های MRF، رانش های بزرگی را نشان دادند که تهدید کننده زندگی در بسیاری از مناطق لس آنجلس است. این مطالعه موید کار های قبلی با مدل های ساختمانی 20 طبقه ای، حرکات زمینی بزرگ با مدل های ساختمانی 20 طبقه ای و ارزیابی پاسخ های مدل ساختمانی در یک سطح منطقه ای نزدیک سان فرانسیسکو می باشد. ساختمان های ایزوله شده، نوع جدیدی از سازه های بلند می باشند که از ویژگی های آن ها وجود منطقه انعطاف پذیر در فونداسیونی است که از یک ابر سازه پشتیبانی می کند. با طراحی، فرکانس های طبیعی ابر سازه ها با فرکانس موثر سیستم ایزولاسیون مقایسه می شود. ایزولاسیون به طور معنی داری موجب کاهش ارتعاشات با فرکانس بالای یک ساختمان می شوند زیرا سطح ایزولاسیون، حرکات با فرکانس بالا را به ابر سازه انتقال نمی دهد.

### توصیف مدل های ساختمان

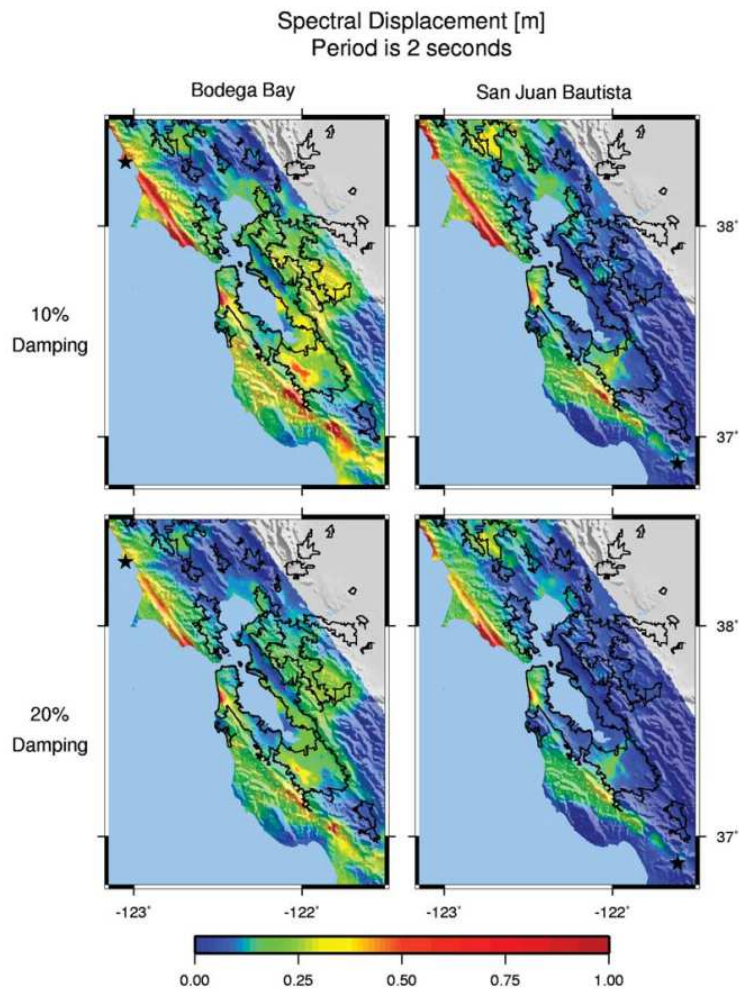
علی رغم رفتار غیر خطی ایزولاتور ها، یک سیستم ایزوله شده را میتوان به صورت سیستم خطی معادل با میرایی وابسته به بزرگی جا به جایی ایزولاتور است. دوره اصلی سیستم خطی معادل  $T = 2\pi \sqrt{m/k_e}$  می باشد که در آن M وزن ابر سازه و KE سفتی موثر می باشد که به صورت نسبت نیروی اندازه گیری شده در جا به جایی مورد انتظار حداکثر است. ریان و کوپرا (2004) به مطالعه تفاوت بین جا به جایی ایزولاتور حرکات زمینی ثبت شده از چهار زلزله پرداخت. برای تقریب ویژگی های ایزولاتور های لاستیک سرب آن ها از مدل سفت شونده کرنش دو خطی استفاده کردند. آن ها نشان دادند که نسبت میانه ایزولاتور ماکزیمم از مدل دو خطی با مدل خطی معادل از 1.3 تا ثانیه تا 1.5 در 4 ثانیه است. کد ساختمانی بین المللی 2006 نیازمند یک تحلیل پویا برای طراحی سیستم های ایزولاسیون در منطقه خلیج فرانسیسکو می اشد. طراح بایستی تحلیل تاریخ پاسخ و طیف پاسخ را برای تعیین جا به جایی های ماکزیمم ایزولاتور در میان پارامتر های طراحی انجام دهد (شورای کد بین المللی

2006). هم چنین این کد تعیین می کند این جا به جایی پایین تر از مقادیر حداقل است. از این روی، پاسخ مدل به حرکات زمینی قادر به کنترل طراحی بوده و انتخاب حرکات بر طراحی اثر دارند. در صورتی که یک مهندس طراح از حرکات زمینی بزرگ تر از کد ساختمانی استفاده کند، نیازمند یک سیستم با ظرفیت جا به جایی ایزولاتور نسبت به مهندسی که از حرکات کوچک تر استفاده می کند.

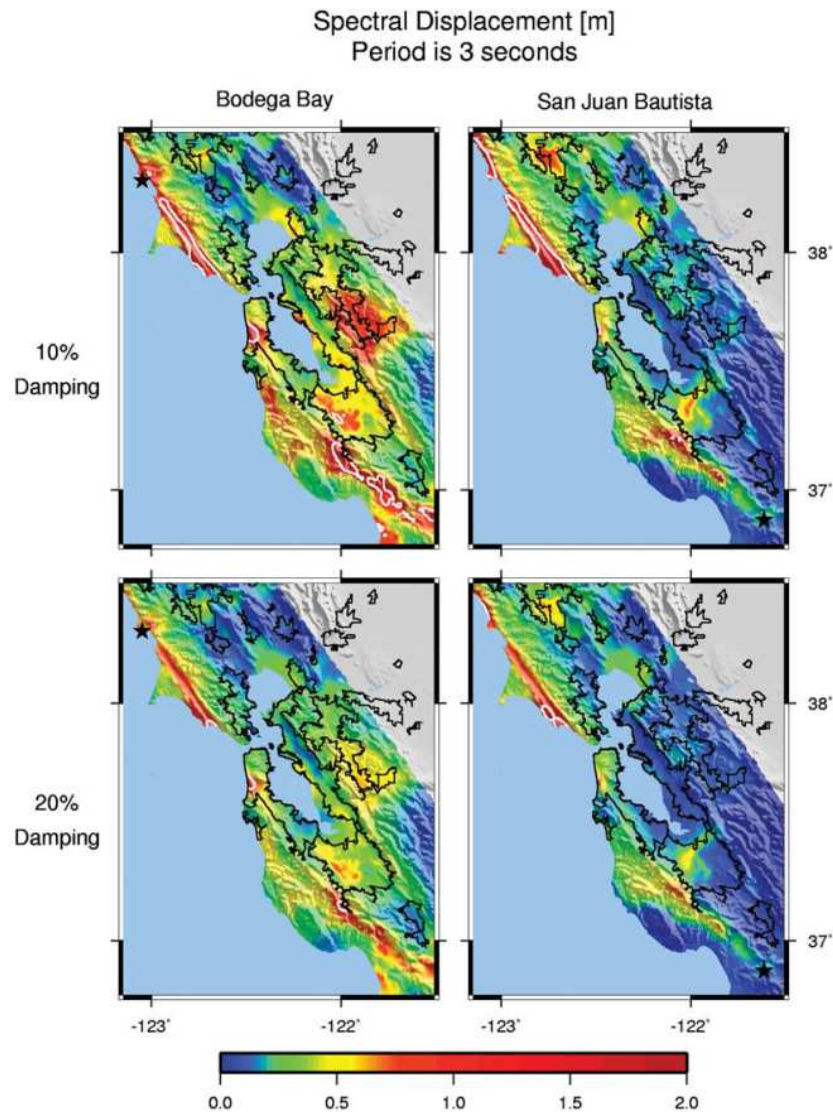
بحث های فعال در خصوص استفاده از حرکات زمینی منبع نزدیک وجود دارد که با پالس های جا به جایی بزرگ برای طرح همراه است (هال 1999، گلی 1999). جانگید و کلی (2001) بیان داشته اند که سیستم های ایزولاسیون پایه بایستی برای کاهش نتغییر محتوی در زلزله های متوسط و کاهش جا به جایی ایزولاتور در حرکات زمینی نوع پالس طراحی شده است. محققان وجود یک ایزولاتور بهینه را نشان داده اند که موجب کاهش تشدید ابر ساختار می شود. این میرایی بهینه موجب کاهش جا به جایی ایزولاتور نمی شود، زیرا جا به جایی ایزولاتور به طور یکنواخت با افزایش میرایی کاهش می یابد. ریان و کوپا (2004 ب) نتایج تحلیل غیر خطی سیستم ایزولاسیون پایه با روش خطی معادل IBC 2000 برای تعیین جا به جایی طراحی را مقایسه کردند. محققان پی برده اند که جا به جایی های ایزولاتور از روش خطی معادل، این موارد را از تحلیل غیر خطی تا 20 تا 50 درصد کم تر از مقدار واقعی برآورد کردند. از این روی، جا به جایی طراحی حداقل مورد نیاز توسط کد برای حرکات زمینی قوی محافظه کار نمی باشد که مطابق با زلزله های متوسط می شود.

چون حرکات زمینی یا لرزه های آینده، غیر قطعی است، مهندسان ساختاری قادر به طراحی یک ساختمان برای حرکات زمینی خاص نیست که در دوره زندگی تجربه می شود. در عوض، مهندسان ساختاری بستگی به کد های ساختمانی برای تعریف انواع حرکات زمینی دارد که در آن ساختمان می تواند باقی بماند. طیف پاسخ طراحی بیانگر حرکات زمینی از رویداد هایی می شود که موجب برانگیخته شدن ساختمان ها در دوره زندگی می شود. بر اساس طیف طراحی، مهندسان ساختاری قادر به تعیین نیرو های طراحی حداقل می باشد که ساختمان بایستی در برابر آن مقاومت کند. کد ساختمانی موید این است که زلزله های بزرگ در نزدیکی مناطق شهری رخ می دهد. IBC 2006 زلزله ماکزیمم را به صورت شدید ترین زلزله در این کد معرفی کرده و MCE را به صورت 1.5 برابر طیف پاسخ طراحی تعریف می کند (شورای آیین نامه ساختمانی بین المللی 2006). در زلزله مطابق با MCE، مهندسان سازه بر این باورند که ساختمان ها قادر به مقاومت در برابر سازه ها و محتوی ساختمانی می باشد. با

این حال، ساختمان‌ها قادر به فروپاشی در زلزله‌های زمینی ای می باشند که بیش از MCE است. طراحی MRF ها نظیر این مطالعه منطبق بر این فلسفه است. طراحی MRF هایی نظیر MRF های این مطالعه منطبق بر فلسفه است. طراحی ساختمان‌ها در منطقه خلیج سانفرانسیسکو مستلزم استفاده از حرکات زمینی منطبق بر MCE می باشد نه طیف طراحی استاندارد (موسسه مهندسی سازه، 2006). به این ترتیب، مهندسان سازه معمولاً ساختمان هایی را طراحی کرده و بیان می دارند که یک رویداد غیر طبیعی بزرگ می تواند محدودیت های سیستم های مقاوم به نیروهای جانبی را جبران کند. هدف این مطالعه پیش بینی پاسخ ساختمان های بلند مدت با سناریو ها و زلزله های فرضی در منطقه خلیج سانفرانسیسکو می باشد. ما از حرکات زمینی شبیه سازی شده برای ایجاد مدل های غیر خطی ساختمان های قاب مقاوم خمشی فولادی 20 طبقه استفاده کردیم. ما ساختمان های MRF طراحی شده با دو مقاومت متفاوت و مدل سازی شده با جوش های شکننده و انعطاف پذیر را در نظر گرفته ایم. با استفاده از جا به جایی نسبت طبقه ای (IDR) به عنوان یک شاخص اندازه گیری عملکرد، مدل های ساختمانی سفت تر و مقاوم تر، عملکرد بهتری از طرح های با مقاومت پایین تر و انعطاف پذیر دارند. زلزله با بزرگی فرضی 7.8 با مرکز زلزله شمال سان فرانسيسكو ایجاد حرکات زمینی شدیدی می کند. در این شبیه سازی، پاسخ های مدل های ساختمانی انعطاف پذیر تر و کم تر با جوش های شکننده بیش از 2.5 IDR درصد در 54 درصد منطقه شهری در مقایسه با 4.6 درصد منطقه شهری برای ساختمان های با مقاومت بالاتر با جوش های انعطاف پذیر می باشد. ما هم چنین حرکات زمینی برای پیش بینی جا به جایی ایزولاتور ماکزیمم ساختمان های ایزوله شده با مدل های درجه آزادی خطی استفاده می کنیم. برای دو سیستم ایزولاتور 3 ثانیه ای موجود نزدیک سان فرانسيسكو، ماکزیمم جا به جایی طراحی، 0.5 متر بوده و شبیه سازی ما، جا به جایی های ایزولاتور را برای این سیستم بیش از 0.5 در بسیاری از مناطق شهری می باشد. این مقاله نشان می دهد که یک زلزله بزرگ 1906 می تواند منجر به آسیب معنی دار در ساختمان های بلند مدت در منطقه خلیج سانفرانسیسکو شود.



شکل 10: منطقه خلیج سانفرانسیسکو یک منطقه شهری بزرگ نزدیک به گسل سن اندریاس بوده است. رنگ نارنجی روشن نشان دهنده مناطق شهری ای است که شامل 97 درصد جمعیت منطقه می باشد. نقاط قرمز رنگ نشان دهنده مناطقی با حرکت زمینی شبیه سازی شده است. برخی مناطق در زیر آب قرار دارد با این حال شامل نتایج این سایت ها در این مقاله است. مثلث های ابی برای طیف های پاسخ در شکل 12 نشان داده شده است.



شکل 11: بزرگی خلیج بودج 7.8 و سان خوان باستیا که موجب ایجاد جا به جایی های ایزولاتور در عایق های 3 ثانیه ای شده و ایزولاتور سه ثانیه ای ایجاد جا به جایی های بزرگ در یک منطقه بزرگ تر می شود. ضریب میرایی بزرگ تر موجب کاهش جا به جایی ایزولاتور می کند.

به علاوه، بسیاری از مناطق خلیج در خاک هایی با سرعت های موج برشی صد متر در ثانیه بوده و برخی از سایت های مهم بر روی خاک های نرم با سرعت های موج برشی کم تر از خاک های بسیار نرم با سرعت های موج برشی کم تر از صد متر در ثانیه هستند.

جدول 3: درصد مناطق شهری که دارای جا به جایی طیفی بالایی می باشند

0.4 m	<i>M</i> 7.8 Bodega Bay	2.8	1.0	51	23
	<i>M</i> 7.8 San Juan Bautista	0.98	0.49	14	6.1
0.6 m	<i>M</i> 7.8 Bodega Bay	0.70	0.34	19	4.8
	<i>M</i> 7.8 San Juan Bautista	0.28	0.031	3.9	0.92
1.0 m	<i>M</i> 7.8 Bodega Bay	0.031	0	1.7	0.58
	<i>M</i> 7.8 San Juan Bautista	0	0	0.24	0.031

جا به جایی طیفی خطی انتظار می رود که برآوردی از پاسخ ساختمانی باشد. در این بزرگی زلزله 7.8 فرضی، مدل هایی با دوره 2 ثانیه جا به جایی های بزرگ را در یک منطقه کوچک تر در مقایسه با مدل های دوره 3 ثانیه ای نشان می دهند. سطوح میرایی بالاتر موجب کاهش سطح مورد انتظار می شوند

#### نتیجه گیری

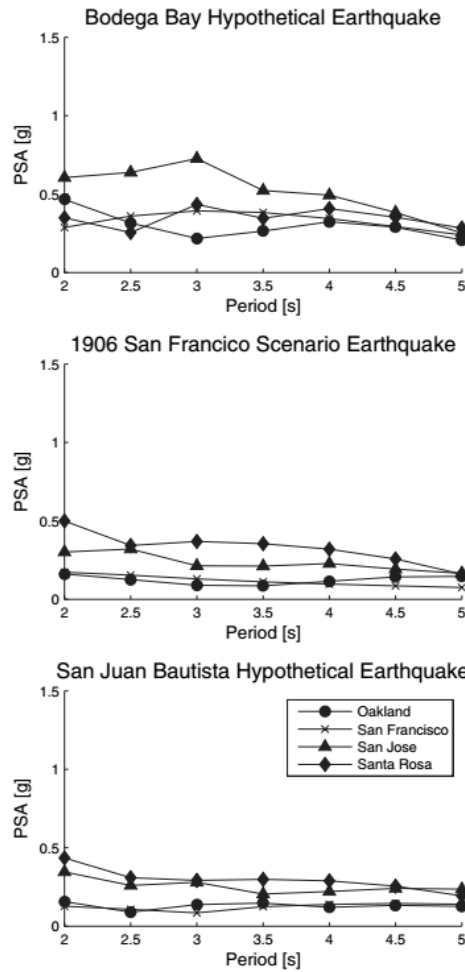
ساختمان های بلند مدت مورد مطالعه، پاسخ های شبیه سازی شده ای را نشان داده اند که به یک شکست در منطقه بزرگ با بزرگی شبی 7.8 ریشتر می رسند. پاسخ های مدل های MRF فولادی در سناریوی لوما پاریتا 1989 کوچک تر از شبیه سازی های با بزرگی بالاتر می باشند. این مقاله به مطالعه پاسخ های بلند مدت و مدل سازی شده ساختمان به شبیه سازی های حرکات زمینی زلزله ها در منطقه خلیج سانفرانسیسکو می پردازد. زلزله ها شامل زلزله لوما پاریتا با بزرگی 6.9 ریشتر، زلزله سانفرانسیسکو 19-6 با بزرگی با بزرگی 7.8 دهم ریشتر و دو زلزله گسل سن اندریس شمالی با بزرگی 7.8 ریشتر با مراکز زلزله در شمال و جنوب سانفرانسیسکو می باشد. ما از حرکات زمینی شبیه سازی شده برای ایجاد مدل های غیر خطی ساختمان های قاب مقاوم خمشی فولادی 20 طبقه استفاده کردیم. ما ساختمان های MRF طراحی شده با دو مقاومت متفاوت و مدل سازی شده با جوش های شکننده و انعطاف پذیر را در نظر گرفته ایم. با استفاده از جا به جایی نسبت طبقه ای (IDR) به عنوان یک شاخص اندازه گیری عملکرد، مدل های ساختمانی سفت تر و مقاوم تر، عملکرد بهتری از طرح های با مقاومت پایین تر و انعطاف پذیر دارند. زلزله با بزرگی فرضی 7.8 با مرکز زلزله شمال سان فرانسیسکو ایجاد حرکات زمینی شدیدی می کند. در این شبیه سازی، پاسخ های مدل های ساختمانی انعطاف پذیر تر و کم تر با جوش های شکننده بیش از 2.5 IDR درصد در 54 درصد منطقه شهری در مقایسه با 4.6 درصد منطقه شهری برای ساختمان های با مقاومت بالاتر با جوش های انعطاف پذیر می باشد. ما هم چنین حرکات زمینی برای پیش بینی جا به جایی ایزولاتور ماکزیمم ساختمان های ایزوله شده با مدل های درجه آزادی خطی استفاده می کنیم. برای دو سیستم ایزولاتور 3 ثانیه ای موجود نزدیک سان فرانسیسکو، ماکزیمم جا به جایی طراحی ، 0.5 متر بوده و



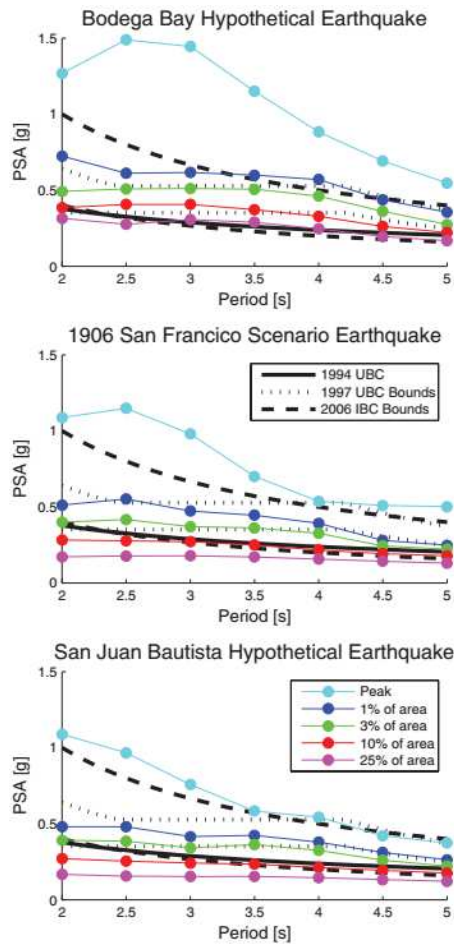
شبهه سازی ما، جا به جایی های ایزولاتور را برای این نو سیستم بیش از 0.5 در بسیاری از مناطق شهری می باشد. این مقاله نشان می دهد که یک زلزله بزرگ 1906 می تواند منجر به آسیب معنی دار در ساختمان های بلند مدت در منطقه خلیج سانفرانسیسکو شود.

ما از حرکات زمینی در یک مساحت 250 تا 110 کیلومتر استفاده می کنیم که شامل نیمه جنوبی با بزرگی 7.8 است. ما تاریخچه های زمانی سرعت زمین را در مکان هایی با چندین شبکه انتخاب می کنیم و مناطق شهری اصلی در تفکیک پذیری های مکانی بالاتر طبقه بندی می شوند. این نمونه برداری تولی حرکات زمینی در 4945 سایت می کند. شکل 1 حوزه شبهه سازی، جغرافیای منطقه ای و مناطق شهری را نشان می دهد. چون این مطالعه زلزله های قابل قبول را در گسل سن اندریس شمالی نشان می دهد شامل ساختمان های با آسیب بلند مدت می باشد. منطقه شهری دارای مساحت کل 3266 کیلومتر مربع بوده و این شامل مناطق شهری در فواصل 60 کیلومتر از کسل به خصوص خلیج شرقی، سانتا روزا و کانکورد می باشد. البته، تنها مناطق شهری در شبه جزیره سان فرانسیسکو یا سان خوان نزدیک به گسل سن اندریاس و برخی از مناطق شهری برای ساختمان های ما مناسب نیستند. وقتی که ما نتایج را گزارش می کنیم، آسیب وارده به کل مناطق را در نظر می گیریم و در برخی مناطق شهری نظیر اکلند، سان فرانسیسکو، سان جوز و نیز سانتا روزا را بایستی در نظر گرفت.

شبهه سازی های حرکات زمینی شامل ساختار ژئولوژی سه بعدی از طریق سرعت لرزه ای و زمین شناسی سه بعدی (بروشر و همکاران 2006) است. پهنای باند شبهه سازی ها محدود به 2 ثانیه و بلند تر است. اگراد سرعت موج برشی حداقل را به 700 متر بر ثانیه محدود کرده است و از این روی حرکات زمینی شبهه سازی شده شامل اثرات غیر خطی ناشی از رسوبات سطح نرم نمی باشند.



شکل 12: این شکل طیف های پاسخ استاندارد را در چهار محل در منطقه خلیج سانفرانسیسکو برای هر سناریوی 7.8 ریشتری نشان می دهد. برای هر زیر دامنه از سایت های اصلی، طیف های پاسخ را در یک سایت با شتاب شبه طیفی نشان می دهیم. شکل 1 چهار سایت را با مثلث ابی نشان می دهد. مقدار انرژی حرکات زمینی محدود به فرکانس های 0.5 هرتز و پایین تر است و فیلتر مقداری از انرژی را در 2 ثانیه نشان می دهد



شکل 13: به دلیل تعداد زیادی از سایت ها در این مطالعه، ما طیف های پاسخ را بر طبق منطقه شهری گروه بندی می کنیم حرکات زمینی مازاد بر شتاب شبه طیفی است. برای مثال، در 1906، شبیه سازی سان فرانسیسکو، حرکات زمینی در 1 درصد منطقه شهری بیش از 0.5 گرم به ازای هر دوره 2 تا 3 ثانیه است. ما طیف های پاسخ را برای حرکات زمینی شبیه سازی شده را با طیف های طراحی 1994 و 1997 UBC و 2006 IBC مقایسه کرده ایم. طیف های طراحی در منطقه معین در منطقه سان فرانسیسکو نشان داده شده اند. شتاب های طیفی پیک در همه شبیه سازی ها مازاد بر کران بالاتر طیف طراحی IBC است.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی