بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه کاشان

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی عمران

پایان نامه

جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران

عنوان :

تاثیر کاهش طول بخش تسلیم شونده در شکل پذیری قاب مهاربندی کمانش تاب

استاد راهنما:

دکتر حسن استاد حسین

توسط :

محمد علی منجزی

بهمن ۹۳

تقدیم به :

مقدسترین واژه ها در لغت نامه دلم،

مادر مهربانم

که زندگیم را مدیون مهر و عطوفت آن می دانم .

پدر عزیزم

که مهربانی مشفق، بردبار و حامی بنده بوده.

تقدیر و تشکر :

تشکر و سپاس بی پایان مخصوص خدایی است که بشر را آفریده و به او قدرت اندیشیدن داده و تواناییهای بالقوه را در وجود انسان قرار داده و او را امر به تلاش و کوشش نموده و راهنمایانی را برای هدایت بشر فرستاده است.

پس از ارادت خاضعانه به درگاه خداوند بی همتا لازم است از **استاد ارجمند جناب دکتر حسن اســتاد حسین** به خاطر سعه صدر و رهنمودهای دلسوزانه که در تهیه این تحقیق مرا مورد لطف خود قـرار دانـد و از اساتید محتـرم **جناب دکتر حسین تحقیقی و جناب دکتر علی رضا پاچناری** بـه دلیـل یاریهـا و راهنماییهای بی چشمداشت ایشان که بسیاری از سختیها را برایم آسانتر نمودند، تشکر و قدردانی نمایم .

چکیده

بادبندهای هم مرکز رایج هنگامی که در معرض نیروهای فشاری بزرگ قرار می‌گیرند دچار کمانش و افت مقاومت می‌شوند که در نتیجه پایداری سازه به خطر می‌افتد. مهاربند مقاوم در برابر کمانش یا اصطلاحا مهاربند کمانش ناپذیر نوع جدیدی از مهاربندهای هم مرکز است که در مقابل کمانش محافظت شده است و در نتیجه این مهاربند دارای رفتار غیر الاستیک متقارن در کشش و فشار می-باشد. این ویژگی سبب افزایش قابلیت انرژی و شکل‌پذیری در سیستم گردیده و موجب رفتار بسیار پایدارتری در سازه می‌شود. عملکرد مطلوب این سیستم موجب استفاده بیشتر از آن در بسیاری از کشورهای صنعتی گردیده است.

در این پایان نامه نحوه تاثیر میزان طول هسته مهاربند کمانش تاب یکبار با ثابت نگه داشتن طول هسته مهاربند در طبقات بر ضریب رفتار قاب ساده همراه با مهاربند کمانش تاب بررسی شده است. همچنین تاثیر تغییر طول هسته مهاربند در مهاربندهای طبقات مختلف سازه بلند و کوتاه مورد بررسی قرار گرفته شده است. به منظور بررسی پارامترهای مورد نظر، مدل‌ها توسط نرم افزار پرفورم تحت تحلیل آنالیز استاتیکی غیر خطی قرار گرفته است.

نتایج در قالب نمودارهایی برای نشان دادن رفتار قاب‌ها ارائه گردیده است. در این پایان نامه تغییرات ضریب رفتار و مولفه‌های موثر بر آن شامل: ضریب اضافه مقاومت و ضریب کاهش ناشی از شکل پذیری، تحت پارامترهای تغییر ارتفاع قاب مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد که مقدار ضریب رفتار تمامی قاب‌ها با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد. همچنین با کاهش طول هسته مهاربند کمانش تاب مقدار استهلاک انرژی درحین زلزله بیشتر خواهد شد و شباهت رفتاری این مهاربند به عنوان یک فیوز ساختمانی بیشتر خواهد شد.

کلمات کلید : مهاربند کمانش تاب ، طول تسلیم ، شکل پذیری ، استهلاک انرژی

فهرست مطالب

فصل اول :مقدمه.....۱

۱-۱- مقدمه.....۱

۱-۲- سیستم های ساختمانی و سازه ای.....۲

۱-۲-۱- انواع سیستم های سازه ای..... ۲

۱-۲-۱-۱- سازه مصالح بنایی با دیوار باربر..... ۲

۱-۲-۱-۲- سیستم قاب خمشی..... ۲

۱-۲-۱-۳- سیستم قاب مهاربندی شده.....۳

۱-۲-۱-۴- قابهای مهاربندی شده همگرا.....۳

۱-۲-۱-۵- سیستم مهاربندی شده برون محور.....۳

۱-۲-۱-۶- سیستم مهاربندی کمانش تاب..... ۴

۱-۳- بیان مسئله و اهداف تحقیق..... ۷

فصل دوم :پیشینه تحقیق.....۹

۲-۱- شکل پذیری سازه و فلسفه ضوابط طرح لرزه ای.....۹

۲-۱-۱ مقدمه..... ۹

۲-۱-۲- تعریف.....۱۰

۲-۱-۳- معرفی سازه نرم و ترد.....۱۰

۲-۱-۴- شکل پذیری و نیرو زلزله.....۱۱

۲-۱-۵- زنجیر پاولی..... ۱۱
۲-۲- ضریب رفتار سازه‌ها..... ۱۴
۲-۲-۱- مقدمه..... ۱۴
۲-۲-۲- تعریف ضریب رفتار..... ۱۵
۲-۲-۳- تاریخچه ضریب رفتار..... ۱۶
۲-۲-۴- کاربرد ضریب رفتار..... ۱۶
۲-۲-۵- محاسبه پارامتر های موثر در طراحی لرزه ای با استفاده از منحنی پوش آو..... ۱۸
۲-۲-۵-۱- ضریب برش پایه طراحی ($C_{s\&w}$)..... ۱۸
۲-۲-۵-۲- ضریب برش پایه الاستیک C_{eu}..... ۱۹
۲-۲-۵-۳- ضریب برش پایه طراحی در روش حالت حدی و ضرایب بار و مقاومت C_s..... ۱۹
۲-۲-۵-۴- ضریب برش پایه طراحی در روش تنش مجاز C_w..... ۲۰
۲-۲-۵-۵- نسبت C_s به C_w..... ۲۰
۲-۲-۵-۶- ضریب شکل پذیری μ..... ۲۱
۲-۲-۵-۷- ضریب کاهش شکل پذیری R_μ..... ۲۱
۲-۲-۵-۸- ضریب اضافه مقاومت سیستم..... ۲۲
۲-۲-۵-۹- محاسبه ضرب رفتار ۲۳
فصل سوم:معرفی مهاربند کمانش تاب..... ۲۴
۳-۱- مقدمه ۲۴
۳-۲- پیشینه مهاربند کمانش تاب..... ۲۷
۳-۳- اجزای مهاربند کمانش تاب..... ۳۶
۳-۳-۱- قطعه جاری شونده‌ی محصور شده..... ۳۶

۳-۳-۲- قطعه الاستیک محصور شده..... ۳۷
۳-۳-۳- قطعه الاستیک محصور نشده..... ۳۷
۳-۳-۴- مصالح جداکننده و انبساطی..... ۳۸
۳-۳-۵- مکانیزم محصورشدگی..... ۳۹
۳-۴- مزایای استفاده از مهاربند کمانش تاب..... ۴۰
۳-۵- معایب استفاده از مهاربند کمانش تاب..... ۴۱
۳-۶- اتصالات مهاربند کمانش تاب ۴۱
۳-۷- اشکال مورد استفاده مهاربند کمانش تاب..... ۴۱
۳-۸- اصول طراحی مهاربند کمانش تاب بر اساس آئین نامه لرزه‌ای پیشنهادی AISC ۲۰۰۵... ۴۲
۳-۸-۱- مهاربند کمانش تاب..... ۴۲
۳-۸-۲- تنظیم مقاومت مهاربند..... ۴۳
۳-۸-۳- اتصالات مهاربند..... ۴۴
فصل چهارم:مدل سازی..... ۴۵
۴-۱- مقدمه..... ۴۵
۴-۲ نرم افزار های متداول دارای قابلیت انجام تحلیل غیر خطی..... ۴۵
۴-۲-۱- نرم افزار ETABS..... ۴۶
۴-۲-۲- نرم افزار SAP2000..... ۴۶
۴-۲-۳- نرم افزار PERFORM 3D..... ۴۷
۴-۲-۳-۱- قابلیت های مدلسازی..... ۴۸
۴-۲-۳-۲- قابلیت های تحلیل غیرخطی..... ۴۹
۴-۲-۳- ۳- تحلیل خودکار..... ۴۹

۴-۲-۳-۴- عملکرد بر اساس ارزیابی..... ۴۹
۴-۲-۳-۵- خروجی‌ها..... ۵۰
۴-۲-۴- مزیت نرم افزارPERFORM 3D نسبت به ETABS & SAP2000 ..... ۵۰
۴-۳- مدل سازی درPERFORM 3D ۵۱
۴-۳-۱- مدل سازی المان مهاربند کمانش تاب در PERFORM ۵۱
۴-۳-۱-۱- قسمت هسته مهاربند ۵۱
۴-۳-۱-۲- ظرفیت المان ۵۶
۴-۳-۱-۳- قسمت الاستیک مهاربند ۵۸
۴-۳-۱-۴- ترکیب سیستم مهاربند کمانش تاب ۵۹
۴-۳-۲- مدل سازی المان ها تیر ۶۰
۴-۳-۳- مدل سازی المان ستون ۶۱
۴-۳-۴- معرفی جرم سازه ۶۱
۴-۳-۵- بارگذاری ثقلی ۶۳
۴-۳-۶- حالت های حدی ۶۴
۴-۳-۷- تنظیم حالت‌های بارگذاری ۶۵
۴-۳-۷-۱- تنظیم حالت بارگذاری ثقلی ۶۵
۴-۳-۷-۲- تنظیم حالت ها بارگذاری استاتیکی غیر خطی ۶۶
۴-۳-۸- مرحله تحلیل سازه‌ها ۶۹
۴-۴- معرفی مدل‌های مورد مطالعه و بارگذاری آنها ۷۱
۴-۴-۱- مشخصات کلی سازه ۷۱
۴-۴-۲- مشخصات کلی مهاربند کمانش تاب در مدلها..... ۷۳

۴-۴-۳- نتایج طراحی اولیه سازه های دارای مهاربند کمانش تاب ۷۴

فصل پنجم:نتایج تحلیل ها و بحث ۷۸

۵-۱- مقدمه ۷۸

۵-۲- رفتار سازه با تغییر طول هسته ۷۸

۵-۲-۱- بررسی منحنی پوش آور ۷۹

۵-۲-۲- محاسبه ضریب رفتار ۸۱

۵-۲-۳- سختی الاستیک و پلاستیک ۸۴

۵-۲-۴- بررسی مفاصل تشکیل شده ۸۶

۵-۳- تغییر طول هسته مهاربند با افزایش طبقات ۸۷

۵-۳-۱- منحنی پوش ۹۰

۵-۳-۲- ضریب رفتار سازه ۹۱

۵-۳-۳- سختی الاستیک و پلاستیک ۹۲

۵-۳-۴- بررسی مفاصل تشکیل شده ۹۳

فصل ششم :نتیجه گیری و پیشنهاد ۹۵

۶-۱- نتیجه گیری ۹۵

۶-۲- پیشنهادی ۹۶

منابع ۹۷

پیوست ۹۹

فهرست شکل ها

شکل ۱-۱- نمونه ای از اجزای مهاربند کمانش تاب.....۵

شکل ۲-۱- مقایسه سازه نرم وترد.....۱۰

شکل ۲-۲- منحنی بار – تغییر شکل ایده آل برای سازه‌ها.....۱۷

شکل ۲-۳- پارامترهای موثر در طراحی لرزه‌ای سازه با استفاده از منحنی پوش آور.....۱۸

شکل ۳-۱- مقایسه منحنی هیسترزیس مهاربندهای متداول با رفتار ایده آل.....۲۸

شکل ۳-۲- ایده اولیه مدل یاشینو (۱۹۷۱).....۲۹

شکل۳-۳-ایده های موجود برای سطح مقطع مهاربند کمانش تاب.....۳۰

شکل ۳-۴- مدل های پیشنهادی مورد برای انجام آزمایش.....۳۱

شکل ۳-۵ –نتایج حاصله از آزمایش مهاربندکمانش تاب.....۳۲

شکل ۳-۶- نمایش قسمت الاستیک و غیر الاستیک مهاربند کمانش تاب.....۳۷

شکل ۳-۷- قسمت الاستیک محصور نشده.....۳۸

شکل ۳-۸- تورم غلاف فلزی اطراف مهاربند کمانش تاب ۳۹

شکل ۳-۹- مکانیزم رفتاری مهاربند کمانش تاب.....۴۰

شکل۳-۱۰- رفتار مهاربندکمانش تاب در کشش و فشار.....۴۴

شکل ۴-۱- پنجره مربوط به مشخصات غیر الاستیک مهاربند کمانش تاب.....۵۲

شکل ۴-۲ –رفتار ایده آل دو خطی مهاربند کمانش تاب ۵۳

شکل ۴-۳-رفتار ایده آل سه خطی مهاربند کمانش تاب ۵۳

شکل ۴-۴- شماتیک رفتار ایده آل هسته مهاربند کمانش تاب ۵۴

شکل ۴-۵- پنجره مشخصات پایه ۵۶
شکل ۴-۶- پنجره پارامترهای مربوط به مدل سازی ۵۸
شکل ۴-۷- پنجره مربوط به مشخصات قسمت الاستیک مهاربند کمانش تاب..... ۵۹
شکل ۴-۸- بخش های انتهایی و بخش میانی مهاربند کمانش تاب ۶۰
شکل ۴-۹- شمایی از تیر مدل شده در پرفورم ۶۰
شکل ۴-۱۰- پنجره مربوط به معرفی جرم ۶۲
شکل ۴-۱۱- پنجره مربوط به بارگذاری ثقلی المان تیرها ۶۳
شکل ۴-۱۲- پنجره مربوط به معرفی حالت های حدی ۶۴
شکل ۴-۱۳- پنجره مربوط به معرفی بارگذاری ثقلی ۶۵
شکل ۴-۱۴- بخش مربوط به انتخاب نوع آنالیز ۶۶
شکل ۴-۱۵- نحوه معرفی مشخصات بارگذاری استاتیکی غیر خطی ۶۷
شکل ۴-۱۶-نحوه معرفی الگوی تغییر مکان ۶۸
شکل ۴-۱۷- پنجره کنترل دریفت در بارگذاری استاتیکی غیر خطی ۶۸
شکل ۴-۱۸- پنجره مربوط به معرفی بارگذاری مثلثی وارونه ۶۹
شکل ۴-۱۹- پنجره مربوط به کنترل صحت مدل سازی..... ۷۰
شکل ۴-۲۰- پنجره مربوط به معرفی بار ثقلی برای آنالیز..... ۷۰
شکل ۴-۲۱- تنظیم تحلیل و شروع تحلیل ۷۱
شکل ۴-۲۲- پلان سازه های مدل سازی شده..... ۷۲
شکل ۴-۲۳- نمای سازه۳ و ۸ طبقه مدل سازی شده ۷۳
شکل۴-۲۴- شماتیک مدل مهاربند کمانش تاب ۷۴
شکل ۴-۲۵- مقاطع مورد استفاده درانالیزسازه ۳ طبقه ۷۶

شکل ۴-۲۶- مقاطع مورد استفاده در آنالیز سازه ۸ طبقه.....۷۷

شکل۵-۱- سازه سه طبقه با مهاربند کمانش تاب تحت الگوی بارگذاری پوش آور.....۷۹

شکل۵-۲- سازه هشت طبقه با مهاربند کمانش تاب تحت الگوی بارگذاری پوش آور.....۸۰

شکل ۵-۳-نمودار پوش آور سازه ۳ طبقه با طول هسته ۳۰ درصد ۸۱

شکل ۵-۴- مقایسه تعداد مفاصل تشکیل شده در ساختمان ۳ طبقه ۸۷

شکل ۵-۵- مقایسه تعداد مفاصل تشکیل شده در ساختمان ۸ طبقه.....۸۷

شکل ۵-۶- شماتیکی از نمونه ۵۰ در صد ۸۸

شکل ۵-۷ شماتیکی از نمونه min-max ۸۹

شکل ۵-۸ شماتیکی از مدل max-min ۹۰

شکل۵-۹ منحنی پوش سه سازه مدل شده ۹۱

شکل ۵-۱۰- مقایسه تعداد مفاصل تشکیل شده در ساختمان های مدل شده ۹۴

فهرست جدول ها

جدول۳-۱- نتایج بدست آمده با تغییر طول هسته.....۳۵

جدول ۴-۱- پارامترهای مدل سازی و معیارهای پذیرش در روش غیر خطی – اجزای سازه فولادی.....۵۷

جدول ۵-۱- ضریب رفتار سازه تحت تغییر طول هسته مهاربند کمانش تاب ۸۳

جدول ۵-۲- مقایسه سختی الاستیک در سازه‌ها با کاهش طول هسته مهاربند ۸۵

جدول ۵-۳- مقایسه سختی پلاستیک در سازه‌ها با کاهش طول هسته مهاربند ۸۶

جدول۵-۴- ضریب رفتار سازه تحت تغییر طول هسته مهاربند کمانش تاب در ارتفاع ۹۲

جدول ۵-۵- تأثیر تغییر طول هسته مهاربند کمانش تاب در تغییر سختی الاستیک ساختمان ۸ طبقه ۹۳

جدول ۵-۶- تأثیر تغییر طول هسته مهاربند کمانش تاب در تغییر سختی پلاستیک ساختمان ۸ طبقه.....۹۳

مقدمه

۱-۱- مقدمه

از دیدگاه سازه‌ای، عبارت طراحی به مجموعه‌ای از قواعد علم ساخت و ساز اتلاق می‌گردد که هدف آن به وجود آوردن سازه‌ای می باشد که از نظر شکل و ابعاد، خواسته‌های مربوط به کارایی، پایایی و زیبایی را به طور همزمان و درطی یک طرح، برآورده سازد. هدف اصلی طراحی سازه، ساخت سازه‌ای است که در آن نه تنها هزینه‌های اولیه ساخت در نظر گرفته می‌شود، بلکه هزینه‌های مربوط به نگهداری، تخریب و زوال‌های احتمالی نیز به همراه مزایای سازه‌ای ایجاد شده لحاظ می‌گردند. از این رو طراحی بهینه‌ی سازه احتیاج به فهم صحیح از کلیه قوانین حاکم بر موارد فوق دارد.

اهداف ذکر شده برای طراحی سازه‌ها در برابر عواملی مانند بارهای زنده، مرده و برف با دشواری کمتری قابل حصول هستند، در حالی که برای طراحی سازه در برابر عوامل دیگری مانند گردبادها، سیل و زلزله با دشواری حاصل می‌گردند. منشأ این دشواری، ماهیت به شدت احتمالاتی این پدیده‌ها و نیز وابسته بودن رفتار سازه به شدت و نوع این بارها می‌باشد. تاکنون در میان این عوامل، زلزله عامل ۶۰٪ از تلفات جانی ناشی از حوادث طبیعی پیش‌بینی نشده بوده است. بنابراین طراحی مناسب سازه در مقابل زلزله و ارائه روشی

مشخص برای اطمینان از عملکرد سازه در حین زلزله از اهمیت خاصی برخوردار است. اگر بخـواهیم یـک سـازه اقتصادی و ایمن داشته باشیم می‌بایست که آن سـازه دارای سـه ویژگـی مهـم باشـد. (در فصـلی جداگانـه بـه مهمترین این ویژگی‌ها شکل پذیری پرداخته شده است).

الف) سختی (مقدار نیرویی که لازم است تا سازه جابجایی واحد بدهد)

ب) مقاومت (مقدار نیرویی که لازم است تا سازه تسلیم گردد)

ج) شکل‌پذیری (نسبت تغییر مکان نهایی به تغییر مکان جاری شدگی)

۱-۲- سیستم‌های ساختمانی و سازه‌ای

به مجموعه‌ای از المان‌ها با هدف ایجاد پایداری در برابر بارهای وارده به سازه وکنترل تغییر شـکل‌هـای زیـاد بـا ترتیبی خاص در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند سیستم سازه‌ای گویند. با افزایش تجربیات بشر در خصوص سیستم-های باربر، انواع جدیدتری از سیستم‌ها با عملکردهای مناسب‌تر خصوصا در برابر بارهای جانبی مانند زلزله ابداع شده است. از آنجا که موضوع این تحقیق بررسی یکی از سیستم‌های سازه‌ای باربر جانبی به نام مهاربند کمـانش تاب است، ابتدا به منظور مقایسه سیستم‌های سازه‌ای با این سیستم، انواع سیستم‌های سازه‌ای مرور می‌شود.

۱-۲-۱- نواع سیستم های سازه‌ای

۱-۲-۱-۱- سازه مصالح بنایی با دیوار باربر

نوعی سیستم سازه‌ای است که فاقد قاب‌های ساختمانی برای باربری قائم می‌باشـد. ایـن سیسـتم دارای سـختی جانبی نسبتا زیاد و شکل‌پذیری بسیار پایینی است که امروزه در ساخت و ساز مدرن شـهری مـورد توجـه قـرار نمی‌گیرد.

۱-۲-۱-۲- سیستم قاب خمشی

اسکلت قاب خمشی به طور کلی از شبکه‌های مستطیلی تیرهای افقی و ستون قائم تشکیل می‌شود، که در یـک صفحه بوسیله اتصالات گیردار به هم متصل شده‌اند. قاب‌های خمشی بسـته بـه شـکل پـذیری و تحمـل تغییـر

شکل‌های پلاستیک به سه دسته قاب خمشی با شکل پذیر کم، متوسط و زیاد تقسیم بندی می‌شود. اصل طراحی در این نوع قاب‌های بروز خرابی در تیرها قبل از ستون می‌باشد. مزیت این نوع سیستم شکل پذیری مناسب آن می‌باشد اما دارای سختی الاستیک و مقاومت کمی است.

۱-۲-۱-۳- سیستم قاب مهاربندی شده

یکی دیگر از سیستم‌های مقاوم در برابر نیروهای جانبی، قاب‌های مهاربندی شده می‌باشد. قاب مهاربندی شده سیستمی به شکل خرپای قائم است که بیشتر در ساختمان فولادی برای ایجاد مقاومت در برابر نیروهای جانبی استفاده می‌شود. قاب‌های مهاربندی شده به دو دسته اصلی هم محور و برون محور تقسیم می‌شوند.

۱-۲-۱-۴- قاب‌های مهاربندی شده همگرا

سیستم‌های مهاربندی همگرا که معروفترین نوع آنها مهاربند ضربدری و شورن و قطری در برابر بارهای جانبی هستند. به علت اسکلت خرپا گونه، صلبیت جانبی این سیستم‌ها بسیار زیاد است، به طوری که یک سیستم قاب فولادی با بادبند همگرا از نوع ضربدری در مقایسه با سیستم قاب خمشی نظیر آن می‌تواند تا ۱۰ برابر سخت تر باشد. از مزایای مهم این قاب‌ها سختی خوب در برابر بارهای جانبی، ساده بودن اتصالات و سرعت اجرای آن‌ها می‌باشد. با این وجود در مناطق با زلزله خیزی بالا، استفاده از این نوع قاب توصیه نمی‌شود زیرا عناصر فشاری آن مانند مهاربندها در بارهای تناوبی ضعیف عمل کرده و در سیکل‌های متعدد بارگذاری و بار برداری تا حدود زیادی مقاومت خود را از دست می‌دهند. این نوع سیستم هر چند در برابر بارهای استاتیکی و باد، مقاومت و سختی خیلی خوبی از خود نشان می‌دهند ولی به دلیل عدم شکل پذیری مناسب، از لحاظ جذب انرژی در مقابل بارهای متناوب زلزله ضعیف عمل می‌کنند.

۱-۲-۱-۵- سیستم مهاربندی شده برون محور

این سیستم که توسط پروفسور پوپوف و همکارانش در دانشگاه برکلی کالیفرنا برای اولین بار مورد آزمایش قرار گرفت. که در این سیستم قسمتی از طول تیر که بین مهاربندی و ستون یا بین دو مهاربندی قرار می گیرد تیر

پیوند نامیده می‌شود تیر پیوند مانند فیوز شکل پذیر عمل می‌کند و مقدار زیادی از انرژی ناشی از زلزله را جذب می‌کند. این سیستم توانایی ایجاد سختی مناسب در ناحیه خطی برای مواجهه با زلزله‌های کوچک و شکل-پذیری و ظرفیت جذب انرژی مناسب در ناحیه غیر خطی برای مقابله با زلزله‌های شدید را دارا می‌باشد. همچنین از مزیت‌های دیگر این نوع سیستم کاهش تغییر مکان جانبی در مقایسه با قاب‌های خمشی و کاهش نیروهای تکیه گاهی و لنگر و امکان تعبیه باز شو در مقایسه با مهاربندهای همگرا می‌توان گفت. با وجود این مزیت‌ها، عدم تقارن مهاربند در کشش و فشار و شکل پذیری کم این سیستم همچنان جزو نواقص بزرگ آن شمرده خواهد شد.

۱-۲-۱-۶- سیستم مهاربندی کمانش تاب

امروزه استفاده از میراکننده‌های انرژی در سازه‌ها به منظور اتلاف انرژی زلزله مورد توجه فراوان قرار گرفته است. مزیت اصلی استفاده از میراگرها، جذب انرژی زلزله در اجزایی مجزا از قاب سازه‌ای می‌باشد. این امر منجر به کاهش آسیب‌های سازه اصلی در هنگام وقوع زلزله می‌گردد. در میان انواع مختلف میراگرها، میراگرهای هیسترزیس به علت هزینه کم، قابلیت اطمینان بالا و نبود اجزاء مکانیکی در آن از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می-باشند.

در ابتدا فقط به منظور بهبود بخشیدن به رفتار سازه‌هایی که قبلا تحت بار جانبی قرار گرفته‌اند و نیاز به مقاوم سازی دارند از میراگرهای غیر فعال استفاده می‌گردید. اما از آنجا که رفتار ساز ه‌های دارای سیستم میراگرهای غیر فعال رفتاری پایدار و قابل پیشبینی می‌باشد، مدتی است که در فرایند طراحی لرزه‌ای نیز، حضور این میراگرها بیشتر شده است.

اصولا قاب‌های مهاربندی شده به دلیل بروز پدیده کمانش در مهاربندها از قابلیت جذب انرژی مطلوبی برخوردار نیستند و در نتیجه باید برای نیروی زلزله بالایی طراحی شوند که این امر موجب بالا رفتن حجم عملیات در هنگام ساخت می‌گردد. استفاده از میراگرها از آنجا که به علت قابلیت اتلاف انرژی بالا در آنها میزان نیاز به تقویت دیگر اجزای سازه را کاهش می‌دهد می‌تواند مورد توجه باشد. در این پایان نامه نوع خاصی از میراگرهای

هیسترزیس تحت عنوان مهاربندهای کمانش تاب، مورد توجه قرار گرفته و سعی شده است تا رفتار این میراگر و سیستم‌های دارای آن و همچنین فرایند طراحی آنها بررسی گردد.

بسیاری از نقایص رفتاری مهاربندهای همگرا و واگرا نتیجه اختلاف بین ظرفیت فشاری و کششی این مهاربندها و زوال در مقاومت این مهاربندها تحت بارگذاری چرخه‌ای می‌باشد. از این رو تحقیقات بسیاری صرف بهسازی این مهاربندها جهت رسیدن به یک رفتار الاستو – پلاستیک ایده آل گردیده است. برای رسیدن به این هدف لازم بود تا با استفاده از مکانیزم مناسبی از کمانش فشاری مهاربند جلوگیری شود و امکان تسلیم فشاری فولاد فراهم آید. روشی که مد نظر قرار گرفت عبارت بود از محصور سازی یک هسته فلزی شکل‌پذیر در میان حجمی از بتن که خود توسط یک غشای فلزی در بر گرفته شده است. مبنای اصلی عملکرد این میراگر، جلوگیری از وقوع کمانش هسته فولادی به منظور امکان وقوع پدیده تسلیم فشاری در آن و در نتیجه امکان جذب انرژی در این عضو از سازه می‌باشد. این امر با پوشاندن سراسر طول هسته فولادی در لوله فولادی پر شده با بتن یا ملات میسر می‌گردد. در این سیستم نیاز به فراهم آوردن یک سطح لغزش یا لایه ناپیوستگی بین هسته فلزی و بتن محصور کننده وجود دارد.

شکل ۱-۱- نمونه ای از اجزای مهاربند کمانش تاب

هدف از این امر آن است که نیروی مهاربندی فقط توسط هسته فولادی تحمل شود. مصالح و هندسه لایه لغزشی مذکور باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شود که امکان حرکت نسبی بین هسته فولادی و بتن که به سبب وجود برش و اثر پواسون ایجاد می‌گردد، فراهم شود و در نتیجه ضمن جلوگیری از کمانش موضعی هسته، امکان تسلیم آن در حالت بارگذاری فشاری فراهم شود. بتن و محفظه لوله‌ای شکل فولادی سختی و مقاومت خمشی لازم را برای جلوگیری از کمانش کلی مهاربند فراهم آورده و امکان تحمل بار توسط هسته فولادی را تا حد تسلیم (بدون آنکه کاهشی در سختی و مقاومت مهاربند طی چرخه‌های بارگذاری ایجاد گردد) فراهم می‌آورد. همچنین بتن و محفظه فولادی از کمانش موضعی هسته جلوگیری می کند رفتار چرخه ای غیر الاستیک این مهاربندها با انجام آزمایش‌های زیادی بررسی شده است.

آزمایشات گوناگونی با مطالعات اجزاء محدود نشان داد که برخلاف مهاربندهای معمول چرخه‌های هیسترزیس پایدار در کشش و فشار حاصل می‌گردد و در نتیجه ظرفیت بالایی برای جذب انرژی زلزله در سازه ایجاد می-گردد.

مقدار نیروی طراحی حاصل از روش استاتیک معادل در سیستم هم محور متداول به میزان قابل توجهی بیش از سیستم مهاربندهای کمانش ناپذیر می‌باشد که باعث غیر اقتصادی بودن آن در مقایسه با سیستم مهاربندهای کمانش ناپذیر می‌گردد. در مقایسه با سیستم مهاربندهای شورن نیز باید گفت نیروی نامتعادل وارد بر تیر در سیستم مهاربندهای شورن در سیستم کمانش ناپذیر وجود ندارد. مزیت های فراوان این سیستم نسبت به سیستم های دیگر باعث رواج روز افزون آن شده است وحتی در ویرایش چهارم آیین نامه ۲۸۰۰ نیز آورده شده است. اما از آنجایی که این سیستم در ایران به صورت ناشناخته مانده است و هچنین در آیین نامه های معتبر نیز به علت تاثیر پارامتر های مختلف در رفتار این مهاربند اصول طراحی آن به صورت کلی بیان شده است و مطابق با آیین نامه های معتبر بعضی از پارامتر های آنرا به وسیله آزمون می بایست مشخص کرد.