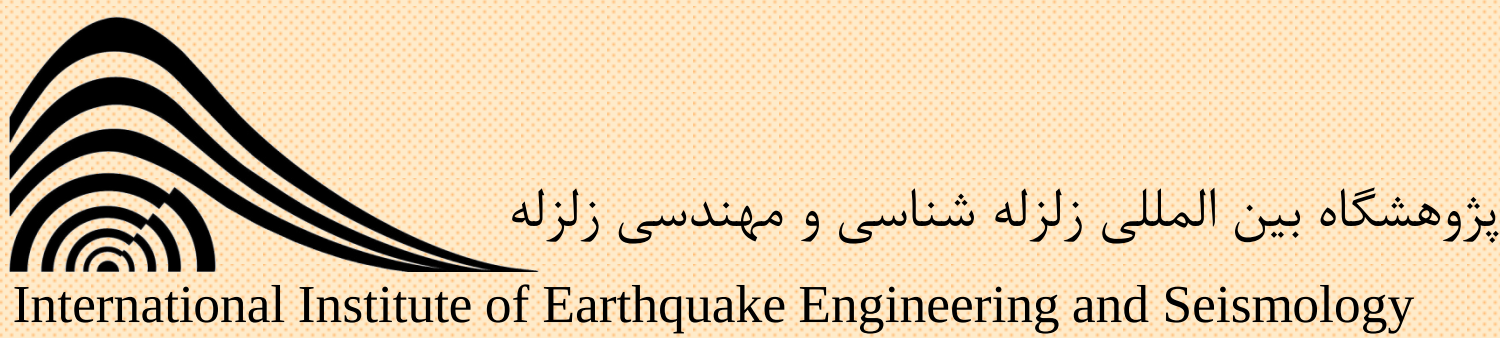


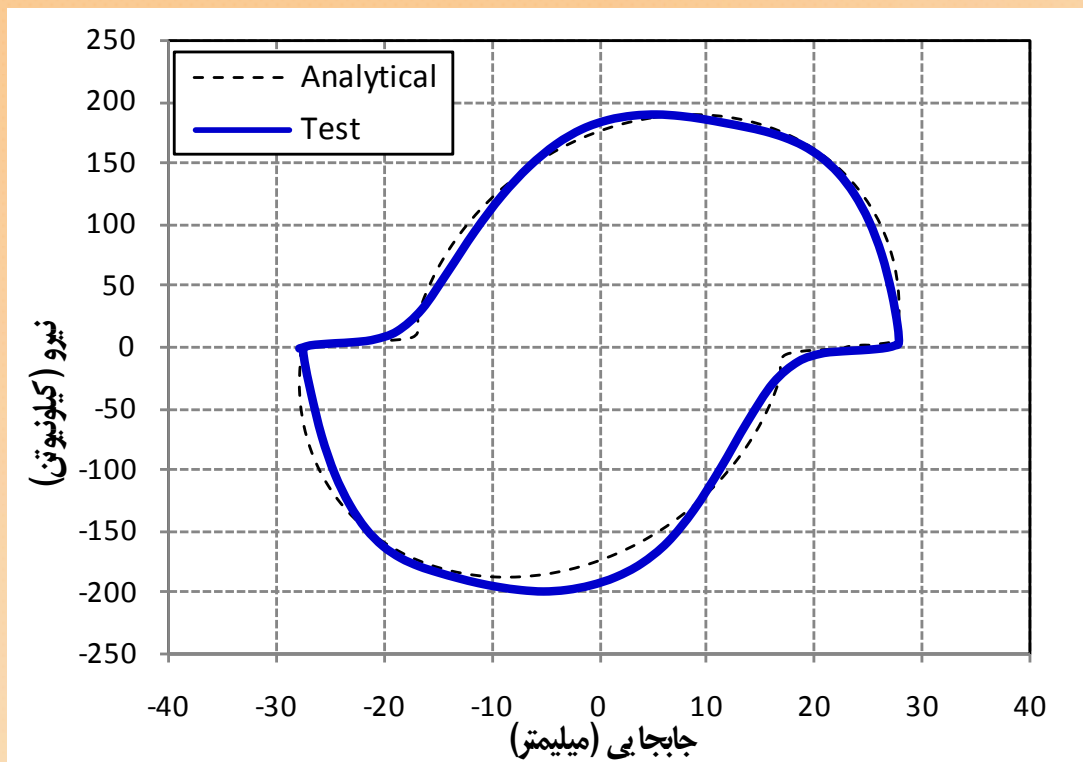
مطالعات آزمایشگاهی بر روی یک میراگر ویسکوز غیرخطی کنترل پذیر برای سازه‌های جداسازی شده‌ی پایه در حوزه‌ی نزدیک

حسین پزشکی، منصور ضیایی فر – سال ۱۳۸۸



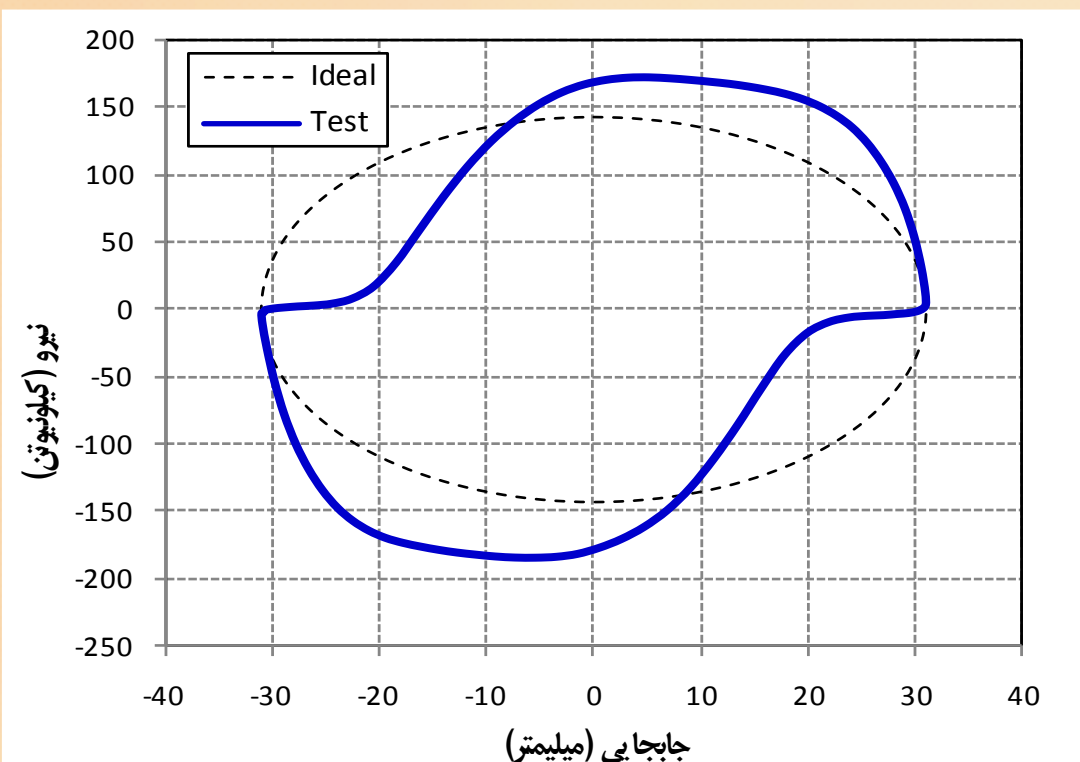
۴. مدلسازی رفتاری میراگر نمونه

مقدار اصطکاک بین قطعات و فنریت پلوزها به صورت موازی با رفتار میراگر در نظر گرفته شده است و رفتار میراگر نیز با استفاده از دو مدل رفتار میرایی کلوین غیرخطی و مدل میرایی ویسکوز خطی معادل مدلسازی شده است. وجود حباب هوا در رفتار میراگر تاثیرگذار بوده است و اثر آن در نقاط تغییرجهت حرکت مشاهده می‌شود و در مدلسازی با استفاده از مدل کلوین به صورت جداگانه در نظر گرفته شده است. نمونه‌ای از مدلسازی به دو روش در نمودارهای زیر و نتایج مدلسازی در جداول زیر ارائه شده‌اند.



مدلسازی با استفاده از مدل کلوین با میرایی غیرخطی

نتایج مدلسازی مدل کلوین					
آزمایش			مدل کلوین		
#	D (mm)	f (cycle/sec)	α	C (N.sec/mm)	K (N/mm)
۱	۵۰/۶۷	۰/۳۳۳	۰/۸۳	۱۹۲۰	۲۵۰
۲	۴۲/۵۲	۰/۵	۰/۹۳	۱۸۸۰	۵۰۰
۳	۳۱/۰۶	۰/۸	۰/۹۳	۱۸۳۰	۱۰۰۰
۴	۳۰/۲۵	۱/۰۰	۰/۹۳	۱۸۰۰	۱۴۰۰
۵	۲۷/۶۲	۱/۱۱۱۱	۰/۹۳	۱۸۰۵	۱۶۰۰
۶	۲۴/۱۱	۱/۳۳۳	۰/۹۳	۱۸۰۰	۲۰۵۰



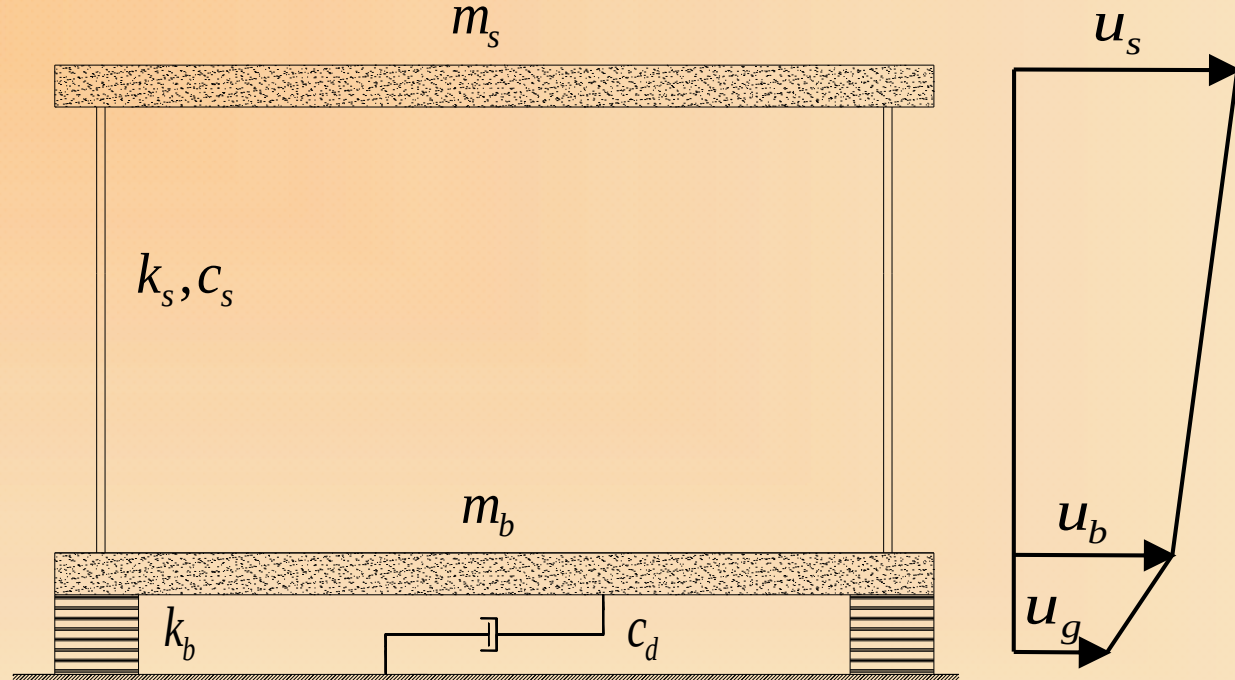
مدلسازی با استفاده از مدل ویسکوز خطی معادل

نتایج مدلسازی میرایی معادل					
آزمایش			میرایی معادل		
#	D (mm)	f (cycle/sec)	W_0 (kN.mm)	C_{eq} (N.sec/mm)	
۱	۵۰/۶۷	۰/۳۳۳	۱۸۸۷۸	۱۱۱۸	
۲	۴۲/۵۲	۰/۵	۱۹۴۲۹	۱۰۸۹	
۳	۳۱/۰۶	۰/۸	۱۳۹۲۸	۹۱۶	
۴	۳۰/۲۵	۱/۰۰	۱۵۷۱۲	۸۷۰	
۵	۲۷/۶۲	۱/۱۱۱۱	۱۴۱۱۶	۸۳۳	
۶	۲۴/۱۱	۱/۳۳۳	۱۲۱۸۷	۷۹۷	

۵. سازه جداسازی شده

به عنوان کاربردی از میراگر نمونه ساخته شده، میراگر ویسکوز غیرخطی ایده‌آلی در دو سازه‌ی جداسازی شده مورد بررسی قرار گرفته است، برای مقایسه سازه‌ای جداسازی شده بود که در آن میراگر ویسکوز خطی بکار رفته است. مدل مشخصه‌های سازه‌ای سیستم‌های جداسازی شده

مشخصه	سازه یک	سازه دو
$T_{fixed-base}$ (sec)	۰/۴	۰/۷۵۴
T_b (sec)	۲/۵	
Z_s (%)	۲	
m_b (N.sec ² /mm)	۱۰۰۰	
k_b (N/mm)	۶۹۴۸۲/۳	
m_s (N.sec ² /mm)	۱۰۰۰۰	
k_s (N/mm)	۲۴۶۷۴۰۱/۸	۶۹۴۴۱۱/۷



m_s جرم روسازه،
 m_b جرم پایه،
 c_s میرایی روسازه،
 k_s سختی روسازه،
 k_b سختی سیستم جداساز،
 c_d میرایی حاصل از میراگر.

معادلات حرکت سازه‌ی دو درجه آزاد بالا به صورت زیر می‌باشد.

$$m_b \ddot{u}_b + (c_d + c_s) \dot{u}_b^\alpha - c_s \dot{u}_s + (k_b + k_s) u_b - k_s u_s = -m_b \ddot{u}_g$$

$$m_s \ddot{u}_s - c_s \dot{u}_b^\alpha + c_s \dot{u}_s - k_s u_b + k_s u_s = -m_s \ddot{u}_g$$

۶. نگاشت‌ها

برای بررسی اثر قرارگیری در حوزه‌ی نزدیک گسل، مدل تحت اثر ۱۵ نگاشت حوزه‌ی نزدیک و ۶ نگاشت حوزه‌ی دور تحلیل شده است. شتاب نگاشت‌ها به مقدار ۰/۳۲ شتاب زمین مقیاس شده‌اند. با توجه به آنکه مشخصه‌ی اصلی زمین‌لرزه‌های حوزه‌ی نزدیک وجود پالس در نگاشت آنها می‌باشد، از نگاشت‌های حوزه‌ی نزدیک با عنوان نگاشت‌های دارای پالس و از نگاشت‌های حوزه‌ی دور با عنوان نگاشت‌های فاقد پالس یاد می‌شود.

۷. نتایج تحلیل سازه جداسازی شده

برای انجام تحلیل، مقدار میرایی میراگر، در هر دو حالت خطی و غیرخطی، در مراحل تحلیل افزایش می‌یابد و مقدار بیشینه پاسخ‌های سازه، در هر گام ثبت می‌شود، سپس در دو دسته نگاشت‌های دارای پالس، شامل ۱۵ نگاشت، و نگاشت‌های فاقد پالس، شامل ۶ نگاشت، میانگین این مقادیر محاسبه می‌شود. اختلاف بین دو حالت میرایی خطی و غیرخطی به صورت متوسط مقادیر کمتر از میرایی ۵۰٪ در جدول زیر بر حسب درصد ارائه شده است.

پاسخ	نیروی میراگر	تغییرمکان پایه	دریفت روسازه	شتاب روسازه
خطی	۲/۸	۲/۴	۲/۳	۲/۲
غیرخطی	۱/۵	۲/۹	۲/۴	۲/۱

برای بررسی اثر استفاده از میراگر غیرخطی در مقایسه با میراگر خطی در حوزه نزدیک و حوزه دور، مقایسه انجام شده است که نتایج آن برای هر دو نوع نگاشته‌ها، در جدول زیر به صورت متوسط برای مقادیر میرایی محاسبه شده است. مقادیر منفی بیانگر اثر کاهنده میرایی غیرخطی می‌باشد.

مینا	تغییرمکان پایه	دریفت روسازه	شتاب روسازه
نگاشت لاری پالس	۱۷-	۸-	۳-
نگاشت فاقد پالس	۱۳-	۹-	۲-

– بررسی‌ها بر روی میزان اثر میرایی غیرخطی در مقایسه با خطی نیز نشان دهنده‌ی اثر کاهنده‌ی قابل توجه آن در پاسخ تغییرمکان پایه و دریفت روسازه می‌باشد و اثر آن بر شتاب روسازه نیز چندان قابل توجه نمی‌باشد. غیر از اثر کاهنده‌ی میرایی غیرخطی در پاسخ‌ها باید عامل هزینه را نیز برای انتخاب میان استفاده از میراگر خطی و یا غیرخطی در نظر داشت.

– نتایج نمایانگر آن است که برای هر سازه‌ی جداسازی شده، در هر دو حالت میرایی خطی و غیرخطی، مقدار خاصی از میرایی وجود دارد که میرایی بهینه نامیده می‌شود و در آن، پاسخ‌های مختلف سازه از مقادیر مطلوبی برخوردار می‌باشند. با افزایش میرایی بیش از این مقدار تغییرمکان پایه کاهش می‌یابد ولی پاسخ‌های دریفت و شتاب روسازه روند افزایشی پیدا می‌کنند. برای هر سازه‌ی خاص باید مقدار میرایی بهینه مشخص شده و بوسیله میراگر خطی و یا غیرخطی تامین شود.

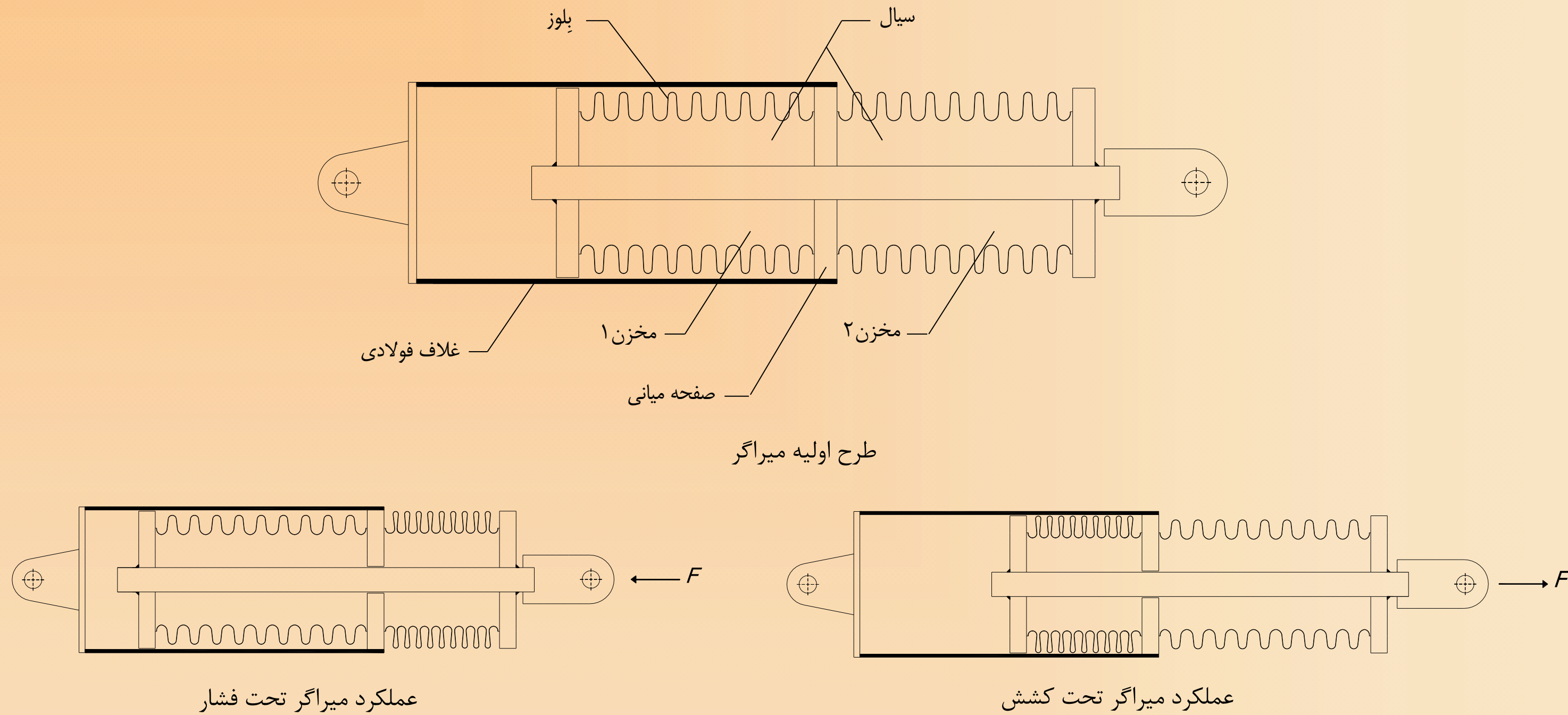
۱. مقدمه

در طول چند دهه اخیر تحقیقات بسیاری مرتبط با قطعات مستهلک کننده انرژی انجام شده است که میراگرهای ویسکوز نیز به عنوان بخشی از قطعات مستهلک کننده‌ی انرژی کاربرد گسترده‌ای داشته‌اند. ضیایی فر و فروغی کیا ۱۳۸۵، میراگر ویسکوزی را ارائه کرده‌اند که با استفاده از قطعات آکاردئونی و از طریق میرایی ویسکوز قادر به اتلاف انرژی می‌باشد. در این مطالعه سعی بر ساخت نمونه‌ای جدید بر مبنای مطالعه‌ی ضیایی فر و فروغی کیا شده است که ضمن توسعه‌ی آن به یک میراگر کاربردی از لحاظ دامنه‌ی حرکتی و ظرفیت نیرویی، رفتار میرایی غیرخطی نیز در آن ایجاد شده است. نمونه میراگر ساخته شده بگونه‌ای طراحی شده است که ایجاد رفتار نیمه‌فعال بوسیله‌ی یک شیر کنترلی نیز امکان پذیر می‌باشد.

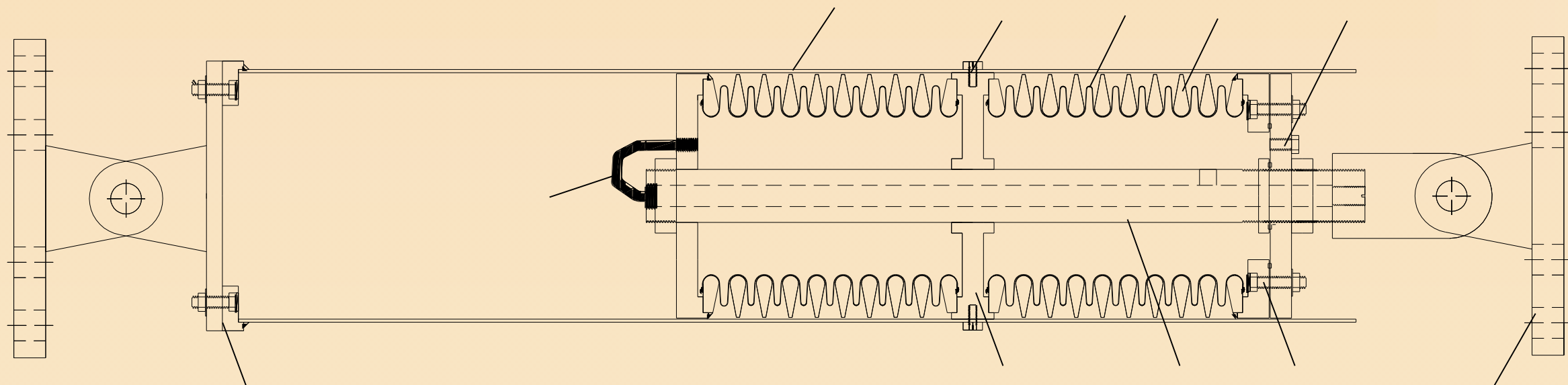
برای بررسی تاثیر میراگر ارائه شده، کاربرد میراگر ویسکوز ایده‌آلی در سازه‌ی جداسازی پایه شده، در دو وضعیت میراگر با رفتار میرایی خطی، میراگر با رفتار میرایی غیرخطی مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به آنکه در مطالعات مختلفی نظیر هال و همکاران ۱۹۹۵، هیتون و همکاران ۱۹۹۵، رفتار سازه‌ی جداسازی شده در حوزه‌ی نزدیک، به علت وجود پالس سرعت به چالش کشیده شده است، رفتار سازه‌ای جداسازی شده در دو وضعیت میراگر ایده‌آل تحت اثر زمین‌لرزه‌های حوزه‌ی نزدیک و حوزه‌ی دور نیز به صورت مورد بررسی قرار گرفته است.

۲. طراحی میراگر نمونه

ایده‌ی مطرح شده در طراحی، ساخت میراگری بوده است که نیازی به استفاده از آببند نداشته باشد. برای عملی ساختن این ایده نیاز به استفاده از مخازنی می‌باشد که به صورت فیزیکی قادر به تغییر حجم باشند. برای اینکار، از قسمتی از اتصال آکاردئونی، تحت عنوان پلوز بهره گرفته شده است. برای ایجاد دو مخزن مجزا، از دو پلوز استفاده می‌شود و در میان آنها، صفحه‌ای فولادی قرار داده می‌شود. میله نیز در دو انتها به دو پلوز وصل می‌شوند. میله در داخل نیز از میان صفحه‌ی فولادی عبور کرده است. میله فقط نسبت به صفحه‌ی میانی حرکت نسبی دارد و این باعث می‌شود که نیاز به آببند را بتوان از بین برد. برای انتقال نیرو نیز، پوششی فلزی در نظر گرفته شده است، که از صفحه‌ی میانی نیرو را به تکیه‌گاه انتقال دهد. در شکل زیر طرح کلی میراگر و همچنین نحوه‌ی عملکرد آن در حالت‌های قرار گرفتن تحت فشار و کشش نشان داده شده است.



برای ایجاد توانایی تحمل فشار بالا، از حلقه‌های فولادی بهره گرفته شده است. غلاف فلزی از ابتدا تا انتهای میراگر در نظر گرفته شده است که از انحراف احتمالی جلوگیری کند. در شکل زیر، طرح کلی میراگر ساخته شده به نمایش در آمده است.



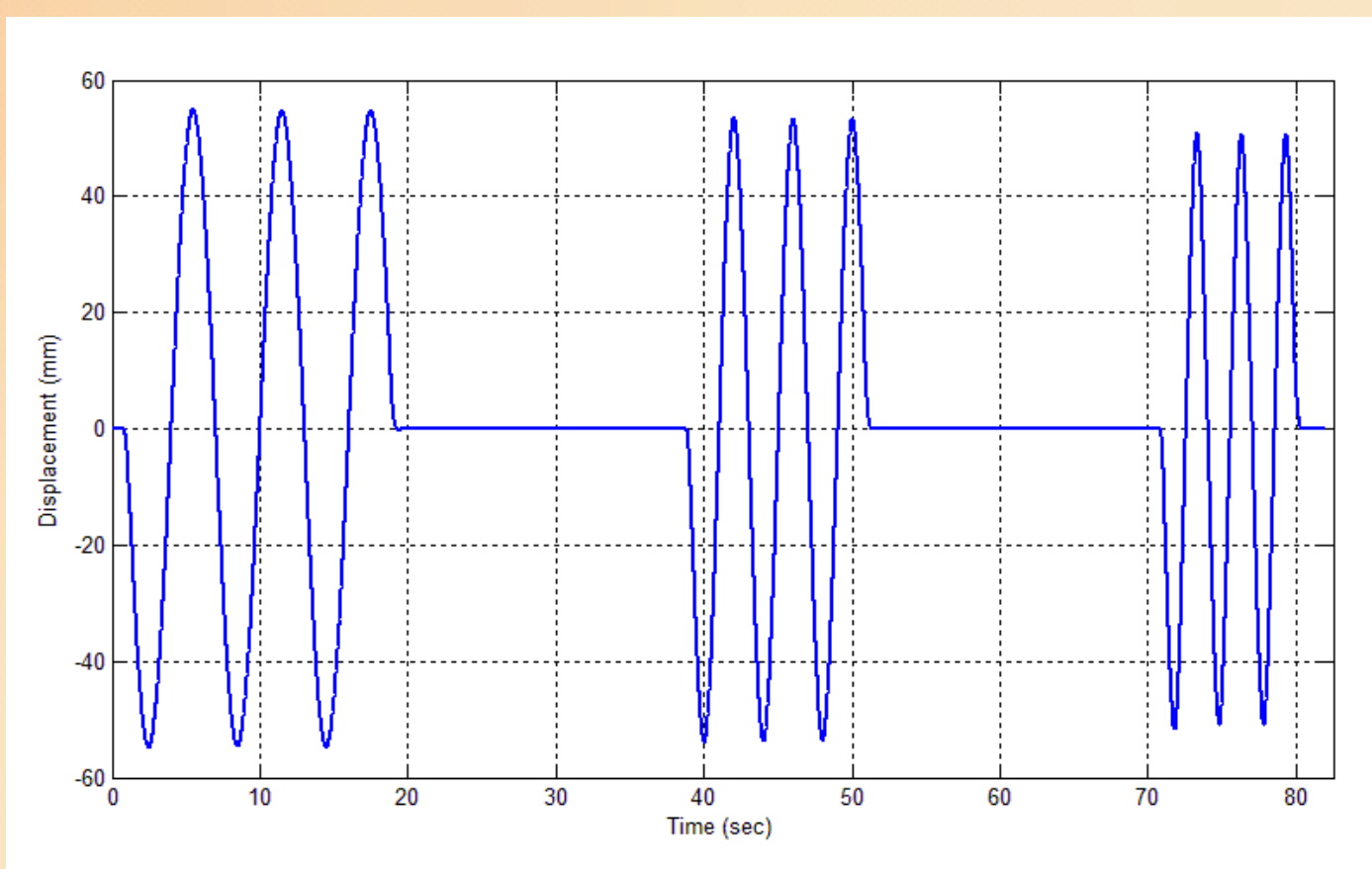
۳. الگوی بارگذاری و پیکربندی آزمایش

الگوی بارگذاری آزمایش‌ها به صورت کنترل تغییرمکانی و تحریک سینوسی در دامنه و فرکانس‌های مختلف می‌باشد. در ابتدا وجود اصطکاک بین قطعات در طی آزمایشی با سرعت بسیار پایین، مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس، نمونه تحت فرکانس‌های بارگذاری مختلفی قرار گرفته‌است و پاسخ‌ها ثبت شده‌اند.

پیکربندی آزمایش



بارگذاری سینوسی، فرکانس های متفاوت



۸. نتایج

– میراگر نمونه‌ی ساخته شده، در طی آزمایش‌ها به حداکثر نیروی ۲۲۴ کیلو نیوتن رسید که مقداری قابل توجه و کاربردی برای میراگرهای ویسکوز می‌باشد و همچنین رفتار غیرخطی نیز در آن تا حد ۰/۹۳ توان سرعت بدست آمده است. همچنین با توجه به نحوه‌ی طراحی آن، نیاز به ساخت قطعات با دقت بسیار بالا نمی‌باشد و همچنین نیاز به انجام بازرسی‌های دوره‌ای از بین می‌رود چرا که قطعه‌ای پلاستیکی و رزینی وجود ندارد و آببندی مخازن آن بوسیله جوش حاصل شده است.

– توصیه می‌شود در کاربرد میراگر، برای فرکانس بارگذاری که میراگر در آن عمل خواهد کرد، آزمایش خاصی انجام شود و مشخصه‌های رفتاری تعیین شده مورد استفاده قرار گیرند.

– زمین‌لرزه‌های حوزه‌ی نزدیک دارای بر روی پاسخ‌های مختلف سازه اثر فزاینده دارند و این امر نشان دهنده‌ی لزوم در نظر گرفتن زمین‌لرزه‌ی حوزه‌ی نزدیک در نقاطی است که احتمال رخداد آن وجود دارد.