تعهدنامه‌ی اصالت اثر و رعایت حقوق دانشگاه

تمامی حقوق مادّی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌هایِ ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به **دانشگاه محقق اردبیلی** می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقرّرات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب اصغر رحیمی درآباد دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی عمران گرایش زلزله دانشکده‌ی فنی و مهندسی دانشگاه محقق اردبیلی به شماره‌ی دانشجویی ۹۰۴۴۴۶۳۱۲۱ که در تاریخ ۹۲/۶/۹ از پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود تحت عنوان ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای سازه‌های بتنی دوبلکسی با سیستم قاب خمشی دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

۱) این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.
۲) مسئولیت صحّت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.
۳) این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد.
۴) در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه و با رعایت اصل امانتداری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مآخذ ذکر نموده‌ام.
۵) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هر گونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فنّاوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.
۶) در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.
۷) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه رفتار نماید.

نام ونام خانوادگی دانشجو: اصغر رحیمی درآباد

امضا

تاریخ

دانشکده‌ی فنی و مهندسی

گروه آموزشی مهندسی عمران

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی مهندسی عمران گرایش عمران- زلزله

عنوان:

ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای سازه‌های بتنی دوبلکسی با سیستم قاب خمشی

استاد راهنما:

دکتر یعقوب محمدی

اساتید مشاور:

دکتر کاظم شاکری

مهندس مرتضی علی قربانی

پژوهشگر:

اصغر رحیمی درآباد

تابستان-۱۳۹۲

دانشکده‌ی فنی و مهندسی

گروه آموزشی مهندسی عمران

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی مهندسی عمران گرایش عمران- زلزله

عنوان:

ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای سازه‌های بتنی دوبلکسی با سیستم قاب خمشی

پژوهشگر:

اصغر رحیمی درآباد

ارزیابی و تصویب شده‌ی کمیته‌ی داوران پایان‌نامه با درجه‌ی عالی

نام و نام خانوادگی	مرتبه‌ی علمی	سمت	امضاء
یعقوب محمدی	استادیار	استاد راهنما و رییس کمیته‌ی داوران	
کاظم شاکری	استادیار	استاد مشاور	
مرتضی‌علی قربانی	مربی	استاد مشاور	
مجید پاسبانی	استادیار	داور	

شهریور – ۱۳۹۲

تقدیم به:

مادر ایثارگر و پدر فداکارم

که در سختی‌ها و دشواری‌های زندگی همواره یاوری دلسوز و فداکار، و پشتیبانی محکم و مطمئن برایم بوده‌اند

از زحمات و راهنمایی‌های استاد راهنمای گرانقدر، جناب آقای دکتر یعقوب محمدی و اساتید مشاور بزرگوار، جناب آقایان دکتر کاظم شاکری و مهندس مرتضی علی قربانی و همچنین از کمک های بی‌دریغ دوست عزیز و ارجمند، جناب آقای مهندس محسن جعفری تشکر و قدردانی می نمایم.

نام خانوادگی دانشجو: رحیمی درآباد	نام: اصغر
عنوان پایان‌نامه: ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای سازه‌های بتنی دوبلکسی با سیستم قاب خمشی	
استاد راهنما: دکتر یعقوب محمدی اساتید مشاور: دکتر کاظم شاکری- مهندس مرتضی علی قربانی	
مقطع تحصیلی: **کارشناسی ارشد**	رشته: مهندسی عمران
گرایش: عمران- زلزله	دانشگاه: **محقق اردبیلی**
دانشکده:فنی و مهندسی	تاریخ دفاع: ۹۲/۶/۹ تعداد صفحات: ۱۵۷

چکیده: یکی از مسائل مهمی که امروزه در آنالیز و بررسی رفتار سازه‌ها نقش مهمی را ایفا می‌کند و خود یکی از دلایل اصلی خرابی سازه‌ها در زلزله به شمار می‌رود بی‌نظمی در سازه‌ها می‌باشد. یکی از انواع نامنظمی در ارتفاع که در آیین نامه‌های دیگر همچون آیین نامه‌ی سیاک به آن اشاره شده است و آیین نامه‌ی ۲۸۰۰ ایران در مورد آن مسکوت است نامنظمی به علت اختلاف تراز طبقات(ساختمان های دوبلکسی) می‌باشد.گاهی ملاحظات معماری به دلایل مختلف نظیر قرارگیری پیلوت و یا واحدهای تجاری در همکف و یا جلوگیری از تجمع ورودی‌های مختلف در مجتمع‌های آپارتمانی سازه‌های دوبلکسی را پدید می آورد که در آن کف‌های مختلف با اختلاف تراز نسبت به هم در دو یا چند تراز مختلف ایجاد می‌شوند. ساختمان‌های با ترازهای دوبخشی و یا دوبلکسی به گونه‌ای از ساختمان‌ها گفته می‌شود که سطح کف طبقات در آنها با اختلاف تراز ΔH از هم فاصله دارند. در این تحقیق سه ساختمان اسکلت بتنی ۷،۵ و ۹ طبقه با سیستم قاب خمشی متوسط در حالت دوبلکسی در نظر گرفته شده است. قابل ذکر است هر یک از مدل‌ها در سه حالت متفاوت با اختلاف تراز ۱/۲،۰/۸ و ۱/۶ متری با توجه به ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و با روش بارگذاری از نوع فشرده‌سازی (ویژه سازه‌های دوبلکسی) توسط نرم افزار SAP 2000 تحلیل و طراحی شده‌اند. سپس مدل‌های طرح شده مورد تحلیل استاتیکی غیرخطی (Pushover) قرار گرفته و سطح عملکرد سازه‌ها با توجه به مبانی طراحی بر اساس عملکرد بررسی گردیده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که سازه‌های دوبلکسی مورد بررسی در صورتی که طبق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ و آیین نامه طراحی سازه‌های بتنی تحلیل و طراحی شوند، دسترسی به سطح عملکرد مورد انتظار ۲۸۰۰ که ایمنی جانی در سطح خطر زلزله طرح است، به طور کامل مقدور نخواهد بود. فلذا توصیه می‌شود که این گونه سازه‌ها را جزو سازه‌های نامنظم در ارتفاع طبقه بندی کرده و ظوابط سخت‌گیرانه‌تری را برای این نوع سازه‌ها نسبت به سازه‌های معمولی در نظر بگیرند، تا دسترسی به سطح عملکرد مورد انتظار ۲۸۰۰ میسر گردد.

کلید واژه‌ها: سازه‌های بتنی، سازه دوبلکسی، ارزیابی عملکرد لرزه‌ای، تحلیل استاتیکی غیرخطی.

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب **صفحه**

فصل اول: کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه..... ۲

۱-۲- نامنظمی در سازه‌ها..... ۲

۱-۳- معرفی ساختمان‌های دوبلکسی یا ساختمان‌های با اختلاف تراز طبقات..... ۵

۱-۴- روش‌های پیشنهادی بارگذاری زلزله..... ۷

۱-۴-۱- روش معمولی..... ۷

۱-۴-۲- روش جداسازی..... ۷

۱-۴-۳- روش فشرده‌سازی..... ۷

۱-۴-۴- روش تراز معادل..... ۸

۱-۴-۵- روش طیفی..... ۸

۱-۵- مروری بر تحقیقات گذشته..... ۱۰

فصل دوم: قواعد مدل سازی به منظور تحلیل استاتیکی غیرخطی

۲-۱- مقدمه ۱۷

۲-۲- روش طراحی لرزه ای بر اساس عملکرد و قواعد مدل سازی..... ۱۷

۲-۲- ۱- اصول و فلسفه‌ی روش طراحی سازه‌ها بر اساس سطح عملکرد..... ۱۷

۲-۲-۲- الگوریتم کلی روش طراحی بر اساس نیرو..... ۱۹

۲-۲-۳- معایب و مشکلات روش طراحی بر اساس نیرو..... ۲۰

۲-۲- ۴- کلیات روش طراحی عملکردی بر اساس دستورالعمل بهسازی..... ۲۲

۲-۲-۵- سطوح عملکرد..... ۲۳

۲-۲-۶- سطوح خطر..... ۲۵

۲-۲-۷- اهداف بهسازی..... ۲۶

۲-۲-۸- مدلسازی ساختمان..... ۲۸
۲-۲- ۹- برآورد نیروها و جابجایی‌های غیرارتجاعی و مقایسه با معیارهای پذیرش..... ۳۰
۲-۲-۱۰- بهسازی..... ۳۰
۲-۳- انواع روش های تحلیل سازه در دستورالعمل بهسازی..... ۳۲
۲-۳-۱- ضوابط کلی در مورد انواع روش‌های تحلیل..... ۳۲
۲-۳-۲- محدوده کاربرد روش‌های خطی..... ۳۳
۲-۳-۳- محدوده کاربرد روش‌های غیرخطی..... ۳۵
۲-۳-۴- روش تحلیل استاتیکی غیرخطی..... ۳۵
۲-۳-۵- الگوهای بار جانبی در روش تحلیل استاتیکی غیرخطی..... ۳۸
۲-۴- ترکیبات بار محتمل بر اساس دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای..... ۴۱
۲-۴-۱- اعمال بارهای مرده و زنده..... ۴۱
۲-۴-۲- اعمال بارهای جانبی..... ۴۳
۲-۴-۳- اثر پیچش..... ۴۳
۲-۴-۴- الگوهای ترکیب بار مورد استفاده در این پژوهش..... ۴۴
۲-۵- رفتار اجزای سازه..... ۴۴
۲-۶- اثر $P\text{-}\Delta$ (رفتار غیر خطی هندسی)..... ۴۸
۲-۷- اندرکنش خاک و سازه..... ۴۹

فصل سوم: تحلیل و طراحی سازه‌ها و ارائه نتایج

۳-۱- مقدمه..... ۵۲
۳-۲- مشخصات مقاطع و مصالح مصرفی ۵۲
۳-۳- هندسه سازه‌ها و بارگذاری ثقلی..... ۵۳
۳-۴- نحوه‌ی معرفی دیافراگم در سازه‌های دوبلکسی..... ۵۶
۳-۵- تحلیل و طراحی سازه‌ها به روش متداول نیرویی..... ۵۸
۳-۵-۱- فرضیات و ضوابط اعمال شده در تحلیل و طراحی خطی..... ۵۸

۳-۵-۲- نتایج طراحی خطی..... ۶۱
۳-۶- تحلیل استاتیکی غیرخطی وارزیابی عملکرد سازه‌ها..... ۶۹
۳-۶- ۱- نحوه‌ی انتخاب الگوی بار جانبی..... ۶۹
۳-۶- ۲- محاسبه تغییر مکان هدف به روش ضرایب تغییر مکان..... ۷۷
۳-۶- ۳- نحوه ارزیابی عملکرد سازه‌ها بر اساس دستورالعمل بهسازی..... ۷۹
۳-۷- نتایج بدست آمده از تحلیل استاتیکی غیرخطی..... ۸۰
۳-۷- ۱- مدل‌های ۵ طبقه..... ۸۰
۳-۷- ۱-۱- مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر..... ۸۳
۳-۷- ۱-۲- مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر..... ۸۷
۳-۷- ۱-۳- مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر..... ۹۰
۳-۷- ۱-۴- مدل ۵ طبقه معمولی..... ۹۴
۳-۷- ۲- مدل‌های ۷ طبقه..... ۹۷
۳-۷- ۲-۱- مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر..... ۱۰۰
۳-۷- ۲-۲- مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر..... ۱۰۳
۳-۷- ۲-۳- مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر..... ۱۰۷
۳-۷- ۲-۴- مدل ۷ طبقه معمولی..... ۱۱۰
۳-۷- ۳- مدل‌های ۹ طبقه..... ۱۱۴
۳-۷- ۳-۱- مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر..... ۱۱۶
۳-۷- ۳-۲- مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر..... ۱۲۰
۳-۷- ۳-۳- مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر..... ۱۲۳
۳-۷- ۳-۴- مدل ۹ طبقه معمولی..... ۱۲۷
۳-۷- ۴- تغییرات زمان تناوب..... ۱۳۰
۳-۷- ۵- پدیده‌ی ستون کوتاه در سازه‌های دوبلکسی..... ۱۳۳
۳-۷- ۵- ۱- مقدمه..... ۱۳۳
۳-۷- ۵- ۲- مکانیزم ستون کوتاه..... ۱۳۴
۳-۷- ۵- ۳- مواردی که باعث به وجود آمدن پدیده‌ی ستون کوتاه در سازه‌ها میگردد..... ۱۳۵
۳-۷- ۵- ۴- بررسی پدیده ستون کوتاه در مدل‌های دوبلکسی ۵، ۷ و ۹ طبقه..... ۱۳۷

۳-۷- ۶- بررسی ضریب رفتار در مدل‌ها..... ۱۴۰
۳-۷- ۶-۱- مقدمه..... ۱۴۰
۳-۷- ۶-۲- عوامل موثر در تعیین ضریب رفتار..... ۱۴۱
۳-۷- ۶-۲-۱- ضریب اضافه مقاومت (R_S)..... ۱۴۱
۳-۷- ۶-۲-۲- ضریب شکل پذیری (R_μ)..... ۱۴۲
۳-۷- ۶-۲-۳- ضریب آیین نامه ای (R_R)..... ۱۴۳

فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۴-۱- مقدمه ۱۴۸
۴-۲- نتایج ۱۴۸

فهرست جدول‌ها

شماره و عنوان جدول **صفحه**

جدول ۲ – ۱: تلاش‌های کنترل شونده..... ۴۷

جدول ۳ – ۱: مشخصات بتن مصرفی..... ۵۲

جدول ۳ – ۲: مشخصات میلگرد مصرفی..... ۵۳

جدول ۳ – ۳: شدت بارهای وارد برکف در تراز بام..... ۵۵

جدول ۳ – ۴: شدت بارهای وارد بر کف در تراز طبقات..... ۵۵

جدول ۳ – ۵: مشخصات و نام اختصاری مدل‌ها..... ۵۷

جدول ۳ – ۶: فرضیات در نظر گرفته شده در تحلیل و طراحی خطی..... ۵۸

جدول ۳ – ۷: ضریب زلزله و برش پایه سازه‌ها بر اساس روابط استاندارد ۲۸۰۰..... ۵۹

جدول ۳ – ۸: زمان تناوب اصلی بدست آمده از تحلیل مودال..... ۶۸

جدول ۳ – ۹: درصد مشارکت جرم مودی در مود اول..... ۷۰

جدول ۳ – ۱۰: محاسبه تغییرمکان هدف در مدل های دوبلکسی و معمولی..... ۷۸

جدول ۳ – ۱۱: سطح عملکرد و خرابی پیش بینی شده برای اعضای قائم سازه‌ای..... ۷۹

جدول ۳ – ۱۲: نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی غیرخطی در مورد سازه‌های معمولی و دوبلکسی..... ۱۴۵

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل **صفحه**

شکل ۱ – ۱: سازه با اختلاف تراز طبقات.....۶

شکل ۱ – ۲: ساختمان بتنی با اختلاف تراز طبقات.....۹

شکل ۱ – ۳: ساختمان فلزی با اختلاف تراز طبقات.....۹

شکل ۱ – ۴: ساختمان فلزی با اختلاف تراز طبقات.....۱۰

شکل ۲ – ۱: نمونه ای از طیف طراحی شتاب در الگوریتم طراحی براساس نیرو.....۱۹

شکل ۲ – ۲: پارامترهای مدلسازی ومعیارهای پذیرش در دستورالعمل بهسازی، نمونه ای در مورد تیرها.....۲۷

شکل ۲ – ۳: پارامترهای مدلسازی ومعیارهای پذیرش در دستورالعمل بهسازی، نمونه ای در مورد ستون‌ها....۲۸

شکل ۲ – ۴: مدل نیرو– جابه جایی اعضا که با توجه به میزان افت مقاومت پس از تسلیم.....۲۹

شکل ۲ – ۵: نمونه‌ای از منحنی پوش اور یک سازه.....۳۶

شکل ۲ – ۶: روش ساده شده تحلیل استاتیکی غیرخطی.....۳۷

شکل ۲ – ۷: روش کامل تحلیل استاتیکی غیرخطی.....۳۸

شکل ۲ – ۸: نمونه‌هایی از الگوهای بار جانبی پیشنهادی در دستورالعمل بهسازی.....۳۹

شکل ۲ – ۹: منحنی رفتاری عضو شکل پذیر، $e/g \geq 2$.....۴۵

شکل ۲ – ۱۰: منحنی رفتاری عضو نیمه شکل پذیر.....۴۶

شکل ۲ – ۱۱: منحنی رفتاری عضو ترد.....۴۶

شکل ۲ – ۱۲: منحنی رفتاری به کار رفته در دستورالعمل بهسازی همراه با معیارهای پذیرش.....۴۸

شکل ۲ – ۱۳: تاثیر تغییرات زمان تناوب بر شتاب وارد بر سازه.....۴۹

شکل ۳ –۱: نمونه‌ای از مقطع بتنی مورد استفاده.....۵۳

شکل ۳ –۲: پلان مدل‌های مورد بررسی.....۵۴

شکل ۳ –۳: نمونه قاب با اختلاف تراز در سازه‌های دوبلکسی.....۵۵

شکل ۳ –۴: نحوه‌ی معرفی دیافراگم در نیم طبقه‌های پایینی سازه‌های دوبلکسی.....۵۶

شکل ۳ –۵: نحوه‌ی معرفی دیافراگم در نیم طبقه‌های بالایی سازه‌های دوبلکسی.....۵۷
شکل ۳ –۶: مقاطع بدست آمده در طراحی به روش نیرویی در سازه ۵ طبقه معمولی.....۶۱
شکل ۳ –۷: مقاطع بدست آمده در طراحی به روش نیرویی در سازه ۵ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر.....۶۲
شکل ۳ –۸: مقاطع بدست آمده در طراحی به روش نیرویی در سازه ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر.....۶۲
شکل ۳ –۹: مقاطع بدست آمده در طراحی به روش نیرویی در سازه ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر.....۶۳
شکل ۳ –۱۰: مقاطع بدست آمده در طراحی به روش نیرویی در سازه ۷ طبقه معمولی.....۶۳
شکل ۳ –۱۱: مقاطع بدست آمده در طراحی به روش نیرویی در سازه ۷ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر.....۶۴
شکل ۳ –۱۲: مقاطع بدست آمده در طراحی به روش نیرویی در سازه ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر.....۶۴
شکل ۳ –۱۳: مقاطع بدست آمده در طراحی به روش نیرویی در سازه ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر.....۶۵
شکل ۳ –۱۴: مقاطع بدست آمده در طراحی به روش نیرویی در سازه ۹ طبقه معمولی.....۶۵
شکل ۳ –۱۵: مقاطع بدست آمده در طراحی به روش نیرویی در سازه ۹ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر.....۶۶
شکل ۳ –۱۶: مقاطع بدست آمده در طراحی به روش نیرویی در سازه ۹ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر.....۶۶
شکل ۳ –۱۷: مقاطع بدست آمده در طراحی به روش نیرویی در سازه طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر.....۶۷
شکل ۳ –۱۸: الگوی بار جانبی طیفی برای مدل ۵ طبقه معمولی.....۷۱
شکل ۳ –۱۹: الگوی بار جانبی طیفی برای مدل ۵ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر.....۷۲
شکل ۳ –۲۰: الگوی بار جانبی طیفی برای مدل ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر.....۷۲
شکل ۳ –۲۱: الگوی بار جانبی طیفی برای مدل ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر.....۷۳
شکل ۳ –۲۲: الگوی بار جانبی طیفی برای مدل ۷ طبقه معمولی.....۷۳
شکل ۳ –۲۳: الگوی بار جانبی طیفی برای مدل ۷ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر.....۷۴
شکل ۳ –۲۴: الگوی بار جانبی طیفی برای مدل ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر.....۷۴
شکل ۳ –۲۵: الگوی بار جانبی طیفی برای مدل ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر.....۷۵
شکل ۳ –۲۶: الگوی بار جانبی طیفی برای مدل ۹ طبقه معمولی.....۷۵
شکل ۳ –۲۷: الگوی بار جانبی طیفی برای مدل ۹ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر.....۷۶

شکل ۳ –۲۸: الگوی بار جانبی طیفی برای مدل ۹ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر.....۷۶
شکل ۳ –۲۹: الگوی بار جانبی طیفی برای مدل ۹ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر.....۷۷
شکل ۳ –۳۰: نمودار تغییرمکان نسبی جانبی مدل های دوبلکسی ۵ طبقه در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۸۱
شکل ۳ –۳۱: نمودار تغییرمکان نسبی جانبی مدل های دوبلکسی ۵ طبقه در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۸۲
شکل ۳ –۳۲: نمودار تغییرمکان نسبی جانبی مدل های دوبلکسی ۵ طبقه در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت.....۸۲
شکل ۳ –۳۳: نمودار تغییرمکان نسبی جانبی مدل معمولی ۵ طبقه تحت اثر الگوهای بار طیفی و یکنواخت.....۸۳
شکل ۳ –۳۴: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۸۴
شکل ۳ –۳۵: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۸۴
شکل ۳ –۳۶: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۸۵
شکل ۳ –۳۷: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۸۵
شکل ۳ –۳۸: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل ۵ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت..... ۸۶
شکل ۳ –۳۹: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت.....۸۶
شکل ۳ –۴۰: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۸۷

شکل ۳ –۴۱: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۸۸
شکل ۳ –۴۲: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت Yتحت الگوی بار طیفی.....۸۸
شکل ۳ –۴۳: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۸۹
شکل ۳ –۴۴: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت..... ۸۹
شکل ۳ –۴۵: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت.....۹۰
شکل ۳ –۴۶: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۹۱
شکل ۳ –۴۷: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۹۱
شکل ۳ –۴۸: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۹۲
شکل ۳ –۴۹: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۹۲
شکل ۳ –۵۰: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت..... ۹۳
شکل ۳ –۵۱: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۵ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت.....۹۳
شکل ۳ –۵۲: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل ۵ طبقه معمولی در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۹۴

شکل ۳ –۵۳: منحنی بارافزون مدل ۵ طبقه معمولی در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۹۵
شکل ۳ –۵۴: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل ۵ طبقه معمولی در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۹۵
شکل ۳ –۵۵: منحنی بارافزون مدل ۵ طبقه معمولی در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۹۶
شکل ۳ –۵۶: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل ۵ طبقه معمولی در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت..... ۹۶
شکل ۳ –۵۷: منحنی بارافزون مدل ۵ طبقه معمولی در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت.....۹۷
شکل ۳ –۵۸: نمودار تغییرمکان نسبی جانبی مدل‌های دوبلکسی ۷ طبقه در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۹۸
شکل ۳ –۵۹: نمودار تغییرمکان نسبی جانبی مدل‌های دوبلکسی ۷ طبقه در Yجهت تحت الگوی بار طیفی.....۹۸
شکل ۳ –۶۰: نمودار تغییرمکان نسبی جانبی مدل‌های دوبلکسی ۷ طبقه در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت..... ۹۹
شکل ۳ –۶۱: نمودار تغییرمکان نسبی جانبی مدل معمولی ۷ طبقه تحت اثر الگوهای بار طیفی و یکنواخت..... ۹۹
شکل ۳ –۶۲: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۱۰۰
شکل ۳ –۶۳: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۱۰۱
شکل ۳ –۶۴: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۱۰۱
شکل ۳ –۶۵: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۱۰۲

شکل ۳ –۶۶: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت..... ۱۰۲
شکل ۳ –۶۷: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت.....۱۰۳
شکل ۳ –۶۸: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۱۰۴
شکل ۳ –۶۹: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۱۰۴
شکل ۳ –۷۰: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۱۰۵
شکل ۳ –۷۱: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۱۰۵
شکل ۳ –۷۲: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت..... ۱۰۶
شکل ۳ –۷۳: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت.....۱۰۶
شکل ۳ –۷۴: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۱۰۷
شکل ۳ –۷۵: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۱۰۸
شکل ۳ –۷۶: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۱۰۸
شکل ۳ –۷۷: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۱۰۹

شکل ۳ –۷۸: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت..... ۱۰۹
شکل ۳ –۷۹: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۷ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت.....۱۱۰
شکل ۳ –۸۰: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل ۷ طبقه معمولی در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۱۱۱
شکل ۳ –۸۱: منحنی بارافزون مدل ۷ طبقه معمولی در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۱۱۱
شکل ۳ –۸۲: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل ۷ طبقه معمولی در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۱۱۲
شکل ۳ –۸۳: منحنی بارافزون مدل ۷ طبقه معمولی در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۱۱۲
شکل۳–۸۴: نحوه تشکیل مفاصل‌پلاستیک در مدل ۷ طبقه معمولی در جهت Yتحت الگوی بار یکنواخت..... ۱۱۳
شکل ۳ –۸۵: منحنی بارافزون مدل ۷ طبقه معمولی در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت.....۱۱۳
شکل ۳ –۸۶: نمودار تغییرمکان نسبی جانبی مدل‌های دوبلکسی ۹ طبقه در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۱۱۴
شکل ۳ –۸۷: نمودار تغییرمکان نسبی جانبی مدل‌های دوبلکسی ۹ طبقه در جهت Y تحت الگوی بار طیفی.....۱۱۵
شکل ۳ –۸۸: نمودار تغییرمکان نسبی جانبی مدل‌های دوبلکسی ۹ طبقه در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت.....۱۱۵
شکل ۳ –۸۹: نمودار تغییرمکان نسبی جانبی مدل معمولی ۹ طبقه تحت اثر الگوهای بار طیفی و یکنواخت.....۱۱۶
شکل ۳–۹۰: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی.....۱۱۷

شکل ۳ –۹۱: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی..... ۱۱۷
شکل ۳ –۹۲: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت Y تحت الگوی بار طیفی..... ۱۱۸
شکل ۳ –۹۳: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت Y تحت الگوی بار طیفی..... ۱۱۸
شکل ۳ –۹۴: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت..... ۱۱۹
شکل ۳ –۹۵: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۰/۸ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت..... ۱۱۹
شکل ۳ –۹۶: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی..... ۱۲۰
شکل ۳ –۹۷: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی..... ۱۲۱
شکل ۳ –۹۸: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت Y تحت الگوی بار طیفی..... ۱۲۱
شکل ۳ –۹۹: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت Y تحت الگوی بار طیفی..... ۱۲۲
شکل ۳ –۱۰۰: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت..... ۱۲۲
شکل ۳ –۱۰۱: منحنی بارافزون مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۱/۲ متر در جهت X تحت الگوی بار یکنواخت..... ۱۲۳
شکل ۳ –۱۰۲: نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در مدل دوبلکسی ۹ طبقه با اختلاف تراز ۱/۶ متر در جهت X تحت الگوی بار طیفی..... ۱۲۴