



دانشکده مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه

طراحی لرزه ای ساختمان های بتن مسلح سه بعدی بر اساس عملکرد
با استفاده از روش های تحلیل استاتیکی غیر خطی و دینامیکی

مجید شیرزاد چناری

استاد راهنما

دکتر علی جعفروند

استاد مشاور

دکتر جواد رزاقی لنگرودی

تابستان ۱۳۸۹

چکیده:

از آنجا که جلوگیری کامل از خسارات ناشی از زلزله های شدید بسیار دشوار است می توان با افزایش سطح اطلاعات در رابطه با وضعیت آسیب پذیری ساختمان ها، ایمن سازی و مقاوم سازی صحیح و اصولی آن ها، تا حد مطلوب، تلفات و خسارات ناشی از زلزله های آتی را کاهش داد. از این رو محققان گام های موثری در طراحی سازه های مقاوم در برابر زلزله برداشته اند. این پیشرفت منجر به تغییر نگرش دانشمندان از طراحی بر اساس نیرو به سمت طراحی بر مبنای رفتار یا سطوح عملکرد سازه ها بوده است. با عنایت به این موضوع، امروزه طراحی بر اساس سطوح عملکرد از اهمیت بالایی به منظور فراهم نمودن عملکرد مناسب سازه ها به خصوص در مناطق لرزه خیز برخوردار است. هدف اصلی این تحقیق بررسی برآورده نمودن شرایط عملکردی بر اساس آیین نامه بهسازی لرزه ای ایران و FEMA-356 در ساختمانهای بتن مسلح با قاب خمشی بر اساس مباحث ششم و نهم از مقررات ملی ساختمان ایران و با در نظر گرفتن ضوابط لرزه ای آیین نامه ۲۸۰۰ می باشد. جهت نیل به این منظور، مدل سه بعدی اجزا محدود ساختمانهای ۳، ۶، ۹ و ۱۲ طبقه ایجاد شده و مطابق آیین نامه های ذکر شده خصوصیات مفاصل غیرخطی به المانهای تیر و ستون اختصاص یافت و با توجه به تقارن پلان ساختمانها در دو جهت، تحلیل استاتیکی غیرخطی با استفاده از دو الگوی بارگذاری جانبی با توزیع مثلثی و یکنواخت انجام گرفت. همچنین تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی با استفاده از سه رکورد زلزله طبس، ال سنترو و نورث ریچ روی مدل ها انجام گرفت و نتایج حاصله با استفاده از جداول و نمودارها بیان می گردد.

کلمات کلیدی: بتن مسلح، سطوح عملکرد، تحلیل استاتیکی غیر خطی، مفاصل غیر خطی.



تقديم به بهترين بهترين هاييم

پدر و مادر عزيزم



تشکر و قدردانی

شکر ایزد یکتا، اول معلم انسان، که توفیق آن داد که بخش مهمی از زندگی خود را صرف آموختن علم کنم. در این مسیر رهین منت انسانهای شریفی هستم که چراغ راه حقیر شدند، پدر و مادرم که با حمایت هایشان انگیزه آموختن را در من بنا نهادند. از استاد فرهیخته جناب آقای دکتر علی جعفروند که در تمام مراحل این پایان نامه، اینجانب را از راهنمایی های ارزنده و هوشمندانه خود بهره مند ساختند، صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم. همچنین از جناب آقای دکتر جواد رزاقی لنگرودی که زحمت مشاوره این پایان نامه را بر عهده داشتند تشکر می نمایم. لازم می دانم که از اساتید دوران تحصیلم بویژه آقایان دکتر سید هاشم موسوی، دکتر پیام اشتری، دکتر جمال احمدی و دکتر کیارش ناصر اسدی که همواره مدیون حمایت های بی دریغشان هستم، تشکر نمایم. از پدر و مادر فداکارم که سختی های زیادی را در دوران تحصیلات اینجانب متحمل شدند و همواره مشوق من بودند، صمیمانه تقدیر و تشکر می نمایم.

مجید شیرزاد چناری

مهرماه ۸۹

فهرست موضوعات

عنوان	صفحه
پیش گفتار.....	۱
رئوس مطالب پایان نامه.....	۲
فصل اول - زلزله و پیامد های آن.....	۳
۱-۱ : مقدمه.....	۳
۲-۱ : تاریخچه زلزله.....	۴
۳-۱ : لرزه خیزی ایران.....	۷
۱-۳-۱ : موقعیت شهر های ایران از نظر لرزه خیزی.....	۸
۲-۳-۱ : بررسی آماری زلزله های یک قرن گذشته.....	۹
۳-۳-۱ : پهنه بندی خطر نسبی زلزله در ایران.....	۹
۴-۱ : رفتار زمین در هنگام زلزله.....	۱۰
۵-۱ : خسارات ناشی از زلزله.....	۱۱
۱-۵-۱ : انواع خسارت از دیدگاه اجتماعی.....	۱۲
۲-۵-۱ : انواع خسارت از دیدگاه سازه ای.....	۱۳
۳-۵-۱ : آسیب های وارده بر اعضای سازه های بتن مسلح.....	۱۴
۶-۱ : دسته بندی آسیب های وارده به اعضای سازه های بتن مسلح.....	۱۴
۱-۶-۱ : آسیب های وارده به ستون ها.....	۱۴
۲-۶-۱ : آسیب های وارده به تیرها.....	۱۶
۳-۶-۱ : آسیب های وارده به دیوارهای بتن آرمه.....	۱۶
۴-۶-۱ : آسیب دیدگی اتصال تیر به ستون.....	۱۷
۵-۶-۱ : آسیب دیدگی دال ها.....	۱۸
۷-۱ : چگونگی توزیع آسیب پذیری در ساختمان.....	۱۸
۸-۱ : عوامل موثر بر میزان آسیب دیدگی ساختمان ها.....	۱۹

- ۱-۸-۱ : اختلاف بین طیف طرح و طیف پاسخ زلزله مورد نظر.....۱۹
- ۲-۸-۱ : طبقه همکف نرم.....۱۹
- ۳-۸-۱ : آرایش نامتقارن عناصر سختی در پلان.....۲۰
- ۴-۸-۱ : تعداد طبقات.....۲۰
- ۵-۸-۱ : اثر شالوده ها.....۲۱

فصل دوم – دینامیک سازه ۲۲

- ۱-۲ : مقدمه.....۲۲
- ۲-۲ : روشهای تحلیل مورد استفاده در طراحی بر اساس عملکرد.....۲۲
- ۱-۲-۲ : روش تحلیل استاتیکی خطی.....۲۲
- ۲-۲-۲ : روش تحلیل دینامیکی خطی.....۲۳
- ۳-۲-۲ : روش تحلیل استاتیکی غیر خطی.....۲۳
- ۴-۲-۲ : روش تحلیل دینامیکی غیر خطی.....۲۵
- ۳-۲ : شاخص های مورد استفاده در طراحی بر اساس عملکرد.....۲۵
- ۴-۲ : اصول کلی تحلیل استاتیکی غیر خطی.....۲۶
- ۱-۴-۲ : روند انجام تحلیل استاتیکی غیر خطی.....۲۶
- ۲-۴-۲ : شکل بارگذاری جانبی.....۲۸
- ۳-۴-۲ : روش ضریب جابجایی برای تعیین نقطه عملکرد.....۳۰
- ۵-۲ : تحلیل دینامیکی سازه ها.....۳۳
- ۱-۵-۲ : طیف طرح استاندارد.....۳۴
- ۲-۵-۲ : طیف طرح ویژه ساختگاه.....۳۵
- ۳-۵-۲ : روش تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی.....۳۵

فصل سوم – مفاهیم کلی طراحی بر اساس سطوح عملکرد ۳۸

- ۱-۳ : مقدمه.....۳۸

- ۳-۲ : مفهوم طراحی بر اساس عملکرد..... ۳۹
- ۳-۲-۱ : بهبود ابزارهای مهندسی ۴۱
- ۳-۲-۲ : ارزیابی سطوح عملکرد لرزه ای ساختمان ها..... ۴۳
- ۳-۳ : روش های کلی ارزیابی عملکرد لرزه ای سازه ها..... ۴۵
- ۴-۳ : تعیین منحنی رفتاری اعضای سازه..... ۴۹
- ۵-۳ : نقطه عملکرد..... ۵۳
- ۶-۳ : تحقیقات انجام شده..... ۵۵

فصل چهارم – مدل های سازه ای..... ۶۱

- ۱-۴ : مقدمه..... ۶۱
- ۲-۴ : معرفی نرم افزار مورد استفاده..... ۶۱
- ۳-۴ : معرفی مدل ها..... ۶۲
- ۴-۳-۱ : بارهای وارده..... ۶۷
- ۴-۳-۲ : ترکیبات بارگذاری..... ۶۷
- ۴-۳-۳ : معرفی و اختصاص مشخصات مفاصل پلاستیک..... ۶۹
- ۴-۳-۴ : مشخصات مقاطع..... ۶۹
- ۴-۳-۵ : آنالیز های انجام شده..... ۷۰

فصل پنجم – نتایج حاصل از تحلیل..... ۷۱

- ۱-۵ : مقدمه..... ۷۱
- ۵-۲ : تحلیل ساختمان ۳ طبقه بتنی با قاب خمشی..... ۷۲
- ۵-۲-۱ : نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی غیر خطی در جهت X..... ۷۲
- ۵-۲-۱-۱ : الگوی بارگذاری جانبی مثلثی..... ۷۲
- ۵-۲-۱-۲ : بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری مثلثی..... ۷۶
- ۵-۲-۱-۳ : الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۷۸

- ۵-۲-۱-۴: بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بار جانبی یکنواخت..... ۸۱
- ۵-۲-۱-۵: خلاصه نتایج تحلیل ساختمان ۳ طبقه در جهت X..... ۸۲
- ۵-۲-۲: نتایج حاصل از تحلیل دینامیکی خطی (تاریخچه زمانی) در جهت X..... ۸۴
- ۵-۲-۲-۱: بررسی تغییر مکان نسبی جانبی حاصل از تحلیل دینامیکی..... ۸۵
- ۵-۲-۳: نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی غیر خطی در جهت Y..... ۸۷
- ۵-۲-۳-۱: الگوی بارگذاری جانبی مثلثی..... ۸۷
- ۵-۲-۳-۲: بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری مثلثی..... ۹۱
- ۵-۲-۳-۳: الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۹۲
- ۵-۲-۳-۴: بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری یکنواخت..... ۹۶
- ۵-۲-۳-۵: خلاصه نتایج تحلیل ساختمان ۳ طبقه در جهت Y..... ۹۷
- ۵-۲-۴: نتایج حاصل از تحلیل دینامیکی خطی (تاریخچه زمانی) در جهت Y..... ۹۸
- ۵-۲-۴-۱: بررسی تغییر مکان نسبی طبقات حاصل از تحلیل دینامیکی..... ۹۹
- ۵-۳-۳: تحلیل ساختمان ۶ طبقه بتنی با قاب خمشی..... ۱۰۱
- ۵-۳-۱: نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی غیر خطی در جهت X..... ۱۰۱
- ۵-۳-۱-۱: الگوی بارگذاری جانبی مثلثی..... ۱۰۱
- ۵-۳-۱-۲: بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری مثلثی..... ۱۰۵
- ۵-۳-۱-۳: الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۱۰۶
- ۵-۳-۱-۴: بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری یکنواخت..... ۱۱۰
- ۵-۳-۱-۵: خلاصه نتایج تحلیل ساختمان ۶ طبقه در جهت X..... ۱۱۱
- ۵-۳-۲: نتایج حاصل از تحلیل دینامیکی خطی (تاریخچه زمانی) در جهت X..... ۱۱۲
- ۵-۳-۲-۱: بررسی تغییر مکان نسبی طبقات حاصل از تحلیل دینامیکی..... ۱۱۴
- ۵-۳-۳: نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی غیر خطی در جهت Y..... ۱۱۶
- ۵-۳-۳-۱: الگوی بارگذاری جانبی مثلثی..... ۱۱۶
- ۵-۳-۳-۲: بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری مثلثی..... ۱۲۰
- ۵-۳-۳-۳: الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۱۲۱
- ۵-۳-۳-۴: بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری یکنواخت..... ۱۲۵

- ۱۲۶..... ۵-۳-۳-۵ : خلاصه نتایج تحلیل ساختمان ۶ طبقه در جهت Y
- ۱۲۷..... ۴-۳-۵ : نتایج حاصل از تحلیل دینامیکی خطی (تاریخچه زمانی) در جهت Y
- ۱۲۹..... ۱-۴-۳-۵ : بررسی تغییر مکان نسبی طبقات حاصل از تحلیل دینامیکی
- ۱۳۱..... ۴-۵ : تحلیل ساختمان ۹ طبقه بتنی با قاب خمشی
- ۱۳۱..... ۱-۴-۵ : نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی غیر خطی در جهت X
- ۱۳۱..... ۱-۱-۴-۵ : الگوی بارگذاری جانبی مثلثی
- ۱۳۵..... ۲-۱-۴-۵ : بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری مثلثی
- ۱۳۶..... ۳-۱-۴-۵ : الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت
- ۱۴۰..... ۴-۱-۴-۵ : بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری یکنواخت
- ۱۴۱..... ۵-۱-۴-۵ : خلاصه نتایج تحلیل ساختمان ۹ طبقه در جهت X
- ۱۴۲..... ۲-۴-۵ : نتایج حاصل از تحلیل دینامیکی خطی (تاریخچه زمانی) در جهت X
- ۱۴۴..... ۱-۲-۴-۵ : بررسی تغییر مکان نسبی طبقات حاصل از تحلیل دینامیکی
- ۱۴۶..... ۳-۴-۵ : نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی غیر خطی در جهت Y
- ۱۴۶..... ۱-۳-۴-۵ : الگوی بارگذاری جانبی مثلثی
- ۱۵۰..... ۲-۳-۴-۵ : بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری مثلثی
- ۱۵۱..... ۳-۳-۴-۵ : الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت
- ۱۵۵..... ۴-۳-۴-۵ : بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری یکنواخت
- ۱۵۶..... ۵-۳-۴-۵ : خلاصه نتایج تحلیل ساختمان ۹ طبقه در جهت Y
- ۱۵۷..... ۴-۴-۵ : نتایج حاصل از تحلیل دینامیکی خطی (تاریخچه زمانی) در جهت Y
- ۱۵۹..... ۱-۴-۴-۵ : بررسی تغییر مکان نسبی طبقات حاصل از تحلیل دینامیکی
- ۱۶۱..... ۵-۵ : تحلیل ساختمان ۱۲ طبقه بتنی با قاب خمشی
- ۱۶۱..... ۱-۵-۵ : نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی غیر خطی در جهت X
- ۱۶۱..... ۱-۱-۵-۵ : الگوی بارگذاری جانبی مثلثی
- ۱۶۵..... ۲-۱-۵-۵ : بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری مثلثی
- ۱۶۶..... ۳-۱-۵-۵ : الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت
- ۱۷۰..... ۴-۱-۵-۵ : بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری یکنواخت

- ۱۷۱..... ۵-۱-۵-۵ : خلاصه نتایج تحلیل ساختمان ۱۲ طبقه در جهت X
- ۱۷۲..... ۲-۵-۵ : نتایج حاصل از تحلیل دینامیکی خطی (تاریخچه زمانی) در جهت X
- ۱۷۴..... ۱-۲-۵-۵ : بررسی تغییر مکان نسبی حاصل از تحلیل دینامیکی
- ۱۷۶..... ۳-۵-۵ : نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی غیر خطی در جهت Y
- ۱۷۶..... ۱-۳-۵-۵ : الگوی بارگذاری جانبی مثلثی
- ۱۸۰..... ۲-۳-۵-۵ : بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری مثلثی
- ۱۸۲..... ۳-۳-۵-۵ : الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت
- ۱۸۵..... ۴-۳-۵-۵ : بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری یکنواخت
- ۱۸۴..... ۵-۳-۵-۵ : خلاصه نتایج تحلیل ساختمان ۱۲ طبقه در جهت Y
- ۱۸۸..... ۴-۵-۵ : نتایج حاصل از تحلیل دینامیکی خطی (تاریخچه زمانی) در جهت Y
- ۱۸۹..... ۱-۴-۵-۵ : بررسی تغییر مکان نسبی جانبی طبقات حاصل از تحلیل دینامیکی
- ۱۹۲..... ۶-۵ : نتیجه گیری
- ۱۹۵..... ۷-۵ : پیشنهادات
- ۱۹۶..... منابع

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱: نقشه لرزه خیزی ایران.....	۸
شکل ۱-۲: خسارات ساختمانی ناشی از زلزله.....	۱۲
شکل ۱-۳: خسارات جانی ناشی از زلزله.....	۱۲
شکل ۱-۴: آسیب های وارده به ستون ها.....	۱۵
شکل ۱-۵: آسیب های وارده به دیوار بتن آرمه.....	۱۷
شکل ۱-۶: آسیب دیدگی اتصال تیر به ستون.....	۱۷
شکل ۱-۷: آسیب دیدگی به دلیل طبقه همکف نرم.....	۲۰
شکل ۱-۲: منحنی برش پایه بر حسب جابه جایی بام و منحنی دوخطی.....	۳۰
شکل ۱-۳: تلاشهای سیستماتیک برای تدوین روند طراحی بر اساس عملکرد.....	۳۹
شکل ۲-۳: کمی سازی خرابی و ارتباط آن با سطوح عملکردی.....	۳۹
شکل ۳-۳: منحنی ظرفیت سازه و تغییر مکان های متناظر با هر یک از حالات خرابی.....	۴۰
شکل ۳-۴: ارتباط احتمال وقوع زلزله با حالات خرابی.....	۴۰
شکل ۳-۵: بهبود ابزارهای تحلیل.....	۴۱
شکل ۳-۶: بهبود خصوصیت بندی عملکرد.....	۴۲
شکل ۳-۷: بهبود استراتژی ها.....	۴۲
شکل ۳-۸: بهبود خصوصیت بندی زلزله.....	۴۲
شکل ۳-۹: بهبود تخمین عدم قطعیت ها.....	۴۲
شکل ۳-۱۰: بهبود ارزیابی خسارات.....	۴۲
شکل ۳-۱۱: طراحی بر اساس عملکرد.....	۴۳
شکل ۳-۱۲: رابطه سطوح عملکرد اصلی و درصد خرابی.....	۴۵
شکل ۳-۱۳: مراحل ارزیابی لرزه ای با استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی.....	۴۶
شکل ۳-۱۴: مراحل ارزیابی لرزه ای با استفاده از تحلیل دینامیکی غیرخطی.....	۴۷
شکل ۳-۱۵: منحنی اسکلتون برای یک عضو.....	۵۰
شکل ۳-۱۶: مدل رفتاری اعضای سازه.....	۵۱
شکل ۳-۱۷: نمای کلی از منحنی رفتاری اعضای سازه به همراه پارامترهای مهم آن.....	۵۱
شکل ۳-۱۸: روشهای تحلیل استاتیکی غیرخطی و تعیین نقطه ی عملکرد سازه.....	۵۴
شکل ۳-۱۹: منحنی نیرو جابجایی برای سیستم یک درجه آزادی.....	۵۶
شکل ۳-۲۰: جابجایی طبقات ومحل تشکیل مفاصل پلاستیک در ساختمان ۱۰ طبقه.....	۶۰
شکل ۴-۱: نمای کلی مدل های مورد بررسی.....	۶۲

- شکل ۴-۲: پلان کلی مدل های مورد بررسی..... ۶۳
- شکل ۴-۳: نمای کلی ساختمان ۳ طبقه در جهات X و Y..... ۶۳
- شکل ۴-۴: نمای کلی ساختمان ۶ طبقه در جهت X..... ۶۴
- شکل ۴-۵: نمای کلی ساختمان ۶ طبقه در جهت Y..... ۶۴
- شکل ۴-۶: نمای کلی ساختمان ۹ طبقه در جهت X..... ۶۵
- شکل ۴-۷: نمای کلی ساختمان ۹ طبقه در جهت Y..... ۶۵
- شکل ۴-۸: نمای کلی ساختمان ۱۲ طبقه در جهت X..... ۶۶
- شکل ۴-۹: نمای کلی ساختمان ۱۲ طبقه در جهت Y..... ۶۶
- شکل ۵-۱: تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۳ طبقه..... ۷۳
- شکل ۵-۲: مفهوم تغییر مکان نسبی جانبی گذرا و ماندگار..... ۷۷
- شکل ۵-۳: تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۳ طبقه..... ۷۸
- شکل ۵-۴: (منحنی پوش آور الف) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی مثلثی (ب) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۸۳
- شکل ۵-۵: تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۳ طبقه..... ۸۸
- شکل ۵-۶: تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۳ طبقه..... ۹۳
- شکل ۵-۷: (منحنی پوش آور الف) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی مثلثی (ب) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۹۷
- شکل ۵-۸: تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۶ طبقه..... ۱۰۲
- شکل ۵-۹: تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۶ طبقه..... ۱۰۷
- شکل ۵-۱۰: (منحنی پوش آور الف) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی مثلثی (ب) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۱۱۱
- شکل ۵-۱۱: تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۶ طبقه..... ۱۱۷
- شکل ۵-۱۲: تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۶ طبقه..... ۱۲۲
- شکل ۵-۱۳: (منحنی پوش آور الف) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی مثلثی (ب) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۱۲۶
- شکل ۵-۱۴: تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۹ طبقه..... ۱۳۲
- شکل ۵-۱۵: تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۹ طبقه..... ۱۳۷
- شکل ۵-۱۶: (منحنی پوش آور الف) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی مثلثی (ب) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۱۴۱
- شکل ۵-۱۷: تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۹ طبقه..... ۱۴۷
- شکل ۵-۱۸: تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۹ طبقه..... ۱۵۲
- شکل ۵-۱۹: (منحنی پوش آور الف) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی مثلثی (ب) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۱۵۶

- شکل ۵-۲۰ : تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۱۲ طبقه..... ۱۶۲
- شکل ۵-۲۱ : تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۱۲ طبقه..... ۱۶۷
- شکل ۵-۲۲ : منحنی پوش آور الف) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی مثلثی ب) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۱۷۱
- شکل ۵-۲۳ : تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۱۲ طبقه..... ۱۷۷
- شکل ۵-۲۴ : تشکیل مفاصل غیر خطی در گام پایانی تحلیل در سازه ۱۲ طبقه..... ۱۸۲
- شکل ۵-۲۵ : منحنی پوش آور الف) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی مثلثی ب) تحت اثر الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۱۸۷

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۸.....	جدول ۱-۱: وضعیت پراکندگی شهرها و جمعیت شهری در پهنه‌های مختلف خطر زلزله.....
۱۰.....	جدول ۱-۲: برخی از زلزله های قدیمی ایران.....
۳۱.....	جدول ۱-۲: مقادیر ارائه شده برای ضریب C_0
۳۲.....	جدول ۲-۲: مقادیر تقریبی ارائه شده برای ضریب C_m
۳۳.....	جدول ۳-۲: مقادیر ارائه شده برای ضریب C_2
۴۵.....	جدول ۱-۳: سطوح عملکرد اجزای سازه ای و اجزای غیر سازه ای.....
۵۲.....	جدول ۲-۳: پارامترهای مدل سازی و معیارهای پذیرش برای روش های غیر خطی - تیرهای بتن مسلح.....
۵۳.....	جدول ۳-۳: پارامترهای مدل سازی و معیارهای پذیرش برای روش های غیر خطی - ستون های بتن مسلح.....
۶۷.....	جدول ۱-۴: شدت بارهای ثقلی وارد بر کف طبقات.....
۶۷.....	جدول ۲-۴: شدت بار مرده روی تیر های محیطی.....
۶۸.....	جدول ۳-۴: ضرایب طراحی مورد استفاده.....
۶۹.....	جدول ۴-۴: مشخصات و تیپ بندی تیرها و ستون ها.....
۷۲.....	جدول ۱-۵: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۳ طبقه بتنی در جهت X تحت الگوی بارگذاری جانبی مثلثی.....
۷۷.....	جدول ۲-۵: تغییر مکان جانبی و تغییر مکان نسبی جانبی طبقات در جهت X تحت الگوی بارگذاری جانبی مثلثی.....
۷۸.....	جدول ۳-۵: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۳ طبقه بتنی در جهت X تحت الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت.....
۸۲.....	جدول ۴-۵: تغییر مکان جانبی و نسبی جانبی طبقات در جهت X تحت الگوی بار جانبی یکنواخت.....
۸۸.....	جدول ۵-۵: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۳ طبقه بتنی در جهت Y تحت الگوی بارگذاری جانبی مثلثی.....
۹۱.....	جدول ۶-۵: تغییر مکان جانبی و تغییر مکان نسبی جانبی طبقات تحت الگوی بارگذاری جانبی مثلثی.....
۹۲.....	جدول ۷-۵: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۳ طبقه بتنی در جهت Y تحت الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت.....

- جدول ۵-۸: تغییر مکان جانبی و نسبی جانبی طبقات در جهت Y تحت الگوی بارگذاری جانبی
یکنواخت ۹۶
- جدول ۵-۹: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۶ طبقه بتنی در جهت X تحت الگوی
بارگذاری جانبی مثلثی ۱۰۲
- جدول ۵-۱۰: تغییر مکان جانبی و تغییر مکان نسبی جانبی طبقات در جهت X تحت الگوی
بارگذاری جانبی مثلثی ۱۰۵
- جدول ۵-۱۱: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۶ طبقه بتنی در جهت X تحت الگوی
بارگذاری جانبی یکنواخت ۱۰۶
- جدول ۵-۱۲: تغییر مکان جانبی و نسبی جانبی طبقات در جهت X تحت الگوی بارگذاری جانبی
یکنواخت ۱۱۰
- جدول ۵-۱۳: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۶ طبقه بتنی در جهت Y تحت الگوی
بارگذاری جانبی مثلثی ۱۱۶
- جدول ۵-۱۴: تغییر مکان جانبی و تغییر مکان نسبی جانبی طبقات در جهت Y تحت الگوی
بارگذاری جانبی مثلثی ۱۲۰
- جدول ۵-۱۵: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۶ طبقه بتنی در جهت Y تحت الگوی
بارگذاری جانبی یکنواخت ۱۲۱
- جدول ۵-۱۶: تغییر مکان جانبی و نسبی جانبی طبقات در جهت Y تحت الگوی بارگذاری جانبی
یکنواخت ۱۲۵
- جدول ۵-۱۷: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۹ طبقه بتنی در جهت X تحت الگوی
بارگذاری جانبی مثلثی ۱۳۲
- جدول ۵-۱۸: تغییر مکان جانبی و تغییر مکان نسبی جانبی طبقات در جهت X تحت الگوی
بارگذاری جانبی مثلثی ۱۳۶
- جدول ۵-۱۹: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۹ طبقه بتنی در جهت X تحت الگوی
بارگذاری جانبی یکنواخت ۱۳۷
- جدول ۵-۲۰: تغییر مکان جانبی و نسبی جانبی طبقات در جهت X تحت الگوی بارگذاری جانبی
یکنواخت ۱۴۰
- جدول ۵-۲۱: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۹ طبقه بتنی در جهت Y تحت الگوی
بارگذاری جانبی مثلثی ۱۴۶
- جدول ۵-۲۲: تغییر مکان جانبی و تغییر مکان نسبی جانبی طبقات در جهت Y تحت الگوی
بارگذاری جانبی مثلثی ۱۵۰
- جدول ۵-۲۳: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۹ طبقه بتنی در جهت Y تحت الگوی
بارگذاری جانبی یکنواخت ۱۵۱

- جدول ۵-۲۴: تغییر مکان جانبی و نسبی جانبی طبقات در جهت Y تحت الگوی بارگذاری جانبی
یکنواخت..... ۱۵۵
- جدول ۵-۲۵: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۱۲ طبقه بتنی در جهت X تحت الگوی
بارگذاری جانبی مثلثی..... ۱۶۱
- جدول ۵-۲۶: تغییر مکان جانبی و تغییر مکان نسبی جانبی طبقات در جهت X تحت الگوی
بارگذاری مثلثی..... ۱۶۵
- جدول ۵-۲۷: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۱۲ طبقه بتنی در جهت X تحت الگوی
بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۱۶۶
- جدول ۵-۲۸: تغییر مکان جانبی و نسبی جانبی طبقات در جهت X تحت الگوی بارگذاری
یکنواخت..... ۱۷۰
- جدول ۵-۲۹: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۱۲ طبقه بتنی در جهت Y تحت الگوی
بارگذاری جانبی مثلثی..... ۱۷۷
- جدول ۵-۳۰: تغییر مکان جانبی و تغییر مکان نسبی جانبی طبقات در جهت Y تحت الگوی
بارگذاری مثلثی..... ۱۸۱
- جدول ۵-۳۱: نتایج حاصل از تحلیل بار افزون ساختمان ۱۲ طبقه بتنی در جهت Y تحت الگوی
بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۱۸۲
- جدول ۵-۳۲: تغییر مکان جانبی و نسبی جانبی طبقات در جهت Y تحت الگوی بارگذاری جانبی
یکنواخت..... ۱۸۶
- جدول ۵-۳۳: خلاصه نتایج حاصل از تحلیل..... ۱۹۲

فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۷۴	نمودار ۱-۵: منحنی برش پایه بر حسب تغییر مکان هدف بام تحت الگوی بارگذاری جانبی مثلثی...
۷۴	نمودار ۲-۵: روند تشکیل مفاصل در محدوده A تا B
۷۵	نمودار ۳-۵: روند تشکیل مفاصل در محدوده B تا IO
۷۵	نمودار ۴-۵: روند تشکیل مفاصل در محدوده IO تا LS
۷۶	نمودار ۵-۵: خلاصه روند کلی تشکیل مفاصل در جهت X تحت الگوی بارگذاری جانبی مثلثی...
۷۷	نمودار ۶-۵: تغییر مکان نسبی جانبی در مقابل تراز طبقات تحت الگوی بارگذاری جانبی مثلثی...
۷۹	نمودار ۷-۵: منحنی برش پایه بر حسب تغییر مکان هدف بام در جهت X تحت الگوی بار جانبی یکنواخت
۸۰	نمودار ۸-۵: روند تشکیل مفاصل در محدوده A تا B
۸۰	نمودار ۹-۵: روند تشکیل مفاصل در محدوده B تا IO
۸۱	نمودار ۱۰-۵: روند تشکیل مفاصل در محدوده IO تا LS
۸۱	نمودار ۱۱-۵: خلاصه روند کلی تشکیل مفاصل در جهت X تحت الگوی بارگذاری یکنواخت
۸۲	نمودار ۱۲-۵: منحنی تغییر مکان نسبی جانبی در مقابل تراز طبقات تحت الگوی بار جانبی یکنواخت
۸۴	نمودار ۱۳-۵: رکورد طبس الف) منحنی تغییر مکان بام در مقابل زمان. ب) منحنی برش پایه سازه در مقابل زمان
۸۵	نمودار ۱۴-۵: رکورد ال سنتر و الف) منحنی تغییر مکان بام در مقابل زمان. ب) منحنی برش پایه سازه در مقابل زمان
۸۵	نمودار ۱۵-۵: رکورد نورث ریدج الف) منحنی تغییر مکان بام در مقابل زمان. ب) منحنی برش پایه سازه در مقابل زمان
۸۶	نمودار ۱۶-۵: تغییر مکان نسبی جانبی در مقابل تراز طبقات
۸۶	نمودار ۱۷-۵: منحنی برش پایه ساختمان در مقابل جابجایی حداکثر بام
۸۷	نمودار ۱۸-۵: مقادیر برش پایه ساختمان حاصل از تحلیل استاتیکی غیر خطی و دینامیکی
۸۹	نمودار ۱۹-۵: منحنی برش پایه بر حسب تغییر مکان هدف بام در جهت Y تحت الگوی بارگذاری جانبی مثلثی
۸۹	نمودار ۲۰-۵: روند تشکیل مفاصل در محدوده A تا B
۹۰	نمودار ۲۱-۵: روند تشکیل مفاصل در محدوده B تا IO
۹۰	نمودار ۲۲-۵: روند تشکیل مفاصل در محدوده IO تا LS

- نمودار ۵-۲۳: خلاصه روند کلی تشکیل مفاصل در جهت Y تحت الگوی بارگذاری جانبی مثلثی..... ۹۱
- نمودار ۵-۲۴: تغییر مکان نسبی جانبی در مقابل تراز طبقات تحت الگوی بارگذاری جانبی مثلثی.. ۹۲
- نمودار ۵-۲۵: منحنی برش پایه بر حسب تغییر مکان هدف بام در جهت Y تحت الگوی بار جانبی
یکنواخت..... ۹۴
- نمودار ۵-۲۶: روند تشکیل مفاصل در محدوده A تا B ۹۴
- نمودار ۵-۲۷: روند تشکیل مفاصل در محدوده B تا IO ۹۵
- نمودار ۵-۲۸: روند تشکیل مفاصل در محدوده IO تا LS ۹۵
- نمودار ۵-۲۹: خلاصه روند کلی تشکیل مفاصل در جهت Y تحت الگوی بارگذاری جانبی
یکنواخت..... ۹۶
- نمودار ۵-۳۰: منحنی تغییر مکان نسبی جانبی در مقابل تراز طبقات تحت الگوی بار جانبی
یکنواخت..... ۹۶
- نمودار ۵-۳۱: رکورد طبس الف) منحنی تغییر مکان بام در مقابل زمان. ب) منحنی برش پایه سازه
در مقابل زمان..... ۹۸
- نمودار ۵-۳۲: رکورد ال سنتر و الف) منحنی تغییر مکان بام در مقابل زمان. ب) منحنی برش پایه
سازه در مقابل زمان..... ۹۹
- نمودار ۵-۳۳: رکورد نورث ریدج الف) منحنی تغییر مکان بام در مقابل زمان. ب) منحنی برش پایه
سازه در مقابل زمان..... ۹۹
- نمودار ۵-۳۴: تغییر مکان نسبی جانبی در مقابل تراز طبقات..... ۱۰۰
- نمودار ۵-۳۵: منحنی برش پایه ساختمان در مقابل جابجایی حداکثر بام..... ۱۰۰
- نمودار ۵-۳۶: مقادیر برش پایه ساختمان حاصل از تحلیل استاتیکی غیر خطی و دینامیکی..... ۱۰۱
- نمودار ۵-۳۷: منحنی برش پایه بر حسب تغییر مکان هدف بام تحت الگوی بارگذاری جانبی
مثلثی..... ۱۰۳
- نمودار ۵-۳۸: روند تشکیل مفاصل در محدوده A تا B ۱۰۳
- نمودار ۵-۳۹: روند تشکیل مفاصل در محدوده B تا IO ۱۰۴
- نمودار ۵-۴۰: روند تشکیل مفاصل در محدوده IO تا LS ۱۰۴
- نمودار ۵-۴۱: خلاصه روند کلی تشکیل مفاصل در جهت X تحت الگوی بارگذاری جانبی
مثلثی..... ۱۰۵
- نمودار ۵-۴۲: تغییر مکان نسبی جانبی در مقابل تراز طبقات تحت الگوی بارگذاری جانبی
مثلثی..... ۱۰۶
- نمودار ۵-۴۳: منحنی برش پایه بر حسب تغییر مکان هدف بام در جهت X تحت الگوی بار جانبی
یکنواخت..... ۱۰۸
- نمودار ۵-۴۴: روند تشکیل مفاصل در محدوده A تا B ۱۰۸
- نمودار ۵-۴۵: روند تشکیل مفاصل در محدوده B تا IO ۱۰۹

- نمودار ۵-۴۶: روند تشکیل مفاصل در محدوده IO تا LS ۱۰۹
- نمودار ۵-۴۷: خلاصه روند کلی تشکیل مفاصل در جهت X تحت الگوی بارگذاری جانبی
یکنواخت ۱۱۰
- نمودار ۵-۴۸: منحنی تغییر مکان نسبی جانبی در مقابل تراز طبقات تحت الگوی بار جانبی
یکنواخت ۱۱۱
- نمودار ۵-۴۹: رکورد طبس الف) منحنی تغییر مکان بام در مقابل زمان. ب) منحنی برش پایه سازه
در مقابل زمان ۱۱۳
- نمودار ۵-۵۰: رکورد ال سنتر و الف) منحنی تغییر مکان بام در مقابل زمان. ب) منحنی برش پایه
سازه در مقابل زمان ۱۱۳
- نمودار ۵-۵۱: رکورد نورث ریج الف) منحنی تغییر مکان بام در مقابل زمان. ب) منحنی برش پایه
سازه در مقابل زمان ۱۱۴
- نمودار ۵-۵۲: تغییر مکان نسبی جانبی در مقابل تراز طبقات ۱۱۴
- نمودار ۵-۵۳: منحنی برش پایه ساختمان در مقابل جابجایی حداکثر بام ۱۱۵
- نمودار ۵-۵۴: مقادیر برش پایه ساختمان حاصل از تحلیل استاتیکی غیر خطی و دینامیکی ۱۱۶
- نمودار ۵-۵۵: منحنی برش پایه بر حسب تغییر مکان هدف بام در جهت Y تحت الگوی بارگذاری
مثلی ۱۱۸
- نمودار ۵-۵۶: روند تشکیل مفاصل در محدوده A تا B ۱۱۸
- نمودار ۵-۵۷: روند تشکیل مفاصل در محدوده B تا IO ۱۱۹
- نمودار ۵-۵۸: روند تشکیل مفاصل در محدوده IO تا LS ۱۱۹
- نمودار ۵-۵۹: خلاصه روند کلی تشکیل مفاصل در جهت Y تحت الگوی بارگذاری جانبی
مثلی ۱۲۰
- نمودار ۵-۶۰: تغییر مکان نسبی جانبی در مقابل تراز طبقات تحت الگوی بارگذاری جانبی
مثلی ۱۲۱
- نمودار ۵-۶۱: منحنی برش پایه بر حسب تغییر مکان هدف بام در جهت Y تحت الگوی بار جانبی
یکنواخت ۱۲۳
- نمودار ۵-۶۲: روند تشکیل مفاصل در محدوده A تا B ۱۲۳
- نمودار ۵-۶۳: روند تشکیل مفاصل در محدوده B تا IO ۱۲۴
- نمودار ۵-۶۴: روند تشکیل مفاصل در محدوده IO تا LS ۱۲۴
- نمودار ۵-۶۵: خلاصه روند کلی تشکیل مفاصل در جهت Y تحت الگوی بارگذاری جانبی
یکنواخت ۱۲۵
- نمودار ۵-۶۶: منحنی تغییر مکان نسبی جانبی در مقابل تراز طبقات تحت الگوی بارگذاری جانبی
یکنواخت ۱۲۶

- نمودار ۵-۶۷: رکورد طبس الف)منحنی تغییر مکان بام در مقابل زمان. ب)منحنی برش پایه سازه در مقابل زمان..... ۱۲۸
- نمودار ۵-۶۸: رکورد ال سنتر و الف)منحنی تغییر مکان بام در مقابل زمان. ب)منحنی برش پایه سازه در مقابل زمان..... ۱۲۸
- نمودار ۵-۶۹: رکورد نورث ریدج الف)منحنی تغییر مکان بام در مقابل زمان. ب)منحنی برش پایه سازه در مقابل زمان..... ۱۲۹
- نمودار ۵-۷۰: تغییر مکان نسبی جانبی در مقابل تراز طبقات..... ۱۲۹
- نمودار ۵-۷۱: منحنی برش پایه ساختمان در مقابل جابجایی حداکثر بام..... ۱۳۰
- نمودار ۵-۷۲: مقادیر برش پایه ساختمان حاصل از تحلیل استاتیکی غیر خطی و دینامیکی..... ۱۳۱
- نمودار ۵-۷۳: منحنی برش پایه بر حسب تغییر مکان هدف بام در جهت X تحت الگوی بارگذاری مثلثی..... ۱۳۳
- نمودار ۵-۷۴: روند تشکیل مفاصل در محدوده A تا B..... ۱۳۴
- نمودار ۵-۷۵: روند تشکیل مفاصل در محدوده B تا IO..... ۱۳۴
- نمودار ۵-۷۶: روند تشکیل مفاصل در محدوده IO تا LS..... ۱۳۵
- نمودار ۵-۷۷: خلاصه روند کلی تشکیل مفاصل در جهت X تحت الگوی بارگذاری جانبی مثلثی..... ۱۳۵
- نمودار ۵-۷۸: تغییر مکان نسبی جانبی در مقابل تراز طبقات تحت الگوی بار جانبی مثلثی..... ۱۳۶
- نمودار ۵-۷۹: منحنی برش پایه بر حسب تغییر مکان هدف بام در جهت X تحت الگوی بار جانبی یکنواخت..... ۱۳۸
- نمودار ۵-۸۰: روند تشکیل مفاصل در محدوده A تا B..... ۱۳۸
- نمودار ۵-۸۱: روند تشکیل مفاصل در محدوده B تا IO..... ۱۳۹
- نمودار ۵-۸۲: روند تشکیل مفاصل در محدوده IO تا LS..... ۱۳۹
- نمودار ۵-۸۳: خلاصه روند کلی تشکیل مفاصل در جهت X تحت الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۱۴۰
- نمودار ۵-۸۴: منحنی تغییر مکان نسبی جانبی در مقابل تراز طبقات تحت الگوی بارگذاری جانبی یکنواخت..... ۱۴۱
- نمودار ۵-۸۵: رکورد طبس الف)منحنی تغییر مکان بام در مقابل زمان. ب)منحنی برش پایه سازه در مقابل زمان..... ۱۴۳
- نمودار ۵-۸۶: رکورد ال سنتر و الف)منحنی تغییر مکان بام در مقابل زمان. ب)منحنی برش پایه سازه در مقابل زمان..... ۱۴۳
- نمودار ۵-۸۷: رکورد نورث ریدج الف)منحنی تغییر مکان بام در مقابل زمان. ب)منحنی برش پایه سازه در مقابل زمان..... ۱۴۴
- نمودار ۵-۸۸: تغییر مکان نسبی جانبی در مقابل تراز طبقات..... ۱۴۴