



Tabriz Municipality

رسمه تفالی



## گواهی ارائه مقاله:

بدینوسیله گواهی می گردد آقای دکتر منصور قلعه نوی مقاله خود را تحت عنوان: **ارزیابی رفتار لوزه ای قاب های خمشی ایزوله شده تحت زلزله های میدان نزدیک** در اولین کنفرانس بین المللی ساخت و ساز شهری در مجاورت گسل های فعال به صورت سخنرانی ارائه نموده است.

Prof. Ebad Ghanbati

Head of the Scientific Committee

# ارزیابی رفتار لرزه‌ای قاب‌های خمشی ایزوله شده تحت زلزله‌های میدان نزدیک

فرهاد ملارضایی<sup>۱</sup>، منصور قلعه نوی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سازه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان

۲- استادیار گروه عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

[Rezaie290@yahoo.com](mailto:Rezaie290@yahoo.com)

## چکیده

می‌دانیم که زلزله یکی از مخرب‌ترین پدیده‌های طبیعی است و بشر همواره سعی در کاهش تلفات ناشی از آن داشته است. یکی از روش‌های نوین برای کاهش اثرات زلزله در سازه‌ها، استفاده از جداگرهای لرزه‌ای می‌باشد. در این پژوهش تاثیر وجود جداگر در رفتار سازه‌های فولادی قاب خمشی نزدیک گسل مورد بررسی قرار گرفته است، به این منظور سه سازه با پلان مشابه که به ترتیب دارای ۷، ۱۲ و ۲۰ طبقه می‌باشند را در نظر گرفته‌ایم. این سه سازه به ترتیب معرف سازه‌های کوتاه، متوسط و بلند هستند. نیروی جانبی زلزله به صورت تاریخچه پاسخ در هر دو جهت X, Y مربوط به زلزله طیس مطابق دستورالعمل آیین‌نامه ۲۸۰۰ به سازه اعمال گردیده است. اعمال جداگر به سازه‌ها منجر به افزایش دوره تناوب سازه و در نتیجه کاهش پاسخ‌ها و بهبود رفتار سازه می‌شود. این مساله برای سازه‌های ۷ و ۱۲ طبقه اتفاق افتاد. برای سازه‌های بلند با دوره تناوب بالا افزودن جداگر تاثیری بر رفتار و پاسخ سازه ندارد و ممکن است باعث افزایش پاسخ هم شود، البته برای رفع این مشکل از شیوه جدید جداگرهای لرزه‌ای با نام جداگرهای سقفی استفاده می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** جداساز لرزه‌ای - زلزله حوزه نزدیک - رفتار سازه - تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی

## ۱- مقدمه

سازه‌ها عملکرد ضعیفی را در هنگام قرار گرفتن در معرض نیروهای شدید زمین لرزه از خود بروز می‌دهند. اجزاء سازه‌ای و محتوای داخلی آنها را می‌توان، به وسیله افزودن جداسازهای لرزه‌ای و افزایش نسبت میرایی در برابر حرکات زمین لرزه محافظت نمود. مفهوم جداسازی لرزه‌ای به معنای جدا کردن سازه از زمین به نحوی که از صدمات زمین لرزه بر روی سازه جلوگیری نماید؛ می‌باشد [۱]. یکی از انواع متداول سازه‌های ساختمانی، سازه‌های اسکلت فلزی با سیستم قاب خمشی می‌باشد. شکل پذیری مناسبی که فولاد پس از جاری شدن از خود نشان می‌دهد باعث می‌شود که میزان مناسبی از اتلاف انرژی در هنگام زمین لرزه حاصل گردد که موجب کاربرد روز افزون تر آن شده است.

در زلزله‌های حوزه دور از گسل (Far Field) کاهش شتاب تحت تأثیر بزرگی زلزله می‌باشد، ولیکن در حوزه نزدیک گسل (Near Field) ، کاهش شتاب تنها در زلزله‌های با شدت کم و نه برای زلزله‌های با شدت بالا، اتفاق می‌افتد. این معضل یکی از مهم‌ترین مسائل در رابطه با زلزله‌های نزدیک گسل می‌باشد. از این رو برای زلزله‌های نزدیک گسل، می‌توان از جداسازهای لاستیکی - سربی که یکی از رایج‌ترین انواع جداسازها می‌باشند، استفاده نمود.

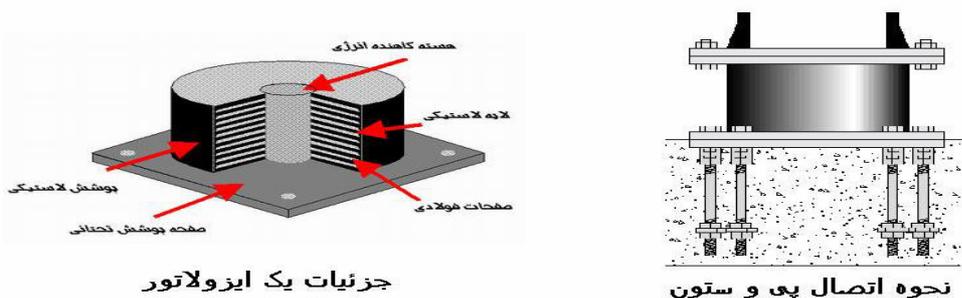
جداسازهای لرزه‌ای در زلزله دور از گسل (FF) عملکرد مناسبی دارند. ولیکن در رابطه با زلزله‌های حوزه نزدیک (NF) با توجه به نیاز لرزه‌ای بالا، ناچار به استفاده از جداسازهای با ابعاد بزرگ و پرهزینه می‌باشد. ممکن است در ارزیابی اولیه ، استفاده از این‌گونه جداسازهای با ابعاد بزرگ، در تناقض با فلسفه‌ی بحث اقتصادی و مقاوم سازی لرزه‌ای در مقایسه با سایر روش‌های مقاوم سازی باشد؛ ولیکن با توجه به این‌که سرعت حداکثر پالس‌ها و تکانه‌های وارد به سازه به حدود ۰/۵ متر بر ثانیه و مدت ۱ تا ۳ ثانیه می‌رسد، استفاده از این روش و توجیه این‌گونه از جداسازها، امکان‌پذیر می‌گردد.

شایان ذکر است استفاده از این سیستم های جداساز لرزه ای پیچیده در بعضی از موارد ، باعث بروز نتایج ناخواسته تحت اثر تحریکات لرزه ای متوسط و شدید بر روی مناطق دور از گسل نیز می گردد. از این رو انجام یک مطالعه ی دقیق و بررسی کامل بر روی سازه های دارای سیستم جداساز لرزه ای لاستیکی - سربی (LRB) ضروری به نظر می رسد [۲].

یکی از مواردی که در رابطه با زلزله های حوزه دور مطرح می باشد، فرکانس پائین امواج است. به عنوان یک شاهد عینی، در شهر رشت با توجه به فاصله زیاد آن (۶۵ کیلومتری منجیل) آسیب های بسیاری به سازه های اسکلت بتنی و فولادی وارد گردید، و این در حالی بود که ساختمان های یک یا دو طبقه بدون اسکلت و با مصالح نامرغوب آسیبی ندیده بودند. که این مسئله با توجه به نزدیک بودن تناوب غالب زلزله در رشت به تناوب ساختمان های بلند، طبیعی می باشد [۳].

## ۲- تکیه گاه لاستیکی - سربی

این سیستم از تکیه گاه لاستیکی لایه لایه با یک سیلندر مرکزی از سرب تشکیل شده است و انعطاف پذیری جانبی آن توسط لاستیک تأمین می شود (شکل ۱). در مدل ریاضی چنین سیستمی یک عنصر هیسترتیک با فنر و میراکننده به طور موازی عمل می کند. این نوع از جداسازها در آوریل ۱۹۷۵ توسط دلیو-اچ-روبینسون اختراع گردید. از امتیازات سرب، داشتن خصوصیات خستگی خوب در حین سیکل های کرنش پلاستیک (سرب به طور پیوسته توسط فرآیندهای مرتبط و همزمان بازیافت، دوباره کریستالی شدن دانه ها، به حالت اولیه برمی گردد.) و اینکه با درجه خلوص بالا به راحتی قابل تهیه می باشد. وجود هسته سربی باعث افزایش میرایی سیستم جداساز می شود. افزایش میرایی در سیستم موجب ممانعت از تشدید شده و انرژی زلزله را بدین وسیله جذب و مستهلک می نماید [۴].



شکل (۱): جداساز لاستیکی - سربی و جزئیات اتصال

هسته سربی افزایش قابل توجهی در استهلاک ایجاد می کند، به طوری که استهلاک بحرانی لاستیک از حدود ۳ درصد به ۱۰ تا ۱۵ درصد می رسد. ضمن اینکه مقاومت در برابر نیروهای کوچک، نظیر باد افزایش می یابد. امروزه لاستیک های این جداسازها، از لاستیک طبیعی کاملاً متراکم با خواص مکانیکی مطلوب، جهت چنین سیستمی ساخته می شود. در بارهای کوچک ناشی از باد یا زلزله خفیف، سیستم دارای سختی بالا و زمان تناوب کوتاه است ولی با افزایش شدت بار، سختی افت می کند. در طراحی سیستم، مقدار فرضی سختی و میرایی حداقل و طیف خطی در نظر گرفته می شود. سختی بالای اولیه فقط برای بارهای طراحی باد، و سختی در کرنش زیاد، فقط برای ایمنی در برابر شکست مورد نظرند [۴].

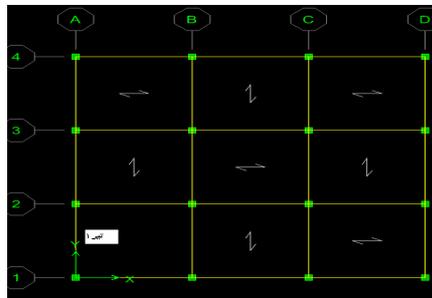
## ۳ - تبیین اهداف

جداسازی لرزه ای، روشی برای کاهش یا حذف پتانسیل خسارت های ناشی از زمین لرزه می باشد. این عمل با محدود ساختن اثر تخریبی زلزله و نه با افزایش مقاومت سازه در مقابل زلزله انجام می پذیرد. در سیستم های جداساز لرزه ای، هیچ یک از مسائل مربوط به سیستم معمولی با پایه گیر دار اتفاق نمی افتد. در این حالت سازه فوقانی، تقریباً به صورت یک جسم صلب بر روی جداسازهای نرم تغییر مکان می دهد. در واقع قسمت عمده حرکات لرزه ای زمین در تراز جداساز جذب و در نتیجه حرکت لرزه ای منتقل شده به سازه

فوقانی کاهش می‌یابد و از شکست اعضای سازه‌ای و غیر سازه‌ای به ویژه لوازم داخلی سازه جلوگیری می‌نماید. ابتدا سازه‌ها بدون اعمال جداگر و بر اساس آیین‌نامه مقررات ملی ساختمان ایران بارگذاری و طراحی شده، مقاطع مناسب برای آنها بدست آمده و نیروها در اعضا محاسبه گردیده است. سپس برای هر سه سازه جداگرهای مناسب طراحی و به آنها اعمال گردیده است (با حفظ مقاطع قبلی). مجدداً نیروها در اعضا محاسبه و با حالت قبل مقایسه شده است. در نهایت در مورد مثبت بودن یا نبودن اعمال جداگر به سازه قضاوت شده و بازه‌ای از پیوند را که به ازای آن اعمال جداگر تاثیر مناسب دارد، ارائه گردیده است.

#### ۴- مشخصات سازه‌ها و جداسازهای مورد استفاده

در این پژوهش سه سازه فولادی مورد بررسی قرار گرفته‌اند، که هر سه دارای قاب خمشی در هر دو جهت می‌باشند. این سازه‌ها در منطقه با خطر نسبی زلزله بسیار زیاد با کاربری مسکونی و بر روی خاک نوع II قرار گرفته‌اند. هر سه سازه دارای سه دهانه در جهت X و سه دهانه در جهت Y، که طول تمامی دهانه‌ها ۵ متر می‌باشند (شکل ۲).



شکل (۲): پلان سازه‌ها

تعداد طبقات عبارتند از ۷، ۱۲ و ۲۰ طبقه که به ترتیب بیان‌گر ساختمان‌های کوتاه، متوسط و بلند هستند. نحوه چیدمان جداسازها به صورت متقارن می‌باشد تا مرکز سختی جداسازها از مرکز جرم عبور کرده و مسئله پیچش اتفاق نیفتد. برای تمام سازه‌ها، ارتفاع طبقه همکف ۲/۳ متر و ارتفاع بقیه طبقات ۳ متر فرض شده است. مشخصات کلی سازه‌ها در جدول (۱) آمده است.

جدول (۱): مشخصات سازه‌های مورد مطالعه

| سازه    | تعداد دهانه‌ها | طول دهانه‌ها | شتاب مبنا | نوع خاک | نوع سیستم بار |
|---------|----------------|--------------|-----------|---------|---------------|
| ۷ طبقه  | ۳*۳            | ۵            | ۰٫۳۵g     | ۲       | خمشی          |
| ۱۲ طبقه | ۳*۳            | ۵            | ۰٫۳۵g     | ۲       | خمشی          |
| ۲۰ طبقه | ۳*۳            | ۵            | ۰٫۳۵g     | ۲       | خمشی          |

سازه‌های مورد بررسی در این پروژه بر اساس مببحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران بارگذاری شده‌اند. جدول (۲) مقادیر مورد نظر برای بارهای وارده به سازه‌ها را نشان می‌دهد [۵].

جدول (۲): بارگذاری سازه‌ها

|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 500kg/m <sup>2</sup> | بار مرده کف طبقات       |
| 450kg/m <sup>2</sup> | بار مرده بام            |
| 200kg/m <sup>2</sup> | بار زنده کف طبقات       |
| 150kg/m <sup>2</sup> | بار زنده بام            |
| 800kg/m              | بار مرده دیوارهای جانبی |
| 300kg/m              | بار مرده جان پناه       |

زیر بدست طراحی اولیه سازه‌ها با برنامه کامپیوتری Sap2000 ver 11 انجام شده است [۶]. سازه‌ها بر اساس مقررات ملی ساختمان ایران طراحی شده و مقاطع برای سازه‌ها محاسبه می‌شود [۷]. پس از این مرحله نیروهای پای ستون‌ها را برای هر سه سازه بدست آورده و سپس به طراحی جداگرا می‌پردازیم (جدول ۳). طراحی گام به گام جداسازها بر اساس فرضیات ذکر شده در ضوابط آیین نامه ۹۷ UBC انجام شده است [۸]. برای هر یک از ۳ سازه، ۲ نوع جداگر طراحی می‌کنیم، یک نوع برای ستون‌های میانی و دیگری برای ستون‌های گوشه و کناری. پس از طراحی جداگرا مشخصات جداگرا به صورت آمده است.

جدول (۳): مشخصات جداگرا

| سازه هفت طبقه |       |       |       |                       |
|---------------|-------|-------|-------|-----------------------|
| $C_H$         | $C_V$ | $K_H$ | $K_V$ |                       |
| ٪۸            | ۰     | ۰٫۴۰۸ | ۴۰۸   | جداگرهای کناری و گوشه |
| ٪۱۵           | ۰     | ۱٫۰۲  | ۱۰۲۰  | جداگرهای میانی        |

| سازه دوازده طبقه |       |       |       |                       |
|------------------|-------|-------|-------|-----------------------|
| $C_H$            | $C_V$ | $K_H$ | $K_V$ |                       |
| ٪۸               | ۰     | ۱٫۰۰۶ | ۱۰۰۶  | جداگرهای کناری و گوشه |
| ٪۱۵              | ۰     | ۲٫۵۱۵ | ۲۵۱۵  | جداگرهای میانی        |

| سازه بیست طبقه |       |       |       |                       |
|----------------|-------|-------|-------|-----------------------|
| $C_H$          | $C_V$ | $K_H$ | $K_V$ |                       |
| ٪۸             | ۰     | ۱٫۱۳۴ | ۱۱۳۴  | جداگرهای کناری و گوشه |
| ٪۱۵            | ۰     | ۲٫۸۳۵ | ۲۸۳۵  | جداگرهای میانی        |

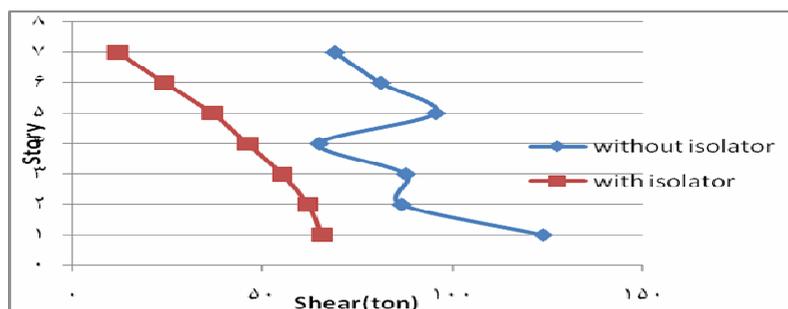
$K_V$  سختی قائم و  $K_H$  سختی افقی نشیمن لاستیکی - سربی می‌باشد. همچنین پارامترهای  $C_V$  ضریب میرایی قائم  $C_H$  ضریب میرایی افقی نشیمن لاستیکی - سربی تعریف می‌شود.

## ۵- بررسی نتایج

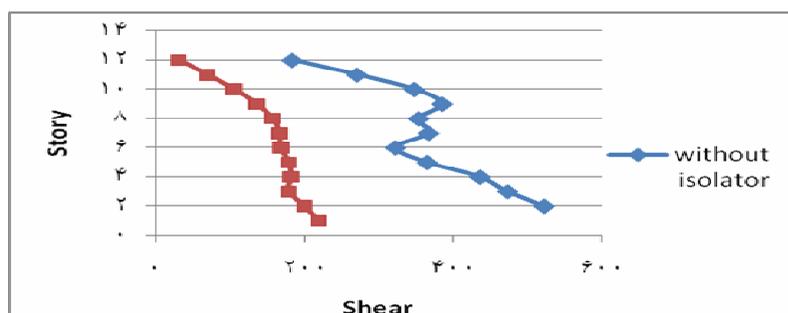
پارامترهای مختلفی برای هر یک از سه سازه در حالت‌های حضور و عدم حضور جداگر محاسبه کرده و پاسخ‌های بدست آمده بررسی گردیده است. با توجه به این مطلب که از جداگر برای مقابله با اثرات زلزله استفاده می‌شود، باید از تحلیل تاریخچه زمانی استفاده نمود و نیروهای اعضا را به صورت لحظه به لحظه بدست آورد. چند نمونه از پاسخ‌های بدست آمده نشان داده شده است (جدول ۴) و (شکل‌های ۳، ۴ و ۵).

جدول (۴): برش پایه اعمال شده به سازه در اثر زلزله طبس در حین زلزله

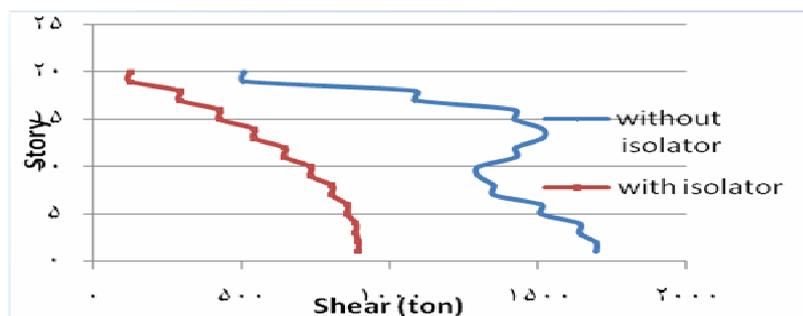
| سازه    | پارامتر                           | برش اعمالی به سازه |
|---------|-----------------------------------|--------------------|
| ۷ طبقه  | حداکثر مقدار برای سازه بدون جداگر | ۱۲۴ton             |
|         | حداکثر مقدار برای سازه با جداگر   | ۶۶ton              |
| ۱۲ طبقه | حداکثر مقدار برای سازه بدون جداگر | ۶۱۱,۵ ton          |
|         | حداکثر مقدار برای سازه با جداگر   | ۲۲۷,۷ ton          |
| ۲۰ طبقه | حداکثر مقدار برای سازه بدون جداگر | ۲۷۶۰ton            |
|         | حداکثر مقدار برای سازه با جداگر   | ۱۵۶۹ton            |



شکل (۳): مقایسه برش اعمالی به سازه ۷ طبقه در اثر زلزله طبس



شکل (۴): مقایسه برش اعمالی به سازه ۱۲ طبقه در اثر زلزله طبس



شکل (۵): مقایسه برش اعمالی به سازه ۲۰ طبقه در اثر زلزله طبس

دو پارامتر موثر دیگر در ارزیابی رفتار لرزه‌ای ساختمان‌ها، مقادیر حداکثر سرعت جابجایی مطلق بام و حداکثر لنگر خمشی در تیر گوشه طبقه اول می‌باشند، که مقادیر آن تحت زلزله طبس در جدول‌های ۵ و ۶ آمده است.

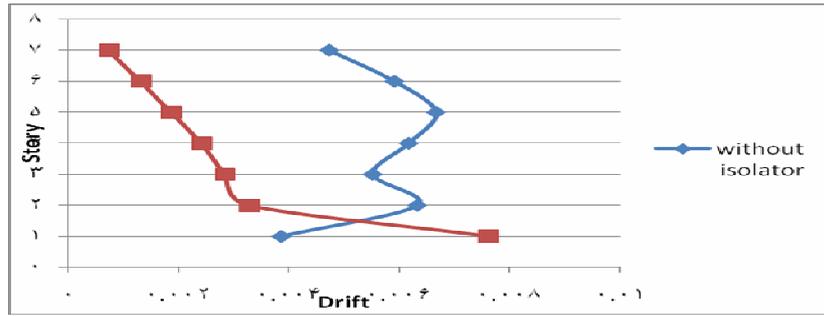
جدول (۵): حداکثر سرعت جابجایی طبقه آخر در اثر زلزله طبس

| سازه    | پارامتر                           | برش اعمالی به سازه |
|---------|-----------------------------------|--------------------|
| ۷ طبقه  | حداکثر مقدار برای سازه بدون جداگر | ۴۰,۲۴ cm/s         |
|         | حداکثر مقدار برای سازه با جداگر   | ۲۵,۴۵ cm/s         |
| ۱۲ طبقه | حداکثر مقدار برای سازه بدون جداگر | ۱,۶ m/s            |
|         | حداکثر مقدار برای سازه با جداگر   | ۰,۷۳ m/s           |
| ۲۰ طبقه | حداکثر مقدار برای سازه بدون جداگر | ۲۴۱ cm/s           |
|         | حداکثر مقدار برای سازه با جداگر   | ۱۹۲ cm/s           |

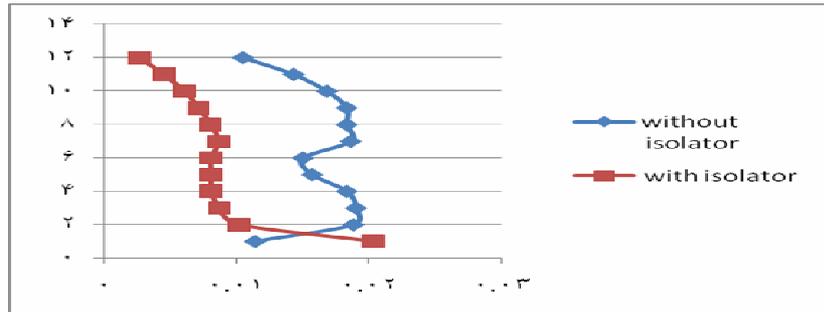
جدول (۶): حداکثر لنگر خمشی موجود در تیر گوشه طبقه اول در اثر زلزله طبس

| سازه    | پارامتر                           | لنگر خمشی موجود در تیر گوشه |
|---------|-----------------------------------|-----------------------------|
| ۷ طبقه  | حداکثر مقدار برای سازه بدون جداگر | ۵,۵۴۴ ton.m                 |
|         | حداکثر مقدار برای سازه با جداگر   | ۰,۹۷۲ ton.m                 |
| ۱۲ طبقه | حداکثر مقدار برای سازه بدون جداگر | ۱۶,۲ ton.m                  |
|         | حداکثر مقدار برای سازه با جداگر   | ۲,۹۳ ton.m                  |
| ۲۰ طبقه | حداکثر مقدار برای سازه بدون جداگر | ۶۷,۲۴ ton.m                 |
|         | حداکثر مقدار برای سازه با جداگر   | ۵۸,۲۷ ton.m                 |

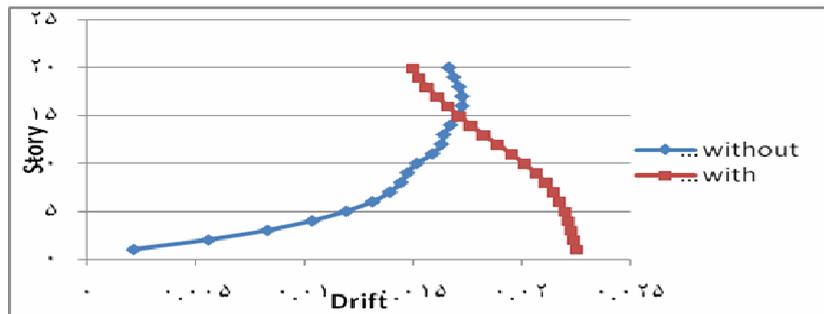
همچنین می‌توان تغییر مکان‌های نسبی سازه‌ها را با حضور و بدون حضور جداساز لرزه پایه به صورت نموداری نشان داد (شکل‌های ۶، ۷ و ۸).



شکل (۶): مقایسه تغییر مکان‌های نسبی سازه ۷ طبقه



شکل (۷): مقایسه تغییر مکان‌های نسبی سازه ۱۲ طبقه



شکل (۸): مقایسه تغییر مکان‌های نسبی سازه ۱۲ طبقه

با بررسی جدول‌ها و شکل‌های بخش ۵ مشاهده می‌شود که تغییر مکان‌های نسبی در سازه‌های ۷ و ۱۲ طبقه دارای جداگر بسیار کمتر از تغییر مکان‌های نسبی در همین سازه‌ها در حالت بدون جداگر است. این مطلب کاملاً منطقی است و دلیل این پدیده را می‌توان این‌گونه توجیه کرد، وقتی در سازه جداگر به کار می‌بریم ساختمان مانند سازه صلبی عمل می‌کند که در پای ستون دارای درجه آزادی است و این درجه آزادی باعث می‌شود که تغییر مکان سازه در پای ستون زیاد شود اما نیروی زلزله به طبقات بالاتر نرسد و تغییر مکان نسبی طبقات کم شود. اما در سازه ۲۰ طبقه نتیجه دیگری را می‌بینیم، تغییر مکان‌های نسبی در سازه دارای جداگر بیش‌تر از تغییر مکان نسبی در سازه بدون جداگر است که بیانگر این مطلب می‌باشد که عملکرد جداگر در سازه ۲۰ طبقه مطلوب نمی‌باشد.

## ۵- نتیجه گیری

- ۱- جداسازهای لرزه‌ای در بهبود عملکرد لرزه‌ای همه سازه‌های مورد بررسی، نسبت به سازه با پایه گیردار به‌طور قابل ملاحظه‌ای موثر بودند.
- ۲- حداکثر سرعت جابجایی طبقه آخر نقطه‌ای معین از سازه در حین زلزله در هر سه سازه ۷، ۱۲ و ۲۰ طبقه در حالت وجود جداگر با کاهش همراه بوده است.
- ۳- در بررسی مجموع برش پایه اعمالی به سازه می‌توان این‌گونه بیان کرد، که در سازه‌های ۷ و ۱۲ طبقه در صورت وجود جداگر، برش تمام طبقات کاهش پیدا می‌کند. اما در سازه ۲۰ طبقه در صورت افزودن جداگر برش برخی از طبقات افزایش و برش برخی از طبقات کاهش می‌یابد.
- ۴- حداکثر لنگر خمشی موجود در تیر گوشه طبقه اول هر سه سازه در حالت وجود جداگر به کاهش این پارامتر منجر شده است.
- ۵- شتاب جابجایی نقطه‌ای معین از سازه در حین زلزله، در سازه‌های ۷ و ۱۲ طبقه شتاب حرکت نقطه معین سازه در حالت وجود جداگر کاهش یافته است، اما در سازه ۲۰ طبقه شتاب حرکت نقطه معین سازه به مقدار زیادی افزایش پیدا کرده است.
- ۶- اعمال جداگر تأثیر زیادی در کاهش نیروهای موجود در اعضای سازه ۷ طبقه دارد، در مورد سازه ۱۲ طبقه نیز این مطلب تا حدی برقرار است. میزان تغییر مکان نسبی برای سازه‌های ۷ و ۱۲ طبقه کاهش، اما برای سازه ۲۰ طبقه افزایش می‌یابد. بنابراین اعمال جداگر برای سازه‌های ۷ و ۱۲ طبقه تأثیر مثبت، اما برای سازه ۲۰ طبقه در تأثیر اندکی دارد و در برخی موارد نیز تأثیر منفی دارد.
- ۷- اعمال جداگر در سازه‌های با سیستم باربر خمشی، برای سازه‌های با زمان تناوب کمتر از حدود ۱/۵ ثانیه، تأثیر مثبت بر پاسخ‌های سازه دارد و برای سازه‌های دارای دوره تناوب تا حدود ۲/۵ ثانیه ممکن است برخی از پاسخ‌های سازه کاهش و برخی دیگر افزایش یابد. اما اگر دوره تناوب بیش از ۲/۵ ثانیه باشد احتمالاً "پاسخ‌های سازه افزایش می‌یابد.

## مراجع

1. Skinner RI, Robinson WH, McVerry GH. "An introduction to seismic isolation". London : John Wiley and Sons; 1993.
2. Kelly JM. "Earthquake-resistant design with rubber". 2nd ed. London : Springer-Verlag ; 1997.
۳. حسن مقدم ، مهندسی زلزله - مبانی و کاربرد، انتشارات فراهنگ، ۱۳۸۴
۴. تهرانی زاده، م. و حامدی، ف. جداسازی لرزه‌ای در مقابل زلزله (ترجمه)، انتشارات پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ۱۳۷۸
۵. مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران، بارهای وارد بر ساختمان. دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان
6. Manual sap 2000 ver11
۷. مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران، طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی. دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان
۸. UBC97 , International Building Code