

بررسی تأثیر استفاده از میراگرهای لوله‌ای چند سطحی و ترکیب آن‌ها به همراه بادبند بر عملکرد سازه‌ها

نوشین رضوی دهنوی ۱

کارشناسی ارشد عمران، گرایش سازه، کارشناس معاونت شهرسازی و معماری شهرداری اصفهان
razavi427@Gmail.com

نوید بصیری

کارشناسی برنامه ریزی شهری، کارشناس معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری اصفهان
Navid.basiri@Gmail.com

مرتضی گلشانی منش

دانشجوی سال آخر دکتری عمران، گرایش مهندسی و مدیریت ساخت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
کارشناس معاونت عمران شهری شهرداری اصفهان و مدرس سازمان نظام مهندسی ساختمان و دانشگاه های آزاد و مؤسسات آموزش عالی غیر انتفاعی
Morteza_Golshanimanesh@yahoo.com

عرفان جلالی

فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، خمینی شهر، ایران
erfan_ej72@yahoo.com

سید بهزاد طلایی طباطبائی

استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، خمینی شهر، ایران
talaeetaba@iaukhsh.ac.ir

چکیده

محققین از ترکیب سیستم‌های کنترل غیرفعال با یکدیگر که دارای سختی‌های متفاوتی هستند سیستم‌های کنترل غیرفعال چند سطحی را ارائه نموده‌اند که هر سیستم به نسبت سختی خود انرژی‌های وارده را جذب و مستهلک می‌نماید. در تحقیق حاضر سیستم کنترل چند سطحی با میراگر غیرفعال لوله در لوله نوین باقابلیت تغییر سختی و جذب انرژی تحت نیروهای مختلف جهت کاهش ارتعاشات لرزه‌ای سازه‌ها و همچنین ترکیب آن‌ها به همراه بادبند مورد بررسی قرار گرفت. عملکرد آن‌ها در سازه‌های سه‌بعدی فولادی ۵، ۱۰ و ۱۵ طبقه بر روی خاک نوع یک، دو و سه در قالب پاسخ‌های لرزه‌ای سازه با انجام تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که استفاده از ترکیب میراگر و بادبند در سازه‌های فولادی ۵، ۱۰ و ۱۵ طبقه می‌تواند جایگزین مناسبی برای سیستم‌های سنتی بادبندی باشد. به عنوان مثال استفاده از میراگر لوله در لوله نسبت به سازه دوگانه در سازه‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ طبقه بر روی خاک نوع ۳ به ترتیب به‌طور میانگین باعث کاهش برش پایه به میزان ۴۵٪، ۵۱٪ و ۵۵٪ و کاهش میزان شتاب بام به میزان ۳۹٪، ۳۵٪ و ۵۰٪ گردید. سازه‌ی دارای ترکیب میراگر و بادبند، به صورتی که در طبقات پایین میراگر و در طبقات بالا دارای بادبند است نسبت به سازه دوگانه بر روی خاک نوع ۳ به‌طور میانگین باعث کاهش در برش پایه به میزان ۳۶٪، ۳۶٪ و ۴۶٪ و باعث کاهش شتاب سقف به میزان ۳۸٪، ۳۲٪ و ۴۱٪ به ترتیب در سازه‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ طبقه گردید.

واژه‌های کلیدی: میراگر لوله در لوله، تحلیل تاریخچه زمانی، سیستم کنترل غیرفعال چند سطحی، سیستم دو گانه.

۱- مقدمه:

زلزله یکی از حوادث طبیعی است که سالهاست مهندسين سازه برای حفظ سازه‌های خود در مقابل آن راهکارهای زیادی را ارائه نموده‌اند. از قدیمی‌ترین سیستم‌های کنترلی سازه‌ها، کنترل منفعل است که با اضافه کردن قطعات فرعی به سازه باعث تغییر سختی و میرایی سازه می‌شود. یکی از راهکارهای مؤثر برای حفظ ساختمان‌ها در مقابل زلزله و بهبود عملکرد لرزه‌ای سازه استفاده از میراگرهای فلزی جاری شونده است که ابتدا توسط کلی و همکاران (۱۹۷۲) مطرح گردید. پس از آن محققین در این راستا میراگرهای ADAS برگمن و ژنول ۱۹۸۷، J. TADAS (تسای و همکاران ۱۹۹۳) و پانل‌های برشی (ناکاشیما و همکاران ۱۹۹۴) را طراحی نمودند. [1-4]

نوعی میراگر به نام میراگر حلقوی توسط مالک و همکاران (۱۳۸۵) ارائه شد [۵]. این میراگر از یک حلقه با سطح مقطع مربعی از ورق‌های فولادی تشکیل شده و در محل تقاطع اعضای مهاربندهای همگرا نصب می‌گردد و با تمرکز تنش در نزدیکی محل اتصال مهاربندها به میراگر، موجب بروز کمانش‌های موضعی در این نواحی می‌گردد. در تحقیق دیگری عباس‌نیا و همکاران (۱۳۸۵) به بررسی بهبود رفتار مهاربندهای هم‌محور با استفاده از حلقه فولادی پرداختند [6].

جهت رفع مشکل ضعف اتصالات تیر به ستون در برابر زلزله، آه و همکاران (۲۰۰۹) اتصال سازه‌ای با میراگر شکافدار را پیشنهاد کردند [۷]. در تحقیق دیگر کوکن و گروگلو (۲۰۱۲) نوعی اتصال جدید مجهز به میراگر شکافدار و میراگر لاستیکی را مورد ارزیابی قرار دادند [۸]. رفتار شکل‌پذیر اتصال موجب تمرکز استهلاک انرژی و

تغییر شکل‌های پلاستیک در خود و مانع از انتقال آن به تیر و ستون شده است. زهرایی و چراغی (۱۳۹۴، ۱۳۹۵) اثر استفاده از نبشی فولادی در مهاربند شیاردار قبل از صفحه اتصال کناری جهت جلوگیری از کمانش زود هنگام آن را مورد مطالعه قرار دادند که نتایج حاکی از بهبود عملکرد لرزه‌ای و افزایش شکل‌پذیری مهاربند هم‌محور بوده است [۹ و ۱۰].

اساس طراحی سیستم‌های فوق و سایر سیستم‌های مشابه به گونه‌ای است که یک عضو (عضو فرعی و قابل تعویض) طوری طراحی می‌شوند که نقش فیوز را داشته باشند و بر اساس نحوه طراحی و مشخصات فنی خود درصدی از انرژی زلزله را با ورود به مرحله غیرخطی و تشکیل مفصل پلاستیک مستهلک نموده و از وارد شدن سایر اعضا به مرحله غیرخطی و همچنین کمانش اعضای مهاربندی جلوگیری می‌نماید.

محققین از ترکیب دو سیستم کنترل غیرفعال برای طراحی سیستم‌های کنترل غیرفعال چند سطحی استفاده نموده‌اند که هر سیستم به نسبت سختی خود انرژی‌های وارده را جذب و مستهلک می‌نماید. بالندرا و همکاران در سال ۲۰۰۱ سیستم کنترل دوسطحی متشکل از مهاربند زانویی و اتصال پیچی شیاردار را ارائه نمودند [۱۱]. تحت بارهای سرویس، اتصال پیچی شیاردار با ایجاد میرایی اصطکاکی موجب استهلاک انرژی بوده و پس از آن در زلزله‌های شدید، استهلاک انرژی از طریق تسلیم عضو زانویی انجام می‌گیرد. سیستم کنترل چند سطحی پیشنهادی در دهه گذشته توسط بسیاری از محققان بهبود یافته است در تحقیق دیگر حسینی هاشمی و علیرضایی (۱۳۹۱) به بررسی رفتار میراگر دوسطحی با ترکیب مهاربند واگرا و المان زانویی پرداختند. در نیروهای

راهکار دوم استفاده از انواع میراگرهای شکافدار درون لوله داخلی جهت افزایش سختی، مقاومت و میرایی معادل.

در مقاله حاضر برای بررسی تأثیر استفاده از میراگر لوله در لوله و ترکیب آن‌ها با بادبند، سازه‌های سه‌بعدی فولادی ۵، ۱۰ و ۱۵ طبقه در نرم‌افزار **sap 2000 [16]** مدل‌سازی شد و پاسخ لرزه‌ای آن‌ها تحت سه رکورد زلزله موردبررسی و تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی مودال قرار گرفت سپس پاسخ‌های آن‌ها با سازه قاب خمشی متوسط، سازه دوگانه قاب خمشی متوسط به‌اضافه مهاربند همگرای ویژه مقایسه و گزارش شد. سازه‌های فوق بر روی خاک نوع یک، دو و سه مدل شدند و هر گروه سازه شامل شش مدل می‌باشند که برای مثال مدل‌های سازه ۵ طبقه بر روی خاک نوع یک به شرح ذیل است:

سازه با قاب خمشی متوسط، سازه دارای میراگر لوله در لوله، سازه دارای بادبند، سازه با ترکیب میراگر و بادبند در طبقات به صورتی که در طبقات پایین میراگر و در طبقات بالا بادبند مدل شد، سازه با ترکیب میراگر و بادبند در طبقات به صورتی که در طبقات پایین بادبند و در طبقات بالا میراگر مدل شد، سازه با ترکیب میراگر و بادبند در طبقات.

پایین المان زانویی موجب استهلاک انرژی گردیده و در نیروهای بالاتر، مهاربند و اگر موجب جذب انرژی زلزله می‌گردد [۱۲]. همچنین زهرایی و وثوق (۲۰۱۳) تحقیقاتی بر روی سیستم دوسطحی با استفاده از ترکیب تیر پیوند قائم و المان زانویی انجام دادند [۱۳]. تشکیل مفاصل پلاستیک در طول تیر پیوند قائم تحت نیروهای خفیف موجب افزایش استهلاک انرژی سیستم بوده و در طی نیروهای شدید، تغییر شکل‌های پلاستیک المان زانویی سبب افزایش شکل‌پذیری و بهبود عملکرد لرزه‌های سیستم می‌گردد.

اخیراً زهرایی و چراغی (۲۰۱۶) میراگر تسلیمی چند سطحی لوله‌ای نوآورانه‌ای پیشنهاد نموده‌اند [۱۴]. میراگر فوق از دو یا چند لوله فولادی تودرتو تشکیل شده که با تغییر پارامترهای رفتاری مانند مقاومت، سختی و نسبت میرایی برای جذب انرژی زلزله در زلزله‌های متوسط تا شدید قابل استفاده است.

همچنین زهرایی و چراغی (۲۰۱۷) دو راهکار جهت ارتقای ویژگی‌های رفتاری میراگر پیشنهادی فوق ارائه نمودند [۱۵]. راهکار اول استفاده از هسته فلزی درون لوله داخلی جهت افزایش میرایی با استفاده از فلزاتی نظیر سرب و روی و

۲- کلیات و روش انجام تحقیق:

متن در این بخش تأثیر میراگر، بادبند و ترکیب میراگر و بادبند در پاسخ لرزه‌ای سازه‌های فولادی سه‌بعدی مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور ساختمان‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ طبقه به ترتیب به‌عنوان نماینده ساختمان‌های کوتاه، متوسط و بلند مطابق با مبحث دهم مقررات ملی ساختمان و ضوابط ویرایش چهار استاندارد ۲۸۰۰ ایران طراحی و سپس تحت تحلیل تاریخیچه زمانی غیرخطی مودال قرار گرفت [۱۷ و ۱۸]. سازه‌های فوق بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳، با خطر نسبی متوسط و کاربری مسکونی طراحی شده‌اند. در کلیه سازه‌ها تحت عنوان Bare frame در هر دو جهت X و Y از سیستم باربر جانبی قاب خمشی فولادی متوسط برای طراحی استفاده گردید و همچنین برای سازه‌های دارای بادبند و ترکیب میراگر و بادبند، در جهت X از سیستم دوگانه قاب خمشی متوسط به‌اضافه مهاربند همگرای ویژه و در جهت Y از سیستم قاب خمشی فولادی متوسط برای طراحی استفاده شده است.

سازه‌ها برای مدل‌سازی در نه گروه دسته‌بندی شدند که هر گروه شامل شش مدل بوده و در مجموع ۵۴ سازه مدل‌سازی شدند که به شرح ذیل می‌باشند:

- گروه اول: سازه ۵ طبقه فولادی منظم در پلان واقع بر روی خاک نوع یک.
- گروه دوم: سازه ۵ طبقه فولادی منظم در پلان واقع بر روی خاک نوع دو.
- گروه سوم: سازه ۵ طبقه فولادی منظم در پلان واقع بر روی خاک نوع سه.
- گروه چهارم: سازه ۱۰ طبقه فولادی منظم در پلان واقع بر روی خاک نوع یک.
- گروه پنجم: سازه ۱۰ طبقه فولادی منظم در پلان واقع بر روی خاک نوع دو.
- گروه ششم: سازه ۱۰ طبقه فولادی منظم در پلان واقع بر روی خاک نوع سه.
- گروه هفتم: سازه ۱۵ طبقه فولادی نامنظم در پلان واقع بر روی خاک نوع یک.
- گروه هشتم: سازه ۱۵ طبقه فولادی نامنظم در پلان واقع بر روی خاک نوع دو.
- گروه نهم: سازه ۱۵ طبقه فولادی نامنظم در پلان واقع بر روی خاک نوع سه.

نام‌گذاری‌ها شامل ۴ کاراکتر می‌باشند: □.□.□.□.

- (۱) کاراکتر اول از سمت چپ نشان‌دهنده تعداد طبقات است (۵، ۱۰ و ۱۵ طبقه).
- (۲) کاراکتر دوم از سمت چپ نشان‌دهنده منظمی (R) یا نامنظمی (I) سازه است.
- (۳) کاراکتر سوم از سمت چپ نشان‌دهنده نوع سازه است:

(۳-۱) اندیس Bf نشان‌دهنده Bare frame است.

(۳-۲) اندیس WD نشان‌دهنده with damper است.

(۳-۳) اندیس WB نشان‌دهنده with brace است.

(۳-۴) اندیس CD و CB نشان‌دهنده ترکیب میراگر و بادبند در ارتفاع است؛ اگر بعد از حرف C حرف D اول بیاید نشانگر این است که در سازه ۵ طبقه ۳ طبقه پایین دارای میراگر، در سازه ۱۰ طبقه ۵ طبقه پایین دارای میراگر و در سازه ۱۵ طبقه ۸ طبقه پایین دارای میراگر است و سایر

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

طبقات بالایی دارای بادبند می باشد. اگر بعد از حرف C حرف B اول بیاید نشانگر این است که در سازه ۵ طبقه ۳ طبقه پایین دارای بادبند، در سازه ۱۰ طبقه ۵ طبقه پایین دارای بادبند و در سازه ۱۵ طبقه ۸ طبقه پایین دارای بادبند است و سایر طبقات بالا از میراگر استفاده شده است.

۳-۵) اندیس CP نشان دهنده ترکیب میراگر و بادبند در طبقات است.

۴) کاراکتر چهارم از سمت چپ نشان دهنده نوع خاک (۱، ۲ و ۳) است.

سازه های گروه یک به شرح زیر می باشند:

سازه ۵ طبقه فولادی منظم با سیستم باربر جانبی قاب خمشی متوسط واقع بر روی خاک نوع یک (5.R.Bf.1)، (Error! Reference source not found.).

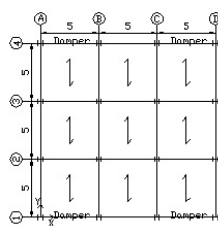
سازه ۵ طبقه فولادی منظم دارای میراگر واقع بر روی خاک نوع یک (5.R.WD.1)، (Error! Reference source not found.).

سازه ۵ طبقه فولادی منظم دارای بادبند قطری واقع بر روی خاک نوع یک (5.R.WB.1)، (Error! Reference source not found.).

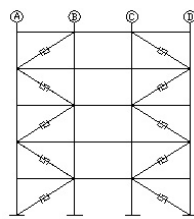
سازه ۵ طبقه فولادی منظم با ترکیب میراگر و بادبند در ارتفاع واقع بر روی خاک نوع یک (5.R.CD.1)، (Error! Reference source not found.).

سازه ۵ طبقه فولادی منظم با ترکیب میراگر و بادبند در ارتفاع واقع بر روی خاک نوع یک (5.R.CB.1)، (Error! Reference source not found.).

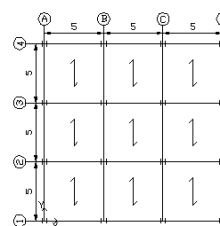
سازه ۵ طبقه فولادی منظم با ترکیب میراگر و بادبند در طبقات واقع بر روی خاک نوع یک (5.R.CP.1)، (Error! Reference source not found.).



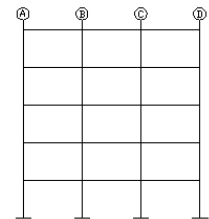
(a)



(b)



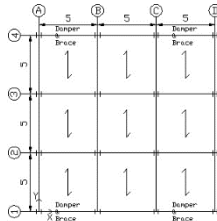
(a)



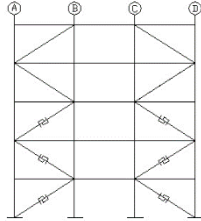
(b)

شکل ۲: قاب محور ۱ و ۴، a: پلن 5.R.WD.1

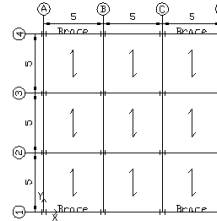
شکل ۱: قاب محور ۱ و ۴، a: پلن 5.R.Bf.1



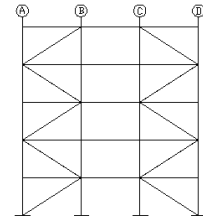
(a)



(b)



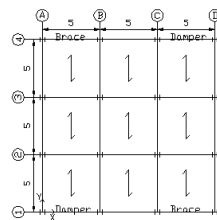
(a)



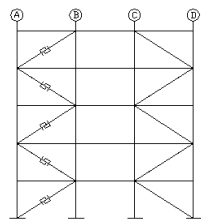
(b)

شکل ۴: قاب محور ۱ و ۴، a: پلن 5.R.CD.1

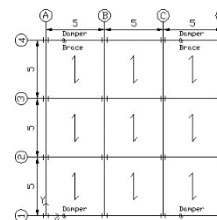
شکل ۳: قاب محور ۱ و ۴، a: پلن 5.R.WB.1



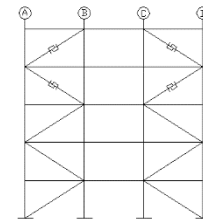
(a)



(b)



(a)



(b)

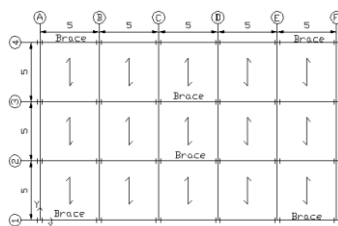
شکل ۶: قاب محور ۱، a: پلن 5.R.CP.1

شکل ۵: قاب محور ۱ و ۴، a: پلن 5.R.CB.1

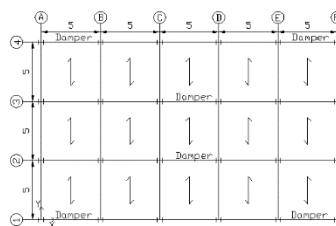
پلان سازه‌ها برای هر سه نوع خاک یکسان می‌باشند ولی مشخصات تیر و ستون آن‌ها با توجه به طراحی‌های انجام شده متفاوت است.

در Error! Reference source not found. تا Error! Reference source not found. پلن سازه‌های ۱۰ طبقه نشان

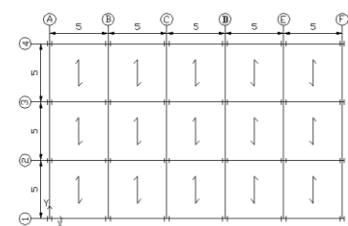
داده شده است.



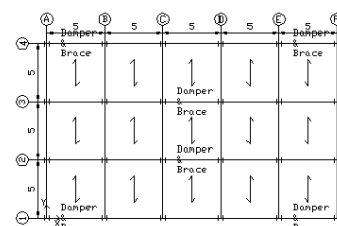
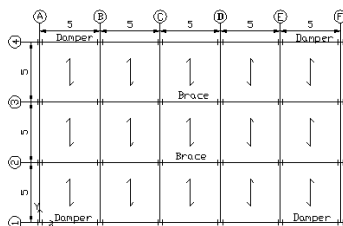
شکل ۹: پلن سازه 10.R.WB.1



شکل ۸: پلن سازه 10.R.WD.1



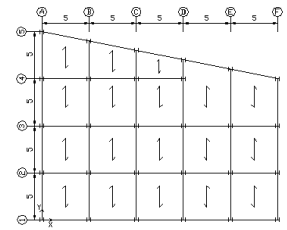
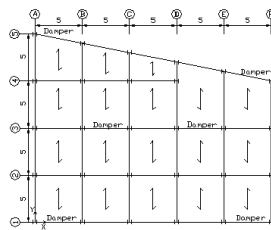
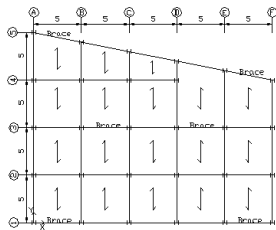
شکل ۷: پلن سازه 10.R.Bf.1



شکل ۱۱: پلن سازه 10.R.CP.1

شکل ۱۰: پلن سازه 10.R.CD.1 و 10.R.CB.1

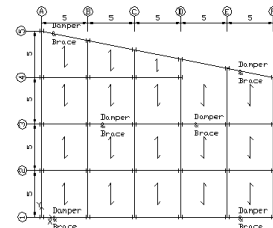
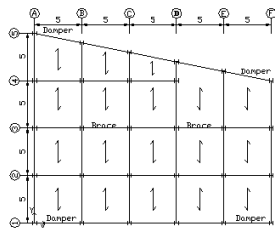
در **Error! Reference source not found.** پلن سازه‌های ۱۵ طبقه نشان داده شده است.



شکل ۱۴: پلن سازه 15.I.WB.1

شکل ۱۳: پلن سازه 15.I.WD.1

شکل ۱۲: پلن سازه 15.I.Bf.1



شکل ۱۶: پلن سازه 15.I.CP.1

شکل ۱۵: پلن سازه 15.I.CB.1 و 15.I.CD.1

ارتفاع کلیه طبقات ۳/۲ متر بوده و بارگذاری مرده و زنده به ترتیب ۵۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع اعمال گردید. فولاد مورد استفاده در سازه‌های فولادی از نوع ST37 با تنش تسلیم ۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتی مترمربع، مدول الاستیسیته 2×10^6 کیلوگرم بر سانتی مترمربع و ضریب پواسون 0.3 انتخاب گردید. همچنین جهت مدل‌سازی تیرها از مقاطع IPE و برای ستون‌ها از مقاطع IPB استفاده شد.

۲-۱- رکوردهای زلزله انتخابی:

جهت تحلیل تاریخچه زمانی از ۳ شتاب‌نگاشت با شتاب حداکثر، مدت تداوم و محتوای فرکانسی متفاوت مطابق با **Error! Reference source not found.** استفاده و طیف‌های پاسخ هریک از شتاب‌نگاشت‌های مذکور مطابق با **Error! Reference source not found.** رسم گردید [۱۹ و ۲۰].

بر طبق استاندارد ۲۸۰۰، شتاب‌نگاشت‌های اعمالی به روش زیر به مقیاس درآورده شدند:

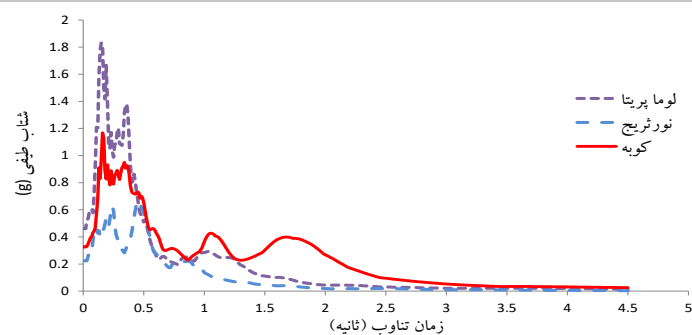
ابتدا هر زوج شتاب‌نگاشت به مقدار حداکثر خود مقیاس شدند. بدین معنی که حداکثر شتاب در مؤلفه‌ای که دارای بیشینه بزرگ‌تری بود، برابر با شتاب ثقل g گردید. طیف پاسخ شتاب هریک از زوج شتاب‌نگاشت‌های مقیاس شده با منظور کردن نسبت میرایی ۵٪ تعیین شدند. طیف‌های پاسخ هر زوج شتاب‌نگاشت با استفاده از روش جذر مجموع مربعات با یکدیگر ترکیب شد و یک طیف ترکیبی واحد برای هر زوج ساخته شد.

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

سپس طیف‌های پاسخ ترکیبی در محدوده‌ی زمانی ۰/۲ تا ۱/۵ برابر زمان تناوب سازه با طیف طرح استاندارد مقایسه گردید. نهایتاً ضریب مقیاس طوری انتخاب شد که در محدوده‌ی مذکور، مقادیر متوسط طیف جذر مجموع مربعات مربوط به تمام زوج مؤلفه‌ها، بیش از ده درصد از ۱/۳ برابر مقدار متناظر طیف طرح استاندارد کمتر نشود؛ و با ضرب، ضریب مقیاس مذکور در شتاب‌نگاشت‌ها از آن‌ها در تحلیل تاریخیچه زمانی استفاده شد.

جدول ۱: مشخصات رکوردهای مورد استفاده

مدت تداوم (ثانیه)	PGA(g)	ایستگاه	سال	زلزله
۳۰	۰/۲۲۱	LaCrescenta - New York	۱۹۹۴	نورتریج
۴۰	۰/۴۶	UCSC Lick Observatory	۱۹۸۹	لوماپریتا
۴۱	۰/۳۲۴	Kakogawa	۱۹۹۵	کوبه



شکل ۱۷: طیف پاسخ شتاب‌نگاشت‌های اعمالی مقیاس نشده

۲-۲- مدل سازی میراگر لوله در لوله در نرم افزار SAP 2000 :

برای مدل‌سازی میراگر لوله در لوله در نرم‌افزار SAP 2000 گزینه لینک و پس از آن گزینه لینک پلاستیک چندخطی انتخاب گردید سپس تیک گزینه U1 و گزینه غیرخطی فعال شد پس از آن در قسمت تغییر مشخصات در جهت U1 کلیک شد و در جدول موجود که مربوط به مشخصات منحنی نیرو- جابجایی است؛ منحنی نیرو- جابجایی مطابق با منحنی‌های هیستریزس استخراج شده از تحلیل عددی و نمونه‌های آزمایشگاهی زهرایی و چراغی که در **Error! Reference source not found.** و **Error! Reference source not found.** آزمون‌شان داده شده است استفاده گردید. در قسمت سختی مؤثر خطی از سختی اولیه مطابق **Error! Reference source not found.** استفاده شد و همچنین ویژگی کینماتیک انتخاب گردید [۲۱].

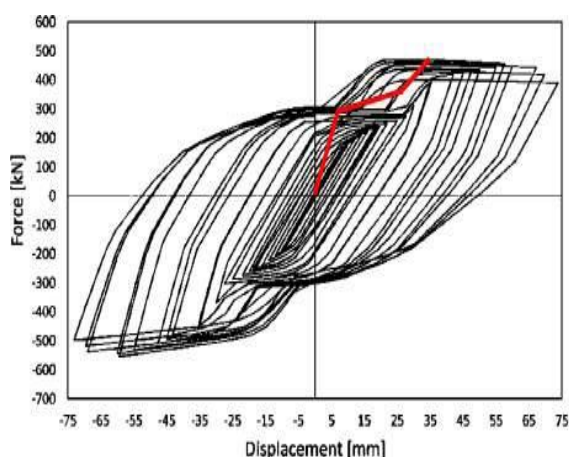
جدول ۲: نمونه میراگرهای دوسطحی مورد استفاده [۲۱]

طول میراگر (میلی متر)	نسبت قطر به ضخامت لوله داخلی	نسبت قطر به ضخامت لوله خارجی	نسبت قطر لوله خارجی به داخلی	ضخامت لوله داخلی (میلی متر)	ضخامت لوله خارجی (میلی متر)	قطر لوله داخلی (میلی متر)	قطر لوله خارجی (میلی متر)	شماره نمونه
۲۰۰	۲۱/۶	۲۰/۳	۱/۸۸	۱۵	۳۰	۳۲۰	۶۱۰	۱
۲۰۰	۲۱	۲۰/۳	۲/۴۲	۸	۲۰	۱۶۸	۴۰۶	۲

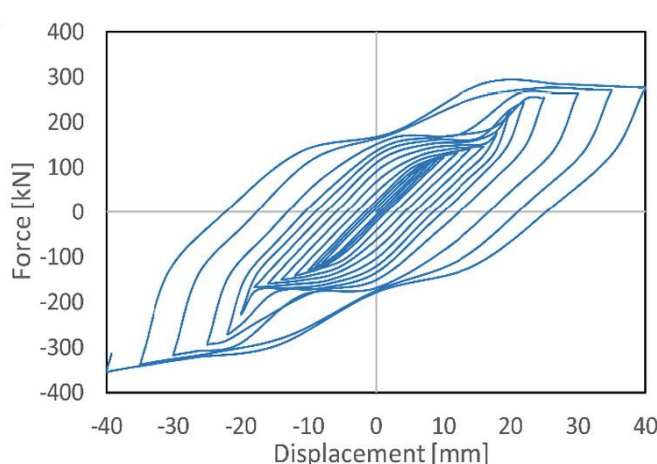
جدول ۳: پارامترهای رفتاری میراگر دوسطحی

نسبت شکل پذیری	تغییر مکان نهایی (میلی متر)	تغییر مکان تسلیم (میلی متر)	نسبت سختی ثانویه به اولیه	سختی ثانویه (کیلو نیوتن بر میلی متر)	سختی اولیه (کیلو نیوتن بر میلی متر)	شماره نمونه
۱۰/۱۹	۷۴/۹	۷/۳۵	۰/۷۵	۱۳/۹	۱۸/۵۷	۱
۱۱/۱۷	۲۶۴/۳۹	۵/۴۶	۰/۶۹	۱۳/۴۳	۱۹/۴	۲

نمودار هیستریزس نمونه های ۱ و ۲ مطابق نتایج زهرایی و چراغی [۲۱] به ترتیب در **Error! Reference source not found.** و **Error! Reference source not found.** نشان داده شده است.



شکل ۱۹: نمودار هیستریزس نمونه ۱ [۲۱]



شکل ۱۸: نمودار هیستریزس نمونه ۲ [۲۱]

۳- تحلیل نتایج:

Error! Reference source not found. و **Error! Reference source not found.** مربوط به تأثیر میراگر بر میزان برش

پایه سازه‌های سه‌بعدی فولادی ۵ طبقه تحت سه رکورد زلزله نورتریج، لوماپریتا و کوبه بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳ است. با توجه به نتایج موجود در جداول مشاهده می‌شود که استفاده از میراگر لوله در لوله باعث کاهش در پاسخ‌های سازه گردیده و میزان کاهش متأثر از مشخصات فنی میراگر، تعداد و نحوه چیدمان در سازه خواهد بود. لازم به ذکر است که منظور از افزایش یا کاهش در میزان برش پایه، شتاب و دررفت، افزایش یا کاهش نسبت به حالت سازه قاب خمشی متوسط است که در جداول با W/B نشان داده شده است.

همچنین ستون W/Br در جداول نشان‌دهنده نسبت پاسخ سازه‌ها (برش پایه، شتاب و دررفت) به سازه قاب خمشی متوسط به‌اضافه مهاربند همگرای ویژه است.

مطابق جداول میانگین برش پایه سازه 5.R.WD نسبت به سازه 5.R.Bf حدود ۱۹٪، ۲۵٪ و ۳۰٪ به ترتیب بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳ کاهش یافته است.

Error! Reference source not found. و **Error! Reference source not found.** به ترتیب نمودار میله‌ای میانگین

نسبت W/B و W/Br برش پایه سه زلزله بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳ را نشان می‌دهد. مطابق جداول و نمودارهای زیر استفاده از میراگر در سازه و یا ترکیب میراگر و بادبند در سازه باعث کاهش برش پایه نسبت به سازه دوگانه خواهد شد. میانگین نسبت برش پایه سازه 5.R.WD به 5.R.WB حدود ۳۱٪، ۲۷٪ و ۴۵٪ به ترتیب بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳ کاهش یافت. در سازه ترکیبی 5.R.CD نسبت به 5.R.WB میانگین برش پایه دارای کاهشی به میزان ۲۳٪، ۱۸٪ و ۳۵٪ و همچنین سازه 5.R.CP نسبت به 5.R.WB برش پایه را ۱۴٪، ۱۷٪ و ۲۵٪ به ترتیب بر روی هر سه نوع خاک یک، دو و سه کاهش داده‌اند.

جدول ۵: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

زلزله	نوع سازه	برش پایه ton	W/B	W/Br
نورتریج	5.R.Bf.2	۲۹۵/۷۳	---	---
	5.R.WD.2	۲۱۶/۸۶	۰/۷۳	۰/۵۶
	5.R.WB.2	۳۸۱/۲۴	۱/۲۸	۱
	5.R.CD.2	۲۷۶/۱	۰/۹۳	۰/۷۲
	5.R.CB.2	۲۶۲/۸	۰/۸۸	۰/۶۸

جدول ۴: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

زلزله	نوع سازه	برش پایه ton	W/B	W/Br
نورتریج	5.R.Bf.1	۱۹۰/۷۶	---	---
	5.R.WD.1	۱۶۶/۳۴	۰/۸۷	۰/۵۸
	5.R.WB.1	۲۸۶/۰۲	۱/۴۹	۱
	5.R.CD.1	۲۰۷/۵۶	۱/۰۸	۰/۷۲
	5.R.CB.1	۲۰۶/۲۲	۱/۰۸	۰/۷۲

۰/۸۵ ۱/۰۹ ۳۲۴/۲۸ 5.R.CP.2 ۰/۸۳ ۱/۲۴ ۲۳۷/۹۴ 5.R.CP.1

جدول ۲: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	---	۲۱۴/۵۵	5.R.Bf.1	لوماپرینا
۰/۹	۰/۷۵	۱۶۲/۱۴	5.R.WD.1	
۱	۰/۸۳	۱۸۰/۱۴	5.R.WB.1	
۰/۸۵	۰/۷۱	۱۵۳/۷۲	5.R.CD.1	
۰/۹۴	۰/۷۹	۱۷۰/۱۲	5.R.CB.1	
۰/۹۵	۰/۸	۱۷۱/۷۵	5.R.CP.1	

جدول ۶: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	---	۴۵۵/۹۲	5.R.Bf.3	نورثریج
۰/۵۴	۰/۷۳	۳۳۵/۳۳	5.R.WD.3	
۱	۱/۳۵	۶۱۷/۶	5.R.WB.3	
۰/۶	۰/۸۱	۳۷۳/۱۷	5.R.CD.3	
۰/۶۹	۰/۹۳	۴۲۸/۰۹	5.R.CB.3	
۰/۷۹	۱/۰۷	۴۹۰/۲۶	5.R.CP.3	

جدول ۹: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	---	۳۷۵/۵۱	5.R.Bf.3	لوماپرینا
۰/۶	۰/۷	۲۶۴/۹۶	5.R.WD.3	
۱	۱/۱۵	۴۳۴/۶۶	5.R.WB.3	
۰/۶۷	۰/۷۷	۲۹۲/۲۲	5.R.CD.3	
۰/۷۲	۰/۸۴	۳۱۶/۱۳	5.R.CB.3	
۰/۷۴	۰/۸۶	۳۲۵/۲۸	5.R.CP.3	

جدول ۸: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	---	۲۸۲/۳۶	5.R.Bf.2	لوماپرینا
۰/۸۹	۰/۷۵	۲۱۲/۷۵	5.R.WD.2	
۱	۰/۸۴	۲۳۸/۷۵	5.R.WB.2	
۱/۱۳	۰/۹۵	۲۷۰/۴۶	5.R.CD.2	
۱/۰۵	۰/۸۹	۲۵۱/۵۲	5.R.CB.2	
۰/۸۷	۰/۷۳	۲۰۸/۹۱	5.R.CP.2	

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

جدول ۱۱: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	---	۴۴۳/۵۱	5.R.Bf.2	کوبه
۰/۷۳	۰/۷۹	۳۵۱/۶۷	5.R.WD.2	
۱	۱/۰۸	۴۷۹/۶۸	5.R.WB.2	
۰/۹۲	۰/۹۹	۴۴۲/۲۴	5.R.CD.2	
۰/۷۲	۰/۷۸	۳۴۷/۷۸	5.R.CB.2	
۰/۷۶	۰/۸۲	۳۶۷/۰۹	5.R.CP.2	

جدول ۱۰: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

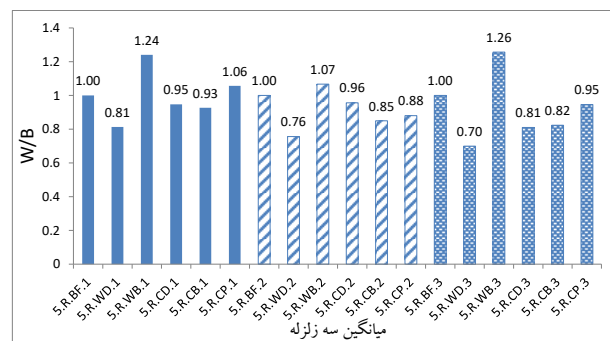
سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	---	۲۵۹/۸۱	5.R.Bf.1	کوبه
۰/۵۸	۰/۸۲	۲۱۵/۲۵	5.R.WD.1	
۱	۱/۴	۳۶۵/۰۵	5.R.WB.1	
۰/۷۴	۱/۰۵	۲۷۳/۴۶	5.R.CD.1	
۰/۶۵	۰/۹۱	۲۳۷/۳	5.R.CB.1	
۰/۸	۱/۱۳	۲۹۴/۴۹	5.R.CP.1	

جدول ۱۲: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	---	۶۴۸/۲۱	5.R.Bf.3	کوبه
۰/۵۲	۰/۶۷	۴۳۷/۰۳	5.R.WD.3	
۱	۱/۲۷	۸۲۷/۱۲	5.R.WB.3	
۰/۶۶	۰/۸۵	۵۵۳/۶۴	5.R.CD.3	
۰/۵۵	۰/۷	۴۵۶/۴۹	5.R.CB.3	
۰/۷۱	۰/۹۱	۵۹۵/۳۵	5.R.CP.3	



شکل ۲۱: نمودار میانگین نسبت W/B برش پایه سه زلزله، بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳



شکل ۲۰: نمودار میانگین نسبت W/B برش پایه سه زلزله، بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳

همان طور که از **Error! Reference source not found.** تاجدول ۸ که مربوط به تأثیر میراگر لوله در لوله بر شتاب سقف است؛ مشاهده می شود، استفاده از سازه دارای میراگر (5.R.WD) نسبت به سازه قاب خمشی متوسط (5.R.Bf) به طور میانگین باعث کاهش شتاب سقف به میزان ۱۵٪، ۲۸٪ و ۲۶٪ به ترتیب بر روی هر سه خاک ۱ تا ۳ گردید. همچنین استفاده از سازه 5.R.WD نسبت به 5.R.WB باعث کاهش میانگین شتاب به میزان ۳۱٪، ۳۹٪ و ۳۹٪ به ترتیب بر روی خاک ۱، ۲ و ۳ شده است. کلیه سازه های ترکیبی نسبت به 5.R.WB شتاب سقف را کاهش داده اند که در بین آن ها سازه 5.R.CD دارای بیش ترین کاهش شتاب به میزان ۲۴٪، ۳۲٪ و ۳۸٪ می باشد.

جدول ۱: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s ²	W/B	W/Br
نورتریج	5.R.Bf.2	۱۰/۶۶	---	---
	5.R.WD.2	۶/۱۳	۰/۵۷	۰/۵۴
	5.R.WB.2	۱۱/۱۶	۱/۰۴	۱
	5.R.CD.2	۵/۸۶	۰/۵۴	۰/۵۲
	5.R.CB.2	۷/۲	۰/۶۷	۰/۶۴
	5.R.CP.2	۹/۳۶	۰/۸۷	۰/۸۳

جدول ۱۳: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s ²	W/B	W/Br
نورتریج	5.R.Bf.1	۶/۷۹	---	---
	5.R.WD.1	۴/۳۸	۰/۶۴	۰/۴۹
	5.R.WB.1	۸/۸۵	۱/۰۳	۱
	5.R.CD.1	۴/۴۳	۰/۶۵	۰/۵
	5.R.CB.1	۵/۵۶	۰/۸۱	۰/۶۲
	5.R.CP.1	۶/۸۵	۱/۰۰۸	۰/۷۷

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

جدول ۳: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱

زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s^2	W/B	W/Br
لوماپریتا	5.R.Bf.1	۵/۴۲	-----	----
	5.R.WD.1	۵/۹۱	۰/۹	۰/۹۳
	5.R.WB.1	۶/۳۳	۱/۱۶	۱
	5.R.CD.1	۶/۷۳	۱/۲۴	۱/۰۶
	5.R.CB.1	۶/۵۶	۱/۲۱	۱/۰۳
	5.R.CP.1	۶/۰۹	۱/۱۲	۰/۹۶

جدول ۲: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳

زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s^2	W/B	W/Br
نورثریج	5.R.Bf.3	۱۲/۰۶	-----	----
	5.R.WD.3	۹/۸۴	۰/۸۱	۰/۵۸
	5.R.WB.3	۱۶/۸۵	۱/۳۹	۱
	5.R.CD.3	۹/۷۶	۰/۸	۰/۵۷
	5.R.CB.3	۱۵/۱۷	۱/۲۵	۰/۹
	5.R.CP.3	۱۵/۶۹	۱/۳	۰/۹۳

جدول ۵: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳

زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s^2	W/B	W/Br
لوماپریتا	5.R.Bf.3	۱۴/۳	-----	----
	5.R.WD.3	۱۰/۵۳	۰/۷۳	۰/۷۹
	5.R.WB.3	۱۳/۲۲	۰/۹۲	۱
	5.R.CD.3	۱۰/۸۹	۰/۷۶	۰/۸۲
	5.R.CB.3	۱۱/۲۹	۰/۷۸	۰/۸۵
	5.R.CP.3	۱۰/۷۹	۰/۷۵	۰/۸۱

جدول ۴: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲

زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s^2	W/B	W/Br
لوماپریتا	5.R.Bf.2	۶/۶۷	-----	----
	5.R.WD.2	۵/۵۹	۰/۸۳	۰/۶۴
	5.R.WB.2	۸/۶۷	۱/۲۹	۱
	5.R.CD.2	۷/۸۱	۱/۱۷	۰/۹
	5.R.CB.2	۹/۷۵	۱/۴۶	۱/۱۲
	5.R.CP.2	۷/۲۶	۱/۰۸	۰/۸۳

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

جدول ۷: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
W/Br	W/B	شتاب سقف m/s ²	نوع سازه	زلزله
---	---	۱۱/۳۹	5.R.Bf.2	کوبه
۰/۶۶	۰/۷۶	۸/۶۶	5.R.WD.2	
۱	۱/۱۳	۱۲/۹۸	5.R.WB.2	
۰/۶۳	۰/۷۲	۸/۲۱	5.R.CD.2	
۰/۶۴	۰/۷۳	۸/۳۳	5.R.CB.2	
۰/۸	۰/۹۲	۱۰/۵۱	5.R.CP.2	

جدول ۶: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

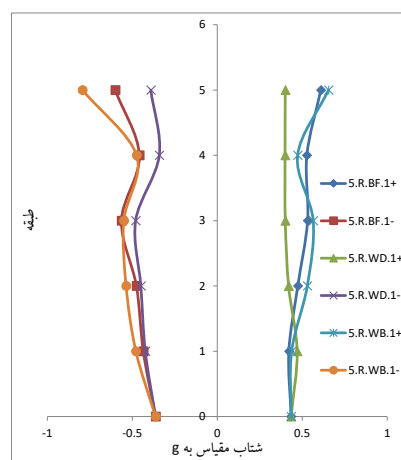
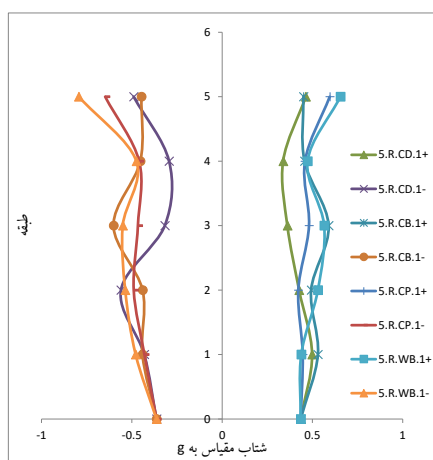
سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
W/Br	W/B	شتاب سقف m/s ²	نوع سازه	زلزله
---	---	۶/۶۷	5.R.Bf.1	کوبه
۰/۶۶	۰/۸۱	۵/۴۴	5.R.WD.1	
۱	۱/۲۲	۸/۱۶	5.R.WB.1	
۰/۷۱	۰/۸۷	۵/۸۵	5.R.CD.1	
۰/۸	۰/۹۸	۶/۵۷	5.R.CB.1	
۰/۹۱	۱/۱۱	۷/۴۶	5.R.CP.1	

جدول ۸: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

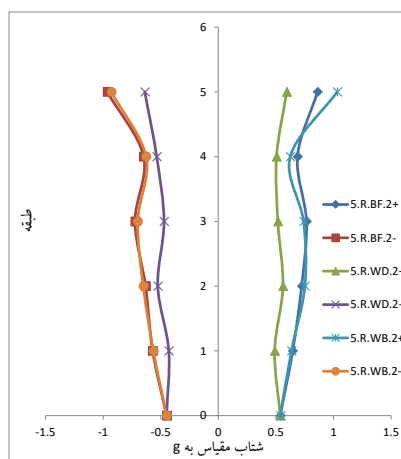
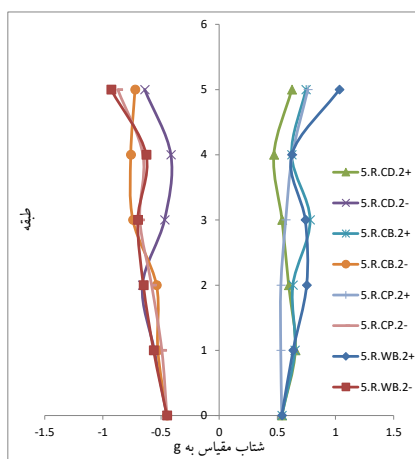
سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
W/Br	W/B	شتاب سقف m/s ²	نوع سازه	زلزله
---	---	۱۴/۶۲	5.R.Bf.3	کوبه
۰/۴۵	۰/۶۷	۹/۸۶	5.R.WD.3	
۱	۱/۴۸	۲۱/۷۶	5.R.WB.3	
۰/۴۷	۰/۷	۱۰/۲۸	5.R.CD.3	
۰/۷۵	۱/۱۲	۱۶/۴۳	5.R.CB.3	
۰/۶۶	۰/۹۸	۱۴/۴۳	5.R.CP.3	

Error! Reference source not found. تا Error! Reference source not found. نشان دهنده نمودار میانگین تغییرات

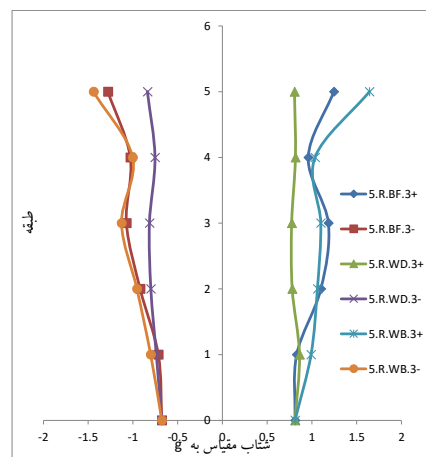
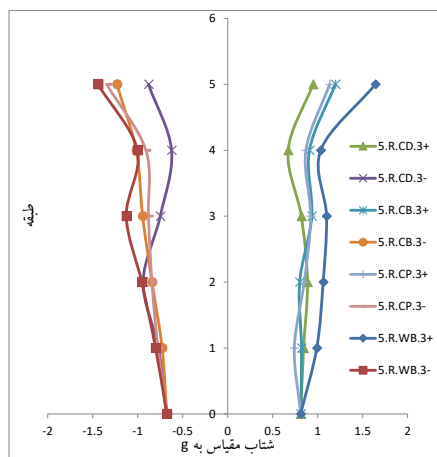
شتاب در ارتفاع تحت تحلیل تاریخچه زمانی سه زلزله بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳ است. همان طور که از نمودارها مشاهده می شود استفاده از میراگر و ترکیب میراگر و بادبند باعث کاهش میانگین شتاب در ارتفاع بر روی هر سه خاک گردیده است. همه ی نمودارهای میانگین تغییرات شتاب در ارتفاع به g مقیاس شده اند.



شکل ۲۲: نمودار میانگین تغییرات شتاب در ارتفاع تحت تحلیل تاریخچه زمانی سه زلزله بر روی خاک نوع ۱



شکل ۲۳: نمودار میانگین تغییرات شتاب در ارتفاع تحت تحلیل تاریخچه زمانی سه زلزله بر روی خاک نوع ۲



شکل ۲۴: نمودار میانگین تغییرات شتاب در ارتفاع تحت تحلیل تاریخچه زمانی سه زلزله بر روی خاک نوع ۳

با توجه به نتایج موجود در جدول ۹ تا جدول ۱۶ که مربوط به تأثیر میراگر بر دررفت سازه است؛ مشاهده می شود که استفاده از سازه 5.R.WD نسبت به 5.R.Bf به طور میانگین باعث کاهش دررفت به میزان ۴۲٪، ۲۷٪ و ۴۵٪ به ترتیب تحت خاک ۱، ۲ و ۳ گردید.

جدول ۱۰: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲

W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۲/۰۴	5.R.Bf.2	نورتریج
۱/۱	۰/۷۴	۱/۵۲	5.R.WD.2	
۱	۰/۶۷	۱/۳۸	5.R.WB.2	
۱/۰۲	۰/۶۹	۱/۴۲	5.R.CD.2	
۱/۱۷	۰/۷۹	۱/۶۲	5.R.CB.2	
۱/۱۳	۰/۷۶	۱/۵۷	5.R.CP.2	

جدول ۹: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱

W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۱/۳۲	5.R.Bf.1	نورتریج
۱/۰۶	۰/۸۴	۱/۱۲	5.R.WD.1	
۱	۰/۷۹	۱/۰۵	5.R.WB.1	
۰/۹۹	۰/۷۸	۱/۰۴	5.R.CD.1	
۰/۹۳	۰/۷۴	۰/۹۸	5.R.CB.1	
۱/۱۸	۰/۹۳	۱/۲۴	5.R.CP.1	

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

جدول ۱۱: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۲/۱۶	5.R.Bf.1	لوماپریتا
۱/۲۷	۰/۳۶	۰/۷۸	5.R.WD.1	
۱	۰/۲۸	۰/۶۱	5.R.WB.1	
۱/۳۲	۰/۳۷	۰/۸۱	5.R.CD.1	
۰/۸۶	۰/۲۴	۰/۵۳	5.R.CB.1	
۱/۰۴	۰/۲۹	۰/۶۴	5.R.CP.1	

جدول ۲۴: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۳/۵	5.R.Bf.3	نورثریج
۱	۰/۶۱	۲/۱۴	5.R.WD.3	
۱	۰/۶	۲/۱۲	5.R.WB.3	
۰/۹	۰/۵۴	۱/۹۱	5.R.CD.3	
۰/۸۵	۰/۵۱	۱/۸۱	5.R.CB.3	
۰/۸۹	۰/۵۴	۱/۹	5.R.CP.3	

جدول ۱۳: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۲/۵۹	5.R.Bf.3	لوماپریتا
۱/۲۴	۰/۴۷	۱/۲۳	5.R.WD.3	
۱	۰/۳۸	۰/۹۹	5.R.WB.3	
۱/۰۱	۰/۳۸	۱/۰۰	5.R.CD.3	
۱/۰۴	۰/۳۹	۱/۰۳	5.R.CB.3	
۱/۲۴	۰/۴۷	۱/۲۳	5.R.CP.3	

جدول ۱۲: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۲/۰۲	5.R.Bf.2	لوماپریتا
۲/۰۶	۰/۷۷	۱/۵۷	5.R.WD.2	
۱	۰/۳۷	۰/۷۶	5.R.WB.2	
۱/۵۹	۰/۵۹	۱/۲۱	5.R.CD.2	
۱/۴۲	۰/۵۳	۱/۰۸	5.R.CB.2	
۱/۰۱	۰/۳۸	۰/۷۷	5.R.CP.2	

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

جدول ۱۵: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	---	۴/۸۶	5.R.Bf.2	کوبه
۲/۵	۰/۶۹	۳/۳۶	5.R.WD.2	
۱	۰/۲۷	۱/۳۴	5.R.WB.2	
۱/۶۹	۰/۴۶	۲/۲۷	5.R.CD.2	
۱/۲۲	۰/۳۳	۱/۶۴	5.R.CB.2	
۱/۱۴	۰/۳۱	۱/۵۴	5.R.CP.2	

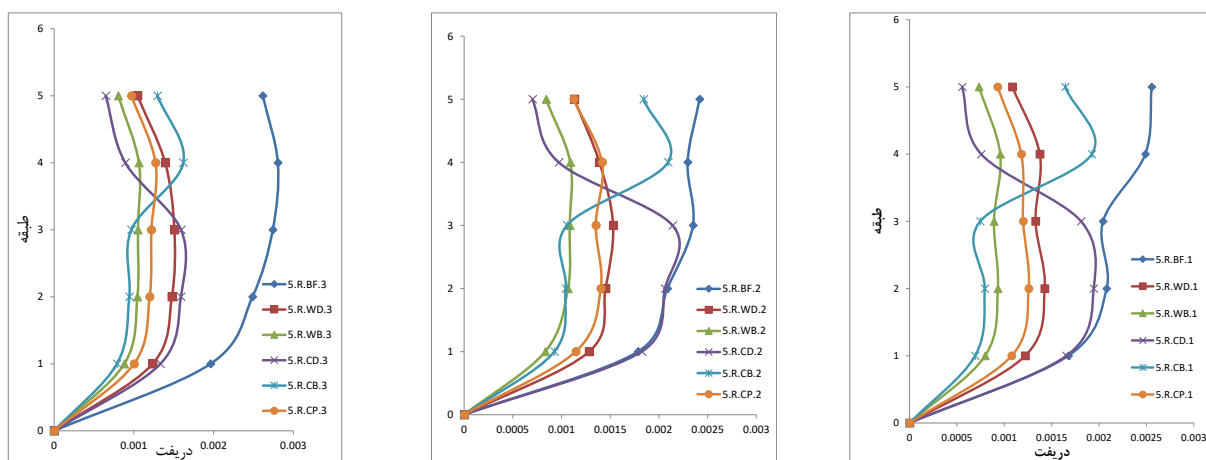
جدول ۱۴: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	---	۳/۱۴	5.R.Bf.1	کوبه
۱/۴۹	۰/۵۳	۱/۶۷	5.R.WD.1	
۱	۰/۳۵	۱/۱۲	5.R.WB.1	
۱/۱۵	۰/۴۱	۱/۲۹	5.R.CD.1	
۱/۰۸	۰/۳۸	۱/۲۲	5.R.CB.1	
۱/۰۹	۰/۳۹	۱/۲۳	5.R.CP.1	

جدول ۱۶: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	---	۳/۷۴	5.R.Bf.3	کوبه
۰/۹۲	۰/۵۷	۲/۱۴	5.R.WD.3	
۱	۰/۶۱	۲/۳۱	5.R.WB.3	
۰/۸۷	۰/۵۳	۲/۰۱	5.R.CD.3	
۰/۸۳	۰/۵۱	۱/۹۴	5.R.CB.3	
۰/۸۵	۰/۵۲	۱/۹۸	5.R.CP.3	

در **Error! Reference source not found.** دریفت سازه‌ها بر روی هر سه خاک قابل مشاهده است. بر روی خاک نوع سه دریفت کلیه سازه‌ها نسبت به 5.R.Bf کاهش محسوس داشته و بسیار نزدیک به هم است. نمودار دریفت سازه 5.R.CP مابین دو سازه 5.R.WB و 5.R.WD قرار گرفته است و علت آن استفاده از میراگر و بادبند در طبقات است.



شکل ۲۵: نمودار تغییرات جابجایی نسبی طبقات در ارتفاع برای ساختمان ۵ طبقه تحت تحلیل طیفی بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳

استفاده از میراگر لوله در لوله در سازه سه بعدی ۵ طبقه فولادی به ترتیب باعث کاهش میزان برش پایه، شتاب و جابجایی به میزان ۱۹٪، ۱۵٪ و ۴۳٪ بر روی خاک نوع ۱ گردید درحالی که نتایج حاصل از تحقیق زهرایی و چراغی به ترتیب به میزان ۲۶٪، ۱۶٪ و ۵۴٪ کاهش یافته است [۲۱]. نتایج حاصله نزدیک به نتایج مقاله بیس بوده و اندک اختلاف دلایل متعددی می تواند داشته باشد از جمله مشخصات فنی میراگر استفاده شده، نوع تحلیل، زلزله‌های مورداستفاده و ...

با توجه به نتایج موجود در جدول ۱۷ تا جدول ۲۵ و **Error! Reference source not found.** و **Error! Reference source not found.** که مربوط به تأثیر استفاده از میراگر بر میزان برش پایه سازه‌های ۱۰ طبقه بر روی خاک نوع یک، دو و سه است؛ مشاهده می شود که استفاده از سازه دارای میراگر لوله در لوله نسبت به سازه 10.R.Bf برش پایه را به طور میانگین ۱۸٪، ۶٪ و ۳٪ به ترتیب بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳ کاهش داده است، همچنین نسبت به سازه دو گانه 10.R.WB به ترتیب به میزان ۵۲٪، ۴۷٪ و ۵۱٪ بر روی هر سه خاک فوق کاهش داده است. نسبت میانگین کاهش برش پایه سازه 10.R.CD نسبت به 10.R.WB، ۲۹٪، ۳۵٪ و ۳۶٪ و سازه 10.R.CB نسبت به 10.R.WB، ۳۶٪، ۳۳٪ و ۱۳٪ و سازه 10.R.CP نسبت به 10.R.WB، ۲۹٪، ۲۲٪ و ۱۲٪ به ترتیب بر روی هر سه خاک ۱ تا ۳ کاهش یافته است که نشان دهنده این است که سازه‌های ترکیبی می تواند جایگزین مناسبی برای ساختمان‌هایی باشد که از سیستم سنتی بادبند در ساخت آن استفاده می شود.

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

جدول ۱۸: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	-----	۲۵۵/۵۸	10.R.Bf.2	نورثریج
۰/۳۷	۰/۹۸	۲۵۱/۲۳	10.R.WD.2	
۱	۲/۶۴	۶۷۷/۰۸	10.R.WB.2	
۰/۷	۱/۸۶	۴۷۶/۴۸	10.R.CD.2	
۰/۷۹	۲/۱	۵۳۷/۱۸	10.R.CB.2	
۱/۱۴	۳/۰۳	۷۷۶/۴۸	10.R.CP.2	

جدول ۱۷: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	-----	۲۶۴/۴	10.R.Bf.1	نورثریج
۰/۳۲	۰/۶۹	۱۸۴/۵۵	10.R.WD.1	
۱	۲/۱۷	۵۷۴/۸۷	10.R.WB.1	
۰/۵۱	۱/۱۱	۲۹۴/۷۶	10.R.CD.1	
۰/۵۸	۱/۲۷	۳۳۷/۱۶	10.R.CB.1	
۰/۸	۱/۷۴	۴۶۱/۳۶	10.R.CP.1	

جدول ۲۰: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	-----	۱۸۱/۳۶	10.R.Bf.1	لومپریتا
۰/۲۳	۰/۸۵	۱۵۵/۴۳	10.R.WD.1	
۱	۳/۶۴	۶۶۰/۳۱	10.R.WB.1	
۰/۴۱	۱/۵۳	۲۷۷/۸۴	10.R.CD.1	
۰/۵۲	۱/۸۹	۳۴۴/۴۹	10.R.CB.1	
۰/۵	۱/۸۵	۳۳۵/۶۳	10.R.CP.1	

جدول ۱۹: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	-----	۵۸۶/۷۳	10.R.Bf.3	نورثریج
۰/۵۵	۱/۰۷	۶۳۱/۱۸	10.R.WD.3	
۱	۱/۹۳	۱۱۳۷/۲۲	10.R.WB.3	
۰/۶۹	۱/۳۴	۷۸۹/۶۳	10.R.CD.3	
۱/۱۶	۲/۲۶	۱۳۲۸/۱۳	10.R.CB.3	
۱/۰۵	۲/۰۵	۱۲۰۴/۵۲	10.R.CP.3	

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

جدول ۲۲: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	---	۶۴۲/۹۶	10.R.Bf.3	لوماپریتا
۰/۳۷	۰/۹۴	۶۰۷/۸۸	10.R.WD.3	
۱	۲/۵	۱۶۰۹/۱	10.R.WB.3	
۰/۶۱	۱/۵۴	۹۹۳/۶۹	10.R.CD.3	
۰/۸۵	۲/۱۴	۱۳۸۱/۳۷	10.R.CB.3	
۰/۸۶	۲/۱۶	۱۳۹۱/۳۹	10.R.CP.3	

جدول ۲۱: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	---	۳۳۹/۸۲	10.R.Bf.2	لوماپریتا
۰/۳۳	۰/۸۳	۲۸۲/۷	10.R.WD.2	
۱	۲/۴۵	۸۳۲/۹۷	10.R.WB.2	
۰/۴۷	۱/۱۶	۳۹۴/۳۲	10.R.CD.2	
۰/۵۶	۱/۳۷	۴۶۷/۴	10.R.CB.2	
۰/۶۲	۱/۵۴	۵۲۴/۰۹	10.R.CP.2	

جدول ۲۴: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	---	۱۳۳۵/۱۲	10.R.Bf.2	کوبه
۰/۸۹	۰/۹۱	۱۲۲۲/۹۸	10.R.WD.2	
۱	۱/۰۲	۱۳۶۶/۷۷	10.R.WB.2	
۰/۷۹	۰/۸۱	۱۰۸۴/۸	10.R.CD.2	
۰/۶۵	۰/۶۶	۸۹۱/۶۸	10.R.CB.2	
۰/۵۸	۰/۵۹	۸۰۱/۰۴	10.R.CP.2	

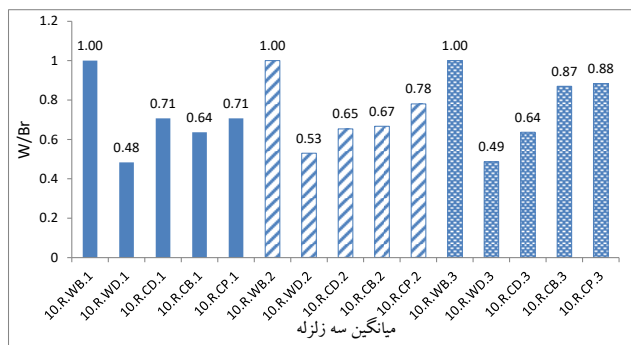
جدول ۲۳: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	---	۹۱۰/۳۶	10.R.Bf.1	کوبه
۰/۹	۰/۹۲	۸۳۹/۲۹	10.R.WD.1	
۱	۱/۰۲	۹۲۹/۳۶	10.R.WB.1	
۱/۲	۱/۲۲	۱۱۱۸/۳۶	10.R.CD.1	
۰/۸۱	۰/۸۲	۷۵۳/۳۹	10.R.CB.1	
۰/۸۲	۰/۸۳	۷۶۴/۲۷	10.R.CP.1	

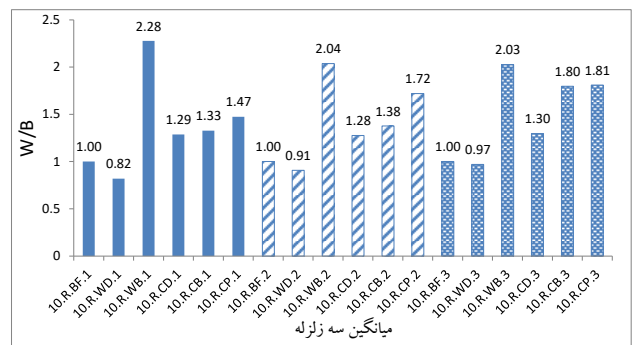
جدول ۲۵: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳

W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه	زلزله
---	---	۱۴۸۶/۸۷	10.R.Bf.3	
۰/۵۴	۰/۹	۱۳۵۰/۲۸	10.R.WD.3	
۱	۱/۶۵	۲۴۵۶/۰۸	10.R.WB.3	
۰/۶۱	۱/۰۱	۱۵۰۹/۶۲	10.R.CD.3	کوبه
۰/۶	۰/۹۹	۱۴۷۴/۷۴	10.R.CB.3	
۰/۷۴	۱/۲۲	۱۸۱۹/۶۷	10.R.CP.3	



شکل ۲۷: نمودار میانگین نسبت W/Br برش پایه سه زلزله، بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳



شکل ۲۶: نمودار میانگین نسبت W/B برش پایه سه زلزله، بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳

با توجه نتایج جداول ۴۰ تا ۴۸ که مربوط به تأثیر استفاده از میراگر بر شتاب سقف بر روی هر سه نوع خاک است مشاهده می شود که سازه 10.R.WD نسبت به 10.R.Bf شتاب سقف را به طور میانگین ۱۴٪، ۱۵٪ و ۱۹٪ به ترتیب بر روی هر سه خاک کاهش داده است همچنین سازه 10.R.WD به طور میانگین شتاب سقف را نسبت به 10.R.WB به میزان ۳۶٪، ۴۲٪ و ۴۵٪ به ترتیب بر روی هر سه خاک کاهش داده است.

استفاده از سازه‌های ترکیبی در سازه‌های ۱۰ طبقه همانند سازه‌های ۵ طبقه باعث کاهش در میانگین شتاب سقف گردید است بدین صورت که سازه 10.R.CD، ۲۹٪، ۲۷٪ و ۳۲٪، سازه 10.R.CB، ۳۰٪، ۲۵٪ و ۱۲٪ و سازه 10.R.CP، ۱۵٪، ۹٪ و ۲۲٪ نسبت به سازه 10.R.WB به‌طور میانگین باعث کاهش شتاب سقف به ترتیب بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳ شده است.

جدول ۲۶: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

جدول ۲۷: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۰ طبقه سه‌بعدی بر روی خاک نوع ۱					سازه ۱۰ طبقه سه‌بعدی بر روی خاک نوع ۲				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s^2	W/B	W/Br	زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s^2	W/B	W/Br
نورتریج	10.R.Bf.1	۵/۲۱	-----	----	نورتریج	10.R.Bf.2	۵/۶۶	-----	----
	10.R.WD.1	۴/۲۶	۰/۸۱	۰/۵۴		10.R.WD.2	۵/۲۷	۰/۹۳	۰/۵۶
	10.R.WB.1	۷/۸۲	۱/۵	۱		10.R.WB.2	۹/۳۷	۱/۶۵	۱
	10.R.CD.1	۵/۸۶	۱/۱۲	۰/۷۴		10.R.CD.2	۷/۴	۱/۳	۰/۷۸
	10.R.CB.1	۵/۲۹	۱/۰۱	۰/۶۷		10.R.CB.2	۸/۸۲	۱/۵۵	۰/۹۴
	10.R.CP.1	۷/۶۵	۱/۴۶	۰/۹۷		10.R.CP.2	۹/۹۷	۱/۷۶	۱/۰۶

جدول ۲۸: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

جدول ۲۹: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۰ طبقه سه‌بعدی بر روی خاک نوع ۳					سازه ۱۰ طبقه سه‌بعدی بر روی خاک نوع ۱				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s^2	W/B	W/Br	زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s^2	W/B	W/Br
نورتریج	10.R.Bf.3	۱۲/۷۵	-----	----	لوماپریتا	10.R.Bf.1	۴/۸۳	-----	----
	10.R.WD.3	۱۱/۶	۰/۹	۰/۷۲		10.R.WD.1	۴/۲۶	۰/۸۸	۰/۵۷
	10.R.WB.3	۱۵/۹۷	۱/۲۵	۱		10.R.WB.1	۷/۴۷	۱/۵۴	۱
	10.R.CD.3	۱۰/۲۸	۰/۸	۰/۶۴		10.R.CD.1	۴/۳۷	۰/۹	۰/۵۸

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

۰/۶۳	۰/۹۸	۴/۷۵	10.R.CB.1	1/۲۱	۱/۵۲	۱۹/۴۲	10.R.CB.3
۰/۷۲	۱/۱۲	۵/۴۴	10.R.CP.1	۰/۹۵	۱/۱۹	۱۵/۲۷	10.R.CP.3

جدول ۳۱: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s^2	W/B	W/Br
لوماپریتا	10.R.Bf.3	۱۳/۵۸	-----	---
	10.R.WD.3	۹/۷۶	۰/۷۱	۰/۴۸
	10.R.WB.3	۲۰/۰۶	۱/۴۷	۱
	10.R.CD.3	۱۱/۸۷	۰/۸۷	۰/۵۹
	10.R.CB.3	۱۱/۶۶	۰/۸۵	۰/۵۸
	10.R.CP.3	۱۱/۳۱	۰/۸۳	۰/۵۶

جدول ۳۰: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s^2	W/B	W/Br
لوماپریتا	10.R.Bf.2	۶/۶۸	-----	---
	10.R.WD.2	۵/۲۷	۰/۷۸	۰/۴
	10.R.WB.2	۱۲/۹۷	۱/۹۴	۱
	10.R.CD.2	۶/۷۸	۱/۰۱	۰/۵۲
	10.R.CB.2	۷/۷۳	۱/۱۵	۰/۵۹
	10.R.CP.2	۸/۵۱	۱/۲۷	۰/۶۵

جدول ۳۳: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s^2	W/B	W/Br
کوبه	10.R.Bf.2	۱۲/۱۱	-----	---
	10.R.WD.2	۱۰/۳۸	۰/۸۵	۰/۷۹
	10.R.WB.2	۱۳/۱۱	۱/۰۸	۱

جدول ۳۲: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s^2	W/B	W/Br
کوبه	10.R.Bf.1	۹/۴۲	-----	---
	10.R.WD.1	۸/۳۶	۰/۸۸	۰/۸
	10.R.WB.1	۱۰/۴۱	۱/۱	۱

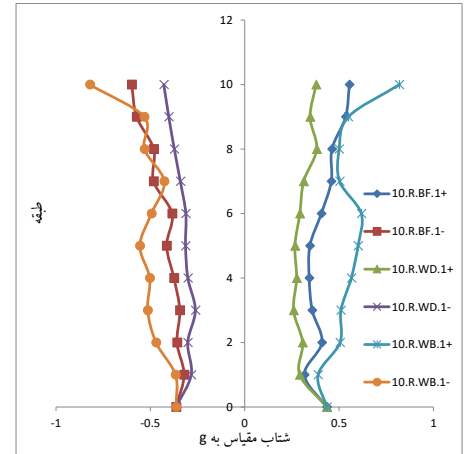
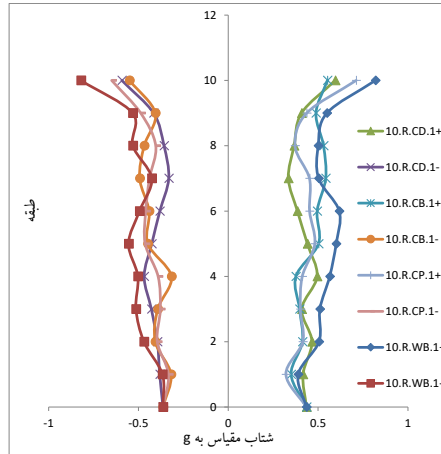
11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

۰/۸۸	۰/۹۵	۱۱/۶۱	10.R.CD.2			۰/۸	۰/۸۸	۸/۳۵	10.R.CD.1
۰/۷۳	۰/۷۹	۹/۵۸	10.R.CB.2			۰/۸۱	۰/۹	۸/۵۲	10.R.CB.1
۱/۰۲	۱/۱	۱۳/۴۴	10.R.CP.2			۰/۸۷	۰/۹۶	۹/۰۶	10.R.CP.1

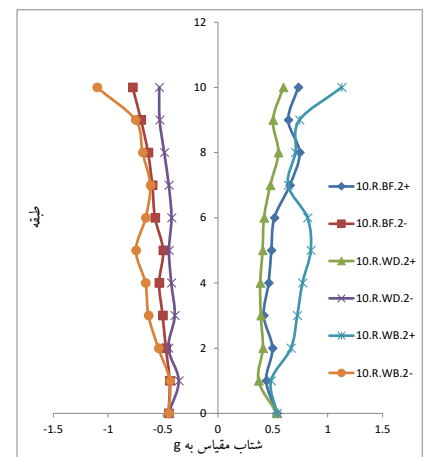
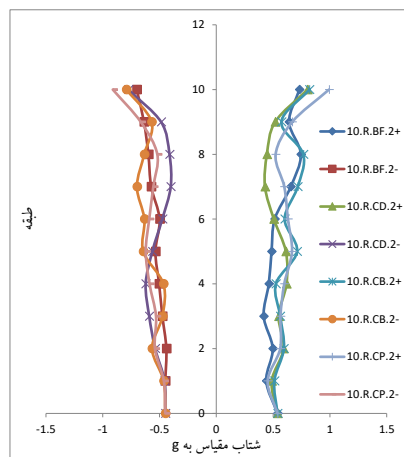
جدول ۳۴: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳					
W/Br	W/B	شتاب سقف m/s^2	نوع سازه	زلزله	
---	-----	۱۸/۵۶	10.R.Bf.3		
۰/۷۵	۰/۸۲	۱۵/۳۳	10.R.WD.3		
۱	۱/۰۹	۲۰/۳۵	10.R.WB.3		
۰/۸	۰/۸۸	۱۶/۴۱	10.R.CD.3		کوبه
۰/۸۵	۰/۹۴	۱۷/۴۸	10.R.CB.3		
۰/۸۴	۰/۹۲	۱۷/۲۳	10.R.CP.3		

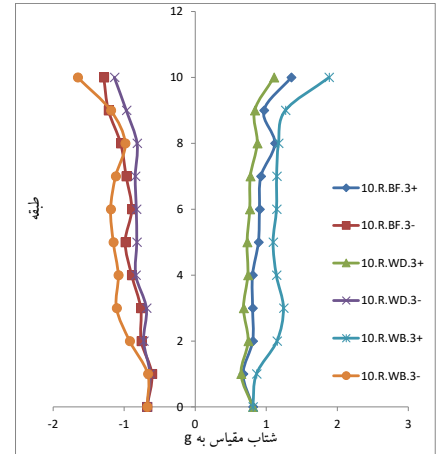
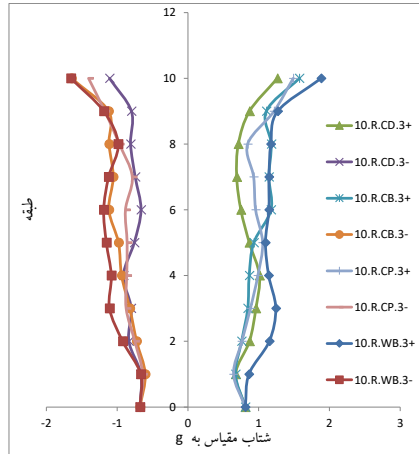
همان طور که از شکل های ۲۸ تا ۳۰ مشاهده می شود استفاده از میراگر و یا ترکیب میراگر و بادبند می تواند به طور میانگین شتاب سقف را در طبقات نسبت به سازه 10.R.WB کاهش دهد.



شکل ۲۸: نمودار میانگین تغییرات شتاب در ارتفاع تحت تحلیل تاریخچه زمانی سه زلزله بر روی خاک نوع ۱



شکل ۲۹: نمودار میانگین تغییرات شتاب در ارتفاع تحت تحلیل تاریخچه زمانی سه زلزله بر روی خاک نوع ۲



شکل ۳۰: نمودار میانگین تغییرات شتاب در ارتفاع تحت تحلیل تاریخچه زمانی سه زلزله بر روی خاک نوع ۳

جداول ۴۹ تا ۵۷ مربوط به تأثیر استفاده از میراگر بر دررفت سازه است. مطابق جداول سازه 10.R.WD نسبت به 10.R.Bf باعث کاهش میانگین دررفت به میزان ۲۲٪، ۲۹٪ و ۱۳٪ گردیده است. میانگین دررفت سازه‌ها نسبت به سازه 10.R.WB در بعضی زلزله‌ها و بعضی خاک‌ها کاهش یافته و در بعضی دیگر افزایش یافته است.

جدول ۳۶: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

جدول ۳۵: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲

زلزله	نوع سازه	میانگین دررفت cm	W/B	W/Br
نورثریج	10.R.Bf.2	۰/۹۱	-----	---
	10.R.WD.2	۰/۷۶	۰/۸۳	۰/۷۶
	10.R.WB.2	۱/۰۰	۱/۰۹	۱
	10.R.CD.2	۰/۸۵	۰/۹۳	۰/۸۵
	10.R.CB.2	۰/۸	۰/۸۷	۰/۸
	10.R.CP.2	۱/۰۰	۱/۰۹	۱

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱

زلزله	نوع سازه	میانگین دررفت cm	W/B	W/Br
نورثریج	10.R.Bf.1	۰/۹۳	-----	---
	10.R.WD.1	۰/۶۴	۰/۶۸	۰/۷۷
	10.R.WB.1	۰/۸۳	۰/۸۹	۱
	10.R.CD.1	۰/۵۹	۰/۶۳	۰/۷۱
	10.R.CB.1	۰/۵۷	۰/۶۱	۰/۶۸
	10.R.CP.1	۰/۷۱	۰/۷۶	۰/۸۵

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

جدول ۳۸: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۰/۶۶	10.R.Bf.1	لوماپریتا
۰/۵۱	۰/۸۹	۰/۵۹	10.R.WD.1	
۱	۱/۷۲	۱/۱۴	10.R.WB.1	
۰/۵۵	۰/۹۵	۰/۶۳	10.R.CD.1	
۰/۶۴	۱/۱۲	۰/۷۴	10.R.CB.1	
۰/۶۴	۱/۱۲	۰/۷۴	10.R.CP.1	

جدول ۳۷: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۱/۳۸	10.R.Bf.3	نورتریج
۰/۷۱	۰/۸۳	۱/۱۵	10.R.WD.3	
۱	۱/۱۵	۱/۶	10.R.WB.3	
۰/۸۳	۰/۹۶	۱/۳۳	10.R.CD.3	
۱/۰۶	۱/۲۳	۱/۷۱	10.R.CB.3	
۰/۹۶	۱/۱۲	۱/۵۵	10.R.CP.3	

جدول ۴۰: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۱/۴۴	10.R.Bf.3	لوماپریتا
۰/۸۷	۰/۹۱	۱/۴۲	10.R.WD.3	
۱	۱/۱۳	۱/۶۳	10.R.WB.3	
۱/۲۲	۱/۳۸	۲/۰۰	10.R.CD.3	
۱/۲۲	۱/۳۸	۲/۰۰	10.R.CB.3	
۱/۱۵	۱/۳۱	۱/۸۹	10.R.CP.3	

جدول ۳۹: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۱/۹۷	10.R.Bf.2	لوماپریتا
۰/۷۵	۰/۴۸	۰/۹۵	10.R.WD.2	
۱	۰/۶۳	۱/۲۶	10.R.WB.2	
۰/۶	۰/۳۸	۰/۷۶	10.R.CD.2	
۰/۹۲	۰/۵۸	۱/۱۶	10.R.CB.2	
۰/۹۸	۰/۶۲	۱/۲۴	10.R.CP.2	

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

جدول ۴۲: تأثیر میراگر در یفت سازه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲

W/Br	W/B	میانگین دریفت cm	نوع سازه	زلزله
---	---	۶/۰۸	10.R.Bf.2	کوبه
۱/۹۲	۰/۸۳	۵/۰۸	10.R.WD.2	
۱	۰/۴۳	۲/۶۴	10.R.WB.2	
۱/۰۰	۰/۴۳	۲/۶۳	10.R.CD.2	
۰/۹۵	۰/۴۱	۲/۵۱	10.R.CB.2	
۰/۸	۰/۳۵	۲/۱۳	10.R.CP.2	

جدول ۴۱: تأثیر میراگر بر دریفت سازه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱

W/Br	W/B	میانگین دریفت cm	نوع سازه	زلزله
---	---	۶/۳۲	10.R.Bf.1	کوبه
۲/۴۶	۰/۷۷	۴/۹۲	10.R.WD.1	
۱	۰/۳۱	۲/۰۰	10.R.WB.1	
۱/۶۷	۰/۵۳	۳/۳۵	10.R.CD.1	
۱/۴۱	۰/۴۴	۲/۸۲	10.R.CB.1	
۱/۰۴	۰/۳۲	۲/۰۸	10.R.CP.1	

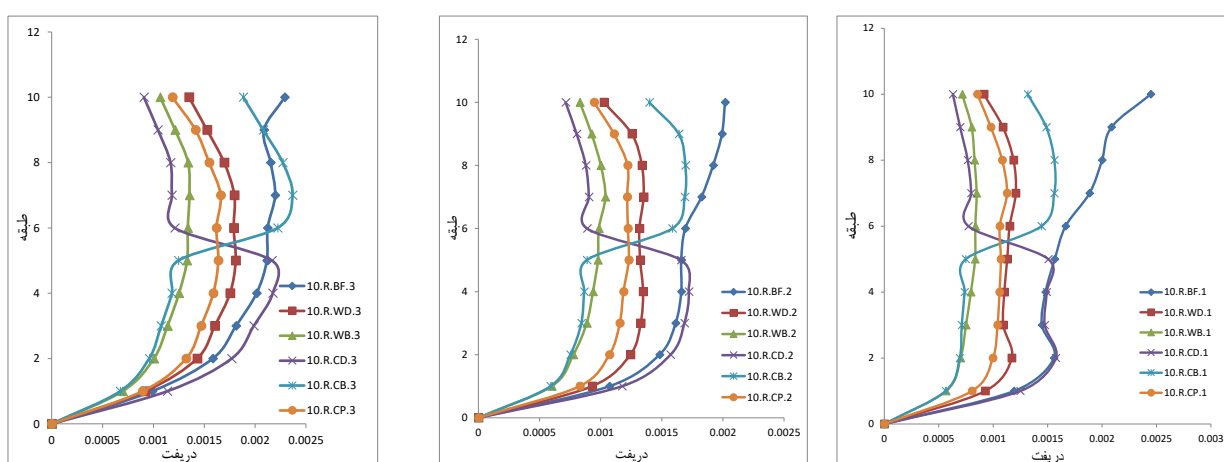
جدول ۴۳: تأثیر میراگر بر دریفت سازه

سازه ۱۰ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳

W/Br	W/B	میانگین دریفت cm	نوع سازه	زلزله
---	---	۴/۷۲	10.R.Bf.3	کوبه
۱/۴۷	۰/۸۷	۴/۱۵	10.R.WD.3	
۱	۰/۵۹	۲/۸۱	10.R.WB.3	
۱	۰/۶	۲/۸۴	10.R.CD.3	

۱/۳۷	۰/۸۱	۳/۸۵	10.R.CB.3
۱/۳۲	۰/۷۸	۳/۷۲	10.R.CP.3

شکل ۳۱ مربوط به دریفت سازه بر روی هر سه نوع خاک است.



شکل ۳۱: نمودار تغییرات جابجایی نسبی طبقات در ارتفاع برای ساختمان ۱۰ طبقه تحت تحلیل طیفی بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳

کاهش میانگین برش پایه، شتاب و جابجایی بر روی خاک نوع یک برای سازه ۱۰ طبقه دارای میراگر نسبت به قاب خمشی متوسط طبق تحقیق زهرایی و چراغی [۲۱] به ترتیب به میزان ۲۰٪، ۱۴٪ و ۵۲٪ گزارش شده است و در تحقیق حاضر ۱۸٪، ۱۴٪ و ۱۶٪ حاصل شد. مطابق جداول ۵۸ تا ۶۶ و شکل های ۳۲ و ۳۳ مشهود است که سازه ۱۵.I.WD نسبت به ۱۵.I.WB برش پایه را به طور میانگین به میزان ۴۸٪، ۴۹٪ و ۵۵٪ به ترتیب بر روی خاک ۱، ۲ و ۳ کاهش داده است. همچنین سازه های ترکیبی ۱۵.I.CD، ۴۳٪، ۳۶٪ و ۴۶٪، سازه ۱۵.I.CB، ۲۸٪، ۲۳٪ و ۲۷٪ و سازه ۱۵.I.CP، ۲۸٪، ۱۹٪ و ۱۵٪ نسبت به سازه ۱۵.I.WB به طور میانگین باعث کاهش برش پایه به ترتیب بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳ شده است.

جدول ۴۵: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

جدول ۴۴: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲					سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
زلزله	نوع سازه	برش پایه	W/B	W/Br	زلزله	نوع سازه	برش پایه	W/B	W/Br

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

---	-----	۸۹۴/۷۵	15.I.Bf.2
۰/۶۱	۰/۹۱	۸۱۴/۶۹	15.I.WD.2
۱	۱/۴۹	۱۳۳۴/۷۶	15.I.WB.2
۰/۵۹	۰/۸۸	۷۹۴/۴۳	15.I.CD.2
۰/۷۶	۱/۱۴	۱۰۲۲/۴۶	15.I.CB.2
۰/۷۱	۱/۰۶	۹۴۸/۸۲	15.I.CP.2

نورثریج

---	-----	۹۰۶/۴۱	15.I.Bf.1
۰/۶۵	۰/۸۴	۷۶۸/۸۶	15.I.WD.1
۱	۱/۲۸	۱۱۶۸/۶۹	15.I.WB.1
۰/۴۸	۰/۶۲	۵۶۷/۹۱	15.I.CD.1
۰/۷۲	۰/۹۳	۸۴۶/۵	15.I.CB.1
۰/۵۷	۰/۷۴	۶۷۴/۹۷	15.I.CP.1

نورثریج

جدول ۴۷: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱			
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه
---	-----	۶۴۰/۲۷	15.I.Bf.1
۰/۴۷	۰/۸۸	۵۶۷/۰۲	15.I.WD.1
۱	۱/۸۷	۱۲۰۲/۲۱	15.I.WB.1
۰/۶۴	۱/۲۱	۷۸۰/۵۱	15.I.CD.1
۰/۶۴	۱/۱۸	۷۷۵/۶۸	15.I.CB.1
۰/۷۹	۱/۴۹	۹۵۹/۵۸	15.I.CP.1

لوماپریتا

جدول ۴۶: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳			
W/Br	W/B	برش پایه ton	نوع سازه
---	-----	۱۵۸۶/۹	15.I.Bf.3
۰/۳۴	۰/۸۱	۱۲۸۸/۰۴	15.I.WD.3
۱	۲/۳۶	۳۷۴۸/۱۲	15.I.WB.3
۰/۲۶	۰/۶۳	۱۰۰۱/۲۵	15.I.CD.3
۰/۴۶	۱/۱	۱۷۴۹/۶۵	15.I.CB.3
۰/۴۴	۱/۰۵	۱۶۸۱/۸۴	15.I.CP.3

نورثریج

جدول ۴۹: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳

جدول ۴۸: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

زلزله	نوع سازه	برش پایه ton	W/B	W/Br	زلزله	نوع سازه	برش پایه ton	W/B	W/Br
لوماپریتا	15.I.Bf.3	۱۰۰۸/۵۳	-----	---	لوماپریتا	15.I.Bf.2	۸۷۱/۵۷	-----	---
	15.I.WD.3	۹۹۶/۹۲	۰/۹۸	۰/۳۷		15.I.WD.2	۶۸۶/۶۲	۰/۷۸	۰/۴۸
	15.I.WB.3	۲۶۲۶/۱	۲/۶	۱		15.I.WB.2	۱۴۲۶/۷۲	۱/۶۳	۱
	15.I.CD.3	۱۲۰۴/۱۶	۱/۱۹	۰/۴۵		15.I.CD.2	۱۱۲۳/۱۴	۱/۲۸	۰/۷۸
	15.I.CB.3	۱۶۶۳/۶۹	۱/۶۴	۰/۶۳		15.I.CB.2	۱۱۶۹/۱	۱/۳۴	۰/۸۱
	15.I.CP.3	۱۸۹۱/۲۳	۱/۸۷	۰/۷۲		15.I.CP.2	۱۲۹۸/۴۷	۱/۴۸	۰/۹۱

جدول ۵۰: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

جدول ۵۱: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

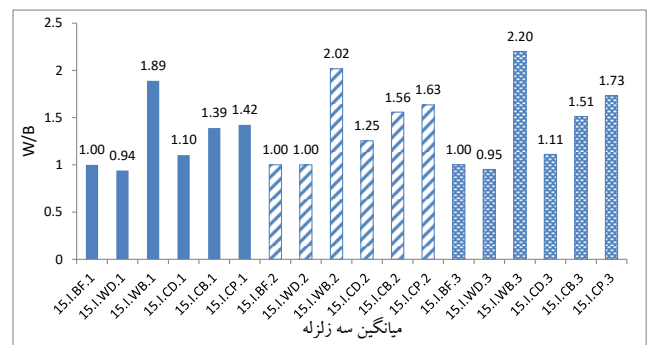
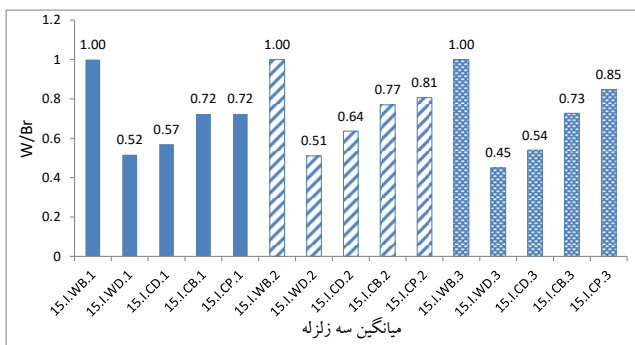
زلزله	نوع سازه	برش پایه ton	W/B	W/Br	زلزله	نوع سازه	برش پایه ton	W/B	W/Br
کوبه	15.I.Bf.2	۱۷۵۹/۳۱	-----	---	کوبه	15.I.Bf.1	۱۶۴۹/۰۱	-----	---
	15.I.WD.2	۲۳۲۱/۷۸	۱/۳۱	۰/۴۴		15.I.WD.1	۱۸۲۹/۷۷	۱/۱	۰/۴۳
	15.I.WB.2	۵۱۵۸/۰۷	۲/۹۳	۱		15.I.WB.1	۴۱۵۹/۲۱	۲/۵۲	۱
	15.I.CD.2	۲۸۱۷/۲۸	۱/۶	۰/۵۴		15.I.CD.1	۲۴۵۷/۷۶	۱/۴۸	۰/۵۹
	15.I.CB.2	۳۸۶۳/۱۵	۲/۱۹	۰/۷۴		15.I.CB.1	۳۴۰۰/۴۹	۲/۰۶	۰/۸۱
	15.I.CP.2	۴۱۵۵/۷۹	۲/۳۶	۰/۸		15.I.CP.1	۳۳۷۲/۴۲	۲/۰۴	۰/۸۱

جدول ۵۱: تأثیر میراگر بر میزان برش پایه

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳

زلزله	نوع سازه	برش پایه ton	W/B	W/Br
	15.I.Bf.3	۲۰۷۶/۸۷	-----	---
	15.I.WD.3	۲۲۱۱/۹۸	۱/۰۶	۰/۶۴
	15.I.WB.3	۳۴۲۰/۱۴	۱/۶۴	۱
کوبه	15.I.CD.3	۳۱۴۳/۸۳	۱/۵۱	۰/۹۱
	15.I.CB.3	۳۷۴۳/۴۹	۱/۷۹	۱/۰۹
	15.I.CP.3	۴۷۲۷/۴۶	۲/۲۷	۱/۳۸



شکل ۳۳: نمودار میانگین نسبت W/Br برش پایه سه زلزله، بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳

شکل ۳۲: نمودار میانگین نسبت W/B برش پایه سه زلزله، بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳

با توجه نتایج جداول ۶۷ تا ۷۵ و همچنین شکل های ۳۴ تا ۳۶ که مربوط به تأثیر استفاده از میراگر بر شتاب سقف بر روی هر سه نوع خاک است مشاهده می شود که 15.I.WD نسبت به 15.I.Bf شتاب سقف را به طور میانگین ۱۴٪، ۱۹٪ و ۲۶٪ به ترتیب بر روی هر سه خاک ۱ تا ۳ کاهش داده است همچنین سازه 15.I.WD به طور میانگین شتاب سقف را نسبت به 15.I.WB به میزان ۴۴٪، ۴۷٪ و ۵۰٪ به ترتیب بر روی هر سه خاک کاهش داده است.

استفاده از سازه‌های ترکیبی در سازه‌های ۱۵ طبقه همانند سازه‌های ۵ و ۱۰ طبقه باعث کاهش در میانگین شتاب سقف گردید است بدین صورت که سازه 15.I.CD، ۳۰٪، ۳۳٪ و ۴۱٪، سازه 15.I.CB، ۲۷٪، ۳۵٪ و ۱۹٪ و سازه 15.I.CP، ۲۲٪، ۲۳٪ و ۲۵٪ نسبت به سازه 15.I.WB به‌طور میانگین باعث کاهش شتاب سقف به ترتیب بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳ شده است.

جدول ۵۳: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۵ طبقه سه‌بعدی بر روی خاک نوع ۲				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s ²	W/B	W/Br
نورثریج	15.I.Bf.2	۱۵/۵۳	-----	---
	15.I.WD.2	۱۱/۴۳	۰/۷۳	۰/۴۷
	15.I.WB.2	۲۳/۸۶	۱/۵۳	۱
	15.I.CD.2	۱۱/۹۸	۰/۷۷	۰/۵
	15.I.CB.2	۱۲/۷۳	۰/۸۱	۰/۴۷
	15.I.CP.2	۱۴/۴۴	۰/۹۲	۰/۶

جدول ۵۲: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۵ طبقه سه‌بعدی بر روی خاک نوع ۱				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s ²	W/B	W/Br
نورثریج	15.I.Bf.1	۱۳/۵۴	-----	---
	15.I.WD.1	۹/۲۲	۰/۶۸	۰/۴۶
	15.I.WB.1	۱۹/۶۳	۱/۴۴	۱
	15.I.CD.1	۱۰/۰۳	۰/۷۴	۰/۵۱
	15.I.CB.1	۱۰/۷۴	۰/۷۹	۰/۵۴
	15.I.CP.1	۱۰/۵۲	۰/۷۷	۰/۵۳

جدول ۵۵: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۵ طبقه سه‌بعدی بر روی خاک نوع ۱				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s ²	W/B	W/Br
لوماپریتا	15.I.Bf.1	۱۰/۷۷	-----	---
	15.I.WD.1	۱۰/۱۵	۰/۹۴	۰/۶۲
	15.I.WB.1	۱۶/۲۳	۱/۵	۱

جدول ۵۴: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۵ طبقه سه‌بعدی بر روی خاک نوع ۳				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s ²	W/B	W/Br
نورثریج	15.I.Bf.3	۲۸/۸۸	-----	---
	15.I.WD.3	۱۹/۲۸	۰/۶۶	۰/۳۹
	15.I.WB.3	۴۹/۴۱	۱/۷۱	۱

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

۰/۸	۱/۲	۱۳/۰۰	15.I.CD.1
۰/۷۱	۱/۰۷	۱۱/۶۳	15.I.CB.1
۰/۸۸	۱/۳۳	۱۴/۳۶	15.I.CP.1

۰/۳۷	۰/۶۴	۱۸/۶۲	15.I.CD.3
۰/۵۹	۱/۰۱	۲۹/۴۴	15.I.CB.3
۰/۵۲	۰/۸۹	۲۵/۹۸	15.I.CP.3

جدول ۵۷: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s ²	W/B	W/Br
لوماپریتا	15.I.Bf.3	۲۴/۵۹	-----	---
	15.I.WD.3	۱۷/۹۱	۰/۷۲	۰/۵۳
	15.I.WB.3	۳۳/۴۷	۱/۳۶	۱
	15.I.CD.3	۲۱/۷۲	۰/۸۸	۰/۶۴
	15.I.CB.3	۲۲/۳۳	۰/۹	۰/۶۶
	15.I.CP.3	۲۷/۱۸	۱/۱	۰/۸۱

جدول ۵۶: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s ²	W/B	W/Br
لوماپریتا	15.I.Bf.2	۱۲/۹۵	-----	---
	15.I.WD.2	۱۲/۹۵	۱/۰۰	۰/۶۵
	15.I.WB.2	۱۹/۸۳	۱/۵۳	۱
	15.I.CD.2	۱۶/۱۱	۱/۲۴	۰/۸۱
	15.I.CB.2	۱۳/۷۷	۱/۰۶	۰/۶۹
	15.I.CP.2	۱۵/۶۳	۱/۲	۰/۷۸

جدول ۵۹: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s ²	W/B	W/Br
کوبه	15.I.Bf.2	۱۹/۰۳	-----	---
	15.I.WD.2	۱۳/۱۶	۰/۶۹	۰/۴۶

جدول ۵۸: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s ²	W/B	W/Br
کوبه	15.I.Bf.1	۱۴/۲۸	-----	---
	15.I.WD.1	۱۳/۷۶	۰/۹۶	۰/۶

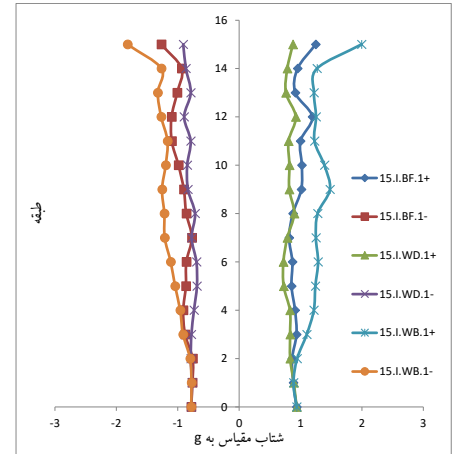
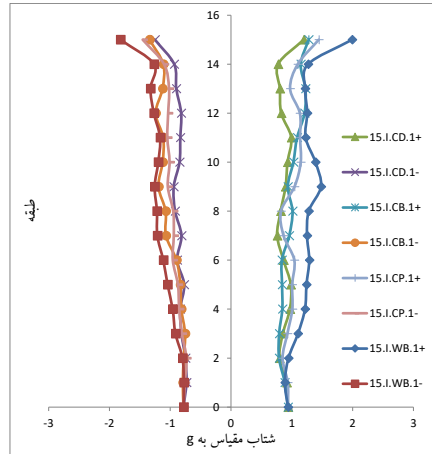
11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

۱	۱/۴۸	۲۸/۲۲	15.I.WB.2			۱	۱/۵۹	۲۲/۷۴	15.I.WB.1
۰/۷۱	۱/۰۷	۲۰/۴۹	15.I.CD.2			۰/۸	۱/۲۸	۱۸/۳۳	15.I.CD.1
۰/۷۸	۱/۱۷	۲۲/۴۲	15.I.CB.2			۰/۹۳	۱/۴۸	۲۱/۲۲	15.I.CB.1
۰/۹۲	۱/۳۷	۲۶/۱۹	15.I.CP.2			۰/۹۳	۱/۴۹	۲۱/۳۴	15.I.CP.1

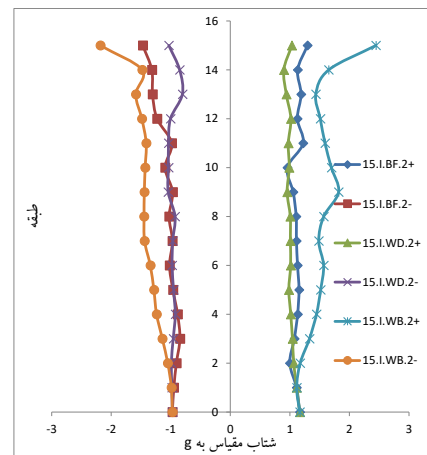
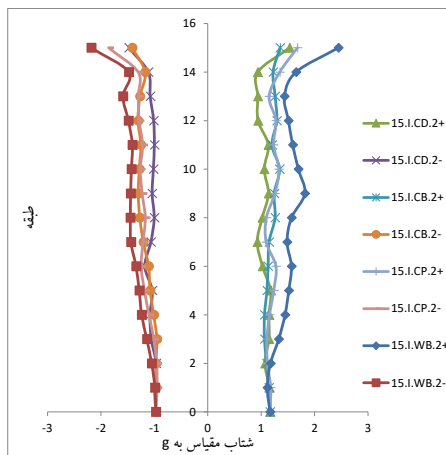
جدول ۶۰: تأثیر میراگر بر میزان شتاب سقف

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
زلزله	نوع سازه	شتاب سقف m/s ²	W/B	W/Br
	15.I.Bf.3	۱۸/۰۵	-----	-----
	15.I.WD.3	۱۵/۳۴	۰/۸۴	۰/۵۸
	15.I.WB.3	۲۶/۰۲	۱/۴۴	۱
کوبه	15.I.CD.3	۲۰/۲۸	۱/۱۲	۰/۷۷
	15.I.CB.3	۳۰/۸۳	۱/۷	۱/۱۸
	15.I.CP.3	۲۴/۰۵	۱/۳۳	۰/۹۲

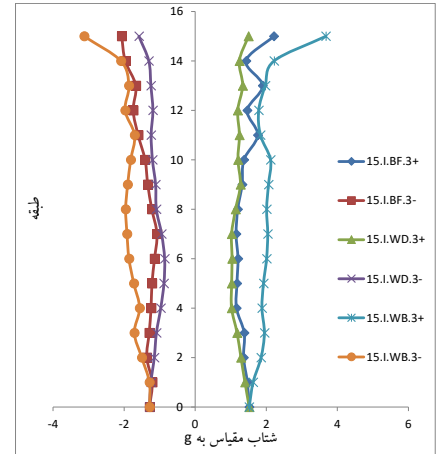
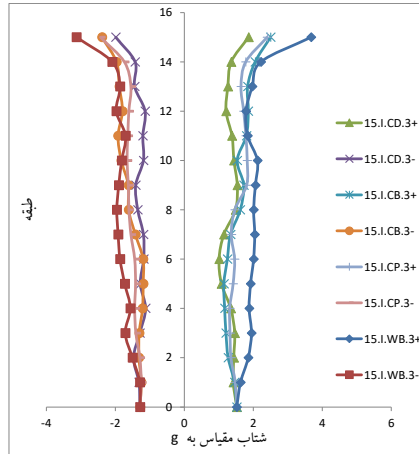
همان طور که از شکل های ۳۴ ۳۶ مشاهده می شود استفاده از میراگر و یا ترکیب میراگر و بادبند می تواند به طور میانگین شتاب سقف را در طبقات نسبت به سازه 15.I.WB کاهش دهد.



شکل ۳۴: نمودار میانگین تغییرات شتاب در ارتفاع تحت تحلیل تاریخچه زمانی سه زلزله بر روی خاک نوع ۱



شکل ۳۵: نمودار میانگین تغییرات شتاب در ارتفاع تحت تحلیل تاریخچه زمانی سه زلزله بر روی خاک نوع ۲



شکل ۳۶: نمودار میانگین تغییرات شتاب در ارتفاع تحت تحلیل تاریخچه زمانی سه زلزله بر روی خاک نوع ۳

جداول ۷۶ تا ۸۴ نشان دهنده تأثیر میراگر بر دررفت سازه‌ها بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳ است. مطابق با جداول مشهود است که استفاده از سازه دارای میراگر 15.I.WD نسبت به سازه 15.I.Bf بر روی خاک نوع یک، دو و سه به ترتیب باعث کاهش میزان دررفت به میزان ۱۷٪، ۲۲٪ و ۱۵٪ و همچنین سازه 15.I.WD نسبت به 15.I.WB را به میزان ۲۷٪، ۳۱٪ و ۱۲٪ کاهش داده است.

جدول ۶۲: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

جدول ۶۱: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	---	۱/۳۳	15.I.Bf.2	نورتریج
۰/۶۷	۰/۶۶	۰/۸۹	15.I.WD.2	
۱	۰/۹۸	۱/۳۱	15.I.WB.2	
۰/۶۹	۰/۶۸	۰/۹۱	15.I.CD.2	
۰/۸۷	۰/۸۶	۱/۱۵	15.I.CB.2	
۰/۸۷	۰/۸۶	۱/۱۵	15.I.CP.2	

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	---	۰/۹۴	15.I.Bf.1	نورتریج
۰/۶۸	۰/۷	۰/۶۶	15.I.WD.1	
۱	۱/۰۲	۰/۹۶	15.I.WB.1	
۰/۶۷	۰/۶۹	۰/۶۵	15.I.CD.1	
۱/۰۲	۱/۰۴	۰/۹۸	15.I.CB.1	
۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۸۴	15.I.CP.1	

جدول ۶۴: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

جدول ۶۳: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
W/Br	W/B	میانگین دریفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۱/۰۵	15.I.Bf.1	لوماپریتا
۰/۷۷	۰/۷۸	۰/۸۲	15.I.WD.1	
۱	۱/۰۱	۱/۰۶	15.I.WB.1	
۰/۷۸	۰/۷۹	۰/۸۳	15.I.CD.1	
۰/۹۷	۰/۹۸	۱/۰۳	15.I.CB.1	
۰/۹۵	۰/۹۶	۱/۰۱	15.I.CP.1	

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
W/Br	W/B	میانگین دریفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۱/۸۶	15.I.Bf.3	نورثریج
۰/۵۹	۰/۷۶	۱/۴۲	15.I.WD.3	
۱	۱/۲۷	۲/۳۸	15.I.WB.3	
۰/۴۹	۰/۶۲	۱/۱۷	15.I.CD.3	
۰/۸	۱/۰۳	۱/۹۲	15.I.CB.3	
۰/۷۷	۰/۹۸	۱/۸۴	15.I.CP.3	

جدول ۶۶: تأثیر میراگر بر دریفت سازه

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
W/Br	W/B	میانگین دریفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۲/۰۱	15.I.Bf.3	لوماپریتا
۰/۷۴	۰/۸۳	۱/۶۷	15.I.WD.3	
۱	۱/۱	۲/۲۳	15.I.WB.3	
۰/۶۹	۰/۷۷	۱/۵۵	15.I.CD.3	
۰/۹۱	۱/۰۱	۲/۰۴	15.I.CB.3	
۰/۹۴	۱/۰۴	۲/۱	15.I.CP.3	

جدول ۶۵: تأثیر میراگر بر دریفت سازه

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
W/Br	W/B	میانگین دریفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۱/۵۳	15.I.Bf.2	لوماپریتا
۰/۷۲	۰/۶۵	۱/۰۰	15.I.WD.2	
۱	۰/۸۹	۱/۳۷	15.I.WB.2	
۰/۸۲	۰/۷۳	۱/۱۳	15.I.CD.2	
۰/۹۲	۰/۸۳	۱/۲۷	15.I.CB.2	
۰/۹۷	۰/۸۷	۱/۳۴	15.I.CP.2	

11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

جدول ۶۸: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۲				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۵/۵۶	15.I.Bf.2	کوبه
۰/۶۷	۱/۰۳	۵/۷۴	15.I.WD.2	
۱	۱/۵۱	۸/۴۵	15.I.WB.2	
۰/۷۸	۱/۱۹	۶/۶۲	15.I.CD.2	
۱/۰۴	۱/۵۸	۸/۸۲	15.I.CB.2	
۱/۰۲	۱/۵۵	۸/۶۷	15.I.CP.2	

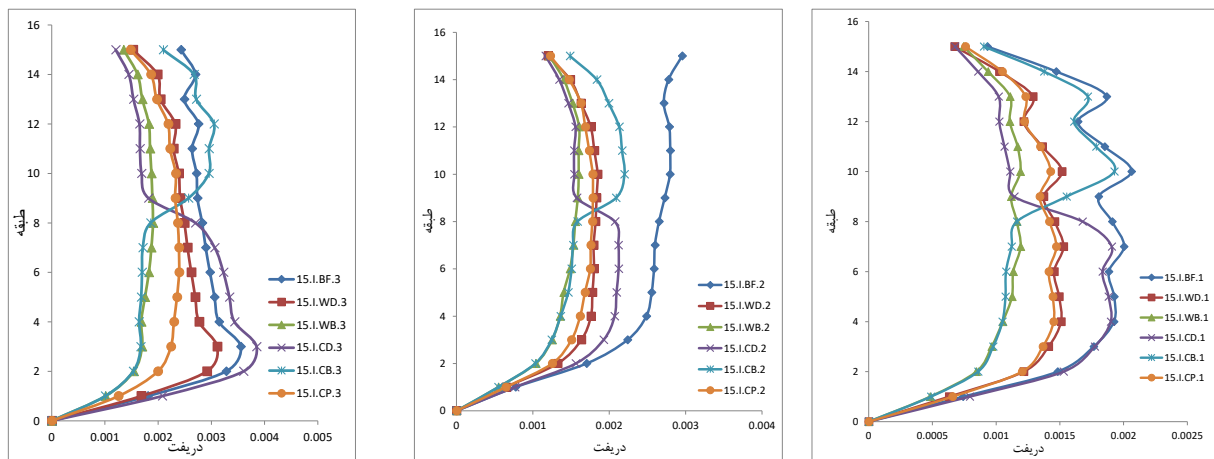
جدول ۶۷: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۱				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۴/۵۶	15.I.Bf.1	کوبه
۰/۷۵	۱	۴/۵۶	15.I.WD.1	
۱	۱/۳۳	۶/۰۷	15.I.WB.1	
۰/۹	۱/۱۹	۵/۴۷	15.I.CD.1	
۱/۲	۱/۶	۷/۳۴	15.I.CB.1	
۱/۱۷	۱/۵۷	۷/۱۶	15.I.CP.1	

جدول ۶۹: تأثیر میراگر بر دررفت سازه

سازه ۱۵ طبقه سه بعدی بر روی خاک نوع ۳				
W/Br	W/B	میانگین دررفت cm	نوع سازه	زلزله
---	-----	۵/۲	15.I.Bf.3	کوبه
۱/۳۱	۰/۹۷	۵/۰۶	15.I.WD.3	
۱	۰/۷۴	۳/۸۶	15.I.WB.3	
۱/۴۴	۱/۰۶	۵/۵۶	15.I.CD.3	
۱/۷	۱/۲۶	۶/۵۷	15.I.CB.3	

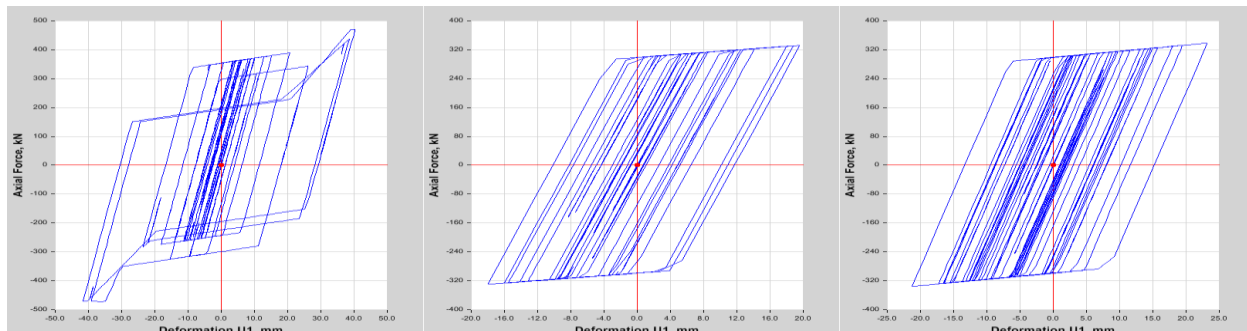
مطابق شکل ۳۷ دررفت سازه‌های 15.I.WD و 15.I.CP بر روی خاک یک و دو تقریباً برابر بوده و بر روی خاک نوع ۳ فقط در طبقه ۲ تا ۴ دارای اختلاف هستند.



شکل ۳۷: نمودار تغییرات جابجایی نسبی طبقات در ارتفاع برای ساختمان ۱۵ طبقه تحت تحلیل طیفی بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳

نتایج حاصل شده از تحقیق زهرایی و چراغی [۲۱] برای سازه ۱۵ طبقه بر روی خاک نوع یک حاکی از آن است که به طور میانگین برش پایه به میزان ۴٪ افزایش یافته است و شتاب سقف و جابجایی به ترتیب به میزان ۱۱٪ و ۱۹٪ کاهش یافته است. در تحقیق حاضر میانگین برش پایه، شتاب و جابجایی به ترتیب به میزان ۶٪، ۱۴٪ و ۱۶٪ کاهش یافته که در مقایسه با نتایج زهرایی و چراغی دارای اختلاف اندکی است.

شکل ۳۸ نمودار هیستریزیس میراگر لوله در لوله (نمونه آزمایشگاهی شماره ۱) را تحت سه رکورد زلزله لوماپریتا، نورتریج و کوبه در سازه 15.I.WD.1 نمایش می‌دهد. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود در زلزله لوماپریتا و نورتریج فقط لوله خارجی وارد عمل شده و نیروی زلزله را مستهلک نموده است و علت آن این است که جابجایی دو سر میراگر و نیروی وارده به میراگر کم‌تر از مقداری بوده که لوله داخلی وارد عمل شود. در زلزله کوبه ابتدا لوله خارجی به تسلیم رسیده و از ظرفیت آن به طور کامل استفاده شده است و پس از آن لوله داخلی وارد عمل گردیده است. رفتار دوسطحی میراگر لوله در لوله به وضوح قابل مشاهده است.



شکل ۳۸: نمودار هیستریزس میراگر لوله در لوله در سازه 15.I.WD.1، به ترتیب از راست به چپ تحت زلزله کوبه، نورتریج و لوما پرتا

۴- نتیجه گیری:

در مقاله حاضر اثر میراگر لوله ای چند سطحی به تنهایی و با ترکیب بادبند در سازه های فولادی سه بعدی ۵، ۱۰ و ۱۵ طبقه بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳ در نرم افزار SAP 2000 مدل سازی و تحت تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی مودال قرار گرفت.

مهم ترین نتایج به دست آمده عبارت اند از:

استفاده از میراگر لوله در لوله در سازه های ۵ طبقه فولادی (5.R.WD.) نسبت به سازه با سیستم دو گانه قاب خمشی متوسط به اضافه مهاربند همگرای ویژه فولادی (5.R.WB.) به ترتیب بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳ به طور میانگین باعث کاهش برش پایه به میزان ۳۱٪، ۳۹٪ و ۴۵٪ گردید و همچنین شتاب سقف نیز به طور میانگین به میزان ۳۱٪، ۳۹٪ و ۳۹٪ به ترتیب بر روی هر سه نوع خاک کاهش یافت.

۱. استفاده از سازه های ترکیبی در سازه های ۵ طبقه باعث کاهش میانگین میزان برش پایه و شتاب سقف نسبت به سازه 5.R.WB. گردید که این میزان کاهش بسته به نوع ترکیب میراگر و بادبند و نوع خاک متفاوت بوده است. میانگین برش پایه سازه 5.R.CD نسبت به 5.R.WB. در هر سه نوع خاک ۱، ۲ و ۳ به ترتیب به میزان ۲۳٪، ۸٪ و ۳۶٪ کاهش یافت و همچنین شتاب سقف نیز به ترتیب به میزان ۲۴٪، ۳۲٪ و ۳۸٪ کاهش یافت.

۲. سازه ترکیبی 5.R.CB نسبت به سازه 5.R.WB. به طور میانگین باعث کاهش برش پایه به میزان ۲۳٪، ۱۸٪ و ۳۵٪ و کاهش شتاب سقف به میزان ۱۸٪، ۲۰٪ و ۱۷٪ به ترتیب بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳ گردید.

۳. سازه 5.R.CP نسبت به 5.R.WB. باعث کاهش در میزان برش پایه به میزان ۱۴٪، ۱۷٪ و ۲۵٪ و کاهش شتاب به میزان ۱۲٪، ۱۸٪ و ۲۰٪ به ترتیب بر روی هر سه خاک نوع یک، دو و سه گردید.

۴. در سازه های فولادی ۱۰ طبقه استفاده از سازه 10.R.WD نسبت به سازه 10.R.WB باعث کاهش میانگین برش پایه در خاک یک، دو و سه به ترتیب به میزان ۵۲٪، ۴۷٪ و ۵۱٪ و کاهش میانگین شتاب به میزان ۳۶٪، ۴۲٪ و ۳۵٪ گردید.

۵. در سازه های فولادی ۱۰ طبقه همانند سازه های ۵ طبقه بر روی هر سه نوع خاک استفاده از سازه های ترکیبی نسبت به سازه دارای بادبند به طور میانگین باعث کاهش در میزان برش پایه و شتاب گردیده که برای سازه 10.R.CD میزان برش پایه بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳ به ترتیب به میزان ۲۹٪، ۳۵٪ و ۳۶٪ و شتاب به میزان ۲۹٪، ۲۷٪ و ۳۲٪ کاهش یافت.

۶. سازه 10.R.CB نسبت به 10.R.WB برش پایه را به طور میانگین به میزان ۳۶٪، ۳۳٪ و ۱۳٪ به ترتیب بر روی خاک نوع یک، دو و سه کاهش داد علاوه بر آن میانگین شتاب نیز به ترتیب به میزان ۳۰٪، ۲۵٪ و ۱۲٪ کاهش یافت.
۷. میانگین کاهش پاسخ برش و شتاب در سازه 10.R.CP نسبت به 10.R.WB نسبت به دو سازه ۱۰ طبقه ترکیبی دیگر اندکی کم تر بوده است؛ بدین صورت که میانگین برش پایه ۲۹٪، ۲۲٪ و ۱۲٪ و میانگین شتاب ۱۵٪، ۹٪ و ۲۲٪ به ترتیب بر روی خاک نوع یک، دو و سه کاهش یافت.
۸. با توجه به نتایج حاصله پیشنهاد می شود در ساختمان های ۱۰ طبقه به جای استفاده از سیستم دو گانه از سازه های ترکیبی استفاده شود که بهترین آن استفاده از میراگر لوله در لوله در طبقات پایین و استفاده از بادبند در طبقات بالا است.
۹. طبق نتایج حاصله از سازه های ۱۵ طبقه نامنظم استفاده از سازه دارای میراگر لوله در لوله نسبت به سازه دو گانه قاب خمشی متوسط به اضافه مهاربند همگرای ویژه به طور میانگین باعث کاهش برش پایه به میزان ۴۸٪، ۴۹٪ و ۵۵٪، کاهش در شتاب به میزان ۴۴٪، ۴۷٪ و ۵۰٪ و کاهش میانگین دررفت به میزان ۱۷٪، ۲۲٪ و ۱۵٪ به ترتیب برای خاک نوع ۱، ۲ و ۳ گردید.
۱۰. مطابق با نتایج حاصله توصیه می شود در سازه های ۱۵ طبقه به جای استفاده از سیستم دو گانه از سازه های ترکیبی استفاده گردد. سازه 15.I.CD به طور میانگین باعث کاهش برش پایه به میزان ۴۳٪، ۳۶٪ و ۴۶٪، کاهش شتاب به میزان ۳۰٪، ۳۳٪ و ۴۱٪ و همچنین به طور میانگین باعث کاهش دررفت به میزان ۲۷٪، ۳۱٪ و ۱۲٪ به ترتیب بر روی خاک نوع ۱، ۲ و ۳ نسبت به سازه 15.I.WB گردید.
۱۱. سازه 15.I.CB نسبت به 15.I.WB باعث کاهش میانگین برش به میزان ۲۸٪، ۲۳٪ و ۲۷٪ و کاهش میانگین شتاب به میزان ۲۷٪، ۳۵٪ و ۱۹٪ به ترتیب بر روی هر سه نوع خاک یک، دو و سه گردید.
۱۲. همچنین سازه 15.I.CP نسبت به 15.I.WB برش پایه را به طور میانگین به میزان ۲۸٪، ۱۹٪ و ۱۵٪ و شتاب را به طور میانگین به میزان ۲۲٪، ۲۳٪ و ۲۵٪ به ترتیب بر روی هر سه نوع خاک ۱، ۲ و ۳ کاهش داد.
۱۳. با توجه به نتایج حاصله و محاسبه میانگین برش پایه، شتاب و دررفت مشخص شد که به ترتیب بهترین سازه ترکیبی، CD، CB و CP است. سازه های ترکیبی فوق جایگزین مناسبی برای سیستم سنتی بادبندی است.
۱۴. در میان سازه های ترکیبی ۵، ۱۰ و ۱۵ طبقه بر روی هر سه نوع خاک، سازه 15.I.CP نسبت به 15.I.WB دارای بیش ترین کاهش در میانگین برش پایه، شتاب و دررفت بوده که بر روی خاک نوع سه ۳۳٪ حاصل شده است. پس از آن سازه ۱۰ طبقه بر روی خاک نوع دو ۲۷٪ و سازه ۵ طبقه بر روی خاک نوع سه ۲۷٪ باعث کاهش در میانگین برش پایه، شتاب و دررفت گردید.
۱۵. پس از سازه ترکیبی CP سازه CB دارای بیش ترین کاهش پاسخ در میانگین برش، شتاب و دررفت نسبت به WB بوده است. در میان سازه ها سازه ۱۰ طبقه بر روی خاک نوع دو با کاهش ۲۶٪ در میانگین برش، شتاب و دررفت بیش ترین میزان کاهش را داشته است. پس از آن سازه ۱۵ طبقه بر روی خاک نوع دو به میزان ۲۲٪ و سازه ۵ طبقه بر روی خاک نوع سه به میزان ۲۰٪ باعث کاهش در میانگین پاسخ ها گردیده است.
۱۶. در صورتی که از سازه ترکیبی CP نسبت به WB استفاده شود؛ در سازه های ۱۰ طبقه بر روی خاک نوع ۱ (۲۰٪)، در سازه ۱۵ طبقه بر روی خاک نوع ۱ (۱۷٪) و در سازه های ۵ طبقه بر روی خاک نوع ۳ (۱۵٪) باعث کاهش در میانگین برش پایه، شتاب و دررفت خواهند شد.



11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

منابع مورد استفاده:

- [1] Kelly, J.M., R. Skinner, and A. Heine. Mechanisms of energy absorption in special devices for use in earthquake resistant structures. Bulletin of NZ Society for Earthquake Engineering, 1972. **5**(3): p. 63-88.
- [2] Bergman, D.M. and S.C. Goel. Evaluation of cyclic testing of steel-plate devices for added damping and stiffness. Department of Civil Engineering, University of Michigan; 1987.
- [3] Tsai, K-C., et al. Design of steel triangular plate energy absorbers for seismic-resistant construction. Earthquake spectra. 1993. **9**(3): p. 505-528.
- [4] Nakashima, M., et al. Energy dissipation behaviour of shear panels made of low yield steel. Earthquake engineering & structural dynamics, 1994. **23**(12): p. 1299-1313.
- [5] Malek, s., P. Pabseng, and L. arghavan. Introducing a new inactive system of damper system and comparing it with a damper named TADAS, in The first international conference on Seismic Retrofitting. 1385.
- [6] Vetr, M., A.N. Reza, and m.a. kafi. in The seven International Congress on Civil Engineering. 1385.
- [7] Oh, S.-H., Y.-J. Kim, and H.-S. Ryu. Seismic performance of steel structures with slit dampers. Engineering structures, 2009. **31**(9): p. 1997-2008.
- [8] Koken, A. and M.A. Koroglu. Waste rubber damper using on steel beam to column connection. International Journal of Arts & Sciences, 2012. **5**(4): p. 217.
- [9] Zahrai, S.M. and A. Cheraghi. Improving Ductility and Cyclic Performance of Slit Brace Using steel Angle. Structural and steel, 1394: p. 47-58
- [10] Zahrai, S.M. and A. Cheraghi. Study of Using steel angle to Upgrade the Seismic Behavior of Centrally Braced Frames. Civil Engineering Tarbiat Modares, 1395: p. 87-97.
- [11] Balendra, T., C.H. Yu, and F.L. Lee. An economical structural system for wind and earthquake loads. Engineering Structures, 2001. **2** : (٢) p. 491-501.
- [12] Hashemi, B.H. and M. Alirezaei, Experimental investigation of a combined system in steel braced frames. Journal of Seismology and Earthquake Engineering, 2016. **17**(3): p. 181-191.
- [13] Zahrai, S. and A. Vosooq. Study of an innovative two-stage control system: Chevron knee bracing & shear panel in series connection. Structural Engineering and Mechanics, 2013. **47**(6): p. 881-898.
- [14] Cheraghi, A. and S.M. Zahrai. Innovative multi-level control with concentric pipes along brace to reduce seismic response of steel frames. Journal of Constructional Steel Research, 2016. **127**: p. 120-135.
- [15] Zahrai, S.M. and A. Cheraghi, Improving cyclic behavior of multi-level pipe damper using infill or slit diaphragm inside inner pipe. Struct Eng Mech, 201٤ : (٢) p. 195-204.
- [16] ,٢٠٠٠S., *CSI Analysis Reference Manual for SAP 2000*, in *Computers and Structures*. 2010.
- [17] Tenth Section of the National Building Regulations Design and Implementation of Steel Buildings. 1392.
- [18] Iranian code of practice for seismic resistant design of buildings. 2015.
- [19] Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER).2010; Available from: <http://peer.berkeley.edu/peer> ground motion database.
- [20] Earthquake engineering software solutions seismo signal.
- [21] Cheraghi ,A. and S.M. Zahrai, The earthquake energy dampers are introduced by introducing a tube multi-layer submersible damper.1, 1396.



11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

ABSTRACT

By combining passive control systems with different stiffnesses, the researchers have proposed multi-level passive control systems. In the present study, a multi-level control system with a passive damping damper in a new pipe with the ability to vary the hardness and energy absorption under different forces to reduce the seismic vibrations of structures and their combination with bracelets was investigated. Their performance was evaluated in 5, 10 and 15 storey steel structures on type 1, 2 and 3 soil in the form of structural seismic responses using nonlinear time history analysis. The results showed that using a combination of dampers and bracelets in 5, 10 and 15 storey steel structures could be a good alternative to traditional brake systems. For example, the use of pipe-to-pipe dampers compared to dual structures in 5, 10 and 15-story structures on type 3 soil reduced the base shear by 45%, 51%, and 55%, respectively, and reduced the acceleration of the roof to The rates were 39%, 35% and 50%, respectively. Structures with dampers and bracelets, as compared to duplex structures on the lower floors and upper brackets, on average, reduced the base cut by 36%, 36%, and 46%, respectively, compared to the dual structure. Roof acceleration reduction was 38%, 32% and 41% in 5, 10 and 15 floor structures, respectively.

KEYWORDS

Multi level Dampers; Time history; passive multi layers damper, Dual frames, Braces