



بِسْمِ اللَّهِ

پیشنهاد تحقیق پایان نامه کارشناسی ارشد  
دانشگاه آزاد اسلامی واحد بزم

شماره:

تاریخ:

عنوان تحقیق: بررسی مقاومت و خرابی پیشرونده ستون فولادی مرکب CFDST پر شده با بتن UHPC تحت بارگذاری انفجار

نام و نام خانوادگی دانشجو: مهدی محمدامینی

رشته و گرایش: مهندسی عمران - زلزله

نیمسال اول / دوم سال تحصیلی: نیمسال اول - ۹۵

### ۱- اطلاعات مربوط به دانشجو :

نام و نام خانوادگی : مهدی محمد امینی  
رشته تحصیلی : عمران  
تاریخ و سال ورود : مهر ۹۴  
آدرس پستی در تهران :  
آدرس پستی در شهرستان :  
شماره دانشجویی : ۹۴۰۴۸۹۸۱۰  
گرایش : زلزله  
دانشکده :  
تعداد واحد های گذرانیده :  
تلفن :  
تلفن همراه :  
تلفن :

### ۲- اطلاعات مربوط به استاد راهنما :

نام و نام خانوادگی : حمزه دهقانی  
آخرین مدرک تحصیلی دانشگاهی / حوزوی : دکتری  
محل خدمت : دانشگاه آزاد واحد بم  
سنوات تدریس کارشناسی ارشد: ۸ سال  
آدرس : بم - دانشگاه آزاد  
تخصص اصلی : سازه  
رتبه و پایه دانشگاهی : استادیار پایه ۸  
سمت فعلی : هیات علمی  
تلفن :  
شماره کارت ملی :

تعداد رساله های راهنمایی شده دوره دکتری دانشگاه آزاد : سایر دانشگاه ها :

تعداد پایان نامه های راهنمایی شده دوره کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد : سایر دانشگاه ها :

تعداد رساله های مشاوره شده دوره دکتری دانشگاه آزاد : سایر دانشگاه ها :

تعداد پایان نامه های مشاوره شده دوره کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد : سایر دانشگاه ها :

### ۳- اطلاعات مربوط به استاد مشاور:

نام و نام خانوادگی : امین صدیق پور  
آخرین مدرک تحصیلی دانشگاهی / حوزوی: کارشناسی ارشد  
محل خدمت : دانشگاه آزاد واحد بم  
سنوات تدریس کارشناسی ارشد:  
آدرس : بم - دانشگاه آزاد  
تلفن :  
شماره کارت ملی:  
تخصص اصلی : سازه  
تخصص جنبی :  
رتبه و پایه دانشگاهی :  
سمت فعلی : هیات علمی

تعداد رساله های راهنمایی شده دوره دکتری دانشگاه آزاد : سایر دانشگاه ها :

تعداد پایان نامه های راهنمایی شده دوره کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد : سایر دانشگاه ها :

تعداد رساله های مشاوره شده دوره دکتری دانشگاه آزاد : سایر دانشگاه ها :

تعداد پایان نامه های مشاوره شده دوره کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد : سایر دانشگاه ها :

### ۴- اطلاعات عمومی پایان نامه :

الف - عنوان پایان نامه به فارسی:

بررسی مقاومت و خرابی پیشرونده ستون فولادی مرکب CFDST پر شده با بتن UHPC تحت بارگذاری انفجار

ب- عنوان پایان نامه به زبان انگلیسی :

**Resistance and progressive collapse analysis of steel composite columns (CFDST) filled with concrete (UHPC) under blast loading**

ج - تعداد واحد پایان نامه : ۶ واحد

۱) بیان مساله تحقیق : ( حد اقل ده سطر و شامل پرسش اصلی تحقیق )

یکی از حساس ترین تصمیماتی که طراح سازه بایستی مدنظر قرار دهد، انتخاب نوع مصالح مصرفی در سازه می باشد. این تصمیم در بسیاری از اوقات تابع نوع سازه، مسایل مالی و همچنین تجربه و مهارت طراح است. هدف اصلی دنبال شده در طراحی بدست آوردن سازهای اقتصادی و در عین حال با عملکرد مطلوب می باشد. بتن و فولاد مصالحی هستند که به صورت گسترده در ساخت و سازها مورد استفاده قرار می گیرند. مزایای هر دو مصالح امروزه به خوبی شناخته شده است، بتن مصالحی با سختی بالا، ارزان قیمت (نسبت به سایر مصالح) و مقاومت قابل توجه در برابر آتش سوزی و ضمناً فولاد مصالحی با شکل پذیری و مقاومت بالا و وزن کم است، با این وجود استفاده از فولاد تنها در ساختن ستون ها بخصوص در سازه های بلند غیر اقتصادی می باشد. همچنین سازه های بلند با ستون های فولادی معمولاً دارای تغییر شکل های جانبی نسبتاً بزرگ بوده و در مقابل آتش سوزی مقاومت پایینی دارند. همچنین استفاده از بتن تنها در ستون های ساختمان های بلند در طبقات پائین فضای بیشتری را اشغال نموده و دارای وزن نسبتاً بیشتری است و به علت ترد و شکننده بودن بتن، سازه حاصل دارای شکل پذیری کمتری بوده و در بارهای لرزه ای افت مقاومت در سازه بوجود خواهد آمد. ترکیب هوشمندانه این دو مصالح، یک سیستم موثر و کاراتر از استفاده مجزا از آن ها را نتیجه می دهد.

با توجه به افزایش فعالیت های تروریستی در ساختمان های دارای اهمیت زیاد در سال های اخیر، محافظت کردن از جان ساکنین و ایجاد ایمنی در هنگام وقوع این قبیل پدیده ها دارای اهمیت می باشد. برای ایجاد ایمنی لازم می توان در کنار محافظت های امنیتی ویژه، تمهیداتی خاص در سازه ی مورد نظر لحاظ کرد.

سازه ها در برابر انفجار دو رفتار متفاوت از خود نشان می دهند:

یک دسته از سازه ها در لحظه انفجار دچار فروپاشی جزئی یا کلی می گردند.

یک دسته تحت اثرات ثانویه ناشی از انفجار مانند صدمات وارده و یا آتش سوزی محتمل به تدریج دچار گسیختگی تدریجی می شوند. در سالهای اخیر مطالعات زیادی توسط مهندسان طراح سازه بر روی گسیختگی تدریجی سازه ها انجام شده است تا با توجه به این مطالعات بتوانند سازگاری های مناسب را در آئین نامه ها و کدهای طراحی وارد سازند و به این ترتیب سازه ها را در برابر گسیختگی تدریجی مقاوم کنند. گسیختگی تدریجی (خرابی پیشرونده) به معنای فروریزش بخش قابل توجهی از یک سازه در اثر گسیختگی در بخش نسبتاً کوچیکی از آن است. گسیختگی تدریجی عبارتست از گسترش یافتن خرابی از یک المان به المان دیگر به طوری که در نهایت منجر به گسیختگی کل سازه یا نسبتاً قسمت عمده ای از آن می شود. پدیده انفجار می تواند باعث خسارت به سازه ها شده و جان بشر را تهدید کند. امروزه با گسترش حملات انفجاری وارد به سازه ها، بررسی دقیق رفتار سازه ها تحت بار انفجار یک ضرورت محسوب می شود. با این وجود هنوز به طور کلی اطلاعات کافی برای مدلسازی، تحلیل و طراحی سازه ها در برابر بار انفجار وجود ندارد و یا با اطلاعات موجود اکثراً حفاظت در مقابل انفجار منجر به نتایج پرهزینه می شود. ماهیت دینامیکی بار انفجار با بارگذاری زلزله مشابهت دارد و از آنجا که ایران در روی کمربند زلزله قرار گرفته است، برای طراحی سازه های مقاوم در برابر زلزله تاکنون مطالعات گسترده ای انجام شده است و می توان گفت مقاومت، شکل پذیری و پیوستگی اعضا سازه از جمله عواملی هستند که نقش مهمی را در بقای سازه تحت بارهای دینامیکی نظیر زلزله و یا انفجار ایفا می کنند. با توجه به نوع بارهای ناشی از انفجار و مدت استمرار آن ها این نکته مشخص می شود، که این گونه بارها نه در دسته بارهای استاتیکی و نه بطورکامل در دسته بارهای دینامیکی قرار می گیرند و بهتر است به صورت یک دسته جداگانه مورد بررسی واقع شوند. برای بدست آوردن و بررسی پاسخ سازه ها در برابر بارهای انفجاری بایستی در ابتدا اثرات بارهای انفجاری بر مصالح را بررسی نمود.

ستون های دو جداره فولادی که با بتن پر می شوند (Concrete Filled Double Skin Tubular) از خانواده ستونهای CFT بشمار می روند که از دو جداره فولادی با مقطع دایره ای یا مربعی تشکیل شده و بصورت هم مرکز مونتاژ می شوند و بین دو جداره آن با بتن پر می گردد. این ستونها (CFDST) دارای مزایایی از قبیل عدم نیاز به قالب بندی برای بتن ریزی، حمل و مونتاژ سریع و حفاظت سطح بتن از آسیب می باشند.

بتن فوق توانمند (UHPC) با مقاومت فشاری بیش از ۱۳۰ مگا پاسکال و سایر مشخصات ویژه، یک ماده سیمانی جدید است که می تواند کاربردهای موثری در ساخت سازه های بتنی نوین داشته باشد.

و در این پایان نامه موضوع مهم و قابل تامل میزان شکل پذیری ستون های CFDST و بررسی مقاومت سازه در برابر بارهای انفجاری مورد بررسی قرار می گیرد.

## ۲) اهمیت موضوع تحقیق و دلایل انتخاب آن :

ستون مختلط شکل پذیری بیشتری نسبت به ستون های بتنی دارد و اتصالات آنها مانند ساختمان های فولادی است. پر کردن بتن داخل ستون نه تنها موجب افزایش ظرفیت باربری مقطع فولادی می شود، بلکه موجب مقاومت ستون در برابر حریق نیز میگردد.

از نظر شکل پذیری و ظرفیت چرخشی، مقاطع توخالی پر شده با بتن بهترین رفتار را در مقایسه با سایر انواع دیگر ستون مختلط دارد. بتن توسط مقطع فولادی احاطه شده است و حتی در لحظه رسیدن به مقاومت نهائی نیز بتن دچار گسیختگی کامل نمیشود. وجود فولاد در بیرونی ترین تارهای مقطع (جائی که بیشترین کشش وجود دارد) به طور موثر سبب افزایش حداکثر مقاومت خمشی مقطع می گردد. همچنین وجود فولاد با مدول الاستیسیته زیاد (در مقایسه با بتن) در دورترین فاصله از مرکز مقطع باعث افزایش ممان اینرسی میشود که این دو مورد نهایتاً سبب افزایش سختی مقطع میگردد. بتن یک هسته ایده آل برای باربری ثقلی میباشد و همچنین کماتش موضعی تیوب فولادی (خصوصاً قوطی) را به تاخیر می اندازد و در برخی حالات کماتش موضعی را به کلی حذف می کند.

آزمایشات نشان می دهد که تیوب فولادی با محصور کردن بتن مقاومت فشاری ستون ها را در حالت تیوب دایره (لوله) بالا برده و در نوع تیوب چهارگوش (قوطی) شکل پذیری را افزایش می دهد. لذا استفاده از مقطع CFT به عنوان ستون های در معرض بارهای فشاری شدید بسیار سودمند خواهد بود.

برای داشتن سازه مقاوم در برابر انفجار، بتن نسبت به فولاد این مزیت را دارد که در برابر آتش سوزی و نفوذ ترکش مقاومت بالاتری دارد ولی ضعف بتن در تحمل بارهای کششی و شکل پذیری نسبتاً پایین آن، از معایب آن است که به خصوص در برابر بارهای دینامیکی و تنش های موضعی ناشی از انفجار نمود پیدا می کند برای کاهش این معایب، ایده استفاده از مقاطع مرکب فولادی و بتنی مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به این که ستون یک بخش اساسی سازه، در مقابل بار انفجار است و از طرف دیگر ستون های بتنی یا فولادی به تنهایی دارای معایب خاص خود هستند، ارائه یک نوع ستون که بتواند، معایب این دو نوع را بر طرف نماید و احیاناً برتری های مضاعفی ایجاد نماید، موضوع مهم برای داشتن سازه های امن در برابر انفجار می باشد، از اینرو در سالهای اخیر ایده استفاده از مقاطع مرکب فولادی و بتنی در سازه های مقاوم در برابر انفجار مورد توجه قرار گرفته است.

ستون های مرکب عمدتاً به دو روش متداول ساخته می شوند:

الف) ستون های فولادی که با بتن پر می شوند. (Concrete Filled Steel Tubular (CFST) Column)

ب) ستون های فولادی که در بتن مدفون می گردد. (Steel Reinforced Concrete (SRC) Column)

در حالت ستون CFST، لوله فولادی محدود کنندگی جانبی موثری را بر روی بتن دارد که این نوع محبوس شدگی پیوسته، می تواند شکل پذیری و مقاومت مقطع را بهبود بخشد، ضمن اینکه از نظر اجرایی احتیاجی به قالب برای بتن ریزی وجود ندارد.

با اینکه در سال های اخیر اثرات انفجار بر روی سازه ها مورد توجه بسیاری از کارشناسان قرار گرفته است، ولی کمتر به طور خاصه بررسی رفتار مقاطع مرکب پرداخته شده است اگرچه می توان تا حدودی از مطالعات انجام شده بر روی مقاطع مرکب تحت بارگذاری زلزله استفاده کرد.

با توجه به نوپا بودن این موضوع در علوم مهندسی در مقایسه با محاسبات مربوط به بارهای ثقلی و زلزله، شناخت روابط حاکم بر بارگذاری انفجاری و پاسخ سازه مستلزم تلاشهای فراوانی است. عمده تحقیقات قبلی با فرضیات ساده کننده، همچون نادیده انگاشتن برخی رفتارهای مصالح همراه بوده است. بنابراین در این تحقیق سعی شده تا بیشترین دقت در اعمال پارامترهای موثر لحاظ گردد.

### ۳) هدفهای تحقیق :

هدف از انجام این مطالعات، شناخت پدیده انفجار شامل بزرگی بارهای حاصل از آن در طول زمان سپری شده پس از وقوع انفجار و همچنین چگونگی پاسخ سازه به آن و اندرکنش آنها می باشد. همان سازه ای هدف در این تحقیق ستون های مرکب هستند. بدین منظور مراحل مختلف وقوع انفجار و انتشار موج حاصل از آن، از آغاز انفجار تا زمان رسیدن موج حاصل از آن به هدف بررسی گردیده است.

هدف نهایی ارائه یک روند کمی مشخص برای طراحی سازه ها در برابر گسیختگی تدریجی می باشد. بدین منظور به تحلیل و ارزیابی رفتار یک ستون مرکب CFDST در مقابل بارگذاری انفجاری پرداخته ایم تا بتوان با مشاهده خروجی های حاصل از آنالیز مانند جابجایی و تغییر شکل سازه، تنش بحرانی در المان ها، انرژی جذب شده توسط سازه و غیره در حالت های مختلف و مقایسه آن ها با یکدیگر پیشنهاداتی برای رسیدن به هدف غایی این مطالعات ارائه داد. به طور خلاصه هدف از انجام این تحقیق را می توان در موارد زیر بیان نمود:

۱. رفتار سنجی ستون های مرکب CFDST
۲. یافتن بحرانی ترین حالت گسیختگی با تغییر موقعیت انفجار
۳. مقایسه تغییر رفتار سازه با موقعیت ماده انفجاری
۴. اندازه گیری و مقایسه پارامترهای خروجی نرم افزار مانند تغییر مکان، سرعت، شتاب، انرژی، تنش و غیره پس از انفجار

تحلیل و طراحی سازه های در معرض موج انفجار نیازمند داشتن آگاهی از جزئیات پدیده موج انفجار و پاسخ دینامیکی سازه های مختلف و اجزای آنها در برابر موج است. در مطالعات پیش رو سعی شده تا تلاشهای انجام گرفته در سالیان اخیر جهت شناخت پدیده انفجار و به ویژه بارگذاری ناشی از موج انفجار و همچنین پاسخ سازه ها در برابر آن مورد بحث قرار گیرد و با معرفی روشهای عددی نوین همچون روش اجزاء محدود و نرم افزارهای مربوطه و کاربرد آنها در تحقیقات صورت گرفته، راهکارهای انجام مطالعات بیشتر ارائه گردد. در مسیر تحقیق، مطالعات انجام گرفته قبلی کنکاش شده و روشهای متداول و مناسب و همچنین نرم افزار قابل استفاده انتخاب شده است. این تحقیق با اهداف زیر انجام شده است:

- مشخص کردن تاثیر بار انفجار در تحلیل و طراحی ستون مرکب به صورت منفرد
- تعیین محافظه کار بودن و یا ضریب اطمینان طراحی ستون
- بررسی و مقایسه معیار کنترل طراحی پیشنهادی

### ۴) سوالات تحقیق:

- ۱- آیا استفاده از ستون مرکب در میزان شکل پذیری، پایداری و مقاومت ساختمان در برابر انفجار تاثیر گذار است؟
- ۲- آیا استفاده از بتن UHPC در ستون فلزی مرکب به جای استفاده از بتن مسلح برای مقاومت سازه در برابر بارگذاری انفجار موثر است؟
- ۳- آیا ستون های مرکب میتوانند سازه را در برابر گسیختگی تدریجی (خرابی پیشرونده) محافظت کنند؟

### ۵) فرضیه های تحقیق:

- ۱- استفاده از ستون مرکب CFDST میزان خرابی سازه را کاهش می دهد.
- ۲- بتن فوق توانمند UHPC تاثیر بسزایی در مقاوت ستون مرکب دارد.
- ۳- استفاده از ستون مرکب برای مقابله با گسیختگی تدریجی مناسب است.

## ۶) روش تحقیق:

در این تحقیق رفتار سنجی یک ستون مرکب را تحت بارگذاری انفجار توسط نرم افزار های المان محدود مورد بررسی قرار می دهیم. که در این تحقیق سعی بر این است که با استفاده از ستون های مرکب دوجداره پر شده با بتن فوق توانمند بتوان شکل پذیری سازه را در برابر بارهای ناشی از انفجار افزایش و خرابی و خسارت را کاهش داد و بتوان ایمنی لازم را ایجاد کرد.

تاریخ تصویب	از تاریخ	تا تاریخ
مطالعات کتابخانه ای	۹۵/۱۲/۰۱	۹۵/۰۲/۰۱
جمع آوری اطلاعات و یادگیری نرم افزار	۹۵/۰۲/۰۱	۹۵/۰۳/۰۱
تجزیه و تحلیل داده ها	۹۵/۰۳/۰۱	۹۵/۰۴/۰۱
نتیجه گیری و نگارش پایان نامه	۹۵/۰۴/۰۱	۹۵/۰۶/۰۱
تاریخ دفاع نهایی		
طول مدت اجرای تحقیق		۶ ماه

## ۷) پیشینه پژوهش:

از اواسط قرن ۱۹ پس از آنکه بتن به عنوان ماده باربر ابداع گردید، با توجه به خصوصیات مکانیکی خاص آن، محققان به این فکر افتادند که از فولاد و بتن به عنوان مکمل در کنار یکدیگر استفاده کنند. رفتار ایده آل بتن در فشار و فولاد در کشش از یک سو و دارا بودن ضریب انبساط حرارتی یکسان که مانع ایجاد اعوجاج در اثر تغییر حرارت بود، از سوی دیگر باعث شد که استفاده از کامپوزیتهای بتن و فولاد در صنعت، جایگاه ویژه ای پیدا نماید. از لحاظ نظری کامپوزیت به عضوی اطلاق میگردد که از دو یا چند ماده مختلف تشکیل شده است، به نحویکه این دو ماده کاملاً با یکدیگر درگیر شده باشند. اولین کامپوزیت فولاد و بتن که در صنعت مورد استفاده قرار گرفت، بتن آرمه بود که در آن ضعف کششی بتن با استفاده از آرتورهای فولادی جبران میشد. پس از آن کامپوزیتهای دیگری نظیر سقفهای کامپوزیت و تیرهای فولادی مدفون در بتن ابداع گردید که عمدتاً رفتار خمشی داشتند.

بیش از ۱۰۰ سال است که از ستونهای مرکب در سازه های بلند استفاده میشود. ستونهای مرکب اولیه به صورت ستونهای فلزی محاط در بتن بودند. این ستونها در ابتدا جهت ارتقای مقاومت مقطع در برابر آتش بکار برده شد ولی پیشرفت علم ساختمان نشان داد که این عملکرد مرکب میتواند به ارتقای مقاومت و پایداری سازه کمک کند. عملکرد مرکب در ستونها به خوبی از مقاومت فولاد در کشش و مقاومت بتن در فشار بهره میگیرد. مقاطع مرکب پر شده با بتن سالها بعد گسترش پیدا کردند ولی اصول اولیه آنها همان اصول مقاطع محاط در بتن بود که استفاده از فولاد در کشش و بتن در فشار است. مطالعه بر روی این ستونها از سال ۱۹۶۰ با مقاطع تو خالی گرم نورد شده که با بتن پر شده اند شروع شد.

آزمایش های اولیه بر روی ستون های مرکب، در آزمایشگاه مهندسی راه و ساختمان دانشگاه کلمبیا در سال ۱۹۰۸ به وسیله W.H.Burr انجام شد و در سال ۱۹۱۲ A.N.Talbot و A.R.Lord آزمایشهایی بر روی ۳۱ ستون، شامل ۲۱ ستون

مرکب و ۱۰ ستون فولادی در دانشگاه **Illinois – USA** انجام دادند. این آزمایشها نشان داد که میزان مقاومت دقیق تر ستون های مرکب را می توان با محاسبه جداگانه مقاومت قطعات فولادی و بتنی در ستون بدست آورد. موسسات، سازمان ها و افراد بسیاری در زمینه ی انفجار و اثر آن بر سازه ها تحقیقات انجام داده اند. از جمله دستورالعمل ها و پیشنهادات ارائه شده می توان به **TM 1300** ، **UFC3-340-02** ، **ASCE** ، **FEMA 426** اشاره کرد. ماهیت مخاطره انگیز انفجار سبب گردیده تا مطالعات انجام گرفته در این خصوص با مشکلات خاصی همراه باشد. انفجار یک واکنش شیمیایی است که طی آن مقدار زیادی انرژی با سرعت بسیار بالا به صورت گرما آزاد شده و پیامد آن تغییرات شدید در شرایط محیط پیرامون است. شدت و سرعت بالای وقوع انفجار، موجب تغییر رفتار و مشخصات مصالح می گردد. به عنوان مثال علاوه بر لزوم در نظر گرفتن رفتارهای غیرخطی مادی مصالح، با تغییر شکل های بزرگ و رفتارهای غیر خطی هندسی نیز مواجه خواهیم بود. به دلیل پیچیدگی حاکم بر این پدیده آیین نامه های بارگذاری انفجاری عمدتاً بر مبنای مطالعات گسترده تجربی و مستندسازی نتایج آنها به صورت دیاگرامها و جداول طراحی، برای حالات خاص شکل گرفته اند.

امروزه روشهای نوین حل عددی همچون روش اجزاء محدود به کمک محققان آمده و با تکیه بر توسعه چشمگیر علوم مرتبط با رایانه، امکان مدلسازی انفجار در هر محیط و شرایطی فراهم گردیده است. اولین آئین نامه مطرح در بارگذاری انفجاری با نام **TM5-855-1** در سال ۱۹۸۶ توسط دپارتمان تحقیقات نظامی ارتش آمریکا برای سازه های مقاوم در برابر انفجارهای غیر اتمی تهیه شد. پس از آن آئین نامه **TR-87-57** در سال ۱۹۸۹ توسط بخش مهندسی نیروی هوایی آمریکا و آئین نامه **TM5-1300** در سال ۱۹۹۰ تهیه شد که جامعیت بیشتری داشته و بسیاری از تحقیقات تئوری بعدی بر مبنای آن بوده است در ادامه آئین نامه های دیگری همچون **DOE/TIC -11268** توسط دپارتمان انرژی آمریکا در سال ۱۹۹۲ و گزارش ارائه شده در **ASCE 1995** و **ASCE 1999** و آئین نامه های **DAHSCWE 1998** و **FEMA 428** تهیه شده اند.

اولین کنفرانس بین المللی که با نتایج قابل توجهی در بررسی پدیده بارگذاری انفجاری همراه بوده است، در سال ۱۹۸۹ در ماساچوست آمریکا برگزار شده و پس از آن در سال ۱۹۹۲ و در کشور انگلیس کنفرانس مشابهی برگزار گردید، پس از آن ارائه نتایج بررسی های محققان در سایر نشستهای علمی و مهندسی رشد روزافزون یافت. مطالعات تئوری اولیه به منظور تعیین روابط بارگذاری انفجاری بر مبنای داده های حاصل از آزمایشات صورت گرفته که از آن جمله می توان به روابط **Brode** در سال ۱۹۵۵ و **Newmark** و **Hansen** در سال ۱۹۶۱ ، **Mills** در سال ۱۹۸۷ اشاره کرد که همگی تابعی از وزن بمب و فاصله هدف از مرکز انفجار می باشند. در این روابط حداکثر اضافه فشار ایجاد شده در نقطه هدف در اثر برخورد موج انفجار بدست می آید که از پارامترهای اصلی موثر در میزان تخریب است.

ژانگ و همکاران (Fangrui Zhang , ... 2016) به بررسی مقاومت ستونهای مرکب دوجداره فولادی تحت بارگذاری انفجار پرداختند. ۱۰ نمونه ستون از جمله ۵ نمونه با مقطع دایره ای و ۵ نمونه با مقطع مربعی را در برابر انفجار مواد منفجره TNT به میزان مشخص مورد آزمایش قرار دادند. این بررسی شامل ارزیابی ستون منفرد تحت بارگذاری انفجار نزدیک می باشد.





ژیان لی و همکاران (Zhong-Xian Li, ... 2015) در تحقیقی به بررسی خرابی پیشرونده تحت بارگذاری انفجار ستون های مرکب CFDST پرداختند. به این صورت که قابی را در نرم افزار های اجزا محدود مدل کردند و میزان مقاومت قاب را تحت بارگذاری انفجار بررسی کردند. این قاب را در دو نوع قاب خمشی و قاب خمشی همراه با دیوار برشی مورد بررسی قرار دادند و نتایج تحلیل را به صورت نمودار ارائه کردند.

#### ۸ نوآوری در تحقیق:

در این تحقیق سعی بر آن شده است که علاوه بر استفاده از ستون های مرکب دو جداره از نوعی بتن فوق توانمند به نام UHPC استفاده شده است. این بتن تقریباً غیرقابل نفوذ می باشد و همین مسئله باعث شده است خیلی از ضعف های بتن معمولی مثل ضعف در برابر سیکل های یخبندان، خوردگی آرماتور و حمله یونهای مضر را نداشته باشد، همچنین ضعف عمده بتن یعنی مقاومت کششی پایین را تا حد زیادی مرتفع نموده و به گونه ای که در یک نوع از UHPC با استفاده از الیاف فولادی دیگر نیازی به استفاده از آرماتور در بتن نمی باشد.

## ۹ منابع پژوهش:

- ۱- داعی، مریم، امیرپور، روح ا...، و تاجمیر ریاحی، حسین (۱۳۹۳) ارزیابی رفتار ستون های مرکب CFST و SRC در برابر بارگذاری انفجار، هشتمین کنگره ملی مهندسی عمران، بابل، اردیبهشت
- ۲- چوگلی، هیوا، چناقلو، محمدرضا، و عابدی، کریم (۱۳۸۹) بررسی رفتار سازه ای ستون های دوجداره فولادی پرشده با بتن (CFDST)، نشریه مهندسی عمران و نقش برداری، دوره ۴۴، شماره ۵، اسفند
- ۳- جلالی، عبدالرحیم، حدیدی، علی، و یثربی نیا، یاشار (۱۳۹۱) بررسی خرابی پیشرونده در سازه های فولادی با قاب خمشی، نشریه علمی و پژوهشی سازه و فولاد، سال هشتم، شماره دوازدهم
- ۴- صادقی، زهره (۱۳۹۰) بررسی رفتار سازه ها پس از تخریب ناگهانی بعضی از ستون ها در اثر ضربه یا انفجار. پایان نامه کارشناسی ارشد، بخش مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
- ۵- حسنی زاده، امین (۱۳۹۱) تحلیل و بررسی گسیختگی تدریجی در قاب های خمشی فولادی تحت اثر بارگذاری انفجاری با استفاده از LS-DYNA. پایان نامه کارشناسی ارشد، بخش مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه علم و فرهنگ، تهران، ایران
- ۶- واحدی، مرتضی (۱۳۹۲) مدل سازی و بررسی اتصالات در قاب های دارای ستون های مرکب پرشده با بتن. پایان نامه کارشناسی ارشد، بخش مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی، بابل، ایران
- ۷- وزیرزاده ابراهیمی، محمدعلی (۱۳۸۹) ارزیابی عملکرد لرزه ای قابهای ساخته شده با ستون های فلزی پرشده با بتن. پایان نامه کارشناسی ارشد، بخش مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
- ۸- هاشمی، سید شاکر، شایان، کاوه، و واقفی، محمد (۱۳۹۲) بررسی ضریب رفتار قاب خمشی فولادی با ستون CFT، هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران، زاهدان، اردیبهشت

9- Zhang, F., Wu, C., Ling Zhao, X., Heidarpour, A., Li, Z. (2016) Experimental and numerical study of blast resistance of square CFDST columns with steel-fibre reinforced concrete. *Journal of Earthquake Engineering*

10- Zhang, F., Wu, C., Xian Li, Z., Ling Zhao, X. (2015) Residual axial capacity of CFDST columns infilled with UHPFRC after close-range blast loading. *Journal of Thin-Walled Structures*

11- M. Remennikov, A., Uy, B. (2014) Explosive testing and modelling of square tubular steel columns for near-field detonations. *Journal of Constructional Steel Research*

12- Jayasooriya, R., P. Thambiratnam, D., J. Perera, N. (2014) Blast response and safety evaluation of a composite column for use as key element in structural systems. *Jornal of Engineering Structures*

13- Jamaluddin, N., Lam, D., Dai, X.H., Ye, J. (2013) An experimental study on elliptical concrete filled columns under axial compression. *Journal of Constructional Steel Research*

14- Uy, B., Tao, Z., Hai Han, L. (2011) Behaviour of short and slender concrete-filled stainless steel tubular columns. *Journal of Constructional Steel Research*

15- Mirmomeni, M., Heidarpour, A., Zhao, X-L., Hutchinson, CR., Packer, JA., Wu, C. (2015) Mechanical properties of partially damaged structural steel induced by high strain rate loading at elevated temperatures—An experimental investigation. *Journal of Impact Engineering*

(۱۰) واژه‌های کلیدی:

بارگذاری انفجار - ستون فولادی دوجداره پر شده با بتن (CFDST) - بتن UHPC - مقاومت - خرابی پیشرونده - اجزا محدود

نام و نام خانوادگی استادراهنما:

۱- حمزه دهقانی

تاریخ

امضا

نام و نام خانوادگی استاد مشاور یا استادان مشاور:

۱- امین صدیق پور

تاریخ

امضا

نظریه کمیته تخصصی گروه آموزشی .....

موضوع پایان نامه کارشناسی ارشد آقای / سرکار خانم : مهدی محمدامینی

با عنوان :

در تاریخ: در دفتر مدیر گروه: با حضور اعضای کمیته تخصصی گروه بررسی و به تصویب رسید.

نام و نام خانوادگی اعضای کمیته تخصصی گروه : امضاء تاریخ :

-۱

-۲

-۳

-۴

-۵

-۶

نام و نام خانوادگی مدیر گروه : امضاء تاریخ :

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده : امضاء تاریخ :

## بسمه تعالی

### مدیریت محترم گروه آموزشی

**احتراماً**، اینجانب مهدی محمدامینی به شماره دانشجویی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته عمران که تحصیلات خود را در رشته فوق از نیمسال اول / دوم سال تحصیلی مهر ۹۴ شروع کرده و تاکنون تعداد درسی را با موفقیت گذرانده ام، ضمن تقدیم فرم تکمیل شده "درخواست تصویب موضوع و طرح **مقدماتی پایان نامه**" تقاضای تصویب آن را، به عنوان بخشی از برنامه دوره کارشناسی ارشد برابرضوابط اعلام شده به شرح زیر را دارم.

### نام و نام خانوادگی دانشجو

### تاریخ و امضا

### عنوان پیشنهادی:

تایید موضوع پایان نامه از طرف:

۱- نام و نام خانوادگی استاد راهنما: حمزه دهقانی تاریخ و امضا

۲- نام و نام خانوادگی استاد مشاور: امین صدیق پور تاریخ و امضا

### نظریه مدیر گروه آموزشی تاریخ ثبت:

: نام و نام خانوادگی مدیر گروه:

### شماره کد رهگیری :