

ملاحظات طراحی فرم بیمارستان از منظر پدافند غیر عامل

سلیمان خضری^۱

چکیده

وجود بحران‌های ناشی از بلایای طبیعی و پیچیده‌تر شدن جنگ‌ها و بکارگیری علوم و فناوری در جنگ‌های نوین، چهره‌ی متفاوتی از پدافند غیرعامل را ایجاد کرده است. بررسی آخرین جنگ‌ها نشان می‌دهد که ساختمان‌های عمومی به طور مستقیم و غیرمستقیم مورد آسیب ناشی از حملات قرار می‌گیرند که اکثراً به عنوان خطای نظامی و یا بهانه‌های دیگر توجیه می‌گردد که اصابت و امواج انفجار ناشی از این بمباران‌ها باعث آسیب به ساختمان‌ها در نتیجه افزایش تلفات انسانی می‌گردد، بنابراین ضروری است در صورت بروز بحران، حادثه غیر مترقبه و یا هر نوع حمله، بیمارستان‌ها که فضاهایی با اهمیت بالا هستند، کارایی خود را تا بیشترین حد و طی بیشترین زمان ممکن حفظ نموده و دچار کمترین میزان آسیب‌های فیزیکی و تلفات انسانی شوند. بی‌شک علوم مرتبط با معماری و شهرسازی نقش مهمی در کاهش تلفات در زمان بحران را ایفا می‌کنند. در همین راستا فرم معماری ساختمان‌ها، به ویژه ساختمان‌های درمانی، نقش بسزایی در پایداری بناهای درمانی در زمان جنگ و کمرنگ شدن آسیب‌های حاصل از انفجار و زلزله را در زمان بحران دارند؛ لذا، به منظور پیشگیری از وقوع این مشکلات و به حداقل رساندن خسارات و تلفات در زمان وقوع بحران، باید بحث ایمنی و امنیت در کلیه سطوح برنامه‌ریزی و طراحی از موضوعات کلان تا جزئیات فنی معماری مورد توجه قرار گیرد. مسئله اصلی در این پژوهش، عدم وجود شاخص‌های مدون و دقیق، جهت ارزیابی پایداری انواع ترکیب فرم‌ها و مزایا و معایب هر یک از منظر دفاع غیرعامل است.

پژوهش پیش‌رو که از نوع پژوهش کاربردی است از روش مطالعات کتابخانه‌ای برای گردآوری داده‌ها و اطلاعات استفاده شده است و ضمن مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه پدافند غیرعامل به تشریح پدافند غیرعامل از دیدگاه صاحب نظران و ارزیابی فرم‌ها و ترکیبات حجمی مطلوب از نظر پایداری در برابر موج انفجار می‌پردازد، این تحقیق به دنبال فرم‌های مناسب به عنوان یکی از راهکارهای معمارانه برای مقابله با این نوع تهدید است، که نهایتاً منجر به الزامات و ملاحظات طراحی جهت معماری فرم بیمارستان‌ها از منظر پدافند غیرعامل می‌گردد.

واژگان کلیدی:

پدافند غیرعامل، معماری، انفجار، فرم بیمارستان، بحران، بیمارستان

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد معماری دانشگاه زنجان. soli_khezri@yahoo.com

مقدمه

دهه اخیر نشان می‌دهد، روش دشمن در جنگ‌های مدرن بر پایه تهاجم شدید هوایی در یک ماه اول جنگ است و در صورتی که روحیه دفاعی ملت، پس از دو هفته ادامه یابد، بمباران افراد غیر نظامی آغاز می‌شود. در این میان، ساختمان‌های عمومی موجود در شهرها به طرق مختلف مورد آسیب ناشی از حملات قرار می‌گیرند. بنابراین باید در معماری به دنبال راه‌حلی جهت کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌ها و تلفات انسانی در برابر تهدیدات دشمنان بود. در این راستا با توجه به این موضوع که کاهش آسیب‌پذیری یکی از مهم‌ترین اهداف دفاع غیرعامل است و رابطه مستقیم با سازگاری فرم از منظر دفاع غیرعامل دارد، در صورت شناخت شاخص‌های معماری سازگار با دفاع غیرعامل می‌توان آسیب‌پذیری ساختمان‌ها را در برابر بمباران هوایی دشمن کاهش و پایداری ملی را افزایش داد. همچنین استفاده از تدابیر پدافند غیرعامل در معماری علاوه بر تهدیدات انسان ساز، برای پایداری در برابر خطرات طبیعی مانند زلزله در زمان صلح نیز می‌تواند منجر به پایداری طرح معماری گردد.

پیشینه پژوهش

استفاده از تدابیر پدافند غیرعامل و دفاع غیر نظامی، قدمتی به درازای قدمت انسان دارد. در عصر امروز نیز به منظور پایداری ساختمان‌ها در برابر بحران تحقیقاتی در زمینه فرم‌های معماری جهت مقابله با تهدیدات صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به تحقیقات علی خیرالدین و همکاران اشاره نمود. این تحقیق بر روی تأثیر فرم معماری بر نحوه آسیب‌پذیری سازه‌ای در برابر زلزله تمرکز داشته است. فشارکی و همکاران (۱۳۸۲) به بررسی انواع سازماندهی فضایی پرداختند و اهمیت سازماندهی فضا در معماری پدافند غیرعامل را بیان نمودند. از تحقیقات دیگر می‌توان به تحقیقات باراکات^۱ اشاره نمود. وی به اثر

دفاع غیر عامل به عنوان راهکاری سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در مقابله با حوادث انسان‌ساز در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. از آنجا که این مفهوم با توجه به هدف نهایی دفاع غیرعامل که پایداری ملی و مدیریت بحران است. یکی از بخش‌های سخت‌افزاری پدافند غیرعامل در سطح جامعه ساختمان‌های عمومی است، که لازم است به دلیل اهمیت زیاد به گونه‌ای طراحی گردند که کم‌ترین آسیب‌پذیری را در زمان بحران ناشی از تهدیدات دشمنان داشته باشند. در این نوشتار به اصول طراحی فرم فضاهای درمانی که یکی از مهمترین فاکتورها در حوزه پدافند غیرعامل است، پرداخته می‌شود چرا که از سویی بی‌دفاع‌ترین فضاها در برابر حملات آفندی بوده و از سوی دیگر بعد از حملات به منظور امداد رسانی و درمان مجروحین مورد نیاز هستند. در طراحی فضاهای درمانی باید در برنامه‌ریزی و طراحی آنها اصول پدافند غیرعامل رعایت گردد، تا در مواقع اضطراری این فضاها علاوه بر عملکرد متداول خود قادر به ارائه عملکردهای دیگری نیز باشد تا از تلفات جانی و مالی ثانویه پس از حملات آفندی دشمن کاسته شود. بر این اساس، پس از شناخت بحران‌های طبیعی و جنگ‌ها و بررسی الگوهای رفتاری تجربه شده در هنگام بروز آنها، در مرحله اول، با کمک دانسته‌های موجود در خصوص بحران، نقاط ضعف و خطرپذیر فرمی ابنیه درمانی مورد تحقیق قرار گرفته و سپس به منظور طراحی فرم، معیارها و اصولی برای طراحی فرم اماکن درمانی با توجه به مسئله معرفی می‌گردد.

بیان مسأله

بررسی تاریخ پنج هزار ساله تمدن بشری که فقط ۲۹۲ سال آن بدون جنگ بوده است و تجربه‌ای که در دو

- ۲- خطوط یا لبه ها فرمها
- ۳- سطوح یا وجوه فرمها
- ۴- خمیده یا آیرودینامیک بودن فرمها
- ۵- مقیاس فرمها
- ۶- مقعر و محدب بودن فرمها

مفهوم پدافند غیرعامل و اصول کلی آن

هر اقدام غیر مسلحانه‌ای که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان، تأسیسات، تجهیزات، اسناد و شریان‌های کشور در مقابل عملیات خصمانه و مخرب دشمن شود، پدافند غیرعامل خوانده می‌شود. به بیان ساده‌تر، پدافند غیرعامل مجموعه اقداماتی است که انجام می‌شود تا در صورت بروز جنگ، خسارات احتمالی به حداقل میزان خود برسد. پدافند غیرعامل به عنوان یکی از شاخه‌های مدیریت بحران با نوع تهدید جنگ و جمله نظامی سخت‌افزاری به مجموعه اقدامات غیرمسلحانه‌ای گفته می‌شود که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها، تأسیسات، تجهیزات و شریان‌های کشور در مقابل عملیات خصمانه و مخرب دشمن می‌گردد (پیمان و غضنفری، ۱۳۸۶). از نظر واژه شناسی، واژه پدافند از دو جزء «پد» و «آفند» تشکیل شده است. در فرهنگ و ادب فارسی «پاد» یا «پد» پیشوندی است که معانی «ضد، متضاد، پی و دنبال» بوده و هرگاه قبل از واژه‌ای قرار گیرد معنای آن را معکوس می‌نماید واژه «آفند» نیز به مفهوم «جنگ، جدال، پیکار و دشمنی» است (دهخدا، ۱۳۵۱). برخی وجه تمایز بین پدافند عامل و غیرعامل را عامل انسان می‌دانند. به این معنا که پدافند عامل را ابزاری می‌داند که نیاز به مدیریت مستقیم و کاربری انسانی دارد و مشتمل بر ابزار و آلات جنگی، سازمان‌دهی، آموزش مدیریت نیروهاست که در شرایط عدم حضور انسان، آن ابزار به خودی خود فاقد اعتبار است. درحالی که پدافند غیرعامل را امکانات معماری

انفجار بر روی انواع فرم‌های ساختمان نظیر فرم مکعبی، استوانه‌ای، نیم کره‌ای و منشوری پرداخته و در نهایت به این نتیجه رسیده است که علاوه بر اجزای سازه‌ای ساختمان، فرم‌های معماری نیز می‌تواند تأثیر بسزایی در کاهش اثر انفجار بر روی ساختمان‌ها داشته باشد (حسینی، بیطرفان ۱۳۹۲). تحقیق دیگری در زمینه ارزیابی فرم‌ها توسط مهدوی و همکاران (۱۳۹۲) انجام شده است. همانگونه که اشاره گردید، در بیشتر تحقیقات صورت گرفته تأکید بر فرم‌های پایه بدون توجه به کاربری است و کمتر به فرم‌های بیمارستانی پرداخته شده است. بنابراین جنبه نوآوری در این پژوهش ارزیابی فرم‌های بیمارستانی با بهره‌گیری از پدافند غیرعامل است. نتایج نشان می‌دهد که طراحی فرم اصولی و همچنین برخی اصول طراحی معماری داخل ساختمان و خارج ساختمان می‌تواند معماری را در راستای پدافند غیرعامل قرار دهد.

فرآیند پژوهش

در این پژوهش ضمن مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه پدافند غیرعامل، به مطالعه و بررسی کتب، اسناد و مقالات در خصوص نمونه‌ها و روش‌های علمی و تجربی طراحی فرم، مفاهیم و مسائل مرتبط با پدافند غیرعامل و پارامترهای موثر در طراحی فرم و حجم خارجی ساختمان‌های درمانی پرداخته شده است. می‌توان با بررسی و شناخت عوامل موثر بر پدافند غیرعامل این فرضیه را مطرح کرد که با به کار بستن اصول پدافند غیرعامل در طراحی بناهای معماری و اتخاذ روشی مناسب و هوشمندانه می‌توان گزینه‌های مطلوب و بهینه فرمی جهت احداث بنای معماری را شناسایی کرد. همچنین طراحی فرم‌های آیرودینامیک باعث کاهش تخریب در اثر موج انفجار می‌گردد. به نظر می‌رسد خصوصیات یا عوامل زیر تعیین‌کننده‌ی تنوع تأثیرگذاری فرم در برابر امواج انفجاری باشند:

- ۱- نقاط یا رئوس فرمها

۱. مکان امن بودن تمام بنا.
 ۲. برپایی ساختمان در منطقه ایمن.
 ۳. برخورداری از مکان فرود بالگرد.
 ۴. وجود پارکینگ‌های ترابری سبک و ترابری سنگین.
 ۵. سهولت دسترسی به راه‌های حمل و نقل اصلی شهری.
 ۶. ساخت انبارهای امن ویژه ذخیره دارو و تجهیزات اورژانسی.
 ۷. امکان دسترسی و تردد سریع و آسان خودروهای امدادی در بیمارستان.
 ۸. برخورداری از فضاهای امن و تجهیزات کافی جهت افزایش ظرفیت پذیرش بیماران اورژانس در شرایط حداقل تا ۲ برابر شرایط عادی.
 ۹. امکان تخلیه سریع در مواقع اضطراری شامل راه‌های خروج مناسب و دسترسی خوانا و سریع کلیه بخش‌های بیمارستان به راه خروج اضطراری (حسینی، ۱۳۸۲).
- باتوجه به لزوم امن بودن بیمارستان باید در طراحی معماری ساختمان‌ها به دنبال راه‌حلی جهت کاهش آسیب‌پذیری آن‌ها و تلفات انسانی در برابر تهدیدات دشمنان بود. بنابراین ترکیب فرم، نوع و روش چیدمان یا مجاورت احجام در فضاهای مختلف امری مهم و یکی از مراحل بسیار مهم در فرآیند طراحی فضای معماری است. در طراحی معماری جهت انتظام بخشی به فضاهای مختلف عمدتاً از یکی از انواع ترکیب فرم بهره‌گیری می‌شود. انتخاب نوع ترکیب فرم نقش بسیار مهمی در کاهش آسیب‌پذیری و افزایش ایمنی ساختمان‌ها دارد.

فرم معماری و پدافند غیرعامل

فرم صورت یا شکل خارجی شیء که به وسیله اشکال و نحوه ارتباط سطوحی که حدود حجم را تعریف می‌کند معین می‌شود. بررسی فرمهای معماری برای مقاومت در

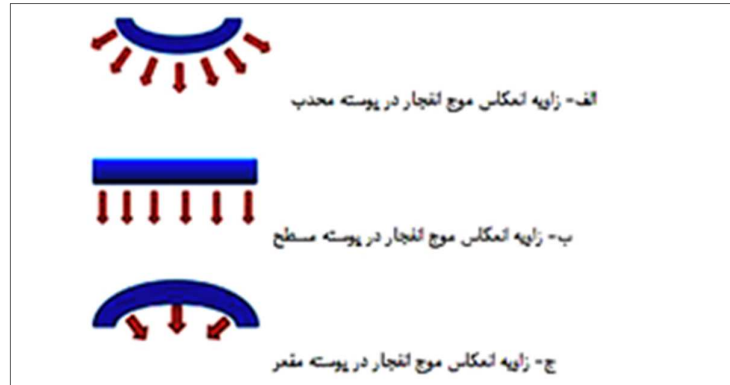
در زمینه مهندسی جنگ می‌داند، به گونه ای که بدون ابراز و توانمندی، نیروهای رزمی و دفاعی را افزایش دهد؛ «مانند پناه گرفتن درون سنگر و یا استقرار در نقاط مرتفع» به نظر وی پدافند غیرعامل نیازی به حضور انسان نداشته و هر کسی آنجا را متصرف شود، راندمان دفاعی بیشتری در جنگ خواهد یافت (اصغریان جدی، ۱۳۷۴). با این رویکرد روانشناسانه به معماری و شهرسازی، بحث ایمنی و امنیت باید در کلیه سطوح برنامه‌ریزی و طراحی، از موضوعات کلان شهرسازی تا معماری و جزئیات فنی مدنظر قرار گیرد. برای مثال اثرات موج انفجار ناشی از بمباران هوایی، نه تنها باید در برنامه‌ریزی کلان یک مجتمع زیستی منظور گردد، بلکه باید در جزئی‌ترین حوزه مهندسی مانند ساخت درب و پنجره و جنس مصالح ساختمان مانند شیشه نیز به صورت همه جانبه و متعادل بررسی شود تا طرح "پایدار" باشد (اصغریان، جدی، ۱۳۸۳). به منظور کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر تهدیدات نظامی، مجموعه‌ای از اقدامات و تدابیر و ملاحظات لازم شامل ایمن‌سازی، مستحکم‌سازی، پیش‌بینی سامانه‌های جایگزین، تسهیل مدیریت بحران در زیرساخت‌ها و مکان‌یابی، در حوزه ساختمان سازی با هدف حفظ ایستایی ساختمان در برابر تهدیدات مربوطه و به حداقل رساندن خسارات سازه‌ای و تلفات جانی، استفاده می‌شود (دفتر مقررات ملی ساختمان، ۱۳۹۱). مباحث مختلفی نیز به منظور امنیت در طراحی ساختمان بیمارستان وجود دارند که که برای حفظ ایمنی ساختمان بیمارستان‌ها در برابر زلزله و آتش سوزی تدوین شده‌اند و رعایت آن‌ها می‌تواند سطح پدافندی بیمارستان را افزایش دهد.

اصول اختصاصی پدافند غیر عامل در ساختمان‌های درمانی

مهمترین معیارها عبارتند از (حسینی، ۱۳۸۲):

خود منحرف ساخته و فرصت وارد شدن نیروی آن‌ها را به توده خود نمی‌دهند، بنابراین استفاده از هرگونه تحدب و قوس در فرم موانعی که احتمال قرارگیری در برابر نیروهای انفجاری را دارند، باعث کاهش صدمات ناشی از انفجار به حداقل می‌شود (تصویر ۱).

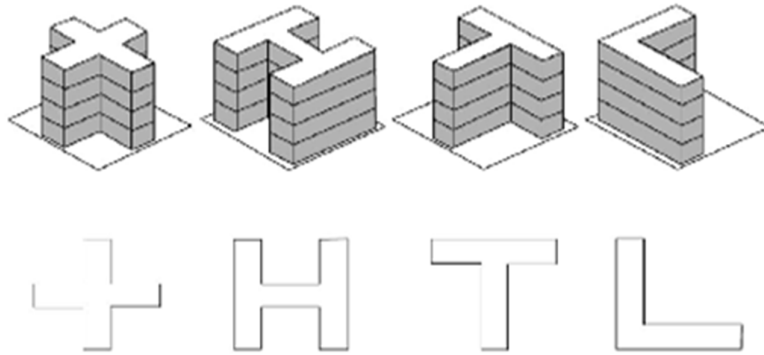
برابر انفجار نشان داده است که فرم‌های محدب بیشتر از پوسته مسطح و پوسته مسطح بیشتر از پوسته مقعر در برابر انفجار مقاومت نشان می‌دهند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲). خصوصیات آئرو دینامیکی مناسب فرم‌های گرد و محدب باعث ایجاد پایداری بیشتر آنها در برابر هرگونه موج می‌شود. این فرم‌ها به راحتی امواج را از



تصویر (۱): زوایای انعکاس موج انفجار در برخورد با فرم‌های مختلف، (منبع حسینی و همکاران ۱۳۹۲)

در طراحی بناهای درمانی تعیین احجام ساختمانی و نحوه سازماندهی، نحوه توضیح و استقرار جز فضاها، ترکیب فضاها پر و خالی و ترکیب محوطه‌ها باید به نحوی باشد که امکان هدایت سریع و مطمئن افراد را به داخل پناهگاه‌های داخل و خارج ساختمان، تسهیل امداد رسانی در کنار کاهش خطرات ناشی از اصابت موج انفجار و ریزش آوار بر سر افراد فراهم شود. چگونگی فرم ساختمان بر میزان خسارات کلی ساختمان تأثیر بسزایی دارد. زاویه‌های بادگیر و المان‌های پیرامونی می‌تواند موج شوک را به دام انداخته و اثر انفجار را تشدید نماید. زاویه‌های باز یا تدریجی نسبت به زاویه‌های بادگیر یا تند تأثیر کمتری دارند. ساختمانهایی با فرم U یا L اثر انفجار را تشدید می‌نمایند (تصویر ۲) به همین دلیل توصیه می‌شود از گوشه‌های بادگیر پرهیز گردد (مبحث ۲۱، ۱۳۹۶).

استفاده از فرم‌های نرم به خصوص اشکال محدب جهت نمای خارجی ساختمان به پایداری در برابر امواج انفجار (بی‌طرفان و فرزام شاد، ۱۳۹۲) و عقب نشستن پله در حجم ساختمان به نحوی که در مجاورت مسیرها حداقل ارتفاع را داشته باشد به حفاظت در برابر ریزش آوار کمک می‌کند (داعی نژاد، ۱۳۸۵). با توجه به تنوع فرم‌ها و اشکال مورد استفاده در پیرامون ما که طراحان آن‌ها را در طرح‌های شان به کار می‌گیرند این کمبود احساس می‌شود که جهت رعایت ملاحظات پدافند غیرعامل عامل، چه فرم‌ها و اشکالی پایداری و مقاومت (با توجه به پیش‌مقاله مصالح ثابت و یا سطح مقطع ثابت و یا حجم ثابت و یا...) در برابر اثرات انفجار است. انتخاب شکل و فرم، مناسب ساختمان در پلان و ارتفاع می‌تواند تأثیر بسیار زیادی در بهبود رفتار سازه در زلزله داشته و از آسیب‌های وارده بکاهد.



تصویر (۲): فرم‌های مخاطره آمیز در طراحی بیمارستان (F. E. M. A. , 1988)

مبانی طراحی فرم بیمارستان

از نظر پدافند غیرعامل فرمی مطلوب است که علاوه بر رعایت و انطباق با شرایط اقلیمی و فرهنگی و فنی در برابر حوادث و خطراتی مانند انفجار در محیط پیرامون نیز بتواند از خود پایداری و مقاومت نشان دهد، بصورتی که اگر در خارج از ساختمان انفجاری رخ دهد تاثیر موج فشاری به سطوح خارجی ساختمان باعث شکست عناصر باربر، دیوارها، عناصر نما و شیشه‌ها نشده و همچنین چنان که موج تابشی در جهت بازشوها ادامه یابد، داخل ساختمان نشده و باعث تخریب سقف‌ها و طبقات نگردد. در انفجارهای بیرون از ساختمان، جداره خارجی ساختمان اولین سد دفاعی در برابر امواج و ترکش‌های منتشره است و طراحی مناسب آن نقش مهمی در کاهش آسیب‌پذیری ساختمان و کاهش تلفات انسانی دارد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲).

فرم و تاثیر حجم خارجی ساختمان همانطور که قبلاً نیز اشاره شد هر آنچه که موجب تسهیل حرکت موج و عدم ایستادگی در برابر آن گردد اثر تخریبی موج انفجار را کاهش می‌دهد و بهتر است از شکل‌ها و فرم‌ها و احجامی استفاده شود که عملکرد آیرودینامیکی در برابر موج انفجار داشته باشند. براساس نتایج یک تحلیل نرم افزاری مشاهده می‌شود که با وقوع انفجاری مشابه و با

فاصله‌ی یکسان از اشکال کمترین ضربه به اشکال دایره و بیشترین ضربه به مستطیل خطی وارد می‌گردد (عراقی‌زاده، ۱۳۹۰).

در احجام نیز شکل استوانه‌ای سهموی به دلیل عملکرد آیرودینامیک بهتر، متحمل کمترین ضربه می‌گردد و ضعیف‌ترین حجم مربوط به مکعب می‌باشد. همچنین وجود فضاهای مرکزی بسته در درون ساختمان‌ها موجب محبوس شدن موج انفجار شده و اثر مخرب آن را تشدید می‌نماید در این صورت آسیب‌پذیری در برابر موج انفجار افزایش می‌یابد. شکل خارجی ساختمان تاثیر بسزایی در برابر موج پیش‌رونده ایفا می‌کند. هرچه نسبت ارتفاع به حجم ساختمان بیشتر باشد پایداری آن در برابر فروریختن کامل کمتر می‌شود، لذا هرچه ساختمان در سطح گسترده‌تری باشد از پایداری بیشتری برخوردار می‌گردد از طرفی گسترده نمودن ساختمان در سطح و استفاده از درز انقطاع امکان موفقیت دشمن در یک بار تهاجم را کاهش داده و او را مجبور به تکرار حملات برای تخریب کامل ساختمان می‌نماید و این دستاورد پدافند غیر عامل مبنی بر بالا بردن هزینه تهاجم دشمن می‌باشد (عراقی‌زاده، ۱۳۹۰).

مقاومت یک ساختمان در برابر موج انفجار بستگی به شکل و فرم، تعداد دریچه‌ها و بازشوها، قدرت و جنس

ساختمان در پایداری و تاثیر انفجار بسیار موثر است. هر قدر نسبت پوسته خارجی ساختمان به زیر بنای آن کوچکتر باشد، انتقال امواج کمتری خواهد داشت. توصیه می‌شود در ساختمان‌های با اهمیت زیاد ساختمان به صورت متراکم طراحی شده و از مقدار سطح پوسته خارجی (نسبت به سطح زیر بنای آن) کاسته شود.

جهت‌گیری ساختمان نسبت به محیط پیرامون و فضای باز در تاثیر انفجار بر فرم و عوامل موثر بر پایداری فرم‌ها بسیار موثر است. جهت‌گیری مناسب به این معنی است که جدارهای ساختمان نسبت به محیط پیرامون و فضای باز دارای کمترین سطوح آسیب‌پذیر باشد. برای مقابله با آثار انفجار در حجم و فرم ساختمان باید از گوشه‌های با زاویه تیز در طبقات همکف و اول اجتناب شود (تصویر ۳).

ساختمان دارد. به طور مثال در مورد شکل و فرم یک ساختمان باریک و طویل اگر از قسمت باریک خود در معرض موج انفجاری قرار گیرد خسارت کمتری خواهد دید تا از قسمت پهن در معرض موج قرار گیرد. در رابطه با انفجار و تاثیر آن بر حجم و فرم ساختمان می‌توان تاکید کرد که فرم‌های افقی و خوابیده در مرحله اول و فرم‌های با تناسب مساوی در مرحله دوم نسبت به فرم‌های عمودی و ایستاده دارای مقاومت و پایداری بیشتری است، زیرا افزایش ارتفاع از سطح زمین و فرم‌های کشیده مرتفع باعث آسیب‌پذیری بیشتر در برابر انفجار می‌شود. همچنین می‌توان برای عبور موج انفجار از فرم‌های نرم (آیرودینامیک) استفاده نمود زیرا فرم‌های هندسی و غیر آیرودینامیک باعث افزایش تخریب در اثر موج انفجار می‌گردد. حجم کلی و فرم



تصویر (۳): پرهیز از گوشه‌های تیز در گوشه‌ها و طبقات همکف و اول، (سازمان پدافند غیرعامل کشور، ۱۳۹۲)

برابر اثرات انفجار می‌تواند در کاهش مصدومیت‌های بریدگی شیشه در فضاهایی که مستقیماً در برابر انفجار نیستند، مؤثر واقع شود. با توجه به خطر شکست و پرتاب قطعات سطوح شیشه‌ای به اطراف، باید بین نماهای شیشه‌ای و فضای بیرونی یک فضای حایل ایجاد گردد. این فضای حایل ممکن است به صورت انواع بالکن باشد. یکی از راه‌های کاهش مصدومیت‌های ناشی از از بریدگی شیشه، کاهش تعداد و ابعاد پنجره‌ها است. در صورت استفاده

بازشوها

به دلیل اجتناب ناپذیر بودن استفاده از پنجره و بازشو در اکثر نماهای اصلی ساختمان لازم است از ریخته شدن شیشه‌ها با کوچک نمودن قاب پنجره‌ها، استفاده از شیشه‌های نشکن، ساخت قاب عمیق برای پنجره‌ها، عقب نشینی نمای شیشه‌ای نسبت به معبر، تبدیل پنجره‌های دارای شیشه به گشودگی در جدار بیرونی و یا ایجاد نماهای دوجداره اقدام نمود. طراحی پنجره‌ها با هدف حفاظت در

نباید حالت موقت و ناپایداری داشته باشد که در این صورت در صورت وقوع انفجار این عناصر باعث تشدید خسارت و آسیب می‌گردد. همچنین از نظر روانی نیز پیش‌آمدگی نباید در بیننده تصور جدا شدن از بدنه ساختمان القا شود را داشته باشند (تصویر ۴).

در فرم‌هایی که طبقات بیمارستان بصورت پلکانی طراحی و ایجاد می‌گردد میزان آسیب نیز می‌تواند به مقدار زیادی کاهش یابد لذا باید در طراحی فرم اهمیت زیاد از فرم مورب یا پلکانی به منظور کنترل خطر ریزش آوار به فضای باز استفاده شود (تصویر ۵).

دیوارهای ضد انفجار، استفاده از پنجره‌های کمتر یا کوچکتر موجب می‌شود که موج انفجار کمتری وارد ساختمان شود، بنابراین به کاهش خسارات داخلی و مصدومیت‌ها منجر می‌گردد. از آنجا که طبقه همکف ساختمان قسمت اتصال به زمین یا کف پیاده‌رو است، طبقه همکف اهمیت ویژه‌ای در مقابله با آثار انفجار دارد. از این رو نما و فرم این قسمت دارای اهمیت زیادی است و مصالح مورد استفاده در این قسمت باید نسبت به بقیه ساختمان با دوام‌تر و مستحکم‌تر باشد. به دلیل اهمیت و تاثیر انفجار در نمای بیمارستان‌ها، وجود تراس‌ها و بالکن‌ها



تصویر (۴): پرهیز از تراس‌ها و بالکن‌های ناپایدار با گوشه‌های تیز (سازمان پدافند غیرعامل کشور، ۱۳۹۲)



تصویر (۵): فرم مورب یا پلکانی جهت کنترل ریزش آوار (سازمان پدافند غیرعامل کشور، ۱۳۹۲)

شدت فشار منعکس شده بر سطح یک ساختمان مدور کمتر از یک ساختمان مسطح است. هنگام استفاده از سطوح منحنی، فرم‌های محدب به فرم‌های مقعر برتری دارند. در صورتی که توده ساختمان‌ها بر روی پیلوت‌هایی که حداقل از سه طرف شفاف باشند، احداث شوند، این گونه پیلوت‌ها به تخلیه سریع نیروهای انفجاری از زیر ساختمان کمک نموده و آثار تخریبی نیروهای انفجاری

وجود فضاهای پر و خالی در برابر آثار انفجار می‌تواند تاثیرگذار باشد و حتی در مواردی به کمک کاهش شدت و بازگشت امواج می‌تواند از میزان آسیب به ساختمان بکاهد. در صورت استفاده از فضاهای پر و خالی در فرم اصلی ساختمان می‌بایست دقت کافی در پیشگیری از تشدید موج انفجار در یک نقطه خاص از ساختمان انجام پذیرد (تصویر ۶).

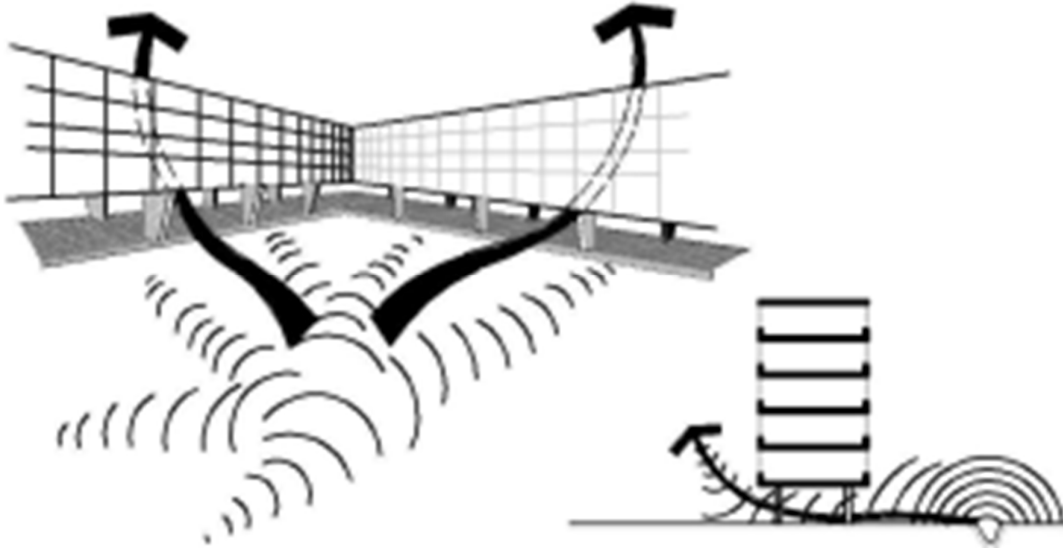
لازم است از میان فرم‌های مذکور فرم بهینه انتخاب گردد لذا با در نظر گرفتن جمیع جهات " فرم هرم و پس از آن فرم مخروط " پیشنهاد می‌گردد. با توجه به نتایج المان محدود انجام شده توسط فرم مخروطی جز دسته فرم‌های خیلی سازگار و دو فرم نیم کروی و فرم هرمی در دسته فرم‌های سازگار از منظر دفاع غیر عامل قرار گرفتند. فرم مکعبی جز فرم ناسازگار از منظر دفاع غیر عامل قرار گرفته است (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۳).

بر حجم توده و در فضای باز را به میزان زیادی مهار می‌نمایند (تصویر ۷).

میزان تنش ماکزیمم و مساحت آن در فرم مخروطی نیز کمتر از فرم کروی است که این عوامل می‌تواند باعث جذب کمتر انرژی انفجار در فرم مخروطی نسبت فرم کروی گردد و در نتیجه فرم مخروطی سازگارترین فرم پایه از منظر دفاع غیر عامل است. از آنجا که انتخاب فرم ساختمان بایستی توجه فنی و اقتصادی نیز داشته باشد،



تصویر (۶): فضاها پر و خالی (سازمان پدافند غیرعامل کشور، ۱۳۹۲)



تصویر (۷): تخلیه سریع نیروهای انفجاری از فضای پیلوت باز (مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان، ۱۳۹۱)

سازای انفجاری فرم هرمی، در زمره فرم‌های سازگار قرار گرفته است همچنین فرم مخروطی در بین فرم‌های دیگر

با توجه به نتایج المان محدود انجام شده توسط (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به نیرو به وجود آمده در مدل

نتیجه گیری

منظور از پدافند غیرعامل مجموعه اقداماتی است که بدون نیاز به کاربرد تجهیزات نظامی و صرفاً بر مبنای برنامه‌ریزی و طراحی معماری و بدون نیاز به عامل انسانی و با ارائه تمهیداتی جهت مشخصات فرم ساختمان، احجام و المان‌های پیرامون، نماها، بازشوهای خارجی و سیرکولاسیون داخلی، در پی محدود نمودن آسیب‌های ناشی از انفجار تهدیدات نظامی، بهبود قابلیت‌های فضای کالبدی به منظور تامین محافظت از جان افراد و به حداقل رساندن تلفات جانی ناشی از خطر انفجار است. با توجه به تشابه‌هایی که در برخی انواع خطرات طبیعی و تهدیدات انسان ساز یافت می‌شود، جهت کاهش خطرپذیری می‌توان با ارزیابی خطرات بالقوه در هر مکان، تمهیدات بهینه پدافند غیرعامل را جهت کاهش خطرپذیری انواع خطرات و سوانح در نظر گرفت، مانند کاهش خسارات ناشی از زلزله و لرزش موج انفجار بمب تعامل میان تمهیدات پدافند غیرعامل در مقابل تهدیدات انسان ساز از یک سو و هم پوشانی آن با دیگر خطرات طبیعی مانند زلزله از سوی دیگر، می‌تواند به پایداری معماری منجر شود.

بدین ترتیب با استفاده از اصول پدافند غیرعامل در برنامه‌های جامع مدیریت بحران می‌توان با بکارگیری اقدامات موثر از قبیل طراحی فرم‌های آیرودینامیک، نماهای دو پوسته‌ی مقاوم در برابر موج انفجار در مرحله آمادگی قبل از بحران، به میزان زیادی از شدت و گستردگی خسارات و تلفات ناشی از خطرات کاست.

در این مقاله ضرورت‌ها و اولویت‌های انتخاب فرم مناسب بیمارستان، ویژگی‌های نماها و سطوح پیرامونی بنا، مباحث مربوط به جزییات طراحی فرم بر اساس اصول پدافند غیرعامل در بیمارستان مورد بحث قرار گرفت. استفاده از فرم‌های محدب در حجم کلی ساختمان، استفاده حداکثر از شیب زمین، عناصر محوطه و فضای سبز برای ایجاد جان پناه و حائل از جمله تمهیدات طراحی

در رتبه اول قرار گرفته است و به عنوان سازگارترین فرم از منظر دفاع غیرعامل است. علت این موضوع می‌تواند کاهش سطح مقطع آن با افزایش ارتفاع باشد. به طور خلاصه نتایج زیر جهت طراحی فرم بیمارستان با رویکرد پدافند غیر عامل ارائه شده است:

۱. آیرودینامیک بودن فرم پایه‌ی پلان.
۲. انتخاب شکل و فرم مناسب بیمارستان در پلان و ارتفاع.
۳. استفاده از لبه‌های منحنی و پرهیز از ایجاد گوشه‌های تیز.
۴. انتخاب جنس مصالح جداره‌ها از مواد مقاوم در برابر انفجار مثل بتن مسلح.
۵. هنگام استفاده از سطوح منحنی، فرم‌های محدب به فرم‌های مقعر برتری دارند.
۶. از فرم مورب یا پلکانی به منظور کنترل خطر ریزش آوار به فضای باز استفاده شود.
۷. جهت گیری ساختمان نسبت به فضای باز پیرامون بر تاثیر انفجار بر فرم بسیار موثر است.
۸. جانمایی پراکنده حجم‌ها به صورت چند توده مجزا به دلیل کاهش آسیب‌پذیری.
۹. عقب نشستن پله پله‌ای در حجم به نحوی که در مجاورت مسیرها حداقل ارتفاع را داشته باشد.
۱۰. نسبت پوسته خارجی ساختمان به زیر بنای آن کوچکتر باشد، انتقال امواج کمتری خواهد داشت.
۱۱. قرار دادن توده ساختمان‌ها بر روی پیلوت‌هایی که حداقل از سه طرف شفاف باشند آثار تخریبی نیروهای انفجاری بر حجم توده و در فضای باز را به میزان زیادی مهار می‌نمایند.

امن و پناهگاه برای حفظ عملکرد و تداوم خدمات رسانی بیمارستان‌ها و حفظ جان کارکنان و بیماران و سانحه‌دیدگان مخاطرات، در مواقع بحران ضروری است.

است که می‌تواند نقش مهمی در کاهش تأثیرات انفجار و آسیب‌ها و تخریب‌های ثانویه باشد. توجه به پیش‌بینی و ساماندهی فضاهای چندمنظوره با قابلیت تبدیل به فضای

منابع

خارجی از منظر پدافند غیر عامل. نشریه علوم، تحقیقات و فناوری پدافند غیر عامل، ۱.

حسینی، سیدباقر، بی طرفان، مهدی (۱۳۹۲). **ارزیابی انواع ترکیب فرم‌های معماری از منظر پدافند غیر عامل با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)**. فصلنامه انجمن علمی پدافند غیر عامل ایران.

دفتر مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۱). **مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان، پدافند غیر عامل**. تهران، نشر توسعه ایران.

دهخدا، علی اکبر (۱۳۵۱). **لغت نامه دهخدا**. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، جلد چهارم ص ۴۸-۴۷.

صفا، پیمان و غضنفری‌نیا، سجاد (۱۳۸۶). **استحکامات و سازه‌های امن**. انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر، چاپ اول، تهران.

مهدوی، فرناز، ابادزلو، سجاد و خاکپراقی، بهرننگ (۱۳۹۳). **ارزیابی فرم‌های پایه ساختمان‌ها از منظر پدافند غیر عامل**. دومین کنگره بین المللی سازه، معماری و توسعه شهری، تبریز، دبیرخانه دائمی کنگره بین المللی سازه، معماری و توسعه شهری،

Federal Emergency Management Organization Agency, F. E. (1988). 150:Seismic Considerations-Health care

facilities. Washington,D. C. : F. E. M. A.

اصغریان جدی، احمد (۱۳۷۴). **دفاع غیر عامل در ارگک بهم**، مجموعه مقالات کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران، ارگک بهم کرمان، سازمان میراث فرهنگی کشور تهران، جلد دوم.

اصغریان جدی، احمد (۱۳۸۳). **الزامات معمارانه در دفاع غیر عامل پایدار**. پایان نامه دکتری، دانشکده معماری دانشگاه شهید بهشتی.

بی طرفان، مهدی، فرزام شاد، مصطفی (۱۳۹۲). **معماری همساز با دفاع غیر عامل**. تهران، بوستان حمید.

حاجی ابراهیم زرگر، اکبر، مسگری هوشیار، سارا (۱۳۸۶). **پدافند غیر عامل در معماری راهکاری جهت کاهش خطرپذیری در برابر سوانح**. سومین اجلاس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیر مترقبه، تهران، شرکت کیفیت ترویج.

حسینی، سید بهشید (۱۳۸۲). **الزامات پدافند غیر عامل در معماری بناهای درمانی**. دومین پودمان آموزش مدیران دفاتر فنی دانشگاه‌های علوم پزشکی کشور.

حسینی، سید باقر، بی طرفان، مهدی و هاشمی فشارکی، سیدجواد و فرزام شاد، مصطفی (۱۳۹۲). **بررسی تاثیر انفجار بشکل (فرم) جداره خارجی ساختمان‌ها و ارزیابی جنس مصالح جداره**