دانشگاه شمال

دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته عمران- سازه

عنوان پایان‌نامه:

بررسی رفتار لرزه ای ساختمان‌های بلند دارای سیستم لوله ای با شاهتیر های دارای اتصالات RBS

استاد راهنما:

دکتر مرتضی نقی‌پور

استاد مشاور:

دکتر سیّد محمّد سیّدپور

نگارش:

محمّد کوچکی خمیران

تابستان ۱۳۹۲

تشکر و قدردانی:

سپاس خداوند عالِمی را که مرا آفرید، تا بیازماید و بیاموزم.

در آغازین صفحات تحقیق پایانی دوره ی کارشناسی ارشدم، فرصت را غنیمت شمرده و از استاد فرهیخته و بزرگوارم جناب آقای دکتر مرتضی نقی پور بابت کلیه ی ارشاد و هدایت های علمی به جا و راهبردیشان قدردانی می کنم. امیدوارم حق شاگردی را به نحوی مطلوب در برابر آن استاد گرامی ادا کرده باشم.

از تلاش و زحمات جناب آقای دکتر سیّد محمّد سیّدپور، استاد مشاور و مدیر گروه محترم دانشکده فنی، کمال تشکر را دارم.

در مسیر علم آموزی، از آغاز تا تدوین تحقیق حاضر، همواره از حمایت ها و زحمات بی دریغ پدری فداکار و علم دوست و مادری مهربان و دعاگو بهره برده ام؛ صمیمانه و خالصانه دست بوس و سپاسگزار الطافشان هستم.

در این جا لازم می دانم از کمک ها و راهنمایی های مداوم و خالصانه دوستان عزیزم، جناب آقای مهندس مصطفی قربانی و جناب آقای مهندس نوید صابر نعیمی قدردانی کنم.

از خواهرزاده عزیزم سرکار خانم محدّثه محمّدی ماسوله که در بخش نگارش پایان نامه کمک مؤثری برایم بود، صمیمانه تشکر می کنم.

در پایان از همسر عزیزم که از آغازین روزهای وصلت، تحت الشعاع دل مشغولی بنده جهت تکمیل کار تحقیقی بوده و همواره برایم همراهی صبور بوده است، تشکر و قدردانی می کنم.

محمّد کوچکی خمیران

تابستان ۱۳۹۲

تقدیم:

از خداوند بزرگ خواستارم؛ اگر مطالعه و بررسی تحقیق حاضر از سوی هر جوینده‌ی علمی، بهره ای نثارش کرد، ثوابش را تقدیم به روح مبارک کریم اهل بیت- امام حسن مجتبی (علیه‌السلام)- کند؛ چرا که هم ایشان بودند که در پاسخ توسّلم، پذیرفته شدن دوره کارشناسی ارشد در رشته عمران - سازه دانشگاه شمال را برایم رقم زدند و حالا در شرف اتمام این دوره‌ی تحصیلات تکمیلی بار دیگر خود را مدیون آن امام بزرگوار می‌دانم که ندای اجابتش در دعای فراغتم طنین انداز گشته است.

چکیده

یکی از آثار بارز پیشرفت علوم فنی و مهندسی، سازه های بلند سر به فلک کشیده ای است که با بلندی و طراحی منحصر به فرد خود، هر بیننده ای را مجذوب می‌کنند. امروزه با توجه به کمبود زمین در شهرهای بزرگ و افزایش روز افزون جمعیت، ساختمان‌های بلند جایگاه ویژه ای پیدا کرده‌اند. در این میان هر چه بلندی سازه‌ها رو به فزونی می‌رود، مسئله انتخاب فرم سازه ای مناسب و چگونگی مقابله آن با نیروهای جانبی اهمیت بیشتری می‌یابد. سیستم لوله ای یکی از انواع فرم‌های سازه ای در ساختمان‌های بلند است که در آن تیرهای عمیق و ستون‌های نزدیک به هم در قاب‌های پیرامونی متحمل بارهای جانبی هستند. سیستم لوله ای دارای چنان قابلیتی است که در بسیاری از موارد، مقدار مصالح سازه ای مورد استفاده در این سیستم نسبت به ساختمان‌های با سیستم قاب مدولار، به نصف تقلیل می‌یابد. از طرفی اتصال RBS دارای خاصیتی است که به‌کارگیری آن نیز با کاهش وزن مصالح همراه است. بنابراین با توجه به موارد مذکور و نیز عملکرد لرزه ای مناسبی که از ساختمان‌های بلند لوله ای و اتصالات RBS دیده شده است، در این تحقیق به بررسی لرزه ای ساختمان‌های بلند با قاب محیطی دارای شاهتیرهای کاهش یافته در بال پرداخته شده است. بررسی‌ها در سه مدل ۲۰، ۲۵ و ۳۰ طبقه و تحت سه رکورد زلزله بم، کوبه و منجیل در دو حالت با و بدون اتصال RBS صورت گرفته است. مدل سازی اولیه جهت حصول مقاطع با کفایت در نرم افزار SAP2000 انجام شده و در ادامه مدل‌ها به دو شکل دو و سه بعدی جهت انجام تحلیل دینامیکی غیر خطی تاریخچه و برای بررسی عملکرد لرزه ای ساختمان‌ها به نرم افزار PERRFORM-3D منتقل شده‌اند. در نرم افزار PERFORM-3D خصوصیات غیر خطی مقاطع، بارگذاری، سطوح عملکردی و سایر موارد مورد نیاز جهت تحلیل معرفی شده و نتایج مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با حضور اتصال RBS در شاهتیرهای سیستم قاب محیطی علی رغم افزایش تغییر مکان سازه، نگرانی خاص وجود ندارد، چون تغییرات در محدوده‌ی مجاز است. جذب انرژی تیرها اثر افزایشی داشته و موجب افزایش شکل پذیری تیرها شده است. در حالی که ستون‌های سازه های با اتصال RBS دچار کاهش جذب انرژی و کاهش امکان تشکیل مفصل پلاستیک شده‌اند. منحنی‌های هیسترزیس نیز در تیرهای دارای اتصال RBS با افزایش سطح و تعداد چرخه‌ها همراه بوده‌اند. در حالی که ستون‌ها در سازه های با اتصال RBS، منحنی‌های هیسترزیس کم سطح و با چرخه های کمتری داشته‌اند.

کلمات کلیدی: ساختمان های بلند، سیستم لوله ای، اتصالات RBS.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

۱-۱ تعریف مسئله ۲

۱-۲ فرضیه‌ها ۳

۱-۳ اهداف ۳

۱-۴ روش انجام تحقیق ۳

۱-۵ ساختار پایان نامه ۴

فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده

۲-۱ تاریخچه ساخت ساختمان‌های بلند ۶

۲-۲ معرفی فرم‌های سازه ای متداول در ساختمان‌های بلند فولادی ۱۲

۲-۲-۱ مزایا و معایب به‌کارگیری فولاد در ساختمان‌های بلند ۱۲

۲-۲-۲ فرم‌های سازه ای در ساختمان‌های بلند فولادی ۱۳

۲-۲-۲-۱ سیستم قاب صلب ۱۵

۲-۲-۲-۲ سیستم قاب مهاربندی شده ۱۷

۲-۲-۲-۳ سیستم قاب با مهار کمربندی (سیستم لنگر بندی) ۱۹

۲-۲-۲-۴ سیستم قاب محیطی (لوله ای) ۲۱

۲-۲-۲-۵ سیستم قاب محیطی مهاربندی شده ۲۳

۲-۲-۲-۶ سیستم قاب محیطی دسته بندی شده ۲۴

۲-۲-۲-۷ سیستم قاب محیطی تو در تو (لوله در لوله) یا هسته – پوسته ۲۶

۲-۳ سابقه مطالعه و بررسی سیستم قاب محیطی ۲۷

۲-۴ سابقه مطالعه و بررسی اتصال RBS ۲۸

۲-۵ بیان کلی ارزیابی بر پایه عملکرد ۳۱

۲-۵-۱ لزوم رویکرد به طراحی و ارزیابی لرزه ای بر اساس عملکرد ۳۱

۲-۵-۲ سطوح عملکرد اصلی ۳۲

۲-۵-۳ انتخاب عملکرد هدف ۳۴

فصل سوم: مدل سازی و تحلیل نمونه های مورد مطالعه

۳-۱ مقدمه ۳۶

۳-۲ معرفی نمونه های مورد مطالعه ۳۶

۳-۳ مشخصات مصالح ۳۷

۳-۴ بارگذاری ثقلی ۳۷

۳-۵ بارگذاری جانبی و محاسبه ضرایب زلزله ۳۸

۳-۶ کنترل لاغری مقاطع ۳۹

۳-۷ تاریخچه زمانی، شتاب نگاشت ۴۱

۳-۷-۱ مدت زمان حرکت شدید زمین در شتاب نگاشت‌ها ۴۴

۳-۸ مقاطع اعضا ۴۵

۳-۹ تکمیل مدل سازی اولیه، تحلیل و طراحی در نرم افزار SAP2000 ..... ۴۶

۳-۱۰ معرفی نرم افزار PERFORM-3D ۴۸

۳-۱۱ انتقال مدل‌های اولیه به PERFORM-3D ۴۹

۳-۱۲ رفتار اجزای سازه ای ۴۹

۳-۱۳ المان‌ها و مؤلفه‌ها ۵۱

۳-۱۴ انواع مدل‌های غیر ارتجاعی برای تیر ۵۲

۳-۱۵ مدل سازی تیر بدون اتصال RBS ۵۳

۳-۱۵-۱ مدل دوران قطری (وتری) ۵۴

۳-۱۵-۲ اثر نواحی انتهایی بر دوران قطری (وتری) ۵۴

۳-۱۶ مفصل پلاستیک ۵۵

۳-۱۶-۱ مفصل خمشی (M) ۵۸

۳-۱۶-۲ مفصل خمشی – محوری (P-M-M) ۵۸

۳-۱۶-۳ مفصل محوری (P) ۵۹

۳-۱۶-۴ مفصل برشی (V) ۵۹

۳-۱۷ مدل سازی تیر دارای اتصال RBS ۶۰

۳-۱۷-۱ مدل مفصل خمیری برای تیر با مقطع کاهش یافته ۶۰

۳-۱۷-۲ ابعاد اتصال RBS ۶۱

۳-۱۸ انواع مدل‌های غیر ارتجاعی برای ستون ۶۳

۳-۱۹ مدل سازی ستون ۶۳
۳-۱۹-۱ مدل سازی ستون‌های طبقه همکف ۶۴
۳-۲۰ بارگذاری ۶۴
۳-۲۱ تعیین تغییر مکان‌های نسبی طبقات و تغییر مکان بام ۶۶
۳-۲۱-۱ تغییر مکان نسبی مرجع ۶۶
۳-۲۲ تعریف حالات حدی ۶۷
۳-۲۳ تحلیل دینامیکی غیر خطی ۶۸

فصل چهارم: نتایج تحلیل دینامیکی غیر خطی نمونه های مورد مطالعه

۴-۱ مقدمه ۷۰
۴-۲ تغییر مکان جانبی نسبی طبقات و جابجایی گره بام ۷۰
۴-۳ مفصل پلاستیک ۷۸
۴-۴ جذب انرژی ۸۳
۴-۵ حلقه های هیسترزیس ۹۶

فصل پنجم: جمع بندی نتایج و ارائه‌ی پیشنهادات

۵-۱ مقدمه ۱۰۵
۵-۲ جمع بندی نتایج ۱۰۳
۵-۳ ارائه پیشنهاد ۱۰۶

منابع و مراجع

فهرست جداول

جدول ۳-۱ ضرایب زلزله ۳۹
جدول ۳-۲ محدودیت نسبت پهنای آزاد به ضخامت در اجزای فشاری : اجزا با یک لبه متکی ۴۰
جدول ۳-۳ محدودیت نسبت پهنای آزاد به ضخامت در اجزای فشاری : اجزا با دو لبه متکی ۴۰
جدول ۳-۴ محدودیت نسبت پهنای آزاد به ضخامت در اجزای فشاری : لوله‌ها ۴۱
جدول ۳-۵ مقاطع اعضا ۴۶
جدول ۳-۶ پارامتر های مدل سازی و معیار های پذیرش در روش‌های غیر خطی برای اتصال RBS ۶۲
جدول ۴-۱ درصد افزایش تغییر مکان گره بام با حضور اتصال RBS تحت رکورد زلزله بم ۷۸
جدول ۴-۲ درصد کاهش تشکیل مفصل پلاستیک در ستون‌های سازه های دارای اتصال RBS ۸۳
جدول ۴-۳ درصد افزایش سطح انرژی جذب شده در تیرهای سازه های با اتصال RBS ۹۱
جدول ۴-۴ درصد کاهش انرژی در ستون‌های سازه های با اتصال RBS ۹۳
جدول ۴-۵ درصد افزایش و یا کاهش سطح کل انرژی ورودی به سازه های دارای اتصال RBS ۹۵

فهرست اشکال

شکل ۲-۱ انواع برج ۶

شکل ۲-۲ برج بابل ۷

شکل ۲-۳ ساختمان Monadnock ۸

شکل ۲-۴ ساختمان Woolworth ۹

شکل ۲-۵ ساختمان Empire State ۹

شکل ۲-۶ ساختمان‌های مرکز تجارت جهانی نیویورک ۱۰

شکل ۲-۷ ساختمان Sears ۱۰

شکل ۲-۸ ساختمان Petronas ۱۱

شکل ۲-۹ ساختمان Taipe 101 ..... ۱۱

شکل ۲-۱۰ ساختمان Al_Dubai ۱۲

شکل ۲-۱۱ پلان ساختمان تجاری- اداری ۱۴

شکل ۲-۱۲ پلان ساختمان مسکونی ۱۴

شکل ۲-۱۳ نیروها و تغییر شکل‌های ناشی از لنگر خارجی ۱۵

شکل ۲-۱۴ عملکرد قاب تحت اثر نیروهای جانبی ۱۶

شکل ۲-۱۵ انواع مهاربندها ۱۷

شکل ۲-۱۶ مجسمه آزادی در بندر نیویورک ۱۸

شکل ۲-۱۷ مهاربندی سازه درونی مجسمه آزادی ۱۸

شکل ۲-۱۸ قاب فولادی مهاربندی شده ساختمان Woolworth ۱۸

شکل ۲-۱۹ ساختمان Chrysler ۱۸

شکل ۲-۲۰ مهار بندهای کلی خارجی ۱۹

شکل ۲-۲۱ قاب با مهار کمربندی ۱۹

شکل ۲-۲۲ رفتار خرپای کلاهک ۲۰

شکل ۲-۲۳ ساختمان Jin Mao ۲۱

شکل ۲-۲۴ سیستم سازه ای لوله ای ۲۱

شکل ۲-۲۵ نمونه ای از پلان سیستم سازه ای لوله ای ۲۲

شکل ۲-۲۶ قاب محیطی فولادی مهاربندی شده ۲۳

شکل ۲-۲۷ لوله های دسته بندی شده ۲۵

شکل ۲-۲۸ هندسه دسته بندی ساختمان Sears ۲۶
شکل ۲-۲۹ اجرام دسته بندی شده ساختمان Sears ۲۶
شکل ۲-۳۰ ساختار هسته - پوسته ۲۶
شکل ۲-۳۱ اتصال RBS با برش دایره ای ۲۹
شکل ۲-۳۲ انواع برش بال در اتصال RBS ۲۹
شکل ۲-۳۳ سطوح عملکرد اصلی ۳۳
شکل ۲-۳۴ موقعیت تقریبی سطوح مختلف عملکرد بر روی منحنی نیرو - تغییر مکان ۳۴
شکل ۳-۱پلان تیپ طبقات در ساختمان‌های ۲۰، ۲۵ و ۳۰ طبقه ۳۷
شکل ۳-۲ مؤلفه های طولی و عرضی شتاب زلزله بم ۴۲
شکل ۳-۳ مؤلفه های طولی و عرضی شتاب زلزله کوبه ۴۳
شکل ۳-۴ مؤلفه های طولی و عرضی شتاب زلزله منجیل ۴۳
شکل ۳-۵ مدت زمان حرکت شدید زلزله مؤلفه‌ی L شتاب زلزله بم ۴۵
شکل ۳-۶ مدت زمان حرکت شدید زلزله مؤلفه‌ی T شتاب زلزله بم ۴۵
شکل ۳-۷ مدل‌های ساختمان ۲۰ طبقه ۴۷
شکل ۳-۸ مدل‌های ساختمان ۲۵ طبقه ۴۷
شکل ۳-۹ مدل‌های ساختمان ۳۰ طبقه ۴۸
شکل ۳-۱۰ منحنی رفتار شکل پذیر ۵۰
شکل ۳-۱۱ منحنی رفتار عضو نیمه شکل پذیر ۵۰
شکل ۳-۱۲ منحنی رفتار عضو شکننده ۵۱
شکل ۳-۱۳ مدل سازی تیر بدون اتصال RBS ۵۳
شکل ۳-۱۴ مؤلفه های پایه برای مدل دوران قطری ۵۴
شکل ۳-۱۵ تعریف دوران قطری (وتری) ۵۴
شکل ۳-۱۶ منحنی نیرو - تغییر شکل برای اعضا و اجزای فولادی ۵۵
شکل ۳-۱۷ تعریف تغییر شکل عضو ۵۶
شکل ۳-۱۸ مدل سازی تیر دارای اتصال RBS ۶۰
شکل ۳-۱۹ انتهای تیر با مقطع کاهش یافته ۶۱
شکل ۳-۲۰ هندسه اتصال RBS با برش دایره ای ۶۲
شکل ۳-۲۱ مدل سازی ستون ۶۳

شکل ۳-۲۲ مدل سازی ستون طبقه همکف ۶۴
شکل ۳-۲۳ معرفی جرم طبقات سازه ۶۵
شکل ۳-۲۴ تنظیم حالت بارگذاری ثقلی ۶۵
شکل ۳-۲۵ معرفی Drift در PERFOORM-3D ۶۶
شکل ۳-۲۶ تعریف سطح عملکردی IO برای گروه المانی تیر بدون اتصال RBS ۶۷
شکل ۳-۲۷ تعریف سطح عملکردی IO برای گروه المانی تیر با اتصال RBS ۶۷
شکل ۴-۱ تغییر مکان نسبی سازه ۲۰ طبقه تحت زلزله بم ۷۱
شکل ۴-۲ تغییر مکان نسبی سازه ۲۰ طبقه تحت زلزله کوبه ۷۱
شکل ۴-۳ تغییر مکان نسبی سازه ۲۰ طبقه تحت زلزله منجیل ۷۱
شکل ۴-۴ تغییر مکان نسبی سازه ۲۵ طبقه تحت زلزله بم ۷۲
شکل ۴-۵ تغییر مکان نسبی سازه ۲۵ طبقه تحت زلزله کوبه ۷۲
شکل ۴-۶ تغییر مکان نسبی سازه ۲۵ طبقه تحت زلزله منجیل ۷۲
شکل ۴-۷ تغییر مکان نسبی سازه ۳۰ طبقه تحت زلزله بم ۷۳
شکل ۴-۸ تغییر مکان نسبی سازه ۳۰ طبقه تحت زلزله کوبه ۷۳
شکل ۴-۹ تغییر مکان نسبی سازه ۳۰ طبقه تحت زلزله منجیل ۷۳
شکل ۴-۱۰ تاریخچه زمانی جابجایی بام در سازه‌ی ۲۰ طبقه بدون اتصال RBS ۷۴
شکل ۴-۱۱ تاریخچه زمانی جابجایی بام در سازه‌ی ۲۰ طبقه با اتصال RBS ۷۵
شکل ۴-۱۲ تاریخچه زمانی جابجایی بام در سازه‌ی ۲۵ طبقه بدون اتصال RBS ۷۵
شکل ۴-۱۳ تاریخچه زمانی جابجایی بام در سازه‌ی ۲۵ طبقه بدون اتصال RBS ۷۶
شکل ۴-۱۴ تاریخچه زمانی جابجایی بام در سازه‌ی ۳۰ طبقه بدون اتصال RBS ۷۶
شکل ۴-۱۵ تاریخچه زمانی جابجایی بام در سازه‌ی ۳۰ طبقه با اتصال RBS ۷۷
شکل ۴-۱۶ ماکزیمم تاریخچه زمانی جابجایی بام در مدل‌ها ۷۷
شکل ۴-۱۷ تشکیل مفصل پلاستیک در ستون‌های سازه ۲۰ طبقه بدون RBS ۷۹
شکل ۴-۱۸ تشکیل مفصل پلاستیک در ستون‌های سازه ۲۰ طبقه با RBS ۷۹
شکل ۴-۱۹ تشکیل مفصل پلاستیک در ستون‌های سازه ۲۵ طبقه بدون RBS ۸۰
شکل ۴-۲۰ تشکیل مفصل پلاستیک در ستون‌های سازه ۲۵ طبقه با RBS ۸۰
شکل ۴-۲۱ تشکیل مفصل پلاستیک در ستون‌های سازه ۳۰ طبقه بدون RBS ۸۱
شکل ۴-۲۲ تشکیل مفصل پلاستیک در ستون‌های سازه ۳۰ طبقه با RBS ۸۱

شکل ۴-۲۳ مقایسه تعداد مفصل پلاستیک تشکیل شده در ستون‌های سازه ۲۰ طبقه ۸۲
شکل ۴-۲۴ مقایسه تعداد مفصل پلاستیک تشکیل شده در ستون‌های سازه ۲۵ طبقه ۸۲
شکل ۴-۲۵ مقایسه تعداد مفصل پلاستیک تشکیل شده در ستون‌های سازه ۳۰ طبقه ۸۲
شکل ۴-۲۶ جذب انرژی گروه المانی تیر در سازه ۲۰ طبقه بدون RBS تحت رکورد زلزله کوبه ۸۴
شکل ۴-۲۷ جذب انرژی گروه المانی تیر در سازه ۲۰ طبقه با RBS تحت رکورد زلزله کوبه ۸۴
شکل ۴-۲۸ جذب انرژی گروه المانی ستون در سازه ۲۰ طبقه بدون RBS تحت رکورد زلزله کوبه ۸۵
شکل ۴-۲۹ جذب انرژی گروه المانی ستون در سازه ۲۰ طبقه با RBS تحت رکورد زلزله کوبه ۸۵
شکل ۴-۳۰ جذب انرژی گروه المانی تیر در سازه ۲۵ طبقه بدون RBS تحت رکورد زلزله کوبه ۸۶
شکل ۴-۳۱ جذب انرژی گروه المانی تیر در سازه ۲۵ طبقه با RBS تحت رکورد زلزله کوبه ۸۶
شکل ۴-۳۲ جذب انرژی گروه المانی ستون در سازه ۲۵ طبقه بدون RBS تحت رکورد زلزله کوبه ۸۷
شکل ۴-۳۳ جذب انرژی گروه المانی ستون در سازه ۲۵ طبقه با RBS تحت رکورد زلزله کوبه ۸۷
شکل ۴-۳۴ جذب انرژی گروه المانی تیر در سازه ۳۰ طبقه بدون RBS تحت رکورد زلزله کوبه ۸۸
شکل ۴-۳۵ جذب انرژی گروه المانی تیر در سازه ۳۰ طبقه با RBS تحت رکورد زلزله کوبه ۸۸
شکل ۴-۳۶ جذب انرژی گروه المانی ستون در سازه ۳۰ طبقه بدون RBS تحت رکورد زلزله کوبه ۸۹
شکل ۴-۳۷ جذب انرژی گروه المانی ستون در سازه ۳۰ طبقه با RBS تحت رکورد زلزله کوبه ۸۹
شکل ۴-۳۸ انرژی جذب شده در تیرهای سازه ۲۰ طبقه ۹۰
شکل ۴-۳۹ انرژی جذب شده در تیرهای سازه ۲۵ طبقه ۹۰
شکل ۴-۴۰ انرژی جذب شده در تیرهای سازه ۳۰ طبقه ۹۱
شکل ۴-۴۱ انرژی جذب شده در ستون‌های سازه ۲۰ طبقه ۹۲
شکل ۴-۴۲ انرژی جذب شده در ستون‌های سازه ۲۵ طبقه ۹۲
شکل ۴-۴۳ انرژی جذب شده در ستون‌های سازه ۳۰ طبقه ۹۳
شکل ۴-۴۴ کل انرژی جذب شده در سازه ۲۰ طبقه ۹۴
شکل ۴-۴۵ کل انرژی جذب شده در سازه ۲۵ طبقه ۹۴
شکل ۴-۴۶ کل انرژی جذب شده در سازه ۳۰ طبقه ۹۵
شکل ۴-۴۷ چرخه هیسترزیس المان تیر در سازه ۲۰ طبقه تحت رکورد زلزله بم ۹۷
شکل ۴-۴۸ چرخه هیسترزیس المان تیر در سازه ۲۵ طبقه تحت رکورد زلزله بم ۹۸
شکل ۴-۴۹ چرخه هیسترزیس المان تیر در سازه ۳۰ طبقه تحت رکورد زلزله بم ۹۹
شکل ۴-۵۰ چرخه هیسترزیس المان ستون در سازه ۲۰ طبقه تحت رکورد زلزله بم ۱۰۰

شکل ۴-۵۱ چرخه هیسترزیس المان ستون در سازه ۲۵ طبقه تحت رکورد زلزله بم ۱۰۱
شکل ۴-۵۲ چرخه هیسترزیس المان ستون در سازه ۳۰ طبقه تحت رکورد زلزله بم ۱۰۲

فصل اول

مقدمه

۱-۱ تعریف مسئله

نیاز انسان به فضای مناسب و کافی برای زندگی و کار از یک سو و تراکم جمعیت، افزایش قیمت زمین و ارائه‌ی خدمات شهری از قبیل آب، برق و تلفن، از سوی دیگر استفاده از ساختمان‌های عمودی عظیم‌الجثه را مطرح نمود. تشخیص ویژگی‌های یک ساختمان که آن را به عنوان ساختمان بلند طبقه بندی کند کار دشواری است. نمای بیرونی ساختمان، نسبتاً مهم است. در همسایگی یک ساختمان یک طبقه ممکن است یک ساختمان ۵ طبقه بلند به نظر برسد. یک ساختمان ۵۰ طبقه در یک شهر ممکن است بلند نامیده شود، در حالی که شهروندان یک شهر کوچک، با افتخار به آسمان خراش شش طبقه ای در شهر خود اشاره کنند. به بیان دیگر توافق واحدی بر سر آنچه یک ساختمان را بلند به حساب می‌آورد یا در چه ارتفاعی یا با چه تعداد طبقاتی، یک ساختمان می‌تواند بلند نامیده شود، وجود ندارد. شاید باید خط تقسیمی کشیده شود مبنی بر این که در چه ارتفاعی، طراحی سازه از حالت استاتیکی به حالت دینامیکی تغییر می‌کند [۱].

بنابراین ارائه‌ی یک معیار قابل قبول همگانی برای تعریف بلندی ساختمان، عملاً غیر ممکن است. از نظر مبانی سازه ای، یکی از مشخصه های بارز ساختمان‌های بلند انعطاف پذیری آن‌ها می‌باشد و تغییر مکان جانبی ناشی از بارهای جانبی مانند باد و زلزله در آن‌ها به نسبت ساختمان‌های کوتاه بیشتر است و متعاقب آن اثرات ثانویه وزن افزایش یافته و کنترل واژگونی سازه باید با دقت بیشتری انجام گیرد [۲].

اهمیت انتخاب فرم سازه ای مناسب در سازه های بلند با توجه به تأثیرپذیری بیش‌ترشان از نیروهای جانبی در ترازهای بالای ارتفاعی مطلبی انکار ناپذیر است. سیستم سازه ای مورد مطالعه در این تحقیق، قاب محیطی (لوله ای) می‌باشد. بارزترین مشخصه‌ی این سیستم استفاده از ستون‌های پیرامونی با فواصل نزدیک بوده که این اعضا، با تیرهای عمیق به یکدیگر متصل می‌گردند؛ بنابراین کل ساختمان، به عنوان یک طره‌ی قائم بسیار بزرگ در برابر ممان واژگونی مقاومت می‌کند [۱].

عملکرد سیستم قاب محیطی به دلیل کاربرد فراوان در ساخت ساختمان‌های بلند همواره مورد مطالعه بوده و به نظر می‌رسد برای دست یابی به عملکردی مطلوب از این فرم سازه ای می‌توان به دنبال راهکارهای جدید بود. بدین منظور و با توجه به رفتار متفاوت ستون‌ها در این سیستم سازه ای به جهت شکل پذیری و جذب انرژی به ویژه در طبقات فوقانی و شاهتیر های عمیق پیرامونی که در کنار ستون‌ها به طور کامل در تحمل بارهای جانبی ایفای نقش می‌کنند، در این تحقیق استفاده از اتصال RBS (تیر با مقطع کاهش یافته) در شاهتیر های پیرامونی سازه مطرح گردیده است. به طوری که در حضور این اتصال رفتار تیرها و ستون‌های محیطی در شکل پذیری و جذب انرژی نسبت به سازه‌ی مشابه فاقد اتصال مذکور دچار تغییراتی در جهت عملکرد مطلوب سازه ای بوده

است. این تحقیق به بررسی اتصال RBS در سیستم قاب محیطی پرداخته و رفتار لرزه ای سیستم قاب محیطی را در دو حالت با و بدون اتصال RBS مقایسه کرده است.

۱-۲ فرضیه‌ها

هر مطالعه و تحقیقی در ابتدا با فرضیه‌هایی جلوه کرده و به تدریج و در حین انجام تحقیق، محقق به صحت یا عدم صحت فرضیه های اولیه پی برده است. این تحقیق با دو فرضیه‌ی اصلی مورد مطالعه قرار گرفت که در ذیل به آن‌ها اشاره شده است:

- قرار دادن اتصالات RBS در شاهتیرهای قاب‌های پیرامونی ساختمان بلند با سیستم لوله ای، در عملکرد لرزه ای و جذب انرژی آن‌ها مؤثر است.
- به‌کارگیری اتصالات RBS در شاهتیرهای قاب‌های پیرامونی ساختمان بلند، سیستم لوله ای، ممکن است باعث افزایش تغییر مکان‌های جانبی شود.

۱-۳ اهداف

با حضور اتصال RBS در تیرهای پیرامونی قاب محیطی، از سختی تیرها کاسته می‌شود و همانند قاب خمشی تنش را از محل اتصال تیر و ستون دور می‌کند. این تحقیق با هدف مطالعه‌ی عملکرد اتصال RBS در قاب‌های محیطی ساختمان بلند ارائه شده است تا عکس‌العمل این سیستم سازه ای را با وجود اتصال مذکور در برابر نیروهای جانبی زلزله بررسی کند.

۱-۴ روش انجام تحقیق

بررسی انجام این تحقیق با توجه به خصوصیات قاب محیطی که در طراحی ساختمان‌های بلند با این سیستم، همواره به انتخاب پلان با شکل هندسی منظم مستطیل و مربع شکل توصیه می‌شود؛ پلان مربع شکل در نظر گرفته شده است. ۳ ساختمان بلند با تراز ارتفاع ۲۰، ۲۵ و ۳۰ طبقه در نرم افزار SAP2000 مدل سازی و طراحی شده و پس از دستیابی به مقاطع مطلوب، مدل‌ها یک بار به صورت سه بعدی و یک بار به صورت دو بعدی - با انتخاب یکی از وجوه ساختمان مدل سازی و طراحی شده در SAP2000 – به نرم افزار PERFORM-3D انتقال داده شده‌اند. در این نرم افزار مدل‌های سه بعدی و دو بعدی یک بار بدون اتصال RBS و یک بار با اتصال RBS مدل سازی شده و تحت رکورد زلزله های بم، کوبه و منجیل مورد ارزیابی لرزه ای به روش تحلیلی دینامیکی تاریخچه زمانی غیر خطی قرار گرفته‌اند.

۱-۵ ساختار پایان نامه

این پایان نامه از ۵ فصل تشکیل شده است که در ذیل به آن‌ها اشاره است.

- **فصل اول: مقدمه**

این فصل شامل تعریف مسئله، فرضیه های تحقیق، اهداف تحقیق، روش انجام تحقیق و ساختار پایان نامه می‌باشد.

- **فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده**

در این فصل ضمن بیان تاریخچه‌ی ساخت ساختمان‌های بلند، انواع فرم‌های سازه ای متداول در ساختمان‌های بلند فولادی، البته با تفصیل بیشتر، فرم سازه ای قاب محیطی در ساختمان‌های بلند تشریح شده و در مورد تاریخچه مطالعات و تحقیقات پیرامون سازه های بلند با قاب محیطی و نیز اتصال RBS مطالبی بیان شده است.

- **فصل سوم: مدل سازی و تحلیل نمونه های مورد مطالعه**

فصل سوم حاوی تشریح مدل سازی و طراحی نمونه های مورد مطالعه در نرم افزار SAP2000 و انتقال مدل‌ها به نرم افزار PERFORM-3D و بیان روند مدل سازی و تحلیل مدل‌های با و بدون اتصال RBS در این نرم افزار می‌باشد.

- **فصل چهارم: نتایج تحلیل دینامیکی غیر خطی نمونه های مورد مطالعه**

در این فصل، عملکرد سازه های ۲۰، ۲۵ و ۳۰ طبقه در دو حالت با بدون اتصال RBS بررسی و تشریح شده است و خروجی‌های تحلیل دو حالت مذکور مورد مقایسه قرار گرفته است.

- **فصل پنجم: جمع بندی نتایج و ارائه‌ی پیشنهادات**

در فصل پنجم و پایانی نتایج این تحقیق تجمیع و بیان گردیده است و همچنین جهت پیشبرد اهداف این تحقیق و دستیابی به راهکارهای جدید برای عملکرد بهتر سیستم قاب محیطی در ساختمان‌های بلند پیشنهاداتی ارائه شده است.

فصل دوم

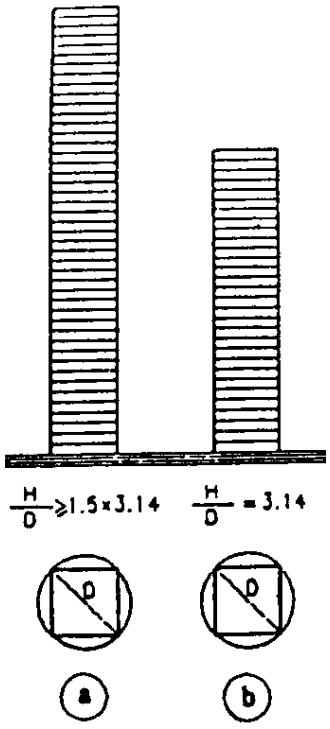
مروری بر مطالعات انجام شده

۲-۱ تاریخچه ساخت ساختمان‌های بلند

ساختمان‌های مرتفع که با فرم پلان مربع یا دایره یا مشابه آن مانند ستاره یا صلیب شکل باشد و از طرفی ارتفاع آن بلند تر از قطر دایره‌ی محاطی پلان باشد برج نامیده می‌شود. تناسب محیط و یا قطر ساختمان برج‌ها با ارتفاع آن تعیین کننده نوع برج از نظر هندسی می‌باشد.

☜ در صورتی که نسبت ارتفاع به قطر برج برابر 1.5π باشد، برج‌های بسیار بلند نامیده می‌شود. (شکل (۲-۱-a))

☜ در صورتی که نسبت ارتفاع به قطر برج برابر π باشد، برج‌های بلند نامیده می‌شوند. (شکل (۲-۱-b))



شکل ۲-۱: انواع برج [۳]

از دیدگاه کلی باید در نظر داشت که بلندی خود یک حالت نسبی است و ساختمان‌ها را نمی‌توان بر حسب ارتفاع یا تعداد طبقه دسته بندی و تعریف نمود. بلندی یک ساختمان بستگی به شرایط اجتماعی و تصورات فرد از محیط دارد. بنابراین ارائه‌ی یک معیار قابل قبول همگانی برای تعریف بلندی ساختمان، عملاً غیر ممکن است. از نقطه نظر مهندسی، هنگامی می‌توان سازه را بلند نامید که ارتفاع آن باعث شود که نیروهای جانبی ناشی از باد و زلزله، بر طراحی آن تأثیر قابل توجهی گذارند [۴].

ساخت ساختمان به سمت آسمان نوعی حسّ ابتدایی را در بشر ارضا می‌کند و نیاز به مسلط بودن و مقابله در برابر خطر را نشان می‌دهد. همان نیروهایی که موجب ساخته شدن شکل‌های ابتدایی این نوع ساختمان‌ها در بابل