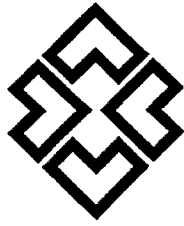


Handwritten Arabic calligraphy, likely a signature or a decorative element, featuring stylized letters and dots.



پژوهشکده ساختمان و مسکن

پایان نامه کارشناسی ارشد  
مهندسی عمران - مهندسی زلزله

عنوان

آنالیز استاتیکی غیرخطی مودال برای ساختمانهایی با شکستگی  
در ارتفاع

استاد راهنما

دکتر عبدالرضا سروقدمقدم

دانشجو

مجید پورعباسی

اسفندماه ۱۳۸۳

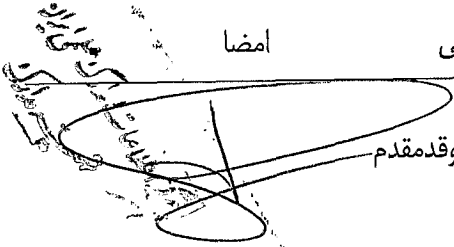
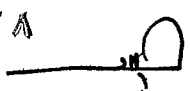
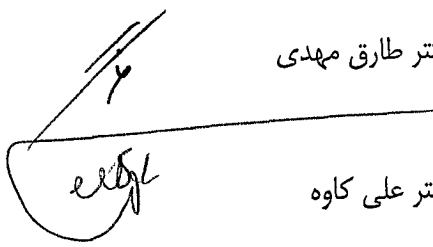

۹۷۳۵۱

کتابخانه تخصصی مهندسی عمران  
موسسه تحقیقات ساختمان و مسکن

۱۳۸۷ / ۱۵ / ۲۸

## تاییدیه هیات داوران

آقای مجید پورعباسی پایان نامه کارشناسی ارشد ۶ واحدی خود را با عنوان «آنالیز استاتیکی غیرخطی مودال برای ساختمانهای با شکستگی در ارتفاع» در تاریخ ۸۳/۱۲/۲۵ رایحه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران با گرایش مهندسی زلزله پیشنهاد می کنند.

امضا	نام و نام خانوادگی	اعضای هیات داوران
	آقای دکتر عبدالرضا سروقدمقدم	۱- استاد راهنما
	---	۲- استاد مشاور
	آقای دکتر سیدمهدی زهرایی	۳- استادان ممتحن (خارجی)
	آقای دکتر طارق مهدی	(داخلی)
	آقای دکتر علی کاوه	۴- مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)

۱۳۸۷ / ۱۵ / ۲۸

کلیه حقوق اعم از چاپ، تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و اقتباس برای پژوهشکده ساختمان و مسکن محفوظ است.

## تقدیم

به آن دو که موفقیت خودم را در گرو محبت‌های بی انتهایشان کسب کردم.

## تشکر و قدردانی

در پایان این رساله، لازم است که از تمام کسانی که مرا در این تحقیق یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم، خصوصاً از زحمات و راهنمایی‌های استاد ارجمند جناب آقای دکتر عبدالرضا سروقد مقدم کمال تشکر را دارم. همچنین از خانواده و خصوصاً مادر عزیزم که در طول دوران تحصیلی مشوق اصلی من بودند، قدردانی می‌گردد.

## چکیده

روش تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی روشی مناسب جهت محاسبه نیازهای لرزه‌ای سازه‌ها می‌باشد، اما این روش بدلیل صرف وقت زیاد، اغلب دارای کاربردهای عملی نمی‌باشد، بدین جهت معمولاً از روشهای تحلیل استاتیکی غیرخطی استفاده می‌شود. روش تحلیل استاتیکی غیرخطی رایج، جهت برآورد پاسخهای لرزه‌ای سازه‌ها، توزیع نیروی جانبی را متناسب با شکل مود اول سازه و یا متناسب با الگوی توزیع بارمثلی در نظر می‌گیرد که مقایسه جوابهای حاصله با تحلیل دینامیکی غیرخطی تاریخچه زمانی حاکی از اختلاف این دو تحلیل می‌باشد. بمنظور برطرف کردن این ضعف، روش تحلیل استاتیکی غیرخطی مودال پیشنهاد شده‌است. در این روش توزیع نیروی جانبی متناسب با شکل مودی سازه، به سازه اعمال می‌شود و پاسخهای لرزه‌ای سازه در آن مود تعیین میگردد و در نهایت پاسخ لرزه‌ای سازه بر اساس ترکیب پاسخهای لرزه‌ای در هر مود و بر اساس یکی از روشهای ترکیب مودی مثل SRSS تعیین می‌شود. در این رساله، این روش برای سازه‌های بتنی دوبعدی منظم و نامنظم (SETBACK) با سیستم قاب خمشی بکار گرفته شده و نتایج حاصل از آن با تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی در دو سطح زلزله  $0.35g$  و  $0.70g$  مقایسه شده‌اند. نتایج تحلیل استاتیکی غیرخطی مودال برای مدل‌های منظم و نامنظم در مقایسه با نتایج تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی در سطح زلزله  $0.35g$  از دقت مناسبی برخوردار است، اما با افزایش یافتن سطح زلزله  $0.70g$  از دقت این روش کاسته خواهد شد، بنابراین در این رساله پیشنهاد شده است که برای تعیین پاسخهای لرزه‌ای سازه‌ها در سطوح زلزله‌های بالا، الگوی بارگذاری جانبی بر اساس شکل مود پلاستیک به سازه‌ها اعمال گردد. این شکل مود، از تحلیل مودال سازه در پایان تغییرمکان هدف سازه بدست می‌آید، استفاده از این روش، باعث بهبود پاسخهای سازه، مخصوصاً در نقاط صدمه دیده سازه خواهد شد.

**کلید واژه‌ها:** تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی، تحلیل استاتیکی غیرخطی، ساختمانهای نامنظم

(SETBACK)، شکل مود الاستیک و پلاستیک.

۱	..... فصل اول - کلیات
۲	..... ۱-۱- مقدمه
۳	..... ۲-۱- هدف
۵	..... فصل دوم : مروری بر انواع روشهای تحلیل سازه‌ها
۶	..... ۱-۲- معرفی
۶	..... ۲-۲- سیستم یک درجه آزاد
۷	..... ۱-۲-۲- رابطه نیرو - تغییر مکان در سیستمهای الاستیک
۸	..... ۲-۲-۲- رابطه نیرو - تغییر مکان در سیستمهای غیرالاستیک
۸	..... ۳-۲-۲- نیروهای میرایی
۱۰	..... ۴-۲-۲- معادله حرکت
۱۱	..... ۵-۲-۲- معادله حرکت : تحریک زلزله
۱۲	..... ۳-۲-۳- سیستمهای چند درجه آزاد
۱۳	..... ۱-۳-۲- معادله حرکت سیستمهای چند درجه آزاد
۱۵	..... ۲-۳-۲- معادله حرکت : تحریک زلزله
۱۵	..... ۴-۲- روشهای حل و تحلیل ساختمانهای چند طبقه الاستیک
۱۵	..... ۱-۴-۲- تحلیل خطی تاریخچه زمانی (RHA)
۲۰	..... ۲-۴-۲- روش تحلیل طیفی مودال (RSA)
۲۰	..... ۳-۴-۲- تحلیل بار جانبی فزاینده مودال (MPA)
۲۱	..... ۵-۲- روش تحلیل ساختمانهای چند طبقه غیرالاستیک
۲۱	..... ۱-۵-۲- تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی (NL-RHA)



۲۳ ..... تحلیل تاریخیچه زمانی غیر پیوسته (UMRHA) ۲-۵-۲

۲۹ ..... تحلیل بارفزاینده مودال (MPA) ۳-۵-۲

### فصل سوم : تاریخچه مطالعات انجام گرفته بر روی ساختمانهای SETBACK و روش

۳۱ ..... تحلیل بارفزاینده مودال (MPA)

۳۲ ..... ۱-۳ معرفی

۳۲ ..... ۲-۳ مطالعات انجام گرفته در خصوص بررسی رفتار ساختمانهای دارای SETBACK

۳۲ ..... ۱-۲-۳ تعریف

۳۳ ..... ۲-۲-۳ تحقیقات Shahrooz and Moehle

۴۳ ..... ۳-۲-۳ تحقیقات Duan and Chandler

۴۵ ..... ۴-۲-۳ تحقیقات Moghadam and Tso

۵۲ ..... ۳-۳ روش MPA جهت ارزیابی نیازهای لرزه ای ساختمانها

۵۲ ..... ۱-۳-۳ تعریف

۵۳ ..... ۲-۳-۳ تحقیقات Chopra and Chintanapakdee

۶۷ ..... ۳-۳-۳ تحقیقات Chopra and Goel

### فصل چهارم : معرفی مدلها و آنالیزهای انجام گرفته

۷۵ ..... ۱-۴ معرفی

۷۶ ..... ۲-۴ مشخصات مدلها و رکوردهای انتخابی

۷۶ ..... ۱-۲-۴ مدل منظم

۷۹ ..... ۲-۲-۴ مدلهای نامنظم ( دارای پس رفتگی )

۸۲ ..... ۳-۲-۴ رکوردهای انتخابی

۸۴ ..... ۳-۴ تحلیل غیرخطی تاریخیچه زمانی

۸۵	.....نتایج تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی.....۱-۳-۴
۹۰	.....MPA روش تحلیل.....۴-۴
۹۱	.....تعیین پریودها و شکل مودهای الاستیک.....۱-۴-۴
۹۲	..... $S_n^*$ تعیین منحنی ظرفیت سازه بر اساس توزیع نیروی.....۲-۴-۴
۹۳	.....تبدیل منحنی‌های ظرفیت سازه به منحنی‌های دو خطی.....۳-۴-۴
	.....تبدیل منحنی‌های ظرفیت سازه به منحنی‌های دوخطی سیستم یک درجه آزاد
۹۴	..... $(F_{sn}/L_n-D_n)$ .....۴-۴-۴
۹۷	.....حداکثر تغییر مکان سیستم یک درجه آزاد غیرالاستیک.....۵-۴-۴
۹۹	.....تغییر مکان هدف مدل‌های انتخابی در هر مود.....۶-۴-۴
۱۰۰	.....نتایج تحلیل MPA.....۷-۴-۴
۱۱۲	.....پیشنهاد، جهت بالابردن دقت روش MPA.....۸-۴-۴
۱۲۰	..... <b>فصل پنجم : نتایج و پیشنهادات</b> .....
۱۲۱	.....نتایج.....۱-۵
۱۲۳	.....پیشنهادات.....۲-۵
۱۲۵	..... <b>مراجع</b> .....
۱۲۸	..... <b>پیوست اول - جداول مربوط به سیستم‌های یک درجه آزاد</b> .....
۱۳۷	..... <b>پیوست دوم - معرفی نرم افزار (DRAIN-2DX)</b> .....

۵	..... فصل دوم
۷	..... شکل ۱-۲-سیستم یکدرجه آزاد، الف) نیروی موثر $P(t)$ ، ب) حرکت پایه بعلت زلزله.....
۷	..... شکل ۲-۲- الف و ب) سیستم یکدرجه آزاد تحت تاثیر نیروی جانبی، پ و ت) رابطه نیرو - تغییرمکان برای سیستمهای غیرالاستیک و الاستیک.....
۸	..... شکل ۳-۲- رابطه نیرو - تغییر مکان برای سازه غیرالاستیک.....
	..... شکل ۴-۲- الف) سیستم یکدرجه آزاد، ب) دیاگرام آزاد نیروهای موثر ناشی از میرایی ، پ) رابطه بین نیرو و سرعت میراگر.....
۱۰	..... شکل ۵-۲- نیروهای موثر بر سیستم یکدرجه آزاد، با در نظر گرفتن مولفه های ناشی از سختی و میرایی.....
۱۱	..... شکل ۶-۲- نیروهای موثر بر سیستم یکدرجه آزاد، وقتی که سیستم تحت تاثیر حرکت زمین قرار می گیرد.....
۱۳	..... شکل ۷-۲- الف) قاب برشی دو طبقه، ب) نیروهای مثر در طبقات.....
۱۷	..... شکل ۸-۲- نیروهای جانبی موثر در مودهای اول، دوم و سوم یک سازه ۶ طبقه دلخواه.....
۱۹	..... شکل ۹-۲- ایده تحلیل خطی تاریخچه زمانی سیستم چند درجه آزاد.....
۲۶	..... شکل ۱۰-۲- مشخصات سیستم یکدرجه آزاد غیرالاستیک در مود $n$ ام.....
	..... شکل ۱۱-۲- (a) تغییرمکان بام ، (b) جابجایی نسبی بین طبقه ای یک قاب غیرالاستیک ۶ طبقه در مقابل نیروهای موثر در هر مود، در روشهای NL-RHA, UMRHA.....
۲۸	.....
۳۱	..... فصل سوم
۳۴	..... شکل ۱-۳- شکل مدل آزمایش شده.....
	..... شکل ۲-۳- نمودارهای پاسخ سازه تحت رکوردهای السنترو و مکزیک به ترتیب با حداکثر شتابهای
۳۵	..... 0.43g و 0.346g.....

- شکل ۳-۳- تغییرات نیازهای شکل پذیری ( خط چین و خط پر به ترتیب مربوط به قابهایی است که بر اساس تحلیل استاتیکی و طیفی طراحی شده‌اند). (a) مدل‌های 4C,3C,2C (b) 5D,4D,5C ..... ۳۷
- شکل ۳-۴- شکل تغییرشکل یافته یک نوع ساختمان SETBACK ..... ۳۸
- شکل ۳-۵- تغییرات نسبت جابجایی نسبی بین طبقه‌ای بر حسب  $\alpha, \beta$  ..... ۴۰
- شکل ۳-۶- شکل مود اول فرض شده برای ساختمانهای دارای پس‌رفتگی ..... ۴۲
- شکل ۳-۷- تغییرات نیازهای شکل پذیری مدل‌هایی که بر اساس روش پیشنهادی تحلیل شده‌اند. .... ۴۳
- شکل ۳-۸- (a) نمای مدل ساختمان دارای پس‌رفتگی (b) پلان ساختمان ..... ۴۴
- شکل ۳-۹- پلان ساختمان تحت بررسی ..... ۴۶
- شکل ۳-۱۰- ساختمان نامنظم دارای پس‌رفتگی ..... ۴۶
- شکل ۳-۱۱- طیف پاسخ رکوردهای مصنوعی ۱۰ گانه ..... ۴۷
- شکل ۳-۱۲- میانگین حداکثر جابجایی (m) روشهای دینامیکی غیرخطی و تحلیل بارافزون بر اساس توزیع بار مثلثی ..... ۴۸
- شکل ۳-۱۳- میانگین حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای در روشهای تحلیل دینامیکی غیرخطی و تحلیل بارافزون بر اساس الگوی توزیع بار مثلثی ..... ۴۹
- شکل ۳-۱۴- مقایسه توزیع بار حاصل از تحلیل طیف پاسخ با توزیع بار مثلثی نیروها ..... ۵۰
- شکل ۳-۱۵- میانگین حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای ..... ۵۱
- شکل ۳-۱۶- قابهای تک دهانه ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵، و ۱۸ طبقه ..... ۵۴
- شکل ۳-۱۷- مقایسه حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای در قابهای ۳، ۶، و ۹ طبقه ( $T_I = T_{II}$ ) با ضرایب شکل پذیری ۲، ۴، ۶ =  $\mu$  در تحلیل‌های MPA و غیرخطی تاریخچه زمانی. نتایج مربوط به تحلیل‌های الاستیک نیز داده شده‌است. .... ۵۶
- شکل ۳-۱۸- مقایسه حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای در قابهای ۱۲، ۱۵، و ۱۸ طبقه ( $T_I = T_{II}$ ) با ضرایب شکل پذیری ۲، ۴، ۶ =  $\mu$  در تحلیل‌های MPA و غیرخطی تاریخچه زمانی. نتایج مربوط به تحلیل‌های الاستیک نیز داده شده‌است. .... ۵۷

- شکل ۳-۱۹- میانگین جابجایی نسبی طبقات ( $\Delta_{MPA}^*$ ) برای قابهای ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵ و ۱۸ طبقه با ( $T_I$ )  
 (=  $T_U$ ) که براساس ضرایب شکل پذیری ۱، ۱/۵، ۲، ۴، ۶  $\mu$  طراحی شده‌اند. نتایج  $\Delta_{RSA}^*$  برای قابهایی  
 ۶۰ ..... که بصورت الاستیک رفتار می‌کنند، نیز ارائه شده‌است
- شکل ۳-۲۰- میانگین جابجایی نسبی طبقات ( $\Delta_{MPA}^*$ ) برای قابهای ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵ و ۱۸ طبقه با ( $T_I$ )  
 (=  $T_L$ ) که براساس ضرایب شکل پذیری ۱، ۱/۵، ۲، ۴، ۶  $\mu$  طراحی شده‌اند. نتایج  $\Delta_{RSA}^*$  برای قابهایی  
 ۶۱ ..... که بصورت الاستیک رفتار می‌کنند، نیز ارائه شده‌است
- شکل ۳-۲۱- میانگین حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای قابهای نامنظم از نظر سختی، مقاومت و  
 ترکیب سختی و مقاومت (حالات ۱ تا ۴) با ضریب اصلاح ۲، در مقایسه با تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی..  
 ۶۳
- شکل ۳-۲۲- میانگین حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای قابهای نامنظم از نظر سختی، مقاومت و  
 ترکیب سختی و مقاومت (حالات ۵ تا ۸) با ضریب اصلاح ۲، در مقایسه با تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی..  
 ۶۴
- شکل ۳-۲۳- جابجایی نسبی میان طبقه‌ای میانگین  $\Delta_{MPA}^*$  برای قابهای منظم و نامنظم با ضریب اصلاح ۲  
 ۶۶
- شکل ۳-۲۴- مدل‌های سه بعدی در نظر گرفته شده.....  
 ۶۷
- شکل ۳-۲۵- پلان ساختمانهای چند طبق نامتقارن.....  
 ۶۸
- شکل ۳-۲۶- تغییر مکانها و جابجایی‌های نسبی میان طبقه‌ای روشهای MPA و تحلیل غیرخطی تاریخچه  
 زمانی (a) ساختمان منظم (b) ساختمان منظم u1 (c) ساختمان نامنظم u2 (d) ساختمان نامنظم.....  
 ۶۹
- شکل ۳-۲۷- پر یودها و مودهای طبیعی ساختمانهای نامنظم (a) u1 (b) u2 (c) u3.....  
 ۷۱

۷۲	شکل ۳-۲۸- مقایسه تقریبی جابجایی بام قاب سمت راستی سیستم نامنظم u2 که با استفاده از تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی و تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی غیرپیوسته (UMRHA) برای چهار مود اول بدست آمده است.....
۷۳	شکل ۳-۲۹- مقایسه جابجایی و جابجایی نسبی میان طبقه‌ای قاب سمت راست مدل نامنظم u2 در روش MPA (بر اساس قانون ترکیب مودی CQC و ABSSUM) با روش تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی.....
۷۴	<b>فصل چهارم</b> .....
۸۰	شکل ۴-۱- انواع مدل‌های نامنظم انتخاب شده.....
۸۳	شکل ۴-۲- تاریخچه و تغییرات شتاب در رکوردهای انتخابی.....
۸۵	شکل ۴-۳- سطح تسلیم معرفی شده برای ستونها.....
۸۵	شکل ۴-۴- سطح تسلیم معرفی شده برای تیرها.....
۸۸	شکل ۴-۵- مقایسه نسبت میانگین حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای مدل‌های تحت بررسی در تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی 0.35g.....
۸۹	شکل ۴-۶- مقایسه نسبت میانگین حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای مدل‌های تحت بررسی در تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی 0.75g.....
۹۱	شکل ۴-۷- اشکال مودی مودهای اول ، دوم و سوم مدل S10B6.....
۹۳	شکل ۴-۸- منحنی‌های ظرفیت مدل S10B6 در سه مود اول ( منحنی خط چین ، منحنی دو خطی شده می‌باشد).....
۹۸	شکل ۴-۹- تاریخچه تغییرمکان سیستم یک درجه آزاد غیر الاستیک مدل S10B6 در مود اول بر اساس ۷ رکورد انتخابی که به 0.35g مقیاس شده‌اند.....

- شکل ۴-۱۰ الف و ب) حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای مدل S10B6 در روش MPA و روش تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی (0.70g, 0.35g) ج و د) مقایسه خطای MPA نسبت به تحلیل غیرخطی ( )
- ۱۰۳ .....(0.70g, 0.35g)
- شکل ۴-۱۱-مقایسه حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای مدل‌های تحت بررسی در روش MPA با روش تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی (0.35g)
- ۱۰۷ .....(0.35g)
- شکل ۴-۱۲-مقایسه خطای جابجایی نسبی میان طبقه‌ای مدل‌های نامنظم تحت بررسی در روش MPA با روش تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی (0.35g)
- ۱۰۸ .....(0.35g)
- شکل ۴-۱۳-مقایسه حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای مدل‌های تحت بررسی در روش MPA با روش تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی (0.70g)
- ۱۱۰ .....(0.70g)
- شکل ۴-۱۴-مقایسه خطای جابجایی نسبی میان طبقه‌ای مدل‌های نامنظم تحت بررسی در روش MPA با روش تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی (0.70g)
- ۱۱۱ .....(0.70g)
- شکل ۴-۱۵-مقایسه حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای مدل‌های انتخابی در روش MPA تحت الگوی مود الاستیک و پلاستیک نسبت به تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی (0.70g)
- ۱۱۷ .....(0.70g)
- شکل ۴-۱۶- نحوه تمرکز رفتار غیرخطی در المانهای مدل S10B6V4H67 در پایان تغییر مکانهای هدف متناظر با شکل مودهای اول، و دوم و سوم
- ۱۱۸ .....
- ۱۳۲ ..... **پیوست دوم**
- شکل پ-۲-۳-۱- سطح اندرکنش تسلیم در تیرها
- ۱۳۶ .....
- شکل پ-۲-۳-۲- سطح اندرکنش تسلیم در ستونهای فولادی
- ۱۳۶ .....
- شکل پ-۲-۳-۳- سطح اندرکنش تسلیم در ستونهای بتنی
- ۱۳۷ .....
- شکل پ-۲-۳-۴- انواع رفتارهای المان فنر در برنامه DRAIN-2DX
- ۱۳۸ .....

۷۴	..... فصل چهارم
۷۸	جدول ۱-۴- مقادیر نیروی برش پایه در مدل‌های منظم و نامنظم بر اساس استاندارد ۲۸۰۰.....
	جدول ۲-۴- ابعاد ستونها در کلیه مدل‌های طراحی شده بر اساس آیین‌نامه ACI (کلیه ابعاد به سانتیمتر
۸۱	..... است).
	جدول ۳-۴- ابعاد تیرها در کلیه مدل‌های طراحی شده بر اساس آیین‌نامه ACI (کلیه ابعاد به سانتیمتر
۸۱	..... است).
۸۲	جدول ۴-۴- مشخصات مولفه‌های افقی رکوردهای انتخابی.....
	جدول ۵-۴- میانگین حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای مدل S10B6 برای رکوردهای ۷ گانه در
۸۶	..... تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی (0.35g).....
	جدول ۶-۴- میانگین حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای مدل S10B6 برای رکوردهای ۷ گانه در
۸۶	..... تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی (0.70g).....
۹۷	جدول ۷-۴- مشخصات سیستم یک‌درجه آزاد غیرالاستیک مدل S10B6 در مودهای اول، دوم و سوم.....
	جدول ۸-۴- حداکثر تغییر مکان سیستم یک‌درجه آزاد غیرالاستیک مدل S10B6 در مودهای اول، دوم و
۹۹	..... سوم در تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی.....
۱۰۰	جدول ۹-۴- تغییر مکانهای هدف مدل S10B6 در مودهای اول، دوم و سوم.....
	جدول ۱۰-۴- حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای (%) در مودهای اول، دوم و سوم مدل S10B6 در
۱۰۱	..... تحلیل MPA و تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی (0.35g).....
	جدول ۱۱-۴- حداکثر جابجایی نسبی میان طبقه‌ای (%) در مودهای اول، دوم و سوم مدل S10B6 در
۱۰۲	..... تحلیل MPA و تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی (0.70g).....
۱۰۵	جدول ۱۲-۴- جرم‌های موثر و مقادیر پریودهای متناظر با هر مدل در سه مود اول، دوم و سوم.....



- جدول ۴-۱۳- مشخصات سیستم یک درجه آزاد غیرالاستیک مدل S10B6 در مودهای پلاستیک..... ۱۱۴
- جدول ۴-۱۴- حداکثر تغییر مکان سیستم یک درجه آزاد غیرالاستیک مدل S10B6 در مودهای اول، دوم و سوم پلاستیک..... ۱۱۵

### پیوست اول..... ۱۲۳

- جدول پ-۱-۱- مشخصات سیستم یک درجه آزاد غیرالاستیک مدل S10B6V2H33 در سه مود اول..... ۱۲۴
- جدول پ-۱-۲- مشخصات سیستم یک درجه آزاد غیرالاستیک مدل S10B6V4H33 در سه مود اول..... ۱۲۴
- جدول پ-۱-۳- مشخصات سیستم یک درجه آزاد غیرالاستیک مدل S10B6V6H33 در سه مود اول..... ۱۲۵
- جدول پ-۱-۴- مشخصات سیستم یک درجه آزاد غیرالاستیک مدل S10B6V8H33 در سه مود اول..... ۱۲۵
- جدول پ-۱-۵- مشخصات سیستم یک درجه آزاد غیرالاستیک مدل S10B6V2H67 در سه مود اول..... ۱۲۶
- جدول پ-۱-۶- مشخصات سیستم یک درجه آزاد غیرالاستیک مدل S10B6V4H67 در سه مود اول..... ۱۲۶
- جدول پ-۱-۷- مشخصات سیستم یک درجه آزاد غیرالاستیک مدل S10B6V6H67 در سه مود اول..... ۱۲۷
- جدول پ-۱-۸- مشخصات سیستم یک درجه آزاد غیرالاستیک مدل S10B6V8H67 در سه مود اول..... ۱۲۷
- جدول پ-۱-۹- حداکثر تغییر مکان سیستم یک درجه آزاد مدل S10B6V2H33 در سه مود اول..... ۱۲۸
- جدول پ-۱-۱۰- حداکثر تغییر مکان سیستم یک درجه آزاد مدل S10B6V4H33 در سه مود اول..... ۱۲۸
- جدول پ-۱-۱۱- حداکثر تغییر مکان سیستم یک درجه آزاد مدل S10B6V6H33 در سه مود اول..... ۱۲۹
- جدول پ-۱-۱۲- حداکثر تغییر مکان سیستم یک درجه آزاد مدل S10B6V8H33 در سه مود اول..... ۱۲۹
- جدول پ-۱-۱۳- حداکثر تغییر مکان سیستم یک درجه آزاد مدل S10B6V2H67 در سه مود اول..... ۱۳۰
- جدول پ-۱-۱۴- حداکثر تغییر مکان سیستم یک درجه آزاد مدل S10B6V4H67 در سه مود اول..... ۱۳۰
- جدول پ-۱-۱۵- حداکثر تغییر مکان سیستم یک درجه آزاد مدل S10B6V6H67 در سه مود اول..... ۱۳۱

جدول پ ۱-۱۶- حداکثر تغییر مکان سیستم یک درجه آزاد مدل S10B6V8H67 در سه مود اول..... ۱۳۱

۱۳۷ ..... **پیوست دوه**

جدول پ-۲-۱- مقایسه پرپود سه مود اول مدل های انتخابی در نرم افزارهای DRAIN-2DX و

.....SAP2000 ۱۴۴

# کلیات

یکی از مناسب‌ترین روش‌ها جهت ارزیابی نیازهای لرزه‌ای ساختمانها، تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی می‌باشد. اما این روش به دلیل صرف وقت زیاد معمولاً در کاربردهای معمول مهندسی استفاده نمی‌شود. اخیراً جهت تخمین نیازهای لرزه‌ای ساختمانها، روش تحلیل استاتیکی غیرخطی پیشنهاد شده است. در این روش سازه تحت تأثیر الگوی بار جانبی مناسبی قرار می‌گیرد تا اینکه تغییرمکان یک نقطه مشخص از سازه (معمولاً تغییرمکان یک نقطه از بام ساختمان) به مقدار معینی (تغییرمکان هدف) برسد. بنابراین در این تحلیل تعیین صحیح دو پارامتر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، ۱- الگوی بارگذاری جانبی مناسب، ۲- تغییرمکان هدف سازه.

روش تحلیل استاتیکی غیرخطی رایج، معمولاً جهت برآورد نیازهای لرزه‌ای ساختمانها، شکل بارگذاری جانبی را متناسب با شکل مود اول سازه تحت بررسی در نظر می‌گیرد. تحقیقات انجام گرفته در [۱-۴] بیانگر این موضوع می‌باشد که در نظر گرفتن پاسخهای ناشی از مود اول به تنهایی جهت ارزیابی نیازهای لرزه‌ای سازه‌ها کافی نمی‌باشد و نتایج این تحلیل با نتایج تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی انطباق کامل ندارد، این عدم انطباق هر آنقدر که ساختمان بلندمرتبه و یا نامنظم‌تر باشد، بیشتر نمایان خواهد شد. به همین منظور، در جهت رفع این نقیصه محققین زیادی سعی کردند که به طریقی نتایج تحلیل استاتیکی غیرخطی را به نتایج تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی نزدیک سازند [۱-۳]. روشی که توسط این محققین پیشنهاد شده است، روش تحلیل استاتیکی غیرخطی مودال می‌باشد [۱-۳]. در این روش الگوی بارگذاری جانبی براساس شکل مودی تا رسیدن تغییرمکان یک نقطه مشخص از ساختمان به مقدار معینی ادامه می‌یابد و در نهایت پاسخهای حاصل از هر شکل مود بارگذاری براساس قوانین ترکیب مود، باهم ترکیب می‌شوند.