٨٧/١١/٩٠٢٢٤
٨٧/١٠/٤

١٠٨٦٨١

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی قزوین

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی عمران-سازه

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

گرایش سازه

طرح ترمیم میان‌قاب‌های آجری با اجرای شاتکریت یک‌طرفه

نگارش: علی نیکوفر

استاد راهنما: خانم دکتر فرزانه حامدی

استاد مشاور: آقای دکتر عبدالرضا سروقد مقدم

۱۳۸۷ /۹/ ۲۴

شهریورماه ۸۷

۱۰۸۶۸۱

بنام خدا

جلسه دفاعیه آقای **علی نیکوفر** دانشجوی رشته عمران، گرایش سازه با عنوان **طرح ترمیم میان‌قاب‌های آجری با اجرای شاتکریت یک‌طرفه** در تاریخ **۸۷/۷/۱۴** برگزار و با نمره **۱۹** و درجه **عالی** مورد تائید هیأت داوران واقع گردید.

استاد راهنما: سرکار خانم دکتر **فرزانه حامدی**

استاد مشاور: جناب آقای دکتر **عبدالرضا سروقد مقدم**

داور داخلی: جناب آقای دکتر **محمود نادری**

داور خارجی: جناب آقای دکتر **فرهنگ فرخی**

نماینده تحصیلات تکمیلی: جناب آقای مهندس **محمد حسین پروین نیا**

تقدیم به

پدر عزیزم، اولین معلم زندگی

و

مادر مهربانم، همراه همیشگی

باشد که بتوانم گوشه‌ای از زحماتشان را جبران نمایم.

چکیده:

در این پایان‌نامه، هدف آن بوده است که با مدل‌سازی عددی و اجزا محدود میان‌قاب‌های آجری تحت بارهای جانبی استاتیکی که بصورت افزاینده به قاب نگهدارنده آنها اعمال می‌گردد، علاوه بر بررسی رفتار میان‌قاب‌ها در هنگام وقوع زلزله و بررسی مودهای خرابی احتمالی میان‌قاب در اثر این نوع بارها، روندی منطقی برای بررسی رفتار این اجزا ساختمانی که غالبا در مدل‌سازی و طراحی ساختمان‌ها در نظر گرفته نمی‌شوند، بدست آید. بدین منظور، ابتدا به کمک نرم‌افزار اجزا محدود ABAQUS نسخه 6.6 اقدام به مدل‌سازی یک مدل آزمایشگاهی که در آزمایشگاه پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله در قالب یک پایان‌نامه درجه کارشناسی ارشد و طرح تحقیقاتی انجام گرفته بود، گردید. پس از اطمینان از صحت نتایج ارائه شده توسط آنالیز اجزا محدود مدل عددی و مقایسه آن با نتایج ارائه شده توسط مدل آزمایشگاهی، با مدل‌سازی میان‌قاب فاقد هرگونه لایه‌های تقویتی اعم از ملات ماسه سیمان یا شاتکریت، رفتار میان‌قاب‌های غیرمسلح تحت بارهای جانبی مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت، با اعمال لایه‌های تقویتی شاتکریت بر روی یک وجه میان قاب مورد مطالعه، رفتار میان‌قاب مجددا مورد بررسی قرار گرفت و میزان تاثیرات آرایش مختلف آرماتورهای شاتکریت و یا تاثیر میزان مقاومت فشاری شاتکریت اعمال شده بر روی دیوار مورد بررسی قرار گرفت و نتایج بدست آمده همراه با بحث در مورد آنها بیان شدند.

کلید واژه: میان‌قاب، آجر، لایه تقویتی، شاتکریت، ABAQUS.

در اینجا لازم می‌دانم از اساتید گرامی *سرکار خانم دکتر حامدی* و *جناب آقای دکتر سروقد مقدم* که اینجانب افتخار شاگردی این دو عزیز را داشته و انجام این پایان‌نامه را مدیون راهنمایی‌ها و زحمات ایشان می‌باشم، قدردانی و تشکر نمایم و از خداوند منان برای ایشان موفقیت و کامیابی هرچه بیشتر را آرزومندم.

از استاد ارجمند *جناب آقای دکتر نادری* که حضور در محضرشان موجبات ارتقا سطح علمی و فرهنگی اینجانب را فراهم نمود، صمیمانه قدردانی می‌کنم. همچنین از *جناب آقای دکتر فرخی* به پاس حضور در جلسه دفاع و قبول زحمت داوری این پایان‌نامه کمال تشکر را دارم. سپاسگزار همکاری‌های آقای مهندس حمیدرضا فرشچی و راهنمایی‌های آقای مهندس نیما تقی‌بکلو بوده و امیدوارم در تمام مراحل زندگی سربلند باشند.

فهرست مطالب

۱- بررسی اثرات و رفتار میان‌قاب‌های آجری ۲

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- مشکلات نادیده گرفتن میان‌قاب‌ها ۳

۱-۳- نقش میان‌قاب‌های آجری در ساختمان‌ها ۴

۱-۳-۱- اثر میان‌قاب‌ها در رفتار لرزه‌ای قاب‌های ساختمانی ۴

۱-۳-۲- اثرات منفی میان‌قاب‌ها ۴

۱-۳-۳- اندرکنش بین قاب و میان‌قاب در قاب‌های مرکب ۸

۱-۳-۴- توزیع تنش در میان‌قاب ۱۲

۱-۴- انواع مودهای گسیختگی در قاب‌های مرکب ۱۲

۱-۴-۱- ترک مرزی ۱۳

۱-۴-۲- مود خردشدگی گوشه ۱۴

۱-۴-۳- مود شکست برشی لغزشی ۱۵

۱-۴-۴- مود ترک قطری یا کشش قطری ۱۵

۱-۴-۵- مود شکست فشاری قطری ۱۷

۱-۴-۶- مود گسیختگی قاب ۱۸

۱-۴-۷- مود پرتاب خارج از صفحه میان‌قاب ۱۹

۱-۴-۸- شکست برشی در ستون ۲۰

۱-۴-۹- شکست ستون کوتاه ۲۱

۱-۴-۱۰- گسستن اتصالات فولادی ۲۲

۱-۵- خصوصیات رفتاری میان‌قاب‌های آجری ۲۴

۱-۵-۱- مقاومت ۲۴

۱-۵-۲- سختی ۲۶

۱-۵-۲-۱- مدل‌های ریاضی ۲۶

۱-۵-۲-۲- تعریف سختی ۲۷

۱-۵-۲-۳- پارامترهای موثر بر سختی ۲۸

۱-۵-۳- شکل‌پذیری ۲۸

۱-۵-۴- مشخصه‌های هیسترزیس ۲۹

۱-۵-۵- استهلاک انرژی ۳۳

۲- مدل‌سازی سازه‌های مصالح بنایی ۳۵

۲-۱- تکنیک‌های مدل‌سازی ۳۵
۲-۱-۱- مدل‌سازی میکروی دقیق ۳۵
۲-۱-۲- مدل‌سازی میکروی ساده شده ۳۵
۲-۱-۳- مدل‌سازی ماکرو ۳۵
۲-۲- روش‌های مدل‌سازی ۳۶
۲-۲-۱- مدل‌سازی به روش قاب یا خرپای معادل ۳۶
۲-۲-۲- مدل‌سازی به روش اجزا محدود پیوسته ۴۲
۲-۲-۳- مدل‌سازی به روش اجزا محدود ناپیوسته ۴۲
۲-۲-۴- مدل‌سازی به روش اجزا مجزا ۴۳
۲-۳- تئوری‌های مدل‌سازی میان‌قاب‌ها ۴۳
۲-۳-۱- مدل قید قطری معادل ۴۴
۲-۳-۲- مدل‌های اصلاحی قید قطری ۴۵
۲-۳-۲-۱- مدل زارنیک ۴۶
۲-۳-۲-۲- مدل مدن و همکاران ۴۷
۲-۳-۲-۳- مدل مسلم و همکاران ۴۹

۲-۳-۲-۴- مدل محب‌خواه ۵۱

۳- ضوابط دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمانهای موجود ۵۹

۳-۱- ارزیابی میان‌قاب‌های مصالح بنایی در جهت درون صفحه ۵۹

۳-۱-۱- سختی ۵۹

۳-۱-۲- مقاومت ۶۱

۳-۱-۳- معیارهای پذیرش ۶۲

۳-۱-۳-۱- مقاومت لازم برای ستون‌های مجاور پانل میان‌قاب ۶۲

٤- معرفی نرم‌افزار ٦٥

۴-۱- کلیات ۶۵

۴-۱-۱- رفتار غیرخطی در سازه‌ها ۶۵

۴-۲- تحلیل غیرخطی ۶۷

۴-۳- معیارهای گسیختگی و همگرایی جهت آنالیز ۶۹

۴-۴- مدل دراکر پراگر در نرم افزار ۷۱

۴-۵- مشخصات المان ۷۶

۴-۶- محیط نرم‌افزار ۸۱

۵- معرفی مدل مورد مطالعه و کنترل صحت نتایج بدست آمده ۸٤

۵-۱- معرفی مدل مورد مطالعه ۸۴

۵-۲- ساخت مدل در نرم‌افزار(عددی) ۸۶

۵-۳- کنترل صحت نتایج حاصل از مدل عددی ۹۱

۶- بررسی اثر اجرای شاتکریت در بهبود رفتار میان‌قاب ۱۰۵

۶-۱- طرح بهسازی میان‌قاب با اجرای شاتکریت یک‌طرفه ۱۰۵

۶-۲- مقایسه جامع سه نمونه ۱۱۳

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۱۹

۷-۱- نتایج بدست آمده ۱۱۹

۷-۲- پیشنهادات برای انجام تحقیقات آتی ۱۲۰

فهرست جداول

جدول۲- ۱: مشخصات هندسی و مقاومت فشاری آجرکاری و ملات ۵۲
جدول۵- ۱: پارامترهای مکانیکی مصالح بکار رفته در مدل ۹۰
جدول۵- ۲: پارامترهای رفتار دراکر پراگر به‌کار رفته در مدل ۹۰
جدول۵- ۳: پارامترهای رفتار اصطکاکی بین ملات و آجر ۹۱
جدول۶- ۱: پارامترهای مکانیکی مشترک به‌کار رفته در تمامی مدل‌ها برای مصالح مختلف ۱۰۵
جدول۶- ۲: پارامترهای مکانیکی لایه‌های شاتکریت در نمونه‌های مختلف ۱۰۵
جدول۶- ۳: میزان انرژی جذب شده (j) توسط میان‌قاب در حالت‌های مختلف مدل شده ۱۱۶
جدول۶- ۴: نسبت میزان انرژی جذب شده (j) توسط میان‌قاب در حالت‌های مختلف مدل شده نسبت به مدل فاقد لایه تقویتی ۱۱۷
جدول۶- ۵:مجموع مقادیر استهلاک انرژی (j) نسبی در نمونه‌های مختلف ۱۱۷

فهرست اشکال

شکل۱- ۱: نمونه‌ای از ساختمان‌های متداول دارای میان‌قاب[۳۱]..... ۲

شکل۱- ۲:طبقه همکف باز در یک طرف که باعث ایجاد پیچش در هنگام زلزله می‌شود[۳۱] ۵

شکل۱- ۳: شکست برشی ستون (زلزله بم) ۵

شکل۱- ۴: شکست ستون کوتاه[۱] ۶

شکل۱- ۵: نمونه‌هایی از تشکیل طبقه نرم..... ۷

شکل۱- ۶: نحوه جدا شدن قاب از میان‌قاب تحت بار جانبی[۳۲] ۹

شکل۱- ۷: عملکرد خمشی در قاب خالی و عملکرد خرپایی در قاب مرکب[۲۸] ۹

شکل۱- ۸: شکل تغییرشکل یافته قاب خالی[۲۴] ۱۰

شکل۱- ۹: شکل تغییرشکل یافته دیوار بدون قاب[۲۴]..... ۱۰

شکل۱- ۱۰: شکل تغییرشکل یافته قاب مرکب[۲۴] ۱۱

شکل۱- ۱۱: مقایسه رفتار قاب مرکب با مولفه‌های آن[۱]..... ۱۱

شکل۱- ۱۲: تغییرات تنش در صفحه میان‌قاب[۳]..... ۱۲

شکل۱- ۱۳: جدا شدن میان‌قاب از قاب در امتداد قطر کششی[۲۴]..... ۱۳

شکل۱- ۱۴: جدا شدن میان‌قاب از ستون بتنی در انتهای قطر کششی ۱۳

شکل۱- ۱۵: مود خردشدگی گوشه[۱۸] ۱۴

شکل۱- ۱۶: مود شکست برشی لغزشی[۱۸]..... ۱۵

شکل۱- ۱۷: شکست مود ترک قطری یا کشش قطری[۱] ۱۶

شکل۱- ۱۸: نمونه‌ای از ترک‌های مورب برشی در دیوارهای بنایی (زلزله بم) ۱۶

شکل۱- ۱۹: نمونه‌ای از ترک ضربدری در دیوارهای آجری (زلزله بم) ۱۷

شکل۱- ۲۰: نمونه‌ای از ترک ضربدری در دیوارهای آجری (زلزله درب آستانه) ۱۷

شکل۱- ۲۱: شکل مود شکست فشاری قطری[۱۸] ۱۸

شکل۱- ۲۲: شکست مود گسیختگی قاب[۱] ۱۸
شکل۱- ۲۳: شکستن و فروریختن خارج از صفحه دیوارها در ساختمان فولادی (زلزله بم) ۱۹
شکل۱- ۲۴: نمونه‌هایی از فروریختن خارج از صفحه دیوارها در زلزله درب آستانه ۲۰
شکل۱- ۲۵: شکست برشی در ستون[۲۴] ۲۱
شکل۱- ۲۶: نمونه‌هایی از گسیختگی برشی ستون ۲۱
شکل۱- ۲۷: نمونه‌هایی از شکست ستون کوتاه[۳۱] ۲۲
شکل۱- ۲۸: گسستن اتصالات فولادی[۳] ۲۳
شکل۱- ۲۹: نمودار نیرو جابجایی قاب مرکب[۲۴] ۲۳
شکل۱- ۳۰: مراحل مختلف بارگذاری[۲۴] ۲۴
شکل۱- ۳۱: تقسیم‌بندی برای سطوح مقاومت[۲۴] ۲۵
شکل۱- ۳۲: تغییرات مقاومت بر حسب تغییرمکان جانبی در قاب‌های مرکب[۲۴] ۲۶
شکل۱- ۳۳: منحنی نیرو تغییرمکان قاب‌های مرکب[۲۴] ۲۷
شکل۱- ۳۴: تعریف شکل‌پذیری[۲۴] ۲۹
شکل۱- ۳۵: نمودار پوش هیسترزیس چند نمونه قاب مرکب[۲۴] ۲۹
شکل۱- ۳۶: نتایج آزمایش زارنیک و تومازویچ بر روی قاب‌های مرکب ۳۰
شکل۱- ۳۷: نمودار سه خطی پیشنهاد شده توسط زارنیک و تومازویچ برای رفتار هیسترزیس[۲۴] ۳۱
شکل۱- ۳۸: منحنی سه خطی پیشنهاد شده توسط لیاو و همکارانش[۲۴] ۳۲
شکل۱- ۳۹: منحنی سه خطی پیشنهاد شده توسط لیاو و همکارانش که در آن $K_2=0.25K_1$ می‌باشد [۲۴] ۳۲
شکل۲- ۱: هندسه و توزیع نیروهای داخلی یک جرز مصالح بنایی و مدل خرپایی نظیر[۲۱] ۳۷
شکل۲- ۲: مدل خرپایی پیشنهادی روکا برای تحلیل دیوارهای مصالح بنایی[۴] ۳۸
شکل۲- ۳: مدل اجزا محدود الدخانی و همکاران برای تحلیل قاب‌های مرکب[۱۷] ۳۹

شکل۲- ۴: a) نمونه تست ASTME-519، b) کانتورهای تنش برشی و مود گسیختگی بدست آمده بوسیله Ansys 5.3 [۱۷] ۳۹
شکل۲- ۵: نمونه تست ASTME-519 [۲۶] ۴۰
شکل۲- ۶: رفتار قاب‌های مرکب (جدایی قاب به دو ناحیه قطری) [۱۹] ۴۰
شکل۲- ۷: مدل CMISFs پیشنهاد شده توسط الدخانی و همکاران[۱۸] ۴۱
شکل۲- ۸: مدل قید قطری معادل برای قاب‌های مرکب[۱۲] ۴۴
شکل۲- ۹: مدل قید قطری معادل برای قاب‌های مرکب[۱۲] ۴۶
شکل۲- ۱۰: مدل زارنیک برای تحلیل دینامیکی قاب‌های مرکب[۴] ۴۷
شکل۲- ۱۱: مدل هیسترزیس مدن و همکاران[۲۲] ۴۸
شکل۲- ۱۲: مدل مدن برای تحلیل قاب‌های مرکب[۲۲] ۴۹
شکل۲- ۱۳: مدل هیسترزیس پیشنهاد شده توسط مسلم و همکاران[۲۵] ۵۰
شکل۲- ۱۴: تغییرات عرض قید قطری معادل در قاب‌های مرکب[۲۵] ۵۰
شکل۲- ۱۵: جزئیات نمونه‌های میان قاب دارای بازشو[۴] ۵۲
شکل۲- ۱۶: الگوی سیکل‌های جابجایی اعمالی به نمونه‌ها[۴] ۵۳
شکل۲- ۱۷: پوش منحنی‌های هیسترزیس نمونه‌ها[۴] ۵۳
شکل۲- ۱۸: الگوی ترک‌خوردگی نمونه SW [۴] ۵۴
شکل۲- ۱۹: الگوی ترک‌خوردگی نمونه PW1 [۴] ۵۴
شکل۲- ۲۰: الگوی ترک‌خوردگی نمونه PW2 [۴] ۵۵
شکل۲- ۲۱: الگوی ترک‌خوردگی نمونه PW3 [۴] ۵۵
شکل۲- ۲۲: الگوی ترک‌خوردگی نمونه PW4 [۴] ۵۵
شکل۲- ۲۳:مقایسه منحنی هیسترزیس نمونه‌ها ۵۶
شکل۴- ۱:حل مستقیم در مقایسه با روش نیوتن رافسون ۶۷

شکل۴- ۲:گام‌های یک بارگذاری ۶۸
شکل۴- ۳:تقسیم گام‌های بارگذاری به قسمت‌های مختلف ۶۹
شکل۴- ۴:نمودارهای تنش ـ کرنش مختلف ۷۰
شکل۴- ۵:سطوح تسلیم رفتارهای مختلف ۷۱
شکل۴- ۶:مدل خطی دراکر پراگر و پارامترهای تعریف آن ۷۳
شکل۴- ۷:حدود مقادیرK در صفحه تنش‌های اصلی ۷۴
شکل۴- ۸:چگونگی سخت‌شدگی در مدل دراکر پراگر و تعریف زاویه اتساع ۷۴
شکل۴- ۹:نحوه انجام آزمایش سه محوری کششی و فشاری ۷۵
شکل۴- ۱۰:توابع تسلیم در مدل‌های خطی، هیپربولیک و عمومی ۷۶
شکل۴- ۱۱: خانواده المانهای ABAQUS ۷۷
شکل۴- ۱۲: انواع المان‌های Solid در نرم‌افزار ۷۸
شکل۴- ۱۳: تعداد نقاط برای انتگرال‌گیری عددی در المان‌ها ۸۰
شکل۴- ۱۴: نمایی از محیط ABAQUS ۸۲
شکل۵- ۱: نمونه آزمایشگاهی ساخته شده توسط فرشچی[۵] ۸۵
شکل۵- ۲: الگوی بار اعمالی به مدل ۸۶
شکل۵- ۳: قاب مرکب مدل شده با نرم‌افزار ۸۷
شکل۵- ۴: میان‌قاب مدل شده با نرم‌افزار ۸۷
شکل۵- ۵: قاب مدل شده با نرم‌افزار ۸۸
شکل۵- ۶: لایه ملات تقویتی اعمال شده روی دیوار میان‌قاب ۸۸
شکل۵- ۷: اتصالات مفصلی ارائه شده در مدل کامپیوتری ۸۹
شکل۵- ۸: نحوه جلوگیری از حرکت خارج از صفحه قاب در مدل کامپیوتری ۹۰
شکل۵- ۹: رفتار اصطکاکی بین ملات و آجر ۹۱

شکل۵- ۱۰: کانتورهای تنش در قاب مرکب مدل شده توسط نرم‌افزار ۹۲
شکل۵- ۱۱: کانتورهای تنش در میان‌قاب مدل شده توسط نرم‌افزار ۹۲
شکل۵- ۱۲: کانتورهای تنش در قاب پیرامونی مدل شده توسط نرم‌افزار ۹۳
شکل۵- ۱۳: کانتورهای تنش در قاب پیرامونی مدل شده توسط نرم‌افزار ۹۳
شکل۵- ۱۴: نمایی از الگوی پخش ترک در مدل کامپیوتری میان‌قاب ۹۴
شکل۵- ۱۵: نمایی از الگوی پخش ترک در مدل آزمایشگاهی میان‌قاب ۹۴
شکل۵- ۱۶: نمایی از مود خردشدگی گوشه در مدل کامپیوتری میان‌قاب ۹۵
شکل۵- ۱۷: نمایی از مود خردشدگی گوشه در مدل آزمایشگاهی میان‌قاب ۹۵
شکل۵- ۱۸: مقدار نیروی جذب شده توسط قاب مرکب در مدل کامپیوتری ۹۶
شکل۵- ۱۹: مقدار نیروی جذب شده توسط قاب مرکب در مدل آزمایشگاهی ۹۷
شکل۵- ۲۰: منحنی هیسترزیس بدست آمده از مدل آزمایشگاهی فرشچی ۹۷
شکل۵- ۲۱: منحنی هیسترزیس بدست آمده از مدل کامپیوتری ۹۸
شکل۵- ۲۲: مقایسه منحنی‌های هیسترزیس مدل آزمایشگاهی فرشچی با مدل کامپیوتری ۹۸
شکل۵- ۲۳: قاب مرکب فاقد لایه تقویتی مدل شده در نرم‌افزار ۱۰۱
شکل۵- ۲۴: میان‌قاب فاقد لایه تقویتی مدل شده در نرم‌افزار ۱۰۱
شکل۵- ۲۵: قاب فاقد لایه تقویتی مدل شده در نرم‌افزار ۱۰۲
شکل۵- ۲۶: منحنی هیسترزیس قاب مرکب فاقد لایه تقویتی ۱۰۳
شکل۶- ۱: کانتورهای تنش در قاب مرکب نمونه A_1 ..... ۱۰۶
شکل۶- ۲: کانتورهای تنش در میان‌قاب نمونه A_1 ..... ۱۰۶
شکل۶- ۳: کانتورهای تنش در قاب نمونه A_1 ..... ۱۰۷
شکل۶- ۴: کانتورهای تنش در لایه شاتکریت نمونه A_1 ..... ۱۰۷

شکل۶- ۵: کانتورهای تنش در قاب مرکب نمونه A_2 ..... ۱۰۸
شکل۶- ۶: کانتورهای تنش در میان‌قاب نمونه A_2 ..... ۱۰۸
شکل۶- ۷: کانتورهای تنش در قاب نمونه A_2 ..... ۱۰۹
شکل۶- ۸: کانتورهای تنش در لایه شاتکریت نمونه A_2 ..... ۱۰۹
شکل۶- ۹: کانتورهای تنش در قاب مرکب نمونه A_3 ..... ۱۱۰
شکل۶- ۱۰: کانتورهای تنش در میان‌قاب نمونه A_3 ..... ۱۱۰
شکل۶- ۱۱: کانتورهای تنش در قاب نمونه A_3 ..... ۱۱۱
شکل۶- ۱۲: کانتورهای تنش در لایه شاتکریت نمونه A_3 ..... ۱۱۱
شکل۶- ۱۳: منحنی هیسترزیس نمونه A_1 ..... ۱۱۳
شکل۶- ۱۴: منحنی هیسترزیس نمونه A_2 ..... ۱۱۴
شکل۶- ۱۵: منحنی هیسترزیس نمونه A_3 ..... ۱۱۴
شکل۶- ۱۶: مقایسه منحنی هیسترزیس نمونه A_1 با منحنی هیسترزیس نمونه فاقد لایه تقویتی ۱۱۵
شکل۶- ۱۷: مقایسه منحنی هیسترزیس نمونه A_2 با منحنی هیسترزیس نمونه فاقد لایه تقویتی ۱۱۵
شکل۶- ۱۸: مقایسه منحنی هیسترزیس نمونه A_3 با منحنی هیسترزیس نمونه فاقد لایه تقویتی ۱۱۶

فصل اول

بررسی اثرات و رفتار میان‌قاب‌های آجری

۱- بررسی اثرات و رفتار میان‌قاب‌های آجری

۱-۱- مقدمه

امروزه معمولا برای تحلیل و طراحی، ساختمان‌های فولادی و بتنی را صرفا بصورت قاب‌هایی از اعضای اصلی مانند تیر و ستون و مهاربندها تشکیل شده‌اند، در نظر می‌گیرند و این درحالیست که میان‌قاب‌های مصالح بنایی به شکل دیوارهای خارجی و داخلی در ساختمان‌های معمول شهری دیده می‌شوند.

شکل۱- ۱: نمونه‌ای از ساختمان‌های متداول دارای میان‌قاب[۳۱]

این ساختمان‌ها متشکل از یک سازه باربر بتن مسلح یا فولادی هستند که میان‌قاب‌ها به عنوان جداکننده فضاهای معماری و نیز بصورت دیوارهای پوششی، فضای بین قاب‌های سازه را پر کرده‌اند که دیگر رفتار آنها با رفتار قاب خالی یکسان نیست. به این نوع دیوارها، میان‌قاب و به سیستم حاصل از ترکیب قاب و میان‌قاب، قاب مرکب گفته می‌شود. میان‌قاب‌ها بر روی مقاومت، سختی و شکل‌پذیری قاب‌های مرکب تاثیر دارند. با این وجود، هنوز هم در طراحی متداول سازه‌های قاب‌دار، میان‌قاب‌ها را به عنوان اعضای غیرسازه‌ای در نظر می‌گیرند و از مدل نمودن آنها چشم‌پوشی می‌کنند. میان‌قاب‌ها اساسا رفتار ساختمان را تحت بارهای جانبی مانند باد و زلزله تغییر می‌دهند. در هنگام وقوع زلزله‌های شدید و متوسط، میان‌قاب‌های