بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی عمران

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران گرایش سازه

تحلیل تقریبی سیستم ترکیبی قاب محیطی تودرتو، مهار بازویی و کمربند خرپایی در ساختمانهای بلند

استاد راهنما:

دکتر رضا رهگذر

مؤلف:

سالار اسحقی مهماندوستی

تیرماه ۱۳۹۰

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

گروه مهندسی عمران

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی‌شود.

دانشجو: سالار اسحقی مهماندوستی

استاد راهنما: دکتر رضا رهگذر

داور ۱: دکتر سعید شجاعی

داور۲: دکتر حسین ابراهیمی

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده در جلسه دفاع: دکتر محمود سموات

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده: دکتر حجت‌اله رنجبر

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به:

الگوی فداکاری و سر چشمه زندگی پدرم و نماد مهربانی و سرچشمه محبت مادرم و خانواده خوب ومهربانم که مرا در تمامی مراحل تحصیلی مشوق و پشتیبانم بودند. و برای همه آنها توفیق روز افزون سلامتی از ایزد یکتا خواستارم.

الگوی فداکاری و سرچشمه زندگی:

پدرم

نماد مهربانی و سرچشمه محبت:

مادرم

تقدیر و تشکر:

هم اکنون که با استعانت از پروردگار متعال این نوشتار به پایان رسیده و دوره کارشناسی ارشد رو به اتمام است، لذا لازم دانستم که از کلیه اساتیدی که در این دوره تحصیلی مرا همراهی کردن تشکر نمایم، بالاخص استاد گرامی جناب آقای دکتر رهگذر که صمیمانه درطول مدت تحصیل و درمدت انجام پروژه فارغ التحصیلی همواره به عنوان مشوق و راهنمای بنده بودند و در انجام این پروژه مرا یاری رسانده‌اند قدردانی نمایم ، و همچنین داوران ارجمند آقای دکتر شجاعی و آقای دکتر ابراهیمی که زحمت بررسی و تصحیح این پایان نامه را برعهده داشتند، کمال تشکر و قدردانی را دارم و برای همه این عزیزان در طول زندگی آرزوی سلامتی و تندرستی می‌نمایم.

با تشکر

سالار اسحقی مهماندوستی

چکیده:

از اهداف مهم و اصولی در انتخاب فرم سازه‌ای، علاوه بر قابلیت تحمل بارهای قائم و جانبی، توانایی کنترل تغییر شکلهای ناشی از نیروهای جانبی نظیر زلزله و باد می‌باشد. یکی از فرم های سازه‌ای مناسب برای ساختمانهای بلند قاب محیطی تودرتو مهاربازویی به همراه کمربند خرپایی است، بدیهی است که در برآوردن اهداف فوق، هزینه ها نیز باید به حداقل کاهش یابند. مدل سازی سازه یک ساختمان بلند برای آنالیز، تا حدودی به روش انتخابی آنالیز بستگی دارد که به نوبه خود وابسته به مرحله طراحی، نوع و ابعاد سازه است. رفتار این سیستم قاب محیطی تودرتو در برابر بارهای جانبی مشابه رفتار یک تیر طره قوطی شکل می‌باشد. در این تحقیق با استفاده از روش انرژی یک روش تقریبی جهت تحلیل استاتیکی سیستم ترکیبی قاب محیطی تودرتو مهاربازویی وکمربند خرپایی در ساختمانهای بلند ارائه شده است. جابه‌جایی جانبی و تنش‌های محوری نیز به صورت توابعی بدست آورده شده اند. با مینیمم کردن انرژی سیستم محل بهینه مهار بازویی و کمربند خرپایی در ارتفاع سازه مشخص می شود. در ادامه یک سازه بلند ۵۰ طبقه از روش پیشنهادی با تحلیل دقیق کامپیوتری مقایسه شده است. نتایج حاصله سادگی ودرعین حال دقت قابل قبول روش پیشنهادی را در بر دارد.

کلمات کلیدی: قابهای محیطی تو در تو، لنگی برش ، کمربند خرپایی ، مهاربند بازویی، توابع توزیع تنش.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول / مقدمه	
۱-۱ مقدمه	۲
۱-۲ مروری بر تحقیقات انجام شده	۴
۱-۳ اهداف	۶
فصل دوم / مروری بر مقاوم سازی ساختمانهای بلند	
۲-۱ تاریخچه ساختمانهای بلند	۱۰
۲-۱-۱ تعریف برج	۱۲
۲-۲ بررسی انواع سیستمهای مقاوم در برابر بارهای جانبی	۱۴
۲-۲-۱ قاب نیمه صلب و صلب	۱۵
۲-۲-۲ قاب مهار بندی شده	۱۸
۲-۲-۳ قاب صلب با مهاربندی	۱۹
۲-۲-۴ کمربند خرپایی	۲۰
۲-۲-۵ قاب محیطی	۲۳
۲-۲-۶ قاب محیطی مهاربندی شده	۲۴
۲-۲-۶ قاب محیطی تودرتو	۲۶
۲-۲-۷ سازه‌های محیطی سلولی	۲۸
فصل سوم / روشهای ساده جهت تحلیل قاب محیطی	
۳-۱ مقدمه	۳۲
۳-۲ تحلیل قاب محیطی به روش کؤل	۳۲
۳-۲-۱ خواص صفحات ارتوتروپیک معادل در روش کؤل	۳۹
۳-۳ روش پنج عضو قائم	۴۱
۳-۳-۱ تعیین تنشهای برشی و محوری	۴۱
۳-۳-۲ عامل صلبیت برشی، خمشی و لنگی برش	۴۳
۳-۴ تحلیل قاب محیطی به روش کوان	۴۶

۳-۴-۱ مقدمه ۴۶
۳-۴-۲ روش آنالیز ۴۷
۳-۴-۳ اثرات تغییر پارامترها بر روی لنگی برش ۵۰
۳-۴-۴ تنشهای محوری ۵۰
۳-۴-۵ تغییر مکان جانبی ۵۱
۳-۵ بررسی رفتار هسته برشی بوسیله روش کوان ۵۲
۳-۵-۱ تخمین ضرایب تنش ۵۶
۳-۵-۲ محدوده کاربرد روابط لنگی برش و جابجایی ۵۶
۳-۶ سیستم قاب ساده با مهار کمربندی ۵۷
۳-۶-۱ روش تحلیل ۵۹
۳-۶-۲- تعیین موقعیت بهینه برای یک خرپای کمربندی ۶۴
۳-۷ قابهای محیطی تو در تو ۶۶
۳-۷-۱ تغییر شکلهای قائم لوله خارجی و داخلی ۶۸
۳-۷-۲ روش آنالیز ۷۰
۳-۷-۳ تغییرشکل و تنشها ۷۳

فصل چهارم / بررسی تاثیر مهار بازویی و کمربند خرپایی در بهبود رفتار سیستم قاب محیطی تودرتو

۴-۱ مقدمه ۷۶
۴-۲ دلایل بررسی لنگی برشی در پای سازه ۷۷
۴-۳ مشخصات سازه آنالیز شده ۷۹
۴-۴ نمودارهای سازه آنالیز شده تحت بار متمرکز در بالاترین تراز ۸۰
۴-۵ نمودارهای سازه آنالیز شده تحت بار گسترده یکنواخت ۸۳
۴-۶ نمودارهای سازه آنالیز شده تحت بار گسترده مثلثی ۹۶
۴-۷ بررسی تاثیر مهار بازویی و کمربند خرپایی درکاهش جابجایی و لنگی برشی در قاب‌های بال و جان سیستم قاب محیطی تودرتو ۸۹

فصل پنجم / روش پیشنهادی جهت تحلیل تقریبی سیستم ترکیبی قاب محیطی تودرتو، مهار بازویی و کمربند خرپایی در ساختمانهای

۵-۱ مقدمه ۹۱

۵-۲ فرضیات روش پیشنهادی جهت آنالیز سیستم ترکیبی ۹۱

۵-۳ مدل‌سازی سیستم ترکیبی (قاب محیطی تودرتو، مهار بازویی و کمربند خرپایی) ۹۴

۵-۴ ضرائب لنگی برشی ۹۹

۵-۵ تنشهای محوری ۱۰۲

۵-۶ محاسبه تغییر مکان جانبی سازه ترکیبی و دوران در محل مهار بازویی و کمربند خرپایی ۱۰۴

۵-۷ محاسبه سختی معادل با مهار بازویی و کمربند خرپایی ۱۰۶

۵-۸ مقایسه نتایج حاصله از روابط ارائه شده با آنالیز کامپیوتری ۱۰۹

فصل ششم / نتیجه گیری و پیشنهادها

۶-۱ نتیجه‌گیری ۱۵۷

۶-۲ پیشنهادهایی برای مطالعات آینده ۱۵۸

مراجع ۱۶۰

پیوست ۱۶۳

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل (۲-۱): ساختمانهای مرتفع	۱۲
شکل (۲-۲): انواع برج	۱۳
شکل (۲-۳): تغییر شکل قاب صلب تحت بار جانبی	۱۷
شکل (۲-٤): ساختمان لور هاوس	۱۷
شکل (۲-۵): انواع گوناگون مهاربندها	۱۸
شکل (۲-٦): ساختمان امپریال استیت	۱۹
شکل (۲-۷): اندرکنش قاب صلب و قاب مهاربندی شده	۲۰
شکل (۲-۸): تاثیر کمربند خرپایی در قاب مهاربندی شده	۲۱
شکل (۲-۹): ساختمان ویسکونزین	۲۲
شکل (۲-۱۰): ساختمان جین ماو	۲۲
شکل (۲-۱۱): ساختمان تایپه	۲۳
شکل (۲-۱۲): سازه قاب محیطی	۲۴
شکل (۲-۱۳): ساختمان جان هانکوک	۲۵
شکل (۲-۱٤): ساختمان ترد اونیو ۷۸۰	۲۵
شکل (۲-۱۵): قاب لوله‌ای مهاربندی شده	۲۶
شکل (۲-۱٦): ساختمان دویت چستوت	۲۷
شکل (۲-۱۷): ساختمان مرکز تجارت جهانی نیویورک	۲۸
شکل (۲-۱۸): قاب محیطی سلولی	۲۹
شکل (۲-۱۹): برج سیرز	۲۹
شکل (۲-۲۰): مقایسه تعداد طبقات قابل حصول توسط انواع سیستمهای سازه‌ای	۲۹
شکل (۳-۱): مدل واقعی و جایگزین سازه قاب محیطی	۳۳
شکل (۳-۲): نمادگذاری تنشها	۳۳
شکل (۳-۳): جایگزینی پانل قاب توسط المان طره‌ای برشی معادل	۴۰
شکل (۳-٤): پیکره آزاد تنش در مدل سه عضو قائم	۴۱

شکل (۳-۵): مدل سه عضو قائم ۴۱
شکل (۳-٦): مدل تحلیلی برای محاسبه صلبیت برشی ۴۳
شکل (۳-۷): عامل لنگی برش در مدل سه عضو قائم ۴۵
شکل (۳-۸-الف): پیکره آزاد تنش در مدل پنج عضو قائم ۴۵
شکل (۳-۸-ب): عامل لنگی برش در مدل پنج عضو قائم ۴۵
شکل (۳-۹): نمونه قاب محیطی تحت بار جانبی ۴۵
شکل (۳-۱۰): توزیع تنشهای محوری در قاب محیطی ۴۷
شکل (۳-۱۱): مدل‌سازی قاب لوله‌ای در روش کوان ۴۸
شکل (۳-۱۲): تغییرات ضرایب لنگی برش ۵۱
شکل (۳-۱۳): رفتار مهاربند افقی و هسته مرکزی ۵۹
شکل (۳-۱٤): پلان یک سازه با خرپای میانی، هسته مرکزی و خرپای کمربندی ۶۰
شکل (۳-۱۵): طره فنردار ۶۱
شکل (۳-۱٦): قاب لوله‌ای معادل‌سازی شده با لوله‌های داخلی ۶۸
شکل (۳-۱۷): پلان سازه لوله در لوله معادل ۷۰
شکل (۳-۱۸): توزیع تنش ناشی از بارهای جانبی در سازه لوله در لوله ۷۱
شکل (٤-۱): مدل شماتیک سازه پنجاه طبقه ۷۶
شکل (٤-۲): مدل شماتیک سازه پنجاه طبقه ۷۶
شکل (٤-۳): توزیع تنش در ارتفاع سیستم قاب محیطی ۷۷
شکل (٤-٤): تغییرات ضرائب لنگی برش ۷۸
شکل (٤-۵): قابهای محیطی تودرتو ۸۰
شکل (٤-٦): پلان و نمای سازه‌های قاب محیطی ۳۰، ۵۰ و ۷۰ طبقه ۸۰
شکل (٤-۷): جابجایی سیستم ترکیبی قاب محیطی تودرتو، مهار بازویی و کمربند خرپایی تحت بار متمرکز در بالاترین تراز ۸۲
شکل (٤-۸): توزیع تنش در بال سیستم ترکیبی قاب محیطی تودرتو، مهار بازویی و کمربند خرپایی تحت بار متمرکز در بالاترین تراز ۸۲

شکل (٤-٩): توزیع تنش در جان سیستم ترکیبی قاب محیطی تودرتو، مهار بازویی و کمربند خرپایی تحت بار متمرکز در بالاترین تراز ۸۳
شکل (٤-١٠): جابجایی سیستم ترکیبی قاب محیطی تو در تو، مهار بازویی و کمربند خرپایی تحت بار گسترده یکنواخت ۸۴
شکل (٤-١١): توزیع تنش در بال سیستم ترکیبی قاب محیطی تودرتو، مهار بازویی و کمربند خرپایی تحت بار گسترده یکنواخت ۸۵
شکل (٤-١٢): توزیع تنش در جان سیستم ترکیبی قاب محیطی تودرتو، مهار بازویی و کمربند خرپایی تحت بار گسترده یکنواخت ۸۵
شکل (٤-١٣): جابجایی سیستم ترکیبی قاب محیطی تو در تو، مهار بازویی و کمربند خرپایی تحت بار گسترده مثلثی ۸۶
شکل (٤-١٤): توزیع تنش در بال سیستم ترکیبی قاب محیطی تودرتو، مهار بازویی و کمربند خرپایی تحت بار گسترده مثلثی ۸۷
شکل (٤-١٥): توزیع تنش در جان سیستم ترکیبی قاب محیطی تو در تو، مهار بازویی و کمربند خرپایی تحت بار گسترده مثلثی ۸۷
شکل (٥-١): رفتار سیستم ترکیبی قاب محیطی تودرتو، مهار بازویی و کمربند خرپایی ۹۲
شکل (٥-٢): توزیع تنش محوری در قاب‌های بال وجان ۹۳
شکل (٥-٣): غشاء ارتوتروپیک معادل سازی شده ۹۴
شکل (٥-٤): نمای سازه پارامتریک مورد بررسی شده ۹۶
شکل (٥-٥): ابعاد هندسی در محل قرارگیری مهار بازویی و کمربند خرپایی ۱۰۷
شکل (٥-٦): سختی خمشی موثر با توجه به عرض قاب محیطی داخلی ۱۰۸
شکل (٥-٧): مدل شماتیک سازه پنجاه طبقه B. L= H/6 & H/2 ۱۱۰
شکل (٥-٨): مدل شماتیک سازه پنجاه طبقه B. L= H/2 & 3H/4 ۱۱۰
شکل (پیوست-١): بخش واحدی از قاب لوله‌ای ۱۶۴
شکل (پیوست-٢): بخشی از قاب تحت نیروی برشی ۱۶۵

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول (۲-۱): سیستمهای مقاوم در برابر بارهای جانبی ۱۵

جدول (۳-۱): ضرائب لنگی برش در پای سازه ۵۵

جدول (٤-۱): مشخصات هندسی سازه ۵۰ طبقه مورد بررسی ۷۹

جدول (٤-۲): درصد کاهش جابجایی و لنگی برش در سازه پنجاه طبقه تحت بار متمرکز ۸۸

جدول (٤-۳): درصد کاهش جابجایی و لنگی برش در سازه پنجاه طبقه تحت بارگسترده یکنواخت ۸۸

جدول (٤-٤): درصد کاهش جابجایی و لنگی برش در سازه پنجاه طبقه تحت بارگسترده مثلثی ۸۹

جدول (۵-۱): ضرائب لنگی برشی به ازای بارگذاری های مختلف ۱۰۰

جدول (۵-۲): ابعاد هندسی سازه ۵۰ طبقه در پلان و ارتفاع ۱۱۰

جدول (۵-۳): خواص حقیقی و معادل در سازه ۵۰ طبقه ۱۱۱

جدول (۵-٤): مقایسه نتایج آنالیز دقیق و تقریبی سازه پنجاه طبقه تحت بار متمرکز در بالاترین تراز ۱۱۲

جدول (۵-۵): مقایسه نتایج آنالیز دقیق و تقریبی سازه پنجاه طبقه تحت بار گسترده یکنواخت ۱۱۲

جدول (۵-٦): مقایسه نتایج آنالیز دقیق و تقریبی سازه پنجاه طبقه تحت بار گسترده مثلثی ۱۱۳

جدول (۵-۷): مقایسه نتایج آنالیز دقیق و تقریبی سازه پنجاه طبقه برای قاب محیطی خارجی تحت بار متمرکز در بالاترین تراز ۱۵۳

جدول (۵-۸): مقایسه نتایج آنالیز دقیق و تقریبی سازه پنجاه طبقه برای قاب محیطی خارجی تحت بار گسترده یکنواخت ۱۵۳

جدول (۵-۹): مقایسه نتایج آنالیز دقیق و تقریبی سازه پنجاه طبقه برای قاب محیطی خارجی تحت بار گسترده مثلثی ۱۵۴

جدول (۵-۱۰): مقایسه نتایج آنالیز دقیق و تقریبی سازه پنجاه طبقه برای قاب محیطی داخلی تحت بار متمرکز در بالاترین تراز ۱۵۴

جدول (۵-۱۱): مقایسه نتایج آنالیز دقیق و تقریبی سازه پنجاه طبقه برای قاب محیطی داخلی تحت بار گسترده یکنواخت ۱۵۵
جدول (۵-۱۲): مقایسه نتایج آنالیز دقیق و تقریبی سازه پنجاه طبقه برای قاب محیطی داخلی تحت بار گسترده مثلثی ۱۵۵

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

از ابتدای تمدن بشری، برجها و ساختمانهای بلند مورد توجه بوده اند. ساخت ساختمانهای بلند ابتدا با هدف دفاع شروع شده و سپس جنبه های نمادی وکاربردی پیدا کرد. رشد و توسعه ساختمانهای بلند جدید در دهه ۸۰ قرن نوزدهم با کاربرد تجاری و مسکونی شروع گردید. ایجاد ساختمانهای تجاری در ابتدا پاسخی به تقاضای جامعه بازرگانی بود، که نیاز داشتند تا حد امکان به یکدیگر و به مراکز شهرها نزدیک باشند. این مساله باعث شدکه بر فضای افقی محدوده مراکز شهرها فشار زیادی اعمال گردد. سازه های بلند بخاطر این که معمولا از نظر ظاهری شاخص هستند، مدیریتهای تجاری از آن به عنوان وسیله تبلیغی نیز استفاده می کنند. ازطرف دیگر جامعه تجاری و توریستی، به دلیل کثرت مراجعه و بازدهی اقتصادی مطلوب، علاقه مند به ایجاد هتلهای مرتفع در مراکز شهرها می باشد. افزایش قیمت زمین، نیاز به محدود نمودن گسترش افقی شهرها و حفظ زمینهای کشاورزی از عواملی هستند که بر توسعه و ساخت سازه های بلند موثر بوده‌اند. ضمنا در بعضی شهرها مانند هنگ کنگ و ریودوژاینرو، بخاطر شرایط توپوگرافی منطقه، ساخت سازه های بلند تنها راه حل تامین مسکن است.

طرح ساختمان های بلند، چه برای استفاده های واحدی مانند آپارتمانها، ادارات، مدارس، بیمارستانها و یا برای استفاده های گوناگون با مقیاس بزرگتر نیاز به تشریک مساعی بین گروههای مختلف طراح، سازنده مصالح و اجرای ساختمان دارد. ایجاد ساختمانهای بلند علیرغم پیشرفت و گسترش دامنه‌های فنی مربوط به خود، همواره با انتقاداتی از نظر اجتماعی، اقتصادی، محیطی و کالبدی و دیگر وجوه مربوط به آن در عرصه‌های شهری روبرو بوده است. در چهاچوب این مباحث، موقعیت ایجاد ساختمانهای بلند از نظر کالبدی (physical) در قالب کاربری اراضی شهری جایگاه ویژه‌ای داشته است. این جایگاه از آن نظر اهمیت دارد که به رغم بسیاری از دست اندرکاران و متخصصان شهر سازی، برنامه ریزی مناسب کاربری زمین شهری که در آن موقعیت ساختمانهای بلند نیز قابل جایابی باشد، می‌تواند در کاهش بسیاری از عوارض اجتماعی و هزینه‌های اقتصادی و تنظیم شرایط محیطی نقش تعیین کننده‌ای داشته باشد. هدف از ایجاد ساختمانهای بلند، استفاده از فضای

بیشتر به منظور پاسخگویی بـه نیازهـای مختلـف شـهروندان اسـت. ایـن مـورد ضـمن صـرفه جـویی در مصرف زمین و تسهیم قیمت آن به نسبت استفاده کننـدگان، راه حلـی در جهـت جلـوگیری از مصـرف بی‌رویه زمین، مقابله با کمبود آن و گسترده شدن سطوح شهری محسوب می‌شـود. اگـر چـه در سـطح شهرهای جهان، ایجاد ساختمانهای بلنـد، بیشـتر در اراضـی متـراکم و گـران قیمـت شـهرها و بـویژه در محدوده‌های تجاری و اداری و غالبا در جهت پاسخ به همـین عملکردهـا صـورت مـی‌گیـرد. در عصـر صنعت، کشورهای پیشرفته صنعتی در تجربه ایجـاد سـاختمانهای بلنـد تقـدم دارنـد ولـی ایـن پدیـده در شهرهای بزرگ و پر تراکم کشورهای در حال توسعه نیز در طول چنـد دهـه اخیـر شـدت یافتـه اسـت. هدف از ایجاد ساختمانهای بلند بیشتر از آن جهت است که ضـمن صـرفه جـویی در مسـاحت زمـین و سرشکن کردن قیمت آن برای ساکنان، قیمت مسکن را با سطح درآمد خانوارها هماهنگ سـاخته و راه حل مناسبی را در جهت پاسخگویی به نیاز مسکونی ساکنان شهرها در پیش روی می‌گـذارد. از همـین روی استفاده از ساختمانهای بلند مسکونی چه از نظر سطح درآمد متقاضیان و چه از نظر حل مشـکلات سازمان‌های شهری چاره‌ای مناسب به شمار مـی‌آیـد. در عـین حـال قبـل از ایجـاد سـاختمانهای مرتفـع مسکونی، باید تمهیدات مقدماتی لازم در زمینه همجواری‌های شهری، ظرفیت راه‌ها، تاسیسات عمـومی و زیر بنایی شهر انجام گرفته باشد. پس از در نظر گرفتن کلیه جوانـب ایجـاد یـک سـازه بلنـد مـی‌بایـد سیستم سازه‌ای مناسبی برای ساختمان تعبیه گردد. یکی از مهمترین مسائل پـیش روی طراحـان انتخـاب نوع سیسـتم مقـاوم در برابـر بارهـای اعمـالی بـه سـاختمان اسـت. بـا در نظـر گـرفتن هـر یـک از انـواع سیستم‌های سازه‌ای نمی‌توان به راه‌حل معقول و بهینه‌ای دست یافت.

لازم است که طراح بتواند بهترین نوع سیستم سازه‌ای را مشـخص کـرده و طراحـی را بـر اسـاس آن انجام دهد. یکی از راههای اقتصـادی پذیرفتـه شـده جهـت احـداث سـاختمانهای بلنـد اسـتفاده از قـاب محیطی تودرتو می باشدکه به نحو چشمگیری در سازه های بلند استفاده مـی گـردد. بـا توجـه بـه ابعـاد بزرگ ساختمان ها و وجود تعداد زیادی المان و در نهایت بالا بودن درجـات آزادی سـازه، آنـالیز ایـن نوع ساختمانها بسیار وقت گیر و پرهزینه می باشند. طراح این نوع ساختمانها برای طرح خود احتیـاج بـه

یک طرح اولیه مناسب و معقول دارد و لازم است که بتواند با آنالیزهای ساده و سریع به نیروهای ایجاد شده در اعضاء دست یابد و تأثیر تغییرات هر کدام از متغیرها را در سیستم سازه ای در نظر گرفته شده معین نماید و در نهایت طرح اولیه مناسبی را داشته باشد. در قاب های محیطی متغیرهای زیادی باعث توزیع نیروهای داخلی می گردد از جمله ممان اینرسی، سطح مقطع تیر و ستونها، فاصلهٔ بین ستونها، ارتفاع طبقات، ابعاد سازه و غیره. با توجه به این عوامل و تغییر آنها می توان به طرح متعادل و بهینه ای دست یافت. اهمیت روشهای تقریبی برای آنالیز سازه های بلند این است که به طراح این امکان را می دهد که بتواند از تمامی عوامل برای انتخاب طرح اولیه به سادگی و با سرعت بهره گیری نماید. می توان گفت که آنالیز و طرح اولیه سازه های بلند یک بخش مهم و حیاتی به شمار می آید بطوریکه اساس طراحی را تا تصمیم نهایی تحت تأثیر قرار می دهد.

۱-۲ مروری بر تحقیقات انجام شده

یکی از مهمترین مسائل در سازه‌های بلند انتخاب فرم سازه‌ای مناسب برای تحمل بارهای جانبی است. حساسیت سازه‌های بلند در مقابل بارهای جانبی به مراتب بیشتر از بارهای ثقلی است. در صورتیکه ارتفاع سازه از حدی بیشتر شود، دیگر روش‌های متداول برای مهاربندی این سازه‌ها کفایت نمی‌کند. قاب محیطی را می‌توان بصورت یک تیر طره قوطی شکل مدل نمود. آنالیز تیرهای طره قوطی شکل نیز طبق قوانین مقاومت مصالح مقدماتی با رابطه خمش کلاسیک قابل محاسبه است. لیکن رفتار پیچیده قابهای محیطی باعث می‌شود که فرض اولر- برنولی در آنالیز این نوع سازه صادق نباشد [۲]. جهت آنالیز قابهای محیطی روش‌های متعددی ارائه شده است. کؤل(Coull) و بوس (Bose) در سال ۱۹۷۵ روشی را بر اساس تئوری الاستیسیته ارائه نمود. در این روش سازه بصورت صفحات ارتوتروپیک معادل، مدل سازی شده و روابط تعادل و سازگاری در سازه معادل ارضاء می‌گردند [۳]. درسال ۱۹۷۸ کؤل و احمد (Coull and Ahmed) روشی را جهت بدست آوردن تغییر مکان قاب محیطی ارائه کرد [٤].چانگ (Chang) درسال ۱۹۸۵ یک روش تحلیل تقریبی را با در نظر گرفتن

سختی کل قاب داخلی پیشنهاد داد [۵]. تاثیر لنگی برشی مدت زیادی نیست که در سازه تیرقوطی شکل مشخص شده است. فوچ(Foutch)و چانگ (Chang) درسال ۱۹۸۲ [٦] ،زینگ(Zheng) و چانگ (Chang) در سال ۱۹۸۷ [۷]تاثیر پدیده لنگی برشی را در تیرهای قوطی شکل مورد بررسی قراردادند. اخیراً کریستک (Kristek) وبااور (Bauer) در سال ۱۹۹۳[۸] وسینگ(Singh)، ناگپال (Nagpal) درسال ۱۹۹۴[۹] وجود وتاثیر لنگی برشی را درسازه های قاب محیطی مورد مشاهده قرارداند.کوان (Kwan) در سال ۱۹۹٤ با استفاده از صفحه‌های ارتوتروپیک معادل، روابط انرژی و روابط تئوری الاستیسیته، معادلاتی رابرای تعیین تنش در ستونها و همچنین بدست آوردن تغییرمکان جانبی سازه قاب محیطی ارائه نمود [۱۰]. کانور (Connor) و پوانگر (Pouangare) درسال ۱۹۹۱ روش پنج عضو قائم را پیشنهاد نمودند که در آن سازه به تیرها و صفحه‌های عمودی، معادل سازی می‌شود و با محاسبه سختی برشی و خمشی اعضاء، روابطی برای تنش‌های موجود در ستونها بدست می‌آید [۱۱]. روشهای متعدد دیگری نیز جهت آنالیز قابهای محیطی ارائه شده‌اند [۱۲، ۱٤، ۱۵ و ۱۷]. جهت افزایش بازدهی سازه و نزدیک کردن رفتار قاب محیطی به رفتار جداره‌ای صلب کامل، فرم سنتی این نوع قابها دستخوش تغییرات گوناگونی گردید که از آن جمله می‌توان به افزودن پانل‌های میانی در سرتاسر عرض سازه، ایجاد مهاربندی‌های کلی در وجوه سازه [۱۸] و همچنین افزودن قاب داخلی و کمربند خرپایی اشاره کرد [۱۹، ۲۰ و ۲۱]. یکی دیگر از روش‌ها جهت بهبود رفتار قاب محیطی، افزودن قابهای محیطی داخلی به سازه اولیه می‌باشد. در این حالت توزیع تنش و تغییرمکان تعدیل چشمگیری می‌یابند [۲۲ و ۲۳]. جهت بررسی پارامترهای موثر بر رفتار سازه ترکیبی قاب محیطی تودرتو و کمربند خرپایی و مهار بازویی نیاز به شناخت رفتار و عملکرد تک تک سازه‌های تشکیل دهنده سیستم ترکیبی می‌باشد. رفتار مهارهای بازویی و کمربند خرپایی در سیستم‌هایی متفاوت مانند دیوار برشی کوپله و قاب ساده مهاربندی شده و تاثیر آن بر کاهش جابجایی و بهینه کردن رفتار سازه در مراجع [۲٤ و۲۵] آمده است. سیستم‌های ترکیبی موثر و گوناگون سازه‌ای جهت افزایش بازدهی سازه قاب محیطی وجود دارد، اضافه نمودن کمربند خرپایی به همراه مهار بازویی به سیستم قاب محیطی تودرتو جهت توزیع یکنواخت‌تر تنش محوری در قابهای بال وجان، و همچنین کاهش جابجایی در بالاترین تراز

می‌شود. در مراجع [۲۶، ۲۷ و۲۸] روش تقریبی جهت آنالیز سیستم ترکیبی قاب محیطی هسته برشی، کمربند خرپایی به همراه مهار بازویی معرفی گردیده است. لی و همکاران در سال ۲۰۰۱ روشی را ارائه نمودند که در آن با استفاده از صفحه های ارتوتروپیک معادل، روابط تغییر مکان عمودی در نظر گرفته شده و اصول انرژی، معادلات دیفرانسیل مرتبه دو را برای محاسبه تنشها در ستونهای سازه قاب های محیطی تودرتو بدست آوردند [۲۲]. رهگذر و همکاران در سال ۲۰۰۹ با استفاده از صفحات اورتوتروپیک معادل، روابط انرژی و تئوری الاستیسیته معادلاتی را برای تعیین تنش در ستونهای قاب محیطی به همراه هسته برشی و کمربند خرپایی بیان نمودند [۲۶] .

۱-۳ اهداف

فرم اولیه قابهای محیطی شامل ستونهایی نزدیک بهم در پیرامون سازه می‌باشد که در تراز طبقات توسط تیرهای عمیق به یکدیگر متصل شده‌اند و تشکیل یک قوطی مستطیلی شکل شامل چهار قاب صلب عمود بر هم را می‌دهند. در قابهای محیطی متغیرهای زیادی باعث توزیع نیروهای داخلی می‌گردد که از آن جمله می‌توان به ممان اینرسی، سطح مقطع تیر و ستونها، فاصله بین ستونها، ارتفاع طبقات، ابعاد سازه و غیره اشاره کرد. رفتار قابهای محیطی بسیار پیچیده‌تر از رفتار یک مقطع قوطی شکل می‌باشد و در عین حال سختی آن نیز کمتر است. اگرچه سیستم قاب محیطی سازه‌ای پر بازده برای مقابله در برابر نیروهای جانبی است، ولی پتانسیل سختی آن با رفتار طره‌ای قابهای جان (در اثر خمش ستونها و تیرها) و لنگی برش در قابهای بال که موجب تقلیل سهم آنها در تحمل لنگرهای خمشی می‌شود، کاهش می‌یابد و در نتیجه تغییر مکان جانبی قابل ملاحظه‌ای خواهند داشت. افزایش تنش‌های محوری در ستونهای کناری و کاهش آن در ستونهای میانی لنگی برش مثبت و افزایش تنش‌های محوری در ستونهای میانی و کاهش آن در ستونهای کناری لنگی برش منفی می‌باشد. روشهای متعددی جهت کاهش تغییرمکان و لنگی برش ارائه شده است. مثلا با افزودن پانل‌های جان متشکل از قابهای میانی در سرتاسر عرض ساختمان لنگی برش به مقدار زیادی کاهش می‌یابد. راه حل عملی دیگر جهت افزایش بازدهی سازه‌های قاب محیطی، اضافه کردن مهاربندی‌های قطری به وجوه سازه می‌باشد. در این حالت، فاصله ستونهای خارجی زیاد می‌شوند و اعضای قطری که معمولاً به زاویه ٤٥ درجه نسبت به قائم قرار می‌گیرند، ستونهای خارجی و تیرهای کناری را به یکدیگر وصل