





دانشگاه صنعتی شیراز

دانشکده عمران و محیط زیست

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته‌ی مهندسی عمران گرایش مهندسی زلزله

عنوان پایان نامه:

بررسی ورق اتصال وسط در بادبند ضربدري و تاثیر آن روی رفتار بادبند

بوسیله:

علی هاشمی

استاد راهنما :

دکتر محمد علی هادیان فرد

استاد مشاور:

دکتر محمد امیر نجفقلی پور

بهمن ماه ۱۳۹۳

بسمه تعالی

بررسی ورق اتصال وسط در بادبند ضربدري و تأثير آن روی رفتار بادبند

توسط:

علی هاشمی

برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

گروه زلزله دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست

دانشگاه صنعتی شیراز

ارزیابی پایان نامه توسط هیئت داوران با درجه: عالی

دکتر محمد علی هادیان فرد دانشیار دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست (استاد راهنما)

دکتر محمد امیر نجفقلی پور استادیار دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست (استاد مشاور)

دکتر دهقان دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست (داور)

مدیر امور آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه:

حق چاپ محفوظ و مخصوص دانشگاه صنعتی شیراز است.

تأییدیه ی صحت و اصالت نتایج

باسمه تعالی

اینجانب علی هاشمی دانشجوی رشته مهندسی عمران گرایش مهندسی زلزله مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد به شماره دانشجویی ۹۱۱۵۴۰۰۸ تأیید می نماید کلیه نتایج این پایان نامه/رساله، بدون هیچگونه دخل و تصرف، حاصل مستقیم پژوهش صورت گرفته توسط اینجانب است. در مورد اقتباس مستقیم و غیر مستقیم از سایر آثار علمی، اعم از کتاب، مقاله، پایان نامه و ... با رعایت امانت و اخلاق علمی، مشخصات کامل منبع مذکور درج شده است. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص مقامات ذی صلاح دانشگاه صنعتی شیراز، مطابق قوانین و مقررات مربوط و آئین نامه های آموزشی، پژوهشی و انضباطی و ... عمل خواهد شد و اینجانب حق هرگونه اعتراض و تجدیدنظر را، نسبت به رأی صادره، از خود ساقط می کند. همچنین، هرگونه مسئولیت ناشی از تخلف نسبت به صحت و اصالت نتایج مندرج در پایان نامه/رساله در برابر اشخاص ذی نفع (اعم از حقیقی و حقوقی) و مراجع ذی صلاح (اعم از اداری و قضایی) متوجه اینجانب خواهد بود و دانشگاه صنعتی شیراز هیچ گونه مسئولیتی در این زمینه نخواهند داشت.

تبصره ۱- کلیه حقوق مادی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شیراز است.

تبصره ۲- اینجانب تعهد می نماید بدون اخذ مجوز از دانشگاه صنعتی شیراز دستاوردهای این پایان نامه /رساله را منتشر نکند و یا در اختیار دیگران قرار ندهد

نام و نام خانوادگی دانشجو:

تاریخ و امضاء

مجوز بهره برداری از پایان نامه

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج پایان نامه متعلق به دانشگاه و انتشار نتایج نیز تابع مقرارت دانشگاهی است و با موافقت استاد راهنما به شرح زیر، بلامانع است:

بهره برداری از این پایان نامه / رساله برای همگان بلامانع است.

بهره برداری از این پایان نامه / رساله با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلامانع است.

بهره برداری از این پایان نامه / رساله تا پنج سال پس از تاریخ دفاع بدون کسب مجوز رسمی از استاد راهنما ممنوع است .

نام استاد راهنما: دکتر محمد علی هادیان فرد

تاریخ:

امضا:

تقدیم به همه کسانی که دوستان دارم...

به پاس تعییر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی. به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجود شان که در این سردترین روزگار ان بهترین پشتیبان است. به پاس قلب های بزرگ شان که فریادس است و سرگردانی و ترس در پناه شان به شجاعت می گراید. به پاس محبت های بی دریغ شان که هرگز فروکش نمی کند.

بزرگ مرد و بزرگ زن، پدر و مادر عزیزم

برادران و خواهرانم

استاد عزیزم که اندیشیدن را به من آموخت نه اندیشه ها را...

تقدیر و تشکر

از زحمات بی دریغ، تلاش های بی وقفه و راهنمایی های ارزشمند استادان گرامی
جناب آقای دکتر محمد علی هادیانفرد به عنوان استاد راهنما و جناب آقای دکتر محمد
امیر نجفعلی پور به عنوان استاد مشاور کمال تشکر و قدردانی را دارم. همچنین لازم
است از کلیه اساتید و دوستان گرامی که در کلیه مقاطع تحصیلی یاری رسان بنده حقیر
بوده اند نهایت تشکر و قدردانی را داشته باشم و آرزوی موفقیت توأم با سلامتی را
برای آنها خواستارم.

چکیده

ساختن سازه ها و ساختمانهای ایمن در برابر نیروهای مختلف به خصوص زلزله، موضوعی است که همواره بشر با آن رو به رو بوده است. در این بین بسته به نوع ساختمان، از انواع مختلف سیستم ها برای مهار جانبی آن استفاده می شود. یکی از انواع رایج آن، استفاده از ساختمان با اسکلت فولادی است. در این نوع از ساختمانها نیز از انواع سیستم های مهار جانبی استفاده می شود که یکی از رایج ترین آن ها استفاده از بادبند می باشد. بادبندها دارای انواع مختلفی هستند که بسته به شکل و عملکرد به دو دسته کلی بادبندهای همگرا و واگرا تقسیم می شوند. بادبندهای همگرا بادبندهایی هستند که دارای خروج از مرکزیت نیستند و در صورت جفت بودن دارای حداقل یک نقطه تلاقی هستند. یکی از مقاوم ترین انواع بادبندهای همگرا، بادبندهای ضربدری هستند. قطرهای این بادبندها معمولاً به وسیله یک ورق در وسط به یکدیگر متصل می شوند. مطالعه بر روی اتصال وسط در بادبندهای ضربدری علی رغم اهمیت آن، موضوعی است که کمتر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. در این پایان نامه سعی شده است که در ابتدا یک مدل آزمایشگاهی که دارای بادبند ضربدری است ارائه شود و سپس با استفاده از نرم افزار عناصر محدود آباکوس^۱ اقدام به مدل سازی و صحت سنجی آن با مدل آزمایشگاهی مذکور شود. پس از صحت سنجی، اقدام به مدلسازی های مختلف و تغییر پارامترهای اتصال وسط شده است تا بهترین حالت از لحاظ شکل پذیری^۲ و مقاومت در برابر کمانش^۳ برای یک قاب دارای بادبند ضربدری حاصل شود.

کلمات کلیدی: بادبند ضربدری، اتصال وسط، آباکوس، شکل پذیری، مقاومت در برابر کمانش.

^۱ Abaqus

^۲ Ductility

^۳ Strength

فهرست مطالب

۱	فصل اول: مقدمه.....
۲	۱-۱ کلیات.....
۵	۲-۱ اهمیت تحقیق.....
۶	۳-۱ هدف تحقیق.....
۶	۴-۱ ساختار پایان نامه.....
۷	۵-۱ فرضیات تحقیق.....
۹	فصل دوم: مروری بر تحقیقات گذشته.....
۱۰	۱-۲ مقدمه.....
۱۱	۲-۲ مروری بر تحقیقات انجام شده در مورد اتصال وسط و بادبند ضربداری.....
۱۶	۳-۲ مروری بر تحقیقات گذشته در مورد ورق اتصال.....
۲۱	فصل سوم: بررسی انواع اتصالات میانی و پارامترهای مورد نیاز.....
۲۲	۱-۳ انواع اتصالات میانی.....
۲۲	۱-۱-۳ بادبند با عضو قطری تک مقطع.....
۲۵	۲-۱-۳ بادبند با عضو قطری دابل مقطع.....
۲۶	۳-۱-۳ بادبند با اتصال وسط پیشنهادی توسط داوران و همکاران.....
۲۷	۲-۳ پارامترهای مورد نیاز.....
۲۸	۱-۲-۳ مقاومت نهایی.....
۳۰	۲-۲-۳ شکل پذیری.....
۳۴	۳-۳ مفاهیم کمانش.....
۳۵	۱-۳-۳ کمانش کلی در عضو فشاری.....
۳۹	۲-۳-۳ کمانش در ورق ها.....
۴۶	فصل چهارم: ارائه مدل آزمایشگاهی و صحت سنجی با نرم افزار.....
۴۷	۱-۴ مدل آزمایشگاهی.....
۵۰	۲-۴ صحت سنجی نتایج مدل آزمایشگاهی با مدل نرم افزاری.....
۵۵	۳-۴ مزیت های نرم افزار <i>Abaqus</i> و دلیل انتخاب آن.....
۵۶	۴-۴ نحوه مدل کردن سازه در نرم افزار <i>Abaqus</i>
۵۷	۱- ۴-۴ <i>Sketch</i> ماژول.....
۵۷	۲-۴-۴ <i>Part</i> ماژول.....
۵۸	۳-۴-۴ <i>Property</i> ماژول.....

۵۹	.....	۴-۴-۴	.....	Assembly
۵۹	.....	۵-۴-۴	.....	Step
۶۰	.....	۶-۴-۴	.....	Interaction
۶۰	.....	۷-۴-۴	.....	Load
۶۱	.....	۸-۴-۴	.....	Mesh
۶۳	.....	۹-۴-۴	.....	Job
۶۳	.....	۱۰-۴-۴	.....	Visualisation
۶۳	.....	۵-۴	.....	نحوه انجام تحلیل‌های این پایان نامه
۶۶	.....	فصل پنجم: بررسی پارامترهای موثر در اتصال وسط و تاثیر آن بر رفتار قاب		
۶۷	.....	۱-۵	.....	مقدمه
۶۷	.....	۲-۵	.....	ضخامت ورق وسط و فاصله <i>Gap</i>
۶۸	.....	۱-۲-۵	.....	تاثیر ضخامت ورق وسط بر شکل پذیری
۷۱	.....	۲-۲-۵	.....	تاثیر ضخامت ورق وسط بر مقاومت
۷۵	.....	۳-۲-۵	.....	تاثیر فاصله <i>G</i> بر شکل پذیری
۷۸	.....	۴-۲-۵	.....	تاثیر فاصله <i>G</i> بر مقاومت
۸۲	.....	۵-۲-۵	.....	یافتن رابطه بین فاصله <i>G</i> و ضخامت ورق وسط
۸۳	.....	۳-۵	.....	استفاده از ورق پوششی
۸۵	.....	۴-۵	.....	طول اتصال ورق به مهاربند پیوسته
۹۱	.....	۵-۵	.....	بررسی انواع اتصالات رایج میانی
۹۳	.....	۶-۵	.....	مقایسه اتصالات جوشی و پیچی
		فصل ششم: جمع آوری نتایج، الگوریتم طراحی اتصال وسط و ارائه پیشنهادات برای تحقیقات بیشتر		
۹۶	.....	۱-۶	.....	نتایج
۹۸	.....	۲-۶	.....	الگوریتم طراحی اتصال میانی
۹۹	.....	۳-۶	.....	ارائه پیشنهادات برای تحقیقات بیشتر
۱۰۰	.....		.....	فهرست منابع و مراجع

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱: بادبندهای همگرای متعارف.....
۴	شکل ۲-۱: برخی از بادبندهای واگرا.....
۴	شکل ۳-۱: جزییات اتصال میانی بادبند ضربدری.....
۱۳	شکل ۱-۲: نمودار محاسبه بار کمانشی اولیه [۱۰].....
۱۵	شکل ۲-۲: اتصال پیشنهادی داوران و همکاران [۱۲].....
۱۶	شکل ۳-۲: خرپای آزمایش شده توسط ویتمور [۱۴].....
۱۷	شکل ۴-۲: عرض موثر ویتمور [۱۴].....
۲۴	شکل ۱-۳: اتصال میانی در هنگام استفاده از تک مقطع.....
۲۵	شکل ۲-۳: مقطع مهاربندهای قطری در هنگام استفاده از دو مقطع.....
۲۶	شکل ۳-۳: اتصال میانی در هنگام استفاده از دو مقطع.....
۲۷	شکل ۴-۳: نمای شماتیک اتصالات وسط.....
۲۹	شکل ۵-۳: منحنی بار افزون و تغییر مکان و مقاومت نهایی.....
۳۱	شکل ۶-۳: تعاریف مختلف برای تغییر مکان تسلیم [۲۷].....
۳۳	شکل ۷-۳: انواع تعاریف برای تغییر مکان نهایی [۲۷].....
۳۴	شکل ۸-۳: حالات مختلف تعادل برای گلوله.....
۳۶	شکل ۹-۳: ستون با تکیه گاههای مفصلی.....
۳۹	شکل ۱۰-۳: انواع کمانش و محل احتمالی رخداد آنها.....
۴۱	شکل ۱۱-۳: مقاومت پس از کمانش ورق.....
۴۲	شکل ۱۲-۳: ورق تحت بارگذاری کلی.....
۴۳	شکل ۱۳-۳: تغییرات ضریب کمانش موضعی ورق بالبه کناری مفصلی-مفصلی [۲۹].....
۴۴	شکل ۱۴-۳: تغییرات ضریب کمانش موضعی ورق بالبه کناری مفصلی-گیردار [۲۹].....
۴۴	شکل ۱۵-۳: تغییرات ضریب کمانش موضعی ورق بالبه کناری مفصلی-آزاد [۲۹].....
۴۸	شکل ۱-۴: جزییات مدل آزمایشگاهی یاماشیتا [۱۳].....
۴۸	شکل ۲-۴: جزییات ورق وسط مدل آزمایشگاهی یاماشیتا [۱۳].....
۵۱	شکل ۳-۴: مدل نرم افزاری.....
۵۲	شکل ۴-۴: صحت سنجی مدل آزمایشگاهی با مدل نرم افزاری.....
۵۳	شکل ۵-۴: محل وقوع کمانش در مدل ها.....
۵۳	شکل ۶-۴: بادبند کمانش یافته در مدل آزمایشگاهی و نرم افزاری.....
۵۴	شکل ۷-۴: میزان اختلاف مدل آزمایشگاهی و نرم افزاری.....
۵۸	شکل ۸-۴: قطعه ساخته شده در ماژول <i>Part</i>

- شکل ۹-۴: نحوه مش بندی برای یکی از قطعات تعریف شده در پایان نامه..... ۶۲
- شکل ۱۰-۴: متن قرار داده شده در *Keyword* برای اعمال نقص اولیه ۶۵
- شکل ۱-۵: فاصله G در اتصال وسط ۶۸
- شکل ۲-۵: نمودار شکل پذیری بر اساس ضخامت در فاصله $G=۶۲/۵$ میلی متر ۶۹
- شکل ۳-۵: نمودار شکل پذیری بر اساس ضخامت در فاصله $G=۷۲/۵$ میلی متر ۶۹
- شکل ۴-۵: نمودار شکل پذیری بر اساس ضخامت در فاصله $G=۸۲/۵$ میلی متر ۷۰
- شکل ۵-۵: نمودار شکل پذیری بر اساس ضخامت در فاصله $G=۹۲/۵$ میلی متر ۷۰
- شکل ۶-۵: نمودار مقاومت بر اساس ضخامت در فاصله $G=۶۲/۵$ میلی متر ۷۱
- شکل ۷-۵: نمودار مقاومت بر اساس ضخامت در فاصله $G=۷۲/۵$ میلی متر ۷۲
- شکل ۸-۵: نمودار مقاومت بر اساس ضخامت در فاصله $G=۸۲/۵$ میلی متر ۷۲
- شکل ۹-۵: نمودار مقاومت بر اساس ضخامت در فاصله $G=۹۲/۵$ میلی متر ۷۳
- شکل ۱۰-۵: نحوه کمانش ورق میانی..... ۷۴
- شکل ۱۱-۵: نحوه کمانش مقطع بادبند ۷۴
- شکل ۱۲-۵: نمودار شکل پذیری بر اساس فاصله G با ورق وسط ۶ میلی متری ۷۵
- شکل ۱۳-۵: نمودار شکل پذیری بر اساس فاصله G با ورق وسط ۱۰ میلی متری ۷۶
- شکل ۱۴-۵: نمودار شکل پذیری بر اساس فاصله G با ورق وسط ۱۲ میلی متری ۷۶
- شکل ۱۵-۵: نمودار شکل پذیری بر اساس فاصله G با ورق وسط ۱۴ میلی متری ۷۷
- شکل ۱۶-۵: نمودار شکل پذیری بر اساس فاصله G با ورق وسط ۱۶ میلی متری ۷۷
- شکل ۱۷-۵: مدل ساده شده عضو منقطع تحت نیروی فشاری ۷۸
- شکل ۱۸-۵: تغییر شکل مدل ساده شده ۷۸
- شکل ۱۹-۵: نمودار مقاومت بر اساس فاصله G با ورق وسط ۶ میلی متری ۷۹
- شکل ۲۰-۵: نمودار مقاومت بر اساس فاصله G با ورق وسط ۱۰ میلی متری ۸۰
- شکل ۲۱-۵: نمودار مقاومت بر اساس فاصله G با ورق وسط ۱۲ میلی متری ۸۰
- شکل ۲۲-۵: نمودار مقاومت بر اساس فاصله G با ورق وسط ۱۴ میلی متری ۸۱
- شکل ۲۳-۵: نمودار مقاومت بر اساس فاصله G با ورق وسط ۱۶ میلی متری ۸۱
- شکل ۲۴-۵: مقایسه شکل پذیری ماکزیمم با حالت $Gap=9t$ ۸۲
- شکل ۲۵-۵: مقایسه مقاومت ماکزیمم با حالت $Gap=9t$ ۸۳
- شکل ۲۶-۵: استفاده از ورق پوششی برای اتصال دو عضو منقطع ۸۳
- شکل ۲۷-۵: مقایسه شکل پذیری برای دو حالت استفاده و عدم استفاده از ورق پوششی ۸۴
- شکل ۲۸-۵: مقایسه مقاومت برای دو حالت استفاده و عدم استفاده از ورق پوششی ۸۵
- شکل ۲۹-۵: طول اتصال در مهاربند پیوسته ۸۶
- شکل ۳۰-۵: نمودار شکل پذیری بر اساس طول اتصال مهاربند پیوسته با ورق وسط $۱۰mm$ ۸۷
- شکل ۳۱-۵: نمودار شکل پذیری بر اساس طول اتصال مهاربند پیوسته با ورق وسط $۱۴mm$ ۸۸
- شکل ۳۲-۵: نمودار شکل پذیری بر اساس طول اتصال مهاربند پیوسته با ورق وسط $۱۶mm$ ۸۸
- شکل ۳۳-۵: نمودار شکل پذیری بر اساس طول اتصال مهاربند پیوسته با ورق وسط $۱۸mm$ ۸۹
- شکل ۳۴-۵: نمودار مقاومت بر اساس طول اتصال مهاربند پیوسته با ورق وسط $۱۰mm$ ۸۹
- شکل ۳۵-۵: نمودار مقاومت بر اساس طول اتصال مهاربند پیوسته با ورق وسط $۱۴mm$ ۹۰

- شکل ۳۶-۵: نمودار مقاومت بر اساس طول اتصال مهاربند پیوسته با ورق وسط $16mm$ ۹۰
- شکل ۳۷-۵: نمودار مقاومت بر اساس طول اتصال مهاربند پیوسته با ورق وسط $18mm$ ۹۱
- شکل ۳۸-۵: مقایسه شکل پذیری در دو نوع جزییات اجرایی ۹۲
- شکل ۳۹-۵: مقایسه مقاومت در دو نوع جزییات اجرایی ۹۲
- شکل ۴۰-۵: جزییات اجرایی اتصالات پیچی ۹۳
- شکل ۴۱-۵: جزییات اجرایی اتصالات جوشی ۹۴
- شکل ۴۲-۵: مقایسه شکل پذیری اتصالات پیچی و جوشی ۹۵
- شکل ۴۳-۵: مقایسه مقاومت اتصالات پیچی و جوشی ۹۵

فصل اول: مقدمه

۱-۱ کلیات

از زمانی که انسان پای بر روی زمین خاکی نهاد همواره در خطر مواجه با بلایای طبیعی بوده است، از این رو همواره در این فکر بوده است که با ساخت سرپناهی ایمن و مناسب با این پدیده های طبیعی مقابله کند. می توان گفت این تلاش پایه گذار صنعت پیشرفته ساختمان سازی عصر حاضر است. در طول زمان این صنعت پیشرفت کرده است تا ساختمان محل سکونت بشر دارای مقاومت کافی در برابر بلایای طبیعی مانند زلزله، سیل، آتشفشان، بهمن و ... باشد.

این پیشرفت ها بدون استفاده از تکنولوژی های جدید در صنعت ساختمان سازی امکان پذیر نخواهد بود. در گذشته به دلیل عدم وجود و کشف فولاد، این صنعت دارای نواقص بسیار زیادی بوده است، اما با پیشرفت علم و کشف این ماده، پیشرفت صنعت ساختمان سازی به یک سرایشی تند رسید و این ماده نقش اساسی را در این صنعت ایفا کرد و روز به روز با استفاده از روش های نوین کاربرد آن بیش از پیش می گردد.

سازه های فولادی یکی از انواع رایج روش های ساخت سازه ها در حال حاضر است که به دلایل متعددی می توان آن را به عنوان یکی از بهترین سیستم ها انتخاب کرد. سازه های فولادی دارای مقاومت و شکل پذیری بالایی هستند و سرعت ساخت این سازه ها نسبت به سیستم های دیگر بالاتر است. برای ساختمان های مرتفع به دلیل مشکلات اجرایی، این سیستم جز بهترین سیستم ها است. همچنین به دلیل این که فولادها در محل کارخانه ساخته می شود، نظارت بیشتری در هنگام ساخت بر روی آنها وجود دارد و لذا دارای کیفیت بالاتری نسبت به ساخت کارگاهی است. هر چند که اگر از اتصالات جوشی در متصل کردن قطعات استفاده شود این کنترل معمولاً در کارگاه انجام می شود و امکان وجود نواقص در آن وجود دارد.

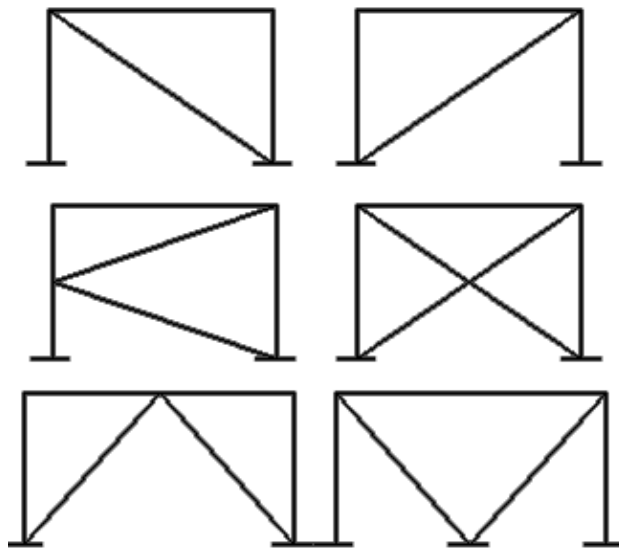
در گذشته های دور همواره بر روی بارهای ثقلی ناشی از بام و استفاده از ستون های مناسب توجه بیشتری شده است، اما در قرن های اخیر به دلیل وقوع زلزله ها و طوفان های متعدد و خسارات ناشی از آن توجه بیشتری به بارهای جانبی شده است. لذا برای مهار جانبی در برابر این نیروها اقدام به تعبیه سیستم های باربر جانبی شده است. از دیرباز تا اکنون روش های بسیار مختلفی برای مهاربندی جانبی ساختمان ها و سازه ها استفاده شده است که معروف ترین و رایج ترین آنها سیستم قاب خمشی، دیواربرشی، سیستم ترکیبی قاب خمشی- دیوار برشی و سیستم مهاربندی با بادبندها می باشد. در ساختمان های با اسکلت فولادی معمولاً سیستم قاب خمشی و سیستم استفاده از مهاربند بادبند دارای کاربرد بیش تری است. کاربرد

بادبندها به عنوان سیستم باربر جانبی به دلیل سرعت و سهولت اجرا و همچنین مقاومت کافی رواج بیش تری دارد.

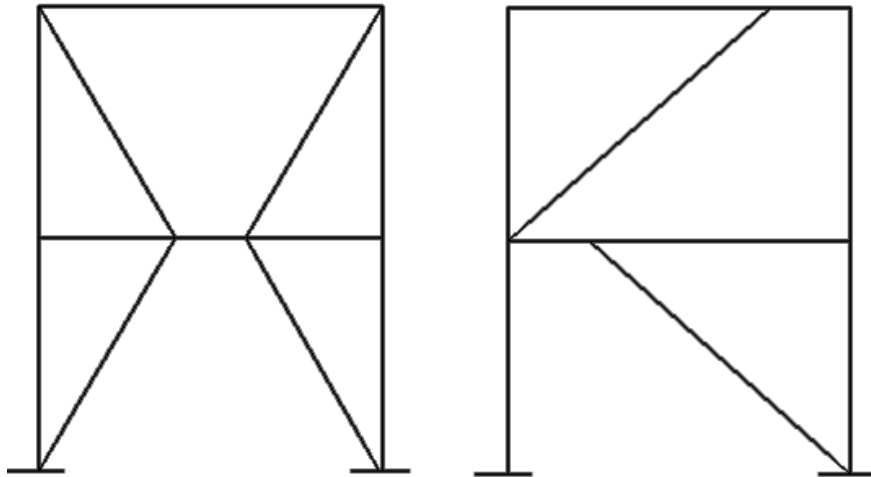
بادبندها دارای اشکال و تنوع مختلفی می باشند که براساس نحوه و ملاک طبقه بندی می توان آنها را به دسته های مختلفی تقسیم نمود. در یکی از کامل ترین تقسیم بندی ها می توان بادبندهای استفاده شده در ساختمان را به دو بخش بادبندهای همگرا(هم محور) و بادبندهای واگرا(برون محور) تقسیم نمود.

در بادبندهای هم محور، اعضای مورب به صورت متقارب به تیر و ستونهای قاب متصل شده اند. اگر این شرط در تعریف بادبند رعایت نشده باشد، بادبند، برون محور محسوب می شود. بادبندهای برون محور دارای یک خروج از مرکزیت نسبت به نقطه اتصال تیر به ستون یا نسبت به نقطه اتصال وسط، می باشند.

بادبندهای همگرا به دلیل کاربردهای مختلف دارای اشکال مختلف می باشند که رایج ترین آنها به شکل قطری، K ، V ، A و X می باشند. بادبندهای K به دلیل ایجاد برش زیاد در نقطه وسط محدودیت بیش تر و کاربرد کمتری دارند و طبق مبحث دهم مقررات ملی ساختمان [۱] حداکثر برای ساختمان های دارای دو طبقه قابل استفاده است. بادبندهای A و V نیز به دلیل سهولت و امکان ایجاد بازشو در آن ها، مخصوصاً در دهانه های بزرگ، کاربرد دارند. بادبندهای همگرای متعارف و بعضی از بادبندهای واگرا به ترتیب در اشکال (۱-۱) و (۲-۱) نشان داده شده است.

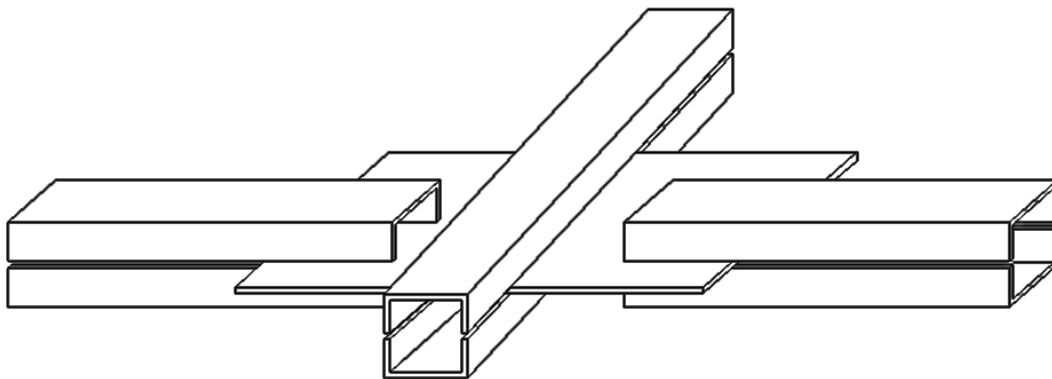


شکل ۱-۱: بادبندهای همگرای متعارف



شکل ۲-۱: برخی از بادبندهای واگرا

در بین بادبندهای همگرا، بادبند X یا ضربدری دارای بیشترین کاربرد می باشد. از مزیت های این نوع بادبند می توان به سهولت در اجرا و مقاومت بالای آن در برابر بارهای جانبی اشاره نمود. محدود بودن ایجاد باز شو، مشکلات معماری و همچنین شکل پذیری پایین نیز از معایب این نوع مهاربند می باشد. در بادبندهای ضربدری برای اتصال مقاطع بادبند به تیر و ستون ها از ورق های گوشه استفاده می شود. در این بادبندها معمولا یکی از مهاربندهای قطری برای عبور مهاربند قطری دیگر قطع می شود. برای اتصال دو مهاربند قطری منقطع به یکدیگر از ورق و اتصال وسط استفاده می شود که از این اتصال برای اتصال مقاطع منقطع به مهاربند پیوسته نیز استفاده می شود. در شکل (۳-۱) اتصال میانی مربوط به یک بادبند ضربدری با توجه به جزییات اجرایی رسم شده است.



شکل ۳-۱: جزییات اتصال میانی بادبند ضربدری

بررسی رفتار ورق و اتصال وسط و تاثیر عملکرد آن بر رفتار کلی قاب موضوعی است که علی رغم اهمیت آن کمتر مورد توجه قرار گرفته است. مواردی مثل مقاومت در برابر کمانش و شکل پذیری کلی قاب با در نظر گرفتن جزییات اجرایی اتصالات وسط، مواردی هستند که موضوع مهم ترین بخش این پایان نامه می باشد.

۱-۲ اهمیت تحقیق

همانطور که قبلاً نیز اشاره شده است، بادبندهای ضربدري از رایج ترین انواع سیستم های باربر جانبی هستند. در این بین اتصال وسط در مهاربند ضربدري، موردی است که در آیین نامه های طراحی کمتر به آن توجه شده است و بیشتر بر روی ورق اتصال در گوشه بادبند تمرکز شده است، در نتیجه خرابی و تاثیر آن بر کل سیستم مهاربند شده در هنگام اعمال نیروهای جانبی مثل زلزله کمتر پیش بینی شده است.

کمانش^۱ ورق اتصال وسط یا عضو قطر بادبندی ممکن است که یکی از اعضای قطری بادبند ضربدري را از سیستم باربر جانبی خارج کند. بادبندی که در چرخه باقی مانده است در هنگام اعمال بار جانبی عملاً به صورت یک بادبند قطری منفرد عمل می کند. لذا عضو قطری دیگر که باقی می ماند فقط تحمل یکی از دو صورت نیروی محوری فشاری یا کششی را خواهد داشت. بر این اساس باید طراحی اتصال وسط به گونه ای باشد که ضریب اطمینان بالاتری در برابر خرابی در مقایسه با سایر اعضای مهاربند داشته باشد. این موضوع وقتی بیشتر اهمیت پیدا می کند که به این نکته توجه شود که در محل تقاطع بادبند ضربدري در وسط، معمولاً یکی از اعضای مهاربندی به دلیل مشکلات اجرایی قطع و دیگری بدون قطع شدن ادامه پیدا می کند. لذا توجه به اتصال وسط باعث می شود که اولاً ضعف قطع شدن یکی از مهاربندها در وسط پوشش داده شود و ثانیاً از این ورق برای اتصال دو مهاربند منقطع و پیوسته به یکدیگر استفاده شود. نکته دیگری که در مورد این مهاربند حائز اهمیت است، این است که این بادبندها دارای مقاومت و سختی^۲ زیادی در برابر بارهای جانبی هستند اما در عین حال شکل پذیری آن در حد قابل ملاحظه ای پایین می باشد. بنابراین نحوه گزینش و طراحی اتصال وسط می تواند به گونه ای باشد که در عین اینکه دارای مقاومت بالایی باشد دارای شکل پذیری مناسبی باشد.

¹ Buckling

² Stiffness

بررسی پارامترهای قابل تغییر در این اتصال می تواند بهترین گزینه برای تحقق این امر و رسیدن به بهترین حالت طراحی باشد.

۳-۱ هدف تحقیق

در این پایان نامه، پس از صحت سنجی مدل آزمایشگاهی با مدل نرم افزاری اقدام به بررسی کلی اتصال وسط در بادبندهای ضربدري از طریق نرم افزار المان محدود *Abaqus* شده است.

پارامترهای زیادی بر روی رفتار قاب مهاربندی تاثیرگذار می باشد که در این بین ابعاد، ضخامت ورق وسط، تعداد ورق اتصال وسط، مقدار طول آزاد ورق وسط و مقدار طول اتصال این ورق به مهاربندها، انواع اتصال وسط، موقعیت ورق اتصال وسط نسبت به مقاطع و... از جمله عواملی هستند که بر روی رفتار کلی قاب تاثیرگذاری بیشتری دارند. تغییر هر یک از موارد گفته شده می تواند بر روی رفتار مهاربند و رفتار کلی قاب تاثیرگذار باشد و باعث تغییر در مقاومت، شکل پذیری و پایداری بادبند شود. در این پایان نامه سعی شده است که ضمن پوشش موارد مذکور و تاثیر تغییر هر کدام از آنها به یک نتیجه گیری کلی در مورد بهترین حالت اتصال ورق وسط که دارای بهترین حالت نسبی از لحاظ شکل پذیری و مقاومت باشد، رسید.

۴-۱ ساختار پایان نامه

به طور کلی این پایان نامه در شش فصل تهیه شده است که به اختصار در مورد هر کدام در زیر توضیحاتی ارائه شده است:

در فصل اول کلیاتی در مورد موضوع پیشنهادی، اهمیت موضوع، هدف از انجام این تحقیق و ساختار پایان نامه به همراه فرضیات استفاده شده در طول انجام آن، تشریح شده است.

در فصل دوم به مرور تحقیقات پیشین انجام شده در مورد بادبند ضربدري و ورق اتصال وسط و همچنین دیگر ورق های اتصال پرداخته شده است و سعی شده است که در فصول بعدی از مفاهیم این تحقیقات استفاده شود.

در فصل سوم توضیحاتی کلی در مورد انواع اتصالات میانی و توضیح پارامترهای مورد نیاز برای تحلیل این نوع اتصالات از قبیل شکل پذیری و مقاومت کمانشی، ارائه شده است.

در فصل چهارم در ابتدا مدل آزمایشگاهی استفاده شده به طور کامل تشریح شده است و مصالح استفاده شده برای ساخت مدل و همچنین ابعاد هندسی مدل، ارائه شده است. پس از آن، توضیحاتی درباره نحوه مدلسازی در *Abaqus* آمده است و در انتهای فصل نیز نتایج حاصل از صحت سنجی مدل نرم افزاری با مدل آزمایشگاهی ارائه شده است.

فصل پنجم به بررسی تغییر پارامترهای موثر بر اتصال وسط و تاثیر آن بر رفتار کلی قاب پرداخته شده است.

در نهایت در فصل ششم به جمع آوری نتایج پرداخته شده است، بطوری که یک الگوریتم نهایی برای طراحی اتصال ورق پیشنهاد شده است. ارائه پیشنهادات برای انجام تحقیقات بیشتر نیز در انتهای این فصل گنجانده شده است.

۱-۵ فرضیات تحقیق

در هر تحقیق و پژوهشی در نظر گرفتن فرضیات اولیه برای رسیدن به نتایج مطلوب نهایی امری بدیهی و اجتناب ناپذیر می باشد. استفاده از فرضیات می تواند دلایل مختلفی داشته باشد. یکی از مهم ترین دلایل استفاده از این فرضیات، ساده سازی در مدلسازی و سهولت در استخراج نتایج می باشد.

در این تحقیق بسیاری از فرضیات به منظور سهولت در نحوه ارائه مطالب و ساده سازی موضوع تحقیق می باشد که این فرضیات به قرار زیر است:

- ۱- در این تحقیق از بررسی رفتار و تاثیر جزییات جوش و پیچ های استفاده شده در مدل صرف نظر شده است و از این اتصالات تنها برای متصل کردن اعضا به یکدیگر استفاده شده است.
- ۲- فولاد استفاده شده در تمام مراحل پایان نامه از نوع *SS400* می باشد که رفتار نمودار تنش-کرنش آن بصورت الاستوپلاستیک^۱ فرض شده است.
- ۳- به دلیل این که مهاربندها در هنگام تحمل نیروی کششی دارای مقاومت بهتری نسبت به حالت تحمل نیروی فشاری هستند بنابراین بار اعمالی استفاده شده در کل تحقیق به صورتی است که بادبند منقطع تحت بار فشاری قرار گیرد. برای اطمینان از درستی

¹ *Elastoplastic*