

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشکده فنی
گروه عمران
گرایش سازه

مقایسه روش‌های تحلیل استاتیکی معادل، طیفی، تاریخچه زمانی خطی و
غیر خطی ساختمان‌ها در برابر زلزله

از:
عادل کسایی

استادان راهنما:

دکتر سعید پورزینلی

استاد مشاور:

دکتر جواد رزاقی

شهریور 1389

تقدیم به پدر، مادر و همسر مهربانم

به پاس حمایت ها و زحمات فراوانشان

تقدیر و تشکر

اکنون که نگارش این پایان نامه با یاری خداوند متعال به پایان رسیده است، اینجانب بر خود لازم می-دانم از اساتید راهنمای ارزشمندم، جناب آقای دکتر سعید پورزینلی که انجام این تحقیق بدون راهنمایی علمی و مساعدت همه جانبه این بزرگوار امکان پذیر نبود، و همچنین جناب آقای دکتر جواد رزاقی که به عنوان استاد مشاور در انجام این تحقیق به من یاری رساندند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم. همچنین از اساتید بزرگوار، جناب آقایان دکتر فلاح و دکتر بهار که به عنوان داور، زحمت بازخوانی این پایان نامه را بر عهده داشته و نظرات ارزنده و مفیدی در هر چه بهتر و پربارتر شدن آن ارائه نموده اند سپاسگذاری می-نمایم.

از کلیه اساتید بزرگوار گروه عمران دانشکده فنی دانشگاه گیلان که در مدت تحصیل، زحمات فراوانی برای اینجانب کشیده اند و مطالب علمی و اخلاقی فراوانی از محضر این بزرگواران آموخته ام نیز کمال تشکر و قدردانی را دارم.

در نهایت از پدر و مادر عزیزم و همسرم که همواره همراهان و حامیان دلسوزی برایم بودند و از خانم مهندس شیرین کسایی به پاس زحمات فراوانی که در زمینه برنامه نویسی و IT نمودند، همچنین از جناب آقایان دکتر هیمن حجت جلالی، دکتر امین کولیوند و جناب آقای دکتر سیامک رجبی به پاس رهنمودهایشان و از جناب آقایان مهندس احسان غفاری، مهندس محمد ابراهیم ابراهیمی ملکشاه، مهندس علی کسایی، مهندس مصطفی شریفی، دکتر سید جعفر هاشمی، مهدی امیری، خانم شیما کسایی و سایر عزیزانی که که با همراهی و همدلیشان در طی این مسیر یاری ام رساندند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

فهرست مطالب

الف	عنوان
ب	تقدیم
پ	تقدیر و تشکر
ت	فهرست مطالب
د	فهرست جداول
ز	فهرست شکل‌ها
غ	چکیده فارسی
ق	چکیده انگلیسی
2	فصل اول : مقدمه
2	1-1- پیشگفتار
3	2-1- انواع روش‌های رایج تحلیل ساختمان‌ها در برابر نیروی جانبی زلزله
3	1-2-1- تحلیل استاتیکی خطی معادل
4	2-2-1- تحلیل استاتیکی غیرخطی
4	3-2-1- تحلیل دینامیکی طیفی
5	4-2-1- تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی خطی
5	5-2-1- تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی غیرخطی
6	3-1- ضوابط آیین‌نامه‌های طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله در خصوص محدوده کاربرد انواع روش‌های تحلیل
6	1-3-1- ضوابط آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله ایران، استاندارد 2800
6	2-3-1- ضوابط دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود
7	3-3-1- ضوابط آیین‌نامه‌های UBC-97، UBC-2000
8	4-3-1- ضوابط آیین‌نامه‌های ASCE 07-05، IBC-2006

8.....	4-1- لزوم انجام تحقیق حاضر
9.....	5-1- مراحل انجام پروژه
6.....	فصل دوم : مروری بر تحقیقات گذشته
13.....	1-2- مقدمه
14.....	2-2- روش های تحلیل ساختمان ها در برابر زلزله
14.....	1-2-2- تحلیل استاتیکی معادل
16.....	2-2-2- روش طیفی تعیین بار زلزله
19.....	3-2-2- تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی
23.....	4-2-2- تاریخچه تحلیل بار افزون
33.....	3-2- تاریخچه ی مدل سازی رفتار غیر خطی اعضا
33.....	1-3-2- مدل سازی رفتار غیر خطی اعضا
36.....	2-3-2- منحنی تنش - کرنش و تئوری های هیستریزیس
42.....	4-2- تاریخچه ی مطالعات منظمی و نامنظمی در ساختمان ها
46.....	فصل سوم : رفتار غیر خطی اعضا
46.....	1-3- مقدمه
47.....	2-3- منحنی رفتاری
48.....	3-3- رفتار فولاد در بارهای رفت و برگشتی (منحنی هیستریزیس یا چرخه ای)
49.....	4-3- اثر بوشینگر
50.....	5-3- مدل های هیستریزیس اعضا
50.....	1-5-3- مدل هیستریزیس دوخطی
52.....	2-5-3- مدل رامبرگ - اسگود
53.....	3-5-3- مدل کاهنده کلاف
54.....	4-5-3- مدل تاکدا

56.....	5-5-3- مدل کاهنده سه خطی
56.....	6-3- بررسی رفتار مهاربندهای همگرا در بارهای رفت و برگشتی
57.....	7-3- منحنی تنش - کرنش فولاد
58.....	1-7-3- بررسی منحنی تنش - کرنش و رفتار هیستریزیس یک مهاربند
64.....	2-7-3- منحنی تنش کرنش استفاده شده برای بادبندها
66.....	3-7-3- منحنی تنش - کرنش اعضا خمشی فولادی
68.....	8-3- مفاصل غیر خطی
62.....	1-8-3- طول مفصل
70.....	2-8-3- تردی و نرمی رفتار مفصل
70.....	3-8-3- مکانیسم رفتار غیر خطی
72.....	3-7-3- سطح مقطع عضو در محل مفصل
82.....	9-3- روابط طول مفصل
82.....	1-9-3- طول مفصل در اعضاء خمشی
84.....	2-9-3- طول مفصل در اعضاء تحت بار محوری (بادبندها)
86.....	فصل چهارم : انواع روش های تحلیل
86.....	1-4- مقدمه
86.....	2-4- تحلیل استاتیکی
87.....	1-2-4- تحلیل استاتیکی معادل
87.....	2-2-4- روش تحلیل استاتیکی غیر خطی تحلیل بار افزون
96.....	3-4- تحلیل دینامیکی
97.....	1-3-4- روش تحلیل دینامیکی طیفی
98.....	2-3-4- تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی

106.....	فصل پنجم : مدل سازی با استفاده از SAP2000
107.....	1-5- مقدمه
107.....	2-5- نرم افزار SAP2000
109.....	1-2-5- بررسی مدل های رفتاری در SAP2000
111.....	2-2-5- خصوصیات مفاصل غیر خطی
117.....	3-2-5- مختصری در مورد انواع تحلیل های دینامیکی در SAP2000
132.....	3-5- انتخاب ساختمان ها
132.....	1-3-5- انواع ساختمان ها
136.....	4-5- برخی از پارامترهای ساختگاه
136.....	1-4-5- نوع پهنه لرزه خیزی ساختگاه
136.....	2-4-5- نوع خاک ساختگاه
137.....	5-5- انتخاب شتاب نگاشت ها
147.....	فصل ششم : مطالعات عددی
148.....	1-6- مقدمه
149.....	2-6- فرضیات مسئله
151.....	3-6- اختلاف بین حداکثر تغییر مکان نسبی در انتهای طبقه با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای ساختمان
151.....	1-3-6- ساختمان های 2 طبقه
154.....	2-3-6- ساختمان های 5 طبقه
155.....	3-3-6- ساختمان های 7 طبقه
157.....	4-3-6- ساختمان های 9 طبقه
159.....	5-3-6- ساختمان 12 طبقه
161.....	6-3-6- ساختمان 15 طبقه
163.....	7-3-6- ساختمان های 18 طبقه

165.....	8-3-6- جمع بندی
168.....	4-6- تغییر مکان جانبی نسبی طبقات
168.....	1-4-6- ساختمان های دو طبقه
171.....	2-4-6- ساختمان های 5 طبقه
174.....	3-4-6- ساختمان های 7 طبقه
177.....	4-4-6- ساختمان های 9 طبقه
180.....	5-4-6- ساختمان های 12 طبقه
183.....	6-4-6- ساختمان های 15 طبقه
186.....	7-4-6- ساختمان های 18 طبقه
189.....	8-4-6- جمع بندی
191.....	5-6- نیروی برش پایه و توزیع آن در ارتفاع سازه
191.....	1-5-6- برش پایه
196.....	2-54-6- توزیع برش پایه در ارتفاع سازه
215.....	6-6- بررسی برخی از عوامل تاثیر گذار بر نتایج
215.....	1-6-6- تحلیل استاتیکی معادل
217.....	2-6-6- تحلیل دینامیکی طیفی
222.....	3-6-6- تحلیل دینامیکی خطی
225.....	4-6-6- تحلیل بار افزون
228.....	7-6- اصلاح برخی از روابط
229.....	1-7-6- هزینه و زمان
229.....	2-7-6- دانش کافی و دسترسی به مراجع مورد نیاز
230.....	3-7-6- اصلاح توزیع برش پایه استاتیکی در ارتفاع ساختمان
241.....	4-7-6- اصلاح روش طیفی
241.....	5-7-6- اصلاح ضریب $0.7 R$

253.....	فصل هفتم : مطالعات عددی در ساختمان‌های MMF و S & M
253.....	1-7- مقدمه
254.....	2-7- اختلاف بین حداکثر تغییر مکان نسبی در انتهای طبقه با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای ساختمان
261.....	3-7- تغییر مکان جانبی نسبی طبقات
262.....	1-3-7- ساختمان‌های 5 طبقه
268.....	2-3-7- ساختمان‌های 9 طبقه
274.....	3-3-7- ساختمان‌های 15 طبقه
280.....	4-3-7- جمع بندی
282.....	4-7- نیروی برش پایه و توزیع آن در ارتفاع سازه
282.....	1-4-7- برش پایه
286.....	2-4-7- توزیع برش پایه در ارتفاع سازه
299.....	5-7- اصلاح برخی از روابط
299.....	1-5-7- اصلاح توزیع برش پایه استاتیکی در ارتفاع ساختمان
313.....	2-5-7- اصلاح روش طیفی
313.....	3-5-7- اصلاح ضریب 0.7R
327.....	فصل هشتم : نتیجه گیری و پیشنهاد برای ادامه کار
327.....	1-8- مقدمه
327.....	2-8- نتایج
332.....	3-8- پیشنهادات برای ادامه کار
333.....	مراجع

فهرست جداول

74	جدول 1-3-1- قابلیت ها و محدودیت های مفاصل مختلف در SAP2000
75	جدول 2-3-2- قابلیت ها و محدودیت های کاربرد مفاصل مختلف در انواع تحلیل ها
78	جدول 3-3-3- پارامترهای مدل سازی و معیارهای پذیرش در روش های غیرخطی اجزای سازه ی فولادی در مفاصل غیر فایبری
81	جدول 4-3-4- پارامترهای مدل سازی و معیارهای پذیرش در روش های غیرخطی اجزای سازه ی فولادی در مفاصل غیر فایبری
93	جدول 1-4-1- مقادیر تقریبی C_0
94	جدول 2-4-2- ضریب اصلاح C_m
95	جدول 3-4-3- ضریب اصلاح C_2
102	جدول 4-4-4- خلاصه روش ویلسون
109	جدول 1-5-1- میزان استفاده از نرم افزارهای مختلف در FEMA273, 356, 440 و ATC40
132	جدول 2-5-2- انواع سیستم های سازه ای مختلف
134	جدول 3-5-3- انواع سیستم های بکار رفته در این تحقیق
134	جدول 4-5-4- مشخصات ارتفاعی ساختمان های مورد مطالعه در تحقیق حاضر
135	جدول 5-5-5- مشخصات منظمی و نامنظمی ساختمان های مورد مطالعه در تحقیق حاضر
136	جدول 6-5-6- درصد لرزه خیزی مناطق مسکونی ایران
137	جدول 7-5-7- خلاصه پارامترهای ساختمان های مورد مطالعه در تحقیق حاضر
140	جدول 8-5-8- مشخصات ساختمانی مورد مطالعه
142	جدول 9-5-9- مشخصات شتاب نگاشت های بکار رفته در تحقیق
192	جدول 1-6-1- نیروی برش پایه ساختمان های دو طبقه
192	جدول 2-6-2- نیروی برش پایه ساختمان های پنج طبقه
192	جدول 3-6-3- نیروی برش پایه ساختمان های هفت طبقه
193	جدول 4-6-4- نیروی برش پایه ساختمان های نه طبقه
193	جدول 5-6-5- نیروی برش پایه ساختمان های دوازده طبقه
194	جدول 6-6-6- نیروی برش پایه ساختمان های پانزده طبقه

195.....	جدول 6-7- نیروی برش پایه ساختمان‌های هجده طبقه.....
216.....	جدول 6-8- ضریب مشارکت جرمی مدهای پیچی و زمان تناوب مربوطه.....
219.....	جدول 6-9- تغییر مکان هدف روش‌های بار افزون و تغییر مکان مرکز جرم بام دینامیکی غیرخطی.....
228.....	جدول 6-10- نسبت تغییر مکان روش‌های خطی به تغییر مکان روش‌های غیرخطی.....
230.....	جدول 6-11- میانگین نسبت تغییر مکان خطی به تغییر مکان نسبی دینامیکی غیرخطی.....
233.....	جدول 6-12- ضریب تبدیل تغییر مکان نسبی تحلیل‌های خطی به تغییر مکان نسبی دینامیکی غیرخطی.....
235.....	جدول 6-13- نسبت تغییر مکان روش‌های خطی به تغییر مکان روش‌های غیرخطی برای طبقات فوقانی.....
238.....	جدول 6-14- نسبت تغییر مکان روش‌های خطی به تغییر مکان روش‌های غیرخطی برای طبقات یک سوم ابتدایی.....
240.....	جدول 6-15- میانگین نسبت تغییر مکان خطی به تغییر مکان نسبی دینامیکی غیرخطی برای طبقات فوقانی.....
242.....	جدول 6-16- میانگین نسبت تغییر مکان خطی به تغییر مکان نسبی دینامیکی غیرخطی برای طبقات یک سوم ابتدایی.....
243.....	جدول 6-17- ضریب تبدیل تغییر مکان نسبی تحلیل‌های خطی به تغییر مکان نسبی دینامیکی غیرخطی برای طبقات فوقانی.....
	جدول 6-18- ضریب تبدیل تغییر مکان نسبی تحلیل‌های خطی به تغییر مکان نسبی دینامیکی غیرخطی برای طبقات یک سوم ابتدایی.....
244.....	ابتدایی.....
282.....	جدول 7-1- نیروی برش پایه ساختمان‌های پنج طبقه (MMF).....
283.....	جدول 7-2- نیروی برش پایه ساختمان‌های پنج طبقه (S&M).....
283.....	جدول 7-3- نیروی برش پایه ساختمان‌های نه طبقه (MMF).....
284.....	جدول 7-4- نیروی برش پایه ساختمان‌های نه طبقه (S & M).....
285.....	جدول 7-5- نیروی برش پایه ساختمان‌های پانزده طبقه (MMF).....
285.....	جدول 7-6- نیروی برش پایه ساختمان‌های پانزده طبقه (S & M).....
	جدول 7-7- ضریب تبدیل تغییر مکان نسبی تحلیل‌های خطی به تغییر مکان نسبی دینامیکی غیرخطی در ساختمان‌های.....
313.....MMF
	جدول 7-8- ضریب تبدیل تغییر مکان نسبی تحلیل‌های خطی به تغییر مکان نسبی دینامیکی غیرخطی در ساختمان‌های S & M.....
315.....	در جهت قاب خمشی.....

- جدول 7-9- ضریب تبدیل تغییر مکان نسبی تحلیل‌های خطی به تغییر مکان نسبی دینامیکی غیرخطی در ساختمان‌های S & M در جهت قاب مهاربندی.....318
- جدول 7-10- ضریب تبدیل تغییر مکان نسبی تحلیل‌های خطی به تغییر مکان نسبی دینامیکی غیرخطی برای طبقات فوقانی ساختمان‌های MMF.....319
- جدول 7-11- ضریب تبدیل تغییر مکان نسبی تحلیل‌های خطی به تغییر مکان نسبی دینامیکی غیرخطی برای طبقات یک سوم ابتدایی ساختمان‌های MMF.....320
- جدول 7-12- ضریب تبدیل تغییر مکان نسبی تحلیل‌های خطی به تغییر مکان نسبی دینامیکی غیرخطی برای طبقات فوقانی ساختمان‌های S & M در راستای قاب خمشی.....321
- جدول 7-13- ضریب تبدیل تغییر مکان نسبی تحلیل‌های خطی به تغییر مکان نسبی دینامیکی غیرخطی برای طبقات یک سوم ابتدایی ساختمان‌های S & M در راستای قاب خمشی.....321
- جدول 7-14- ضریب تبدیل تغییر مکان نسبی تحلیل‌های خطی به تغییر مکان نسبی دینامیکی غیرخطی برای طبقات فوقانی ساختمان‌های S & M در راستای قاب مهاربندی.....322
- جدول 7-15- ضریب تبدیل تغییر مکان نسبی تحلیل‌های خطی به تغییر مکان نسبی دینامیکی غیرخطی برای طبقات یک سوم ابتدایی S & M ساختمان‌های S & M در راستای قاب مهاربندی.....232
- جدول 8-1 دقت سایر روش‌های تحلیل در مقایسه با تحلیل دینامیکی غیرخطی.....332

فهرست شکل‌ها

- شکل 3-1- انرژی تلف شده و انرژی قابل بازیابی..... 41
- شکل 3-2- منحنی بارگذاری و باربرداری در حالت خطی..... 48
- شکل 3-3- منحنی بارگذاری و باربرداری در حالت غیرخطی..... 49
- شکل 3-4- نمایش اثر بوشینگر..... 49
- شکل 3-5- نمودار هیستریزس مدل دو خطی (الاستیک-پلاستیک کامل)..... 50
- شکل 3-6- مدل هیستریزس دوخطی کاهنده..... 51
- شکل 3-7- تابع رامبرگ-اسگود..... 53
- شکل 3-8- رابطه هیستریزس برای مدل رامبرگ-اسگود..... 53
- شکل 3-9- مدل کاهنده کلاف الف (مدل اصلاح شده ب) مدل اولیه..... 54
- شکل 3-10- مدل هیستریزس تا کدا..... 55
- شکل 3-11- مدل سه خطی کاهنده..... 56
- شکل 3-12- نمونه‌ای از رفتار چرخه‌ای یک مهاربند..... 57
- شکل 3-13- رابطه تنش- کرنش واقعی فولاد..... 57
- شکل 3-14- منحنی تنش- کرنش ایده آل فولاد..... 58
- شکل 3-15- رفتار چرخه‌ای یک مهاربند تحت بار چرخه‌ای متقارن..... 59
- شکل 3-16- کاهش در بار بحرانی کمانشی ناشی از اثر بوشینگر..... 61
- شکل 3-17- مقایسه بار کمانشی دو چرخه متوالی با بار کمانشی در اولین چرخه بارگذاری..... 61
- شکل 3-18- حلقه هیستریزس مهاربندها با لاغری مختلف، بدست آمده از آزمایش..... 62
- شکل 3-19- مقاومت پس کمانش مهاربندها..... 63
- شکل 3-20- منحنی هیستریزس بادبند همگرا بر اساس تئوری..... 65
- شکل 3-21- منحنی تنش کرنش تئوری Phenomenological مورد استفاده..... 65
- شکل 3-22- منحنی تنش کرنش فولاد..... 67
- شکل 3-23- نحوه تشکیل مفصل پلاستیک در ناحیه‌ای از عضو..... 68

- شکل 3-24- مفصل دارای طول مشخص 69
- شکل 3-25- مفصل فاقد طول مشخص 69
- شکل 3-26- انواع مفصل به لحاظ سطح مقطع 73
- شکل 3-27- منحنی بار - جابجایی یا لنگر - انحنا برای اعضا و اجزای فولادی 75
- شکل 3-28- نحوه محاسبه θ 78
- شکل 4-1- شکل شماتیک نحوه تشکیل سیستم یک درجه آزادی معادل و انجام تحلیل پوش آور 91
- شکل 5-1- نمودار نیرو - جابجایی ماده با رفتار چرخه ای الاستیک 110
- شکل 5-2- نمودار نیرو - جابجایی ماده با رفتار کینماتیک 110
- شکل 5-3- تعریف دستگاه مختصات محلی شتاب تاریخچه زمانی 124
- شکل 5-4- یک نمونه تابع ساخته شده رامپ قبل و بعد از بزرگنمایی 126
- شکل 5-5- طیف بازتاب هفت شتاب نگاشت 110
- شکل 5-6- مقایسه طیف میانگین گیری شده هفت شتاب نگاشت با طیف خاک نوع 2 استاندارد 2800 110
- شکل 5-7- شتاب نگاشت مولفه طولی رکورد 1053 144
- شکل 5-8- شتاب نگاشت مولفه عرضی رکورد 1053 144
- شکل 5-9- شتاب نگاشت مولفه طولی رکورد 1496 144
- شکل 5-10- شتاب نگاشت مولفه عرضی رکورد 1496 144
- شکل 5-11- شتاب نگاشت مولفه طولی رکورد 1866 144
- شکل 5-12- شتاب نگاشت مولفه عرضی رکورد 1866 145
- شکل 5-13- شتاب نگاشت مولفه طولی رکورد 2793 145
- شکل 5-14- شتاب نگاشت مولفه عرضی رکورد 2793 145
- شکل 5-15- شتاب نگاشت مولفه طولی رکورد 3295 145
- شکل 5-16- شتاب نگاشت مولفه عرضی رکورد 3295 145
- شکل 5-17- شتاب نگاشت مولفه طولی رکورد 3212 146
- شکل 5-18- شتاب نگاشت مولفه عرضی رکورد 3212 146

- شکل 5-19- شتاب نگاشت مولفه طولی رکورد 3215.....146
- شکل 5-20- شتاب نگاشت مولفه عرضی رکورد 3215.....146
- شکل 5-21- منحنی تنش - کرنش فولاد استفاده شده در تحلیل‌های استاتیکی.....148
- شکل 6-1- اختلاف بین حداکثر تغییر مکان نسبی در انتهای طبقه با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای ساختمان در هر طبقه
- 157 ساختمان‌های دو طبقه الف) ساختمان منظم ب) نامنظم نوع 1 پ) نامنظم نوع دو.....
- شکل 6-2- اختلاف بین حداکثر تغییر مکان نسبی در انتهای طبقه با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای ساختمان در هر طبقه
- 186 ساختمان‌های پنج طبقه الف) منظم ب) نامنظم نوع یک پ) نامنظم نوع دو.....
- شکل 6-3- اختلاف بین حداکثر تغییر مکان نسبی در انتهای طبقه با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای ساختمان در هر طبقه
- 187 ساختمان‌های هفت طبقه الف) منظم ب) نامنظم نوع یک پ) نامنظم نوع دو.....
- شکل 6-4- اختلاف بین حداکثر تغییر مکان نسبی در انتهای طبقه با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای ساختمان در هر طبقه
- 187 ساختمان‌های نه طبقه الف) منظم ب) نامنظم نوع یک پ) نامنظم نوع دو.....
- شکل 6-5- اختلاف بین حداکثر تغییر مکان نسبی در انتهای طبقه با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای ساختمان در هر طبقه
- 188..... ساختمان‌های دوازده طبقه الف) منظم ب) نامنظم نوع یک پ) نامنظم نوع دو.....
- شکل 6-6- اختلاف بین حداکثر تغییر مکان نسبی در انتهای طبقه با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای ساختمان در هر طبقه
- 189..... ساختمان‌های پانزده طبقه الف) منظم ب) نامنظم نوع یک پ) نامنظم نوع دو.....
- شکل 6-7- اختلاف بین حداکثر تغییر مکان نسبی در انتهای طبقه با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای ساختمان در هر طبقه
- 190..... ساختمان‌های هجده طبقه الف) منظم ب) نامنظم نوع یک پ) نامنظم نوع دو.....
- شکل 6-8- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان دو طبقه منظم.....190
- شکل 6-9- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان دو طبقه نامنظم نوع 1.....191
- شکل 6-10- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان دو طبقه نامنظم نوع دو.....192
- شکل 6-11- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان 5 طبقه منظم192
- شکل 6-12- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان 5 طبقه نامنظم نوع 1.....193
- شکل 6-13- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان پنج نامنظم نوع دو.....193
- شکل 6-14- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان 7 طبقه منظم.....194

- شکل 6-15- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان 7 طبقه نامنظم نوع 1 195
- شکل 6-16- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان هفت طبقه نامنظم نوع دو 195
- شکل 6-17- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان نه طبقه منظم 195
- شکل 6-18- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان نه طبقه نامنظم نوع 1 195
- شکل 6-19- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان نه طبقه نامنظم نوع دو 196
- شکل 6-20- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان 12 طبقه منظم 197
- شکل 6-21- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان 12 طبقه نامنظم نوع 1 198
- شکل 6-22- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان دوازده طبقه نامنظم نوع دو 198
- شکل 6-23- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان 15 طبقه منظم 199
- شکل 6-24- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان 15 طبقه نامنظم نوع 1 200
- شکل 6-25- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان پانزده طبقه نامنظم نوع دو 201
- شکل 6-26- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان 18 طبقه منظم 201
- شکل 6-27- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان 18 طبقه نامنظم نوع 2 202
- شکل 6-28- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان هجده طبقه نامنظم نوع دو 203
- شکل 6-29- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های 2 طبقه منظم 204
- شکل 6-30- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های 2 طبقه نامنظم نوع 1 205
- شکل 6-31- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های دو طبقه نامنظم نوع دو 207
- شکل 6-32- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های 2 208
- شکل 6-33- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های 2 طبقه نامنظم نوع یک 209
- شکل 6-34- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های دو طبقه نامنظم نوع دو 210
- شکل 6-35- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های 7 طبقه منظم 211
- شکل 6-36- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های 7 طبقه نامنظم نوع یک 212
- شکل 6-37- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های هفت طبقه نامنظم نوع دو 213
- شکل 6-38- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های نه طبقه منظم 214

- شکل 6-39- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های نه طبقه نامنظم نوع یک 216
- شکل 6-40- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های نه طبقه نامنظم نوع دو 219
- شکل 6-41- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های 12 طبقه منظم 220
- شکل 6-42- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های 12 طبقه نامنظم نوع یک 224
- شکل 6-43- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های دوازده طبقه نامنظم نوع دو 223
- شکل 6-44- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های 15 طبقه منظم 226
- شکل 6-45- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های 15 طبقه نامنظم نوع یک 228
- شکل 6-46- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های پانزده طبقه نامنظم نوع دو 230
- شکل 6-47- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های 18 طبقه 232
- شکل 6-48- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های 18 طبقه نامنظم نوع دو 234
- شکل 6-49- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های 18 طبقه نامنظم نوع دو 235
- شکل 6-50- زمان تناوب ساختمان‌های منظم 236
- شکل 6-51- زمان تناوب ساختمان‌های نامنظم نوع یک 237
- شکل 6-52- زمان تناوب ساختمان‌های نامنظم نوع دو 238
- شکل 6-53- طیف بازتاب 239
- شکل 6-60- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های پنج طبقه منظم 240
- شکل 6-61- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های نه طبقه منظم 244
- شکل 6-62- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های پانزده طبقه منظم 244
- شکل 6-63- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های پنج طبقه نامنظم نوع یک 245
- شکل 6-64- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های نه طبقه نامنظم نوع یک 246
- شکل 6-65- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های پانزده طبقه نامنظم نوع یک 247
- شکل 6-66- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های پنج طبقه نامنظم نوع دو 248
- شکل 6-67- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های نه طبقه نامنظم نوع دو 249
- شکل 6-68- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های پانزده طبقه نامنظم نوع دو 250

- شکل 6-69- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان طبقه نامنظم الف) با استفاده از ضریب 0/7R در تبدیل نتایج خطی به غیر خطی
 ب) با استفاده از ضرایب جدول 6-22، در تبدیل نتایج خطی به غیر خطی.....251
- شکل 6-70- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان پانزده طبقه منظم الف) با استفاده از ضریب 0/7R در تبدیل نتایج خطی به
 غیر خطی ب) با استفاده از ضرایب جدول 6-22، در تبدیل نتایج خطی به غیر خطی.....252
- شکل 6-71- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان هفت طبقه نامنظم نوع یک الف) با استفاده از ضریب 0/7R در تبدیل نتایج خطی
 به غیر خطی ب) استفاده از ضرایب جداول 6-23 و 6-24، در تبدیل نتایج خطی به غیر خطی.....253
- شکل 6-72- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان پانزده طبقه نامنظم نوع یک الف) با استفاده از ضریب 0/7R در تبدیل نتایج
 خطی به غیر خطی ب) استفاده از ضرایب جداول 6-23 و 6-24، در تبدیل نتایج خطی به غیر خطی.....254
- شکل 7-1- اختلاف بین حداکثر تغییر مکان نسبی در انتهای طبقه با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای آن در ساختمان‌های پنج
 طبقه S & M الف) منظم ب) نامنظم نوع یک پ) نامنظم نوع دو.....118
- شکل 7-2- اختلاف بین حداکثر تغییر مکان نسبی در انتهای طبقه با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای آن در ساختمان‌های پنج
 طبقه MMF الف) منظم ب) نامنظم نوع یک پ) نامنظم نوع دو.....120
- شکل 7-3- اختلاف بین حداکثر تغییر مکان نسبی در انتهای طبقه با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای آن در ساختمان‌های نه
 طبقه S & M الف) منظم ب) نامنظم نوع یک پ) نامنظم نوع دو.....122
- شکل 7-4- اختلاف بین حداکثر تغییر مکان نسبی در انتهای طبقه با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای آن در ساختمان‌های نه طبقه
 MMF الف) منظم ب) نامنظم نوع یک پ) نامنظم نوع دو.....124
- شکل 7-5- اختلاف بین حداکثر تغییر مکان نسبی در انتهای طبقه با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای آن در ساختمان‌های پانزده
 طبقه MMF الف) منظم ب) نامنظم نوع یک پ) نامنظم نوع دو.....118
- شکل 7-6- اختلاف بین حداکثر تغییر مکان نسبی در انتهای طبقه با متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای آن در ساختمان‌های پانزده
 طبقه الف) منظم ب) نامنظم نوع یک MMF پ) نامنظم نوع دو.....120
- شکل 7-7- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان S & M پنج طبقه منظم الف) راستای مهاربندی ب) راستای خمشی.....122
- شکل 7-8- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان MMF پنج طبقه الف) منظم ب) نامنظم نوع یک.....124
- شکل 7-9- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان S&M پنج طبقه نامنظم نوع یک الف) راستای خمشی ب) راستای مهاربندی.....124
- شکل 7-10- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان S&M پنج طبقه نامنظم نوع دو الف) راستای مهاربندی ب) راستای خمشی.....118

- شکل 7-11- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان MMF پنج نامنظم نوع دو.....120
- شکل 7-12- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان S & M نه طبقه منظم الف) راستای خمشی ب) راستای مهاربندی.....122
- شکل 7-13- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان MMF نه طبقه الف) منظم ب) نامنظم نوع یک.....122
- شکل 7-14- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان S & M نه طبقه نامنظم نوع یک.....124
- شکل 7-15- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان S & M نه طبقه نامنظم نوع دو.....118
- شکل 7-16- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان MMF نه طبقه نامنظم نوع دو.....120
- شکل 7-17- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان S & M پانزده طبقه منظم الف) راستای خمشی ب) راستای مهاربندی.....122
- شکل 7-18- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان پانزده طبقه الف) منظم ب) نامنظم نوع یک.....124
- شکل 7-19- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان S&M پانزده طبقه نامنظم نوع یک الف) راستای خمشی ب) راستای مهاربندی.....124
- شکل 7-20- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان S & M پانزده طبقه نامنظم نوع دو.....118
- شکل 7-21- تغییر مکان نسبی طبقات ساختمان پانزده طبقه نامنظم نوع دو.....120
- شکل 7-22- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های پنج طبقه S & M الف) منظم ب) نامنظم نوع یک.....122
- شکل 7-23- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های پنج طبقه الف) منظم ب) نامنظم نوع یک.....120
- شکل 7-24- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های پنج طبقه S & M نامنظم نوع دو.....122
- شکل 7-25- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های پنج طبقه نامنظم نوع دو MMF.....122
- شکل 7-26- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های نه طبقه MMF الف) منظم ب) نامنظم نوع یک.....124
- شکل 7-27- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های نه طبقه S & M الف) منظم ب) نامنظم نوع یک.....118
- شکل 7-28- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های نه طبقه S & M نامنظم نوع دو.....320
- شکل 7-29- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های نه طبقه نامنظم نوع دو MMF.....322
- شکل 7-30- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های پانزده طبقه S & M الف) منظم ب) نامنظم نوع یک.....324
- شکل 7-31- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های پانزده طبقه MMF الف) منظم ب) نامنظم نوع یک.....324
- شکل 7-32- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های 15 طبقه S & M نامنظم نوع دو.....318
- شکل 7-33- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های 15 طبقه نامنظم نوع دو MMF.....320
- شکل 7-34- توزیع نسبی برش طبقات ساختمان‌های MMF پنج طبقه منظم.....322