بسم الله الرحمن الرحیم

بسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب **یوسف مددی** متعهد می شوم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آنها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و ماخذ ذکر گردیده است. این پایان نامه قبلا برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. در صورت اثبات تخلف (در هر زمان) مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو

امضاء

دانشکده فنی و مهندسی عمران

بررسی و ارزیابی تحلیل های غیرخطی در ساختمان های نامتقارن بلند

نگارش

یوسف مددی

استاد راهنما : دکتر عباس حق اللهی

استاد مشاور : دکتر موسی محمودی صاحبی

پایان نامه برای در یافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی عمران
گرایش سازه

شهریور 1390

شماره: ۱۴۰۰۵۶۵
تاریخ: ۹۰/۸/۱۱
پیوست:

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

صورتجلسهٔ دفاع پایان‌نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آقای **یوسف مددی** رشتهٔ **عمران**– سازه تحت عنوان: **بررسی و ارزیابی تحلیل‌های غیرخطی در ساختمان‌های نامتقارن بلند،** که در تاریخ ۹۰/۷/۱۱ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی برگزار گردید و نتیجه به شرح زیر اعلام گردید.

☑ قبول (بادرجه ...عالی... امتیاز ...۱۹/۸۱...) ☐ دفاع مجدد ☐ مردود.

۱ ـ عالی (۲۰ – ۱۹) (نوزده و هشتاد و یک صدم)

۲ ـ بسیار خوب (۱۸/۹۹ – ۱۸)

۳ ـ خوب (۱۷/۹۹ – ۱۶)

۴ ـ قابل قبول (۱۵/۹۹ – ۱۴)

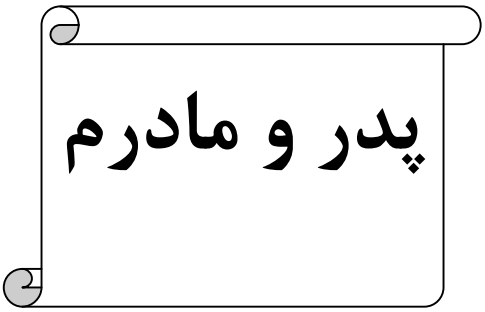
۵- غیرقابل قبول (کمتر از ۱۴)

اعضاء	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
استاد راهنما	دکتر عباس حق‌اللهی	استادیار	
استاد مشاور	دکتر موسی محمودی‌صاحبی	استادیار	
استاد داور داخلی	دکتر امیر طریقت	استادیار	
استاد داور خارجی	دکتر عبدالرضا سروقدمقدم	استادیار	
نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر ابوالفضل سلطانی	استادیار	

دکتر ابوالفضل سلطانی
دانشکده مهندسی عمران دانشگاه مهندسی عمران
آموزش ارزان

تهران ،لویزان ،کدپستی :۱۵۸۱۱ – ۱۶۷۸۸
صندوق پستی :۱۶۳ – ۱۶۷۸۵
تلفن :۹- ۲۲۹۷۰۰۶۰ فکس :۲۲۹۷۰۰۲۳
Email:sru@sru.ac.ir
www.srttu.edu

تقدیم به :



که نهال وجود ما را از یک حرف و دو حرف بر زبان تا سخت ترین صحنه های زندگی آبیاری نمودند و پاس داشتند...

به آنانکه هیچ چشم داشتی از ما ندارند اما تمام چشم امید ما به آنهاست...

همچنین برادرم، مهندس مهدی مددی که همواره در تمام زندگی ام مشوق اصلی من برای علم بوده است.

تقدیر و تشکر :

توفیق انجام این تحقیق میسر نبود مگر به لطف و یاری پروردگار متعال و همچنین زحمات استاد ارجمندم جناب آقای دکتر عباس حق الهی که با راهنمایی ها و حمایت های بزرگوارشان همواره مرا مورد لطف و عنایت خویش قرار دادند.

در اینجا لازم می دانم از استادان گرامی ام جناب آقای دکتر موسی محمودی ، جناب آقای دکتر امیر طریقت ، جناب آقای دکتر عبدالرضا سرو قدمقدم ، جناب آقای دکتر فرامرز خشنودیان ، جناب آقای دکتر ابوالفضل سلطانی که با رهنمودهای ارزنده خود نقش اساسی در پیشبرد این پایان نامه ایفا نمودند، تشکر و قدر دانی نمایم.

از کلیه اساتیدم در دانشکده فنی و مهندسی عمران دانشگاه شهید رجایی تشکر و قدر دانی می نمایم.

همچنین لازم می دانم از دوستان صمیمی ام مهندس محسن بشارت ، مهندس علیرضا لاسمی ، مهندس امیر اشعری ، مهندس پیام وثوقی ، مهندس مهدی کیانی و مهندس معصومه امری که در این پایان نامه مرا یاری نمودند، تشکر و قدر دانی نمایم.

همچنین در پایان لازم می دانم از کلیه کسانی که مرا علم آموختند تشکر کنم.

چکیده :

استفاده از روش های تحلیل غیرخطی می تواند مناسب ترین و سریع ترین راه، جهت طراحی و ارزیابی ساختمان ها با در نظر گیری پارامتر های اقتصادی و ایمنی باشد. روش های غیرخطی به دو دسته کلی، استاتیکی غیرخطی (NSP) و دینامیکی غیرخطی (NDP) تقسیم می شوند که از بین این دو روش، تحلیل دینامیکی غیرخطی دارای بالاترین دقت در روش موجود می باشد. با توجه به ضعف های نرم افزاری و سخت افزاری موجود، استفاده از روش دینامیکی غیرخطی به لحاظ زمان و هزینه مقرون به صرفه نبوده و لزوم استفاده از روش جایگزین مشاهده می شود. از اینرو روش استاتیکی غیرخطی(NSP) مورد توجه قرار گرفته است. یکی از نواقص این روش، به کارگیری یک سیستم یک درجه آزادی (معادل با مود اول) جهت بیان رفتار غیرالاستیک سازه می باشد که می توان با در نظر گرفتن اثر مودهای بالاتر در تعیین الگوی بار این نقیصه را جبران کرد، که از این دسته می توان روش MPA و CMP را نام برد. روش MPA اولین بار بر روی سازه های نامنظم در پلان در سال 2004 پیشنهاد شد که در این پایان نامه مورد ارزیابی قرار گرفته است.

در این پایان نامه، سازه هایی با سیستم خمشی فولادی همراه با بادبند همگرا (سیستم مختلط) استفاده شده است که برای جامعیت بخشیدن بیشتر به پروژه، سازه های تحت بررسی در چند دسته بندی قرار گرفته اند: 1- طبقات مختلف (10 ، 15 ، 20 و 25 طبقه). 2- خروج از مرکزیت سختی به جرم (0% ، 15% و 25%). مجموعه این دسته بندی ها تشکیل 12 مدل سازه ای را داد که تحت بررسی های ذکر شده قرار گرفتند. این 12 مدل طبق آیین نامه های 2800، مبحث ششم و مبحث دهم تحلیل و طراحی شد، سپس تحلیل های غیرخطی بر روی آنها اثر داده شدند. در انتها برای مقایسه دو روش تحلیل غیرخطی 3 نقطه در یک امتداد (لبه نرم، لبه سخت و مرکزجرم) که در آن جهت نامنظمی وجود داشت را از نظر تغییرمکان کل و تغییرمکان نسبی و نحوه تشکیل مفصل پلاستیک در لبه های سازه مورد بررسی قرار گرفت.

بررسی های صورت گرفته در این پایان نامه نشان می دهد که جابجایی های طبقات و همچنین نسبت تغییر مکان نسبی حاصل از روش MPA ، در ساختمان های متقارن و نامتقارن در پلان، به اندازه کافی دقیق می باشند. روش MPA ، قادر است که بر محدودیت های آنالیز پوش آور متداول فائق آید، بطوریکه جابجایی های نسبی بدست آمده از روش MPA به مراتب بهتر از آنالیز پوش آور با الگوی بارگذاری FEMA می باشند. بهبود بسیار برجسته ای در نحوه تشکیل دورانهای پلاستیک توسط روش MPA در ساختمان های متقارن و همچنین در لبه های سخت و نرم در ساختمان های نامتقارن صورت پذیرفته است.

کلمات کلیدی : اثرات مودهای بالاتر، ساختمان بلند، سازه نامنظم، تحلیل استاتیکی غیرخطی مودال، تحلیل تاریخچه زمانی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : کلیات 1

1-1 تعریف ساختمان بلند 2

2-1 سازه های متداول برای ساختمان های بلند 3

3-1 پلان سازه 4

4-1 تقسیم بندی ساختمان ها بر حسب شکل 7

1-4-1 نامنظمی در پلان 7

2-4-1 نامنظمی پیچشی 8

فصل دوم : اهمیت و سابقه موضوع 13

1-2 مقدمه ای بر فلسفه طراحی لرزه ای بر اساس عملکرد : 14

2-2 اهمیت موضوع :..... 15

3-2 سابقه موضوع : 16

1-3-2 مطالعات هاسنر، اوتینن و روزنبلت : 18

2-3-2 مطالعات چوپرا و کان : 19

3-3-2 مطالعات مقدم و تسو : 19

4-3-2 مطالعات کیلار و فایفر : 19

5-3-2 مطالعات لوپز و پینهو : 20

6-3-2 مطالعات آیدین اوغلو :..... 20

7-3-2 مطالعات چوپرا و چینتاناپاکدی :..... 21

8-3-2 مطالعات کاراموتو و ماتسوموتو : 21

1-8-3-2 اعمال اثر مدهای بالاتر در روش MAP (MMAP) : 22

9-3-2 مطالعات گریسون و گانگ وژو : 22

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل سوم : تحلیل استاتیکی و دینامیکی غیرخطی 24

3-1 تحلیل استاتیکی غیرخطی (پوش آور)NSP 25

3-2 فرضیات روش تحلیل استاتیکی غیرخطی : 26

3-3 محدودیت ها و معایب تحلیل پوش آور: 26

3-4 مزایای تحلیل پوش آور: 28

3-5 فرآیند تحلیل استاتیکی غیرخطی در نرم افزار : 28

3-6 الگوی بار جانبی طبق نشریه 360 : 29

3-7 تغییر مکان هدف : 31

3-8 مشخصات مفاصل غیرخطی (تحلیل استاتیکی غیرخطی) : 33

3-8-1 مفصل محوری فولادی 34

3-8-2 مفصل برشی فولادی 34

3-8-3 مفصل خمشی و مفصل اندرکنشی فولادی 35

3-9 روش های بر طرف نمودن نقاط ضعف تحلیل پوش آور 36

3-10 روشهای تحلیل پوش آور پیشرفته : 37

3-11 تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی غیرخطی (NTHA) 39

3-11-1 مقدمه 39

3-11-2 روش انتگرال گیری گام به گام : 39

فصل چهارم : تحلیل استاتیکی غیرخطی مودال 42

4-1 مقدمه 43

4-2 معادله های حرکت، سازه های انتخاب شده، و زمین لرزه 44

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

4-2-2 سیستمهای سازه ای انتخاب شده : 45

4-2-3 زمین لرزه 48

4-2-4 روش های تحلیل تقریبی 48

4-2-4-1 توزیع نیروهای موثر مودی 48

4-3 نظریه پایه 50

4-4 تحلیل تاریخچه زمانی مودال غیرکوپله (UMRHA) 50

4-4-1 سیستم الاستیک 50

4-4-2 سیستم غیرالاستیک 52

4-5 روش Modal Pushover 57

4-5-2 خلاصه روش MPA 59

4-5-3 ارزیابی روش MPA 61

4 -6 نتایج 63

فصل پنجم : معرفی مدل سازه ها 64

5-1 معرفی مدل سازه 65

5-2 مشخصات المان های سازه : 68

5-3 ترکیبات بارگذاری :..... 70

5-4 معرفی شتاب نگاشتها :..... 71

5-4-1 روش هم پایه کردن شتابنگاشت ها طبق آئین نامه ایران : 72

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل ششم : تجزیه و تحلیل داده ها 83

6-1 مشخصات دینامیکی سازه ها:..... 84

6-1-1 مشخصات دینامیکی سازه های 10 طبقه 85

6-1-2 مشخصات دینامیکی سازه های 15 طبقه 86

6-1-3 مشخصات دینامیکی سازه های 20 طبقه 88

6-1-4 مشخصات دینامیکی سازه های 25 طبقه 89

6-2 تغییر مکان جانبی و تغییر مکان نسبی حداکثر سازه ها : 91

6-2-1 سازه های متقارن 10 طبقه (u_1) :..... 92

6-2-2 سازه های نامتقارن 10 طبقه (u_2) : 97

6-2-3 سازه های نامتقارن 10 طبقه (u_3) : 105

6-2-4 سازه های متقارن 15 طبقه (u_1) : 114

6-2-5 سازه های نامتقارن 15 طبقه (u_2) : 118

6-2-6 سازه های نامتقارن 15 طبقه (u_3) : 125

6-2-7 سازه های متقارن 20 طبقه (u_1) : 134

6-2-8 سازه های نامتقارن 20 طبقه (u_2) : 136

6-2-9 سازه های نامتقارن 20 طبقه (u_3) : 143

6-2-10 سازه های متقارن 25 طبقه (u_1) :..... 149

6-2-11 سازه های نامتقارن 25 طبقه (u_2) : 151

6-2-11 سازه های نامتقارن 25 طبقه (u_3) : 157

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل هفتم : نتیجه گیری و پیشنهادات 164

1-7 بحث خطای محاسبات :.....165

2-7 نتیجه گیری : 167

3-7 پیشنهادات : 170

مقالات ارائه شده توسط نگارنده 172

پیوست 1.....173

پیوست 2.....178

منابع و مراجع 183

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل 1-1 انواع نامنظمی ها و مکانیسم خرابی در آنها 6

شکل 1-2 فاصله زیاد بین مرکز جرم و مرکز سختی و خرابی ناشی از ایجاد پیچش[3] 8

شکل 1-3 نحوه ایجاد پیچش به دلیل وجود دیوار برشی نامتقارن 9

شکل 1-4 نحوه ایجاد پیچش به علت توزیع نامتقارن جرم ساختمان 10

شکل 1-5 نحوه ایجاد پیچش به علت وجود المان های قائم سازه ای با اندازه های مختلف..... 10

شکل 1-6 نا منظمی به دلیل تغییرات مقاومت وسختی در محیط 11

شکل 1-7 راهکارهای ارائه شده برای اصلاح نامنظمی پیچشی[3] 12

شکل 3-1 نمودار بار- تغییر مکان یا منحنی پوش آور 26

شکل 3-2 الگوهای متفاوت بار جانبی 29

شکل 3-3 منحنی ساده شده نیرو- تغییر مکان 33

شکل 3-4 مفصل محوری فولادی[18] 34

شکل 3-5 مفصل برشی فولادی[18] 35

شکل 3-6 مفصل خمشی و اندرکنشی فولادی[18]..... 35

شکل 4-1 سازه چند طبقه a) پلان ; و b) قابها در جهات x وy 44

شکل 4-2 پلان سازه نامتقارن در نظر گرفته شده 46

شکل 4-3 پریود طبیعی و مودهای ارتعاشی در سیستم های نامتقارن در پلان ساختمان 9 طبقه
SAC : a) سیستم نامتقارن U_1، b) سیستم نامتقارن U_2، c) سیستم نامتقارن U_3..... 47

شکل 4-4 زمین لرزهLA25 ، یکی از 20 زمین لرزه که بر روی پروژه SAC اعمال شده است. که در ایستگاه Rinaldi در طی زلزله Northridge در سال 1994 ثبت شده است. 48

شکل 4-5 رابطه مودی S=miy برای سازه نامتقارن U_2 که تحت زمین لرزه در جهت y قرار دارد... 50

شکل 4-6 تجزیه مودال تغییر مکان بام در مرکز جرم سازه در سازه متقارن 52

شکل 4-7 تجزیه مودال تغییر مکان بام در قاب سمت راست برای سازه غیر نامنظم سخت پیچشی سیستم u_1.....53

شکل 4-8 تجزیه مودال تغییر مکان بام در قاب سمت راست برای سازه غیر نامنظم پیچشی درگیر سیستم u_2 54

شکل 4-9 تجزیه مودال تغییر مکان بام در قاب سمت راست برای سازه غیر نامنظم نرم پیچشی سیستم u_3 54

شکل 4-10 مقایسه محاسبه تغییر مکان طبقات در قاب سمت راست در سازه نامنظم در پلان برای سیستم u_2 در روش UMRHA با RHA ، 56

شکل 4-11 مقایسه محاسبه drift بین طبقات بالا در قاب سمت راست در سازه نامنظم در پلان برای سیستم u_2 در روش UMRHA با RHA ، 56

شکل 4-12 منحنی های پوش آور مودال سیستم پلان نامتقارن سازه u_2 با مشخص کردن تغییر مکان هدف در تحلیل های MPA و UMRHA، همچنین مشخص کردن ماکزیمم تغییر مکان های قاب های سمت راست و چپ 58

شکل 4-13 خصوصیات منحنی پوش آور سیستم یکدرجه آزاد غیرخطی مود nام a) منحنی پوش آور ایده آل و b) رابطه F_{sn}/L_n-D_n 58

شکل 4-14 مقادیر بدست آمده از تغییر مکان و drift بین طبقات بدست آمده از MPA و RHA در مورد سازه های a) متقارن b) سیستم پلان نامنظم u_1 c) سیستم پلان نامنظم u_2 d) سیستم پلان نامنظم u_3.....62

شکل 4-15 مقادیر بدست آمده از تغییر مکان و drift بین طبقات بدست آمده از MPA و RHA در سازه نامتقارن u_2 به دو روش CQC و ABSSUM 63

شکل 5-1 پلان سازه u_1 67

شکل 5-2 پلان سازه u_2 67

شکل 5-3 پلا..ن سازه u_3 68

شکل 5-4 مولفه افقی شتاب نگاشت زلزله طبس در جهت x 74
شکل 5-5 مولفه افقی شتاب نگاشت زلزله طبس در جهت y 74
شکل 5-6 مولفه افقی شتاب نگاشت زلزله نورثریدج در جهت x 74
شکل 5-7 مولفه افقی شتاب نگاشت زلزله نورثریدج در جهت y 75
شکل 5-8 مولفه افقی شتاب نگاشت زلزله لوما پریتا در جهت x 75
شکل 5-9 مولفه افقی شتاب نگاشت زلزله لوما پریتا در جهت y 75
شکل 5-10 طیف میانگین حاصل از 3 شتابنگاشت و طیف طرح 2800 76
شکل 5-11 نمودار میانگین مقیاس شده بر اساس تناوب مود اول 77
شکل 6-1 نقاط مشخص شده برای تحلیل سازه ها 92
شکل 6-2 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه، در قاب سمت راست سازه u_1 الف- روش مودال ب- زلزله طبس 96
شکل 6-3 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه، در قاب سمت چپ سازه u_1 الف- روش مودال ب- زلزله طبس 96
شکل 6-4 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه سخت سازه u_2 الف- روش مودال ب- زلزله طبس 101
شکل 6-5 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه نرم سازه u_2 الف- روش مودال، ب- زلزله طبس 104
شکل 6-6 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه سخت سازه u_3 الف- روش مودال ب- زلزله طبس 110
شکل 6-7 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه نرم سازه u_3 الف- روش مودال ب- زلزله لوما پریتا 113
شکل 6-8 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در قاب سمت راست سازه u_1 الف لوما پریتا ب- مودال 117

شکل 6-9 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در قاب سمت چپ سازه u_1 الف- لوما پریتا ب- مودال 117

شکل 6-10 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه نرم سازه u_2 الف- طبس ب- مودال 122

شکل 6-11 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه نرم سازه u_2 الف- طبس ب- مودال 125

شکل 6-12 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه سخت سازه u_3 الف- طبس ب- مودال 130

شکل 6-13 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه نرم سازه u_3 الف- طبس ب- مودال 133

شکل 6-14 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه سخت سازه u_2 الف- طبس ب- مودال 140

شکل 6-15 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه نرم سازه u_2 الف- طبس ب- مودال ... .142

شکل 6-16 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه سخت سازه u_3 الف- طبس ب- مودال 146

شکل 6-17 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه نرم سازه u_3 الف- طبس ب- مودال ..148

شکل 6-18 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در قاب سمت راست سازه u_1 الف- روش مودال، ب- زلزله طبس 150

شکل 6-19 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در قاب سمت چپ سازه u_1 الف- روش مودال، ب- زلزله طبس 151

شکل 6-20 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه سخت سازه u_2 الف- روش مودال، ب- زلزله طبس 154

شکل 6-21 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه نرم سازه u_2 الف- روش مودال، ب- زلزله طبس 156

شکل 6-22 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه سخت سازه u_3 الف- روش مودال، ب- زلزله طبس 160

شکل 6-23 نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در سازه در لبه نرم سازه u_3 الف- روش مودال، ب- زلزله طبس 162

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول 3-1 مقادیر تقریبی C_0 بر اساس دستورالعمل بهسازی 32

جدول 3-2 مقادیر تقریبی C_2 بر اساس دستورالعمل بهسازی 32

جدول 5-1 مقاطع مورد استفاده برای سازه 10 طبقه..... 68

جدول 5-2 مقاطع مورد استفاده برای سازه 15 طبقه..... 68

جدول 5-3 مقاطع مورد استفاده برای سازه 20 طبقه..... 69

جدول 5-4 مقاطع مورد استفاده برای سازه 25 طبقه..... 69

جدول 5-5 مشخصات شتابنگاشتهای زلزله های انتخابی..... 71

جدول 6-1 مشخصات دینامیکی سازه 10 طبقه (u_1) 85

جدول 6-2 مشخصات دینامیکی سازه 10 طبقه (u_2) 85

جدول 6-3 مشخصات دینامیکی سازه 10 طبقه (u_3) 86

جدول 6-4 مشخصات دینامیکی سازه 15 طبقه (u_1) 86

جدول 6-5 مشخصات دینامیکی سازه 15 طبقه (u_2) 87

جدول 6-6 مشخصات دینامیکی سازه 15 طبقه (u_3) 87

جدول 6-7 مشخصات دینامیکی سازه 20 طبقه (u_1) 88

جدول 6-8 مشخصات دینامیکی سازه 20 طبقه (u_2) 88

جدول 6-9 مشخصات دینامیکی سازه 20 طبقه (u_3) 89

جدول 6-10 مشخصات دینامیکی سازه 25 طبقه (u_1) 89

جدول 6-11 مشخصات دینامیکی سازه 25 طبقه (u_2) 90

جدول 6-12 مشخصات دینامیکی سازه 25 طبقه (u_3) 90

فهرست نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار 6-1 تغییر مکان جانبی سازه 10 طبقه در مرکز جرم (سازه u_1) 93

نمودار 6-2 نسبت تغییر مکان نسبی سازه 10 طبقه در مرکز جرم (سازه u_1) 94

نمودار 6-3 میزان خطا در تخمین تغییر مکان های نسبی طبقات در ساختمان 10 طبقه در مرکز جرم (سازه u_1) 95

نمودار 6-4 تغییر مکان جانبی سازه 10 طبقه در مرکز جرم (سازه u_2) 97

نمودار 6-5 نسبت تغییر مکان نسبی سازه 10 طبقه در مرکز جرم (سازه u_2) 98

نمودار 6-6 میزان خطا در تخمین تغییر مکان های نسبی طبقات در ساختمان 10 طبقه در مرکز جرم (سازه u_2) 99

نمودار 6-7 تغییر مکان جانبی سازه 10 طبقه در لبه سخت (سازه u_2)..... 99

نمودار 6-8 نسبت تغییر مکان نسبی سازه 10 طبقه در لبه سخت (سازه u_2) 100

نمودار 6-9 میزان خطا در تخمین تغییر مکان های نسبی طبقات در ساختمان 10 طبقه در لبه سخت (سازه u_2)..... 101

نمودار 6-10 تغییر مکان جانبی سازه 10 طبقه در لبه نرم (سازه u_2) 102

نمودار 6-11 نسبت تغییر مکان نسبی سازه 10 طبقه در لبه نرم (سازه u_2) 103

نمودار 6-12 میزان خطا در تخمین تغییر مکان های نسبی طبقات در ساختمان 10 طبقه در لبه نرم (سازه u_2) 104

نمودار 6-13 تغییر مکان نسبی سازه 10 طبقه در مرکز جرم (سازه u_3) 106

نمودار 6-14 تغییر مکان نسبی سازه 10 طبقه در مرکز جرم (سازه u_3) 106

نمودار 6-15 میزان خطا در تخمین تغییر مکان های نسبی طبقات در ساختمان 15 طبقه در مرکز جرم (سازه u_3) 107

نمودار 6-16 تغییر مکان جانبی سازه 10 طبقه در لبه سخت (سازه u_3) 108

نمودار 6-17 نسبت تغییر مکان نسبی سازه 10 طبقه در لبه سخت (سازه u_3)..... 108
نمودار 6-18 میزان خطا در تخمین تغییر مکان های نسبی طبقات در ساختمان 10 طبقه در لبه سخت (سازه u_3)..... 109
نمودار 6- 19 تغییر مکان جانبی سازه 10 طبقه در لبه نرم (سازه u_3) 111
نمودار 6-20 نسبت تغییر مکان نسبی سازه 10 طبقه در لبه نرم (سازه u_3)..... 111
نمودار 6-21 میزان خطا در تخمین تغییر مکان های نسبی طبقات در ساختمان 10 طبقه در لبه نرم (سازه u_3) 112
نمودار 6-22 تغییر مکان جانبی سازه 15 طبقه در مرکز جرم (سازه u_1)..... 115
نمودار 6-23 تغییر مکان نسبی سازه 15 طبقه در مرکز جرم (سازه u_1) 115
نمودار 6-24 میزان خطا در تخمین تغییر مکان های نسبی طبقات در ساختمان 15 طبقه در مرکز جرم (سازه u_1) 116
نمودار 6-25 تغییر مکان جانبی سازه 15 طبقه در مرکز جرم (سازه u_2)..... 118
نمودار 6-26 تغییر مکان نسبی سازه 15 طبقه در مرکز جرم (سازه u_2) 119
نمودار 6-27 میزان خطا در تخمین تغییر مکان های نسبی طبقات در ساختمان 15 طبقه در مرکز جرم (سازه u_2) 119
نمودار 6-28 تغییر مکان جانبی سازه 15 طبقه در لبه سخت (سازه u_2)..... 120
نمودار 6-29 تغییر مکان نسبی سازه 15 طبقه در لبه سخت (سازه u_2) 121
نمودار 6-30 میزان خطا در تخمین تغییر مکان های نسبی طبقات در ساختمان 15 طبقه در لبه سخت (سازه u_2)..... 121
نمودار 6-31 تغییر مکان جانبی سازه 15 طبقه در لبه نرم (سازه u_2) 123
نمودار 6-32 نسبت تغییر مکان نسبی سازه 15 طبقه در لبه نرم (سازه u_2)..... 124
نمودار 6-33 میزان خطا در تخمین تغییر مکان های نسبی طبقات در ساختمان 15 طبقه در لبه نرم (سازه u_2) 124
نمودار 6-34 تغییر مکان جانبی سازه 15 طبقه در مرکز جرم (سازه u_3).....126
نمودار 6-35 تغییر مکان نسبی سازه 15 طبقه در مرکز جرم (سازه u_3) 127