

الله اعلم  
الله اعلم



# تأثیر مدلسازی ستون‌ها در عملکرد قاب‌های خمشی بتنی

نگارش: محمد مهدی صالحی

استاد راهنما: دکتر عبدالرضا سرو قد مقدم

استاد مشاور: دکتر رضا کرمی محمدی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در

رشته مهندسی عمران گرایش سازه

تابستان ۱۳۸۹

## چکیده

در سالهای اخیر با توجه به ارزش اقتصادی ساختمانهای موجود، سعی بر این بوده است که پایداری ساختمانها از دید حداقل های لازم مورد بررسی قرار گرفته و در همین رابطه دستورالعملهای مقاوم سازی تدوین شده اند. مبنای این دستورالعمل ها و آیین نامه ها تاکید در گسترش طراحی بر اساس عملکرد و بررسی رفتار سازه در محدوده غیر خطی می باشد.

امروزه اعتقاد بر این است که تنها در نظر گرفتن سطح عملکرد مصونیت جانی و بررسی رفتار سازه در محدوده خطی برای طرح لرزه ای در نواحی فعال لرزه ای کافی نیست و باید به دنبال مسیری جهت پیش بینی رفتار واقعی سازه ها در محدوده غیر خطی بود. یکی از فاکتور های موثر جهت تکمیل منحنی رفتاری اعضای سازه در محدوده غیرخطی پارامتر های مدلسازی و معیار پذیرش می باشد.

در این تحقیق قصد داریم تاثیر تغییر پارامتر های مدل سازی و معیار های پذیرش ستون ها را در عملکرد قاب های خمشی بتنی بررسی کنیم. مبنای این بحث آیین نامه FEMA 356 و تغییرات صورت گرفته در نسخه جدید و بروز شده آیین نامه ASCE 41-06 می باشد. بدین منظور ۳ تپ ساختمان ۳، ۵ و ۱۰ طبقه با سیستم قاب خمشی در دو جهت با خروج از مرکزیت های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. در ابتدا سازه های مورد نظر بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ و آیین نامه بتن ایران (آبا) تحلیل و طراحی شده اند. در مرحله ارزیابی عملکرد ساختمانها از روشهای تحلیل استاتیکی و دینامیکی غیرخطی استفاده شده است. در تحلیلهای استاتیکی غیرخطی مقایسه ای بین پارامتر نیاز لرزه ای و پارامتر ظرفیت سازه صورت می گیرد و در تحلیلهای دینامیکی غیرخطی نیز، شتاب نگاشتها بر طیف طرح استاندارد ۲۸۰۰ مقیاس گردیده اند.

بطور کلی نتایج حاکی از این است که برای ساختمانهای مورد مطالعه، با تغییر پارامترهای مدلسازی، تاثیری در سطح عملکرد ارضا شده سازه ها صورت نمی گیرد، همچنین با افزایش خروج از مرکزیت، سطح عملکرد ساختمان ها بسته به مشخصات سازه و محتوای فرکانسی شتاب نگاشت ها از قابلیت استفاده بی وقفه به سمت خرابی کامل پیش می رود. در خروجی نتایج جابجایی نسبی، با افزایش ارتفاع ساختمان ها میزان جابجایی نسبی تحت شرایط مختلف آیین نامه ای به هم نزدیک می گردند، همچنین با افزایش خروج از مرکزیت، جابجایی نسبی در لبه های نرم ساختمان نسبت به حالت بدون خروج از مرکزیت افزایش و در لبه های سخت آن، کاهش می یابد.

**کلیدواژه ها:** پارامترهای مدلسازی و معیارپذیرش، تحلیل استاتیکی غیرخطی، تحلیل دینامیکی غیرخطی، خروج از مرکزیت

تکیه بر تقوی و دانش در طریقت کافری است

راهرو گر صد هنردارد توکل بایش

تقدیم به پدر و مادر فداکار

برادران عزیز

و همسر مهربانم

## تقدیر و تشکر:

حال که با عنایت خداوند مهربان موفق به تنظیم و تدوین این پایان نامه شده ام، وظیفه خود می دانم از زحمات و راهنمایی ها و حمایت های استاد راهنمای گرانقدرم جناب آقای دکتر عبدالرضا سروقد مقدم و استاد مشاور گرانقدر جناب آقای دکتر رضا کریمی محمدی کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

مطمئناً وقوع این مهم بدون رهنمودها و حمایت های استاد گرانقدر جناب آقای دکتر سروقد مقدم ممکن نبود، به این امید که همکاری بنده با ایشان تداوم داشته باشد.

همچنین لازم می دانم از جناب آقای مهندس حامد مرادمند و مهندس تنباکوچی به خاطر انتقال تجربیاتشان کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

محمد مهدی صالحی

تابستان ۱۳۸۹

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فهرست مطالب.....
ج	فهرست اشکال.....
س	فهرست جداول.....
۱	<b>فصل اول : کلیات تحقیق</b>
۲	۱-۱- مقدمه.....
۴	۱-۲- تاریخچه.....
۹	۱-۳- ضرورت و اهداف تحقیق.....
۱۰	۱-۴- روش تحقیق.....
۱۱	۱-۵- ساختار پایان نامه.....
۱۲	<b>فصل دوم : مبانی طراحی براساس عملکرد</b>
۱۳	۲-۱- مقدمه.....
۱۳	۲-۲- اهداف عملکرد.....
۱۴	۲-۳- سطوح عملکرد.....
۱۴	۲-۳-۱- سطوح عملکرد تعریف شده توسط FEMA.....
۱۵	۲-۳-۲- سطوح عملکرد تعریف شده توسط SEAOC.....
۱۷	۲-۴- سطوح خطرپذیری لرزه ای.....
۱۸	۲-۴-۱- سطوح مختلف خطر در آیین نامه ۲۸۰۰ ایران.....
۱۸	۲-۴-۲- سطوح مختلف خطر دستورالعمل بهسازی.....
۱۹	۲-۵- بررسی اهداف عملکردی.....
۲۰	۲-۶- مدلسازی.....
۲۱	۲-۷- پیچش.....
۲۱	۲-۸- روشهای تحلیل سازه.....
۲۲	۲-۸-۱- روش استاتیکی خطی (LSP).....
۲۲	۲-۸-۲- روش دینامیکی خطی (LDP).....

۲۳	..... ۲-۸-۳- روش استاتیکی غیرخطی (NSP)
۲۳	..... ۲-۸-۴- روش دینامیکی غیرخطی (NDP)
۲۴	..... ۲-۹- انتخاب روش تحلیل
۲۵	فصل سوم : گزارشی از نسخه بروز شده ی آیین نامه ASCE 41-06 در ارتباط با ستونها
۲۶	..... ۳-۱- چکیده
۲۶	..... ۳-۲- مقدمه
۲۸	..... ۳-۳- تغییرات پیشنهادی برای مدل های صلبیت
۳۲	..... ۳-۴- بازبینی پیشنهادی در مورد وصله ها
۳۴	..... ۳-۵- بازبینی پیشنهادی در مورد ضوابط ستونها
۴۸	فصل چهارم: کلیات تحلیل های غیرخطی
۴۹	..... ۴-۱- مقدمه
۴۹	..... ۴-۲- تحلیل استاتیکی غیرخطی
۵۰	..... ۴-۲-۱- تحلیل غیر خطی مصالح
۵۰	..... ۴-۲-۱-۱- روش ناحیه پلاستیک
۵۱	..... ۴-۲-۱-۲- روش مفصل الاستوپلاستیک
۵۲	..... ۴-۲-۲- انواع مفصل های الاستوپلاستیک
۵۲	..... ۴-۲-۲-۱- مفصل پلاستیک محوری (P)
۵۴	..... ۴-۲-۲-۲- مفصل پلاستیک خمشی و خمشی - محوری (M, PMM)
۵۶	..... ۴-۲-۲-۳- مفصل پلاستیک برشی (V)
۵۷	..... ۴-۲-۳- منحنی های رفتار غیر خطی و معیار خرابی اعضا
۵۹	..... ۴-۲-۴- اصول کلی تحلیل استاتیکی فزاینده غیر خطی
۵۹	..... ۴-۲-۵- روند انجام تحلیل استاتیکی فزاینده غیر خطی

۶۰	..... ۶-۲-۴- ضعف های روش استاتیکی فزاینده غیر خطی
۶۱	..... ۳-۴- تحلیل دینامیکی غیر خطی
۶۲	<b>فصل پنجم: شرح مدل ها و تحلیل ها</b>
۶۳	..... ۱-۵- مقدمه
۶۳	..... ۲-۵- معرفی سازه های مورد مطالعه
۶۵	..... ۳-۵- فرضیات طراحی
۶۷	..... ۴-۵- انتخاب نرم افزار جهت انجام آنالیزهای غیرخطی
۶۸	..... ۵-۵- تحلیل استاتیکی فزاینده غیر خطی (Pushover)
۷۰	..... ۱-۵-۵- پیش تحلیل با بارهای ثقلی
۷۰	..... ۲-۵-۵- توزیع بار جانبی
۷۱	..... ۱-۲-۵-۵- توزیع نوع اول
۷۱	..... ۲-۲-۵-۵- توزیع نوع دوم
۷۳	..... ۳-۵-۵- تغییر مکان هدف
۷۴	..... ۱-۳-۵-۵- روش ضرایب
۷۹	..... ۶-۵- مدلسازی
۸۱	..... ۱-۶-۵- اختصاص خروج از مرکزیت به مدل ها در نرم افزار
۸۲	..... ۲-۶-۵- رفتار غیر خطی مصالح
۸۲	..... ۱-۲-۶-۵- ستونها
۸۵	..... ۲-۲-۶-۵- تیرها
۸۵	..... ۷-۵- تحلیل دینامیکی غیرخطی
۸۸	..... ۱-۷-۵- مشخصات شتاب نگاشت های مورد استفاده و مقیاس کردن آنها
۹۲	<b>فصل ششم: نتایج مربوط به آنالیزهای غیر خطی استاتیکی و دینامیکی</b>
۹۳	..... ۱-۶- نتایج تحلیل های انجام شده
۹۳	..... ۱-۱-۶- مشاهده نتایج حاصل از آنالیز استاتیکی غیرخطی
۹۳	..... ۱-۱-۶-۱- منحنی ظرفیت



۱۰۶	..... ۶-۱-۱-۲- جابجایی نسبی طبقات در تغییر مکان هدف (نقطه کنترل)
۱۳۵	..... ۶-۱-۱-۳- بررسی سطوح عملکرد اعضا.....
۱۳۷	..... ۶-۱-۱-۴- ارزیابی و مطالعه تحلیل های pushover انجام گرفته.....
۱۴۰	..... ۶-۱-۲- مشاهده نتایج حاصل از آنالیز دینامیکی غیرخطی.....
۱۴۱	..... ۶-۱-۲-۱- جابجایی نسبی طبقات.....
۱۸۶	..... ۶-۲-۱-۲- سطوح عملکرد.....
۱۹۲	..... ۶-۲-۱-۳- ارزیابی و مطالعه تحلیل دینامیکی غیر خطی انجام گرفته.....
۱۹۶	..... فصل هفتم : نتیجه گیری و پیشنهادات.....
۱۹۷	..... ۷-۱- نتیجه گیری.....
۲۰۰	..... ۷-۲- پیشنهادات.....
۲۰۱	..... منابع و مراجع.....

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۲- سیر تکاملی آئین نامه های مبتنی بر عملکرد ..... ۱۴
- شکل ۱-۳- مقایسه صلبیت پیشنهادی با صلبیت خمشی اندازه گیری شده از ستون های مورد آزمایش ..... ۲۹
- شکل ۲-۳- نواحی صلبیت انتهایی در اتصال تیر به ستون ..... ۳۰
- شکل ۳-۳- مقایسه داده های آزمایشگاهی از تیر-ستون آزمایش شده توسط walker ..... ۳۱  
با مدل سختی پیشنهادی برای تیر ، ستون و اتصالات
- شکل ۳-۴- مقایسه مدل های تنش فولاد برای طول گیرایی وصله و میلگرد ..... ۳۴
- شکل ۳-۵- مقایسه پارامتر های مدلسازی پیشنهادی بین condition 1 و FEMA 356 ..... ۴۰
- شکل ۳-۶- مقایسه پارامتر های مدلسازی پیشنهادی بین condition 2 و FEMA 356 ..... ۴۰
- شکل ۳-۷- اختلاف نسبت چرخش پلاستیک برای پارامتر a در ستون های ..... ۴۲  
طبقه بندی شده بر اساس condition 1
- شکل ۳-۸- اختلاف نسبت چرخش پلاستیک برای پارامتر a در ستون های ..... ۴۳  
طبقه بندی شده بر اساس condition 2
- شکل ۳-۹- اختلاف نسبت چرخش های پلاستیک برای پارامتر b در ستون های ..... ۴۴  
در معرض گسیختگی محوری
- شکل ۴-۱- رابطه نیرو- جابجایی در مفصل پلاستیک محوری ..... ۵۳
- شکل ۴-۲- رابطه لنگر- دوران در مفصل پلاستیک خمشی ..... ۵۴
- شکل ۴-۳- دوران صلب مفصل پلاستیک ..... ۵۵
- شکل ۴-۴- رابطه نیرو- جابه جایی در مفصل پلاستیک برشی ..... ۵۶
- شکل ۴-۵- رفتارهای مختلف اعضا ..... ۵۷
- شکل ۴-۶- منحنی های رفتاری اعضا ..... ۵۹
- شکل ۴-۷- سیکل کامل دوره تناوب ..... ۶۰
- شکل ۵-۱- مدل سه بعدی سازه ۳ طبقه ..... ۶۴
- شکل ۵-۲- مدل سه بعدی سازه ۵ طبقه ..... ۶۴
- شکل ۵-۳- مدل سه بعدی سازه ۱۰ طبقه ..... ۶۵
- شکل ۵-۴- مدل آزمایشی جهت کنترل نرم افزار ها ..... ۶۷
- شکل ۵-۵- تیر دوسر گیردار تحت اثر بارهای ثقلی و جانبی ..... ۶۹

- شکل ۵-۶- الگوهای مختلف بار جانبی..... ۷۲
- شکل ۵-۷- منحنی بارافزون به دست آمده برای مود اول ارتعاش در ساختمان نه طبقه SAC ..... ۷۲  
لس آنجلس
- شکل ۵-۸- منحنی بارافزون به دست آمده برای مود دوم ارتعاش در ساختمان نه طبقه SAC ..... ۷۳  
لس آنجلس
- شکل ۵-۹- ایجاد تقریب دوطبی از روی نمودار ظرفیت سازه..... ۷۸
- شکل ۵-۱۰- محل گره مرکز جرم در حالت ۱۰٪ خروج از مرکزیت..... ۸۰
- شکل ۵-۱۱- محل گره مرکز جرم در حالت ۲۰٪ خروج از مرکزیت..... ۸۰
- شکل ۶-۱- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۳ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی..... ۹۴  
بار استاتیکی غیر خطی برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۲- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۳ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی..... ۹۴  
باریکنواخت برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۳- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۳ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی..... ۹۵  
شکل مود اول ارتعاش برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۴- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۳ طبقه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی..... ۹۵  
بار استاتیکی غیر خطی برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۵- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۳ طبقه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی..... ۹۶  
باریکنواخت برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۶- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۳ طبقه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی..... ۹۶  
شکل مود اول ارتعاش برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۷- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۳ طبقه با خروج از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی..... ۹۷  
بار استاتیکی غیر خطی برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۸- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۳ طبقه با خروج از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی..... ۹۷  
باریکنواخت برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۹- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۳ طبقه با خروج از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی..... ۹۸  
شکل مود اول ارتعاش برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۱۰- تاثیر خروج از مرکزیت در منحنی برش پایه -تغییر مکان تحت الگوی شکل مود..... ۹۹  
اول بر حسب شرایط آیین نامه FEMA

- شکل ۶-۱۱- تاثیر خروج از مرکزیت در منحنی برش پایه -تغییر مکان تحت الگوی شکل مود..... ۹۹  
اول بر حسب شرایط ASCE 41-06 condition 1-A آیین نامه
- شکل ۶-۱۲- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۵ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی..... ۱۰۰  
باریکنواخت برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۱۳- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۵ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگو..... ۱۰۰  
دینامیکی خطی طیفی برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۱۴- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۵ طبقه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی..... ۱۰۱  
باریکنواخت برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۱۵- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۵ طبقه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی..... ۱۰۱  
دینامیکی خطی طیفی برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۱۶- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۵ طبقه با خروج از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی..... ۱۰۲  
باریکنواخت برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۱۷- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۵ طبقه با خروج از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی..... ۱۰۲  
دینامیکی خطی طیفی برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۱۸- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۱۰ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی..... ۱۰۳  
باریکنواخت برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۱۹- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۱۰ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی..... ۱۰۳  
دینامیکی خطی طیفی برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۲۰- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۱۰ طبقه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی..... ۱۰۴  
باریکنواخت برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۲۱- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۱۰ طبقه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی..... ۱۰۴  
دینامیکی خطی طیفی برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۲۲- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۱۰ طبقه با خروج از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی..... ۱۰۵  
باریکنواخت برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۲۳- نمودار برش پایه- تغییر مکان قاب ۱۰ طبقه با خروج از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی..... ۱۰۵  
دینامیکی خطی طیفی برای شرایط آیین نامه ای مختلف
- شکل ۶-۲۴- سازه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی بار استاتیکی خطی..... ۱۱۱
- شکل ۶-۲۵- سازه سه طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی بار یکنواخت..... ۱۱۱

- شکل ۶-۲۶- سازه سه طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی شکل مود ..... ۱۱۱
- شکل ۶-۲۷- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۱۲  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار استاتیکی خطی
- شکل ۶-۲۸- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۱۲  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار استاتیکی خطی
- شکل ۶-۲۹- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۱۳  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- شکل ۶-۳۰- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۱۳  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- شکل ۶-۳۱- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۱۴  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی شکل مود
- شکل ۶-۳۲- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۱۴  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی شکل مود
- شکل ۶-۳۳- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۱۵  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار استاتیکی خطی
- شکل ۶-۳۴- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۱۵  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار استاتیکی خطی
- شکل ۶-۳۵- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۱۶  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- شکل ۶-۳۶- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۱۶  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- شکل ۶-۳۷- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۱۷  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی شکل مود
- شکل ۶-۳۸- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۱۷  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی شکل مود
- شکل ۶-۳۹- جابجایی نسبی سازه ۵ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی بار دینامیکی خطی ..... ۱۲۱
- شکل ۶-۴۰- جابجایی نسبی سازه ۵ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی بار یکنواخت ..... ۱۲۱

- شکل ۶-۴۱- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۵ طبقه با خروج ..... ۱۲۱  
از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی
- شکل ۶-۴۲- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۵ طبقه با خروج از ..... ۱۲۲  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی
- شکل ۶-۴۳- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۵ طبقه با خروج ..... ۱۲۲  
از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- شکل ۶-۴۴- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۵ طبقه با خروج از ..... ۱۲۲  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- شکل ۶-۴۵- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۵ طبقه با خروج از ..... ۱۲۳  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی
- شکل ۶-۴۶- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۵ طبقه با خروج از ..... ۱۲۳  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی
- شکل ۶-۴۷- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۵ طبقه با خروج ..... ۱۲۳  
از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- شکل ۶-۴۸- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۵ طبقه با خروج از ..... ۱۲۴  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- شکل ۶-۴۹- جابجایی نسبی سازه ۱۰ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی بار دینامیکی خطی .. ۱۲۹
- شکل ۶-۵۰- جابجایی نسبی سازه ۱۰ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی بار یکنواخت ..... ۱۳۰
- شکل ۶-۵۱- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۱۰ طبقه با خروج از ..... ۱۳۰  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی
- شکل ۶-۵۲- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۱۰ طبقه با خروج از ..... ۱۳۱  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی
- شکل ۶-۵۳- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۱۰ طبقه با خروج از ..... ۱۳۱  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- شکل ۶-۵۴- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۱۰ طبقه با خروج از ..... ۱۳۲  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- شکل ۶-۵۵- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۱۰ طبقه با خروج ..... ۱۳۲  
از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی

- شکل ۶-۵۶- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۱۰ طبقه با خروج از ..... ۱۳۳  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی
- شکل ۶-۵۷- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۱۰ طبقه با خروج ..... ۱۳۳  
از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- شکل ۶-۵۸- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۱۰ طبقه با خروج از ..... ۱۳۴  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- شکل ۶-۵۹- تاثیر خروج از مرکزیت بر روی جابجایی نسبی طبقات سازه ۵ طبقه برای ..... ۱۳۴  
شرایط آیین نامه FEMA تحت الگوی بار دینامیکی خطی طیفی
- شکل ۶-۶۰- متوسط جابجایی نسبی سازه ۳ طبقه بدون خروج از مرکزیت حاصل از ۷ شتاب نگاشت .. ۱۵۲
- شکل ۶-۶۱- متوسط جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج ..... ۱۵۳  
از مرکزیت ۱۰٪ تحت شتاب نگاشت
- شکل ۶-۶۲- متوسط جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج ..... ۱۵۳  
از مرکزیت ۲۰٪ تحت شتاب نگاشت
- شکل ۶-۶۳- متوسط جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۳ طبقه با خروج ..... ۱۵۴  
از مرکزیت ۱۰٪ تحت شتاب نگاشت
- شکل ۶-۶۴- متوسط جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۳ طبقه با خروج ..... ۱۵۴  
از مرکزیت ۲۰٪ تحت شتاب نگاشت
- شکل ۶-۶۵- متوسط جابجایی نسبی سازه ۵ طبقه بدون خروج از مرکزیت حاصل از ۷ شتاب نگاشت .. ۱۶۷
- شکل ۶-۶۶- متوسط جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۵ طبقه با خروج از ..... ۱۶۷  
مرکزیت ۱۰٪ تحت شتاب نگاشت
- شکل ۶-۶۷- متوسط جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۵ طبقه با خروج از ..... ۱۶۸  
مرکزیت ۲۰٪ تحت شتاب نگاشت
- شکل ۶-۶۸- متوسط جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۵ طبقه با خروج ..... ۱۶۸  
از مرکزیت ۱۰٪ تحت شتاب نگاشت
- شکل ۶-۶۹- متوسط جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۵ طبقه با خروج ..... ۱۶۹  
از مرکزیت ۲۰٪ تحت شتاب نگاشت
- شکل ۶-۷۰- متوسط جابجایی نسبی سازه ۱۰ طبقه بدون خروج از مرکزیت حاصل از ۷ شتاب نگاشت. ۱۸۲

- شکل ۶-۷۱- متوسط جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۱۰ طبقه با خروج از ..... ۱۸۲  
 مرکزیت ۱۰٪ تحت شتاب نگاشت
- شکل ۶-۷۲- متوسط جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۱۰ طبقه با خروج ..... ۱۸۳  
 از مرکزیت ۲۰٪ تحت شتاب نگاشت
- شکل ۶-۷۳- متوسط جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۱۰ طبقه با خروج ..... ۱۸۳  
 از مرکزیت ۱۰٪ تحت شتاب نگاشت
- شکل ۶-۷۴- متوسط جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۱۰ طبقه با خروج ..... ۱۸۴  
 از مرکزیت ۲۰٪ تحت شتاب نگاشت
- شکل ۶-۷۵- تاثیر خروج از مرکزیت بر روی جابجایی نسبی طبقات سازه ۳ طبقه برای ..... ۱۸۴  
 شرایط آیین نامه ای FEMA
- شکل ۶-۷۶- تاثیر خروج از مرکزیت بر روی جابجایی نسبی طبقات سازه ۵ طبقه برای ..... ۱۸۵  
 شرایط آیین نامه FEMA
- شکل ۶-۷۷- تاثیر خروج از مرکزیت بر روی جابجایی نسبی طبقات سازه ۱۰ طبقه برای ..... ۱۸۵  
 شرایط آیین نامه FEMA



## فهرست جداول

۱۵	جدول ۱-۲- سطوح عملکردی مختلف و شاخص خرابی.....
۱۶	جدول ۲-۲- سطوح عملکردی مختلف و شاخص خرابی (SEAOC).....
۱۷	جدول ۲-۳- سطوح مختلف زلزله طرح ارائه شده توسط FEMA-۲۷۳.....
۱۷	جدول ۲-۴- سطوح مختلف زلزله طرح ارائه شده توسط FEMA-۲۷۳.....
۱۹	جدول ۲-۵- اهداف عملکردی توصیه شده توسط FEMA.....
۲۰	جدول ۲-۶- اهداف عملکردی توصیه شده توسط SEAOC.....
۳۱	جدول ۳-۱- نسبت سختی اندازه گیری شده به سختی محاسبه شده برای ۵۱ نمونه تیر- ستون.....
۳۶	جدول ۳-۲- طبقه بندی ستون ها جهت تعریف پارامتر های مدل سازی.....
۵۸	جدول ۴-۱- رفتار اجزای مختلف سازه.....
۷۴	جدول ۵-۱- مقادیر پیشنهادی $C_0$ .....
۷۵	جدول ۵-۲- تعیین Ts بر اساس جدول آیین نامه ۲۸۰۰.....
۷۶	جدول ۵-۳- ضریب اصلاح $C_m$ بر اساس FEMA 356.....
۷۷	جدول ۵-۴- تعیین ضریب A بر اساس جدول آیین نامه ۲۸۰۰.....
۷۷	جدول ۵-۵- ضریب اصلاح $C_2$ بر اساس FEMA 356.....
۸۱	جدول ۵-۶- مشخصات جرمی سازه های مورد بررسی.....
۸۳	جدول ۵-۷- پارامتر های مدل سازی و معیار پذیرش ستون ها برای روش های غیر خطی.....
۸۹	جدول ۵-۸- مشخصات شتاب نگاشت های انتخاب شده.....
۱۰۶	جدول ۶-۱- جابجایی نسبی سازه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی بار استاتیکی خطی.....
۱۰۶	جدول ۶-۲- جابجایی نسبی سازه سه طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی بار یکنواخت.....
۱۰۶	جدول ۶-۳- جابجایی نسبی سازه سه طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی شکل مود.....
۱۰۷	جدول ۶-۴- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۳ طبقه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار استاتیکی خطی
۱۰۷	جدول ۶-۵- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار استاتیکی خطی
۱۰۷	جدول ۶-۶- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۳ طبقه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت

- جدول ۶-۷- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۰۸  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- جدول ۶-۸- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۰۸  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی شکل مود
- جدول ۶-۹- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۰۸  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی شکل مود
- جدول ۶-۱۰- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۳ طبقه با خروج ..... ۱۰۹  
از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار استاتیکی خطی
- جدول ۶-۱۱- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۰۹  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار استاتیکی خطی
- جدول ۶-۱۲- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۳ طبقه با ..... ۱۰۹  
خروج از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- جدول ۶-۱۳- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۱۰  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- جدول ۶-۱۴- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۳ طبقه با خروج ..... ۱۱۰  
از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی شکل مود
- جدول ۶-۱۵- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۱۰  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی شکل مود
- جدول ۶-۱۶- جابجایی نسبی سازه ۵ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی بار دینامیکی خطی ... ۱۱۸
- جدول ۶-۱۷- جابجایی نسبی سازه ۵ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی بار یکنواخت ..... ۱۱۸
- جدول ۶-۱۸- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۵ طبقه با خروج ..... ۱۱۸  
از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی
- جدول ۶-۱۹- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۵ طبقه با خروج از ..... ۱۱۹  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی
- جدول ۶-۲۰- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۵ طبقه با خروج ..... ۱۱۹  
از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- جدول ۶-۲۱- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۵ طبقه با خروج از ..... ۱۱۹  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت

- جدول ۶-۲۲- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۵ طبقه با خروج ..... ۱۲۰  
از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی
- جدول ۶-۲۳- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۵ طبقه با خروج از ..... ۱۲۰  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی
- جدول ۶-۲۴- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۵ طبقه با خروج ..... ۱۲۰  
از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- جدول ۶-۲۵- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۵ طبقه با خروج از ..... ۱۲۰  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- جدول ۶-۲۶- جابجایی نسبی سازه ۱۰ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی بار دینامیکی خطی .. ۱۲۴
- جدول ۶-۲۷- جابجایی نسبی سازه ۱۰ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی بار یکنواخت ..... ۱۲۵
- جدول ۶-۲۸- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۱۰ طبقه با خروج ..... ۱۲۵  
از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی
- جدول ۶-۲۹- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۱۰ طبقه با خروج ..... ۱۲۶  
از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی
- جدول ۶-۳۰- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۱۰ طبقه با خروج ..... ۱۲۶  
از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- جدول ۶-۳۱- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۱۰ طبقه با خروج از ..... ۱۲۷  
مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- جدول ۶-۳۲- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۱۰ طبقه با خروج ..... ۱۲۷  
از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی
- جدول ۶-۳۳- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۱۰ طبقه با خروج از ..... ۱۲۸  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار دینامیکی خطی
- جدول ۶-۳۴- میزان جابجایی نسبی قاب A واقع در لبه سخت برای سازه ۱۰ طبقه با خروج ..... ۱۲۸  
از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- جدول ۶-۳۵- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۱۰ طبقه با خروج از ..... ۱۲۹  
مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بار یکنواخت
- جدول ۶-۳۶- سطوح عملکرد تیرها در سازه ی ۳ طبقه تحت خروج از مرکزیت های مختلف ..... ۱۳۵  
برای شرایط مختلف آیین نامه ای

- جدول ۶-۳۷- سطوح عملکرد ستون ها در سازه ی ۳ طبقه تحت خروج از مرکزیت های ..... ۱۳۵  
مختلف برای شرایط مختلف آیین نامه ای
- جدول ۶-۳۸- سطوح عملکرد تیرها در سازه ی ۵ طبقه تحت خروج از مرکزیت های ..... ۱۳۵  
مختلف برای شرایط مختلف آیین نامه ای
- جدول ۶-۳۹- سطوح عملکرد ستون ها در سازه ی ۵ طبقه تحت خروج از مرکزیت های ..... ۱۳۶  
مختلف برای شرایط مختلف آیین نامه ای
- جدول ۶-۴۰- سطوح عملکرد تیرها در سازه ی ۱۰ طبقه تحت خروج از مرکزیت های ..... ۱۳۶  
مختلف برای شرایط مختلف آیین نامه ای
- جدول ۶-۴۱- سطوح عملکرد ستون ها در سازه ی ۱۰ طبقه تحت خروج از مرکزیت های ..... ۱۳۶  
مختلف برای شرایط مختلف آیین نامه ای
- جدول ۶-۴۲- جابجایی نسبی سازه ۳ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت شتاب نگاشت های ..... ۱۴۱  
مختلف بر اساس آیین نامه FEMA
- جدول ۶-۴۳- جابجایی نسبی سازه ۳ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت شتاب نگاشت های ..... ۱۴۱  
مختلف بر اساس condition 1-A
- جدول ۶-۴۴- جابجایی نسبی سازه ۳ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت شتاب نگاشت های ..... ۱۴۲  
مختلف بر اساس condition 1-B
- جدول ۶-۴۵- جابجایی نسبی سازه ۳ طبقه بدون خروج از مرکزیت تحت شتاب نگاشت های ..... ۱۴۲  
مختلف بر اساس condition 2
- جدول ۶-۴۶- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۴۳  
مرکزیت ۱۰٪ بر اساس آیین نامه FEMA
- جدول ۶-۴۷- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۴۳  
مرکزیت ۱۰٪ بر اساس condition 1-A
- جدول ۶-۴۸- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۴۴  
مرکزیت ۱۰٪ بر اساس condition 1-B
- جدول ۶-۴۹- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۴۴  
مرکزیت ۱۰٪ بر اساس condition 2
- جدول ۶-۵۰- میزان جابجایی نسبی قاب F واقع در لبه نرم برای سازه ۳ طبقه با خروج از ..... ۱۴۵  
مرکزیت ۲۰٪ بر اساس آیین نامه FEMA