بسم اللّه الرّحمن الرّحيم

دانشکده فنی

گروه عمران

گرایش سازه

بررسی تأثیر درجه صلبیت اتصالات متداول تیر به ستون بر رفتار لرزه ای سازه های فولادی

از

عاطفه پورعلی

استاد راهنما

دکتر جواد رزاقی

شهریور ۱۳۹۰

تقدیم به:

پدر و مادرم،

به پاس روزها و شب‌ها صبوری، پشتیبانی و اعتماد.

تقدیر و تشکر:

با سپاس از تمامی دوستان و عزیزانی که هریک به نوعی، مستقیم یا غیر مستقیم در شکل‌گیری و سرانجام یافتن این تحقیق یاری‌ام دادند. و بیش از همه استاد گرامی‌ام، دکتر جواد رزاقی، به پاس ماه‌ها همراهی، راهنمایی، صبر و آموختن آنچه بیش از تنها یک تحقیق دانشگاهی را دربرمی‌گیرد.

فهرست

چکیده فارسی ..... ظ

چکیده انگلیسی ..... ع

۱ مقدمه ۲

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۱-۱ اهمیت اتصالات در رفتار سازه ۲

۱-۱-۲- انتخاب نوع اتصال ۲

۱-۱-۳- دسته بندی انواع اتصالات ۳

۱-۱-۴- هدف از انجام مطالعه و نتایج حاصل از آن ۳

۱-۲- ساختار مطالعه ۸

۲ مطالعات مقدماتی ۱۱

۲-۱- مقدمه ۱۱

۲-۲- مرور مطالعات پیشین ۱۱

۲-۳- مطالعات تئوریک ۲۰

۲-۳-۱- طبقه‌بندی انواع اتصالات: ۲۰

۲-۳-۲- تفاوت اتصالات صلب و نیمه‌صلب و اتصالات با مقاومت کامل و مقاومت جزئی ۳۱

۲-۳-۳- مزایای استفاده از اتصالات نیمه صلب نسبت به اتصالات صلب و ساده ۳۳

۲-۳-۴- منحنی لنگر- دوران و خط تیر ۳۵

۲-۳-۵- مدل کردن رفتار لنگر- دوران اتصالات ۳۹

۳ مدلسازی اتصالات با نرم‌افزار اجزا محدود ۴۴

۳-۱- مقدمه ۴۴

۳-۲- مطالب تئوریک در مورد روش تحلیل اجزا محدود و نرم‌افزار **ANSYS** ۴۴

۳-۲-۱- مدلسازی محاسباتی با استفاده از اجزای محدود ۴۷

۳-۲-۲- معرفی نرم‌افزار **ANSYS** ۵۰

۳-۲-۳- مراحل عمومی حل مسائل در **ANSYS**: ۵۳

۳-۲-۴- المان‌های به کار رفته در مدلسازی اجزا محدود ۵۴

۳-۳- سنجش صحت مدل اجزا محدود ۵۷
۳-۴- نتایج حاصل از مدل‌سازی عددی: ۵۹
۳-۴-۱- علت‌های محتمل تفاوت نتایج آزمایشگاهی و عددی ۶۱
۳-۵- مشخصات مدل‌های بکار رفته در این تحقیق ۶۲
۳-۵-۱- شرح مدل‌ها ۶۳
۳-۵-۲- شرایط اعمال بار و تکیه‌گاه‌ها ۶۵
۳-۵-۳- بررسی نتایج ۶۶
۳-۵-۴- محاسبه‌ی خط تیر ۷۰
۳-۵-۵- جدول مدل‌ها ۷۱
۳-۵-۶- معرفی اتصالات سری **A** ۷۴
۳-۵-۷- معرفی اتصالات سری **B** ۷۸
۳-۵-۸- معرفی اتصالات سری **C** ۸۲
۳-۵-۹- معرفی اتصالات سری **D** ۸۵
۳-۵-۱۰- معرفی اتصالات سری **G** ۸۸
۳-۵-۱۱- معرفی اتصالات سری **H** ۹۱
۴ مقایسه‌ی نتایج مدلسازی ۹۶
۴-۱- مقدمه ۹۶
۴-۲- مقایسه‌ی اتصالات از نظر درصد صلبیت ۹۶
۴-۲-۱- اتصالات نوع **A** ۹۷
۴-۲-۱- اتصالات نوع **B** ۹۹
۴-۲-۲- اتصالات نوع **C** ۱۰۱
۴-۲-۳- اتصالات نوع **D** ۱۰۳
۴-۲-۴- اتصالات نوع **G** ۱۰۵
۴-۲-۵- اتصالات نوع **H** ۱۰۷
۴-۲-۶- بررسی تأثیر وجود نبشی جان بر صلبیت اتصال ۱۱۲
۴-۲-۷- بررسی تأثیر تغییر سایز نبشی فوقانی بر صلبیت اتصال ۱۱۴
۴-۲-۸- بررسی تأثیر سخت کننده‌های تحتانی بر صلبیت اتصال ۱۱۵
۴-۲-۹- بررسی تأثیر تعداد سخت‌کننده‌ها ۱۱۶
۴-۲-۱۰- بررسی تأثیر جایگزینی نبشی نشیمن با صفحه تحتانی بر صلبیت اتصال ۱۱۷

۴-۲-۱۱- بررسی تأثیر طول نبشی جان بر صلبیت اتصال ۱۱۸
۴-۲-۱۲- بررسی تأثیر سایز جوش‌های گوشه بر صلبیت اتصال..... ۱۲۰
۴-۳- بررسی توزیع تنش در مدل‌ها..... ۱۲۱
۴-۳-۱- مدل‌های سری **A**..... ۱۲۱
۴-۳-۲- مدل‌های سری B..... ۱۵۴
۴-۳-۳- مدل‌های سری **C**..... ۱۸۱
۴-۳-۴- مدل‌های سری **D**..... ۱۹۳
۴-۳-۵- مدل‌های سری **G**..... ۲۰۸
۴-۳-۶- مدل‌های سری **H**..... ۲۱۷
۴-۳-۷- بررسی وضعیت تنش فون میزس در ستون..... ۲۲۷
۴-۴- مقایسه‌ی مدل‌ها از نظر بار معادل تسلیم..... ۲۳۱
۴-۵- مقایسه‌ی مدل‌ها از نظر لنگر وارد بر مقطع ۲۳۸
۴-۵-۱- نتایج حاصل از مقایسه‌ی جداول ۲۴۱
۴-۶- مقایسه‌ی تغییرشکل در مدل‌ها..... ۲۴۴
۵ کاربرد نتایج حاصله در رفتار سازه..... ۲۴۹
۵-۱- مقدمه ۲۴۹
۵-۲- مفاهیم پایه در تحلیل قاب سازه‌ای..... ۲۴۹
۵-۲-۱- شکل‌پذیری/ نرمی..... ۲۴۹
۵-۲-۲- حالت خمیری..... ۲۵۰
۵-۲-۳- چگونگی تأثیر پاسخ غیرالاستیک بر سازه..... ۲۵۱
۵-۲-۴- شرایط تیر ضعیف- ستون قوی..... ۲۵۳
۵-۲-۵- انواع قاب‌های ساختمانی..... ۲۵۵
۵-۲-۶- روش‌های تحلیل سازه..... ۲۵۸
۵-۳- جزئیات مدل بررسی شده ۲۶۰
۵-۴- نتایج تحلیل و طراحی قاب‌ها با مقاطع رایج در کشور..... ۲۶۳
۵-۵- نتایج تحلیل و طراحی قاب‌ها با مقاطع **W** ۲۶۹
۶ نتیجه‌گیری ۲۷۷
۶-۱- مقدمه ۲۷۷
۶-۲- نتایج حاصل از بررسی منحنی‌های لنگر- دوران اتصالات..... ۲۷۷

۶-۳- نتایج حاصل از بررسی توزیع تنش فون میزس در المان‌ها در نرم‌افزار ۲۷۸
۶-۴- نتایج حاصل از بررسی لنگرها در مقاطع اتصال و وسط دهانه ۲۷۹
۶-۵- نتایج حاصل از مقایسه‌ی تغییرشکل در مدل‌ها ۲۷۹
۶-۶- نتایج حاصل از مقایسه‌ی روند تسلیم مقاطع ۲۷۹
۶-۷- نتایج حاصل از بررسی وضعیت تنش در ستون‌ها ۲۸۰
۶-۸- نتایج حاصل از تحلیل قاب‌های دوبعدی ۲۸۱
۶-۸-۱- قاب‌های طراحی شده با مقاطع استاندارد ایران ۲۸۱
۶-۸-۲- قاب‌های طراحی شده با مقاطع موجود در نرم‌افزار ۲۸۲
۶-۹- پیشنهاد برای تحقیقات آینده ۲۸۳
۷ مراجع ۲۸۵

جداول

جدول ۳-۱_مشخصات تیر جهت رسم نمودار خط تیر ۷۰
جدول ۳-۲_ مشخصات مدل‌ها..... ۷۲
جدول ۴-۱_ مقایسه تغییرمکان در مدل‌های A,B..... ۱۴۸
جدول ۴-۲_ مقایسه‌ی مدل‌های سری A از نظر بار در مراحل تسلیم ۲۳۲
جدول ۴-۳_ مقایسه‌ی مدل‌های سری B از نظر بار در مراحل تسلیم ۲۳۳
جدول ۴-۴_ مقایسه‌ی مدل‌های سری C از نظر بار در مراحل تسلیم ۲۳۴
جدول ۴-۵_ مقایسه‌ی مدل‌های سری D از نظر بار در مراحل تسلیم ۲۳۵
جدول ۴-۶_ مقایسه‌ی مدل‌های سری G از نظر بار در مراحل تسلیم ۲۳۶
جدول ۴-۷_ مقایسه‌ی مدل‌های سری H از نظر بار در مراحل تسلیم ۲۳۷
جدول ۴-۸_لنگر مقاطع مدل A ۲۳۹
جدول ۴-۹_لنگر مقاطع مدل B..... ۲۳۹
جدول ۴-۱۰_لنگر مقاطع مدل C..... ۲۴۰
جدول ۴-۱۱_لنگر مقاطع مدل D ۲۴۰
جدول ۴-۱۲_لنگر مقاطع مدل G ۲۴۰
جدول ۴-۱۳_لنگر مقاطع مدل H ۲۴۱
جدول ۴-۱۴_دسته‌بندی مدل‌ها بر حسب رابطه‌ی لنگر و صلبیت..... ۲۴۲
جدول ۴-۱۵_ مقادیر تغییرشکل در مدل‌های سری A ۲۴۴
جدول ۴-۱۶_ مقادیر تغییرشکل در مدل‌های سری B..... ۲۴۵
جدول ۴-۱۷_مقادیر تغییرشکل در مدل‌های سری C..... ۲۴۵
جدول ۴-۱۸_مقادیر تغییرشکل در مدل‌های سری D ۲۴۶
جدول ۴-۱۹_مقادیر تغییرشکل در مدل‌های سری G ۲۴۶
جدول ۴-۲۰_مقادیر تغییرشکل در مدل‌های سری H ۲۴۷
جدول ۵-۱_توزیع نیروی جانبی زلزله ۲۶۲
جدول ۵-۲_مقاطع طراحی شده و ضرایب تنش..... ۲۶۳
جدول ۵-۳_ سختی فنر متناظر با درصدهای صلبیت ۲۶۴
جدول ۵-۴_نتایج حاصل با اعمال درصد صلبیت ۲۵٪ ۲۶۵
جدول ۵-۵_نتایج حاصل با اعمال درصد صلبیت ۵۰٪ ۲۶۷
جدول ۵-۶_نتایج حاصل با اعمال درصد صلبیت ۷۵٪..... ۲۶۸
جدول ۵-۷ _سختی فنر متناظر با درصدهای صلبیت برای مقاطع W..... ۲۶۹
جدول ۵-۸ _مقاطع W طراحی شده و ضرایب تنش ۲۷۰
جدول ۵-۹_نتایج حاصل با اعمال درصد صلبیت ۲۵٪ ۲۷۳
جدول ۵-۱۰_نتایج حاصل با اعمال درصد صلبیت ۵۰٪..... ۲۷۴
جدول ۵-۱۱_نتایج حاصل با اعمال درصد صلبیت ۷۵٪..... ۲۷۵

شکل‌ها

شکل ۱-۱_اتصال با نبشی تقویت شده و ورق جان ۵
شکل ۱-۲_استفاده از ورق‌های سخت‌کننده در نبشی نشیمن..... ۶
شکل ۱-۳_شکل صحیح اجرای قلاب ۶
شکل ۱-۴_اجرای نادرست جوش نبشی نشیمن..... ۷
شکل ۲-۱_انواع اتصال با نبشی فوقانی و نشیمن..... ۲۲
شکل ۲-۲ _نحوه‌ی اتصال نبشی نشیمن ۲۳
شکل ۲-۳_مقطع بحرانی در نبشی نشیمن..... ۲۳
شکل ۲-۴_اتصال نشیمن تقویت شده ۲۴
شکل ۲-۵_اتصال با جفت نبشی جان..... ۲۵
شکل ۲-۶_ نحوه‌ی جوشکاری اتصال با نبشی جان ۲۵
شکل ۲-۷_ اتصال جان با قطعات T..... ۲۶
شکل ۲-۸_ اتصال با جوش مستقیم ورق به جان تیر ۲۶
شکل ۲-۹_اتصال با جوش مستقیم جان ۲۷
شکل ۲-۱۰_ اتصال با تک نبشی جان..... ۲۷
شکل ۲-۱۱_ اتصال با ورق بالاسری..... ۲۸
شکل ۲-۱۲_ اتصال ساده با ورق بالاسری و نبشی نشیمن..... ۲۸
شکل ۲-۱۳_ اتصال نیمه‌صلب با ورق بالاسری و نبشی نشیمن..... ۲۹
شکل ۲-۱۴_مقایسه‌ی لنگر تیرها با اتصالات متفلوت ۳۴
شکل ۲-۱۵_ تعیین لنگر و دوران جهت تعیین منحنی M-Θ..... ۳۵
شکل ۲-۱۶: مقایسه‌ی منحنی لنگر- دوران اتصالات نیمه‌صلب..... ۳۶
شکل ۲-۱۷_ نمودار لنگر- دوران نمونه‌ی اتصال ساده (۱)، نیمه‌صلب (۲) و گیردار (۳) ۳۸
شکل ۲-۱۸: شکل مربوط به مدلهای خطی ۳۹
شکل ۲-۱۹: مدل انگ و موریس ۴۱
شکل ۳-۱_فرآیند تحلیل به روش اجزا محدود ۴۶
شکل ۳-۲_نمایی از یک حجم و المان‌های آن در روش اجزا محدود ۴۷
شکل ۳-۳_المان SOLID45 ..... ۵۴
شکل ۳-۴_ المان CONTACT52 ..... ۵۶
شکل ۳-۵_مدل SN.1..... ۵۷
شکل ۳-۶_شرایط بارگذاری و تکیه‌گاهی مدل SN.1..... ۵۸
شکل ۳-۷_منحنی لنگر- دوران آزمایشگاهی مدل SN.1..... ۵۸
شکل ۳-۸_نمای کلی مدل SN.1 در نرم‌افزار ANSYS با اعمال تقارن..... ۶۰
شکل ۳-۹_ نمای اتصال SN.1 در نرم‌افزار ANSYS با اعمال تقارن ۶۰
شکل ۳-۱۰_ منحنی لنگر- دوران مدل SN.1 حاصل از آنالیز اجزا محدود ۶۱
شکل ۳-۱۱_ ابعاد مقاطع تیر و ستون..... ۶۳

شکل ۳-۱۲_نمای کلی مدل بدون اعمال تقارن ۶۵
شکل ۳-۱۳_نمای کلی مدل بعد از اعمال تقارن ۶۶
شکل ۳-۱۴_توزیع تنش قائم در بال‌های تیر در مقطع محاسبه‌ی لنگر و دوران ۶۹
شکل ۳-۱۵- توزیع تنش قائم در ارتفاع تیر در مقطع محاسبه‌ی لنگر و دوران ۶۹
شکل ۳-۱۶_ کوپل نیرو و لنگر مربوطه در مقطع محاسبه‌ی لنگر و دوران ۶۹
شکل ۳-۱۷_ اتصال A-1-a ۷۴
شکل ۳-۱۸_ اتصال A-1-b ۷۵
شکل ۳-۱۹_ اتصال A-1-c ۷۵
شکل ۳-۲۰_ اتصال A-2-b ۷۶
شکل ۳-۲۱_ اتصال A-2-c ۷۶
شکل ۳-۲۲_ اتصال A-5-1 ..... ۷۷
شکل ۳-۲۳_ اتصال A-5-2 ..... ۷۷
شکل ۳-۲۴_ اتصال B-1-b ۷۸
شکل ۳-۲۵_ اتصال B-1-c ۷۹
شکل ۳-۲۶_ اتصال B-3-b ۷۹
شکل ۳-۲۷_ اتصال B-3-b-1 ..... ۸۰
شکل ۳-۲۸_ اتصال B-5-1 ..... ۸۰
شکل ۳-۲۹_ اتصال B-5-2 ..... ۸۱
شکل ۳-۳۰_ اتصال C-1-a ۸۲
شکل ۳-۳۱_ اتصال C-1-b ۸۳
شکل ۳-۳۲_ اتصال C-1-c ۸۳
شکل ۳-۳۳_ اتصال C-4-a ۸۴
شکل ۳-۳۴_ اتصال D-1-a ۸۵
شکل ۳-۳۵_ اتصال D-1-b ۸۶
شکل ۳-۳۶_ اتصال D-1-c ۸۶
شکل ۳-۳۷_ اتصال D-3-a ۸۷
شکل ۳-۳۸_ اتصال D-3-a-1 ..... ۸۷
شکل ۳-۳۹_ اتصال G-1-a ۸۸
شکل ۳-۴۰_ اتصال G-1-b ۸۹
شکل ۳-۴۱_ اتصال G-1-c ۹۰
شکل ۳-۴۲_ اتصال G-1-d ۹۰
شکل ۳-۴۳_ اتصال H-1-a ۹۱
شکل ۳-۴۴_ اتصال H-1-b ۹۲
شکل ۳-۴۵_ اتصال H-1-c ۹۲
شکل ۳-۴۶_ اتصال H-4-a ۹۳
شکل ۳-۴۷_ اتصال H-4-b ۹۳

شکل ۳-۴۸_ اتصال H-4-c ۹۴
شکل ۴-۱_ منحنی لنگر- دوران مدل‌های سری A ۹۷
شکل ۴-۲_ درصد صلبیت مدل‌های سری A ۹۷
شکل ۴-۳_منحنی لنگر- دوران مدل‌های سری **B** ۹۹
شکل ۴-۴_درصد صلبیت مدل‌های سری B ۹۹
شکل ۴-۵_منحنی لنگر- دوران مدل‌های سری C ۱۰۱
شکل ۴-۶_درصد صلبیت مدل‌های سری C ۱۰۱
شکل ۴-۷_منحنی لنگر- دوران مدل‌های سری D ۱۰۳
شکل ۴-۸_درصد صلبیت مدل‌های سری D ۱۰۳
شکل ۴-۹_منحنی لنگر- دوران مدل‌های سری G ۱۰۵
شکل ۴-۱۰_درصد صلبیت مدل‌های سری G ۱۰۵
شکل ۴-۱۱_منحنی لنگر- دوران مدل‌های سری H ۱۰۷
شکل ۴-۱۲_درصد صلبیت مدل‌های سری D ۱۰۷
شکل ۴-۱۳_مقایسه مدل‌های A&B&C&D ۱۱۰
شکل ۴-۱۴_درصد صلبیت اتصالات با ورق زیرسری ۱۱۱
شکل ۴-۱۵_ بررسی تأثیر نبشی جان بر درصدهای صلبیت مدل‌های A , B ۱۱۲
شکل ۴-۱۶_ بررسی تأثیر نبشی جان بر درصدهای صلبیت مدل‌های C , D ۱۱۳
شکل ۴-۱۷_ بررسی تأثیر نبشی جان بر درصدهای صلبیت مدل‌های H , G ۱۱۳
شکل ۴-۱۸_ بررسی تأثیر سایز نبشی فوقانی بر درصدهای صلبیت مدل‌های A , B ۱۱۴
شکل ۴-۱۹_بررسی تأثیر سخت‌کننده‌های تحتانی بر درصدهای صلبیت مدل‌ها ۱۱۵
شکل ۴-۲۰_بررسی تأثیر تعداد سخت‌کننده‌های تحتانی بر درصدهای صلبیت مدل‌ها ۱۱۶
شکل ۴-۲۱_بررسی تأثیر جایگزینی نبشی نشیمن با ورق زیرسری بر درصدهای صلبیت مدل‌ها ۱۱۷
شکل ۴-۲۲_منحنی‌های لنگر- دوران مدل‌های سری B ۱۱۸
شکل ۴-۲۳_منحنی‌های لنگر- دوران مدل‌های سریD ۱۱۸
شکل ۴-۲۴_بررسی تأثیر طول نبشی جان بر درصدهای صلبیت مدل‌ها ۱۱۹
شکل ۴-۲۵_بررسی تأثیر بعد جوش بر درصدهای صلبیت مدل‌ها ۱۲۰
شکل ۴-۲۶_ a) توزیع تنش قائم در مقطع در گام ۱۸ b) توزیع تنش فون میزس در مقطع در گام ۲۲ ..... ۱۲۱
شکل ۴-۲۷_توزیع تنش فون میزس در المان‌ها ۱۲۲
شکل ۴-۲۸_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل A-1-a ۱۲۳
شکل ۴-۲۹_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی نشیمن مدل A-1-a ۱۲۴
شکل ۴-۳۰_ توزیع تنش فون میزس در مقطع بحرانی a) نبشی فوقانی b) نبشی نشیمن مدل A-1-a ۱۲۴
شکل ۴-۳۱_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی وسط دهانه مدل A-1-a ۱۲۵
شکل ۴-۳۲_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل A-1-a ۱۲۵
شکل ۴-۳۳_ توزیع تنش فون میزس در مقطع در گام ۲۱ ..... ۱۲۶
شکل ۴-۳۴_ توزیع تنش فون میزس در المان‌ها ۱۲۷
شکل ۴-۳۵_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل A-1-b ۱۲۷

شکل ۴-۳۶_ توزیع تنش فون میزس در مقطع بحرانی a) نبشی فوقانی b) نبشی نشیمن مدلA-1-b ۱۲۸
شکل ۴-۳۷_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی نشیمن مدل **A-1-b** ۱۲۹
شکل ۴-۳۸_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی وسط دهانه مدل A-1-b ۱۲۹
شکل ۴-۳۹_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل A-1-b ۱۳۰
شکل ۴-۴۰_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل **A-1-c** ۱۳۱
شکل ۴-۴۱_ تنش فون میزس در المان‌ها در مدل **A-1-c** ۱۳۲
شکل ۴-۴۲_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی نشیمن مدل **A-1-c** ۱۳۲
شکل ۴-۴۳_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی وسط دهانه مدل **A-1-c** ۱۳۳
شکل ۴-۴۴_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل A-1-c ۱۳۴
شکل ۴-۴۵_ تنش فون میزس در المان‌های نبشی فوقانی در مدل **A-2-b** ۱۳۵
شکل ۴-۴۶_ توزیع تنش فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل A-2-b ۱۳۶
شکل ۴-۴۷_a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل **A-2-b** ۱۳۷
شکل ۴-۴۸_مقایسه‌ی تنش‌های فون میزس مقطع بحرانی نبشی فوقانی در گام‌های ۸ و ۱۰ ..... ۱۳۷
شکل ۴-۴۹_مقایسه‌ی تنش‌های فون میزس مقطع بحرانی نبشی فوقانی در گام‌های ۱۲ و ۱۶ ..... ۱۳۸
شکل ۴-۵۰_a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی نشیمن مدل **A-2-b** ۱۳۸
شکل ۴-۵۱_a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی وسط دهانه مدل **A-2-b** ۱۳۹
شکل ۴-۵۲_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل A-2-b ۱۳۹
شکل ۴-۵۳_ تنش فون میزس در المان‌ها در مدل **A-1-b** ۱۴۰
شکل ۴-۵۴_ تنش فون میزس در المان‌ها در مدل **A-2-b** ۱۴۰
شکل ۴-۵۵_ تنش فون میزس در المان‌های نبشی فوقانی در مدل **A-2-c** ۱۴۱
شکل ۴-۵۶_ توزیع تنش فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل A-2-c ۱۴۲
شکل ۴-۵۷_a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل **A-2-c** ۱۴۳
شکل ۴-۵۸_a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی وسط دهانه مدل **A-2-c** ۱۴۳
شکل ۴-۵۹_a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی نشیمن مدل **A-2-c** ۱۴۴
شکل ۴-۶۰_تنش فون میزس در المان‌های جوش نبشی نشیمن مدل **A-2-c** ۱۴۴
شکل ۴-۶۱_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل A-2-c ۱۴۵
شکل ۴-۶۲_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل **A-5-1** ۱۴۶
شکل ۴-۶۳_ تنش فون میزس در المان‌های نبشی فوقانی مدل **A-5-1** در گام ۱۶ ..... ۱۴۷
شکل ۴-۶۴_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی نشیمن مدل **A-5-1** ۱۴۷
شکل ۴-۶۵_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی وسط دهانه مدل **A-5-1** ۱۴۸
شکل ۴-۶۶_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل A-5-1 ..... ۱۴۹
شکل ۴-۶۷_ تنش فون میزس در المان‌های نبشی فوقانی در مدل **A-5-2** ۱۵۰
شکل ۴-۶۸_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل **A-5-2** ۱۵۱
شکل ۴-۶۹_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی نشیمن مدل **A-5-2** ۱۵۱
شکل ۴-۷۰_a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی وسط دهانه مدل **A-5-2** ۱۵۲
شکل ۴-۷۱_ توزیع تنش فون میزس در مقطع ۱۴۹ میلیمتر مدل **A-5-2** ۱۵۲

شکل ۴-۷۲_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل A-5-2 ..... ۱۵۳
شکل ۴-۷۳_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل **B-1-b** ۱۵۵
شکل ۴-۷۴_a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی نشیمن مدل **B-1-b** ۱۵۶
شکل ۴-۷۵_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی وسط دهانه مدل **B-1-b** ۱۵۶
شکل ۴-۷۶_ تنش فون میزس در المان‌های مدل **B-1-b** در گام ۱۱ بارگذاری ۱۵۷
شکل ۴-۷۷_تنش فون میزس در المان‌های مدل **B-1-b** در گام ۱۵ بارگذاری ۱۵۸
شکل ۴-۷۸_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل B-1-b ۱۵۸
شکل ۴-۷۹_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل **B-1-c** ۱۵۹
شکل ۴-۸۰_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی نشیمن مدل **B-1-c** ۱۶۰
شکل ۴-۸۱_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی وسط دهانه مدل **B-1-c** ۱۶۱
شکل ۴-۸۲_ تنش فون میزس در المان‌های مدل **B-1-c** در گام ۱۶ بارگذاری ۱۶۱
شکل ۴-۸۳_ تنش فون میزس در المان‌های مدل **B-1-c** در گام ۱۸ بارگذاری ۱۶۲
شکل ۴-۸۴_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل **B-1-c** ۱۶۲
شکل ۴-۸۵_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل B-3-b ۱۶۳
شکل ۴-۸۶_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی نشیمن مدل B-3-b ۱۶۴
شکل ۴-۸۷_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی وسط دهانه مدل B-3-b ۱۶۵
شکل ۴-۸۸_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل B-3-b در گام ۱۴ ..... ۱۶۵
شکل ۴-۸۹_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل B-3-b در گام ۱۸ ..... ۱۶۶
شکل ۴-۹۰_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل B-3-b ۱۶۶
شکل ۴-۹۱_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل B-3-b_1 ..... ۱۶۸
شکل ۴-۹۲_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی نشیمن مدل B-3-b_1 ..... ۱۶۸
شکل ۴-۹۳_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی وسط دهانه مدل B-3-b_1 ..... ۱۶۹
شکل ۴-۹۴_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل B-3-b_1 در گام ۱۲ ..... ۱۷۰
شکل ۴-۹۵_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل B-3-b_1 در گام ۱۴ ..... ۱۷۰
شکل ۴-۹۶_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل B-3-b_1 ..... ۱۷۱
شکل ۴-۹۷_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی B-5-1 ..... ۱۷۳
شکل ۴-۹۸_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی نشیمن مدل B-5-1 ..... ۱۷۳
شکل ۴-۹۹_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی وسط دهانه مدل B-5-1 ..... ۱۷۴
شکل ۴-۱۰۰_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل B-5-1 در گام ۱۳ ..... ۱۷۵
شکل ۴-۱۰۱_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل B-5-1 در گام ۱۸ ..... ۱۷۵
شکل ۴-۱۰۲_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل B-5-1 ..... ۱۷۶
شکل ۴-۱۰۳_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل B-5-2 ..... ۱۷۷
شکل ۴-۱۰۴_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی نشیمن مدل B-5-2 ..... ۱۷۸
شکل ۴-۱۰۵_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی وسط دهانه مدل B-5-2 ..... ۱۷۹
شکل ۴-۱۰۶_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل B-5-2 در گام ۱۶ ..... ۱۷۹
شکل ۴-۱۰۷_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل B-5-2 در گام ۱۸ ..... ۱۸۰

شکل ۴-۱۰۸_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل B-5-2 ..... ۱۸۰
شکل ۴-۱۰۹_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های نبشی فوقانی مدل C-1-a در گام ۱۸ ..... ۱۸۲
شکل ۴-۱۱۰_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های نبشی نشیمن مدل C-1-a در گام ۱۸ ..... ۱۸۲
شکل ۴-۱۱۱_ تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی نشیمن مدل C-1-a ۱۸۳
شکل ۴-۱۱۲_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل C-1-a ۱۸۳
شکل ۴-۱۱۳_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی وسط دهانه مدل C-1-a ۱۸۴
شکل ۴-۱۱۴_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل C-1-a ۱۸۵
شکل ۴-۱۱۵_ تنش فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل C-1-b ۱۸۶
شکل ۴-۱۱۶_ تنش فون میزس در مقطع وسط دهانه مدل C-1-b ۱۸۷
شکل ۴-۱۱۷_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل C-1-a ۱۸۷
شکل ۴-۱۱۸_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی نبشی فوقانی مدل C-1-c ۱۸۸
شکل ۴-۱۱۹_توزیع تنش فون میزس در المان‌های اتصال C-1-c در گام ۱۹ ..... ۱۸۹
شکل ۴-۱۲۰_ a) تنش فون میزس b) تنش متوسط فون میزس در مقطع بحرانی وسط دهانه مدل C-1-c ۱۹۰
شکل ۴-۱۲۱_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل C-1-c ۱۹۰
شکل ۴-۱۲۲_ تنش فون میزس در مقطع a) بحرانی نبشی فوقانی b) وسط دهانه مدل C-4-a ۱۹۱
شکل ۴-۱۲۳_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل C-4-a در گام ۱۹ ..... ۱۹۲
شکل ۴-۱۲۴_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل C-4-a ۱۹۲
شکل ۴-۱۲۵_ تنش فون میزس در مقطع a) بحرانی نبشی فوقانی b) وسط دهانه مدل D-1-a ۱۹۴
شکل ۴-۱۲۶_توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل D-1-a ۱۹۴
شکل ۴-۱۲۷_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل D-1-a ۱۹۵
شکل ۴-۱۲۸_ تنش فون میزس در مقطع a) بحرانی نبشی فوقانی b) وسط دهانه مدل D-1-b ۱۹۷
شکل ۴-۱۲۹_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های نبشی فوقانی مدل D-1-b در گام a) ۱۵ b) ۱۸ ..... ۱۹۷
شکل ۴-۱۳۰_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های بخش تحتانی مدل D-1-b ۱۹۸
شکل ۴-۱۳۱_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل D-1-b ۱۹۸
شکل ۴-۱۳۲_ تنش فون میزس در مقطع a) بحرانی نبشی فوقانی b) وسط دهانه مدل D-1-c ۱۹۹
شکل ۴-۱۳۳_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های نبشی فوقانی مدل D-1-c در گام ۱۹ ..... ۲۰۰
شکل ۴-۱۳۴_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل D-1-c در گام ۱۹ ..... ۲۰۱
شکل ۴-۱۳۵_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل D-1-c ۲۰۱
شکل ۴-۱۳۶_ تنش فون میزس در مقطع a) بحرانی نبشی فوقانی b) وسط دهانه مدل D-3-a ۲۰۳
شکل ۴-۱۳۷_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های نبشی فوقانی مدل D-3-a در گام a) ۱۵ b) ۱۹ ..... ۲۰۳
شکل ۴-۱۳۸_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل D-3-a ۲۰۴
شکل ۴-۱۳۹_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل D-3-a ۲۰۴
شکل ۴-۱۴۰_ تنش فون میزس در مقطع a) بحرانی نبشی فوقانی b) وسط دهانه مدل D-3-a-1 ..... ۲۰۶
شکل ۴-۱۴۱_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های نبشی فوقانی مدل D-3-a-1 در گام a) ۱۵ b) ۱۹ ..... ۲۰۶
شکل ۴-۱۴۲_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل D-3-a-1 ..... ۲۰۷
شکل ۴-۱۴۳_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل D-3-a-1 ..... ۲۰۷

شکل ۴-۱۴۴_ تنش فون میزس در مقطع a) بحرانی نبشی فوقانی b) وسط دهانه مدل G-1-a ۲۰۹
شکل ۴-۱۴۵_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل G-1-a ۲۰۹
شکل ۴-۱۴۶_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل G-1-a ۲۱۰
شکل ۴-۱۴۷_ تنش فون میزس در مقطع a) بحرانی نبشی فوقانی b) وسط دهانه مدل G-1-b ۲۱۱
شکل ۴-۱۴۸_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل G-1-b ۲۱۲
شکل ۴-۱۴۹_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل G-1-b ۲۱۲
شکل ۴-۱۵۰_ تنش فون میزس در مقطع a) بحرانی نبشی فوقانی b) وسط دهانه مدل G-1-c ۲۱۳
شکل ۴-۱۵۱_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل G-1-c ۲۱۴
شکل ۴-۱۵۲_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل G-1-c ۲۱۴
شکل ۴-۱۵۳_ تنش فون میزس در مقطع a) بحرانی نبشی فوقانی b) وسط دهانه مدل G-1-d ۲۱۵
شکل ۴-۱۵۴_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل G-1-d ۲۱۶
شکل ۴-۱۵۵_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل G-1-d ۲۱۶
شکل ۴-۱۵۶_ تنش فون میزس در مقطع a) بحرانی نبشی فوقانی b) وسط دهانه مدل H-1-a ۲۱۸
شکل ۴-۱۵۷_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های نبشی فوقانی مدل H-1-a ۲۱۸
شکل ۴-۱۵۸_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل H-1-a ۲۱۹
شکل ۴-۱۵۹_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل H-1-a ۲۱۹
شکل ۴-۱۶۰_ تنش فون میزس در مقطع a) بحرانی نبشی فوقانی b) وسط دهانه مدل H-1-b ۲۲۰
شکل ۴-۱۶۱_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل H-1-b ۲۲۱
شکل ۴-۱۶۲_ تنش فون میزس در مقطع a) بحرانی نبشی فوقانی b) وسط دهانه مدل H-1-c ۲۲۲
شکل ۴-۱۶۳_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل H-1-c ۲۲۳
شکل ۴-۱۶۴_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل H-1-c ۲۲۳
شکل ۴-۱۶۵_ تنش فون میزس در مقطع a) بحرانی نبشی فوقانی b) وسط دهانه مدل H-4-b ۲۲۴
شکل ۴-۱۶۶_ توزیع تنش فون میزس در المان‌های مدل H-4-b ۲۲۵
شکل ۴-۱۶۷_ تغییرات تدریجی تغییر شکل با افزایش بار در مدل H-4-b ۲۲۶
شکل ۴-۱۶۸_نمایش توزیع تنش فون میزس در ستون‌ها ۲۲۸
شکل ۴-۱۶۹_تیر ساده تحت بار متمرکز ۲۳۸
شکل ۴-۱۷۰_تیر دوسر گیردار تحت بار متمرکز ۲۳۸
شکل ۵-۱: نمودار هیسترسیس رفتار الاستیک-پلاستیک ایده‌آل ۲۵۲
شکل ۵-۲_توزیع نیروها در چشمه‌ی اتصال ۲۵۴
شکل ۵-۳_مکانیزم جانبی در قاب ۲۵۴
شکل ۵-۴_تشکیل مفصل‌های پلاستیک در اتصال و پای ستون ۲۵۶
شکل ۵-۵_قاب مدل شده ۲۶۰
شکل ۵-۶_ نیروی محوری در ستون‌ها ۲۷۲

عنوان پایان نامه : بررسی تأثیر درجه صلبیت اتصالات متداول تیر به ستون بر رفتار لرزه‌ای سازه‌های فولادی
نگارنده : عاطفه پورعلی

چکیده:
دستیابی به تحلیلی صحیح از یک سازه‌ی فلزی، بدون اطلاع دقیق از میزان صلبیت اتصالات آن امری غیرممکن محسوب می‌شود. در سازه‌های حقیقی، اتصالات متداول به صورت کاملاً مفصلی یا صلب ایده‌آل عمل نمی‌کنند که این امر میتواند سبب شود که توزیع واقعی نیروهای اعضا و در نتیجه رفتار سازه تفاوتهای گاه قابل ملاحظه ای با مفروضات طراحی داشته باشد. از این رو تعیین درجه‌ی صلبیت واقعی اتصال یکی از دغدغه‌های بزرگ مهندسین سازه به شمار می‌رود.
در این تحقیق یک روش عددی بر پایه‌ی تحلیل اجزا محدود غیرخطی جهت مطالعه‌ی رابطه‌ی لنگر- دوران اتصالات جوشی مفصلی بکار برده شد. اتصالاتی که به عنوان پایه‌ی مدلسازی استفاده شدند شامل اتصالات متداول مفصلی نشسته و یا با نبشی جان هستند که با توجه به جزئیات اجرائی متداول، اجزای مختلفی به این اتصالات افزوده شده و پس از مدلسازی با روش اجزای محدود، میزان دوران اتصال و لنگر قابل انتقال توسط آنها مورد بررسی قرار گرفت. برای تأیید صحت نتایج حل عددی، از نتایج به دست آمده از تحقیقات آزمایشگاهی محققین دیگر استفاده شد.
با استفاده از منحنی‌های لنگر- دوران به دست آمده، اتصالات مورد مطالعه در گروه‌های ساده و نیمه‌صلب دسته‌بندی شدند و تاثیر عوامل مختلف از قبیل طول جوش و یا ابعاد نبشی های بالاسری در اتصالات نشسته، استفاده همزمان از نبشی جان و نبشی های بالاسری و امثالهم مورد بررسی قرار گرفت. به علاوه در هر یک از گروه‌ها پارامترهایی از قبیل تغییرشکل‌های افزوده و تسلیم موضعی اندازه‌گیری شدند.
بخش نهایی مطالعه به مدلسازی و تحلیل قاب‌های فلزی دوبعدی با استفاده درجه صلبیت بدست آمده از این تحقیق و مقایسه آن با تحلیل بر مبنای فرضیات تئوریک اختصاص یافت. این قاب‌ها با روش استاتیکی معادل تحت تحلیل قرار گرفته و از نتایج آنها جهت تعیین میزان تأثیر احتمالی صلبیت اتصال بر رفتار لرزه ای قاب استفاده شد.
طبق نتایج حاصل از تحقیق حاضر، اتصالات با نبشی فوقانی و نشیمن، در صورت ترکیب با اجزای اضافی مانند نبشی‌های جان یا سخت‌کننده‌ها، طیف وسیعی از درجات صلبیت را پوشش می‌دهند. لذا در عین حال که طبق نتایج این تحقیق استفاده از این جزئیات در مقاومسازی لرزه ای قابهای با اتصال مفصلی کاربرد زیادی میتواند داشته باشد، در عین حال ضروریست که بکارگیری این نوع اتصالات در قاب‌های سازه‌ای با احتیاط بیشتری انجام گیرد. چرا که طبق نتایج بدست آمده، وجود صلبیت پیش‌بینی نشده در اتصالات سازه‌های فلزی سبب ایجاد تغییرات عمده در توزیع نیروها در قاب و در نتیجه افزایش آسیب پذیری لرزه ای سازه گردد.

واژه های کلیدی : روش المان محدود، اتصال با نبشی فوقانی و نشیمن، اتصال نیمه‌صلب، درجه صلبیت، تحلیل استاتیکی معادل

فصل اول

مقدمه

مقدمه

۱–۱– مقدمه

۱–۱–۱– اهمیت اتصالات در رفتار سازه

اتصالات بخش مهمی از هر سازه را تشکیل می‌دهند و محتاطانه‌تر از اعضا نیز طراحی می‌شوند چرا که تحلیل آنها پیچیده‌تر از اعضا بوده و تفاوت میان رفتار واقعی و تئوریک آنها بیشتر می‌باشد. به علاوه تحت بارهای سنگین و پیش‌بینی نشده، خرابی یک عضو به تسلیم اتصال که چندین عضو را تحت تأثیر قرار می‌دهد، ترجیح داده می‌شود . اتصالات حدود نیمی از هزینه ساخت سازه‌ی فلزی را به خود اختصاص می‌دهند، بنابراین طراحی و جزئیات آنها دارای اهمیت بسیاری در اقتصادی بودن سازه است.

دست بالا در نظر گرفتن میزان سختی اتصال ممکن است منجر به تخمین دست پایین جابه‌جایی جانبی، تغییر مکان طبقات و افزایش ریسک آسیب‌پذیری سازه گردد. در حالیکه تخمین دست پایین سختی نیز ممکن است سبب دست پایین گرفتن مقادیر و توزیع نیروهای داخلی و لنگرهای خمشی در تیرها و ستون‌ها شود. بنابراین اندازه‌گیری دقیق‌تر پارامترهای اصلی اتصال امکان ارزیابی مطمئن‌تری از صلبیت اتصالات را فراهم می‌کند که در نهایت موجب توزیع دقیق‌تر نیروها و طراحی سیستم سازه‌ای قابل اطمینان‌تری خواهد بود.

از آنجا که نوع اتصال طراحی شده در توزیع نیروها بین اعضای متصل به آن مؤثر است، بنابراین باید پیش از طراحی سیستم سازه و اعضا، این امر کاملاً مورد توجه قرار گیرد. به عنوان مثال در طراحی یک عضو پیچی در کشش، مساحت خالص عضو با فرض تجربی تعداد و قطر مناسبی از پیچ‌ها محاسبه می‌شود به همین دلیل بررسی مساحت خالص پس از طراحی اتصال ضروری می‌باشد. به طور مشابه در طراحی قاب‌ها نیروی اعضا با فرض مفصلی، صلب یا نیمه‌صلب بودن اتصالات مشخص می‌شود چرا که رفتار واقعی آنها به طور دقیق قابل تعیین نیست. از دیگر موارد مهم و قابل ذکر، تأثیر نوع اتصال بر طول مؤثر ستون‌ها در تحلیل کمانش می‌باشد.

۱–۱–۲– انتخاب نوع اتصال

اتصالات در سازه‌ها به دسته‌های پرچی، پیچی و جوشی تقسیم می‌شوند. اتصالات پرچی در گذشته از محبوبیت زیادی برخوردار بودند اما امروزه به دلیل مقاومت کم پرچ و هزینه ی اجرا و ناکارآمدی آن، جای خود را به اتصالات پیچی داده‌اند. مزیت اتصال جوشی عدم نیاز به تعبیه سوراخ در اعضاست و از کارایی بهتری هم برخوردارند. اگرچه جوشکاری در محل ممکن

است دشوار، هزینه‌بر و وقت‌گیر باشد. به علاوه اتصالات جوشی در معرض خرابی ناشی از بروز ترک ناشی از خستگی تحت بارگذاری متناوب قرار دارند. در چنین مواردی اتصالات پیچی اصطکاکی پرمقاومت عملکرد بهتری نشان می‌دهند. همچنین بازرسی و تعمیر در این اتصالات آسانتر است.

انتخاب نوع اتصال کاملاً به نظر طراح بستگی دارد و بر اساس درک صحیحی از رفتار اتصال، صرفه اقتصادی و سرعت موردنظرعملیات ساخت، سهولت ساخت و نصب و ... انجام می‌شود.

۱–۱–۳– دسته بندی انواع اتصالات

همانطور که اعضا بر اساس نیرو یا لنگر غالبی که تحمل می‌کنند به عنوان اعضای خمشی یا محوری طبقه‌بندی می‌شوند اتصالات نیز در هنگام طراحی به صورت ایده‌آل گرایانه‌ای دسته‌بندی می‌شوند اما رفتار واقعی ممکن است با فرضیات ایده‌آل متفاوت باشد. به عنوان مثال اگر اتصال یک عضو محوری در خرپا مفصلی فرض شود اتصال مربوطه باید توسط یک پیچ یا مفصل صورت گیرد. اما چنانچه در عمل قطر پیچ مورد نیاز بزرگتر از حد ممکن باشد بیش از یک پیچ مورد استفاده قرار خواهد گرفت. در این حالت خرپا تنها در صورتی مفصلی به حساب می‌آید که لنگرهای ناشی از وزن اعضا و سایر نیروهای مؤثر بر اتصال قابل صرفنظر باشند.

در عمل بسیاری از اتصالاتی که مفصلی یا صلب نامیده می‌شوند، تأمین کننده‌ی خصوصیات مورد نیاز هر یک از این دسته‌بندی‌ها نبوده و رفتاری متفاوت از آنچه فرض شده است نشان می‌دهند. چنین تقریب‌هایی تا حدی که در نیروها و عکس‌العمل‌های بوجود آمده در سازه تأثیر قابل توجه نداشته باشند، مجاز شمرده می‌شوند. گاه نیز علی‌رغم در نظر گرفتن این تفاوت بین رفتار واقعی اتصال و رفتار فرض شده، به دلیل عدم دسترسی به روش‌های دقیق تحلیل و آیین‌نامه‌های طراحی جدید، طراحی‌های دست بالا و غیر اقتصادی غیر قابل اجتناب می‌گردند.

۱–۱–۴– هدف از انجام مطالعه و نتایج حاصل از آن

یکی دیگر از عواملی که موجب بروز رفتارهای پیش‌بینی نشده در سازه‌ها می‌گردد نحوه‌ی اجراست. در بسیاری موارد استفاده از ابزار نامناسب یا نیروی کار غیر متخصص و حتی قضاوت مهندسی نادرست مجری، منجر به بروز تغییراتی در طرح اجرا شده می‌گردند که گاه قابل چشم‌پوشی نیستند. یکی از دلایل ترجیح داده شدن استفاده از پیچ به جوش همین بالا بودن احتمال خطا و ضعف‌های بوجود آمده ناشی از روش‌های متداول و سنتی اجرای اتصالات جوشی است. به دلیل دشواری نظارت بر