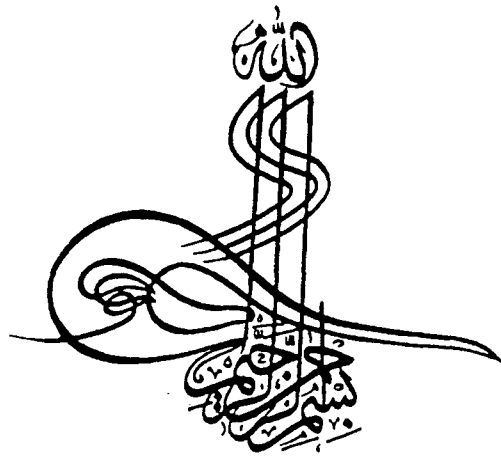


11/10/18



٢٣

٤٢١٩٠



پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

۱۳۸۱ / ۷ / ۳۰

کتابخانه تخصصی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

پایان نامه کارشناسی ارشد  
مهندسی زلزله

موضوع

بررسی تحلیلی رفتار اتصالات صلب تیر به ستون  
مرکب تحت بار جانبی زمین لرزه

دانشجو

اشکان وثوقی

۴۳۱۹۰

استاد راهنما

دکتر بهرخ حسینی هاشمی

استاد مشاور

دکتر فرهاد بهنام فر

تابستان ۱۳۸۱

۴۲۱۹۰

استاد راهنما: دکتر بهرخ حسینی هاشمی

دکتر بهرخ حسینی هاشمی

استاد مشاور: دکتر فرهاد بهنام فر

دکتر فرهاد بهنام فر

رئیس تحصیلات تکمیلی: دکتر بهرخ حسینی هاشمی

دکتر بهرخ حسینی هاشمی

استاد ممتحن داخلی: دکتر وتر

دکتر وتر

استاد ممتحن خارجی: دکتر شکیب (عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس)

دکتر شکیب



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲	چکیده.....
۴	<b>فصل اول: مشخصات اتصالات.....</b>
۵	۱-۱- مقدمه.....
۵	۲-۱- مشخصات اصلی یک اتصال.....
۵	۱-۲-۱- مقاومت اتصال.....
۵	۲-۲-۱- سختی (صلبیت) اتصال.....
۷	۱-۲-۲-۱- تعیین میزان صلبیت اتصال بر اساس سختی وتر.....
۷	۲-۲-۲-۱- تعیین میزان صلبیت اتصال بر اساس مفهوم خط تیر.....
۸	۳-۲-۱- شکل پذیری اتصال.....
۱۲	<b>فصل دوم: مروری بر آزمایشات انجام شده در گذشته.....</b>
۱۳	۱-۲- مقدمه.....
۱۳	۲-۲- معرفی اتصالات مدل شده در آزمایشگاه.....
۱۴	۳-۲- نتایج آزمایشهای انجام گرفته بر روی نمونه های آزمایشی.....
۱۴	۱-۳-۲- نتایج آزمایشهای نمونه اول (SN1).....
۱۵	۲-۳-۲- نتایج آزمایشهای نمونه اول (SN2).....
۱۵	۳-۳-۲- نتایج آزمایشهای نمونه اول (SN3).....
۱۵	۴-۳-۲- نتایج آزمایشهای نمونه اول (SN4).....
۱۵	۵-۳-۲- نتایج آزمایشهای نمونه اول (SN5).....
۱۶	۶-۳-۲- نتایج آزمایشهای نمونه اول (SN6).....
۱۶	۷-۳-۲- نتایج آزمایشهای نمونه اول (SN7).....
۱۶	۸-۳-۲- مقایسه نتایج نمونه ها.....
۲۵	<b>فصل سوم: تحلیل نمونه آزمایشگاهی SN1 به روش اجزاء محدود.....</b>
۲۶	۱-۳- مقدمه.....
۲۶	۲-۳- مدلسازی.....
۲۶	۱-۲-۳- المانهای مورد استفاده.....
۲۷	۲-۲-۳- تعیین اندازه المانهای SOLID.....
۲۷	۱-۲-۲-۳- تحلیل زیر مدل در حالت کششی.....
۲۸	۲-۲-۲-۳- تحلیل زیر مدل در حالت فشاری.....
۲۹	۳-۲-۳- تعیین مقدار سختی قائم در المانهای CONTACT52.....

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۰	۴-۲-۳- مش بندی مدل SNI
۳۲	۵-۲-۳- شرایط مرزی و بارگذاری
۳۳	۳-۳- تحلیل غیرخطی
۳۴	۱-۳-۳- معیارهای تسلیم
۳۴	۱-۱-۳-۳- معیار تسلیم ترسکا
۳۵	۲-۱-۳-۳- معیار تسلیم ون میسز
۳۸	۲-۳-۳- قانون جریان
۳۹	۳-۳-۳- قوانین سخت شوندگی
۳۹	۱-۳-۳-۳- سخت شوندگی ایزوتروپیک
۴۰	۲-۳-۳-۳- سخت شوندگی سینماتیک
۴۱	۴-۳- نتیجه گیری

### فصل چهارم: تحلیل نمونه های مختلف اتصال صلب تیر به ستون مرکب تحت بار جانبی

۵۳	به روش اجزاء محدود
۵۴	۱-۴- مقدمه
۵۴	۲-۴- نمونه های تحلیلی
۵۴	۱-۲-۴- تحلیل و طراحی یک ساختمان فولادی پنج طبقه
۵۵	۲-۲-۴- طراحی اتصال مینا
۵۸	۳-۲-۴- تمرکز تنش ناشی از ورق پشت بند
۶۰	۴-۲-۴- مشخصات نمونه های تحلیلی
۶۱	۳-۴- مدلسازی و تحلیل
۶۲	۱-۳-۴- مدلسازی کل نمونه CP10 با المان SHELL
۶۵	۲-۳-۴- مدلسازی نصف نمونه CP10 با المان SHELL
۶۶	۳-۳-۴- مدلسازی نصف نمونه CP10 با المان SOILD
۷۱	۴-۳-۴- مدلسازی سایر نمونه های تحلیلی
۷۱	۵-۳-۴- تأثیر تنشهای سه محوری بر شکل پذیری فولاد
۷۲	۴-۴- شاخصهای تنش و کرنش
۷۲	۱-۴-۴- معرفی شاخصها
۷۴	۲-۴-۴- محل محاسبه شاخصها
۷۵	۳-۴-۴- مشخصات دورانی نمونه های تحلیلی
۷۹	۵-۴- مشخصات دورانی نمونه های تحلیلی

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۰۲	<b>فصل پنجم: مطالعات موردی و تفسیر نتایج</b>
۱۰۳	۱-۵- مقدمه
۱۰۴	۲-۵- مقاومت اتصال
۱۰۴	۱-۲-۵- سری CP
۱۰۴	۲-۲-۵- سری CPW
۱۰۵	۳-۲-۵- سری HST
۱۰۵	۴-۲-۵- سری HSTW
۱۰۵	۵-۲-۵- سری VST
۱۰۵	۶-۲-۵- سری VSTW
۱۰۶	۳-۵- سختی صلبیت اتصال
۱۰۶	۱-۳-۵- سری CP
۱۰۶	۲-۳-۵- سری CPW
۱۰۶	۳-۳-۵- سری HST
۱۰۶	۴-۳-۵- سری HSTW
۱۰۷	۵-۳-۵- سری VST
۱۰۷	۶-۳-۵- سری VSTW
۱۰۷	۴-۵- شکل پذیری اتصال
۱۰۸	۱-۴-۵- سری CP
۱۰۹	۲-۴-۵- سری CPW
۱۱۰	۳-۴-۵- سری HST
۱۱۱	۴-۴-۵- سری HSTW
۱۱۲	۵-۴-۵- سری VST
۱۱۲	۶-۴-۵- سری VSTW
۱۱۳	۵-۵- تسلیم چشمه اتصال
۱۱۴	۱-۵-۵- سری CP
۱۱۵	۲-۵-۵- سری CPW
۱۱۵	۳-۵-۵- سری HST
۱۱۶	۴-۵-۵- سری HSTW
۱۱۶	۵-۵-۵- سری VST
۱۱۸	۶-۵-۵- سری VSTW

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۴۹	فصل ششم: نتایج و توصیه برای کارهای تحقیقاتی آینده
۱۵۰	۱-۶- جمع بندی و توصیه های طراحی و اجرایی
۱۵۲	۲-۶- پیشنهاد برای کارهای تحقیقاتی آینده
۱۵۴	مراجع
	پیوست
۱۵۷	پیوست (الف): منحنیهای تغییرات شاخصهای تنش و کرنش در جوشها
۲۳۹	پیوست (ب): منحنیهای مشخصات دورانی نمونه های تحلیلی

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۱	شکل (۱-۱): منحنی لنگر- دوران تیپ اتصال برای تعیین ظرفیت و صلبیت اتصال به روش سختی و تری.....
۱۱	شکل (۲-۱): لنگر و دوران برای معادلات شیب-افت.....
۱۱	شکل (۳-۱): منحنی لنگر- دوران انواع اتصال و خط تیر برای تعیین صلبیت اتصال.....
۱۷	شکل (۱-۲): ساختار نمونه آزمایشی.....
۱۸	شکل (۲-۲): جزئیات اتصال هفت نمونه آزمایشی.....
۱۹	شکل (۳-۲): منحنی لنگر- دوران نمونه آزمایشی SN1.....
۲۰	شکل (۴-۲): گسیختگی جوش ورق اتصال در نمونه آزمایشی SN1.....
۲۰	شکل (۵-۲): گسیختگی جوش ورق تقویتی ستون در نمونه آزمایشی SN1.....
۲۱	شکل (۶-۲): منحنی لنگر- دوران نمونه آزمایشی SN2.....
۲۱	شکل (۷-۲): منحنی لنگر- دوران نمونه آزمایشی SN3.....
۲۲	شکل (۸-۲): منحنی لنگر- دوران نمونه آزمایشی SN4.....
۲۲	شکل (۹-۲): منحنی لنگر- دوران نمونه آزمایشی SN5.....
۲۳	شکل (۱۰-۲): منحنی لنگر- دوران نمونه آزمایشی SN6.....
۲۳	شکل (۱۱-۲): منحنی لنگر- دوران نمونه آزمایشی SN7.....
۲۴	شکل (۱۲-۲): مقایسه رابطه لنگر- دوران هفت نمونه آزمایشی.....
۲۴	شکل (۱۳-۲): مقایسه رابطه بار- تغییرمکان هفت نمونه آزمایشی.....
۴۲	شکل (۱-۳): هندسه و ابعاد زیر مدل.....
۴۲	شکل (۲-۳): زیر مدل مش بندی شده با ۱۰ المان SOLID45 در عرض ورق اتصال (SOLID45-10T)
۴۳	شکل (۳-۳): زیر مدل مش بندی شده با ۲۰ المان SOLID45 در عرض ورق اتصال (SOLID45-20T)
۴۳	شکل (۴-۳): توزیع تنش ون میسر در عرض ورق اتصال کششی دربرستون در زیر مدل‌های مختلف
۴۴	شکل (۵-۳): توزیع تنش ون میسر در عرض ورق اتصال فشاری در بر ستون در زیر مدل‌های مختلف
۴۴	شکل (۶-۳): توزیع تنش ون میسر در عرض ورق اتصال فشاری زیر مدل SOLID45-20C، به ازای مقادیر مختلف KN.....
۴۵	شکل (۷-۳): جزئیات نمونه آزمایشگاهی SN1.....
۴۶	شکل (۸-۳): مدل مش بندی شده نمونه آزمایشگاهی SN1؛ بالا: مدل یک چهارم، پایین: جزئیات اتصال
۴۷	شکل (۹-۳): منحنیهای تنش- کرنش؛ (۱): فولاد نرمه، (۲): فلز جوش.....
۴۸	شکل (۱۰-۳): معیار تسلیم ترسکا و ون میسر در حالت تنش دو بعدی.....
۴۸	شکل (۱۱-۳): سطوح تسلیم در دستگاه مختصات محورهای اصلی تنش.....
۴۸	شکل (۱۲-۳): صفحات هشت وجهی در دستگاه مختصات محورهای اصلی تنش.....
۴۹	شکل (۱۳-۳): نمایش شماتیک قانون جریان.....
۴۹	شکل (۱۴-۳): سطح تسلیم ثانویه برای مصالح سخت شونده ایزوتروپیک.....
۵۰	شکل (۱۵-۳): سخت شوندگی ایزوتروپیک.....
۵۰	شکل (۱۶-۳): سطح تسلیم ثانویه برای مصالح سخت شونده سینماتیک.....
۵۰	شکل (۱۷-۳): سخت شوندگی سینماتیک.....



## فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- شکل (۳-۱۸): توزیع تنش ون میسر در ناحیه اتصال مدل تحلیلی SNI..... ۵۱
- شکل (۳-۱۹): مقایسه منحنی نیرو- تغییرمکان قائم ستون در نمونه SNI در حالت آزمایشگاهی و تحلیلی..... ۵۲
- شکل (۳-۲۰): مقایسه منحنی لنگر- دوران نمونه SNI در حالت آزمایشگاهی و تحلیلی..... ۵۲
- شکل (۴-۱): پلان تیپ طبقات ساختمان فولادی ۵ طبقه..... ۸۱
- شکل (۴-۲): مقاطع و نسبت تنش موجود به تنش مجاز در قابهای روی محور ۱ و ۵ در ساختمان فولادی ۵ طبقه..... ۸۲
- شکل (۴-۳): جزئیات اتصال تیر طبقه چهارم به ستون واقع بر محور A..... ۸۳
- شکل (۴-۴): سطح جوش نشده ورق پشت بند که مانند ترک گوشه فرض می شود..... ۸۴
- شکل (۴-۵): سه مود بارگذاری روی ترک: مود I (بازشونده)، مود II (برش در صفحه) و مود III (برش خارج از صفحه) ..... ۸۴
- شکل (۴-۶): یک ورق با الف: ترک گوشه، ب: ترک میانی..... ۸۴
- شکل (۴-۷): جزئیات نمونه های تحلیلی گروه..... ۸۵
- شکل (۴-۸): جزئیات نمونه های تحلیلی گروه ۲..... ۸۶
- شکل (۴-۹): ساختار تحلیلی نمونه ها..... ۸۷
- شکل (۴-۱۰): مدل مش بندی شده کل نمونه CP10 به وسیله المان SHELL43 و جزئیات اتصال شکل (۴-۱۱): مدل آزمایشی مش بندی شده با المان SHELL43 و SOLID45 برای یافتن معادلات همسازی مناسب برای شبیه سازی جوش گوشه..... ۸۹
- شکل (۴-۱۲): منحنیهای تنش- کرنش: (۱): فولاد نرمه، (۲): فلز جوش..... ۸۹
- شکل (۴-۱۳): مدل مش بندی شده نصف نمونه CP10 به وسیله المان SHELL43..... ۹۰
- شکل (۴-۱۴): منحنی نیرو- تغییرمکان نسبی برای کل نمونه CP10 مش بندی شده با SHELL، نصف نمونه CP10 مش بندی شده با SHELL و نصف نمونه CP10 مش بندی شده با SOLID..... ۹۰
- شکل (۴-۱۵): مدل مش بندی شده نصف نمونه CP10 به وسیله المان SOLID45 و جزئیات اتصال..... ۹۱
- شکل (۴-۱۶): توزیع تنش ون میسر در ناحیه اتصال مدل تحلیلی CP10..... ۹۲
- شکل (۴-۱۷): توزیع تنش هیدرواستاتیک در ناحیه اتصال مدل تحلیلی CP10..... ۹۳
- شکل (۴-۱۸): توزیع کرنش پلاستیک معادل در ناحیه اتصال نمونه تحلیلی CP10..... ۹۴
- شکل (۴-۱۹): آزمایش کشش ساده برای نمونه هایی با سطح مقطع یکسان. الف: میله استوانه‌ای؛ ب: میله استوانه ای شکافدار..... ۹۵
- شکل (۴-۲۰): مراحل گسیختگی نرم در نمونه فولادی تحت آزمایش کشش ساده..... ۹۵
- شکل (۴-۲۱): مسیرهای محاسبه شاخصهای تنش و کرنش..... ۹۵
- شکل (۴-۲۲): شاخصهای تنش برشی (تنش برشی تقسیم بر تنش تسلیم برشی)، میسر و فشار در جوش گوشه در نمونه تحلیلی CP10 به ازای تغییرمکان نسبی ۰/۰۵ و ۰/۰۳ رادیان..... ۹۶

سازمان سنجش آموزش  
 وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
 مرکز آزمون و گواهی

## فهرست اشکال

صفحه

عنوان

۹۷	شکل (۴-۲۳): شاخصهای EPEQ، سه محوری و گسیختگی در جوش گوشه در نمونه تحلیلی CP10 به ازای تغییرمکان نسبی ۰/۰۰۵ و ۰/۰۳ رادیان.....
۹۸	شکل (۴-۲۴): شاخصهای تنش قائم (تنش قائم تقسیم بر تنش تسلیم)، میسز و فشار در جوش شیاری در نمونه تحلیلی CP10 به ازای تغییرمکان نسبی ۰/۰۰۵ و ۰/۰۳ رادیان.....
۹۹	شکل (۴-۲۵): شاخصهای EPEQ، سه محوری و گسیختگی در جوش شیاری در نمونه تحلیلی CP10 به ازای تغییرمکان نسبی ۰/۰۰۵ و ۰/۰۳ رادیان.....
۱۰۰	شکل (۴-۲۶): روش محاسبه زاویه دوران چشمه اتصال یا زاویه دوران تیر نسبت به ستون ( $\theta$ ).....
۱۰۱	شکل (۴-۲۷): ۱- دوران اجزاء چشمه اتصال بر حسب تغییرمکان نسبی؛ ۲- نسبت دوران اجزاء چشمه اتصال بر حسب تغییرمکان نسبی؛ ۳- منحنی لنگر- دوران و خط تیر برای نمونه تحلیلی CP10
۱۱۹	شکل (۵-۱): منحنیهای تغییرات نسبت لنگر خمشی در بر ستون به ظرفیت پلاستیک تیر.....
۱۲۰	شکل (۵-۲): منحنیهای تغییرات ضمیمت اتصال.....
۱۲۱	شکل (۵-۳): منحنیهای تغییرات حداکثر شاخصهای میسز، EPEQ و گسیختگی در جوش گوشه و جوش شیاری بر حسب نسبت ضخامت به عرض ورق پوششی در سری CP.....
۱۲۲	شکل (۵-۴): منحنیهای تغییرات حداکثر شاخصهای میسز، EPEQ و گسیختگی در جوش گوشه و جوش شیاری بر حسب نسبت ضخامت به عرض ورق پوششی در سری CPW.....
۱۲۳	شکل (۵-۵): منحنیهای تغییرات حداکثر شاخصهای میسز، EPEQ و گسیختگی در جوش گوشه و جوش شیاری بر حسب نسبت ضخامت سخت کننده افقی به ضخامت ورق اتصال بال در سری HST
۱۲۴	شکل (۵-۶): منحنیهای تغییرات حداکثر شاخصهای میسز، EPEQ و گسیختگی در جوش گوشه و جوش شیاری بر حسب نسبت ضخامت سخت کننده افقی به ضخامت ورق اتصال بال در سری HSTW
۱۲۵	شکل (۵-۷): منحنیهای تغییرات حداکثر شاخصهای میسز، EPEQ و گسیختگی در جوش گوشه و جوش شیاری بر حسب نسبت ضخامت سخت کننده قائم به مجموع ضخامتهای جان پروفیلتهای ستون در سری VST.....
۱۲۶	شکل (۵-۸): منحنیهای تغییرات حداکثر شاخصهای میسز، EPEQ و گسیختگی در جوش گوشه و جوش شیاری بر حسب نسبت ضخامت سخت کننده قائم به مجموع ضخامتهای جان پروفیلتهای ستون در سری VSTW.....
۱۲۷	شکل (۵-۹): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسز و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه CP10.....
۱۲۸	شکل (۵-۱۰): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسز و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه CP12.....
۱۲۹	شکل (۵-۱۱): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسز و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه CP15.....

## فهرست اشکال

صفحه

عنوان

۱۳۰	شکل (۵-۱۲): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه CP20.....
۱۳۱	شکل (۵-۱۳): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه CP10W.....
۱۳۲	شکل (۵-۱۴): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه CP12W.....
۱۳۳	شکل (۵-۱۵): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه CP15W.....
۱۳۴	شکل (۵-۱۶): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه CP20W.....
۱۳۵	شکل (۵-۱۷): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه HST05.....
۱۳۶	شکل (۵-۱۸): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه HST10.....
۱۳۷	شکل (۵-۱۹): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه HST05W.....
۱۳۸	شکل (۵-۲۰): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه HST10W.....
۱۳۹	شکل (۵-۲۱): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه VST06.....
۱۴۰	شکل (۵-۲۲): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه VST066.....
۱۴۱	شکل (۵-۲۳): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه VST08.....
۱۴۲	شکل (۵-۲۴): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه VST10.....
۱۴۳	شکل (۵-۲۵): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه VST06W.....
۱۴۴	شکل (۵-۲۶): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه VST066W.....
۱۴۵	شکل (۵-۲۷): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسر و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه VST08W.....

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۴۶	شکل (۲۸-۵): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسز و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه VST10W.....
۱۴۷	شکل (۲۹-۵): منحنیهای تغییرات تنش برشی، شاخص میسز و شاخص EPEQ بر حسب دوران کل اتصال در وسط چشمه اتصال در نمونه VST12W.....
۱۴۸	شکل (۳۰-۵): پیچش در جان ستون در محدوده چشمه اتصال در نمونه CP20W (بزرگنمایی ۵ برابر)
۱۴۸	شکل (۳۱-۵): تشکیل مفصل پلاستیک در تیر در انتهای ورق اتصال بال در نمونه VST066 (توزیع کرنش پلاستیک معادل).....

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۶۱	جدول (۱-۴): جزئیات نمونه های تحلیلی گروه ۱.....
۶۲	جدول (۲-۴): جزئیات نمونه های تحلیلی گروه ۲.....
۷۶	جدول (۳-۴): حداکثر مقدار شاخصها در جوش گوشه نمونه های تحلیلی گروه ۱ در تغییر مکان نسبی ۰/۰۰۵ رادیان.....
۷۶	جدول (۴-۴): حداکثر مقدار شاخصها در جوش شیاری نمونه های تحلیلی گروه ۱ در تغییر مکان نسبی ۰/۰۰۵ رادیان.....
۷۶	جدول (۵-۴): حداکثر مقدار شاخصها در جوش گوشه نمونه های تحلیلی گروه ۲ در تغییر مکان نسبی ۰/۰۰۵ رادیان.....
۷۷	جدول (۶-۴): حداکثر مقدار شاخصها در جوش شیاری نمونه های تحلیلی گروه ۲ در تغییر مکان نسبی ۰/۰۰۵ رادیان.....
۷۷	جدول (۷-۴): حداکثر مقدار شاخصها در جوش گوشه نمونه های تحلیلی گروه ۱ در تغییر مکان نسبی ۰/۰۰۳ رادیان.....
۷۷	جدول (۸-۴): حداکثر مقدار شاخصها در جوش شیاری نمونه های تحلیلی گروه ۱ در تغییر مکان نسبی ۰/۰۰۳ رادیان.....
۷۸	جدول (۹-۴): حداکثر مقدار شاخصها در جوش گوشه نمونه های تحلیلی گروه ۲ در تغییر مکان نسبی ۰/۰۰۳ رادیان.....
۷۸	جدول (۱۰-۴): حداکثر مقدار شاخصها در جوش شیاری نمونه های تحلیلی گروه ۲ در تغییر مکان نسبی ۰/۰۰۳ رادیان.....
۷۸	جدول (۱۱-۴): پتانسیل شروع گسیختگی و نوع گسیختگی در کلیه نمونه های تحلیلی.....

## چکیده

در ایران به علت محدودیت تولید نیمرخهای نورد شده، اغلب از ترکیب دو نیمرخ *IPE* که به وسیله ورق تقویتی سراسری یا تعدادی تسمه با فاصله مشخص به یکدیگر متصل شده‌اند، استفاده می‌گردد. اگر برای اتصال تیر به اینگونه ستونها از اتصال صلب استفاده شود، تیرها معمولاً به وسیله ورقهای اتصال بال و ورق اتصال جان به ورق تقویتی سراسری ستون یا ورق پوششی در ناحیه اتصال متصل می‌شوند که این ورقها نیز به وسیله دو خط جوش گوشه در کناره‌های خود به پروفیل‌های ستون متصل می‌گردند. بنابراین رفتار این نوع از اتصالات با اتصال صلب تیر به ستون با مقطع *IPB* که بالهای تیر به وسیله ورق اتصال و یا به صورت مستقیم به بال ستون متصل شده‌اند، متفاوت می‌باشد. در مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران و نیز سایر کتب طراحی، اغلب ضوابط ارائه شده برای اتصالات صلب، مربوط به ستونهای دارای مقطع *IPB* می‌باشد. بنابراین لازم است که در زمینه اتصالات صلب تیر به ستونهای مرکب و رفتار لرزه‌ای آنها، تحقیقات جامعی صورت گیرد.

در این پایان نامه اتصال صلب یک طرفه تیر به ستون مرکب تحت بار جانبی زلزله (دو نیمرخ *IPE* و تعدادی تسمه با فاصله مشخص) به وسیله تحلیل استاتیکی غیرخطی به روش اجزاء محدود مورد بررسی قرار گرفته است. برای حصول اطمینان از فرضیات مورد استفاده در تحلیل، یکی از ۷ نمونه آزمایش شده در سال ۱۳۷۳ در بخش سازه مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد تحلیل قرار گرفته و نتایج آن با نتایج آزمایش مقایسه شده است. پس از آن چندین مدل تحلیلی ساخته شده که در هر یک از آنها با تغییر دادن یکی از مشخصات هندسی اتصال، اثر آن بر سه مشخصه اصلی اتصال یعنی مقاومت، سختی (صلبیت) و شکل‌پذیری و همچنین نحوه تسلیم چشمه اتصال در طول بارگذاری ارزیابی شده است. به عنوان یک طرح جدید، در بعضی از مدلها از یک سخت‌کننده قائم با ضخامتهای مختلف استفاده شده و اثر آن بر رفتار اتصال و نحوه تعیین ضخامت آن تشریح شده است. از دیگر مشخصات هندسی اتصال که مدنظر قرار گرفته‌اند، عرض و ضخامت ورق پوششی در محل اتصال و وجود و یا عدم وجود سخت‌کننده‌های افقی و ضخامت آنها می‌باشد.

برای بررسی مقاومت هر یک از نمونه‌ها از منحنی لنگر- دوران، و برای بررسی سختی (صلبیت) هر یک از نمونه‌ها از تقاطع منحنی لنگر- دوران و خط تیر استفاده شده است. برای بررسی شکل‌پذیری هر یک از نمونه‌ها از چند شاخص تنش و کرنش استفاده شده که با توجه به نحوه توزیع آنها در مسیرهای بحرانی (جوشها)، پتانسیل گسیختگی هر نمونه مورد ارزیابی قرار گرفته است. برای ارزیابی نحوه تسلیم چشمه اتصال نیز از منحنی تغییرات بعضی از شاخصهای مذکور در

مرکز چشمه اتصال در طول بارگذاری استفاده شده است.

در مجموع با بررسی نتایج، استفاده از سخت‌کننده قائم به خاطر بهبود بخشیدن به رفتار اینگونه اتصالات، توصیه می‌شود و استفاده از سخت‌کننده‌های افقی به خاطر بی‌اثر بودن آنها و بعضاً افزایش پتانسیل گسیختگی در اینگونه اتصالات، توصیه نمی‌شود. همچنین توصیه‌هایی نیز برای تعیین عرض و ضخامت مناسب برای ورق پوششی در محل اتصال ارائه شده است.