بسم الله الرحمن الرحيم

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و

نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه

متعلق به دانشگاه رازی است.

دانشکده فنی و مهندسی

گروه عمران

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد عمران گرایش سازه

بررسی رفتار دینامیکی غیر خطی قاب های فولادی با تیر مرکب (بتن،فولاد) و اتصالات نیمه صلب تحت شتابنگاشت زلزله

استاد راهنما :

دکترمجتبی فتحی

نگارش:

حمید رضا قنبری رفعتیه

بهمن ۱۳۸۹

تقدیر و تشکر :

با سپاس از درگاه پروردگار متعال که توفیق به اتمام رساندن این تحقیق را اعطا فرمود از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر مجتبی فتحی که زحمت راهنمائی این پایان نامه را بر عهده داشتند نهایت قدردانی و تشکر را دارم و از خداوند منان توفیق ایشان را مسئلت می نمایم. جادارد از کلیه معلمان و اساتید خود در کلیه سطوح تحصیلی و دانشکده فنی دانشگاه رازی که تاکنون منت استادی بر گردن این جانب را داشته اند کمال قدردانی را به عمل آورم.

تقدیم به پدر دلسوز، مادر گرامی و همسر عزیزم

که زیباترین لحظه های زندگی حال و آینده ام را به من هدیه دادند.

چکیده :

هدف اصلی این تحقیق بررسی رفتار دینامیکی قابهای خمشی دارای تیر مرکب (قاب فولادی و تیر مرکب) با اتصالات جوشی در مناطق با خطر لرزه خیزی بالا و بررسی تاثیر پارامترهای مختلف، از قبیل تیر مرکب و صلبیت اتصالات تیر به ستون بر روی اینگونه قابها می باشد. برای انجام این مطالعه دو نمونه قاب خمشی فولادی یک طبقه دو دهانه با تیر مرکب و بدون تیر مرکب با اتصالات مفصلی و صلب به کمک نرم افزار المان محدود ABAQUS مدلسازی و تحت تحلیل دینامیکی غیر خطی تاریخچه زمانی شتابنگاشت زلزله قرار گرفته و زمان تناوب ارتعاش قابها، نحوه توزیع مفاصل پلاستیک در اعضا، دوران ارتجاعی مفاصل تیر به ستون، دوران مفاصل پلاستیک، بیشینه تغییر مکان های جانبی، نیروی برشی پایه، منحنی های ظرفیت، ظرفیت استهلاک انرژی، نوع مکانیسم ترک در دال در مجاور اتصال میانی و کناری بررسی شد. نتایج این تحلیلها نشان می دهد که قابهای تیر مرکب دارای اتصال صلب جوشی تیر به ستون دارای کمترین مقادیر ظرفیت استهلاک انرژی، زمان تناوب قاب، دوران مفاصل پلاستیک و تشکیل زود هنگام و وسیع مفاصل پلاستیک در اعضا و اتصالات هستند. همچنین از تحلیل ترک در دالهای این قابها می توان نتیجه گرفت نحوه مکانیسم کلی شکست در اتصال کناری به صورت پیش کشیدگی بتن از گوشه ستون و گسترش آن به صورت مایل به سمت لبه های دال و در اتصال میانی به صورت اثر متمرکز تنش فشاری بر وجه بیرونی بال ستون است.

کوتاه نوشت ها: تحلیل دینامیکی غیر خطی، قاب خمشی فولادی، مدلسازی المان محدود، تیر مرکب فولادی- بتنی، گسیختگی دال

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول : کلیات	
۱-۱ - مقدمه	۲
۱-۲- اشاره ای بر مکمل بودن مواد بتن و فولاد	۳
۱-۳- اهمیت بررسی رفتار اتصالات	۴
۱-۴- اهداف تحقیق :	۵
۱-۵- تاریخچه تحقیقات :	۶
۱-۵-۱- بررسی اتصالات نیمه صلب	۶
۱-۵-۲- بررسی اتصالات مرکب نیمه صلب	۷
۱-۵-۳- مدل کردن اجزای محدود اتصالات تیر به ستون مرکب	۹
فصل دوم: کلیاتی در مورد اتصالات نیمه صلب و تحلیل غیر خطی	
۲-۱- انواع اتصالات تیر به ستون در ساختمان های فولادی	۱۲
۲-۱-۱- اتصال صلب تیر به ستون	۱۲
۲-۱-۲- اتصال مفصلی تیر به ستون	۱۵
۲-۱-۳- اتصال نیمه صلب تیر به ستون	۱۹
۲-۲- مفهوم درجه گیرداری اتصال	۲۴
۲-۳- منحنی مشخصه لنگر – دوران (M-θ) اتصالات	۲۶
۲-۴- مفهوم خط تیر	۲۹
۲-۵- رابطه بین سختی اتصال و ظرفیت لنگر	۳۵
۲-۶- رابطه اساسی برای محاسبه سختی اتصال	۳۷
۲-۶-۱- رابطه اساسی محاسبه سختی دورانی اتصال در حالت خاص	۳۹
۲-۶-۲- اتصال پیوسته	۳۹
۲-۶-۳- اتصال توسط بال های تیر	۳۹
۲-۷- قاب ها با اتصالات نیمه صلب	۴۱
۲-۷-۱- تحلیل قاب ها با اتصالات نیمه صلب	۴۱
۲-۸- اثر اتصالات نیمه صلب بر رفتار قاب ها	۴۳

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۲-۹- نقش اتصالات نیمه صلب در بهینه سازی طرح ۴۵
۲-۱۰- انواع مدل های پیشنهادی برای اتصالات نیمه صلب ۴۸
۲-۱۰-۱- مقدمه ۴۸
۲-۱۰-۲- مدل خطی ۴۸
۲-۱۰-۳- مدل چند جمله ای ۵۰
۲-۱۰-۴- مدل توانی ۵۳
۲-۱۰-۵- مدل نمایی ۵۵
۲-۱۰-۶- مدل B-Spline ۵۷
۲-۱۱- مروری بر تحلیل غیر خطی ۵۸
۲-۱۱-۱- مقدمه ۵۸
۲-۱۱-۲- انواع رفتارهای غیر خطی ۵۸
۲-۱۱-۳- نمونه هایی از رفتار غیر خطی ۶۰
۲-۱۱-۴- نحوه اعمال بار برای تحلیل غیر خطی ۶۰
۲-۱۱-۵- روش نیوتن – رافسون ۶۳
۲-۱۱-۶- معیار همگرایی ۶۷

فصل سوم: طبقه بندی اتصالات خمشی

۳-۱- معیارهای طبقه بندی اتصالات خمشی ۷۰
۳-۱-۱- طبقه بندی اتصالات خمشی بر اساس مقاومت ۷۱
۳-۱-۲- طبقه بندی اتصالات خمشی بر اساس سختی ۷۲
۳-۱-۳- طبقه بندی اتصالات خمشی بر اساس شکلپذیری ۷۲
۳-۲- طبقه بندی اتصالات خمشی در آئین نامه AISC2005 ۷۲
۳-۲-۱- تعریف زاویه تغییر مکان نسبی طبقه ۷۳
۳-۲-۲- زوایای تغییر مکان نسبی کنترل کننده در آئین نامه های لرزه ای AISC2002 و AISC 2005 ۷۴
۳-۲-۳- شرایط قاب خمشی ویژه در آئین نامه های لرزه ای AISC2002 و AISC 2005 ۷۴

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۳-۳- طبقه بندی اتصالات خمشی در آئین نامه Eurocode8 ۷۵
۳-۳-۱- طبقه بندی اتصالات بر اساس سختی چرخشی ۷۷
۳-۳-۲- طبقه بندی اتصالات بر اساس مقاومت خمشی ۷۷
۳-۳-۳-ضوابط شکلپذیری در آئین نامه اروپا Eurocode 8 ۷۷
۳-۴- طبقه بندی اتصالات خمشی در آئین نامه ایران ۷۹

فصل چهارم: بررسی قاب های مرکب خمشی

۴-۱- تحلیل قاب های مرکب ۸۳
۴-۱-۱- روش اصلاح شده موتو برای قاب های فولادی با اتصالات نیمه ۸۳
۴-۱-۲- روش موتو ۸۳
۴-۱-۲-۱- محاسبه تغییر مکان های جانبی طبقات ۸۵
۴-۱-۳- سختی تیر معادل برای تیرهای با اتصالات فنری انعطاف پذیر ۸۷
۴-۱-۴- روش موتو اصلاح شده ۸۹
۴-۱-۵- ارزیابی روش موتو اصلاح شده ۹۰
۴-۱-۶- تحلیل قابهای مرکب خمشی با اتصالات نیمه صلب ۹۱
۴-۱-۷- روش تحلیلی ساده سازی شده برای قاب های مرکب خمشی ۹۲
۴-۱-۸- سختی معادل برای تیر مرکب بدون مهاربند ۹۳
۴-۱-۹- ظرفیت دورانی موجود در اتصالات مرکب نیمه صلب ۹۶
۴-۱-۱۰-ظرفیت دورانی موردنیاز در اتصالات مرکب نیمه صلب ۹۷
۴-۱-۱۱- ممان مثبت تیر مرکب درلحظه تسلیم ۹۸
۴-۱-۱۲-ممان مثبت نهائی تیر مرکب ۱۰۰
۴-۱-۱۳-سختی موثر تیر مرکب ۱۰۱
۴-۱-۱۴-تحلیل ستون ۱۰۳
۴-۲- شبیه سازی رفتار لرزشی قابهای مرکب ۱۰۴
۴-۲-۱- ارزیابی داده ها ۱۰۶
۴-۲-۲- منحنی های ظرفیت ۱۰۶
۴-۲-۳- شاخص خسارت ۱۰۷

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۲-۴- ضریب رفتار لرزشی	۱۰۸
۴-۳- بررسی ناحیه چشمه اتصال قاب مرکب	۱۰۹
۴-۳-۱- رفتار چشمه اتصال	۱۰۹
۴-۳-۲- مدل های تحلیلی موجود	۱۱۰
۴-۳-۳- محدوده الاستیک	۱۱۱
۴-۳-۴- محدوده پلاستیک	۱۱۱
۴-۳-۵- مفاصل مرکب (فولادی – بتنی)	۱۱۳
۴-۳-۶- ویژگی ارائه شده	۱۱۳
۴-۳-۷-روشها و جزئیات	۱۱۳
۴-۳-۸- محدوده ارتجاعی	۱۱۴
۴-۳-۹- محدوده پلاستیک	۱۱۵
فصل پنجم: مدلسازی قابهای خمشی	
۵-۱- توصیف مدلهای مورد مطالعه	۱۲۰
۵-۱-۱- تیر مرکب	۱۲۰
۵-۱-۲- قاب خمشی	۱۲۱
۵-۱-۳- اتصالات	۱۲۲
۵-۲- معرفی نرم افزار ABAQUS	۱۲۲
۵-۲-۱- معرفی بسته نرم افزاری ABAQUS	۱۲۳
۵-۲-۲- مبانی برنامه ABAQUS	۱۲۳
۵-۳- مدلسازی اجزای محدود با استفاده از نرم افزار ABAQUS	۱۲۴
۵-۳-۱- اجزای قاب	۱۲۵
۵-۳-۲- معرفی خصوصیات مصالح	۱۳۰
۵-۳-۳- خصوصیات مقاطع اجزای تشکیل دهنده قاب	۱۳۲
۵-۳-۴- مونتاژ کردن اجزای قاب	۱۳۳
۵-۳-۵- بارگذاری و شرایط مرزی	۱۳۸
۵-۳-۶- المان بندی قاب	۱۳۹

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل ششم:تحلیل دینامیکی غیرخطی قابهای خمشی	
۶-۱- تحلیل قاب مرکب	۱۴۳
۶-۱-۱- بررسی صحت مدلهای ساخته شده	۱۴۶
۶-۲- نتایج بدست آمده از تحلیل عددی قابهای مدلسازی شده	۱۴۹
۶-۲-۱- زمان تناوب ارتعاش	۱۴۹
۶-۲-۲- توزیع مفاصل پلاستیک	۱۵۰
۶-۲-۳- دوران پلاستیک مفصل تیر به ستون	۱۵۲
۶-۲-۴- بیشینه تغییر مکانهای جانبی قاب	۱۵۵
۶-۲-۵- نیروی برشی پایه	۱۵۷
۶-۲-۶- منحنی های ظرفیت IDA	۱۵۷
۶-۲-۷- استهلاک انرژی اجزای قابها	۱۵۹
۶-۲-۸- مکانیسم های انتقال نیرو	۱۶۰
۶-۲-۸-۱-مفاصل تیر به ستون کناری	۱۶۱
۶-۲-۸-۲-مفاصل تیر به ستون میانی	۱۶۶
فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهاد تحقیقات آتی	
۷-۱- مقدمه	۱۷۲
۷-۲- نتایج تحقیقات	۱۷۳
۷-۳- پیشنهادات برای تحقیقات آتی	۱۷۶
مراجع	۱۷۷

فهرست اشکال

عنوان | صفحه

شکل ۲-۱- اتصالات صلب تیر به ستون از نوع جوشی ۱۳
شکل ۲-۲- اتصالات صلب تیر به ستون از نوع پیچی ۱۴
شکل ۲-۳- اتصالات صلب تیر به ستون از نوع جوشی (اتصال تیر به جان ستون) ۱۴
شکل ۲-۴- دو نوع اتصال ساده اجرایی ۱۵
شکل ۲-۵- اتصال با نبشی جان یک طزفه ۱۷
شکل ۲-۶- برون محوری نبشی‌های جان دو طزفه و یک طرفه ۱۷
شکل ۲-۷- موقعیت نشیمن تقویت شده نسبت به تیر ۱۸
شکل ۲-۸- برش‌های لبه آزاد سخت کننده ۱۸
شکل ۲-۹- اتصال با نبشی‌های فوقانی و نشیمن ۲۰
شکل ۲-۱۰- اتصال نیمه گیردار با نبشی نشیمن و ورق فوقانی ۲۱
شکل ۲-۱۱- اتصال نیمه گیردار با نبشی فوقانی و نشیمن ۲۲
شکل ۲-۱۲- لقمه بین پای تیر و ستون ۲۳
شکل ۲-۱۳- ابعاد ورق فوقانی ۲۳
شکل ۲-۱۴- موقعیت محور دوران ۲۴
شکل۲-۱۵- دیاگرام‌های تغییرات لنگر برای حالات مختلف گیرداری تکیه‌گاه بارگذاری‌ها ۲۶
شکل ۲-۱۶- اتواع منحنی‌های لنگر- دوران ۲۷
شکل ۲-۱۷- رفتار اتصال در اثر بارگذاری متناوب ۲۸
شکل ۲-۱۸- منحنی لنگر-دوران و خطوط تیر ۳۲
شکل ۲-۱۹- نتایج واقعی آزمایش مربوط به منحنی لنگر-دوران و خط تیر ۳۳
شکل ۲-۲۰- تغییر مقدار لنگر با شرایط تکیه‌گاهی ۳۴
شکل ۲-۲۱- نمودار مقاومت بر حسب اتصالات مختلف ۳۶
شکل ۲-۲۲- تغییرات سختی اتصال در هنگام افزایش بار ۴۲
شکل ۲-۲۳- مدل نمودن اتصال نیمه‌گیردار در برنامه SAP2000 ۴۳
شکل ۲-۲۴- رفتار قاب با اتصالات نیمه‌گیردار تحت اثر بار جانبی ۴۴
شکل ۲-۲۵- قسمتی از قاب مهاربندی شده با اتصالات تیر به ستون متفاوت ۴۷
شکل ۲-۲۶- منحنی لنگر-دوران انواع اتصالات ۴۸
شکل ۲-۲۷- مدل‌های خطی لنگر-دوران ۴۹

فهرست اشکال

عنوان | صفحه

شکل ۲-۲۸- خانواده منحنی‌های لنگر-دوران وقتی تنها یک پارامتر تغییر می‌کند ۵۲
شکل ۲-۲۹- رفتار مدل توانی Ang-Morris ۵۵
شکل ۲-۳۰- چوب ماهیگیری که حالت غیرخطی هندسی را نشان می‌دهد ۵۹
شکل ۲-۳۱- مثال‌هایی از رفتار غیر خطی سازه‌ای ۶۱
شکل ۲-۳۲- رفتار سیستم غیر کنسرواتیو (وابسته به مسیر) ۶۱
شکل ۲-۳۳- گام‌های بارگذاری، زیرگام‌ها و زمان ۶۲
شکل ۲-۳۴- مقایسه روش فقط نموی و روش نیوتن-رافسون ۶۳
شکل ۲-۳۵- روش نیوتن-رافسون برای یک تکرار ۶۴
شکل ۲-۳۶- روش نیوتن-رافسون برای تکرار بعدی (i+1) ۶۵
شکل ۲-۳۷- روش نیوتن-رافسون نموی ۶۶
شکل ۲-۳۸- روش نیوتن-رافسون اصلاح شده ۶۷
شکل ۳-۱- منحنی رفتار اتصال ۷۱
شکل ۳-۲- طبقه بندی اتصالات بر اساس مقاومت خمشی اتصال ۷۱
شکل ۳-۳ . زاویه تغییر مکان نسبی طبقه ۷۴
شکل ۳-۴ . نمودار طبقه بندی اتصالات در آئین نامه Eurocode ۷۶
شکل ۴-۱- قاب فرعی ساده سازی شده که برای تحلیل نیروهای جانبی ۸۵
شکل ۴-۲- لنگرهای خمشی که به صورت خطی پخش شده ۸۷
شکل ۴-۳- خصوصیات المان تیر با اتصالات فنری ۸۷
شکل ۴-۴- چیدمان قاب فولادی ۸۸
شکل ۴-۵- لنگرهای خمشی ستون ۹۰
شکل ۴-۶- ساده سازی مدل خطی تیر برای تیرهای مرکب ۹۴
شکل ۴-۷- چیدمان قاب مرکب و بارهای اعمال شده ۹۴
شکل ۴-۸- مدل ظرفیت دورانی موجود در یک اتصال تیر به ستون ۹۶
شکل ۴-۹- بارگذاری و شرایط مرزی تیر ۹۷
شکل ۴-۱۰- لنگرهای تیر ۹۷
شکل ۴-۱۱- لنگر مثبت تیر مرکب در حالت تسلیم ۹۹
شکل ۴-۱۲- ظرفیت ممان مثبت نهائی تیر مرکب. ۱۰۰

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۴-۱۵- مقدار ضریب $\eta 1$ ($n = 1.5$)	۱۰۳
شکل۴-۱۶- سطح بارگیری ستون	۱۰۳
شکل۴-۱۷- مقایسه مابین طیف پاسخ ایجاد شده از شتابنگاشتهای مصنوعی	۱۰۵
شکل ۴-۱۸- شتابنگاشت مصنوعی ایجاد شده به وسیله نرم افزار SIMQKE	۱۰۶
شکل ۴-۱۹- ضریب اضافه مقاومت و ضریب رفتار	۱۰۸
شکل ۴-۲۰- مدل قیچ	۱۱۰
شکل ۴-۲۱ مدل قابی	۱۱۰
شکل ۴-۲۲- مدل (a)دو خطی و(b) سه خطی ارائه شده برای سختی پلاستیک ناحیه	۱۱۲
شکل ۴-۲۳. مدل چشمه اتصال مرکب ارائه شده	۱۱۴
شکل ۴-۲۴. مدل تحلیلی (a) و عددی (b) در نظر گرفته شده برای ناحیه چشمه اتصال	۱۱۴
شکل ۴-۲۵- مقطع T شکل ارائه شده برای در نظر گرفتن قسمت موثر جان	۱۱۶
شکل ۴-۲۶. تغییر شکل پنل براساس شکلگیری مفاصل در بالها	۱۱۶
شکل ۵-۱- هندسه تیر مرکب	۱۲۱
شکل ۵-۲- هندسه قاب مرکب	۱۲۱
شکل ۵-۳ - اتصال مفصلی	۱۲۲
شکل ۵-۴ - اتصال صلب	۱۲۲
شکل ۵-۵- جزء ستون	۱۲۶
شکل ۵-۶- جزء تیر	۱۲۶
شکل ۵-۷- جزء اتصال مفصلی	۱۲۸
شکل ۵-۸- اجزای اتصال صلب	۱۲۸
شکل ۵-۹. جزء گلمیخ	۱۲۹
شکل ۵-۱۰- جزء سخت کننده های ستون و تیر	۱۲۹
شکل ۵-۱۱- اجزای تشکیل دهنده صفحه ستون و اتصالی ستون به فنداسیون	۱۳۰
شکل ۵-۱۲- جزء دال بتنی	۱۳۰
شکل ۵-۱۳- استفاده از مدل Smeared Crack در مدلسازی مصالح بتن	۱۳۲
شکل ۵-۱۴- توزیع میلگردها و نحوه معرفی دال بتنی با استفاده از ویژگی Shell	۱۳۳
شکل ۵-۱۵ - قاب فولادی با اتصال مفصلی	۱۳۴

فهرست اشکال

عنوان | صفحه

شکل ۵-۱۶- قاب فولادی با اتصال صلب ۱۳۵
شکل ۵-۱۷- قاب مرکب با اتصال مفصلی ۱۳۶
شکل ۵-۱۸- قاب مرکب با اتصال صلب ۱۳۷
شکل ۵ – ۱۹- بارگذاری قائم و جانبی و اعمال شرایط مرزی به قاب ۱۳۸
شکل ۵-۲۰- المان بندی قابهای فولادی ۱۴۰
شکل ۵-۲۱- المان بندی قابهای مرکب ۱۴۰
شکل ۵-۲۲- المان بندی اتصالات مفصلی ۱۴۱
شکل ۵-۲۳- المان بندی اتصالات صلب ۱۴۱
شکل ۶-۱- شتابنگاشتهای مورد استفاده در مدلسازی ۱۴۵
شکل ۶-۲- مقایسه طیف شتابنگاشت های مورد مطالعه هم پایه شده با طیف استاندارد ۱۴۵
شکل ۶-۳- قاب های خمشی (مرکب و فولادی) مدل شده با نرم افزار ETABS ۱۴۶
شکل ۶-۴- مقایسه نتایج ETABS و ABAQUS برای قاب مرکب دو دهانه یک طبقه ۱۴۷
شکل ۶-۵- مقایسه نتایج ETABS و ABAQUS برای قاب فولادی دو دهانه یک طبقه ۱۴۸
شکل۶-۶- زمان تناوب اصلی ارتعاش قاب ها ۱۴۹
شکل ۶- ۷- توزیع مفصل پلاستیک در قابها ۱۵۱
شکل ۶-۸- زاویه تغییر مکان نسبی طبقه ۱۵۳
شکل ۶-۹- دوران پلاستیک اتصالات ، ناحیه چشمه اتصال و مفاصل تیر به ستون ۱۵۴
شکل ۶-۱۰ - بیشینه تغییر مکانهای جانبی قابهای مدلسازی شده ۱۵۶
شکل ۶-۱۱- نیروی برشی پایه قاب های مدلسازی شده ۱۵۷
شکل ۶-۱۲- منحنی های ظرفیت IDA تحت شتابنگاشت زلزله ۱۵۸
شکل ۶-۱۳- استهلاک انرژی اجزای قابها ۱۵۹
شکل ۶-۱۴- نحوه انتقال نیروی مابین دال بتنی و ستون فولادی تحت لنگر خمشی ۱۶۰
شکل ۶-۱۵- نمایش کانتوری مینیمم تنش اصلی توزیع شده در دال بتنی مفاصل کناری ۱۶۳
شکل ۶-۱۶- نمایش کانتوری مینیمم تنش اصلی توزیع شده در دال بتنی مفاصل کناری ۱۶۴
شکل ۶-۱۷- نمایش کانتوری مینیمم تنش اصلی توزیع شده در دال بتنی مفاصل کناری ۱۶۵
شکل ۶-۱۸- مقایسه مابین مشارکت مکانیسم های ۱ و ۲ برای مفاصل تیر به ستون ۱۶۶
شکل ۶-۱۹- مقایسه مابین مشارکت مکانیسم های ۱ و ۲ برای مفاصل تیر به ستون ۱۶۷

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۶-۲۰- نمایش کانتوری مینیمم تنش اصلی توزیع شده در دال بتنی مفاصل تیر به ۱۶۷

شکل ۶-۲۱- نمایش کانتوری مینیمم تنش اصلی توزیع شده در دال بتنی مفاصل تیر به ۱۶۸

شکل ۶-۲۲- نمایش کانتوری مینیمم تنش اصلی توزیع شده در دال بتنی مفاصل تیر به ۱۶۹

شکل ۶-۲۳- مقایسه مابین مشارکت مکانیسم های ۱ و ۲ برای مفاصل تیر به ستون ۱۷۰

شکل ۶-۲۴- مقایسه مابین مشارکت مکانیسم های ۱ و ۲ برای مفاصل تیر به ستون ۱۷۰

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۴-۱- مقدار y0 برای قابهای چند طبقه با m طبقه	۸۶
جدول ۴-۲- ضرایب صحیح y1 برای سختی تیرهای متفاوت	۸۷
جدول ۴-۳- ضرایب اصلاح شده y2 وy3 برای ارتفاع طبقات مختلف	۸۷
جدول ۴-۴- محاسبه تغییر مکان های جانبی طبقات در قاب فولادی	۹۱
جدول ۴-۵- لیست معادله های ظرفیت دورانی مورد نیاز اتصالات مرکب نیمه صلب	۹۸
جدول ۵-۱- خصوصیات مصالح فولاد	۱۳۰
جدول ۵-۲- خصوصیات مصالح میلگرد	۱۳۰
جدول ۵-۳- خصوصیات مصالح جوش	۱۳۱
جدول ۵-۴- خصوصیات مصالح بتن	۱۳۱

پیشگفتار:

امروزه با پیشرفت روز افزون علم تحلیل و طراحی و فن آوری اجرائی و مصالح جدید روشهای مقابله با زلزله بسیار متنوع و فراگیرند. دانشمندان با استفاده از علوم هیدرولیک، الکترونیک، متالوژی، مکانیک و .... محصولاتی تولید می نمایند که بطور هوشمند و یا غیر هوشمند، توانائی کنترل کنترل این حرکات شدید و پیشبینی نشده را داشته باشند. عکس العمل های الکترونیکی که نیروهائی درست عکس شتاب زلزله در سازه القا می کنند میراگرهای هوشمند که در اتصالات نصب می شوند و حتی سیستم های خاصی که مانند کمربند ایمنی خودرو عمل می کنند و بسیاری موارد دیگر که همگی روشهای مدرن ونیمه مدرنی در مهار حرکاتهای شدید ناشی از زمین لرزه اند، که هر روزه نوع جدید تر و کاراتری از آنها به بازار ارائه می گردد. این وسایل گرچه دقیق و کارا هستند اما به دلایل مختلف مانند بالا بودن هزینه اجرا و نگهداری و عدم انعطاف پذیری این دستگاه ها، امکان استفاده جامع از این دستگاه ها در حال حاضر ممکن نمی باشد. بکارگیری مصالح موجود و رفع عیوب هریک توسط دیگری علاوه بر دوام و پایداری سازه در برابر بارهای جانبی، ثقلی، میرائی و شکلپذیری کافی در برابر حرکات جانبی را القا می نماید. در این بخش، مطالعات و تحقیقات متنوعی در مورد نحوه عملکرد سازه های مرکب وجود دارد، بخش ابتدائی این تحقیقات یافتن جزئیات اجرائی مناسب و عملکردی آنها است. این جزئیات علاوه بر سهولت اجرا و متعادل بودن اثرات تحمیلی به ساختمان باید دوام، میرائی و مقاومت لازم را در حین بهره برداری و زلزله داشته باشد.

آئین نامه های معتبر اروپائی و آمریکائی در خصوص سازه های مرکب بتنی و فولادی به کلی گوئی پرداخته و به جزئیات کامل اتصال اشاره ای نکرده اند، به گونه ای که تنها اصول طراحی سازه های مرکب مقاوم در برابر زلزله ارائه و ساختار آنها بیان شده است، اما اطلاعات تکمیلی برای نیل به ضوابط شکل پذیری و عملکرد لزره ای را ارائه نکرده اند، بطوریکه اغلب طراحان را به آئین نامه ها و قواعد مناطق با خطر لرزه خیزی پائین ارجاع داده اند.

پایان نامه حاضر شامل هفت فصل می باشد، فصل اول آن برای آشنائی کلی با مباحث و شیوه های مطرح شده در این تحقیق و مروری بر کارهای انجام شده قبلی در خصوص اتصالات نیمه صلب، قابهای مرکب و مدلسازی قابهای مرکب نیمه صلب می باشد.

فصل دوم به مرور ادبیات فنی قابهای فولادی و اتصالات نیمه صلب و معرفی انواع اتصالات تیر به ستون در ساختمانهای فولادی می پردازد و پارامترهای مختلف اتصالات نیمه صلب همچون مفهوم درجه گیرداری اتصال، مفهوم خط تیر و سختی اتصال را معرفی می کند. سپس انواع مدلهای پیشنهادی برای اتصالات نیمه صلب را تشریح کرده و در نهایت مروری گذرا بر تحلیل غیر خطی صورت می گیرد.

فصل سوم به طبقه بندی اتصالات خمشی بر اساس معیار مقاومت، سختی و شکل پذیری بر اساس آئین نامه های معتبر آمریکائی و اروپائی می پردازد و طی آن کلاسهای شکلپذیری بر اساس آئین نامه های اروپا و ایران معرفی شده است.

فصل چهارم به معرفی یک روش تحلیلی به عنوان روش اصلاح شده موتو برای تحلیل دستی قابهای مرکب نیمه صلب در برابر بارهای جانبی و سپس یک روش تحلیلی برای تحلیل تیر مرکب و کنترل موارد تحلیلی پرداخته و بررسی رفتار لرزشی قابها ودر نهایت با توجه به نقش بسیارمهم ناحیه چشمه اتصال در قابهای مرکب به بررسی عملکرد چشمه اتصال و معرفی مدل تحلیلی ارائه شده برای مدلسازی این ناحیه می پردازیم.

معرفی قابهای مورد بررسی در فصل پنجم صورت گرفته است در این فصل جزئیات کامل اتصال شامل ستون، تیر، دال، نحوه آرماتورگذاری، اتصال صفحه جان در دو حالت میانی و کناری ارائه شده است. در ادامه نحوه مدلسازی، نرم افزار مورد استفاده، نحوه المان بندی و نوع المان ها و مصالح مصرفی توضیح داده شده است.

در فصل ششم قاب مرکب به صورت پارامتریک مورد بررسی قرار می گیرد و تاثیر پارامترهای مختلف از قبیل تیر مرکب و صلبیت اتصال بررسی گردیده است. به منظور بررسی صحت کارهای انجام شده مقایسه ی بر روی مدل ساخته شده با دو نرم افزار معتبر صورت گرفته است و زمان تناوب ارتعاش قابها، نحوه توزیع مفاصل پلاستیک در اعضا، دوران ارتجاعی مفاصل تیر به ستون، دوران مفاصل پلاستیک، بیشینه تغییر مکان های جانبی، نیروی برشی پایه، منحنی های ظرفیت، ظرفیت استهلاک انرژی، نوع مکانیسم ترک در دال در مجاور اتصال میانی و کناری برای قابهای مدل شده ارائه شده است.

در فصل آخر به جمع بندی و ارائه نتایج حاصله از تحقیق انجام شده می پردازیم. و درنهایت پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی ارائه می گردد.