بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه کردستان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه عمران

عنوان:

تحلیل بار افزون قاب‌های فولادی تحت اثر بار انفجار

پژوهشگر:

سید افشین قوام

استاد راهنما:

دکتر علیرضا حبیبی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته عمران گرایش سازه

آذر ماه ۱۳۸۹

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایـج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان‌نامه (رسـاله) متعلق به دانشـگاه کردستان است.

تعهد نامه

اینجانب سید افشین قوام دانشجوی کارشناسی ارشد رشته عمران گرایش سازه دانشگاه کردستان، دانشکده فنی و مهندسی گروه عمران تعهد می نمایم که محتوای این پایان‌نامه نتیجه تلاش و تحقیقات خود بوده و از جایی کپی برداری نشده و به پایان رسانیدن آن نتیجه تلاش و مطالعات مستمر اینجانب و راهنمایی و مشاوره اساتید بوده است.

با تقدیم احترام

سید افشین قوام

آبان‌ماه ۸۹

دانشگاه کردستان
دانشکده فنی و مهندسی
گروه عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته عمران گرایش سازه

عنوان:

تحلیل بار افزون قاب‌های فولادی تحت اثر بار انفجار

پژوهشگر:
سید افشین قوام

در تاریخ ۱۰ / ۹ / ۱۳۸۹ توسط کمیته تخصصی وهیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با نمره ۱۹/۴۳ و درجه *عالی* به تصویب رسید.

هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱ـ استاد راهنما	دکتر علیرضا حبیبی	استادیار	
۲ـ استاد مشاور	–	استادیار	–
۳ـ استاد داور خارجی	دکتر امین محب خواه	استادیار	
۴ـ استاد داور داخلی	دکتر آزاد یزدانی	استادیار	

مهر و امضاء گروه

مهر و امضاء معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

که با لحظه لحظه زندگی خویش، راه درست زندگی کردن را به من آموختند؛

و

خواهر مهربانم

و

برادر عزیزم که وجودش باعث افتخار بود و فقدانش بسیار محسوس ...

تقدیر و تشکر

به نام پروردگار یکتا که آرامش را در ستیز گذر لحظات سخت، سربلندی را در دورنمای مبهم آسمان رقابت و شکست را در میدان رویارویی جلوه‌های حیات قرار داده است. محبوبی که جبروت و شکوه جز او را نشاید ...

پس از حمد و سپاس بیکران به درگاه الهی و تقدیر و تشکر همیشگی از پدر و مادر بزرگوارم که همواره دعایشان بدرقه راهم بود، شایسته است از " جناب آقای دکتر علیرضا حبیبی " استاد محترم راهنمای این پایان‌نامه که استاد اخلاق بنده بوده و علیرغم همه‌ی محدودیت‌های زمانی، همواره با نظرات ارزنده خود مرا در انجام این تحقیق یاری رساندند، کمال تشکر و قدردانی را بنمایم.

در پایان لازم است مراتب سپاس و تشکر خویش را نسبت به جناب آقای دکتر دهقانی و سایر دوستان و اساتیدی که مرا از راهنمایی‌های خویش محروم نساختند، اعلام دارم.

چکیده

بررسی نیروهای ناشی از انفجار به منظور تحلیل و طراحی سازه‌های امن، از مهم‌ترین مقوله‌هایی است که در چند سال اخیر مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. سازه‌های معمولی در برابر اکثر انفجارها به شدت آسیب‌پذیر هستند. بنابراین لازم است که برای طراحی سازه‌ها در برابر بار ناشی از انفجار که زیرمجموعه‌ای از پدافند غیرعامل به حساب می‌آید، بارگذاری دیگری نیز بر روی سازه اعمال شود. اما از آنجایی که بارگذاری انفجاری ماهیتی دینامیکی دارد و تحلیل دینامیکی غیرخطی همواره دارای پیچیدگی‌هایی می‌باشد، اعمال این نوع بارگذاری در طراحی سازه مشکل و وقت‌گیر بوده و کاربرد آن به کارهای تحقیقاتی محدود می‌شود. در سال‌های اخیر تحلیل بارافزون به عنوان یک ابزار قوی برای تحلیل غیرخطی سازه‌ها به خاطر سادگی و سهولت آن نسبت به روش دینامیکی مورد پذیرش قرار گرفته است. بنابراین ارائه روشی جهت تخمین رفتار سازه در برابر بارگذاری انفجار با استفاده از روش بارافزون می‌تواند در مقاصد عملی نظیر طراحی سازه در برابر انفجار، بسیار سودمند و مؤثر واقع شود. هدف اصلی این تحقیق، توسعه روشی ساده جهت تحلیل و طراحی قاب‌های فولادی تحت اثر بارگذاری انفجار با استفاده از روش بارافزون می‌باشد.

در این تحقیق، ابتدا ماهیت امواج انفجار و شکل عمومی آنها معرفی شده و روابطی جهت معادل‌سازی مقدار مواد منفجره ارائه شده است. در ادامه به شبیه‌سازی رفتار غیرخطی قاب‌های فولادی با استفاده از روش بارافزون پرداخته شده است. برای این منظور قاب‌های متعددی با تعداد طبقات و دهانه‌های مختلف تحت اثر بارگذاری انفجار با شدت ایمپالس‌های متفاوت مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. با استفاده از نتایج استاتیکی غیرخطی، معادلاتی استخراج می‌شود که می‌تواند جابه‌جایی نسبی دینامیکی سازه را در اثر انفجار حاصل کند.

بر اساس معادلات بدست آمده، یک روش جدید برای طراحی سازه در مقابل انفجار پیشنهاد می‌شود. به منظور نشان دادن میزان دقت روش پیشنهادی، نتایج حاصله با نتایج روش دینامیکی غیرخطی مقایسه می‌گردند. نتایج حاصله نشان می‌دهد که روش پیشنهادی تحقیق می‌تواند پاسخ غیرخطی سازه تحت بارگذاری انفجار را بدون انجام محاسبات پیچیده و تحلیل دینامیکی با دقت مطلوبی تخمین زند.

کلمات کلیدی: تحلیل دینامیکی غیرخطی - بارافزون - بارگذاری انفجاری - سازه - پدافند غیرعامل

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه ۱

فصل اول : بررسی پیشینه‌ی تحقیق ۷

۱-۱- مروری بر نشریات و آئین‌نامه‌های انفجاری ۸

۱-۱-۱-نشریه TM 5-1300 ..... ۹

۱-۱-۲-نشریه TM 5-855-1 ..... ۹

۱-۱-۳-نشریه شماره ۴۲ انجمن مهندسین ساختمان آمریکا ۹

۱-۱-۴-راهنمای طرح سازه‌های مقاوم در برابر انفجار در سازه‌های پتروشیمی ۹

۱-۲-مروری بر تحقیقات انجام شده ۱۰

فصل دوم : تئوری انفجار ۱۶

۲-۱-مقدمه ۱۷

۲-۲-ساختار مواد منفجره ۱۷

۲-۳-تی‌ان‌تی (TNT) ۱۸

۲-۴-مواد منفجره ۱۸

۲-۵-فشار ترکانش ۱۸

۲-۵-۱-انواع بارهای ترکانشی ۱۹

۲-۵-۱-۱-انفجارات نامسدود ۱۹

۲-۵-۱-۲-انفجارات نیمه مسدود ۱۹

۲-۵-۲-انفجار سطحی ۲۰

۲-۶-امواج انفجار ۲۰

۲-۷-فاصله انفجار ۲۲

۲-۸-قدرت انفجار ۲۲

۲-۹-فشار حداکثر ناشی از انفجار ۲۴

۲-۱۰-امواج انعکاسی ۲۴

۲-۱۱-ساده‌سازی منحنی بارگذاری انفجاری ۲۶

۲-۱۲-آسیب و خسارات وارد به سازه ۲۷

۲-۱۳-راهکارهای عملی محافظت اجزای سازه‌ای در برابر انفجار ۲۹

۲-۱۳-۱-استفاده از کابل‌های نگهدارنده ۳۰

فصل سوم : مدلسازی انفجار با تحلیل بارافزون ۳۲

۳-۱-مقدمه ۳۳

۳-۲-تحلیل بارافزون ۳۳

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۲-۱-گره کنترل ۳۵
۳-۲-۲-الگوهای بار جانبی ۳۵
۳-۳-مدلسازی قاب‌ها ۳۷
۳-۳-۱-تحلیل دینامیکی غیرخطی ۳۹
۳-۳-۱-۱-کاربرد منحنی $OD-T$ ۴۳
۳-۳-۲-تحلیل بارافزون ۴۳
۳-۳-۲-۱- الگوهای بار جانبی در نرم افزار *IDASS* ۴۳
۳-۳-۲-۲- تئوری تحلیل در نرم افزار *IDASS* ۴۴
۳-۳-۲-۳-کاربرد منحنی D_d-D_s ۴۷
۳-۳-۳-استخراج معادلات تغییرشکل نسبی ۴۷
۳-۳-۳-۱-بررسی پارامتری برازش منحنی‌های $OD-T$ ۴۷
۳-۳-۳-۲-بررسی پارامتری برازش منحنی‌های D_d-D_s ۴۸
۳-۳-۴-مراحل گام به گام محاسبه جابه‌جایی نسبی سازه ۴۹
۳-۳-۴-۱-گام اول ۴۹
۳-۳-۴-۲-گام دوم ۵۰
۳-۳-۴-۳-گام سوم ۵۳
۳-۳-۴-۴-گام چهارم ۵۳
۳-۳-۴-۵-گام پنجم ۵۴
۳-۳-۴-۶-گام دوم اصلاحی ۵۵
۳-۳-۴-۷-گام سوم اصلاحی ۵۵
۳-۳-۵-مراحل گام به گام محاسبه جابه‌جایی نسبی دینامیکی طبقات سازه ۵۶
۳-۳-۵-۱-گام اول ۵۶
۳-۳-۵-۲-گام دوم ۶۴
۳-۳-۵-۳-گام سوم ۶۴
۳-۳-۵-۴-گام چهارم ۶۵
۳-۳-۵-۵-گام پنجم ۶۵
۳-۳-۵-۶-گام ششم ۶۶
۳-۳-۵-۷-گام هفتم ۶۹

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۳-۵-۸-گام هشتم ۶۹
۳-۳-۵-۹-گام نهم ۷۰
۳-۳-۶-محدودیت‌ها و حوزه‌ی کاربرد ۷۰
۳-۳-۶-۱-اصلاح نحوه محاسبه جابه‌جایی نسبی دینامیکی طبقه آخر برخی قاب‌ها ۷۱
۳-۳-۶-۲-ضرایب اصلاحی ۷۱
۳-۳-۷-الگوریتم تحلیل ۷۲
۳-۳-۸-صحت‌سنجی روش ارائه شده ۷۵
فصل چهارم : ارائه روش طراحی سازه در برابر بارهای انفجار ۷۹
۴-۱-مقدمه ۸۰
۴-۲-کلیات طراحی انفجاری سازه ۸۰
۴-۲-۱-مسأله جذب انرژی ۸۱
۴-۲-۲-ضوابط شکل‌پذیری ۸۱
۴-۲-۳-محدودیت تغییر مکان جانبی قاب‌ها ۸۲
۴-۳-سطوح عملکرد سازه‌ها ۸۲
۴-۴-ترکیبات بارگذاری ۸۴
۴-۵-ارائه روش طراحی ۸۴
۴-۵-۱-منحنی‌های $OD - D_d$ ۸۴
۴-۵-۲-برازش منحنی‌های $OD - D_d$ ۸۷
۴-۵-۳-مراحل گام به گام جهت یافتن *Overall Drift* سازه ۸۸
۴-۵-۳-۱-گام اول ۸۸
۴-۵-۳-۲-گام دوم ۸۹
۴-۵-۳-۳-گام سوم ۹۰
۴-۵-۳-۴-گام چهارم ۹۰
۴-۵-۳-۵-گام پنجم ۹۱
۴-۵-۴-گام‌های طراحی ۹۱
۴-۵-۴-۱-گام اول ۹۱
۴-۵-۴-۲-گام دوم ۹۲

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۴-۵-۴-۳-گام سوم ۹۲
۴-۵-۴-۴-گام چهارم ۹۲
۴-۵-۴-۵-گام پنجم ۹۲
۴-۵-۵-الگوریتم طراحی ۹۳
۴-۶-صحت سنجی نتایج حاصل از روش طراحی پیشنهادی ۹۴
۴-۶-۱-مراحل گام به گام طراحی قاب پنج طبقه چهار دهانه ۹۴
۴-۶-۱-۱-گام اول ۹۴
۴-۶-۱-۲-گام دوم ۹۴
۴-۶-۱-۳- گام سوم (k=1) ۹۵
۴-۶-۱-۴- گام چهارم (k=1) ۹۶
۴-۶-۱-۵- گام پنجم (k=1) ۹۶
۴-۶-۱-۶- گام سوم (k=2) ۹۶
۴-۶-۱-۷- گام چهارم (k=2) ۹۷
۴-۶-۱-۸- گام پنجم (k=2) ۹۷
فصل پنجم : نتیجه‌گیری و پیشنهادها ۱۰۳
مراجع ۱۰۸
پیوست ۱۱٤

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱ : مشخصات برخی مواد منفجره معمول[۴۴] ۲۳
جدول۳-۱ :مشخصات ایمپالس‌های مورد بررسی ۴۱
جدول۳-۲ : ضرایب معادلات $OD - T$ ۵۱
جدول۳-۳ : ضرایب معادلات $D_d - D_s$ ۵۷
جدول ۳-۴ : ضرایب اصلاحی ۷۲
جدول ۳-۵ : مشخصات سازه‌ای قاب‌های مورد بررسی ۷۵
جدول ۳-۶ : مقایسه نتایج دقیق و تقریبی قاب‌های مورد بررسی ۷۶
جدول ۴-۱: محدودیت تغییرمکان جانبی قاب‌های فولادی ۸۲
جدول ۴-۲ : سطوح عملکرد سازه[۵۹] ۸۳
جدول ۴-۳ : ضرایب معادلات و روابط منحنی‌های $OD-D_d$ ۸۹
جدول ۴-۴ : الزامات طراحی قاب‌های مورد مطالعه ۹۴
جدول ۴-۵ : نتایج طراحی الاستیک قاب ۵ طبقه ۹۵
جدول ۴-۶ : نتایج جابه‌جایی نسبی استاتیکی قاب ۵ طبقه ۹۵
جدول ۴-۷ : نتایج جابه‌جایی نسبی دینامیکی قاب ۵ طبقه ۹۶
جدول ۴-۸ : نتایج جابه‌جایی نسبی استاتیکی قاب ۵ طبقه تقویت شده ۹۶
جدول ۴-۹ : نتایج جابه‌جایی نسبی دینامیکی قاب ۵ طبقه تقویت شده ۹۷
جدول ۴ -۱۰ : نتایج طراحی انفجاری قاب‌های ۵، ۷ و ۱۰ طبقه ۹۸
جدول ۴-۱۱ : مقایسه نتایج دینامیکی غیرخطی و روش ارائه شده ۹۹
جدول ۱ : جزئیات سازه‌ای قاب S2B1 ..... ۱۱۶
جدول ۲ : جزئیات سازه‌ای قاب S2B3 ..... ۱۱۶
جدول ۳ : جزئیات سازه‌ای قاب S2B5 ..... ۱۱۷
جدول ۴ : جزئیات سازه‌ای قاب S4B1 ..... ۱۱۸
جدول ۵ : جزئیات سازه‌ای قاب S4B3 ..... ۱۲۰
جدول ۶ : جزئیات سازه‌ای قاب S4B5 ..... ۱۲۱
جدول ۷ : جزئیات سازه‌ای قاب S6B1 ..... ۱۲۳
جدول ۸ : جزئیات سازه‌ای قاب S6B3 ..... ۱۲۵
جدول ۹ : جزئیات سازه‌ای قاب S6B5 ..... ۱۲۸
جدول ۱۰ : جزئیات سازه‌ای قاب S8B1 ..... ۱۳۰

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱۱ : جزئیات سازه‌ای قاب S8B3 ..... ۱۳۳
جدول ۱۲ : جزئیات سازه‌ای قاب S8B5 ..... ۱۳۶
جدول ۱۳ : جزئیات سازه‌ای قاب S10B1 ..... ۱۳۹
جدول ۱۴ : جزئیات سازه‌ای قاب S10B3 ..... ۱۴۳
جدول ۱۵ : جزئیات سازه‌ای قاب S10B5 ..... ۱۴۷

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل۲-۱ : انفجار سطحی [۴۵] ۲۰

شکل۲-۲ : فشار ناشی از انفجار[۴۱] ۲۱

شکل۲-۳ : فاصله انفجار[۴۳] ۲۲

شکل ۲-۴: نیمکره‌ای ناشی امواج از انفجار در سطح زمین[۴۶] ۲۵

شکل ۲-۵ : امواج کروی ناشی از انفجار در بالای سطح زمین[۴۶] ۲۵

شکل۲-۶: پارامترهای انفجاری در حالت انفجار سطحی[۴۴] ۲۶

شکل ۲-۷ : a) منحنی عمومی فشار ناشی از انفجار، b) فرم ایده‌آل بارگذاری انفجار[۴۶] ۲۷

شکل۲-۸ : حالت اول بارگذاری انفجاری[۴۸] ۲۸

شکل۲-۹ : حالت دوم بارگذاری انفجاری[۴۸] ۲۸

شکل۲-۱۰ : حالت سوم بارگذاری انفجاری[۴۸] ۲۹

شکل ۲-۱۱ : گسیختگی زنجیره‌ای در ساختمان مورا [۴۹] ۳۰

شکل ۲-۱۲ : نحوه عملکرد کابل‌های نگهدارنده[۴۹] ۳۱

شکل۳-۱: انواع الگوهای بارجانبی[۲۹] ۳۶

شکل ۳-۲ : نمای قاب‌های مورد مطالعه ۳۸

شکل ۳-۳ : نحوه اعمال بار انفجار بر روی قاب‌های مورد مطالعه..... ۳۸

شکل ۳-۴ : مفهوم *Overall Drift* سازه..... ۴۲

شکل ۳-۵ : منحنی $OD-T$ برای یک قاب چهار طبقه تحت ایمپالس 50 kgs/cm..... ۴۲

شکل ۳-۶ : منحنی دریفت دینامیکی بر حسب دریفت استاتیکی تحت ایمپالس 40 kg.s/cm..... ۴۶

شکل ۳-۷: الگوریتم *OD-T* ۷۳

شکل ۳-۸: الگوریتم D_d-D_s ۷۴

شکل ۳-۹: مقایسه نتایج دقیق و تقریبی قاب سه طبقه یک دهانه ۷۷

شکل ۳-۱۰: مقایسه نتایج دقیق و تقریبی قاب شش طبقه سه دهانه ۷۷

شکل ۳-۱۱: مقایسه نتایج دقیق و تقریبی قاب هشت طبقه پنج دهانه ۷۸

شکل۴ -۱: منحنی $OD-D_d$ قاب ۲ طبقه ۸۵

شکل ۴-۲: منحنی $OD-D_d$ قاب ۴ طبقه ۸۵

شکل۴-۳ : منحنی $OD-D_d$ قاب ۶ طبقه ۸۶

شکل۴-۴ : منحنی $OD-D_d$ قاب ۸ طبقه ۸۶

شکل۴-۵ : منحنی $OD-D_d$ قاب ۱۰ طبقه ۸۷

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل۴-۶ : الگوریتم طراحی انفجاری ۹۳

شکل۴-۷ : مقایسه نتایج دقیق و تقریبی قاب پنج طبقه چهار دهانه ۱۰۰

شکل۴-۸ : مقایسه ماکزیمم جابه‌جایی نسبی دینامیکی روش دقیق و تقریبی قاب پنج طبقه چهار دهانه ۱۰۰

شکل۴-۹ : مقایسه نتایج دقیق و تقریبی قاب هفت طبقه سه دهانه ۱۰۱

شکل۴-۱۰ : مقایسه ماکزیمم جابه‌جایی نسبی دینامیکی روش دقیق و تقریبی قاب هفت طبقه سه دهانه ۱۰۱

شکل۴-۱۱ : مقایسه نتایج دقیق و تقریبی قاب ده طبقه چهار دهانه ۱۰۲

شکل۴-۱۲ : مقایسه ماکزیمم جابه‌جایی نسبی دینامیکی روش دقیق و تقریبی قاب ده طبقه چهار دهانه ۱۰۲

شکل ۱ : ترتیب شماره‌گذاری ستون‌های قاب ۱۰ طبقه ۱۱۵

مقدمه

۱- انفجار

در نیم قرن اخیر با توجه به افزایش حملات تروریستی و انفجارهای گوناگون در نقاط مختلف، توجه زیادی به تحلیل و طراحی سازه‌های مقاوم در برابر انفجار شده است. امروزه در کشورهای دنیا، مطالعات گسترده‌ای بر روی ساختمان‌ها و عکس‌العملشان در برابر انفجارهای ناشی از مواد منفجره صورت می‌گیرد. در حال حاضر، تحقیقات و مطالعات گسترده به منظور یافتن راهکارهایی برای جلوگیری از تخریب ساختمان‌ها در برابر اینگونه رویدادها ضروری می‌باشد. غالب نوع و ویژگی این انفجارها که عموماً از نوع انفجارهای سطحی هستند، استفاده از مواد منفجره حجیم و متمرکز می‌باشد. گرچه اثر چنین انفجارهایی در عمر مفید سازه‌های شهری که غالباً سازه‌های مسکونی طراحی شده در برابر نیروهای زلزله می‌باشند بسیار کم است، اما در صورت وقوع باعث ایجاد خرابی‌های شدید در آن‌ها می‌شود.

انفجار به یک واکنش اکسیداسیون و احیای سریع اطلاق می‌شود که با ایجاد حجم زیادی از گازهای داغ همراه است. مواد منفجره با آزادسازی سریع انرژی و فشرده کردن مولکول‌های هوا سبب ایجاد امواجی می‌شوند که به سازه‌های اطراف آسیب و خسارت‌های زیادی وارد می‌کند. شدت فشار این امواج با افزایش فاصله و گذشت زمان تقلیل می‌یابند. انفجارها بسته به موقعیت مواد منفجره و نوع باری که به سازه وارد می‌سازند، به سه نوع انفجار فضا- باز، هوایی و سطحی تقسیم می‌شوند. در انفجار سطحی، موج اولیه انفجار به وسیله زمین تقویت می‌شود تا به یک موج منعکس شده تبدیل گردد. حال سازه‌هایی که در معرض اینگونه انفجارها قرار می‌گیرند معمولاً در بازه فشاری انفجار قرار دارند[۱].

به طورکلی هنگامی می‌گوئیم انفجاری رخ داده است که انرژی در یک زمان کوچک و در حجم بقدر کافی کم آزاد گردد و به علت آن موج فشاری محدودی از منبع به سمت خارج حرکت کند. این آزاد شدن انرژی باید بقدری سریع و متمرکز باشد که افراد بتوانند در اثر موج فشاری تولید شده صدای آن رابشنوند، هرچند که این انفجار اطراف خودش را تخریب ننماید. این آزاد شدگی انرژی بطور ناگهانی، ماده منفجره را تبدیل به گازهای داغ می‌نماید که سریعاً منبسط می‌شود و تولید یک موج انفجار می‌نماید. این موج در هوا، باعث افزایش ناگهانی فشار شده و به سرعت کاهش می‌یابد[۲].

هدف اصلی از ساخت یک سازه ایمن، در درجه اول افزایش امکان حفظ جان افراد و سپس کنترل عملکرد سازه در برابر بارهای ناشی از انفجار است. این نوع از مقاوم‌سازی، زیر مجموعه‌ای از پدافند غیرعامل به شمار می‌آید. پدافند غیرعامل به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌گردد که مستلزم به‌کارگیری

جنگ‌افزار نبوده و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارات مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری نموده و یا میزان این خسارات و تلفات را به حداقل ممکن کاهش داد [۳].

یکی از اصول اساسی پدافند غیرعامل ایجاد استحکامات و سازه‌های امن می‌باشد که در حفظ تأسیسات، تجهیزات، نیروی انسانی، مراکز حیاتی، حساس و مهم در زمان بروز تهدید نقش بسیار اساسی ایفا می‌کند و می‌تواند تأثیرات بسیار چشمگیری در ارتقاء توان رزمی داشته باشد. سوابق جنگ‌های اخیر نشان می‌دهد که حملات دشمن به مراکز نظامی محدود نشده و حمله به جمعیت مردمی و غیر نظامی ساکن شهرها و مناطق مسکونی نیز کشیده شده است. از طرف دیگر، با بکارگیری علوم و تکنولوژی‌های مختلف در جنگ‌ها، داشتن برنامه و راهکارهای ویژه برای مقابله با آن ضروری است. با توجه به تهدیدات موجود و آتی، ساخت فضای امنی که در مقابل اثرات مختلف سلاح‌های متعارف نظیر موج انفجار و نیروهای ناشی از آن مقاومت کافی داشته باشد، اهمیت بسیاری دارد[۴].

یک سازه در طول عمر مفید خود ممکن است با تهدیدات مختلفی روبرو شود. تهدید را باید به گونه‌ای توصیف کرد تا در تعیین آسیب‌پذیری اموال یا تعیین اقدامات حراستی قابل استفاده باشد یعنی باید به توصیفی قابل درک و قابل بیان از تهدید رسید که بتوان با شاخص‌هایی کمی و کیفی به بیان و شرح تهدید دست یافت.

تهدیدها و آسیب‌ها از حیث منشأ به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- تهدیداتی که ناشی از عوامل طبیعی می‌باشد؛ می‌توان به بلایای طبیعی همچون زلزله، سیل، طوفان، آتش‌سوزی، برف و یخبندان و ... اشاره کرد که عوامل انسانی در آن نقشی ندارند. اغلب این نوع از تهدیدات در پروسه طراحی مد نظر طراحان قرار گرفته و اثرات آنها و نیروهایی که توسط این نوع تهدیدات به سازه اعمال می‌شود، در امر طراحی مورد توجه قرار می‌گیرد.

۲- تهدیداتی که عوامل انسانی محرک و به وجود آورنده آن هستند. انفجار را می‌توان یکی از مهم‌ترین تهدیدات انسانی نام برد که متأسفانه در اغلب موارد این نوع تهدید در امر طراحی مورد توجه قرار نمی‌گیرد که می‌تواند آثار زیانباری را به دنبال داشته باشد.

یکی از معمول‌ترین تهدیدات انفجاری، استفاده از بمب‌های خودرویی می‌باشد. بمب خودرویی مشتمل بر بمب خودرویی متحرک و ثابت می‌باشد. در وضعیت بمب خودرویی متحرک، متجاوز خود را

به درون هدف و یا نزدیک به آن می‌رساند و سپس آن را منفجر می‌کند. در حالت بمب خودرویی ثابت، متجاوز خودرو را درون هدف یا در نزدیکی آن پارک می‌کند و سپس با استفاده از وسایل کنترل از راه دور مواد انفجاری را منفجر می‌نماید.

فشارهای انفجاری در نزدیکی هدف بسیار شدید و مخرب می‌باشد و با دور شدن از آن، شدت انفجار و آثار تخریبی آن کاهش می‌یابد. راهکار ساده‌ای را می‌توان برای این تهدید در نظر داشت و آن افزایش فاصله انفجار از بمب خودرویی است. اما همانطور که می‌دانیم این امر در اکثر مواقع به دلایل مختلفی از جمله محدودیت‌های معماری و شهری امکان‌پذیر نمی‌باشد و اقدام به مقاوم نمودن سازه در برابر انفجار امری ضروری می‌نماید.

به طور کلی سه سطح حفاظت بالا، متوسط و پایین برای بمب‌های خودرویی وجود دارد. تفاوت اصلی میان سطوح عبارتند از میزان خسارت مجاز به ساختمان و اموال.

- سطح حفاظت بالا: ساختمان صرفاً خسارتی سطحی را متحمل می‌شود و به ساکنین و اموال تنها صدماتی سطحی وارد می‌شود.
- سطح حفاظت متوسط: ساختمان خسارت شدیدی را متحمل می‌شود. اما ساختمان قابل استفاده می‌باشد و به ساکنین و اموال خسارت اندکی وارد می‌شود.
- سطح حفاظت پایین: ساختمان خسارت بسیار زیادی را متحمل می‌شود اما فرو نمی‌ریزد. شاید تعمیر ساختمان در این حالت از نظر اقتصادی به صرفه نباشد. احتمال آسیب و خسارت به ساختمان و ساکنین بالاست [۵].

همانطور که ذکر گردید، توجه به مسأله پدافند غیرعامل امری ضروری است. کشور ما، ایران، به دلیل موقعیت خاصی که در خاورمیانه و جهان به دلیل تأمین منابع انرژی دارد، همواره در معرض خطر حملات تروریستی قرار دارد و می‌بایست که به این مسأله توجه ویژه‌ای شود. عدم در نظر گرفتن مقاوم‌سازی سازه‌ها در برابر انفجار، ممکن است که آسیب و خسارات جبران ناپذیری به جای گذارد.

۲- ضرورت تحقیق

همان‌طور که ذکر گردید، در نیم قرن اخیر مطالعات زیادی در خصوص موضوع انفجار و اثرات آن بر سازه‌ها صورت گرفته است. پس از انفجار ساختمان دولتی فدرال امریکا در ایالت اوکلاهاما در سال ۱۹۹۵، بررسی انفجار و آثار مخرب آن بر ساختمان مورد توجه ویژه قرار گرفت و منتج به چاپ مقالات