وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی

IMAM KHOMEINI INTERNATIONAL UNIVERSITY

دانشکده فنی و مهندسی

گروه عمران

تعیین سطح عملکرد قابهای بتنی طراحی شده بر اساس آیین‌نامه‌های زلزله ، در برابر بارگذاری انفجار

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته‌ی مهندسی عمران

گرایش سازه

علی نوری‌زاده

استاد راهنما:

دکتر رمضانعلی ایزدی‌فرد

اسفند ۱۳۹۰

تقدیم به روان پاک پدرم که دعایش راهگشای زندگی‌ام بود

و

تقدیم به وجود مهربان مادرم که سایه‌اش تماما خیر است و وجودش همه برکت.

قدردانی

برخود واجب می‌دانم از استاد گرامی آقای دکتر ایزدی‌فرد که اساس این پایان‌نامه به پیشنهاد ایشان شکل گرفت و بارهنمودهای آگاهانه‌شان به انجام رسید،صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)

معاونت آموزشی – مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره ۳۰

فرم تأییدیه‌ی هیأت داوران جلسه‌ی دفاع از پایان‌نامه/رساله

بدین وسیله گواهی میشود جلسه دفاعیه از پایان نامه کارشناسی ارشد/ دکتری .....عمو تورزم زراعی.....
دانشجوی رشته .....عمران..... گرایش .....زلزله.....تحت عنوان.....بررسی سطح عملکرد و آسیب‌پذیری ساختمان‌های بتن‌آرمه.....
در تاریخ ۱۳۹۰/۱۰/۸ در دانشگاه برگزار گردید و این پایان نامه با نمره .....۱۹/۵..... و درجه .....عالی..... مورد تایید هیئت داوران قرار گرفت.

ردیف	سمت	نام و نام خانوادگی	مرتبه‌ی دانشگاهی	دانشگاه یا مؤسسه	امضا
۱	استاد راهنما	دکتر ایزدی فر			
۲	استاد مشاور				
۳	داور خارج	دکتر هاشم دهقانی	استادیار		
۴	داور داخل	دکتر حاسری			
۵	نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر اسماعیل امیری			

بسمه تعالی

دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)

معاونت آموزشی دانشگاه- مدیریت تحصیلات تکمیلی

تعهد نامه اصالت پایان نامه

اینجانب علی نوری زاده دانشجوی رشته عمران - سازه مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد بدین وسیله اصالت کلیه مطالب موجود در مباحث مطروحه در پایان نامه / رساله تحصیلی خود، با عنوان تعیین سطح عملکرد با بهینه طراحی سکوهای یک آرمی نسل جدید دریایی را تأیید کرده، اعلام می نمایم که تمامی محتوی آن حاصل مطالعه ، پژوهش و تدوین خودم بوده و به هیچ وجه رونویسی از پایان نامه و یا هیچ اثر یا منبع دیگری، اعم از داخلی، خارجی و یا بین المللی، نبوده و تعهد می نمایم در صورت اثبات عدم اصالت آن و یا احراز عدم صحت مفاد و یا لوازم این تعهد نامه در هر مرحله از مراحل منتهی به فارغ التحصیلی و یا پس از آن و یا تحصیل در مقاطع دیگر و یا اشتغال و ... دانشگاه حق دارد ضمن رد پایان نامه نسبت به لغو و ابطال مدرک تحصیلی مربوطه اقدام نماید. مضافاً اینکه کلیه مسئولیت ها و پیامدهای قانونی و یا خسارت وارده از هر حیث متوجه اینجانب می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو

امضاء و تاریخ نوری زاده

مجوز بهره برداری از پایان نامه/ رساله

کلیه حقوق اعم از چاپ، تکثیر، نسخه برداری، ترجمه، اقتباس و ... از نتایج این پایان نامه برای دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره) قزوین محفوظ است. بهره برداری از این پایان نامه/ رساله در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می شود، بلامانع است:

☐ بهره برداری از این پایان نامه/ رساله برای همگان بلامانع است.

☑ بهره برداری از این پایان نامه/ رساله با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلا مانع است.

☐ بهره برداری از این پایان نامه/ رساله تا تاریخ ..... ممنوع است.

استاد راهنما می تواند یکی از گزینه های بالا را انتخاب کند و مسئولین کتابخانه موظف به رعایت موارد تعیین شده می باشد.

نام استاد و یا اساتید راهنما:

تاریخ:

امضاء:

چکیده

انفجار به عنوان یک پدیده فیزیکی آثار مختلفی بر محیط پیرامون خود از جمله موجودات زنده،بناهای اطراف،تجهیزات و زیرساخت‌ها و غیره دارد.این تحقیق که در حوضه مهندسی سازه انجام شده است به بررسی اثر انفجار بر سازه‌های بتنی و بطور مشخص قابهای خمشی بتنی می‌پردازد.در این تحقیق قاب خمشی مورد مطالعه براساس ضوابط مبحث بیست ویکم مقررات ملی ساختمان بارگذاری و به روش تحلیل دینامیکی غیرخطی مورد تحلیل قرار گرفتند. سپس سطوح عملکرد قاب تحت بار انفجار بر اساس آیین نامه مذکور و آیین نامه‌های رایج دیگر تعیین شده‌اند.

بر اساس نتایج بدست آمده و مقایسه خسارات ناشی از تحلیل ،مشخص گردید که سطوح خطر انفجار که در مبحث۲۱ ارایه شده اند فاصله منطقی به لحاظ مقدار بار و تکانه ندارند به نحوی که بر اساس معیار دوران تکیه گاهی ، در سطح خطر ۱ تقریبا هیچ یک از ستونها سطح عملکرد ایمنی جانی را ارضا نمی‌کنند در حالیکه در سطوح خطر ۲ تا ۴ تمام ستونها در شرایط بهره‌برداری آنی را ارضا می‌باشند.همچنین معیار تغییر مکان جانبی طبقه نیز به نحوی است که در تمام سطوح خطر،بهره‌برداری بی‌وقفه را ارضا می‌نماید و به نظر می‌رسد معیار کنترل کننده‌ای نباشد.

کلمات کلیدی: سطح عملکرد،قاب خمشی بتن مسلح،بارگذاری انفجاری

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

۱-مقدمه ۱
۱-۱-تعریف موضوع پژوهش ۲
۱-۲-اهمیت موضوع ۲
۱-۳-هدف پژوهش ۳
۱-۴-روش پژوهش ۳
۱-۵-مراحل پژوهش ۴

فصل دوم: مروری بر ادبیات موضوع

۲-۱-مقدمه ۵
۲-۲-اصول و مبانی انفجار ۵
۲-۲-۱-تعریف انفجار ۵
۲-۲-۲-انواع انفجار بر اساس منبع آن ۶
۲-۲-۳-انواع انفجار بر اساس موقعیت وقوع ۶
۲-۲-۴-بارهای ناشی از انفجار ۷
۲-۲-۵-بارگذاری خارجی سازه در اثر انفجار در هوا ۱۴
۲-۲-۶-انفجار های سطحی ۱۶
۲-۳- مفهوم سطح عملکرد ۱۷
۲-۴-معیارهای کنترل سازه‌ها در برابر انفجار ۱۸
۲-۵-دیدگاهها و معیار های آیین نامه‌هایTM-1300 و UFC ۲۰
۲-۵-۱-رفتار عمومی اعضاء بتنی تحت بار انفجار ۲۰
۲-۵-۲-رفتار شکل پذیر اعضای بتنی در انفجار دور ۲۳
۲-۵-۳-رفتار شکل پذیر اعضای بتنی در انفجار نزدیک ۲۳
۲-۵-۴-رفتار تردااعضای بتنی در انفجار ۲۴
۲-۵-۵- رفتار تیرهای بتن مسلح تحت بار انفجار ۲۴
۲-۵-۶-رفتار ستونهای بتن مسلح تحت بار انفجار ۲۶
۲-۵-۷-معیار محدودیت تغییر شکل قابها ۲۷
۲-۶-معیارهای پیش نویس مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان ایران(پدافند غیر عامل) ۲۹
۲-۶-۱ سطح عملکرد مورد انتظار برای ساختمانها ۳۱
۲-۶-۲- ضوابط پذیرش رفتار سازه ای ۳۴
۲-۷-نتیجه گیری ۳۷

فصل سوم: پیشینه پژوهش

۳-۱-مقدمه ۳۹
۳-۲-آزمایش تمام مقیاس روی ساختمان چهار طبقه درنیومکزیکو ۳۹

۳-۳-تحلیل یک ساختمان تخریب شده در اثر انفجار(لوچیونی و همکاران) ۴۰
۳-۴- کارگاه تخصصی توسط کاراپینار ۴۵
۳-۵-مطالعه موردی اثر پانلهای پوششی روی پاسخ قابهای بتن مسلح تحت اثر بارگذاری انفجار دور ۵۰
۳-۶-تقویت سازه‌های بتنی در مقابل انفجار با استفاده از نوارهای کامپوزیت کربن ۵۵
۳-۷-پاسخ پیچشی ساختمانهای قاب خمشی بتن مسلح تحت بارانفجار ۵۶

فصل چهارم: روش پژوهش

۴-۱-مقدمه ۵۹
۴-۲-مشخصات مصالح ۵۹
۴-۲-۱-بررسی رفتار بتن ۵۹
۴-۲-۲-بررسی رفتار آرماتور ۶۷
۴-۲-۳-اثر نرخ کرنش ۶۸
۴-۲-۴-اثر میرایی ۶۹
۴-۳-آشنایی با نرم‌افزار ۷۱
۴-۳-۱- آباکوس استاندارد ۷۱
۴-۳-۲آباکوس اکسپلیسیت ۷۱
۴-۳-۳-آباکوس سی ای یی ۷۲
۴-۳-مدلسازی ۷۲
۴-۳-۱-روش تحلیل مورد استفاده ۷۲
۴-۳-۲-مدل ماده‌بتن ۷۲
۴-۳-۳-مدل ماده فولاد ۷۷
۴-۳-۴- المان‌های مورد استفاده ۷۸
۴-۳-۵-اندرکنش بین اجزای مدل ۷۸
۴-۴-صحت سنجی ۷۹
۴-۴-۱-مشخصات مصالح : ۸۰
۴-۴-۲-بارگذاری ۸۱
۴-۴-۳-رفتار دینامیکی مصالح و اثر نرخ کرنش ۸۱
۴-۴-۴- مدلسازی و تحلیل اجزای محدود غیرخطی ۸۳
۴-۴-۵-نتایج تحلیل و مقایسه با گزارش آزمایشگاهی ۸۳
۴-۴-۶-بررسی حساسیت مساله به اندازه المان ۸۷
۴-۵-طراحی قاب مورد بررسی ۸۹
۴-۶-مدلسازی و تحلیل قاب مورد بررسی ۹۴
۴-۶-نتیجه گیری ۹۵

فصل پنجم:نتایج و تفسیر آنها

۵-۱-مقدمه ۹۶
۵-۲-نتایج تحلیل قاب تحت بارسطح خطر انفجار۱ ..... ۹۸
۵-۲-۱-حداکثر تغییر مکان و تاریخچه زمانی تغییر مکان طبقات ۹۹

۵-۲-۲-الگوی تغییر مکان طبقات در زمان‌های مختلف ۱۰۰
۵-۲-۳-تاریخچه زمانی دوران تکیه‌گاهی ستونهای خارجی ۱۰۱
۵-۲-۴-تعیین سطح عملکرد ۱۰۲
۵-۳-نتایج تحلیل قاب تحت بارسطح خطر انفجار۲ ..... ۱۰۳
۵-۳-۱-حداکثر تغییر مکان و تاریخچه زمانی تغییر مکان طبقات ۱۰۳
۵-۳-۲-الگوی تغییر مکان طبقات در زمان‌های مختلف ۱۰۴
۵-۳-۳-تاریخچه زمانی دوران تکیه‌گاهی ستونهای خارجی ۱۰۴
۵-۳-۴-تعیین سطح عملکرد ۱۰۵
۵-۴-نتایج تحلیل قاب تحت بارسطح خطر انفجار۳ ..... ۱۰۶
۵-۴-۱-حداکثر تغییر مکان و تاریخچه زمانی تغییر مکان طبقات ۱۰۶
۵-۴-۲-الگوی تغییر مکان طبقات در زمان‌های مختلف ۱۰۷
۵-۴-۳-تاریخچه زمانی دوران تکیه‌گاهی ستونهای خارجی ۱۰۸
۵-۴-۴-تعیین سطح عملکرد ۱۰۹
۵-۵-نتایج تحلیل قاب تحت بارسطح خطر انفجار۴ ..... ۱۱۰
۵-۵-۱-حداکثر تغییر مکان و تاریخچه زمانی تغییر مکان طبقات ۱۱۰
۵-۵-۲-الگوی تغییر مکان طبقات در زمان‌های مختلف ۱۱۱
۵-۵-۳-تاریخچه زمانی دوران تکیه‌گاهی ستونهای خارجی ۱۱۱
۵-۵-۴-تعیین سطح عملکرد ۱۱۲
۵-۶-مقایسه چهار سطح خطر ۱۱۳
۵-۶-۱-مقایسه بارگذاری ۱۱۳
۵-۶-۲-مقایسه تغییر مکان بام ۱۱۴
۵-۶-۳-مقایسه دوران تکیه گاهی ستون بام ۱۱۵
۵-۶-۴-مقایسه خسارت نظیر حداکثر تغییر مکان ۱۱۶
۵-۶-۵-مقاسیه سطح عملکرد ستونها ۱۲۱

فصل ششم: جمع‌بندی و پیشنهادها

۶-۱-جمع بندی نتایج ۱۲۲
۶-۲-پیشنهاد تحقیقات آتی ۱۲۳
منابع و مراجع ۱۲۴

فهرست جداول

جدول(۲-۱) تقسیم بندی نوع بارهای انفجار ۱۲

جدول(۲-۲) سطح بار انفجار ۱۴

جدول(۲-۳) مقادیر ضریب مکش C_D ۱۵

جدول(۲-۴) خلاصه رفتار عمومی اعضای بتنی تحت بار انفجار ۲۱

جدول(۲-۵) رفتار تیرهای بتنی تحت بار انفجار ۲۶

جدول(۲-۶) خلاصه رفتار و معیارهای آیین نامهUFC ,TM5 تحت بار انفجار ۲۷

جدول(۲-۷) سطوح عملکرد اعضاء سازه‌ای،غیر سازه‌ای،خسارت جانی،مرمت پذیری و عملکرد تاسیسات مکانیکی و برقی ۳۰

جدول(۲-۸) درجات اهمیت ساختمان ۳۲

جدول(۲-۹) پهنه بندی خطر ۳۲

جدول(۲-۱۰) سطح بار انفجار ۳۳

جدول(۲-۱۱) سطح عملکرد ساختمان ها برای مناطق با پهنه بندی خطر کم ۳۳

جدول(۲-۱)(سطح عملکرد ساختمان ها برای مناطق با پهنه بندی خطر متوسط ۳۴

جدول(۲-۱۳) سطح عملکرد ساختمان ها برای مناطق با پهنه بندی خطر شدید ۳۴

جدول(۲-۱۴) ضوابط پذیرش بتن مسلح ۳۶

جدول(۲-۱۵) محدودیت تغییر شکل جانبی طبقات ۳۷

جدول(۳- ۱) پارامترهای انفجاری مورد استفاده ۴۶

جدول(۳- ۲) تیرها و ستونهای حذف شده در هر سناریو ۴۸

جدول(۳- ۳) تیرها و ستونهای خراب شده در هر سناریو ۴۹

جدول(۳-۴) معیار تغییر مکان نسبی سازه ۵۴

جدول(۴- ۱) مقادیر ضریب افزایش دینامیکی ۷۷

جدول(۴- ۲) مشخصات مصالح مورد استفاده ۷۷

جدول(۴- ۳) مشخصات کلی آزمایش انجام شده توسط سی‌بولد ۸۰

جدول(۴- ۴) مشخصات مصالح تیرهای مورد آزمایش ۸۰

جدول(۴- ۵) مقادیر افزایش مقاومت مصالح براساس نرخ کرنش آزمایش ۸۲

جدول(۴- ۶) مقایسه اندازه های مختلف مش بندی برای تیر WE3 ..... ۸۷

جدول(۴- ۷) مقایسه نوع مش بندی برای تیر WE3 ..... ۸۷

جدول(۴- ۸) مشخصات کلی ساختمان مورد نظر ۸۹
جدول(۴- ۹) مشخصات لرزه ای ۹۰
جدول(۴- ۱۰) مشخصات مصالح ۹۰
جدول(۴- ۱۱) بارگذاری ثقلی ۹۰
جدول(۴- ۱۲) ابعاد مقاطع بدست آمده از طراحی ۹۲
جدول (۵-۱) سطح عملکرد ستونها بر اساس دوران تکیه‌گاهی ۱۰۲
جدول (۵-۲) سطح عملکرد ستونها بر اساس تغییر مکان جانبی طبقه ۱۰۲
جدول (۵-۳) سطح عملکرد ستونها بر اساس معیار کیفی مبحث۲۱ ..... ۱۰۲
جدول (۵-۴) سطح عملکرد ستونها بر اساس دوران تکیه‌گاهی ۱۰۵
جدول (۵-۵) سطح عملکرد ستونها بر اساس تغییر مکان جانبی طبقه ۱۰۵
جدول (۵-۶) سطح عملکرد ستونها بر اساس معیار کیفی مبحث۲۱ ..... ۱۰۵
جدول (۵-۷) سطح عملکرد ستونها بر اساس دوران تکیه‌گاهی ۱۰۹
جدول (۵-۸) سطح عملکرد ستونها بر اساس تغییر مکان جانبی طبقه ۱۰۹
جدول (۵-۹) سطح عملکرد ستونها بر اساس معیار کیفی مبحث۲۱ ..... ۱۰۹
جدول (۵-۱۰) سطح عملکرد ستونها بر اساس دوران تکیه‌گاهی ۱۱۲
جدول (۵-۱۱) سطح عملکرد ستونها بر اساس تغییر مکان جانبی طبقه ۱۱۲
جدول (۵-۱۲) سطح عملکرد ستونها بر اساس معیار کیفی مبحث۲۱ ..... ۱۱۲
جدول (۵-۱۳) مقایسه زمان تناوب ارتعاش آزاد قاب بعد از انفجار در سطوح مختلف ۱۱۴
جدول (۵-۱۴) الگوی ترک کششی بتن در ستونها ۱۱۶
جدول (۵-۱۵) الگوی ترک کششی بتن در تیرها ۱۱۷
جدول (۵-۱۶) الگوی خرد شدگی فشاری بتن درستونها ۱۱۸
جدول (۵-۱۷) الگوی خرد شدگی فشاری بتن در تیرها ۱۱۹
جدول (۵-۱۸) الگوی تسلیم آرماتور ۱۲۰
جدول (۵-۱۹) مقایسه سطح عملکرد ستونها بر اساس معیارکمی مبحث۲۱ ..... ۱۲۱
جدول (۵-۲۰) مقایسه سطح عملکرد ستونها بر اساس معیارکیفی مبحث۲۱ ..... ۱۲۱

فهرست اشکال

شکل (۲-۱) نمودار و مشخصات موج ضربه ۸

شکل (۲-۲) نمودار و مشخصات موج فشار ۸

شکل (۲-۳) نمودار تغییرات فشار در اثر موج انفجار در فاصله مشخص(پروفیل فشار- زمان) ۹

شکل (۲-۴) مقایسه پروفیل فشار- زمان(واقعی،محافظه کارانه و تکانه معادل) ۱۰

شکل (۲-۵) مقایسه رابطه ایزدی فرد- ماهری با TM-1300 برای محاسبه مدت زمان فاز مثبت..... ۱۰

شکل (۲-۶) موقعیت رخداد انفجار ۱۲

شکل (۲-۷) انعکاس موج پس از برخورد با زمین ۱۳

شکل (۲-۸) مقادیر ضریب کاهشی C_E ۱۵

شکل (۲-۹) نمودار مقاومت-تغییر مکان عمومی اعضای خمشی بتنی ۲۲

شکل (۲-۱۰) جزئیات آرماتورگذاری برشی تک ساق..... ۲۲

شکل (۲-۱۱) جزئیات آرماتورگذاری برشی زیگزاگ ۲۲

شکل (۲-۱۲) نمودار مقاومت-تغییر مکان عمومی اعضای خمشی بتنی درصورت تشکیل رفتار کشش غشایی... ۲۳

شکل (۲-۱۳) دوران تکیه‌گاهی تیر و دال..... ۲۸

شکل (۲-۱۴) دوران تکیه‌گاهی اعضای قاب ۲۸

شکل (۲-۱۵) سازه یک درجه آزادی الاستو پلاستیک ۳۵

شکل (۲-۱۶) دوران مفصل پلاستیک..... ۳۶

شکل(۳- ۱) مدل کامل از ساختمان مورد بررسی..... ۴۰

شکل(۳- ۲(اثر دیوارها در انتشار موج وکاهش خسارت(ساختمان سمت راست با دیوار و سمت چپ بدون دیوار) ۴۱

شکل(۳- ۳) روند پیشرفت خرابی ساختمان ۴۳

شکل(۳- ۴) مقایسه خرابی ناشی از انفجار با نتایج تحلیل ۴۴

شکل(۳- ۵) قابهای باقیمانده بعد ازانفجار..... ۴۴

شکل(۳- ۶) پلان موردبررسی..... ۴۶

شکل(۳- ۷) نمای قاب که اعضای آن مستقیما تحت بار انفجار قراردارند..... ۴۷

شکل(۳- ۸) مشخصات بارگذاری انفجار روی ستون ۱۲۱ ..... ۴۷

شکل(۳- ۹) تاریخچه زمانی تغییر مکان وسط دهانه ستون -تنش حداکثر در ستون..... ۴۷

شکل(۳- ۱۰) اندرکنش سه نمونه از ستونها در سناریو شماره۳ ..... ۴۹
شکل(۳- ۱۱) پلان و نمای ساختمان مورد بررسی به همراه مقاطع بدست آمده از طراحی..... ۵۱
شکل(۳- ۱۲) مدلهای عددی استفاده شده در آنالیز..... ۵۲
شکل(۳- ۱۳) تاریخچه زمانی تغییر مکان نسبی طبقات برای قاب با پوشش خارجی..... ۵۲
شکل(۳- ۱۴) تغییر ماکن نسبی طبقات در زمانهای مختلف برای قاب با پوشش خارجی..... ۵۲
شکل(۳- ۱۵) تاریخچه زمانی تغییر مکان نسبی طبقات برای قاب بدون پوشش خارجی ۵۳
شکل(۳- ۱۶) تغییر ماکن نسبی طبقات در زمانهای مختلف برای قاب با پوشش خارجی..... ۵۳
شکل(۳- ۱۷) قاب تغییر شکل داده در حالت بدون تقویت ۵۵
شکل(۳- ۱۸) قاب تغییر شکل یافته در ناحیه اتصال ۵۵
شکل(۳- ۱۹) قاب تغییر شکل داده در حالت تقویت با یک لایه CFRP..... ۵۵
شکل(۳- ۲۰) قاب تغییر شکل داده در حالت تقویت با دو لایه CFRP ۵۵
شکل(۳- ۲۱) نمای قاب تحت بار ۵۷
شکل(۳- ۲۲) سطح بارگیر اعضا..... ۵۷
شکل(۳- ۲۳) حالتهای مختلف موقعیت منبع انفجار در پلان ۵۷
شکل(۳- ۲۴) تغییر مکان حداکثر بام در اثر انفجار ۲۰۰کیلوگرم تی‌ان‌تی در فاصله ۵متری روی محـورE(میلیمتـر) ۵۸
شکل(۴- ۱) نمودارعمومی رفتار بتن درآزمایش فشار تک محوره..... ۶۰
شکل(۴- ۲) منحنی بارگذاری چرخه ای و نمودار پوش بتن ۶۲
شکل(۴- ۳) نحوه تاثیر پارامتر خسارت بر کاهش سختی..... ۶۲
شکل(۴- ۴) نموداررفتارچند نمونه بتن درآزمایش کشش تک محوره..... ۶۳
شکل(۴- ۵) منحنی تنش کرنش ارایه شده توسط رشید و نایالز..... ۶۳
شکل(۴- ۶) منحنی تنش کرنش استفاده شده در این تحقیق ۶۳
شکل(۴- ۷) منحنی بارگذاری چرخه ای و نمودار پوش بتن ۶۴
شکل(۴- ۸) تغییرات ضریب پواسون بر حسب مقدار تنش فشاری ۶۵
شکل(۴- ۹) تغییرحجم بتن تحت فشار تک و دو محوره..... ۶۶
شکل(۴- ۱۰) سطح تسلیم در تنش دو محوره ۶۶
شکل(۴- ۱۱) سطح شکست و سطح حد الاستیک در فضای تنش سه محوره..... ۶۷
شکل(۴- ۱۲) سطح تسلیم بتن در دستگاه تنش های تفاضلی..... ۶۷

شکل(۴- ۱۳) نمودار تنش-کرنش چند نمونه آرماتور ۶۸
شکل(۴- ۱۴) مقایسه رفتار بتن تحت بارگذاری دینامیکی و استاتکی ۶۹
شکل(۴- ۱۵) منحنی تنش-کرنش فولاد در حالت استاتیکی و دینامیکی..... ۷۰
شکل(۴- ۱۶) بارگذاری تک محوره چرخه ای(کشش-فشار-کشش) و بازیابی سختی ۷۶
شکل(۴- ۱۷) جزئیات آرماتور گذاریگروه اول با خامت گذاری۵اینچ ۷۹
شکل(۴- ۱۸) نمودار فشار-زمان ثبت شده در آزمایش..... ۸۱
شکل(۴- ۱۹) نمودار تنش-کرنش آرماتور طولی و اثر نرخ کرنش ۸۲
شکل(۴- ۲۰) نمودار تنش-کرنش فشاری بتن و اثر نرخ کرنش ۸۲
شکل(۴- ۲۱) مدلسازی هندسه تیر مورد بررسی ۸۳
شکل(۴- ۲۲) الگوی ترک در تیر WE7تحت فشار استاتیکی ۸۴
شکل(۴- ۲۳) مقایسه تغییر مکان وسط دهانه برایتیرWE7..... ۸۴
شکل(۴- ۲۴) الگوی ترک در تیر WE3تحت بار انفجار(المان C3D8R) ۸۵
شکل(۴- ۲۵) مقایسه تغییر مکان وسط دهانه برای تیر WE3(المان C3D8R) ۸۵
شکل(۴- ۲۶) الگوی ترک در تیر WE3تحت بار انفجار(المان C3D8R, C3D4) ۸۶
شکل(۴- ۲۷(مقایسه تغییر مکان وسط دهانه برای تیر WE3(المان C3D4) ۸۶
شکل(۴- ۲۸) مقایسه اثر اندازه مش۱اینچ تا ۳ اینچ بر الگوی ترک برای تیرWE3..... ۸۸
شکل(۴- ۲۹) مقایسه اثر اندازه مش برتغییر مکان وسط دهانه برای تیرWE3 ..... ۸۸
شکل(۴- ۳۰) نمای سه بعدی از قاب مرجع ۸۹
شکل(۴- ۳۱) نسبت تنش ستونها..... ۹۲
شکل(۴- ۳۲) آرماتور تیرها..... ۹۳
شکل(۴- ۳۳) نمای قاب محورC جهت بررسی تحت بار انفجار ۹۳
شکل(۴- ۳۴(نما و پلان قاب مور بررسی ۹۴
شکل(۴- ۳۵) اعمال بار انفجار به ستونهای جبهه انفجار و تیرهای بام..... ۹۴
شکل(۴- ۳۶) مش بندی بهینه بر اساس بررسی حساسیت به مش ۹۴
شکل (۵-۱) تعریف معیار دوران تکیه‌گاهی تیر و قاب در آیین نامهUFC ۹۷
شکل (۵-۲) اصلاح معیار دوران تکیه‌گاهی برای قاب در این پژوهش..... ۹۷
شکل (۵-۳)..... ۹۷
شکل (۵-۴) حداکثر تغییر مکان قاب(ضریب بزرگ نمایی ۵) تحت بار سطح خطر ۱،در زمان ۰/۳۳ثانیه پس از

شروع بارگذاری انفجار ۹۹
شکل (۵-۵) نمودار تغییر مکان-زمان طبقات ۹۹
شکل (۵-۶) نمودارتغییر مکان طبقات در زمان‌های مختلف ۱۰۰
شکل (۵-۷) نمودار دوران تکیه‌گاهی ستون طبقات بر حسب زمان ۱۰۱
شکل (۵-۸) حداکثر تغییر مکان قاب(ضریب بزرگ نمایی ۲۵) تحت بار سطح خطر ۲،در زمان ۰/۲۵ثانیه پس از شروع بارگذاری ۱۰۳
شکل (۵-۹) نمودار تغییر مکان-زمان طبقات ۱۰۳
شکل (۵-۱۰) نمودارتغییر مکان طبقات در زمان‌های مختلف ۱۰۴
شکل (۵-۱۱) نمودار دوران تکیه‌گاهی ستون طبقات بر حسب زمان ۱۰۴
شکل (۵-۱۲) حداکثر تغییر مکان قاب(ضریب بزرگ نمایی ۵۰) تحت بار سطح خطر ۳،در زمان ۰/۲۰ثانیه پس از شروع بارگذاری ۱۰۶
شکل (۵-۱۳) نمودار تغییر مکان-زمان طبقات ۱۰۶
شکل (۵-۱۴) نمودارتغییر مکان طبقات در زمان‌های مختلف ۱۰۷
شکل (۵-۱۵) نمودار دوران تکیه‌گاهی ستون طبقات بر حسب زمان ۱۰۸
شکل (۵-۱۶) حداکثر تغییر مکان قاب(ضریب بزرگ نمایی ۵۰) تحت بار سطح خطر ۱،در زمان ۰/۱۶۵ثانیه پس از شروع بارگذاری ۱۱۰
شکل (۵-۱۷) نمودار تغییر مکان-زمان طبقات ۱۱۰
شکل (۵-۱۸) نمودارتغییر مکان طبقات در زمان‌های مختلف ۱۱۱
شکل (۵-۱۹) نمودار دوران تکیه‌گاهی ستون طبقات بر حسب زمان ۱۱۱
شکل (۵-۲۰) نمودار فشار-زمان برای سطوح خطر مختلف ۱۱۳
شکل (۵-۲۱) مقایسه مقادیر تکانه در سطوح مختلف خطر ۱۱۴
شکل (۵-۲۲) مقایسه تغییر مکان بام در سطوح مختلف خطر ۱۱۵
شکل (۵-۲۲) مقایسه دوران تکیه گاهی ستون بام در سطوح مختلف خطر ۱۱۵

فصل اول: مقدمه

۱-مقدمه

مسکن به عنوان یکی از اولین نیازهای ضروری بشر در سیر تکاملی خود تحولات چشمگیری را تجربه کرده است.بشر بعد از تامین سرپناه تدریجا به فکر بالابردن کیفیت محل سکونت خود در سایر ابعاد از جمله شکل،اندازه ،زیبایی،استحکام و سایر ویژگی‌ها افتاد.

باگذشت زمان و تخصصی شدن زمینه های گوناگون، مسئولیت تامین استحکام بناها نیز برعهده مهندسان و طراحان سازه قرار گرفت.مهندسان علاوه بر آثار بارهای معمول همچون وزن،بارهای جانبی ناشی از زلزله، باد،خاک وغیره را نیز متناسب با محل و نوع کاربری سازه ها در طراحی خود در نظر می‌گرفتند و به ندرت سازه ها را برای تحمل باهای ناشی از انفجار طراحی و کنترل می کردند واین موضوع بیشتر در سازه‌های نظامی،نیروگاههای هسته‌ای،مناطق و کاخانجات پتروشیمی ،برخی ساختمانهای مهم استراتژیک مطرح بوده است. امروزه با افزایش تعداد وقایع انفجاری از جمله حملات تروریستی وانفجارهای اتفاقی بر اهمیت این نوع بارها در طراحی سازه ها افزوده شده است. بنابراین بارگذاری و کنترل سازه‌ها در برابر براهای انفجار تدریجا وارد عرصه ساختمانهای غیر نظامی همچون ساختمانهای مهم و کلیدی،مراکز نگهداری اسناد و مدارک مهم،گنجینه های ملی،ساختمانها و مقرهای مدیریت بحران وغیره می گردد و مهندسان و طراحان سازه می بایست دانش و آگاهی خود را در خصوص بارهای انفجار و آثار آنها برساختمان افزایش داده و در موارد نیاز بکار بندند.

۱-۱-تعریف موضوع پژوهش

انفجار به عنوان یک بارگذاری نامتعارف و خاص آثار متفاوتی بر سازه‌ها دارد.برخی ویژگی های این نوع بارگذاری با سایر انواع بارهای وارده باعث تمایز آن گردیده است.در این پژوهش با توجه به ماهیت این نوع بارگذاری به مطالعه و بررسی رفتار سازه‌ها و بطور مشخص قابهای خمشی بتن مسلح تحت بارگذاری انفجار پرداخته شده است.

در طراحی‌های معمول تحت بارهای استاتیکی با محدود کردن تنش در عضو مانع خراب شدن آن می‌شویم اما این روش در طراحی در برابر انفجار کارایی ندارد زیرا تسلیم و تغییر شکلهای کنترل شده و ظرفیت‌های حاصل ازاین تغییر شکلها جزئی از فرایند طراحی در برابر انفجار هستند.

یکی از اصلی ترین معیار رفتاری سازه تحت بار انفجار معیار عملکردی است.معیارهای عملکردی با تعیین محدودیتهایی،پاسخ اعضای سازه‌ای تحت انفجار را کنترل می‌کنند.در این پژوهش پاسخ قاب سازه‌ای تحت بار انفجار با تحلیل دینامیکی غیرخطی تعیین و با معیارهای کنترلی مقایسه می‌گردد سپس بر اساس این نتایج و مقایسه‌ها معیارهای عملکردی آیین نامه مورد نقد و بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۲-اهمیت موضوع

درکشور پهناور و عزیزمان ایران خصوصا در سالهای اخیر شاهد افزایش حملات تروریستی بوده‌ایم و نیاز به تدوین آیین نامه هایی جهت لحاظ کردن آثار بارهای ناشی از انفجار و نحوه رفتار سازه‌ها این بارگذاری‌ها بیش از پیش احساس می‌شود.در این راستا سازمان پدافند غیر عامل و مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن در سال ۱۳۸۸ اقدام به ارایه پیش نویس مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان با عنوان "پدافندغیرعامل" نموده است.این مبحث از مقررات ملی براساس تحقیقات و مطالعات متعدد داخلی و همچنین استفاده ازتجربیات سایر کشورها در این زمینه تدوین شده و در مسیر تکامل قرار دارد.همچنین در راستای تدوین آیین نامه ملی انفجار که بطور کاملتری در مباحث انفجار وارد شده است،نیاز به مطالعاتی در این زمینه احساس می‌شود.