

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## تعهدنامه‌ی اصالت اثر و رعایت حقوق دانشگاه

تمامی حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌های ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به **دانشگاه محقق اردبیلی** می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقررات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب **میثم شاهی** دانش‌آموخته‌ی مقطع **کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی عمران** گرایش **سازه** دانشکده‌ی فنی مهندسی دانشگاه محقق اردبیلی به شماره‌ی دانشجویی ۸۵۴۴۴۰۳۱۰۱ که در تاریخ ۸۸/۶/۳۰ از پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود تحت عنوان **ارائه طرح پیشنهادی برای انبوه‌سازی به روش تولید صنعتی** دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

- (۱) این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.
- (۲) مسئولیت صحت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.
- (۳) این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد.
- (۴) در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقررات مربوطه و با رعایت اصل امانتداری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مأخذ ذکر نموده‌ام.
- (۵) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هرگونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.
- (۶) در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.
- (۷) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات مربوطه رفتار نماید.

نام و نام خانوادگی دانشجو: **میثم شاهی**

امضا

تاریخ ۸۸/۶/۳۰



دانشکده‌ی فنی و مهندسی

گروه آموزشی عمران

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد  
در رشته‌ی مهندسی عمران گرایش سازه

**عنوان:**

**ارائه طرح پیشنهادی برای انبوه‌سازی به روش تولید صنعتی**

استاد (اساتید) راهنما:

دکتر غلامرضا نوری

دکتر یعقوب محمدی

استاد (اساتید) مشاور:

دکتر هوشیار ایمانی کله‌سر

پژوهشگر:

میثم شاهی

تابستان ۸۸



دانشکده‌ی فنی و مهندسی  
گروه آموزشی عمران

پایان نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد  
در رشته‌ی مهندسی عمران گرایش سازه

**عنوان:**

**ارائه طرح پیشنهادی برای انبوه سازی به روش تولید صنعتی**

پژوهشگر: میثم شاهی

ارزیابی و تصویب شده‌ی کمیته‌ی داوران پایان نامه با درجه‌ی بسیارخوب

| نام و نام خانوادگی                    | مرتبه‌ی علمی | سمت                                | امضاء |
|---------------------------------------|--------------|------------------------------------|-------|
| دکتر غلامرضا نوری                     | استادیار     | استاد راهنما و رئیس کمیته‌ی داوران |       |
| دکتر یعقوب محمدی                      | استادیار     | استاد راهنما                       |       |
| دکتر هوشیار<br>ایمانی کله‌سر          | استادیار     | استاد مشاور                        |       |
| دکتر سید حسین<br>قاسم‌زاده موسوی نژاد | استادیار     | داور داخلی                         |       |
| دکتر محمدرضا امامی<br>آزادی           | استادیار     | داور خارجی                         |       |

# سپاسگزاری:

ادای احترام می‌کنم

به این سجاده علم و فرهنگ و ادب

به پاس زحماتی که آسمانی و همه از جنس معرفت بود

اگرچه نقصها دارم

ولی هرچه آموخته‌ام از همین خانه بوده است

دست بوس همه ائمه دانشگاه محقق که خانه ما بوده و هست.

باسپاس فراوان از همه اساتید علی‌الخصوص جناب آقایان دکتر غلامرضا نوری، دکتر یعقوب محمدی و دکتر هوشیار ایمانی.

|   |                              |
|---|------------------------------|
| نام خانوادگی دانشجو: <b>شاهی</b>  | نام: <b>میثم</b>             |
| عنوان پایان نامه: <b>ارائه طرح پیشنهادی برای انبوه سازی به روش تولید صنعتی</b>  |                              |
| استاد (اساتید) راهنما: <b>دکتر غلامرضا نوری ، دکتر یعقوب محمدی</b>  |                              |
| استاد (اساتید) مشاور: <b>دکتر هوشیار ایمانی کله سر</b>  |                              |
| مقطع تحصیلی: <b>کارشناسی ارشد</b>   | رشته: <b>مهندسی عمران</b>    |
| گرایش: <b>سازه</b>  | دانشگاه: <b>محقق اردبیلی</b> |
| دانشکده: <b>فنی و مهندسی</b>  | تاریخ دفاع: <b>۸۸/۶/۳۰</b>   |
|   | تعداد صفحات: <b>۱۴۲</b>      |
| <p>چکیده:</p> <p>با توجه به توسعه تکنولوژی، اهمیت زمان نیز هر روز بیشتر می شود پیش ساخته بتنی دو حسن عمده دارد اول این که در مناطقی که دارای آب و هوای مستعد نیستند با بردن قسمت عمده کار به درون کارخانجات علاوه بر کاهش زمان شروع تا پایان کار ساختمان سازی در فضای باز موجب تولید بخش های عمده ساختمان بدلیل توانایی انبارکردن ساختمان در تمامی فصول و زمانهای سال میگردد دوم بدلیل تولید قطعات در فضای راحت تر و استفاده نیروی ماهر در خط تولید و امکان استفاده از دستگاه آلات تولید و عمل آوری و تکنولوژی بجای بسیاری از روشهای سنتی امکان خطا بسیار کاهش یافته، کیفیت بسیار بالاتر می رود. با نظر به منطقه ما و اهمیت این سیستم ساخت، عدم وجود روش یکسان در کشور در چگونگی طراحی و ساخت در پروژه ها و نبود یک نرم افزار مشخص برای تحلیل و طراحی آن، در این پایان نامه سعی شده است که یک روش با استفاده از روشهای کاملاً معمول در جامعه مهندسی حاضر جهت طراحی و آنالیز برای چنین سیستمهایی همراه با بررسی و تقسیم بندی انواع متداول و مشکلات موجود ارائه گردد.</p> <p>برای انجام مواردی که گفته شد ابتدا یک پلان کلی معماری با توجه به مسئله پیمون تهیه گردید سپس این پلان در نرم افزار Autodesk Revit Structure جهت تسریع در دادن مقاطع استاندارد و بارگذاری و تهیه نقشه های اجرایی مختص پیش ساخته بتنی، مدل سازی نمودیم سپس آنرا به نرم افزار Etabs جهت انجام طراحی نهایی و مدل سازی انتقال دادیم در آنجا انواع حالت های استفاده از دیوار بتنی پیش ساخته را در سازه مذکور بررسی نمودیم تنها مورد در طراحی با توجه به شرایط اتصالات پیش ساخته اختصاص داده شده مقدار صلبیت انواع اتصالات پیش ساخته با توجه به انواع مختلف و می باشد که با ارائه یک طرح اتصال، آنرا برای میزان صلبیت با تغییر در اجزای اتصال توسط نرم افزار المان محدود Lusas بررسی نمودیم و نشان داده شد که می توان این کار را برای هر اتصال اجزای پیش ساخته انجام داد. در پایان همچنین روشی برای مقایسه اقتصادی سیستم های ساختمانی ارائه و مقایسه سیستم های صنعتی با سنتی در شرایط مختلف از نظر اقتصادی انجام می پذیرد.</p> |                              |
| کلید واژه ها: <b>تولید صنعتی، سازه، بتن پیش ساخته، المان محدود، LUSAS, ETABS</b>  |                              |

## فهرست مطالب

| شماره و عنوان مطالب | صفحه |
|---------------------|------|
|---------------------|------|

### فصل اول: کلیات پژوهش

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| ۱-۱- مقدمه.....               | ۲ |
| ۲-۱- اهمیت و ضرورت تحقیق..... | ۲ |
| ۳-۱- سناریو پایان نامه.....   | ۴ |

### فصل دوم: مبانی نظری در صنعتی سازی ساختمان و انواع آن

|  |    |
|--|----|
| ۱-۲- مقدمه.....  | ۶  |
| ۲-۲- لزوم پیش ساخته سازی و تولید صنعتی ساختمان.....                    | ۷  |
| ۱-۲-۲- نقش ساختمانهای پیش ساخته در مدیریت بازسازی مناطق زلزله زده..... | ۷  |
| ۲-۲-۲- مزایای عمده روشهای پیش سازی و استانداردهای مربوط.....           | ۸  |
| ۳-۲-۲- نتیجه گیری.....   | ۹  |
| ۳-۲- تنوع پیش ساخته سازی از لحاظ اقلیم و صرفه اقتصادی.....             | ۹  |
| ۱-۳-۲- سازه های چوبی.....  | ۱۰ |
| ۲-۳-۲- ساختمانهای پیش ساخته فلزی.....                                  | ۱۱ |
| ۳-۳-۲- ساختمانهای پیش ساخته تری دی.....                                | ۱۲ |
| ۴-۳-۲- ساختمانهای پیش ساخته بتنی.....                                  | ۱۳ |

### فصل سوم: بررسی سیستم پیش ساخته بتنی

|   |    |
|---|----|
| ۱-۳- مقدمه.....                               | ۱۶ |
| ۲-۳- فناوری پیش ساخته بتنی مزایا و معایب..... | ۱۶ |
| ۳-۳- تولید استاندارد قطعات پیش ساخته.....     | ۱۹ |
| ۴-۳- موانع رشد صنعت بتن پیش ساخته.....        | ۲۲ |

|    |  |
|----|--|
| ۳۳ | ۵-۳- انواع سیستم های سازه‌ای بتن پیش ساخته.....                                  |
| ۳۳ | ۳-۵-۱- اصول اصلی طراحی.....  |
| ۲۴ | ۳-۵-۲- سیستم های قاب و اسکلتی.....   |
| ۲۶ | ۳-۵-۳- سیستم های قاب و دیوار.....  |
| ۲۷ | ۳-۵-۴- سازه‌های کف.....  |
| ۳۰ | ۳-۵-۵- استحکام سازه‌ای.....  |
| ۳۲ | ۳-۵-۶- طراحی ستون و تیر با در نظر گرفتن شرایط حمل در زمان تولید و بعد از آن..... |
| ۳۳ | ۳-۶- اتصالات در سازه‌های بتنی پیش ساخته.....                                     |
| ۳۴ | ۳-۶-۱- شرایط لازم برای اتصالات اعضای پیش ساخته.....                              |
| ۴۵ | ۳-۶-۲- مفاهیم طراحی اتصال.....   |
| ۵۰ | ۳-۷- آیین نامه و الزامات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ایران.....                  |
| ۵۲ | ۳-۷-۱- مبانی طراحی.....  |
| ۵۲ | ۳-۷-۲- بارگذاری.....   |
| ۵۲ | ۳-۷-۳- انتخاب سیستم سازه ای.....   |
| ۵۳ | ۳-۷-۴- مقررات کلی تهیه نقشه ها، مدارک و مشخصات فنی.....                          |

### فصل چهارم: پیشنهاد روش و انجام مدل سازی طرحهای مناسب پیشنهادی به سیستم سازه

|    |   |
|----|---|
| ۵۶ | ۴-۱- مقدمه.....   |
| ۵۷ | ۴-۱-۱- روش المان محدود.....   |
| ۵۷ | ۴-۱-۲- تحلیل سازه‌ها به روش اجزا محدود.....                                   |
| ۵۸ | ۴-۱-۳- روند عمومی روش اجزا محدود.....   |
| ۵۹ | ۴-۲- قسمت اول مدل سازی مسئله (طراحی یک مدل نمونه از سازه بتنی پیش ساخته)..... |
| ۵۹ | ۴-۲-۱- نرم افزار ETABS و قابلیت‌های آن.....                                   |
| ۶۰ | ۴-۲-۲- مدل سازی و طراحی مدل بتنی پیش ساخته.....                               |
| ۶۸ | ۴-۳- قسمت دوم مدل سازی اتصالات پیشنهادی پیش ساخته بتنی.....                   |



۴-۳-۱- نرم افزار المان محدود LUSAS.....۶۸

۴-۳-۲- روند مدل سازی در نرم افزار LUSAS.....۶۹

۴-۳-۳- معرفی مدل پیشنهادی و روند مدل سازی (اتصال UB تیر به ستون).....۷۶

### فصل پنجم: تحلیل مدلها و بررسی نتایج روی جزئیات متفاوت در نوع سازه انتخابی بعد از اتمام مدل سازی

۵-۱- بررسی نتایج آنالیز برای مدل سازه فرضی بتنی پیش ساخته.....۸۹

۵-۲- نتایج تحلیل مدلها برای انتخاب نوع اتصال پیش ساخته تیر به ستون.....۹۵

### فصل ششم: تحلیل و بررسی نوع سازهها از نظر اقتصادی

۶-۱- مقایسه سیستم های مختلف ساختمان سازی از نظر اقتصادی.....۱۰۷

۶-۲- روش محاسبه امتیاز ساخت پذیری جهت ارزیابی و مقایسه طراحی ساختمان.....۱۰۸

۶-۳- اصول نحوه محاسبه امتیاز ساخت پذیری جهت ارزیابی طراحی ساختمان (BDAS).....۱۰۹

۶-۳-۱- بخش سازه.....۱۱۰

۶-۳-۲- بخش دیوار.....۱۱۸

۶-۳-۳- بخش سایر مشخصات طراحی.....۱۱۰

۶-۴- ارائه یک مثال و مقایسه میزان تفاوت های سیستم های مختلف از نظر اقتصادی.....۱۲۰

### فصل هفتم: جمع بندی نتایج و پیشنهادات

۷-۱- نتایج کلی.....۱۳۸

۷-۲- پیشنهادات.....۱۴۰

منابع و مآخذ.....۱۴۱

### فهرست جدولها

عنوان.....صفحه

جدول ۱-۲: میزان پیش ساخته سازی در کشورهای مختلف.....۷

- جدول ۴-۱: مشخصات انتقالی سازه مدل شده از Autodesk Revit به Etabs.....۶۵
- جدول ۴-۲: مشخصاتی که بصورت مستقیم نمی توان از Autodesk Revit Structure به Etabs انتقال داد.....۶۵
- جدول ۴-۳: مشخصات ابعاد مدل دوبعدی اتصال SC.....۸۲
- جدول ۵-۱: مقدار بیشینه خیز برای هر دهانه از تیر.....۹۳
- جدول ۵-۲: بیشینه نیروی برشی و لنگر خمشی در تیرها و ستونها.....۹۴
- جدول ۵-۳: مشخصات مقاطع قطعات استاندارد.....۹۵
- جدول ۵-۴: خلاصه نتایج حاصل از تحلیل نرم افزار LUSAS برای ۶ حالت مختلف اتصال.....۹۵
- جدول ۵-۵: مقایسه ممان نهایی اتصالات SC2 تا SC6 و اتصال SC1.....۹۶
- جدول ۵-۶: مقایسه دوران ماکزیمم بین اتصالات SC2 تا SC6 و اتصال SC1.....۹۷
- جدول ۵-۷: تنشهای کششی و فشاری ماکزیمم اتصالات SC1 تا SC6.....۱۰۵
- جدول ۶-۱: سیستم‌های مختلف سازه‌ای - مقدار Ss.....۱۱۱
- جدول ۶-۲: شاخص صرفه جویی در نیروی کار (LSI).....۱۱۲
- جدول ۶-۳: سیستم‌های مختلف دیوار - مقدار Sw.....۱۱۸
- جدول ۶-۴: امتیاز تعیین شده برای سایر مشخصات ساخت‌پذیری طراحی N.....۱۲۳

## فهرست شکل‌ها

| عنوان.....  | صفحه..... |
|---|-----------|
| شکل ۳-۱- اولین نمونه های بتن پیش تنیده توسط P.H.Jackson.....                  | ۱۷.....   |
| شکل ۳-۲- سیستم پیش ساخته قاب پرتال.....                                       | ۲۵.....   |
| شکل ۳-۳- انواع اجزاء بتنی مورد استفاده در سازه‌های بتنی پیش ساخته.....        | ۲۵.....   |
| شکل ۳-۴- سیستم پیش ساخته سازه‌های اسکلتی.....                                 | ۲۶.....   |
| شکل ۳-۵- نمونه‌ای از سازه مرکب سیستم قاب و دیوار و سیستم سازه‌های اسکلتی..... | ۲۶.....   |
| شکل ۳-۶- نمایی از یک دال مجوف.....  | ۲۸.....   |
| شکل ۳-۷- انواع قطعات بتنی سقف.....  | ۲۹.....   |
| شکل ۳-۸- پخش نیرو در دیافراگم طبقات.....                                      | ۳۱.....   |
| شکل ۳-۹- پروفیل موج دار روی لب دال مجوف.....                                  | ۳۲.....   |
| شکل ۳-۱۰- شکل جابه جایی تخت ستونها.....                                       | ۳۳.....   |
| شکل ۳-۱۱- اتصال نشسته ساده.....   | ۳۵.....   |
| شکل ۳-۱۲- اتصال نمونه قطعات T مضاعف به تیر.....                               | ۳۶.....   |
| شکل ۳-۱۳- اتصال مرکب.....   | ۳۶.....   |
| شکل ۳-۱۴- روشهای درگیر کردن با صفحات کار گذاشته شده در بتن.....               | ۳۷.....   |
| شکل ۳-۱۵- روش های مختلف قالب سازی ستون با زبانه فولادی.....                   | ۴۱.....   |
| شکل ۳-۱۶- مسیرهای انتقال بار در اتصال.....                                    | ۴۶.....   |
| شکل ۳-۱۷- حالت های مختلف انهدام در تیر با انتهای زبانه ای.....                | ۴۷.....   |
| شکل ۳-۱۸- نیروهای پیچشی روی تیر لبه دار.....                                  | ۴۸.....   |
| شکل ۳-۱۹- جاری شدن اتصال فوقانی.....  | ۴۹.....   |
| شکل ۳-۲۰- اتصال با سوراخ های بیضی.....  | ۵۰.....   |
| شکل ۴-۱- پلان رسم شده در Autocad.....   | ۶۰.....   |
| شکل ۴-۲- انتقال فایل از AutoCAD به Autodesk Revit Structure.....              | ۶۱.....   |
| شکل ۴-۳- فایل انتقال یافته Autocad.....                                       | ۶۱.....   |

|    |  |
|----|--|
| ۶۲ | شکل ۴-۴- ایجاد یک طبقه جدید.....   |
| ۶۳ | شکل ۴-۵- نمای ۳ بعدی از مدل تمام شده.....  |
| ۶۳ | شکل ۴-۶- ابزار خارجی برای انتقال مدل جهت آنالیز سازه‌ای.....                     |
| ۶۴ | شکل ۴-۷- انتقال مدل به Etabs.....  |
| ۶۶ | شکل ۴-۸- مدل فرستاده شده به Etabs.....   |
| ۶۷ | شکل ۴-۹- نحوه قرارگیری مهارها.....   |
| ۶۹ | شکل ۴-۱۰- جعبه گفتگوی Academic Version و LUSAS Modeller Startup.....             |
| ۷۰ | شکل ۴-۱۱- جعبه گفتگوی New Model Startup.....                                     |
| ۷۱ | شکل ۴-۱۲- جعبه گفتگوی Feature Mesh Definition.....                               |
| ۷۲ | شکل ۴-۱۳- جعبه گفتگوی Surface Geometry.....                                      |
| ۷۲ | شکل ۴-۱۴- جعبه گفتگوی Isotropic Material قسمت Elastic.....                       |
| ۷۳ | شکل ۴-۱۵- جعبه گفتگوی Isotropic Material قسمت Plastic section.....               |
| ۷۴ | شکل ۴-۱۶- جعبه گفتگوی Structural Loading Datasets و نمایش نمای درختی.....        |
| ۷۴ | شکل ۴-۱۷- جعبه گفتگوی مشخصات برای Loadcase 1.....                                |
| ۷۵ | شکل ۴-۱۸- جعبه گفتگوی Nonlinear & Transient.....                                 |
| ۷۵ | شکل ۴-۱۹- جعبه گفتگوی Advanced nonlinear incrementaion parameters.....           |
| ۷۶ | شکل ۴-۲۰- جعبه گفتگوی Edit Attribute.....  |
| ۷۷ | شکل ۴-۲۱- نما و پلان اتصال پیشنهادی SC.....                                      |
| ۷۸ | شکل ۴-۲۲- نمایش مقطع، جزئیات اجزاء و نمایش سه بعدی از اتصال پیشنهادی SC.....     |
| ۷۹ | شکل ۴-۲۳- ابعاد مدل دوبعدی تعریف شده در نرم افزار LUSAS برای اتصال SC1.....      |
| ۸۰ | شکل ۴-۲۴- اجزاء بتنی برای مدل دوبعدی در اتصال SC1.....                           |
| ۸۰ | شکل ۴-۲۵- اجزاء فولادی مدل دوبعدی در اتصال SC1.....                              |
| ۸۱ | شکل ۴-۲۶- المان تک بعدی میلگرد (دو گره‌ای) و المان سطح دوبعدی (چهار گره‌ای)..... |
| ۸۲ | شکل ۴-۲۷- تنشها در یک المان سه بعدی مکعبی و در المان دو بعدی صفحه‌ای تنش.....    |
| ۸۳ | شکل ۴-۲۸- مشبندی، شرایط مرزی و فاصله بار نقطه‌ای افزایشی.....                    |

- شکل ۴-۲۹- ابعاد مدل دو بعدی اتصال SC2..... ۸۴
- شکل ۴-۳۰- اجزاء فولادی مدل دوبعدی اتصال SC2..... ۸۴
- شکل ۴-۳۱- محل اجزاء فولادی در اتصال SC3..... ۸۵
- شکل ۴-۳۲- اجزاء فولادی در مدل دوبعدی اتصال SC3..... ۸۶
- شکل ۴-۳۳- اجزاء فولادی مدل دو بعدی برای اتصال SC6..... ۸۷
- شکل ۵-۱- نمودار ارتفاع طبقه به انحراف افقی برای دیوارها با ضخامتهای مختلف..... ۹۰
- شکل ۵-۲- نمودار ارتفاع طبقه ای در برابر انحراف و خمش افقی برای اتصالها..... ۹۲
- شکل ۵-۳- نمودار خیز عمودی در مقابل دیوار با ضخامت های مختلف..... ۹۴
- شکل ۵-۴- نمودار بار-تغییر مکان برای اتصال SC1 تا SC6..... ۹۸
- شکل ۵-۵- نمودار لنگر- پیچش برای اتصال SC1,SC2,SC3,SC4,SC5,SC6..... ۹۹
- شکل ۵-۶- تغییر شکل مدل مشبندی شده برای اتصال SC1..... ۱۰۰
- شکل ۵-۷- تغییر شکل مدل مشبندی شده برای اتصال SC2..... ۱۰۰
- شکل ۵-۸- تغییر شکل مدل مشبندی شده برای اتصال SC3..... ۱۰۰
- شکل ۵-۹- تغییر شکل مدل مشبندی شده برای اتصال SC4..... ۱۰۱
- شکل ۵-۱۰- تغییر شکل مدل مشبندی شده برای اتصال SC5..... ۱۰۱
- شکل ۵-۱۱- تغییر شکل مدل مشبندی شده برای اتصال SC6..... ۱۰۱
- شکل ۵-۱۲- نمایش کنتور تنش Sxx برای اتصال SC1..... ۱۰۲
- شکل ۵-۱۳- نمایش کنتور تنش Sxx برای اتصال SC2..... ۱۰۲
- شکل ۵-۱۴- نمایش کنتور تنش Sxx برای اتصال SC3..... ۱۰۳
- شکل ۵-۱۵- نمایش کنتور تنش Sxx برای اتصال SC4..... ۱۰۳
- شکل ۵-۱۶- نمایش کنتور تنش Sxx برای اتصال SC5..... ۱۰۴
- شکل ۵-۱۷- نمایش کنتور تنش Sxx برای اتصال SC6..... ۱۰۴
- شکل ۶-۱- نمای پرسپکتیو از دال تخت..... ۱۱۴
- شکل ۶-۲- نمای پرسپکتیو از دال تخت قارچی..... ۱۱۴
- شکل ۶-۳- نمای پرسپکتیو از دال روی تیر نواری یک جهته..... ۱۱۵

- شکل ۴-۶- نمای پرسپکتیو از دال روی تیر در دو جهت..... ۱۱۵.....
- شکل ۵-۶- نمای پرسپکتیو از سقف بتن درجا با تیر حمال ستون..... ۱۱۶.....
- شکل ۶-۶- نحوه اندازه گیری مساحت کف..... ۱۱۷.....
- شکل ۷-۶- نحوه اندازه گیری مساحت راه پله..... ۱۱۷.....
- شکل ۸-۶- نحوه اندازه گیری مساحت سطح شیب دار..... ۱۱۸.....
- شکل ۹-۶- سیستم دیوار با بلوک سیمانی..... ۱۱۹.....
- شکل ۱۰-۶- سیستم دیوار ترکیبی بتن و بلوک..... ۱۱۹.....
- شکل ۱۱-۶- سیستم دیوار ترکیبی به همراه میزانی از پیش ساختگی در آن..... ۱۲۰.....
- شکل ۱۲-۶- نحوه اندازه گیری طول دیوارها در حالت بدون بازشو..... ۱۲۱.....
- شکل ۱۳-۶- نحوه اندازه گیری طول دیوارها در حالت با بازشو..... ۱۲۱.....
- شکل ۱۴-۶- نحوه اندازه گیری طول دربها و پنجره‌های تمام قد..... ۱۲۲.....
- شکل ۱۵-۶- نحوه اندازه گیری طول جان پناه و حفاظهای استیل..... ۱۲۲.....
- شکل ۱۶-۶- نحوه اندازه گیری طول جان پناه و حفاظهای استیل..... ۱۲۳.....
- شکل ۱۷-۶- تعریف ستون بتنی..... ۱۲۵.....
- شکل ۱۸-۶- مدول مورد نیاز برای شکل‌های مختلف ستون..... ۱۲۵.....
- شکل ۱۹-۶- مدول مورد نیاز برای تیرها با عمق و پهنا..... ۱۲۷.....
- شکل ۲۰-۶- تعداد تیرهایی که بایستی در نظر گرفته شوند..... ۱۲۷.....
- شکل ۲۱-۶- تیر با عرض و عمق مختلف در بین دو تکیه‌گاه به عنوان یک تیر در نظر گرفته می‌شود..... ۱۲۸.....

# فصل اول:

کلیات پژوهش

## ۱-۱- مقدمه

با توجه به وجود مناطق با آب هوای سخت کاری در کشور اهمیت کار پیش ساخته سازی از جهت کاهش زمان کار برای هر پروژه در فضای باز، روشن می باشد از طرف دیگر با توجه به نوع کاربری و تعداد طبقات مورد نیاز با توجه به اینکه هدف تولید ارزان قیمت در کنار افزایش سرعت تولید می باشد، منابع ارزان قیمت ساخت مورد توجه قرار می گیرد و به دلیل این که سیستم بتنی به خاطر نوع مصالح برای کشور ما و بخصوص منطقه اردبیل از بابت یک سیستم ارزان قیمت نسبت به سایر سیستم ها کاملا شناخته شده است، به این علت در این تحقیق مستقیما روی مسئله پیش ساخته بتنی متمرکز می شود.

## ۱-۲- اهمیت و ضرورت تحقیق

مسئله ای که در مورد سیستم پیش ساخته بتنی وجود دارد این است که در کنار این که به مباحث پیش ساخته بتنی در دانشگاه های کشور تقریبا پرداخته نمی شود اصولا یک آیین نامه جامع نیز جهت طراحی این سیستم در کشور ما وجود ندارد و اکثر جامعه مهندسی کشور از یک نوع کمی آگاهی در مورد این سیستم رنج می برند و این نوع سیستم تبدیل به یک سیستم کاملا غریب و نامشخص برای قشر عمده این جامعه گشته است و شاید اصولا یکی از دلایل عدم توسعه این سیستم در صنعت ساختمان علیرغم ضرورت آن، این باشد که مسئولان و سیاست گذاران کشور که خود نیز عمدتا عضوی از این جامعه مهندسی می باشند بنا به دلایل ذکر شده دوست ندارند بیشتر سراغ روش های نو که در شروع مستلزم انجام آموزش ها



و نظارت های بیشتر است بروند با تمامی این احوال در کشور ما چندین شرکت محدود قدیمی وجود دارند که عمدتاً یادگاری از شرکتهای خارجی که قبلاً در ایران کار میکردند، بوده و شرکتهای کنونی در اغلب موارد همان نقشهها و روشهای ساخت چندین دهه قبل را اجرا می نمایند و در کل، در تمامی این چند شرکت چند خصوصیت مشترک وجود دارد اول اینکه تمامی تولیدات این شرکتها، با هم متفاوت و مختص آن شرکت می باشد و دوم اینکه تمامی آنها به اتفاق در سری نگه داشتن نقشه های جامع و دفترچه و فایل های محاسباتی تمام تلاش و کوشش خود را می نمایند و به این ترتیب بررسی دوباره علمی و مقایسه نمونه ای اجرا شده یا اصولاً بدلیل وجود نقشه ها کلی و ناقص در دست کارفرما بسیار سخت و در موارد بسیاری به دلیل عدم وجود نقشه ها تقریباً محال می باشد. برخی علت این موارد را دلایل اقتصادی از بابت اینکه با آشکار شدن روش ساخت تعداد رقبا افزایش خواهند یافت و در نتیجه کاهش سوددهی این صنعت برای صاحبان شرکت ها می دانند و برخی علت را در قدیمی بودن روشها و ترس از روشن شدن ایرادات کلی و جزئی وارد به ساختمان سازی توسط این شرکتها با توجه به قوانین جدید و از دست رفتن بازار فعلی آنها می دانند. در نهایت با توجه به تمامی تلاشهای این جانب در برقراری ارتباط با شرکت های مذکور که با شکست مواجه گردید ضرورت این تحقیق در ارائه یک روش نزدیک به روش های موجود داخل در بررسی چنین ساختمان هایی می باشد تا علاوه بر توسعه این مبحث در جامعه تا حدودی تفاوت های منحصر به خود این سیستم با سیستم های نزدیک به آن روشن تر گردد و یک نمونه با ذکر روشها در نقاط مورد تفاوت ارائه گردد. و به این ترتیب این راه برای توسعه مسکن سریع و ارزان قیمت فراهم گردد.

### ۱-۳- سناریو پایان نامه

بعد از بررسی انواع سیستم های پیش ساخته، سیستم اسکلتی با دیوارهای پیش ساخته بتنی را با ذکر علل آن ارائه می شود. سپس ابتدا برای این سیستم یک پلان پیشنهادی با در نظر گرفتن مسئله پیمون طراحی کرده سپس توسط نرم افزار Autodesk Revit Structure مدل اولیه را با استفاده از مقاطع آماده و بارگذاری آن انجام می دهیم سپس جهت طراحی این مدل را به نرم افزار Etabs انتقال می یابد در این مرحله دو مشکل وجود دارد یکی عدم انتقال دیوارها و دوم نحوه مدل کردن اتصالات، پس از حل آن، اول نوع و تعداد و مکان دیوارها و دوم تاثیر مقدار صلبیت اتصالات در کل سازه را بررسی می شود. سپس دیوارهای غیر سازه ای را براساس مبحث انرژی، دسترسی در منطقه و سرعت و قیمت آن پیشنهاد که در پایان یک اتصال نمونه که براساس سهولت تولید در کارخانه پیشنهاد داده شده را از لحاظ تغییر در میزان سختی و صلبیت اتصال با تغییرات جزئی در اجزاء اتصال بررسی می کنیم. همچنین روشی برای مقایسه اقتصادی سیستم های ساختمانی ارائه و مقایسه سیستم های صنعتی با سنتی در شرایط مختلف از نظر اقتصادی انجام می پذیرد.

# فصل دوم:

مبانی نظری

در صنعتی سازی ساختمان و انواع آن

## ۲-۱- مقدمه

از دوران قبل در آثار باستانی گذشته از قبیل اهرام مصر، معابد روم و یونان و کاخ‌های ساسانی و هخامنشی به کرات قطعات سنگ قبلاً آماده شده مورد استفاده قرار گرفته‌اند و بنابراین ساختمان‌های مزبور را از نظر تعاریف امروزی می‌توان تا حدودی پیش‌ساخته نامید. منتهی در گذشته بخاطر عدم وجود وسایل ارتباطی و حمل و نقل اکثراً قطعات را در محل اجرای ساختمان آماده نموده و بکار می‌برده‌اند. در سال ۱۸۶۹ میلادی رایموند گوانبه و متعاقب آن مؤسسه کامودر فرانسه موفق به قالب‌گیری بتون و تولید قطعات بتونی سنگین گردیده و بدینوسیله اولین سیستم پیش‌ساخته‌سازی سنگین را جهت ساختمان‌سازی بوجود آوردند.

پس از این تحولات تا پایان آخرین جنگ جهانی سیستم‌های دیگر پیش‌سازی نیز بوجود آمد، منتهی هیچکدام بخاطر وجود مشکل و موانع مختلف و وفور کارگر و کمبود تجهیزات ساختمانی و حمل و نقل مورد استقبال عمومی واقع نگردید. ولی اکثر مطالعات مفید درباره سیستم‌های ساختمانی مربوط به این دوره است. پس از خاتمه جنگ جهانی دوم و ورود آوارگان به کشورها، فعالیت‌های شدیدی به منظور ترمیم خرابی‌ها و سکنا دادن مردم در کشورهای صدمه دیده شروع شد و این احتیاجات باعث ایجاد تحول در صنایع پیش‌سازی ساختمان گردید و صنایع مذکور را به تکامل نزدیک کرد.

در اروپا این ایده در قرن نوزدهم قوت گرفت، در سال ۱۹۴۸ انجمن شهر "هترفولدشاید" انگلستان کنسرسیوم ساختمانی CLASP را بنیان نهاد که سیستم ساختمان مدارس را با همان نام و شهرت جهانی بوجود آورد و شرکت‌های دیگر نیز تاسیس گردیدند و این امر موجب توسعه این سیستم با نام‌های SCOLLA و SEAL گردید. و این توسعه تدریجاً به زمینه خانه‌سازی نیز کشانیده شد. ارقام زیر میزان پیش‌ساخته‌سازی را در کشورهای اروپایی نشان می‌دهد.