



دانشکده‌ی فنی و مهندسی

گروه آموزشی مهندسی عمران

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی مهندسی عمران گرایش سازه

عنوان:

محاسبه ضریب رفتار قاب‌های مرکب فولادی توسط مدل‌سازی اجزا محدود
(مدل‌سازی میکرو و ماکرو)

استاد راهنما:

دکتر الهام قندی

استاد مشاور:

مهندس ناصرالدین شهابازی

پژوهشگر:

محسن درویشی

تابستان ۱۳۹۵

نام خانوادگی دانشجوی: درویشی	نام: محسن
عنوان پایان نامه: محاسبه ضریب رفتار قاب‌های مرکب فولادی توسط مدل‌سازی اجزا محدود (مدل‌سازی میکرو و ماکرو)	
استاد راهنما: دکتر الهام قندی استاد مشاور: مهندس ناصرالدین شاهبازی	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی عمران
گرایش: سازه	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: فنی و مهندسی	تاریخ دفاع: ۹۵/۶/۱۶
	تعداد صفحات: ۱۹۸
چکیده:	
<p>در طراحی سازه‌های قابی تحت اثر بار جانبی، از اثر میانقاب‌ها بر روی سختی صرف‌نظر شده و همواره فرض می‌شود که با این عمل حاشیه اطمینانی در عملکرد ساختمان تحت بار جانبی ایجاد می‌شود. در صورتی که با توجه به تعداد میانقاب‌ها در سازه‌های مختلف و مطالعات انجام شده بر روی چنین سازه‌هایی تحت نیروی زلزله، مشاهده می‌شود که اثر میانقاب‌ها روی سازه‌ها بسیار مهم‌تر از چیزی است که تاکنون تصور می‌شده است. هنگامی که داخل قابی را با دیوار پر می‌کنیم خواص مکانیکی نظیر سختی، مقاومت و شکل پذیری و درکل مشخصات دینامیکی به طور چشم‌گیری تغییر می‌کند؛ به گونه‌ای که نمی‌توان با جمع ساده خواص قاب و دیوار تنها به خواص قاب مرکب دست یافت. چشم‌پوشی از اثر میانقاب‌ها از نظر پارامتر مقاومت در جهت اطمینان (این دیوارها با مقاومت اضافی که به قاب می‌دهند در تحمل نیروی زلزله و در نتیجه پایداری کلی سازه تاثیر مثبتی دارند) است؛ ولی این نادیده گرفتن همیشه به یک روش محتاطانه و در جهت اطمینان نمی‌انجامد. بدین شکل که میانقاب سختی اضافی را به قاب تحمیل می‌کند، در نتیجه در هنگام زلزله آن قاب سهم بیشتری از نیروی زلزله را جذب می‌کند. به طور کلی میانقاب‌ها را باید در تحلیل و طراحی در نظر گرفت، در غیر این صورت باید به نحوه مناسبی از قاب ساختمانی جدا شده ولی مهار گردند.</p> <p>از این رو در پژوهش حاضر تعدادی از قاب‌های خمشی فولادی پر کاربرد با میانقاب بنایی، مورد مدل‌سازی قرار گرفته شده است. برای مدل‌سازی میانقاب‌های بنایی روش‌های مختلفی وجود دارد. که از جمله می‌توان مدل المان قطری معادل، روش دستک معادل، روش سه دستک و روش مدل‌سازی واقعی را که خود به صورت میکرو مدل و ماکرو مدل می‌باشد، نام برد که در این پژوهش از روش مدل‌سازی واقعی استفاده شده است. در ابتدا برای حصول اطمینان از درستی مدل ساخته شده، دو نمونه آزمایشگاهی قاب فولادی یک طبقه پر شده با مصالح بنایی، در نرم افزار ABAQUS با روش میکرو و ماکرو مدل‌سازی شده است و پس از مطابقت نتایج مدل‌سازی عددی و آزمایشگاهی، مدل‌های مورد بررسی ساخته شده و ضریب رفتار و سایر پارامترهای وابسته به آن با تغییرات ضخامت، طول و ارتفاع دهانه، تعداد طبقات و تعداد دهانه‌های پر شده محاسبه شده و بعد از مقایسه نتایج به دست آمده به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد جهت کاهش خسارات ناشی از خرابی میانقاب پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد که میانقاب‌های بنایی موجب تغییراتی در پارامترهای موثر در ضریب رفتار، از جمله زمان تناوب (T)، ضریب اضافه مقاومت (R_g) و ضریب کاهش ناشی از شکل‌پذیری (R_{pl}) می‌شوند که نتیجه این تغییرات منجر به کاهش مقدار ضریب رفتار قاب فولادی با میانقاب نسبت به قاب فولادی خالی می‌باشد.</p>	

کلید واژه‌ها: ضریب رفتار، مدل‌سازی ماکرو، مدل‌سازی میکرو، میانقاب مصالح بنایی، قاب خمشی فولادی

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب	صفحه
---------------------	------

فصل اول: کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- سوابق خرابی میانقاب در زلزله‌های گذشته	۳
۳-۱- مروری بر عملکرد میانقاب در زلزله‌های ایران	۶
۴-۱- تعریف مسئله و اهداف پایان‌نامه	۱۰
۵-۱- ضرورت انجام تحقیق	۱۱
۶-۱- ساختار پایان‌نامه	۱۲

فصل دوم: مبانی نظری پژوهش

۱-۲- مقدمه	۱۵	
۲-۲- قاب	مرکب	۱۵
۳-۲- انواع میانقاب	۲۱	
۳-۲-۱- میانقاب سازه‌ای	۲۱	
۳-۲-۲- میانقاب غیرسازه‌ای	۲۱	
۴-۲- اندرکنش بین قاب و میانقاب در قاب مرکب	۲۱	
۵-۲- حالات شکست	۲۶	
۵-۲-۱- ترک مرزی	۲۶	

۲۷.....	۲-۵-۲- ترک قطری
۳۰.....	۳-۵-۲- شکست کنج
۳۰.....	۴-۵-۲- شکست نهایی
۳۰.....	۵-۵-۲- شکست پرتابی
۳۱.....	۶-۲- حالات خاص شکست
۳۱.....	۱-۶-۲- شکست برشی ستون بتنی
۳۱.....	۲-۶-۲- شکست ستون کوتاه
۳۱.....	۳-۶-۲- شکست اتصالات فولادی
۳۴.....	۷-۲- بررسی اثر غیرسازه‌ای در جابجایی قاب مرکب
۳۵.....	۷-۲- بررسی اثر درز بین قاب و میانقاب
۳۵.....	۹-۲- بررسی اثر خواص مصالح میانقاب
۳۶.....	۱۰-۲- مقایسه رفتار قاب مرکب با قاب توخالی
۳۶.....	۱۱-۲- بررسی اثر مقاومت و کیفیت ملات میانقاب
۳۷.....	۱۲-۲- بررسی اثر مقاومت و سختی میانقاب
۳۷.....	۱-۱۲-۲- سختی درون صفحه‌ای
۳۸.....	۲-۱۲-۲- مقاومت درون صفحه‌ای
۳۹.....	۳-۱۲-۲- سختی برون صفحه‌ای
۳۹.....	۴-۱۲-۲- مقاومت برون صفحه‌ای
۴۰.....	۱۳-۲- پاسخ درون و برون صفحه میانقاب تحت بار افقی در دو جهت
۴۰.....	۱-۱۳-۲- رفتار درون صفحه‌ای قاب مرکب
۴۰.....	۲-۱۳-۲- رفتار میانقاب تحت بارهای درون صفحه‌ای
۴۱.....	۳-۱۳-۲- رفتار برون صفحه‌ای قاب مرکب
۴۱.....	۴-۱۳-۲- رفتار میانقاب تحت بارهای برون صفحه‌ای
۴۲.....	۱۴-۲- تأثیر بازشوها
۴۳.....	۱۵-۲- ایرادهای موجود در طراحی میانقاب‌ها
۴۳.....	۱-۱۵-۲- در نظرنگرفتن میانقاب سازه‌ای در طراحی
۴۴.....	۲-۱۵-۲- ایجاد طبقه نرم و طبقه ضعیف

۴۹.....	۲-۱۵-۳- در نظرنگرفتن تغییر مکان قاب
۴۹.....	۲-۱۵-۴- در نظرنگرفتن برهم کنش قاب و میانقاب
۵۱.....	۲-۱۵-۵- در نظرنگرفتن اثر پیچش
۵۳.....	۲-۱۵-۶- عدم اتصال مناسب قاب و میانقاب
۵۳.....	۲-۱۵-۷- ایجاد ستون کوتاه
۵۵.....	۲-۱۶- نحوه مدل سازی میانقاب های بنایی
۵۶.....	۲-۱۷-۱- مروری بر مطالعات انجام شده در مورد میانقاب
۵۶.....	۲-۱۷-۱- مطالعه در مورد اثر بار روی تیرها و ستون ها
۵۷.....	۲-۱۷-۲- مطالعه در مورد اثر درز بین قاب و میانقاب
۵۷.....	۲-۱۷-۳- مطالعه در مورد اثر بازشوها
۵۸.....	۲-۱۷-۴- مطالعه در مورد اثر اتصال دهنده های برشی
۵۹.....	۲-۱۷-۵- مطالعه در مورد اثر مقاومت مصالح میانقاب
۵۹.....	۲-۱۷-۶- مطالعه در مورد مسلح سازی میانقاب ها
۶۰.....	۲-۱۷-۷- مطالعه در مورد اثر مشخصه دینامیکی
۶۱.....	۲-۱۷-۸- مطالعه در مورد پاسخ خارج صفحه میانقاب
۶۲.....	۲-۱۷-۹- مطالعه در مورد آنالیز لرزه ای خارج صفحه
۶۲.....	۲-۱۷-۱۰- مطالعه انجام شده در مورد مدل سازی میانقاب ها
۶۴.....	۲-۱۷-۱۱- مطالعه انجام شده در مورد مدل سازی تحلیلی پانل های پرکننده بنایی
۶۶.....	۲-۱۷-۱۱-۱- مدل دستک معادل
۶۷.....	۲-۱۷-۱۱-۲- مدل هیسترتیک
۷۲.....	۲-۱۸- ضریب رفتار
۷۳.....	۲-۱۹- تاریخچه پیدایش و شکل گیری محاسبه ضریب رفتار
۷۵.....	۲-۲۰- عوامل موثر بر ضریب رفتار
۷۵.....	۲-۲۰-۱- ضریب کاهش نیرو در اثر شکل پذیری (R_{μ})
۷۷.....	۲-۲۰-۲- ضریب اضافه مقاومت (R_{σ})
۷۸.....	۲-۲۰-۲- درجه نامعینی (R_{γ})
۷۸.....	۲-۲۱- مروری بر تحقیقات انجام شده در مورد ضریب کاهش نیرو (R_{μ})

- ۲۲-۲- مروری بر تحقیقات انجام شده در مورد ضریب اضافه مقاومت (R_E)..... ۸۱
- ۲۳-۲- مروری بر تحقیقات انجام شده در مورد ضریب درجه نامعینی (R_F)..... ۸۴
- ۲۴-۲- خلاصه فصل ۸۵

فصل سوم: مواد و روش پژوهش

- ۱-۳- مقدمه ۸۸
- ۲-۳- نحوه مدل سازی میانقاب ها ۸۸
- ۱-۲-۳- انواع مدل سازی واقعی ۸۹
- ۱-۱-۲-۳- مدل سازی ریز (میکرو مدل سازی) ۸۹
- ۲-۱-۲-۳- مدل سازی درشت (ماکرو مدل سازی) ۹۰
- ۳-۳- روش محاسبه ضریب رفتار..... ۹۱
- ۱-۳-۳- روش کاربردی..... ۹۲
- ۱-۱-۳-۳- روش ضریب شکل پذیری یوانگ ۹۲
- ۲-۱-۳-۳- روش طیف ظرفیت فریمن ۹۷
- ۲-۳-۳- روش تحلیلی ۹۹
- ۱-۲-۳-۳- روش تئوری ضریب شکل پذیری ۹۹
- ۲-۲-۳-۳- روش پاسخ غیرخطی سیستم یک درجه آزادی ۱۰۰
- ۳-۲-۳-۳- روش انرژی ۱۰۲
- ۴-۳- روش های مختلف محاسبه ضریب کاهش نیرو بر اثر شکل پذیری (R_{II})..... ۱۰۳
- ۱-۴-۳- نیومارک و هال ۱۰۴
- ۲-۴-۳- کراوینکلر و ناسار ۱۰۵
- ۳-۴-۳- میراندا و برترو ۱۰۶
- ۴-۴-۳- ویدیک ۱۰۸
- ۵-۳- مقاومت افزون (Ω)..... ۱۰۸
- ۶-۳- عوامل موثر بر مقاومت افزون (Ω)..... ۱۱۰
- ۷-۳- فرضیات مدل سازی ۱۱۱
- ۱-۷-۳- مشخصات هندسی سازه ۱۱۱

۱۱۵.....	۳-۷-۲- مشخصات مکانیکی مصالح
۱۱۵.....	۳-۷-۳- بارگذاری
۱۱۵.....	۳-۷-۴- تحلیل و بارگذاری سازه
۱۱۶.....	۳-۷-۵- ساده سازی منحنی پاسخ کلی سازه
۱۱۹.....	۳-۷-۶- روش مورد استفاده جهت محاسبه ضریب رفتار

فصل چهارم: مدل سازی و صحت سنجی مدل ها

۱۲۱.....	۴-۱- مقدمه
۱۲۴.....	۴-۲- مدل های آزمایشگاهی انتخاب شده
۱۲۴.....	۴-۲-۱- مدل آزمایشگاهی (1999) Flanagan & Bennentt
۱۲۶.....	۴-۲-۲- مدل آزمایشگاهی (1999) Amos
۱۲۸.....	۴-۳- مدل سازی کامپیوتری قاب فولادی حاوی میانقاب
۱۲۸.....	۴-۳-۱- مدل سازی ریز (Micro Model)
۱۴۱.....	۴-۳-۲- مدل سازی درشت (Macro Model)
۱۴۷.....	۴-۴- مقایسه نتایج مدل سازی عددی ریز با مدل سازی عددی درشت
۱۴۸.....	۴-۵- خلاصه فصل

فصل پنجم: نتایج و یافته های پژوهش

۱۵۰.....	۵-۱- مقدمه
۱۵۰.....	۵-۲- تحلیل و بررسی نمونه ها
۱۵۱.....	۵-۲-۱- تأثیر ضخامت دیوار میانقاب بر ضریب رفتار
۱۵۸.....	۵-۲-۲- تأثیر افزایش طول قاب و دیوار میانقاب بر ضریب رفتار
۱۶۲.....	۵-۲-۳- تأثیر افزایش ارتفاع قاب و دیوار میانقاب بر ضریب رفتار
۱۶۵.....	۵-۲-۴- تأثیر افزایش تعداد طبقات و تعداد دهانه های پر شده با میانقاب بر ضریب رفتار

- ۱۷۳.....۳-۵- بررسی تغییرات پارامترهای موثر بر ضریب رفتار
- ۱۷۳.....۱-۳-۵- تغییرات زمان تناوب (T)
- ۱۷۳.....۱-۱-۳-۵- تغییرات زمان تناوب (T) با افزایش ضخامت میانقاب
- ۱۷۵.....۲-۱-۳-۵- تغییرات زمان تناوب (T) با افزایش طول دهانه و ارتفاع قاب
- ۱۷۶.....۳-۱-۳-۵- تغییرات زمان تناوب (T) با افزایش تعداد طبقات و تعداد دهانه‌های پر شده با میانقاب
- ۱۷۷.....۲-۳-۵- تغییرات شکل پذیری کلی (μ)
- ۱۷۷.....۱-۲-۳-۵- تغییرات شکل پذیری کلی (μ) با افزایش ضخامت میانقاب
- ۱۷۸.....۲-۲-۳-۵- تغییرات شکل پذیری کلی (μ) با افزایش طول دهانه و ارتفاع قاب
- ۱۷۹.....۳-۲-۳-۵- تغییرات شکل پذیری کلی (μ) با افزایش تعداد طبقات و تعداد دهانه‌های پر شده با میانقاب
- ۱۸۰.....۳-۳-۵- تغییرات ضریب اضافه مقاومت (R_E)
- ۱۸۰.....۱-۳-۳-۵- تغییرات ضریب اضافه مقاومت (R_E) با افزایش ضخامت میانقاب
- ۱۸۱.....۲-۳-۳-۵- تغییرات ضریب اضافه مقاومت (R_E) با افزایش طول دهانه و ارتفاع قاب
- ۱۸۲.....۳-۳-۳-۵- تغییرات ضریب اضافه مقاومت (R_E) با افزایش تعداد طبقات و تعداد دهانه‌های پر شده با میانقاب
- ۱۸۳.....۴-۳-۵- تغییرات ضریب کاهش ناشی از شکل پذیری (R_{μ})
- ۱۸۳.....۱-۴-۳-۵- تغییرات ضریب کاهش ناشی از شکل پذیری (R_{μ}) با افزایش ضخامت میانقاب
- ۱۸۳.....۲-۴-۳-۵- تغییرات ضریب کاهش ناشی از شکل پذیری (R_{μ}) با افزایش طول دهانه و ارتفاع قاب
- ۱۸۴.....۳-۴-۳-۵- تغییرات ضریب کاهش ناشی از شکل پذیری (R_{μ}) با افزایش تعداد طبقات و تعداد دهانه‌های پر شده
- ۱۸۷.....۵-۳-۵- تغییرات ضریب رفتار (R_{11})
- ۱۸۷.....۱-۵-۳-۵- تغییرات ضریب رفتار (R_{11}) با افزایش ضخامت میانقاب
- ۱۸۹.....۲-۵-۳-۵- تغییرات ضریب رفتار (R_{11}) با افزایش طول دهانه قاب و میانقاب
- ۱۹۰.....۳-۵-۳-۵- تغییرات ضریب رفتار (R_{11}) با افزایش ارتفاع دهانه قاب و میانقاب
- ۱۹۰.....۴-۵-۳-۵- تغییرات ضریب رفتار (R_{11}) با افزایش تعداد دهانه‌های پر شده با میانقاب
- ۱۹۲.....۵-۵-۳-۵- تغییرات ضریب رفتار (R_{11}) با افزایش تعداد طبقات

فصل ششم: نتیجه گیری و بحث

- ۱۹۵.....۱-۶- مقدمه

- ۱۹۶..... نتیجه گیری ۲-۶-۲
- ۱۹۶..... زمان تناوب (T) ۱-۲-۶-۱
- ۱۹۶..... شکل پذیری کلی (μ) ۲-۲-۶-۲
- ۱۹۷..... ضریب اضافه مقاومت (R_{Σ}) ۳-۲-۶-۳
- ۱۹۷..... ضریب کاهش ناشی از شکل پذیری (R_{μ}) ۴-۲-۶-۴
- ۱۹۷..... ضریب رفتار (R_{β}) ۵-۲-۶-۵
- ۱۹۸..... پیشنهادات ۳-۶-۳

فهرست منابع و مآخذ

پیوست ۱

پیوست ۲

فهرست جدول‌ها

شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول ۲-۱: مقایسه قاب خالی و قاب مرکب در زلزله‌های مختلف.....	۳۴
جدول ۲-۲: مقادیر μ برای رابطه.....	۴۰
جدول ۳-۱: مقادیر a و b در رابطه کراوینکلر و ناسار بر حسب درصد سخت شوندگی کرنشی.....	۱۰۶
جدول ۳-۲: معرفی تیپ تیرها و ستون‌ها.....	۱۱۵
جدول ۴-۱: مشخصات مصالح بنایی مدل آزمایشگاهی (بنت و فلننگن، ۱۹۹۹).....	۱۲۵
جدول ۴-۲: مشخصات مکانیکی تیر و ستون مدل آزمایشگاهی (بنت و فلننگن، ۱۹۹۹).....	۱۲۶
جدول ۴-۳: مشخصات مصالح بنایی مدل آزمایشگاهی (آموس، ۱۹۸۵).....	۱۲۷
جدول ۴-۴: مشخصات مکانیکی تیر و ستون مدل آزمایشگاهی (آموس، ۱۹۸۵).....	۱۲۷
جدول ۵-۱: ضریب رفتار قاب یک طبقه و یک دهانه.....	۱۵۵
جدول ۵-۲: ضریب رفتار قاب یک طبقه و یک دهانه با میانقاب به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر.....	۱۵۷
جدول ۵-۳: ضریب رفتار قاب یک طبقه و یک دهانه با میانقاب به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر.....	۱۵۷
جدول ۵-۴: ضریب رفتار قاب یک طبقه و یک دهانه با میانقاب به ضخامت ۲۰ سانتی‌متر.....	۱۵۷
جدول ۵-۵: ضریب رفتار قاب یک طبقه و یک دهانه با میانقاب به ضخامت ۲۵ سانتی‌متر.....	۱۵۸
جدول ۵-۶: ضریب رفتار قاب یک طبقه و یک دهانه با میانقاب به ضخامت ۳۰ سانتی‌متر.....	۱۵۸
جدول ۵-۷: ضریب رفتار قاب با ارتفاع ۳ متر و طول دهانه ۴ متر.....	۱۵۹
جدول ۵-۸: ضریب رفتار قاب مرکب با ارتفاع ۳ متر و طول دهانه ۴ متر.....	۱۵۹
جدول ۵-۹: ضریب رفتار قاب با ارتفاع ۳ متر و طول دهانه ۵ متر.....	۱۶۰
جدول ۵-۱۰: ضریب رفتار قاب مرکب با ارتفاع ۳ متر و طول دهانه ۵ متر.....	۱۶۰
جدول ۵-۱۱: ضریب رفتار قاب با ارتفاع ۳ متر و طول دهانه ۶ متر.....	۱۶۱
جدول ۵-۱۲: ضریب رفتار قاب مرکب با ارتفاع ۳ متر و طول دهانه ۶ متر.....	۱۶۱
جدول ۵-۱۳: ضریب رفتار قاب با ارتفاع ۴ متر و طول دهانه ۳ متر.....	۱۶۲
جدول ۵-۱۴: ضریب رفتار قاب مرکب با ارتفاع ۴ متر و طول دهانه ۳ متر.....	۱۶۳
جدول ۵-۱۵: ضریب رفتار قاب با ارتفاع ۵ متر و طول دهانه ۳ متر.....	۱۶۳

- جدول ۵ - ۱۶: ضریب رفتار قاب مرکب با ارتفاع ۵ متر و طول دهانه ۳ متر.....۱۶۴
- جدول ۵ - ۱۷: ضریب رفتار قاب با ارتفاع ۶ متر و طول دهانه ۳ متر.....۱۶۴
- جدول ۵ - ۱۸: ضریب رفتار قاب مرکب با ارتفاع ۶ متر و طول دهانه ۳ متر.....۱۶۵
- جدول ۵ - ۱۹: ضریب رفتار قاب ۳ طبقه و ۳ دهانه.....۱۶۶
- جدول ۵ - ۲۰: ضریب رفتار قاب مرکب ۳ طبقه و ۳ دهانه با یک دهانه پر شده با میانقاب.....۱۶۶
- جدول ۵ - ۲۱: ضریب رفتار قاب مرکب ۳ طبقه و ۳ دهانه با دو دهانه پر شده با میانقاب.....۱۶۷
- جدول ۵ - ۲۲: ضریب رفتار قاب مرکب ۳ طبقه و ۳ دهانه با سه دهانه پر شده با میانقاب.....۱۶۸
- جدول ۵ - ۲۳: ضریب رفتار قاب ۶ طبقه و ۳ دهانه.....۱۶۸
- جدول ۵ - ۲۴: ضریب رفتار قاب مرکب ۶ طبقه و ۳ دهانه با یک دهانه پر شده با میانقاب.....۱۶۹
- جدول ۵ - ۲۵: ضریب رفتار قاب مرکب ۶ طبقه و ۳ دهانه با دو دهانه پر شده با میانقاب.....۱۷۰
- جدول ۵ - ۲۶: ضریب رفتار قاب مرکب ۶ طبقه و ۳ دهانه با سه دهانه پر شده با میانقاب.....۱۷۰
- جدول ۵ - ۲۷: ضریب رفتار قاب ۹ طبقه و ۳ دهانه.....۱۷۱
- جدول ۵ - ۲۸: ضریب رفتار قاب مرکب ۹ طبقه و ۳ دهانه با یک دهانه پر شده با میانقاب.....۱۷۲
- جدول ۵ - ۲۹: ضریب رفتار قاب مرکب ۹ طبقه و ۳ دهانه با دو دهانه پر شده با میانقاب.....۱۷۲
- جدول ۵ - ۳۰: ضریب رفتار قاب مرکب ۹ طبقه و ۳ دهانه با سه دهانه پر شده با میانقاب.....۱۷۳
- جدول ۵ - ۳۱: زمان تناوب سازه قاب خالی و قاب مرکب با ضخامت‌های متفاوت.....۱۷۴
- جدول ۵ - ۳۲: زمان تناوب سازه قاب خالی و قاب مرکب با طول دهانه متفاوت.....۱۷۵
- جدول ۵ - ۳۳: زمان تناوب سازه قاب خالی و قاب مرکب با ارتفاع متفاوت.....۱۷۵
- جدول ۵ - ۳۴: زمان تناوب سازه با تعداد طبقات و دهانه‌های متفاوت.....۱۷۶

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل ۱ - ۱: تخریب میانقاب محیطی در زلزله ۲۰۰۳ ترکیه	۴
شکل ۱ - ۲: خسارت به دیوار داخلی ساختمان در زلزله لس آنجلس آمریکا	۵
شکل ۱ - ۳: خسارت ناشی از خرابی دیوار آجری	۶
شکل ۱ - ۴: نمونه عملکرد مرکب قاب و میانقاب در زلزله رودبار و منجیل	۷
شکل ۱ - ۵: نمونه عملکرد قاب مهاربندی و میانقاب در زلزله بم	۸
شکل ۱ - ۶: خرابی داخل و خارج از صفحه میانقاب در زلزله اهر، ورزقان و هریس	۹
شکل ۲ - ۱: اجرای رج آخر میانقاب آجری	۱۶
شکل ۲ - ۲: اجرای رج آخر میانقاب سفالی	۱۶
شکل ۲ - ۳: نحوه جدا شدن قاب از میانقاب تحت بار جانبی	۲۲
شکل ۲ - ۴: اثر طول تماس بین میانقاب و ستون در تعیین نیروی برشی ستون	۲۳
شکل ۲ - ۵: قاب بدون میانقاب با عملکرد خمشی	۲۳
شکل ۲ - ۶: تغییر شکل یافته قاب بدون میانقاب تحت نیروی جانبی	۲۴
شکل ۲ - ۷: دیوار تحت اثر بار جانبی خمیده شده، در نقطه A ترک می‌خورد	۲۴
شکل ۲ - ۸: مقاومت در مقابل نیروهای جانبی توسط کنش خرابایی قاب	۲۵
شکل ۲ - ۹: نیرو - جابجای قاب مرکب	۲۶
شکل ۲ - ۱۰: ترک مرزی در گوشه‌های کششی	۲۷
شکل ۲ - ۱۱: ترک‌های مرزی سختی قاب مرکب را اندکی کاهش می‌دهند	۲۷
شکل ۲ - ۱۲: وضعیت تنش‌ها در مرکز میانقاب	۲۹
شکل ۲ - ۱۳: شکست برشی ستون	۳۲
شکل ۲ - ۱۴: شکست ستون کوتاه	۳۳
شکل ۲ - ۱۵: وجود درز بین قاب و میانقاب می‌تواند موجب کاهش سختی و مقاومت شود	۳۵

- شکل ۲ - ۱۶: مقایسه خواص قاب مرکب با مجموع خواص قاب و میانقاب..... ۳۶
- شکل ۲ - ۱۷: ایجاد طبقه نرم و ضعیف در ساختمان..... ۴۴
- شکل ۲ - ۱۸: مقدار بیشینه تغییر مکان نسبی طبقات در قاب‌های چهار طبقه میانقابدار و قاب‌های شامل باز شو در طبقه اول در محدوده غیر خطی تحت رکوردهای: الف) طیس؛ ب) ناغان؛ ج) السنتر و..... ۴۶
- شکل ۲ - ۱۹: مقدار بیشینه تغییر مکان نسبی طبقات در قاب‌های هشت طبقه میانقابدار و قاب‌های شامل باز شو در طبقه اول در محدوده غیر خطی تحت رکوردهای: الف) طیس؛ ب) ناغان؛ ج) السنتر و..... ۴۷
- شکل ۲ - ۲۰: مقدار بیشینه تغییر مکان نسبی طبقات در قاب‌های دوازده طبقه میانقابدار و قاب‌های شامل باز شو در طبقه اول در محدوده غیر خطی تحت رکوردهای: الف) طیس؛ ب) ناغان؛ ج) السنتر و..... ۴۸
- شکل ۲ - ۲۱: اثر برهم کنش قاب و میانقاب..... ۵۱
- شکل ۲ - ۲۲: نحوه توزیع مناسب و نامناسب دیوارها در پلان..... ۵۲
- شکل ۲ - ۲۳: گسیختگی دیوار در مقابل نیروی خارج از صفحه به علت عدم اتصال مناسب..... ۵۳
- شکل ۲ - ۲۴: ایجاد ستون کوتاه در اثر وجود میانقاب‌هایی که کل ارتفاع طبقه را پوشش نمی‌دهند..... ۵۴
- شکل ۲ - ۲۵: مدل سازی واقعی دیوار مصالح بنایی..... ۵۵
- شکل ۲ - ۲۶: مدل دستک معادل برای پانل پرکننده مصالح بنایی..... ۶۵
- شکل ۲ - ۲۷: منحنی‌های الف) تنش - کرنش ب) پوش مقاومت..... ۶۵
- شکل ۲ - ۲۸: مدل هیسترتیک wen- Bouc ؛ ب) مدل هیسترتیک با سختی و مقاومت نزولی ؛ ج) مدل با لغزش قفل ؛ د) مدل مجموع در IDARC 4.0..... ۶۸
- شکل ۲ - ۲۹: تاثیرات پارامترهای لغزش..... ۷۱
- شکل ۲ - ۳۰: طیف خطی و غیر خطی با شکل پذیری ثابت..... ۷۷
- شکل ۳ - ۱: منحنی پاسخ واقعی و ایده‌آل کلی سازه..... ۹۳
- شکل ۳ - ۲: مدل ساده شده با ظرفیت باز توزیع پلاستیک..... ۱۰۱
- شکل ۳ - ۳: روش نیومارک معادل..... ۱۰۱
- شکل ۳ - ۴: الف) تئوری ضریب شکل پذیری ب) تعادل روش انرژی..... ۱۰۲
- شکل ۳ - ۵: ضریب کاهش مقاومت بدست آمده در تحقیق نیومارک وهال..... ۱۰۵
- شکل ۳ - ۶: ضریب کاهش مقاومت به دست آمده در تحقیق ناسار و کراوینکلر..... ۱۰۶

- شکل ۳-۷: ضریب کاهش مقاومت به دست آمده در تحقیق میراندا برای خاک‌های مختلف.....۱۰۸
- شکل ۳-۸: اثر بزرگی زلزله در ضریب کاهش مقاومت بدست آمده توسط میراندا.....۱۰۸
- شکل ۳-۹: اثر فاصله کانونی زلزله در ضریب کاهش مقاومت به دست آمده توسط میراندا.....۱۰۹
- شکل ۳-۱۰: قاب یک طبقه طراحی شده جهت بررسی تأثیرات ضخامت دیوار میانقاب بر ضریب رفتار.....۱۱۳
- شکل ۳-۱۱: قاب‌های یک طبقه طراحی شده جهت بررسی تأثیرات افزایش طول دهانه دیوار میانقاب بر ضریب رفتار.....۱۱۳
- شکل ۳-۱۲: قاب‌های یک طبقه طراحی شده جهت بررسی تأثیرات افزایش طول دهانه دیوار میانقاب بر ضریب رفتار.....۱۱۳
- شکل ۳-۱۳: قاب سه طبقه و سه دهانه با دهانه‌های پر شده با میانقاب بنایی.....۱۱۴
- شکل ۳-۱۴: قاب شش طبقه و سه دهانه با دهانه‌های پر شده با میانقاب بنایی.....۱۱۵
- شکل ۳-۱۵: قاب نه طبقه و سه دهانه با دهانه‌های پر شده با میانقاب بنایی.....۱۱۵
- شکل ۳-۱۶: نمونه‌های از تعریف‌های معمول برای ایده‌آل سازی منحنی پاسخ کلی سازه‌ها.....۱۱۹
- شکل ۳-۱۷: دو خطی کردن منحنی ظرفیت.....۱۱۹
- شکل ۴-۱: مدل سازی کلی مصالح بنایی.....۱۲۲
- شکل ۴-۲: مدل سازی ریز مصالح بنایی.....۱۲۳
- شکل ۴-۳: مدل آزمایشگاهی قاب فولادی حاوی میانقاب بنایی (بنت و فلنیگن، ۱۹۹۹).....۱۲۴
- شکل ۴-۴: منحنی تنش - کرنش منشور مصالح بنایی.....۱۲۵
- شکل ۴-۵: مدل آزمایشگاهی قاب فولادی حاوی میانقاب بنایی (Dawe & Seah (1989).....۱۲۶
- شکل ۴-۶: الف - مدل آزمایشگاهی ب - مدل سازی ریز مدل آزمایشگاهی در Abaqus.....۱۲۸
- شکل ۴-۷: مقایسه نمودار برش پایه - تغییر مکان مدل آزمایشگاهی Flanagan & Bennett و مدل سازی عددی ریز در Abaqus.....۱۳۰
- شکل ۴-۸: مدل سازی ریز مدل آزمایشگاهی با بلوک معادل توپر در Abaqus.....۱۳۱
- شکل ۴-۹: نمودار برش پایه - تغییر مکان مدل عددی توپر معادل، مدل عددی بلوک توخالی و مدل آزمایشگاهی Flanagan & Bennett.....۱۳۲
- شکل ۴-۱۰: الف - مدل آزمایشگاهی Amos ب - مدل سازی عددی ریز.....۱۳۲

- شکل ۴ - ۱۱: نمونه آزمایشگاهی Sandra Soon مشابه کار Amos ۱۳۳
- شکل ۴ - ۱۲: مقایسه نمودار برش پایه - تغییر مکان مدل آزمایشگاهی Amos و مدل عددی ریز ۱۳۳
- شکل ۴ - ۱۳: افزایش گام تغییر مکان مرتبط با یک گام تغییر بار ناشی از کاهش سختی ۱۳۵
- شکل ۴ - ۱۴: نیروهای برخورد در سطح تماس ۱۳۵
- شکل ۴ - ۱۵: نمودار $T - Q$ برای المان‌های تماس بین بلوک‌ها ۱۳۶
- شکل ۴ - ۱۶: نمودار چگونگی اعمال مقاومت برشی ملات برای المان‌های تماس ۱۳۷
- شکل ۴ - ۱۷: عملکرد ضریب نرمال پنالتی در مدل ۱۳۷
- شکل ۴ - ۱۸: عملکرد ضریب مماسی پنالتی در مدل ۱۳۸
- شکل ۴ - ۱۹: شبکه‌بندی سازه‌ها و اجزای آن‌ها ۱۳۹
- شکل ۴ - ۲۰: وضعیت تنش در مدل‌های عددی ریز ساخته شده ۱۴۰
- شکل ۴ - ۲۱: وضعیت ترک‌های ایجاد شده در مدل‌های عددی ریز ساخته شده ۱۴۱
- شکل ۴ - ۲۲: الف - مدل‌سازی درشت مدل آزمایشگاهی در Abaqus (ب) مدل آزمایشگاهی ۱۴۲
- شکل ۴ - ۲۳: الف - مدل‌سازی درشت مدل آزمایشگاهی در Abaqus (ب) مدل آزمایشگاهی ۱۴۲
- شکل ۴ - ۲۴: مقایسه نمودار برش پایه - تغییر مکان مدل آزمایشگاهی و مدل‌سازی عددی درشت ۱۴۳
- شکل ۴ - ۲۵: مقایسه نمودار برش پایه - تغییر مکان مدل آزمایشگاهی و مدل‌سازی عددی درشت ۱۴۴
- شکل ۴ - ۲۶: شبکه‌بندی سازه‌ها و اجزای آن‌ها ۱۴۴
- شکل ۴ - ۲۷: وضعیت تنش در مدل‌های عددی درشت ساخته شده ۱۴۵
- شکل ۴ - ۲۸: وضعیت ترک‌های ایجاد شده در مدل‌های عددی درشت ساخته شده ۱۴۶
- شکل ۴ - ۲۹: وضعیت تنش‌های اصلی (کششی و فشاری) در مدل‌های عددی درشت ۱۴۶
- شکل ۴ - ۳۰: وضعیت تنش‌های اصلی (کششی و فشاری) در مدل‌های عددی درشت Amos ۱۴۷
- شکل ۴ - ۳۱: مقایسه نمودار برش پایه - تغییر مکان مدل آزمایشگاهی و مدل‌سازی عددی ۱۴۷
- شکل ۴ - ۳۲: مقایسه نمودار برش پایه - تغییر مکان مدل آزمایشگاهی و مدل‌سازی عددی ۱۴۸
- شکل ۵ - ۱: قاب یک طبقه، یک دهانه ۱۵۱
- شکل ۵ - ۲: نمودار تغییر مکان - برش پایه برای قاب یک طبقه و یک دهانه ۱۵۱
- شکل ۵ - ۳: دو خطی کردن نمودار تغییر مکان - برش پایه برای قاب یک طبقه و یک دهانه ۱۵۲

- شکل ۵ - ۴: دو خطی کردن نمودار تغییرمکان - برش پایه برای قاب یک طبقه و یک دهانه..... ۱۵۲
- شکل ۵ - ۵: تحلیل فرکانسی قاب یک طبقه و یک دهانه..... ۱۵۳
- شکل ۵ - ۶: قاب مرکب یک طبقه و یک دهانه با میانقاب بنایی به ضخامت‌های متفاوت..... ۱۵۶
- شکل ۵ - ۷: نتایج تحلیل بار افزون قاب خالی و قاب مرکب با میانقاب به ضخامت‌های متفاوت..... ۱۵۶
- شکل ۵ - ۸: قاب با ارتفاع ۳ متر و طول دهانه ۴ متر..... ۱۵۹
- شکل ۵ - ۹: قاب با ارتفاع ۳ متر و طول دهانه ۵ متر..... ۱۶۰
- شکل ۵ - ۱۰: قاب با ارتفاع ۳ متر و طول دهانه ۶ متر..... ۱۶۱
- شکل ۵ - ۱۱: قاب با ارتفاع ۴ متر و طول دهانه ۳ متر..... ۱۶۲
- شکل ۵ - ۱۲: قاب با ارتفاع ۵ متر و طول دهانه ۳ متر..... ۱۶۳
- شکل ۵ - ۱۳: قاب با ارتفاع ۶ متر و طول دهانه ۳ متر..... ۱۶۴
- شکل ۵ - ۱۴: قاب ۳ طبقه و ۳ دهانه..... ۱۶۵
- شکل ۵ - ۱۵: قاب ۳ طبقه و ۳ دهانه با یک دهانه پر شده با میانقاب..... ۱۶۶
- شکل ۵ - ۱۶: قاب ۳ طبقه و ۳ دهانه با دو دهانه پر شده با میانقاب..... ۱۶۷
- شکل ۵ - ۱۷: قاب ۳ طبقه و ۳ دهانه با سه دهانه پر شده با میانقاب..... ۱۶۷
- شکل ۵ - ۱۸: قاب ۶ طبقه و ۳ دهانه..... ۱۶۸
- شکل ۵ - ۱۹: قاب ۶ طبقه و ۳ دهانه با یک دهانه پر شده با میانقاب..... ۱۶۹
- شکل ۵ - ۲۰: قاب ۶ طبقه و ۳ دهانه با دو دهانه پر شده با میانقاب..... ۱۶۹
- شکل ۵ - ۲۱: قاب ۶ طبقه و ۳ دهانه با سه دهانه پر شده با میانقاب..... ۱۷۰
- شکل ۵ - ۲۲: قاب ۹ طبقه و ۳ دهانه..... ۱۷۱
- شکل ۵ - ۲۳: قاب ۹ طبقه و ۳ دهانه با یک دهانه پر شده با میانقاب..... ۱۷۱
- شکل ۵ - ۲۴: قاب ۹ طبقه و ۳ دهانه با دو دهانه پر شده با میانقاب..... ۱۷۲
- شکل ۵ - ۲۵: قاب ۹ طبقه و ۳ دهانه با سه دهانه پر شده با میانقاب..... ۱۷۳
- شکل ۵ - ۲۶: درصد کاهش زمان تناوب اصلی سازه با افزایش ضخامت میانقاب..... ۱۷۴
- شکل ۵ - ۲۷: درصد کاهش زمان تناوب اصلی سازه با طول دهانه..... ۱۷۶
- شکل ۵ - ۲۸: درصد کاهش زمان تناوب اصلی سازه با افزایش ارتفاع..... ۱۷۶

- شکل ۵ - ۲۹: درصد کاهش زمان تناوب اصلی سازه با افزایش تعداد طبقات سازه.....۱۷۷
- شکل ۵ - ۳۰: درصد کاهش زمان تناوب اصلی سازه با افزایش تعداد دهانه‌های پرشده با میانقاب.....۱۷۷
- شکل ۵ - ۳۱: درصد کاهش شکل‌پذیری کلی سازه با افزایش ضخامت میانقاب.....۱۷۸
- شکل ۵ - ۳۲: درصد کاهش شکل‌پذیری کلی سازه با افزایش طول دهانه.....۱۷۸
- شکل ۵ - ۳۳: درصد کاهش شکل‌پذیری کلی سازه با افزایش ارتفاع.....۱۷۹
- شکل ۵ - ۳۴: درصد کاهش شکل‌پذیری کلی سازه با افزایش تعداد دهانه دارای میانقاب.....۱۷۹
- شکل ۵ - ۳۵: درصد کاهش شکل‌پذیری کلی سازه با افزایش طبقات سازه.....۱۸۰
- شکل ۵ - ۳۶: درصد افزایش ضریب اضافه مقاومت سازه با افزایش ضخامت میانقاب.....۱۸۰
- شکل ۵ - ۳۷: درصد افزایش ضریب اضافه مقاومت سازه با افزایش طول دهانه.....۱۸۱
- شکل ۵ - ۳۸: درصد افزایش ضریب اضافه مقاومت سازه با افزایش ارتفاع.....۱۸۱
- شکل ۵ - ۳۹: درصد افزایش ضریب اضافه مقاومت سازه با افزایش تعداد دهانه دارای میانقاب.....۱۸۲
- شکل ۵ - ۴۰: درصد افزایش ضریب اضافه مقاومت سازه با افزایش طبقات سازه.....۱۸۲
- شکل ۵ - ۴۱: درصد کاهش ضریب ناشی از شکل‌پذیری سازه با افزایش ضخامت میانقاب.....۱۸۳
- شکل ۵ - ۴۲: درصد کاهش ضریب ناشی از شکل‌پذیری سازه با افزایش طول دهانه.....۱۸۴
- شکل ۵ - ۴۳: درصد کاهش ضریب ناشی از شکل‌پذیری سازه با افزایش ارتفاع.....۱۸۴
- شکل ۵ - ۴۴: درصد کاهش ضریب ناشی از شکل‌پذیری سازه با افزایش تعداد دهانه دارای میانقاب در رابطه نیومارک و هال.....۱۸۵
- شکل ۵ - ۴۵: درصد کاهش ضریب ناشی از شکل‌پذیری سازه با افزایش تعداد دهانه دارای میانقاب در رابطه کراوینکلر و ناسار.....۱۸۵
- شکل ۵ - ۴۶: درصد کاهش ضریب ناشی از شکل‌پذیری سازه با افزایش تعداد دهانه دارای میانقاب در رابطه میراندا و برترو.....۱۸۵
- شکل ۵ - ۴۷: درصد کاهش ضریب ناشی از شکل‌پذیری سازه با افزایش تعداد دهانه دارای میانقاب در رابطه ویدیک.....۱۸۶
- شکل ۵ - ۴۸: درصد کاهش ضریب ناشی از شکل‌پذیری سازه با افزایش تعداد طبقات در رابطه نیومارک و هال.....۱۸۶

- شکل ۵ - ۴۹: درصد کاهش ضریب ناشی از شکل‌پذیری سازه با افزایش تعداد طبقات در رابطه کراوینکلر و ناسار
 ۱۸۷.....
- شکل ۵ - ۵۰: درصد کاهش ضریب ناشی از شکل‌پذیری سازه با افزایش تعداد طبقات در رابطه میراندا و برترو.....
 ۱۸۷.....
- شکل ۵ - ۵۱: درصد کاهش ضریب ناشی از شکل‌پذیری سازه با افزایش تعداد طبقات در رابطه ویدیک.....
 ۱۸۷.....
- شکل ۵ - ۵۲: تغییرات ضریب رفتار سازه با افزایش ضخامت در روابط مختلف.....
 ۱۸۹.....
- شکل ۵ - ۵۳: تغییرات ضریب رفتار سازه با افزایش طول دهانه در روابط مختلف.....
 ۱۸۹.....
- شکل ۵ - ۵۴: تغییرات ضریب رفتار سازه با افزایش ارتفاع در روابط مختلف.....
 ۱۹۰.....
- شکل ۵ - ۵۵: تغییرات ضریب رفتار سازه با افزایش تعداد دهانه‌های پر شده با میانقاب در رابطه نیومارک و هال.....
 ۱۹۱.....
- شکل ۵ - ۵۶: تغییرات ضریب رفتار سازه با افزایش تعداد دهانه‌های پر شده با میانقاب در رابطه کراوینکلر و ناسار.....
 ۱۹۱.....
- شکل ۵ - ۵۷: تغییرات ضریب رفتار سازه با افزایش تعداد دهانه‌های پر شده با میانقاب در رابطه میراندا و برترو.....
 ۱۹۱.....
- شکل ۵ - ۵۸: تغییرات ضریب رفتار سازه با افزایش تعداد دهانه‌های پر شده با میانقاب در رابطه ویدیک.....
 ۱۹۲.....
- شکل ۵ - ۵۹: تغییرات ضریب رفتار سازه با افزایش تعداد طبقات در رابطه نیومارک و هال.....
 ۱۹۲.....
- شکل ۵ - ۶۰: تغییرات ضریب رفتار سازه با افزایش تعداد طبقات در رابطه کراوینکلر و ناسار.....
 ۱۹۳.....
- شکل ۵ - ۶۱: تغییرات ضریب رفتار سازه با افزایش تعداد طبقات در رابطه میراندا و برترو.....
 ۱۹۳.....
- شکل ۵ - ۶۲: تغییرات ضریب رفتار سازه با افزایش تعداد طبقات در رابطه ویدیک.....
 ۱۹۳.....

فصل اول:

کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه

زلزله به عنوان یکی از مخرب‌ترین بلاهای طبیعی است که بشر در طول دوران حیات خود با آن مواجه بوده است. نگاهی به آمار و ارقام تلفات و خسارات ایجاد شده ناشی از بلاهای طبیعی سهم عمده این اثر مخرب را در کل خرابی‌ها و تلفات جانی نمایان می‌سازد. در این میان نگاهی به سوابق لرزه‌خیزی کشور مشخص می‌سازد که اکثر مناطق همواره در معرض خطر ناشی از زلزله مخرب قرار داشته و در نتیجه تلفات و خسارات سنگین و غیر قابل جبرانی را به بار آورده است. در سال‌های اخیر زلزله‌های طس (۱۳۵۷)، منجیل (۱۳۶۹) و بم (۱۳۸۲) شاهد این مدعا می‌باشند. از این رو امروزه بررسی رفتار سازه‌های مختلف تحت بار زلزله به منظور کاهش تلفات و خسارات مالی جبران ناپذیر، به مسئله بسیار مهم در طراحی سازه تبدیل شده است.

زلزله‌ها همواره در هنگام وقوع به دنبال نقاط ضعف ساختمان هستند؛ به عبارتی اثر آنها بر روی این قسمت‌ها می‌تواند مشکل‌ساز شود. این نقاط ضعف معمولاً در اثر تغییرات سریع در سختی، مقاومت یا شکل‌پذیری به وجود می‌آیند و اثرات این نقاط ضعف با توزیع نادرست، برجسته و نمایان‌تر می‌شود. مطالعات انجام گرفته در زمینه رفتار میانقاب‌ها و سختی باربری جانبی نشان می‌دهد که میانقاب‌ها تاثیر بسزایی روی شکل خرابی قاب‌های میان‌پر دارند و از طرفی به طور معمول میانقاب‌ها را به عنوان اعضای غیرسازه‌ای در نظر گرفته و از آنها در تحلیل و طراحی چشم‌پوشی می‌شود. کشور ما به دلایل مختلف از جمله آب و هوا، بومی بودن مصالح ساخت و ساز و... داری سبک‌های گوناگون ساختمان سازی است. ساختمان‌ها با قاب مرکب نیز یک نوع از این ساختمان‌ها محسوب می‌شود.

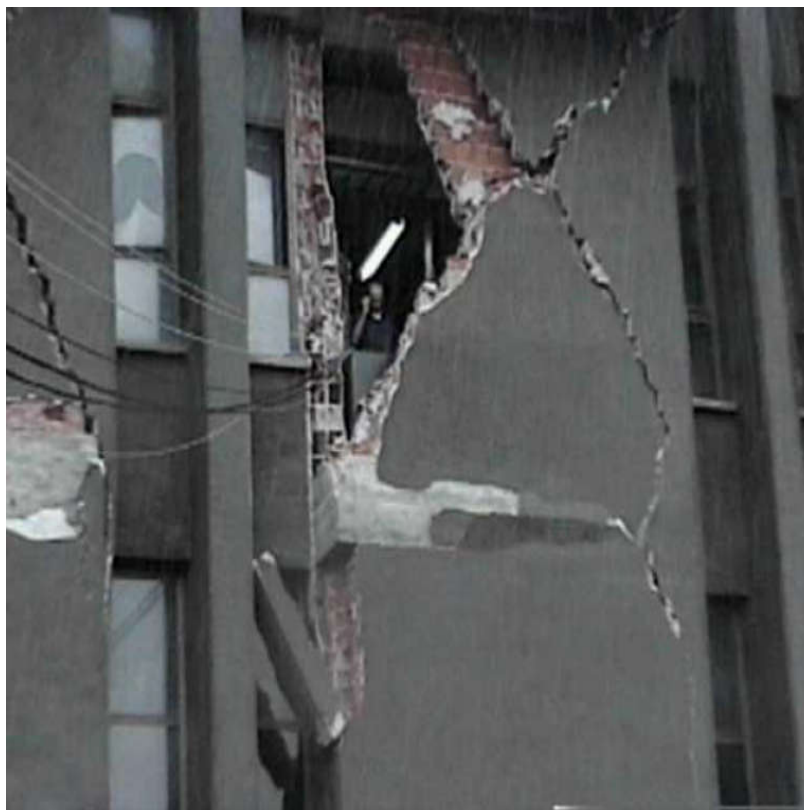
این نوع میانقاب‌ها نه تنها برای محافظت ساختمان از شرایط جوی استفاده می‌گردد، بلکه برای تقسیم بندی فضاها جهت برطرف نمودن نیازهای معماری نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حال حاضر به سبب توسعه سریع علم تحلیل سازه با تولید و ارائه نرم افزارهایی ویژه و همچنین توسعه تدریجی نظریه‌های نو در زمینه طراحی لرزه‌ای نظیر توسعه مفهوم طراحی بر اساس عملکرد توسط پاولای^۱ و پرستلی^۲ معرفی شد (پاولای و پرستلی، ۱۹۹۲). ضرورت در نظر گرفتن دیوار میانقاب در مراحل تحلیل و طراحی اهمیت بیشتری نسبت به قبل پیدا کرده است، زیرا نادیده گرفتن آن سبب مخدوش شدن برخی فرضیات طراح و نیز روش‌های طراحی می‌شود.

۱ - ۲ - سوابق خرابی میانقاب‌ها در زلزله‌های گذشته

در بسیاری از زلزله‌ها دیده شده که خسارت‌های زیادی به المان‌های غیرسازه‌ای نظیر دیوار جداکننده، نازک‌کاری، در و پنجره، گچ‌بری‌ها و ... تجهیزات و وسایل مستقر در ساختمان و تاسیسات مکانیکی و برقی وارد می‌شود. میانقاب‌ها نیز بخش‌های هستند که در زلزله آسیب می‌بینند و باعث آسیب دیدن قاب‌ها می‌شوند چون اغلب اثر افزایشی آن‌ها در سختی قاب در نظر گرفته نمی‌شود در هنگام وقوع زلزله، این قاب‌ها نیروی بیشتر از مقدار طراحی می‌گیرند و در نتیجه میانقاب‌های غیرمسلح به شدت آسیب می‌بینند (شکل ۱ - ۱). تخریب این دیوارها به صورت شکست المان قطری فشاری یا لغزشی افقی پانل خواهد بود که با ایجاد شوک به قاب خمشی آسیب می‌رساند. اما باید توجه داشت که مقاومت و ظرفیت اتلاف انرژی در یک قاب توأم با میانقاب بسیار بیشتر از یک قاب خالی است. بنابراین در یک قاب حاوی دیوار داخلی علیرغم افزایش نیروها به علت افزایش سختی، پایداری درمقابل زلزله بیشتر است (حسین‌زاده و ناطقی الهی، ۱۳۷۳؛ ناطقی الهی و معتمدی، ۱۳۷۷).

¹ - Paulay

² - Priestly



شکل ۱-۱ : تخریب میانقاب محیطی ساختمانی در زلزله ۲۰۰۳ ترکیه (محمد زاده، ۱۳۸۶)

همچنین فرو ریختن دست‌انداز بام و قسمت‌هایی از نما از قبیل سنگ نما، قسمت‌های پیش‌ساخته یا زینتی نما، در و پنجره و به ویژه شکسته شدن شیشه‌ها، می‌توانند علاوه بر خسارات مالی، جان افراد را به خطر اندازند. خرابی نازک‌کاری و گاهی شکسته شدن کاشی‌ها خساراتی هستند که حتی در زلزله‌های خفیف رخ می‌دهند. ولی این خسارات به آسانی قابل تعمیر بوده و خسارات جانی به بار نمی‌آورند (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲: خسارت به دیوار خارجی ساختمان (زلزله لس آنجلس) (محمد زاده، ۱۳۸۶)



شکل ۱-۳: خسارت ناشی از خرابی دیوار آجری (محمد زاده، ۱۳۸۶)

۱-۳- مروری بر عملکرد میانقاب‌ها در زلزله‌های ایران

بهترین آزمایشگاه برای بررسی سیستم‌های مختلف ساختمانی، مناطق زلزله زده است. در این مناطق، ساختمان‌های مختلفی عملاً تحت اثر زمین لرزه قرار گرفته که با مطالعه اثرات ناشی از زلزله روی این ساختمان‌ها می‌توان به نتایج سودمند و آموزنده دست یافت. در زلزله رودبار - منجیل ۳۱ خردادماه ۱۳۶۹ گروهی از ساختمان‌های فولادی شهر منجیل و رودبار اسکلت‌های فولادی با مهاربندی یا قاب‌های دارای میانقاب مصالح‌بنایی یا ترکیب این دو سیستم بوده‌اند و از نظر کیفیت اجرایی این ساختمان‌ها تفاوتی با دیگر ساختمان‌ها نداشتند، ولی رفتار متفاوتی نشان داده‌اند. در شکل زیر ملاحظه می‌شود که ساختمان با عملکرد مشترک قاب و میانقاب هم‌چنان پایرجا است، در حالی که برخی از ساختمان‌های مشابه بدون میانقاب فرو ریخته‌اند.

با توجه به الگوهای ساخت و ساز در بیشتر کشورها، دیوارهای آجری به عنوان میانقاب در ساختمان‌ها به کار می‌روند. با توجه به اینکه عموماً طراحی میانقاب‌ها بر اساس بارهای زلزله نمی‌باشد، به هنگام وقوع زمین لرزه خسارات عمده‌ای به آنها وارد می‌شود که باعث خرابی و یا واژگونی آنها می‌شود. خرابی ناشی از میانقاب‌ها می‌تواند باعث از بین رفتن تأسیسات داخل ساختمان شود و یا با پرتاب میانقاب به طرف خیابان منجر به خطری جدی برای عابرین که در خیابان در حال عبور و مرور هستند، می‌شود.



شکل ۱- ۴: نمونه عملکرد مرکب قاب و میانقاب در زلزله رودبار و منجیل (محمدعلی، ۱۳۹۱)

در زلزله بم ۵ دی ۱۳۸۲ موارد متعددی از ساختمان‌های مهاربندی شده دارای میانقاب مشاهده شد. دیوارهایی که مهاربندی را در خود جای داده‌اند، دو اثر مهم داشته‌اند: اولاً مهاربندها به پایداری و ایستایی دیوارها کمک کرده‌اند و ثانیاً اضلاع مهاربندی رفتار بهتری داشته‌اند. در مهاربند بدون دیوار بنایی که مهاربندها برای کشش طرح شده بودند، اغلب خسارت‌های این مهاربندها به صورت شکست در اتصال بود. لیکن مهاربندهایی که داخل میانقاب بوده‌اند کمتر از ناحیه اتصال دچار شکستگی و کمزش خارج از صفحه شده‌اند (شکل ۱-۵) (محمدعلی، ۱۳۹۱).



شکل ۱-۵: نمونه عملکرد قاب مهاربندی و میانقاب در زلزله بم (محمدعلی، ۱۳۹۱)

به گزارش جمعیت کاهش خطرات زلزله در ایران (۱۳۹۱)، در زلزله اهر، ورزقان و هریس ۲۱ مرداد ۱۳۹۱ که منجر به فوت بسیاری از هموطنان عزیزمان گردید، اکثراً در مناطق روستایی که قریب به اتفاق خانه‌ها فاقد سیستم‌های مقاوم در برابر زلزله می‌باشد، رخ داده است. اما متأسفانه در این زلزله که

حتی کمتر از زلزله طراحی است، بسیاری از سازه‌هایی که ظاهراً با آیین‌نامه‌های موجود طراحی و اجرا شده‌اند نیز دچار خرابی‌های قابل ملاحظه‌ای شده است. عمده خرابی‌ها در میانقاب‌های بلوک سیمانی آن‌ها رخ داده است؛ علت اصلی این موضوع عدم جداسازی میانقاب‌ها از اسکلت سازه می‌باشد. با توجه به اینکه در طراحی ساختمان‌های رایج اثر میانقاب‌ها در مدل سازی اعمال نمی‌شود. لذا با اعمال نیروهای زلزله و انتقال آنها به میانقاب‌ها باعث خرابی و فرو ریزش آن‌ها می‌گردد. در ساختمان‌ها نیز به ویژه در طبقات پایین که نیروی زلزله بیشتر است، این نیروها به میانقاب منتقل و با عنایت به اینکه میانقاب‌ها برای این نیروها طراحی نشده‌اند؛ در داخل و خارج صفحه قاب دچار خرابی‌های گسترده‌ای شده‌اند (شکل ۱ - ۶) (جمعیت کاهش خطرات زلزله در ایران^۳).



شکل ۱ - ۶ : خرابی داخلی و خارج صفحه میانقاب در زلزله اهر، هریس و ورزقان (جمعیت کاهش خطرات زلزله در ایران)

۱ - ۴ - تعریف مسئله و اهداف پژوهش

Family name: Darvishi	Name: Mohsen
Title of Thesis: Calculation of Behavior Factor of Masonry Infilled Steel Frames by Finite Element Modeling (Micro and Macro Modeling)	
Supervisor: Elham Ghandi (Ph.D) Advisor: Naseraldin Shahbazi (M.Sc)	
Graduate Degree M.Sc.	
Major: Civil Engineering	Specialty: Structural Engineering
University: Mohaghegh Ardabili	Faculty: Technical and Engineering
Graduation date: 6/9/2016	Number of pages: 198
<p>Abstract:</p> <p><i>In the design of frame structures under lateral load, effect of infills on stiffness was ignored and always assumed that with this act safety margin under lateral load caused in the performance of buildings. According to the previous studies had done on these structures and number of infills in different structures under earthquake force showed that the effect of infills on structure is more important than what was previously imagined. When we fill the frame with wall, mechanical properties such as stiffness, strength and ductility and totally dynamic characteristics significantly change So that it cannot achieve with a simple sum of properties of the frame and the wall to the properties of the composite frame. Ignorance of the effect of infills in terms of strength parameters in order to achieve insuurence (The walls with additional resistance is giving to the frame, have a positive impact on withstanding earthquake forces and general stability structure .)This ignorance was not always led to a catioous method and insuurence orientation. In this way, additional stiffness imposed to the frame, consequently during the earthquake that frame absorbed greater share of earthquake force. In general, infills in the analysis and design must be considered ,otherwise it must be separated from structural frame in appropriately but they have been restrained.</i></p> <p><i>Therefore, in this study a number of common steel moment frames with masonry Infill, has been modeling. There are different methods for modeling masonry infills, including equivalent diagonal strut, Compression Strut, Three-Strut Model and actual modeling technique that is the model for micro and macro models, noted that in this study the realistic modeling method was used. First, To ensure the accuracy of the built model , two laboratory samples filled one story steel frame with masonry materials, in ABAQUS software has been modeled in micro and macro method and then match the results of numerical modeling and laboratory, the investigated models was built , behavior factor and other dependent parameters on it with changes in the thickness, length and the span height, number of story and number of filled span was calculated And after comparing obtained results,final,y in order to reduce the damages due to the destruction of infill,conclusions and suggestion was presented. The results showed that the masonry Infill changed the influencing parameters in the behavior factor, including the period (T), additional coefficient of resistance (R_s) and the reduction factor due to plasticity (R_u).the result of these changes led to the reduction of behavior factor of steel frame with infill relative to an empty steel frame.</i></p>	



University of Mohaghegh Ardabili

Faculty of Technical and Engineering

Department of Civil Engineering

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of
M.Sc. in Civil Engineering - Structural Engineering**

Title:

**Calculation of Behavior Factor of Masonry Infilled Steel Frames by Finite
Element Modeling (Micro and Macro Modeling)**

Supervisor:

Elham Ghandi (Ph. D)

Advisor:

Naseraldin Shahbazi (M.Sc)

By:

Mohsen Darvishi

September – 2016