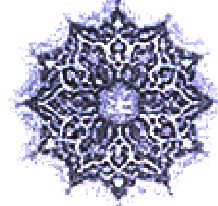
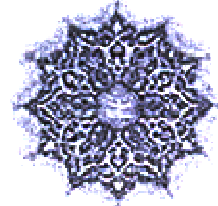
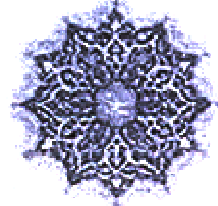


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





دانشگاه بوعلی سینا

دانشکده فنی مهندسی

گروه مهندسی عمران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران-سازه

عنوان:

نحوه مدل‌سازی و تأثیر میانقاب‌های بنایی در عملکرد لرزه‌ای ساختمان‌های

بتن مسلح

استاد راهنما:

دکتر رضا علاقه بندیان

پژوهشگر:

احسان دهقانی سانج

مهر ۱۳۸۸

همه امتیازهای این پایان نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب پایان نامه در مجلات، کنفرانس ها و یا سخنرانی ها باید نام دانشگاه بوعلی سینا به همراه اساتید راهنمای پایان نامه و پژوهشگر با ذکر مأخذ و ضمن کسب اجازه از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

تقدیم بہ پدر و مادر عزیزم

خواہر و لسوزم

و، مہسر مہربانم

با حمد و سپاس از خداوند متعال که به من این توفیق را داد تا بتوانم در کنار اهل علم و ادب باشم و بتوانم در تحصیل علم و دانش
بکوشم و با بیشتر فهمیدنم بدانم که کمتر می دانم.

از زحمات پدر و مادر عزیزم که در این چند سال زحمتهای بنده را با جان و دل قبول کردند و با صبر و مهربانی مرا حمایت کردند،
نهایت تشکر و قدردانی را دارم و امیدوارم با پیشرفت هایم گوشه ای از محبت های آنان را جبران کنم.

از تمامی مربیان و اساتید دوران تحصیلی خویش که روشنگر راه من بودند به ویژه استاد ارجمندم جناب دکتر علاقه بندیان که علاوه بر
راهنمای علمی من در این دوره، راهنمای بزرگی در زندگی کردن و مشوق اصلی در به سرانجام رسیدن این دوره تحصیلی بوده است،
تشکر و قدردانی فراوان دارم. همچنین از دیگر اساتید این دوره که سعادت شاکردی را در محضرشان داشتم کمال تشکر را دارم.

عنوان پایان نامه:

نحوه مدلسازی و تأثیر میانقاب‌های بنایی در عملکرد لرزه‌ای ساختمان‌های بتن مسلح

استاد راهنما: دکتر رضا علاقه بندیان

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی عمران گرایش: سازه دانشگاه: بوعلی سینا دانشکده: فنی مهندسی

تاریخ فارغ التحصیلی: ۸۸/۷/۹ تعداد صفحات: ۱۷۹

کلید واژه‌ها: میانقاب مصالح بنایی، مدل ماکرو، دستک فشاری، سه دستک فشاری، فنر معادل، قاب بتن مسلح، تحلیل استاتیکی غیر خطی.

چکیده:

پانل‌های پرکننده بنایی (میانقاب‌های بنایی) به عنوان عناصر معماری در ساختمان‌ها بسیار کاربرد دارند که اغلب وجودشان توسط مهندسان صرفنظر می‌گردد. امروزه روش‌های بسیاری برای مدلسازی میانقاب‌های بنایی مطرح شده که هر یک ویژگی خاصی را شبیه‌سازی می‌کنند. در این پژوهش به بررسی و بیان روش‌های مختلف مدلسازی میانقاب‌های بنایی و بررسی عملکرد لرزه‌ای قاب‌های بتن مسلح همراه با میانقاب بنایی پرداخته شده است، و نیز مقایسه‌ای بین سه مدل کاربردی انجام شده است. از بین روش‌های مدلسازی سه مدل ماکروی دستک فشاری (دستور العمل بهسازی)، سه دستک فشاری (الداخنی) و مدل فنر معادل انتخاب شد. جهت بررسی عملکرد لرزه‌ای قاب‌های بتن مسلح، ۱۲ قاب سه دهانه ۳، ۵ و ۷ طبقه، با سه چیدمان مختلف میانقاب بنایی انتخاب و به وسیله هر سه مدل ماکرو به صورت دو بعدی در نرم افزار کاربردی SAP2000 مدلسازی شدند. تمام قاب‌ها به روش تحلیل استاتیکی غیر خطی (Pushover) تحلیل شده و ضمن بررسی عملکرد لرزه‌ای قاب‌ها، نتایج تحلیل هر سه مدل ماکرو با هم مقایسه شدند.

نتایج تحلیل نشان داد که وجود میانقاب مصالح بنایی، با افزایش سختی و مقاومت نهایی قاب بتن مسلح و کاهش شکل‌پذیری قاب، بر سطح عملکرد قاب مؤثر می‌باشد. با مقایسه نتایج تحلیل سه مدل ماکرو، مشاهده شد که دو مدل دستک فشاری و سه دستک فشاری در مقایسه با مدل فنر معادل، تأثیر میانقاب مصالح بنایی را بهتر شبیه‌سازی می‌کنند و از بین این سه مدل، مدل سه دستک فشاری، برآورد مناسب تری از توزیع نیروها در قاب پیرامونی میانقاب در مقایسه با دو مدل دیگر ارائه می‌دهد.

فهرست مطالب:

۱	مقدمه
۵	فصل اول: مروری بر تحقیقات گذشته
۲۱	فصل دوم: رفتار قابهای مرکب
۲۱	۱-۲- مقدمه
۲۳	۲-۲- رفتار قاب مرکب تحت بار جانبی داخل صفحه
۲۴	۳-۲- توزیع تنش در میانقاب
۲۶	۴-۲- حالت‌های گسیختگی قاب مرکب
۲۷	۱-۴-۲- شکست کنج Corner crushing
۲۷	۲-۴-۲- شکست برشی لغزشی sliding shear
۲۸	۳-۴-۲- شکست فشاری قطری Diagonal compression
۲۹	۴-۴-۲- ترک قطری Diagonal cracking
۳۰	۵-۴-۲- گسیختگی قاب Frame failure
۳۲	۵-۲- مدهای شکست قاب‌های مرکب بتنی
۳۴	۶-۲- مقاومت حالت‌های گسیختگی قاب‌های مرکب
۳۵	۱-۶-۲- مقاومت ترک قطری
۳۶	۲-۶-۲- مقاومت برشی لغزشی
۳۸	۳-۶-۲- مقاومت شکست کنج
۳۹	۷-۲- رفتار خارج از صفحه قاب‌های مرکب
۴۰	۸-۲- محاسبه سختی جانبی قاب‌های مرکب
۴۲	فصل سوم: مدلسازی میانقاب
۴۲	۱-۳- مقدمه
۴۲	۲-۳- تقسیم‌بندی کلی شیوه‌های مدلسازی قابهای مرکب
۴۳	۱-۲-۳- روش‌های عددی
۴۴	۲-۲-۳- مدل‌های ماکرو
۴۴	۳-۳- قید قطری معادل، روش ساده برای مدلسازی میانقاب
۴۹	۴-۳- مدل‌های اصلاحی قید قطری
۵۳	۵-۳- مدل شبکه‌ای تروونگدام
۵۵	۶-۳- مدل زارنیک
۵۶	۷-۳- مدل مدن و همکاران
۶۰	۸-۳- مدل کریسوستومو و همکاران

۶۲	..... مدل الدخانی و همکاران
۶۸	..... ۱۰-۳- تممیم دستک معادل قطری به فنرهای افقی توسط مصطفایی و کابیزاوا
۶۹	..... ۱۱-۳- مدل پیشنهادی رودریگوس و همکاران
۷۱	..... ۱۲-۳- مدلسازی میانقاب بنایی در دستورالعمل بهسازی و FEMA 273
۷۵	فصل چهارم : مفاهیم عملکرد لرزه ای و بهسازی قاب های بتن مسلح و میانقاب ها
۷۵	..... ۱-۴- مقدمه
۷۵	..... ۲-۴- سطوح عملکرد ساختمان در دستورالعمل بهسازی
۷۶	..... ۳-۴- تحلیل خطر زلزله و طیف طراحی
۷۷	..... ۱-۳-۴- تعریف سطوح خطر زلزله
۷۸	..... ۲-۳-۴- طیف طرح استاندارد
۷۸	..... ۳-۳-۴- اهداف عملکردی ساختمان
۷۹	..... ۴-۴- روش طیف ظرفیت
۷۹	..... ۱-۴-۴- رسم طیف تقاضای زلزله طرح
۸۰	..... ۲-۴-۳- رسم منحنی ظرفیت سازه
۸۱	..... ۳-۴-۴- رسم طیف ظرفیت سازه
۸۲	..... ۴-۴-۴- تعیین تقاضا
۸۳	..... ۵-۴- بدست آوردن نقطه عملکرد
۸۳	..... ۱-۵-۴- بدست آوردن نقطه عملکرد با روش طیف ظرفیت
۸۵	..... ۲-۵-۴- روش ضرایب تغییر مکان
۸۵	..... ۱-۲-۵-۴- رسم نمایش دوخطی منحنی ظرفیت
۸۶	..... ۲-۲-۵-۴- محاسبه پریود اصلی موثر (Te)
۸۶	..... ۳-۲-۵-۴- محاسبه تغییر مکان هدف di
۸۹	..... ۶-۴- مدلسازی و معیارهای پذیرش ساختمان های بتنی
۸۹	..... ۱-۶-۴- مقدمه :
۸۹	..... ۲-۶-۴- سختی
۹۰	..... ۱-۲-۶-۴- روش های خطی
۹۰	..... ۲-۲-۶-۳- روش های غیرخطی
۹۲	..... ۳-۶-۴- قاب های خمشی بتن مسلح تیر-ستون
۹۲	..... ۱-۳-۶-۴- ملاحظات کلی
۹۳	..... ۲-۳-۶-۴- سختی در روش استاتیکی غیرخطی
۹۳	..... ۳-۳-۶-۴- مقاومت
۹۳	..... ۴-۳-۶-۳- معیارهای پذیرش در روش استاتیکی غیرخطی
۹۶	..... ۴-۶-۴- قاب های بتنی دارای میانقاب مصالح بنایی

۹۶	..... کلیات ۱-۴-۶-۴
۹۶	..... سختی در روش استاتیکی غیرخطی ۲-۴-۶-۴
۹۷	..... مقاومت ۳-۴-۶-۴
۹۷	..... معیارهای پذیرش قاب در روش استاتیکی غیرخطی ۴-۴-۶-۳
۹۸	..... معیارهای پذیرش میانقابه‌های بنایی ۵-۴-۶-۴
۱۰۱	..... فصل پنجم : مدل سازی قاب های مرکب در SAP2000
۱۰۱	..... ۱-۵ مقدمه
۱۰۱	..... ۲-۵ معرفی سازه‌های مورد مطالعه
۱۰۴	..... ۱-۲-۵ طراحی مقدماتی مدل ها
۱۰۵	..... ۲-۲-۵ مشخصات میانقاب بنایی
۱۰۶	..... ۳-۵ تحلیل استاتیکی فرآینده غیرخطی (Pushover)
۱۰۶	..... ۱-۳-۵ پیش تحلیل با بارهای ثقلی
۱۰۷	..... ۲-۳-۵ توزیع بارهای جانبی
۱۰۷	..... ۴-۵ ساخت مدل ها
۱۰۸	..... ۱-۴-۵ مدلسازی دستک فشاری (مدل دستورالعمل بهسازی)
۱۱۲	..... ۲-۴-۵ مدلسازی فنر معادل (تعمیم دستک معادل قطری به فنرهای افقی توسط مصطفایی و کابیزاوا)
۱۱۵	..... ۲-۴-۵ مدلسازی سه دستک فشاری (مدل الدخانی و همکاران)
۱۲۱	..... فصل ششم: ارزیابی و مطالعه قاب های مرکب و مقایسه مدل های میانقاب بنایی
۱۲۱	..... ۱-۶ مقدمه
۱۲۱	..... ۲-۶ عملکرد لرزه ای قابهای بتن مسلح بدون میانقاب
۱۲۲	..... ۱-۲-۶ عملکرد لرزه ای قاب 3s-BF
۱۲۴	..... ۲-۲-۶ عملکرد لرزه ای قاب 5s-BF
۱۲۷	..... ۳-۲-۶ عملکرد لرزه ای قاب 7s-BF
۱۲۹	..... ۳-۶ عملکرد لرزه ای قاب های مرکب و مقایسه مدل ها
۱۳۰	..... ۱-۳-۶ منحنی ظرفیت و وضعیت تشکیل مفاصل در قابهای مرکب
۱۳۷	..... ۲-۳-۶ ارزیابی و مطالعه منحنیهای ظرفیت در تحلیل های انجام گرفته
۱۴۱	..... ۳-۳-۶ عملکرد لرزه ای قابهای مرکب
۱۴۴	..... ۴-۳-۶ تأثیر میانقاب در تغییر مکان نسبی طبقات
۱۴۸	..... ۶-۳-۵ تأثیر میانقاب بر روی قاب پیرامونی
۱۵۸	..... فصل هفتم : نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۵۸	..... ۱-۷ مقدمه
۱۵۸	..... ۲-۷ نتیجه گیری

۳-۷- پیشنهادات ۱۶۰

مرجع ۱۶۲

پیوست ۱، الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک ۱۶۶

پیوست ۲ جدول نقاط عملکرد قابها ۱۷۰

فهرست شکل ها

- شکل ۱-۱- نمونه آزمایشی مقدم و داولینگ..... ۸
- شکل ۲-۱- نمونه آزمایشگاهی مقیاس کامل نگرو و همکاران..... ۱۱
- شکل ۳-۱- نمونه آزمایشگاهی محرابی و همکاران [۲۹]..... ۱۲
- شکل ۴-۱- نمونه آزمایشگاهی مسلم و همکاران [۳۲]..... ۱۳
- شکل ۵-۱- نمونه آزمایشی بونوپان و همکاران [۹]..... ۱۵
- شکل ۶-۱- نمونه ای از قاب های آزمایش شده توسط الجار و همکاران..... ۱۷
- شکل ۷-۱- نمونه آزمایشی مقدم [۳۰]..... ۱۹
- شکل ۱-۲- مقایسه رفتار قاب مرکب و میانقاب [۴]..... ۲۱
- شکل ۲-۲- کنش خرپایی در قاب مرکب..... ۲۴
- شکل ۳-۲- تغییرات تنش در صفحه میانقاب..... ۲۵
- شکل ۴-۲- تنش در مرکز میانقاب..... ۲۵
- شکل ۵-۲- نمونه های از ترک مرزی..... ۲۶
- شکل ۶-۲- شکست گوشه..... ۲۷
- شکل ۷-۲- شکست برشی لغزشی..... ۲۸
- شکل ۸-۲- نمونه های از شکست برشی لغزشی..... ۲۸
- شکل ۹-۲- شکست فشاری قطری..... ۲۹
- شکل ۱۰-۲- ترک قطری..... ۳۰
- شکل ۱۱-۲- گسیختگی قاب (ایجاد مفاصل پلاستیک)..... ۳۰
- شکل ۱۲-۲- گسیختگی قاب (ایجاد ستون کوتاه)..... ۳۱
- شکل ۱۳-۲- نومدار نیرو-جابجایی مکان قاب مرکب..... ۳۲
- شکل ۱۴-۲- مدهای شکست بر اساس آزمایشات محرابی [۲۹]..... ۳۴
- شکل ۱۵-۲- مدل قاب با مهاربند زانویی برای شکست لغزشی..... ۳۶
- شکل ۱۶-۲- خطوط ترک مصالح بنایی در معرض نیروهای خارج صفحه..... ۳۹
- شکل ۱-۳- مدل رفتاری هلمز [۳۱]..... ۴۵
- شکل ۲-۳- طول تماسی و مفهوم المان قطری معادل [۴۱]..... ۴۶
- شکل ۳-۳- نمودار $\frac{d}{L}$ را بر حسب $\frac{W}{L}$ [۳۱]..... ۴۷
- شکل ۲-۳- طول تماسی در مدل ارائه شده توسط کدیر [۳۱]..... ۴۹
- شکل ۳-۳- مدل زارنیک و تومازویچ [۱۳]..... ۵۰
- شکل ۴-۳- الف) مدل اشمیت ، ب) مدل کریسوستومو ، ج) کریسافولی [۱۳]..... ۵۰

- شکل ۳-۵- مدل زانویی فیروتو [۱۳] ۵۱
- شکل ۳-۶- مدل های مقایسه شده توسط فرانسیسکو [۱۳] ۵۲
- شکل ۳-۷- مدل تروونگدام [۴۶] ۵۳
- شکل ۳-۸- حالت‌های مختلف بازشو در مدل تروونگدام [۴۶] ۵۴
- شکل ۳-۹- مدل زارنیک [۴۷] ۵۶
- شکل ۳-۱۰- مدل مدن و همکاران [۲۴] ۵۷
- شکل ۳-۱۱- رابطه تنش- کرنش مصالح بنایی در فشار [۲۴] ۵۸
- شکل ۳-۱۱- پوش مقاومت میانقاب مصالح بنایی [۲۴] ۵۹
- شکل ۳-۱۲- الف) منحنی هیستریزیس ب) منحنی پوش مقاومت پیشنهادی توسط، کریسوستومو و همکاران [۱۱] ۶۱
- شکل ۳-۱۳- مدل شش قیدی کریسوستومو و همکاران [۱۱] ۶۱
- شکل ۳-۱۴- رفتار قاب مرکب (جدایی قاب به دو ناحیه قطری) [۱۶] ۶۲
- شکل ۳-۱۵- مدل الداخنی و همکاران [۱۶] ۶۵
- شکل ۳-۱۶- مدل اورتروپیک مصالح بنایی در مدل الداخنی و همکاران [۱۶] ۶۶
- شکل ۳-۱۷- روابط سه خطی ساده شده در مدل الداخنی و همکاران (الف) رابطه تنش- کرنش مصالح بنایی (ب) رابطه نیرو- تغییر شکل برای دستکها [۱۶] ۶۷
- شکل ۳-۱۸- منحنی پوش مقاومت مصالح بنایی برای فنر قطری [۳۳] ۶۸
- شکل ۳-۱۹- معادل سازی دستک قطری با فنر افقی [۳۳] ۶۸
- شکل ۳-۲۰- شبیه‌سازی بازوها با فنرهای چندگانه و معادل کردن آنها با یک فنر [۳۳] ۶۹
- شکل ۳-۲۱- مدل پیشنهادی رودریگوس و همکاران [۳۶] ۷۰
- شکل ۳-۲۲- منحنی نیرو-تغییر مکان چند خطی مورد استفاده در مدل رودریگوس و همکاران [۳۶] ۷۰
- شکل ۳-۲۳- منحنی نیرو-تغییر مکان میانقاب مصالح بنایی پیشنهاد شده توسط دستورالعمل بهسازی و FEMA273 ۷۲
- شکل ۳-۲۴- مدلسازی به صورت همگرا ۷۳
- شکل ۳-۲۵- مدلسازی به صورت واگرا، (الف) تخمین نیرو در ستون، (ب) تخمین نیرو در تیر ۷۳
- شکل ۴-۱- طیفهای ظرفیت در قالب سنتی و ADRS [۱] ۸۰
- شکل ۴-۲- نمایش گرافیکی روش بار افزون (Pushover) [۷] ۸۱
- شکل ۴-۳- ضرایب مشارکت مدی و جرم مدی نمونه [۷] ۸۲
- شکل ۴-۴- محاسبه ضرائب کاهش طیفی، (ب) تعیین محل تلاقی [۲] ۸۴
- شکل ۴-۵- نمایش دو خطی منحنی ظرفیت و محاسبه سختی مؤثر [۲] ۸۵
- شکل ۴-۶- رابطه نیرو-تغییر شکل برای اعضای بتنی [۲] ۹۱
- شکل ۵-۱- نامگذاری مدلها و تیپ بندی آنها در سازه سه طبقه ۱۰۲
- شکل ۵-۲- نامگذاری مدلها و تیپ بندی آنها در سازه های پنج طبقه و هفت طبقه ۱۰۳
- شکل ۵-۳- رابطه نیرو جانبی-تغییر مکان انتخاب شده برای دستک فشاری ۱۰۹
- شکل ۵-۴- رابطه نیرو جانبی-تغییر مکان مصالح بنایی برای سازه ی سه طبقه در طبقه اول- مدل دستک فشاری ۱۱۰

- شکل ۵-۵- نحوه تعریف رفتار غیر خطی دستکهای معادل برای سازه ی سه طبقه در طبقه اول- مدل دستک فشاری..... ۱۱۰
- شکل ۵-۶- قاب 3s-infA مدل شده به وسیله ی دستک فشاری ۱۱۱
- شکل ۵-۷- رابطه نیرو جانبی-تغییر مکان انتخاب شده برای مدل فنر معادل ۱۱۲
- شکل ۵-۸- رابطه نیرو جانبی-تغییر مکان مصالح بنایی برای سازه ی سه طبقه در طبقه اول- مدل فنر معادل..... ۱۱۳
- شکل ۵-۹- نحوه تعریف رفتار غیرخطی دستک های معادل برای سازه ی سه طبقه در طبقه اول- مدل فنر معادل ۱۱۳
- شکل ۵-۱۰- قاب 3s-infA مدل شده به وسیله ی فنر معادل ۱۱۴
- شکل ۵-۱۱- رابطه نیرو جانبی-تغییر مکان مصالح بنایی برای سازه ی سه طبقه در طبقه اول- مدل سه دستک فشاری... ۱۱۷
- شکل ۵-۱۲- نحوه تعریف رفتار غیر خطی دستک قطری برای سازه ی سه طبقه در طبقه اول- مدل سه دستک فشاری... ۱۱۸
- شکل ۵-۱۳- قاب 3s-infA مدل شده به وسیله ی سه دستک فشاری ۱۱۸
- شکل ۶-۱- طیف طرح استاندارد ۲۸۰۰ برای خاک نوع III و خطر نسبی بسیار زیاد ۱۲۲
- شکل ۶-۲- منحنی ظرفیت قاب 3s-BF ۱۲۳
- شکل ۶-۳- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 3s-BF در نقطه عملکرد قاب ۱۲۴
- شکل ۶-۴- منحنی ظرفیت قاب 5s-BF ۱۲۵
- شکل ۶-۵- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 5s-BF در نقطه عملکرد قاب ۱۲۶
- شکل ۶-۶- منحنی ظرفیت قاب 7s-BF ۱۲۷
- شکل ۶-۷- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 7s-BF در نقطه عملکرد قاب ۱۲۸
- شکل ۶-۸- منحنی ظرفیت قاب 3s-infA ۱۳۰
- شکل ۶-۹- منحنی ظرفیت قاب 3s-infB ۱۳۰
- شکل ۶-۱۰- منحنی ظرفیت قاب 3s-infC ۱۳۱
- شکل ۶-۱۱- منحنی ظرفیت قاب 5s-infA ۱۳۱
- شکل ۶-۱۲- منحنی ظرفیت قاب 5s-infB ۱۳۲
- شکل ۶-۱۳- منحنی ظرفیت قاب 5s-infC ۱۳۲
- شکل ۶-۱۴- منحنی ظرفیت قاب 7s-infA ۱۳۳
- شکل ۶-۱۵- منحنی ظرفیت قاب 7s-infB ۱۳۳
- شکل ۶-۱۶- منحنی ظرفیت قاب 7s-infC ۱۳۴
- شکل ۶-۱۷- الف- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 5s-infA در نقطه عملکرد قاب (مدل دستک فشاری)..... ۱۳۶
- شکل ۶-۱۷- ب- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 5s-infA در نقطه عملکرد قاب (مدل سه دستک فشاری) ۱۳۶
- شکل ۶-۱۷- ج- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 5s-infA در نقطه عملکرد قاب (مدل فنر معادل)..... ۱۳۷
- شکل ۶-۱۸- اثر میانقاب در افزایش سختی مؤثر در قابهای سه طبقه ۱۳۸
- شکل ۶-۱۹- اثر میانقاب در افزایش سختی مؤثر در قابهای پنج طبقه ۱۳۸
- شکل ۶-۲۰- اثر میانقاب در افزایش سختی مؤثر در قابهای هفت طبقه ۱۳۹
- شکل ۶-۲۱- اثر میانقاب در افزایش سختی مؤثر قابهای سه دهانه پر در ارتفاع ۱۳۹
- شکل ۶-۲۲- اثر میانقاب در افزایش ظرفیت قابهای سه دهانه پر در ارتفاع ۱۴۰

شکل ۶-۲۳- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 3s-infA (الف) مدل دستک فشاری (ب) مدل سه دستک فشاری (ج) مدل فنر معادل (د) الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب توخالی در تغییر مکان هدف قاب توپر	۱۴۲
شکل ۶-۲۴- مقادیر تغییر مکان نسبی طبقات مدل ۳ طبقه-الف) قاب 3s-infA (ب) قاب 3s-infB (ج) قاب 3s-infC	۱۴۵
شکل ۶-۲۵- مقادیر تغییر مکان نسبی طبقات مدل ۵ طبقه-الف) قاب 5s-infA (ب) قاب 5s-infB (ج) قاب 5s-infC	۱۴۶
شکل ۶-۲۶- مقادیر تغییر مکان نسبی طبقات مدل ۷ طبقه-الف) قاب 7s-infA (ب) قاب 7s-infB (ج) قاب 7s-infC	۱۴۷
شکل ۶-۳۰- نیرو در تیرهای قاب خالی 3s-BF در تغییر مکان هدف قاب کاملاً پر	۱۴۹
شکل ۶-۳۱- نیرو در ستونهای قاب خالی 3s-BF در تغییر مکان هدف قاب کاملاً پر	۱۵۰
شکل ۶-۳۲- لنگر خمشی تیر در قاب 3s-infA	۱۵۱
شکل ۶-۳۳- نیروی برشی تیر در قاب 3s-infA	۱۵۲
شکل ۶-۳۴- نیروی لنگر خمشی ستون در قاب 3s-infA	۱۵۳
شکل ۶-۳۵- نیروی محوری ستون در قاب 3s-infA	۱۵۴
شکل ۶-۳۶- نیروی برشی ستون در قاب 3s-infA	۱۵۵
شکل پ ۱-۱- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قابهای بدون میانقاب در نقطه عملکرد قاب الف) 7s-BF (ب) 5s-BF (ج) 3s- BF	۱۶۶
شکل پ ۱-۲- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 3s-infA در نقطه عملکرد قاب الف) مدلسازی با مدل دستک فشاری (ب) مدلسازی با مدل سه دستک فشاری (ج) مدلسازی با مدل فنر معادل	۱۶۶
شکل پ ۱-۳- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 3s-infB در نقطه عملکرد قاب الف) مدلسازی با مدل دستک فشاری (ب) مدلسازی با مدل سه دستک فشاری (ج) مدلسازی با مدل فنر معادل	۱۶۷
شکل پ ۱-۴- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 3s-infC در نقطه عملکرد قاب الف) مدلسازی با مدل دستک فشاری (ب) مدلسازی با مدل سه دستک فشاری (ج) مدلسازی با مدل فنر معادل	۱۶۷
شکل پ ۱-۵- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 5s-infA در نقطه عملکرد قاب الف) مدلسازی با مدل دستک فشاری (ب) مدلسازی با مدل سه دستک فشاری (ج) مدلسازی با مدل فنر معادل	۱۶۷
شکل پ ۱-۶- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 5s-infB در نقطه عملکرد قاب الف) مدلسازی با مدل دستک فشاری (ب) مدلسازی با مدل سه دستک فشاری (ج) مدلسازی با مدل فنر معادل	۱۶۸
شکل پ ۱-۷- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 5s-infC در نقطه عملکرد قاب الف) مدلسازی با مدل دستک فشاری (ب) مدلسازی با مدل سه دستک فشاری (ج) مدلسازی با مدل فنر معادل	۱۶۸
شکل پ ۱-۸- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 7s-infA در نقطه عملکرد قاب الف) مدلسازی با مدل دستک فشاری (ب) مدلسازی با مدل سه دستک فشاری (ج) مدلسازی با مدل فنر معادل	۱۶۸
شکل پ ۱-۹- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 7s-infB در نقطه عملکرد قاب الف) مدلسازی با مدل دستک فشاری (ب) مدلسازی با مدل سه دستک فشاری (ج) مدلسازی با مدل فنر معادل	۱۶۹
شکل پ ۱-۱۰- الگوی تشکیل مفاصل پلاستیک قاب 7s-infA در نقطه عملکرد قاب الف) مدلسازی با مدل دستک فشاری (ب) مدلسازی با مدل سه دستک فشاری (ج) مدلسازی با مدل فنر معادل	۱۶۹

فهرست جداول

جدول ۱-۴	سطوح مختلف عملکرد ساختمان	۷۷
جدول ۲-۴	اهداف عملکردی معرفی شده در دستورالعمل بهسازی و آیین نامه (FEMA) [۱۸]	۷۸
جدول ۳-۴	مقادیر C0 بر حسب تعداد طبقات	۸۷
جدول ۴-۴	مقادیر ضریب C2	۸۸
جدول ۵-۴	مقادیر سختیهای مؤثر [۲]	۹۰
جدول ۶-۴	پارامترهای مدلسازی و معیار پذیرش در روش های غیرخطی برای تیرهای بتن مسلح [۲]	۹۴
جدول ۷-۴	پارامترهای مدلسازی و معیار پذیرش در روش های غیرخطی برای ستونهای بتن مسلح [۲]	۹۵
جدول ۸-۴	پارامترهای مدلسازی و معیار پذیرش در روش های غیرخطی-قابهای بتن مسلح با میانقاب [۲]	۹۸
جدول ۹-۴	روابط ساده شده نیرو-تغییر مکان برای میانقاب مصالح بنایی در روش استاتیکی غیرخطی [۲]	۹۸
جدول ۱-۵	نام گذاری مدل ها	۱۰۲
جدول ۲-۵	فرضیات آنالیز و طراحی	۱۰۴
جدول ۳-۵	نتایج طراحی برای سازه سه طبقه و پنج طبقه	۱۰۴
جدول ۴-۵	نتایج طراحی برای سازه هفت طبقه	۱۰۵
جدول ۵-۵	تعیین عرض مؤثر و مدل رفتاری دستک های فشاری در تحلیل غیرخطی	۱۱۱
جدول ۶-۵	تعیین پارامترهای منحنی نیرو-تغییر مکان مدل فنر معادل	۱۱۴
جدول ۷-۵	طول تماسی و عرض مؤثر دستک های فشاری قطری و غیرقطری در مدل سه دستک فشاری	۱۱۶
جدول ۸-۵	پارامترهای مورد نیاز برای تعریف رفتار غیرخطی دستک های فشاری قطری و غیرقطری در مدل سه دستک	
الداخنی		۱۱۹
جدول ۱-۶	نقطه عملکرد قاب 3s-BF	۱۲۲
جدول ۲-۶	جدول مفاصل پلاستیک در قاب 3s-BF	۱۲۳
جدول ۳-۶	نقطه عملکرد قاب 5s-BF	۱۲۴
جدول ۴-۶	جدول مفاصل پلاستیک در قاب 5s-BF	۱۲۵
جدول ۵-۶	نقطه عملکرد قاب 7s-BF	۱۲۷
جدول ۶-۶	جدول مفاصل پلاستیک در قاب 7s-BF	۱۲۸
جدول ۷-۶	نقطه عملکرد قابهای مرکب	۱۲۹
جدول ۸-۶-الف	جدول مفاصل پلاستیک در قاب 5s-infA (مدل دستک فشاری)	۱۳۴
جدول ۸-۶-ب	جدول مفاصل پلاستیک در قاب 5s-infA (مدل سه دستک فشاری)	۱۳۵
جدول ۸-۶-ج	جدول مفاصل پلاستیک در قاب 5s-infA (مدل فنر معادل)	۱۳۵
جدول ۹-۶	سطوح عملکرد قاب های مطالعه شده	۱۴۳
جدول ۱-۲	نقطه عملکرد قاب 3s-infA، مدلسازی میانقاب به وسیله مدل دستک فشاری	۱۷۰

مقدمه

در فرآیند تحلیل و طراحی، معمولاً ساختمان‌ها بصورت قاب‌هایی متشکل از اعضای اصلی سازه‌ای از قبیل تیرها، ستون‌ها و مهاربندها در نظر گرفته می‌شوند. اما در اغلب مناطق شهری، قاب‌های ساختمانی در نواحی میانی یا پیرامونی ساختمان با دیوارهای مصالح بنایی به عنوان پارتیشن‌ها یا عایق‌های صوتی و حرارتی پر می‌شوند که در تحلیل و طراحی تنها وزن آنها در نظر گرفته شده است. به این نوع دیوارها، میانقاب و به سیستم حاصل از قاب و میانقاب، قاب مرکب اطلاق می‌شود. مطالعات انجام شده در گذشته نشان می‌دهد که رفتار قاب‌های ساختمانی با وجود این میانقاب‌ها با رفتار قاب خالی یکسان نیست. معمولاً با توجه به اینکه این نوع اعضا بصورت اعضای غیر سازه‌ای تلقی می‌شوند، لذا اثر آنها در تحلیل سازه نادیده گرفته می‌شود. این در حالی است که در هنگام وقوع زلزله‌های شدید و متوسط، میانقاب‌های مصالح بنایی با قاب محیطی خود برخورد نموده و نیروهای اندرکنشی ایجاد شده در بین آنها باعث افزایش ظرفیت باربری جانبی سازه می‌گردد. از این رو، دخالت دادن نقش میانقاب‌ها در مراحل مختلف تحلیل و طراحی قاب‌های ساختمانی ضروری به نظر می‌رسد.

در آیین‌نامه‌های لرزه‌ای موجود از قبیل دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود و FEMA273 بر لحاظ شدن نقش میانقاب در مراحل مختلف ارزیابی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود تأکید شده است. مدل‌های محاسباتی بسیاری برای شبیه‌سازی میانقاب‌ها در قاب‌های مرکب توسط محققین ارائه شده است که از آن‌ها در اهداف مطالعاتی، تحلیلی و طراحی استفاده می‌شود. به منظور استفاده کاربردی از مدل‌های ارائه شده توسط محققین، در این پژوهش مدل‌هایی انتخاب و در نرم افزار کاربردی SAP2000 مدلسازی شده است. برای تحلیل و ارزیابی لرزه‌ای ساختمان‌ها، ابتدا طریقه‌ی مدلسازی سه مدل کاربردی در

نرم‌افزار ارائه شده و در نهایت با مقایسه‌ی این سه مدل، تفاوت‌های آنها بیان شده است. به‌طور کلی هدف از این پژوهش بررسی عملکرد لرزه‌ای قاب‌های بتن مسلح همراه با میانقاب بنایی، به وسیله سه مدل ماکرو در نرم‌افزاری کاربردی، و مقایسه‌ی این سه مدل جهت استفاده عملی‌تر در محاسبات مهندسی می‌باشد.

مطالب پایان‌نامه حاضر در ۷ فصل ارائه شده‌است.

در فصل اول به طور اجمالی مروری بر تحقیقاتی که در گذشته توسط محققین در خصوص رفتار قاب‌های مرکب انجام گرفته، پرداخته شده است.

در فصل دوم، رفتار قاب مرکب و اندرکنش بین قاب و میانقاب، توزیع تنش در میانقاب و حالت‌های شکست قاب مرکب تشریح شده است. در ادامه سختی و مقاومت قاب‌های مرکب و در نهایت رفتار خارج از صفحه میانقاب بیان شد.

در فصل سوم، ابتدا مبانی مدلسازی میانقاب مصالح بنایی، شیوه‌های مختلف مدلسازی و سیر تکامل روش‌ها بیان شده‌است. مدل‌های ماکرو ارائه شده توسط محققین تشریح و در نهایت سه مدل ماکرو دستک فشاری (دستور العمل بهسازی لرزه‌ای)، سه دستک فشاری (مدل ال‌دخاخی) و مدل فنر معادل (مدل تعمیم دستک فشاری به فنر معادل توسط کابیاوا و مصطفایی) جهت مدلسازی انتخاب شده است.

در فصل چهارم تعاریف اولیه و مقدماتی بهسازی لرزه‌ای، سطوح عملکرد ساختمان و سطوح خطر زلزله از دید دستورالعمل بهسازی آورده شده است. در ادامه روش طیف ظرفیت و آنالیز بارافزون (Pushover) و روش‌های بدست آوردن نقطه عملکرد سازه بیان شده و در نهایت معیارها و فرضیات مدلسازی و همچنین معیارهای پذیرش برای ساختمان‌های بتنی بدون میانقاب و دارای میانقاب مصالح بنایی شرح داده شده است.

در فصل پنجم ابتدا نمونه سازه‌هایی از قاب‌های مرکب جهت مطالعه رفتار قاب‌های مرکب و مقایسه مدل‌های ماکرو انتخاب شده و مشخصات قاب مسلح و میانقاب مصالح بنایی انتخابی معرفی شده است. در انتها به

طریقه پیاده‌سازی مدل‌های انتخابی و نمونه‌های سازه‌های انتخابی در نرم افزار SAP2000 پرداخته شده است.

در فصل ششم با انجام تحلیل بارافزون Pushover بر روی قاب‌های بتن مسلح بدون میانقاب بنایی و با میانقاب بنایی، عملکرد لرزه‌ای قاب‌های بتن مسلح بررسی شده است. قاب‌های بتن مسلح همراه با توزیع‌های مختلف میانقاب بنایی به وسیله هر سه مدل ماکرو مدلسازی شده و با تعیین نقاط عملکرد به روش تغییر مکان هدف، سطوح عملکرد قاب‌ها به دست آمده است. در پایان ضمن بررسی و مقایسه نتایج تحلیل و عملکرد قاب‌های بتن مسلح بدون میانقاب و دارای میانقاب، به بررسی و مقایسه سه مدل ماکرو پرداخته شده است.

فصل هفتم شامل خلاصه‌ای از نتایج حاصل از تحقیق و پیشنهادهای به محققین جهت تحقیقات بیشتر در این زمینه است.

فصل اول

مروری بر تحقیقات گذشته