



# تبیین جایگاه طراحی معماری در تأمین اهداف پدافند غیرعامل ساختمان\*

غلامرضا جلالی فراهانی<sup>۱</sup> و مجتبی عراقی زاده<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد مهندسی پدافند غیرعامل، گرایش طراحی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

mojt\_civil@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۸/۱۸

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۲۷

**چکیده:** پدافند غیر عامل عبارت است از مجموعه اقدامات غیر مسلحانه‌ای که باعث افزایش قدرت بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقاء پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدات و اقدامات نظامی می‌گردد. آنچه در این مقاله بدان اشاره گردیده است، تبیین رابطه میان معماری و دفاع غیرعامل است. به دیگر سخن اینکه چگونه می‌توان با استفاده از راه‌کارهای معمارانه، آسیب‌پذیری ساختمان‌های حساس و مهم کشور را کاهش داد، سوألی است که این مقاله در پی پاسخ به آن است. بررسی آخرین جنگ‌های رخ داده به خصوص جنگ لیبی ۲۰۱۱ نشان داده است که ساختمان‌های اداری-سیاسی و... با درجه اهمیت حساس و مهم به روش‌های مستقیم و غیرمستقیم مورد هدف بمباران قرار می‌گیرند. این تحقیق که از نوع کاربردی است بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و شبکه‌ای و کسب نظر از خبرگان حوزه به معرفی رابطه میان مؤلفه‌های معماری و مقوله انفجار و پیامدهای ناشی از آن (موج، ترکش و...) می‌پردازد. مؤلفه‌هایی نظیر فضای عبور موج، حجم خارجی، حیاط مرکزی، درز انقطاع، حفاظت سلسله‌مراتبی و مانند آن از جمله مؤلفه‌هایی هستند که می‌توانند نقش به‌سزایی در کاهش آسیب‌پذیری ساختمان و ساکنان درونش ایفا کنند که شرط لازم آن شناسایی صحیح رابطه میان مؤلفه‌های فوق با کاهش آسیب‌پذیری است.

**واژگان کلیدی:** پدافند غیرعامل، ساختمان‌های اداری، تهدید، طراحی، معماری.

## Explanation of architectural design role on achieving passive defense goals in buildings

Gholamreza Jalali Farahani<sup>1</sup>, Mojtaba Araghizadeh<sup>2</sup>

1- Superior University of National Defense, Tehran, Iran

2- Malek Ashtar University of faculty, Passive defense department, Tehran, Iran

### Abstract

Passive defense is a complex of unarmed measurements and considerations which lead to vulnerability mitigation, increasing deterrence, facilitating crisis Management, continuity of necessary activations and upgrade national stability against threats and military options.

In this article, we've explained the relation between passive defense and architecture. In other words, the main question is how to decrease the vulnerability of critical and important buildings whit architectural guidelines. Studying recent wars like Libyan war (2011) shows that political & bureaucratic buildings are direct or indirect targets.

This article is an applied research and is based on library-web research method and interview with experts in order to introduce the relation between architectural components and blast(blast shock, quiver). Architectural components like shock pass space, external volume, atriums, separation joints, hierarchy protection and etc. have important influence on decreasing vulnerability of buildings and it's residents. In order to achieving these goals, it's necessary to identify the correct relation of these components with vulnerability mitigation.

**Keywords:** Passive defense, Bureaucratic buildings, Threats, Design, Architecture.

\* مقاله حاضر برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد مجتبی عراقی زاده تحت عنوان "الزامات و ملاحظات طراحی معماری ساختمان‌های اداری از منظر پدافند غیرعامل" است که در سال ۱۳۹۰ در دانشگاه صنعتی مالک اشتر به راهنمایی نویسنده اول ارائه گردیده است.

## ۱- مقدمه

در طول تاریخ بشر، کمتر سالی را می‌توان یافت که جنگی در نقطه‌ای از جهان به وقوع نپیوسته باشد. با ورود بشر به دوران شکوفایی و پیشرفت نیز این روند نه تنها کاهش نیافت بلکه شیوه‌های جنگیدن به شکلی تغییر یافتند که کشته شدن جمع کثیری انسان در کسری از ثانیه به امری ممکن بدل شد. این اتفاق شوم چندین بار در یک‌صد سال اخیر به وقوع پیوست. تنها در جنگ جهانی دوم نزدیک به ۷۰ میلیون انسان جان خود را از دست دادند و جنگ‌های پس از آن نظیر جنگ‌های اخیر ایالات متحده علیه عراق در سال ۲۰۰۳ و ... هر چند با سلاح‌های دقیق سایبرنتیک و نقطه‌زن به وقوع پیوست اما تلفات انسانی باز هم بیش از حد تصور بود.

در این میان، ساختمان‌های موجود در شهرها به طرق مختلف مورد حملات، اصابت مستقیم سلاح با ساختمان و یا در اثر آسیب ناشی از موج انفجار و پیامدهای آن قرار می‌گرفتند. در چنین وضعیتی، غالباً ساختمان کاربری خود را از دست می‌دهد و افراد یا در اثر مدفون شدن زیر آوار یا در اثر موج انفجار و یا برخورد اجسام غیر سازه‌ای جان خود را از دست می‌دهند. از این رو شناخت راه‌هایی جهت کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر تهدیدات مختلف امری ضروری به نظر می‌رسد. اولین گام در این راه، شناخت رابطه میان فرم ساختمان با آسیب‌پذیری آن در برابر انفجار و پس از آن شناخت راه‌های کنترل و کاهش آسیب‌پذیری است.

## ۱-۱- واژه‌شناسی پدافند غیرعامل

از نظر لغوی واژه "پدافند" از دو جزء "پد" و "آفند" تشکیل شده است. در فرهنگ و ادب پارسی "پاد" یا "پد" پیشوندی به معانی "ضد، متضاد، پی و دنبال" است. این پیشوند هرگاه قبل از واژه‌ای قرار گیرد، معنای آن واژه را معکوس می‌نماید که از آن جمله‌اند "زهر و پادزهر، تک و پادتک، تن و پادتن". واژه آفند نیز به مفهوم جنگ، جدال، پیکار و دشمنی است. دهخدا دفاع را به دو صورت اصلی و به شرح زیر تعریف نموده است:

۱- دور کردن از کسی، دور کردن، دفع کردن از کسی، همدیگر را راندن، مزاحم کسی شدن، یآوری کردن و یآوری کردن کسی را از، دفع شر، از دست‌برد دشمن (انسان، حیوان) حفظ کردن، باز داشتن، پس‌زدن.

۲- وی در توضیح دوم و با استناد به فرهنگ علوم نقلی (به نقل از شرح لمعه ج ۲ ص ۳۲۵) می‌افزاید: دفاع در اصطلاح فقهی، در مقابل جهاد است و آن در موقعی است که دشمنان بر مردم مسلمان هجوم آورند و حمله نمایند و آن بر همه افراد واجب است. دفاع از حقوق اولیه هر فردی است جهت حفظ جان و مال و عرض و ناموس خود.

در نگاه کلان، دفاع را می‌توان در دو حوزه اصلی عامل (با سلاح) و غیرعامل (بدون سلاح) دسته‌بندی نمود. تعریف مصوب و ابلاغی پدافند غیر عامل در کشور ما عبارت است از مجموعه اقدامات غیرمسلحانه‌ای که باعث افزایش قدرت بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقاء پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران درمقابل تهدیدات و اقدامات نظامی می‌گردد.

## ۲- روش تحقیق

روش تحقیق در مقاله حاضر از نوع کاربردی است و با روش تحلیلی-توصیفی به انجام رسیده است. در این روش تلاش گردیده تا با استفاده از پردازش و تحلیل داده‌های حاصل از مطالعات کتابخانه‌ای و اسناد آرشیوی، به اصولی کلی جهت پایدارسازی ساختمان‌ها در برابر تهدیدات نظامی دست یافت.

## ۳- مبانی طراحی معماری ساختمان از منظر

### پدافند غیرعامل

در این بخش به بیان رابطه میان معماری و آسیب‌پذیری ساختمان در برابر تهدیدات، به خصوص موج انفجار پرداخته می‌شود و طی آن براساس تحلیل اسناد علمی موجود، موضوعات مختلفی از قبیل اثر شکل بر کاهش اثر موج انفجار، حفاظت سلسله‌مراتبی، تأثیر شکل بر تسهیل مدیریت بحران و ... مورد بررسی قرار می‌گیرد.



تصاویر ۲ و ۳- پردیس سینمایی ملت، عبور موج  
انفجار از فضای زیرین ساختمان مأخذ: آرشیو شخصی

### ۳-۲- حجم خارجی ساختمان

همان‌طور که در قسمت قبل بیان گردید، هر آنچه موجب تسهیل حرکت موج و عدم ایستادگی در برابر آن گردد، اثر تخریبی موج انفجار بر سازه را کاهش می‌دهد، لذا بهتر است از فرم‌ها و احجامی استفاده شود که عملکرد آیرودینامیکی در برابر موج انفجار داشته باشند. همان‌طور که در اشکال زیر که نتایج یک تحلیل نرم‌افزاری<sup>۱</sup> است مشاهده می‌شود، با وقوع انفجاری مشابه و با فاصله یکسان از اشکال زیر، کمترین ضربه به شکل دایره‌ای و بیشترین ضربه به شکل مستطیل خطی وارد می‌گردد. البته به دلیل نزدیکتر بودن وجه خارجی دایره به محل انفجار، بیش‌فشار وارده به آن بالاتر است ولی در مجموع عملکرد بهتری در برابر انفجار دارد (گبکن و دوچ، ۲۰۱۰، ۷).

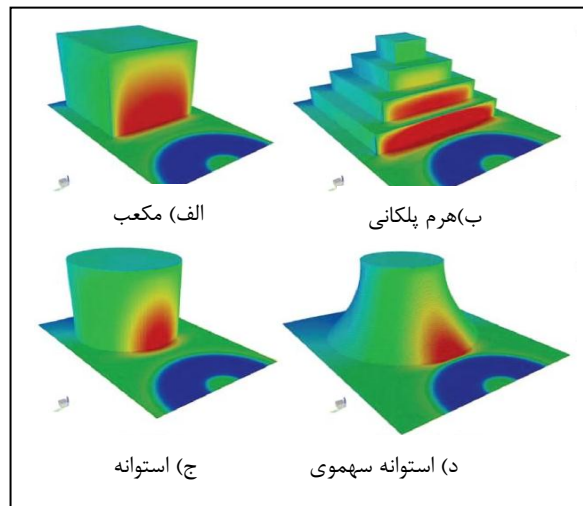
احجام زیر نیز که توسط نرم‌افزار مورد تحلیل قرار گرفته اند، شکل استوانه سهموی به دلیل عملکرد آیرودینامیک بهتر، متحمل کمترین ضربه می‌گردد و ضعیف‌ترین عملکرد در برابر ضربه مربوط به مکعب می‌باشد.

### ۳-۱- تأثیر فرم ساختمان بر اثر موج انفجار

#### فضای عبور موج

بررسی فیزیکی اثر موج انفجار بر سازه نشان می‌دهد آنچه موجب تخریب ساختمان در فاز اول موج (فاز مثبت) می‌شود، مقاومت و ایستادگی در برابر موج است. در حقیقت اگر مانعی، انعطاف‌پذیر باشد یا منافذی جهت عبور موج انفجار از خود داشته باشد، بسیار کمتر از یک مانع صلب و ایستا آسیب می‌بیند.

در طراحی ساختمان در برابر موج انفجار نیز می‌توان حتی‌الامکان از روش عبور موج استفاده نمود تا فشار کمتری به بدنه ساختمان وارد شود و در نتیجه تخریب کمتری صورت گیرد. در اشکال زیر که مربوط به ساختمان‌هایی در شهر تهران است شکل ساختمان به نحوی است که بخش عمده‌ای از موج انفجار را از خود عبور می‌دهند.

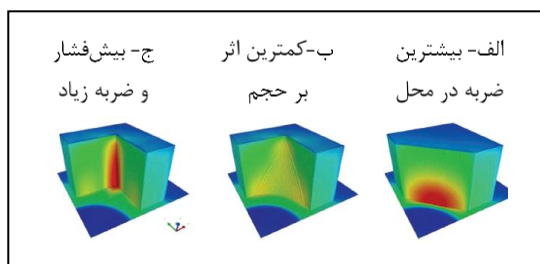


تصویر ۱- فضای عبور موج انفجار

ساختمان وزارت راه و شهرسازی- اراضی عباس آباد

در اشکال زیر که مربوط به ساختمان‌هایی در شهر تهران است شکل ساختمان به نحوی است که بخش عمده‌ای از موج انفجار را از خود عبور می‌دهد. همچنین وجود پیلوت در زیر ساختمان‌ها موجب عبور موج انفجار از زیر ساختمان‌ها شده و صدمات وارده به آنها را کاهش می‌دهد.

داشته باشد (گبکن و دوج، ۲۰۱۰، ۱۳)



تصویر ۶- تغییر اثر انفجار با تغییر شکل هندسی  
مأخذ: گبکن و دوج، ۲۰۱۰، ۱۳

در مقوله رابطه شکل و انفجار، مقوله پیچیده ای است که نیاز به تحقیق مستقل دارد و ادامه این موضوع در چهارچوب این پژوهش نمی‌گنجد.



تصویر ۷- ساختمانی به شکل استوانه

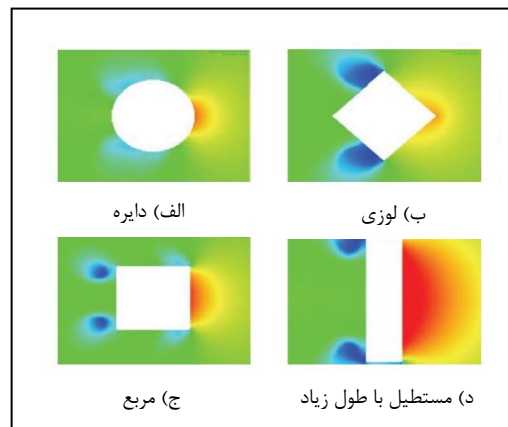


تصویر ۸- ساختمانی به شکل کروی

در شکل بالا اثر سطحی موج بر ساختمان به حداقل می‌رسد اما اثر ارتفاعی آن همچنان باقی است. در صورتی که نمای ساختمان نیز از شکل کروی بهره ببرد، اثر موج انفجار بر کل سازه به حداقل ممکن می‌رسد.

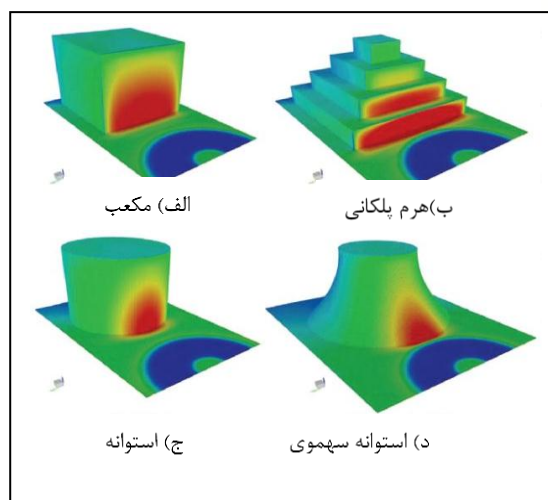
### ۳-۳- ساختمان با حیاط مرکزی

وجود فضاهای مرکزی بسته درون ساختمان‌ها می‌تواند موجب محبوس شدن عرضی موج انفجار شود و اثر آن را تشدید نماید. در این صورت آسیب‌پذیری ساختمان در برابر موج انفجار به شدت افزایش می‌یابد. لذا از ایجاد چنین فضاهایی می‌بایست پرهیز کرد.



تصویر ۴- قرارگیری سطوح مقطع مختلف در برابر انفجار  
مأخذ: گبکن و دوج، ۲۰۱۰، ۷

در شکل نبشی زیر در محل ایجاد کنج، بیشترین فشار و ضربه رخ می‌دهد حال آن‌که با تغییر وضعیت آن با اضافه کردن یک سطح مورب، اثر موج و ضربه به شدت کاهش می‌یابد. در شکل سوم هر چند شکل، حالت محذب‌تری به خود گرفته است اما به دلیل نزدیک‌تر شدن فاصله سطح اضافه شده به نقطه انفجار، بیش‌فشار بالاتری حاصل می‌گردد.



تصویر ۵- قرارگیری احجام مختلف در برابر انفجار  
مأخذ: گبکن و دوج، ۲۰۱۰، ۹

نکته حائز اهمیت اینکه نمی‌توان حکم کلی در مورد برتری مطلق اشکال و احجام محذب داد. بلکه همان‌طور که در تصویر دیده می‌شود در صورتی که شکل غیر محدبی به شکل صحیح و با محاسبات خاص طراحی گردد، می‌تواند عملکرد بهتری از احجام محذب

عرض ساختمان بیشتر باشد پایداری آن در برابر فروریزش کامل ساختمان در اثر اصابت مستقیم کمتر می‌شود. (در حادثه ۱۱ سپتامبر، با شرایط مشابه دو ساختمان فرو ریختند و یک ساختمان دچار تخریب جزئی شد). لذا هر چه ساختمان در سطح گسترده‌تر باشد از پایداری بیشتری برخوردار است. به علاوه استفاده از درزهای انقطاع که سیستم سازه‌ای ساختمان را به چند قسمت مجزا تقسیم می‌کند، موجب می‌شود تخریب یک قسمت کمتر به بخش دیگر وارد شده، فروریزش کامل اتفاق نیفتد.



تصویر ۱۱- غزه-عدم انتقال فروریزش کامل سازه به بخش دیگر به دلیل استفاده از درز انقطاع

همچنین گسترده نمودن ساختمان در سطح و استفاده از درز انقطاع، امکان موفقیت دشمن در یک بار تهاجم را کاهش می‌دهد و او را مجبور به تکرار حملات برای تخریب کامل ساختمان می‌نماید که این دست‌آورد از اهداف پدافند غیرعامل مبنی بر بالا بردن هزینه تهاجم دشمن است.



تصویر ۱۲- ساختمان ایران‌شناسی-استفاده از گستردگی در سطح



تصویر ۹- ساختمان پنتاگون-فضای محبوس مرکزی

در شکل ۹، هرچند بسیاری از ملاحظات پدافند غیرعامل در طراحی آن لحاظ گردیده است اما فضای مرکزی آن شرایط محبوس‌شدگی را برای موج انفجار فراهم می‌آورد و موجب تشدید اثر انفجار می‌گردد. به علاوه برخی شکل‌های شعاعی با یال‌هایی با زاویه تند یا قائمه توانایی ایجاد شرایط تشدید موج انفجار را داراست.

### ۳-۴- نقش فرم ساختمان در کاهش آسیب‌پذیری

#### ناشی از اصابت مستقیم

بررسی جنگ‌های اخیر به‌خصوص جنگ ۳۳ روزه سال ۲۰۰۶ و جنگ ۲۲ روزه غزه نشان داد، دشمنان قادرند با هدف‌گیری نقطه‌ای هسته باربر ساختمان در کمتر از چند ثانیه منجر به فروریزش کلی ساختمان شوند.



تصویر ۱۰- غزه-ساختمانی که به کلی فرو ریخته است  
مأخذ: آرشیو شخصی نگارنده

با طراحی ساختمان در برابر خرابی پیش‌رونده امر پیچیده‌ای است که بیشتر مربوط طراحی سازه‌ای ساختمان می‌گردد اما شکل خارجی ساختمان نیز تأثیر به‌سزایی در پایداری ساختمان می‌تواند ایفا نماید. همان‌طور که مشخص است هرچه نسبت ارتفاع به

### ۳-۵- نقش حفاظت سلسله‌مراتبی در کاهش آسیب‌پذیری

این الگوی طراحی، براین اصل استوار است که قلب مجموعه در جایی با حداکثر حفاظت قرار گیرد. به عبارت دیگر فضاهای با اهمیت کمتر که پیرامون فضای اصلی قرار می‌گیرند، نقش فداشوندگی برای آن ایفا می‌کند.

حفاظت سلسله‌مراتبی از شهرها و ساختمان‌ها از دیرباز سابقه داشته است. الگوی لایه‌های دفاعی که در گذشته برای حفاظت از شهرها در برابر حملات دشمنان طراحی می‌گردیده است، هم‌اکنون نیز در بسیاری از کتب و آیین‌نامه‌های معتبر دفاعی امنیتی<sup>۲</sup> تحت عنوان لایه‌های سه‌گانه دفاعی مورد توجه قرار گرفته است.

در طراحی ساختمان‌های امروزی نیز چنین فلسفه‌ای در طراحی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. به‌خصوص برای ساختمان‌هایی که تهدیدات موج انفجار، نفوذ و خراب‌کاری وجود دارد.

### ۳-۶- نقش فضای امن درون‌ساختمانی در کاهش آسیب‌پذیری

#### فضای امن درون طبقات

بررسی تجارب موجود از تأثیر موج انفجار بر ساختمان نشان می‌دهد که تمام قسمت‌های ساختمان دچار آسیب و تخریب کامل نشده و آنچه از آن به عنوان لایه امن در قسمت قبل یاد شد، کمترین آسیب را می‌بیند. از این رو می‌توان با انتخاب مکانی در این لایه فضای امنی با کاربری دوگانه به وجود آورد. به عبارت دیگر با ایجاد دیوارهای مستحکم، فضایی را به عنوان فضای امن درون هر طبقه ایجاد نمود که به آن هسته بتنی نیز می‌گویند.

ساختمان‌های چندطبقه جدید علاوه بر خروجی معمول پلکان از خروجی افقی استفاده می‌کنند. با این کار، مساحت بزرگ سطح توسط موانعی برای دود و آتش به بخش‌های مختلف تقسیم می‌شوند. بنابراین افرادی که در جایی احساس دود و آتش می‌کنند به پناهگاهی که درون همان طبقه تعبیه شده پناه می‌برند. همچنین ساکنان، مسیر طبیعی خروج از پلکان را نیز می‌توانند طی کنند. با این شرایط افراد ناتوان دیگر نیاز نیست با

سرعت به سمت پلکان فرار حرکت کنند. به عنوان نتیجه یک انفجار، طبقات پایین و راه‌های خروجی ساختمان ممکن است به شدت آسیب ببینند یا با دود پر شده باشد، در این صورت آن پناهگاه می‌بایست برای یک دوره زمانی قبل از نجات تمام نیازهای افراد را برآورده کند و به فعالیتش ادامه دهد. ساخت دیوارها و پارتیشن‌های پیرامون چنین فضاهایی باید به گونه‌ای باشد که در برابر اصابت ترکش و موج انفجار مقاومت لازم را داشته باشند. ملاحظات اضافی برای این فضا می‌تواند شامل تجهیزات درمانی اورژانس، سرویس‌های بهداشتی، پتو، آب آشامیدنی، رادیو، چراغ قوه و... باشد.

### ۳-۷- نقش هسته بتنی در تأمین فضای امن

یکی از اصول در جهت مقاوم‌سازی ساختمان در برابر زلزله، سبک‌سازی ساختمان است (آیین نامه ۱۳۸۴، ۲۸۰۰). زیرا در این صورت به دلیل وزن کمتر، نیروی کمتری به ساختمان وارد می‌شود و خرابی‌ها کمتر می‌گردد.

اما این اصل درست در مقابل مقاوم‌سازی ساختمان در برابر تهدیدات نظامی از جمله موج انفجار است. بدین معنا که هرچه ساختمان مستحکم‌تر، ضخامت دیوارها بیشتر و مصالح به کار گرفته شده در آن مقاوم‌تر باشد، پایداری آن در برابر تهدیدات بیشتر می‌شود. این تضاد روش، مسأله‌ایست که می‌بایست توسط مهندس سازه برطرف گردد. اما چگونه می‌توان ساختمانی طراحی کرد که

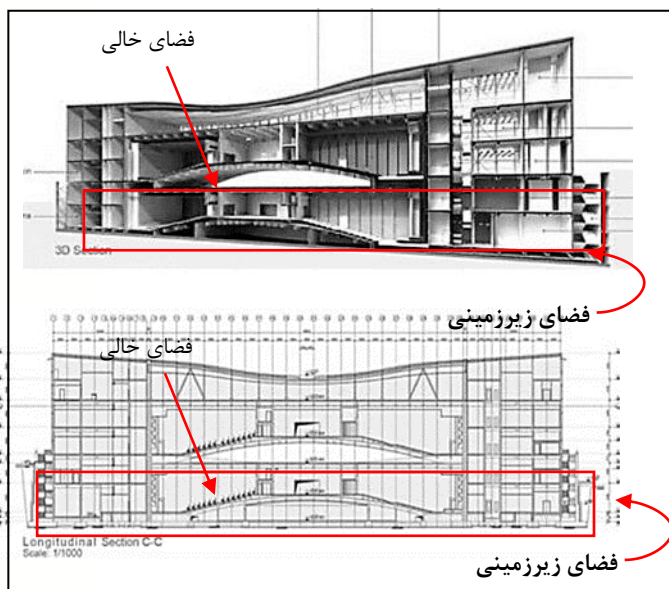
هم در برابر تهدیدات طبیعی نظیر زلزله و هم در برابر تهدیدات غیرطبیعی نظیر موج انفجار پایداری داشته باشد؟

راه حل می‌تواند استفاده از هسته بتنی باشد. توضیح آن که یکی از راه‌های مقاوم‌سازی ساختمان در برابر زلزله، مهار حرکت آن توسط دیوار برشی یا هسته بتنی است. با تعبیه هسته بتنی درون پلان می‌توان کاربری دوگانه‌ای از آن انتظار داشت که این امر مستلزم رعایت ملاحظات برای تبدیل به فضای امن است. هسته‌های بتنی معمولاً به شکل L یا U یا طراحی می‌شود.

- کاهش انتقال موج و آسیب‌های ناشی از آن
- کاهش میزان ترکش‌های ثانویه
- کاهش نفوذ دود و غبار

### استفاده از فضای زیرزمینی و پیلوت

در قسمت قبل بیان شد که در صورت پیلوتی بودن ساختمان و یا خالی بودن فضایی از حجم ساختمان، موج انفجار به خوبی از آن عبور کرده و آسیب کمتری به ساختمان می‌رسد. حال آن‌که در چنین شرایطی ساختمان معمولاً فاقد فضای زیرزمینی برای تأمین فضای امن است (ساختمان‌های پیلوتی معمولاً فاقد فضای زیرزمینی است). این مشکل در شرایطی که می‌بایست توسط طراح دفاع غیرعامل با استفاده از قضاوت مهندسی و بسته به شرایط برطرف گردد، ایده‌ای جدید را نیز به ذهن متبادر می‌سازد که البته اجرای آن دشوار و صرفه اقتصادی آن را به‌خصوص برای ساختمان‌های با درجه اهمیت کمتر از بین می‌برد. این ایده که به نحوی در ساختمان پردیس سینمایی ملت واقع در شهر تهران پیاده شده است، پوشش‌دهنده هر دو نیاز برای تأمین فضای پیلوتی و فضای زیرزمینی است.



تصویر ۱۴- مقطع پردیس سینمایی ملت  
مأخذ: مهندسین مشاور حرکت سیال



تصویر ۱۳- نمونه‌ای از کاربرد هسته بتنی در ساختمان با کاربری دوگانه

این مکان می‌تواند راهرو، نمازخانه، کتابخانه، سالن‌های پذیرایی و... باشد (اصغریان جدی، ۱۳۸۶: ۹۵).

حتی اگر در ابتدا کاربرد هسته بتنی برای زلزله مد نظر نباشد، می‌توان با ساخت آن از مزایای آن در زلزله نیز استفاده نمود.

در شکل فوق که مربوط به ساختمان بانکی در شهر تبریز است، هسته مرکزی می‌تواند کاربری دوگانه لرزه‌ای و حفاظت از تجهیزات و فضاهای حساس تر بانک نظیر مراکز داده و... را داشته باشد.

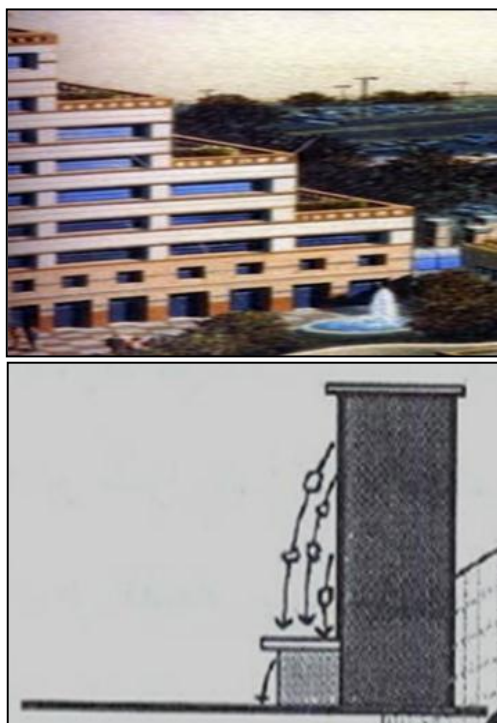
### فضای امن زیرزمینی

در ساختمان‌های غیر پیلوتی که داری فضای زیرزمین است، می‌توان با تمهیدات کمی نظیر تأمین آب و غذای کافی، سرویس بهداشتی و... آنجا را تبدیل به فضای امن نمود. توضیح آنکه فضاهای زیرزمینی به دلیل ماهیتشان دور از اثر موج مستقیم انفجار قرار دارند. این مزیت بزرگ به علاوه دیوارهای حایل پیرامونی که اغلب وظیفه مهار فشار جانبی خاک را به عهده دارند، فضای مناسبی برای پناه بردن افراد در هنگام حمله است.

مطابق با پیش نویس مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان (۱۳۸۸) ویژگی‌های فضای امن عبارتند از:

- جلوگیری از فروریزی عناصر سازه‌ای

غیره. رعایت معیارهایی نظیر فرم خارجی بنا، جداسازی سازه‌ای با استفاده از درز انقطاع، فضاهای امن زیرزمینی و درون‌ساختمانی از جمله مواردی هستند که پایداری ساختمان‌هایی را که در معرض اصابت مستقیم سلاح‌ها نیستند، به نحو چشم‌گیری افزایش می‌دهند.



شکل ۱۶- شکل پلکانی ساختمان

در این ساختمان قسمت میانی نما فضای خالی بودی اما قسمت‌های کناری دارای رمپ‌هایی برای ورود به فضای زیرزمینی می‌باشد.

### ۳-۸- نقش فرم ساختمان در کاهش فروریزش آوار

یکی از مشکلاتی که پس از وقوع انفجار در نزدیکی یک ساختمان به‌وجود می‌آید، فرو ریختن آوار ناشی از آن در خیابان است که منجر به آسیب دیدن مردم یا انسداد راه‌ها می‌گردد. از این رو استفاده از شکل‌هایی که به شکل مورب یا پلکانی هستند می‌تواند بخشی از فروریزش آوار طبقات فوقانی را کاهش دهد. شکل پلکانی ساختمان می‌تواند تأثیر زیادی در جلوگیری از ریزش آوار به محوطه داشته باشد



شکل ۱۵- نمونه ای از ساختمان‌های مورب و پله‌ای

### پی نوشت

- <sup>1-</sup> Autodyn
- <sup>2-</sup> FEMA 430

### مراجع

- ۱- جلالی، غلامرضا و هاشمی فشارکی، سید جواد (۱۳۸۹): "پدافند غیرعامل در آینه قوانین و مقررات". تهران. سازمان پدافند غیرعامل.
- ۲- حسینی، سید بهشید (۱۳۸۹): "معیارهای پدافند غیرعامل در طراحی معماری ساختمان‌های جمعی شهری". تهران. نشرعابد.
- ۳- داعی نژاد، فرامرز (۱۳۸۵): "اصول و رهنمودهای طراحی و تجهیز فضای باز مجموعه‌های مسکونی به منظور پدافند غیرعامل". تهران. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

### ۴- نتیجه‌گیری

آنچه در این مقاله بدان اشاره شده عبارت بود از تأثیر معماری و فرم ساختمان بر کاهش آسیب‌پذیری ناشی از تهدیدات نظامی از جمله موج انفجار، فروریزش آوار و



۸- فرزام شاد، مصطفی (۱۳۸۸): "مبانی برنامه‌ریزی و طراحی مراکز اداری" تهران. مؤسسه انتشاراتی جهان جام جم.

۹- فرزام شاد، مصطفی (۱۳۸۶): "مبانی نظری معماری در دفاع غیرعامل"، تهران. مؤسسه انتشاراتی جهان جام جم.

10- Norbert Gebbeken, Torsten Doge (2010): "Explosion Protection—Architectural Design, Urban Planning and Landscape Planning", International Journal of Protective Structures.

11- Federal Emergency management Agency (2007): "Site and Urban Design for Security, Risk management Series", FEMA 430.

۴- دی.کی. فرانسیس. چنگ (۱۳۸۶): "فرم، فضا، نظم" تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

۵- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی (۱۳۷۷): "ضوابط طراحی ساختمان‌های اداری (نشریه ۱۷۸)" تهران، معاونت امور فنی.

۶- صفوی، سید محمد مهدی و سوادکوهی فر، ساسان (۱۳۹۰): "ملاحظات معماری داخلی در برابر نفوذ و آثار ناشی از موج انفجار"، مجموعه مقالات اولین همایش معماری و شهرسازی از منظر پدافند غیرعامل، تهران، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

۷- عراقی‌زاده، مجتبی (۱۳۹۰): "الزامات و ملاحظات طراحی معماری ساختمان‌های اداری از منظر پدافند غیرعامل" پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی پدافند غیرعامل، گرایش طراحی، تهران، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.