

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران گرایش سازه

# بررسی مقایسه ای و ارائه مدل اجرایی نوین میانقاب ساختمانی جاذب انرژی لرزه ای

استاد راهنما:

دکتر امید رضایی فر

استاد مشاور:

مهندس سیف اله همتی

آذرنگ جواهری

اسفندماه 1392



دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی عمران

### صورتجلسه دفاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد

پایان نامه خانم آذرنگ جواهری برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مهندسی عمران - گرایش سازه تحت عنوان " بررسی مقایسه ای و ارائه مدل اجرایی نوین میانقاب ساختمانی جاذب انرژی لرزه ای " در جلسه مورخ 92/12/12 بررسی و با نمره

عدد	
حروف	

مورد تایید قرار گرفت.

### اعضای هیئت داوران:

امضاء:	استاد راهنمای اول:
امضاء:	استاد مشاور اول:
امضاء:	استاد داور:
امضاء:	استاد داور:

مدیر تحصیلات تکمیلی دانشکده:..... امضاء.....



دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی عمران

اینجانب آذرنگ جواهری متعهد می شوم که محتوای علمی این نوشتار با عنوان " بررسی مقایسه ای و ارائه مدل اجرایی نوین میانقاب ساختمانی جاذب انرژی لرزه ای" که به عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران گرایش سازه به دانشگاه ارائه شده است، دارای اصالت پژوهشی بوده و حاصل فعالیت‌های علمی اینجانب می باشد.

در صورتی که خلاف ادعای فوق در هر زمانی محرز شود، کلیه حقوق معنوی متعلق به این پایان نامه از اینجانب سلب شده و موارد قانونی مترتب به آن نیز از طرف مراجع قابل پیگیری است.

نام و نام خانوادگی: آذرنگ جواهری

شماره دانشجویی: 9011149025

امضاء



## پایان نامه‌های تحت حمایت پژوهشکده فناوری‌های نوین مهندسی عمران دانشگاه سمنان

این پایان نامه تحت حمایت پژوهشکده فناوری‌های نوین مهندسی عمران و در قالب گروه پژوهشی:

■ روش‌های اجرایی نوین مهندسی عمران

□ مصالح نوین مهندسی عمران

□ سیستم‌های نوین ساخت

□ روش‌های تحلیل نوین در مهندسی عمران

ارائه شده است.

امضای رئیس پژوهشکده

امضای مدیر گروه پژوهشی

## مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

بهره‌برداری از این پایان‌نامه در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می‌شود، بلامانع است:

- بهره‌برداری از این پایان‌نامه برای همگان با ذکر مرجع بلامانع است.
- بهره‌برداری از این پایان‌نامه با اخذ مجوز از استاد راهنما با ذکر مرجع بلامانع است.
- بهره‌برداری از این پایان‌نامه تا تاریخ..... ممنوع است.

نام استاد یا اساتید راهنما:

تاریخ:

امضاء:

تقدیم:

به سایه سارِ سبز و پُرمهرِ پدر

به نگاهِ مادر

پر امید، پر از شور

پر زِ زیبایی

جاودان باد مرا لذت با هم بودن

قدردانی:

از اساتید گرامیم به ویژه استاد ارجمند جناب آقای "دکتر امید رضایی فر" بسیار  
سپاسگزارم چرا که بدون راهنماییهای ایشان تامین این پایان نامه بسیار مشکل  
مینمود.

من به سرچشمه ی خورشید نه خود بردم راه

ذره ای بودم و مهر تو مرا بالا برد



## چکیده

با توجه به لرزه خیزی کشور و اهمیت وجود میانقابها در ساختمان، می بایستی نسبت به تاثیر میانقابها در ساختمانها توجه شود. به طور کلی میانقابها باعث افزایش سختی، کوتاه شدن دوره تناوب سازه و جذب نیروهای بالای زلزله خواهند شد. مدلسازی میانقابها در سازه، جداسازی آنها از اسکلت سازه و استفاده از میانقابهای انعطاف پذیر و جاذب انرژی راهکارهایی جهت در نظر گرفتن آنها در سازه می باشد.

از این رو در این پایان نامه به بررسی رفتار نوعی میانقاب جدید پرداخته شده که از پروفیل های ناودانی گالوانیزه در ساخت آن استفاده شده است. این میانقاب ساختاری شبکه ای دارد که المانهای ناودانی با اتصال مفصلی به یکدیگر متصل شده اند. المانها در محل تقاطع از روی هم رد شده و هیچگونه قطعی در آن ناحیه وجود ندارد. میانقاب مذکور ضمن سبک بودن رفتار مناسبی در برابر زلزله دارد و می تواند نقش میراگر را در ساختمان ایفا کند. چهار میانقاب از این نوع در ابعادی با طول متغییر از 270 تا 450 سانتیمتر و ارتفاع متغییر از 360 تا 810 سانتیمتر مورد بررسی قرار گرفته اند. رفتار واقعی تمامی مدلها در نرم افزار Opensees، تحت تحلیل استاتیکی غیرخطی و با اعمال بارگذاری رفت و برگشتی بر اساس آیین نامه ی ATC24 و رسیدن به منحنی های پوش آور و هیستریزس آنها بدست آمده است.

نتایج بدست آمده نشان می دهد که افزایش ضخامت المانهای ناودانی از 0.6 به 0.8 میلیمتر باعث افزایش 27٪ مقاومت، افزایش 25٪ استهلاک انرژی، کاهش 22٪ ضریب رفتار شده و شکل پذیری را تنها 7٪ کاهش می دهد. منحنی هیستریزس قابها، چرخه های پایدار ی را نشان می دهد که میزان اتلاف انرژی در زاویه 60 درجه نسبت به زاویه 30 درجه بسیار بیشتر بوده و نسبت به زاویه 45 درجه این میزان افزایش کمتر می باشد. بنابراین نتایج، برای زوایای کمتر از 45 درجه قابها عملکرد مناسبی ندارند که به علت زیاد شدن طول المانها می باشد. مقدار ضریب رفتار برای این قابها در حدود 10 تا 13 بوده و شکل پذیری خوب قابها را نشان می دهد.

**واژه های کلیدی:** میانقاب ساختمانی جدید، فولاد گالوانیزه، نرم افزار Opensees، تحلیل پوش آور و

تحلیل غیر خطی با اعمال بار رفت و برگشتی طبق ATC24

## فهرست مطالب

<b>1</b>	<b>1- مقدمه</b>
2.....	1-1- مقدمه.....
3.....	1-2- بیان مسئله تحقیق.....
4.....	1-3- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق.....
5.....	1-4- نوآوری تحقیق.....
5.....	1-5- اهداف تحقیق.....
5.....	1-6- فرضیات تحقیق و محدودیتها.....
6.....	1-7- روش شناسی تحقیق (methodology).....
6.....	1-8- ساختار فصول پایان نامه.....
<b>8</b>	<b>2- مروری بر منابع</b>
9.....	2-1- مقدمه.....
10.....	2-1-1- رفتار عمومی لرزه‌ای قابهای دارای میانقاب.....
11.....	2-1-2- حالت‌های شکست میانقاب.....
12.....	2-2- میانقاب آجری.....
12.....	2-2-1- بررسی رفتار آزمایشگاهی قاب بتنی با میانقاب آجری.....
16.....	2-2-2- بررسی رفتار تحلیلی قاب بتنی با میانقاب آجری.....
20.....	2-2-3- ارزیابی رفتار لرزه‌ای سازه بتنی طراحی شده طبق آئین نامه آبا و 2800.....
27.....	2-2-4- بررسی رفتار قاب فولادی دارای میانقاب آجری.....
38.....	2-3- 3D پانل.....
39.....	2-3-1- محاسن.....
39.....	2-3-2- محدودیتها.....
40.....	2-3-3- فرضیات و مشخصات مدلسازی و بارگذاری.....
41.....	2-3-4- بررسی شکل پذیری قاب فولادی ترکیب شده با 3D پانل.....

43.....	نتیجه گیری	5-3-2
44.....	میانقاب با لایه لغزان	4-2
44.....	مشخصات نمونه ها	1-4-2
46.....	فیوز برشی لغزان	2-4-2
47.....	تاریخچه بارگذاری و تجهیز نمونه ها	3-4-2
47.....	نتایج حاصل از آزمایش نمونه های EIF-1 و EIF-2	4-4-2
50.....	سیستم های درای وال (پانل گچی روکشدار با زیرسازی فلزی)	5-2
50.....	تاریخچه ی ساخت و ساز خشک	1-5-2
50.....	ساختار سیستم های درایوال	2-5-2
51.....	مزایا و توانمندی های سیستم درای وال	3-5-2
52.....	تأثیر سبک سازی و نحوه ی عملکرد و رفتار پانلهای گچی در برابر زلزله	4-5-2
53.....	تحلیل دیوارهای پانل گچی در برابر نیروی زلزله ی عمود بر صفحه	5-5-2
56.....	نتایج	6-5-2
57.....	مروری بر ادبیات موضوع	6-2
57.....	تحقیقات آزمایشگاهی - تجربی	1-6-2
57.....	کارهای تحلیلی - عددی	2-6-2
58.....	ارزیابی رفتار لرزه ای سازه های دارای میانقاب	3-6-2
58.....	آزمایشهای انجام شده بر روی میانقابهای مصالح بنایی	4-6-2
59.....	ضوابط آئین نامه طراحی ساختمان در برابر زلزله در مورد تأثیر میانقابها	5-6-2
63.....	مدلسازی میانقابها	6-6-2
67.....	نتیجه گیری	7-2
<b>68</b>	<b>روش تحقیق و معرفی میانقاب جدید</b>	
69.....	مقدمه	1-3
70.....	محاسن	2-3
70.....	سبک بودن	1-2-3

70.....	2-2-3- انسجام و پیوستگی سیستم سازه‌ای
70.....	3-2-3- مقاومت در برابر زلزله و حوادث غیرمترقبه
70.....	4-2-3- سرعت در حمل و نقل و نصب پانلها
71.....	5-2-3- صرفه جویی در مصالح ساختمانی
71.....	6-2-3- صرفه جویی در مصرف انرژی
71.....	7-2-3- قابلیت ذخیره سازی برای حوادث غیرمترقبه
71.....	8-2-3- کاهش قیمت تمام شده در مقایسه با سیستمهای سنتی
72.....	3-3- محدودیتها
72.....	4-3- علت انتخاب روش
74.....	1-4-3- تحلیل استاتیکی غیرخطی (پوش اور)
75.....	5-3- روند مدلسازی
81.....	1-5-3- چرخه بارگذاری
82.....	2-5-3- مشخصات فولاد نرم ST12
82.....	3-5-3- مطابقت رفتاری مدلها در نرم افزار
<b>84</b>	<b>4- نتایج و تفسیر آنها</b>
85.....	1-4- مقدمه
86.....	2-4- نحوه شکست قابها
86.....	1-2-4- مراحل شکست قاب 1
87.....	2-2-4- مراحل شکست قاب 2
89.....	3-2-4- مراحل شکست قاب 3
91.....	4-2-4- مراحل شکست قاب 4
93.....	3-4- تاثیر افزایش ضخامت بر مقاومت و شکل پذیری میانقابها
96.....	4-4- تاثیر تغییرات زوایای المانها بر مقاومت و شکل پذیری میانقابها
103.....	5-4- منحنی هیستریزس میانقابها
104.....	1-5-4- منحنی هیستریزس قابها برای ضخامتهای مختلف

106	.....2-5-4- استهلاک انرژی برای قابها با ضخامتهای متفاوت
107	.....3-5-4- منحنی هیستریزس قابها برای زوایای مختلف
110	.....6-4- مقایسه رفتار الاستیک و الاستوپلاستیک قابها
112	.....7-4- مقایسه قابها با یکدیگر
112	.....1-7-4- مقایسه مقاومت و شکل پذیری
113	.....2-7-4- مقایسه سختی
114	.....3-7-4- مقایسه انرژی مستهلک شده
115	.....8-4- محاسبه ضریب رفتار از روی منحنی پوش آور
120	.....1-8-4- تعیین عوامل مؤثر بر ضریب رفتار برای قابها
123	.....9-4- زمان تناوب

## **124** **5- جمع بندی و پیشنهادها**

125	.....1-5- مقدمه
126	.....2-5- نتیجه گیری
127	.....3-5- نوآوری
127	.....4-5- پیشنهادها
129	.....مراجع

## **133** **پیوست**

134	.....پیوست الف
161	.....پیوست ب

## فهرست اشکال

- شکل 2-1- تحمل نیروهای جانبی توسط قاب با کنش خمشی [1]..... 10
- شکل 2-2- دیوار تحت بار جانبی خمیده شده، ترک در نقطه A [1]..... 10
- شکل 2-3- نمودار نیرو - جابجایی [1]..... 11
- شکل 2-4- سیستم بار گذاری، ابعاد (cm) و مشخصات نمونه‌ها [6]..... 13
- شکل 2-5- تاریخچه بار گذاری نمونه‌ها [6]..... 14
- شکل 2-6- منحنی تغییرات سختی در نمونه‌های مختلف [6]..... 15
- شکل 2-7- پوش منحنی هیستریزس در نمونه‌های مختلف [6]..... 15
- شکل 2-8- منحنی انرژی هیستریزس تجمعی در نمونه‌های مختلف [6]..... 16
- شکل 2-9- ارتفاع، پلان و جزئیات آرماتوربندی ستونها در سازه‌های تحت بررسی [11]..... 17
- شکل 2-10- طیف الاستیک و شتاب برای زلزله با دوره بازگشت 475 سال [11]..... 18
- شکل 2-11- شکل مود اول قاب مرکب بدون بازشو [11]..... 19
- شکل 2-12- شکل مود اول قاب مرکب بازشودار [11]..... 19
- شکل 2-13- نمودار تنش فشاری قاب مرکب بدون بازشو در اثر تحلیل استاتیکی خطی بار زلزله [11]..... 19
- شکل 2-14- نمودار تنش فشاری قاب مرکب بازشودار در اثر تحلیل استاتیکی خطی بار زلزله [11]..... 19
- شکل 2-15- پلان سازه‌های نمونه [16]..... 20
- شکل 2-16- چگونگی مدلسازی اعضا قاب میان‌پر [18]..... 21
- شکل 2-17- رفتار هر فنر غیرخطی برای مدلسازی میانقاب [18 و 22]..... 22
- شکل 2-18- پوش رفتار فنر معادل میانقاب با آجر توپر [16]..... 22
- شکل 2-19- پوش رفتار فنر معادل میانقاب با آجر سوراخدار [16]..... 23
- شکل 2-20- زمان تناوب اصلی نوسان ساختمان‌های سه طبقه [16]..... 24
- شکل 2-21- زمان تناوب اصلی نوسان ساختمان‌های شش طبقه [16]..... 24
- شکل 2-22- حداکثر تغییر مکان ایجاد شده در هر طبقه از ساختمان سه طبقه [16]..... 25

- شکل 2-23- حداکثر تغییر مکان ایجاد شده در هر طبقه از ساختمان شش طبقه [16]..... 26
- شکل 2-24- نمونه عملکرد مرکب قاب - میانقاب در زلزله رودبار منجیل [26]..... 28
- شکل 2-25- نمونه عملکرد مرکب قاب - مهاربند - میانقاب در زلزله بم [28]..... 28
- شکل 2-26- نمای کلی سازه تحلیل شده [30]..... 30
- شکل 2-27- نمای کلی نصب تجهیزات اندازه گیری [30]..... 31
- شکل 2-28- نمای کلی قاب و مدل آزمایشگاهی [30]..... 31
- شکل 2-29- منحنی اطلاعات خروجی جک (Actuator) [30]..... 32
- شکل 2-30- نمایی از مدل کامل شده و آماده آزمایش [30]..... 33
- شکل 2-31- نمایی بعد از آزمایش نمونه از طرف گچ کاری شده [30]..... 33
- شکل 2-32- منحنی اطلاعات خروجی جک [30]..... 33
- شکل 2-33- منحنی هیستریزس دو آزمایش 1- قاب فولادی با مهاربند ضربدری بدون میانقاب..... 34
- شکل 2-34- دیوار پیش ساخته سبک 3D [34]..... 39
- شکل 2-35- ابعاد و مشخصات قاب مدلسازی شده [34]..... 40
- شکل 2-36- نمونه مدلسازی با نرم افزار [34]..... 41
- شکل 2-37- روند اعمال تغییر مکان به مدلها [34]..... 41
- شکل 2-38- پاسخ کلی سازه (ضریب برش پایه - تغییر مکان جانبی) [35]..... 42
- شکل 2-39- محاسبه ضریب شکل پذیری نمونه فاصله دار عددی Perform [34]..... 43
- شکل 2-40- محاسبه ضریب شکل پذیری نمونه های فاصله دار آزمایشگاهی [34]..... 43
- شکل 2-41- مشخصات نمونه های میانقاب با لایه لغزان..... 45
- شکل 2-42- مشخصات فیوز برشی لغزان [38]..... 46
- شکل 2-43- بارگذاری نمونه ها [38]..... 47
- شکل 2-44- ترکهای مایل در میانقاب نمونه EIF-1 [38]..... 48
- شکل 2-45- مودهای خرابی نمونه های EIF-1 و EIF-2 [38]..... 48

- شکل 46-2- نمودار رفتار چرخه ای نمونه‌های EIF-1 و EIF-2 ..... 49
- شکل 47-2- نمودارهای پوش نمونه‌ها [38] ..... 49
- شکل 48-2- میزان افزایش نیروی برش پایه بعلت وجود میانقاب [16] ..... 62
- شکل 49-2- نمایش توزیع نیروهای اندرکنشی بین قاب و میانقاب [16] ..... 54
- شکل 50-2- نمایش پوش رفتار فنر طولی [16] ..... 66
- شکل 3-1- روند محاسبه ماتریس بارهای اعمالی، سختی و تغییر مکان‌ها در هر مرحله از تحلیل [62] ..... 74
- شکل 3-2- کلیت قابها و نحوه قرارگیری المانها ..... 76
- شکل 3-3- هندسه یکی از مدل‌های تحلیلی ..... 77
- شکل 3-4- جهت قرارگیری المانهای ناودانی ..... 77
- شکل 3-5- ابعاد و مشخصات مدل‌های تحلیلی (ساتیتر) ..... 79
- شکل 3-6- چرخه بارگذاری رفت و برگشتی بر اساس آیین نامه ATC24 ..... 81
- شکل 3-7- نحوه تعریف متریال Steel02 ..... 82
- شکل 3-8- مطابقت رفتاری دو نقطه از المانهای قاب 1 ..... 83
- شکل 4-1- نحوه شکست قاب 1 و نمودار پوش آور در ضخامت 0.6 میلیمتر و زاویه 45 درجه ..... 86
- شکل 4-2- نحوه شکست قاب 2 و نمودار پوش آور در ضخامت 0.6 میلیمتر و زاویه 45 درجه ..... 88
- شکل 4-3- نحوه شکست قاب 3 و نمودار پوش آور در ضخامت 0.6 میلیمتر و زاویه 45 درجه ..... 90
- شکل 4-4- نحوه شکست قاب 4 و نمودار پوش آور در ضخامت 0.6 میلیمتر و زاویه 45 درجه ..... 92
- شکل 4-5- نمودار پوش آور قابها با ضخامتهای 0.6 و 0.8 میلیمتر و زاویه 45 درجه ..... 94
- شکل 4-6- مقایسه مقاومت ماکزیمم قابهای 1 و 2 و 3 و 4 ..... 95
- شکل 4-7- میانقاب 1 در زاویه 30 و 60 درجه ..... 96
- شکل 4-8- میانقاب 2 در زاویه 30 و 60 درجه ..... 97
- شکل 4-9- میانقاب 3 در زاویه 30 و 60 درجه ..... 98
- شکل 4-10- میانقاب 4 در زاویه 30 و 60 درجه ..... 99



- شکل 4-11- نمودار پوش آور قابها در زوایای 30، 45 و 60 درجه برای ضخامت 0.6 میلیمتر ..... 101
- شکل 4-12- نمودار پوش آور قابها با نسبت ابعادی برابر ..... 102
- شکل 4-13- رفتار هیستریزیس مختلف قابها [63]..... 103
- شکل 4-14- نمودار هیستریزیس قابها برای ضخامتهای 0.6 و 0.8 میلیمتر و زاویه 45 درجه ..... 105
- شکل 4-15- نمودار انرژی هیستریزیس قابها برای ضخامتهای 0.6 و 0.8 میلیمتر با زاویه 45 درجه ..... 107
- شکل 4-16- نمودارهای هیستریزیس قابها برای زوایای 30، 45 و 60 درجه با ضخامت 0.6 میلیمتر ..... 109
- شکل 4-17- سطح زیر منحنی نیرو- تغییر مکان در رفتار الاستیک و الاستوپلاستیک ..... 111
- شکل 4-18- نمودار پوش آور قاب 1 و 2 و 3 و 4 با ضخامت 0.6 میلیمتر و زاویه 45 درجه ..... 113
- شکل 4-19- نمودار زوال سختی قاب 1 و 2 و 3 و 4 با ضخامت 0.6 میلیمتر و زاویه 45 درجه ..... 114
- شکل 4-20- منحنی انرژی هیستریزیس تجمعی در نمونه‌های مختلف با ضخامت 0.6 میلیمتر ..... 115
- شکل 4-21- رفتار کلی یک سازه متعارف [65]..... 117
- شکل 4-22- منحنی پوش اور و مدل رفتار دو خطی [66] ..... 117
- شکل 4-23- نمودار پوش و دو خطی قاب ها با استفاده از روش اول..... 118
- شکل 4-24- نمودار پوش و دو خطی قاب ها با استفاده از روش دوم..... 119

## فهرست جداول

- جدول 1-2- تغییرات زمان تناوب در نمونه‌های مختلف ..... 16
- جدول 2-2- نتایج زمان تناوب حاصل از تحلیل سازه‌های تحت بررسی ..... 18
- جدول 3-2- حالت‌های مختلف سازه به لحاظ وجود میانقاب ..... 23
- جدول 4-2- روش‌های تحلیل مورد استفاده جهت ارزیابی سازه‌ها ..... 23
- جدول 5-2- مقادیر حداکثر برش پایه و تغییر مکان بام حاصل از نتایج تحلیل دینامیکی غیرخطی ..... 26
- جدول 6-2- نتایج بدست آمده ..... 32
- جدول 7-2- نتایج بدست آمده ..... 34
- جدول 8-2- سختی نمونه‌های مورد آزمایش ..... 35
- جدول 9-2- نتایج تئوری و آزمایشگاهی ..... 37
- جدول 10-2- مقایسه ضریب شکل پذیری نمونه‌ها ..... 43
- جدول 11-2- مشخصات قاب واقعی و مقیاس شده ..... 45
- جدول 12-2- اطلاعات و نتایج حاصل از آزمایش نمونه‌ها ..... 48
- جدول 13-2- ترکیب‌های اتصالات دیوار به سقف، کف و قسمتهای جانبی ..... 53
- جدول 14-2- تغییر مکان و لنگر بیشینه پانل گچی تحت زلزله برای دیوار به ارتفاع  $2/5$  و طول 3 متر ..... 54
- جدول 15-2- تغییر مکان و لنگر بیشینه پانل گچی تحت زلزله برای دیوار به ارتفاع  $2/5$  و طول 12 متر ..... 55
- جدول 16-2- مقادیر  $H_{min}$  و  $H_{max}$  برحسب متر برای انواع زمین ..... 62
- جدول 1-3- ابعاد و مشخصات مدل‌های تحلیلی ..... 75
- جدول 2-3- مشخصات قاب اصلی مدلها ..... 75
- جدول 1-4- نسبت طول به ارتفاع قابها در زوایای مختلف ..... 102
- جدول 2-4- انرژی تلف شده قابها در زوایای مختلف با ضخامت 0.6 میلیمتر ..... 109
- جدول 3-4- ضریب رفتار قابها برای ضخامت  $0/6$  میلیمتر و زاویه 45 درجه در روش اول ..... 121

- جدول 4-4- ضریب رفتار قابها برای ضخامت 0/8 میلیمتر و زاویه 45 درجه در روش اول.....121
- جدول 5-4- ضریب رفتار قابها برای ضخامت 0/6 میلیمتر و زاویه 45 درجه در روش دوم.....122
- جدول 6-4- ضریب رفتار قابها برای ضخامت 0/8 میلیمتر و زاویه 45 درجه در روش دوم.....122
- جدول 7-4- میزان تغییر ضریب رفتار در قابها با تغییر ضخامت از 0.6 به 0.8 میلیمتر.....122
- جدول 8-4- میزان اختلاف بین دو روش برای قابهای با ضخامت 0.6 و 0.8 میلیمتر.....123

## فهرست علائم اختصاری

$(ton) H$	..... مقاومت قاب مهاربندی شده به همراه میانقاب
$(ton) H_{cc}$	..... مقاومت شکست کنج
$(ton) H_b$	..... مقاومت مجاز قاب مهاربندی
$\theta$ (درجه)	..... زاویه بین قطر قاب و افق
$(T.m) M_{pb}$ و $M_{pc}$ و $M_{pj}$	..... لنگر پلاستیک اتصال و ستون و تیر
$(t/m^2) f_m$	..... مقاومت فشاری مصالح میانقاب
$(m) h$	..... ارتفاع میانقاب
$(m) t$	..... ضخامت میانقاب
$(m) d$	..... طول قطر دیوار
$(kg/cm) k$	..... سختی قاب معادل
$(cm^2) A_b$	..... سطح مقطع میانقاب معادل مهاربند
$(cm^2) A$	..... سطح مقطع کل مهاربند و میانقاب معادل
$(kg/cm^2) E$	..... ضریب کشسانی فولاد
$(mm) \Delta_{max}$	..... تغییر مکان ماکزیمم
$(mm) \Delta_y$	..... تغییر مکان حد تسلیم
$\mu$	..... ضریب شکل پذیری
$I$	..... ضریب اهمیت ساختمان
$(ton) W_p$	..... وزن دیوار
$(ton) V$	..... ضریب برش پایه
$C$	..... ضریب زلزله
$(ton) W$	..... وزن سازه