

بررسی اثر محل قرارگیری میراگر ویسکوز در رفتار غیر خطی سازه های فولادی

حمیدرضا شهرکی^۱ و احسان عدیلی^۱

۱- گروه عمران واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران

چکیده

در این مقاله میراگر ویسکوز در سازه فولادی مدلسازی و سپس عملکرد لرزه ای این سازه با قرارگیری میراگر در محل های مختلف مقایسه می گردد. سازه های فولادی با شکل پذیری ویژه در ۳ و ۷ و ۱۲ طبقه به عنوان ۳ نوع سازه کوتاه، متوسط و بلند با پلان منظم و متقارن در ۳ دهانه و طول هر دهانه ۵ و ۷/۵ متر با ارتفاع طبقات ۳ متر با کاربری مسکونی در منطقه ای با خطر زلزله خیلی زیاد، در خاک نوع III در نظر گرفته شده است. سازه ها با روش تحلیل دینامیکی، استاتیکی غیرخطی و پوش آور بر اساس ورژن چهارم آیین نامه ۲۸۰۰ تحلیل شده اند. در واقع هدف این پژوهش، یافتن بهترین حالت قرارگیری میراگر، جهت عملکرد مناسب سازه های فولادی است تا بتوان با صرف هزینه ای ثابت بهترین جانمایی را برای میراگر ها در نظر گرفته شود. با توجه به خروجی های تحلیل های صورت گرفته مشخص شده است که، سازه های دارای دو میراگر، در ناحیه غیرخطی، عملکرد بهتری دارند و افزایش تعداد میراگرها در سازه، مقدار برش پایه در نقطه عملکرد سازه و زمان تناوب سازه را افزایش و شتاب طیفی سازه را کاهش می دهد. وجود میراگر موجب تولید مفاصل پلاستیک خفیف تر در طبقات زیرین می کند ولی تعداد مفاصل پلاستیک ایجاد شده در سازه ها را افزایش می دهد. وجود دو میراگر در دهانه های کناری سازه موجب افزایش برش پایه و زمان تناوب و کاهش تغییرمکان سازه ها شده است.

واژگان کلیدی: میراگر ویسکوز، سازه فولادی، محل قرارگیری میراگر، رفتار غیر خطی،

مقدمه

در دهه اخیر بسیاری از محققان به بررسی اثرات میراگرها در سازه های فولادی پرداخته اند. استفاده از این میراگرها بسیار معمولی گردیده آیین نامه های کاربرد آنها تدوین گشته اند. در بسیاری از سازه ها که دارای میراگر هستند ممکن است بتوان با صرف هزینه مشابه و جابجایی میراگرها از سازه بدست آورد. در این تحقیق مسئله این است که جا به جایی میراگر چه تاثیری بر رفتار غیر خطی سازه های فولادی دارد و اساسا بهترین جا نمایی میراگرها در این سازه ها چگونه است.

نورانیان و همتی (۱۳۹۵) در مقاله ای بیان داشتند که، در سال های اخیر، استفاده از سیستم های کنترل جهت کاهش ارتعاشات لرزه ای سازه ها در مقابل زلزله، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این مقاله میراگرهای ویسکوز به عنوان یک سیستم کنترل لرزه ای غیرفعال، معرفی، و اثر آن در یک قاب خمشی فولادی یک دهانه در حالت های ۳ و ۶ و ۹ و ۱۲ و ۱۵ طبقه مورد بررسی قرار گرفته است. به طوری که میزان کاهش در تغییرمکان در سازه سه طبقه از ۲۱ تا ۳۳ درصد و در سازه ۲۱ طبقه از ۱۱ تا ۱۶ درصد می باشد. نتایج بدست آمده نشان می دهد که، پاسخ لرزه ای قاب های بهسازی شده به میزان قابل توجهی بهبود یافته است. بگونه ای که بیشینه جابجایی بام بیشینه جابجایی نسبی طبقات بیشینه شتاب طبقات و بیشینه برش طبقات در قاب های مجهز به میراگر کاهش یافته و عملکرد لرزه ای اکثر اعضای قاب های بهسازی شده تحت زلزله ای با دوره بازگشت ۴۷۵ سال به سطح عملکرد ایمنی جانی ارتقا پیدا کرده است. (موحدیان، سید امین الدین؛ محمد حسین ثقفی و علی گل افشار، ۱۳۹۵)

بختیاری قوشه بلاغ و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی بیان داشتند که، در پدیده خرابی پیش رونده در سازه ها هنگام زلزله و یا عواملی نظیر ضربه، حملات تروریستی، حتی در یک انفجار نزدیک به سازه، تعدادی از المان های کلیدی که وظیفه تحمل بار را بر عهده دارند گسیخته شده که بعد از آن خرابی و آسیب بصورت زنجیره ای در اعضای مجاور از عضوی به عضو دیگر انتشار می یابد که باعث فرو ریزش بخش یا کل سازه می شود. نتایج حاکی از آن بود که مکان خراب شدن ستون ها و بزرگ شدن ناحیه خرابی موضعی، تاثیر بسزایی بر مقاومت نهایی سازه در تحمل اضافه بار ناشی از پوش قائم داشتند، بطوری که بیشترین پتانسیل خرابی در این تحقیق از آن ستون های گوشه بود. علاوه بر این نتایج نشان داد در صورتی که میراگرهای ویسکوز در ناحیه متاثر خرابی مجهز شده باشند، پایداری ناحیه آسیب دیده در رسیدن به تعادل جایگزین با تقویت چنین عملکردی بهبود خواهد یافت. (بختیاری قوشه بلاغ، بهرام؛ حامد حمیدی جمنانی و محمد شامخی امیری، ۱۳۹۵)

کربلایی ملک و امامی (۱۳۹۵) در مقاله ای بیان داشتند که، در این مقاله میزان کاهش بیشینه شتاب در سازه های مجاور با استفاده از میراگر ویسکوز مشترک مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. با عنایت به قرار گرفتن ایران بر روی یکی از دو کمربند زلزله خیز جهان و وجود گسل های فراوان شناخت راه های کاهش تلفات و خسارات ناشی از زلزله از اهمیت بسزایی برخوردار است. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از میراگر ویسکوز در محل های مختلف میان دو سازه مجاور باعث کاهش پاسخ سازه ها و بیشینه شتاب در سازه ها می شود. مشاهده شد تاثیر بیشتر میراگرهای ویسکوز تنها با افزایش ثابت میرایی محقق نمی گردد، بلکه مکان و الگوی نصب آن ها نیز حایز اهمیت می باشد. میزان بهینه میرایی در استفاده از الگوی نصب یکنواخت را می توان از روی سازه متعادل بدست آورد. از مقایسه مقدار بدست آمده به منظور فاصله ایمن میان دو سازه، می توانست حدس زد که در ویرایش سوم آیین نامه ۲۸۰۰ در مورد عرض درز انقطاع نقصانی وجود دارد که این نقص به درستی در ویرایش چهارم برطرف و اصلاح شده است. (کربلایی ملک، حامد و کمال امامی، ۱۳۹۵)

مثنایی ستاری و صبوری (۱۳۹۵) در پژوهشی بیان کردند که، این پژوهش به بررسی اثر میراگر ویسکوز بر رفتار سازه بتن مسلح ساختمانی پرداخته است. به همین منظور سه ساختمان بتن مسلح ۱۵ و ۱۲ طبقه با پلان های منظم انتخاب شده و در دو حالت بدون و با حضور میراگرهای ویسکوز در درز انقطاع بررسی و مقایسه شده اند. در نهایت، پاسخ های لرزه ای ساختمان ها شامل نیروی برشی پایه، حداکثر تغییر مکان جانبی نسبی طبقات و حداکثر شتاب لرزه ای طبقات برای هر دو حالت با و بدون میراگر ویسکوز استخراج شده و با هم مقایسه گردیده اند. نتایج نشان از کاهش تغییرمکان جانبی و شتاب جانبی وارنده سازه در اثر وجود میراگرهای ویسکوز در بین دو سازه را دارد. این کاهش حتی در راستایی که میراگر ویسکوز وجود ندارد به شکل قابل ملاحظه ای

مشاهده شده است. همچنین باید گفت شدت این کاهش در طبقات مختلف متفاوت است به گونه‌ای که در طبقات میانی به بالا

این کاهش را بیشتر مشاهده می‌کنیم. (مثنایی ستاری، سیدمهدی و جمشید صبوری، ۱۳۹۵)

سلیمانی و محبی (۱۳۹۴) در پژوهشی بیان داشتند که، میراگرهای ویسکوز مایع یکی از ابزارهای مستهلک کننده انرژی ورودی به سازه می‌باشند که در چند دهه اخیر تحقیقات زیادی در زمینه عملکرد این میراگر انجام شده است. پاسخ سازه مجهز شده به میراگر ویسکوز مایع به عدم قطعیت‌های موجود در پارامترهای سازه‌ای و پارامترهای میراگر وابسته است. در این تحقیق، با احتساب ضرایب پراکندگی مختلف برای ضریب توان سرعت میراگر، روی یک قاب برشی یک طبقه به آنالیز احتمالاتی پاسخ‌های سازه مجهز شده به میراگر ویسکوز مایع پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد که پاسخ جابجایی سازه حساسیت بیشتری نسبت به پاسخ شتاب و نیروی میراگر به تغییر توان سرعت میراگر دارد. (سلیمانی، مونا و محتشم محبی، ۱۳۹۴)

رحیمی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی بیان داشتند که، در این مقاله مقایسه و ارزیابی بین میراگر ویسکوز و میراگر جرمی بر پاسخ سازه انجام گردیده و انواع روش‌های اتلاف انرژی و انواع میرایی و میراگرها بررسی شده و اثرات آنها بر سازه تحلیل شده است. در خصوص تاریخچه استفاده از میراگرها به سال ۱۹۶۰ بر می‌گردد که توسط افرادی همچون پوپوف و کلی و اسکینر و تیلور و همکارانشان از انواع میراگرها استفاده گردید. میراگر جرمی در سازه نقش زیادی در اتلاف انرژی و کاهش ارتعاش سازه داشته و میراگر کف یا فونداسیون‌ها (در روش جداسازی لرزه‌ای) باعث اتلاف انرژی و پایداری بیشتر سازه می‌گردد. و نصب میراگرها در بادبندها باعث کاهش نیروی کششی و افزایش ظرفیت باربری بادبند گردیده و نصب میراگرهای ویسکوز الاستیک در پل‌ها باعث جلوگیری از ایجاد پدیده مخرب تشدید در ساختمان پل شده و مانع از تخریب پل در اثر بارهای باد می‌شود. (رحیمی، علی؛ رضا مراد حاصلی و علیرضا عباس زاده، ۱۳۹۴)

شیرزاد و نیرومند (۱۳۹۴) در پژوهشی بیان داشتند که، اکثر سازه‌ها میرایی بسیار کمی دارند و تحت اثر تحریکات زلزله و باد اغلب منجر به خسارات گسترده و حتی شکست یا انهدام می‌گردد امروزه دستگاه‌ها و وسایل پیشرفته‌ای، جهت اتلاف انرژی و یا کاهش انرژی ورودی به سازه وجود دارند، که با درک رفتار و چگونگی عملکرد آنها می‌توان کمبود میرایی سازه‌ها را جبران و از آسیب و خسارت‌ها نیز، جلوگیری کرد. در روش نوین طراحی سازه فرض می‌شود که رفتار غالب سازه الاستیک بوده و در نتیجه از اهمیت شکل پذیری اعضای سازه ای کاسته شده و انرژی زمین‌لرزه از طریق تجهیزات الحاقی مستهلک شده و یا با استفاده از سیستم‌های مختلف جداگر انرژی کمتری به سازه منتقل می‌شود. بدیهی است که در روش نوین آسیب وارده به سازه کمتر بوده و سطوح عملکرد بالاتری قابل دستیابی است. در این مقاله به بررسی نحوه عملکرد سازه‌ها با استفاده از کنترل کننده غیرفعال ویسکوز و جداساز در هنگام زلزله پرداخته شده است. (شیرزاد، نوید و امید نیرومند، ۱۳۹۴)

عباسی پور و جواهر زاده (۱۳۹۴) در پژوهشی بیان داشتند که، استفاده از میراگرها نقش مؤثری در کنترل پاسخ سازه‌ها در برابر زلزله دارند. میراگر ویسکوز یکی از میراگرهایی است که عملکرد آن، وابسته به مؤلفه‌های گوناگونی از جمله حرکت زمین و نوع خاک است. عموماً در تحلیل سازه‌ها از اثر اندرکنش خاک و سازه صرف نظر می‌گردد. این در حالی است که خاک در واقعیت صلب نیست و وجود خاک زیر سازه باعث تغییر خصوصیات دینامیکی سازه و در نتیجه پاسخ آن می‌گردد. در این پژوهش اثر اندرکنش خاک و سازه بر عملکرد میراگر ویسکوز در کاهش پاسخ لرزه ای بررسی شده است. قاب های مورد مطالعه پس از بهسازی با میراگر، تحت تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی غیرخطی قرار گرفته اند. نتایج حاصل نشان می‌دهد میراگرها باعث کاهش تغییر مکان سازه و برش پایه شده اند. از طرفی اثراندرکنش خاک و سازه نیز باعث ایجاد تغییر در پاسخ سازه گردیده است. (عباسی پور، شیما و سعید جواهرزاده، ۱۳۹۴)

باویلی نژاد و عطاری جبارزاده (۱۳۹۳) در پژوهشی بیان داشتند که، ارتعاشات سازه‌ای، یکی از دغدغه‌های اصلی مهندسی سازه است. وقوع اجتناب ناپذیر زلزله‌ها و تحمیل خسارت‌های فراوان جانی و مالی، به ویژه زلزله‌های ویرانگری که در سال‌های اخیر در نقاط مختلف دنیا رخ داده‌اند، تأکیدی بر لزوم یافتن راه حلی مناسب و قابل اعتماد برای مقابله با این پدیده طبیعی است. امروزه یکی از چالش‌های اصلی برای رسیدن به هدف، به کارگیری میراگرها در سازه و تلفیق این روش‌های جدید با مفاهیم طراحی

لرزه‌های سازه‌ها و ارتقای کیفی عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها است. هدف از استفاده از این وسایل استهلاکی، جذب انرژی ورودی به سازه در اثر زلزله و همچنین کاهش پاسخ سازه است. این کار با اضافه کردن اعضای به سازه، صورت می‌گیرد و باعث کاهش خسارات وارده به آن می‌شود. (باویلی نژاد، سالار و نازک عطاری جبارزاده، ۱۳۹۳)

مردانی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی بیان داشتند که، در این مقاله تاثیر میراگرهای ویسکوز بر پاسخ لرزه‌ای سازه‌های ساختمانی مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور یک بار، دو قاب خمشی فولادی ۵ و ۱۰ طبقه با میرایی ذاتی ۵ درصد و بار دیگر همان قاب‌ها با افزودن میرایی ۲۵ درصد به وسیله‌ی الحاق میراگر ویسکوز خطی، توسط نرم‌افزار Etabs2000 تحت آنالیز تاریخیچه زمانی غیر خطی قرار گرفتند. در این تحقیق از دو شتاب نگاشت افقی زلزله‌ی السنسترو و طبس استفاده شده است. مقایسه‌ی نتایج تحلیل بیانگر، این امر می‌باشد که میراگرهای ویسکوز پاسخ لرزه‌ای سازه‌ها را تا حد زیادی کاهش می‌دهند. از این رو این نوع میراگرها وسایل اتلاف انرژی بسیار خوبی برای استفاده در ساخت و مقاوم‌سازی در مناطق با لرزه‌خیزی بالا می‌باشند. (مردانی، فرزاد؛ احمد ملکی و محمدعلی لطف‌اللهی یقین، ۱۳۹۳)

عرب زاده (۱۳۹۲) در پژوهشی بیان داشت که، در سال‌های اخیر به منظور کاهش ارتعاشات سازه‌ها در اثر نیروی دینامیکی سیستم‌های کنترلی زیادی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند در بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها یکی از روش‌های موثر کاهش نیروی جانبی ناشی از زلزله استفاده از میراگر می‌باشد کارکرد این سیستم‌ها به گونه‌ای است که با انجام تغییر شکل‌های ویژه و اعمال مکانیکی خاصی موجب جذب و استهلاک مقدار زیادی از انرژی ورودی به سازه می‌گردند که در نتیجه مقدار انرژی دریافتی توسط سایر اعضای سازه ای کاهش یافته و بدین صورت نیروی زیادی به آن‌ها اعمال نمی‌گردد. توزیع مناسب این تجهیزات در بین المان‌های سازه‌ای امکان کنترل پیچش و در نتیجه بهره برداری مضاعف را از آنها فراهم می‌کند در این مقاله سعی گردیده تا به صورت کلی میراگرهای ویسکوز را مورد بررسی قرار داده و سطوح عملکردی آن را مورد ارزیابی قرار دهد. (عرب زاده، سیدسجاد، ۱۳۹۲)

واثقی امیری و پسندیده (۱۳۹۲) در مقاله‌ای بیان داشتند که، هدف از این تحقیق ارزیابی توزیع انرژی در ساختمان‌های مجهز به میراگرهای ویسکوز در اثر ضربه بین دو سازه مجاور هم می‌باشد بدین منظور چهار مدل زوج قاب‌های دوبعدی ۴ و ۶ و ۸ و ۱۲ طبقه با ارتفاع مساوی ۳ و ۴ دهانه مطابق آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران ویرایش سوم طراحی شده و در نصف فاصله مجاز آیین‌نامه استاندارد ۲۸۰۰ ایران در کنار یکدیگر قرار داده شد و در حالت با و بدون میراگر، در مقابل هفت زوج شتابنگاشت توسط نرم‌افزار Perform-3D تحلیل دینامیکی غیرخطی شده و انرژی اعضای اصلی سازه استخراج گردید و مورد بررسی قرار گرفت. (واثقی امیری، جواد و محمد پسندیده، ۱۳۹۲)

کنترل غیرفعال

اساسا کنترل غیرفعال را می‌توان به دو گروه اصلی تقسیم کرد. در گروه اول کنترل انرژی ارتعاشی اعمال شده به سازه توسط طرح یک سیستم الحاقی و همچنین طراحی بهینه‌ی مکان آن سیستم جهت کاهش انرژی ارتعاشی صورت می‌گیرد. اما در گروه دوم هماهنگی مضر فرکانس ارتعاشی خارجی با سازه با دست‌کاری در فرکانس سازه فیلتر می‌شود. این گروه در سازه‌های مهم و همچنین سازه‌هایی که نیاز به ایزوله‌گرهای پایه‌ای دارند مورد استفاده قرار می‌گیرند. (Datta, T.D., 1996)

سیستم‌های جاذب انرژی

در سیستم کنترل غیرفعال گروه اول اصل بر افزودن جاذب‌های انرژی به سازه است. بدین صورت که این تجهیزات الحاقی قسمتی از انرژی ورودی زلزله را جذب و مستهلک می‌کنند. برای روشن شدن این موضوع، رابطه‌ی انرژی ورودی سیستم با سایر قسمت‌ها بصورت زیر نمایش داده می‌شود. (Constantinou, M.C., Symms, D., 1993)

$$E = E_K + E_s + E_n + E_d \quad (1-3)$$

که در رابطه فوق؛

E : مقدار قدرمطلق انرژی ورودی به سازه به واسطه‌ی زلزله،

E_K : مقدار قدرمطلق انرژی جنبشی،

E_s : انرژی کرنشی قابل بازگشت در ناحیه الاستیک سازه،

E_n : مقدار غیرقابل بازگشت انرژی به واسطه تغییرشکل های پلاستیک،

E_d : مقدار انرژی مستهلک شده توسط سیستم الحاقی است.

در روش های مرسوم طراحی، برای اتلاف بهینه ی انرژی، از رفتار غیرالاستیک سازه استفاده می شود. بدین صورت که به سازه اجازه داده می شود که از محدوده ی الاستیک خود خارج شده و به واسطه ی تغییرشکل های به وجود آمده مقداری از انرژی آن مستهلک شود، که این امر به معنی افزایش مقدار E_n در رابطه ی (۱-۳) است و اثر غیرمستقیمی بر افزایش شکل پذیری سازه دارد. در عمل افزایش شکل پذیری، خود مانند فیلتری عمل می کند که مقدار انرژی زلزله را منعکس می کند و مانع از ورود انرژی به سیستم می شود. از این رو به منظور افزایش هر یک از جملات سمت راست رابطه ی (۱-۳) روشی به منظور کنترل غیرفعال طراحی می گردد.

(Constantinou, M.C., Symms, D., 1993)

به طور کلی ایزوله گرهای انرژی به چند دسته ی مهم زیر تقسیم می شوند:

الف) سیستم های اصطکاکی^۱

ب) سیستم های ویسکوالاستیک^۲

ج) سیستم های جاری شوند^۳

سیستم های اصطکاکی

میزان انرژی وارده به سازه در حین زلزله به پیروید (دوره تناوب) و نسبت آن به پیروید غالب حرکت زمین ارتباط مستقیم دارد. همچنین میزان خسارت وارده به سازه نیز بستگی به میزان انرژی هیستریزیس جذب شده تحت اعضای غیرخطی اعضای سازه ای دارند. (Murat Dicleli, Anshu Mehta, 2007)

طراحی سازه های معمولی به نحوی که در حین زلزله های قوی بدون تخریب باقی بماند غیراقتصادی است. لذا اکثر آیین نامه های مدرن طراحی ساختمان، فلسفه طرح لرزه ای مبتنی بر مفهوم شکل پذیری را ارائه نموده اند. بر این اساس یک سازه می بایست به نحوی طراحی گردد که شکل پذیری مورد نیاز هر عضو با ظرفیت تغییرشکل پذیری آن عضو در تعادل باشد تا در حین زلزله، انرژی در عضو بصورت مطمئنی مستهلک شود. به همین دلیل استفاده از سیستم های مستهلک کننده ی انرژی در ساختمان سبب ارتجایی باقی ماندن اعضای سازه ای در حین زلزله می گردد و در نتیجه از بروز تخریب جلوگیری می کند. در این قسمت به معرفی انواع سیستم های میراگر اصطکاکی الحاقی از نوع فیرفعال پرداخته می شود. (Murat Dicleli, Anshu Mehta, 2007)

طیف های طرح

منحنی های ثبت شده شتاب زمین در حین وقوع زلزله های مختلف و طیف هایی که از آنها بدست می آیند اساس یک روش منطقی را برای طرح زلزله ای سازه ها فراهم می کنند. با وجود اینکه طیف های مختلف با یکدیگر اختلاف دارند در هر منطقه ای می توان بعضی خصوصیات مشترک در آنها پیدا کرد. با استفاده از خصوصیات مشترک و صاف کردن منحنی ها می توان برای هر منطقه ای طیف های طرح را رسم نمود که طراح سازه بتواند از آنها برای طرح سازه های مقاوم در مقابل زلزله استفاده کند. این منحنی ها اساس تحلیل زلزله ای سازه ها به روش طیفی یا شبه دینامیکی را تشکیل می دهند.

¹ Friction systems

² Viscoelastic systems

³ Flowing systems

تحلیل سازه ها به روش شبه دینامیکی یا طیفی

روش دینامیکی برای تعیین تغییر مکان ها و نیروهای ناشی از زلزله در سازه ها پر زحمت و وقت گیر است و معمولاً باید به وسیله حسابگرهای الکترونیک صورت گیرد. اگر مابه جای تمام تاریخچه تغییر مکان فقط مقادیر ماکزیمم ناشی از مودهای مختلف را در بگیریم تحلیل دینامیکی سازه ها به مقدار قابل ملاحظه ای ساده می شود.

چون ماکزیمم های مودهای مختلف در کی زمان اتفاق نمی افتد و همچنین لزوماً علامت یکسان ندارند نمی توان مقادیر ماکزیمم ها را با یکدیگر جمع نمود. بهترین کاری که در یک تحلیل شبه دینامیکی یا طیفی می توان انجام داد این است که جواب های ماکزیمم بدست آمده از مودهای مختلف را بر اساس تئوری احتمالات ترکیب نمود. فرمول های تقریبی مختلفی برای ترکیب کردن ماکزیمم ها بکار می رود که متداول ترین آن ها فرمول جذر مجموع مربعات می باشد. بیشتر انرژی ناشی از زلزله در چند مود اول جذب می شود. از این رو برای سازه های با درجات آزادی خیلی زیاد معمولاً کافی است که ۳ تا ۶ مود اول با یکدیگر ترکیب شود و بدین ترتیب در محاسبات صرفه جویی قابل ملاحظه ای نمود.

شرح مسئله

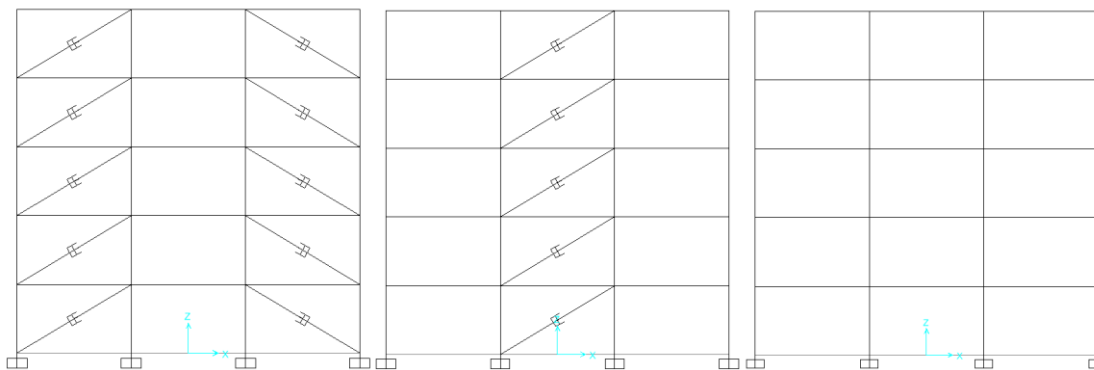
به منظور مقایسه عملکرد میراگر در جلوگیری از خسارات، در این پایان نامه میراگر جرمی تنظیم شده در سازه فولادی مدلسازی شده و سپس عملکرد این سازه با سازه بدون میراگر مقایسه می گردد. در مدلسازی ها از تحلیل پوش آور در نرم افزار Sap2000 ورژن ۱۹ به منظور بررسی نتایج استفاده شده است. سازه مورد بررسی، یک سازه فولادی ۳ دهانه با تعداد طبقات ۵، ۷، ۹ و ۱۱ می باشد که در دو حالت با طول هر دهانه ۵ و ۷۵/۵ متر و ارتفاع ۳ متر در نظر گرفته شده است. در طراحی سازه ها از مقاطع IPE و تیورق برای اجزای سازه ای استفاده شده است. در جدول ۱ شرح مدل های تحلیلی نشان داده شده است.

جدول ۱ مشخصات مدل های تحلیلی

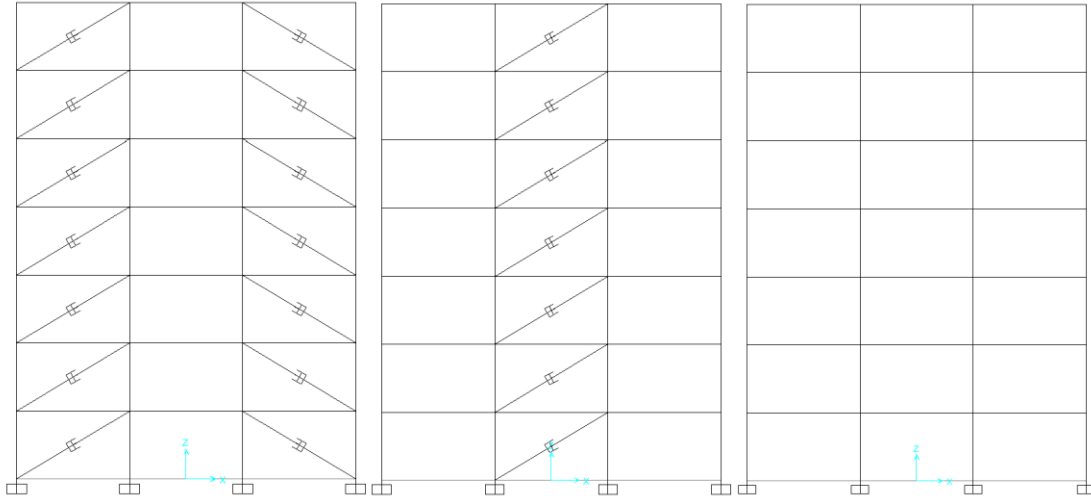
شماره	مدل	تعداد طبقات	عرض دهانه ها	سیستم میراگر
۱	3-5	۳	۵	ندارد
۲	3D5	۳	۵	دهانه وسط
۳	3DD5	۳	۵	دهانه های کناری
۴	5-5	۵	۵	ندارد
۵	5D5	۵	۵	دهانه وسط
۶	5DD5	۵	۵	دهانه های کناری
۷	7-5	۷	۵	ندارد
۸	7D5	۷	۵	دهانه وسط
۹	7DD5	۷	۵	دهانه های کناری
۱۰	9-5	۹	۵	ندارد
۱۱	9D5	۹	۵	دهانه وسط
۱۲	9DD5	۹	۵	دهانه های کناری
۱۳	11-5	۱۱	۵	ندارد
۱۴	11D5	۱۱	۵	دهانه وسط
۱۵	11DD5	۱۱	۵	دهانه های کناری
۱۶	3-7.5	۳	۷/۵	ندارد
۱۷	3D7.5	۳	۷/۵	دهانه وسط

دهانه های کناری	۷/۵	۳	3DD7.5	۱۸
ندارد	۷/۵	۵	5-7.5	۱۹
دهانه وسط	۷/۵	۵	5D7.5	۲۰
دهانه های کناری	۷/۵	۵	5DD7.5	۲۱
ندارد	۷/۵	۷	7-7.5	۲۲
دهانه وسط	۷/۵	۷	7D7.5	۲۳
دهانه های کناری	۷/۵	۷	7DD7.5	۲۴
ندارد	۷/۵	۹	9-7.5	۲۵
دهانه وسط	۷/۵	۹	9D7.5	۲۶
دهانه های کناری	۷/۵	۹	9DD7.5	۲۷
ندارد	۷/۵	۱۱	11-7.5	۲۸
دهانه وسط	۷/۵	۱۱	11D7.5	۲۹
دهانه های کناری	۷/۵	۱۱	11DD7.5	۳۰

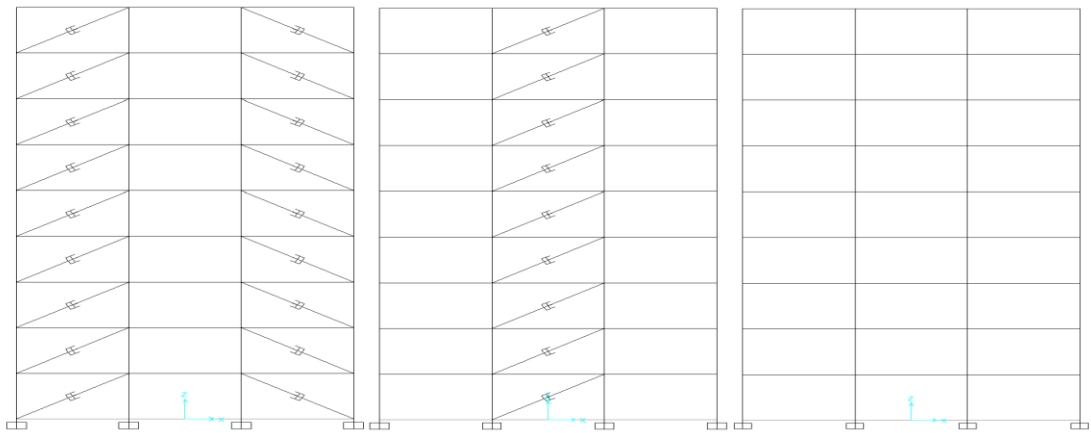
مطابق کدگذاری نام مدل ها در جدول ۱، عدد اول سمت چپ نشان دهنده تعداد طبقات سازه، D نشان دهنده وجود یک میراگر در دهانه مرکزی مدل ها و DD نشان دهنده وجود میراگر در دور دو دهانه کناری مدل ها و عدد آخر سمت چپ نیز نشان دهنده عرض دهانه سازه است. در مدل های بدون میراگر نیز، بین تعداد طبقات و عرض دهانه با خط تیره (-) نشان داده شده است. در مجموع ۳۰ مدل تحلیلی آماده و مورد بررسی قرار گرفته است.



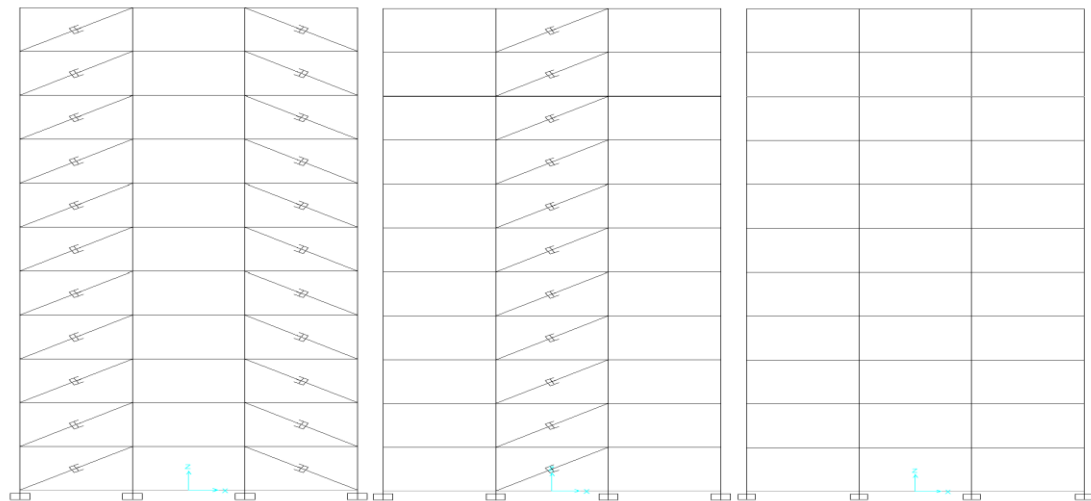
شکل ۱ سازه مدل سازی شده ۵ طبقه



شکل ۲ سازه مدل سازی شده ۷ طبقه



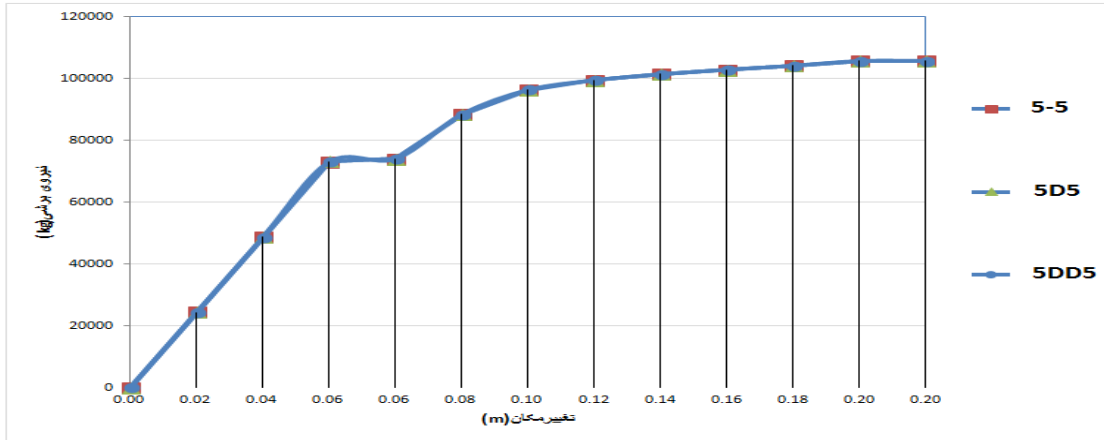
شکل ۳ سازه مدل سازی شده ۹ طبقه



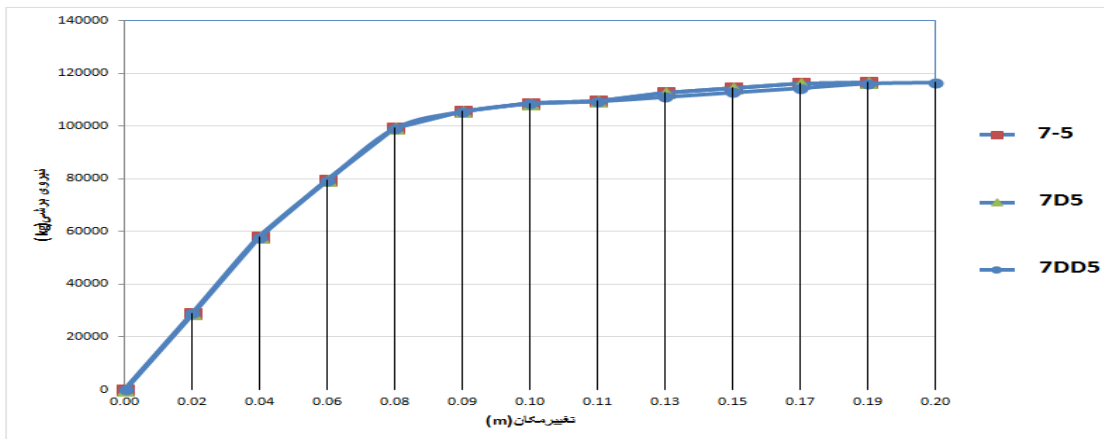
شکل ۴ سازه مدل سازی شده ۱۱ طبقه

نتایج تحلیل پوش

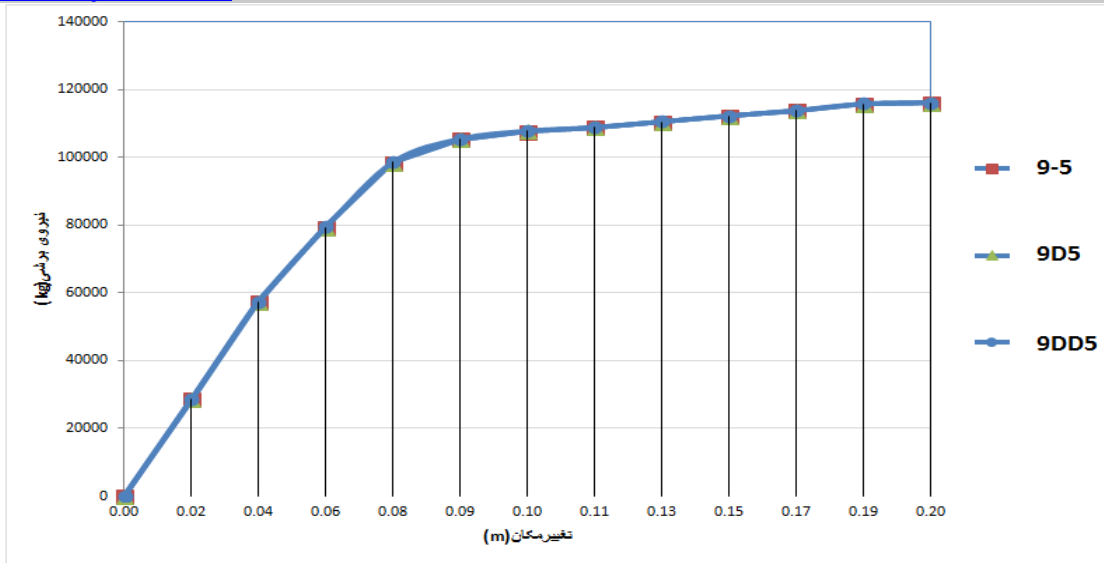
در این بخش به بررسی نتایج تحلیل پوش در سازه‌های با و بدون میراگر پرداخته خواهد شد. در شکل ۶ الی ۱۲ نمودار تغییرمکان برش پایه و منحنی ظرفیت در مدل‌ها، نشان داده شده است. خروجی های تغییرمکان و برش پایه در دو نقطه هدف و عملکرد در جدول ۲ آورده شده است. بر این اساس مشاهده می شود که، افزایش تعداد میراگرها در سازه، مقدار برش پایه هدف و برش پایه در نقطه عملکرد سازه را افزایش می دهد. بر اساس خروجی های جدول ۲، مشخص می شود که، افزایش میراگر به سازه، شتاب طیفی سازه را کاهش و زمان تناوب سازه در نقطه عملکرد را افزایش می دهد.



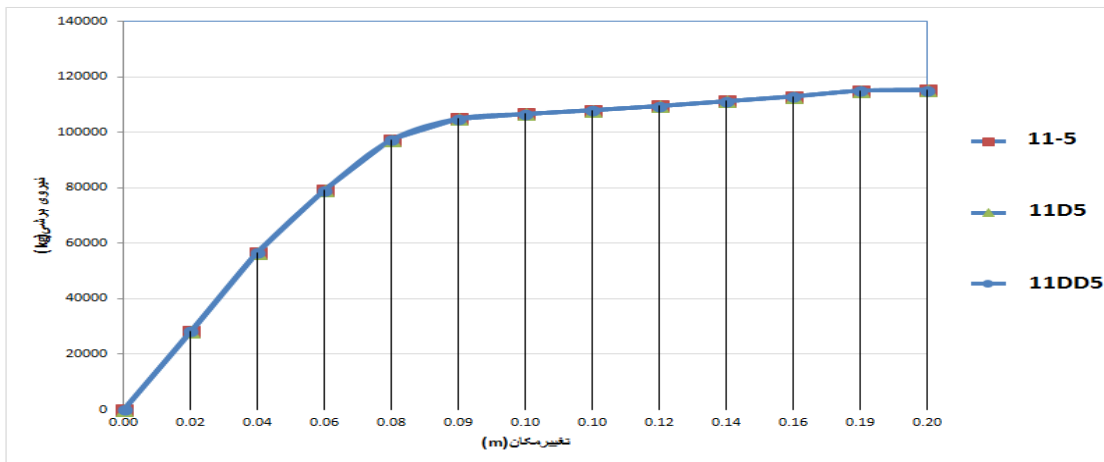
شکل ۵ سازه‌های مدل‌سازی شده ۵ طبقه در دهانه ۵ متر



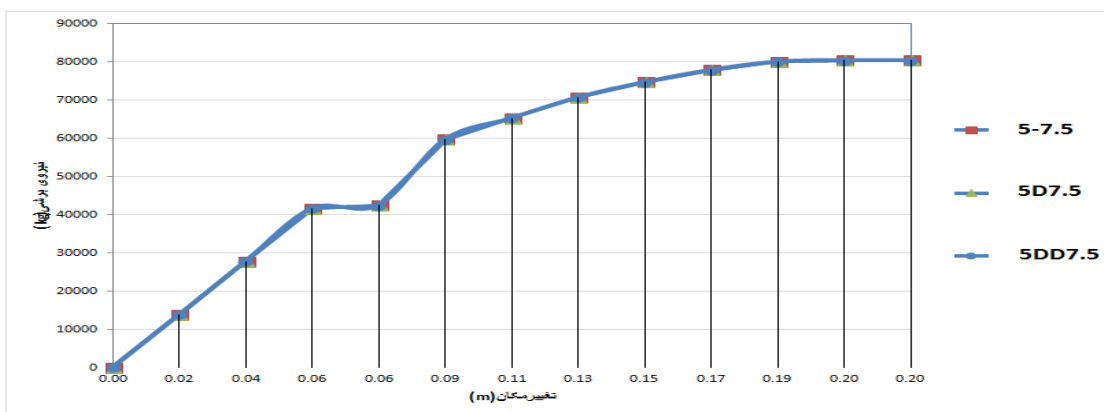
شکل ۶ سازه‌های مدل‌سازی شده ۷ طبقه در دهانه ۵ متر



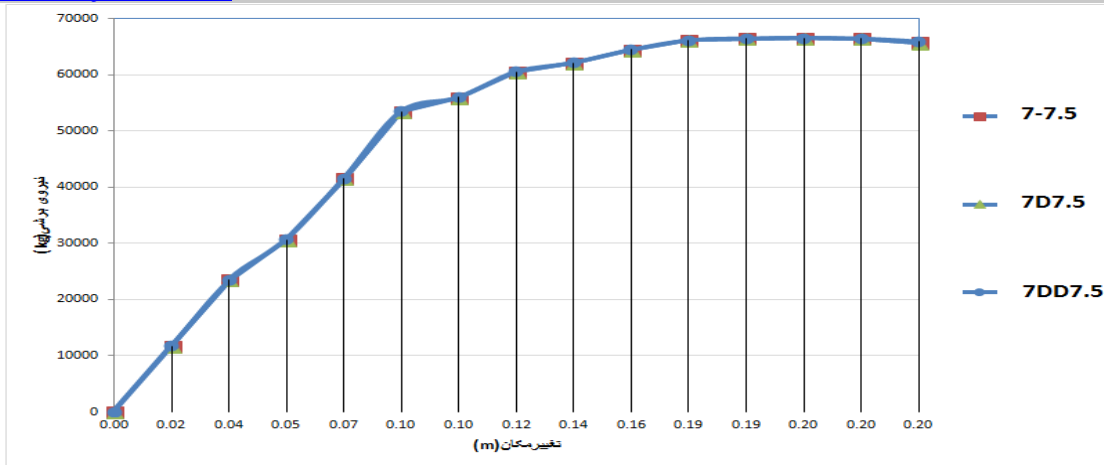
شکل ۷ سازه‌های مدل‌سازی شده ۹ طبقه در دهانه ۵ متر



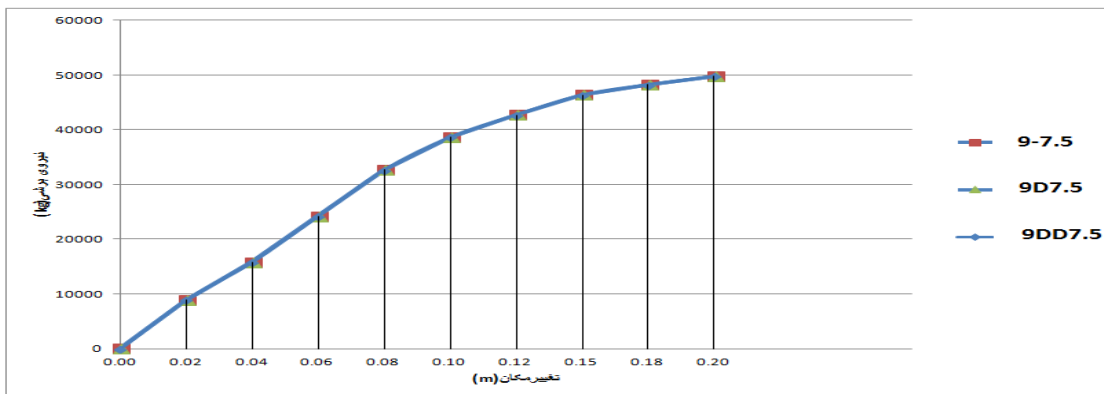
شکل ۸ سازه‌های مدل‌سازی شده ۱۱ طبقه در دهانه ۵ متر



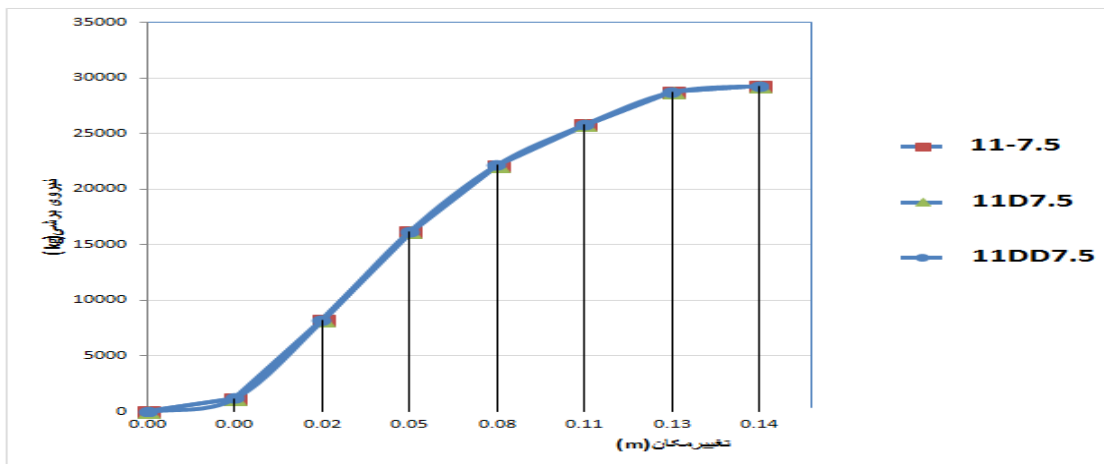
شکل ۹ سازه‌های مدل‌سازی شده ۵ طبقه در دهانه ۷/۵ متر



شکل ۱۰ سازه های مدل سازی شده ۷ طبقه در دهانه ۷/۵ متر



شکل ۱۱ سازه های مدل سازی شده ۹ طبقه در دهانه ۷/۵ متر



شکل ۱۲ سازه های مدل سازی شده ۱۱ طبقه در دهانه ۷/۵ متر

جدول ۲ خروجی های تغییر مکان و برش پایه در دو نقطه هدف و عملکرد

مدل	تغییر مکان هدف (m)	برش پایه هدف (kg)	تغییر مکان در نقطه عملکرد (m)	برش پایه در نقطه عملکرد (kg)
5-5	۰/۰۲۵	۲۷۸۱۶/۰۳۹	۰/۰۲۳	۲۶۲۲۰/۷۶
5D5	۰/۰۲۵	۲۷۸۶۶/۷۹۶	۰/۰۲۴	۲۶۲۹۵/۶۳۳
5DD5	۰/۰۲۵	۲۷۹۰۰/۰۸۹	۰/۰۲۴	۲۶۳۵۰/۳۸۶
7-5	۰/۰۲۴	۳۱۸۰۰/۶۲۵	۰/۰۲۱	۲۸۵۰۸/۷۱۱
7D5	۰/۰۲۴	۳۱۸۷۳/۲۹۹	۰/۰۲۱	۲۸۵۹۷/۵۶۹
7DD5	۰/۰۲۴	۳۱۹۲۲/۰۶۸	۰/۰۲۲	۲۸۶۶۲/۶۹۲
9-5	۰/۰۲۴	۳۱۵۹۹/۶۲۸	۰/۰۲۲	۲۸۳۶۸/۰۱۲
9D5	۰/۰۲۴	۳۱۶۷۱/۳۵۷	۰/۰۲۲	۲۸۴۵۶/۲۳۳
9DD5	۰/۰۲۴	۳۱۷۱۸/۸۹۹	۰/۰۲۲	۲۸۵۲۰/۴۴۸
11-5	۰/۰۲۴	۳۱۴۰۱/۶۱۷	۰/۰۲۲	۲۸۲۲۹/۳۰۵
11D5	۰/۰۲۴	۳۱۴۷۲/۴۱	۰/۰۲۲	۲۸۳۱۶/۹۰۲
11DD5	۰/۰۲۴	۳۱۵۱۸/۷۵۵	۰/۰۲۲	۲۸۳۸۰/۲۱۹
5-7.5	۰/۰۴۳	۲۹۲۸۳/۱۸	۰/۰۴	۲۷۱۵۸/۳۹
5D.5	۰/۰۴۳	۲۹۳۳۳/۷۲۲	۰/۰۴	۲۷۲۰۵/۱۲۵
5DD7.5	۰/۰۴۳	۲۹۳۸۴/۰۸۷	۰/۰۴	۲۷۲۵۱/۷۱۲
7-7.5	۰/۰۵۵	۳۲۱۲۲/۳۷۴	۰/۰۵۱	۲۹۸۰۰/۶۲۶
7D7.5	۰/۰۵۵	۳۲۱۶۷/۵۸۱	۰/۰۵۱	۲۹۸۴۵/۶۳۷
7DD7.5	۰/۰۵۵	۳۲۲۱۲/۵۹۳	۰/۰۵۱	۲۹۸۹۰/۴۶۴
9-7.5	۰/۰۷۲	۳۰۲۷۱/۰۲۳	۰/۰۶۶	۲۸۰۱۴/۸۵
9D7.5	۰/۰۷۲	۳۰۳۱۲/۸۳۳	۰/۰۶۶	۲۸۰۵۱/۰۸
9DD7.5	۰/۰۷۲	۳۰۳۵۴/۴۵۴	۰/۰۶۶	۲۸۰۸۷/۱۲
11-7.5	۰/۰۸۴	۲۲۵۷۲/۴۴۳	۰/۰۸۴	۲۲۷۱۰/۶۷۸
11D7.5	۰/۰۸۴	۲۲۵۹۲/۵۶۸	۰/۰۸۵	۲۲۷۳۲/۴۷۲
11DD7.5	۰/۰۸۴	۲۲۶۱۲/۶۲۴	۰/۰۸۵	۲۲۷۵۴/۱۶۱

جدول ۳ خروجی های جابجایی و شتاب طیفی و زمان تناوب سازه در نقطه عملکرد

مدل	جابجایی طیفی (m)	شتاب طیفی (m/s ²)	زمان تناوب (sec)
5-5	۰/۰۱۴	۰/۲۷۲	۰/۴۵۶
5D5	۰/۰۱۴	۰/۲۷۲	۰/۴۵۷
5DD5	۰/۰۱۴	۰/۲۷۱	۰/۴۵۸
7-5	۰/۰۱۳	۰/۲۹۱	۰/۴۱۹
7D5	۰/۰۱۳	۰/۲۹۰	۰/۴۲۰
7DD5	۰/۰۱۳	۰/۲۹۰	۰/۴۲۱
9-5	۰/۰۱۳	۰/۲۹۰	۰/۴۲۱

۰/۴۲۲	۰/۲۸۹	۰/۰۱۳	9D5
۰/۴۲۳	۰/۲۸۹	۰/۰۱۳	9DD5
۰/۴۲۳	۰/۲۸۹	۰/۰۱۳	11-5
۰/۴۲۴	۰/۲۸۸	۰/۰۱۳	11D5
۰/۴۲۵	۰/۲۸۸	۰/۰۱۳	11DD5
۱/۰۱۲	۰/۱۱۹	۰/۰۰۳	5-7.5
۱/۰۱۴	۰/۱۱۹	۰/۰۰۳	5D.5
۱/۰۱۵	۰/۱۱۹	۰/۰۰۳	5DD7.5
۱/۳۰۵	۰/۰۹۲	۰/۰۳۹	7-7.5
۱/۳۰۷	۰/۰۹۲	۰/۰۳۹	7D7.5
۱/۳۰۹	۰/۰۹۲	۰/۰۳۹	7DD7.5
۱/۷۴۱	۰/۰۶۷	۰/۰۰۵	9-7.5
۱/۷۴۴	۰/۰۶۷	۰/۰۰۵	9D7.5
۱/۷۴۶	۰/۰۶۶	۰/۰۰۵	9DD7.5
۲/۵۳۷	۰/۰۴۱	۰/۰۶۶	11-7.5
۲/۵۴۱	۰/۰۴۱	۰/۰۶۷	11D7.5
۲/۵۴۶	۰/۰۴۱	۰/۰۶۷	11DD7.5

نتایج تحلیل تشکیل مفاصل پلاستیک

در این بخش به بررسی تشکیل مراحل پلاستیک سازه در طبقات در سازه‌های با و بدون میراگر پرداخته شده است. مفاصل پلاستیک سازه‌ها، در پایه ستون‌ها در تراز زمین، در مرحله تشکیل پلاستیک CP یعنی پیشگیری از سقوط، تشکیل شده‌اند. طبیعتاً هر مفصل در نقطه عملکرد یک سطح عملکرد خاص را نشان می‌دهد. مثلاً استفاده بلادرنگ: IO^۴ و ایمنی جانی: LS^۵ یا آستانه فروریزش: CP^۶. معیار پذیرش میزان انحنای خمشی تیر است که در هر گام تحلیل مجاز یا غیر مجاز بودن آن بر اساس اینکه معیار پذیرش IO یا LS یا CP باشد. چنانچه در روند تحلیل یکی از این مفاصل کنترل شونده توسط نیرو به رنگ آبی در آید بدین معنی است که نسبت تنش در حالت اندرکنش از ۰/۵ کمتر است. چنانچه به رنگ فیروزه‌ای در آید یعنی نسبت تنش در حالت اندرکنش بین ۰/۵ و ۰/۸ است. چنانچه به رنگ سبز در آید یعنی نسبت تنش بین ۰/۸ و ۱ است. چنانچه به رنگ قرمز در آید یعنی این نسبت از ۱ تجاوز کرده است. این رنگ‌ها هیچ ارتباطی به دوران خمیری عضو نداشته و تنها نشانگر مقدار تنش تولید شده در داخل عضو تحت اثر نیروهای ناشی از تحلیل استاتیکی غیر خطی در گام‌های مختلف می‌باشد.

مشخص می‌گردد که، در تیرهای با دهانه متوسط و زیاد با اطمینان کامل می‌توان بدون اینکه مقادیر سایر تلاش‌ها را کنترل کرد فقط میزان انحنای خمشی را چک نمود ولی در تیرهای با دهانه کوچک و ارتفاع زیاد احتمال دارد رفتار برشی حاکم بر طرح باشد، در تیرهایی که دال کنسول به آن متصل شده است کنترل پیش‌انجام می‌گیرد.

در سازه‌های ۳ طبقه با دهانه ۵ متری، در همه حالات قرارگیری میراگر، مفاصل پلاستیک، در تراز پایه، در پای ستون‌ها مفاصل پلاستیک در نسبت تنش ۰/۸ تا ۱ ایجاد شده است که در منطقه CP قرار دارند.

⁴ Immediate Occupancy

⁵ Life Safety

⁶ Collapse Prevention

در سازه های ۵ طبقه با دهانه ۵ متری، در همه حالات قرارگیری میراگر، مفاصل پلاستیک، در تراز پایه، در پای ستون ها مفاصل پلاستیک در نسبت تنش ۱ ایجاد شده است که در منطقه C قرار دارند. و در تیرهای طبقه دوم، مفاصل پلاستیک در منطقه LS قرار دارند که داراس نسبت تنش ۰/۸ هستند.

در سازه های ۷ طبقه با دهانه ۵ متری، در همه حالات قرارگیری میراگر، مفاصل پلاستیک، در تراز پایه، در پای ستون ها مفاصل پلاستیک در نسبت تنش ۱ ایجاد شده است که در منطقه C قرار دارند. در ستون های طبقه اول، مفاصل پلاستیک در منطقه CP قرار گرفته اند که دارای نسبت تنش ۰/۸ الی ۱ می باشند، و در تیرهای طبقه دوم، مفاصل پلاستیک در منطقه LS قرار دارند که داراس نسبت تنش ۰/۸ هستند.

در سازه های ۹ طبقه با دهانه ۵ متری، در همه حالات قرارگیری میراگر، مفاصل پلاستیک، در تراز پایه، در پای ستون ها مفاصل پلاستیک در نسبت تنش ۱ ایجاد شده است که در منطقه C قرار دارند. در ستون های طبقه اول، مفاصل پلاستیک در منطقه CP قرار گرفته اند که دارای نسبت تنش ۰/۸ الی ۱ می باشند، و در تیرهای طبقه دوم، مفاصل پلاستیک در منطقه LS قرار دارند که داراس نسبت تنش ۰/۸ هستند.

در سازه های ۱۱ طبقه با دهانه ۵ متری، در همه حالات قرارگیری میراگر، مفاصل پلاستیک، در تراز پایه، در پای ستون ها مفاصل پلاستیک در نسبت تنش ۱ ایجاد شده است که در منطقه C قرار دارند. در ستون های طبقه اول، مفاصل پلاستیک در منطقه CP قرار گرفته اند که دارای نسبت تنش ۰/۸ الی ۱ می باشند، و در تیرهای طبقه دوم، مفاصل پلاستیک در منطقه LS قرار دارند که داراس نسبت تنش ۰/۸ هستند.

در سازه های ۳ طبقه با دهانه ۷/۵ متری، در همه حالات قرارگیری میراگر، مفاصل پلاستیک، در تراز پایه، در پای ستون ها مفاصل پلاستیک در نسبت تنش ۱ ایجاد شده است که در منطقه C قرار دارند.

در سازه های ۵ طبقه با دهانه ۷/۵ متری، در همه حالات قرارگیری میراگر، مفاصل پلاستیک، در تراز پایه و ستون های طبقه اول، در پای ستون ها مفاصل پلاستیک در نسبت تنش ۱ ایجاد شده است که در منطقه C قرار دارند.

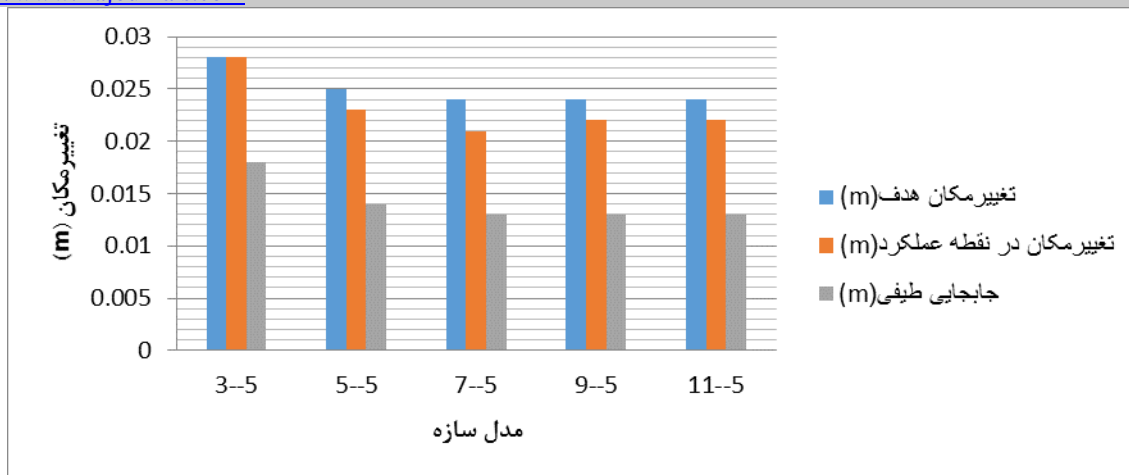
در سازه های ۷ طبقه با دهانه ۷/۵ متری، در همه حالات قرارگیری میراگر، مفاصل پلاستیک، در تراز پایه و ستون های طبقه اول، و دوم، در پای ستون ها مفاصل پلاستیک در نسبت تنش ۱ ایجاد شده است که در منطقه C قرار دارند.

در سازه های ۹ طبقه با دهانه ۷/۵ متری، در همه حالات قرارگیری میراگر، مفاصل پلاستیک، در تراز پایه و ستون های طبقه اول، در پای ستون ها مفاصل پلاستیک در نسبت تنش ۱ ایجاد شده است که در منطقه C قرار دارند.

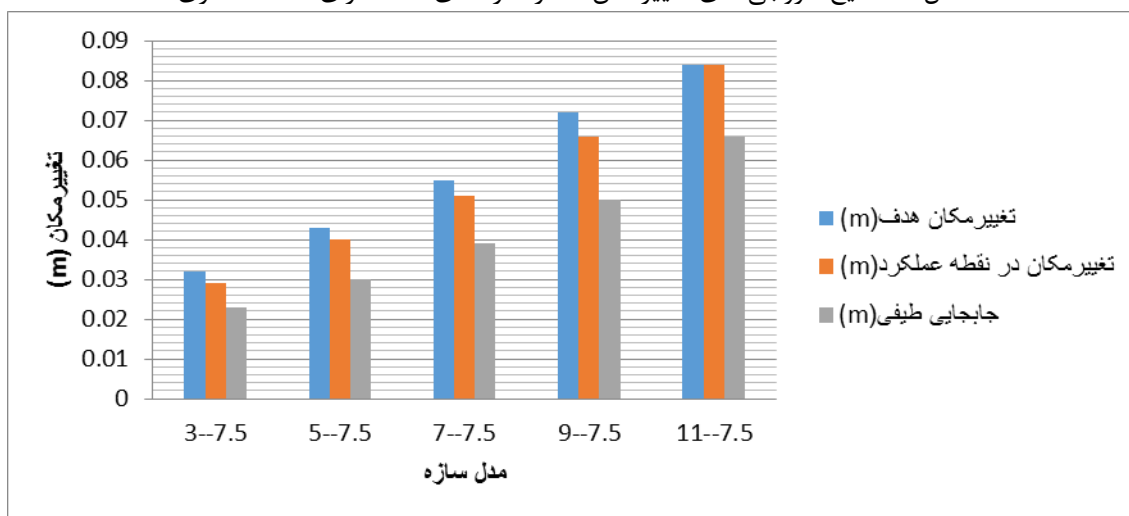
در سازه های ۱۱ طبقه با دهانه ۷/۵ متری، در همه حالات قرارگیری میراگر، مفاصل پلاستیک، در تراز پایه و ستون های طبقه اول، در پای ستون ها مفاصل پلاستیک در نسبت تنش ۱ ایجاد شده است که در منطقه C قرار دارند. و در تیرهای طبقه دوم، مفاصل پلاستیک در منطقه LS قرار دارند که داراس نسبت تنش ۰/۸ هستند.

نتایج کلی مدلسازی ها

در شکل ۱۳، نتایج خروجی های تغییر مکان ها در سازه های ساده دارای دهانه ۵ متری نشان داده شده است. مشاهده می شود که در سازه ساده با دهانه ۵ متری، با افزایش تعداد طبقات جابجایی ها کاهش می یابد.



شکل ۱۳ نتایج خروجی های تغییر مکان ها در سازه های ساده دارای دهانه ۵ متری



شکل ۱۴ نتایج خروجی های تغییر مکان ها در سازه های ساده دارای دهانه ۷/۵ متری

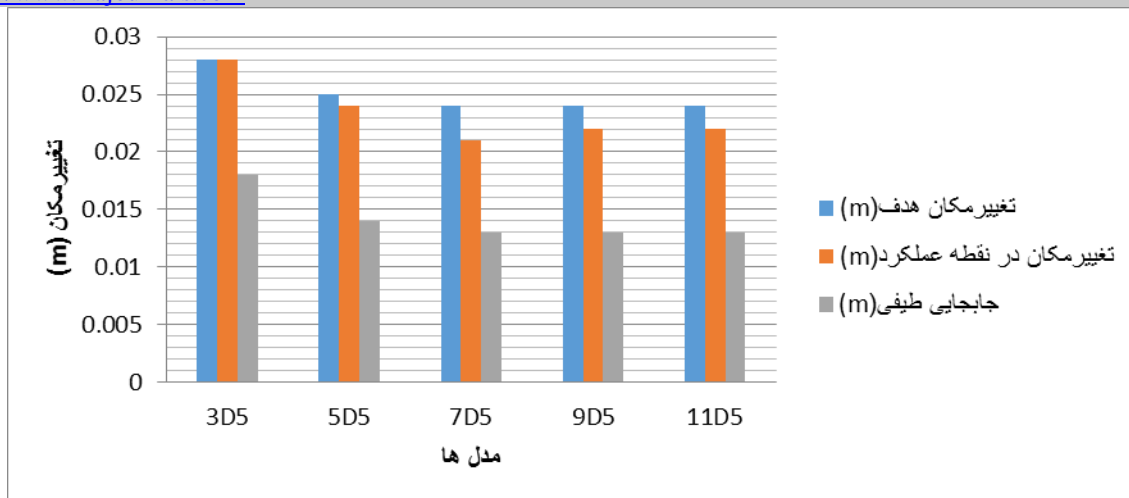
در شکل ۱۴، نتایج خروجی های تغییر مکان ها در سازه های ساده دارای دهانه ۷/۵ متری نشان داده شده است. مشاهده می شود که در سازه ساده با دهانه ۷/۵ متری، با افزایش تعداد طبقات جابجایی ها افزایش می یابد.

در شکل ۱۵، نتایج خروجی های تغییر مکان ها در سازه های دارای میراگر در دهانه وسط با دهانه ۵ متری نشان داده شده است. مشاهده می شود که در سازه دارای میراگر در دهانه وسط با دهانه ۵ متری، با افزایش تعداد طبقات جابجایی ها کاهش می یابد.

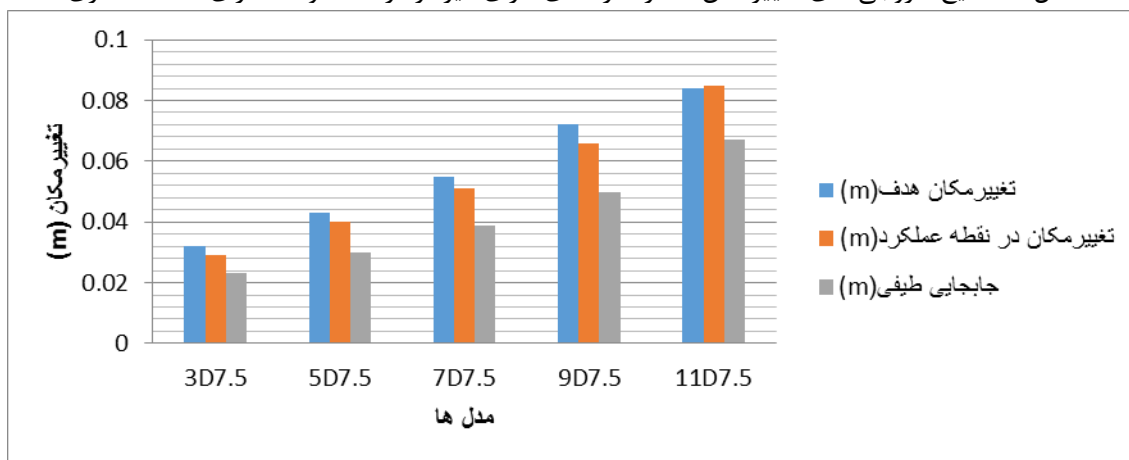
در شکل ۱۶، نتایج خروجی های تغییر مکان ها در سازه های دارای میراگر در دهانه وسط با دهانه ۷/۵ متری نشان داده شده است. مشاهده می شود که در سازه دارای میراگر در دهانه وسط با دهانه ۷/۵ متری، با افزایش تعداد طبقات جابجایی ها افزایش می یابد.

در شکل ۱۷، نتایج خروجی های تغییر مکان ها در سازه های دارای میراگر در دهانه های کناری با دهانه ۵ متری نشان داده شده است. مشاهده می شود که در سازه دارای میراگر در دهانه های کناری با دهانه ۵ متری، با افزایش تعداد طبقات جابجایی ها کاهش می یابد.

در شکل ۱۸، نتایج خروجی های تغییر مکان ها در سازه های دارای میراگر در دهانه های کناری با دهانه ۷/۵ متری نشان داده شده است. مشاهده می شود که در سازه دارای میراگر در دهانه های کناری با دهانه ۷/۵ متری، با افزایش تعداد طبقات جابجایی ها افزایش می یابد.



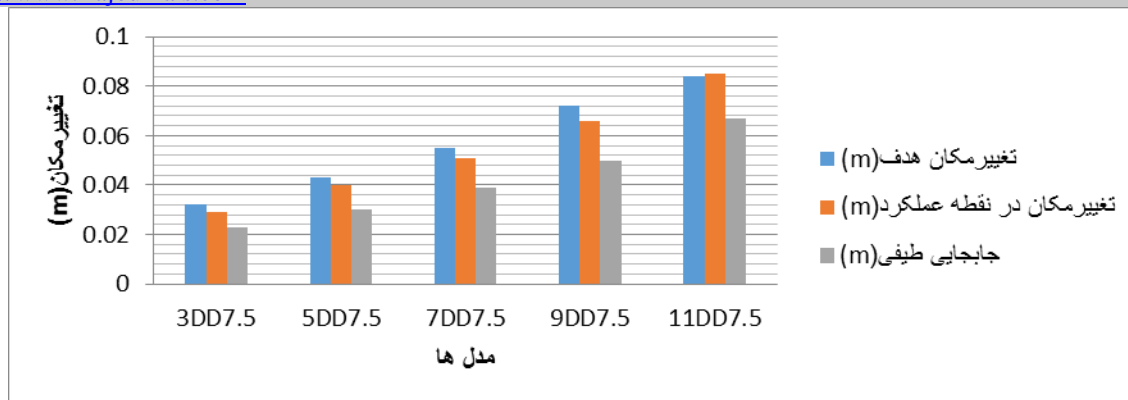
شکل ۱۵ نتایج خروجی های تغییر مکان ها در سازه های دارای میراگر در دهانه وسط دارای دهانه ۵ متری



شکل ۱۶ نتایج خروجی های تغییر مکان ها در سازه های دارای میراگر در دهانه وسط دارای دهانه ۷/۵ متری



شکل ۱۷ نتایج خروجی های تغییر مکان ها در سازه های دارای میراگر در دهانه های کناری دارای دهانه ۵ متری



شکل ۱۸ نتایج خروجی های تغییر مکان ها در سازه های دارای میراگر در دهانه های کناری دارای دهانه ۷/۵ متری

در شکل ۱۹، نتایج خروجی های برش پایه در سازه های ساده دارای دهانه ۵ متری نشان داده شده است. مشاهده می شود که، با افزایش تعداد طبقات، برش پایه هدف و برش پایه در نقطه عملکرد افزایش داشته است و بیشترین میزان برش، برای سازه ۷ طبقه بوده است.

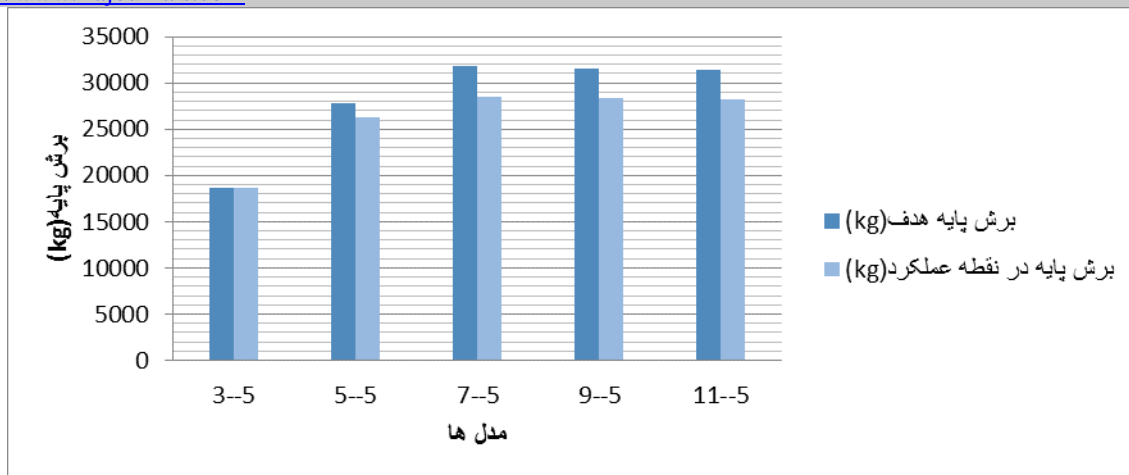
در شکل ۲۰، نتایج خروجی های برش پایه در سازه های ساده دارای دهانه ۷/۵ متری نشان داده شده است. مشاهده می شود که، با افزایش تعداد طبقات تا ۷ طبقه، برش پایه هدف و برش پایه در نقطه عملکرد افزایش داشته است و پس از آن این پارامترها دچار کاهش شده اند.

در شکل ۲۱، نتایج خروجی های برش پایه در سازه های دارای میراگر در دهانه وسط دارای دهانه ۵ متری نشان داده شده است. مشاهده می شود که، با افزایش تعداد طبقات، برش پایه هدف و برش پایه در نقطه عملکرد افزایش داشته است و بیشترین میزان برش، برای سازه ۷ طبقه بوده است.

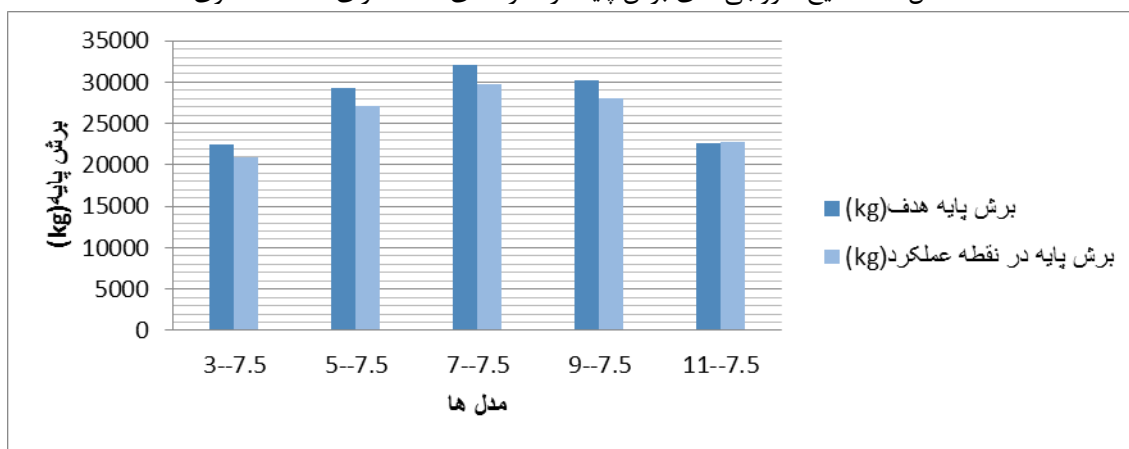
در شکل ۲۲، نتایج خروجی های برش پایه در سازه های دارای میراگر در دهانه وسط دارای دهانه ۷/۵ متری نشان داده شده است. مشاهده می شود که، با افزایش تعداد طبقات تا ۷ طبقه، برش پایه هدف و برش پایه در نقطه عملکرد افزایش داشته است و پس از آن این پارامترها دچار کاهش شده اند.

در شکل ۲۳، نتایج خروجی های برش پایه در سازه های دارای میراگر در دهانه های کناری با دهانه ۵ متری نشان داده شده است. مشاهده می شود که، با افزایش تعداد طبقات، برش پایه هدف و برش پایه در نقطه عملکرد افزایش داشته است و بیشترین میزان برش، برای سازه ۷ طبقه بوده است.

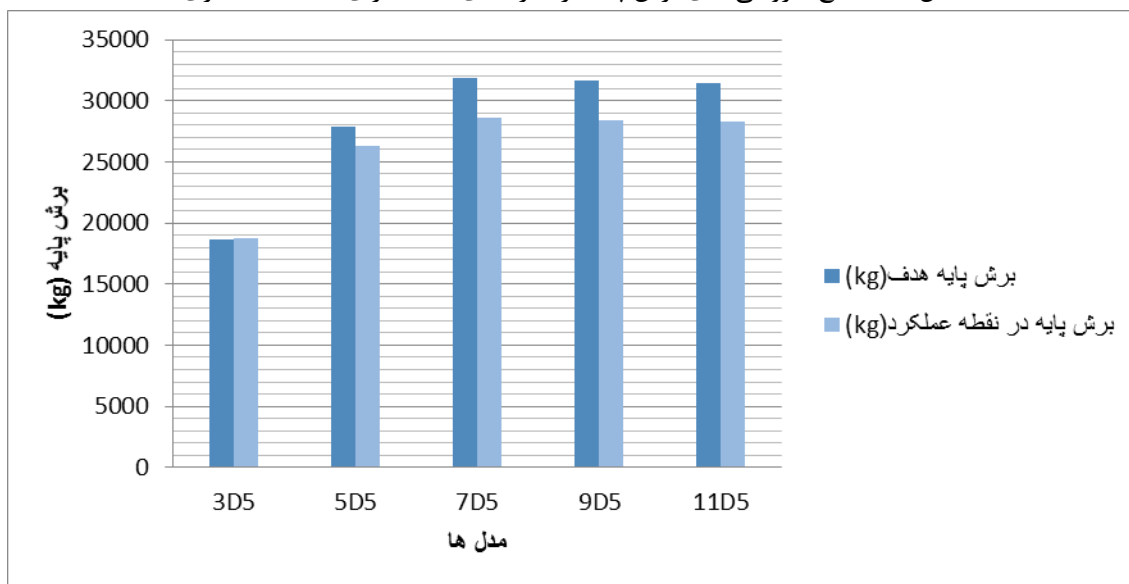
در شکل ۲۴، نتایج خروجی های برش پایه در سازه های دارای میراگر در دهانه های کناری دارای دهانه ۷/۵ متری نشان داده شده است. مشاهده می شود که، با افزایش تعداد طبقات تا ۷ طبقه، برش پایه هدف و برش پایه در نقطه عملکرد افزایش داشته است و پس از آن این پارامترها دچار کاهش شده اند.



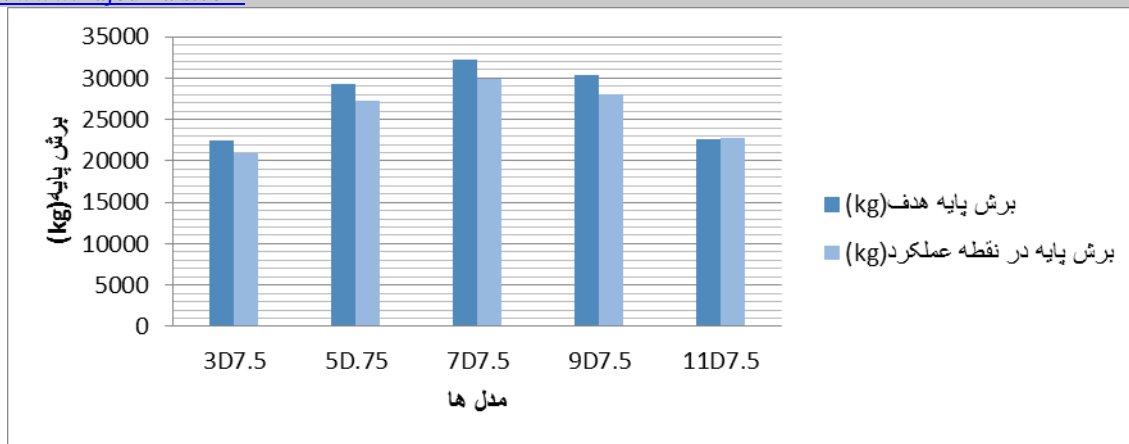
شکل ۱۹ نتایج خروجی های برش پایه در سازه های ساده دارای دهانه ۵ متری



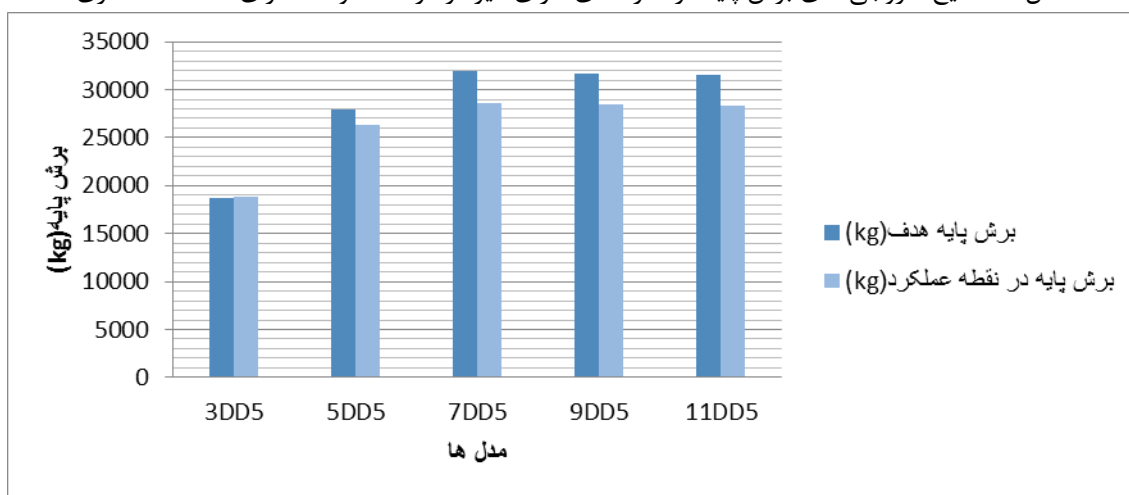
شکل ۲۰ نتایج خروجی های برش پایه در سازه های ساده دارای دهانه ۷/۵ متری



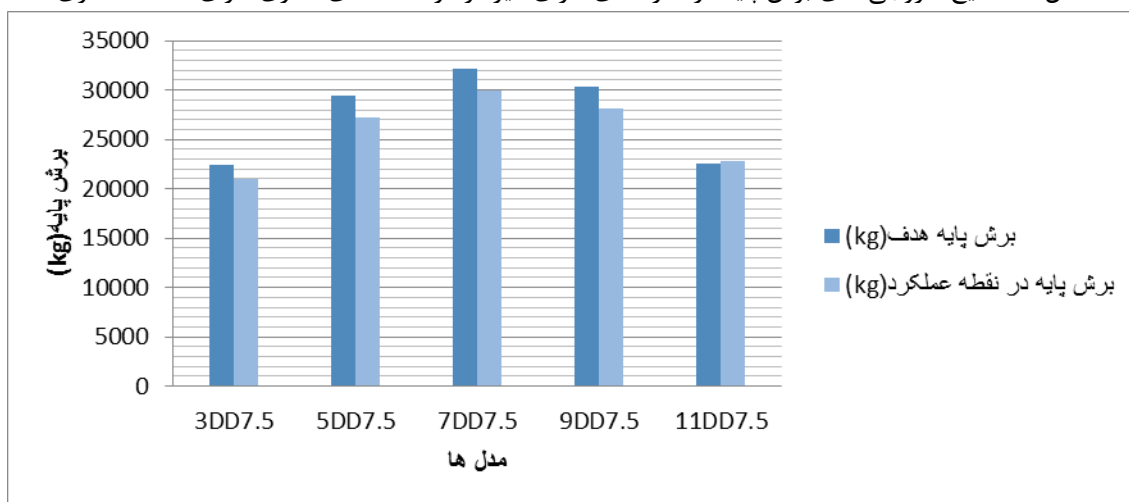
شکل ۲۱ نتایج خروجی های برش پایه در سازه های دارای میراگر در دهانه وسط دارای دهانه ۵ متری



شکل ۲۲ نتایج خروجی های برش پایه در سازه های دارای میراگر در دهانه وسط دارای دهانه ۷/۵ متری



شکل ۲۳ نتایج خروجی های برش پایه در سازه های دارای میراگر در دهانه های کناری دارای دهانه ۵ متری

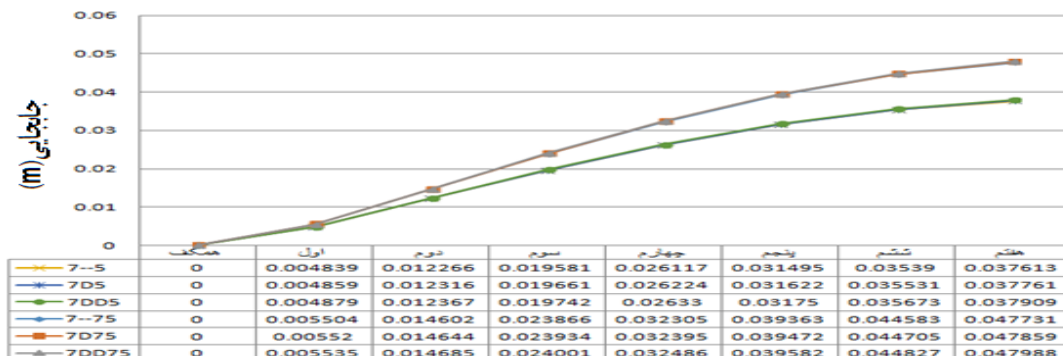


شکل ۲۴ نتایج خروجی های برش پایه در سازه های دارای میراگر در دهانه های کناری دارای دهانه ۷/۵ متری

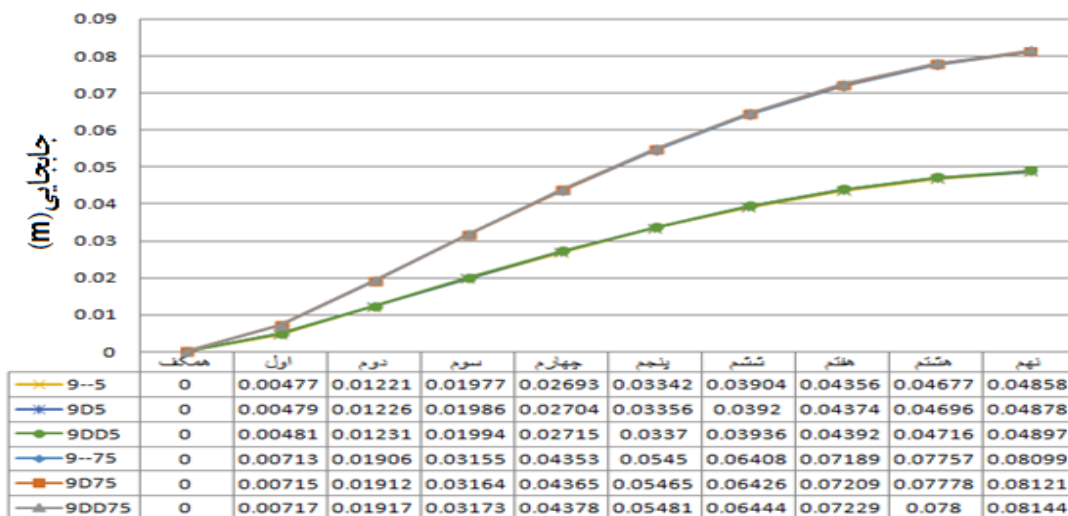
در شکل ۲۵، نتایج جابجایی در سازه های ۷ طبقه در سه حالت با و بدون میراگر نشان داده شده است. مشخص شده است که جابجایی سازه های دارای دهانه ۷/۵ متری، بیش از سازه های دارای دهانه ۵ متری بوده است.

در شکل ۲۶، نتایج جابجایی در سازه‌های ۹ طبقه در سه حالت با و بدون میراگر نشان داده شده است. مشخص شده است که جابجایی سازه‌های دارای دهانه ۷/۵ متری، بیش از سازه‌های دارای دهانه ۵ متری بوده است.

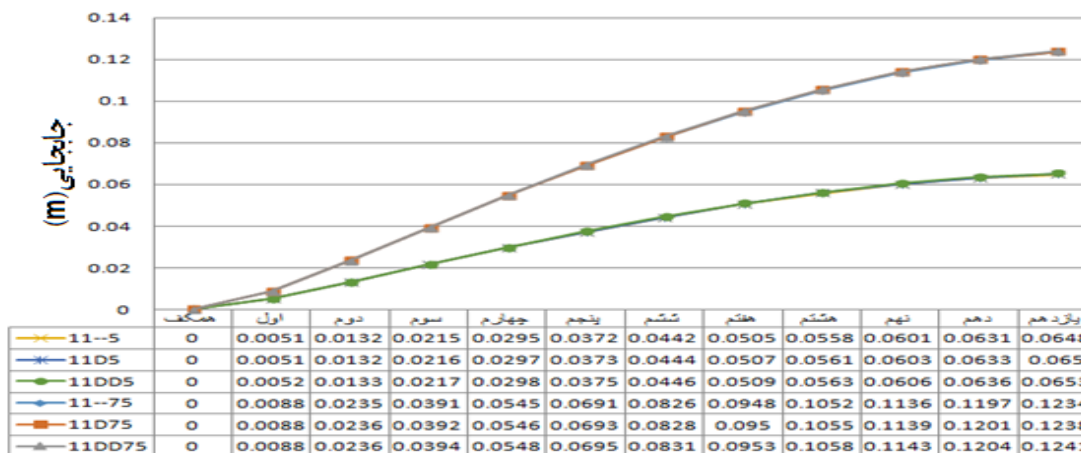
در شکل ۲۷، نتایج جابجایی در سازه‌های ۱۱ طبقه در سه حالت با و بدون میراگر نشان داده شده است. مشخص شده است که جابجایی سازه‌های دارای دهانه ۷/۵ متری، بیش از سازه‌های دارای دهانه ۵ متری بوده است.



شکل ۲۵ جابجایی در سازه‌های ۷ طبقه در سه حالت با و بدون میراگر

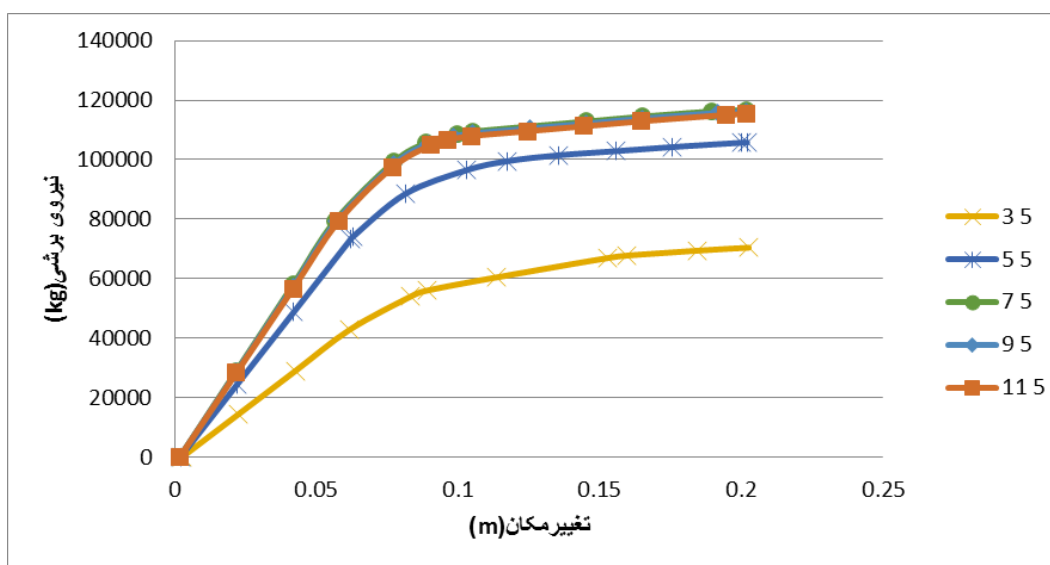


شکل ۲۶ جابجایی در سازه‌های ۹ طبقه در سه حالت با و بدون میراگر

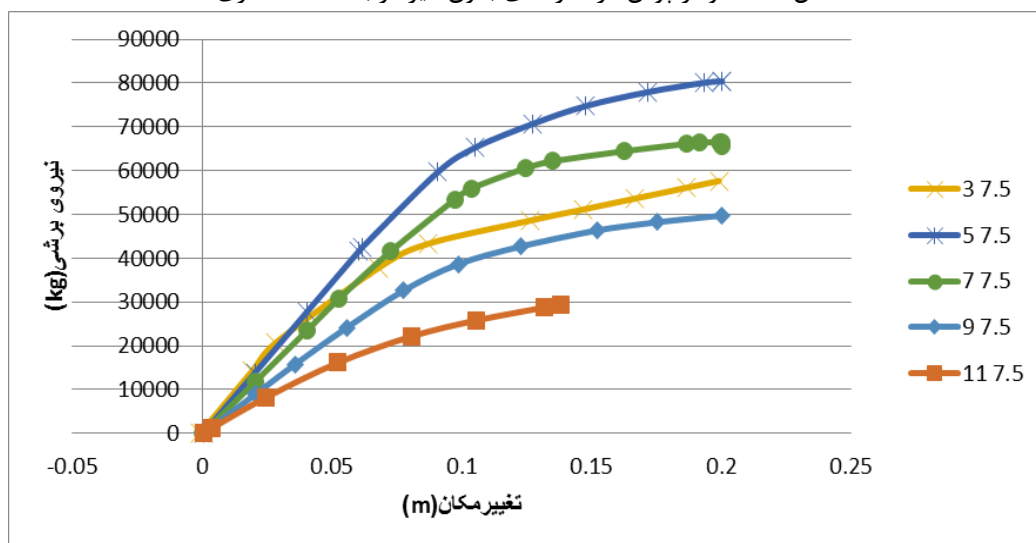


شکل ۲۷ جابجایی در سازه‌های ۱۱ طبقه در سه حالت با و بدون میراگر

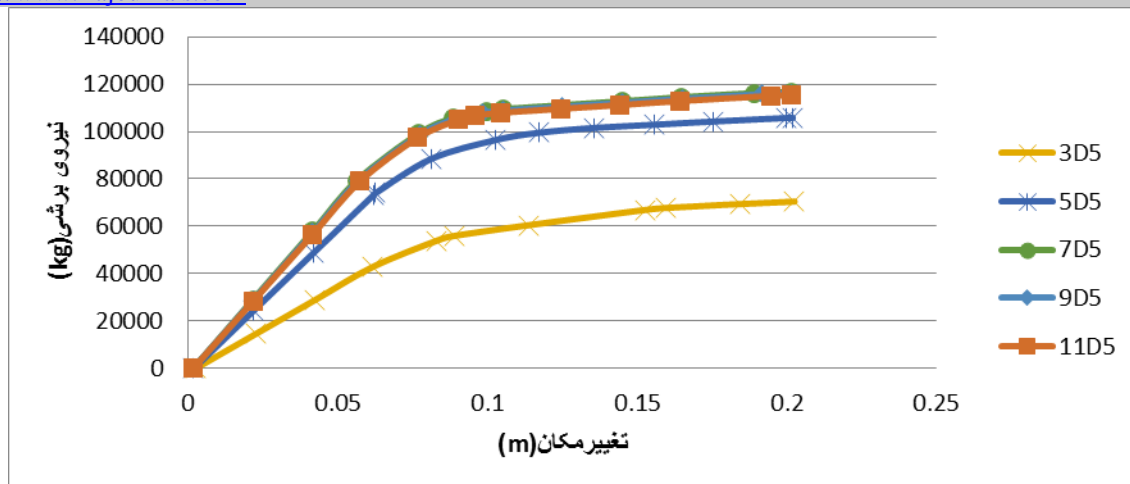
در شکل ۲۸، الی ۳۳ نتایج نمودار پوش در سازه‌ها نشان داده شده است. در شکل ۳۸، نتایج نمودار پوش در سازه‌های بدون میراگر با دهانه ۵ متری نشان داده شده است. مشخص شده است که با افزایش تعداد طبقات، شیب نمودار پوش، افزایش داشته است. و از سازه ۷ طبقه تا ۱۱ طبقه، نمودار پوش، تقریباً، روی هم افتاده اند. در شکل ۲۹، نتایج نمودار پوش در سازه‌های بدون میراگر با دهانه ۷/۵ متری نشان داده شده است. مشخص شده است که سازه ۱۱ طبقه، دارای کمترین شیب نمودار پوش بوده و پس از آن سازه ۹ طبقه قرار دارد. ضمن اینکه سازه ۵ طبقه با دهانه ۷/۵ متری، بیشترین میزان شیب نمودار پوش را داشته است. در شکل ۳۰، نتایج نمودار پوش در سازه‌های با میراگر در دهانه وسط با دهانه ۵ متری نشان داده شده است. مشخص شده است که با افزایش تعداد طبقات، شیب نمودار پوش، افزایش داشته است. و از سازه ۷ طبقه تا ۱۱ طبقه، نمودار پوش، تقریباً، روی هم افتاده اند.



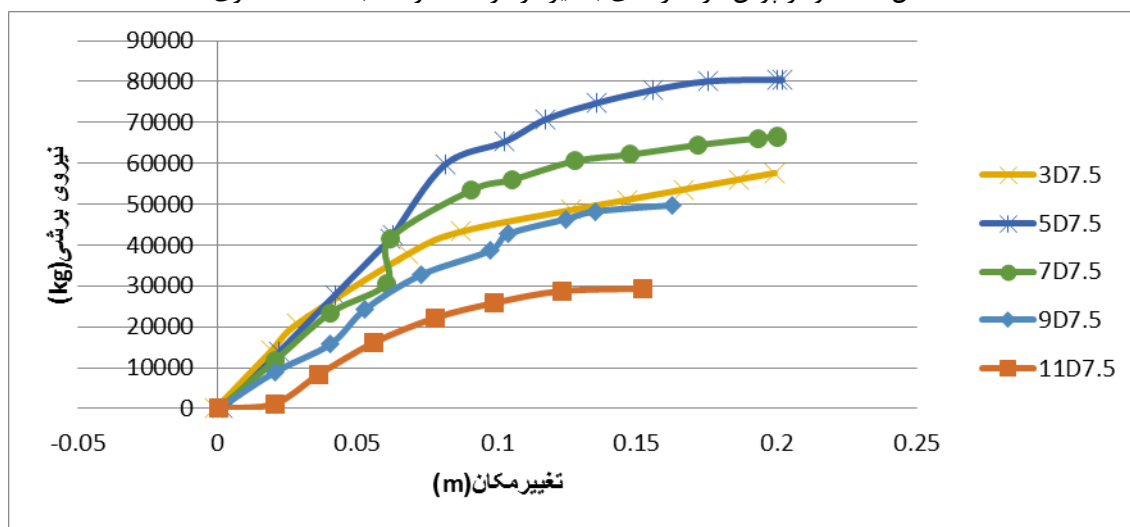
شکل ۲۸ نمودار پوش در سازه‌های بدون میراگر با دهانه ۵ متری



شکل ۲۹ نمودار پوش در سازه‌های بدون میراگر با دهانه ۷/۵ متری



شکل ۳۰ نمودار پوش در سازه‌های با میراگر در دهانه وسط با دهانه ۵ متری

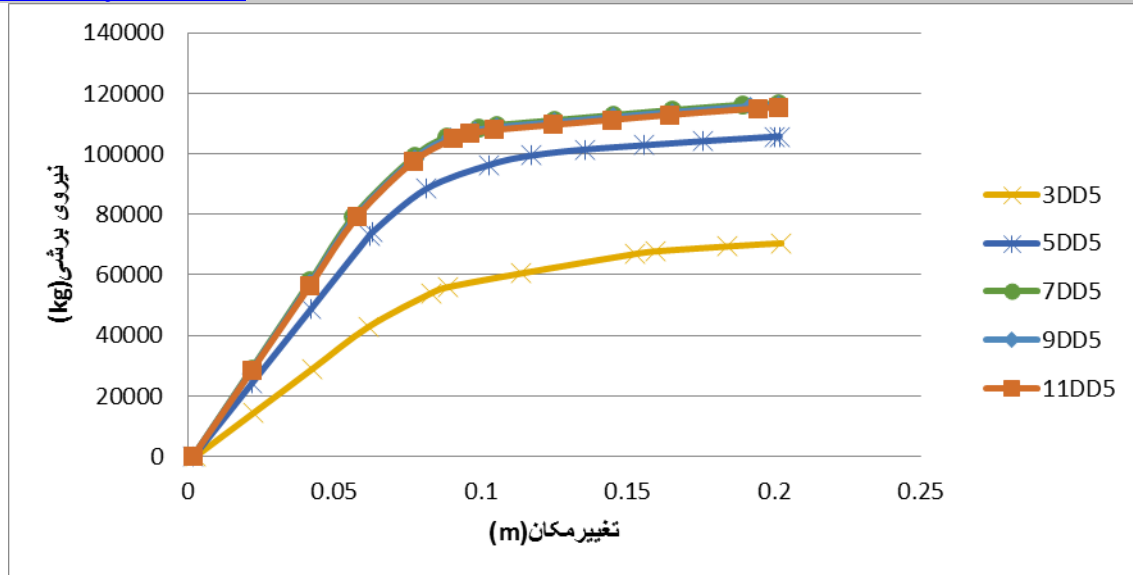


شکل ۳۱ نمودار پوش در سازه‌های با میراگر در دهانه وسط با دهانه ۷/۵ متری

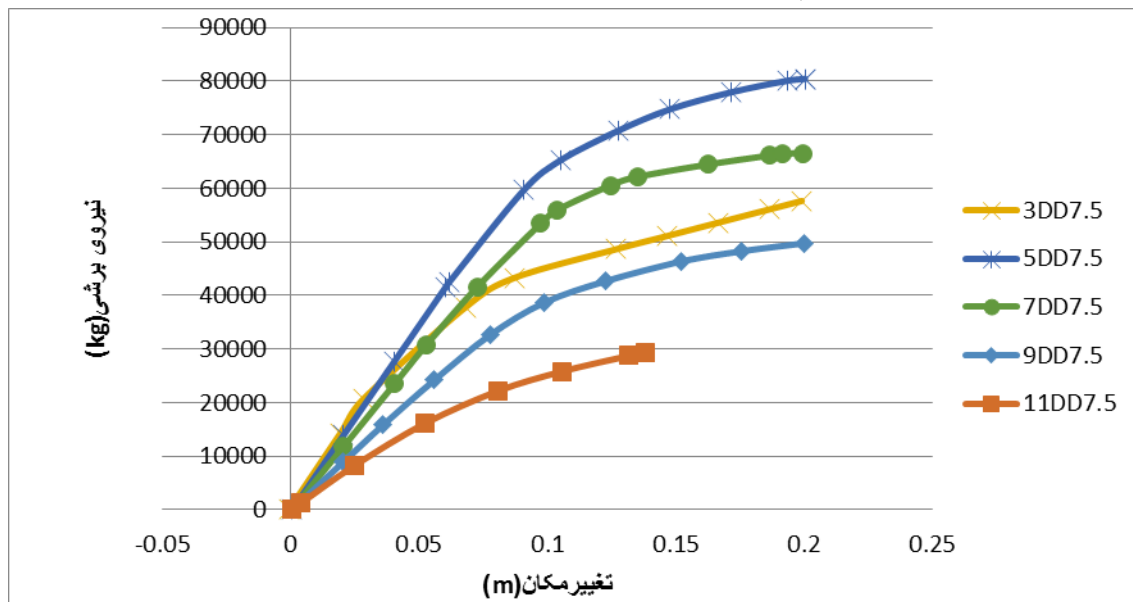
در شکل ۳۱، نتایج نمودار پوش در سازه‌های با میراگر در دهانه وسط با دهانه ۷/۵ متری نشان داده شده است. مشخص شده است که سازه ۱۱ طبقه، دارای کمترین شیب نمودار پوش بوده و پس از آن سازه ۹ طبقه قرار دارد. ضمن اینکه سازه ۵ طبقه با دهانه ۷/۵ متری، بیشترین میزان شیب نمودار پوش را داشته است.

در شکل ۳۲، نتایج نمودار پوش در سازه‌های با میراگر در دهانه‌های کناری با دهانه ۵ متری نشان داده شده است. مشخص شده است که با افزایش تعداد طبقات، شیب نمودار پوش، افزایش داشته است. و از سازه ۷ طبقه تا ۱۱ طبقه، نمودار پوش، تقریباً، روی هم افتاده اند.

در شکل ۳۳ نتایج نمودار پوش در سازه‌های با میراگر در دهانه‌های کناری با دهانه ۷/۵ متری نشان داده شده است. مشخص شده است که سازه ۱۱ طبقه، دارای کمترین شیب نمودار پوش بوده و پس از آن سازه ۹ طبقه قرار دارد. ضمن اینکه سازه ۵ طبقه با دهانه ۷/۵ متری، بیشترین میزان شیب نمودار پوش را داشته است.



شکل ۳۲ نمودار پوش در سازه‌های با میراگر در دهانه‌های کناری با دهانه ۵ متری



شکل ۳۳ نمودار پوش در سازه‌های با میراگر در دهانه‌های کناری با دهانه ۷/۵ متری

نتیجه گیری

با توجه به خروجی‌های تحلیل‌های صورت گرفته نتایج زیر بدست می‌آید. نمونه‌های دارای دو میراگر، در ناحیه غیرخطی، عملکرد بهتری را نشان داده‌اند. افزایش تعداد میراگرها در سازه، مقدار برش پایه در نقطه عملکرد و هدف سازه و زمان تناوب سازه در نقطه عملکرد را افزایش و شتاب طیفی سازه را کاهش می‌دهد. وجود میراگر موجب تولید مفاصل پلاستیک خفیف‌تر در طبقات زیرین می‌کند ولی تعداد مفاصل پلاستیک ایجاد شده در سازه‌ها را افزایش می‌دهد. سازه‌های دارای میراگر، شتاب طیفی کمتری نسبت به سازه‌های بدون میراگر دارند. وجود دو میراگر در دهانه‌های کناری موجب افزایش برش پایه و کاهش تغییرمکان سازه‌ها می‌شود. با افزایش دهانه، میزان نیروی برش پایه در سازه‌های با و بدون میراگر افزایش می‌یابد.

منابع

- باوبلی نژاد، سالار و نازک عطاری جبارزاده، ۱۳۹۳، میراگرهای ویسکوز و بررسی تأثیرگذاری عملکرد لرزه‌های آنها، همایش ملی معماری، عمران و توسعه نوین شهری، تبریز، کانون ملی انجمنهای صنفی مهندسان معمار ایران
- بختیاری قوشه بلاغ، بهرام؛ حامد حمیدی جمنانی و محمد شامخی امیری، ۱۳۹۵، ارزیابی عملکرد سازه های فولادی با پلان نامنظم مجهز به میراگر ویسکوز در برابر خرابی پیش رونده، اولین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی در مهندسی عمران (مهندسی سازه و مدیریت ساخت)، تهران، دانشگاه صنعتی شریف
- رحیمی، علی؛ رضا مراد حاصلی و علیرضا عباس زاده، ۱۳۹۴، انواع میراگرها و مقایسه و ارزیابی میراگر ویسکوز و میراگر جرمیبر پاسخ سازه، کنفرانس بین المللی عمران، معماری و زیرساخت های شهری، تبریز، دبیرخانه دائمی کنفرانس سلیمانی، مونا و محتشم محبی، ۱۳۹۴، آنالیز احتمالاتی پاسخ سازه‌ی مجهز شده به میراگر ویسکوز مایع غیر خطی، کنفرانس بین المللی عمران، معماری و زیرساخت های شهری، تبریز، دبیرخانه دائمی کنفرانس شیرزاد، نوید و امید نیرومند، ۱۳۹۴، بررسی عملکرد سازه های دارای جداساز و میراگر ویسکوز در برابر زلزله، چهارمین همایش پژوهش های نوین در علوم و فناوری، بصورت الکترونیکی، شرکت علم محوران آسمان
- عرب زاده، سیدسجاد، ۱۳۹۲، بررسی میراگرهای ویسکوز وسطح عملکردی آنها در بهسازی لرزه ای سازه ها، کنفرانس بین المللی عمران، معماری و توسعه پایدار شهری، تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
- کرلایی ملک، حامد و کمال امامی، ۱۳۹۵، ارزیابی میزان کاهش بیشینه شتاب در سازه های مجاور با استفاده از میراگر ویسکوز مشترک، همایش ملی پژوهش های کاربردی در افاق های نوین عمران و معماری، بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر
- مثنایی ستاری، سیدمهدی و جمشید صبوری، ۱۳۹۵، ارزیابی میزان کاهش پاسخ لرزه ای سازه های مجاور با استفاده از میراگر ویسکوز مشترک واقع در درز انقطاع، چهارمین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس، دانشگاه شهید بهشتی.
- مردانی، فرزاد؛ احمد ملکی و محمدعلی لطف الهی یقین، ۱۳۹۳، ارزیابی تأثیر میراگرهای ویسکوز تر پاسخ لرزه ای سازه ها تا استفاده از تحلیلتاریخچه ی زمانی غیر خطی، پنزدهمین کنفرانس دانشجویان عمران سراسر کشور، ارومیه، انجمن علمی دانشجویی عمران دانشگاه ارومیه
- نورانیان، حسن و علی همتی، ۱۳۹۵، بررسی اثر تعداد طبقات در عملکرد میراگرهای ویسکوز مایع غیر فعال، دومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین پژوهشی در مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری، تهران، کنفدراسیون بین المللی مخترعان جهان (IFIA)، دانشگاه جامع علمی کاربردی
- وائقی امیری، جواد و محمد پسندیده، ۱۳۹۲، ارزیابی توزیع انرژی در ساختمانهای مجهز به میراگرهای ویسکوز در اثر ضربه، کنفرانس بین المللی عمران، معماری و توسعه پایدار شهری، تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
- Constantinou, M.C., Symms, D., 1993, Seismic response of structures with supplemental damping, J. The Structural design of tall buildings, 2, 77- 92.
- Datta, T.D., 1996, Control of dynamic response of structures, Symposium on emerging trends in vibration and noise, Engg., 18-20.
- Murat Dicleli, Anshu Mehta, Seismic performance of chevron braced steel frames with and without viscous fluid dampers as a function of ground motion and damper characteristics, Journal of Constructional Steel Research, Volume 63, Issue 8, August 2007, Pages 1102-1115.