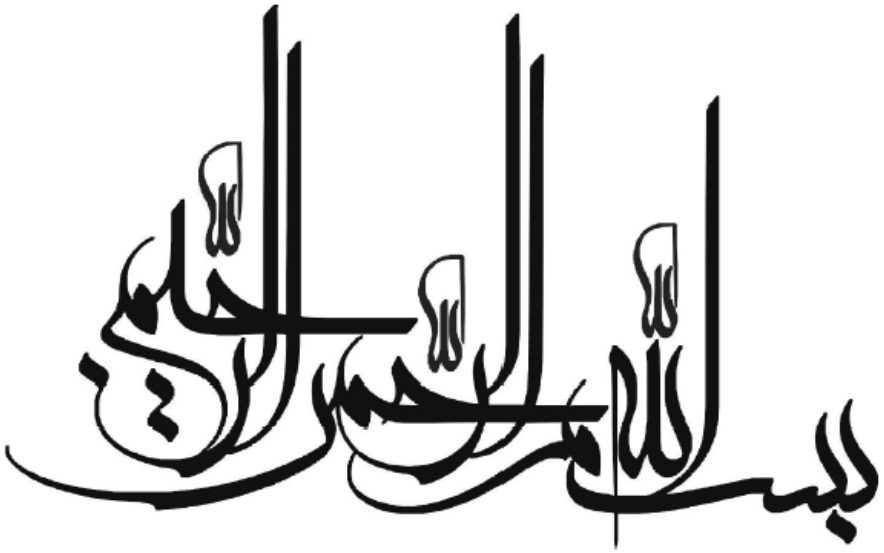

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

بررسی عملکرد و رفتار یک سیستم میراگر غیر فعال پیشنهاد شده در قاب‌های با مهاربندی ضربدری و مهاربندی هشتی

نگارش:

سید محمدرضا صدری طبایی زواره

استاد راهنما: **دکتر شاهرخ مالک**

پایان‌نامه برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد در

رشته مهندسی عمران

گرایش مهندسی زلزله

بهمن ۱۳۸۶

بنام خدا

دانشگاه تهران

پردیس دانشکده های فنی

دانشکده مهندسی عمران

گواهی دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

هیأت داوران پایان نامه کارشناسی ارشد آقای: **پورنگ عزت فر**

در رشته: **مهندسی عمران** گرایش: **زلزله**

با عنوان : "**بررسی ضریب رفتار برخی از مخازن مورد استفاده در صنعت نفت و پتروشیمی**"

را در تاریخ **۸۷/۰۶/۲۴**

به عدد	به حروف
۱۹/-	نوزده

با نمره نهایی :

و درجه : عالی

ارزیابی نمود.

ردیف	مشخصات هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱	استاد راهنما استادراهنمای دوم (حسب مورد):	دکتر مجید صادق آذر	دانشیار	دانشگاه تهران	
۲	استاد مشاور				
۳	استاد مدعو	دکتر محمود هریسچیان	استادیار	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات	
۴	استاد مدعو	دکتر عبدالمجید جوهرزاده	استادیار	دانشگاه تهران	
۵	نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی عمران	دکتر رضا عطارنژاد	دانشیار	دانشگاه تهران	

تذکر: این برگه پس از تکمیل توسط هیأت داوران در نخستین صفحه پایان نامه درج می‌گردد.

تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب **سید محمدرضا صدری طبایی زواره** تائید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکده فنی دانشگاه تهران می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو : **سید محمدرضا صدری طبایی زواره**

امضای دانشجو :

تقدیم به

پدر و مادر مهربان

و

برادر و خواهر عزیزم

چکیده:

در این پایان‌نامه، یک سیستم میراگر غیرفعال پیشنهادی توسط دکتر شاهرخ مالک ، به نام میراگر حلقوی مورد بررسی قرار می‌گیرد. این میراگر غیر فعال متشکل از یک حلقه با سطح مقطع مربع شکل، ساخته شده از ورق فولادی می‌باشد. که می‌تواند در مرکز یک قاب مهاربندی شده با مهاربندی ضربدری شکل و همچنین به صورت نیم حلقوی در مهاربندی‌های نوع هشتی شکل قرار گیرد. در این پایان‌نامه رفتار قابهای با مهاربند ضربدری-میراگر حلقوی تحت بارگذاری مونوتنیک و سیکلیک مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعات پارامتریک به منظور بررسی اثر تغییرات قطر میراگر و همچنین طول دهانه بر رفتار قاب به عمل آمده است. همچنین رفتار قابهای با مهاربند هشتی-میراگر نیم حلقوی نیز تحت بارگذاری مونوتنیک و سیکلیک مورد بررسی قرار گرفته است و مطالعات پارامتریک مذکور در فوق برای این سیستم نیز صورت گرفته است. رفتار قاب دارای مهاربندی نوع هشتی شکل نیم‌حلقه‌ای با قاب هشتی شکل ساده فاقد میراگر نیز مقایسه گردیده است. بررسی نتایج حاکی از عملکرد مطلوب این نوع میراگرها بوده است. در ادامه مطالعات ضریب رفتار قابهای دارا ی میراگرمورد بحث، تعیین گردیده و با ضریب رفتار قاب مهاربندی شده فاقد میراگر مقایسه شده است.

جمع‌بندی مطالعات نشان داده است که سیستم میراگر غیرفعال پیشنهادی دارای عملکرد مطلوب بوده و با قابلیت استهلاک قابل ملاحظه انرژی از طریق میراگر و کاهش پاسخ اعضا و اجزای سازه ای واقع در مسیر انتقال بارهای ناشی از زمین لرزه، بهره‌گیری از آن در طراحی سازه‌های جدید و بهسازی و ایمن‌سازی لرزه‌ای سازه‌های موجود امکان پذیر و مفید تلقی می‌گردد.

از دیدگاه هزینه‌های ساخت و نصب نیز این میراگرها از نظر میزان مصرف مصالح، هزینه ها تقریباً ناچیز و از دیدگاه ساخت نیز، ساده بوده و به سهولت قابل کاربرد می‌باشند.

سپاس و قدردانی

با تشکر و قدردانی از استاد گرامی و بزرگوار، جناب آقای **دکتر شاهرخ مالک** که با صبر و دلسوزی و دقت تمام، مرا در انجام این پایان‌نامه یاری نمودند.

همچنین از اساتید بزرگوار آقایان **دکتر صادق‌آذر** و **دکتر عطارنژاد** و **دکتر هریسچیان** که زحمت داوری این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند، سپاسگزارم.

سید محمدرضا صدری طبایی زواره

بهمن ماه ۱۳۸۶

فهرست مطالب

فصل اول- مروری بر تاریخچه و ادبیات فنی در مورد کاربرد میراگرها به منظور کاهش پاسخ سازه ها ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ میرایی و انواع میراگرها..... 3

۱-۲-۱ انواع میرایی ۳

۱-۲-۲ میراگر چیست ۵

۱-۳ انواع سیستمهای اتلاف انرژی..... 5

۱-۳-۱ سیستم غیرفعال ۵

۱-۳-۲ سیستم نیمه فعال ۵

۱-۳-۳ سیستم فعال ۵

۱-۳-٤ کنترل دو گانه ٦

۱-۳-۵ سایر سیستمهای اتلاف انرژی ٦

۱-٤- بررسی پاسخ دینامیکی مدلهای ساده..... ٦

۱-٤-۱- معادله عمومی..... ٦

۱-٤-۲- ارتعاش آزاد..... ۷

۱-٤-۳- ارتعاش اجباری..... ۹

۱-٤-٤- پاسخ گذرا ۱۱

۱-٤-۵- بررسی پاسخ مدلهای دارای میراگر غیرفعال ۱۳

۱-۵- تحلیل دینامیکی سیستم های سازه ای ۱۷

۱-۵-۱- فرمولاسیون عمومی ۱۷

۱-٦ بررسی سیستم به روش انرژی ۱۸

۱-٦-۱- سازه های SDOF ۱۹

۱-۷ سیستمهای اتلاف انرژی غیر فعال ۲۲
۱-۷-۱ میراگرهای ویسکوالاستیک ۲۲
۱-۷-۲ میراگرهای اصطلاکی ۲٤
۱-۷-۳ میراگر سیال ویسکوز ۲٦
۱-۷-٤ میراگر جرم هماهنگ شده ۳۲
۱-۷-۵ میراگرسیال هماهنگ شده ۳۳
۱-۷-٦ میراگرهای فلزی ۳٤
۱-۸ شرح مختصری راجع به میراگر پیشنهادی ۳۷
فصل دوم- مروری بر نرم افزار مدلهای عددی و پیشینه تحقیق ۳۸
۲-۱ سیستم میراگر حلقوی ۳۹
۲-۲ پیشینه تحقیق 39
۲-۳- مفاهیم اولیه در نرم افزارANSYS ٤۲
۲-۳-۱- تحلیل غیرخطی هندسی ٤۲
۲-۳-۲ الگوریتم های حل نموی ٤۳
۲-۳-۳ تحلیل غیرخطی مادی ٤۳
۲-۳-٤ معیارهای سخت شوندگی ٤٤
۲-۳-۵ منحنی تنش – کرنش مصالح و معیار تسلیم ٤٦
۲-٤ المانهای مورد استفاده ٤۷
۲-۵ نحوه اعمال بارگذاری و پس پردازش ٤۸
۲-۵-۱ بارگذاری تک آهنگ ٤۸
۲-۵-۲ بارگذاری چرخه‌ای ٤۸
۲-٦ دو خطی سازی منحنی‌های نیرو – تغییر مکان ٤۹
فصل سوم : مدلسازی و مشخصات هندسی مدلهای عددی ۵۰
۳-۱مقدمه ۵۱

۳-۲- مدلسازی ۵۱

۳-۲-۱ نحوه مدلسازی ۵۱

۳-۲-۲ مشخصات رفتاری مصالح ۵۲

۳-۲-۳: المان بندی ۵۳

۳-۲-۴- بارگذاری ۵۳

۳-۲-۵- مدلهای عددی بررسی شده ۵۴

فصل چهارم- نتایج تحلیل قابهای مهاربندی شده بامهاربندی ضربدری توأم با میراگر حلقوی ۷۳

۴-۱ مدل A-1 ..... ۷۴

۴-۱-۱ بارگذاری (جانبی) تک آهنگ ۷۴

۴-۱-۲ بارگذاری (جانبی) چرخه ای ۷۸

۴-۲ مدل A-2 ..... ۸۱

۴-۲-۱ بارگذاری (جانبی) تک آهنگ ۸۱

۴-۲-۲ بارگذاری (جانبی) چرخه ای ۸۵

۴-۳ مدل A-3 ..... ۸۸

۴-۳-۱ بارگذاری (جانبی) تک آهنگ ۸۸

۴-۳-۲ بارگذاری (جانبی) چرخه ای ۹۲

۴-۴ مدل A-4 ..... ۹۵

۴-۴-۱ بارگذاری (جانبی) تک آهنگ ۹۵

۴-۴-۲ بارگذاری (جانبی) چرخه ای ۹۹

۴-۵ مدل A-5 ..... ۱۰۲

۴-۵-۱ بارگذاری (جانبی) تک آهنگ ۱۰۲

۴-۵-۲ بارگذاری (جانبی) چرخه ای ۱۰۶

۴-۶ مدل A-6 ..... ۱۰۹

۴-۶-۱ بارگذاری (جانبی) تک آهنگ ۱۰۹
۴-۶-۲ بارگذاری (جانبی) چرخه ای ۱۱۳
۴-۷ مدل A-7 ..... ۱۱۶
۴-۷-۱ بارگذاری (جانبی) تک آهنگ ۱۱۶
۴-۷-۲ بارگذاری (جانبی) چرخه ای ۱۲۰
۴-۸ مدل A-8 ..... ۱۲۳
۴-۸-۱ بارگذاری (جانبی) تک آهنگ ۱۲۳
۴-۸-۲ بارگذاری (جانبی) چرخه ای ۱۲۷
۴-۹ مدل A-9 ..... ۱۳۰
۴-۹-۱- بارگذاری (جانبی) تک آهنگ ۱۳۰
۴-۹-۲- بارگذاری (جانبی) چرخه ای ۱۳۴
۴-۱۰ مدل A-10 ..... ۱۳۷
۴-۱۰-۱- بارگذاری (جانبی) تک آهنگ ۱۳۷
۴-۱۰-۲- بارگذاری (جانبی) چرخه ای ۱۴۱
۴-۱۱ مدل A-11 ..... ۱۴۴
۴-۱۱-۱ بارگذاری (جانبی) تک آهنگ ۱۴۴
۴-۱۱-۲ بارگذاری (جانبی) چرخه ای ۱۴۸
۴-۱ مدل A-12 ..... ۱۵۱
۴-۱۲-۱ بارگذاری (جانبی) تک آهنگ ۱۵۱
۴-۱۲-۲ بارگذاری (جانبی) چرخه ای ۱۵۵
فصل پنجم-نتایج تحلیل قابهای درای مهاربندی هشتی شکل دارای یا فاقد میراگر نیم حلقوی ۱۵۸
۵-۱ مدل B-1 ..... ۱۵۹
۵-۱-۱ بارگذاری (جانبی) تک آهنگ ۱۵۹

۵-۱-۲ بارگذاری (جانبی) چرخه ای..... ۱۶۳
۵-۲ مدل B-2..... ۱۶۶
۵-۲-۱ بارگذاری (جانبی) تک آهنگ..... ۱۶۶
۵-۲-۲ بارگذاری (جانبی) چرخه ای..... ۱۷۰
۵-۳ مدل B-3..... ۱۷۳
۵-۳-۱ بارگذاری (جانبی) تک آهنگ..... ۱۷۳
۵-۳-۲ بارگذاری (جانبی) چرخه ای..... ۱۷۷
۵-۴ مدل B-4..... ۱۸۰
۵-۴-۱ بارگذاری (جانبی) تک آهنگ..... ۱۸۰
۵-۴-۲ بارگذاری (جانبی) چرخه ای..... ۱۸۴
۵-۵ مدل B-5..... ۱۸۷
۵-۵-۱ بارگذاری (جانبی) تک آهنگ..... ۱۸۷
۵-۵-۲ بارگذاری (جانبی) چرخه ای..... ۱۹۱
فصل ششم- مقایسه نتایج قابهای مدلسازی شده و بحث در زمینه صحت نتایج..... ۱۹٤
۶-۱ مقدمه..... ۱۹۵
۶-۲ بررسی و مقایسه نتایج مدلهای A-1 تا A-6..... ۱۹۶
۶-۳ بررسی و مقایسه نتایج مدلهای A-4 و A-7 تا A-12..... ۲۰۲
۶-۴ بررسی و مقایسه نتایج مدلهای B-1 تا B-3..... ۲۰۹
۶-۴ بررسی و مقایسه نتایج مدلهای A-10 و B-4و B-5..... ۲۱۴
۶-۶ اثبات صحت نتایج..... ۲۱۹
۶-۶-۱مدل A-1..... 220
۶-۶-۲ مدل A-2..... 221
۶-۶-۳مدل A-3..... 222

۶-۶-۴ مدل A-4 223
۶-۶-۵مدل A-5 224
۶-۶-۶ مدل A-6 225
۶-۶-۷مدل A-7 226
۶-۶-۸ مدل A-8 227
۶-۶-۹مدل A-9 228
۶-۶-۱۰ مدل A-10 229
۶-۶-۱۱مدل A-11 230
۶-۶-۱۲ مدل A-12 ..... ۲۳۱
۶-۶-۱۳مدل B-4 ..... ۲۳۲
۶-۶-۱۴ مدل B-5 ..... ۲۳۳

فصل هفتم- بررسی ضریب رفتار قاب مهاربندی شده دارای میراگر و قاب فاقد میراگر ۲۳۵

۷-۱ مقدمه ۲۳۶
۷-۲ نحوه محاسبه ضریب رفتار ۲۳۷
۷-۲-۱ محاسبه ضریب کاهش ناشی از شکل پذیری ۲۳۷
۷-۲-۲ محاسبه Δ_U ۲۴۰
۷-۳ محاسبه ضریب رفتار مدلهای عددی مدلسازی شده ۲۴۱
۷-۴ مقایسه ضرایب رفتار قابهای مدلهای A-1تاA-6 ..... ۲۴۲
۷-۵ مقایسه ضرایب رفتار قابهای مدلهای A-4 و A-7تاA-12 ..... ۲۴۲
۷-۶ مقایسه ضرایب رفتار قابهای مدلهای B-1تاB-3 ..... ۲۴۳
۷-۷ مقایسه ضرایب رفتار قابهای مدلهای A-10وB-4وB-5 ..... ۲۴۳

فصل هشتم- خلاصه نتایج ۲۴۴

۸-۱ خلاصه نتایج سیستم های قاب خمشی با مهاربند ضربدری حلقوی ۲۴۵
۸-۲ خلاصه نتایج سیستم های قاب خمشی با مهاربند هشتی نیم حلقه‌ای ۲۴۵
۸-۳ خلاصه نتایج سیستم های قاب خمشی با مهاربند هشتی نیم‌حلقه‌ای با قاب خمشی با مهاربند ضربدری حلقوی ۲۴۶
منابع و مأخذ ۲۴۷

فصل اول

مروری بر تاریخچه و ادبیات فنی در مورد کاربرد میراگرها به منظور کاهش پاسخ سازه ها

۱-۱ مقدمه:

با پیشرفت علم مهندسی عمران و شروع طراحی سازه‌های مقاوم در برابرزلزله و مقاوم سازی ساختمانهای موجود، ایده‌های مختلفی توسط صاحبان عقیده دراین مورد بیان شد. تحقیقات بسیار وسیعی درکشورهایی نظیر ژاپن، نیوزلند وایالات متحده انجام شد و نتایج این تحقیقات در قالب ایده‌ای جدید مقاوم سازی لرزه‌ای ساختمانها اعلام گشت. دراین روشها که از اوایل دهه ۱۹٦۰پایه-ریزی شد، ممانعت از لرزش ساختمانهادرهنگام زلزله در رأس کار قرار داشت. سیستمهای ارائه شده، بر این پایه استوار بودند که سازه را در مقابل زلزله جداسازی کنند.

هدف اصلی در این روشهاجلوگیری ازانتقال مستقیم نیروی زلزله از پی به سازه می‌باشد. مزیت اصلی این شیوه‌ها در مقابل شیوه‌های معمول مقاوم سازی از قبیل نصب بادبندها- قابهای خمشی- دیوارهای برشی و.....که همگی در صلب کردن بیشتر سازه درمقابل نیروهای زلزله تلاش می‌کنند بدین علت است که نیروی زلزله به سازه وارد نمی‌شودو یا سهم اندکی ازآن به سازه منتقل می‌شود، که در این صورت نتایج زیر را می‌توان انتظار داشت:

- تغییر مکان طبقات و تغییر مکانهای نسبی طبقات(drift)کاهش یابد.
- کاهش قابل ملاحظه ای در شتاب طبقات بوجودآید.
- خسارات سازه‌ای و نیز خسارات غیر سازه‌ای به مقدار محسوس کاهش یابد.
- از مشکلات معماری در طراحی ساختمانها کاسته شود.
- هزینه اجرای سازه‌ها بدلیل استفاده از مقاطع با ظرفیت کمتر کاهش یابد.

همانطورکه گفته شد اولین تلاشها در این زمینه از اوائل دهه ۱۹٦۰میلادی صورت گرفت. دراین زمان سیستم‌های انتخاب شده برای جداسازی لرزه‌ای بسیار محدود بودند این سیستمها شامل میراگرهای تیر فولادی و قطعات لاستیک لایه‌ای که در پی ساختمان نصب می‌شوند بودند. در همان زمان با تحقیق در رفتار فلزات سیستم جدیدی که برپایه رفتار پلاستیک سرب بنا شده بود معرفی شد که آنرا سیستم میراگرسربی-تزریقی نامیدند و اولین بار در پل تقاطع یکی از خیابانهای نیوزلنداستفاده شد. روش منطقی دیگری که همزمان پیشنهاد شد،استفاده از تغییر شکل پلاستیک تیرهای فولادی برای ایجاد میرایی داخلی لخت در ساختمان بود.این روش در سال ۱۹٦٦ توسط پوپوف ارائه شد. اولین میراگرهای تیری فولادی که نسبت به اعضای فولادی دیگر مقاومت بیشتری در مقابل پدیده خستگی دارند با تلاشهایی که توسط کلی و هکاران در سال ۱۹۷۲ اسکینر ۱۹۷٤ و تیلور و همکاران در سال ۱۹۹۱ معرفی شدند. اصولاً سه نوع میرا گر تیر فولادی درآن سالها ارائه شد که عبارت بودند

از میراگرهای پیچشی، میراگرهای تیری با مقطع متغیر و میراگرهای با لنگر یکنواخت. در همه این میراگرهابا استفاده از فولاد مناسب‌ترو شکل مناسب‌تر تیرها و جوشکاری در محلهایی دور از ناحیه تغییر شکل پلاستیک میرایی قابل قبولی حاصل می‌گشت.

بررسی های دیگری در سالهای۱۹۹٤و۱۹۹۵ توسط دانشمندان ژاپنی صورت گرفت که در آنها با انجام ازمایشات مختلفی روی میراگرها و رسم منحنی هیسترزیس آنها اقدام به پایه ریزی سیستمهای اتلاف انرژی کردند. تلاشهای دیگری نیز در این زمینه توسط محققین ژاپنی و آمریکایی و نیوزلندی انجام شده است که در اینجا از ارائه آنها صرفنظر می‌کنیم.

۱-۲ میرایی و انواع میراگرها :

با توجه به اینکه هر سازه یا سیستم سازه‌ای ، به تناسب شکل و اجزای تشکیل دهندهٔ آن دارای میرایی خاص خود می‌باشد ابتدا بایستی انواع میرایی را شناخته و سپس درباره اعضایی که این انواع میرایی را تأمین می‌کنند بحث کنیم .

۱-۲-۱ انواع میرایی :

میرایی سازه‌ها تحت تحریکات زلزله به صورت ترکیبی از میرایی خارجی ویسکوز (لخت) ، میرایی داخلی ویسکوز (لخت)، میرایی اصطکاکی ، میرایی هیستریزیس و میرایی تشعشعی می‌باشد که در زیر، انواع میرایی را شرح می‌دهیم.

۱-۲-۱-۱ میرایی خارجی ویسکوز (لخت) :

نوعی از میرایی است که توسط هوا ، آب و شرایط محیطی اطراف یک سازه بوجود می آید. و در مقایسه با انواع دیگر میرایی‌ها بسیار کوچک و در اکثر اوقات با تقریب خوبی قابل صرفنظر است.

۱-۲-۱-۲ میرایی داخلی ویسکوز (لخت) :

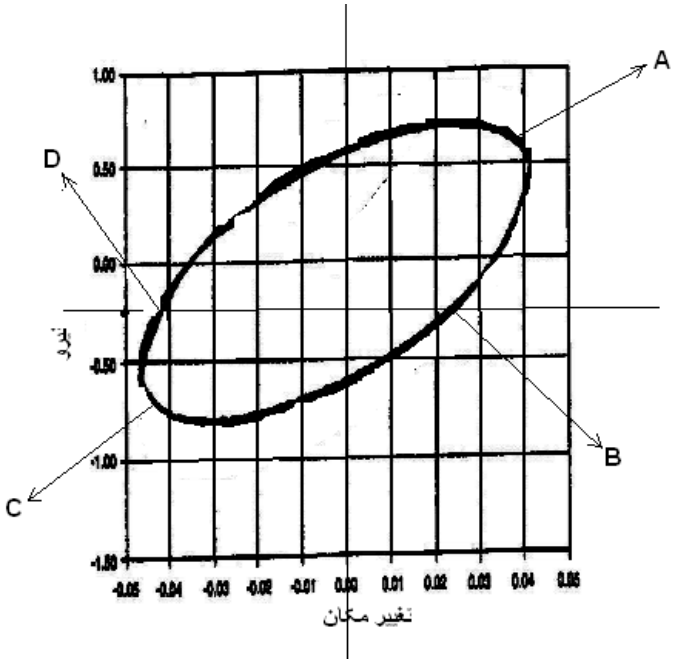
این میرایی حاصل خاصیت ویسکوزیته(لختی) ماده بوده و متناسب با سرعت است به نحوی که نسبت میرایی متناسب با فرکانس طبیعی ساختمان افزایش می‌یابد. میرایی داخلی لخت به سادگی و عمدتاً در روابطی که در بخشهای ۱-٤و ۱-۵ گفته خواهد شد، در تحلیل دینامیکی می‌تواند منظور شود.

۱-۲-۱-۳ میرایی اصطکاکی :

این میرایی که میرایی کلمب هم نامیده می‌شود، به علت وجود اصطکاک در اتصالات و یا نقاط تکیه گاهی پدید می‌آید . بدون توجه به سرعت و جابجایی ثابت است و بسته به مقدار جابجایی به دو نحو با آن برخورد می‌شود. اگر مقدار جابجایی ها کوچک باشد به عنوان یک میرایی داخلی لخت و اگر مقدار جابجایی بزرگ باشد به عنوان یک میرایی هیسترزیس در نظر گرفته می‌شود. یک مثال در مورد این میرایی راجع به دیوارهای مصالح بنایی میانقاب است که در هنگام ترک خوردن دیوار، اصطکاک جسمی زیاد شده و مقاومت مؤثری در مقابل ارتعاشات بوجود می‌آید.

۱-۲-۱-٤ میرایی هیسترزیس :

این میرایی هنگامی اتفاق می‌افتد که رفتار ماده تحت بار رفت و برگشتی در محدوده الاستیک قرار می‌گیرد مساحت چرخهٔ هیسترزیس در واقع بیانگر مقدار انرژی اتلاف شده در هر سیکل از بارگذاری می‌باشد. همانطور که در شکل(۱-۱) مشاهده می‌کنیم با تزریق انرژی از نقطه D تا A و حرکت سازه از D تا A انرژی زیر سطحBAE حذف می‌شود. با تعمیم همین مسئله برای فواصل B تا C وCتاD نتیجه می‌گیریم که اتلاف انرژی در هر سیکل از بارگذاری معادل سطحABCD می-باشد.



شکل(۱-۱): چرخه هیسترزیس نیرو-جابجایی[۱]

۱-۲-۱-۵ میرایی تشعشعی :

هنگامی که یک سازه ساختمانی ارتعاش می‌کند، امواج الاستیک در محیط نامتناهی زمین زیر ساختمان منتشر می‌شود. انرژی تزریق شده به سازه از همین طریق میرا می‌شود. این میرایی تابعی از ضریب الاستیک یانگ (خطی) ، نسبت پواسون(υ) و چگالی(ρ) زمین بوده و نیز به جرم بر واحد سطح سازه (m/A) و ضریب سختی به جرم آن (k/m) بستگی دارد.

۱-۲-۲ میراگر چیست :

یکی از خصوصیات ذاتی ماده ، میرایی ماده می‌باشد. همانطور که با دانستن ضریب الاستیسته یک ماده می‌توانیم محاسبات مربوط به مصالح تشکیل شده از آن ماده را انجام دهیم، با دانستن میرایی یک ماده نیز می‌توانیم به تحلیل دقیتری از سیستمهای متشکل از آن ماده دستیابی کنیم. با توجه به اینکه میرایی داخلی (که به جنس ماده بستگی دارد) در جامدات تحت تأثیر عوامل مختلفی نظیر تأثیرات حرارتی، پدیده خستگی و پدیده بوشینگر تغییر می‌کند برای اینکه بتوانیم مصالحی با میرایی معلوم داشته باشیم بایستی تأثیرات این عوامل را در مصالح مورد نظر به حداقل برسانیم. روشهای مختلفی برای تولید مصالح دارای میرایی معلوم که اصطلاحاً میراگر نامیده می‌شوند، وجود دارد که ذیلاً به بررسی انواع این روشها و نشان دادن میراگرهای تولید شده بوسیله این روشها می‌پردازیم البته با توجه به اینکه میراگرها به عنوان عوامل اتلاف انرژی زلزله در سازه‌ها استفاده می‌شوند لازم است ابتدا توضیح مختصری پیرامون انواع کلی سیستمهای اتلاف انرژی داده شود.

۱-۳ انواع سیستمهای اتلاف انرژی:

۱-۳-۱ سیستم غیرفعال (Passive energy Dissipation)

در این سیستم هر گونه واکنش سیستم ، متناسب با مقدار کنش وارده به سیستم می باشد.

۱-۳-۲ سیستم نیمه فعال (Semi active Energy Dissipation)

در این سیستم می توانیم میزان واکنش را توسط کنترل کننده هایی مهار کنیم.

۱-۳-۳ سیستم فعال (active Energy dissipation)

در این سیستم توسط اعضاء مخصوص که روی سازه نصب می شوند می توانیم نیروهایی رابه سازه واردکنیم این نیروها می توانند در خلاف جهت نیروهای مخرب به سازه وارد شده و

نقش میراگر را بازی کنند.کنترل این سیستم نیازمند محاسبات ریاضی پیچیده و کامپیوترهای کنترلگر دقیق می‌باشد.

۱-۳-٤ کنترل دو گانه : (Hybrid system)

اصولاً در صورتی که در مهاربندی از دو سیستم فعال و غیرفعال به صورت همزمان استفاده می کنیم ، سیستم دو گانه بوجود می آید . در نگاه اول ، این سیستم از همهٔ سیستمهایی که تا کنون معرفی کردیم بهتر است اما با دقت بیشتر متوجه می شویم که مثلاً در صورتی که سیستم کنترل فعال ، نیرویی را در جهتی که به پایداری سازه کمک می کند به سیستم وارد کند و انرژی این نیرو توسط سیستم غیرفعال اتلاف شود ، تضادی در سیستم پدیدار می‌گردد.

۱-۳-۵ سایر سیستمهای اتلاف انرژی:

در مقوله تحلیل دینامیکی و طراحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله ، بحث های بسیاری مطرح شده است . در زمینه اتلاف انرژی می‌توانیم به سیستمهای جداساز اشاره کنیم که باعث اتلاف زلزله در پی سازه شده و مانع از ارتعاش سازه می‌شوند که بحث راجع به این سیستمها نیازمند حوصله بیشتری می‌باشد.

با توجه به آنکه تحلیل و طراحی سازه های مجهز به سیستم های اتلاف انرژی می بایستی با توجه به رفتار دینامیکی شان انجام پذیرد در این فصل به بیان برخی مفاهیم و اصول دینامیک سازه ها می پردازیم.

۱-٤- بررسی پاسخ دینامیکی مدلهای ساده

۱-٤-۱- معادله عمومی

ساده‌ترین مدل سازه‌ای همانطور که در شکل (۱-۲) مشاهده می‌شود، یک سیستم یک درجه آزادی (SDOF) می‌باشد که دارای جرم m ، فنر با سختی k و میراگر با لزجی خطی c می‌باشد. این سیستم تحت حرکت لرزه‌ای $x_g(t)$ و یک بار ناشی از باد p(t) قرار می‌گیرد.تغییر مکان سازه بصورت زیر می‌باشد:

$$X_t(t) = X_g(t) + X(t) \qquad (۱-۱)$$