بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی عمران

ارزیابی عملکرد لرزه ای ساختمان های بلند دارای تو رفتگی در ارتفاع، با در نظر گرفتن اثرات باد

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران گرایش زلزله

نام دانشجو:

سید محمد منتظری

استاد راهنما:

دکتر علی خیرالدین

استاد دانشگاه سمنان

استاد مشاور:

دکتر رضا وهدانی

استادیار دانشگاه سمنان

شهریور ماه ۱۳۹۱

دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی عمران

صورتجلسه دفاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد

پایان نامه ی آقای/خانم **سید محمد منتظری** برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مهندسی عمران - گرایش **زلزله** تحت عنوان "

ارزیابی لرزه ای ساختمانهای بلند دارای پس نشستگی با درنظر گرفتن اثرات باد " در جلسه مورخ **۹۱/۷/۱۵**

بررسی و با نمره

عدد	۱۹/۵
حروف	نوزده و نیم

مورد تایید قرار گرفت.

اعضای هیئت داوران:

استاد راهنمای اول: **دکتر خیرالدین** امضاء :

استاد راهنمای دوم: — امضاء :

استاد مشاور اول: **دکتر وهدانی** امضاء :

استاد مشاور دوم: — امضاء :

استاد داور: **دکتر مرتضایی** امضاء :

استاد داور: **دکترنادرپور** امضاء :

مدیر تحصیلات تکمیلی دانشکده: ..... امضاء .....

دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی عمران

اینجانب **سید محمد منتظری** متعهد می شوم که محتوای علمی این نوشتار با عنوان **"ارزیابی عملکرد لرزه ای ساختمان های بلند دارای تو رفتگی در ارتفاع، با در نظر گرفتن اثرات باد"** که به عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران گرایش **زلزله** 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:

شماره دانشجویی:

امضاء

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

این پاین 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

این صفحه در صورتی تکمیل می گردد که فعالیت پژوهشی مورد نظر در راستای اهداف پژوهشکده فناوری های نوین مهندسی عمران و با حمایت یکی از گروه های پژوهشی صورت پذیرد.

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:

مادرم

تجلی مهربانی و از خود گذشتگی

پدرم

اسوه استقامت، تلاش و بردباری

تقدیر و سپاس

با این امید که پژوهش حاضر قطره کوچکی از دریای بی کران علم و دانش ایران زمین باشد و بعنوان گام کوچکی برای پیشبرد اهداف علمی کشور تلقی گردد. نیکوست که از لطف و زحمات بی دریغ استاد بزرگوارم پرفسور علی خیرالدین که هدایت علمی این پایان نامه را بر عهده داشت مراتب سپاس گزاری خود را اظهار نمایم.

ضمنا از آقای دکتر رضا وهدانی بخاطر راهنمایی هایشان کمال تشکر را دارم. همچنین از همه دوستانم در دانشگاه های مختلف کشور بویژه دانشگاه سمنان که مرا یاری نمودند سپاس گزارم.

بعلاوه قدردان لطف و زحمات سایر اساتید محترم دانشکده مهندسی عمران و همچنین پرسنل پرتلاش دانشگاه سمنان می باشم.

چکیده

ویرانی های ناشی از زلزله و مطالعات محققین مختلف نشان داده است که پیکربندی هندسی ساختمان ها نقش مهمی در آسیب های وارده ناشی از زلزله دارد. حس تنوع خواهی انسان باعث گردیده است که ساختمان هایی با فرم های هندسی ساده و یکنواخت جای خود را به فرم های هندسی پیچیده تر بدهند. یکی از فرم های هندسی غیر ساده که در سطح شهر های جهان به چشم می خورد ساختمان های دارای پس نشستگی در ارتفاع می باشد. این فرم هندسی علاوه بر اینکه شکل ساختمان را از یکنواختی خارج می سازد، سبب می گردد در نواحی با تراکم ساختمان ها، ابنیه کوتاه تر از نور خورشید بهره مند شوند. علاوه بر مزیت های معماری، در ساختمان های بلند بمنظور کاهش پاسخ های ناشی از باد یکی از راهکارها کاهش سطح بادگیر ساختمان است که بواسطه پس نشست ها نیز قابل دستیابی است. عملکرد چنین ساختمان هایی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بمنظور شناخت بیشتر این ساختمان ها و تغییرات بوجود آمده ناشی از بروز پس نشست، بیش از ۵۰ مدل پنج، ده، بیست، سی و چهل طبقه دو بعدی و سه بعدی به کمک تحلیل های دینامیکی طیفی و استاتیکی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که پس نشست ها تاثیر جدی بر خصوصیات دینامیکی ساختمان دارند. جابجایی های مطلق و نسبی ناشی از نیرو های جانبی زلزله کاهش یافتند، همچنین توزیع نیروی زلزله در طبقات بطور جدی تحت تاثیر قرار گرفت. وزن ساختمان، برش های پایه و لنگر های واژگونی ناشی از باد و زلزله کاهش یافتند اما روند تغییرات بنحوی بوده که نسبت برش پایه به وزن و همچنین ضریب اطمینان در برابر واژگونی به ترتیب افزایش و کاهش پیدا کرده اند. ضرورت در نظر گرفتن اثرات پی دلتا و میزان تغییر نتایج در صورت نادیده گرفتن آن نیز مورد بررسی قرار گرفت. مشخص گردیده که لحاظ نشدن اثرات پی دلتا سبب می شود که نتایج کمتر از مقدار واقعی خود بدست آیند. البته با گسترش پس نشستگی ها تفاوت میان دو حالت لحاظ یا عدم لحاظ نمودن اثرات پی دلتا روند کاهشی را نشان داده است.

واژه‌های کلیدی: پس نشست، ساختمان های بلند، نیروی زلزله، نیروی باد، پی دلتا

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- بیان مسئله تحقیق ۲

۱-۳- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق ۳

۱-۳-۱- انتخاب فرم هندسی ۴

۱-۴- نوآوری تحقیق ۵

۱-۵- اهداف تحقیق ۵

۱-۶- فرضیات تحقیق ۶

۱-۶-۱- آیین نامه ها و توصیه نامه های مورد استفاده ۶

۱-۶-۲- نرم افزار های مورد استفاده ۶

۱-۷- روش شناسی تحقیق (methodology) ۷

۱-۸- ساختار فصول پایان نامه ۷

فصل ۲: مروری بر منابع و تاریخچه تحقیقات ۹

۲-۱- مقدمه ۱۰

۲-۲- اثر فرم هندسی بر پاسخ های ناشی از باد ۱۰

۲-۲-۱- طبیعت باد و نحوه تاثیر آن بر ساختمان های بلند ۱۱

۲-۲-۲- اصلاح گوشه های پلان ساختمان ۱۳

۲-۲-۳- انتخاب سطح مقطع مناسب با قابلیت مقاومت کمتر در برابر باد ۱۴

۲-۲-۴- کاهش سطح بادگیر ساختمان ۲۲

۲-۲-۴-۱- کاهش سطح مقطع ساختمان در ارتفاع ۲۲

۲-۲-۴-۲- تعبیه باز شو در ارتفاع ساختمان ۳۳

۲-۳- اثر فرم هندسی بر پاسخ های ناشی از زلزله ۴۰

۲-۳-۱- ملاحظات معماری و آسیب پذیری لرزه ای ۴۰

۲-۳-۲- پاسخ لرزه‌ای قاب‌های خمشی فولادی مسطح دارای پس نشست ۵۰

۲-۳-۲-۱- معرفی مدلهای مورد مطالعه ۵۲

۲-۳-۲-۲- تحلیل لرزه‌ای و تهیه بانک داده‌ها از پاسخ قابها ۵۵

۲-۳-۲-۳- توزیع تغییر شکلهای ارتجاعی و غیرارتجاعی در ارتفاع ۵۷

۲-۳-۲-۴- جمع بندی و نتیجه‌گیری ۵۹

۲-۳-۳- بررسی تاثیر فرم معماری بر نحوه آسیب پذیری سازه ای ۵۹

۲-۳-۴- ارزیابی عملکرد لرزه‌ای یک ساختمان بلند نامنظم ۶۴
۲-۳-۴-۱- معرفی مدل مورد مطالعه و روش بررسی ۶۵
۲-۳-۴-۲- آنالیز سازه ۶۷
۲-۳-۴-۳- مقایسه نتایج تحلیلی و آزمایشگاهی ۷۰
۲-۴- ۴-۵-۴. جابجایی نسبی طبقات ۷۱
۲-۴-۱-۱- جمع بندی ۷۱

فصل ۳: مروری بر آیین نامه ها و دستورالعمل ها **۷۳**
۳-۱- مقدمه ۷۴
۳-۲- بارگذاری باد ۷۴
۳-۳- بارگذاری زلزله ۷۹
۳-۳-۱- مقایسه آیین نامه های مورد استفاده با استاندارد ۲۸۰۰ ..... ۷۹

فصل ۴: معرفی مدل های مورد مطالعه **۸۸**
۴-۱- مقدمه ۸۹
۴-۲- معرفی مدل های مورد مطالعه ۸۹
۴-۲-۱- مدل های دو بعدی ۸۹
۴-۲-۲- مدل های سه بعدی ۹۱
۴-۲-۲-۱- معرفی پیکربندی هندسی مدل های سه بعدی ۹۲
۴-۳- مطالعات و بررسی های انجام شده ۹۷

فصل ۵: خروجی ها و نتایج **۹۸**
۵-۱- مقدمه ۹۹
۵-۲- اثر پس نشست بر خصوصیات دینامیکی ساختمان ها ۹۹
۵-۳- تاثیر پس نشست بر پاسخ های ساختمان ۱۰۹
5-3-1- تغییر شکل ها و تغییر مکان های نسبی ۱۰۹
۵-۳-۲- نیرو های وارد بر ساختمان ۱۲۰
۵-۴- اثرات P-Δ ۱۳۹

فصل ۶: جمع بندی و پیشنهادات **۱۴۳**
۶-۱- مقدمه ۱۴۴
۶-۲- مروری بر مراحل انجام پژوهش ۱۴۴
۶-۳- جمع بندی ۱۴۵

۶-۴- پیشنهادات ۱۴۷

منابع و مراجع **۱۴۸**

فهرست شکل ها

شکل (۲-۱) فشار و مکش ناشی از جریان هوا در اطراف ساختمان ۱۱
شکل (۲-۲) حالت های پیشنهادی برای اصلاح گوشه های پلان ۱۳
شکل (۲-۳) ساختمان تایپه ۱۰۱، دومین ساختمان بلند دنیا با گوشه های اصلاح شده ۱۴
شکل (۲-۴) نتایج آزمایش تونل باد برای مدل‌های با پلان مربع، ستاره، مثلث و دایره ۱۶
شکل (۲-۵) اثر نسبت جانبی بر عدد استروهال، ضریب طیفی بدون بعد و ضریب لنگر پایه ۱۷
شکل (۲-۶) شماتیک مدل های مورد مطالعه توسط Wong , Lam ۱۸
شکل (۲-۷) مقادیر متوسط ضرایب لنگر واژگونی مدل های مربع و H شکل ۱۹
شکل (۲-۸) ضرایب لنگر واژگونی در هر دو امتداد x (a), y (b) به ازای هر سه مقدار W/B ۱۹
شکل (۲-۹) طیف پاسخ (M_x) تحت باد با امتداد صفر درجه در مدل هایی با W/B = 0.75 ..... ۲۰
شکل (۲-۱۰) متوسط تغییرات (a) و حداقل مجموع مربعات (b) ضرایب لنگر پیچشی ۲۱
شکل (۲-۱۱) مدل های مورد آزمایش توسط Kim و You ۲۳
شکل (۲-۱۲) حداقل مجموع مربعات جابجایی هم امتداد با باد؛ شهری:BL1، حومه شهری: BL2 ..... ۲۳
شکل (۲-۱۳)حداقل مجموع مربعات جابجایی متعامد با باد؛ شهری:BL1، حومه شهری: BL2 ..... ۲۴
شکل (۲-۱۴) مدل های آزمایش Kanda و Kim ۲۴
شکل (۲-۱۵) پرفیل توزیع سرعت و شدت آشفتگی در ارتفاع ۲۵
شکل (۲-۱۶) متوسط ضریب نیروی درگ و بلند کننده ۲۶
شکل (۲-۱۷) ضرایب نیروی درگ و بلندکننده در وضعیت نوسانی ۲۷
شکل (۲-۱۸) تغییرات ضریب لنگر پیچشی متوسط و ضریب لنگر پیچشی نوسانی ۲۸
شکل (۲-۱۹) ضرایب متوسط فشار باد روی سطوح هم امتداد با باد ۲۹
شکل (۲-۲۰) ضرایب متوسط فشار باد روی سطوح متعامد با امتداد باد ۳۰
شکل (۲-۲۱) ضرایب بیشینه فشار باد در سطوح رو به باد ۳۱
شکل (۲-۲۲) تغییر شکل های متعامد با باد ۳۴
شکل (۲-۲۳) ضرایب فشار باد برای مقادیر نسبت عرض بازشو به عرض کل ساختمان ۳۵
شکل (۲-۲۴) اثر زاویه برخورد باد بر ضرایب نیرو ۳۶
شکل (۲-۲۵) ساختمان مرکز تجارت جهانی شهر شانگهای ۳۸
شکل (۲-۲۶) ساختمان Pearl River واقع در شهر گوانژو کشور چین ۳۹
شکل (۲-۲۷) آسیب پذیری ساختمان های شش تا بیست طبقه در زلزله ۱۹۸۵ مکزیکو سیتی ۴۲
شکل (۲-۲۸) پلان مثلثی، نمونه ای از پلان های مستعد به پیچش ۴۲
شکل (۲-۲۹) انواع شکل پلان های یال دار که بهتر است با تعبیه درز انقطاع از هم جدا شوند ۴۳
شکل (۲-۳۰) نا منظمی در ارتفاع بدلیل وجود عقب نشینی ۴۴

شکل (۲-۳۱) تغییرات ناگهانی در جرم و سختی در ارتفاع ساختمان ۴۵
شکل (۲-۳۲) تشکیل طبقه نرم، تمرکز مفاصل و تغییر شکل های پلاستیک در این طبقه ۴۶
شکل (۲-۳۳) فرو ریختن ساختمان در اثر تشکیل طبقه نرم ۴۶
شکل (۲-۳۴) تشکیل و انهدام طبقه نرم بدلیل حذف میانقاب ها در طبقه اول ۴۷
شکل (۲-۳۵) تغییر صفحه سیستم مهار جانبی در ارتفاع ۴۷
شکل (۲-۳۶) نمونه ای از حذف، تغییر محور و یا تجمیع ستون ها ۴۸
شکل (۲-۳۷) تشکیل مفاصل پلاستیک در پایین ستونهای طبقه تحتانی ۴۹
شکل (۲-۳۸) نمونه هایی از عوامل ایجاد ستون کوتاه ۴۹
شکل (۲-۳۹) شکست برشی ستونها بدلیل ایجاد ستون کوتاه توسط میانقاب ۵۰
شکل (۲-۴۰) معرفی پارامتر های Li و Bi مورد استفاده در روابط ۱ و ۲ ..... ۵۳
شکل (۲-۴۱) هندسه مدل های مورد مطالعه ۵۴
شکل (۲-۴۲) متوسط جابجایی نسبی طبقات در مدل های ۳ طبقه برای چهار سطح عملکرد ۵۸
شکل (۲-۴۳) متوسط جابجایی نسبی طبقات در مدل های 9 طبقه برای چهار سطح عملکرد ۵۸
شکل (۲-۴۴) مقایسه رده آسیب پذیری انواع پلان ها ۶۳
شکل (۲-۴۵) مقایسه رده آسیب پذیری فرم های مختلف در ارتفاع ۶۴
شکل (۲-۴۶) تصویر مدل آزمایشگاهی (راست) و پروژه در حال ساخت (چپ) ۶۶
شکل (۲-۴۷) پلان طبقه اول ۶۶
شکل (۲-۴۸) پلان تیپ طبقات ۶۶
شکل (۲-۴۹) نمودار مشارکتی مودی تجمعی مدل تحلیلی ۶۹
شکل (۲-۵۰) تاریخچه پاسخ جابجایی بام تحت زلزله السنترو با احتمال وقوع زیاد ۷۰
شکل (۲-۵۱) تاریخچه پاسخ جابجایی بام تحت زلزله السنترو با احتمال وقوع مبنا ۷۱
شکل (۲-۵۲) تاریخچه پاسخ جابجایی بام تحت زلزله السنترو با احتمال وقوع مبنا ۷۱
شکل (۲-۵۳) پوش جابجایی نسبی طبقات مدل تحلیلی و آزمایشگاهی ، در جهت X و Y ۷۲
شکل (۳-۱) چهار حالات لازم برای اعمال بار باد به ساختمان ۷۸
شکل (۳-۲) پارامتر های مورد نیاز طیف طرح ACCE7-05 با توجه به داده های CGS..... ۸۲
شکل (۳-۳) طیف طرح استاندارد ۲۸۰۰ و ASCE7-05 با میرایی ۵ درصد ۸۴
شکل (۳-۴) طیف شتابنگاشت زلزله های طبس، نورثریج و السنترو ASCE7-05 و ۲۸۰۰ ..... ۸۵
شکل (۴-۱)مدل های دو بعدی مورد مطالعه در این پایان نامه ۹۰
شکل (۴-۲) تغییر پلان مدل های سه بعدی در ارتفاع ۹۲
شکل (۴-۳) تصویر شماتیک پیکربندی هندسی شماره یک به همراه پلان ۹۳
شکل (۴-۴) تصویر شماتیک پیکربندی هندسی شماره دو تا نه ۹۵
شکل (۵-۱) محدودیت های هندسی استاندارد اروپا برای ساختمان های منظم دارای پس نشست ۱۰۱

شکل (۵-۲) مقایسه زمان تناوب اصلی حاصل از روش تحلیلی وتجربی برای مدل های مورد بررسی ۱۰۴
شکل (۵-۳) زمان تناوب اصلی تحلیلی مدل های دو بعدی ۵ طبقه ۱۰۵
شکل (۵-۴) زمان تناوب اصلی تحلیلی مدل های دو بعدی ۱۰ طبقه ۱۰۵
شکل (۵-۵) تغییرات در زمان تناوب اصلی تحلیلی در پیکربندی های مختلف مدل های ۳۰ طبقه ۱۰۶
شکل (۵-۶) تغییرات در زمان تناوب اصلی تحلیلی در پیکربندی های مختلف مدل های ۴۰ طبقه ۱۰۶
شکل (۵-۷) جرم موثر مودی برای سه مود اول مدل های ۵ طبقه ۱۰۷
شکل (۵-۸) جرم موثر مودی برای سه مود اول مدل های ۱۰ طبقه ۱۰۸
شکل (۵-۹) تغییرمکان جانبی ناشی از نیروی زلزله برای مدل های ۲۰ طبقه ۱۰۹
شکل (۵-۱۰) تغییرمکان جانبی ناشی از نیروی باد در ارتفاع برای مدل های ۲۰ طبقه ۱۱۰
شکل (۵-۱۱) تغییر مکان نسبی طبقات ناشی از نیروی زلزله در مدل های بیست طبقه ۱۱۱
شکل (۵-۱۲) تغییر مکان نسبی طبقات ناشی از نیروی باد در مدل های بیست طبقه ۱۱۲
شکل (۵-۱۳) حداکثر تغییر مکان جانبی ناشی از زلزله نرمال شده نسبت به مدل A1 ..... ۱۱۳
شکل (۵-۱۴) حداکثر تغییر مکان جانبی ناشی از باد نرمال شده نسبت به مدل A1 ..... ۱۱۳
شکل (۵-۱۵) حداکثر تغییر مکان های جانبی نسبی ناشی از زلزله نرمال شده نسبت به مدل A1 ..... ۱۱۴
شکل (۵-۱۶) حداکثر تغییر مکان های جانبی نسبی ناشی از باد نرمال شده نسبت به مدل A1 ..... ۱۱۵
شکل (۵-۱۷) مقایسه تغییر شکل حداکثر ناشی از نیرو های زلزله و باد در مدل های بیست طبقه ۱۱۶
شکل (۵-۱۸) مقایسه تغییر شکل حداکثر ناشی از نیرو های زلزله و باد در مدل های ۴۰ طبقه ۱۱۶
شکل (۵-۱۹) تغییر مکان جانبی نسبی ناشی از نیروی زلزله برای مدل های ۴۰ طبقه ۱۱۷
شکل (۵-۲۰) تغییر مکان جانبی نسبی ناشی از نیروی باد برای مدل های ۴۰ طبقه ۱۱۷
شکل (۵-۲۱) حداکثر جابجایی ناشی از نیروی زلزله در مدل های ۴۰ طبقه نرمال شده به مدل ساده ۱۱۸
شکل (۵-۲۲) حداکثر جابجایی نسبی ناشی از نیروی زلزله در مدل های ۴۰ طبقه نرمال شده ۱۱۸
شکل (۵-۲۳) حداکثر جابجایی ناشی از نیروی باد در مدل های ۴۰ طبقه نرمال شده به مدل ساده ۱۱۹
شکل (۵-۲۴) حداکثر جابجایی نسبی ناشی از نیروی باد در مدل های ۴۰ طبقه نرمال شده ۱۱۹
شکل (۵-۲۵) برش طبقات ناشی از زلزله برای مدل های ۲۰ طبقه ۱۲۰
شکل (۵-۲۶) برش طبقات ناشی از زلزله برای مدل های ۳۰ طبقه ۱۲۱
شکل (۵-۲۷) برش طبقات ناشی از زلزله برای مدل های ۴۰ طبقه ۱۲۱
شکل (۵-۲۸) نیروی زلزله در طبقات برای مدل ۲۰ طبقه ۱۲۲
شکل (۵-۲۹) نیروی زلزله در طبقات برای مدل ۳۰ طبقه ۱۲۳
شکل (۵-۳۰) نیروی زلزله در طبقات برای مدل ۴۰ طبقه ۱۲۳
شکل (۵-۳۱) نیروی باد در طبقات برای مدل ۴۰ طبقه ۱۲۴
شکل (۵-۳۲) وزن نرمال شده بر اساس مدل ساده برای ساختمان های ۲۰ طبقه ۱۲۵
شکل (۵-۳۳) برش پایه نرمال شده به برش پایه مدل ساده تحت اثر زلزله برای مدل های بیست طبقه ۱۲۶

شکل (۵-۳۴) برش پایه نرمال شده به برش پایه مدل ساده تحت اثر باد برای مدل های بیست طبقه ۱۲۶
شکل (۵-۳۵) برش پایه نرمال شده به برش پایه مدل ساده تحت اثر زلزله برای مدل های ۳۰ طبقه ۱۲۷
شکل (۵-۳۶) برش پایه نرمال شده به برش پایه مدل ساده تحت اثر باد برای مدل های ۳۰ طبقه..... ۱۲۷
شکل (۵-۳۷) وزن نرمال شده بر اساس مدل ساده برای ساختمان های ۳۰ طبقه ۱۲۸
شکل (۵-۳۸) وزن نرمال شده بر اساس مدل ساده برای ساختمان های ۴۰ طبقه ۱۲۹
شکل (۵-۳۹) برش پایه نرمال شده به برش پایه مدل ساده تحت اثر زلزله برای مدل های ۴۰ طبقه ۱۲۹
شکل (۵-۴۰) برش پایه نرمال شده به برش پایه مدل ساده تحت اثر باد برای مدل های ۴۰ طبقه..... ۱۳۰
شکل (۵-۴۱) ضریب زلزله نرمال شده برای مدل های ۲۰ طبقه ۱۳۱
شکل (۵-۴۲) ضریب زلزله نرمال شده برای مدل های ۳۰ طبقه ۱۳۲
شکل (۵-۴۳) ضریب زلزله نرمال شده برای مدل های ۴۰ طبقه ۱۳۲
شکل (۵-۴۴) لنگر واژگونی ناشی از زلزله برای مدل های ۲۰ طبقه، نرمال شده به مدل ساده ۱۳۳
شکل (۵-۴۵) لنگر واژگونی ناشی از زلزله برای مدل های ۳۰ طبقه، نرمال شده به مدل ساده ۱۳۴
شکل (۵-۴۶) لنگر واژگونی ناشی از زلزله برای مدل های ۴۰ طبقه، نرمال شده به مدل ساده ۱۳۴
شکل (۵-۴۷) لنگر واژگونی ناشی از باد برای مدل های ۲۰ طبقه، نرمال شده به مدل ساده ۱۳۵
شکل (۵-۴۸) لنگر واژگونی ناشی از باد برای مدل های ۳۰ طبقه، نرمال شده به مدل ساده ۱۳۶
شکل (۵-۴۹) لنگر واژگونی ناشی از باد برای مدل های ۴۰ طبقه، نرمال شده به مدل ساده ۱۳۶
شکل (۵-۵۰) ضریب اطمینان واژگونی در برابر زلزله نرمال شده به مدل ساده، مدل های ۲۰ طبقه ۱۳۷
شکل (۵-۵۱) ضریب اطمینان واژگونی در برابر زلزله نرمال شده به مدل ساده، مدل های ۳۰ طبقه ۱۳۸
شکل (۵-۵۲) ضریب اطمینان واژگونی در برابر زلزله نرمال شده به مدل ساده، مدل های ۴۰ طبقه ۱۳۸
شکل (۵-۵۳) تاثیر لحاظ نمودن P-Δ بر جابجایی حداکثر ناشی از زلزله در مدل های ۲۰ طبقه ۱۳۹
شکل (۵-۵۴) افزایش حداکثر تغییر مکان جانبی ناشی از زلزله در مدل های ۲۰ طبقه ۱۴۰
شکل (۵-۵۵) تاثیر لحاظ نمودن P-Δ بر برش پایه ناشی از زلزله در مدل های ۴۰ طبقه ۱۴۱
شکل (۵-۵۶) افزایش برش پایه زلزله ناشی از لحاظ نمودن اثر P-Δ در مدل های ۴۰ طبقه..... ۱۴۱

فهرست جداول

جدول (۲-۱) نتایج آزمایش تونل باد بر روی هفت مدل مستطیلی با نسبت جانبی متفاوت ۱۶
جدول (۲-۲) بیشینه ضریب طیفی بدون بعد، عدد استروهال و ضریب لنگر پایه ۱۷
جدول (۲-۳) عدد استروهال برای تعیین پتانسیل وقوع پراکندگی گردبادی در مقاطع مختلف ۲۱
جدول (۲-۴) اطلاعات کلی مدل های مورد مطالعه ۵۵
جدول (۲-۵) مشخصات زلزله های مورد استفاده در تحلیل تاریخچه زمانی غیر خطی ۵۶
جدول (۲-۶) بررسی آسیب پذیری لرزه ای انواع پلان ها ۶۰
جدول (۲-۷) رده آسیب پذیری لرزه ای ساختمان های نامنظم در ارتفاع ۶۱
جدول (۲-۸) رده آسیب پذیری لرزه ای ساختمان های نامنظم در ارتفاع ۶۲
جدول (۲-۹) مقایسه خصوصیات دینامیکی مدل تحلیلی و آزمایشگاهی ۶۸
جدول (۳-۱) گروه بندی سازه ها بر اساس ASCE7 ..... ۷۷
جدول (۳-۲) ضریب اهمیت مربوط به بار باد ۷۸
جدول (۳-۳) تعیین ضرایب فشار باد ۷۹
جدول (۳-۴) طبقه بندی نوع زمین در ASCE7-05 ..... ۸۰
جدول (۳-۵) طبقه بندی نوع زمین در استاندارد زلزله ۲۸۰۰ ایران ۸۰
جدول (۳-۶) ضریب اهمیت ساختمان برای تعیین نیروی زلزله بر اساس ASCE7-05 ..... ۸۳
جدول (۳-۷) ضریب اهمیت ساختمان با توجه به استاندارد زلزله ۲۸۰۰ و مقررات ملی ساختمان ایران ۸۴
جدول (۴-۱) معرفی خصوصیات مربوط به پیکربندی های دهگانه ۹۶
جدول (۵-۱) تعریف ساختمان منظم در ارتفاع از دیدگاه آیین نامه های ایران، آمریکا و اروپا ۱۰۰
جدول (۵-۲) پارامتر های تعیین زمان تناوب تجربی در آیین نامه های مورد بررسی ۱۰۲
جدول (۵-۳) زمان تناوب اصلی بدست آمده از روابط تجربی و تحلیلی برای مدل ها با ارتفاع مختلف ۱۰۳

فصل ۱:

مقدمه

۱-۱- مقدمه

نتایج حاصل از مطالعه علل ویرانی ساختمانها در جریان زلزله‌های مخرب و نیز تجربیات آزمایشگاهی که بر روی مدلهای ساختمانی مختلف انجام شده، به نحوی قاطع ثابت کرده است که چگونگی شکل ساختمان تاثیری بسزا در مقابل زلزله دارد. از طرفی، شکل و فرم هندسی ساختمان های بلند تاثیر زیادی بر کیفیت و کمیت پاسخ های ناشی از باد در آنها دارد و تمایل بر این است که با اعمال یکسری اصلاحات آیرودینامیکی مناسب پاسخ های ناشی از باد در ساختمان های بلند کمتر گردد. طی دهه های اخیر مطالعات فراوانی در زمینه تاثیر فرم هندسی بر پاسخ های ناشی از باد بر ساختمانها انجام شده است، اما متاسفانه تاثیر فرم هندسی و پیکربندی سازه بر پاسخ های لرزه ای هنوز آنطور که شایسته است مورد توجه نبوده است بنحوی که تحقیقات انجام شده در این زمینه بسیار محدود می باشد. آخرین ویرایش آیین نامه ها و توصیه نامه ها نیز در بخش مربوط به ملاحظات معماری[1] تنها توصیه می نمایند تا حد امکان از هندسه های ساده و غیر مرکب استفاده شود تا از بروز پیچیدگی در رفتار سازه جلوگیری شود، ضمن اینکه این توصیه ها عمدتا کیفی بوده و کمتر جنبه کمی و محاسباتی دارند.

۱-۲- بیان مسئله تحقیق

همانگونه که از عنوان پایان نامه نیز مشخص است، این پژوهش به بررسی تاثیر یکی از انواع فرم های هندسی رایج بر عملکرد لرزه ای ساختمانها و بویژه ساختمان های بلند می پردازد. علاوه بر این بطور اجمالی چگونگی اثر این پیکربندی هندسی بر پاسخ های ناشی از باد نیز مرور می گردد. تحقیقات انجام شده در این زمینه بسسیار محدود می باشد. تنوع پیکربندی های موجود، ضرورت انجام مطالعات بر روی انواع فرم های هندسی با هدف شناخت بهتر نحوی پاسخ آنها به باد و زلزله را قوت می بخشد.

1 -Architectural Considerations

۱-۳- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

همانطور که در بخش قبلی اشاره گردید، با توجه به تعداد محدود پژوهش های انجام شده در زمنیه تاثیر فرم هندسی ساختمانها بر عملکرد لرزه ای آنها، توصیه ها و ضوابط موجود بیشتر جنبه کیفی داشته و معمولا تاکیدشان بر این است که تا حد امکان از پیچیدگی های هندسی اجتناب گردد. بعنوان نمونه توصیه هایی که در قالب ATC-72 [1] و یا توصیه نامه دیگری تحت عنوان "راهنمای طراحی ساختمان های بلند بر اساس عملکرد لرزه ای۲" که هر دو تقریبا در اوایل سال ۲۰۱۱ میلادی منتشر شده اند، منعکس کننده جدید ترین مطالعات پیرامون مدلسازی، تحلیل و طراحی ساختمان های بلند هستند اما جز چند توصیه مختصر کیفی پیرامون پیکربندی ساختمان، نکته قابل توجه دیگری در این زمینه ارایه نمی دهند و بیشتر تاکیدشان بر اجتناب از هندسه های پیچیده است و توصیه ای پیرامون طرح لرزه ای ساختمانهایی با فرم های هندسی پیچیده ندارند. عدم پوشش مناسب آیین نامه ها و توصیه نامه پیرامون این موضوع نشان از اندک بودن مطالعات و تحقیقات در این زمینه می باشد. توسعه روز افزون استفاده از فرم های هندسی پیچیده در ساختمانها، بویژه ساختمانهای بلند مرتبه، که با هدف ارایه طراح های نوین معماری و ایجاد بنا هایی متفاوت جای خود را در میان فرم های هندسی قدیمی باز نموده است از یک سو، درس های بدست آمده از زلزله های گذشته آسیب پذیری ساختمانهای نامنظم از سوی دیگر، ضرورت بررسی و شناخت اثرات نوع فرم هندسی و پیکر بندی سازه بر پاسخ های لرزه ای و ایمنی آنها را نمایان می سازد.

1 - Modeling and Acceptance Criteria for Seismic Design and Analysis of Tall Buildings
2 - Guidelines for Performance-Based Seismic Design of Tall Buildings