

اثر جداسازهای لاستیکی-سربی و دمپره‌های ویسکوز بر رفتار لرزه‌ای سازه‌های نزدیک گسل

محسن گرامی ، مصطفی فخاری‌فر

استادیار دانشگاه سمنان، دانشکده عمران

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش زلزله

fakharifar_mostafa@livesync.com

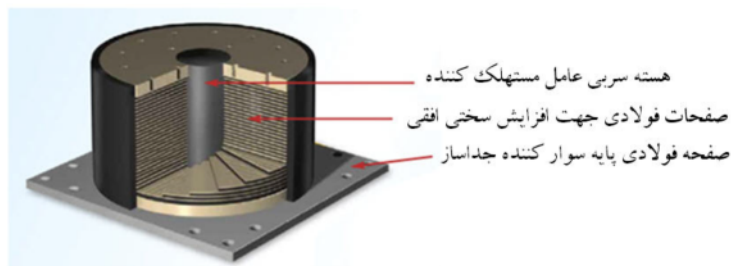
خلاصه:

جداسازی لرزه‌ای یکی از شیوه‌های نوین در جهت کنترل لرزه‌ای سازه‌ها بر اثر تحریکات پایه‌ای اعمال شده روی آنها می‌باشد. با توجه به ماهیت نیروی زلزله، و ورود سازه به حد غیرارتجاعی، جداسازهای لرزه‌ای از هر نوع که باشند، به حد ظرفیت نهایی خود می‌رسند که این مسئله عامل استفاده توأم جداسازها با دمپرها می‌گردد. در این پژوهش با انجام تحلیل غیرخطی، اثر جداسازهای لاستیکی-سربی بر روی پاسخ دینامیکی سازه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. جهت انجام این مطالعه از دو مدل سازه‌ای مختلف بهره گرفته شده است. جهت حصول نتایج مجزا از نوع و شمای کلی سازه، دو سازه بتن آرمه کوکطبقه با پلان نامتقارن در مرحله مدلسازی و تحلیل به کار رفته‌اند. پارامترهای طراحی به نحوی اختیار می‌گردند که بهترین طراحی پارامتریک انجام گردد. همچنین اثر دمپره‌های ویسکوز که نقش مستهلک کننده‌های انرژی را دارا می‌باشند، بر عملکرد جداسازهای لاستیکی-سربی (LRB) مورد بررسی قرار گرفته است. پس از انجام مطالعات مشخص گردید که عملکرد ضعیف سازه‌های ایزوله شده تحت اثر تحریکات لرزه‌ای نزدیک گسل را می‌توان با استفاده از دمپره‌های ویسکوز کمکی بهبود بخشید. بر خلاف انتظار، افزایش میرایی در سازه‌های ایزوله تحت تحریکات لرزه‌ای دور از گسل، عملکرد مناسبی به جهت کاهش دررفت ندارد؛ و از اینرو افزایش میرایی تأثیر چندانی بر بهبود پاسخ این‌گونه سازه‌ها ندارد.

کلمات کلیدی: جداساز لاستیکی-سربی، دمپر، زلزله حوزه نزدیک، تحلیل غیرخطی.

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 بوسیله‌ی افزودن جداسازهای لرزه‌ای و افزایش نسبت میرایی سازه، 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 [1]. 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 اینرو برای زلزله‌های نزدیک گسل، می‌توان از جداسازهای لاستیکی-سربی که یکی از رایج‌ترین انواع جداسازها می‌باشند، استفاده نمود.



شکل ۱- نمونه یک جداساز لاستیکی-سربی

جداسازهای لرزه ای در زلزله‌های 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 مقاوم‌سازی باشد؛ ولیکن با توجه به اینکه سرعت حداکثر پالس ها و تکانه های وارد به سازه به حدود 5/0 متر بر ثانیه و مدت اعمال 1 تا 3 ثانیه می رسد، استفاده از این روش و توجیه اینگونه از جداسازها، امکان پذیر 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 اینرو انجام یک مطالعه‌ی دقیق و بررسی کامل بر روی سازه های دارای سیستم جداساز لرزه ای لاستیکی-سربی (LRB) در دو حالت وجود و عدم وجود دمپره‌های ویسکوز ضروری به نظر می‌رسد [2].

یکی از مواردی که در رابطه با زلزله‌های حوزه دور مطرح می‌باشد، فرکانس پائین امواج است. به عنوان یک شاهد عینی، در شهر رشت با توجه به فاصله زیاد آن (65 کیلومتری منجیل) آسیبه‌های بسیاری به سازه‌های اسکلت بتنی و فولادی وارد گردید، و این درحالی بود که ساختمانهای یک یا دو طبقه بدون اسکلت و با مصالح نامرغوب آسبیده ندیده بودند. که این مسئله با توجه به نزدیکی بودن تناوب غالب زلزله در رشت به تناوب ساختمانهای بلند، طبیعی می‌باشد [7].

مطالعه‌ی رفتار دینامیکی و بازتاب‌های سازه‌ای، در هنگام وقوع زمین لرزه با استفاده از جداسازهای لرزه ای LRB و دمپره‌های ویسکوز، هدف اصلی این پژوهش می‌باشد.

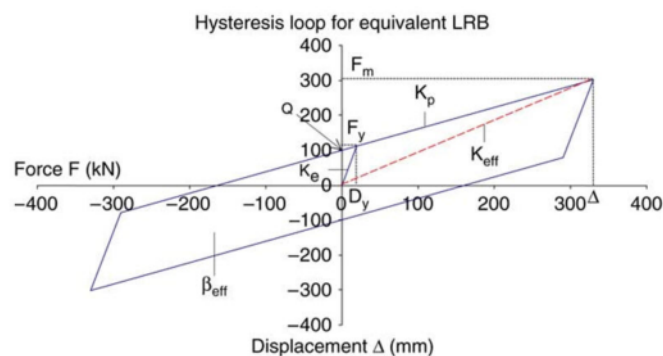
مدل سازی سیستم جداسازی لرزه ای:

جداسازهای LRB

جداسازهای لاستیکی-سربی عموماً متشکل از یک سری لایه‌ی لاستیک و فولاد می باشند، که این لایه‌های لاستیک توسط فولاد استحکام بخشیده شده و موجب ایجاد انعطاف جانبی و صلبیت قائم می گردند. [3]

جداسازهای لرزه ای لاستیکی-سربی با تحمل وزن کل سازه در جهت قائم، قابلیت انعطاف و حرکت جانبی سازه با تحمل نیروها و ایجاد عامل میرایی را فراهم می آورند. تعیین مشخصات مکانیکی جداسازهای لرزه ای می بایست مطابق با UBC-97 باشند. پارامترهای طراحی به کار گرفته شده در این مطالعه عبارتند از:

نسبت Q/W که مقاومت مشخصه (Q) به وزن کل وارده بر روی جداساز لرزه ای (W) است. F_y : تنش تسلیم، D : قطر جداساز لرزه ای، d : قطر قسمت انتهایی اتصالی جداساز به بدنه سازه، n : تعداد لایه های لاستیک به کار رفته در جداساز و t : ضخامت لایه‌های به کار رفته در جداساز می‌باشد. برای تحلیل و طراحی، منحنی نیرو-تغییر مکان که در شکل (1) نشان داده شده است، به کار رفته است. جداسازها دارای سختی الاستیک (Ke) و سختی پلاستیک (Kp) می‌باشند [4].



شکل ۲ - حلقه هیسترزیس جداسازهای لرزه ای LRB

سختی الاستیک نسبت تنش تسلیم به جابجائی متناظر با حد تسلیم می باشد.

$$K_e = F_y / D_y \quad (1)$$

سختی پلاستیک (یا سختی تسلیم) توسط رابطه‌ی زیر تعیین می گردد:

$$K_p = G \cdot A_r \cdot f_L / t_r \quad (2)$$

G : مدول برشی لاستیک جداساز، A_r : سطح مقطع لایه‌های لاستیک، t_r : ضخامت کل لایه‌های لاستیک در جداساز، f_L : ضریبی که برابر 1.5 فرض می گردد.

مقاومت مشخصه Q توسط معادله‌ی روبرو تعیین می گردد:

$$Q = A_{pb} \sigma_{ypb} \quad (3)$$

A_{pb} : سطح مقطع هسته سربی در جداساز، σ_{ypb} : مقاومت تسلیم هسته‌ی سربی جداساز که عموماً در حدود ۷ تا ۸/۵ مگاپاسکال است.

پریود اصلی جداساز لرزه ای (T^{iso}) از رابطه‌ی زیر بیان می گردد:

$$T^{iso} = 2\pi (M / k_{eff})^{0.5} \quad (4)$$

که در این رابطه M جرم کل وارده بر روی سیستم جداساز لرزه ای، که شامل جرم کل سازه و جرم خود سیستم جداساز لرزه ای می باشد. جهت حصول بهترین پاسخ ایمن سازه، تحلیل و طراحی به نحوی صورت می گیرد که $2.5 < T^{iso} < 1.5$ ثانیه قرار گیرد. معادله‌ی حرکت سازه‌های ایزوله به صورت زیر قابل بیان است [5]:

$$M\ddot{x}_b(t) + C_{eff}\dot{x}_b(t) + K_{eff}x_b(t) + m_q a_q = -M\ddot{x}_g(t) \quad (5)$$

که در این رابطه؛ $x_b(t)$: جابجائی نسبی سیستم جداساز لرزه ای با توجه به زمین، $\dot{x}_g(t)$: شتاب افقی زمین، m_q : جرم، a_q : شتاب نسبی که q به کار گرفته به عنوان اندیس در این رابطه تعداد درجات آزادی با توجه به تعداد طبقات بالاتر از سیستم جداساز لرزه ای می باشد، g : شتاب جاذبه، Q : تعداد کل درجات آزادی سازه از پایه تا بالاترین طبقه، C_{eff} : ضریب میرایی مؤثر که با توجه به نسبت میرایی مؤثر ζ_{eff} رابطه‌ی زیر تعیین می گردد:

$$C_{eff} = 2\zeta_{eff} (M k_{eff})^{0.5} \quad (6)$$

اثر مشارکتی دمپرهای ویسکوز

دمپرهای ویسکوز تجهیزاتی هستند که یک نیروی مقاوم را با توجه به سرعت نیروی وارده به سازه تأمین می نمایند. نیروی یک دمپر در یک سیستم دینامیک از رابطه‌ی زیر بدست می آید [5]:

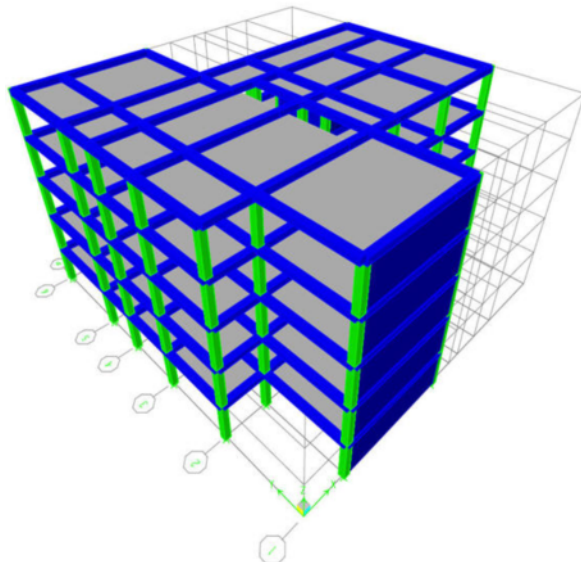
$$F_D = C V_c^{exp} \quad (7)$$

F_D : نیروی دمپر، C : ضریب میرایی، V_c : سرعت نسبی در حد فاصل بین دو انتهای دمپر و exp : مرتبه‌ی توان که بین ۰/۳ تا ۱ متغیر است (در مطالعه‌ی حاضر به جهت اختصار از توان $exp = 1$ استفاده گردیده است)

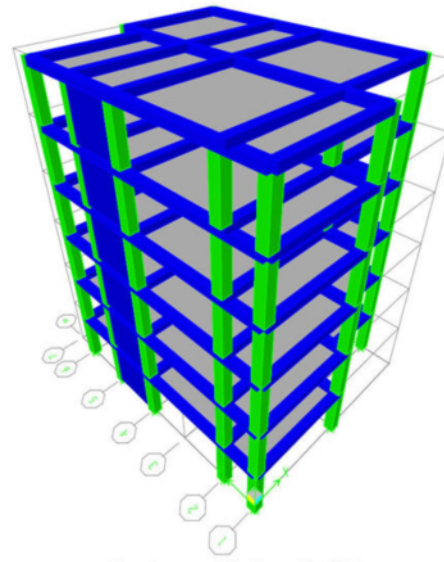
مدلهای سازه ای

جهت انجام یک مطالعه‌ی تحلیلی پارامتریک بر روی سیستم جداسازی لرزه ای، دو سازه‌ی سه بُعدی اسکلت بتنی، با یک سیستم جداساز لرزه‌ای لاستیکی-سربی (LRB) یکسان و دمپرهای کمکی ویسکوز در زیر هر ستون مدل و مورد مطالعه قرار گرفته است. همانطوریکه در شکل شماره (۳) و (۴) نشان داده شده است ساختمان A یک ساختمان 6 طبقه بتنی به ابعاد ۱۲/۳۰*۱۶/۹۰ و ارتفاع ۱۸ متر می باشد. این سازه دارای ۲۸ جداساز لرزه ای LRB و ۲۸ دمپر ویسکوز محوری در زیر هر ستون می باشد.

مدول الاستیسیته و ضریب پواسون برای مصالح ساخت این سازه به ترتیب عبارتند از: $29 \cdot 10^6$ مگا پاسکال و 0.2 و جرم کل سازه برابر $2800 \text{ (KN. Sec}^2 / \text{m)}$ می باشد.



شکل ۴ - مدل ۳ بُعدی سازه B

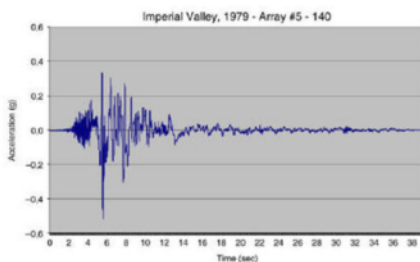


شکل ۳ - مدل ۳ بُعدی سازه A

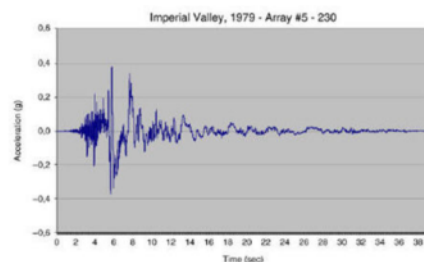
از طرف دیگر ساختمان B یک ساختمان بتنی ۵ طبقه با نمای نشان داده شده در شکل (۴) می باشد. مدول الاستیسیته و ضریب پواسون مواد سازنده ی سازه ی B عبارتند از: 29×10^6 مگا پاسکال و 0.2 و جرم کل سازه ی B برابر $4600 \text{ (KN} \cdot \text{Sec}^2 / \text{m)}$ می باشد. سازه ی B توسط ۴۲ عدد جداگر لرزه ای LRB و ۴۲ عدد دمپر ویسکوز محوری در زیر هر ستون تجهیز شده است. جهت تحلیل سازه از برنامه ی ETABS ویرایش 8.3.0 استفاده گردیده است. در مدلسازی سازه در برنامه ی ETABS تمامی کفها به صورت دیافراگم صلب (دو درجه آزادی انتقالی و یک درجه آزادی پیچشی) مدل گردیده اند. روش طراحی تاریخچه زمانی غیر خطی برای تحلیل و محاسبه ی پارامترهای مؤثر جداسازهای لرزه ای استفاده شده است. پیروید اصلی سازه ی A در جهت x برابر 0.68 ثانیه و 0.54 ثانیه در جهت y محاسبه گردیده است. و همچنین پیروید اصلی سازه ی B در جهات x و y به ترتیب عبارتند از 0.37 و 0.35 ثانیه.

ضریب میرایی با پایه ی ثابت (fixed - based) برای هر دو سازه در دو مود اول ارتعاشی آنها برابر 5 درصد در نظر گرفته می شود. دو رکورد زلزله در دو جهت x و y برای بررسی تأثیر زلزله حوزه دور و نزدیک، با شدت بالا در این تحلیل به کار رفته است. این دو رکورد عبارتند از: زلزله دره امپریال سال (1979 Imperial Valley Earthquake) و نورتریج سال 1994 (1994 Old Ridge Route) آمریکای شمالی. منحنی های شتاب بر حسب زمان در اشکال (۵) تا (۸) به نمایش درآمده است.

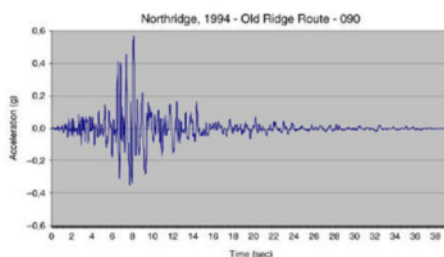
علت اصلی بررسی اثر زلزله در حوزه دور، بدین دلیل می باشد که شهرهایی مانند ساری، قزوین، بابل و شیراز که فواصل زیادی از گسل دارند، زلزله های شدیدی را تا به حال تجربه کرده اند. از مهمترین دلایلی که برای این مسئله نامبرده می شود؛ این است که اینگونه از شهرها در داخل زاویه دو گسل و گاهی روی نیمساز داخلی دو گسل دور از خود قرار گرفته اند. از اینرو رکورد دو زلزله معروف امپریال و نورتریج که شامل مؤلفه های حوزه دور و نزدیک می باشند؛ در تحلیل تاریخچه زمانی به کار گرفته شده اند.



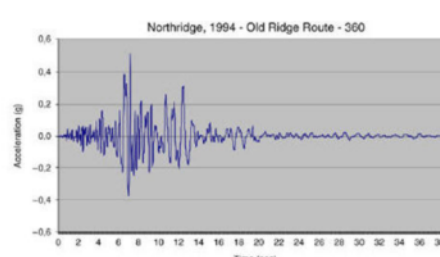
شکل ۶ - زلزله دره امپریال ۱۹۷۹ - حوزه نزدیک و موازی با جهت گسل



شکل ۵ - زلزله دره امپریال ۱۹۷۹ - حوزه نزدیک و عمود بر جهت گسل



شکل ۸ - زلزله نورتریج ۱۹۹۴ - حوزه دور و موازی با جهت گسل



شکل ۷ - زلزله نورتریج ۱۹۹۴ - حوزه نزدیک و عمود بر جهت گسل

در این مقاله، جاسازهای لرزه ای خطی مانند سیستم لاستیکی LRB مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته است. معرفی جاسازهای لرزه ای LRB در تحلیل غیرخطی تاریخچه-زمانی توسط فعال کردن لینک غیرخطی ISOLATOR1 (ISO1) در برنامه ی ETABS امکان پذیر شده است. همانطور که گفته شد، معیار همگرایی به کار رفته در برنامه ی ETABS به نحوی می باشد که محاسبه ی حداکثر مجاز جابجائی سازه تا وقتی باشد که پیروید جدا ساز لرزه ای در محدوده ی $1.5 < T^{iso} < 2.5$ قرار گیرد.

همانطور که گفته شد؛ بواسطه بروز جابجائی های بزرگ تحت اثر زلزله، از دمپره های کمکی استفاده گردیده است. معرفی این دمپره های کمکی با فعال کردن DAMPER در منوی Define گزینه Link Properties در برنامه ETABS انجام پذیرفته است. از سه ضریب ضریب میرایی مختلف، جهت بررسی اثر میرایی استفاده گردیده است:

$C_{eff} = C_0$ (بدون حضور دمپره های کمکی)

$C_{eff} = C_{100}$ (سطحی از نسبت میرایی که معرف ضریب میرایی مؤثر برابر ۱۰۰ کیلونیوتن ثانیه بر متر می باشد)

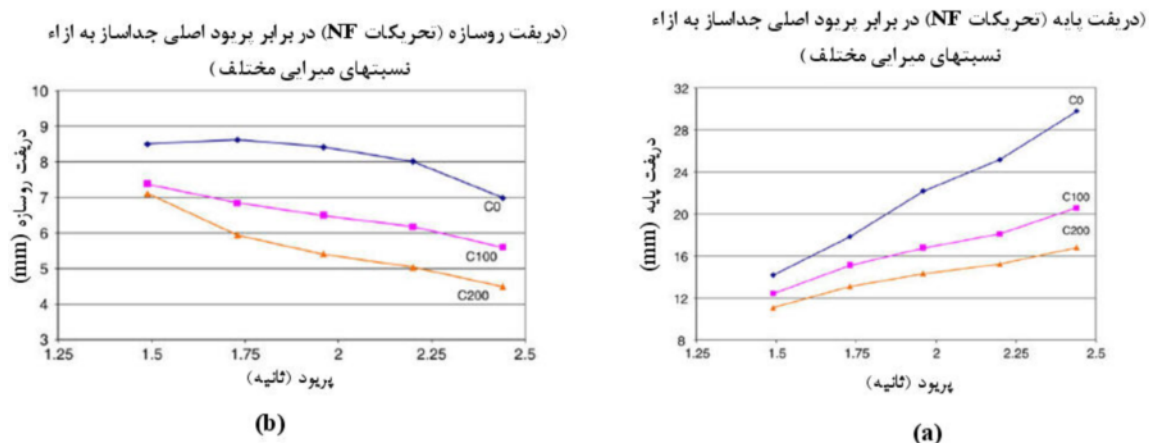
$C_{eff} = C_{200}$ (سطحی از نسبت میرایی که معرف ضریب میرایی مؤثر برابر ۲۰۰ کیلونیوتن ثانیه بر متر می باشد).

نتایج عددی

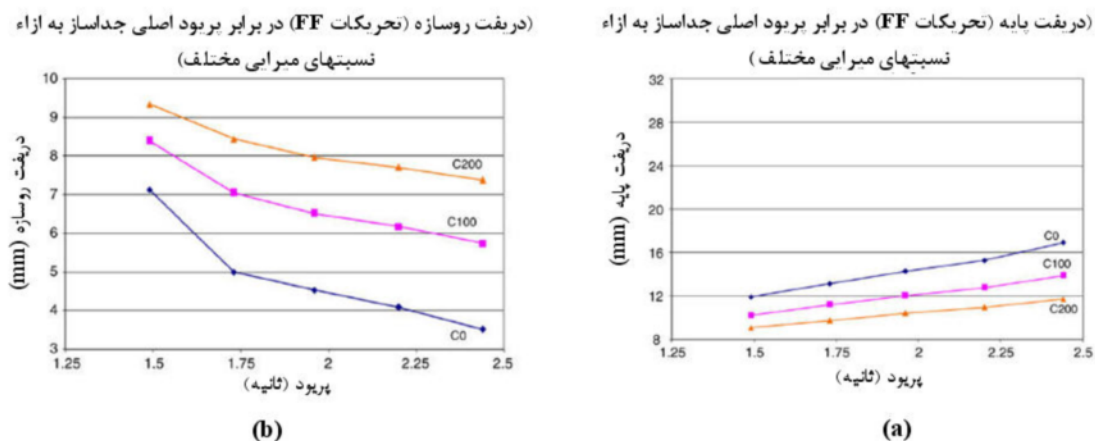
ساختمان A

اشکال (۹) و (۱۰) تغییرات میزان دررفت پایه (در تراز جداساز) و روسازه (سازه ای که روی جداساز قرار دارد و superstructure نام دارد) را برای جاسازهای لرزه ای مختلف LRB (با و بدون حضور دمپرها) بر حسب پیروید نمایش می دهد. شکل (۹) اثر تحریکات حوزه نزدیک (NF) زمین بر روی سازه ی جداسازی شده؛ نشان می دهد. بالعکس، شکل (۱۰) میزان تغییرات دررفت در پایه و روسازه تحت اثر تحریکات حوزه دور (FF) زمین نشان می دهد.

از مقایسه اشکال (a-9) و (b-10) مشخص می شود که؛ اگر چه، معرفی و کاربرد میزان میرایی بالاتر در سیستم جداسازی لرزه ای، اگر چه در ابتدا موجب کاهش دررفت پایه برای تحریکات لرزه ای NF می گردد، ولیکن در نهایت تحت اثر تحریکات لرزه ای FF دررفت روسازه افزایش یافته است.



شکل ۹ - دررفت پایه و روسازه ساختمان A به ازاء نسبت های مختلف میرایی تحت اثر تحریکات لرزه ای NF



شکل ۱۰ - دررفت پایه و روسازه ساختمان A به ازاء نسبت های مختلف میرایی تحت اثر تحریکات لرزه ای FF

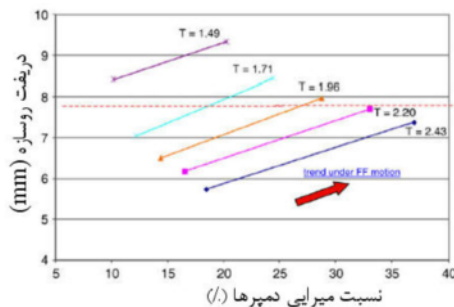
یکی از راهکارهای کاهش مشکل دررفت طبقات، افزایش سختی طبقات است. اگر چه با افزایش سختی جابجائی ها و تغییر شکلهای در حد پائین می ماند ولیکن با توجه به ابعاد و سختی مقاطع و قابلیت جذب انرژی بالا، سازه وارد مودههای بالاتر می گردد و با توجه به ماهیت مودههای بالاتر (محتوای انرژی بالاتر و اشکال تغییر شکلی پیچیده تر (Intricate Deformations) سازه به جذب انرژی بیشتر و در نهایت تغییر شکلهای پیچیده و زیاده که موجب انهدام دور از انتظار سازه می گردد، می انجامد. از اینرو در هنگام محاسبه ی drift طبقات و تعیین سختی لازم می بایست مسئلهی مودههای بالاتر را در رابطه با سازه مد نظر قرار داد [6,8].

شکل (۹) نشان دهنده این است که افزایش پیوند سازه موجب افزایش جابجائی پایه می گردد. همچنین تحت تحریکات لرزه ای NF اثر پارامتر میرایی به عنوان یک عامل کنترلی بر روی دررفت سازه در پیوندهای بالاتر افزایش می یابد. برعکس، تحت اثر تحریکات لرزه ای FF، همانطور که در شکل (۱۰) به نمایش درآمده است، کاهش دررفت پایه در طول کل بازه های مختلف پیوند سازه، ثابت می ماند.

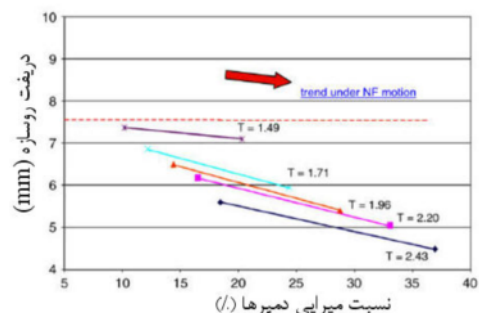
مقایسهی مقادیر مختلف دررفت کلی سازه که تحت اثر تحریکات لرزه ای NF و FF بوجود آمده اند، نشان دهندهی این موضوع است که نحوهی تحریک لرزه ای این دو نوع از تحریکات با یکدیگر متفاوت می باشند. اثر مثبت جداسازی لرزه ای در سازه های تحت اثر تحریکات لرزه ای FF مشاهده می گردد. از سوی دیگر، در نظر گرفتن دمپره های ویسکوز و اعمال آنها، اثر منفی افزایش دررفت در بازه ی پیوندهای بین ۱/۵ تا ۲ ثانیه را به نسبت زیادی کاهش داده و مراتب عملکرد مناسب سازه را نشان می دهد.

بنابراین، سیستمهای جداساز لرزه ای در ترکیب با سیستمهای میرایی ویسکوز موجب کنترل تغییر مکانهای بزرگ سازه تحت اثر تحریکات لرزه ای نزدیک به محل گسل ها و کانون زلزله می گردند و موجب عملکرد بهتر سازه در پیوندهای بالاتر می گردند.

البته، اثر دمپره های ویسکوز تحت اثر تحریکات لرزه ای FF، اگرچه موجب کاهش دررفت پایه میگردد ولیکن در نهایت با افزایش دررفت روسازه همراه خواهد بود. به عبارت دیگر، در هنگام استفاده از نسبتهای میرایی بالا، میزان دررفت بوجود آمده تحت تحریکات لرزه ای FF در بعضی پیوندها، از مقادیر دررفت های بوجود آمده تحت اثر تحریکات لرزه ای NF بیشتر می گردد. نحوهی اثر دمپرها بر روی پاسخ سازه، در دو حالت تحریکات لرزه ای NF و FF در اشکال شماره (۱۱) و (۱۲) ترسیم شده است. مقادیر دررفت تحت اثر تحریکات لرزه ای NF به صورت نزولی و برعکس برای تحریکات لرزه ای FF به صورت صعودی می باشد.



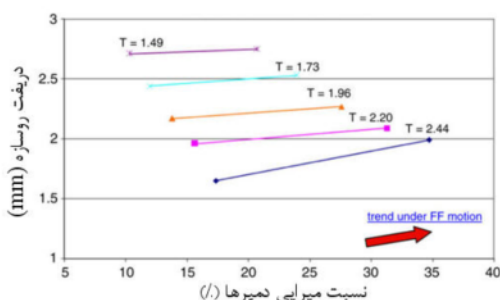
شکل ۱۲- جابجائی روسازه تحت تحریکات لرزه ای FF برای ساختمان A



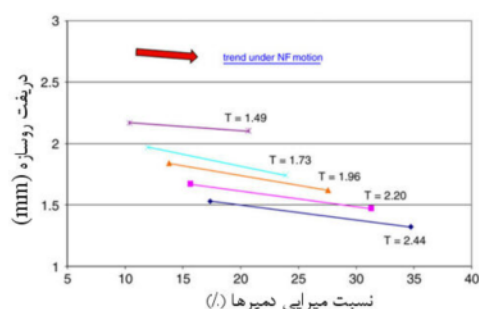
شکل ۱۱- جابجائی روسازه تحت تحریکات لرزه ای NF برای ساختمان A

B ساختمان

در ساختمان B اثر میرایی میراگرهای ویسکوز در پایه ی خود جداساز لرزه ای مدل و مورد مطالعه قرار گرفته است. از آنجا که دررفت کلی سازه یک معیار کنترلی مناسب برای خرابی های سازه ای و غیر سازه ای در ساختمانها می باشد، در این قسمت تمرکز بر روی مقایسه ی اثر دمپرها بر روی دررفت ساختمان B تحت اثر تحریک لرزه ای NF و FF به عنوان تابعی از تغییر در پیوند جداساز، گردیده است. اشکال (۱۳) و (۱۴) بیانگر رفتار نسبتاً مشابه ساختمان B با ساختمان A می باشد. یک مورد قابل مشاهده این است که دمپرها در تحریک لرزه ای FF خیلی اقتصادی و لازم به نظر نمی رسند. همانطور که در مورد ساختمان A بیان شد، مقادیر دررفت تحت تحریکات لرزه ای NF به صورت نزولی و برای تحریکات لرزه ای FF به صورت صعودی می باشند.



شکل ۱۴- جابجائی روسازه تحت تحریکات لرزه ای FF برای ساختمان B



شکل ۱۳- جابجائی روسازه تحت تحریکات لرزه ای NF برای ساختمان B

نتیجه گیری

در این مقاله، سیستمهای مختلف جداساز لرزه ای LRB با میراگرهای ویسکوز جهت بررسی اثر آنها بر روی عملکرد سازه و میزان دریافت پایه و روسازه (سازه ی در تراز بالای جداساز) در دو حالت نزدیک و دور از محل تحریک لرزه ای (NF, FF) مورد مطالعه قرار گرفته است. مناطق نزدیک به محل گسل ها و کانون تحریکات لرزه ای بیشترین نیرو ها و لرزش ها و بالطبع بیشترین تغییر مکانهای روسازه (نامطلوب) در آنها بوقوع می پیوندد. به جهت کاهش و تعدیل اثر این اثر استفاده از دمپره های کمکی ویسکوز در کنار سیستمهای جداساز لرزه ای به عنوان یک راه حل مناسب به نظر می رسد. البته ذکر این نکته مهم ضروری است که تحت اثر تحریکات لرزه ای متوسط و قوی در مناطق دور از محل گسلها و کانون، پاسخ سازه به صورت غیر مؤثر خواهد بود.

چنانچه به مقادیر نسبتهای میرایی بالا برای کنترل جابجائی های زیاد در مناطق نزدیک به محل کانون تحریکات لرزه ای نیاز باشد، آنگاه سطح و میزان میرایی برای مقادیر کم تغییر مکان بسیار زیاد خواهد بود. از اینرو سیستم جداساز لرزه ای اثر مناسبی بر روی سازه در هنگام وقوع زلزله های متوسط نخواهد داشت. از اینرو ذکر این نکته ضروری است که همواره افزایش نسبت میرایی سازه مناسب نمی باشد، چه بسا در منطقه ای که سازه عمدتاً تحت اثر زلزله های با شدت متوسط قرار می گیرد، و افزایش بیش از حد میرایی سازه به توسط دمپرها از قابلیت سیستم جداساز لرزه ای به طور چشمگیری بکاهد.

بنابراین می بایست با انجام یک مطالعه ی دقیق قبل از تعیین میرایی لازم و اعمال آن در سیستم جداساز لرزه ای و کل سازه، شدت زلزله ی غالب در طول عمر مفید سازه معین گردد و با توجه به شدت زلزله ی طرح میرایی لازم در سازه و خود سیستم جداساز اعمال گردد. همانطور که قبلاً نیز ذکر شد، کاربرد دمپره های ویسکوز، در خود سیستم جداساز لرزه ای، در ابتدا موجب کاهش دریافت پایه تحت تحریکات لرزه ای NF می گردد، ولیکن در نهایت تحت اثر تحریکات لرزه ای FF دریافت روسازه افزایش می یابد.

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.
- [3] Naeim F, Kelly JM. Design of seismic isolated structures; from theory to practice. Chichester (UK): Wiley; 1999.
- [4] Su L, Ahmadi G, Tadjbakhsh JG. A comparative study of performances of various base isolation systems, part I: Shear beam structures. Earthquake Engineering and Structural Dynamics 1989;18:11-32.
- [5] Su L, Ahmadi G, Tadjbakhsh JG. A comparative study of performances of various base isolation systems, part II: Sensitivity analysis. Earthquake Engineering and Structural Dynamics 1990;19:21-33.
- [6] خسرو برگی، "اصول مهندسی زلزله" انتشارات دانشگاه تهران (۱۳۸۶).
- [7] حسن مقدم، "مهندسی زلزله-مبانی و کاربرد" انتشارات فراهنگ (۱۳۸۴).
- [8] اسید مجدالدین میرحسینی، "دینامیک خاک" انتشارات مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله (۱۳۷۲).