

تاسیس ۱۳۰۷

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی زلزله

تاثیر مدل سازی اتصالات در برآورد پاسخ لرزه ای قاب های بتن آرمه خمشی

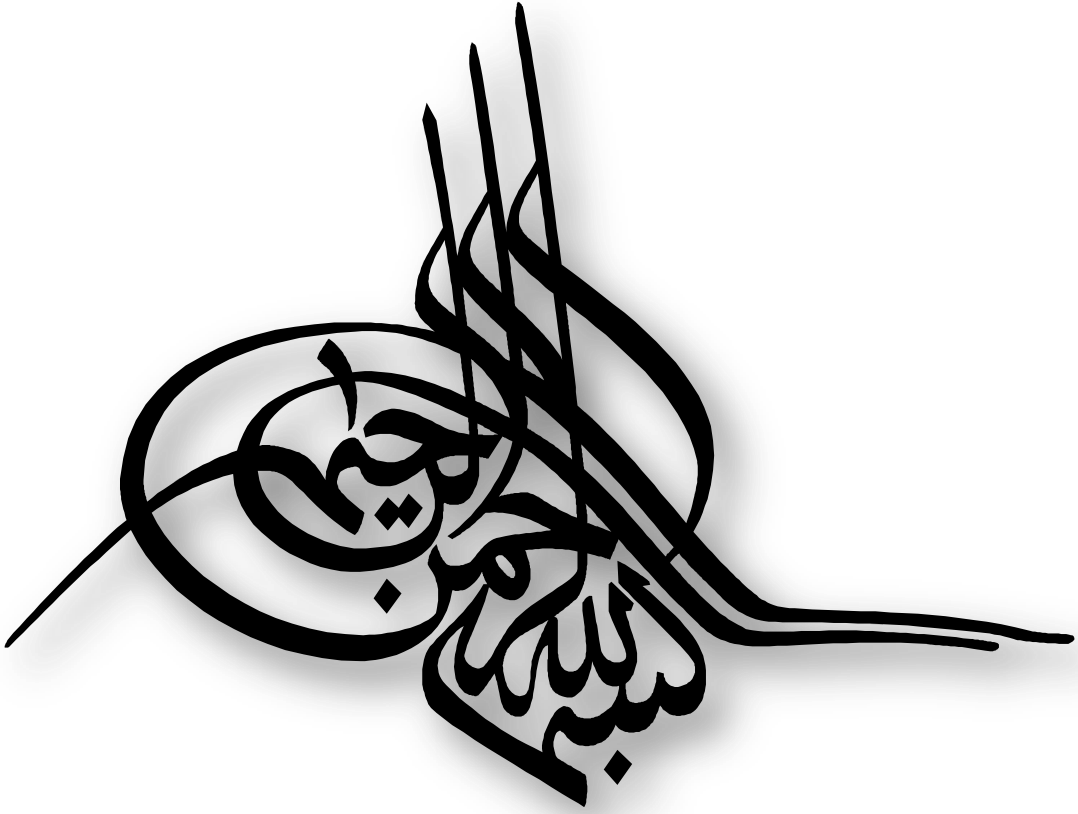
استاد راهنما

دکتر سید بهرام بهشتی اول

نگارش

مستانه فیاضی

شهریور ۱۳۹۰



تقدیم به پدر و مادر عزیزم که همواره مشوق و پشتیبان من در زندگی بوده اند.

و تقدیم به همسر مهربانم که همواره در کنار من بوده است.

تشکر و قدردانی

در این جا بر خود لازم میدانم که از زحمات اساتید ارجمندم به ویژه جناب آقای دکتر بهشتی که همواره با راهنمایی های ارزنده و گران قدر خود اینجانب را یاری نموده اند، تشکر و قدردانی نمایم.

از پدر و مادر بزرگوار و فداکارم و همسر عزیزم که در طول این سال ها همیشه پشتوانه و مشوق بنده در راه تحصیل علم بوده و با کمک های شایان خود مرا در این راه یاری رساندند، کمال تشکر را دارم و از خداوند منان می خواهم که به من توانی دهد بلکه بتوانم گوشه ای از محبت هایشان را جبران کنم.

همچنین از تمام دوستان و کسانی که به نحوی در انجام این پایان نامه مرا یاری نموده اند سپاسگزاری می نمایم.

چکیده:

در دهه های گذشته محققین و مهندسين زيادى بر روى اثرات اتصالات تير-ستون در عملکرد سازه ها، تحقيق و پژوهش نموده اند و همواره اثراتى كه اين اتصالات مى توانند بر روى رفتار سازه داشته باشند يكي از دغدغه هاى مهندسين بوده است. پس از زلزله Northridge عدم وجود ملزومات آيين نامه اى در اين خصوص به وضوح پى برده شد و از آن پس در آيين نامه هاى لرزه اى جديد تمرکز بيشترى بر روى افزايش تقاضاى شكل پذيرى از طريق بهبود ضوابط و جزئيات لازم در خصوص اتصالات به وجود آمد. نتيجه اين تحقيقات منجر به ايجاد مدل هاى تحليلى متعددى جهت شبیه سازی رفتار اتصالات تير-ستون به ویژه در سازه های بتن آرمه جهت شناسایی مکانیسم های شکست آنها گردیده است. به مرور زمان این مدل ها کامل تر و پارامترهای رفتاری اتصال با دقت بیشتری شبیه سازی و مدل سازی گردیدند. یکی از کامل ترین این مدل ها، المان ارائه شده توسط آقای Altoontash به نام Joint ۲D می باشد. این المان از ۵ مولفه پاسخ اتصال تشکیل می گردد. جهت بررسی رفتار اتصالات تير-ستون و نحوه تأثیری که ممکن است بر روى پاسخ کل سازه داشته باشند، تحقیقی در این زمینه صورت گرفته است. هدف اصلی این تحقیق بررسی اثر مدل سازی اتصالات تير-ستون در پاسخ لرزه اى قاب هاى بتن آرمه خمشی می باشد. بدین ترتیب پس از صحت سنجی مدل اتصال به کار گرفته شده، چهار قاب با ارتفاع هاى متفاوت در نظر گرفته شده است، سپس قاب ها به دو صورت با مدل کردن اتصال و بدون در نظر گرفتن اثر مدل سازی اتصال در نرم افزار OpenSeeS مدل سازی و تحلیل شده اند و مورد مقایسه قرار گرفته اند. در ادامه جهت تعیین میزان اطمینان پذیری نتایج حاصله نسبت به پارامترهای تأثیر گذار، تغییر طول مهارى جهت تحلیل حساسیت در نظر گرفته شده است. در نهایت سطح اطمینان و شاخص اطمینان پذیری در تمام حالات محاسبه شده است.

واژه های کلیدی: اتصال تير-ستون، المان Joint ۲D، پاسخ لرزه اى، گریز و ماکسیمم تغییر مکان

بام، طول مهارى

فهرست مطالب

فصل اول.....	۱
کلیات.....	۱
ترکیب بندی فصول.....	۴
فصل دوم.....	۵
مروری بر مطالعات فنی.....	۵
۱-۲ خصوصیات رفتار اتصال.....	۶
۲-۲ بررسی رفتار برشی اتصالات تیر-ستون.....	۶
۳-۲ مقاومت پیوستگی اتصالات تیر-ستون.....	۹
۴-۲ تاثیرات اندرکنش بین برش اتصال و مقاومت پیوستگی در اتصالات تیر-ستون.....	۱۱
۵-۲ بررسی مدل های ارائه شده جهت المان اتصال تیر-ستون.....	۱۲
۱-۵-۲ مدل های ساده پاسخ اتصال.....	۱۲
۲-۵-۲ مدل های پیچیده پاسخ اتصال.....	۱۷
۳-۵-۲ مدل اتصال تیر-ستون جهت سیستم مقاوم خمشی.....	۱۸
۴-۵-۲ انتخاب مدل پاسخ اتصال و ویژگی های آن.....	۱۹
۶-۲ صحت سنجی مدل انتخابی.....	۲۱
فصل سوم.....	۲۴
فرضیات و نحوه مدل سازی.....	۲۴
۱-۳ مقدمه.....	۲۴
۲-۳ معرفی سازه های مورد مطالعه و فرضیات مدل سازی و طراحی.....	۲۵
۱-۲-۳ طراحی قاب ۳ طبقه.....	۲۹
۲-۲-۳ طراحی قاب ۶ طبقه.....	۳۱
۳-۲-۳ طراحی قاب ۱۲ طبقه.....	۳۳

۳۶	..... طراحی قاب ۱۸ طبقه
۳۹	..... معرفی نرم افزار OpenSees و نحوه مدل سازی در آن
۳۹	..... معرفی نرم افزار OpenSees
۴۱	..... Model-building ساخت مدل
۴۵	..... Analysis آنالیز
۴۶	..... Recorder ثبت کننده
۴۶	..... OpenSees در قاب ها مدل سازی
۵۹	..... جمع بندی
۶۱	..... فصل چهارم
۶۱	..... ارائه و تحلیل نتایج
۶۱	..... ۱-۴ مقدمه
۶۲	..... ۲-۴ نتایج آنالیزهای پوش اور
۷۰	..... ۳-۴ نتایج آنالیزهای دینامیکی غیر خطی
۷۰	..... ۱-۳-۴ رکورد Chalfant Valley
۷۴	..... ۲-۳-۴ رکورد Chi Chi
۷۶	..... ۳-۳-۴ رکورد Imperial Valley
۷۹	..... ۴-۳-۴ رکورد Kobe
۸۲	..... ۵-۳-۴ رکورد Kocaeli
۸۴	..... ۶-۳-۴ رکورد Loma Prieta
۸۷	..... ۷-۳-۴ رکورد Morgan Hill
۸۹	..... ۸-۳-۴ رکورد Northridge
۹۲	..... ۹-۳-۴ رکورد San Fernando
۹۴	..... ۱۰-۳-۴ رکورد Tabas
۹۷	..... فصل پنجم

۹۷	..... آنالیز حساسیت و بررسی اثر طول مهاری در رفتار اتصالات
۹۷	..... ۱-۵ مقدمه
۹۸	..... ۲-۵ دسته بندی منابع عدم قطعیت موجود در برآورد عملکرد سازه‌ها
۱۰۰	..... ۳-۵ نگاهی به روش مهندسی زلزله بر اساس عملکرد (PBEE)
۱۰۰	..... ۱-۳-۵ مقدمه روش
۱۰۱	..... ۲-۳-۵ روش مهندسی زلزله بر اساس عملکرد
۱۰۴	..... ۴-۵ تحلیل دینامیکی افزاینده (IDA)
۱۰۴	..... ۱-۴-۵ کلیات روش
۱۰۹	..... ۲-۴-۵ جزئیات مربوط به انجام آنالیز
۱۰۹	..... الف) معیار وقوع فروریزش در سازه
۱۱۳	..... ب) الگوریتم به کار رفته جهت مقیاس کردن شتاب نگاشت‌ها
۱۱۴	..... الگوریتم "hunt & fill"
۱۱۴	..... ۵-۵ روند انجام آنالیز IDA و نتایج حاصله
۱۱۴	..... ۱-۵-۵ فرضیات به کار رفته در آنالیز
۱۱۹	..... ۲-۵-۵ منحنی های IDA بدست آمده از آنالیز
۱۲۱	..... ۱-۲-۵-۵ نحوه استخراج منحنی های ۱۶، ۵۰ و ۸۴ درصد
۱۲۳	..... ۲-۲-۵-۵ نحوه استخراج منحنی های شکست Fragility Curve
۱۲۹	..... ۳-۵-۵ محاسبه شاخص اعتمادپذیری
۱۳۴	..... ۴-۵-۵ جمع بندی
۱۳۵	..... فصل ششم
۱۳۵	..... نتایج و پیشنهادات
۱۳۵	..... ۱-۶ نتیجه‌گیری
۱۳۷	..... ۱-۶ پیشنهادات برای مطالعات آینده
۱۳۸	..... فهرست مراجع

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲: شکست برشی اتصالات تیر- ستون ۸
- شکل ۲-۲: شکست برشی اتصال در زلزله kocaeli ترکیه ۸
- شکل ۳-۲: توزیع تنش میله و تنش پیوستگی برای یک میله مهارى در اتصال تیر- ستون ۱۰
- شکل ۴-۲: مدل قاب دو مولفه ای ، Otani سال ۱۹۷۴ ۱۳
- شکل ۵-۲: مدل فنر پیچشی دورانی غیرالاستیک متمرکز با طول صفر، El-Metwally و Chen ۱۴
- شکل ۶-۲: مدل اتصال تیر- ستون ارائه شده توسط Altoontash و Lowes ۱۶
- شکل ۷-۲: مدل اتصال تیر- ستون Joint ۲D-۵SPR ارائه شده توسط Altoontash و Deierlein ۱۶
- شکل ۸-۲: مدل رفتار برای شکست برشی اتصال و جریان نیرو در اتصال تیر ستون ۱۸
- شکل ۹-۲: مقایسه ای بر مکانیسم های مدل و مدل های موجود ۱۹
- شکل ۱۰-۲: المان اتصال در OpenSees ۲۰
- شکل ۱۱-۲: نحوه مدل سازی بخش های اتصال توسط المان Joint ۲D ۲۱
- شکل ۱۲-۲: جزئیات مدل صلیبی verify شده با استفاده از المان اتصال تیر-ستون Joint ۲D ۲۲
- شکل ۱۳-۲: پاسخ شبیه سازی شده و مدل شده المان اتصال تیر-ستون ۲۲
- شکل ۱۴-۲: پاسخ شبیه سازی شده المان اتصال تیر-ستون توسط Altoontash ۲۳
- شکل ۲-۳: ارتفاع و دهانه قاب ۶ طبقه به عنوان نمونه ۲۷
- شکل ۳-۳: مقاطع قاب ۶ طبقه ۳۳
- شکل ۵-۳: جزئیات مقاطع قاب ۱۲ طبقه ۳۵
- شکل ۶-۳: جزئیات مقاطع قاب ۱۸ طبقه (مقاطع ستون ها و مقاطع تیرها) ۳۸
- شکل ۷-۳: مراحل اصلی در OpenSees ۴۱
- شکل ۸-۳: مراحل آنالیز و تعریف پارامترها در OpenSees ۴۲

- شکل ۳-۹ منحنی رفتار مصالح ۰۲ concrete..... ۴۹
- شکل ۳-۱۰ مدل تنش-کرنش کنت- پارک برای بتن..... ۵۰
- شکل ۳-۱۱ منحنی رفتار مصالح ۰۲ steel..... ۵۰
- شکل ۳-۱۲ عضو با مقاطع فایبر ۵۱
- شکل ۳-۱۳ نحوه مدل سازی اتصال در OpenSees ۵۴
- شکل ۵-۱ شمایی از روش مهندسی زلزله بر اساس عملکرد ۱۰۳
- شکل ۵-۲ پیوستگی و پیوستگی مهارى فولاد و بتن و نمایش پیوستگی واقعی و متوسط ۱۱۵
- شکل ۵-۳ شمای بارگذاری ایده آل شده هسته اتصال ۱۱۶
- شکل ۵-۴ توزیع تنش آرماتور و تنش پیوستگی برای آرماتورهای مسلح کننده در اتصال ۱۱۷
- شکل ۵-۵: ایجاد منحنی شکنندگی متناظر با خسارت ۶۰٪ ۱۲۴
- شکل ۵-۶: منحنی شکنندگی متناظر با خسارت ۶۰٪ ۱۲۴

فهرست نمودارها

- نمودار ۳-۱: طیف رکورد chalfant valley مقیاس شده به ۱g و طیف طرح استاندارد قاب ۳ طبقه..... ۵۷
- نمودار ۳-۲: طیف رکورد kocaeli مقیاس شده به ۱g و طیف طرح استاندارد برای قاب ۳ طبقه..... ۵۸
- نمودار ۴-۱ مقایسه منحنی های پوش اور در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D قاب ۳ طبقه ۶۳
- نمودار ۴-۲ مقایسه منحنی های پوش اور در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D قاب ۶ طبقه ۶۴
- نمودار ۴-۳ مقایسه منحنی های پوش اور در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۲ طبقه..... ۶۴
- نمودار ۴-۴ مقایسه منحنی های پوش اور در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۸ طبقه..... ۶۵
- نمودار ۴-۵ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۳ طبقه..... ۶۷
- نمودار ۴-۶ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۶ طبقه..... ۶۷
- نمودار ۴-۷ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۲ طبقه..... ۶۸
- نمودار ۴-۸ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۸ طبقه..... ۶۹
- نمودار ۴-۹ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۳ طبقه تحت رکورد chalfant valley..... ۷۱
- نمودار ۴-۱۰ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۶ طبقه تحت رکورد chalfant valley..... ۷۲
- نمودار ۴-۱۱ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۲ طبقه تحت رکورد chalfant valley..... ۷۲

- نمودار ۴-۱۲ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۸ طبقه تحت رکورد chalfant valley..... ۷۳
- نمودار ۴-۱۳ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۳ طبقه تحت رکورد chichi..... ۷۴
- نمودار ۴-۱۴ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۶ طبقه تحت رکورد chichi..... ۷۵
- نمودار ۴-۱۵ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۲ طبقه تحت رکورد chichi..... ۷۵
- نمودار ۴-۱۶ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۸ طبقه تحت رکورد chichi..... ۷۶
- نمودار ۴-۱۷ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۳ طبقه تحت رکورد imperial valley..... ۷۷
- نمودار ۴-۱۸ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۶ طبقه تحت رکورد imperial valley..... ۷۷
- نمودار ۴-۱۹ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۲ طبقه تحت رکورد imperial valley..... ۷۸
- نمودار ۴-۲۰ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۸ طبقه تحت رکورد imperial valley..... ۷۹
- نمودار ۴-۲۱ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۳ طبقه تحت رکورد kobe..... ۸۰
- نمودار ۴-۲۲ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۶ طبقه تحت رکورد kobe..... ۸۰
- نمودار ۴-۲۳ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۲ طبقه تحت رکورد kobe..... ۸۱

- نمودار ۴-۲۴ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۸ طبقه تحت رکورد kobe ۸۱
- نمودار ۴-۲۵ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۳ طبقه تحت رکورد kocaeli ۸۲
- نمودار ۴-۲۶ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۶ طبقه تحت رکورد kocaeli ۸۳
- نمودار ۴-۲۷ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۲ طبقه تحت رکورد kocaeli ۸۳
- نمودار ۴-۲۸ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۸ طبقه تحت رکورد kocaeli ۸۴
- نمودار ۴-۲۹ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۳ طبقه تحت رکورد loma prieta ۸۵
- نمودار ۴-۳۰ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۶ طبقه تحت رکورد loma prieta ۸۵
- نمودار ۴-۳۱ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۲ طبقه تحت رکورد loma prieta ۸۶
- نمودار ۴-۳۲ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۸ طبقه تحت رکورد loma prieta ۸۶
- نمودار ۴-۳۳ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۳ طبقه تحت رکورد morgan hill ۸۷
- نمودار ۴-۳۴ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۶ طبقه تحت رکورد morgan hill ۸۸
- نمودار ۴-۳۵ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۲ طبقه تحت رکورد morgan hill ۸۸

- نمودار ۴-۳۶ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۸ طبقه تحت رکورد morgan hill..... ۸۹
- نمودار ۴-۳۷ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۳ طبقه تحت رکورد Northridge..... ۹۰
- نمودار ۴-۳۸ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۶ طبقه تحت رکورد Northridge..... ۹۰
- نمودار ۴-۳۹ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۲ طبقه تحت رکورد Northridge..... ۹۱
- نمودار ۴-۴۰ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۸ طبقه تحت رکورد Northridge..... ۹۱
- نمودار ۴-۴۱ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۳ طبقه تحت رکورد san Fernando..... ۹۲
- نمودار ۴-۴۲ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۶ طبقه تحت رکورد san Fernando..... ۹۳
- نمودار ۴-۴۳ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۲ طبقه تحت رکورد san Fernando..... ۹۳
- نمودار ۴-۴۴ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۸ طبقه تحت رکورد san Fernando..... ۹۴
- نمودار ۴-۴۵ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۳ طبقه تحت رکورد Tabas..... ۹۵
- نمودار ۴-۴۶ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۶ طبقه تحت رکورد Tabas..... ۹۵
- نمودار ۴-۴۷ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۲ طبقه تحت رکورد Tabas..... ۹۶

نمودار ۴-۴۸ مقایسه ماکسیمم گریز طبقات در دو حالت گیردار و با مدل اتصال Joint۲D برای قاب ۱۸ طبقه تحت رکورد Tabas	۹۶
نمودار ۵-۱ مقایسه دو منحنی IDA برای دو IM مختلف: حد اکثر شتاب زمین (PGA) و شتاب طیفی مود اول نوسان (Sa)	۱۰۵
نمودار ۵-۲ یک منحنی IDA تیبیک	۱۰۶
نمودار ۵-۳ منحنی IDA قاب ۳ طبقه برای حالت با اتصالات گیردار	۱۱۹
نمودار ۵-۴ منحنی IDA قاب ۳ طبقه برای حالت طول مهاري کامل (ld=۴۰۰mm)	۱۲۰
نمودار ۵-۵ منحنی IDA قاب ۳ طبقه برای حالت طول مهاري برابر نصف (ld=۲۰۰mm)	۱۲۰
نمودار ۵-۷ مقایسه منحنی های ۱۶ درصد نرمال	۱۲۱
نمودار ۵-۸ مقایسه منحنی های ۵۰ درصد نرمال	۱۲۲
نمودار ۵-۹ مقایسه منحنی های ۸۴ درصد نرمال	۱۲۲
نمودار ۵-۱۰ منحنی شکست برای سطح خطر CP در حالت اتصال گیردار	۱۲۶
نمودار ۵-۱۱ منحنی شکست برای سطح خطر CP در حالت طول مهاري کامل (ld=۴۰۰mm)	۱۲۶
نمودار ۵-۱۲ منحنی شکست برای سطح خطر CP در حالت طول مهاري برابر نصف (ld=۲۰۰mm)	۱۲۷
نمودار ۵-۱۳ منحنی شکست برای سطح خطر IO در حالت اتصال گیردار	۱۲۷
نمودار ۵-۱۴ منحنی شکست برای سطح خطر IO در حالت طول مهاري کامل (ld=۴۰۰mm)	۱۲۸
نمودار ۵-۱۵ منحنی شکست برای سطح خطر IO در حالت طول مهاري برابر نصف (ld=۲۰۰mm)	۱۲۸

فهرست جداول

جدول ۳-۱ مشخصات مصالح بتن مصرفی و فولاد آرماتورها	۲۸
جدول ۳-۲ بارهای زنده و مرده وارد بر طبقات و بام	۲۸
جدول ۳-۳ فرضیات بارگذاری لرزه ای و پارامترهای مربوط به نوع خاک منطقه	۲۹
جدول ۳-۴ جزئیات مقاطع قاب ۳ طبقه	۳۰
جدول ۳-۵ جزئیات مقاطع قاب ۶ طبقه	۳۲
جدول ۳-۶ جزئیات مقاطع قاب ۱۲ طبقه	۳۴

جدول ۳-۷ جزئیات مقاطع قاب ۱۸ طبقه.....	۳۷
جدول ۳-۸ پارامترهای مربوط به بارگذاری لرزه ای برای هر نوع قاب بر اساس استاندارد ۲۸۰۰.....	۳۹
جدول ۳-۹ جزئیات تنش و کرنش تارهای بتنی مقاطع فایبر.....	۴۹
جدول ۳-۱۰ خصوصیات رکوردهای انتخابی.....	۵۶
جدول ۴-۱ مقایسه پیروود های بدست آمده از آنالیز مودال.....	۶۲
جدول ۴-۲ مقایسه تغییر مکان ماکسیمم بام تحت آنالیز پوش اور در انواع قاب ها.....	۶۵
جدول ۴-۳ ماکسیمم گریز بام پس از آنالیز پوش اور در انواع قابها (مبین رسیدن به حد تعریف شده گریز).....	۶۵
جدول ۴-۴ تغییر مکان ماکسیمم بام تحت آنالیز دینامیکی با رکورد chalfant valley در انواع قاب ها.....	۷۱
جدول ۴-۵ تغییر مکان ماکسیمم بام تحت آنالیز دینامیکی با رکورد chichi در انواع قاب ها.....	۷۴
جدول ۴-۶ تغییر مکان ماکسیمم بام تحت آنالیز دینامیکی با رکورد imperial valley در انواع قاب ها.....	۷۶
جدول ۴-۷ تغییر مکان ماکسیمم بام تحت آنالیز دینامیکی با رکورد kobe در انواع قاب ها.....	۷۹
جدول ۴-۸ تغییر مکان ماکسیمم بام تحت آنالیز دینامیکی با رکورد kocaeli در انواع قاب ها.....	۸۲
جدول ۴-۹ تغییر مکان ماکسیمم بام تحت آنالیز دینامیکی با رکورد loma prieta در انواع قاب ها.....	۸۴
جدول ۴-۱۰ تغییر مکان ماکسیمم بام تحت آنالیز دینامیکی با رکورد morgan hill در انواع قاب ها.....	۸۷
جدول ۴-۱۱ تغییر مکان ماکسیمم بام تحت آنالیز دینامیکی با رکورد northridge در انواع قاب ها.....	۸۹
جدول ۴-۱۲ تغییر مکان ماکسیمم بام تحت آنالیز دینامیکی با رکورد san fernando در انواع قاب ها.....	۹۲
جدول ۴-۱۳ تغییر مکان ماکسیمم بام تحت آنالیز دینامیکی با رکورد tabas در انواع قاب ها.....	۹۴
جدول ۵-۱ سطوح عملکردی سازه ای.....	۱۰۱
جدول ۵-۲ رکوردهای پیشنهادی FEMA.....	۱۰۸
جدول ۵-۳ رکوردهای انتخابی.....	۱۰۹
جدول ۵-۴ ظرفیت گریز بین طبقه C و فاکتور مقاومت برای سازه های خمشی معمولی و ویژه.....	۱۳۰
جدول ۵-۵ ظرفیت های خلاصه شده برای قاب های مورد نظر در حالات حدی مختلف.....	۱۳۱
جدول ۵-۶ سطح اطمینان (confidence level) به ازای مقادیر مختلف شاخص اعتمادپذیری و پارامتر	
..... β_{ui}	۱۳۱

جدول ۷-۵ مینیمم مقدار سطح اطمینان (confidence level) توصیه شده FEMA-۳۵۰ ۱۳۲

جدول ۸-۵ فاکتور تغییرات تقاضا γ ۱۳۲

جدول ۹-۵ محاسبه confidence level برای قاب های مورد نظر ۱۳۳

فصل اول

کلیات

در طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله اصل بر این است که سازه طوری طرح و ساخته شود که بتواند در برابر زلزله‌های متوسط بدون آسیب دیدگی مقاومت کند؛ در برابر زلزله‌های شدیدی که برای عمر مفید آن پیش‌بینی می‌شود، بدون آسیب دیدگی جدی مقاومت کرده، و در برابر زلزله‌های شدید غیر عادی، سازه دچار تخریب کلی نشود.

مطالعه و بررسی سازه‌های تخریب شده در اثر زلزله‌هایی که طی سال‌های اخیر به وقوع پیوسته، مهندسان را به نقش و اهمیت اتصالات تیر-ستون در ایمنی ساختمان‌ها واقف نموده است.

مشاهده ساختمان‌های آسیب دیده در اثر زلزله نشان داده است که تحت بار لرزه‌ای، اتصالات تیر-ستون یکی از آسیب پذیرترین المان سازه‌ای بوده و نسبت به سایر عناصر سازه‌ای نیاز به توجه خاص در طرح و ساخت دارند. با قرار گرفتن قاب بتن آرمه شکل پذیر خمشی تحت تأثیر نیروهای

جانبی ناشی از زلزله، اتصالات تیر-ستون می بایست قادر به انتقال نیروهای برشی نسبتاً بزرگی باشند که در عین حال با تغییر شکل های زیادی هم همراه می باشد [۱].

رفتار اتصالات توسط محققینی در کشورهای آمریکا، کانادا، ژاپن و نیوزیلند مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. اگر چه اهداف این تحقیقات متفاوت بودند، اما تأکید اصلی این مطالعات، بررسی رفتار مهاری فولادهای تیر، بررسی مقاومت پیوستگی بتن و آرماتور، بررسی عملکرد برشی اتصال و ایجاد رفتار شکل پذیر در بارگذاری های متناوب بوده است. نتیجه این تحقیقات منجر به تدوین اولین آیین نامه جهت طراحی اتصالات بتن آرمه گردید.

در سالهای پیش از ۱۹۶۰ آیین نامه های طراحی ساختمان فاقد بسیاری از جزئیات لازم جهت تامین شکل پذیری سازه بوده اند. بدین ترتیب مفاهیم طراحی اتصالات قدیمی از نیروها و یا تنش ها به عنوان پارامترهای اصلی طراحی و از پارامتر حاصل از نسبت ماکسیمم نیروی اعمالی به ظرفیت اسمی به عنوان عاملی جهت پیش بینی خرابی استفاده می کردند [۲]. به عنوان مثال بنای Van Nuys Holiday Inn در کالیفرنیا نمونه ای از سازه هایی است که در این برهه ساخته شد و به دلیل نوع اتصالات به کار رفته در برابر بارگذاری زلزله دچار شکست ترد گردید. عدم استفاده از آرماتورهای عرضی به میزان کافی در اتصال، کوتاه و ناکافی بودن طول جوش آرماتورهای طولی ستون ها در کف دال، پتانسیل بیشتر ستون ها نسبت به تیرها در جاری شدن و مقاومت برشی ناکافی ستون ها از عواملی بودند که عدم شکل پذیری سازه مذکور و سایر نمونه های مشابه را سبب می شدند [۳].

کمیته ACI-ASCE ۳۵۲ اولین توصیه های طراحی را در سال ۱۹۷۶ انتشار داد [۱]. از آن پس آیین نامه های لرزه ای جدید تمرکز بیشتری بر روی تقاضای شکل پذیری داشتند، به طوریکه ظرفیت های تغییر شکل (یا اعوجاج) در حالت غیرخطی برای بارگذاری لرزه ای در نظر گرفته شد [۲]. به عنوان یک روش دقیق تر، تغییر شکل اجزاء و گریز طبقات به عنوان عواملی جهت تعیین آسیب کلی سازه در نظر گرفته شدند.

لازم به ذکر است که علی رغم مطالعات صورت گرفته همچنان در آنالیز و طرح اتصالات، ابهامات زیادی وجود دارد. بدین معنی که تا کنون به طور کامل تأثیر پارامترهای مختلف در رفتار و شکل پذیری اتصالات مورد بررسی قرار نگرفته است. محققین در طول سالیان متمادی بین دهه های ۶۰ تا ۹۰ میلادی تلاش های زیادی در تبیین رفتار اتصالات انجام دادند. در بین این تحقیقات، مطالعات انجام گرفته بر اتصالات خارجی از اهمیت خاصی برخوردارند، به طوری که بیش از نیمی از تحقیقات بر روی بررسی رفتار این نوع اتصالات متمرکز شده است [۱].

علاوه بر موارد فوق شایان ذکر است که در چند دهه اخیر، مطالعات بسیاری بر روی اتصالات انجام شده و مدل های تحلیلی متعددی برای شبیه سازی رفتار اتصالات تیر-ستون سازه های بتن آرمه در جهت شناسایی مکانیسم های شکست آنها پیشنهاد شده است. بر اساس نتایج این بررسی ها، آیین نامه های طراحی کنونی توصیه هایی را برای حصول اطمینان از یکپارچگی اتصالات ارائه می دهند. با این حال، ملاحظات طراحی و تفسیر مفاهیم اتصال در آیین نامه های مختلف با یکدیگر تفاوت دارد. ناسازگاری اصلی میان آیین نامه ها به مکانیسم های مقاومت اتصال پذیرفته شده توسط آنها، نظیر ابعاد اتصال، مقاومت اصطکاکی، بار محوری ستون، آرماتورهای برشی اتصال، نسبت مقاومت خمشی ستون به تیر، اثرات دال و تیرهای متقاطع مربوط می باشد.

در مجموع تحقیقات وسیعی در زمینه اتصالات و تأثیر آنها بر عملکرد سازه صورت گرفته است. به دلیل تأثیر رفتار غیرخطی اتصال بر روی پاسخ سیستم، تعدادی از محققین مدل های اتصالی را جهت کاربرد در شبیه سازی پاسخ سازه ها تحت بار لرزه ای پیشنهاد کردند. ویژگی اصلی این نوع مدل ها سازگاری با سایر المان های تشکیل دهنده سازه یعنی المان های خطی تیر و ستون می باشد. علاوه بر این مدل های اتصال باید روابط پاسخ غیرخطی را در برگیرند که این روابط توسط کاربر و بر اساس پارامترهای اساسی مصالح و هندسه نمونه کالیبره می شود. همچنین مدل های اتصال می بایست پارامترهای کنترل کننده رفتار غیرخطی را نیز به طور واضح شبیه سازی کنند.