

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته سازه

موضوع:

تأثیر فاصله آزاد در ورق اتصال بر عملکرد لرزه‌ای قاب‌های
مهاربندی شده

استاد راهنما:

دکتر جواد واثقی امیری

اساتید داور:

دکتر نقی پور - دکتر میرزا گل تبار

نام دانشجو:

فائقه باقری خلیلی

زمستان ۱۳۹۲

تقدیم بہ:

پروماد کرامی کہ با آساری این نہال از دریای وجود خویش بہ شمر رساندن آن کنندین ہمیشگی را بر کردن من افکنند و تا قیامت خدمتگزار خود کردند.

سپاس کزاری:

اول تائش و حمد خاص پروردگار حکیم و عظیمی است که کرامت نمجد و دش در آراستن انسان به زیور علم و دانش متجلی است. پروردگاری که کمال و تاهیت شخصیت انسان را بر اساس دانش و ینش استوار ساخت. خداوند اتراسا سگزارم که مراد مسیر کسب علم و معرفت قرار داده و یاریم نمودی تا از نعمت وجود استاد بزرگوارم که در همه حال حامی و پشتیبانم بوده اند، بهره مند گردم.

بر خود لازم می دانم در پایان این مقطع تحصیلی از افرادی که مراد امر پژوهش یاری نموده اند، تشکر کنم. از استاد راهنمای ارزشمند جناب آقای دکتر جواد واشقی که به من راه رسم پژوهش و طریق صحیح علم و معرفت را آموخت و مراد این مسیر یاری نمود و آنچه می دانست با شوق و علاقه به من ارزانی داشت پاسگزارم. همچنین از دو وجود پر محبت، دو جان پناه مهر، پدر و مادر عزیزم که در همه حال یاری رسان و مشوق من بوده و دعای خیرشان مرا از الطاف خداوندی بهره مند ساخته، تشکر می کنم. در پایان از حمایت ها و دلگرمی های همی دوستان خوبم بی نهایت پاسگزارم

بتم بدرقی راه کن ای طایر قدس

که دراز است ره مقصود و من نوسفر

چکیده:

استفاده از قاب مهاربندی شده به اوایل قرن ۱۹ برای مقابله با نیروی جانبی باد باز می‌گردد. این قاب‌ها به دلیل صرفه جویی در مصرف مصالح و سادگی طراحی و اجرا از محبوبیت بالایی در میان مهندسان سازه برخوردار است و به طور گسترده‌ای در طراحی لرزه‌ای سازه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. اولین پدیده غیرالاستیک که برای یک قاب مهاربندی در هنگام زلزله رخ می‌دهد کماتش عضو مهاربند و جاری شدن عضو کششی است. بررسی عملکرد قاب‌های مهاربندی شده در زلزله‌های گذشته ضعف‌های جدی در رفتار آنها را نشان می‌دهد. غالب این ضعف‌ها در نتیجه کمبود ظرفیت در اتصالات مهاربندها می‌باشد. اگر در طراحی اتصالات اثرات رفتار پس کماتشی چرخه‌ای عضو مهاربندی در نظر گرفته شود، عملکرد بهتر اتصالات حاصل می‌شود. بر اساس آیین‌نامه‌های فعلی، این مطلب نیازمند آن است در بین انتهای بادبند و خطی که نقاط اتصال ورق به اعضای قاب را به هم وصل می‌کند یک فاصله آزاد به اندازه دو برابر ضخامت ورق اتصال ایجاد شود. تحقیقات اخیر با بررسی دقیق رفتار اتصالات قاب‌های مهاربندی همگرا نشان داده است طراحی فعلی ورق اتصال، ورق‌های بزرگ، قوی و سخت را نتیجه می‌دهد که باعث کاهش ظرفیت غیرالاستیک سیستم می‌شود. همچنین در این مطالعات نتایج قابل توجهی در خصوص فاصله آزاد مستقیم، عمود به محور مهاربند به دست آمد. به جای فاصله آزاد مستقیم عمود بر محور مهاربند، از یک الگوی بیضی شکل جهت تامین فاصله آزاد ورق اتصال در هنگام کماتش برون صفحه مهاربند استفاده شد و نشان داده شد که این الگوی فاصله آزاد ورق اتصال، نتایج بهتری نسبت به الگوی فاصله آزاد مستقیم به همراه خواهد داشت.

در این پایان نامه با استفاده از نرم‌افزار اجزا محدود ABAQUS مدلی از یک قاب همگرای قطری، یک طبقه و یک دهانه از روی یک نمونه آزمایشگاهی مدل‌سازی و صحت‌سنجی شد و مدل‌های مطالعه پارامتری بر اساس این مدل ساخته شد. با تغییر در پهنای فاصله آزاد در ورق اتصال و در ترکیب با پارامترهای مختلفی نظیر شکل فاصله آزاد (خطی و بیضی)، ضخامت، مخروطی نمودن ورق و خروج از مرکزیت سعی شده است تا تاثیر تغییر در فاصله آزاد در ترکیب با این پارامترها بررسی شود. بدین منظور رفتار قاب‌های مهاربندی تحت بار چرخه‌ای مورد بررسی قرار گرفت و منحنی هیسترزیس، سختی قاب، مقاومت کششی و فشاری و وضعیت تنش و کرنش مدل‌ها باهم مقایسه شد. با بررسی‌های انجام شده نتیجه شد تاثیر فاصله آزاد در مقاومت کششی و فشاری قاب کم است و در سختی بی تاثیر می‌باشد. با افزایش این فاصله کرنش در مرکز مهاربند افزایش می‌یابد و کاهش این فاصله تنش را در ورق در انتهای مهاربند و در مجاورت ستون افزایش می‌دهد. افزایش بیش از حد این فاصله موجب کماتش ورق قبل از کماتش مهاربند می‌شود که این مطلب تاثیر بسیار نامطلوبی را در رفتار سیستم دارد.

کلمات کلیدی :

فاصله آزاد ، ورق اتصال ، قاب مهاربندی شده ، رفتار لرزه‌ای.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول : پیشگفتار
۱-۱	۱. مقدمه.....
۲-۱	۲-۱. فاصله آزاد در آیین نامه.....
۳-۱	۳-۱. اهداف و لزوم تحقیق.....
۴-۱	۴-۱. ساختار پایان نامه.....
	فصل دوم : تحقیقات پیشین در رابطه با مهارندهای همگرا و ورق های اتصال
۱-۲	۱-۲. مقدمه.....
۲-۲	۲-۲. مکانیزم عملکرد قاب مهاربندی.....
۳-۲	۳-۲. رفتار نیرو-تغییر شکل بادبند.....
۴-۲	۴-۲. تحقیقات گذشته در مورد رفتار عضو مهاربند.....
۱-۴-۲	۱-۴-۲. مطالعات Kahn & Hanson 1976.....
۲-۴-۲	۲-۴-۲. مطالعات جین و همکاران ۱۹۷۸.....
۳-۴-۲	۳-۴-۲. مطالعات Shaback & Brown 2003.....
۵-۲	۵-۲. رفتار ورق اتصال.....
۱-۵-۲	۱-۵-۲. بارگذاری یکنوا.....
۱-۱-۵-۲	۱-۱-۵-۲. مطالعات ویتنور ۱۹۵۲.....
۲-۱-۵-۲	۲-۱-۵-۲. مطالعات تورنتن ۱۹۸۴ و ۱۹۹۱.....
۳-۱-۵-۲	۳-۱-۵-۲. مطالعات بیورهِف و چاکر ابارتی ۱۹۸۳.....
۴-۱-۵-۲	۴-۱-۵-۲. تحقیقات Hardash & Bjorhoved 1985.....
۵-۱-۵-۲	۵-۱-۵-۲. تحقیقات Hu & Cheng 1987 و Yam & Cheng 1994.....
۶-۱-۵-۲	۶-۱-۵-۲. تحقیقات Brown 1988.....

۲۱	.....تحقیقات جنگ و یام ۲۰۰۲
۲۲	.....Sheng et al 2002 تحقیقات
۲۳	.....رفتار ورق اتصال تحت بار چرخه ای
۲۴	.....تحقیقات رابینویچ و جنگ ۱۹۹۳
۲۵	.....تحقیقات گراندین و همکاران ۲۰۰۰
۲۶	.....تحقیقات والبریچ و همکاران ۱۹۹۸
۲۷	.....Chen et al 2012 تحقیقات
۳۰	.....رفتار قاب
۳۰	.....تحقیقات آستانه اصل و همکاران ۱۹۸۲
۳۳	.....El-Tayem 1985 تحقیقات
۳۳	.....Xu and Goel 1990 تحقیقات
۳۳	.....Uriz & Mahin 2004 تحقیقات
۳۵	.....Roeder & Lehman (2004-2009) تحقیقات
۴۱	.....Yoo 2009 تحقیقات
۴۳	.....Kelly Clark 2009 تحقیقات
۴۵	.....Eric J. Lumpkin 2012 تحقیقات
۴۶	.....R.Nascimbene 2010 تحقیقات

فصل سوم : مدل سازی و صحت سنجی

۴۹	.....۱-۳ . مقدمه
۵۰	.....۲-۳ . مروری بر روش اجزا محدود
۵۱	.....۳-۳ . توضیح نمونه آزمایشگاهی
۵۲	.....۴-۳ توضیح مدل سازی
۵۳	.....۱-۴-۳ . ساختن اجزای قاب
۵۳	.....۲-۴-۳ . تعیین مشخصات مصالح

۵۵	..... ۳-۴-۳. مونتاز مدل
۵۵	..... ۴-۴-۳. تعیین نوع حل و مراحل آن
۵۶	..... ۵-۴-۳. تعریف اتصال بین قطعات
۵۷	..... ۷-۴-۳. مش بندی مدل
۵۸	..... ۱-۷-۴-۳. قابلیت مش زدن
۵۸	..... ۲-۷-۴-۳. نسبت دادن خواص مش به هر قطعه
۵۹	..... ۳-۷-۴-۳. تعیین اندازه مش
۶۳	..... ۸-۴-۳. نقص اولیه
۶۴	..... ۹-۴-۳. تحلیل مدل
۶۴	..... ۱۰-۴-۳. مشاهده نتایج و بررسی صحت مدل سازی
۶۷	..... ۵-۳. توضیح مدل‌های مطالعه پارامتریک

فصل چهارم : ارائه و بررسی نتایج

۷۱	..... ۱-۴. مقدمه
۷۱	..... ۲-۴. بررسی نتایج
۷۱	..... ۱-۲-۴. شکل فاصله آزاد
۷۱	..... ۱-۱-۲-۴. فاصله آزاد بیضوی
۷۶	..... ۲-۱-۲-۴. فاصله آزاد خطی
۸۲	..... ۲-۲-۴. تاثیر ضخامت ورق
۸۸	..... ۳-۲-۴. تاثیر هندسه ورق
۹۲	..... ۴-۲-۴. تاثیر خروج از مرکزیت

فصل پنجم : نتیجه گیری

۱۰۰	..... ۱-۵. نتایج
۱۰۱	..... ۲-۵. پیشنهادات
۱۰۲	..... مراجع

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱) فاصله آزاد آیین نامه در ورق اتصال برای کمانش خارج صفحه مهاربند
۸	شکل ۱-۲) شکست های نامطلوب در سازهایی با قاب بادبندی شده
۹	شکل ۲-۲) مراحل رفتاری عضو بادبندی در چرخه اول بارگذاری
۱۱	شکل ۳-۲) رفتار نیرو-تغییر شکل محوری آزمایشگاهی یک عضو بادبندی تحت تاثیر بارگذاری چرخه ای
۱۲	شکل ۴-۲) دستگاه آزمایش کمانش مهاربند تحت بار چرخه ای جین و همکاران
۱۵	شکل ۵-۲) دستگاه آزمایش ویتور
۱۶	شکل ۶-۲) روش ویتور
۱۷	شکل ۷-۲) مدل کمانشی تورنتن
۱۷	شکل ۸-۲) دیاگرام آزاد تجزیه نیروها در روش تورنتون (UFM)
۱۸	شکل ۹-۲) دستگاه آزمایش بیورهِف و چاکرابطی
۱۹	شکل ۱۰-۲) مدل برش قالبی در ورق اتصال
۲۰	شکل ۱۱-۲) دستگاه آزمایش Hu and Cheng
۲۱	شکل ۱۲-۲) دستگاه آزمایش Brown
۲۳	شکل ۱۳-۲) مدل عددی Sheng et al
۲۶	شکل ۱۴-۲) مدل ورق اتصالات در مطالعات Walbridge
۲۷	شکل ۱۵-۲) مقایسه منحنی تنش-کرنش فولاد LYP و فولاد معمول
۲۸	شکل ۱۶-۲) نمایی از سخت کننده STR در آزمایش Chen
۲۹	شکل ۱۷-۲) نمایی از دستگاه آزمایش Chen
۳۱	شکل ۱۸-۲) قاب آزمایش آستانه اصل و همکاران
۳۲	شکل ۱۹-۲) گسیختگی ورق اتصال با اجرای جزئیات ضعیف در کمانش برون صفحه ای
۳۲	شکل ۲۰-۲) رفتار انعطاف پذیر ورق اتصال با در نظر گرفتن فاصله آزاد 2T
۳۴	شکل ۲۱-۲) نمونه قاب مورد آزمایش Uriz and Mahin
۳۶	شکل ۲۲-۲) مکانیزم های شکل پذیر و ترد یک قاب مهاربندی
۳۷	شکل ۲۳-۲) تواتر تسلیم بهینه در قاب مهاربندی همگرای ویژه
۳۷	شکل ۲۴-۲) مقایسه منحنی هیستریزس قاب مهاربندی در طراحی به روش AISC و BDP
۳۸	شکل ۲۵-۲) نمونه ای از ورق اتصال مهاربند با رعایت محور خمش بیضی شکل
۴۰	شکل ۲۶-۲) مدل پیشنهادی خط آزاد خمش بیضوی و هندسه ورق مهاربند
۴۲	شکل ۲۷-۲) پارامترهای بررسی شده در مطالعه Yoo
۴۳	شکل ۲۸-۲) مدل عددی Yoo
۴۴	شکل ۲۹-۲) نمایی از آزمایش Clarck

- شکل ۲-۳۰) فاصله آزاد قائم در ورق اتصال میانی ۴۵
- شکل ۲-۳۱) مدل عددی Nascimbene ۴۷
- شکل ۲-۳۲) فاصله آزاد سه خطی در مطالعات Nascimbene ۴۷
- شکل ۳-۱) نمونه قاب آزمایشگاهی ۵۲
- شکل ۳-۲) مدل مونتاژ شده قاب ۵۵
- شکل ۳-۳) تاریخچه بارگذاری مطابق ATC-24 ۵۶
- شکل ۳-۴) شرایط مرزی مدل ۵۷
- شکل ۳-۵) محل اعمال جابجایی چرخه ای در مدل ۵۷
- شکل ۳-۶) خانواده المان ها در آباکوس ۵۹
- شکل ۳-۷) المان های تیر در سه سطح چگالی مش ۶۱
- شکل ۳-۸) المان های ستون در سه سطح چگالی مش ۶۱
- شکل ۳-۹) المان های مهاربند در سه سطح مش ۶۲
- شکل ۳-۱۰) المان های ورق در سه سطح مش ۶۲
- شکل ۳-۱۱) المان های قاب در طول در سه سطح چگالی مش ۶۲
- شکل ۳-۱۲) تنش مشاهده شده در سه نمونه مش ۶۳
- شکل ۳-۱۳) نقص اولیه اعمال شده به مدل ۶۴
- شکل ۳-۱۴) نمودار بار - تغییر مکان نمونه آزمایشگاهی و مدل عددی Roeder و همکاران ۶۵
- شکل ۳-۱۵) نمودار بار - تغییر مکان به دست آمده از نرم افزار ۶۶
- شکل ۳-۱۶) مقایسه جابجایی خارج صفحه مرکز مهاربند در آزمایش و مدل عددی ۶۶
- شکل ۳-۱۷) مقایسه فاصله آزاد بیضوی شکل گرفته در آزمایش و مدل عددی ۶۷
- شکل ۳-۱۸) شکل تغییر شکل یافته مهاربند ۶۷
- شکل ۴-۱) نمودار نیرو تغییر مکان EL 3T ۷۳
- شکل ۴-۲) نمودار نیرو تغییر مکان EL 8T ۷۳
- شکل ۴-۳) نمودار نیرو تغییر مکان EL 12T ۷۴
- شکل ۴-۴) نمودارهای نیروی جانبی - تغییر مکان پارامتر فاصله آزاد بیضوی ۷۴
- شکل ۴-۵) کانتور تنش مدل EL 8T ۷۵
- شکل ۴-۶) کانتور تنش مدل EL 3T ۷۵
- شکل ۴-۷) کانتور تنش مدل EL 12T ۷۶
- شکل ۴-۸) نمودار نیرو تغییر مکان LT ۷۸
- شکل ۴-۹) نمودار نیرو تغییر مکان L 2T ۷۹
- شکل ۴-۱۰) نمودار نیرو تغییر مکان L3T ۷۹
- شکل ۴-۱۱) نمودار نیرو تغییر مکان EL 8T و L 2T ۸۰
- شکل ۴-۱۲) نمودار نیرو - تغییر مکان مدل های پارامتر فاصله آزاد خطی ۸۰
- شکل ۴-۱۳) کانتور تنش مدل LT ۸۱

۸۱	شکل ۴-۱۴) کانتور تنش L 2T
۸۲	شکل ۴-۱۵) کانتور تنش L 3T
۸۳	شکل ۴-۱۶) نمودار نیرو - تغییر مکان TH2.21-EL 3T
۸۴	شکل ۴-۱۷) نمودار نیرو - تغییر مکان TH2.21-EL 6T
۸۴	شکل ۴-۱۸) نمودار نیرو - تغییر مکان TH2.21-EL 8T
۸۵	شکل ۴-۱۹) نمودار نیرو - تغییر مکان TH2.21-EL 12T
۸۵	شکل ۴-۲۰) نمودار نیرو - تغییر مکان مدل‌های پارامتر ضخامت
۸۶	شکل ۴-۲۱) کانتور تنش مدل TH2.21-EL 3T
۸۶	شکل ۴-۲۲) کانتور تنش مدل TH 2.21-EL 6T
۸۷	شکل ۴-۲۳) کانتور تنش مدل TH 2.21-EL 8T
۸۷	شکل ۴-۲۴) کانتور تنش مدل TH 2.21-EL 12T
۸۹	شکل ۴-۲۵) نمودار نیرو - تغییر مکان T25-EL 8T
۸۹	شکل ۴-۲۶) تغییر مکان T25-EL 10T
۹۰	شکل ۴-۲۷) نمودار نیرو - تغییر مکان T25-EL 12T
۹۰	شکل ۴-۲۸) نمودار نیروی جانبی - تغییر مکان مدل‌های پارامتر هندسه ورق
۹۱	شکل ۴-۲۹) کانتور تنش مدل T25-EL 8T
۹۱	شکل ۴-۳۰) کانتور تنش مدل T25-EL 10T
۹۲	شکل ۴-۳۱) کانتور تنش مدل T25-EL 12T
۹۴	شکل ۴-۳۲) نمودار نیرو - تغییر مکان ECC 5.1-NC و ECC 10.16-NC
۹۴	شکل ۴-۳۳) نمودار نیرو - تغییر مکان ECC 5.1-EL 3T
۹۵	شکل ۴-۳۴) نمودار نیرو - تغییر مکان ECC 5.1-EL 8T
۹۵	شکل ۴-۳۵) نمودار نیرو - تغییر مکان ECC 5.1-EL 12T
۹۶	شکل ۴-۳۶) نمودار نیروی جانبی - تغییر مکان مدل‌های پارامتر خروج از مرکزیت ۵/۱ با فاصله آزاد بیضوی
۹۷	شکل ۴-۳۷) کانتور تنش مدل ECC 5.1-NC
۹۷	شکل ۴-۳۸) کانتور تنش مدل ECC 10.16-NC
۹۷	شکل ۴-۳۹) کانتور تنش مدل ECC 5.1-EL 3T
۹۸	شکل ۴-۴۰) کانتور تنش مدل ECC 5.1-EL 8T
۹۸	شکل ۴-۴۱) کانتور تنش مدل ECC 5.1-EL 12T

فهرست جداول

صفحه

عنوان

جدول ۱-۲	مروری بر مطالعات انجام شده در ورق اتصال تحت بار فشاری یکنوا	۱۴
جدول ۲-۲	نتایج بعضی آزمایش های گذشته ورق اتصال تحت بار چرخه ای	۲۴
جدول ۲-۳	مقادیر پیشنهادی ROEDER برای ضریب B	۳۷
جدول ۱-۳	جدول مشخصات مکانیکی مصالح	۵۶
جدول ۲-۳	نتایج مربوط به سه نمونه مش	۶۳
جدول ۳-۳	مقایسه نیروی کششی و فشاری مدل عددی و نمونه آزمایشگاهی	۶۵
جدول ۳-۴	مشخصات مدل ها در مطالعه پارامتری	۷۰
جدول ۲-۴	ماکزیمم مقدار تنش فون میسز در نواحی بحرانی برای فاصله بیضوی	۷۶
جدول ۳-۴	مقاوت نهایی مدل ها برای پارامتر فاصله خطی	۸۱
جدول ۴-۴	ماکزیمم مقدار تنش فون میسز در نواحی بحرانی برای پارامتر فاصله خطی	۸۲
جدول ۵-۴	مقاوت نهایی مدل ها برای پارامتر ضخامت	۸۶
جدول ۶-۴	ماکزیمم مقدار تنش فون میسز در نواحی بحرانی برای پارامتر ضخامت	۸۷
جدول ۷-۴	مقاوت نهایی مدل ها برای پارامتر هندسه ورق	۹۱
جدول ۸-۴	ماکزیمم مقدار تنش فون میسز در نواحی بحرانی برای پارامتر هندسه ورق	۹۲
جدول ۹-۴	مقاوت نهایی مدل ها برای پارامتر خروج از مرکزیت	۹۶
جدول ۱۰-۴	ماکزیمم مقدار تنش فون میسز در نواحی بحرانی برای پارامتر خروج از مرکزیت	۹۹

فصل اول:

پیشگفتار

فصل اول - پیشگفتار

۱-۱. مقدمه

در مناطق لرزه خیز، از نظر اقتصادی مناسب و میسر نیست که طراحی ساختمان‌های رایج طوری باشد که این سازه‌ها در زلزله‌های شدید در محدوده الاستیک باقی بمانند. قبلاً تمام سازه‌ها در محدوده الاستیک و بسته به شدت لرزه خیزی منطقه و اهمیت سازه طرح می‌شدند ولی اکنون طرح با صرفه و اقتصادی ایجاب می‌نماید که از رفتار جذب انرژی با تغییر شکل‌های غیر ارتجاعی در مقابل زلزله‌های شدید استفاده شود. طراحی لرزه ای سازه‌ها معمولاً بر این اساس صورت می‌گیرد که اعضای در سازه باشند که در زلزله‌های شدید رفتار غیر ارتجاعی از خود نشان داده و انرژی لرزه ای را جذب نمایند. این مسئله در سازه‌های فولادی به جهت شکل پذیر بودن مصالح و قابلیت جذب انرژی مناسب آنها باعث شده تا عملکرد آنها بهتر و اقتصادی‌تر شود. [۱]

سیستم‌های مهاربندی از جمله سیستم‌های مقاوم لرزه ای فولادی می‌باشند و به دو گروه هم محور و برون محور تقسیم می‌شوند. سیستم‌های مهاربندی هم محور به دلیل اقتصادی بودن آنها از نظر طراحی و ساخت و همچنین سختی قابل توجه آنها سیستم‌های رایجی می‌باشند. در مهاربندهای هم مرکز فرض می‌شود که محورهای خنثی در اعضای مختلف نظیر تیرها، ستون‌ها و اعضای مهاربندی در یک نقطه مشترک در هر اتصال با هم تلاقی می‌کنند. در قاب‌های مهاربندی هم محور مقاومت جانبی سازه توسط اعضای قطری که با تیرهای قاب تشکیل یک ستون خرابایی را می‌دهند تامین می‌شود. جذب انرژی در هنگام زلزله در این سیستم از طریق تسلیم مهاربند در کشش و کمزش در فشار انجام می‌گیرد. انواع مهاربندهای هم مرکز

عبارتند از: قطری، ضربدری، شورون V و V معکوس. لازمه این کار تعیین پارامترهای ظرفیتی و مقادیر مجاز متناظر و همچنین تخمین پارامترهای تقاضای ایجاد شونده توسط تحریکات زمین لرزه بوده که همگی این متغیرها وابسته به سطح عملکردی مورد توجه و بررسی خواهند بود.

قاب‌های مهاربندی همگرا از نظر شکل پذیری به دو دسته تقسیم بندی می‌شوند:

۱. شکل پذیری ویژه SCBF

۲. شکل پذیری عادی OCBF

۲-۱. فاصله آزاد در آیین نامه

بادبند‌های با شکل پذیری ویژه برای عملکرد غیرارتجاعی پایدار طرح می‌شوند. یکی از ضوابطی که در طراحی مهاربند‌های همگرای ویژه در نظر گرفته می‌شود، ضوابطی برای طراحی ورق اتصال این دسته از مهاربندها می‌باشد که در آیین نامه AISC 2005 در نظر گرفته شده است. یکی از ضوابطی که در طراحی ورق اتصال در این آیین نامه در نظر گرفته می‌شود، راه حلی برای هماهنگی ورق برای کمانش خارج صفحه مهاربند می‌باشد. در آیین نامه به منظور طرح مناسب ورق برای کمانش خارج صفحه مهاربند ضابطه زیر آورده شده است:

• مقاومت خمشی مورد نیاز

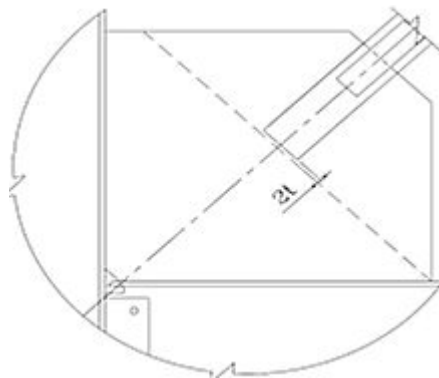
در جهت بحرانی خمش، ورق اتصال باید قادر به تحمل لنگر $M_{max} = 1.1 R_y F_y Z_{brace}$ باشد.

در این رابطه M_{max} ماکزیمم خمش اعمال شده به ورق اتصال، F_y تنش تسلیم مهاربند، Z_{brace} مدول

پلاستیک سطح مقطع مهاربند و R_y نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به تنش تسلیم حداقل می‌باشد. [۲]

در صورت طراحی ورق برای لنگر خمشی، مهاربند به شکل دو سر گیر دار عمل می‌کند. در این حالت سه مفصل پلاستیک در عضو شکل می‌گیرد. دو مفصل در انتهای مهاربند و یک مفصل در مرکز مهاربند شکل می‌گیرد.

استثنا: در حالتی که برای ورق مقاومت کششی مورد نیاز تامین شده باشد، اتصالات مهاربندی که می‌توانند با دوران‌های غیر ارتجاعی مرتبط با تغییر شکل‌های پس کمانشی مهاربند مطابقت کنند، نیازی به رعایت این مورد ندارند. در تفسیر آیین نامه AISC 2005 منظور از هماهنگ بودن ورق با دوران‌های غیر-ارتجاعی مرتبط با تغییر شکل‌های پس کمانشی مهاربند، اعمال یک فاصله در ورق بیان نمود. فاصله‌ای به پهنای دو برابر ضخامت ورق در انتهای مهاربند و خط مستقیمی که از تیر در لبه ورق به موازات انتهای مهاربند رسم می‌شود، در طراحی ورق لحاظ شود. شکل ۱-۱ این فاصله را نشان می‌دهد. [۲]



شکل ۱-۱) فاصله آزاد آیین نامه در ورق اتصال برای کمانش خارج صفحه مهاربند [۳]

رعایت این ضابطه مهاربند به شکل دو سر مفصل عمل می‌کند و مفصل پلاستیک در ورق در مجاورت انتهای مهاربند و در مهاربند فقط در وسط شکل می‌گیرد.

۳-۱. اهداف و لزوم تحقیق

رعایت فاصله آزاد ذکر شده باعث می شود ورق اتصال بزرگ و غیر اقتصادی شود و تغییر شکل غیر-

الاستیک سیستم کاهش یابد. [۴]

با وجود اعمال ضوابط آیین نامه ها، آسیب های قابل توجهی در قابهای مهاربندی همگرا در زلزله های

اخیر همچون زلزله مکزیکوسیتی، لوما پریتا و نورث ریج مشاهده گردیده است. آیین نامه ها معمولاً به طور

مستمر به روز می گردند تا مشکلات دیده شده را در نظر بگیرند، اما فاصله طولانی بین زلزله ها و تحقیقات

تجربی اندک انجام شده بر روی قاب های مهاربندی شده سبب گردیده است تا روش های طراحی کنونی و

آیین نامه های موجود در این موضوع، مورد تردید قرار گیرند. این موضوع لزوم استفاده از جدیدترین

تحقیقات و آیین نامه ها را نشان می دهد.

هر چند که اصول اولیه طراحی قاب های مهاربندی شده و ورق اتصال از زمان ابداع تاکنون تغییرات

چشم گیری نداشته است اما جزئیات طراحی این گونه قاب ها بالاخص در محدوده اتصالات آنها همواره سیر

صعودی فزاینده ای را طی نموده است. قاب های مهاربندی همگرا با وجود سادگی در طراحی، پیچیدگی

زیادی در هنگام رفتار لرزه ای از خود نشان می دهند، به گونه ای که می توان گفت رفتار لرزه ای این گونه

از قاب ها هنوز به خوبی شناخته نشده است و همچنان حجم زیادی از تحقیقات محققین را به خود اختصاص

داده است. [۵]

توجه به اتصالات به عنوان عامل اصلی انتقال نیرو ضروری می باشد. به منظور شناخت بهتر رفتار ورق

می توان از تحقیقات آزمایشگاهی استفاده کرد و اطلاعات مهمی برای بهبود رفتار قاب های مهاربندی به

دست آورد ولی هزینه های زیاد مانع از انجام این آزمایشات در سطح وسیع می شود. این محدودیت ضرورت

انجام تحلیل های عددی را افزایش می دهد. این تحقیق با هدف بررسی اثر فاصله آزاد در ورق اتصال، بر

عملکرد قاب های مهاربندی با استفاده از شبیه سازی عددی صورت گرفته است.

۱-۴ . ساختار پایان نامه

در این پایان نامه با استفاده از یک مدل صحت سنجی شده در نرم افزار اجزا محدود ABAQUS تاثیر فاصله آزاد در ورق اتصال قاب مهاربندی مورد ارزیابی قرار گرفته است. نمونه آزمایشگاهی یک قاب با مهاربند همگرای قطری، یک طبقه، یک دهانه و در حالت دو بعدی انتخاب شد. این نمونه تحت بار چرخه-ای بررسی شد.

در این تحقیق ابتدا در فصل دوم به معرفی قاب مهاربندی همگرا و نحوه عملکرد آن در بار چرخه‌ای پرداخته شده است. سپس مطالعات انجام شده بر روی رفتار قاب مهاربندی همگرا و ورق اتصال در بارگذاری یکنوا و چرخه‌ای شرح داده شده است.

در فصل سوم نحوه مدل‌سازی اجزا محدود در نرم افزار ABAQUS بیان شد و در انتهای فصل نتایج مربوط به صحت‌سنجی آورده شده است.

نتایج حاصل از انجام مطالعه پارامتریک، در فصل چهارم مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت در فصل پنجم به بحث و نتیجه‌گیری نتایج و ارائه پیشنهادات جهت بهبود کار، پرداخته شده است.

در انتها فهرست مراجع و منابع و چکیده لاتین آورده شده است.

فصل دوم:

تحقیقات پیشین در رابطه با مهاربند همگرا و ورق

اتصال

فصل دوم - تحقیقات پیشین در رابطه با مهاربندهای همگرا و

ورق‌های اتصال

۲-۱. مقدمه

به منظور درک بهتر از رفتار لرزه‌ای سیستم‌های مهاربندی همگرا، شماری تحقیقات به شکل عددی و آزمایشگاهی انجام گرفته است. تحقیقاتی در مورد قاب‌های مهاربندی همگرا و مولفه‌های آن‌ها انجام گرفته است تا پاسخ این سیستم‌ها را تحت بارگذاری یکنوا و چرخه‌ای بررسی نمایند در این فصل مروری بر تحقیقات انجام شده بر رفتار مهاربندها و ورق اتصال (گاست پلیت) صورت گرفته است. این تحقیقات را می‌توان به سه دسته تقسیم بندی نمود: رفتار مهاربند، رفتار ورق اتصال و رفتار قاب. قبل از ارائه تحقیقات گذشته، مطالبی در رابطه با مهاربندها و مکانیزم ساز و کار آن آورده شده است.

۲-۲. مکانیزم عملکرد قاب مهاربندی

قاب‌های بادبندی شده از رایج‌ترین سیستم‌های باربر جانبی در سازه‌های گوناگون بالاخص در سازه‌های فولادی می‌باشند که به دو گروه کلی تقسیم می‌گردند: ۱- قاب بادبندی هم محور ۲- قاب بادبندی برون محور.

قاب‌های مهاربندی هم محور دارای سختی اولیه‌ی بالایی هستند ولی با رخداد کمانش در اعضای بادبندی آن‌ها، از میزان این سختی کاسته می‌گردد. مکانیزم باربری و اتلاف انرژی این نوع بادبندها بر تسلیم کششی و فشاری بادبند و تسلیم کششی ورق اتصال استوار است. البته تاکنون تسلیم کششی ورق اتصال مورد توجه چندانی قرار نگرفته است ولی تحقیقات نشان داده است که این مورد می‌تواند نقش مهمی در بالا بردن