

Investigating the control of concentric and eccentric braced frames against earthquakes using viscoelastic dampers

Ali Mohammad Rousta*

Assistant Professor, Department of civil Engineering, Yasouj University, Yasouj, Iran.

*Corresponding author's email address:

arousta@yu.ac.ir

How to cite this article:

Ali Mohammad Rousta, Investigating the control of concentric and eccentric braced frames against earthquakes using viscoelastic dampers, *Journal of Engineering and Construction Management (JECM)*, 2024, 8(2): 59-66.

Abstract

One of the methods to reduce the earthquake-induced responses in seismic retrofitting of buildings is using dampers. Among different types of dampers, viscoelastic dampers have been proposed as one of the methods of seismic retrofitting of existing structures or seismic design of new buildings in the last two decades. In this research, 3 steel frames of 3, 6 and 10 floors with lateral bearing system of simple braced frame in x direction and flexural frame in y direction were modeled based on edition 4 of standard 2008 in 2000 SAP software and analyzed dynamically and non-linearly based on three earthquake records. These dampers were added to Concentrated Braced Frames and Eccentrically Braced Frame, and the effect of their use in reducing the base shear force was compared. The results showed that viscoelastic dampers in Concentrated Braces had more base shear reduction than in Eccentrically Braces. The results of this study indicate that the reduction of base shear in mid-rise buildings (6 floors) is high and was 66 and 18 and 49 percent respectively in the earthquake records related to Northridge, Kobe and Imperial Valley. On the other hand, the highest energy dissipation of the dampers in 3, 6 and 10 story buildings are related to Kobe earthquake and is 40.78, 60.62 and 38.08%, respectively.

Keywords

Concentrated braces, eccentrically braces, steel frames, viscoelastic dampers, dynamically non-linear analyses, seismic rehabilitation

بررسی کنترل قاب‌های مهاربندی شده همگرا و واگرا در برابر زلزله با استفاده از میراگرهای ویسکوالاستیک

علی محمد روستا*

استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۴

ارجاع به مقاله:

علی محمد روستا، بررسی کنترل قاب‌های مهاربندی شده همگرا و واگرا در برابر زلزله با استفاده از میراگرهای ویسکوالاستیک، مهندسی و مدیریت ساخت، ۱۴۰۲، ۸(۲): ۵۹-۶۶

چکیده

یکی از روش‌های کاهش پاسخ‌های ناشی از زلزله در بهسازی لرزه ای سازه‌ها استفاده از میراگرها می باشد. که از بین انواع میراگرها، میراگرهای ویسکوالاستیک بعنوان یکی از روش‌های مقاوم سازی لرزه ای سازه‌های موجود و یا طراحی لرزه ای ساختمان‌های جدید در دو دهه اخیر مطرح شده است. در این پژوهش ۳ قاب فولادی ۳، ۶ و ۱۰ طبقه با سیستم باربر جانبی قاب ساده مهاربندی شده در راستای X و قاب خمشی در راستای Y بر اساس ویرایش ۴ استاندارد ۲۸۰۰ در نرم افزار SAP ۲۰۰۰ مدل شدند و تحت سه شتاب نگاشت زلزله مورد تحلیل دینامیکی غیرخطی قرار گرفتند. این میراگرها در قاب‌های مهاربندی شده همگرا CBF و قاب مهاربندی شده واگرا EBF اضافه شده و تاثیر استفاده از آنها در کاهش نیروی برش پایه و مقایسه آنها با یکدیگر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میراگرهای ویسکوالاستیک در مهاربندهای همگرا کاهش برش پایه بیشتری نسبت به واگرا دارند. نتایج به دست آمده در این تحقیق حاکی از آن است که کاهش برش پایه در ساختمان‌های میان مرتبه (۶ طبقه) زیاد می‌باشد به طوری که در رکورد زلزله مربوط به نورتریج (Northridge)، کوبه (Kobe) و امپریال ولی (Imperial Valley) به ترتیب ۱۸ و ۶۶ و ۴۹ درصد می‌باشد. از طرفی بیشترین اتلاف انرژی توسط میراگر در ساختمان های ۳ و ۶ و ۱۰ طبقه مربوط به زلزله کوبه می‌باشد و به ترتیب ۴۰/۷۸ و ۶۰/۶۲ و ۳۸/۰۸ درصد می‌باشد.

کلمات کلیدی

مهاربند همگرا، مهاربند واگرا، قاب فولادی، میراگر ویسکوالاستیک، بهسازی لرزه ای، تحلیل دینامیکی غیرخطی.

۱- مقدمه

پدیده‌های طبیعی مانند زلزله و باد در طول تاریخ عامل تخریب سازه‌های ساختمانی و در نتیجه تلفات جانی و مالی بسیار بوده اند، این عوامل موجب گردیده که بشر برای به حداقل رساندن این تخریب‌ها و تلفات به مطالعه و تحقیق در این زمینه بپردازد از جمله راهکارهایی که اخیرا مورد توجه بسیاری قرار گرفته است؛ سیستم‌های کنترل سازه ای است که در سه گروه فعال، نیمه فعال و غیرفعال تقسیم بندی می شوند [۱]. این سیستم‌ها با جذب استهلاک انرژی ناشی از ارتعاش منجر به کاهش پاسخ‌ها و اصلاح رفتار سازه‌ها می‌شوند. سیستم‌های سازه ای که تاکنون برای مقابله با ارتعاشات و تحریکات ناشی از زلزله از دیرباز مورد استفاده قرار گرفتند؛ سیستم های قاب

خمشی بادبندی و دوگانه و انواع آنها بودند این سیستم‌ها اگرچه کارآمدی خود را در مقابله با نیروهای جانبی نشان داده اند اما مشکلاتی همچون استفاده از مقاطع بزرگ و سنگین، جزئیات اجرایی زیاد، محدودیت‌های معماری، محدودیت در کاهش پاسخ سازه‌ها و غیره باعث شده است که امروزه علاوه بر این سیستم‌ها مهندسان به سراغ راهکارهای مفیدتری بروند، استفاده از میراگرها جزء این راهکارها است، اما به دلیل گران بودن میراگر استفاده از آن همیشه اقتصادی و مقرون به صرفه نیست، بنابراین لازم است با توجه به یک توزیع بهینه در ارتفاع از آنها استفاده کنیم. در این تحقیق چندین سازه با ارتفاع‌های مختلف از کوتاه تا بلند مدل می شوند؛ میراگر ویسکوالاستیک به صورت یکنواخت در ارتفاع در همه مدل‌ها توزیع می‌شود؛ هدف این است که تاثیر میراگر ویسکوالاستیک بر روی



دوره ۸، شماره ۲

زمستان ۱۴۰۲

دوفصلنامه پژوهشی



رفتار این مدل‌ها بررسی شود و میزان کارایی این میراگرها در هر کدام از مدل‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد. میراگرهای ویسکوالاستیک در دماهای مختلف تحت بارهای زمین لرزه قرار می‌گیرند. ظرفیت جذب انرژی میراگر ویسکوالاستیک با افزایش دمای محیط کاهش می‌یابد [۲]. ژانگ (Chang) و همکاران در سال ۱۹۹۶ تاثیر میراگر ویسکوالاستیک را بر روی قاب فولادی ۳ طبقه بررسی کردند. و نتایج آنها نشان داد که این میراگرها در کاهش پاسخ‌های کلی سازه و شکل پذیری مورد نیاز سازه بسیار موثرند [۳].

لی (Lee) و همکاران در سال ۲۰۰۲ به منظور جلوگیری از کماتش بادبندهای ضربدری و جذب انرژی ناشی از زلزله، از میراگرها در محل اتصال بادبندهای ضربدری استفاده کردند [۴]. لی (Lee) و همکاران در سال ۲۰۰۳ با ارائه تحلیل لرزه ای ساختمان‌های مجهز به میراگرهای ویسکوالاستیک توانایی موثر این میراگرها در کاهش ارتعاشات جانبی سازه‌ها تحت زلزله‌های مختلف را نشان دادند [۵]. سمیح (Semih) و اوزان (Ozan) نیز در سال ۲۰۰۳ به کمک میراگرهای ویسکوالاستیک به عنوان وسائل جذب انرژی در ساختمان‌ها مزایا و معایب افزودن آنها به سه مدل قاب فولادی ۷ طبقه و قاب‌های بتن مسلح ۱۰ و ۲۰ طبقه را بررسی کردند [۶]. ژانگ و لین (Lin) در سال ۲۰۰۴ تاثیر این میراگر را در قاب فولادی ۵ طبقه در مقیاس کامل مورد مطالعه آزمایشگاهی و عددی قرار دادند [۷]. زو (Xu) و همکاران در سال ۲۰۰۴ با بررسی پارامترها و موقعیت بهینه میراگرهای ویسکوالاستیک پاسخ خوبی را برای ساختمان بتنی با میراگرهای ویسکوالاستیک روی میز لرزه نشان دادند [۸]. ریباکوف و آگرانوویچ در سال ۲۰۱۱ روشی را برای طراحی میراگرهای ویسکوالاستیک، بر اساس الگوریتم کنترل فعال بهینه، ارائه دادند [۹]. ژو (Zhou) و همکاران در سال ۲۰۱۳ به این نتیجه رسیدند که روابط مشابهی در حلقه‌های هیسترتیک و پارامترهای میراگر ویسکوالاستیک با مواد مشابه اما اندازه‌های مختلف وجود دارد [۱۰].

گونگ (Gong) و همکاران در سال ۲۰۱۶ تاثیر این میراگرها را در ساختمان‌های بلند مرتبه فولادی مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که تأثیر کنترل میراگرهای ویسکوالاستیک بر روی جابجایی سازه نسبت به شتاب سازه‌ای و نیروی برشی ناشی از سختی اضافی میراگر ترجیح داده می‌شود [۱۱]. گونگ (Gong) و همکاران در سال ۲۰۱۷ نوع جدیدی از میراگر ویسکوالاستیک با ویژگی‌های غیرخطی قوی، که نشان دهنده نرم شدن و سخت شدن آن است، را بررسی کردند. نتایج تجربی نشان داد که اثر کنترل در جابجایی قابل توجه بود [۱۲]. روستا و زهرایی در سال ۲۰۱۷ یک سیستم مهاربندی دو سطحی غیرفعال برای اتلاف انرژی زلزله ارائه نمودند. آنها در تحقیق خود نشان دادند که سیستم مهاربند دو سطحی پیشنهادی آنها که از ترکیب لینک قائم و مهاربند زانویی تشکیل شده می‌تواند تا ۱۵۰ درصد بیشتر از مهاربند های هشتی اتلاف انرژی داشته باشد [۱۳]. روستا و زهرایی در سال ۲۰۱۸ به بررسی پارامتریک رفتار سیستم مهاربند پیشنهادی خود که دو عضو

زانویی و یک عضو قائم به منظور افزایش ظرفیت و میزان استهلاک انرژی مهاربند به آن اضافه شده است، پرداختند. در این مطالعه به منظور بررسی با استفاده از تحلیل استاتیکی غیر خطی و دینامیکی خطی، مدلسازی این مهاربند در محیط آباکوس انجام گردیده است. نتایج این مطالعه نشان داد که تنش تسلیم عضو قائم در این مهاربند از ۲۴۰ مگاپاسکال به ۶۹۰ مگاپاسکال افزایش یافت. همچنین ظرفیت سازه نیز تا ۱۷ درصد از خود افزایش نشان می‌دهد [۱۴].

در این تحقیق به دنبال بررسی رفتار میراگرهای ویسکوالاستیک در مهاربند های همگرا و واگرا در سازه فولادی می‌باشیم برای این منظور از قاب‌های فولادی ۱۰،۶،۳ طبقه تحت تحلیل دینامیکی در محیط نرم افزار SAP 2000 استفاده شده است. قاب‌ها بر روی خاک نوع ۲ و در شهر یاسوج مدلسازی گردیده است. به منظور بررسی رفتار این میراگرها برش پایه سازه‌ها، میزان اتلاف انرژی و منحنی‌های نیرو - جابجایی آنها مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۲- میراگرهای ویسکوالاستیک

این میراگرها معمولاً از لایه‌های پلیمری با خاصیت ویسکوالاستیک محصور بین ورق‌های فولادی تشکیل می‌شوند که تحت تاثیر حرکت نسبی بین ورق‌های فولادی خارجی و میانی می‌گردند و تغییر شکل برشی باعث اتلاف انرژی به صورت گرما می‌شود. مشخصات فنی این میراگرها پارامترهای C, k_v, η_v, G', G'' می‌باشد [۱۵]. در این تحقیق از ماده ویسکوالاستیک در ۴ لایه با نام تجاری 3MISD110 به عنوان میراگر ویسکوالاستیک استفاده شده است که مقادیر آنها به صورت زیر بیان می‌گردند.

جدول ۱ مشخصات فنی میراگر ویسکوالاستیک

| | | |
|--|--------------|------------------------------|
| $\eta_v = 1.2$ | $C = 808.28$ | $k_v = 233.28 \text{ kN/cm}$ |
| $G'' = 1.2 * 0.641 = 0.7692 \text{ MPa}$ | | $G' = 0.641 \text{ MPa}$ |

۳- روش تحقیق و مدل مورد مطالعه

در این تحقیق ابتدا قاب‌های فولادی ۱۰،۶،۳ طبقه با استفاده از نرم افزار ETABS 16.2.1 طراحی شده است. سپس در نرم افزار SAP 2000 722.1.0 مورد تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی قرار گرفت. ارتفاع هر طبقه ۳،۲ متر در نظر گرفته شده است. قاب‌ها بر روی خاک نوع ۲ و در شهر یاسوج واقع شده اند با شتاب مبنای طرح (۰،۳) و بار مرده در طبقات و بام ۵،۲ کیلو نیوتن بر متر مربع و بار زنده در طبقات و بام به ترتیب ۲ و ۱،۵ کیلو نیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شده است. در مدل طبقات بصورت دیافراگم صلب در نظر گرفته شده است. در مقاطع تیرها از IPE و ستون‌ها BOX و مهاربندها UNP استفاده شده است. که در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. ابعاد دهانه‌ها ۶ متر و موقعیت مهاربندها در دهانه میانی و در قاب‌های ۱ و ۴ می‌باشد. در این پژوهش از سه رکورد زلزله امپریال ولی^۱، نورث ریج^۲ و کوبه^۳ استفاده شده است. و شتاب نگاشت‌ها با استفاده از نرم افزار Seismo Signal بر اساس طیف طرح استاندارد ۲۸۰۰ مقیاس سازی شده اند.

³ kobe

¹ Imperial valley

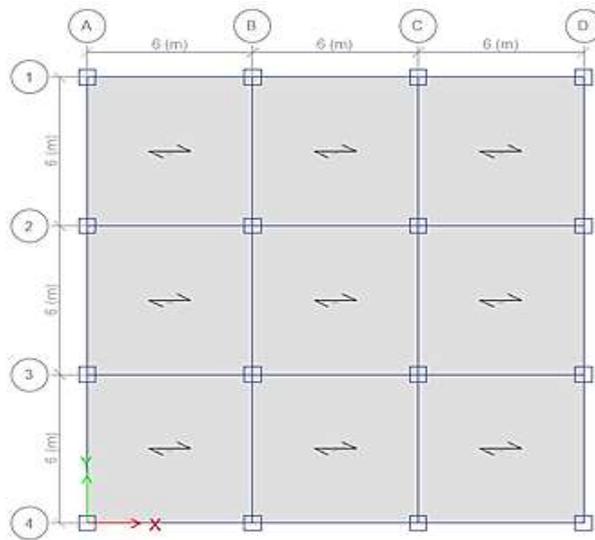
² northridge

جدول ۲ مقاطع قاب ۱۰ طبقه با سیستم مهاربندی همگرا

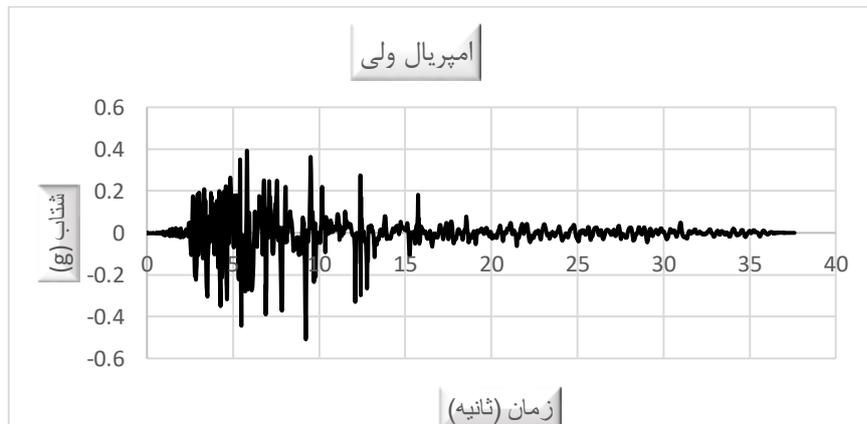
| طبقه / مقاطع | اول | دوم | سوم | چهارم | پنجم | ششم | هفتم | هشتم | نهم | دهم |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| تیرها | IPE 550 | IPE 550 | IPE 500 | IPE 500 | IPE 450 | IPE 450 | IPE 400 | IPE 400 | IPE 360 | IPE 360 |
| ستونها | 70X70X 5 | 70X70X 5 | 60X60X 4 | 60X60X 4 | 50X50X 3 | 50X50X 3 | 35X35 X2.3 | 35X35 X2.3 | 35X35 X2.3 | 35X35 X2.3 |
| مهاربندها | 2UNP 300 | 2UNP 300 | 2UNP 280 | 2UNP 280 | 2UNP 260 | 2UNP 260 | 2UNP 240 | 2UNP 240 | 2UNP 220 | 2UNP 220 |

جدول ۳ مقاطع قاب ۱۰ طبقه با سیستم مهاربندی واگرا

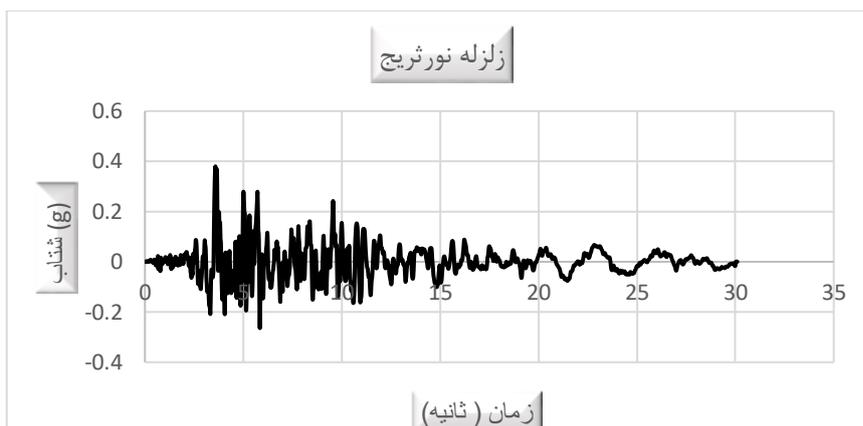
| طبقه / مقاطع | اول | دوم | سوم | چهارم | پنجم | ششم | هفتم | هشتم | نهم | دهم |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| تیرها | IPE 550 | IPE 550 | IPE 500 | IPE 500 | IPE 450 | IPE 450 | IPE 400 | IPE 400 | IPE 360 | IPE 360 |
| ستونها | 70X70X 5 | 70X70X 5 | 60X60X 4 | 60X60X 4 | 50X50X 3 | 50X50X 3 | 35X35 X3 | 35X35 X3 | 35X35 X3 | 35X35 X3 |
| مهاربندها | 2UNP 220 | 2UNP 220 | 2UNP 200 | 2UNP 200 | 2UNP 180 | 2UNP 180 | 2UNP 160 | 2UNP 160 | 2UNP 140 | 2UNP 140 |



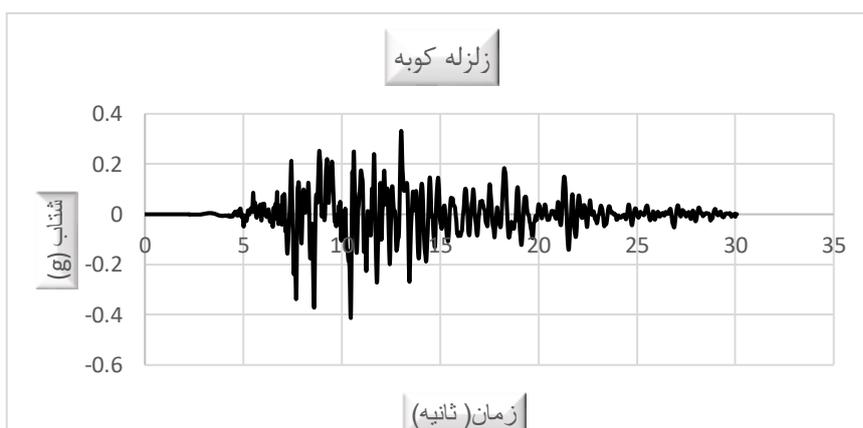
شکل ۱ پلان ساختمان



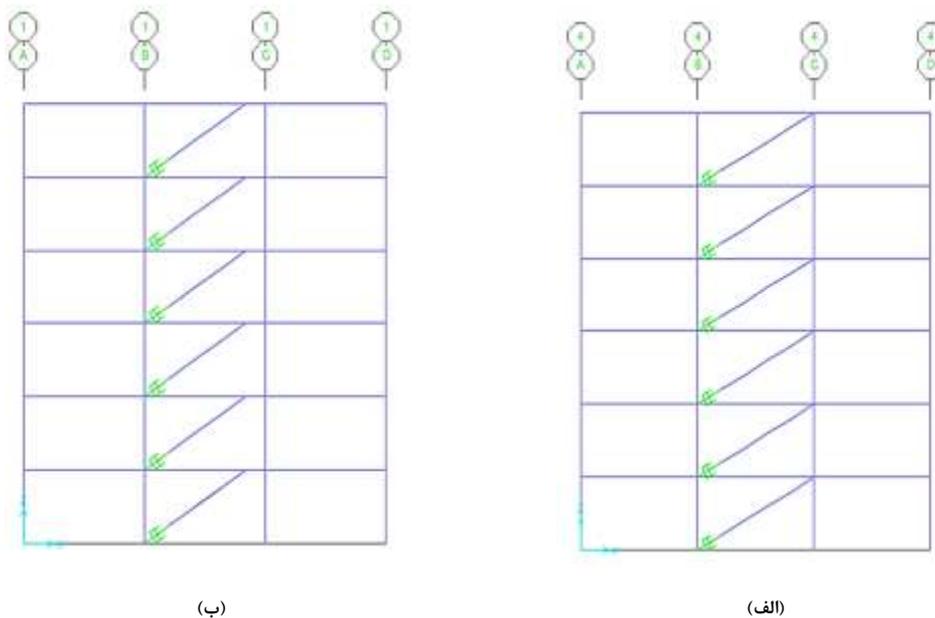
شکل ۲ شتاب نگاشت زلزله امپریال ولی



شکل ۳ شتاب نگاشت زلزله نوروزیج



شکل ۴ شتاب نگاشت زلزله کوبه

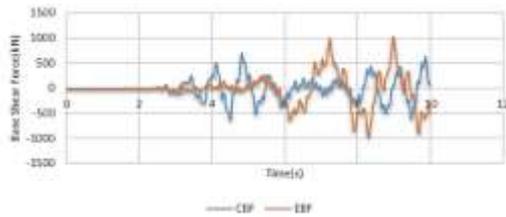


شکل ۵ قاب‌های مهاربندی شده (الف) مهاربند همگرا با میراگر (ب) مهاربند واگرا با میراگر

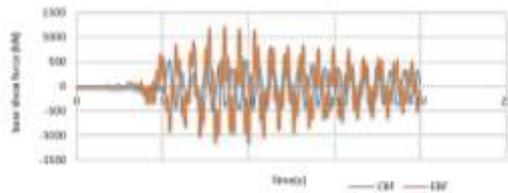
۴- تحلیل نتایج

شده همگرا (CBF) نسبت به واگرا (EBF) می‌باشیم، برای این منظور از سه رکورد زلزله کوبه، نوروزیج و امپریال ولی استفاده شده است. در ادامه نتایج برش پایه و میزان اتلاف انرژی آورده شده است. همانگونه که در شکل ۶ و ۷ مشاهده می‌شود تحت رکورد زلزله

همانگونه که بیان گردید در این مطالعه به دنبال بررسی اثر میراگرها اثرمیراگرها در کاهش برش پایه ساختمان‌های فولادی مهاربندی



شکل ۸ منحنی برش پایه - زمان (زلزله امپریال ولی)



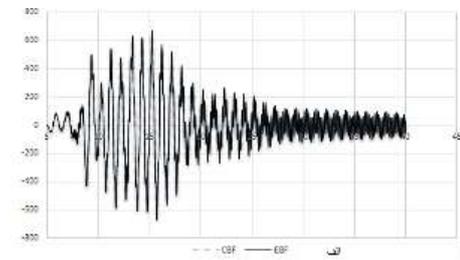
شکل ۹ منحنی برش پایه - زمان (زلزله نورثریج)

جدول ۴ درصد کاهش برش پایه مهاربند همگرا نسبت به واگرا

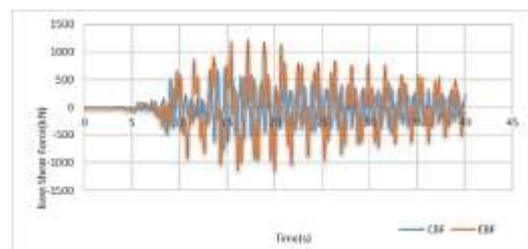
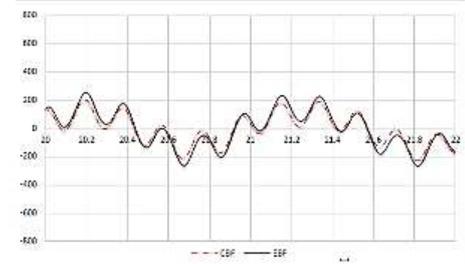
| تعداد طبقات | رکورد زلزله | نورثریج | کوبه | امپریال ولی |
|-------------|-------------|-----------|-----------|-------------|
| ۳ طبقه | ۲٫۵ درصد | ۳٫۵ درصد | ۱٫۵ درصد | |
| ۶ طبقه | ۱۸ درصد | ۶۶ درصد | ۴۹ درصد | |
| ۱۰ طبقه | ۰٫۴ درصد | ۱۶٫۴ درصد | ۱۲٫۴ درصد | |

همانگونه که بیان گردید بررسی منحنی برش پایه سازه ۳، ۶ و ۱۰ طبقه نشان می دهد که در سازه های ۳ و ۱۰ طبقه میزان اثرگذاری مهاربند همگرا در کاهش پاسخ ها نسبت به مهاربند واگرا کمتر می باشد. به بیانی دیگر استفاده از مهاربند همگرا در سازه ۶ طبقه منجر به کاهش محسوس برش پایه نسبت به مهاربند واگرا می گردد. برای همین منظور در ادامه میزان اتلاف انرژی و منحنی نیرو - جابجایی در سازه ۶ طبقه آورده شده است. همانگونه که در شکل ۱۰ تا ۱۲ مشاهده می شود با افزایش انرژی ورودی میزان اتلاف انرژی در میراگر ویسکوز افزایش از خود نشان می دهد البته میزان اتلاف انرژی در میراگر واگرا از میراگر همگرا بیشتر است که می توان دلیل این امر را در بالابودن شکل پذیری مهاربند های واگرا نسبت به مهاربند های همگرا دانست. البته باید توجه نمود که بالاتر بدن شکل پذیری این مهاربند ها منجر به افزایش جذب انرژی در مهاربند های واگرا نیز می گردد که این امر در شکل های ۱۰ تا ۱۲ قابل مشاهده است. همانگونه که در این اشکال می توان دید سازه با مهاربند واگرا تحت تحریک های زلزله بیش تر از ۵ برابر سازه با مهاربند همگرا انرژی جذب نموده است. البته میزان اتلاف انرژی در سازه با مهاربند واگرا نیز مانند جذب انرژی آنها بیشتر از سازه با مهاربند همگرا می باشد که دلیل آن را می توان تغییر شکل غیر خطی سازه و همچنین تسلیم تیر پیوند در سازه با مهاربند واگرا دانست. همانگونه که اشاره شد شکل پذیری سازه با مهاربند واگرا بیشتر از سازه با مهاربند همگرا می باشد که این امر در شکل های ۱۳-۱۵ مشاهده می گردد. همانگونه که در این اشکال مشاهده می شود مساحت زیر منحنی نیرو- جابجایی در سازه با مهاربند واگرا بیشتر از سازه با مهاربند همگرا می باشد که این امر خود نشانه ای از بیشتر بودن شکل پذیری این سازه ها و در نتیجه بالاتر بودن میزان اتلاف انرژی در این گونه سازه ها می باشد.

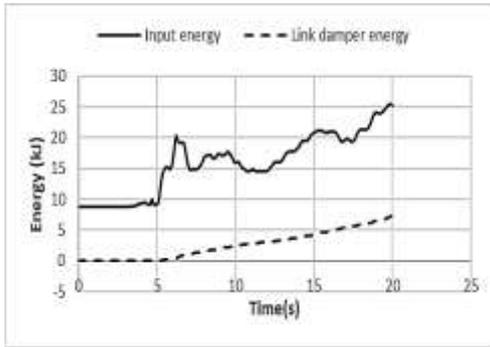
کوبه در سازه سه طبقه میزان کاهش برش پایه در مهار بند همگرا مشابه مهاربند واگرا می باشد. البته از آنجا که پاسخ سازه سه طبقه با مهاربند همگرا و واگرا دارای پاسخ های مشابه می باشد، در شکل ۶-ب پاسخ سازه بین زمان ۲۰ تا ۲۲ ثانیه آورده شده است. در مورد سازه ۶ طبقه میزان کاهش پاسخ تحت تحریک زلزله کوبه مطابق شکل ۷ محسوس می باشد. میزان این کاهش در سازه ۶ طبقه تحت زلزله نورثریج و امپریال ولی نیز مطابق شکل ۸ و ۹ محسوس می باشد. همانگونه که بیان شد مشابه تحریک تحت رکورد زلزله کوبه، تحت رکورد زلزله نورثریج و امپریال ولی شکل ۸ و ۹ نیز استفاده از میراگر همگرا نسبت به میراگر های واگرا منجر به کاهش برش پایه می گردد. همانگونه که مشاهده می شود کاهش برش پایه هم در بیشینه پاسخ ها و هم در حین تحریک می باشد. به بیانی دیگر استفاده از میراگر های همگرا هم در نقاط بیشینه پاسخ منجر به کاهش برش پایه سازه ۶ طبقه می شود و هم در حین تحریک. البته در این منحنی ها اختلاف فاز بین پاسخ ها (در نقاط بیشینه پاسخ ها) نیز مشاهده می شود که دلیل آن تغییر در سختی جانبی سازه در حالت استفاده از مهاربند همگرا و واگرا می باشد. در جدول ۴ میزان کاهش برش پایه در حالت استفاده از مهاربند همگرا نسبت به مهاربند واگرا آورده شده است. همانگونه که مشاهده می شود مشابه شکل های ۶ تا ۹ میزان کاهش در سازه ۶ طبقه نسبت به سازه ۳ و ۱۰ طبقه بیشتر می باشد. البته میزان این کاهش تحت زلزله کوبه بیشتر از دو رکورد دیگر می باشد.



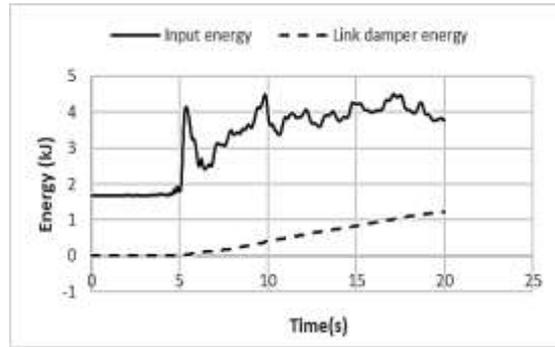
شکل ۶ منحنی برش پایه - زمان (زلزله کوبه)، ساختمان ۳ طبقه



شکل ۷ منحنی برش پایه - زمان (زلزله کوبه)، ساختمان ۶ طبقه

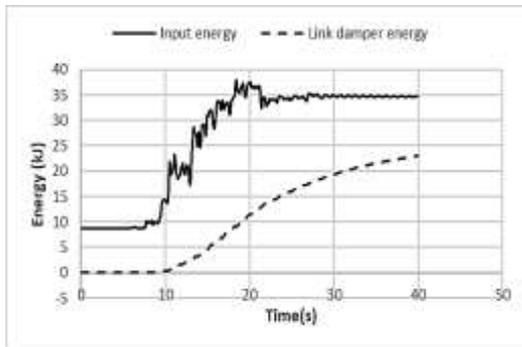


(ب)

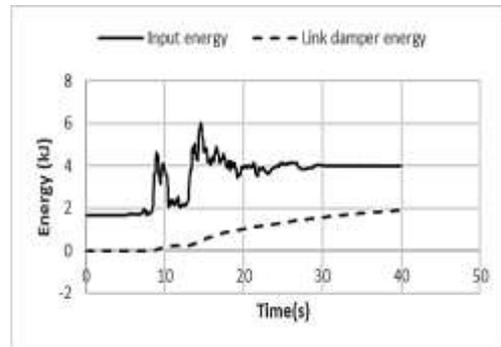


(الف)

شکل ۱۰: اتلاف انرژی میراگر در زلزله (نورث ریج)، الف) مهاربند همگرا، ب) مهاربند واگرا

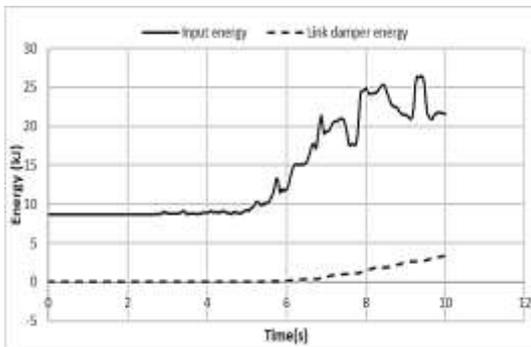


(ب)

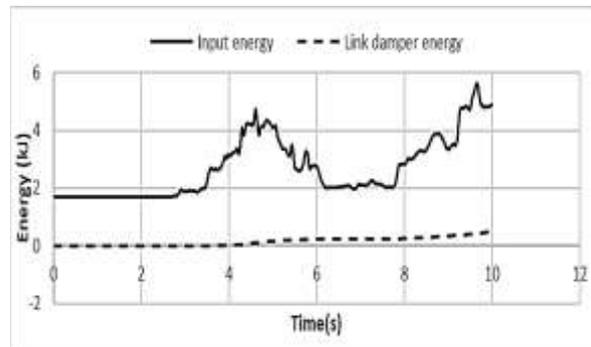


(الف)

شکل ۱۱: اتلاف انرژی میراگر در زلزله (کوبه)، الف) مهاربند همگرا، ب) مهاربند واگرا

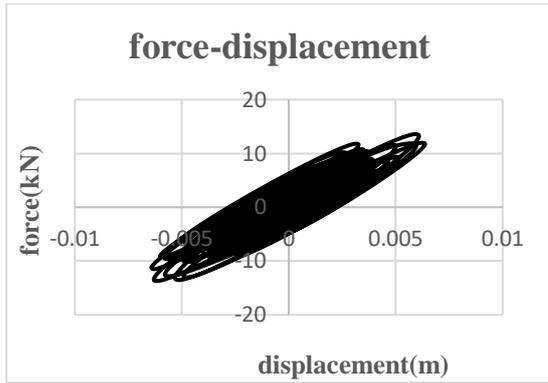


(ب)

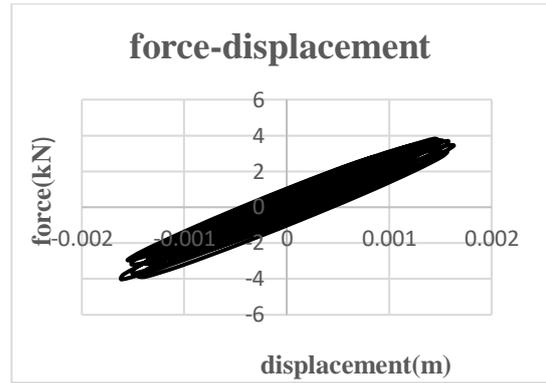


(الف)

شکل ۱۲: اتلاف انرژی میراگر در زلزله (امپریال ولی)، الف) مهاربند همگرا، ب) مهاربند واگرا

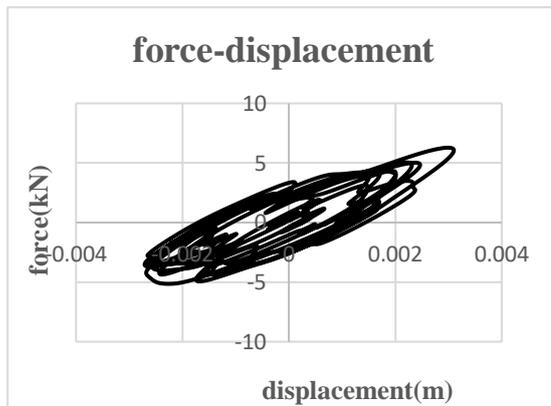


(ب)

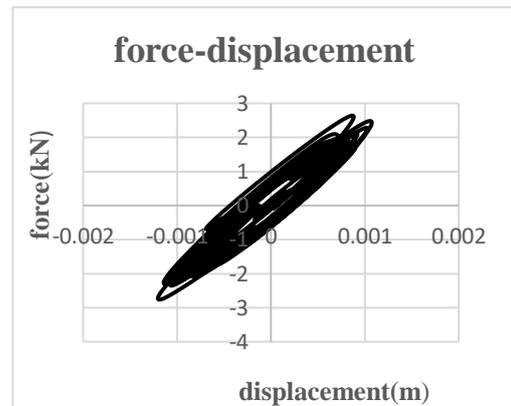


(الف)

شکل ۱۳ منحنی نیرو - جابجایی میراگر زلزله (کوبه، الف، مهاربند همگرا، ب) مهاربند واگرا

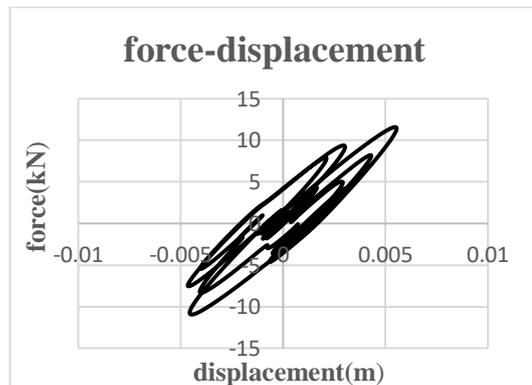


(ب)

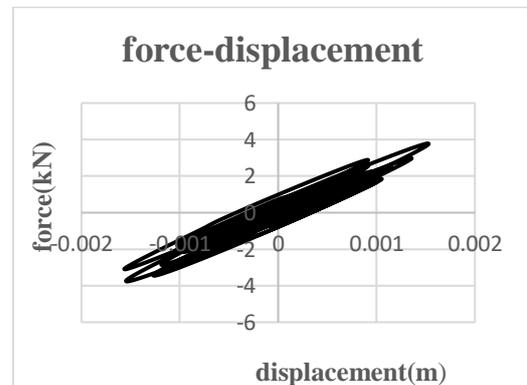


(الف)

شکل ۱۴ منحنی نیرو - جابجایی میراگر زلزله (نورثریج، الف، مهاربند همگرا، ب) مهاربند واگرا



ب



الف

شکل ۱۵ منحنی نیرو - جابجایی میراگر زلزله (امپریال ولی، الف، مهاربند همگرا، ب) مهاربند واگرا

مقایسه تاثیر میراگرهای ویسکو الاستیک بر کاهش پاسخ ساختمان های مهاربندی شده همگرا و واگرا می باشد. بررسی نتایج این مطالعه را می توان این چنین بیان نمود:
نتایج این مطالعه نشان می دهد که استفاده از میراگر ویسکو الاستیک برش پایه سازه ها کاهش که میزان این کاهش در مهاربندهای همگرا نسبت به واگرا بیشتر می باشد. به نحوی که در سازه تحت تحریک کوبه در سازه ۶ طبقه تا ۶۶ درصد کاهش در برش پایه مشاهده می

۵- نتیجه گیری

در این مقاله تأثیر کاربرد میراگر ویسکو الاستیک در کاهش پاسخ لرزه ای سازه ها مانند برش پایه مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور سه نمونه سازه سه بعدی ۳، ۶ و ۱۰ طبقه تحت ۳ رکورد زلزله های نورثریج، کوبه و امپریال ولی با استفاده از تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی مورد بررسی قرار گرفتند. هدف اصلی از انجام این پژوهش

- control. *Journal of Structural and Construction Engineering*, doi: 10.22065/jscce.2020.172223.1786.
- [2] Tsa C. S. and Lee H. H. (1993). Applications of Viscoelastic Dampers to High-Rise Buildings. *Journal of Structural Engineering*, 119, 1222-1233.
- [3] Chang K. C., Chen S. J. and Lai M. L. (1996). Inelastic Behaviour of Steel Frames with Added Viscoelastic Dampers. *Journal of Structural Engineering*, 122, 1178-1186.
- [4] Lee M. H., Oh S. H., Huh C., Oh Y. S., Yoon M. H. and Moon, T. S. (2002). Ultimate Energy Absorption Capacity of Steel Plate Slit Dampers Subjected to Shear Force. *Steel Structures*, 2, 71-79.
- [5] Lee D.G., Hong S. and Kim J. (2002). Efficient Seismic Analysis of Building Structures with Added Viscoelastic Dampers, *Engineering Structures* 24, 217-227
- [6] Semih S.T. and Ozan U. (2003). Reduction of Earthquake Response of Plane Frame Buildings by Viscoelastic Dampers, *Engineering Structures* 25, 1755-1761
- [7] Chang K. C., and Lin Y.Y. (2004). Seismic Response of Full-Scale Structure with Added Viscoelastic Dampers. *Journal of Structural Engineering*, 130, 600-608.
- [8] Xu Z.D., Zhao H.T. and Li A.Q. (2004). Optimal Analysis and Experimental Study On Structures with Viscoelastic Dampers, *Journal of Sound and Vibration* 273, 607-618.
- [9] Ribakov Y. and Agranovich G. (2011). A Method for Design of Seismic Resistant Structures with Viscoelastic Dampers. *Structural Design of Tall and Special Buildings*, 20(5), 566-578.
- [10] Rousta A. M. (2023). Seismic retrofitting of steel moment-resisting frames (SMRFs) using steel pipe dampers, *Structural Engineering and Mechanics, An Int'l Journal* 87 (1), 69-84
- [11] Gong S, Zhou Y. and Ge P. (2016). Seismic Analysis for Tall and Irregular Temple Buildings: A Case Study of Strong Nonlinear Viscoelastic Dampers. *The Structural Design of Tall and Special Buildings*, 26(7), 1352.
- [12] Gong S. and Zhou Y. (2017). Experimental Study and Numerical Simulation on a New Type of Viscoelastic Damper with Strong Nonlinear Characteristics. *Structural Control and Health Monitoring*, 24(4), 1897.
- [13] Rousta, A. M., Shoja, S., Amin Safaei Ardakani, M., (2022). [Investigating Cyclic and Pushover Performance of Different Metallic Yielding Dampers](#). *Journal of Rehabilitation in Civil Engineering*, 11(3), 122-143.
- [14] Rousta A. M. and Zahrai SM., (2018). Parametric study of a proposed hybrid damping system: KE+VLB in Chevron braced frames, *Acta Technica*. 63(4B), 1-16
- [15] Rousta A. M. and M Gorji Azandariani., (2022). [Micro-finite element and analytical investigations of seismic dampers with steel ring plates](#), *Steel and composite structures*. 43(5), 565-579.

گردد. نتایج نشان می‌دهد که تاثیر استفاده از این میراگرها در ساختمان‌های (میان مرتبه) ۶ طبقه به مراتب بیشتر از ساختمان‌های کوتاه مرتبه (۳ طبقه) و بلند مرتبه (۱۰ طبقه) است. بیشینه میزان جذب انرژی و اتلاف انرژی در سازه با مهاربند واگرا به دلیل بیشتر بودن تغییر شکل‌های غیر خطی و تسلیم تیر پیوند بیشتر از سازه با مهاربند همگرا می‌باشد. همچنین میزان شکل پذیری در سازه با مهاربند واگرا بیشتر از سازه با مهاربند همگرا می‌باشد. البته بررسی نسبت اتلاف انرژی توسط میراگر به انرژی کل ورودی سازه، نشان می‌دهد که سازه میان مرتبه (۶ طبقه) این نسبت برای سازه با مهاربند واگرا بیشتر ولی در سازه ۳ و ۱۰ طبقه این نسبت برای هر دو نوع میراگر نزدیک به هم می‌باشد. این نسبت در ساختمان‌های ۳ و ۶ طبقه مربوط به زلزله کوبه به ترتیب برای سازه ۳ طبقه با مهاربند همگرا ۴۱ درصد و با مهاربند واگرا ۳۸ درصد، برای سازه ۶ طبقه با مهاربند همگرا ۳۱ درصد و با مهاربند واگرا ۶۱ درصد و برای سازه ۱۰ طبقه با مهاربند همگرا ۳۸ و با مهاربند واگرا ۳۷ درصد می‌باشد.

۶- تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تضاد منافی ندارند.

۷- سهم نویسندگان

نویسندگان به صورت مساوی در نگارش مقاله نقش داشته‌اند.

۸- حمایت مالی

این تحقیق از هیچگونه حمایت مالی‌ای برخوردار نبوده است.

۹- مراجع

- [1] Enayati H. and Rousta A. M., (2020). The Investigation of the effect of earthquake type on the structure s behavior with Tuned liquid damper with variable baffles under semi-active

COPYRIGHTS

©2024 by the authors. Published by **Journal of Engineering & Construction Management (JECM)**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



8 (2) , 2024

دوره ۸، شماره ۲

زمستان ۱۴۰۲

دوفصلنامه پژوهشی

