دانشگاه صنعتی‌خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی عمران

پایان‌نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد

گرایش مهندسی زلزله

بررسی تحلیلی اتصال تیر پیوند خمشی به ستون در قاب‌های فولادی مهاربندی واگرا

استاد راهنما :

دکتر فخرالدین احمدی دانش آشتیانی

دانشیار گروه زلزله، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشجو :

هاشم جوادی

دانشجوی کارشناسی ارشد زلزله، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

پست الکترونیک: Hashem.javadi@yahoo.com

زمستان ۱۳۹۲

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به پدرم که بی نیازیم آموخت

به مادرم که به من درس محبت داد.

تشکر و قدردانی:

در اینجا وظیفه خود می‌دانم که از جناب آقای دکتر فخرالدین دانش آشتیانی که در تمام مراحل پروژه، راهنما و مشاور اینجانب بوده‌اند تشکر و قدردانی نمایم.

چکیده:

با توجه به نتایج بررسی‌های گذشته بر روی قاب‌های مهاربندی واگرا با اتصال گیردار تیر پیوند خمشی به ستون مشاهده شده است که شکل‌پذیری مورد نظر آیین نامه در تیر پیوند خمشی بدلیل شکست ترد اتصالات گیردار تامین نمیشود. محققین برای افزایش شکل‌پذیری تیر پیوند خمشی، انواع اتصالات گیردار را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این تحقیق سعی شده است که با انتخاب اتصالات پیچی نیمه صلب مدلی ارائه گردد که اشکالات اتصالات گیردار را نداشته باشد و موجب افزایش شکل‌پذیری تیر پیوند خمشی و تامین مقدار مورد نظر آیین نامه گردد. بدین منظور مدلهای عددی اتصال نبشی بالا و پایین در نرم افزار اجزا محدود ساخته و صحت نتایج با نتایج آزمایشات صورت گرفته مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین با انجام مطالعات پارامتریک اثر پارامترهای مختلف در رفتار اتصال نیز بررسی شده است. سپس اتصال پیچی نیمه صلب برای استفاده در تیر پیوند خمشی طراحی گردیده و با انجام آنالیز عددی رفتار اتصال و میزان شکل‌پذیری تیر پیوند خمشی بررسی گردیده که نتایج نشان می‌دهد بدون شکست در اتصال تیر پیوند خمشی، جذب انرژی قابل قبولی را داشته و ضوابط آیین نامه را تامین می‌کند. به منظور استفاده در طراحی ساختمان‌ها با سیستم مهاربندی خارج از محور و در نظرگرفتن تیر پیوند خمشی مدل تحلیلی این نوع اتصال در این تحقیق پیشنهاد داده شده است. مقایسه نتایج مدل تحلیلی و آنالیز عددی نشان می‌دهد که انطباق مناسبی بین نتایج وجود دارد.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه..... ..... ۱

۱-۱- کلیات.. ..... ۲

۱-۲-لزوم انجام تحقیق: ۵

۱-۳- تقسیم‌بندی پایان نامه ۵

فصل دوم: مروری بر مطالعات گذشته ۷

۲-۱- روش‌های مدلسازی رفتار چرخشی اتصالات ۸

۲-۱-۱- روش‌های آزمایشگاهی: ۸

۲-۱-۲- مدل‌های تجربی:..... ۱۰

۲-۱-۲-۱- مدل فرای و موریس: ۱۰

۲-۱-۲-۲- مدل کریشنامورتی : ۱۱

۲-۱-۳- مدل‌های تحلیلی:..... ۱۲

۲-۱-۳-۱- مدل چن : ۱۲

۲-۱-۳-۲- مدل آستانه اصل : ۱۴

۲-۱-۴- مدل‌های مکانیکی: ۱۹

۲-۱-۵- مدل‌های عددی:..... ۲۳

۲-۱-۶- مدل‌های شبکه عصبی: ۲۴

فصل سوم: مدلسازی و صحت سنجی ۲۵

۳-۱-مقدمه:.. ..... ۲۶

۳-۲-مدلسازی و صحت سنجی اتصال بدون نبشی جان: ۲۶
۳-۲-۱-مدل اجزای محدود اتصال بدون نبشی جان: ۲۶
۳-۲-۱-۱-مدلسازی پیچها: ۲۶
۳-۲-۱-۲-مدلسازی نبشی‌های اتصال: ۲۷
۳-۲-۱-۳-مدلسازی اجزای تیر و ستون: ۲۷
۳-۲-۱-۴-مدلسازی تماس، اندرکنش اجزای اتصال: ۲۹
۳-۲-۲-مدل‌های ایجاد شده به منظور صحت سنجی اتصال بدون نبشی جان: ۳۰
۳-۲-۲-۱-مشخصات هندسی مدل‌ها: ۳۰
۳-۲-۲-۲-مشخصات مکانیکی مدل‌ها: ۳۱
۳-۲-۳-بررسی دقت روش اجزا محدود: ۳۲
۳-۳-مدلسازی و صحت سنجی اتصال با نبشی جان: ۳۵
۳-۳-۱-مدل اجزای محدود اتصال با نبشی جان ۳۵
۳-۳-۲-مدل‌های ایجاد شده به منظور صحت سنجی اتصال بدون نبشی جان: ۳۵
۳-۳-۲-۱-مشخصات هندسی مدل‌ها: ۳۶
۳-۳-۲-۲-مشخصات مکانیکی مدل‌ها: ۳۶
۳-۳-۳-بررسی دقت روش اجزا محدود: ۳۷
فصل چهارم:مدل مکانیکی اتصال ۳۸
۴-۱-مقدمه... ..... ۳۹
۴-۲- مدل مکانیکی اتصال.... ..... ۳۹
۴-۳-محاسبه سختی اتصال: ۴۰
۴-۳-۱-شناسایی منابع تغییرشکل اتصال: ۴۰

۴-۳-۲-محاسبه سختی اجزای اتصال: ۴۰
۴-۳-۲-۱-نبشی‌فوقانی: ۴۱
۴-۳-۲-۲-نبشی جان: ۴۲
۴-۳-۲-۳-چشمه اتصال:..... ۴۳
۴-۳-۲-۴-پیچ: ۴۴
۴-۳-۲-۵-جان ستون: ۴۴
۴-۳-۳-جمع‌آوری تمام اجزا با یکدیگر برای محاسبه سختی اتصال: ۴۴
۴-۴-نحوه محاسبه لنگر تسلیم ، پلاستیک و نهایی اتصال ۴۶
۴-۴-۱-نحوه محاسبه لنگر تسلیم اتصال (My) ۴۶
۴-۴-۲-نحوه محاسبه لنگر پلاستیک اتصال(Mp) ۴۷
۴-۴-۳-نحوه محاسبه لنگر نهایی اتصال(Mu) ۴۹
۴-۵-نحوه محاسبه دوران تسلیم، پلاستیک و نهایی اتصال: ۴۹
۴-۶-مراحل گام به گام برای ترسیم منحنی لنگر – دوران اتصال: ۴۹
فصل پنجم: آنالیز نتایج..... ۵۱
۵-۱-مقدمه:... ..... ۵۲
۵-۲- نتایج تحلیل مدلهای اجزا محدود اتصالات بدون نبشی جان: ۵۲
۵-۲-۱-تاثیر پارامتر **g1** بر منحنی نیرو-جابه‌جایی اتصال: ۵۹
۵-۲-۲-تاثیر پارامتر ضخامت نبشی بر منحنی نیرو-جابه‌جایی اتصال: ۶۰
۵-۲-۳-تاثیر پارامتر قطر پیچ بر منحنی نیرو-جابه‌جایی اتصال: ۶۱
۵-۵-۴-بررسی نحوه مکانیزم خرابی اتصال:..... ۶۲
۵-۳-نتایج تحلیل مدلهای اجزا محدود اتصالات با نبشی جان: ۷۲

۵-۳-۱-توزیع تنش ۷۴
۵-۳-۱-۱-توزیع تنش‌های پیچ ۷۴
۵-۳-۱-۲-توزیع تنش‌های نبشی‌ها:..... ۷۵
۵-۳-۱-۳-توزیع تنش‌های تیر و ستون: ۷۶
۵-۴-مقایسه نتایج تحلیلی با مدل اجزا محدود در اتصالات با نبشی جان:..... ۷۸
۵-۴-۱-تاثیر پارامتر ضخامت نبشی بر منحنی ممان- دوران اتصال: ۸۲
۵-۴-۲-تاثیر پارامتر قطر پیچ بر منحنی ممان- دوران اتصال: ۸۳
۵-۵-نتیجه‌گیری: ۸۴
فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات..... ۸۶
۶-۱-نتیجه‌گیری:..... ۸۷
۶-۲-پیشنهادات: ۸۹

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱ پارامترهای هندسی اتصال با نبشی بالا و پایین و دوبل نبشی جان ۱۱
شکل ۲-۲ اتصال نبشی بالا و پایین با نبشی جان و پارامترهای هندسی نبشی ۱۳
شکل ۲-۳ (a) اتصال تیر به ستون (b) نمونه آزمایشی..... ۱۴
شکل ۲-۴ مدل الاستیک (a) اتصال دوبل نبشی پیچی (b) مدل ۱۵
شکل ۲-۵ مدل سختی مماسی در ناحیه انتقالی ۱۷
شکل ۲-۶ مکانیزم‌های خرابی اتصال در آزمایشات ۱۸
شکل ۲-۷ مدل مکانیکی اتصال با نبشی فوقانی و تحتانی با نبشی جان ۲۱
شکل ۲-۸ روش محاسبه سختی دورانی ۲۱
شکل ۲-۹ مدل عددی ۳ بعدی اتصال پیچی با نبشی ۲۴
شکل ۳-۱ مدل اجزا محدود پیچهای اتصال ۲۷
شکل ۳-۲ مدل اجزا محدود نبشی فوقانی و تحتانی ۲۸
.شکل ۳-۳ مدل اجزا محدود تیر وستون ۲۸
شکل ۳-۴ مدل اجزا محدود اتصال با نبشی فوقانی و تحتانی ۲۹
شکل ۳-۵ مشخصات نمونه‌ها ۳۰
شکل ۳-۶ مشخصات مکانیکی نمونه‌ها ۳۱
شکل ۳-۷ مقایسه نتایج آزمایش و آنالیز مدل اجزا محدود نمونه ۱ ..... ۳۲
شکل ۳-۸ مقایسه نتایج آزمایش و آنالیز مدل اجزا محدود نمونه ۲ ..... ۳۲
شکل ۳-۹ مقایسه نتایج آزمایش و آنالیز مدل اجزا محدود نمونه ۳و۴ ..... ۳۳
شکل ۳-۱۰ مقایسه نتایج آزمایش و آنالیز مدل اجزا محدود نمونه ۵ ..... ۳۳
شکل ۳-۱۱ مقایسه نتایج آزمایش و آنالیز مدل اجزا محدود نمونه ۶..... ۳۴

شکل ۳-۱۲ مقایسه نتایج آزمایش و آنالیز مدل اجزا محدود نمونه ۷و ۸ ..... ۳۴
شکل ۳-۱۳ مدل اجزا محدود اتصال با نبشی فوقانی و تحتانی و نبشی جان ۳۵
شکل ۳-۱۴ شکل کلی اتصال ۳۶
شکل ۳-۱۵ مقایسه نتایج آزمایش و آنالیز مدل اجزا محدود نمونه 14S3 ..... ۳۷
شکل ۳-۱۶ مقایسه نتایج آزمایش و آنالیز مدل اجزا محدود نمونه 14S6 ..... ۳۷
شکل ۴-۱ مدل مکانیکی ارائه شده برای اتصال ۳۹
شکل ۴-۲ منحنی لنگر- دوران اتصال: (a) یک خطی،(b) دو خطی،(c) سه خطی،(d) غیرخطی ۴۰
شکل ۴-۳ آزمایش کشش- فشار دوبل نبشی ۴۱
شکل ۴-۴ مدل ساده شده نبشی در حالت الاستیک ۴۱
شکل ۴-۵ مدل ساده شده نبشی در حالت انتقال ۴۲
شکل ۴-۶ شکل تغییر شکل یافته مدل طره نبشی جان ۴۲
شکل ۴-۷ مقاومت چشمه اتصال ۴۳
شکل ۴-۸ روش تعیین سختی اتصال ۴۵
شکل ۵-۱ مشخصات هندسی مدل‌های ایجاد شده ۵۳
شکل ۵-۲ منحنی نیرو- تغییر مکان نمونه‌های J1, J2, J3 ..... ۵۴
شکل ۵-۳ منحنی نیرو- تغییر مکان نمونه‌های J4, J5, J6 ..... ۵۵
شکل ۵-۴ منحنی نیرو- تغییر مکان نمونه‌های J7, J8, J9 ..... ۵۶
شکل ۵-۵ منحنی نیرو- تغییر مکان نمونه‌های J10, J11, J12 ..... ۵۷
شکل ۵-۶ منحنی نیرو- تغییر مکان نمونه‌های J13, J14, J15 ..... ۵۸
شکل ۵-۷ تاثیر پارامتر g1 بر منحنی نیرو-جابه‌جایی اتصال (۱) ۵۹
شکل ۵-۸ تاثیر پارامتر g1 بر منحنی نیرو-جابه‌جایی اتصال (۲) ۵۹
شکل ۵-۹ تاثیر پارامتر ضخامت نبشی بر منحنی نیرو-جابه‌جایی اتصال (۱) ۶۰
شکل ۵-۱۰ تاثیر پارامتر ضخامت نبشی بر منحنی نیرو-جابه‌جایی اتصال (۲) ۶۰
شکل ۵-۱۱ تاثیر پارامتر قطر پیچ بر منحنی نیرو-جابه‌جایی اتصال (۱) ۶۱
شکل ۵-۱۲ تاثیر پارامتر قطر پیچ بر منحنی نیرو-جابه‌جایی اتصال (۲) ۶۱

شکل ۵-۱۳ نحوه مکانیزم‌های خرابی نبشی ۶۳
شکل ۵-۱۴ توزیع کرنش در نمونه‌های با مکانیزم خرابی نوع ۲ ..... ۶۴
شکل ۵-۱۵ توزیع کرنش در نمونه‌های با مکانیزم خرابی نوع ۲ (ادامه) ۶۵
شکل ۵-۱۶ توزیع کرنش در نمونه‌های با مکانیزم خرابی نوع ۱ .....۶۶
شکل ۵-۱۷ توزیع کرنش در نمونه‌های با مکانیزم خرابی نوع ۱ (ادامه) ۶۷
شکل ۵-۱۸ توزیع تنش Von Mises در مکانیزم خرابی نوع ۲ ..... ۶۸
شکل ۵-۱۹ توزیع تنش Von Mises در مکانیزم خرابی نوع ۲ (ادامه) ۶۹
شکل ۵-۲۰ توزیع تنش Von Mises در مکانیزم خرابی نوع ۱ ..... ۷۰
شکل ۵-۲۱ توزیع تنش Von Mises در مکانیزم خرابی نوع ۱ (ادامه) ۷۱
شکل ۵-۲۲ مشخصات هندسی اتصال نمونه ۱..... ۷۲
شکل ۵-۲۳ مشخصات هندسی اتصال نمونه ۱..... ۷۳
شکل ۵-۲۴ توزیع تنش‌های Von Mises پیچ بعد از پیش‌تنیدگی..... ۷۴
شکل ۵-۲۵ توزیع تنش‌های Von Mises پیچ در حالت نهایی (دوران۰.۰۴ رادیان) ۷۴
شکل ۵-۲۶ توزیع تنشهای Von Mises نبشی جان در حالت نهایی (دوران ۰/۰۴ رادیان)..... ۷۵
شکل ۵-۲۷ توزیع تنشهای Von Mises نبشی بالا و پایین در حالت نهایی (دوران ۰/۰۴ رادیان)..... ۷۵
شکل ۵-۲۸ تغییر شکل و توزیع تنشهای Von Mises در تیر و ستون در حالت نهایی (دوران ۰/۰۴ رادیان) . ۷۶
شکل ۵-۲۹ تغییر شکل کلی اتصال نمونه دو (۱) ۷۷
شکل ۵-۳۰ تغییر شکل کلی اتصال نمونه دو (۲) ۷۷
شکل ۵-۳۱ مقایسه منحنی لنگر- دوران مدل اجزا محدود و مدل مکانیکی در نمونه ۱ ..... ۷۸
شکل ۵-۳۲ مقایسه منحنی لنگر- دوران مدل اجزا محدود و مدل مکانیکی در نمونه ۲ ..... ۷۹
شکل ۵-۳۳ مقایسه منحنی لنگر- دوران مدل اجزا محدود و مدل مکانیکی در نمونه ۳ ..... ۸۰
شکل ۵-۳۴ تاثیر پارامتر ضخامت نبشی بر منحنی لنگر- دوران اتصال ۸۲
شکل ۵-۳۵ تاثیر پارامتر قطر پیچ بر منحنی لنگر- دوران اتصال..... ۸۳

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱ مشخصات هندسی نمونه‌های آزمایش شده..... ۳۶
جدول ۵-۱ مشخصات هندسی مدل‌های ایجاد شده ۵۳
جدول ۵-۲ نتایج سختی و نوع مکانیزم نمونه‌ها ۶۳
جدول ۵-۳ نتایج مدل اجزا محدود و مدل مکانیکی و مدل chen ۸۱

فصل اول: مقدمه

۱-۱- کلیات

در مناطقی که خطر لرزه خیزی زیادی دارند ساختمان‌ها در اثر نیروی زلزله خسارات جانی و مالی فراوانی متحمل می شوند. ازاینرو توجه به سیستم‌های مقاوم در برابر زلزله کاملا ضروری به نظر می‌رسد. برای بدست آوردن یک سازه مقاوم و اقتصادی سعی برآن است تا از ترکیب مطلوب سه پارامتر مقاومت، سختی و شکل‌پذیری استفاده شود. برخی از سیستم‌های متداول ازجمله قاب‌های خمشی و قاب‌های مهاربندی شده‌ی هم محور به تنهایی قادر به برآوردن این سه پارامتر نیستند.

قاب های خمشی از شکل‌پذیری و قابلیت جذب انرژی بالایی برخوردارند اما باتوجه به‌اینکه سختی جانبی کمی دارند، تغییرمکان های زیادی دربرابر بارهای جانبی نشان می‌دهند که باعث افزایش لنگر ثانویه (اثرΔ-P) شده و تاثیر بسیار نامطلوبی روی سازه دارد که این مسئله باعث غیراقتصادی شدن این سیستم درمقابل سیستم‌های دیگر می‌شود.

سیستم‌های بادبندی هم‌محور نیز دارای سختی بسیارزیاد بوده و به علت انتقال محوری نیروها سیستمی کاملاً اقتصادی می‌باشد (درانتقال نیرو به صورت محوری تقریباً ازتمامی ظرفیت مقطع استفاده می‌شود). اما این سیستم به دلیل کمانش بادبندها در فشار، شکل‌پذیری کم و درنتیجه جذب انرژی کمتری دارد. همین دلایل باعث شد که در دهه‌های اخیر پژوهش‌های مختلفی در این زمینه برای دستیابی به ترکیب مطلوب پارامترهای فوق‌الذکر انجام شده که منجر به استفاده ازسیستم های دیگرشده است که ازآن جمله می‌توان به بادبندهای برون محور (واگرا) اشاره کرد

پوپوف و همکارانش در اواسط دهه ۷۰ سیستم مقاوم جانبی واگرا را در دانشگاه کالیفرنیا ابداع کردند که می‌توانست به طور اقتصادی هر دو معیار طراحی لرزه‌ای سازه‌ها را ارضا کند. این نوع سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی هم خصوصیت اتلاف انرژی و هم سختی مناسب قاب های مهارشده همگرا را همزمان داراست که از نظر اقتصادی بسیار مطلوب می‌باشد. همچنین امکان استفاده از بازشو را نیز فراهم نموده است. استفاده از این سیستم در اوایل دهه ۸۰ درکالیفرنیا متداول شد و امروزه نیز در بسیاری از سازه‌ها از این سیستم استفاده می‌کنند. [۲۸]

آسیب پذیری اتصالات خمشی تحت بارگذاری سیکلی شدید در طی زلزله ۱۹۹۴ نورث ریج و ۱۹۹۵ کوبه آشکار گردید . از آن موقع ، اتصالات متعددی برای بهسازی و طراحی جدید قابهای خمشی فولادی در مناطق با لرزه خیزی بالا ارائه گردید . یکی از اتصالات پیشنهادی اتصالات با پیچهای پر مقاومت بودند . بسیاری از اتصالات پیچی که اغلب اتصالات نیمه صلب نامیده می شوند بسیار انعطاف پذیرتر از اتصالات جوش متناظر خود می باشند . رفتار غیر ارتجاعی اتصال پیچی ذاتاً پیچیده تر از انواع جوشی هستند و این بدلیل متنوع بودن اجزاء متشکله اتصال از قبیل پیچها ، نبشی ها و ورقها که باعث گستردگی تنوع دامنه این نوع اتصالات می گردد . لذا یک اتصال پیچی رفتار پیچیده ای بدلیل تنوع مدهای شکست خواهد داشت . با وجود این، اگر طراحی به نحو صحیحی صورت گیرد ، اتصال پیچی می تواند شکل پذیری بالا و ظرفیت اتلاف انرژی داشته باشد چرا که در این صورت شکست ترد که در اتصال جوشی وجود دارد دیگر نخواهد بود .

برای تخمین رفتار لنگر–دوران اتصالات تیر–ستون بررسیهای تجربی متعددی توسط[۲۹] Azizinamini و همکارانش در سال ۱۹۸۵ ، Harper در سال ۱۹۹۰ و دیگران صورت گرفته است . این اتصال اصولاً برای انتقال واکنش قائم تکیه گاهی توسط نبشی تحتانی طراحی می شود و برای تامین تکیه گاه جانبی برای بال فوقانی تیر از نبش فوقانی استفاده می شود . با اینحال از نتایج آزمایشات دیده می شود که این نوع اتصال نیز قادر به انتقال لنگر تیر به ستون می باشد بسیاری از محققان از این کارهای تحقیقاتی برای امتحان میزان صحت بررسی های تحلیلی خود برای ارائه مدلهای ریاضی خود که جزئیات اتصال را به منحنی های لنگر – دوران ارتباط می دهد استفاده می کند . [۲۵]

علی رغم بسیاری از مطالعات تجربی که تا به حال صورت گرفته است ، هنوز نیازی به درک بهتر از مکانیزم های مؤثر در رفتار غیر خطی این اتصالات احساس می شود. پاسخ غیر خطی لنگر ـ دوران اتصالات در اوایل سالهای 1930 مطرح گردیده با استفاده از روشهایی مانند برازش چند جمله ای ها ، بی اسپلاین مکعبی و توابع توانی بر روی اطلاعات موجود سعی در ایجاد مدلهای استاندارد خطی و دو خطی تا مدلهای پیچیده گردید.

در مطالعات اخیر ، روشهای ساده ریاضی برای ارتباط دادن بین جزئیات اتصال و منحنی های لنگر – دوران با روش منطبق کردن منحنی های نتایج تجربی ایجاد گردیده اند (Frye-Morries –Kishi- Chen 1990 LeMessurier (1974), Monforton-Wu (1963), Rathbun (1936) (1975 - Lightfoot مدلهای خطی را

که در آنها سختی اولیه پارامتر کلیدی را داشت ارائه داده اند F.Danesh (1996) رابطه دو خطی را برای تخمین رفتار اتصالات نبشی ارائه داده و در آن اثر تغییرشکلهای برشی را نیز در نظر گرفته است. مدل دوخطی (Tarpy-Cardinal 1981, Lui-Chen 1983) و مدل خطی تکه ای (Jones et al.1980-81) علی_ رغم برخی نقایص تقریب بهتری از رفتار اتصال می داد. (Fry-Morries 1975) مدل چند جمله ای برای انواع مختلف اتصال ارائه دادند. با این حال این مدل نیز در برخی موارد سختی منفی را نتیجه می داد که از نظر فیزیکی غیر ممکن بود[۳۰] . مدل نمایی (Wu-Chen 1990, Yee-Melchers 1986) برای بررسی منحنی های لنگر – دوران اتصالات ارائه گردید . مدلهایی که از تابع توان استفاده کرده اند و مدل توانی نامیده شدند (Kishi-Chen1990, Colson-Louveau 1983) نیز گزارش شده اند . دقت این مدلها محدود بوده و برای محدوده کوچکی از دوران اولیه مناسب می باشند و استفاده از آنها محدود به بارگزاری مونوتونیک می باشند

در ضوابط ASD1989 , AISC اتصالات تیر-ستون را به انواع تیپ I و II و III طبقه بندی می کند. برای تیپ I ، فرض می شود که اتصالات تیر-ستون صلبیت کافی برای حفظ زاویه اولیه بین اعضاء را دارد و برای نوع II فرض می شود که انتهای تیرها برای تحمل نیروی برشی اتصال داشته و در مقابل دوران تحت بارهای ثقلی آزاد می باشد . برای نوع III فرض شده است که اتصالات تیر ظرفیت خمشی متوسطی بین صلبیب نوع اول و انعطاف پذیری نوع دوم را دارد . ضوابط LRFD1994 این اتصالات را در این دو گروه معرفی می کند : FR (کاملاً گیردار) (اتصالات نوع I آئین نامه AISC) و PR یا اتصلات نیمه گیردار (نوع II و III آئین نامه ASD) علی رغم ارائه اتصالات نیمه صلب ، آئین نامه جدید هیچگونه ضوابط طراحی برای ساخت اتصالات PR ارائه نمی دهد . دلیل این امر فقدان اطلاعات کافی در تعیین مدل مناسب برای تخمین رفتار لنگر – دوران اتصالات نیمه صلب می باشد و اطلاعات غیر کافی برای در نظرگرفتن حالات مختلف انعطاف پذیری اتصال می باشد [۳۱].

۱-۲- لزوم انجام تحقیق:

با توجه به موارد و مباحث فوق، این تحقیق به بررسی تحلیلی و عددی رفتار اتصالات پیچی تیر پیوند خمشی به ستون در قاب‌های مهاربندی واگرا می‌پردازد و دلایل آن عبارتند از:

۱- طراحی این نوع از اتصالات بدون نیاز به مدلسازی‌های عددی و روش‌های اجزا محدود.

۲- استفاده از منحنی لنگر- دوران بدست آمده از روش تحلیلی در بررسی رفتار کلی قابهای مهاربندی واگرا.

۳- اتصالات نیمه صلب دارای شکل پذیری بالا ، منحنی سیکلی پایدار، ساخت آسان و نیازی به جوش کارگاهی گران نمی باشد لذا نیاز است استفاده از این اتصالات و ترویج آنها توسعه داده شود.

۴- ظرفیت جذب انرژی بالا و انعطاف‌پذیری کافی برای مقابله با نیروی زلزله را دارا بوده و می‌تواند بعنوان اتصال نیمه صلب در طراحی لرزه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

۱-۳- تقسیم‌بندی پایان نامه

در این تحقیق سعی شده است تا با استفاده از روش تحلیلی و مدلسازی عددی، رفتار اتصالات نبشی پیچی در قاب‌های مهاربندی واگرا به شرح زیر مورد بررسی قرار گیرد:

در فصل اول اشاره‌ای به کلیات موضوع مورد بررسی شده و هدف انجام این تحقیق بیان شده است.

در فصل دوم نمونه‌هایی از بررسی‌های صورت گرفته بر روی اتصالات آورده شده است.

در فصل سوم ابتدا نرم افزار مورد استفاده، معرفی شده و مشخصات المانهای مورد استفاده شرح داده شده است مدل پارامتریک از اتصالات نبشی فوقانی و تحتانی با نبشی جان و بدون نبشی جان مطابق با نمونه‌های آزمایشی صورت گرفته توسط محققین ایجاد گردیده و به اثبات صحت و میزان دقت مدل‌های ایجاد شده پرداخته شده است.

در فصل چهارم به بررسی تحلیلی اتصالات پیچی با نبشی فوقانی و تحتانی با نبشی جان پرداخته شده است در این فصل با ارائه یک مدل مکانیکی برای اتصال مورد نظر، منحنی لنگر- دوران اتصال بدست می‌آید.

در فصل پنجم به مقایسه منحنی لنگر- دوران اتصال بدست آمده از بررسی تحلیلی و مدلسازی عددی پرداخته شده است و همچنین با انجام مطالعات پارامتریک اثر پارامترهای مختلف بر روی منحنی لنگر- دوران در اتصالات مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل ششم به ارائه نتایج حاصل از این تحقیق پرداخته شده است.

فصل دوم: مروری بر مطالعات گذشته