بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده فنی و مهندسی ، گروه مهندسی عمران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد(M. Sc)

گرایش: سازه

عنوان:

تحلیل مقاومت سازه ایی قاب خمشی فولادی در برابر خرابی پیش رونده

استاد راهنما:

دکتر جعفر عسگری مارنانی

استاد مشاور:

دکتر منوچهر بهرویان

پژوهشگر:

حسین سلیمانی کوجانی

۸۹٤۱۲۳۰۰۰۰۲

تابستان ۹۲

تقدیم به:

تمام کسانی که برای سربلندی ایران عزیز

جان خود را فدا کردند.

با تشکر از:

تمامی کسانی که در انجام این پایان نامه مرا یاری کردند، مخصوصا

استاد گرامی جناب اقای دکتر جعفر عسگری.

معاونت پژوهش و فناوری

به نام خدا

منشور اخلاق پژوهش

باباری از خداوند سبحان و اعتقاد به این که عالم محضر خداست و همواره ناظر بر اعمال انسان و به منظور پاس داشت مقام بلند دانش و پژوهش و نظر به اهمیت جایگاه دانشگاه در اعتلای فرهنگ و تمدن بشری، ما دانشجویان و اعضاء هیات علمی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی متعهد می گردیم اصول زیر را در انجام فعالیت های پژوهشی مد نظر قرار داده و از آن تخطی نکنیم:

۱- اصل برائت: التزام به برائت جویی از هر گونه رفتار غیر حرفه ای و اعلام موضع نسبت به کسانی که حوزه علم و پژوهش را به شائبه های غیر علمی می آلایند.

۲- اصل رعایت انصاف و امانت: تعهد به اجتناب از هر گونه جانب داری غیر علمی و حفاظت از اموال، تجهیزات و منابع در اختیار.

۳- اصل ترویج: تعهد به رواج دانش و اشاعه نتایج تحقیقات و انتقال آن به همکاران علمی و دانشجویان به غیر از مواردی که منع قانونی دارد.

۴- اصل احترام: تعهد به رعایت حریم ها و حرمت ها در انجام تحقیقات و رعایت جانب نقد و خودداری از هر گونه حرمت شکنی.

۵- اصل رعایت حقوق: التزام به رعایت کامل حقوق پژوهشگران و پژوهیدگان (انسان، حیوان و نبات) و سایر صاحبان حق.

۶- اصل رازداری: تعهد به صیانت از اسرار و اطلاعات محرمانه افراد، سازمان ها و کشور و کلیه افراد و نهادهای مرتبط با تحقیق.

۷- اصل حقیقت جویی: تلاش در راستای پی جویی حقیقت و وفاداری به آن و دوری از هر گونه پنهان سازی حقیقت.

۸- اصل مالکیت مادی و معنوی: تعهد به رعایت کامل حقوق مادی و معنوی دانشگاه و کلیه همکاران پژوهش.

۹- اصل منافع ملی: تعهد به رعایت مصالح ملی و در نظر داشتن پیشبرد و توسعه کشور در کلیه مراحل پژوهش.

تعهد نامه اصالت پایان نامه کارشناسی ارشد

اینجانب حسین سلیمانی کوجانی **دانش اموخته مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته به شماره دانشجویی**۸۹۴۱۲۳۰۰۰۰۲**در رشته سازه که در تاریخ** ۹۲/۵/۲۳ **از پایان نامه خود تحت عنوان:** "تحلیل مقاومت سازه ایی قاب خمشی فولادی در برابر خرابی پیش رونده" **با کسب نمره** ۱۹/۵ **ودرجه دفاع نموده ام بدینوسیله متعهد می شوم :**

۱- این پایان نامه حاصل تحقیق وپژوهش انجام شده توسط اینجانب بوده ودر مواردی که از دستاوردهای علمی وپژوهشی دیگران (اعم از پایان نامه ، کتاب ، مقاله و...) استفاده نموده ام، مطابق ضوابط و رویه های موجود ،نام منبع مورد استفاده وسایر مشخصات آن را در فهرست ذکر ودرج کرده ام .

۲- این پایان نامه قبلا برای دریافت هیچ مدرک تحصیلی (هم سطح ، پایین تر یا بالاتر) درسایر دانشگاهها و موسسات آموزش عالی ارائه نشده است .

۳- چنانچه بعد از فراغت از تحصیل ، قصد استفاده وهرگونه بهره برداری اعم از چاپ کتاب ، ثبت اختراع و ....از این پایان نامه داشته باشم ، از حوزه معاونت پژوهشی واحد مجوزهای مربوطه را اخذ نمایم .

۴- چنانچه در هر مقطع زمانی خلاف موارد فوق ثابت شود ، عواقب ناشی از آن را بپذیرم و واحد دانشگاهی مجاز است با اینجانب مطابق ضوابط ومقررات رفتار نموده ودر صورت ابطال مدرک تحصیلی ام هیچگونه ادعایی نخواهم داشت .

نام ونام خانوادگی :

تاریخ و امضاء:

بسمه تعالی

درتاریخ : ۹۲/۰۵/۲۳

دانشجو کارشناسی ارشد آقای حسین سلیمانی کوجانی **از پایان نامه خود دفاع نموده وبا نمره** ۱۹/۵ **بحروف** نوزده و نیم **و با درجه مورد تصویب قرار گرفت .**

امضاء استاد راهنما

بسمه تعالی

دانشکده فنی و مهندسی

(این چکیده به منظور چاپ در پژوهش نامه دانشگاه تهیه شده است)

نام واحد دانشگاهی : تهران مرکزی **کد واحد:** ۱۰۱	**کد شناسایی پایان نامه :** ۱۰۱۴۰۴۰۹۹۱۲۰۰۲
عنوان پایان نامه : تحلیل مقاومت سازه ایی قاب خمشی فولادی در برابر خرابی پیش رونده	
نام و نام خانوادگی دانشجو : حسین سلیمانی کوجانی **شماره دانشجوئی :** ۸۹۴۱۲۳۰۰۰۰۲ **رشته تحصیلی :** عمران سازه	**تاریخ شروع پایان نامه :** نیمسال دوم ۹۰-۹۱ **تاریخ اتمام پایان نامه :** نیمسال دوم ۹۱-۹۲
استاد / استادان راهنما : جعفر عسگری مارنانی **استاد / استادان مشاور:** منوچهر بهرویان	
آدرس و شماره تلفن : تهران- ایت الله کاشانی- خ سلیمی جهرمی- کوچه موسی طاهر-پلاک۱۲ واحد یک---- ۰۹۱۲۷۹۷۰۱۲۵	

چکیده پایان نامه (شامل خلاصه، اهداف، روش های اجرا و نتایج به دست آمده) :

خرابی پیش رونده در سازه ها زمانی اتفاق می افتد که یک المان باربر کلیدی در سازه تحت انفجار و یا برخورد آسیب ببیند و این آسیب دیدگی از یک المان به المان دیگر گسترش یافته و باعث خرابی در کل سازه و یا قسمت اعظمی از آن شود. در این میان انتخاب نوع سیستم سازه ای و نوع اتصالات از اهمیت ویژه ای در بهبود عملکرد سازه در برابر خرابی پیش رونده برخوردار می باشد. از نمونه سازه هایی که در اثر آسیب دیدگی اولیه دچار خرابی پیش رونده شدند می توان به سازه رونان پوینت در کشور انگلستان اشاره کرد.دو ایین نامه GSA,DOD روشی را تحت عنوان AP به منظور افزایش مقاومت سازه در برابر خرابی پیش رونده معرفی کرده اند که در ان به بررسی توانایی پل زدن سازه بر روی المان آسیب دیده پرداخته می شود. در این پایان نامه به بررسی مقاومت سازه ای یک قاب خمشی فولادی ویژه سه طبقه تحت اثر سه نوع اتصال RBS,EP,WCPF به روش AP پرداخته شده و با حذف ستون میانی از سازه به بررسی مقاومت سازه و روند خرابی در اتصالات پرداخته شده است. نتایج حاصل از این پایان نامه که بوسیله نرم افزار اباکوس انجام و صحت سنجی شده است نشان می دهد که اتصال WCPF نسبت به دو اتصال دیگر دارای عملکردی به مراتب بهتر در برابر خرابی پیش رونده بوده است و این در حالی است که هر سه اتصال برای یک قاب طراحی شده بودند.

نظراستادراهنما برای چاپ درپژوهش نامه دانشگاه مناسب است ☐ تاریخ وامضا:

مناسب نیست ☐

فهرست: صفحه:

مقدمه ۱

۱) فصل اول:خرابی پیش رونده ۳

۱-۱) مقدمه ۳

۱-۲) هدف از انجام تحقیق ۳

۱-۳) خرابی پیش رونده ۳

۱-٤) انواع خرابی پیش رونده ٤

۱-٤-۱) خرابی پنکیکی ٤

۱-٤-۲) خرابی زیپی ٥

۱-٤-۳) خرابی دومینویی ٦

۱-٤-٤) خرابی سطح مقطع و ناپایداری ٦

۱-٥) تاریخچه خرابی پیش رونده ۷

۱-٥-۱) ساختمان رونان پوینت ۷

۱-٥-۲) ساختمان موره در شهر اوکلاهاما ۸

۱-٥-۳) ساختمان برج های تجارت جهانی ۸

۱-٦) آیین نامه های مربوط به خرابی پیش رونده ۱۰

۱-۷) تعریف خرابی پیش رونده در آیین نامه های مختلف ۱۱

۱-۸) انواع سطوح حفاظت سازه در برابر خرابی پیش رونده در آیین نامه DOD ۱۲

۱-۹) روش های ارائه شده در آیین نامه ها ۱۳

۱-۱۰) روش TF ۱۳

۱-۱۰-۱) ترکیب بار برای اتصالات و گره های داخلی اعضای فولادی ۱٤

۱-۱۰-۲) ترکیب بار برای اتصالات و گره های پیرامونی اعضای فولادی ۱٤

۱-۱۱) انواع دیدگاه های طراحی در آیین نامه ۱٤

۱-۱۲) انفجار ۱٥

۱-۱۲-۱) تاثیر انفجار برروی سازه های فولادی ۱۷

۱-۱۳) روش مسیر جایگزین ۱۹
۱-۱٤) روش های تحلیل سازه در برابر خرابی پیش رونده ۲۱
۱-۱٤-۱) تحلیل استاتیکی ۲۱
۱-۱٤-۲) تحلیل استاتیکی غیر خطی ۲۱
۱-۱٤-۳) تحلیل دینامیکی غیر خطی ۲۱
۱-۱۵) روند طراحی سازه در سطح حفاظت بسیار کم ۲۲
۱-۱٦) روند طراحی سازه در سطح حفاظت کم ۲۳
۱-۱۷) روند طراحی سازه در سطح حفاظت متوسط و زیاد ۲٤
۲) فصل دوم:پژوهش های انجام شده ۲٦
۳) فصل سوم:معرفی اتصالات خمشی مورد بررسی ٤۱
۳-۱) مقدمه ٤۱
۳-۲) زلزله نرث ریج ٤۱
۳-۳) علل خرابی ها در زلزله نرث ریج ٤٤
۳-۳-۱) کیفیت بازرسی و نحوه اجرای اتصالات ٤٤
۳-۳-۲) جوش بال تحتانی تیر به بال ستون ٤٤
۳-٤) بازنگری در اتصالات خمشی ٤۵
۳-۵) راهبردهای جدید جهت بهبود رفتار اتصالات خمشی ٤۷
۳-۵-۱) راهبرد تقویت اتصال ٤۹
۳-۵-۲) راهبرد تضعیف تیر ٤۹
۳-٦) اصول طراحی قابهای خمشی ویژه ۵۰
۳-٦-۱) نیروها و لنگرها در قاب خمشی ویژه ۵۱
۳-٦-۲) چند نکته مربوط به طراحی قاب های خمشی ویژه ۵۲
۳-٦-۳) تامین شکل پذیری و شرایط کلی اتصالات در قاب خمشی ویژه ۵۳
٤) فصل چهارم:طراحی اتصالات ۵۵
٤-۱) مقدمه ۵۵

٤-٢) طراحی المانها و اتصالات ٥٥
٤-٣) بارگذاری ٥٦
٤-٣-١) بار مرده: ٥٦
٤-٣-٢) بار زنده: ٥٧
٤-٤) طراحی اتصال تیر با مقطع کاهش یافته ٦٠
٤-٥) طراحی اتصال تیر با صفحات بالاسری و زیرسری ٦٤
٤-٦) طراحی اتصال تیر با صفحه انتهایی ٦٧
٤-٧) کنترل فشرده لرزه ایی مقطع ٧٣
٥) فصل پنجم:معرفی نرم افزار آباکوس و نحوه اعتبار سنجی نتایج ٧٤
٥-١) مقدمه ٧٤
٥-٢) آباکوس ٧٤
٥-٣) تاریخچه ٧٥
٥-٤) بخش های مختلف نرم افزار ٧٥
٥-٥) کتابخانه المانهای آباکوس ٧٧
٥-٥-١) خانواده المان ٧٧
٥-٥-٢) درجه ازادی المان ٧٨
٥-٥-٣) تعداد گره در المان ٧٨
٥-٥-٤) فرمول بندی المان ٧٩
٥-٥-٥) انتگرال گیری ٧٩
٥-٦) المان شل ٨٠
(٥-٧ المان توپر ٨١
٥-٨) صحت سنجی نتایج ٨٢
٥-٨-١) مدل عددی ٨٢
٥-٨-٢) مقایسه نتایج آزمایشگاهی و تحلیلی ٨٥
٦) فصل ششم:مدل سازی و تحلیل نتایج ٨٩

٦-١) اتصال تیر با مقطع کاهش یافته ٨٩
(٦-٢ اتصال تیر با صفحه انتهایی ٩١
(٦-٣ اتصال تیر با صفحات زیرسری و بالاسری ٩٢
٦-٤) تحلیل مدل ها و نتیجه گیری ٩٤
٦-٤-١) مقدمه ٩٤
٦-٤-٢) اتصال تیر با مقطع کاهش یافته ٩٥
٦-٤-٣) تاثیر کاهش فاصله ستون ها بر مقاومت سازه با اتصال RBS ١٠١
(٦-٤-٤ اتصال تیر با صفحات بالاسری و زیرسری ١٠٢
(٦-٤-٥ اتصال تیر با صفحه انتهایی ١٠٩
٦-٥) اتصال تیر با مقطع کاهش یافته(حذف ستون کناری) ١١٦
٦-٦) اتصال تیر با صفحه انتهایی(حذف ستون کناری) ١١٧
(٦-٧ اتصال تیر با صفحات بالاسری و زیرسری(حذف ستون کناری) ١١٨
٦-٨) مقایسه نتایج ١٢١
٦-٨-١) محدوده الاستیک ١٢١
٦-٨-٢) محدوده سخت شدگی ١٢٢
٦-٨-٣) محدوده کمانش ١٢٤
٦-٨-٤) محدوده گسیختگی ١٢٥
٦-٨-٥) شکل پذیری ١٢٦
٦-٨-٦) میزان انرژی پلاستیک جذب شده ١٢٨
٧) فصل هفتم:جمع بندی و پیشنهادات ١٣٠
٧-١) جمع بندی نتایج و ارائه راهکارها ١٣١
٧-٢) پیشنهاد موضوع برای تحقیقات بعدی ١٣٢
منابع: ١٣٣

فهرست اشکال: صفحه:

شکل۱- ۱ خرابی پنکیکی برج های تجارت جهانی ۵

شکل۱- ۲خرابی دومینویی ٦

شکل۱- ۳ساختمان رونان پوینت ۷

شکل۱- ٤خرابی ساختمان موره ۸

شکل۱- ۵ خرابی ستونهای پیرامونی ۹

شکل۱- ٦ ستون های پیرامونی برج تجارت جهانی ۹

شکل۱- ۷مسیر بستن اعضاء به یکدیگر ۱۳

شکل۱- ۸ نمودار فشار-زمان انفجار ۱٦

شکل۱- ۹ نمودارهای مربوط به محاسبه پارامترهای انفجار ۱۷

شکل۱- ۱۰ اثر سرعت بارگذاری بر مقاومت فولاد ۱۸

شکل۱- ۱۱ پلان حذف ستون در روش مسیر جایگزین ۲۰

شکل۱- ۱۲ پلان حذف دیوارها در مسیر جایگزین ۲۰

شکل۱- ۱۳ نحوه حذف ستون از سازه ۲۲

شکل۱- ۱٤ روند طراحی سازه در سطح حفاظت بسیار کم ۲۳

شکل۱- ۱۵ روند طراحی سازه در سطح حفاظت کم ۲٤

شکل۱- ۱٦ روند طراحی سازه در سطح حفاظت متوسط و زیاد ۲۵

شکل۲- ۱ قاب خمشی ویژه و قاب خمشی پس تنیده ۲۷

شکل۲- ۲جزییات اجرای سازه ۲۷

شکل۲- ۳مدل نهایی آزمایش ۲۸

شکل۲- ٤نمودار نیرو- تغییرمکان برای دوقاب خمشی در هنگام حذف ستون ۲۹

شکل۲- ۵مدل تغییرشکل یافته قاب خمشی ویژه ۳۰

شکل۲- ٦گسیختگی در ناحیه اتصال بال کششی به ستون ۳۰

شکل۲- ۷تغییرشکل چشمه اتصال در هنگام حذف ستون ۳۱

شکل۲- ۸مدل تغییرشکل یافته قاب خمشی پس تنیده در هنگام حذف ستون ۳۲

شکل۲- ۹گسیختگی در ناحیه اتصالات کششی ۳۲

شکل۲- ۱۰کمانش در ناحیه جان و بال فشاری تیر ۳۳

شکل۲- ۱۱ المانهای تیر و ستون در سازه های شش و سه طبقه ۳٤

شکل۲- ۱۲پلان و مقطع سازه ۳٤

شکل۲- ۱۳اتصال wuf-w ۳۵

شکل۲- ۱٤اتصال WCPF ۳۵
شکل۲- ۱۵اتصال RBS ۳٦
شکل۲- ۱٦نحوه اعمال ترکیب بار به دهانه هایی که در آن ستون حذف نشده است ۳٦
شکل۲- ۱۷نمودار نحوه حذف نیروی عکس العمل تکیه گاهی در تحلیل دینامیکی ۳۷
شکل۲- ۱۸نمودار نیرو- تغییرمکان برای سازه های سه و شش طبقه قرارگرفته در ناحیه متوسط لرزه ایی ۳۷
شکل۲- ۱۹نمودار نیرو - تغییر مکان برای سازه های سه و شش طبقه قرار گرفته در ناحیه شدید لرزه ایی ۳۸
شکل۲- ۲۰نمودار جابه جایی - زمان در سازه های سه و شش طبقه در ناحیه متوسط لرزه ایی ۳۸
شکل۲- ۲۱نمودار جابه جایی - زمان سازه سه طبقه طراحی شده برای نیروی قوی زلزله ۳۹
شکل۲- ۲۲میزان شکل پذیری در سازه های سه و شش طبقه ۳۹
شکل۲- ۲۳میزان شکل پذیری در سازه های سه و شش طبقه در منطقه با لرزه خیزی زیاد ٤۰

شکل۳- ۱گسیختگی از ناحیه جوش ٤۲
شکل۳- ۲گسیختگی از ناحیه جوش و بال المان ٤۳
شکل۳- ۳گسیختگی از ناحیه جوش ٤۳
شکل۳- ٤استفاده از سوراخ دسترسی برای جوش بهتر ٤۵
شکل۳- ۵اتصالات معرفی شده بعد زلزله نرث ریج ٤۸
شکل۳- ٦اتصالات معرفی شده بعد زلزله نرث ریج ٤۸
شکل۳- ۷اتصالات معرفی شده بعد زلزله نرث ریج ٤۸
شکل۳- ۸ اتصال RBS ۵۰
شکل۳- ۹نحوه محاسبه نیروی برشی در مفصل پلاستیک ۵۱
شکل۳- ۱۰نحوه محاسبه حداکثر لنگر ایجاد شده در بر ستون ۵۱
شکل۳- ۱۱محاسبه میزان دوران تیر ۵۳

شکل٤- ۱مقطع سازه ۵۵
شکل٤- ۲پلان سازه ۵٦
شکل٤- ۳نسبت تنش ها در المنهای تیر و ستون در پلان ۵۸
شکل٤٤ -نسبت تنش ها در المانهای تیر و ستون در مقطع سازه ۵۸
شکل٤- ۵محل قاب انتخاب شده جهت تحلیل در آباکوس ۵۹
شکل٤- ٦محل ستون حذف شده ٦۰
شکل٤- ۷پارامترهای طراحی اتصال RBS ٦۰

شکل٤- ٨نیروها در محل مفصل پلاستیک در اتصال RBS ٦١
شکل٤- ٩اتصال WCPF ٦٥
شکل٤- ١٠انواع اتصال تیر با صفحه انتهایی ٦٧
شکل٤- ١١ضوابط طراحی اتصال تیر با صفحه انتهایی ٦٩
شکل٤-١٢ متغیرهای اتصال تیر با صفحه انتهایی ٧٠

شکل٥- ١ المانهای موجود در برنامه آباکوس ٧٨
شکل٥- ٢ انواع محل قرارگیری گره ها در المانها ٧٩
شکل٥- ٣ نحوه نام گذاری المان های شل ٨٠
شکل٥- ٤ نحوه نام گذاری المانهای SOLID ٨٠
شکل٥- ٥ انواع المانهای SOLID ٨١
شکل٥- ٦ انواع المانهای شل ٨١
شکل٥- ٧پروفیل های المان تیر و ستون و محل ستون حذف شده ٨٢
شکل٥- ٨مدل اجزای محدود قاب خمشی و مدل آزمایشگاهی قاب خمشی فولادی ٨٣
شکل٥- ٩جزییات اتصال تیر به ستون ٨٤
شکل٥- ١٠مدل اجزای محدود اتصال تیر به ستون ٨٤
شکل٥- ١١تغییرشکل یافته چشمه اتصال در مدل آزمایشگاهی و مدل اجزای محدود ٨٤
شکل٥- ١٢نمودار نیرو-جابه جایی در مدل آزمایشگاهی ٨٥
شکل٥- ١٣نمودار نیرو- جابه جایی در مدل اجزای محدود ٨٦
شکل٥- ١٤شروع کرنش های پلاستیک ٨٦
شکل٥- ١٥کمانش بال فشاری تیر ٨٧
شکل٥- ١٦شروع گسیختگی در اتصال از ناحیه بال کششی ٨٧
شکل٥- ١٧شروع گسیختگی از ناحیه بال کششی ٨٨

شکل٦- ١مدل اجزای محدود تیر با اتصال RBS ٨٩
شکل٦- ٢مدل اجزای محدود قاب با اتصال RBS ٩٠
شکل٦- ٣مش بندی قاب ٩٠
شکل٦- ٤مدل اجزای محدود تیر با صفحه انتهایی ٩١
شکل٦- ٥مش بندی شده قاب با اتصال تیر با صفحه انتهایی ٩٢
شکل٦- ٦مدل اجزای محدود تیر با صفحات زیرسری و بالا سری ٩٣

شکل٦- ٧مدل مش بندی شده قاب با تیر با صفحات زیر سری و بالاسری ٩٣
شکل٦- ٨ نمودار نیرو-جابه جایی اتصال RBS ٩٥
شکل٦- ٩نمودار کرنش پلاستیک - تغییرمکان ستون میانی اتصال RBS..... ٩٦
شکل٦- ١٠نمودار نیرو- انرژی جذب شده پلاستیک اتصال RBS ٩٦
شکل٦- ١١انرژی پلاستیک جذب شده در اتصال RBS ٩٧
شکل٦- ١٢نمودار کرنش پلاستیک - تغییرمکان اتصال RBS در بحرانی ترین المان ٩٧
شکل٦- ١٣نمودار میزان چرخش تیر - تغییرمکان ستون حول محور z اتصال RBS ٩٨
شکل٦- ١٤نمودار چرخش بحرانی ترین المان بال فشاری-تغییر مکان حول محور Z اتصال RBS ٩٨
شکل٦- ١٥تقسیم بندی بخش های مهم نمودار نیرو- جابه جایی اتصال RBS ٩٩
شکل٦- ١٦ناحیه شروع کرنش های پلاستیک در اتصال RBS ١٠٠
شکل٦- ١٧گسترش کرنش های پلاستیک در ناحیه جان تیردر اتصالRBS ١٠٠
شکل٦- ١٨شروع گسیختگی در ناحیه کاهش یافته بال کششیاتصال RBS..... ١٠١
شکل٦- ١٩ نمودار نیرو-جابه جایی در اتصال RBS در هنگام کاهش فاصله ستون ها ١٠٢
شکل٦- ٢٠نمودار نیرو-جابه جایی اتصال WCPF ١٠٢
شکل٦- ٢١نمودار کرنش پلاستیک- جابه جایی در بحرانی ترین المان اتصال WCPF ١٠٣
شکل٦- ٢٢نمودار نیرو-انرژی پلاستیک جذب شده اتصال WCPF ١٠٣
شکل٦- ٢٣ انرژی جذب شده پلاستیک در اتصال WCPF ١٠٤
شکل٦- ٢٤نمودار کرنش پلاستیک - تغییرمکان ستون در بحرانی ترین المان در اتصال WCPF ١٠٤
شکل٦- ٢٥نمودار میزان چرخش تیر حول محورz- جابه جایی در اتصال WCPF ١٠٥
شکل٦- ٢٦نمودار میزان چرخش بحرانی ترین المان بال فشاری حول محور zدر اتصال WCPF ١٠٥
شکل٦- ٢٧تقسیم بندی بخش های مهم نمودار نیرو- جابه جایی اتصال WCPF ١٠٦
شکل٦- ٢٨کمانش بال فشاری تیر بعد از روق های زیرسری و بالاسری ١٠٧
شکل٦- ٢٩کمانش پیچشی-جانبی تیر ١٠٧
شکل٦- ٣٠افزایش تنش های کششی دقیقا بعد از ورق های بالاسری و زیرسری..... ١٠٨
شکل٦- ٣١شروع گسیختگی در ناحیه بال کششی و گسترش آن به جان تیر ١٠٨
شکل٦- ٣٢نمودار نیرو- جابه جایی اتصال تیر با صفحه انتهایی ١٠٩
شکل٦- ٣٣نمودار کرنش پلاستیک- جابه جایی در بحرانی ترین المان در اتصال تیر با صفحه انتهایی ١١٠
شکل٦- ٣٤نمودار نیرو- انرژی جذب شده پلاستیک در اتصال تیر با صفحه انتهایی ١١٠
شکل٦- ٣٥انرژی جذب شده پلاستیک در اتصال تیر با صفحه انتهایی ١١١
شکل٦- ٣٦نمودار کرنش پلاستیک- جابه جایی در بحرانی ترین المان در اتصال تیر با صفحه انتهایی ١١١
شکل٦- ٣٧نمودار چرخش تیرحول محورz-جابه جایی در اتصال تیر با صفحه انتهایی ١١٢

شکل٦- ٣٨نمودار چرخش بحرانی ترین المان بال فشاری- جابه جایی در اتصال تیر با صفحه انتهایی.....١١٢
شکل٦- ٣٩تقسیم بندی بخش های مهم نمودار نیرو-جابه جایی در اتصال تیر با صفحه انتهایی ١١٣
شکل٦- ٤٠کمانش بال فشاری در اتصال تیر با صفحه انتهایی.....١١٤
شکل٦- ٤١پیچش تیر در اتصال تیر با صفحه انتهایی.....١١٤
شکل٦- ٤٢شروع گسیختگی از بال کششی در اتصال تیر با صفحه انتهایی ١١٥
شکل٦- ٤٣نمودار نیرو- جابه جایی اتصالRBS با حذف ستون کناری ١١٦
شکل٦- ٤٤نمودار کرنش پلاستیک- جابه جایی در اتصالRBS با حذف ستون کناری.....١١٦
شکل٦- ٤٥نمودار نیرو-جابه جایی در اتصال تیر با صفحه انتهایی ١١٧
شکل٦- ٤٦نمودار کرنش پلاستیک- جابه جایی در اتصال تیر با صفحه انتهایی ١١٧
شکل٦- ٤٧نمودار نیرو-جابه جایی در اتصال WCPF.....١١٨
شکل٦- ٤٨نمودار کرنش پلاستیک-جابه جایی در اتصال WCPF ١١٨
شکل٦- ٤٩نمودار چرخش بال فشاری تیر-جابه جایی در طبقه اول و دوم در اتصال WCPF.....١١٩
شکل٦- ٥٠کمانش بال فشاری در اتصال WCPF ١٢٠
شکل٦- ٥١کمانش پیچشی جانبی در اتصال WCPF ١٢٠
شکل٦- ٥٢ مقایسه نیروی الاستیک در سه اتصال ١٢١
شکل٦- ٥٣ مقایسه تغییرمکان الاستیک در سه اتصال ١٢٢
شکل٦- ٥٤ مقایسه سختی الاستیک ١٢٢
شکل٦- ٥٥ مقایسه نیروی سخت شدگی ١٢٣
شکل٦- ٥٦ مقایسه تغییرمکان سخت شدگی ١٢٣
شکل٦- ٥٧ تغییر مکان کمانش بال فشاری ١٢٤
شکل٦- ٥٨ نیروی کمانش ١٢٥
شکل٦- ٥٩ نیروی شروع گسیختگی ١٢٦
شکل٦- ٦٠ حداکثر شکل پذیری مجاز در سطوح محافظت مختلف ١٢٧
شکل٦- ٦١ مقایسه شکل پذیری اتصالات با شکل پذیری مجاز آیین نامه ١٢٧
شکل٦- ٦٢ تاثیر کاهش فاصله ستون ها در کاهش شکل پذیری.....١٢٨
شکل٦- ٦٣ مقایسه جذب انرژی پلاستیک در سه اتصال ١٢٩

شکل٧- ١ استفاده از ورق های طولی به منظور افزایش مقاومت کششی و خمشی.....١٣١

فهرست جداول:

جدول٤- ١ مشخصات المانهای تیر و ستون.....٥٩
جدول٤- ٢مشخصات هندسی لازم برای طراحی اتصالRBS ٦٢

جدول٦- ١ عملکرد اتصال RBS در هنگام حذف ستون ١٠١
جدول٦- ٢ عملکرد اتصال WCPFدرهنگام حذف ستون ١٠٩
جدول٦- ٣ عملکرد اتصال EP در هنگام حذف ستون ١١٥

مقدمه

اطمینان از پایداری سازه ها همیشه به عنوان یک اصل برای مهندسین طراح سازه مطرح بوده است. یکی از مسائلی که در دهه های اخیر توجه مهندسین سازه را به خود جلب کرده است بحث خرابی پیش رونده و پایداری سازه در برابر چنین رویدادی بوده است. در حالت کلی خرابی پیش رونده زمانی اتفاق می افتد که یک یا چند المان کلیدی در سازه در اثر وقوع انفجار و یا برخورد آسیب ببیند ودر نتیجه این آسیب دیدگی موضعی، خرابی به کل سازه و یا قسمت اعظمی از آن گسترش یابد. معروفترین سازه ایی که دراثر چنین رویدادی دچار خرابی گردید ساختمان رونان پوینت در سال ۱۹٦۸ در کشور انگلستان بود. سازه هایی دیگری در اثر چنین رویدادی دچار خسارت شدند که از معروف ترین آنها که در سالهای اخیر اتفاق افتاده است خرابی برج های تجارت جهانی در شهر نیویورک می باشد. بعد از چنین خرابی هایی مهندسین سازه به فکر تجدید نظر در آیین نامه های موجود و نوشتن یک آیین نامه مخصوص در مورد خرابی پیش رونده افتادند. که از ان جمله می توان به آیین نامه وزارت دفاع آمریکا [۱] اشاره کرد. مقاومت سازه در برابر خرابی پیش رونده خود تابع چندین عامل می باشد که از آن جمله می توان به انتخاب نوع سیستم سازه ایی و اتصالات آن اشاره کرد. در این پایان نامه مطابق شرح زیر به چگونگی تاثیر نوع اتصال در افزایش مقاومت سازه و ارائه روش هایی جهت بهبود رفتار سازه در برابر خرابی پیش رونده پرداخته می شود.

در این پایان نامه ابتدا به توضیح در مورد خرابی پیش رونده و عواملی که باعث خرابی موضعی و نهایتا شروع خرابی پیش رونده می شود پرداخته می شود(انفجار از جمله عواملی می باشد که می تواندباعث شروع خرابی پیش رونده در یک سازه شود به همین دلیل در این فصل به توضیح آن و نحوه محاسبه نیروهای ناشی از آن پرداخته می شود). سپس انواع خرابی پیش رونده توضیح داده می شود وهمچنین آیین نامه های مختلف و انواع دیدگاه های آنان در ارتباط با خرابی پیش رونده و همچنین ضوابط مربوطه توضیح داده می شود.

در فصل دوم به پژوهش های انجام گرفته در زمینه خرابی پیش رونده پرداخته می شود.

در فصل سوم نیز اتصالات مورد بررسی معرفی شده و به فلسفه وجودی هریک پرداخته می شود.

در فصل چهارم به طراحی سازه و سه اتصال خمشی مورد نظر پرداخته می شود.

در فصل پنجم نیز به معرفی نرم افزار آباکوس پرداخته می شود و نحوه اعتبار سنجی نتایج نرم افزار مورد بررسی قرار می گیرد.

در فصل ششم به توضیح در مورد نحوه مدل سازی انواع قابهای فولادی و اتصالات آن درنرم افزار آباکوس پرداخته می شود و نهایتا به بررسی و تحلیل نتایج در این فصل پرداخته می شود.

فصل هفتم نیز مربوط به جمع بندی نتایج و ارائه پیشنهادات و همچنین پیشنهاد موضوع برای تحقیقات بعدی می باشد.