

بررسی قابهای فولادی مهاربندی تحت اثر ارتعاشات زلزله های نزدیک به گسل با اثر همزمان مولفه افقی و قائم زلزله

متین روشنی^۱، علی گل افشار^{۲*}، محمد حسین ثقفی^۳

۱- کارشناسی ارشد سازه، گروه مهندسی عمران، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران

۲- استادیار، گروه مهندسی عمران، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران

۳- مربی، گروه مهندسی عمران، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران

* سمنان، صندوق پستی: ۳۵۱۴۵-۱۷۹، a.golafshar@semnaniau.ac.ir

چکیده

در روش معمول طراحی سازه ها، مولفه قائم زلزله به جز در موارد خاص مورد توجه قرار نمی گیرد. با توجه به اینکه در برخی زلزله های رخ داده مقدار این مولفه حتی از مولفه افقی زلزله نیز بیشتر بوده است، به نظر می رسد صرفنظر کردن از آن ممکن است باعث تخمین کمتر از مقدار واقعی نیروی زلزله وارد شده بر سازه گردد. در این تحقیق اثر مولفه قائم زلزله بر رفتار قابهای مهارشده همگرای ضربدری مورد بررسی قرار گرفته است. برای انجام تحقیق از نرم افزار اجزای محدود آباکوس استفاده شده است. در ابتدا برای اطمینان از دقت پیش بینی مدل‌های اجزای محدود، صحت سنجی با استفاده از نتایج یک تحقیق آزمایشگاهی انجام گرفت و انطباق مناسبی مشاهده گردید. سپس دو قاب ۳ و ۷ طبقه از تاریخچه تحقیقات در نظر گرفته شده و مولفه های ارتعاش افقی و قائم زلزله های کوبه، نورتریج، طیس و ایمپریال ولی به آنها اعمال گردیده است. یافته های حاصل از تحقیق نشان میدهد اعمال اثر مولفه قائم در تغییر مکان قائم تیرها بسیار تاثیر گذار بوده و با افزایش تعداد طبقات، نسبت تغییر مکانهای قائم به افقی کاهش می یابد. همچنین مولفه قائم تاثیر مستقیمی بر تغییر مکانهای جانبی سازه ندارد.

کلیدواژگان

قاب مهاربندی شده همگرا، مولفه قائم زلزله، تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی

Evaluation of Steel Braced Frames under Vertical and Horizontal Components of Near Field Earthquake

Matin Roshani¹, Ali Golafshar^{2*}, Mohammad Hossein Saghafi³,

1- Graduated Student, Department of Civil Engineering, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran.

2- Professor Assistant, Department of Civil Engineering, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran

3- Instructor, Department of Civil Engineering, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran

* P.O.B. 35145-179 Semnan, Iran, a.golafshar@semnaniau.ac.ir

Abstract

In the common practice design of structures, Often the effect of vertical component of earthquake is ignored, but this component is important parameter especially in near field Earthquakes. The objective of this paper is study the effect of vertical and horizontal component of earthquake ground motion in steel braced frames. First verification of numerical models through finite element software package (ABAQUS) is carried out. Comparison of the result of load displacement curve for numerical and experimental model shows matching result. After this, two concentrically braced frames with X-configuration are selected from previous researches. Four earthquake records have been used for this study. Kobe, Northridge, Tabas and Imperial Valley. Two components of earthquake are applied simultaneously to frames under nonlinear time history analysis. The results that extract from the analysis content of vertical and horizontal displacement of roof and plastic dissipated energy during earthquakes. the intensity of the former parameters is depend of earthquake intensity and frequency content of them. Assessing the result reveal that in the three story frame, the ratio of maximum vertical displacement to maximum horizontal displacement is crucial parameter with respect to seven story braced frame. Also the time of plastic energy dissipated for frames is short because of nature of near field earthquake.

Keywords

Concentrically braced frame, Vertical component of earthquake, Nonlinear time history analysis

با یکدیگر مورد مقایسه قرار دادند. در این مطالعه شش مدل ۹ طبقه و شش مدل ۲۰ طبقه بر اساس مقررات NEHRP97 طراحی شدند. در ۴ مدل از هر ساختمان ۹ و ۲۰ طبقه، بعد از آزمایش اتصالات تیر کاهش یافته، اتصالات به صورت شکل پذیر مدل شدند و در دو مدل دیگر اتصالات همانند اتصالات جوشی قبل از زلزله نورتریج شک نده و ترد مدل شدند. اثرات قابهای ثقیلی در مقاومت سازه نیز در ۳ مدل برای هر کدام از ساختمانهای ۹ و ۲۰ طبقه مورد بررسی قرار گرفت و هر کدام از مدلها

۱- مقدمه

برای در سالهای گذشته مطالعاتی بر روی رفتار سازه ها در زلزله های نزدیک گسل انجام شده است بطوریکه هر کدام از یک منظر به این موضوع پرداخته و اثرات حوزه نزدیک را مورد مطالعه قرار داده اند. فوج و یان [۱] انواع روشهای مدلسازی سازه تحت نگاشتهای دور و نزدیک گسل را برای دو ساختمان ۹ و ۲۰ طبقه فولادی با قاب خمشی، مورد بررسی قرار دادند و نتایج حاصل از، تحلیل های دینامیکی و استاتیکی

تحت 10 نگاهشت متداول کالیفرنیا (دور از گسل) و 10 زلزله نزدیک گسل مورد بررسی قرار گرفت [1].

نتایج این مطالعه نشان داد مدلی که با خط وسط اعضا فرض شده است، خیلی نرم تر و ضعیف تر از مدل‌های دیگر است. این مدل برای طراحی ساختمان‌های جدید محافظه کارانه است؛ اما برای ارزیابی ساختمان‌های موجود یا آسیب دیده پیشنهاد نمی شود. مدل‌هایی که شامل قابهای داخلی

ثقلی هستند، نیازهای تغییر مکان نسبی کوچکتر و ظرفیت تغییر مکان نسبی بزرگتری نسبت به دیگر مدلها دارند و اثر ناشی از اندر کنش دال مرکب چندان چشمگیر نیست. از اینرو پیشنهاد شده که برای ارزیابی و پیشبینی عملکرد قابهای فولادی، این اثرات در نظر گرفته شود. قابهایی که دارای شکست اتصال بودند، دارای نیازهای تغییر مکان نسبی بزرگتر و ظرفیت تغییر مکان های کوچکتری نسبت به مدل‌های با اتصالات نرم بودند. این مسئله برای هر دو تحلیل دینامیکی و استاتیکی صحیح است. در مدل‌های با شکست اتصال (قبل از نورتریج)، قابهای ثقلی اثر چشمگیری در پاسخ سازه دارد. در خیلی از حالات قابهای ثقلی داخلی باعث جلوگیری از شکست می شوند. پیشنهاد شده است که، برای ارزیابی ساختمان‌های با اتصال قبل از نورتریج و سازه های آسیب دیده ، قابهای ثقلی در مدلسازی در نظر گرفته شوند.

همچنین نیازهای تغییر مکان نسبی بزرگتر و ظرفیت تغییر مکان های کوچکتری نسبت به مدل‌های با اتصالات نرم بودند. این مسئله برای هر دو تحلیل دینامیکی و استاتیکی صحیح است. در مدل‌های با شکست اتصال (قبل از نورتریج)، قابهای ثقلی اثر چشمگیری در پاسخ سازه دارد. در خیلی از حالات قابهای ثقلی داخلی باعث جلوگیری از شکست می شوند. پیشنهاد شده است که، برای ارزیابی ساختمان‌های با اتصال قبل از نورتریج و سازه های آسیب دیده ، قابهای ثقلی در مدلسازی در نظر گرفته شوند.

مال [2] به بررسی دو ساختمان 6 و 20 طبقه که بر اساس آیین نامه

UBC94 و مقررات رایج ژاپن طرح شده بودند، پرداخت. در این گزارش رفتار غیر خطی سازه همراه با رفتار انواع اتصالات در زلزله های نزدیک منبع و در موقعیتهای مختلف نسبت به گسل مورد بررسی قرار گرفت. همچنین برای بررسی محدوده نزدیک گسل در من اطاق زلزله خیز، حوزه لرزه خیز به صورت شبکه هایی تقسیم شد، و در هر گره اثر نگاهشتهای نزدیک منبع بر روی رفتار سازه ها مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه چهار ساختمان 6 و 20 طبقه با زیر زمین که یکبار براساس آیین نامه ژاپن و یکبار بر اساس آیین نامه UBC94 طرح شده بودند مورد بررسی قرار گرفت.

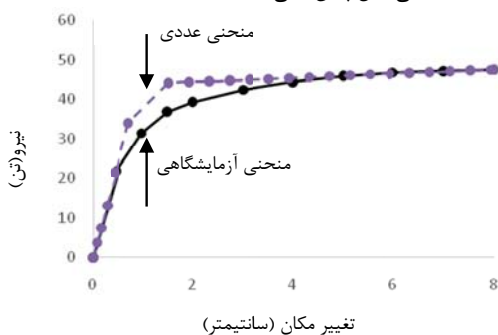
در طراحی همه ساختمانها، فنداسیون صلب بوده و از اثر اندر کنش دال بتنی صرف نظر شده است. همچنین در تحلیل اثرات ثانوی P-Δ برای قابهای داخلی در نظر گرفته شده بود و در محاسبات، اثر نیروی محوری ستونها بر ظرفیت خمشی پلاستیک ستون ها دیده شده بود. در این مطالعه پنج حالت اتصال مورد بررسی قرار گرفته است که شامل اتصال صلب و کامل (P)، اتصال دوم و سوم (B) کیفیت کمتری نسبت به اتصال کامل داشته و برای تعیین معیار گسیختگی اتصال از نسبت کرنش شکست به کرنش تسلیم (εF) استفاده شده است (بطوریکه اتصال دارای شکل پذیری متوسط است) و اتصالات چهارم و پنجم (T) که دارای کیفیت پایین تری نسبت به اتصال دوم و سوم هستند بطوریکه این اتصالات در کرنش تسلیم (اتصالات ترد) گسیخته می شوند.

همچنین مشاهده شد، افزایش مقاومت جانبی، تاثیر کمی در افزایش مقاومت ساختمان در برابر زلزله دارد، بطوریکه احتمالاً با افزایش سختی، سازه بار جانبی بیشتری جذب می کند. بررسی اتصالات دو پارامتر مهم را نشان داد، بطوریکه کرنش بالای شکستگی اتصالات و مقاومت باقیمانده بعد از شکست در اتصالات، تاثیر مفیدی در مقاومت سازه دارد. در این تحقیق مشاهده شد، ساختمانهایی که دارای اتصالاتی از نوع B بودند، آسیب دیدند ولی دچار خسارات عمده ای نشدند، اما بعضی از ساختمانهایی که دارای اتصال نوع T بودند دچار آسیب های چشمگیری شدند. همچنین در حالات خاصی دیده شد، افزایش مقاومت، باعث افزایش پاسخ می شود و بعد از شکست تعدادی از اتصالات، پاسخ سازه کاهش می یابد. بطوریکه این نتایج تحت تاثیر محتوای فرکانسی زلزله، فرکانس اصلی ارتعاش سازه و اثرات غیر خطی می باشند.

تهرانی زاده و رحیم لیا ف زاده [3] دو مدل 5 و 13 طبقه که براساس استاندارد 2800 ویرایش 2 ایران در مناطق با لرزه خیزی بسیار زیاد و خاک نوع II طراحی و رفتار غیر خطی سازه ها با استفاده از مفصل FEMA 273 مورد بررسی قرار دادند. هنگامی که سازه در معرض حرکات نزدیک گسل قرار میگیرد، نیاز سازه افزایش می یابد. توزیع ارتعاشی پارامترهایی از سازه نظیر تغییر مکان طبقات، تغییر مکان نسبی، سرعت نسبی و شتاب مطلق طبقات نشان می دهد که، مقادیر این پارامترها در حوزه نزدیک بیشتر است. یکی از معیار های انتخاب زلزله های نزدیک گسل می تواند فاصله باشد، اما به عنوان تنها معیار انتخاب نمی تواند مقبول باشد و باید در کنار آن از نگاهشتهای سرعت و جابجایی، طیف پاسخ و طیف دامنه فوری حوزه نزدیک استفاده نمود. باتوجه به مشخصه های زلزله های نزدیک گسل، می توان نتیجه گرفت در حوزه نزدیک پاسخ سازه بیشتر از حوزه دور است.

همچنین زلزله های حوزه نزدیک که پالسهای موجود در آنها از شدت بیشتری برخوردار است (PGV آنها بیشتر است) و یا مدت زمان پالس آنها بزرگتر است (نسبت T/Tp آنها کم تر است) پاسخ سازه را بیشتر افزایش می دهند، لذا با این وجود سازه هایی که به منبع لرزه زا نزدیک تر هستند، شکل پذیری بیشتری باید داشته باشند تا بتوانند از پاسخ سازه بکاهدند. بزرگنیا با اندازه گیری فرکانس قائم 12 ساختمان نشان داد که پر یود اصلی قائم این ساختمانها بین 0.076s و 0.26s است. اندرسون و برترو [4] رفتار سازه ها را تحت حرکت‌های پالسی زمین مورد مطالعه قرار دادند به این منظور یک سازه فولادی ده طبقه و سه دهانه را تحت زلزله امپریال ولی مورد

دو منحنی نیز کاملاً بر هم منطبق است. بیشترین میزان اختلاف در ناحیه شروع تسلیم منحنی است که دلیل آن را می توان استفاده از المانهای ساده تیر و خرپا دانست که مقدار تنش و کرنش را در مقطع عضو یکسان در نظر می گیرند. با توجه به این مقایسه، می توان اطمینان حاصل نمود که عملکرد قاب مهارشده ضربردری فولادی با روش شبیه سازی اجزای محدود مورد استفاده با دقت مناسبی قابل پیش بینی است.



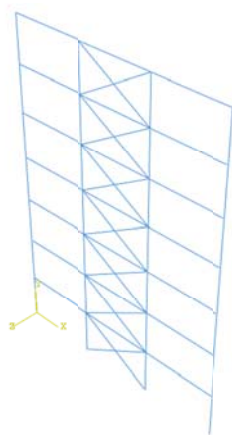
شکل ۱ مقایسه منحنی نیرو-تغییر مکان در قاب صحت سنجی شده از مطالعه عددی و آزمایشگاهی

۳- معرفی قابهای مورد مطالعه

دو قاب ۳ و ۷ طبقه در انجام تحقیق در نظر گرفته شده است. مقاطع تیرها ستونها و مهاربندهای این قابها با استفاده از تحقیق انجام شده توسط محمودی و هواران [۱۰] بدست آمده است مدل قاب ۳ و ۷ طبقه در نرم افزار آباکوس در شکل ۲ و ۳ آمده است.



شکل ۲ مدل قاب ۳ طبقه در نرم افزار آباکوس



شکل ۳ مدل قاب ۷ طبقه در نرم افزار آباکوس

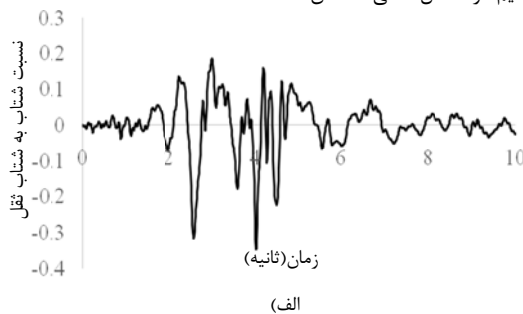
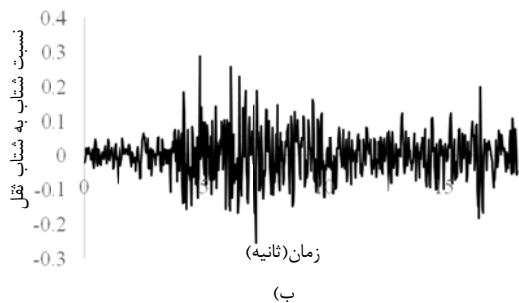
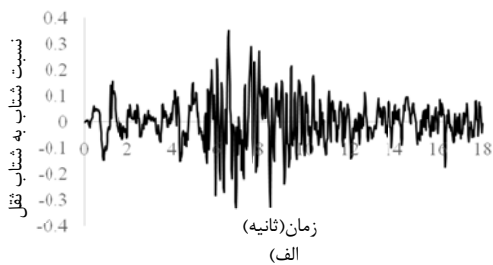
بررسی قرار دادند و نشان دادند افزایش نسبت پریود پالس حرکت زمین به پریود طبیعی سازه و همچنین افزایش نسبت شتاب زمین به مقاومت تسلیم سازه، موجب افزایش پاسخ غیر خطی و خسارات وارده به سازه می شود. ال شیخ و همکاران اثر زلزله های نزدیک گسل را بر روی قابهای بتنی ۳، ۶، ۱۲ و ۲۰ طبقه مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاصل از تحلیل بار استاتیکی افزایش یافته و تحلیل دینامیکی نشان دادند، که برای یک برش پایه ثابت، تغییر مکان بدست آمده از روش بار افزایش یافته محافظه کارانه تر از روش تحلیل دینامیکی است و مشخص شد که روش استاتیکی بار افزایش یافته جهت طراحی براساس تغییر مکان، برای سازه های تحت زلزله های نزدیک گسل مناسب تر است [۵]. لیو و همکاران [۶] برای بررسی ویژگیهای پاسخ غیر خطی قابهای بتنی تحت زلزله های نزدیک گسل دو قاب خمشی ۵ و ۱۲ طبقه را براساس آیین نامه ساختمانی تایوان طراحی کردند و تحت ۴ نگاشت نزدیک گسل از زلزله چی چی تایوان و تعدادی نگاشت از مناطق دیگر جهان مورد مورد تحلیل قرار دادند. نگاشتها با شتاب اوج 0.305g همپایه شده بودند. در این مطالعه مشخص شد، که تغییر مکان نسبی در هر دو سازه ۵ و ۱۲ طبقه تحت زلزله های نزدیک گسل بیشتر از زلزله های دور از گسل است. سعیدی و سامرویل [۷] به بررسی اثرات زلزله نزدیک گسل بر روی ستونهای طراحی شده بر مبنای آیین نامه Caltrans v1.3 پرداختند. دو نمونه ستون بتنی با زمان تناوب اصلی که هرکدام دارای خواص مصالح یکسان بودند تحت نگاشتهای زلزله های نزدیک گسل مورد آزمایش قرار گرفتند. در این تحقیقات مشخص شد، تحت نگاشتهای حاوی اثرات directivity تغییر شکل های ماندگاری در هر دو ستون باقی می ماند.

۲- صحت سنجی

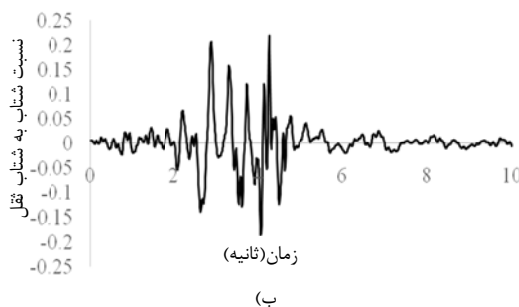
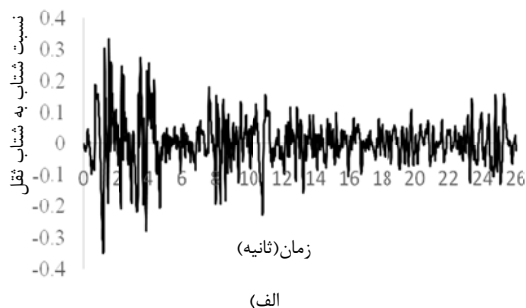
برای اطمینان از دقت نتایج حاصل از مدل های اجزای محدود، لازم است با استفاده از نتایج یک تحقیق معتبر آزمایشگاهی، روش مدل سازی ارزیابی گردد. این کار با مدلسازی دقیق نمونه آزمایش شده و اعمال شرایط تکیه گاهی و بارگذاری آزمایش به نمونه و تحلیل مدل و سپس مقایسه نتایج اندازه گیری شده در آزمایش و نتایج پیش بینی شده توسط مدل اجزای محدود انجام می شود. آزمایشی که در این تحقیق برای انجام صحت سنجی مورد استفاده قرار گرفته آزمایشی است که برای انجام صحت سنجی توسط گونارسون در سال ۲۰۰۴ مورد استفاده قرار گرفته است. جزییات آزمایش در مرجع شماره [۸] قابل دسترسی است که در آن آزمایشاتی بر روی رفتار قابهای فولادی با و بدون مهاربند انجام شده است. نتایج آزمایش در قالب منحنی نیرو-تغییر مکان قاب ارایه شده است. مدل اجزای محدود دقیقاً با مشخصات ذکر شده در آزمایش ساخته شده است. در این پژوهش جهت مدلسازی عددی از نرم افزار آباکوس [۹] استفاده شده است. برای شبیه سازی رفتار فولاد از مدل دوخطی استفاده شده است. تیر و ستونها با استفاده از المانهای میله ای تیر شبیه سازی شده اند. برای شبیه سازی مهاربندها از المانهای خرپایی استفاده شده است تا تنها نیروی محوری در داخل مهاربند چه به صورت کششی و چه به صورت فشاری شبیه سازی شود. اتصالات تیر به ستون و اتصالات مهاربند به قاب همگی با استفاده از گزینه Tie در نرم افزار به صورت مفصلی در نظر گرفته شده اند. تکیه گاه های پای ستون نیز به صورت مفصلی در نظر گرفته شده اند. مقایسه نتایج مدل و آزمایش در شکل ۱ مشاهده می شود. همانطور که ملاحظه می شود در قسمت خطی نمودار، نتایج مدل اجزای محدود و نتایج آزمایش بر هم منطبق هستند. در بخش غیرخطی منحنی پاسخ، اندکی تفاوت مشاهده می شود. شیب قسمت ثانویه

۴- رکوردهای اعمالی در تحلیل تاریخچه زمانی

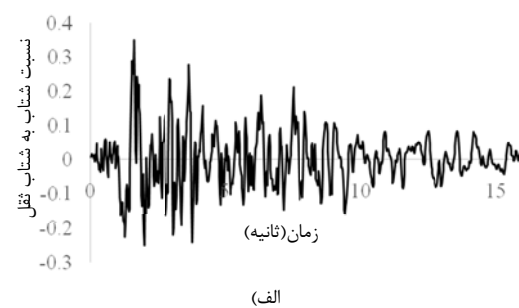
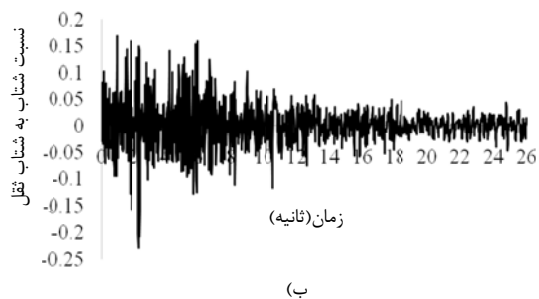
زلزله های در نظر گرفته شده در این تحقیق زلزله های حوزه نزدیک کوبه، نورتریج، طیس و ایمپریال ولی است. این رکوردها در نرم افزار SeisSignal [۱۱] پردازش (حذف ۵٪ انرژی اولیه و انتهای رگورد) و نرمالیزه (با شتاب حداکثر ۰/۳۵ شتاب زمین) می شوند و سپس به نمونه‌ها اعمال خواهند شد. رگورد قائم زلزله نیز با مقیاسی که رگورد افقی نرمالیزه شده بود، نرمالیزه می شود. رگورد مولفه افقی در نظر گرفته شده به همراه مولفه قائم در اشکال ۴ الی ۷ نشان داده شده است.



شکل ۶ الف) مولفه افقی نرمال شده رگورد زلزله طیس ب) مولفه قائم نرمال شده رگورد زلزله طیس



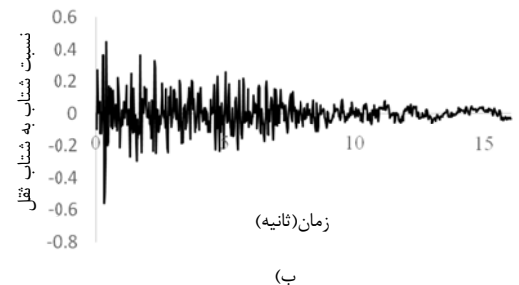
شکل ۴ الف) مولفه افقی نرمال شده رگورد زلزله کوبه ب) مولفه قائم نرمال شده رگورد زلزله کوبه



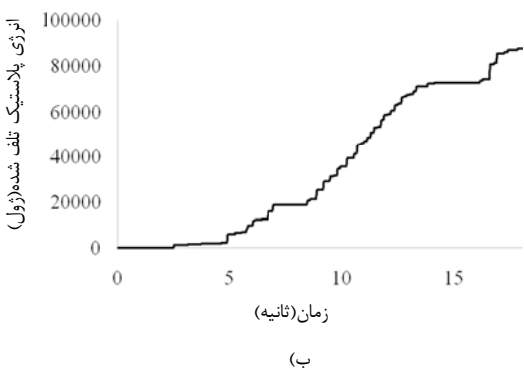
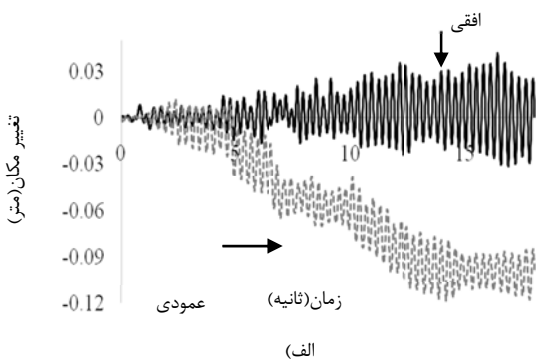
شکل ۷ الف) مولفه افقی نرمال شده رگورد زلزله ایمپریال ولی ب) مولفه قائم نرمال شده رگورد زلزله ایمپریال ولی

۵- ارزیابی قاب سه طبقه

از تحلیل دینامیکی غیرخطی بر روی قاب ۳ طبقه با اعمال شتابنگاشت افقی و عمودی هرکدام از زلزله های ذکر شده انجام شده است. تاریخچه تغییرمکان نسبی افقی بام سازه، تغییرمکان عمودی وسط تیر سقف در دهانه بدون مهاربند در اشکال ۸ الی ۱۱ مشاهده می گردد.

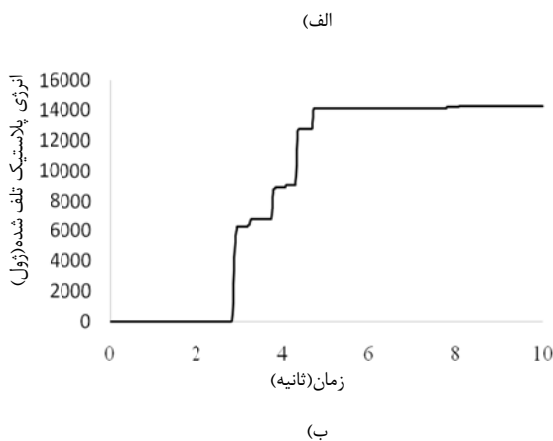
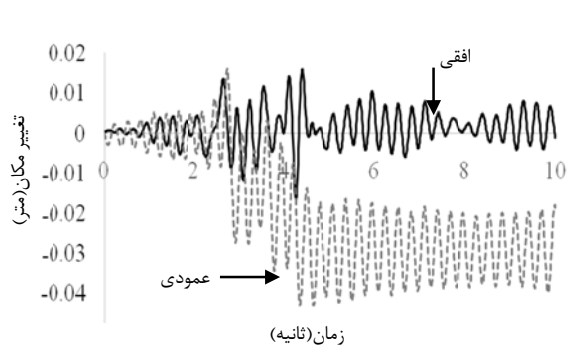


شکل ۵ الف) مولفه افقی نرمال شده رگورد زلزله نورتریج ب) مولفه قائم نرمال شده رگورد زلزله نورتریج



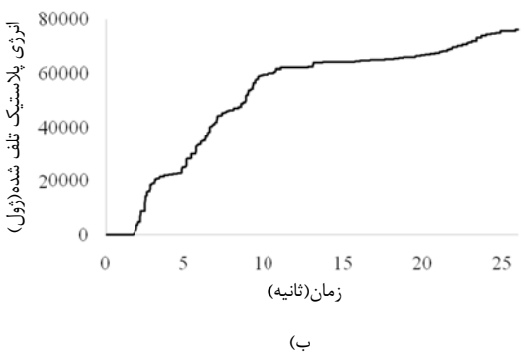
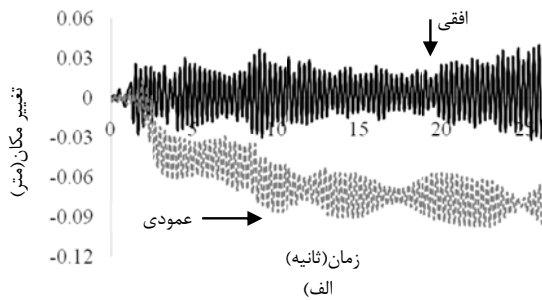
شکل ۱۰ الف) تاریخچه تغییر مکان افقی و عمودی نسبی قاب تحت رکورد زلزله

طبیس ب) جذب انرژی در قالب تغییر شکل پلاستیک در قاب تحت رکورد زلزله طبیس



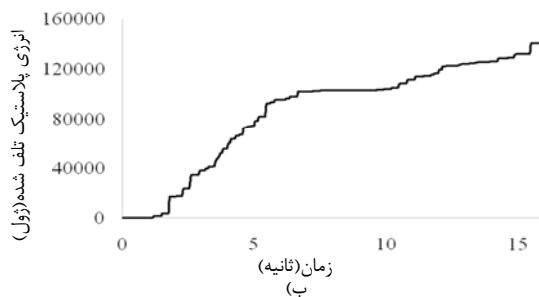
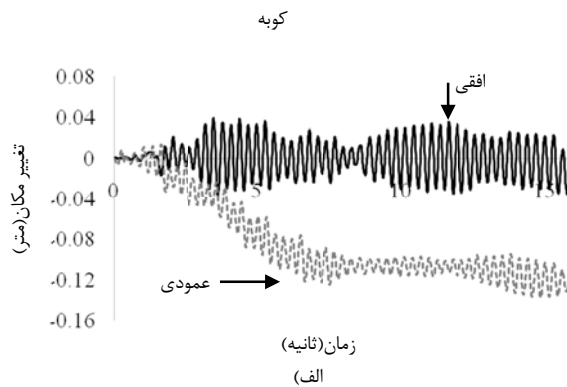
شکل ۸ الف) تاریخچه تغییر مکان افقی و عمودی نسبی قاب تحت رکورد زلزله کوبه

ب) جذب انرژی در قالب تغییر شکل پلاستیک در قاب تحت رکورد زلزله کوبه



شکل ۱۱ الف) تاریخچه تغییر مکان افقی و عمودی نسبی قاب تحت رکورد زلزله

ایمپریال ولی ب) کانتور کرنش پلاستیک معادل قاب تحت رکورد زلزله ایمپریال ولی ج) جذب انرژی در قالب تغییر شکل پلاستیک در قاب تحت رکورد زلزله ایمپریال ولی

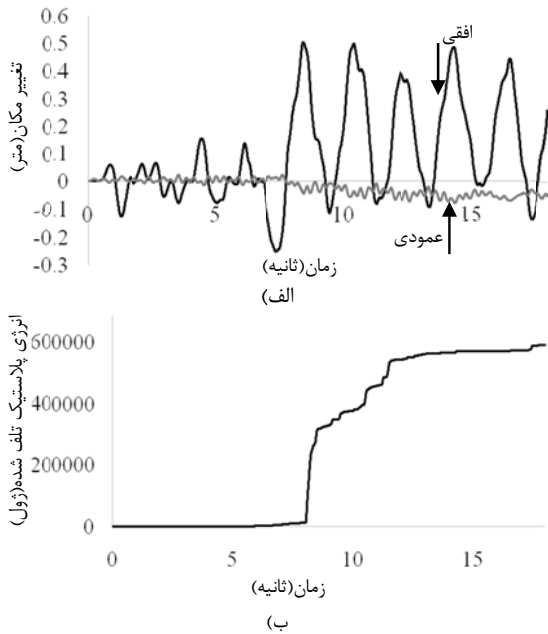


شکل ۹ الف) تاریخچه تغییر مکان افقی و عمودی نسبی قاب تحت رکورد زلزله

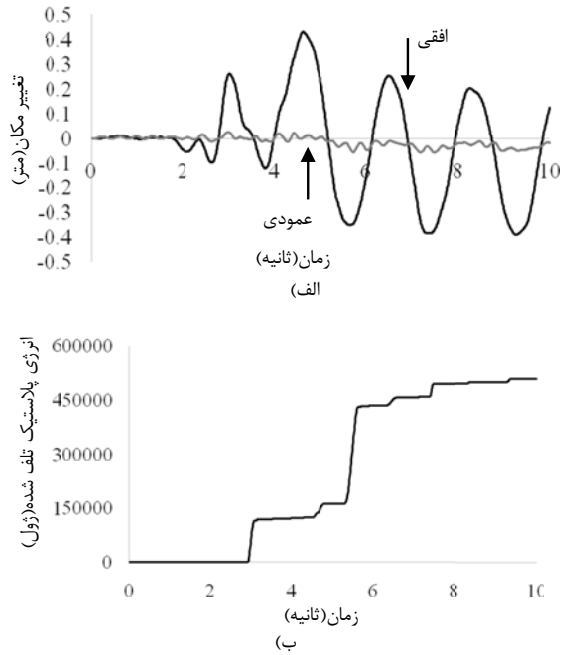
نورتریج ب) جذب انرژی در قالب تغییر شکل پلاستیک در قاب تحت رکورد زلزله نورتریج

۶- ارزیابی قاب هفت طبقه

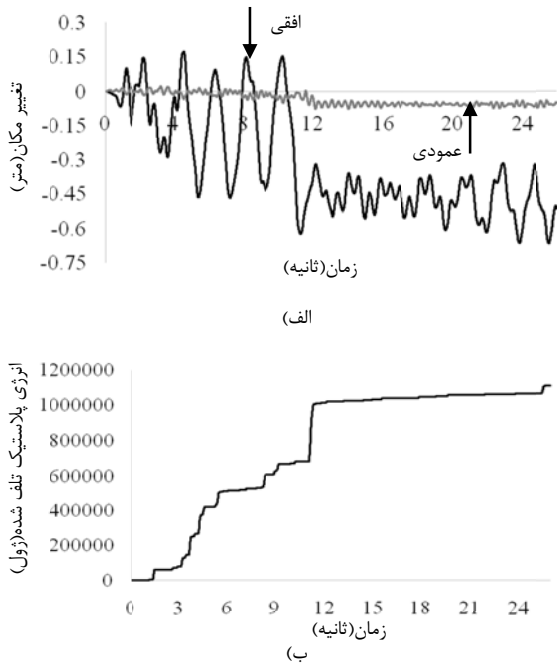
تحلیل دینامیکی غیرخطی بر روی قاب ۷ طبقه با اعمال شتابنگاشت افقی و عمودی هرکدام از زلزله های ذکر شده انجام شده است. تاریخچه تغییرمکان نسبی افقی بام سازه، تغییرمکان عمودی وسط تیر سقف در دهانه بدون مهاربند در اشکال ۱۲ الی ۱۵ مشاهده می گردد.



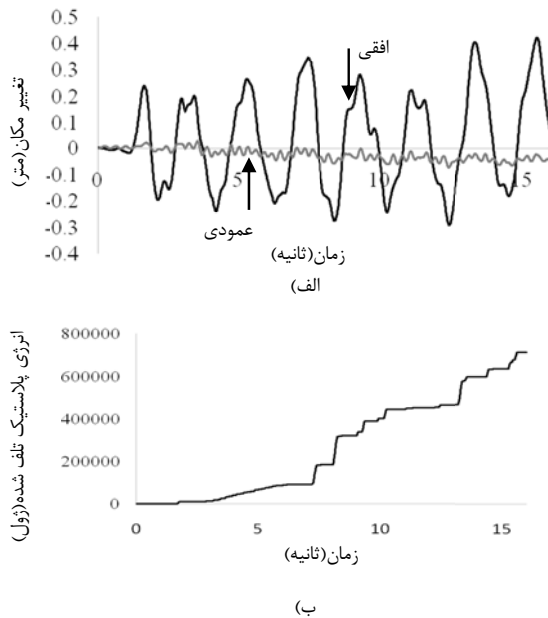
شکل ۱۴ الف) تاریخچه تغییرمکان افقی و عمودی نسبی قاب تحت رکورد زلزله طبس ب) جذب انرژی در قالب تغییرشکل پلاستیک در قاب تحت رکورد زلزله طبس



شکل ۱۲ الف) تاریخچه تغییرمکان افقی و عمودی نسبی قاب تحت رکورد زلزله کوبه ب) جذب انرژی در قالب تغییرشکل پلاستیک در قاب تحت رکورد زلزله کوبه



شکل ۱۵ الف) تاریخچه تغییرمکان افقی و عمودی نسبی قاب تحت رکورد زلزله ایمپرئال ولی ب) جذب انرژی در قالب تغییرشکل پلاستیک در قاب تحت رکورد زلزله ایمپرئال ولی



شکل ۱۳ الف) تاریخچه تغییرمکان افقی و عمودی نسبی قاب تحت رکورد زلزله نورتریج ب) جذب انرژی در قالب تغییرشکل پلاستیک در قاب تحت رکورد زلزله نورتریج

۷- نتیجه گیری

در این تحقیق اثر مولفه قائم زلزله بر رفتار قابهای مهارشده همگرای ضربدری مورد بررسی قرار گرفت. برای انجام تحقیق از نرم افزار اجزای محدود آباکوس

استفاده شده است. در ابتدا برای اطمینان از دقت پیش بینی مدل‌های اجزای محدود، صحت سنجی با استفاده از نتایج یک تحقیق آزمایشگاهی انجام گرفت و انطباق مناسبی مشاهده گردید. سپس دو نوع قاب با تعداد طبقات برابر ۳، ۷ در نظر گرفته شد و زلزله های کوبه، نورتریج، طبس و ایمپریال ولی به آنها اعمال گردید. تحلیل دینامیکی غیرخطی صریح انجام شد و خروجی ها در قالب منحنی های تاریخچه زمانی استخراج گردید. بررسی نتایج نشان میدهد در قابهای ۳ و ۷ طبقه اثر مولفه قائم زلزله به گونه ای نبوده که باعث خرابی سازه گردد.

با در نظر گرفتن مولفه قائم زلزله میزان خیز تیرها در وسط دهانه آنها به طور چشمگیری افزایش یافته است. بنابراین یکی دیگر از عواملی که می تواند پایداری و ایمنی سازه را به خطر بیندازد خیز تیرها در اثر مولفه قائم زلزله در صورت بروز زلزله نزدیک به گسل با مولفه عمودی بالاست که باید در طراحی مورد توجه قرار گیرد. مولفه قائم زلزله تاثیر چندانی بر میزان تغییر شکل جانبی سازه نداشته باشد و میزان تغییر مکان جانبی در حالتی که مولفه قائم در نظر گرفته و یا صرف نظر شده تفاوت چندانی ندارند. همچنین با افزایش ارتفاع قابها و تعداد طبقات تاثیر مولفه قائم زلزله بر تغییر مکانهای قائم تیرها نسبت به مولفه افقی کاهش می یابد.

۸- مراجع

- [1] Foutch D, Yun S.Y, Modeling of steel moment frames for seismic Loads, *Journal of Constructional Steel Research*, Vol 58, pp. 529-564, 2002.
- [2] Hall J, Seismic Response of Steel Frame Buildings to Near-Source Ground Motions, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol. 27, pp. 1445-1464, 1998.
- [3] M. Tehranizade, M.Labbafzade, Effect of Vertical Ground Motion in Near Field Earthquake on the Response of Structures, in *The 7th International Congress in Civil Engineering*, Tehran, Iran, 2004. (In Persian).
- [4] Anderson, J. C, and V. Bertero, Uncertainties in Establishing Design Earthquakes, *J. Structural Engineering*. Vol. 113. No. 8., 1987.
- [5] Elsheikh A, Ghojarah A, Response of RC Structures to Near-Fault Records, *Emirates Journal for Engineering Research*, Vol. 9, No. 2, pp. 45-51, 2004.
- [6] Liao W, Loh Ch.H, Wan SH., Earthquake Response of RC Moment Frames Subjected to Near-Fault Ground Motions, *Structural design of tall buildings*, Vol 10, pp. 219-229, 2001.
- [7] Saiidi M, Somerville P, Bridge Seismic Analysis Procedure to Address Near-Fault Effects, *a report of Nevada University (Reno)*, 2005.
- [8] Gunnarsson I., *Numerical performance evaluation of braced frame systems*, Msc Thesis, Washington university, 2004.
- [9] ABAQUS Documentation, Simulia, Version 6.14.
- [10] Mahmoudi M., A. Havarani, Seismic Behavior of X-braced Frames with Shape Memory Alloys, *Advances in Civil and Environmental Engineering*, Vol. 2, pp. 01-19, 2014.
- [11] SeismoSoft.Seismosignal.AvailablefromURL: www.seismosoft.com, 2011.