بسم الله الرحمن الرحیم

گروه عمران – سازه

ارزیابی رفتار لرزه‌ای ساختمان‌های دارای سیستم باربر جانبی متفاوت در ارتفاع با استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی

استاتید راهنما:

دکتر هوشیار ایمانی کله‌سر

دکتر مجید پاسبانی

استاد مشاور:

دکتر هدایت‌الله مشعشعی

توسط:

راهب خاکپور

دانشگاه محقق اردبیلی

پاییز-۱۳۹۱

ارزیابی رفتار لرزه‌ای ساختمان‌های دارای سیستم باربر جانبی متفاوت در ارتفاع با استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی

توسط:

راهب خاکپور

پایان نامه برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران – گرایش سازه

از

دانشگاه محقق اردبیلی

اردبیل- ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: .....

دکتر هوشیار ایمانی کله‌سر (استاد راهنمای اول و رئیس کمیته داوران).....استادیار

دکتر مجید پاسبانی خیاوی (استاد راهنمای دوم).....استادیار

دکتر هدایت الله مشعشعی (استاد مشاور).....استادیار

دکتر رحمت الله نگهدار (داور داخلی).....استادیار

مهرماه ۱۳۹۱

نام خانوادگی : خاکپور نام : راهب

عنوان پایان‌نامه : ارزیابی رفتار لرزه‌ای ساختمان‌های دارای سیستم باربر جانبی متفاوت در ارتفاع با استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی

اساتید راهنما : ۱- دکتر هوشیار ایمانی کله‌سر
۲- دکتر مجید پاسبانی خیاوی
استاد مشاور : دکتر هدایت‌الله مشعشعی

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد رشته تحصیلی : عمران گرایش : سازه دانشگاه : محقق اردبیلی
دانشکده : فنی و مهندسی تاریخ فارغ‌التحصیلی : ۹۱/۰۷/ ۲۴ تعداد صفحه : ۱۳۹

کلید واژه‌ها : ارزیابی عملکرد، تحلیل استاتیکی غیر خطی، تغییر سیستم در ارتفاع، تغییر نوع بادبند همگرا در ارتفاع، سازه‌های فولادی، سیستم باربرجانبی متفاوت در ارتفاع، نمودارهای پوش‌آور

چکیده:

امروزه ساختار سازه‌ها به‌دلایل مسائل معماری، سازه‌ای و ... به استفاده از سیستم‌های باربر جانبی مختلف در ارتفاع متمایل شده است و کاربرد سازه‌هایی با دو سیستم مقاوم باربر جانبی مختلف در ارتفاع تحت عنوان سازه های ترکیبی بیش از پیش رایج شده است.بنابراین نحوه‌ی طراحی این نوع ساختمان ها در برابر نیروهای لرزه‌ای بسیار مهم است. در این پژوهش ابتدا با در نظر گرفتن قاب‌هایی با تعداد طبقات۵، ۷و ۹ طبقه، به صورتی‌که در این سازه‌ها یکبار با تغییر نوع سیستم در ارتفاع و بار دیگر با تغییر در نوع بادبندهای همگرا در ارتفاع، برای هرکدام از اینحالاتبراساسروش هایمذکوردر آیین نامه‌ی ۲۸۰۰، به‌کمک نرم‌فزارEtabsویاSap2000تحلیلو طراحیصورت می‌گیرد. بعد از تحلیل و طراحی این سازه‌ها، برای هرکدام از حالات فوق‌الذکر یک تحلیل استاتیکی غیرخطی صورت می‌گیرد و نهایتا با توجه به مقادیر پاسخ هر کدام از این حالت‌ها، به ارزیابی رفتار لرزه‌ای سازه پرداخته خواهد شد.

در این پژوهش به مسائل زیر پرداخته خواهد شد:

۱- بررسی نمودارهای حاصل از تحلیل استاتیکی غیرخطی شامل نمودارهای پوش‌آور، مودها، زمان تناوبی و . . .
۲- بررسی چگونگی تشکیل مفاصل پلاستیک با تغییر در سیستم و نوع مهاربند در ارتفاع
۳- ارزیابی عملکرد رفتار سازه در برابر زلزله
۴- و در آخر با جمع‌بندی نتایج به ارائه پیشنهادات و راهکارهایی برای بهبود رفتار سازه پرداخته می‌شود.

به‌دلیل پیچیدگی‌های زیاد در تحلیل و نداشتن الگوی رفتاری مناسب برای این نوع سازه‌ها تا حد زیادی در استفاده از سازه‌های با تغییر سیستم در ارتفاع خودداری کرد ولی برای سازه‌های با تغییر نوع بادبند همگرا در ارتفاع به‌دلیل داشتن رفتارهای مشابه سازه‌ها، می‌توان با ضوابط سخت‌گیرانه‌تری به‌منظور شکل‌پذیرتر شدن سازه‌های مورد مطالعه و نیز استهلاک بیشتر انرژی زلزله و صرفه اقتصادی در بکارگیری مصالح فولادی کمتر، استفاده نمود.

فهرست مطالب

عنـــــــــوان صـــــــفحه

فصل اول – کلیات

۱-۱) مقدمه..... ۲

۱-۲) گروه‌بندی ساختمان‌ها بر اساس سیستم سازه‌ای..... ۳

۱-۳) ملاحظات پیکربندی سازه‌ای..... ۶

۱-۴) تعریف مسئله..... ۷

۱-۵) مروری بر پیشینه تحقیق..... ۸

۱-۶) فصل‌های مختلف پژوهش..... ۱۰

فصل دوم – انواع سیستم‌های ساختمانی و ضوابط طراحی آن‌ها

۲-۱) مقدمه..... ۱۲

۲-۲) بادبند و هدف بکارگیری آن..... ۱۲

۲-۳) سیستم مهاربندی همگرا..... ۱۳

۲-۴) قاب مهاربندی شده همگرای معمولی..... ۱۵

۲-۵) قاب‌های مهاربندی شده همگرای ویژه..... ۱۶

۲-۶) سیستم مهاربندی همگرا با بادبند قطری..... ۱۷

۲-۶-۱) انواع بادبندهای قطری..... ۱۸

۲-۶-۲) تناسب‌بندی بادبندها در سازه‌ها..... ۲۰

۲-۶-۳) رفتار هیسترزیس بابندهای قطری..... ۲۱

۲-۷) سیستم مهاربندی همگرا با بادبندی x– شکل..... ۲۲

۲-۷-۱) انواع بادبندهای x- شکل..... ۲۳

۲-۷-۲) رفتار هیسترزیس بادبندهای x– شکل.....۲۴
۲-۷-۳) کمانش بادبندهای x– شکل و تاثیر اتصال وسط.....۲۵
۲-۸) مهاربندهای ۷ و۸.....۲۷
۲-۹) ظوابط طراحی لرزه‌ای CBF.....۳۰
۲-۱۰) ضوابط طراحی سیستم‌های مهاربندی(CBF) در ایین‌نامه ۲۸۰۰.....۳۰
۲-۱۱) ضوابط طراحی لرزه‌ای سیستم‌های قاب‌خمشی در ایین نامه ۲۸۰۰.....۳۱
۲-۱۱-۱) مقاومت اعضا.....۳۱
۲-۱۱-۲) مقاومت ستون‌ها.....۳۱

فصل سوم – اصول، مفاهیم کلی و فلسفه روش طراحی براساس عملکرد

۳-۱) مقدمه.....۳۴
۳-۲) کلیات روش طراحی عملکردی بر اساس دستورالعمل بهسازی.....۳۵
۳-۳) سطوح عملکرد.....۳۵
۳-۴) سطوح خطر(خطرپذیری).....۳۷
۳-۵) اهداف بهسازی.....۳۸
۳-۶) انواع روش‌های تحلیل سازه در دستورالعمل بهسازی.....۴۱
۳-۷) محدوده کاربرد روش‌های خطی.....۴۲
۳-۸) محدوده کاربرد روش‌های غیرخطی.....۴۴
۳-۹) روش تحلیل استاتیکی معادل.....۴۵
۳-۱۰) تحلیل دینامیکی خطی.....۴۶
۳-۱۱) تحلیل استاتیکی غیرخطی.....۴۶
۳-۱۲) تحلیل دینامیکی غیرخطی.....۴۷
۳-۱۳) اصول و مفاهیم تحلیل استاتیکی غیرخطی.....۴۷
۳-۱۴) الگوهای بار جانبی در روش تحلیل استاتیکی غیرخطی.....۴۹

۳-۱۵) تعیین تغییرمکان هدف..... ۵۰

فصل چهارم – قواعد مدل‌سازی به‌منظور تحلیل استاتیکی غیرخطی

۴-۱) مقدمه..... ۵۴
۴-۲) معرفی نرم‌افزار..... ۵۴
۴-۳) خلاصه‌ای ازمراحل انجام تحلیل بار افزون در نرم‌افزار..... ۵۴
۴-۴) نحوه اعمال ترکیب‌بار ثقلی و الگوهای توزیع بارجانبی..... ۵۵
۴-۵) اثرات همزمان مولفه‌های موجود و اثرات پیچش..... ۵۶
۴-۶) الگوی ترکیب بار مورد استفاده در نرم افزار..... ۵۶
۴-۷) رفتار اجزای سازه..... ۵۷
۴-۸) مدل‌سازی رفتار غیرخطی مهاربندها..... ۵۹
۴-۹) مدلسازی رفتار غیرخطی ستون‌ها..... ۶۲
۴-۹-۱) معیارهای پذیرش ستون‌ها..... ۶۳
۴-۱۰) اثرΔ-P (رفتار غیر خطی هندسی) ۶۵

فصل پنجم – تحلیل و طراحی سازه‌ها و ارائه نتایج

۵-۱) مقدمه..... ۶۸
۵-۲) مشخصات مقاطع و مصالح مصرفی..... ۶۸
۵-۳) هندسه سازه‌ها و بارگذاری ثقلی..... ۶۹
۵-۴) تحلیل و طراحی سازه‌ها به روش متداول نیرویی..... ۷۳
۵-۴-۱) فرضیات و ضوابط اعمال شده در تحلیل و طراحی خطی..... ۷۳
۵-۴-۲) نتایج طراحی خطی..... ۷۷

۵-۵) تحلیل استاتیکی غیرخطی و ارزیابی عملکرد سازه‌ها..... ۸۷
۵-۵-۱) نحوه انتخاب الگوی بارجانبی..... ۸۷
۵-۵-۲) محاسبه تغییرمکان هدف به روش ضرایب تغییرمکان..... ۸۸
۵-۵-۳) نحوه ارزیابی عملکرد سازه‌ها براساس دستورالعمل بهسازی..... ۹۰
۵-۶) نتایج به دست آمده از تحلیل استاتیکی غیرخطی..... ۹۲
۵-۷) نمودارهای حاصل از تحلیل پوش‌آور..... ۱۲۴
۵-۸) تغییرات زمان تناوب..... ۱۲۶

فصل ششم - نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۶-۱) مقدمه..... ۱۳۱
۶-۲) نتایج..... ۱۳۱
۶-۳) پیشنهادات برای مطالعات آتی..... ۱۳۶

فهرست مراجع..... ۱۳۷

عنوان

فهرست اشکال

صفحه

فصل اول

شکل ۱-۱- سیستم مهاربندی هم‌محور..... ۴

شکل ۱-۲- مهاربندی برون‌محور..... ۵

شکل۱-۳- تغییر شکل قاب خمشی..... ۵

فصل دوم

شکل ۲-۱- نحوه عملکرد مهاربند..... ۱۳

شکل ۲-۲- انواع مهاربندهای همگرا..... ۱۴

شکل ۲-۳- قاب همگرا..... ۱۵

شکل۲-۴-نمای کلی از اتصالات در قاب SCBF..... ۱۷

شکل۲-۵-انواع اتصالات در قاب‌های SCBF..... ۱۷

شکل ۲-۶- منحنی هیسترزیس بادبند فقط کششی..... ۱۸

شکل ۲-۷- منحنی هیسترزیس بادبند کششی- فشاری..... ۱۹

شکل ۲-۸- رفتار غیرخطی OCBFها تحت بارهای لرزه‌ای(تیر و ستون در حالت الاستیک باقی می‌مانند)..... ۲۰

شکل۲-۹- تناسب‌بندی نامناسب سازه (عمده مقاومت جانبی با بادبندهای فشاری تامین‌شده)..... ۲۰

شکل۲-۱۰- تناسب‌بندی مناسب بادبندها در سازه..... ۲۰

شکل ۲- ۱۱-تناسب بندی بادبند در پلان..... ۲۱

شکل۲-۱۲- منحنی هیسترزیس بادبند تحت بارگذاری سیکلی..... ۲۱

شکل۲-۱۳- تغیرشکل الاستیک سازه..... ۲۲

شکل۲-۱۴-شرایط غیر ارتجاعی سازه..... ۲۳

شکل۲-۱۵- منحنی هیسترزیس بادبندی‌های X-شکل..... ۲۴

شکل۲-۱۶-سختی چرخشی و سختی انتقالی بادبندX-شکل..... ۲۵

شکل۲-۱۷-اتصال وسط همانند فنر..... ۲۵

شکل۲-۱۸-اتصال مفصلی..... ۳۲

شکل۲-۱۹- اتصال پیوسته..... ۳۲
شکل۲-۲۰-اتصال پیوسته بادبند در وسط..... ۲۷
شکل۲-۲۱- اتصال منقطع-پیوسته(این عکس به موازات ورق گرفته شده است)..... ۲۷
شکل۲-۲۲-بادبند شورون..... ۲۸
شکل۲-۲۳-نیروهای غیر متعادل مهاربندهای کششی و فشاری در طراحی به‌روش تنش مجاز..... ۲۸
شکل۲-۲۴-نیروهای غیر متعادل مهاربندهای کششی و فشاری در طراحی به‌روش تنش حالات حدی..... ۲۹
شکل۲-۲۵-بادبند k..... ۲۹

فصل سوم

شکل۳-۱-منحنی ظرفیت در حالت کلی و نمایش سطوح عملکرد..... ۳۶
شکل ۳-۲-نمودار اختلاف روش خطی و غیرخطی..... ۴۲
شکل ۳-۳-سختی جانبی..... ۴۵
شکل ۳-۴-سیکل بارگذاری..... ۴۷
شکل۳-۵- منحنی پوش‌اور..... ۴۸
شکل۳-۶-نمونه‌هایی از الگوهای بار جانبی..... ۴۹

فصل چهارم

شکل ۴-۱- منحنی رفتاری عضو شکل‌پذیر ، $e/g>2$..... ۵۸
شکل ۴-۲- منحنی رفتاری عضو نیمه شکل‌پذیر..... ۵۸
شکل ۴-۳- منحنی رفتاری عضو ترد..... ۵۸
شکل ۴-۴- منحنی رفتاری بکار رفته در دستورالعمل بهسازی همراه با معیارهای پذیرش..... ۵۹
شکل ۴-۵- منحنی رفتاری مهاربندها مطابق دستورالعمل بهسازی..... ۶۰
شکل۴-۶- اثراتΔ-P..... ۶۶

فصل پنجم

شکل ۵-۱- نمونه‌ای از مقطع باکسی مورد استفاده..... ۶۹
شکل ۵-۲-پلان سازه مورد مطالعه..... ۶۹
شکل۵-۳- مدل‌های ۵ طبقه ۷۰

شکل۵-۴- مدل‌های ۷ طبقه..... ۷۰
شکل۵-۵- مدل‌های ۹ طبقه..... ۷۱
شکل ۵-۶-بارگذاری بار زنده وارد بر واحد طول($^{kg}/_{m}$)..... ۷۲
شکل ۵-۷-بارگذاری بار مرده وارد بر واحد طول($^{kg}/_{m}$)..... ۷۲
شکل۵-۸-نمونه‌ای از نامگذاری مدل‌ها..... ۷۳
شکل ۵-۹- مدل 5 Λ..... ۷۸
شکل ۵-۱۰- مدل 5 Λ 2 /..... ۷۸
شکل ۵-۱۱- مدل 5 Λ 2 M.f..... ۷۸
شکل ۵-۱۲- مدل 5 /..... ۷۸
شکل ۵-۱۳- مدل 5 / 2 M.f..... ۷۹
شکل ۵-۱۴- مدل 5 M.frame..... ۷۹
شکل ۵-۱۵- مدل 5 X..... ۷۹
شکل ۵-۱۶- مدل 5 X 2 Λ..... ۷۹
شکل ۵-۱۷- مدل 5 X 2 /..... ۸۰
شکل ۵-۱۸- مدل 5 X 2 M.f..... ۸۰
شکل ۵-۱۹- مدل 7 Λ..... ۸۰
شکل ۵-۲۰- مدل 7 Λ 2 /..... ۸۰
شکل ۵-۲۱- مدل 7 Λ 2 M.f..... ۸۱
شکل ۵-۲۲- مدل 7 /..... ۸۱
شکل ۵-۲۳- مدل 7 / 2 M.f..... ۸۱
شکل ۵-۲۴- مدل 7 M.frame..... ۸۱
شکل ۵-۲۵- مدل 7 X..... ۸۲
شکل ۵-۲۶- مدل 7 X 2 Λ..... ۸۲
شکل ۵-۲۷- مدل 7 X 2 /..... ۸۲
شکل ۵-۲۸- مدل 7 X 2 M.f..... ۸۲

شکل ۵-۲۹- مدل 9 Λ ۸۳
شکل ۵-۳۰- مدل 9 Λ 3 / ۸۳
شکل ۵-۳۱- مدل 9 Λ 3 M.f ۸۳
شکل ۵-۳۲- مدل 9 / ۸۳
شکل ۵-۳۳- مدل 9 / 3 M.f ۸۴
شکل ۵-۳۴- مدل 9 M.frame ۸۴
شکل ۵-۳۵- مدل 9 X ۸۴
شکل ۵-۳۶- مدل 9 X 3 Λ ۸۴
شکل ۵-۳۷- مدل 9 X 3 / ۸۵
شکل ۵-۳۸- مدل 9 X 3 M.f ۸۵
شکل ۵-۳۹- نمونه‌ای از مفصل پلاستیک تعریف شده در نرم‌افزار برای عضو مهاربندی ۹۲
شکل ۵-۴۰- نمودار تغییرمکان نسبی جانبی مدل‌های ۵ طبقه تحت الگوی بار استاتیکی خطی ۹۳
شکل ۵-۴۱- نمودار تغییرمکان نسبی جانبی مدل‌های ۵ طبقه تحت الگوی بار یکنواخت ۹۳
شکل ۵-۴۲- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل 5 Λ ۹۴
شکل ۵-۴۳- منحنی بارافزون مدل 5 Λ تحت ترکیب بار ، δ_t=4.54 cm ۹۴
شکل ۵-۴۴- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل 5 Λ 2 / ۹۵
شکل ۵-۴۵- منحنی بارافزون مدل 5 Λ 2 / 5تحت ترکیب بار ، δ_t=4.54 cm ۹۵
شکل ۵-۴۶- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل 5 Λ 2 M.f ۹۶
شکل ۵-۴۷- منحنی بارافزون مدل5 Λ 2 M.f تحت ترکیب بار ، δ_t=11.22 cm ۹۶
شکل ۵-۴۸- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل 5 / ۹۷
شکل ۵-۴۹- منحنی بارافزون مدل 5 / تحت ترکیب بار ، δ_t=5.24 cm ۹۷
شکل ۵-۵۰- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل 5 / 2 M.f ۹۸
شکل ۵-۵۱- منحنی بارافزون مدل 5 / 2 M.f تحت ترکیب بار ، δ_t=10.61 cm ۹۸
شکل ۵-۵۲- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل 5 M.frame ۹۹

شکل ۵-۵۳- منحنی بارافزون مدل 5 M.frame تحت ترکیب بار ، δ_t=2.22cm ۹۹
شکل ۵-۵۴- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل 5 X ۱۰۰
شکل ۵-۵۵- منحنی بارافزون مدل 5 X تحت ترکیب بار ، δ_t=4.82 cm ۱۰۰
شکل ۵-۵۶- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل 5 X 2 Λ ۱۰۱
شکل ۵-۵۷- منحنی بارافزون مدل 5 X 2 Λ تحت ترکیب بار ، δ_t=5.26 cm ۱۰۱
شکل ۵-۵۸- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل / 5 X 2 ..... ۱۰۲
شکل ۵-۵۹- منحنی بارافزون مدل / 5 X 2 تحت ترکیب بار ، δ_t=5.83 cm ۱۰۲
شکل ۵-۶۰- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل 5 X 2 M.f ۱۰۳
شکل ۵-۶۱- منحنی بارافزون مدل 5 X 2 M.f تحت ترکیب بار ، δ_t=10.54cm ۱۰۳
شکل ۵-۶۲- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل 7 Λ ۱۰۴
شکل ۵-۶۳- منحنی بارافزون مدل 7 Λ تحت ترکیب بار ، δ_t=7.4 cm ۱۰۴
شکل ۵-۶۴- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل / 7 Λ 2 ..... ۱۰۵
شکل ۵-۶۵- منحنی بارافزون مدل / 7 Λ 2تحت ترکیب بار ، δ_t=8.09 cm ۱۰۵
شکل ۵-۶۶- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل 7 Λ 2 M.f ۱۰۶
شکل ۵-۶۷- منحنی بارافزون مدل 7 Λ 2 M.f تحت ترکیب بار ، δ_t=12.63 cm ۱۰۶
شکل ۵-۶۸- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل / 7 ..... ۱۰۷
شکل ۵-۶۹- منحنی بارافزون مدل / 7 تحت ترکیب بار ، δ_t=8.08cm ۱۰۷
شکل ۵-۷۰- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل 7 / 2 M.f ۱۰۸
شکل ۵-۷۱- منحنی بارافزون مدل 7 / 2 M.f تحت ترکیب بار ، δ_t=12.47 cm ۱۰۸
شکل ۵-۷۲- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل 7 M.frame ۱۰۹
شکل ۵-۷۳- منحنی بارافزون مدل 7 M.frame تحت ترکیب بار ، δ_t=26.9 cm ۱۰۹
شکل ۵-۷۴- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل 7 X ۱۱۰

شکل ۵-۷۵- منحنی بارافزون مدل X 7 تحت ترکیب بار ، δ_t=7.68 cm ۱۱۰
شکل ۵-۷۶- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل Λ 2 X 7 ..... ۱۱۱
شکل ۵-۷۷- منحنی بارافزون مدل Λ 2 X 7 تحت ترکیب بار ، δ_t=7.71 cm ۱۱۱
شکل ۵-۷۸- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل / 2 X 7 ..... ۱۱۲
شکل ۵-۷۹- منحنی بارافزون مدل / 2 X 7 تحت ترکیب بار ، δ_t=8.16 cm ۱۱۲
شکل ۵-۸۰- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل M.f 2 X 7 ..... ۱۱۳
شکل ۵-۸۱- منحنی بارافزون مدل M.f 2 X 7 تحت ترکیب بار ، δ_t=12.24cm ۱۱۳
شکل ۵-۸۲- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل Λ 9 ..... ۱۱۴
شکل ۵-۸۳- منحنی بارافزون مدل Λ 9 تحت ترکیب بار ، δ_t=10.31cm ۱۱۴
شکل ۵-۸۴- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل / 3 Λ 9 ..... ۱۱۵
شکل ۵-۸۵- منحنی بارافزون مدل / 3 Λ 9تحت ترکیب بار ، δ_t=10.88cm ۱۱۵
شکل ۵-۸۶- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل M.f 3 Λ 9 ..... ۱۱۶
شکل ۵-۸۷- منحنی بارافزون مدل M.f 3 Λ 9 تحت ترکیب بار ، δ_t=17.22cm ۱۱۶
شکل ۵-۸۸- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل / 9 ..... ۱۱۷
شکل ۵-۸۹- منحنی بارافزون مدل / 9تحت ترکیب بار ، δ_t=11.44 cm ۱۱۷
شکل ۵-۹۰- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل M.f 3 / 9 ..... ۱۱۸
شکل ۵-۹۱- منحنی بارافزون مدلM.f 3 / 9 تحت ترکیب بار ، δ_t=16.57 cm ۱۱۸
شکل ۵-۹۲- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل M.frame 9 ..... ۱۱۹
شکل ۵-۹۳- منحنی بارافزون مدل M.frame 9 تحت ترکیب بار ، δ_t=35.02 cm ۱۱۹
شکل ۵-۹۴- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدلX 9 ..... ۱۲۰
شکل ۵-۹۵- منحنی بارافزون مدل X 9 تحت ترکیب بار ، δ_t=11.17cm ۱۲۰
شکل ۵-۹۶- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل Λ 3 X 9 ..... ۱۲۱

شکل ۵-۹۷- منحنی بارافزون مدل9 X 3 Λ تحت ترکیب بار ، δ_t=11.71cm ۱۲۱
شکل ۵-۹۸- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل / 9 X 3 ..... ۱۲۲
شکل ۵-۹۹- منحنی بارافزون مدل / 9 X 3تحت ترکیب بار ، δ_t=12.04 cm ۱۲۲
شکل ۵-۱۰۰- نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل 9 X 3 M.f ۱۲۳
شکل ۵-۱۰۱- منحنی بارافزون مدل 9 X 3 M.fتحت ترکیب بار ، δ_t=12.03 cm ۱۲۳
شکل۵-۱۰۲-منحنی Pushover برای سازه ۵ طبقه ۱۲۴
شکل۵-۱۰۳-منحنی Pushover برای سازه ۷ طبقه ۱۲۵
شکل۵-۱۰۴-منحنی Pushover برای سازه ۹ طبقه ۱۲۵
شکل ۵-۱۰۵- مقایسه مقادیر پریود مودهای مختلف در مدل‌های ۵ طبقه ۱۲۷
شکل ۵-۱۰۶- مقایسه مقادیر پریود مودهای مختلف در مدل‌های ۷ طبقه ۱۲۷
شکل ۵-۱۰۷- مقایسه مقادیر پریود مودهای مختلف در مدل‌های ۹ طبقه ۱۲۸

فصل ششم

شکل۶-۱-نمودار خطی مقاومت-تغییرمکان ۱۳۲

عنوان | فهرست جداول | صفحه

جدول ۲-۱ ..... ۳۱
جدول ۲-۲ ..... ۳۱
جدول۳-۱- پارامترهای مدل‌سازی و معیارهای پذیرش در دستورالعمل بهسازی، نمونه‌ای در مورد تیر و ستون..... ۳۹
جدول۳-۲- پارامترهای مدل‌سازی و معیارهای پذیرش در دستورالعمل بهسازی..... ۴۰
جدول۳-۳-مقادیر تقریبی ضریب اصلاح C_0..... ۵۱
جدول ۳-۴- مقادیر ضریب اصلاح C_2..... ۵۲
جدول ۴-۱- تلاش‌های کنترل شونده..... ۵۸
جدول ۴-۲- پارامترهای مدل‌سازی و معیارهای پذیرش مهاربندها مطابق دستورالعمل بهسازی..... ۶۰
جدول ۴-۳- محاسبه ضرایب مقیاس برای منحنی رفتاری برای مهاربند x-شکل..... ۶۱
جدول ۴-۴- محاسبه ضرایب مقیاس برای منحنی رفتاری برای مهاربند ۸ (chevron) ۶۱
جدول ۴-۵- محاسبه ضرایب مقیاس برای منحنی رفتاری برای مهاربند ۸ (Diagonal)..... ۶۲
جدول۴-۶-معیارهای پذیرش ستون‌ها با استفاده از میان‌یابی..... ۶۴
جدول ۴-۷- ظرفیت محوری فشاری و کششی مقاطع ستون‌ها..... ۶۴
جدول ۴-۸- ظرفیت محوری فشاری و کششی مقاطع ستون‌ها..... ۶۵
جدول ۵-۱- مشخصات فولاد مصرفی..... ۶۹
جدول ۵-۲- شدت بارهای وارد بر کف در تراز بام..... ۷۱
جدول ۵-۳- شدت بارهای وارد بر کف در تراز طبقات..... ۷۱
جدول ۵-۴- شدت بارهای وارد بر کف در تراز طبقات..... ۷۲
جدول ۵-۵- شدت بارهای وارد بر کف در تراز طبقات..... ۷۲
جدول ۵-۶- فرضیات در نظر گرفته شده در تحلیل و طراحی خطی..... ۷۳
جدول ۵-۷- ضریب اضافه مقاومت (Ω_0) برای مدل‌های در نظر گرفته شده..... ۷۳
جدول۵-۸- محاسبه ضریب زلزله (C)..... ۷۴
جدول۵-۹- محاسبه ضریب زلزله (C) ۷۴
جدول۵-۱۰- محاسبه ضریب زلزله (C) ۷۴
جدول ۵-۱۱- ضریب زلزله و برش پایه سازه‌ها بر اساس روابط استاندارد ۲۸۰۰..... ۷۵
جدول۶-۱-تغییرات ضریب رفتار(از کمتر به بیشتر)..... ۱۳۲
جدل۶-۲- تغییرات سختی(شیب ناحیه خطی نمودار پوش‌آور)- (از کمتر به بیشتر)..... ۱۳۲

فصل اول

کلیات

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

قرارگرفتن ایران بر روی نوار زلزله و وقوع زمین لرزه‌های شدید، موجب تخریب بسیاری از ساختمان‌ها و سازه‌ها گردیده و تلفات جانی و خسارات مالی فراوانی را به‌همراه می‌آورد. امروزه با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و تقاضا برای اسکان، مهندسان را برآن داشته از راه‌های جدید برای سکونت افراد استفاده کنند که یکی از این راهها افزایش طبقات ساختمان می‌باشد. با افزایش طبقات، ارتفاع ساختمان نیز زیاد می‌شود و افزایش ارتفاع ساختمان و طبقات بالتبع مهندسین را به استفاده از روش‌های جدیدتر و بهتر از نظر کارایی و... برای مقاوم‌سازی در برابر زلزله وادار می‌کند. اخیرا تمایل مهندسین برای طراحی و اجرا به‌سمت استفاده از سیستم باربر جانبی مختلف در ارتفاع افزایش یافته است. بنابراین نحوه‌ی طراحی این نوع ساختمان‌ها در برابر نیروهای لرزه‌ای بسیار مهم است و بر همین اساس در آیین‌نامه‌های مختلف روش‌های متعددی جهت تحلیل و طراحی این نوع ساختمان‌ها ارائه شده است. شایان ذکر است که با تغییر در نوع سیستم‌های مقاوم در برابر بارهای جانبی سازه‌ای، رفتار سازه نیز تغییر خواهد کرد بدین‌معنی که ما از سازه‌های ساده رفتار ساده‌ای نیز انتظار داریم و با پیچیده‌تر شدن آن، رفتار و عملکرد سازه پیچیده شده و نیز ضوابط پیچیده‌ای برای ایجاد این نوع سازه‌ها باید در نظر بگیریم.

در این پژوهش رفتار سازه‌های متفاوت در ارتفاع و نیز تغییر نوع بادبند در ارتفاع مورد با رعایت ضوابط آیین‌نامه‌های ساختمانی از قبیل طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله(دستورالعمل ۲۸۰۰)، دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود (نشریه شماره ۳۶۰)، مبحث ششم مقررات ملی ساختمان (بارهای وارد بر ساختمان)، مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (طراح و اجرای ساختمان‌های فولادی) و ... مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۱-۲- گروه‌بندی ساختمان‌ها برحسب سیستم‌های سازه‌ای

براساس تعریف، سیستم‌های ساختمانی به قسمتی از کل سازه اطلاق می‌شود که نقش تحمل بارهای جانبی وارد شده بر ساختمان را بر عهده دارند. ساختمان‌ها از لحاظ گروه‌بندی برحسب سیستم‌های سازه‌ای به گروه‌های زیر تقسیم‌بندی می‌شوند[۱]:

الف: سیستم دیوارهای باربر(Bearing Wall System)

ب: سیستم قاب ساختمانی ساده(Building Frame System)

ج: سیستم قاب خمشی(Moment Resistant Frame)

د: سیستم دوگانه یا ترکیبی(Dual System)

ه: سایر سیستم‌ها

الف) سیستم دیوارهای باربر: سیستم سازه‌ای است که فاقد یک قاب فضایی کامل برای بردن بارهای قائم می-باشد. دیوارهای باربر و یا سیستم‌های مهاربندی عمده بارهای قائم را تحمل می‌کنند. مقاومت در برابر بارهای جانبی با دیوارهای برشی ویا قاب‌های مهاربندی تامین می‌شود[۱].

ب) سیستم قاب ساختمانی ساده: سیستمی است که در آن بارهای قائم بطور عمده توسط قاب‌های فضایی ساده تحمل می‌شوند و مقاومت در برابر نیروهای جانبی با دیوارهای برشی و یا قاب‌های مهاربندی شده تامین می‌شود.در این سیستم، قاب‌های مهاربندی‌شده را می‌توان به‌صورت هم‌محور یا برون‌محور به‌کار برد. وظیفه‌ی اصلی تیرها و ستون‌ها تحمل بارهای ثقلی می‌باشد. سختی خمشی تیرها در پایداری سیستم شرکت نخواهد کرد[۱].

ب-۱) سیستم قاب مفصلی: (Building Frame System)

ملزومات تشکیل شبکه‌ی خرپایی به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شود:

۱- عناصرقائم (ستونها)

۲- عناصرمورب (مهاربندها)