



## رفتار دینامیکی غیر خطی قابهای فولادی برون محور تحت تاثیر زلزله های نزدیک گسل

بیت ۱... بدرلو<sup>۱</sup>، فرهاد دانشجو<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکترای سازه، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲- دانشیار بخش عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

[badarloo@modares.ac.ir](mailto:badarloo@modares.ac.ir)

### خلاصه

مشخصات زلزله های نزدیک گسل به دلیل خواص امواج برشی و تجمع آثار این امواج در جلوی مسیر گسیختگی تفاوتی با مشخصات زلزله های دور از گسل دارند. وجود حرکت پالس گونه با پیوند بلند در ابتدای رکوردها، بزرگتر بودن مولفه عمود بر جهت گسل نسبت به مولفه موازی گسل، تجمع انرژی و انتقال آن در مدت زمان کوتاه، اعمال نیروی ضربه گونه بر سازه های موجود در مسیر پیشرو گسیختگی، نسبت بیشینه سرعت به بیشینه شتاب بالا و وجود بیشینه شتاب و سرعت و جابجایی بالاتر از تفاوتی حائز اهمیت رکوردهای زلزله های نزدیک گسل می باشد. در این تحقیق رفتار قاب های فولادی EBF تحت تاثیر رکوردهای دور و نزدیک گسل مورد بررسی قرار گرفته اند. که بدین منظور ۴ زوج رکورد دور و نزدیک گسل انتخاب شده اند. در هر یک از قابها مقادیر تغییر مکان کلی و نسبی و برش پایه ماکزیمم مورد نیاز نظیر رکوردهای نزدیک گسل با مقادیر مربوطه در رکوردهای دور از گسل مقایسه شده اند. نتایج نشان می دهد که پاسخ سازه ها در برابر رکوردهای نزدیک گسل اساسا متفاوت از پاسخ آنها در برابر رکوردهای دور از گسل می باشد.

کلمات کلیدی: قاب مهاربندی شده برون محور، زمین لرزه نزدیک گسل، تغییر مکان نسبی طبقات، برش پایه

### مقدمه

با توجه به تحقیقات انجام گرفته بر روی رکوردهای ثبت شده جنبش قوی زمین در نزدیکی گسل و تاثیر این نوع رکوردها بر روی سازه های مختلف نیاز توجه به این رکوردها و آثار آن بر روی سازه ها، در دو دهه اخیر اهمیت تحقیق بیشتری را به خود جلب نموده است. تحقیقات انجام گرفته در این زمینه عمدتا به ۲ دسته تقسیم می گردد دسته اول مجموعه ای از تحقیقات است که بر روی رکوردهای ثبت شده ناشی از جنبش قوی زمین در نزدیکی گسل و مشخصات و پارامترهای مختلف مربوط به رکوردهای نزدیک گسل انجام گرفته است و با جمع بندی دقیق و جامع روی اطلاعات بدست آمده از رکوردهای ثبت شده زمین لرزه ها در نزدیکی گسل اطلاعات کامل و قابل استفاده ای جهت بررسی رفتار سازه ها تحت اثر این نوع رکوردها در اختیار محققان و کارشناسان قرار می دهد. دسته دوم مجموعه تحقیقاتی است که مربوط به بررسی رفتار سازه های مختلف تحت اثر رکوردهای نزدیک گسل می باشد. مشخصات زلزله های نزدیک گسل به دلیل خواص امواج برشی و تجمع آثار این امواج در جلوی مسیر گسیختگی تفاوتی با مشخصات زلزله های دور از گسل دارند. وجود حرکت پالس گونه با پیوند بلند در ابتدای رکوردها، بزرگتر بودن مولفه عمود بر جهت گسل نسبت به مولفه موازی گسل، تجمع انرژی و انتقال آن در مدت زمان کوتاه، اعمال نیروی ضربه گونه بر سازه های موجود در مسیر پیشرو گسیختگی، نسبت بیشینه سرعت به بیشینه شتاب بالا و وجود بیشینه شتاب و سرعت و جابجایی بالاتر از تفاوتی حائز اهمیت رکوردهای زلزله های نزدیک گسل می باشد.

در زلزله های Northridge 1994 و Kobe 1995 بسیاری از سازه های مدرن دچار تخریب کلی یا آسیب دیدگی جدی شدند که پس از تحقیقات فراوان، قسمت عمده خرابی های ناشی از این دو زلزله به اثرات زمین لرزه های نزدیک گسل نسبت داده شد. John.F.Hall در دسامبر ۱۹۹۵ گزارشی طولانی تحت عنوان « مطالعه پارامتری پاسخ قابهای خمشی فولادی به زمین لرزه نزدیک گسل » با سرمایه گذاری آژانس مدیریت بحرانی آمریکا (FEMA) ارائه کرد (۱). بر اساس نتایج این تحقیق معلوم گردید که تنش غیر الاستیک عموما در تیرها ایجاد شده ولی به میزان قابل توجهی تسلیم در ستونها نیز اتفاق می افتد.



همچنین نتایج مقادیر جابجایی نسبی تحت رکوردهای موردنظر برای هر دو قاب ۶ و ۲۰ طبقه حاکی از نیاز تغییر مکانی بالای رکوردهای مورد نظر به عنوان رکوردهای نزدیک گسل در مقایسه با محدودیت های آیین نامه های لرزه ای فعلی می باشد. همچنین در طی بررسی انجام شده در طی این تحقیق در خصوص تاثیر مولفه قائم این دسته از رکوردها معلوم گردید که مولفه قائم در این حالت، از تاثیر واهمیت کمتری برخوردار است. در پایان نتیجه گیری نموده اند که تاثیرات این دسته از زمین لرزه ها (رکوردهای نزدیک گسل) از تاثیرات زلزله های ارائه شده در آیین نامه ها بیشتر می باشند لذا به منظور در نظر گرفتن تاثیرات رکوردهای نزدیک گسل در آیین نامه های لرزه ای باید سطح نیروهای طراحی آیین نامه ها برای زمین لرزه های نزدیک گسل افزایش یابد (۱). آثار زمین لرزه در نزدیکی گسل مخصوصا در جهت پیشرو مسیر گسیختگی باعث بوجود آمدن خسارات شدیدی به سازه ها بخصوص سازه های با زمان تناوب بالا بعلاوه حرکت های پالس گونه با پرپود بلند می گردد که بطور تجربی نیز در زمین لرزه های Kocaeli, Duzce, Chi-Chi, Kobe, Northridge نیز مشاهده گردید و این امر باعث گردید که این عامل مهم بعنوان یکی از فاکتورهای تعیین کننده در علم شهرسازی نیز وارد گردید بطوریکه آقای Smolka, Rauch در مقاله ای که در سال ۱۹۹۶ ارائه داد با بررسی زمین لرزه Northridge کالیفرنیا در سال ۱۹۹۴ و Kobe ژاپن که از شهر های مدرن و بزرگ دنیا به حساب می آید و با بررسی خسارت بوجود آمده تحت اثر این زمین لرزه ها از جمله عوامل مهم و متعدد دخیل در انتخاب و توسعه شهر های آتی و طراحی شهرهای بزرگ آتی عامل تاثیر نزدیکی به گسل و قرار گیری ساختمانها در مسیر گسیختگی گسل را معرفی نمود (۲).

ارائه روشهای اصلاحی کدهای آیین نامه ای و استفاده از روشهای آسانتر برای اصلاح طیف پاسخ سازه ها نیز از زمینه های تحقیقاتی دیگری است که تحقیقات زیادی در این زمینه انجام گرفته است از جمله تحقیقی است که Iwan در سال ۱۹۹۶ برای اصلاح طیف پاسخ جابجایی سازه ها ارائه کرده اند که در این تحقیق یک معیار جدید برای طیف تقاضای سازه ها تحت اثر جنبش قوی زمین تحت اثر زمین لرزه ها ارائه نموده است (۳).

آقای Filiatrault, Andre در سال ۱۹۹۸ در تحلیل دینامیکی غیر خطی، قابلیت جذب انرژی قابهای خمشی فولادی را جهت بررسی رفتار واقعی قابهای خمشی فولادی با استفاده از یک سازه معمولی ۶ طبقه مورد تحلیل قرار داد. تحلیل انجام یافته بر روی یک سازه معمولی ۶ طبقه با قاب خمشی فولادی که بر اساس کدهای آیین نامه ای رایج طراحی شده است انجام گرفته است. سازه مذکور با دو سیستم میراگر متفاوت تحت اثر جنبش زمین که نماینده شرایط نزدیک گسل هستند تحت رکوردهای بدست آمده در منطقه لس آنجلس با یک احتمال وقوع ۱۰ درصد در ۵۰ سال قرار گرفته و رفتار هر دو سیستم برای جذب انرژی و استهلاک انرژی توسط سیستم بررسی شده است (۴).

تحقیق دیگری در سال ۱۹۹۹ توسط Allin Cornell و Nicolas در روی گسیختگی اتصالات قابهای خمشی فولادی انجام گرفته است. در این تحقیق در ابتدا گسیختگی اتصالات قابهای خمشی تحت اثر رکوردهای جنبش زمین در نزدیکی گسل بررسی گردیده و در ادامه روشهایی برای بهبود بخشیدن رفتار اتصالات در قابهای فولادی خمشی در برابر جنبشهای زمین در نزدیکی گسل ارائه شده است (۵).

تحقیقات انجام شده در مورد پاسخ سازه در برابر زلزله های نزدیک گسل بیانگر این مطلب می باشد که آنالیز مبتنی بر تاریخچه زمانی از آنالیز طیف پاسخ بهتر است، زیرا که مشخصات حوزه فرکانسی زمین لرزه (طیف پاسخ) فرآیندی را بیان می کند که دارای توزیع نسبتا یکنواختی از انرژی در طول مدت جنبش می باشد. لذا زمانی که انرژی در چند پالس از حرکت متمرکز می شود، پدیده تشدید که تصور می شود طیف پاسخ بایستی ارائه دهد به قدر کافی زمان برای شکل گیری ندارد (۶).

همچنین خسارتهای ایجاد شده در سازه ها، در اثر زلزله های Northridge 1994 (Mw=6.7), Kobe 1995 و Izmit 1999 نشان داد که اختلافات فاحشی بین پاسخ سازه ها در برابر زمین لرزه های دور و نزدیک گسل وجود دارد (۷).

تحقیقات و بررسی های انجام شده پس از وقوع زلزله های Northridge 1994 و Kobe 1995 نشان داد که نیاز تغییر مکانی زلزله های نزدیک گسل بسیار بالا می باشد. این امر ناشی از اعمال یک انرژی حجیم در یک مدت زمان کوتاه توسط رکوردهای نزدیک گسل می باشد. در این حالت رفتار سازه به گسترش موج در محیط پیوسته الاستو-پلاستیک شبیه می باشد (۸).

به دلیل نیاز تغییر مکانی بالای، زلزله های نزدیک گسل سازه هایی که بر طبق نیروهای پایه معمولی ارائه شده در آیین نامه های لرزه ای فعلی طراحی شده اند به هیچ وجه نمی توانند تامین کننده این نیاز تغییر مکانی بالا باشد (۷). لذا لزوم بررسی و شناخت رکوردهای نزدیک گسل و گنجاندن تاثیرات این رکوردها در آیین نامه های لرزه ای و بهبود ظرفیت سازه ها برای نیازهای بالای تغییر مکان حاصل از زمین لرزه های نزدیک گسل موضوع تحقیقات دهه اخیر بوده است. در راستای نیاز و ضرورت مذکور، آیین نامه UBC97 تاثیرات رکوردهای نزدیک گسل را با ارائه یک سری ضرایب بزرگنمایی در نظر می گیرد که این سری ضرایب بزرگنمایی در نواحی نزدیک گسل در روابط مربوط به روش استاتیکی معادل و طیف طرح آیین نامه اعمال می گردد و ضرورت دارد که در آیین نامه ۲۸۰۰ ایران نیز با انجام تحقیقات وسیع تری، تاثیرات این گونه زلزله ها گنجانده شود.

در آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله ایران (استاندارد ۲۸۰۰)، در مورد زلزله های نزدیک گسل هیچگونه تمهیداتی در نظر گرفته نشده است و تنها به بیان این جمله که « بطور کلی باید از احداث ساختمان در مجاورت گسل های فعال و محل هایی که احتمال بوجود آمدن شکستگی در سطح زمین هنگام زلزله وجود دارد، اجتناب شود. در مواردی که احداث ساختمان در چنین مکانهایی اجتناب ناپذیر باشد، علاوه بر رعایت این آیین نامه باید تمهیدات ویژه ای که کارشناسان مشخص می کنند منظور شود» اکتفا می کند (۹).



در تحقیق حاضر رفتار قاب های EBF تحت تاثیر زلزله های نزدیک گسل در مقایسه با زلزله های دور از گسل بررسی و تحلیل شده است. بدین منظور قابهای مورد بررسی را توسط نرم افزار RAMperform-3DS مدل کرده و تحت اثر ۴ زوج رکورد دور و نزدیک گسل آنالیز دینامیکی غیر خطی شده اند. که در مورد هر دسته از قابها مقادیر تغییر مکان نسبی، تغییر مکان کلی طبقات و برش پایه نظیر رکوردهای نزدیک گسل با مقادیر مربوطه در رکوردهای دوراز گسل مقایسه شده و نتایج حاصل مورد بحث و تفسیر واقع شده است.

### مدل قابهای EBF

در این تحقیق قابهای EBF ۳ دهانه، ۳ طبقه به عنوان قابهای با تعداد طبقات پایین و ۶ طبقه به عنوان قابهای با تعداد طبقات متوسط و ۱۲ طبقه به عنوان قابهای با تعداد طبقات بالا با ارتفاع یکسان ۳ متر برای تمام طبقات انتخاب شده اند که هر یک از قابهای مذکور پس از مدلسازی و طراحی بر اساس اصول طرح ظرفیت و بر طبق ضوابط آیین نامه UBC-ASD97 توسط نرم افزار غیر خطی RAMperform-3DS برای ۳ طول تیر پیوند مختلف ( $e/e_{cri} = 0.5, 0.7, 0.9$ )، که  $e$  طول تیر پیوند و  $e_{cri}$  حداکثر طول تیر پیوند است که قاب EBF می تواند رفتار برشی داشته باشد) تحت رکوردهای دور و نزدیک گسل مورد نظر تحلیل غیر خطی تاریخچه زمانی شده اند.

### شناختن گاشتها زلزله های دور و نزدیک گسل

۴ زوج شناختن گاشتها دور و نزدیک گسل انتخاب شده اند که همه رکوردهای مورد بررسی در خاک نوع ۲ (بر اساس تقسیم بندی استاندارد ۲۸۰۰ ایران) ثبت شده اند، که این شناختن گاشتها به همراه مشخصاتشان در جدول (۱) ارائه شده اند.

جدول ۱- مشخصات رکوردهای مورد بررسی

زلزله	شرایط سایت	$M_w$	فاصله (KM)	PGA $\frac{cm}{s^2}$	PGV $\frac{cm}{s}$	PGD $cm$
Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	Soil	7.6	6.95	949	107.5	18.6
Landers 1992/06/28 11:58	Soil	7.3	5.7	789.7	180.2	300.5
Northridge 1994/01/17 12:31	Soil	6.7	8.2	424.8	51.5	7.2
Tabas, Iran 1978/09/16	Soil	7.4	3	835.8	121.4	94.6
Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	Soil	7.6	24.06	502.3	39	14.3
Landers 1992/06/28 11:58	Soil	7.3	11.6	278.6	43.2	14.5
Northridge 1994/01/17 12:31	Soil	6.7	17.7	154.0	14.5	4.29
Tabas, Iran 1978/09/16	Soil	7.4	17	398.3	26.5	8.75

### تحلیل های دینامیکی غیر خطی تاریخچه زمانی

مدلهای درنظر گرفته شده در این تحقیق توسط نرم افزار RAMPerfrom-3DS تحت رکوردهای دور و نزدیک گسل انتخابی آنالیز غیر خطی تاریخچه زمانی شده اند. تغییر مکان کلی طبقات، تغییر مکان نسبی طبقات و ضریب زلزله قابها در این تحقیق بررسی شده و نتایج نظیر رکوردهای دور و نزدیک گسل با یکدیگر مقایسه شده اند.

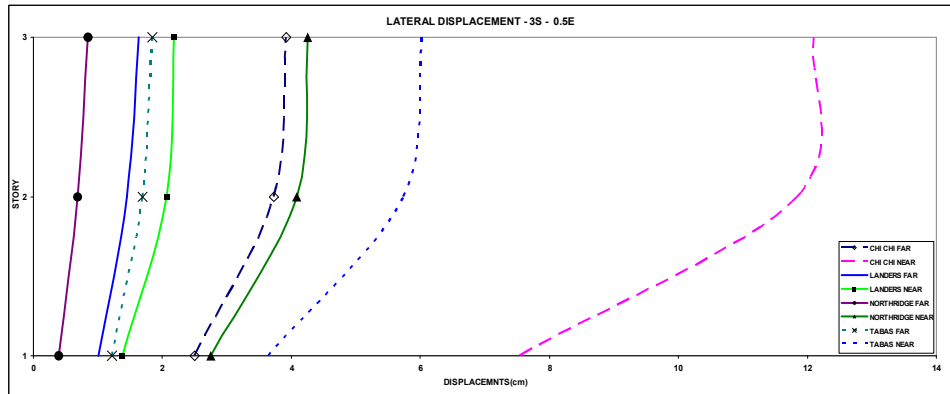
### تغییر مکانها

نتایج تغییر مکان کلی و تغییر مکان نسبی طبقات برای تمام قابهای ۶، ۳ و ۱۲ طبقه و با نسبت  $e/e_{cri}$  متفاوت محاسبه گردیده و نمودار تغییر مکان ماکزیمم قابها در ارتفاع برای زلزله های مختلف دور و نزدیک گسل ترسیم گردیده اند. اشکال (۱) الی (۶) برخی از این نمودارها را به عنوان نمونه نشان می دهد. از این نمودارها نتیجه می شود که تغییر مکان کلی و نسبی طبقات ناشی از رکوردهای نزدیک گسل در مقایسه با رکوردهای دور از گسل تفاوت زیادی دارند و لذا لزوم در نظر گرفتن تاثیرات رکوردهای نزدیک گسل اهمیت می یابد.

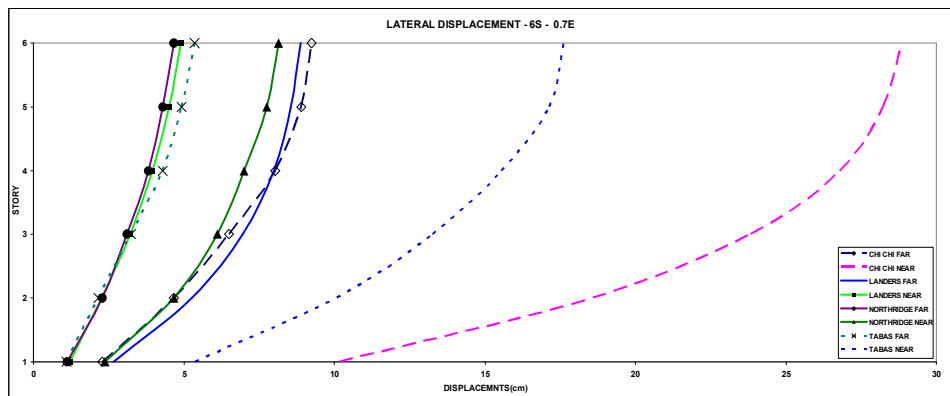
محدودیت تغییر مکان نسبی غیر خطی در آیین نامه استاندارد ۲۸۰۰ ایران برابر با 0.4R برابر تغییر مکان حاصل از تحلیل استاتیکی معادل و در آیین نامه UB97 برابر با 0.7R برابر تغییر مکان حاصل از تحلیل استاتیکی معادل می باشد. با توجه به نتایج ارائه شده در جداول (۲) الی (۴) مشخص است که



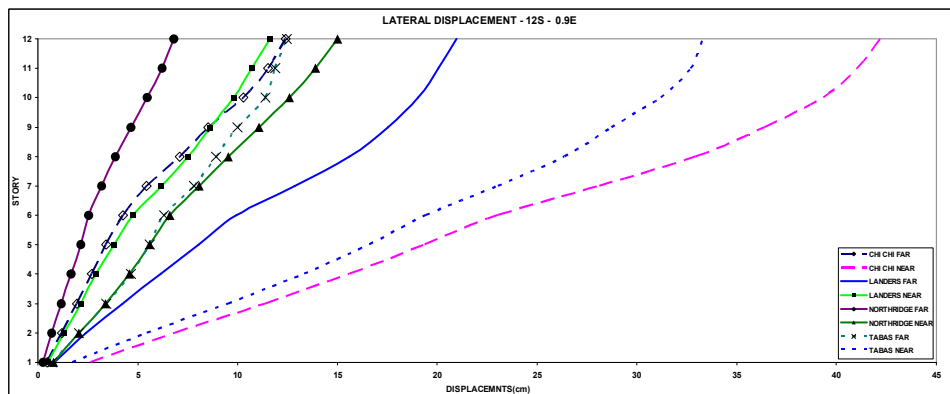
ماکزیمم تغییر مکان نسبی در رکوردهای نزدیک گسل برای قابهای ۱۲و۶،۳ طبقه به ترتیب برابر با  $3.477\%$ ،  $3.963\%$  و  $2.01\%$  و ماکزیمم تغییر مکان نسبی در رکوردهای دور از گسل برای قابهای ۱۲و۶،۳ طبقه به ترتیب برابر با  $1.101\%$ ،  $0.853\%$  و  $0.98\%$  می باشد، همچنین ماکزیمم نسبت تغییر مکان رکورد نزدیک گسل به رکورد دور از گسل برای قابهای ۱۲و۶،۳ طبقه به ترتیب برابر  $4.9$  و  $8.9$  می باشد که نشان دهنده نیاز تغییر مکانی بیشتر در قابها (کوتاه، متوسط و بلند) تحت رکوردهای نزدیک گسل در مقایسه با رکوردهای دور از گسل می باشد.



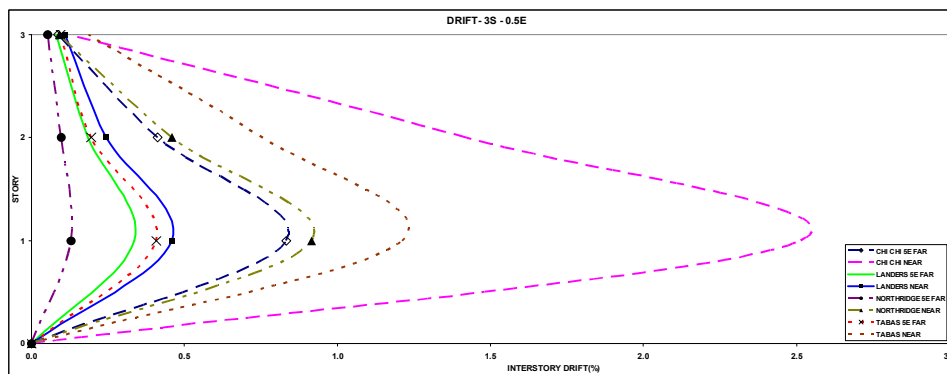
شکل ۱ - نمودار تغییر مکان ماکزیمم قاب 3S - 0.5e



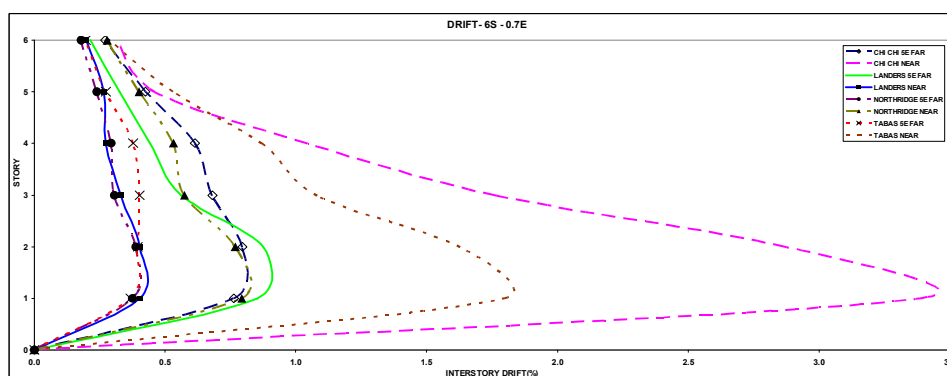
شکل ۲ - نمودار تغییر مکان ماکزیمم قاب 6S - 0.7e



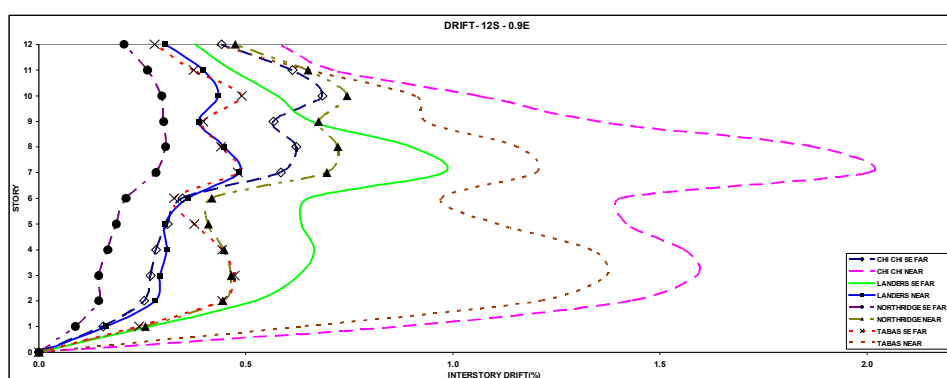
شکل ۳ - نمودار تغییر مکان ماکزیمم قاب 12S - 0.9e



شکل ۴ - نمودار تغییر مکان نسبی ماکزیمم قاب 0.5e - 3S.



شکل ۵ - نمودار تغییر مکان نسبی ماکزیمم قاب 0.7e - 6S.



شکل ۶ - نمودار تغییر مکان نسبی ماکزیمم قاب 0.9e - 12S.

### برش پایه

آیین نامه UBC97 به منظور در نظر گرفتن تاثیر رکوردهای نزدیک گسل در روش تحلیل استاتیکی معادل اقدام به ارائه ضرایبی نموده است که این ضرایب در جدول (۵) نشان داده شده‌اند.



نسبت برش پایه رکورد نزدیک گسل به رکورد دور از گسل برای قابهای مورد بررسی در جداول (۶) الی (۸) آورده شده اند. که با توجه به اعداد ارائه شده در این جدول و در محدوده بررسی این تحقیق ضریب تشدید برش پایه، به منظور در نظر گرفتن تاثیرات رکوردهای نزدیک گسل برای قابهای ۳ و ۱۲ طبقه به ترتیب برابر ۱.۶۵ و ۱.۶۴ و ۱.۸۹ توصیه می گردد که این اعداد تطابق ضمنی خوبی با ضرایب تشدید ارائه شده توسط آیین نامه UBC97 دارد.

جدول ۲- ماکزیمم تغییر مکان نسبی قابهای ۳ طبقه.

		CHI-CHI		LANDERS		NORTHRIDGE		TABAS		$0.4R \times \Delta_S$	$0.7R \times \Delta_S$
		FAR	NEAR	FAR	NEAR	FAR	NEAR	FAR	NEAR		
3S-0.5e	MAX .DRIFT(%)	0.834	2.513	0.335	0.460	0.130	0.917	0.407	1.212	0.161	0.282
	NO. STORY	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3S-0.7e	MAX .DRIFT(%)	0.981	3.010	0.417	0.465	0.120	1.070	0.488	1.378	0.202	0.354
	NO. STORY	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3S-0.9e	MAX .DRIFT(%)	1.101	3.447	0.454	0.488	0.233	1.209	0.625	1.676	0.253	0.443
	NO. STORY	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

جدول ۳- ماکزیمم تغییر مکان نسبی قابهای ۶ طبقه.

		CHI-CHI		LANDERS		NORTHRIDGE		TABAS		$0.4R \times \Delta_S$	$0.7R \times \Delta_S$
		FAR	NEAR	FAR	NEAR	FAR	NEAR	FAR	NEAR		
6S-0.5e	MAX .DRIFT(%)	0.595	2.775	0.81	0.404	0.344	0.74	0.335	1.592	0.319	0.558
	NO. STORY	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4
6S-0.7e	MAX .DRIFT(%)	0.764	3.392	0.853	0.403	0.376	0.793	0.368	1.8	0.365	0.639
	NO. STORY	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3
6S-0.9e	MAX .DRIFT(%)	0.794	3.963	0.739	0.509	0.413	0.782	0.498	1.96	0.433	0.758
	NO. STORY	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

جدول ۴- ماکزیمم تغییر مکان نسبی قابهای ۱۲ طبقه.

		CHI-CHI		LANDERS		NORTHRIDGE		TABAS		$0.4R \times \Delta_S$	$0.7R \times \Delta_S$
		FAR	NEAR	FAR	NEAR	FAR	NEAR	FAR	NEAR		
12S-0.5e	MAX .DRIFT(%)	0.53	1.851	0.701	0.45	0.33	0.63	0.43	1.08	0.71	1.236
	NO. STORY	7	7	7	7	7	7	7	7	11	11
12S-0.7e	MAX .DRIFT(%)	0.56	1.921	0.83	0.46	0.30	0.67	0.43	1.16	0.751	1.314
	NO. STORY	7	7	7	7	7	7	7	7	11	11
12S-0.9e	MAX .DRIFT(%)	0.58	2.01	0.98	0.48	0.28	0.70	0.48	1.20	0.80	1.404
	NO. STORY	7	7	7	7	7	7	7	7	11	11



جدول ۵- ضریب نزدیکی به حوزه (NV) UBC97

SEISMIC SOURCE TYPE	CLOSEST DISTANCE TO KNOW SEISMIC			
	$\leq 2km$	5km	10km	15km
A	2.0	1.6	1.2	1.0
B	1.6	1.2	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0

جدول ۶- نتایج نسبت برش پایه رکورد نزدیک به رکورد دور زلزله های مورد بررسی برای قاب ۳ طبقه.

	CHI-CHI	NORTHRIDGE	TABAS
3S-0.5e	1.55	1.8	1.6
3S-0.7e	1.47	2	1.6
3S-0.9e	1.39	1.85	1.56
Average	1.47	1.88	1.59

جدول ۷- نتایج نسبت برش پایه رکورد نزدیک به رکورد دور زلزله های مورد بررسی برای قاب ۶ طبقه.

	CHI-CHI	NORTHRIDGE	TABAS
6S-0.5e	1.93	1.4	1.82
6S-0.7e	1.75	1.38	1.76
6S-0.9e	1.76	1.3	1.65
Average	1.81	1.36	1.74

جدول ۸- نتایج نسبت برش پایه رکورد نزدیک به رکورد دور زلزله های مورد بررسی برای قاب ۱۲ طبقه.

	CHI-CHI	NORTHRIDGE	TABAS
12S-0.5e	2.2	1.76	1.56
12S-0.7e	2.23	1.95	1.62
12S-0.9e	2	2	1.7
Average	2.14	1.90	1.63

### نتیجه گیری:

۱- نتایج این تحقیق نشان می دهد که با توجه به مشخصات ویژه رکوردهای نزدیک گسل، سازه ها رفتار متفاوتی را تحت اثر این رکوردها از خود نشان می دهند. هر چند نتایج عددی بدست آمده در این تحقیق کاملا به مشخصات قابهای طراحی شده و رکوردها و سایر عوامل از جمله شرایط ساختگاهی سایت بستگی دارد ولی با این وجود بطور کل می توان این نتیجه را که سازه ها تحت اثر این رکوردها رفتار متفاوتی دارند را قبول نمود.

۲- نیاز تغییر مکانی رکوردهای نزدیک گسل در مقایسه با نیاز تغییر مکانی رکوردهای دور از گسل بیشتر بوده، ماکزیمم تغییر مکان نسبی تحت رکوردهای نزدیک گسل در قابهای ۳ و ۶ طبقه در طبقه اول و در قابهای ۱۲ طبقه در طبقات بالایی (طبقه ۷) رخ می دهد. علت این امر بدان دلیل است که با افزایش

$\frac{T_p}{T}$  در مدلها، میزان مشارکت و تاثیر مدهای بالاتر در پاسخ سازه بیشتر می شود. بنابراین محتوی فرکانسی بالای زلزله ها، طبقات بالاتر را بیشتر تحت تاثیر قرار می دهد.

۳- مقادیر برش پایه حاصل از تحلیل دینامیکی خطی و غیر خطی تاریخچه زمانی برای رکوردهای نزدیک گسل بیشتر از رکوردهای دور از گسل می باشد لذا به نظر می رسد که اگر قرار باشد همین قابها را تحلیل استاتیکی معادل نمود باید در آن صورت برای حالت نزدیک گسل برش پایه بالاتری را در نظر



گرفت. ضریب تشدید حاصل از این تحقیق برای قابهای ۳ و ۱۲ طبقه به ترتیب برابر ۱.۶۵ و ۱.۶۴ و ۱.۸۵ می باشد که تطابق خوبی با نتایج آیین نامه UBC97 دارد.

۴- ضریب تشدید برش پایه با افزایش پریود سازه که منجر به بزرگتر شدن  $\frac{T_P}{T}$  می گردد، برای یک زلزله مشخص افزایش می یابد. لذا پیشنهاد می شود این موضوع که حتی در آیین نامه UBC97 نیز در نظر نگرفته نشده است نیز در آیین نامه منظور گردد.

#### مراجع:

- 1-John F.Hall,"Parameter Study of the Responce of Moment Resisting Steel Frame Building to near Source Ground Motion" :Report NO. EERL 95-08, 1995.
- 2- Smolka, A;Rauch.E," The Earthquake of Northridge 1994 and Kobe 1995-Lessons for Risk Assessment and loss Prevention with Special Reference to Earthquake Insurance ", Eleventh World Conference on Earthquake Engineering,Pergamon,Elsevier Science Ltd,[Oxford,England],Disc 4,Paper NO1847,1996.
- 3-Iwan,W.D,"The Drift Demand Spectrum and its Application to Structural Design and Analysis",Eleventh World Conference on Earthquake Engineering,Pergamon,Elsevier Science Ltd,[Oxford,England],Disc 2,Paper NO1116,1996.
- 4- Filiatrault,Ander;Tremblay,Robert,"Seismic Retrofit of Steel Moment Resisting Frames with Passive Friction Energy Dissipating Systems",Proceedings Of the NEHREP Conference and Workshop on Research on the Northridge,California Earthquake January 17,1994,California Universities for Research in Earthquake Engineering(CUREe),Richmond,California,pp III-554---III-561,1998.
- 5- C.Allin Cornell,Nicolas Luco,"The Effect of Connection Fractures on Steel Moment Resisting Frame Seismic Demands and Safety",A Report on SAC Phase II Task 5.4.6,Final Draft,February,1999.
- 6-Somerville,Paul."Characterizing Near-Fault Ground Motion for the Design and Evaluation of Bridges".Principal Seismologist.URS Crop.Pasadena CA 91101.2001.
- 7- Sinan Akkar and Polat Gulkan,"A Near-Fault Design Spectrum and its Drift Limits",Fourth International Conference of Earthquake Engineering and Seismology, CD-ROM, p.BS-17 ,(2003).
- 8- Decanini, Luis & Mollaioli, Fabrizio & Saragoni, Rodolfo. Energy and Displacement Demand Imposed by Near-Source Ground Motions.12WCEE. New Zealand.Paper 1136,2000.

۹- آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله / استاندارد ۲۸۰۰ / ویرایش دوم / انتشارات مرکز تحقیقات مسکن / ۱۳۷۸.

۱۰- مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای ساختمانهای فولادی) / دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان / ۱۳۷۸.

۱۱- آیین نامه حداقل بار وارده بر ساختمانها و ابنیه فنی(استاندارد ۵۱۹) / دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان / ۱۳۷۹.