فصلنامه مهندسی عمران و سازه

دوره ۲ ، شماره ۳ ، پاییز ۱۳۹۷

مقاله پژوهشی

تأثیر استفاده از جداگرهای لرزه‌ای هسته سربی در دو سیستم قاب خمشی فولادی متوسط و دوگانه با مهاربندی همگرای ویژه فولادی

نریمان نریمانی[۱]، داود پوریان[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران سازه، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد صفادشت، تهران، ایران

۲- استادیار، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد صفادشت، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخچه

دریافت: ۱۵ مهر ۱۳۹۷

پذیرش: ۱۰ آذر ۱۳۹۷

کلید واژگان:

جداگر لرزه‌ای

هسته سربی

قاب خمشی فولادی متوسط

مهاربندی همگرای ویژه فولادی

چکیده

جداگرهای لرزه‌ای با تأمین سختی اولیه کافی، سازهٔ جداسازی شده را در برابر بارهای جانبی مانند باد یا زلزله‌های خفیف مقاوم می کند. شایان ذکر است مجهز نمودن سازه به سیستم جداساز لرزه‌ای موجبات متمرکز شدن تغییر مکان‌های ناشی از زلزله را در سیستم مذکور فراهم نموده؛ و همچنین عدم تأثیرپذیری بر روی مؤلفه افقی حرکت زمین را به دنبال خواهد داشت. در این پژوهش، مدل سازی جداساز لاستیکی با هسته سربی به کمک نرم افزار SAP2000 در دو سیستم قاب خمشی متوسط فولادی و سیستم مهاربندی هم محور فولادی (X شکل) مورد مقایسه قرار می‌گیرد. با استفاده از تحلیل‌های استاتیکی غیرخطی صورت گرفته و عملکرد آنها در سازه‌های ۵ و ۱۰ طبقه مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. نتایج نشان داد، سیستم‌های قاب خمشی متوسط فولادی با جداگر لرزه‌ای از استهلاک انرژی بیشتری نسبت به سیستم‌های قاب دوگانه قاب خمشی فولادی متوسط با مهاربندی همگرای ویژهٔ فولادی (X شکل) برخوردار است.

نویسنده مسئول: نریمان نریمانی

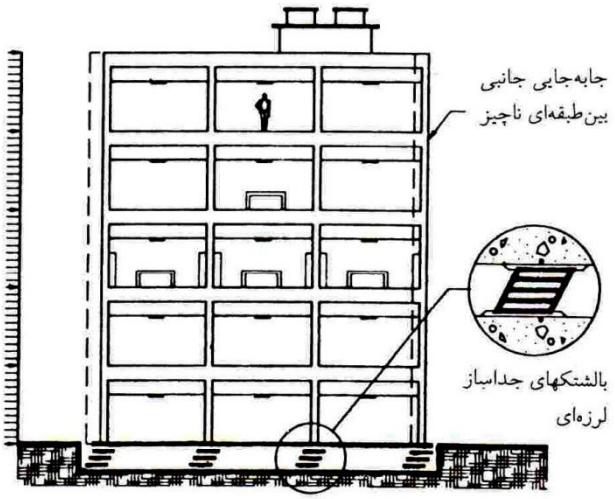
پست الکترونیکی: na.narimani96@gmail.com

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-19]

[DOI: 10.21859/jces.2.3.27]

۱- مقدمه

در چند سال اخیر، راه‌های دیگری به غیر از پاسخ غیر معقول به نیروی طبیعت به وجود آمده است که به مرحله‌ای رسیده است، اگر چه دارای نتیجه نباشد، دست کم کاربردی‌تر می‌باشد. این مفهوم جدید را امروزه جداسازی لرزه‌ای می‌نامند، این مفهوم معیارهای ابداع تکنولوژیکی کلاسیک را جوابگوست. برپایی ساختمان‌ها بر روی یک سیستم جداساز باعث کم شدن انتقال حرکت افقی زمین به ساختمان می‌شود. این عمل منجر به کاهش شدید شتاب‌های طبقات و تغییر مکان‌های جانبی بین طبقه‌ای می‌شود، و بدین وسیله از محتویات و اجزای ساختمان محافظت به عمل می‌آید[۱].



شکل ۱. سازه با کف جداسازی شده [۱]

اصل جداسازی لرزه‌ای بر ایجاد انعطاف‌پذیری در پایه ساختمان در صفحه افقی مبتنی است و در عین حال از اجزای مستهلک شونده برای محدود کردن دامنه حرکت ناشی از زلزله استفاده می‌کند. مزایای جداسازی لرزه‌ای توانایی در حذف یا کاهش بسیار شدید آسیب سازه‌ای و غیر سازه‌ای، بالا بردن ایمنی محتویات ساختمان و نماهای معماری و کاهش نیروهای طرح زلزله است. کاهش پنج تا ده برابر نیروی کشسان، در نتیجه جداسازی لرزه‌ای را می‌توان به منزله کاهش بزرگی زلزله از هشت ریشتر به گستره پنج تا شش ریشتر بیان کرد[۱].

به طور کلی پنج عامل در ارتقای روش جداسازی لرزه‌ای نقش بسیار مهمی داشته‌اند[۱]:

- طراحی و ساخت زیر سری‌های ارتجاعی الاستومتری (لاستیکی)، که اغلب بالشتک نامیده می‌شوند، برای تحمل وزن سازه و در عین حال محافظت آن از نیروهای القا شده بر اثر زلزله.

- طراحی و ساخت مستهلک‌کننده‌های انرژی مکانیکی (جذب‌کننده‌ها) و الاستومرهای با میرایی بالا که برای کاهش حرکت در عرض بالشتک، به ترازهای عملی و قابل قبول، و مقاومت در برابر بارهای باد به کار برده می‌شوند.

- استفاده از نرم‌افزارها برای تحلیل سازه‌های جداشده لرزه‌ای که ویژگی‌های غیر خطی مصالح و ماهیت متغیر با زمان بارهای زلزله را در نظر می‌گیرد.

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-19]
[DOI: 10.21859/jces.2.3.27]

- توانایی در انجام آزمون‌های میز لرزان با استفاده از حرکات ثبت شده واقعی زمین ناشی از زلزله، به منظور بررسی عملکرد سازه‌ها و فراهم کردن نتایجی برای معتبر ساختن فنون مدلسازی کامپیوتری.

- استفاده از روش‌هایی برای تخمین حرکات زمین خاص منطقه، ناشی از زلزله، برای دوره های مختلف بازگشت[۱].جداسازی لرزه‌ای توانایی در ساختن ساختمانی با مشخصه‌های عملکردی بهتر از آنچه آیین‌نامه فعلی می‌گوید را نوید می‌دهد و لذا گام بزرگی به جلو در طراحی لرزه‌ای سازه‌های مهندسی به شمار می‌رود. در هنگام تقویت ساختمان، نیاز به جداسازی الزامی است، و ممکن است سازه در وضعیت فعلی خود، در صورتی که زلزله رخ دهد، ایمن نباشد. در چنین حالاتی، اگر جداسازی لرزه‌ای مناسب باشد، می‌بایست میزان مؤثر بودن آن، در مقایسه با راه‌حل‌های دیگر از قبیل تقویت کردن ساختمان، ارزیابی شود.

در این پژوهش تأثیر استفاده از جداگرهای لرزه‌ای هسته سربی در دو سیستم قاب خمشی فولادی متوسط و دوگانه با مهاربندی همگرای ویژه فولادی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد بدین منظور دو ساختمان فلزی ۵ و ۱۰ طبقه با لرزه گیر و بدون لرزه گیر مورد مقایسه قرار گرفته و با بیان مزیت و تحلیل دو ساختمان از نظر عملکرد لرزه‌ای مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت.

۲- سوابق تحقیق

درستی و همکاران در سال ۱۳۹۳ به بررسی پاسخ سازه‌های فولادی جداسازی شده و مقایسه آن با سازه‌های فلزی پایه ثابت پرداختند و در آن اثر عمده جداگر لرزه‌ای پاندولی اصطکاکی در کاهش برش پایه، شتاب، تغییر مکان جانبی نسبی و انرژی سازه مورد بررسی قرار می‌گیرد. ۲ سازه ۷ و ۱۵ طبقه (سازه‌های میان مرتبه و بلند مرتبه) برای دو حالت با پایه گیردار و با جداساز پاندولی اصطکاکی مدل سازی شده‌اند. مدل های فوق تحت زلزله‌های نورثریج، ویکتوریا و کپ مندوسینو به وسیله نرم افزار PERFORM 3D آنالیز غیرخطی تاریخچه زمانی گردیده‌اند. نتایج پژوهش آنها نشان می‌دهد جداگرهای پاندولی اصطکاکی در اکثر موارد جابجایی پیشینه بام را نسبت به سازه‌های با پایه گیردار کاهش می‌دهد. همچنین برش پایه و شتاب در سازه‌های با جداساز پاندولی اصطکاکی نسبت به پایه گیردار کاهش چشم‌گیری دارند. نتایج حاکی از آن است که عموماً استفاده از این ایزولاتورها با توجه به کاهش حداکثر انرژی خروجی سازه نسبت به پایه ثابت مفید واقع شود[۱]. آذرباد و همکاران نیز در سال ۱۳۹۵ به ارزیابی رفتار لرزه‌ای سازه‌های قاب خمشی فولادی دارای جداساز و نسبت لاغری یکسان با مدلسازی سه‌بعدی پرداختند و به ارزیابی سه‌بعدی عملکـرد جداسازهای لرزه‌ای لاستیکی با هسته‌ی سربی در سازه‌های فولادی گیردار در پایه با نسبت لاغری‌های یکسان تحت زلزله‌های دور از گسل پرداختند. بدین منظور سه سازه فولادی ۶، ۹ و ۱۲ طبقه، با سیستم مقاوم قاب خمشی متوسط به صورت سه‌بعدی در نظر گرفته شده و جداسازهای لاستیکی در تراز پایه سازه‌ها تعبیه شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد جداساز لرزه‌ای با هدف کنترل مقادیر بیشینه‌ی تغییرمکان، نسبت دریفت، شتاب و برش طبقات از بین سازه‌های مورد مطالعه با در نظر گرفتن پاسخ در هر دو راستای x و y، در سازه‌ی ۹ طبقه عملکرد بهتری را از خود نشان داده است. جداساز لرزه‌ای در این سازه باعث کاهش بالای ۲۷ درصدی تغییرمکان، کاهش بالای ۷۰ درصدی دریفت و کاهش بالای ۳۱ درصدی شتاب طبقه‌ی بام سازه و کاهش بالای ۳۱ درصدی برش پایه‌ی سازه شده است[۲]. قلهکی و همکاران در سال ۱۳۹۷ به ارزیابی عملکرد لرزه‌ای سازه‌های قاب خمشی فولادی جداسازی شده با رویکرد خسارت پرداختند و در بررسی آنها سعی شده است عملکرد سازه‌های قاب خمشی فولادی جداسازی شده با استفاده از روش طراحی لرزه‌ای بر اساس عملکرد و برآورد خسارت ارائه شده در آئین‌نامه FEMA P-58-1 ارزیابی شوند. در این راستا، مدل سه بعدی غیرخطی سازه چهار طبقه قاب خمشی فولادی با جداساز لرزه‌ای و بدون آن تحت رکوردهای حوزه دور و نزدیک در نرم‌افزار OpenSees تحلیل شده و عملکرد آن‌ها از دو دیدگاه فروریزش و خسارت، با نرم افزار PACT بررسی شده است. نتایج تحلیل‌ها نشان می‌دهند که میزان کاهش هزینه تعمیر سازه در صورت استفاده از جداساز، تحت اثر زمین لرزه‌های حوزه دور برابر با ۷۲٪ و تحت اثر زمین لرزه‌های حوزه نزدیک برابر با ۶۷٪ می‌باشد. همچنین تحلیل هزینه - سود

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-19]
[DOI: 10.21859/jces.2.3.27]

جهت بررسی امکان سنجی اقتصادی انجام شده و مشاهده شده است که در صورت استفاده از سیستم جداساز، مدت زمان بازگشت هزینه در زلزله‌های حوزه دور ۱۴ سال و برای زلزله‌های حوزه نزدیک ۱۸ سال می‌باشد[۳]. ماتساگار و جنگید بصورت عددی و پارامتری مورد برخورد سازه‌های جداشده لرزه‌ای با سیستم چند درجه آزادی (MDOF) را در سیستم مختلف جداشده لرزه‌ای آزمایش کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که، تأثیر برخورد سازه‌های مجاور زمانی که روبنایی شکل‌پذیرتر دارند، و افزایش تعداد طبقات یا سختی نسبی سازه مجاور بیشتر خواهد شد[۴].

۳- اجزای اصلی سیستم‌های جداساز لرزه‌ای

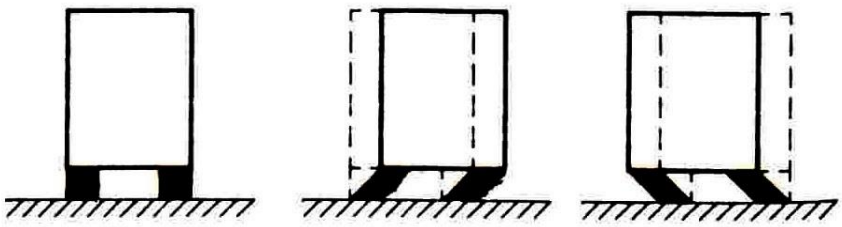
سه جزء اصلی در هر سیستم عملی جداسازی لرزه‌ای وجود دارد، اینها عبارتند از:

- یک پایه انعطاف‌پذیر به طوری که زمان تناوب ارتعاش کل سیستم به قدر کافی برای کاهش پاسخ نیرو طولانی شود.

- یک میراگر یا مستهلک‌کننده انرژی به طوری که تغییر مکان نسبی بین ساختمان و زمین را بتوان تا تراز عملی طرح کنترل کرد.

- وسیله‌ای برای تأمین صلبیت تحت ترازهای بار (بهره برداری) کم از قبیل باد و زلزله‌های خفیف.

سال‌های متمادی است که سازه‌های پل بر روی بالشتک‌های ارتجاعی قرار داده می‌شوند، و در نتیجه تاکنون با پایه انعطاف‌پذیر طراحی شده‌اند. این امکان هست که بتوان ساختمان را بر روی بالشتک‌هایی ارتجاعی قرار داد. در عین حال که ممکن است اعمال انعطاف‌پذیری جانبی بسیار مطلوب باشد، انعطاف‌پذیری قائم مطلوب نیست. صلبیت قائم با ساختن بالشتک‌های لاستیکی در چند لایه و قرار دادن ورق فولادی در بین لایه‌ها ایجاد می‌شود. ورق‌های فولاد که به هر لایه از لاستیک چسبیده می‌شوند، تغییر شکل جانبی لاستیک تحت بار قائم را محدود می‌کنند(شکل۲). این عمل منجر به ایجاد سختی قائمی چند صد برابر سختی جانبی می‌شود که میزان بزرگی آن با ستون‌های متعارف برابر است[۲].

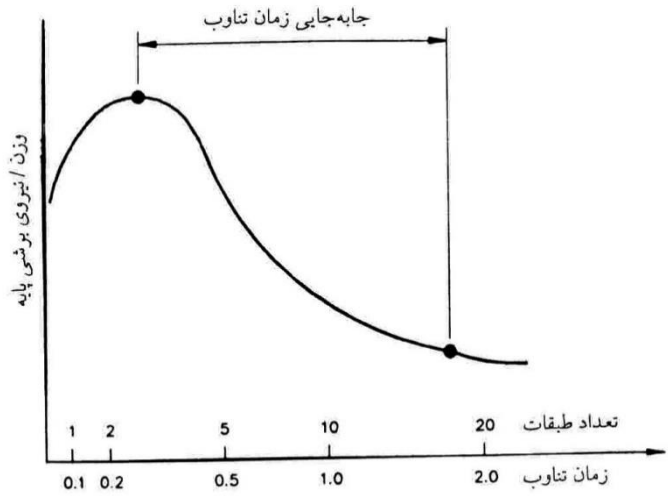


شکل ۲. بالشتک‌های الاستومری [۲]

بالشتک ارتجاعی تنها وسیله ایجاد انعطاف‌پذیری در سازه نیست، بلکه عملی‌ترین راه به شمار می‌رود. کاهش نیرو با افزایش زمان تناوب (انعطاف‌پذیری) به صورت نمودار نیرو - پاسخ در شکل (۳) نشان داده شده است. کاهش شدید برش پایه زمانی ممکن است که زمان تناوب ارتعاش سازه به طور چشمگیری افزایش یابد[۲].

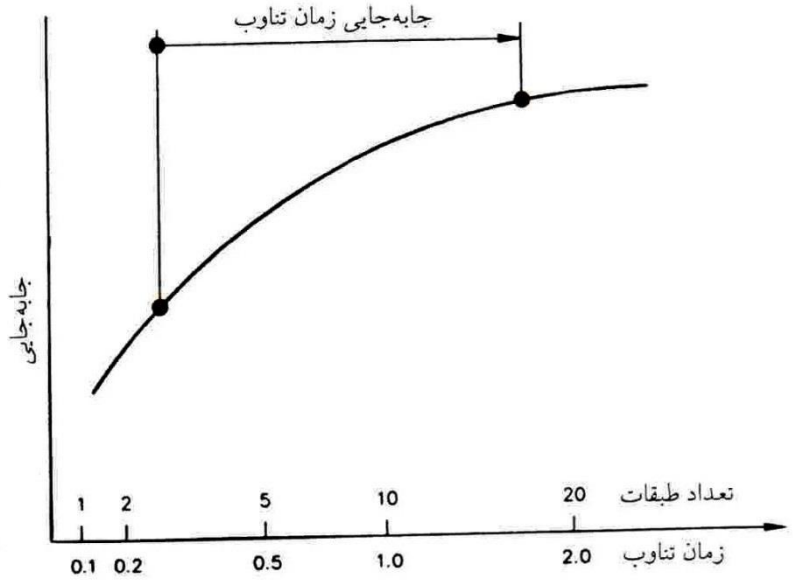
[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-19]

[DOI: 10.21859/jces.2.3.27]



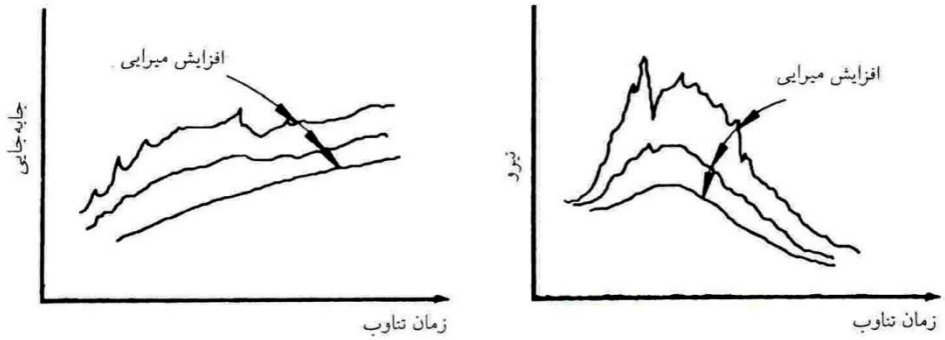
شکل ۳. طیف پاسخ نیروی ایده‌آل شده [۲]

کاهش پاسخ نیرو که در شکل (۳) نشان داده شده است عمدتاً به ماهیت حرکت زمین بر اثر زلزله و زمان تناوب سازه دارای پایه ثابت بستگی دارد. بعلاوه، انعطاف‌پذیری اضافی لازم برای افزایش زمان تناوب سازه باعث خواهد شد که در سراسر پایه انعطاف‌پذیر، جابجایی‌های نسبی بزرگی ایجاد شود. شکل(۴) منحنی پاسخ جابجایی ایده‌آل شده‌ای را نشان می‌دهد که در آن دیده می‌شود جابجایی‌ها با افزایش زمان تناوب (انعطاف‌پذیری)، افزایش می‌یابند. اما همانطور که در شکل (۵) نشان داده شده است، اگر بتوان میرایی اضافی چشمگیری در سازه ایجاد کرد، می‌توان بر مسئله جابجایی چیره شد. همچنین دیده می‌شود که افزایش میرایی، به ازای زمان تناوب مفروض، نیروها را کاهش می‌دهد و همچنان که توسط منحنی‌های هموارتر پاسخ نیرو در ترازهای بالاتر میرایی نشان داده شده است قسمت زیادی از حساسیت در برابر تغییرات حرکت زمین را بر طرف می‌کند[۳].



شکل ۴. طیف پاسخ جابجایی ایده‌آل شده [۳]

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-19]
[DOI: 10.21859/jces.2.3.27]



شکل ۵. طیف‌های پاسخ برای افزایش میرایی [۳]

یکی از مؤثرترین وسایل تأمین تراز میرایی، از طریق استهلاک انرژی پسماندی است. واژه پسماندی به انحراف منحنی‌های بارگذاری و باربرداری تحت بارگذاری چرخه‌ای اشاره دارد. کار انجام شده در طی بارگذاری، در طی باربرداری به طور کامل بازیافته نمی‌شود و این اختلاف به صورت گرما مستهلک می‌شود[۴].

۴- معرفی مدل تحقیق

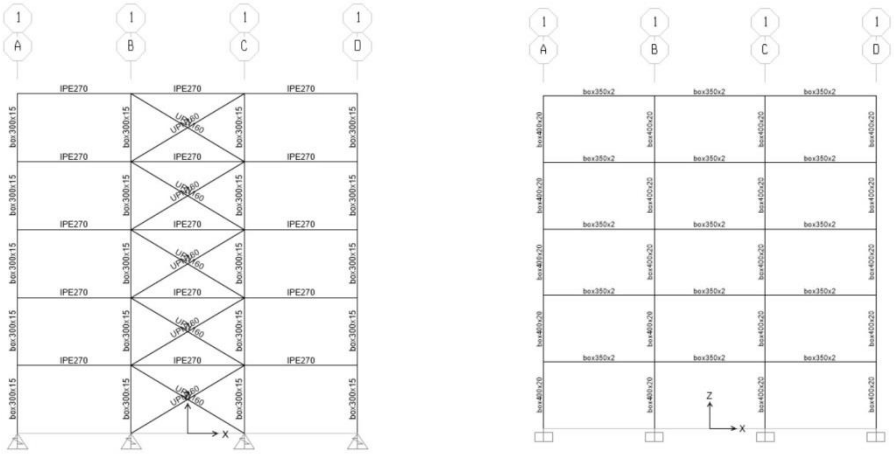
به منظور شناخت رفتار لرزه‌ای سیستم‌های سازه‌ای مورد نظر، نیاز به بررسی رفتار غیر خطی آنها می‌باشد که برای دستیابی به این مهم می‌توان از نرم‌افزارهای مختلفی که توانایی انجام آنالیزهای غیر خطی را دارا هستند، بهره برد. لیکن عموماً برای استفاده از نرم‌افزارهای مورد نظر نیاز به طراحی اعضای سازه‌ای در مرحله مقدماتی است، و پس از طراحی اعضای سازه‌ای و برآورده شدن ملزومات آیین‌نامه‌ای، از مقاطع و مشخصات هندسی اعضای مورد نظر در آنالیزهای غیر خطی استفاده می‌گردد. در این فصل نیز به طراحی مدل‌های مورد استفاده پرداخته می‌شود.تعداد هشت مدل سازه در این پژوهش استفاده شده است مدلسازی سازه‌های مورد نظر جهت محاسبه غیرخطی تحلیل دینامیکی تحت زلزله‌های مختلف برای مطالعه عددی می‌باشد. لذا آیتم‌های در نظر گرفته شده برای مدلسازی درست این سازه‌های فلزی به شرح زیر مشخص گردیده است. مطالعه بر روی دو سیستم متفاوت سازه‌ای فلزی انجام شد تا نتایج بهتر و قابل قبول‌تر باشد.

جدول ۱. اطلاعات سیستم سازه‌ها

	ارتفاع سازه(متر)	سیستم سازه‌ای مورد استفاده	تعداد طبقات
با جداگر لرزه‌ای	۱۵/۰	قاب خمشی فولادی متوسط	۵
		قاب ساده همراه مهاربندهای فولادی هم محور (X-Brace)	۵
	۳۰/۰	قاب خمشی فولادی متوسط	۱۰
		قاب ساده همراه مهاربند های فولادی هم محور(X-Brace)	۱۰
بدون جداگر لرزه‌ای	۱۵/۰	قاب خمشی فولادی متوسط	۵
		قاب ساده همراه مهاربندهای فولادی هم محور (X-Brace)	۵
	۳۰/۰	قاب خمشی فولادی متوسط	۱۰
		قاب ساده همراه مهاربندهای فولادی هم محور(X-Brace)	۱۰

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-19]
[DOI: 10.21859/jces.2.3.27]

سازه‌ها با قاب فولادی و سیستم باربر جانبی آنها از نوع مهاربند هم محور(X-Brace) و قاب خمشی می‌باشد و در سازه‌های با بادبند از قاب ساده استفاده شده است. سازه‌ها بر مبنای دستورالعمل طراحی ساختمان‌های دارای جداساز لرزه‌ای ایران تحلیل شده است. بارگذاری لرزه‌ای سازه‌ها براساس خاک نوع سوم و منطقه با لرزه خیزی خیلی زیاد انجام شده است. طراحی براساس آیین‌نامه AISC-LRFD 94 صورت گرفته است. فولاد مصرفی دارای تنش تسلیم $2400\ kg/cm^2$ و بارگذاری سازه بر مبنای مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۳۹۲ می‌باشد. در شکل (۶) سمت راست قاب خمشی فولادی متوسط بدون جداگر لرزه‌ای مدلسازی شده و در شکل سمت چپ مدلسازی با جداگر لرزه‌ای نشان داده شده است.



شکل ۶. مدلسازی قاب ۵ طبقه

قاب ۱۰ طبقه نیز مشابه هندسهٔ مدل ۵ طبقه مدلسازی شده است.

جدول ۲. مشخصات بارهای ثقلی

بار اعمال شده	مقدار بار (کیلوگرم بر مترمربع)
بار مرده طبقات	۶۰۰
بار زنده طبقات	۲۰۰
بار مرده بام	۵۲۰
بار زنده بام	۱۵۰
بار دیوارهای پیرامونی	۶۰۰

با فرض اینکه طول دهانه در بعد سوم ساختمان ۵ متر باشد، بارگذاری خطی بر روی تیر در مدل ۲ بعدی به صورت زیر خواهد بود.

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-19]
[DOI: 10.21859/jces.2.3.27]

جدول ۳. مشخصات بارهای اعمالی به سازه

بار مرده طبقات	۳۰۰۰Kg/m
بار زنده طبقات	۱۰۰۰Kg/m
بار مرده بام	۲۶۰۰Kg/m
بار زنده بام	۷۵۰Kg/m

سیستم جداگر مورد استفاده در این تحقیق از نوع الاستومری با هسته سربی است و رفتار آنها بصورت غیر الاستیک چند خطی مدل شده است. برای مدل‌سازی جداگرها به پارامترهای: سختی مؤثر K_{eff}، سختی اولیه K_1، نیروی جاری شدن f_y و نسبت سختی ثانویه به سختی اولیه η مورد نیاز است. هر یک از این مقادیر براساس این فرض بدست آمده است که زمان تناوب سازه با جداگر لرزه‌ای سه برابر زمان تناوب سازه در حالت با پای گیردار بدست آید. مقادیر این پارامترها برای هر یک از سازه‌ها در جدول شماره (4) ارائه شده است.

جدول ۴. مشخصات جداگرهای لرزه‌ای (کیلو نیوتن بر مترمربع)

جداگرها	سازه‌ها	
	5 story	10 story
K_{eff}	641.6878	906.27
K_1	3734.031	5273.67
f_y	90.35855	126.61
η	0.098377	0.098377

رفتار سیستم رو سازه در زمان نوسان، الاستیک در نظر گرفته شده و میرایی سازه‌های با سیستم جداگر لرزه‌ای به غیر از مدهای مربوط به سیستم جداگر که ۲٪ میرایی بحرانی است، برای دیگر مدها برابر ۵٪ در نظر گرفته شده است. مشخصات دینامیکی هر یک از سازه‌ها در جدول شماره (۵) ارائه شده است.

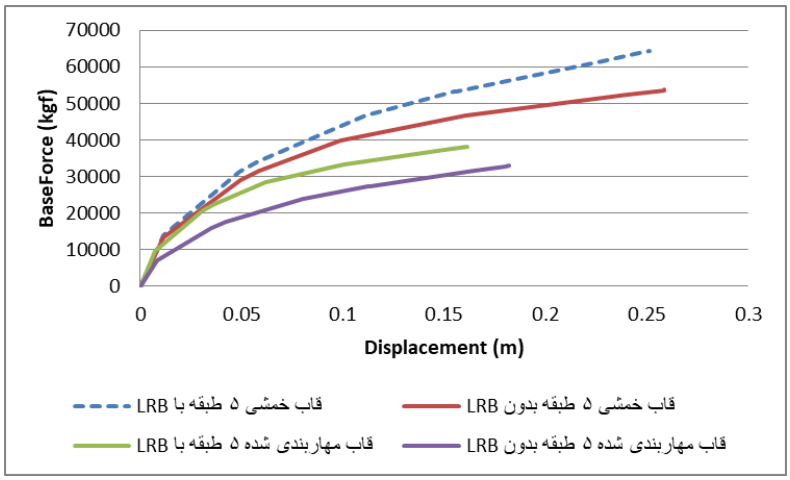
جدول ۵. مشخصات دینامیکی سازه‌های مورد مطالعه (دوره تناوب)

سازه‌ها	جداسازی شده		
	مد اول	مد دوم	مد اول (آیین نامه)
پنج طبقه	۲/۰۶	۰/۲۸	۲
ده طبقه	۲/۹۷	۰/۷	۳

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-19]
[DOI: 10.21859/jces.2.3.27]

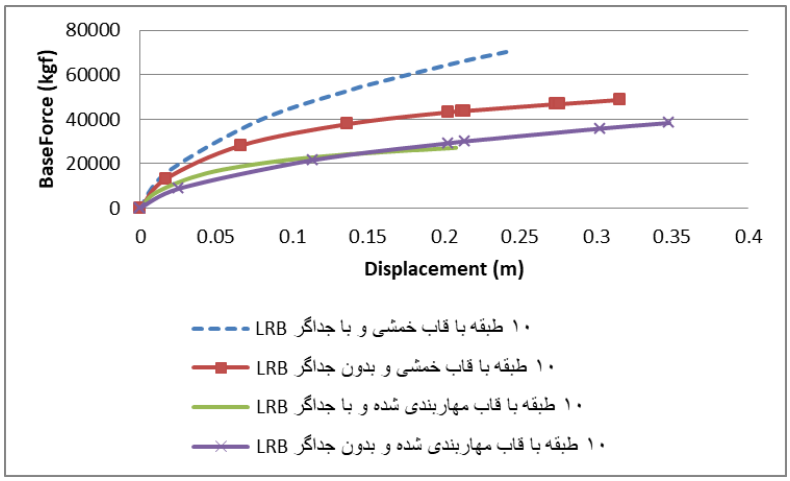
۵- نتایج تحلیل

با توجه به اطلاعات و پارامترهای به دست آمده از نرم‌افزار SAP2000 نمودارهای جابجایی - برش پایه ارائه شده است.



شکل ۷. نمودار نیرو جابجایی برای تأثیر جداگر در مدل‌های مورد بررسی ۵ طبقه

همانطور که از شکل فوق نتایج مشخص است مدل قاب خمشی فولادی متوسط با جداگرهای LRB در مدل ۵ طبقه، از بیشترین استهلاک انرژی برخوردار است. همچنین نتایج نشان می‌دهد مدل ۵ طبقه با قاب خمشی از استهلاک انرژی بیشتری نسبت به مدل دوگانه با مهاربندی همگرا برخوردار است و در مدل مهاربندی شده نیز مدل دارای جداگرهای LRB استهلاک انرژی بیشتری نسبت به بدون در نظر گرفتن جداگر از خود نشان می‌دهد.



شکل ۸. نمودار نیرو جابجایی برای تأثیر جداگر در مدل‌های مورد بررسی ۱۰ طبقه

با توجه به شکل (۸) نتایج مدل ۱۰ طبقه نیز همانند مدل ۵ طبقه می‌باشد با این تفاوت که در مدل مهاربندی شده، جداگر لرزه‌ای تفاوت چندانی در نتایج تحلیل استاتیکی غیرخطی آنها ایجاد نمی‌کند.

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-19]
[DOI: 10.21859/jces.2.3.27]

۶- نتیجه‌گیری

مقایسه آنالیز سازه‌های فولادی با دو سیستم قاب خمشی فولادی و قاب فولادی با مهاربندی همگرا صورت پذیرفت و طی انجام تحلیل استاتیکی غیرخطی در مدل ۵ طبقه، با جداگر لرزه‌ای در سازه با قاب خمشی از عملکرد مناسبتری نسبت به مهاربندی شده برخوردار است. در مدل ۱۰ طبقه نیز نتایج مانند مدل ۵ طبقه در قاب خمشی عملکرد مناسبتری نسبت به قاب مهاربندی شده با جداگر لرزه‌ای ملاحظه شد و با افزایش ارتفاع در انتخاب نوع سیستم بی‌تأثیر بود و مدل‌های قاب خمشی بهترین گزینه برای استفاده در طراحی می‌باشد. با توجه به نمودارهای نتایج تحلیل استاتیکی غیرخطی سازه در حالت‌های با جداگر لرزه‌ای LRB در حالت ایمنی جانی باقی می‌ماند. و به صورت کلی سازه با جداگر لرزه‌ای در سیستم قاب خمشی و مهاربندی شده از عملکرد مناسب‌تری نسبت به بدون در نظر گرفتن جداگرها نشان می‌دهند.

فهرست علائم

علائم انگلیسی

K_{eff} سختی مؤثر، KN/m^2

K_1 سختی اولیه، KN/m^2

f_y نیروی جاری شدن، KN

علائم یونانی

η نسبت سختی ثانویه به سختی اولیه، (بدون بُعد)

مراجع

[۱] درستی, ناصر؛ اکبرپور، عباس و همکاران، ۱۳۹۳، بررسی پاسخ سازه‌های فولادی جداسازی شده و مقایسه آن با سازه‌های فلزی پایه ثابت، کنفرانس ملی معماری و منظر شهری پایدار، مشهد، مؤسسه بین المللی مطالعات معماری و شهرسازی مهراز شهر.

[۲] آذرباد.ف، وهدانی.ر، خداکرمی.م، ۱۳۹۵، ارزیابی رفتار لرزه‌ای سازه‌های قاب خمشی فولادی دارای جداساز و نسبت لاغری یکسان با مدلسازی سه‌بعدی، نشریه مهندسی سازه و ساخت، دانشگاه سمنان.

[۳] قلهکی.م، پروینی ثانی.ح، بنازاده.م، ۱۳۹۷، ارزیابی عملکرد لرزه‌ای سازه‌های قاب خمشی فولادی جداسازی شده با رویکرد خسارت، نشریه مهندسی سازه و ساخت، دانشگاه سمنان.

[۴] مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث ششم، بارهای وارده بر ساختمان، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، ۱۳۹۲.

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-19]

[DOI: 10.21859/jces.2.3.27]

Journal of Civil Engineering and Structures ISSN (Online): 2588-3283

Research Paper

Comparison of using LRB in moment steel frame and concentrically brace frame

Nariman Narimani[1], Davod Pourian[2]

ARTICLEINFO

Article history
Received 7 October, 2018
Accepted 1 December, 2018

Key words:
Seismic Separator
Lead Core
Moment Steel Frame
Concentrically Brace Frame

ABSTRACT

Seismic separators with sufficient initial rigidity will resist the separating structure against lateral loads such as wind or mild earthquakes. Equipping the structure with the Seismic Separation System would result in the centralization of earthquake-induced displacement in the system, as well as a lack of influence on the horizontal component of the Earth's motion. In this research, the modeling of lead-coated rubber separators is compared with the SAP2000 software in two modular steel frame systems and X-axis steel bracing system. Using nonlinear static analyzes, their performance has been evaluated in structures 5 and 10 of the class. The results showed that the average steel moment frame systems with LRB have more energy than concentrically brace frame.

Corresponding author: Nariman Narimani
E-mail addresses: na.narimani96@gmail.com

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-19]

[DOI: 10.21859/jces.2.3.27]