

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی عمران

**بررسی رفتار لرزه‌ای قاب‌های پیش ساخته بتنی
همراه با دیوار برشی پیش ساخته**

پایان‌نامه کارشناسی ارشد عمران

گرایش سازه

مجید دیوان

استاد راهنما

دکتر مرتضی مدح‌خوان







دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران-گرایش سازه آقای مجید دیوان

تحت عنوان

بررسی رفتار لرزه‌ای قاب‌های پیش ساخته بتنی همراه با دیوار برشی پیش ساخته

در تاریخ ۱۳۹۰/۲/۱۴ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

	دکتر مرتضی مدح خوان	۱- استاد راهنمای پایان نامه
	دکتر علیرضا خالو	۲- استاد داور
	دکتر محمد مهدی سعادت پور	۳- استاد داور
	دکتر عبدالرضاکبری سامانی	۴- مسئول تحصیلات تکمیلی دانشکده

تقدیر و تشکر

از خداوند متعال پاسکدازم که به من توفیق داد تا این مرحله از زندگی را با موفقیت به پایان برسانم. بی شک گذراندن این دوره بدون بهنجاری و زحمات اساتید، دوستان و خانواده عزیزم ممکن نبود و از خداوند متعال موفقیت روز افزون این عزیزان را خواستارم.

از اساتید راهنمای عزیز و بزرگوارم، << جناب آقای دکتر مرتضی روح خوان >> به خاطر زحمات زیاد و صبر و حوصله‌ی فراوانی که داشتند، صمیمانه تشکر کنم. نظم و تلاش مضاعف دکاب، همراه با ویژگی‌های برجسته اخلاقی ایشان، همواره برای من یک الگو و نمونه خواهد بود.

از اساتید محترم << جناب آقای دکتر محمد مهدی سعادت پور >> و << جناب آقای دکتر علیرضا خالو >> که زحمت داوری این پایان نامه را تقبل نمودند، پاسکداری می‌کنم.

از همه معلمان دلسوزم که پیاپی برکوز و سخاوتمندانه هر آنچه می‌دانستند به من نیز آموختند، پاسکداری می‌کنم.

از زحمات سرکار خانم فروغی، مسئول محترم سایت تحصیلات تکمیلی دانشکده عمران نیات شکر و قدردانی را دارم.

و در پایان نیز یاد و خاطره دوستان بسیار عزیزم که بودن در کنار آنها تکیه بسیاری از سختی‌ها را آسان می‌نمود را گرامی می‌دارم و از همه این عزیزان به خاطر لطف و عنایتی که در طول این مدت نسبت به بنده داشتند نیات شکر و پاسکداری را دارم.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج
مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی
از تحقیق موضوع این پایان‌نامه (رساله)
متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم ہے:

پدرم اسطورہ صبر و شکیبائی

مادرم الہہ ایمان و مہربانی

و برادران و خواہرانم یاران دلسوز و صادق روزگاری سخت زندگی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
هشت	فهرست مطالب
۱	چکیده
۲	فصل اول: مقدمه و کلیات
۲	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- انواع سیستم‌های پیش ساخته بتنی
۳	۱-۲-۱- سیستم دیوار باربر
۴	۲-۲-۱- سیستم جعبه‌ای
۴	۳-۲-۱- سیستم تیر و ستون
۴	۴-۲-۱- قاب پرتال
۵	۵-۲-۱- سیستم دال ستون
۵	۶-۲-۱- سیستم دیوار برشی
۷	۳-۱- ویژگی‌های دیوار برشی
۹	۴-۱- معرفی موضوع
۱۱	۵-۱- مروری بر تحقیقات گذشته
۱۱	۱-۵-۱- ضریب رفتار
۱۸	۲-۵-۱- تحقیقات انجام شده بر روی اتصالات افقی و قائم مابین پانل‌های پیش ساخته بتنی
۲۲	۳-۵-۱- تحقیقات انجام گرفته بر روی روش‌های تحلیل استاتیکی غیرخطی سازه‌ها
۲۴	۶-۱- اهمیت موضوع تحقیق و محتوای فصل‌های بعدی
۲۶	فصل دوم: مبانی محاسبه ضریب رفتار سازه‌ها
۲۶	۱-۲- مبانی محاسبه ضریب رفتار سازه‌ها
۲۹	۲-۲- ضریب اضافه مقاومت
۲۹	۱-۲-۲- ضریب اضافه مقاومت موضعی
۲۹	۲-۲-۲- ضریب اضافه مقاومت کلی
۳۰	۳-۲-۲- ضریب اضافه مقاومت و مروری بر تحقیقات انجام شده

۳۰	..... ۲-۲-۴- ضریب اضافه مقاومت در آیین نامه NEHRP
۳۱	..... ۲-۳- ضریب کاهش نیرو و
۳۱	..... ۲-۳-۱- ضریب کاهش نیرو و مروری بر تحقیقات انجام شده
۴۱	..... ۲-۳-۲- پارامترهای اصلی تاثیرگذار در ضریب کاهش نیرو
۴۲	..... ۲-۴- ضریب میرایی
۴۳	..... ۲-۴-۱- ضریب کاهش میرایی و مروری بر تحقیقات انجام شده
۴۵	..... ۲-۵- ضریب درجه نامعینی
۴۵	..... ۲-۵-۱- ضریب درجه نامعینی و مروری بر تحقیقات انجام شده
۴۶	..... ۲-۵-۲- ضریب درجه نامعینی در آیین نامه NEHRP
۴۷	..... ۲-۶- ضریب تنش مجاز (Y)
۴۷	..... ۲-۷- روش محاسبه شکل پذیری و ضریب رفتار سازه در این تحقیق
۴۹	..... فصل سوم: کاربرد تحلیل استاتیکی و دینامیکی غیرخطی در ارزیابی لرزه‌ای سازه‌ها
۴۹	..... ۳-۱- مقدمه
۵۰	..... ۳-۲- آنالیز لرزه‌ای سازه‌ها
۵۰	..... ۳-۲-۱- روش نیروی استاتیکی معادل
۵۰	..... ۳-۲-۲- آنالیز استاتیکی غیرخطی (پوش آور)
۵۲	..... ۳-۲-۳- آنالیز پوش آور مودال (MPA)
۵۵	..... ۳-۲-۴- روش طیف پاسخ
۵۷	..... ۳-۲-۵- آنالیز دینامیکی تاریخچه زمانی
۶۲	..... ۳-۳- الگوی بار جانبی
۶۷	..... ۳-۴- تغییر مکان هدف
۶۸	..... ۳-۴-۱- تعیین نقطه عملکرد
۷۳	..... ۳-۵- خلاصه فصل
۷۴	..... فصل چهارم: نحوه مدل سازی در نرم افزار و صحت یابی آن با استفاده از نتایج آزمایشگاهی
۷۴	..... ۴-۱- مقدمه
۷۵	..... ۴-۲- قابلیت های برنامه Perform-3D

۷۵	..... مدل‌سازی ۱-۲-۴
۷۵	..... تحلیل‌های غیرخطی ۲-۲-۴
۷۵	..... عملکرد بر مبنای ارزیابی ۳-۲-۴
۷۶	..... خروجی‌ها ۴-۲-۴
۷۶	..... تشریح مراحل مدل‌سازی ۳-۴
۷۶	..... گره‌ها و المان‌ها ۱-۳-۴
۸۳	..... مشخصات مصالح ۴-۴
۸۳	..... مشخصات بتن ۱-۴-۴
۸۸	..... مشخصات فولاد ۲-۴-۴
۸۹	..... مدل‌سازی رفتار هیسترتیک ۵-۴
۹۴	..... مدل‌سازی اتصالات مابین پانل‌ها ۶-۴
۹۴	..... اتصالات افقی ۱-۶-۴
۱۰۱	..... اتصالات قائم ۱-۶-۴
۱۰۳	..... بررسی صحت مدل‌سازی در نرم‌افزار ۷-۴
۱۰۳	..... مقایسه نتایج مدل‌سازی شده در نرم‌افزار با نتایج سودکی و همکاران ۱-۷-۴
۱۰۳	..... مقایسه نتایج مدل‌سازی شده در نرم‌افزار با نتایج کوان و هی ۲-۷-۴
۱۰۷	..... خلاصه فصل ۸-۴
۱۰۸	..... فصل پنجم: مدل‌های مورد بررسی و نتایج بدست آمده از آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی
۱۰۸	..... مقدمه ۱-۵
۱۰۸	..... مدل‌های مورد بررسی ۱-۱-۵
۱۰۹	..... اتصالات افقی ۲-۱-۵
۱۰۹	..... نوع بارگذاری ۳-۱-۵
۱۰۹	..... سیستم‌های سازه‌ای ۴-۱-۵
۱۱۰	..... روش انجام تحقیق ۲-۵
۱۱۰	..... بارگذاری قائم ۱-۲-۵
۱۱۰	..... برش پایه ناشی از زلزله ۲-۲-۵

۱۱۱	..... ۵-۲-۳- فرضیات طراحی
۱۱۱	..... ۵-۳- چگونگی محاسبه ضریب رفتار پانل‌های مورد نظر
۱۱۲	..... ۵-۴- بررسی عوامل مؤثر بر ضریب رفتار
۱۱۲	..... ۵-۴-۱- اتصال افقی RS
۱۲۱	..... ۵-۴-۲- اتصال افقی RT
۱۳۱	..... ۵-۵- شکل پذیری
۱۳۴	..... ۵-۶- مقایسه ضریب رفتار در آیین‌نامه‌های مختلف
۱۳۴	..... ۵-۶-۱- آیین نامه NEHRP2003
۱۳۶	..... ۵-۶-۲- آیین نامه ۲۸۰۰ ایران
۱۳۷	..... ۵-۷- آنالیز دینامیکی تاریخچه زمانی
۱۳۷	..... ۵-۷-۱- نتایج تغییر مکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف
۱۴۲	..... ۵-۷-۲- حلقه‌های پسماند برای سیستم‌های دوگانه
۱۴۳	..... ۵-۷-۳- حلقه‌های پسماند برای سیستم‌های ساختمانی ساده
۱۴۳	..... ۵-۸- آنالیز مودال
۱۴۴	..... ۵-۹- مقایسه نتایج آنالیز پوش‌آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی برای سازه‌های دوگانه
۱۴۹	..... ۵-۱۰- مقایسه نتایج آنالیز پوش‌آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی برای سیستم‌های ساختمانی ساده
۱۵۴	..... ۵-۱۱- خلاصه فصل
۱۵۵	..... فصل ششم: نتایج و پیشنهادات
۱۵۵	..... ۶-۱- مقدمه
۱۵۶	..... ۶-۲- نتایج بدست آمده در این پایان‌نامه
۱۵۷	..... ۶-۳- پیشنهادات برای تحقیقات آینده
۱۵۹	..... پیوست ۱
۱۶۲	..... پیوست ۲
۱۷۸	..... پیوست ۳
۱۸۳	..... مراجع

فهرست اشکال

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۶	شکل ۱-۱: تاثیر نیروی جانبی بر روی اتصالات قائم
۶	شکل ۲-۱: نمونه ای از دیوار پس کشیده با اتصالات ویژه
۱۱	شکل ۳-۱: مقایسه ضریب رفتار ارائه شده توسط کاپوس با نتایج میراندا و برترو
۱۲	شکل ۴-۱: مقایسه ضریب رفتار ارائه شده توسط کاپوس با آیین نامه EC-8
۱۲	شکل ۵-۱: مقایسه ضریب رفتار ناشی از مقاومت و شکل پذیری با آیین نامه EC-8
۱۶	شکل ۶-۱: مقادیر انرژی تلف شده
۱۶	شکل ۷-۱: مقادیر ضریب شکل پذیری
۱۶	شکل ۸-۱: مقادیر اضافه مقاومت
۱۶	شکل ۹-۱: مقادیر ضریب رفتار ناشی از شکل پذیری
	شکل ۱۰-۱: ضریب رفتار سازه‌های ساخته شده با پانل‌های بزرگ پیش ساخته بتنی بر حسب تعداد دهانه‌ها
۱۷	برای بارگذاری مثلثی
۱۹	شکل ۱۲-۱: انواع اتصالات قائم
۲۰	شکل ۱۳-۱: اتصال Limited Slip Bolted (LSB)
۲۱	شکل ۱۴-۱: انواع اتصالات قائم بولتی
۲۱	شکل ۱۵-۱: انواع اتصالات قائم جوشی
۲۲	شکل ۱۶-۱: انواع اتصالات افقی مابین دیوار
۲۲	شکل ۱۷-۱: منحنی رفت و برگشتی اتصالات
۲۷	شکل ۱-۲: منحنی پاسخ کلی سازه
۳۳	شکل ۲-۲: ضریب کاهش نیروی بدست آمده از تحقیق نیومارک و هال
۳۳	شکل ۳-۲: ضریب کاهش نیروی بدست آمده از تحقیق لای و بیگز
۳۵	شکل ۴-۲: ضریب کاهش بدست آمده از تحقیق ریدل و نیومارک
۳۶	شکل ۵-۲: ضریب کاهش نیرو بدست آمده از تحقیق ریدل هیدالگو و کروز
۳۷	شکل ۶-۲: ضریب کاهش نیرو بدست آمده از تحقیق میراندا برای خاک نرم

- شکل ۲-۷: ضریب کاهش نیروی بدست آمده از تحقیق میراندا برای خاک‌های رسوبی ۳۸
- شکل ۲-۸: ضریب کاهش نیروی بدست آمده از تحقیق میراندا برای سنگ ۳۸
- شکل ۲-۹: اثر بزرگی زلزله در ضریب کاهش نیروی بدست آمده توسط میراندا ۳۹
- شکل ۲-۱۰: اثر فاصله کانونی در ضریب کاهش نیروی بدست آمده توسط میراندا ۳۹
- شکل ۲-۱۱: ضریب کاهش نیروی بدست آمده از تحقیق کراوینکلر و ناسار ۴۰
- شکل ۲-۱۲: اثر درجه نامعینی بر لنگر پلاستیک مقطع ۴۶
- شکل ۳-۱: چگونگی آنالیز تاریخچه زمانی مودی غیر وابسته سیستم‌های غیرالاستیک ۵۵
- شکل ۳-۲: خصوصیات سیستم SDOF مرتبط با مود n م بدست آمده از منحنی پوش آور مرتبط با آن ۵۶
- شکل ۳-۳: مفهوم فیزیکی ماتریس میرایی ۵۸
- شکل ۳-۴: نمودار تغییرات نسبت میرایی با زمان تناوب برای تحلیل‌های خطی ۵۹
- شکل ۳-۵: نمودار تعیین ضریب k ۶۴
- شکل ۳-۶: الگوهای بار جانبی FEMA273 اعمال شده بر سازه ۹ طبقه فولادی ۶۶
- شکل ۳-۷: تغییر مکان و تغییر مکان نسبی طبقات ۶۶
- شکل ۳-۸: سطوح عملکردی ساختمان ۶۸
- شکل ۳-۹: طیف‌های ظرفیت و نیاز ۶۸
- شکل ۳-۱۰: منحنی ساده شده نیرو- تغییر مکان ۷۱
- شکل ۳-۱۱: تعیین تغییر مکان هدف با استفاده از روش FEMA356 ۷۱
- شکل ۳-۱۲: تعیین نقطه عملکرد در روش ATC-40 ۷۲
- شکل ۴-۱: اجزای تیر دوسر مفصل ۷۷
- شکل ۴-۲: اجزای تیر دو سر گیردار ۷۷
- شکل ۴-۳: رفتار مفصل پلاستیک در حالت لنگر- چرخش ۷۸
- شکل ۴-۴: منحنی چند خطی لنگر- انحنا در مفاصل پلاستیک ۷۸
- شکل ۴-۵: مدل الیافی ستون ۸۰
- شکل ۴-۶: مدل الیافی دیوار برشی ۸۱
- شکل ۴-۷: میزان خطا در رفتار الاستیک دیوار برشی یک طبقه ۸۱
- شکل ۴-۸: نمودار نیروی محوری (F) - کرنش محوری (D) ۸۲

- شکل ۴-۹: نمودار تنش - کرنش هاگنستاد ۸۳
- شکل ۴-۱۰: اثرات درصد آرماتور در شکل و کیفیت منحنی تنش - کرنش بتن ۸۵
- شکل ۴-۱۱: رابطه تنش کرنش بتن محصور شده و بتن محصور نشده ۸۵
- شکل ۴-۱۲: رابطه تجربی و تحلیلی منحنی تنش - کرنش بتن ۸۶
- شکل ۴-۱۳: منحنی تنش - کرنش بتن در محدوده غیرخطی ۸۷
- شکل ۴-۱۴: منحنی تنش - کرنش آرماتورهای فولادی ۸۸
- شکل ۴-۱۵: نقاط مشخصه واقعی و ایده آل در منحنی تنش - کرنش آرماتور فولادی ۸۸
- شکل ۴-۱۶: منحنی تنش - کرنش فولاد در محدوده غیرخطی ۸۹
- شکل ۴-۱۷: انواع مدل‌های هیسترتیک ۹۱
- شکل ۴-۱۸: انواع مدل‌های هیسترتیک پیشنهادی ۹۳
- شکل ۴-۱۹: حلقه‌های هیسترتیزس مختلف با اتلاف انرژی یکسان ۹۴
- شکل ۴-۲۰: نیروی جانبی وارد بر دیوار و اتصالات آن ۹۵
- شکل ۴-۲۱: تاثیر نیروی جانبی بر روی اتصالات قائم ۹۶
- شکل ۴-۲۲: جزئیات اتصالات RS و RT ۹۶
- شکل ۴-۲۳: پانل مورد بررسی توسط سودکی برای تعیین رفتار اتصالات ۹۷
- شکل ۴-۲۴: نمودار آزمایشگاهی نیرو - تغییر شکل اتصال RS ۹۸
- شکل ۴-۲۵: اجزاء مختلف تغییر شکل ۹۹
- شکل ۴-۲۶: تغییر مکان برشی اتصالات اندازه گیری شده بر مبنای نتایج آزمایشگاهی ۹۹
- شکل ۴-۲۷: منحنی نیرو - کرنش اتصال در محدوده غیر خطی ۱۰۰
- شکل ۴-۲۸: اتصال زبانه دار به همراه آرماتور برشی ۱۰۱
- شکل ۴-۲۹: منحنی نیرو - کرنش اتصال در محدوده غیر خطی ۱۰۲
- شکل ۴-۳۰: نمودار نیرو تغییر مکان جانبی برای نمونه آزمایشگاهی و نمونه حاصل از مدل‌سازی در نرم افزار Perform 3D برای اتصال RS ۱۰۳
- شکل ۴-۳۱: نمودار نیرو - تغییر مکان جانبی برای نمونه آزمایشگاهی و نمونه حاصل از مدل‌سازی در نرم افزار Perform 3D برای اتصال RT ۱۰۴
- شکل ۴-۳۲: جزئیات آرماتور گذاری و ابعاد دیوار برشی ۱۰۵

- شکل ۴-۳۳: مقایسه نتایج تحلیلی و آزمایشگاهی برای نمونه SW22 در حالت مدل‌سازی درجا ۱۰۶
- شکل ۴-۳۴: مقایسه نتایج تحلیلی و آزمایشگاهی برای نمونه SW22 برای اتصال افقی RS ۱۰۶
- شکل ۴-۳۵: مقایسه نتایج تحلیلی و آزمایشگاهی برای نمونه SW22 برای اتصال افقی RT ۱۰۷
- شکل ۵-۱: منحنی ظرفیت و نحوه ایجاد مدل دو خطی ایده آل ۱۱۲
- شکل ۵-۱: ضریب اضافه مقاومت برای سیستم دو گانه سه دهانه، بارگذاری یکنواخت و اتصال RS ۱۱۴
- شکل ۵-۲: ضریب اضافه مقاومت برای سیستم دو گانه سه دهانه، بارگذاری مثلثی و اتصال RS ۱۱۴
- شکل ۵-۳: ضریب کاهش نیرو برای سیستم دو گانه سه دهانه، بارگذاری یکنواخت و اتصال RS ۱۱۴
- شکل ۵-۴: ضریب کاهش نیرو برای سیستم دو گانه سه دهانه، بارگذاری مثلثی و اتصال RS ۱۱۴
- شکل ۵-۵: ضریب رفتار برای سیستم دو گانه سه دهانه، بارگذاری یکنواخت و اتصال RS ۱۱۵
- شکل ۵-۶: ضریب رفتار برای سیستم دو گانه سه دهانه، بارگذاری مثلثی و اتصال RS ۱۱۵
- شکل ۵-۷: ضریب اضافه مقاومت برای سیستم مرکب پنج دهانه و اتصال RS ۱۱۶
- شکل ۵-۸: ضریب کاهش نیرو برای سیستم مرکب پنج دهانه و اتصال RS ۱۱۶
- شکل ۵-۹: ضریب رفتار برای سیستم دو گانه پنج دهانه و اتصال RS ۱۱۶
- شکل ۵-۱۰: ضریب اضافه مقاومت برای سیستم قاب ساختمانی ساده سه دهانه، بارگذاری یکنواخت و اتصال RS ۱۱۸
- شکل ۵-۱۱: ضریب اضافه مقاومت برای سیستم قاب ساختمانی ساده سه دهانه، بارگذاری مثلثی و اتصال RS ۱۱۸
- شکل ۵-۱۲: ضریب کاهش نیرو برای سیستم قاب ساختمانی ساده سه دهانه، بارگذاری یکنواخت و اتصال RS ۱۱۸
- شکل ۵-۱۳: ضریب کاهش نیرو برای سیستم قاب ساختمانی ساده سه دهانه، بارگذاری مثلثی و اتصال RS .. ۱۱۸
- شکل ۵-۱۴: ضریب رفتار برای سیستم قاب ساختمانی ساده سه دهانه، بارگذاری یکنواخت و اتصال RS ۱۱۹
- شکل ۵-۱۵: ضریب رفتار برای سیستم قاب ساختمانی ساده سه دهانه، بارگذاری مثلثی و اتصال RS ۱۱۹
- شکل ۵-۱۶: ضریب اضافه مقاومت برای سیستم ساختمانی ساده پنج دهانه و اتصال RS ۱۲۰
- شکل ۵-۱۷: ضریب کاهش نیرو برای سیستم ساختمانی ساده پنج دهانه و اتصال RS ۱۲۰
- شکل ۵-۱۸: ضریب رفتار برای سیستم ساختمانی ساده پنج دهانه و اتصال RS ۱۲۰
- شکل ۵-۱۹: ضریب اضافه مقاومت برای سیستم مرکب سه دهانه، بارگذاری یکنواخت و اتصال RT ۱۲۳

- شکل ۵-۲۰: ضریب اضافه مقاومت برای سیستم مرکب سه دهانه، بارگذاری مثلثی و اتصال RT ۱۲۳
- شکل ۵-۲۱: ضریب کاهش نیرو برای سیستم دو گانه سه دهانه، بارگذاری یکنواخت و اتصال RT ۱۲۳
- شکل ۵-۲۲: ضریب کاهش نیرو برای سیستم دو گانه سه دهانه، بارگذاری مثلثی و اتصال RT ۱۲۳
- شکل ۵-۲۳: ضریب رفتار برای سیستم دو گانه سه دهانه، بارگذاری یکنواخت و اتصال RT ۱۲۳
- شکل ۵-۲۴: ضریب رفتار برای سیستم دو گانه سه دهانه، بارگذاری مثلثی و اتصال RT ۱۲۳
- شکل ۵-۲۵: ضریب کاهش نیرو برای سیستم مرکب پنج دهانه و اتصال RT ۱۲۵
- شکل ۵-۲۶: ضریب اضافه مقاومت برای سیستم مرکب پنج دهانه و اتصال RT ۱۲۵
- شکل ۵-۲۷: ضریب رفتار برای سیستم دو گانه پنج دهانه و اتصال RT ۱۲۵
- شکل ۵-۲۸: ضریب اضافه مقاومت برای سیستم قاب ساختمانی ساده، بارگذاری یکنواخت و اتصال RT ۱۲۷
- شکل ۵-۲۹: ضریب اضافه مقاومت برای سیستم قاب ساختمانی ساده، بارگذاری مثلثی و اتصال RT ۱۲۷
- شکل ۵-۳۰: ضریب کاهش نیرو برای سیستم قاب ساختمانی ساده سه دهانه، بارگذاری یکنواخت و اتصال RT ۱۲۷
- شکل ۵-۳۱: ضریب کاهش نیرو برای سیستم قاب ساختمانی ساده سه دهانه، بارگذاری مثلثی و اتصال RT ۱۲۷
- شکل ۵-۳۲: ضریب رفتار برای سیستم قاب ساختمانی ساده، بارگذاری یکنواخت و اتصال RT ۱۲۷
- شکل ۵-۳۳: ضریب رفتار برای سیستم قاب ساختمانی ساده، بارگذاری مثلثی و اتصال RT ۱۲۷
- شکل ۵-۳۴: ضریب اضافه مقاومت برای سیستم ساختمانی ساده پنج دهانه و اتصال RT ۱۲۹
- شکل ۵-۳۵: ضریب کاهش نیرو برای سیستم ساختمانی ساده پنج دهانه و اتصال RT ۱۲۹
- شکل ۵-۳۶: ضریب رفتار برای سیستم ساختمانی ساده پنج دهانه و اتصال RT ۱۲۹
- شکل ۵-۳۷: ضریب شکل پذیری برای سیستم دو گانه سه دهانه، بارگذاری یکنواخت و اتصال RS ۱۳۲
- شکل ۵-۳۸: ضریب شکل پذیری برای سیستم دو گانه سه دهانه، بارگذاری مثلثی و اتصال RS ۱۳۲
- شکل ۵-۳۹: ضریب شکل پذیری برای سیستم قاب ساختمانی ساده سه دهانه، بارگذاری یکنواخت و اتصال RS ۱۳۲
- شکل ۵-۴۰: ضریب شکل پذیری برای سیستم قاب ساختمانی ساده سه دهانه، بارگذاری مثلثی و اتصال RS .. ۱۳۲
- شکل ۵-۴۱: ضریب شکل پذیری برای سیستم دو گانه پنج دهانه و اتصال RS ۱۳۲
- شکل ۵-۴۲: ضریب شکل پذیری برای سیستم ساختمانی ساده پنج دهانه و اتصال RS ۱۳۲
- شکل ۵-۴۳: ضریب شکل پذیری برای سیستم دو گانه سه دهانه، بارگذاری یکنواخت و اتصال RT ۱۳۳
- شکل ۵-۴۴: ضریب شکل پذیری برای سیستم دو گانه سه دهانه، بارگذاری مثلثی و اتصال RT ۱۳۳

- شکل ۴۵-۵: ضریب شکل‌پذیری برای سیستم قاب ساختمانی ساده سه دهانه، بارگذاری یکنواخت و اتصال RT..... ۱۳۳
- شکل ۴۶-۵: ضریب شکل‌پذیری برای سیستم قاب ساختمانی ساده سه دهانه، بارگذاری مثلثی و اتصال RT.. ۱۳۳
- شکل ۴۷-۵: ضریب شکل‌پذیری برای سیستم دو گانه پنج دهانه و اتصال RT ۱۳۳
- شکل ۴۸-۵: ضریب شکل‌پذیری برای سیستم ساختمانی ساده پنج دهانه و اتصال RT ۱۳۳
- شکل ۴۹-۵: تغییرمکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم دو گانه، سه دهانه و چهار طبقه با یک دهانه دیوار برشی ۱۳۸
- شکل ۵۰-۵: تغییرمکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم دو گانه، پنج دهانه و چهار طبقه با دو دهانه دیوار برشی ۱۳۸
- شکل ۵۱-۵: تغییرمکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم دو گانه، سه دهانه و هشت طبقه با یک دهانه دیوار برشی ۱۳۸
- شکل ۵۲-۵: تغییرمکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم دو گانه، سه دهانه و هشت طبقه با دو دهانه دیوار برشی ۱۳۸
- شکل ۵۳-۵: تغییرمکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم دو گانه، سه دهانه و دوازده طبقه با یک دیوار برشی در دهانه وسط ۱۳۹
- شکل ۵۴-۵: تغییرمکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم دو گانه، سه دهانه و دوازده طبقه با دو دیوار برشی در دو دهانه کناری ۱۳۹
- شکل ۵۵-۵: تغییرمکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم دو گانه، پنج دهانه و هشت طبقه با سه دهانه دیوار برشی ۱۳۹
- شکل ۵۶-۵: تغییرمکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم دو گانه، پنج دهانه و دوازده طبقه با سه دهانه دیوار برشی ۱۳۹
- شکل ۵۷-۵: تغییرمکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم ساختمانی ساده، سه دهانه و چهار طبقه با یک دهانه دیوار برشی ۱۴۰
- شکل ۵۸-۵: تغییرمکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم ساختمانی ساده، پنج دهانه و چهار طبقه با دو دهانه دیوار برشی ۱۴۰
- شکل ۵۹-۵: تغییرمکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم ساختمانی ساده، سه دهانه و هشت طبقه با یک دهانه دیوار برشی ۱۴۱
- شکل ۶۰-۵: تغییرمکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم ساختمانی ساده، سه دهانه و هشت طبقه با دو دهانه دیوار برشی ۱۴۱

- جدول ۵-۶۱: تغییر مکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم ساختمانی ساده، سه دهانه و دوازده طبقه با یک دهانه دیوار برشی ۱۴۱
- شکل ۵-۶۲: تغییر مکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم ساختمانی ساده، سه دهانه و دوازده طبقه با دو دهانه دیوار برشی ۱۴۱
- شکل ۵-۶۳: تغییر مکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم ساختمانی ساده، پنج دهانه و هشت طبقه با سه دهانه دیوار برشی ۱۴۲
- شکل ۵-۶۴: تغییر مکان ناشی از شتاب‌نگاشت‌های مختلف در سیستم ساختمانی ساده، پنج دهانه و دوازده طبقه با سه دهانه دیوار برشی ۱۴۲
- شکل ۵-۶۵: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم دوگانه، سه دهانه و چهار طبقه با یک دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS ۱۴۵
- شکل ۵-۶۶: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم دوگانه، سه دهانه و هشت طبقه با یک دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS ۱۴۶
- شکل ۵-۶۷: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم دوگانه، سه دهانه و هشت طبقه با دو دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS ۱۴۶
- شکل ۵-۶۸: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم دوگانه، سه دهانه و دوازده طبقه با یک دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS ۱۴۷
- شکل ۵-۶۹: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم دوگانه، سه دهانه و دوازده طبقه با دو دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS ۱۴۷
- شکل ۵-۷۰: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم دوگانه، پنج دهانه و چهار طبقه با دو دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS ۱۴۸
- شکل ۵-۷۱: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم دوگانه، پنج دهانه و هشت طبقه با سه دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS ۱۴۸
- شکل ۵-۷۲: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم دوگانه، پنج دهانه و دوازده طبقه با سه دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS ۱۴۹
- شکل ۵-۷۳: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم ساختمانی ساده، سه دهانه و چهار طبقه با یک دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS ۱۵۰
- شکل ۵-۷۴: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم ساختمانی ساده، سه دهانه و هشت طبقه با یک دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS ۱۵۰

- شکل ۵-۷۵: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم ساختمانی ساده ،
 ۱۵۰ سه دهانه و هشت طبقه با دو دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS
- شکل ۵-۷۶: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم ساختمانی ساده ،
 ۱۵۱ سه دهانه و دوازده طبقه با یک دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS
- شکل ۵-۷۷: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم ساختمانی ساده ،
 ۱۵۲ سه دهانه و دوازده طبقه با دو دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS
- شکل ۵-۷۸: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم ساختمانی ساده ،
 ۱۵۲ پنج دهانه و چهار طبقه با دو دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS
- شکل ۵-۷۹: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم ساختمانی ساده ،
 ۱۵۳ پنج دهانه و هشت طبقه با سه دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS
- شکل ۵-۸۰: مقایسه نتایج آنالیز پوش آور، مودال و دینامیکی تاریخچه زمانی در سیستم ساختمانی ساده ،
 ۱۵۳ پنج دهانه و دوازده طبقه با سه دهانه دیوار برشی با اتصال افقی RS
- شکل پ ۱-۱: نمودار تاریخچه زمانی شتاب زلزله El Centro1940, E-W ۱۵۹
- شکل پ ۱-۲: نمودار تاریخچه زمانی شتاب زلزله El Centro1940, N-S ۱۵۹
- شکل پ ۱-۳: نمودار تاریخچه زمانی شتاب زلزله Loma Prieta1989, E-W ۱۶۰
- شکل پ ۱-۴: نمودار تاریخچه زمانی شتاب زلزله Loma Prieta1989, N-S ۱۶۰
- شکل پ ۱-۵: نمودار تاریخچه زمانی شتاب زلزله Northridge1994, E-W ۱۶۱
- شکل پ ۱-۶: نمودار تاریخچه زمانی شتاب زلزله Northridge1994, N-S ۱۶۱
- شکل پ ۲-۱: حلقه‌های پسماند برای سیستم دوگانه، سه دهانه و چهار طبقه با یک دیواربرشی در دهانه
 ۱۶۲ وسط
- شکل پ ۲-۲: حلقه‌های پسماند برای سیستم دوگانه، سه دهانه و هشت طبقه با یک دیوار برشی در دهانه
 ۱۶۳ وسط
- شکل پ ۲-۳: حلقه‌های پسماند برای سیستم دوگانه، سه دهانه و هشت طبقه با دو دیوار برشی در دو
 ۱۶۴ دهانه کناری
- شکل پ ۲-۴: حلقه‌های پسماند برای سیستم دوگانه، سه دهانه و دوازده طبقه با یک دیوار برشی در دهانه
 ۱۶۵ وسط
- شکل پ ۲-۵: حلقه‌های پسماند برای سیستم دوگانه، سه دهانه و دوازده طبقه بادو دهانه دیوار برشی ۱۶۶
- شکل پ ۲-۶: حلقه‌های پسماند برای سیستم دوگانه، پنج دهانه و چهار طبقه با دو دهانه دیوار برشی ۱۶۷

- شکل پ ۲-۷: حلقه‌های پسماند برای سیستم دوگانه، پنج دهانه و هشت طبقه با سه دهانه دیوار برشی ۱۶۸
- شکل پ ۲-۸: حلقه‌های پسماند برای سیستم دوگانه، پنج دهانه و دوازده طبقه با سه دهانه دیوار برشی ۱۶۹
- شکل پ ۲-۹: حلقه‌های پسماند برای سیستم ساختمانی ساده، سه دهانه و چهار طبقه با یک دیوار برشی در دهانه وسط ۱۷۰
- شکل پ ۲-۱۰: حلقه‌های پسماند برای سیستم ساختمانی ساده، سه دهانه و هشت طبقه با یک دیوار برشی در دهانه وسط ۱۷۱
- شکل پ ۲-۱۱: حلقه‌های پسماند برای سیستم ساختمانی ساده، سه دهانه و هشت طبقه بادو دهانه دیوار برشی ۱۷۲
- شکل پ ۲-۱۲: حلقه‌های پسماند برای سیستم ساختمانی ساده، سه دهانه و دوازده طبقه با یک دهانه دیوار برشی ۱۷۳
- شکل پ ۲-۱۳: حلقه‌های پسماند برای سیستم ساختمانی ساده، سه دهانه و دوازده طبقه با دو دهانه دیوار برشی ۱۷۴
- شکل پ ۲-۱۴: حلقه‌های پسماند برای سیستم ساختمانی ساده، پنج دهانه و چهار طبقه با دو دهانه دیوار برشی ۱۷۵
- شکل پ ۲-۱۵: حلقه‌های پسماند برای سیستم ساختمانی ساده، پنج دهانه و هشت طبقه با سه دهانه دیوار برشی ۱۷۶
- شکل پ ۲-۱۶: حلقه‌های پسماند برای سیستم ساختمانی ساده، پنج دهانه و دوازده طبقه با سه دهانه دیوار برشی ۱۷۷

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۳	جدول ۱-۱: ضریب رفتار قاب‌های بتنی همراه با بادبندی ضربدری و زانویی
۱۵	جدول ۲-۱: مقادیر ضریب رفتار برای سطوح عملکردی متفاوت
۳۴	جدول ۱-۲: مقادیر α و β در رابطه ۲۱-۲ ارائه شده توسط لای و بیگز
۳۶	جدول ۲-۲: مقادیر R^* و T^* بر حسب ضریب شکل‌پذیری
۴۰	جدول ۳-۲: مقادیر پارامترهای a و b
۴۱	جدول ۴-۲: ضرایب مختلف برای رفتار غیر خطی سازه
۴۳	جدول ۲-۵: ضریب میرایی مورد استفاده در آیین‌نامه‌های مختلف آمریکا
۴۴	جدول ۲-۶: ضریب کاهش میرایی
۶۹	جدول ۳-۱: مقدار ضریب C_0
۷۰	جدول ۳-۲: مقادیر ضریب C_2
۷۲	جدول ۳-۱۳: میزان تغییر مکان نسبی حداکثر غیرالاستیک بر اساس سطح عملکرد ساختمان‌ها
۸۴	جدول ۴-۱: جدول تعیین ضریب k_S
۸۷	جدول ۴-۲: مقادیر پارامترهای مختلف نمودار تنش - کرنش فشاری بتن
۸۹	جدول ۴-۳: مقادیر پارامترهای مختلف نمودار تنش - کرنش فولاد
۹۲	جدول ۴-۴: مقایسه مدل‌های هیستریزیس
۱۰۰	جدول ۴-۵: مقادیر پارامترهای مختلف نمودار نیرو - کرنش برای اتصالات
۱۰۲	جدول ۴-۶: مقادیر پارامترهای مختلف نمودار نیرو - کرنش برای اتصالات قائم
۱۰۴	جدول ۴-۷: مشخصات آرماتورهای فولادی
۱۰۴	جدول ۴-۸: مشخصات بتن
۱۱۳	جدول ۵-۱: پارامترهای مربوط به سیستم دو گانه ۴ طبقه و ۳ دهانه با یک دیوار برشی در دهانه وسط و اتصال RS
۱۱۳	جدول ۵-۲: پارامترهای مربوط به سیستم دو گانه ۸ طبقه و ۳ دهانه با یک دیوار برشی در دهانه وسط و اتصال RS
۱۱۳	جدول ۵-۳: پارامترهای مربوط به سیستم دو گانه ۸ طبقه و ۳ دهانه با دودیوار برشی در دو دهانه کناری و اتصال RS
۱۱۳	جدول ۵-۴: پارامترهای مربوط به سیستم دو گانه ۱۲ طبقه و ۳ دهانه با یک دیوار برشی در دهانه وسط و اتصال RS