دانشکده مهندسی عمران

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش سازه

عنوان:

بررسی تحلیلی رفتار لرزه ای قاب خمشی فولادی دوگانه با فولاد نرمه و فولاد مقاومت بالا

توسط:

ربابه عمرانی

استاد راهنما:

دکتر محسن گرامی

استادیار و سرپرست پژوهشکده فناوریهای نوین دانشگاه سمنان

استاد مشاور:

دکتر مجید قلهکی

فروردین ماه ۱۳۹۱

بسم الله الرحمن الرحيم

اینجانب **ربابه عمرانی** متعهد می شوم که محتوای علمی این نوشتار با عنوان **" بررسی تحلیلی رفتار لرزه ای قاب خمشی فولادی دوگانه با فولاد نرمه و فولاد مقاومت بالا"** که به عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد رشته **مهندسی عمران** گرایش **سازه** به دانشگاه ارائه شده است، دارای اصالت پژوهشی بوده و حاصل فعالیت های علمی اینجانب می باشد.

در صورتی که خلاف ادعای فوق در هر زمانی محرز شود، کلیه حقوق معنوی متعلق به این پایان نامه از اینجانب سلب شده و موارد قانونی مترتب به آن نیز از طرف مراجع قابل پیگیری است.

نام و نام خانوادگی: **ربابه عمرانی**

شماره دانشجویی:**۸۸۱۱۱۴۹۰۰۴**

امضاء

پایان نامه های تحت حمایت پژوهشکده فناوری های نوین مهندسی عمران دانشگاه سمنان

این پایان نامه تحت حمایت پژوهشکده فناوری های نوین نوین مهندسی عمران و در قالب گروه پژوهشی:

☐ روش های اجرایی نوین مهندسی عمران

☐ مصالح نوین مهندسی عمران

☐ سیستم های نوین ساخت

☐ روشهای تحلیل نوین در مهندسی عمران

ارائه شده است.

امضای مدیر گروه پژوهشی　　امضای رئیس پژوهشکده

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

بهره‌برداری از این پایان‌نامه در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می‌شود، بلامانع است:

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه برای همگان با ذکر مرجع بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه با اخذ مجوز از استاد راهنما با ذکر مرجع بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه تا تاریخ ..... ممنوع است.

نام استاد یا اساتید راهنما:

تاریخ:

امضاء:

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

تشکر و قدردانی:

این پژوهش با حمایت گروه پژوهشی فناوریهای نوین دانشگاه سمنان به انجام رسیده است. تحقیق حاضر در راستای اهداف این گروه پژوهشی و در فروردین ماه ۱۳۹۱ به اتمام رسید. بدینوسیله از زحمات جناب آقای **دکتر محسن گرامی**، سرپرست پژوهشکده فن آوری های نوین و استاد راهنمای این پایان نامه و آقای **دکتر مجید قلهکی**، استاد مشاور پایان نامه تقدیر و تشکر می گردد.

ربابه عمرانی

فروردین ماه ۱۳۹۱

چکیده

امروزه به دلیل رشد روز افزون جمعیت و افزایش تقاضا برای مواد اولیه و انرژی راه حل هایی به منظور بهینه کردن استانداردها و صرفه جویی در مصالح مصرفی، تولید و کاهش هزینه ها مورد توجه میباشد. فولاد یکی از مصالح ساختمانی با کاربرد فراوان در انواع سازه ها بوده که بدلیل هزینه قابل توجه ناشی از مصرف فولادها در سازه های سنگین استفاده از فولادهای با مقاومت زیاد به عنوان یکی از گزینه های مطرح در این نوع سازه ها می باشد. با توجه به اینکه در آیین نامه های طراحی سازه های فولادی ضوابط و محدودیت خاصی برای اعضای سازه ای با فولاد مقاومت بالا وجود ندارد، بنابراین نیاز به بررسی رفتار سازه های با فولاد مقاومت بالا(st52) و مقایسه آن با سازه با فولاد معمولی(st37) ضروری است. در این مطالعه رفتار سازه قاب خمشی فولادی مهاربندی نشده در انواع حالات بکارگیری فولاد مقاومت بالا و معمولی در اعضای تیر و ستون شامل، تیر و ستون از فولاد معمولی(مدل شماره۱)، ستون از فولاد مقاومت بالا و تیر از فولاد معمولی(مدل شماره۲)، ستون از فولاد معمولی و تیر از فولاد مقاومت بالا(مدل شماره۳) و مدل تیر و ستون از فولاد مقاومت بالا(مدل شماره۴)، مورد بررسی قرار گرفت. در مدلهای سازه ای مورد مطالعه طراحی و بررسی براساس نسبت تنش یکسان در اعضای سازه ای مشابه در قاب هفت طبقه، با رعایت محدودیتهای مقاومت و تغییر مکان جانبی آیین نامه در قابهای چهار تا سی طبقه و براساس اثر مقاومت فولاد در مدلهای قاب هفت طبقه با اعضای با سطح مقطع ثابت انجام شد. نتایج تحلیل خطی حداکثر کاهش وزن سازه در استفاده از فولاد مقاومت بالا را حدود ۶ درصد نشان داد، که قابل توجه نبوده و انتظار میرود کاهش وزن در سیستم مهاربندی شده محسوس تر باشد. در تحلیل استاتیکی غیرخطی زاویه دریفت طبقه بام مدلهای مورد مطالعه حداکثر۹۷درصد افزایش در مدل شماره۴ نسبت به مدل شماره۱ و قابلیت جذب و استهلاک انرژی بالاتر در مدل شماره۴ نسبت به بقیه مدلها مشاهده شد. ضریب برش پایه حاصل از تحلیل دینامیکی غیرخطی بر اساس زلزله حوزه نزدیک گسل در مدلهای سازه ای قابهای چهار تا سی طبقه، مدل شماره۴ (با ۳۰درصد افزایش نسبت به مدل شماره۱) در تمام موارد مقدار بالاتری داشته، در حالیکه زلزله حوزه دور از گسل مدلهای شماره۱ تا ۴ نتایج تقریبا یکسانی را نشان دادند. بررسی نتایج حداکثر میانگین دریفتهای حاصل از تحلیل دینامیکی غیرخطی بر اساس زلزله حوزه نزدیک گسل، حداکثر ۱۳۰درصد افزایش دریفت نسبت به مدل شماره۱ در قاب سی طبقه و بر اساس زلزله حوزه دور از گسل، در مدل شماره۲ قاب بیست و پنج طبقه، حداکثر۴۰درصد افزایش دریفت نسبت به مدل شماره۱ مشاهده شد.

کلمات کلیدی: قاب خمشی فولادی، فولاد مقاومت بالا، فولاد معمولی، رفتار غیرخطی

فهرست مطالب

عنوان شماره صفحه

فصل ۱: مقدمه ۱۶

۱-۱- مقدمه ای بر تحقیق ۱۷

۱-۲- لزوم انجام تحقیق ۱۷

۱-۳- اهداف تحقیق و نوآوری ۱۷

۱-۴- فرضیه های تحقیق ۱۸

۱-۵- فرضیات تحقیق ۱۸

۱-۵-۱- نرم افزارهای مورد استفاده ۱۸

۱-۵-۲- مشخصات المان های مورد استفاده در نرم افزار ۱۸

۱-۵-۳- آیین نامه های مورد استفاده ۱۸

۱-۵-۴- روش تحلیل ۱۸

۱-۶- روش تحقیق ۱۹

۱-۷- ساختار پایان نامه ۲۰

۱-۸- فلوچارت تحقیق ۲۰

فصل ۲: کلیات موضوع و مروری بر تحقیقات گذشته ۲۲

۲-۱- مقدمه ۲۳

۲-۲- علل گسترش کاربرد سازه های فولادی ۲۳

۲-۳- انواع فولادهای ساختمانی ۲۶

۲-۴- تقسیم بندی کلی فولادها ۲۷

۲-۵- فولاهای ساختمانی بر اساس DIN وEURONORMوISO ۳۳

۲-۶- فولاد مقاومت بالا ۳۴

۲-۶-۱- فولاد مقاومت بالا در آیین نامه اروپا ۳۵

۲-۶-۱-۱- کلیات ۳۵

۲-۶-۱-۲- مواد ها ۳۶

۲-۶-۱-۳- خستگی و شکل پذیری..... ۳۶
۲-۶-۱-۴- اتصالات جوش شده..... ۳۷
۲-۶-۱-۵- اتصالات بولت شده..... ۳۸
۲-۶-۱-۶- کمانش موضعی و کلی..... ۳۹
۲-۶-۲- فولاد مقاومت بالا در آیین نامه AISC..... ۳۹
۲-۶-۳- بررسی صرفه اقتصادی فولاد مقاومت بالا..... ۴۱
۲-۶-۴- تاریخچه تحقیقات..... ۴۳

فصل ۳: مدلسازی وطراحی قابهای خمشی فولادی بر اساس استاندارد۲۸۰۰ ۵۱
۳-۱- مقدمه..... ۵۲
۳-۲- معرفی مدلهای مورد مطالعه..... ۵۲
۳-۳- بارگذاری ثقلی..... ۵۳
۳-۴- بارگذاری جانبی..... ۵۴
۳-۵- ضوابط تحلیل و طراحی مدلهای سازه ای مورد مطالعه..... ۵۷
۳-۵-۱- ضوابط و فرضیات تحلیل خطی بر اساس استاندارد۲۸۰۰..... ۵۷
۳-۵-۲- ضوابط و فرضیات تغییرمکان نسبی جانبی بر اساس استاندارد۲۸۰۰..... ۵۹
۳-۶- بررسی نتایج تحلیل استاتیکی خطی مدلهای قاب خمشی ۷طبقه با نسبت تنشهای یکسان۶۰
۳-۶-۱- بررسی نسبت تنش ها بر اساس تحلیل استاتیکی خطی..... ۶۱
۳-۶-۲- بررسی برش پایه و وزن قاب خمشی هفت طبقه براساس تحلیل استاتیکی خطی..... ۶۲
۳-۶-۳- بررسی تغییر مکان جانبی طبقات قاب خمشی۷طبقه براساس تحلیل استاتیکی خطی۶۳
۳-۷- نتایج تحلیل و طراحی مدلهای سازه ای بر اساس استاندارد ۲۸۰۰..... ۶۵
۳-۷-۱- بررسی نسبت تنشهای مدلهای سازه ای بر اساس استاندارد ۲۸۰۰..... ۶۵
۳-۷-۲- بررسی برش پایه و وزن مدلهای سازه ای بر اساس استاندارد ۲۸۰۰..... ۷۷
۳-۷-۳- بررسی تغییرمکانهای نسبی طبقات مدلهای سازه ای بر اساس استاندارد ۲۸۰۰..... ۸۱
۳-۸- جمع بندی و نتایج فصل سوم..... ۸۶

فصل ۴: ارزیابی لرزه ای مدلهای سازه ای بر اساس روشهای تحلیل غیر خطی ۸۸
۴-۱- مقدمه..... ۸۹
۴-۲- ارزیابی مدلهای سازه ای بر اساس روش استاتیکی غیرخطی..... ۹۱
۴-۲-۱- فرضیات و ضوابط تحلیل استاتیکی غیرخطی..... ۹۱
۴-۲-۲- بررسی دریفت مبنا وضریب برش پایه مدلها براساس تحلیل استاتیکی غیرخطی..... ۹۳

۴-۲-۳- بررسی منحنی های ظرفیت مدلهای سازه ای بر اساس تحلیل استاتیکی غیرخطی ۱۰۵
۴-۳- ارزیابی لرزه ای مدلهای سازه ای بر اساس روش دینامیکی غیرخطی..... ۱۱۰
۴-۳-۱- بررسی ضریب برش پایه مدلهای سازه ای براساس روش تحلیل دینامیکی غیرخطی ۱۱۰
۴-۳-۲- بررسی دریفت مدلهای سازه ای بر اساس روش تحلیل دینامیکی غیرخطی..... ۱۲۸
۴-۴- تحلیل حساسیت بر اثر مقاومت در نتایج تحلیل خطی و غیرخطی قاب هفت طبقه..... ۱۵۷
۴-۴-۱- نتایج تحلیل استاتیکی خطی..... ۱۵۸
۴-۴-۲- نتایج تحلیل استاتیکی غیرخطی..... ۱۵۹
۴-۴-۳- نتایج تحلیل استاتیکی غیرخطی..... ۱۶۱
۴-۵- جمع بندی و نتایج فصل چهارم..... ۱۶۲

فصل ۵: نتایج و پیشنهادات ۱۷۷
۵-۱- نتایج..... ۱۷۸
۵-۲- پیشنهادات برای تحقیقات بعدی..... ۱۸۴

مراجع ۱۸۵

چکیده انگلیسی ۱۸۷

فهرست اشکال

عنـــوان شـــماره

صفحه

شکل۱-۱- فلوچارت کلیات روش تحقیق..... ۲۱

شکل۲-۱- ساختار میکروسکپی فولاد..... ۲۹

شکل۲-۲- منحنی تنش-کرنش نمونه هایی از فولادساختمانی..... ۳۳

شکل۲-۳- بخشهای EuroCode3..... ۳۵

شکل۲-۴- کاهش ضخامت و وزن افزایش مقاومت فولاد..... ۳۶

شکل۲-۵- قیمت تقریبی هر تن فولاد گرم نوردشده با فرض مقاومت کاملا موثر..... ۴۲

شکل ۲-۶- قیمت تقریبی فولاد با S235 نسبت به مقاومت تسلیم با فرض قیمت S235..... ۴۲

شکل۲-۷- رابطه قیمت تقریبی مواد ستون تحت کمانش خمشی با تابع مقاومت تسلیم f_y قیمت مرجع از فولادS235..... ۴۳

شکل۲-۸- رابطه قیمت تقریبی مواد ستون تحت کمانش خمشی با تابع مقاومت تسلیم f_y قیمت مرجع ازفولادS235..... ۴۳

شکل۳-۱- پلان و قاب میانی از مدلهای مورد مطالعه..... ۵۳

شکل۳-۲- نمودار زاویه دریفت قاب خمشی هفت طبقه با نسبت تنش یکسان..... ۶۴

شکل۳-۳- نمودار ضریب برش پایه مدلهای مورد مطالعه با تغییر ارتفاع قابها بر اساس تحلیل خطی استاندارد۲۸۰۰..... ۸۰

شکل۳-۴- نمودار درصد تغییرات ضریب برش پایه مدلهای مورد مطالعه نسبت به مدل شماره۱ با تغییر ارتفاع قابها بر اساس تحلیل خطی استاندارد۲۸۰۰..... ۸۱

شکل۳-۵- نمودار زاویه دریفت در ارتفاع نسبی قاب ۴ طبقه..... ۸۲

شکل۳-۶- نمودار زاویه دریفت در ارتفاع نسبی قاب۷طبقه..... ۸۲

شکل۳-۷- نمودار زاویه دریفت در ارتفاع نسبی قاب۱۰ طبقه..... ۸۲

شکل۳-۸- نمودار زاویه دریفت در ارتفاع نسبی قاب۱۵ طبقه..... ۸۲

شکل۳-۹- نمودار زاویه دریفت در ارتفاع نسبی قاب ۲۰ طبقه ۸۳

شکل۳-۱۰- نمودار زاویه دریفت در ارتفاع نسبی قاب۲۵ طبقه ۸۳

شکل۳-۱۱- نمودار زاویه دریفت در ارتفاع نسبی قاب۳۰ طبقه ۸۳

شکل۴-۱- نمودار مقادیر ضریب برش پایه مدلهای سازه ای با تغییر ارتفاع قابها بر اساس تحلیل استاتیکی غیرخطی..... ۱۰۲

شکل۴-۲- نمودار درصد تغییرات ضریب برش پایه مدلهای سازه ای نسبت به مدل شماره۱ با تغییر ارتفاع قابها بر اساس تحلیل استاتیکی غیرخطی ۱۰۳

شکل۴-۳- نمودار مقادیر زاویه دریفت مبنا مدلهای سازه ای با تغییر ارتفاع قابها بر اساس تحلیل استاتیکی غیرخطی..... ۱۰۳
شکل۴-۴- نمودار درصد تغییرات زاویه دریفت مبنا مدلهای سازه ای نسبت به مدل شماره۱ با تغییر ارتفاع قابها بر اساس تحلیل استاتیکی غیرخطی ۱۰۴
شکل۴-۵- منحنی ظرفیت پوش اور قاب ۷طبقه با نسبت تنش یکسان ۱۰۶
شکل۴-۶- منحنی ظرفیت پوش اور قاب ۴طبقه..... ۱۰۶
شکل۴-۷- منحنی ظرفیت پوش اور قاب ۷طبقه..... ۱۰۷
شکل۴-۸- منحنی ظرفیت پوش اور قاب ۱۰طبقه..... ۱۰۷
شکل۴-۹- منحنی ظرفیت پوش اور قاب ۱۵طبقه..... ۱۰۸
شکل۴-۱۰- منحنی ظرفیت پوش اور قاب ۲۰طبقه ۱۰۸
شکل۴-۱۱- منحنی ظرفیت پوش اور قاب ۲۵طبقه..... ۱۰۹
شکل۴-۱۲- منحنی ظرفیت پوش اور قاب ۳۰طبقه..... ۱۰۹
شکل۴-۱۳- میانگین ضریب برش پایه مدلهای سازه ای در حوزه نزدیک گسل..... ۱۲۱
شکل۴-۱۴- میانگین ضریب برش پایه مدلهای سازه ای در حوزه دور از گسل..... ۱۲۲
شکل۴-۱۵- درصد تغییرات ضریب برش پایه مدل شماره۲تا۴ نسبت به مدل شماره۱ در حوزه دور و نزدیک گسل..... ۱۲۵
شکل۴-۱۶- مقایسه ضریب برش پایه از تحلیل دینامیکی غیرخطی در ارتفاع قابهای موردمطالعه در حوزه نزدیک گسل..... ۱۲۶
شکل۴-۱۷- مقایسه ضریب برش پایه از تحلیل دینامیکی غیرخطی ارتفاع قابهای موردمطالعه در حوزه دور از گسل..... ۱۲۶
شکل۴-۱۸- مقایسه ضریب برش پایه از تحلیل دینامیکی غیرخطی حوزه نزدیک و دور از گسل زلزله واقع... ۱۲۷
شکل۴-۱۹- مقایسه ضریب برش پایه از تحلیل دینامیکی غیرخطی حوزه نزدیک و دور از گسل زلزله هم پایه شده بهg..... ۱۲۷
شکل۴-۲۰- میانگین زاویه دریفت طبقات از نگاشتهای دور و نزدیک گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیر خطی مدلهای قاب ۷طبقه با نسبت تنش یکسان..... ۱۳۰

شکل۴-۲۱- مقایسه میانگین زاویه دریفت طبقات مدلهای شماره ۱تا ۴ قاب ۷طبقه با نسبت تنش یکسان تحت نگاشت نزدیک و دور از گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیر خطی..... ۱۳۱
شکل۴-۲۲- میانگین زاویه دریفت طبقات از نگاشتهای دور و نزدیک گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیر خطی مدلهای شماره۱تا۴ قاب ۴طبقه..... ۱۳۲
شکل۴-۲۳- مقایسه میانگین زاویه دریفت طبقات تحت نگاشت نزدیک و دور از گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیر خطی مدلهای شماره ۱تا ۴ قاب ۴طبقه..... ۱۳۳
شکل۴-۲۴- میانگین زاویه دریفت طبقات تحت نگاشتهای دور و نزدیک گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیر خطی مدلهای شماره ۱تا ۴ قاب ۷طبقه..... ۱۳۵
شکل۴-۲۵- مقایسه میانگین زاویه دریفت طبقات تحت نگاشت نزدیک و دور از گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیر خطی مدلهای شماره ۱تا ۴ قاب ۷طبقه..... ۱۳۶
شکل۴-۲۶- میانگین زاویه دریفت طبقات مدلهای شماره ۱تا ۴ قاب ۱۰طبقه تحت نگاشتهای دور و نزدیک گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیر خطی..... ۱۳۸
شکل۴-۲۷- مقایسه میانگین زاویه دریفت طبقات مدلهای شماره ۱تا ۴ قاب ۱۰طبقه تحت نگاشت نزدیک و دور از گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیرخطی.....
شکل۴-۲۸- میانگین زاویه دریفت طبقات مدلهای شماره ۱تا ۴ قاب ۱۵طبقه تحت نگاشتهای دور و نزدیک گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیرخطی..... ۱۴۱
شکل۴-۲۹- مقایسه میانگین زاویه دریفت طبقات مدلهای شماره ۱تا ۴ قاب ۱۵طبقه تحت نگاشت نزدیک و دور از گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیرخطی..... ۱۴۲
شکل۴-۳۰- میانگین زاویه دریفت طبقات مدلهای شماره ۱تا ۴ قاب ۲۰طبقه تحت نگاشتهای دور و نزدیک گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیرخطی..... ۱۴۴
شکل۴-۳۱- مقایسه میانگین زاویه دریفت طبقات مدلهای شماره ۱تا ۴ قاب ۲۰طبقه تحت نگاشت نزدیک و دور از گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیرخطی ۱۴۵
شکل۴-۳۲- میانگین زاویه دریفت طبقات مدلهای شماره ۱تا ۴ قاب ۲۵طبقه تحت نگاشتهای دور و نزدیک گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیرخطی..... ۱۴۷
شکل۴-۳۳- مقایسه میانگین زاویه دریفت طبقات مدلهای شماره ۱تا ۴ قاب ۲۵طبقه تحت نگاشت نزدیک و دور از گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیرخطی..... ۱۴۸
شکل۴-۳۴- میانگین زاویه دریفت طبقات مدلهای شماره ۱تا ۴ قاب ۳۰طبقه تحت نگاشتهای دور و نزدیک گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیرخطی..... ۱۵۰
شکل۴-۳۵- مقایسه میانگین زاویه دریفت طبقات مدلهای شماره ۱تا ۴ قاب ۳۰طبقه تحت نگاشت نزدیک و دور از گسل بر اساس تحلیل دینامیکی غیرخطی..... ۱۵۱

شکل۴-۳۶- نمودار درصد تغییرات زاویه دریفت مدلهای ۲ تا ۴ نسبت به مدل شماره۱ در ارتفاع قابهای۴ تا۳۰ طبقه بر اساس میانگین نتایج تحلیل دینامیکی غیرخطی نگاشت نزدیک گسل زلزله واقعی(NF-1) ۱۵۴
شکل۴-۳۷- نمودار درصد تغییرات زاویه دریفت مدلهای ۲ تا ۴ نسبت به مدل شماره۱ در ارتفاع قابهای ۴ تا۳۰طبقه بر اساس میانگین نتایج تحلیل دینامیکی غیرخطی نگاشت نزدیک گسل زلزله هم پایه شده(NF-2) ۱۵۵
شکل۴-۳۸- نمودار درصد تغییرات زاویه دریفت مدلهای ۲ تا ۴ نسبت به مدل شماره۱ در ارتفاع قابهای ۴ تا۳۰طبقه بر اساس میانگین نتایج تحلیل دینامیکی غیرخطی نگاشت دور از گسل زلزله هم پایه شده(FF-2) ۱۵۵
شکل۴-۳۹- زاویه دریفت طبقات در ارتفاع نسبی قاب هفت طبقه بر اساس تحلیل استاتیکی خطی..... ۱۵۹
شکل۴-۴۰- منحنی های ظرفیت مدلهای ۱ تا ۴ قاب هفت طبقه بر اساس تحلیل استاتیکی غیرخطی ۱۶۰
شکل۴-۴۱- منحنی های زاویه دریفت طبقات مدلهای ۱ تا ۴ قاب هفت طبقه بر اساس تحلیل دینامیکی غیرخطی..... ۱۶۲

فهرست جداول

عنـــوان شـــماره

صفحه

جدول۲-۱- مقایسه انواع فولادهای ساختمانی بر اساس آئین نامه های مختلف..... ۲۶
جدول۲-۲- تقسیم بندی فولادها از نظر مقاومت..... ۲۷
جدول۲-۳- تقسیم بندی فولادها از نظر درصد کربن..... ۲۸
جدول۲-۴- عناصر آلیاژی فولاد و خواص هر یک از آنها..... ۳۰
جدول۲-۵- تقسیم بندی فولادهای ساختمانی معمولی..... ۳۳
جدول۳-۱- جزئیات بارگذاری ثقلی مدلهای موردمطالعه..... ۵۴
جدول۳-۲- پارامترهای محاسبه برش پایه هر یک از مدلهای سازه ای بر اساس استاندارد۲۸۰۰..... ۵۶
جدول۳-۳- جزئیات بارگذاری ثقلی مدلهای موردمطالعه..... ۶۲
جدول۳-۴- مقادیر برش پایه و وزن اسکلت سازه و درصد تغییرات نسبت به مدل شماره۱ قاب۷طبقه..... ۶۳
جدول۳-۵- معرفی مقاطع و مقادیر میانگین نسبت تنشهای تیرها و ستونهای قاب ۴طبقه..... ۶۶
جدول۳-۶- معرفی مقاطع و مقادیر میانگین نسبت تنشهای تیرها و ستونهای قاب ۷طبقه..... ۶۸
جدول۳-۷- معرفی مقاطع و مقادیر میانگین نسبت تنشهای تیرها و ستونهای قاب ۱۰طبقه..... ۶۹
جدول۳-۸- معرفی مقاطع و مقادیر میانگین نسبت تنشهای تیرها و ستونهای قاب ۱۵طبقه..... ۷۱
جدول۳-۹- معرفی مقاطع و مقادیر میانگین نسبت تنشهای تیرها و ستونهای قاب ۲۰طبقه..... ۷۲
جدول۳-۱۰- معرفی مقاطع و مقادیر میانگین نسبت تنشهای تیرها و ستونهای قاب ۲۵طبقه..... ۷۴
جدول۳-۱۱- معرفی مقاطع و مقادیر میانگین نسبت تنشهای تیرها و ستونهای قاب ۳۰طبقه..... ۷۶
جدول۳-۱۲- برش پایه و وزن اسکلت سازه بر اساس تحلیل استاتیکی خطی قاب ۴و۷طبقه..... ۷۸
جدول۳-۱۳- برش پایه و وزن اسکلت سازه بر اساس تحلیل استاتیکی خطی قاب ۱۰و۱۵طبقه..... ۷۸
جدول۳-۱۴- برش پایه و وزن اسکلت سازه بر اساس تحلیل استاتیکی خطی قاب ۲۰و۲۵طبقه..... ۷۸
جدول۳-۱۵- برش پایه و وزن اسکلت سازه بر اساس تحلیل استاتیکی خطی قاب ۳۰طبقه..... ۷۹
جدول۴-۱- زمان تناوب و درصد مشارکت مد اول در تحلیل استاتیکی خطی مدلهای سازه ای مورد مطالعه..... ۹۲
جدول۴-۲- قادیر زاویه دریفت و مبنا و ضریب برش از آنالیز استاتیکی غیرخطی مدلهای قاب ۷طبقه با نسبت تنش یکسان..... ۹۴
جدول۴-۳- مقادیر زاویه دریفت هدف سطح عملکرد ایمنی جانی، زاویه دریفت مبنا از آنالیز استاتیکی غیرخطی و ضریب برش پایه آنالیز استاتیکی خطی و غیرخطی مدلهای سازه ای ۴و۷طبقه..... ۹۶

جدول۴-۴- مقادیر زاویه دریفت هدف سطح عملکرد ایمنی جانی، زاویه دریفت مبنا از آنالیز استاتیکی غیرخطی و ضریب برش پایه آنالیز استاتیکی خطی و غیرخطی مدلهای سازه ای ۱۰و۱۵طبقه..... ۹۶
جدول۴-۵- مقادیر زاویه دریفت هدف سطح عملکرد ایمنی جانی، زاویه دریفت مبنا از آنالیز استاتیکی غیرخطی وضریب برش پایه آنالیز استاتیکی خطی و غیرخطی مدلهای سازه ای قابهای ۲۰ و ۲۵طبقه..... ۹۷
جدول۴-۶- مقادیر زاویه دریفت هدف سطح عملکرد ایمنی جانی، زاویه دریفت مبنا از آنالیز استاتیکی غیرخطی وضریب برش پایه آنالیز استاتیکی خطی و غیر خطی مدل سازه ای قاب ۳۰طبقه..... ۹۷
جدول۴-۷- نگاشتهای به کاربرده شده جهت تحلیل مدلهای سازه ای در حوزه دور و نزدیک گسل..... ۱۱۰
جدول۴-۸- برش پایه و ضریب برش پایه بر اساس تحلیل دینامیکی غیرخطی تحت نگاشتهای دور و نزدیک گسل قاب ۷طبقه با نسبت تنش یکسان..... ۱۱۱
جدول۴-۹- برش پایه وضریب برش پایه بر اساس تحلیل دینامیکی غیرخطی تحت نگاشتهای دور و نزدیک گسل قاب۴و۷ طبقه..... ۱۱۱
جدول۴-۱۰- برش پایه وضریب برش پایه بر اساس تحلیل دینامیکی غیرخطی تحت نگاشتهای دور و نزدیک گسل قاب۱۰و۱۵طبقه..... ۱۱۲
جدول۴-۱۱- برش پایه وضریب برش پایه بر اساس تحلیل دینامیکی غیرخطی تحت نگاشتهای دور و نزدیک گسل قاب۲۰و۲۵طبقه..... ۱۱۲
جدول۴-۱۲- برش پایه وضریب برش پایه بر اساس تحلیل دینامیکی غیرخطی تحت نگاشتهای دور و نزدیک گسل قاب ۳۰طبقه..... ۱۱۳
جدول۴-۱۳- مقادیر میانگین ضریب برش پایه و درصد تغییرات درقابهای۴و۷طبقه..... ۱۱۴
جدول۴-۱۴- مقادیر میانگین ضریب برش پایه و درصد تغییرات درقابهای۱۰و۱۵و۲۰طبقه..... ۱۱۵
جدول۴-۱۵- مقادیر میانگین ضریب برش پایه و درصد تغییرات درقابهای۲۵و۳۰طبقه..... ۱۱۵
جدول۴-۱۶- مقادیر حداکثر زاویه دریفت طبقات و درصد تغییرات آن در قابهای ۴، ۷و ۱۰ طبقه..... ۱۵۳
جدول۴-۱۷- مقادیر حداکثر زاویه دریفت طبقات و درصد تغییرات آن در قابهای ۱۵،۲۰و۲۵و۳۰طبقه..... ۱۵۴
جدول۴-۱۸- مقایسه مقادیر درصد تغییرات حداکثر زاویه دریفت طبقات بر اساس نگاشتهای مختلف..... ۱۵۷
جدول۴-۱۹- مقادیر میانگین نسبت تنش تیرها و ستونها، درصد تغییرات نسبت به مدل شماره۱، برش پایه و ضریب برش پایه مدلهای شماره ۱ تا ۴ قاب هفت طبقه بر اساس تحلیل استاتیکی خطی..... ۱۵۸
جدول۴-۲۰- مقادیر زاویه دریفت هدف، زاویه دریفت مبنا، برش پایه و ضریب برش پایه از تحلیل استاتیکی غیرخطی و ضریب برش پایه از تحلیل استاتیکی خطی..... ۱۶۰

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه ای بر تحقیق

امروزه به دلیل رشد روز افزون جمعیت و افزایش تقاضا برای مواد اولیه و انرژی راه حل هایی به منظور بهینه کردن استانداردها و مصالح مصرفی، تولید و کاهش هزینه ها مورد توجه میباشد. یکی از راهکارهایی که در صنعت ساخت و ساز می توان از آن بهره جست، استفاده از مصالح با مقاومت بالا می باشد. به دلیل مقاومت بیشتر فولادهای با مقاومت بالا می توان از مقاطع ظریفتری نسبت به فولادهای نرمه ساختمانی استفاده کرد. لذا این امر باعث کاهش وزن سازه و درنتیجه هزینه می شود. از طرفی ظریفتر شدن مقاطع به خصوص در ستونها باعث افزایش لاغری شده و از تمام ظرفیت مقطع در تحمل تنش استفاده نمیشود.

۱-۲- لزوم انجام تحقیق

با توجه اینکه در آیین نامه های معتبر بین المللی طراحی سازه های فولادی و مبحث دهم مقررات ملی در رابطه با طراحی سازه های فولادی با فولاد مقاومت بالا ضوابط و محدودیتهای خاصی وجود ندارد و از طرفی رفتار تردتر فولاد مقاومت بالا و مقاومت تسلیم و حدنهایی بالاتر آن نسبت به فولاد معمولی لزوم بررسی رفتار غیرخطی سازه های با فولاد مقاومت بالا را ایجاد میکند. در سازه های قاب خمشی فولادی تیرها، ستون ها و چشمه های اتصال، المان های لرزه بر سازه ای هستند و وظیفه تامین شکل پذیری سازه به عهده این المان ها است. چنانچه هرکدام از المان های مذکور شکل پذیری و رفتار غیرخطی لازم را نداشته باشند، نیروی زلزله توسط آنها جذب نشده و رفتار پلاستیک جهت ایجاد مفصل پلاستیک تامین نمیشود. بر اساس ایده تیرضعیف ستون قوی در طراحی سازه های قاب خمشی فولادی، سعی می شود از ایجاد مفاصل پلاستیک در ستون ها اجتناب گردد، بنابراین لازم است تیرها و ستونها در کاربرد فولاد مقاومت بالا و فولاد معمولی دارای رفتار الاستوپلاستیک لازم برای تامین این ایده باشند.

۱-۳- اهداف تحقیق و نوآوری

هدف از این تحقیق، بررسی تحلیلی رفتار لرزه ای سازه های فولادی دوگانه با فولاد نرمه و مقاومت بالا می باشد. با توجه به اینکه در تحقیقات گذشته، در بررسی های تحلیلی رفتارهای سازه های فولادی از فولاد با مقاومت معمولی استفاده شده و مطالعات آزمایشگاهی زمان وهزینه بر بوده و در مقیاسهای واقعی براحتی قابل مدلسازی نیستند، سعی شده تا انواع حالتهای ممکن در طراحی قاب خمشی فولادی دوگانه با فولاد معمولی(st37) و فولاد مقاومت بالا(st52) مدلسازی و بررسیهای تحلیلی انجام شود. در این تحقیق رفتار تحلیلی مدلهای قابهای دوگانه کوتاه تا بلند مرتبه بررسی و نتایج با مدل قاب با فولاد معمولی مقایسه شد.

۱-۴- فرضیه های تحقیق

الف: انتظار می رود که با در نظر گرفتن فولاد مقاومت بالا(st52) به جای فولاد معمولی(st37)، بدلیل افزایش مقاومت در سطح مقطعهای ثابت، کاهش نسبت تنش و ثابت بودن تغییرمکان جانبی و ضریب برش پایه مشاهده شود.

ب: انتظار می رود که اگر از نظر تغییرمکان جانبی محدودیتی برای طراحی تیر و ستونهای قاب خمشی در نظر گرفته نشود، با تغییر نوع فولاد از فولاد معمولی به فولاد مقاومت بالا، کاهش سطح مقطع برای ثابت نگهداشتن نسبت تنش در دو نوع فولاد نتیجه شود.

پ: با توجه به مقاومت بالای فولاد مقاومت بالا انتظار میرود نیروی برش پایه غیرخطی در مدلهای سازه ای با فولاد مقاومت بالا بیشتر از مدل سازه ای با فولاد معمولی باشد و ظرفیت تغییرشکل غیرخطی آن حداقل به اندازه سازه های با فولاد معمولی باشد.

۱-۵- فرضیات تحقیق

۱-۵-۱- نرم افزارهای مورد استفاده

دراین تحقیق جهت مدلسازی، طراحی قاب های خمشی فولادی و بررسی نتایج تحلیل خطی از نرم افزار Etabs v9.7 استفاده شده است. همچنین جهت بررسی رفتار استاتیکی و دینامیکی غیرخطی مدل های قاب خمشی فولادی از نرم افزارPerform-3D v4 استفاده شده است.

۱-۵-۲- مشخصات المان های مورد استفاده در نرم افزار

تیرها و ستون ها در این فرایند توسط المان های FEMA-356 مدل شده است که این المان قابلیت تعریف مشخصات هندسی(سطح مقطع)، مشخصات مصالح مصرفی(تنش تسلیم، برش تسلیم و مدول الاستیسیته) و مشخصات مفصل پلاستیک(بر اساس ضوابط بهسازی لرزه ای و FEMA-356) را داراست.

۱-۵-۳- آیین نامه های مورد استفاده

- مقررات ملی ساختمان، مبحث دهم، طرح و اجرای ساختمان های فولادی
- مقررات ملی ساختمان، مبحث ششم، بارگذاری ساختمان
- آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، استاندارد ۲۸۰۰(ویرایش سوم)
- دستورالعمل بهسازی لرزه ای سازه های موجود، نشریه۳۶۰ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

۱-۵-۴- روش تحلیل

در این تحقیق به منظور طراحی اولیه و بررسی رفتار خطی سازه ها، روش های تحلیل استاتیکی معادل خطی در سازه های کمتر از ۵۰ متر و تحلیل دینامیکی طیفی خطی در سازه های بلندتر از ۵۰ متر در نظرگرفته شده است. همچنین به منظور بررسی رفتار سازه در محدوده های غیر خطی استاتیکی