

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد تهران مرکز  
دانشکده فنی ، گروه عمران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)  
گرایش: سازه

عنوان:

ابداع سیستم دربهای مقاوم در برابر انفجار و ضربه مستقیم

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر امین غفوری پور

استاد مشاور:

جناب آقای دکتر جعفر عسگری مارنانی

پژوهشگر:

مهدی شکوری پرتوی

سال تحصیلی ۱۳۹۰ - ۱۳۹۱



**ISLAMIC AZAD UNIVERSITY**

Central Tehran Branch

Department of Civil Engineering, Faculty of Technical

Thesis Submitted for the Degree of M. Sc.

Subject:

**Innovation on blast resistant doors for direct strike**

Advisor:

**Dr. Amin Ghafooripour**

Reader:

**Dr. Jafar Asgari Marnani**

By:

**Mehdi Shakouri Partovi**

**Spring 2012**

تقدیر و تشکر از

استاد گرانقدرم آقای دکتر غفوری پور که وجودشان روشنگر راه  
مطالعه و تحقیق بنده بوده است.

و با تشکر از استاد گرامی آقای دکتر عسگری که صمیمانه مرا در  
انجام این پژوهش یاری نمودند.

تقدیم به :

همسر عزیزم که بدون حمایت‌های ایشان انجام این پروژه میسر نبود.

## فهرست مطالب

| <u>صفحه</u> | <u>عنوان</u>  |
|-------------|---|
| ۱           | مقدمه   |
| ۵           | فصل اول: اثر انفجار بر سازه                                     |
| ۶           | ۱-۱- اثر انفجار بر سازه   |
| ۸           | ۱-۱-۱- بارگذاري ديوار مقابل                                     |
| ۱۰          | ۱-۱-۲- ديوارهاي جانبي   |
| ۱۲          | ۱-۱-۳- بارگذاري سقف   |
| ۱۳          | ۱-۱-۴- بارگذاري ديوار پشتي                                      |
| ۱۴          | ۱-۱-۵- بارگذاري اسكلت   |
| ۱۵          | ۱-۱-۶- فشار منفي و بارگذاري مجدد                                |
| ۱۶          | ۲-۱- انواع ساختمانها  |
| ۱۶          | ۱-۲-۱- اهميتهاي كلي   |
| ۱۸          | ۳-۱- سيستمهاي مشترك براي ساختمانها                              |
| ۱۹          | ۱-۳-۱- ساخت وساز ساختمان فلزي از پيش طراحي شده و تشديد شده      |
| ۲۰          | ۲-۳-۱- مشخص سازي فاصله بندي نزديكتر براي قابهاي فولادي          |
|             | ۳-۳-۱- افزايش اندازه پيچهاي مهار و محكم سازي اتصالات پنل ديواري |
| ۲۰          | در پي و در سقف  |
| ۲۰          | ۴-۳-۱- پايه ثابت ستونها   |
| ۲۰          | ۵-۳-۱- ساخت ديوار بنايي   |

| <u>صفحه</u> | <u>عنوان</u>                          |
|-------------|---------------------------------------|
| ۲۱          | ۴-۱- پوشش روکار فلزي                  |
| ۲۳          | ۵-۱- ساخت ديوار بتن پيش ساخته         |
| ۲۳          | ۶-۱- ساخت ديوار بتني در جا ريخته شده  |
| ۲۵          | ۷-۱- ساير سيستم‌ها                    |
| ۲۵          | ۱-۷-۱- جعبه‌هاي بتني از پيش طراحي شده |
| ۲۵          | ۲-۷-۱- سازه‌هاي قوسي و گنبدي          |
| ۲۶          | ۳-۷-۱- سازه‌هاي خاكي                  |
| ۲۷          | <b>فصل دوم: پدافند غير عامل</b>       |
| ۲۸          | ۱-۲- پدافند غير عامل                  |
| ۳۰          | ۲-۲- ضريب هم ارزي TNT                 |
| ۳۲          | ۳-۲- تقسيم‌بندي مواد منفجره           |
| ۳۲          | ۱-۳-۲- مواد منفجره مكانيكي            |
| ۳۲          | ۲-۳-۲- مواد منفجره شيميايي            |
| ۳۲          | ۳-۳-۲- مواد منفجره هسته‌اي            |
| ۳۲          | ۴-۲- تقسيم‌بندي برمينا ي سرعت انفجار  |
| ۳۳          | ۱-۴-۲- موارد منفجره تندسوز            |
| ۳۳          | ۲-۴-۲- مواد منفجره کندسوز             |
| ۳۳          | ۵-۲- موج ضربه                         |
| ۳۴          | ۶-۲- موج فشار                         |
| ۳۸          | ۷-۲- ساختمان انبار مواد منفجره        |

صفحه

عنوان

|    |   |
|----|---|
| ۳۹ | ۱-۷-۲- انبارهاي با ديوار و سقف قوي                    |
| ۴۰ | ۲-۷-۲- انبارهاي با ديوارها و سقف ضعيف                 |
| ۴۱ | ۳-۷-۲- انبارهاي ترکيبي از ديوارها و سقفهاي ضعيف و قوي |
| ۴۳ | ۸-۲- درب انبارها                                      |
| ۴۷ | ۹-۲- طبقهبندي بارهاي انفجاري                          |
| ۵۴ | <b>فصل سوم: پيشرانهها و مواد منفجره</b>               |
| ۵۵ | ۱-۳- پيشرانهها و مواد منفجره                          |
| ۵۵ | ۱-۱-۳- قانون اول ترموديناميك                          |
| ۵۶ | ۲-۳- تشکيل نيروهاي پيشرانش                            |
| ۵۸ | ۳-۳- پيشرانش راکت                                     |
| ۵۹ | ۴-۳- ضربه ويژه  |
| ۶۰ | ۵-۳- گرمای تشکيل و گرمای انفجار                       |
| ۶۲ | ۶-۳- اشتعال و احتراق                                  |
| ۶۳ | ۱-۶-۳- شعله پيش اختلاط و شعله نفوذي                   |
| ۶۳ | ۲-۶-۳- شعله آرام و شعله مغشوش                         |
| ۶۵ | ۷-۳- تئوري حرارتي سرعت سوزش                           |
| ۶۶ | ۸-۳- گرمای تشکيل و اکنشگرها و محصولات                 |
| ۷۱ | ۹-۳- موازنه انرژي                                     |
| ۷۳ | ۱۰-۳- فرمولاسيون مواد منفجره                          |
| ۷۵ | ۱-۱۰-۳- مواد منفجره پيوند يافته پلاستيکي              |



| <u>صفحه</u> | <u>عنوان</u>  |
|-------------|---|
| ۷۷          | ۲-۱۰-۳- مواد منفجره نظامي   |
| ۷۷          | ۳-۱۰-۳- مواد منفجره بر پایه TNT                                   |
| ۷۹          | ۱۱-۳- انفجار  |
| ۷۹          | ۱-۱۱-۳- ضريب هم ارزي TNT  |
| ۸۰          | ۲-۱۱-۳- شکست موج انفجار   |
| ۸۰          | ۳-۱۱-۳- اثرات فیزیولوژیکی انفجار                                  |
| ۸۴          | ۴-۱۱-۳- روابط براد  |
| ۸۴          | ۵-۱۱-۳- روابط هنریش   |
| ۸۷          | <b>فصل چهارم: ترکش</b>  |
| ۸۸          | ۱-۴- ترکش   |
| ۸۸          | ۱-۱-۴- R.P. KENNEDY سال ۱۹۷۶ توسط                                 |
| ۸۹          | ۲-۱-۴- Gareth HUGHES سال ۱۹۸۴ توسط                                |
| ۹۱          | ۳-۱-۴- C.M. ROMANDER سال ۱۹۸۴                                     |
| ۹۲          | ۴-۱-۴- Isao Kojima سال ۱۹۹۱                                       |
| ۹۴          | ۵-۱-۴- Dongquan Liu, W.J. Stronge ، سال ۲۰۰۰                      |
| ۹۵          | ۶-۱-۴- M.A. Choudhury, N.A. Siddiqui, H. Abbas ، سال ۲۰۰۲         |
| ۹۵          | ۲-۳-۴- تقسیم بندی موشکهای کروز از لحاظ محموله                     |
| ۹۷          | ۷-۱-۴- A. Arias, R. Zaera, J. Lopez-Puente, C. Navarro ، سال ۲۰۰۳ |
| ۹۸          | ۸-۱-۴- Q.M. Li, S.R. Reid, H.M. Wen, A.R. Telford ، سال ۲۰۰۵      |
| ۹۹          | ۹-۱-۴- F. Zhu & G. Lu ، سال ۲۰۰۷                                  |

صفحه

عنوان

- ۱۰۱-۱۰-۱-۴ سال ۲۰۰۷ سیدامیر حسین موسوی محمدی، سجاد صیفوری، غلامحسین لیاقت
- ۱۰۲-۱۱-۱-۴ سال ۲۰۰۸ H.L. Gower<sup>1</sup>, D.S. Cronin\_, A. Plumtree ،
- ۱۰۵-۱۲-۱-۴ سال ۲۰۰۸ Wenjie Shiu , Frédéric Victor Donzé, Laurent ،
- ۱۰۶-۱۳-۱-۴ سال ۲۰۰۸ ، یعقوب فرنام، محمدشکرچیزاده، سهیل محمدی
- ۱۱۰-۲-۴ نتایج
- ۱۱۴- فصل پنجم: نتایج
- ۱۱۵-۱-۵ بارگذاری
- ۱۱۵-۱-۱-۵ توزیع مکانی
- ۱۱۵-۲-۱-۵ توزیع زمانی
- ۱۱۸-۲-۵ تکانه ویژه انفجار
- ۱۱۸-۳-۵ سرعت موج انفجار
- ۱۲۲-۴-۵ بررسی تأثیر مصالح بر عملکرد درب در برابر انفجار
- ۱۲۵-۱-۴-۵ مشخصات مصالح مورد استفاده
- ۱۲۵-۱-۱-۴-۵ فولاد
- ۱۲۶-۲-۱-۴-۵ بتن
- ۱۲۷-۵-۵ نمونه های مورد بررسی توسط نرم افزار ABAQUS
- ۱۲۹-۱-۵-۵ نمونه ۱
- ۱۲۸-۲-۵-۵ نمونه ۲
- ۱۲۹-۳-۵-۵ نمونه ۳
- ۱۳۱-۴-۵-۵ نمونه ۴

| <u>صفحه</u> | <u>عنوان</u>   |
|-------------|--|
| ۱۳۲         | ۵-۵-۵- نمونه ۵                                       |
| ۱۳۴         | ۶-۵-۵- نمونه ۶                                       |
| ۱۳۵         | ۷-۵-۵- نمونه ۷                                       |
| ۱۳۷         | ۵-۵- نتایج   |
| ۱۴۰         | ۷-۵- بررسی سازه های مقاوم در برابر انفجار صنایع نفتی |
| ۱۴۲         | منابع و مأخذ   |
| ۱۴۷         | ABSTRACT   |

## فهرست جداول

| <u>صفحه</u> | <u>عنوان</u>   |
|-------------|--|
| ۳۱          | جدول ۱-۲: ضریب هم‌ارزی مواد منفجره   |
|             | جدول ۲-۲: کمترین فواصل انبار چاشنی‌ها و وسایل آتشبازی محصور شده نسبت به سایر |
| ۳۶-۳۷       | اماکن  |
|             | جدول ۲-۳: حداقل فاصله ایمنی انبارهای مواد منفجره از فرستنده‌های              |
| ۳۸          | رادیویی و رادارها  |
|             | جدول ۲-۴: سازگاری مواد منفجره مختلف که می‌توان آنها را در یک                 |
| ۴۳          | انبار نگهداری کرد.   |
| ۴۴          | جدول ۲-۵: سرعت انفجار چند نوع مواد منفجره                                    |
| ۴۵          | جدول ۲-۶: حداقل فاصله ایمنی نسبت به دستگاه‌های فرستنده مختلف                 |
| ۴۷          | جدول ۲-۷: تقسیم‌بندی بارهای انفجار   |
| ۵۰          | جدول ۲-۸: مشخصات موشک‌های دوربرد   |
| ۶۱          | جدول ۳-۱: انرژی پیوند شیمیایی مواد پرانرژی                                   |
|             | و ۶۰   |
| ۶۷-۶۸       | جدول ۳-۲: گرمای تشکیل مواد پرانرژی   |
| ۶۹          | جدول ۳-۳: گرمای تشکیل محصولات احتراق   |
| ۷۰          | جدول ۳-۴: گرمای انفجار و غلظت نیتروژن در مواد پرانرژی                        |
| ۷۲-۷۳       | جدول ۳-۵: مقادیر موازنه اکسیژن و دانسیته مواد پرانرژی                        |
| ۷۵          | جدول ۳-۶: مواد شیمیایی مورد استفاده در فرمولاسیون PBX                        |

صفحه

عنوان

|     |   |
|-----|---|
| ۷۶  | جدول ۳-۷: سرعت دتونیشن، دانسیته دتونیشن و فشار دتونیشن محاسبه شده برای مواد پراانرژی                                |
| ۸۲  | جدول ۳-۸: تقسیم‌بندی بارهای انفجار  |
| ۱۱۹ | جدول ۵-۱: مقادیر محاسبه شده برای فواصل ثابت و برای TNT معادل متغیر  |
| ۱۲۰ | جدول ۵-۲: مقادیر محاسبه شده برای TNT معادل ثابت در فواصل متغیر  |
| ۱۲۵ | جدول ۵-۳: مقادیر تنش و کرنش فولاد   |
| ۱۲۶ | جدول ۵-۴: مقادیر تنش و کرنش و تخریب بتن   |
| ۱۴۱ | جدول ۵-۶: حد مجاز TNT معادل در حالت‌های جامد-مایع-گاز برای سازه‌های مقاوم در برابر انفجار صنایع نفتی در فواصل مختلف |

فهرست اشکال

| <u>صفحه</u> | <u>عنوان</u>   |
|-------------|--|
| ۱           | تاریخچه آیین‌نامه‌ها از سال ۲۰۰۴-۱۹۶۸                                |
| ۲           | تاریخچه آیین‌نامه‌ها   |
| ۳           | منحنی فشار- زمان انفجار  |
| ۳           | رفتار ستون در برابر انفجار   |
| ۴           | رفتار لایه شیشه‌ای در برابر انفجار                                   |
| ۴           | رفتار درب در برابر انفجار با نرم‌افزار                               |
| ۴           | لحظه برخورد موشک کروز  |
| ۷           | شکل ۱-۱: نمایی شماتیک اثر متقابل موج انفجار با یک ساختمان مستطیل شکل |
| ۸           | شکل ۱-۲: تنظیم کلی بارگذاری هوا در ساختمان مستطیل                    |
| ۹           | شکل ۱-۳: بارگذاری دیوار مقابل  |
| ۱۱          | شکل ۱-۴: بارگذاری سقف و دیوار جانبی                                  |
| ۱۲          | شکل ۱-۵: مقدار تاثیر فشار بیش از حد                                  |
| ۱۴          | شکل ۱-۶: بارگذاری دیوار پشتی   |
| ۱۵          | شکل ۱-۷: بار جانبی خالص روی ساختمان مستطیلی                          |
| ۱۹          | شکل ۱-۸: ساختمان فلزی از پیش طراحی شده و تشدید شده                   |
| ۲۱          | شکل ۱-۹: ساختمان دیوار بتن پیش ساخته                                 |
| ۲۲          | شکل ۱-۱۰: ساختمان دیوار بتن پیش ساخته (قاب فولادی)                   |
| ۲۴          | شکل ۱-۱۱: ساختمان دیوار بتن در جا ریخته (قاب بتنی)                   |
| ۲۶          | شکل ۱-۱۲: ساختمان گنبدی  |

## صفحه

## عنوان

|    |   |
|----|---|
| ۲۶ | شکل ۱-۱۳: سازه خاکریز   |
| ۳۴ | شکل ۱-۲: مشخصات موج ضربه  |
| ۳۵ | شکل ۲-۲: مشخصات موج فشار  |
| ۴۰ | شکل ۳-۲: ساختمان انبار مواد ناریه نوع ایگلو                     |
| ۴۱ | شکل ۴-۲: ساختمان انبار مواد ناریه از نوع کانکس                  |
| ۴۲ | شکل ۵-۲: ساختمان مواد ناریه از نوع ترکیبی                       |
| ۴۸ | شکل ۶-۲: انواع انفجار   |
| ۵۱ | شکل ۷-۲: موشکهای دوربرد   |
| ۵۲ | شکل ۸-۲: نحوه عمل پیشرانه موشک                                  |
| ۵۳ | شکل ۹-۲: دربهای غیرمتقابل در فضای ورودی                         |
| ۵۶ | شکل ۱-۳: درجه آزادی حرکت مولکولها در فضا                        |
| ۵۶ | شکل ۲-۳: تغییر مومنتم برای پیشرانش                              |
| ۵۹ | شکل ۳-۳: دیاگرامهای فشار - حجم و انتالپی - انتروپی پیشرانش راکت |
| ۶۵ | شکل ۴-۳: ساختار موج احتراق و مواد پرانرژی                       |
| ۶۶ | شکل ۵-۳: ساختار حرارتی و فرایند بازخورد گرمایی موج احتراق       |
| ۸۱ | شکل ۶-۳: موقعیت بارهای انفجار                                   |
| ۸۳ | شکل ۷-۳: موج ضربه   |
| ۸۳ | شکل ۸-۳: موج فشار   |
| ۸۵ | شکل ۹-۳: مقایسه روابط براد و هنریش                              |
| ۸۶ | شکل ۱۰-۳: نمودار گردشی طراحی ساختمان از دیدگاه پدافند غیرعامل   |

| <u>صفحه</u> | <u>عنوان</u>   |
|-------------|--|
| ۹۲          | شکل ۴-۱: اصابت موشک توربین دار بر بتن مسلح   |
| ۹۳          | شکل ۴-۲: اصابت موشک به اسلب هاي بتن آرمه   |
| ۹۶          | شکل ۴-۳: اصابت موشک به هدف بتني مدفون  |
| ۹۷          | شکل ۴-۴: اصابت پرتابه به زره ترکیبی  |
| ۱۰۲         | شکل ۴-۵: عمق نفوذ يك پرتابه صلب  |
| ۱۰۴         | شکل ۴-۶: نفوذ در روکش پانلهای کامپوزیت   |
| ۱۰۶         | شکل ۴-۷: نفوذ موشک   |
| ۱۰۷         | شکل ۴-۸: نفوذ در SIFCON  |
| ۱۰۸         | شکل ۴-۹: نفوذ در SIFCON  |
| ۱۱۶         | شکل ۵-۱: مقایسه رابطه ایزدی فر و ماهری با TM5-1300 برای محاسبه مدت زمان فاز مثبت                                       |
| ۱۱۹         | شکل ۵-۲: مقایسه رابطه کینی (kinney) با TM5-1300 برای محاسبه مدت زمان فاز مثبت  |
| ۱۲۳         | شکل ۵-۳: نمونه پیشنهادی در پایان نامه آقای مهندس محبوبی  |
| ۱۲۴         | شکل ۵-۴: بحرانی ترین مود برای درب که شامل دو ورق یک سانتیمتری در طرفین و در وسط تیر IPB 24 به همراه بتن قرار گرفته است |
| ۱۲۷         | شکل ۵-۵: بحرانی ترین حالت بارگذاری استاتیکی ورق ۱۰ سانتیمتری فولاد   |
| ۱۲۸         | شکل ۵-۶: بحرانی ترین حالت بارگذاری دینامیکی ورق ۱۰ سانتیمتری فولاد   |
| ۱۲۹         | شکل ۵-۷: مقطع عرضی بحرانی ترین حالت بارگذاری ورق ۱۰ سانتیمتری فولاد  |
| ۱۳۰         | شکل ۵-۸: بحرانی ترین حالت بارگذاری ورق ۵ سانتیمتری فولاد   |
| <u>صفحه</u> | <u>عنوان</u>   |



- شکل ۹-۵: مقطع عرضی بحرانی ترین حالت بارگذاری ورق ۵ سانتیمتری فولاد ۱۳۱
- شکل ۱۰-۵: بحرانی ترین حالت بارگذاری ورق ۲/۵ سانتیمتری فولاد ۱۳۲
- شکل ۱۱-۵: مقطع عرضی بحرانی ترین حالت بارگذاری ورق ۲/۵ سانتیمتری فولاد ۱۳۲
- شکل ۱۲-۵: بحرانی ترین حالت بارگذاری لایه فداشونده بتنی ۵ سانتیمتری بر روی ورق ۱۰ سانتیمتری فولادی ۱۳۳
- شکل ۱۳-۵: بحرانی ترین حالت بارگذاری ورق ۱۰ سانتیمتری فولادی زیر لایه فداشونده بتنی ۵ سانتیمتری ۱۳۳
- شکل ۱۴-۵: بحرانی ترین حالت بارگذاری لایه فداشونده بتنی ۵ سانتیمتری بر روی ورق ۲/۵ سانتیمتری فولادی ۱۳۴
- شکل ۱۵-۵: بحرانی ترین حالت بارگذاری ورق ۲/۵ سانتیمتری فولادی زیر لایه فداشونده بتنی ۵ سانتیمتری ۱۳۵
- شکل ۱۶-۵: بحرانی ترین حالت بارگذاری لایه فداشونده بتنی ۵ سانتیمتری بر روی ورق ۵ سانتیمتری فولادی ۱۳۶
- شکل ۱۷-۵: بحرانی ترین حالت بارگذاری لایه فداشونده بتنی ۵ سانتیمتری بر روی ورق ۵ سانتیمتری فولادی ۱۳۶
- شکل ۱۸-۵: بحرانی ترین حالت بارگذاری ورق ۵ سانتیمتری فولادی زیر لایه فداشونده بتنی ۵ سانتیمتری ۱۳۷
- شکل ۱۹-۵: مقدار حداکثر تنش حاصله در نمونه ها و تاثیر یک لایه ۵ سانتیمتری بتنی بعنوان یک لایه فدا شونده ۱۳۸
- شکل ۲۰-۵: بحرانی ترین حالت بارگذاری ورق ۵ سانتیمتری فولادی زیر لایه فداشونده بتنی ۵ سانتیمتری در حالت تکیه گاههای مفصلی ۱۳۹

شکل ۵-۲۱: بحرانی ترین حالت بارگذاری ورق ۵ سانتیمتری فولادی زیر لایه فداشونده بتنی

۱۳۹

۵ سانتیمتری در حالت تکیه گاههای مفصلی

۱۴۰

شکل ۵-۲۲: فلوجارت طراحی درب مقاوم در برابر انفجار و اصابت ترکش

## چکیده :

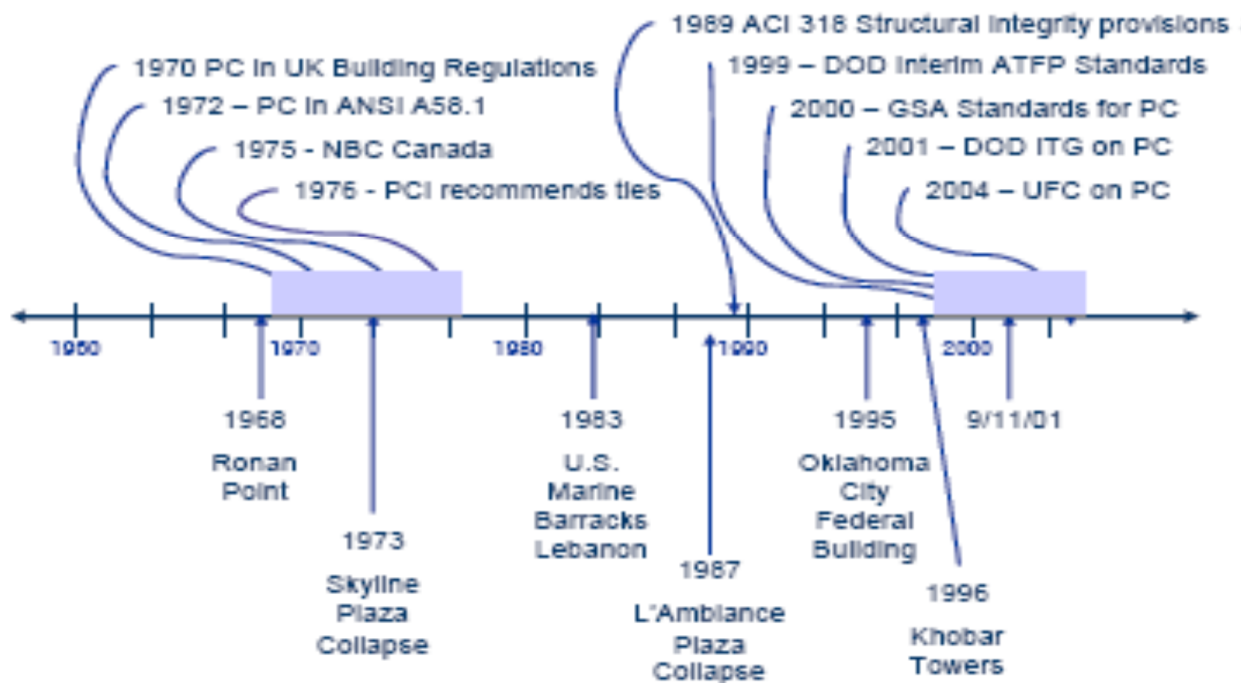
عکس‌العمل سازه‌ها به بارگذاری دینامیکی مورد علاقه بسیاری از افراد در زمینه‌های مختلف نظامی و عمرانی می‌باشد. پی بردن به عکس‌العمل سازه‌ها در برابر بارگذاری حاصل از انفجار یا ضربه برای نایل شدن به یک تخریب موفقیت‌آمیز یا محافظت از سازه‌های مهم استراتژیک یا نظامی حائز اهمیت می‌باشد. شناسایی رفتار مواد تحت ضربه‌های ناشی از انفجار یا پدیده‌های طبیعی مانند زلزله، شرایط لازم برای طراحی و تحلیل این سازه‌ها به شمار می‌روند. وقتی سازه تحت بارگذاری دینامیکی قرار می‌گیرد ترک‌خوردگی، شکست، ترکش و یا پودر شدن سازه اتفاق می‌افتد. تمامی این فرایندها می‌تواند به عکس‌العمل اولیه در محدوده الاستیکی ماده، جریان پلاستیک، تشکیل ترک‌های ریز و درشت، خرد شدن به تکه‌های کوچک و در نهایت به دانه دانه شدن و یا پودر شدن سازه منجر شود.

با توجه به اینکه دانستن عکس‌العمل سازه‌ها در برابر بارهای خاص مانند انفجار و ضربه مستقیم برای اهداف مختلف مانند محافظت از سازه‌های مهم استراتژیک یا نظامی حائز اهمیت می‌باشد. فلذا در ادامه تحقیقات آقای دکتر غفوری پور بر روی عکس‌العمل سازه‌ها در برابر انفجار، در این پایان‌نامه سعی گردیده طرحی برای دربهای مقاوم در برابر انفجار و ضربه مستقیم ارائه گردد.

با مدل کردن دربهای فولادی با ضخامتهای مختلف در نرم افزار ABAQUS و تحلیل آنها یک طرح بهینه از لحاظ مقاومت، وزن و اقتصادی ارائه گردیده که استفاده از یک لایه بتن بعنوان لایه فداشونده بر سطح ورق فولادی پیشنهاد شده است.

## مقدمه

تاریخچه زمانی آیین‌نامه‌هایی که بار انفجار را بررسی کرده‌اند به صورت شکل ذیل آمده است و نیز همانطور که در ادامه نشان داده شده است پیشرفت این آیین‌نامه‌ها ارتباط مستقیمی با حملات تروریستی داشته است.



تاریخچه آیین‌نامه‌ها از سال ۱۹۶۸ - ۲۰۰۴