فصلنامه پژوهش‌های حفاظتی ـ امنیتی دانشگاه جامع امام حسین(علیه‌السلام)
سال سوم، شماره‌ی ۲ (تابستان ۱۳۹۳): صص ۴۷ – ۷۰

چک لیست ارزیابی شیوه طراحی ساختمان‌های نظامی و انتظامی به‌منظور مقابله با اقدامات خرابکارانه

کاظم افرادی[۱]
حسن احمدی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۲۹

چکیده

یکی از اقداماتی که امنیت و ایمنی ساختمان‌های ستادی نظامی و انتظامی را تهدید می‌کند، اقدامات خرابکارانه و تروریستی است. عملی شدن این تهدیدات به نوعی تزلزل امنیتی محسوب می‌شود و عملکرد واحدهای مهم نظامی و انتظامی را دچار اختلال می‌نماید. پژوهش حاضر با توجه این مسئله و با هدف «تدوین چک لیست ارزیابی شیوه طراحی» به بررسی تهدیدات و راهکارهای طراحی قابل توجه در هر یک از بخش‌های یک ساختمان ستادی می‌پردازد. این پژوهش کاربردی و شیوه آن توصیفی – تحلیلی است. نتیجه پژوهش نشان می‌دهد که می‌توان چک لیستی برای ارزیابی شیوه طراحی هر ساختمان در قالب معیارهای «سازه، پلان، منافذ، راهروها، سیرکولاسیون بخش‌های مختلف، طبقات، مصالح، نما، بام، تأسیسات، مبلمان واپایش امنیتی» تدوین نمود. انطباق این چک لیست بر شرایط یک ساختمان مدیریتی پدافندی به عنوان مطالعه موردی، نشان داد که ساختمان مذکور نسبتاً در برابر تهدیدات امنیتی و ایمنی مقاوم است.

کلید واژه‌ها: *ساختمان‌های نظامی و انتظامی، اقدامات خرابکارانه، راهکارهای طراحی، چک لیست ارزیابی*

۱- کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، ایران Kazem55@ymail.com
۲- استادیار گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه گیلان، ایران hamed@guilan.ac.ir

۱- مقدمه

امروزه یکی از روش‌های مقابله دشمن با نیروهای نظامی و انتظامی داخلی، انجام «*عملیات خرابکارانه و تروریستی*» است. در این روش نیروهای دشمن به حالت ناشناس، جنگی نابرابر را با هدف ایجاد ترس، اغتشاش و نقص در عملکرد سازمان‌های نظامی و انتظامی شکل می‌دهد. پس از حادثه ۱۱ سپتامبر، حمله به ساختمان‌های نمادین[1] یکی از اهداف جذاب برای تروریست‌ها شده است. این گونه رویکردها تروریسم مدرن را تغییر داده و واقعیت این است که بسیاری از مسئولان و شهروندان در برابر این حربه آسیب پذیرند (Remennikov, 2003: 2). مقابله با این تزلزل امنیتی، مستلزم پیش بینی یک سری اقدامات در طراحی سازه ساختمان‌های کلیدی، خصوصاً ساختمان‌های ستادی نیروهای انتظامی و نظامی کشور است. با توجه به مسئله ذکر شده، هدف پژوهش حاضر «ارائه یک سری راهکارهای طراحی در معماری ساختمان‌های نظامی و انتظامی» است. روش پژوهش حاضر توصیفی–تحلیلی است و بر مبنای راهکارهایی که بر اساس آن ارائه می‌شود، می‌توان «چک لیستی به منظور ارزیابی شیوه طراحی ساختمان‌ها» تهیه نمود و در صورت نیاز اقدامات ایمنی و امنیتی لازم را انجام داد. در انتهای پژوهش راهکارهای ارائه شده در قالب یک چک لیست خلاصه می‌شوند و برای ارزیابی پایداری یک *ساختمان مدیریتی پدافندی، به عنوان مطالعه موردی پژوهش*، به کار برده می‌شوند.

۲- بخش‌های حائز اهمیت یک ساختمان:

به منظور مقابله با تهدیدات امنیتی و ایمنی لازم است تهدیدات قابل وقوع و متقابلاً راهکارهای طراحی مرتبط با هر کدام از بخش‌های یک ساختمان مورد شناسایی قرار گیرند. در پژوهش حاضر این بخش‌ها در قالب (شکل ۱) به ترتیب مورد بررسی قرار می‌گیرد:

شکل ۱- بخش‌های یک ساختمان که در پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد (نگارندگان).

1. Icon Building

۲-۱- سازه ساختمان:

انفجار و اثرات مخرب ناشی از آن به عنوان شایع‌ترین تهدید حفاظتی و امنیتی، ماهیتی متغیر و غیرقابل پیش بینی دارد. هدف نیروهای خرابکار از حمله به یک ساختمان، وارد آوردن حداکثر تلفات انسانی و مالی به آن است (شکل ۲). یکی از ضعف‌های ساختمانی که آن‌ها را به این مقصود نزدیک‌تر می‌نماید، فروریخت و تلاشی اسکلت ساختمان است. اصولاً می‌توان ساختمان‌ها را از نظر سازه‌ای به دو الگوی اسکلت‌دار و بدون اسکلت تقسیم نمود که بالطبع، الگوی اسکلت دار در برابر تهاجم پایدارتر است. تخریب ساختمان‌های اسکلت‌دار کمتر به صورت متلاشی‌شدن کل سازه رخ می‌دهد. بلکه بیشتر بسته به شیوه ساخت اسکلت، چند حالت کلی رخ می‌دهد:

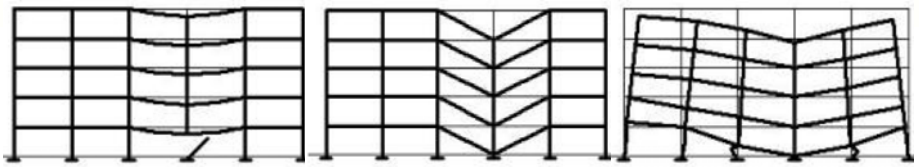
بخشی از اسکلت آسیب دیده و بقیه اسکلت سالم می‌ماند.

بخشی از اسکلت آسیب می‌بیند و به علت فشار توده ساختمانی بقیه اسکلت به زیر کشیده می‌شود.

این حالت هم که بیشتر بر اثر انفجار بسیار قوی به وجود می‌آید واژگونی اسکلت ساختمان (آوار یکجا) به سمت معبر یا ساختمان‌های مجاور است.

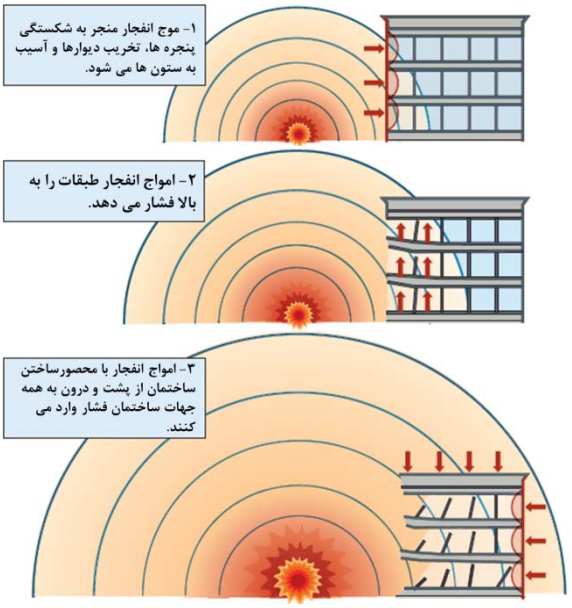
شکل ۲- تخریب برج الخبر (ساختمان ۱۳۱) در عربستان سعودی به عنوان مقر پرسنل نظامی کشورهای خارجی، در سال ۱۹۹۶ در یک حمله تروریستی (سایت ویکی پدیا).

انفجار با اعمال بارگذاری شدید در مدت زمان کوتاه، ظرفیت ایجاد خسارت و تلفات زیاد در انواع سازه‌ها را ایجاد می‌کند. به طوری که می‌تواند موجب خرابی پیش رونده بشود. خرابی پیش رونده بیانگر گسترش خرابی موضعی ناشی از انفجار است که به وقوع خرابی در کل یا قسمت بزرگی از ساختمان می‌انجامد. (شکل ۳). افزایش قدرت تخریبی بمب یا کاهش فاصله حائلی به ترتیب می‌تواند موجب آسیب به یک ستون، بخشی از اسکلت و کل اسکلت ساختمان شود (رهگذر و سروقد مقدم، ۱۳۹۰: ۲۷).



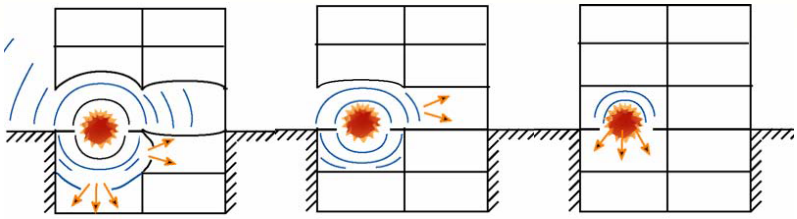
شکل ۳- حالت‌های مختلف آسیب‌پذیری اسکلت در برابر انفجار (Herbert, 2005: 92).

درصورتی که یک شیء انفجاری در بیرون ساختمان توسط نیروهای انتحاری منفجر گردد، بسته به قدرت آن و فاصله محل انفجار تا ساختمان و البته استحکام سازه سه مرحله به‌وقوع خواهد پیوست (شکل ۴).



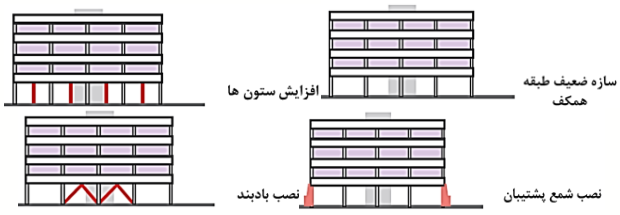
شکل ٤- اثر انفجار بر اسکلت ساختمان (FEMA, 2003: 29).

در صورتی که شیء انفجاری در داخل ساختمان کار گذاشته شده باشد به ترتیب به سقف، کف و دیوارها فشار می‌آورد، آن‌ها را خم کرده و در نهایت شکستگی شیشه‌ها و تخریب طبقات بالایی و زیرین را در پی خواهد داشت (شکل ۵).



شکل ۵- نحوه آسیب‌رسانی انفجار درون ساختمان به سازه (FEMA, 2003: 30).

برای مقابله با تخریب اسکلت ساختمان در برابر انفجار می‌توان ستون‌های بیشتری در اسکلت[1] کار گذاشت تا فشار امواج انفجار در یک نقطه متمرکز نشده و به وسیله سایر ستون‌ها در جهات مختلف توزیع شود؛ در این صورت می‌توان انتظار داشت، نسبتاً ساختمانی مقاوم در برابر موج انفجار[2] به وجود آمده باشد. می‌توان با کار گذاشتن بادبند میان ستون ها، شمع گذاری و افزودن ستون‌ها در طبقه همکف خطر تخریب اسکلت ساختمان بر اثر انفجار را کاهش داد (شکل ۶). سه مورد دیگر از راهکارهای کاهش احتمال تخریب یکجای ساختمان در برابر انفجار، اجتناب از جانمایی سازه‌های نمایان (ستون‌ها در بخش‌های بیرونی ساختمان) استفاده از دیوارهای بتونی مستحکم (برای تقویت باربری ستون‌ها و کاهش سرعت فروپاشی ساختمان و حجم آوار) و استفاده از میل‌گرد و توری در احداث دیوارها است.



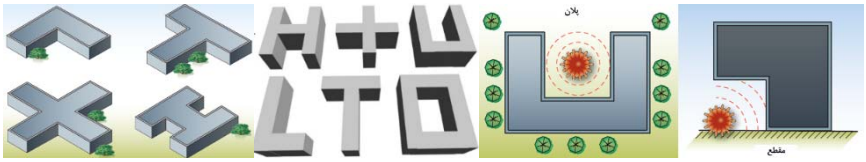
شکل ٦- اقدامات مختلف برای استحکام بخشی طبقه همکف (FEMA, 2005: 20).

۲-۲- پلان ساختمان:

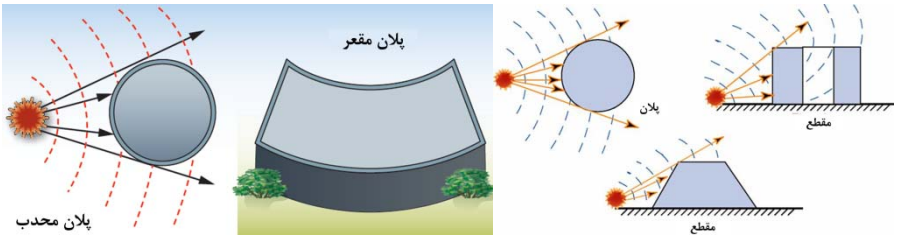
طراحی پلان ساختمان باید طوری باشد که از ایجاد پلان‌ها به‌شکل‌های U، T، V، X، Y، O، H، +، گوشه‌دار، تورفته، مقعر، نمای مستلزم ایجاد طاق، نمای دارای برآمدگی و پیش‌آمدگی و سایر اشکال پیچیده اجتناب شود. این پلان‌ها با انباشته‌سازی آتش و توده صوتی در یک نقطه، شدت انفجار را چند برابر

1. Redundancy in Frame Construction
2. Blast Resistant Building

می‌نمایند (شکل ۷). در مقابل، ساختمان‌های با پلان محدب، کروی، صاف و نوک تیز اثر تخریبی انفجار را کاهش می‌دهند (شکل ۸).



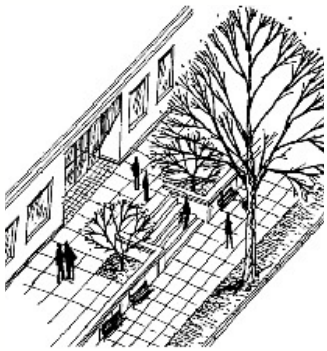
شکل ۷- امواج انفجار در گوشه‌های موجود در برخی پلان‌ها چند برابر می‌گردد (FEMA, 2003: 51).



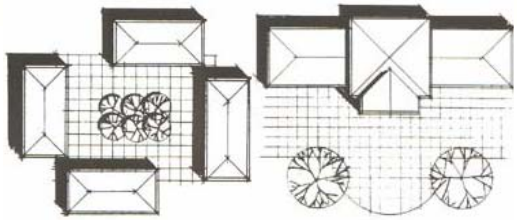
شکل ۸- فرم‌هایی که امواج انفجار را کمتر جذب می‌نمایند (FEMA, 2003: 51)

۲-۳- منافذ ساختمان

۲-۳-۱- *ورودی و آستانه:* ورودی ساختمان، شخصیت بخش است و باید طوری باشد که در حالت عادی تصویر ذهنی مثبتی را نسبت به ساختمان ایجاد کند (شکل ۹). در عین حال آستانه و محوطه مقابل ساختمان نباید به گونه‌ای باشد که با نشان دادن اهمیت ساختمان، جلب توجه نماید (شکل ۱۰).

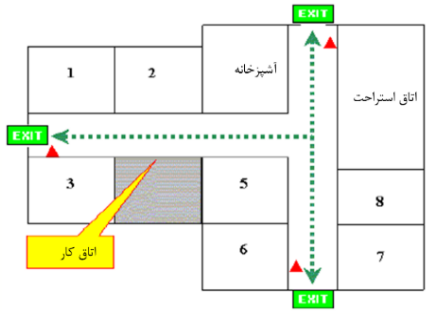


شکل ۹- ورودی زیبا می‌تواند شخصیت‌ساز ساختمان باشد (Department of the Army, 2004: 205).



شکل ۱۰- محوطه‌آرایی تصویر سمت راست از آنجا که نشانی از برتری و اهمیت را در خود ندارد، مناسب‌تر هست (US Army, 2012: 209)

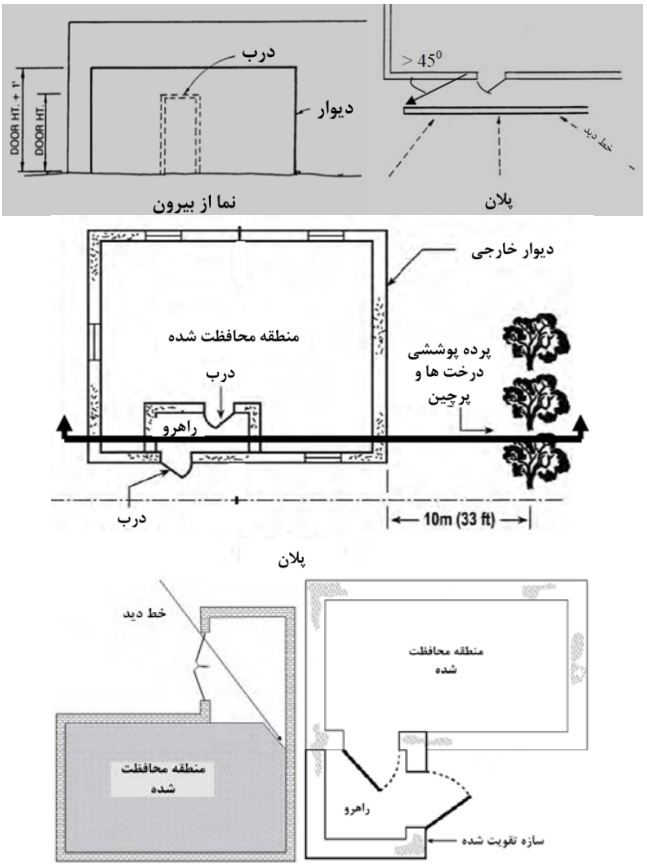
۲-۳-۲- *درب‌ها:* از حیث ایمنی، ساختمان باید دارای –حداقل- دو ورودی و خروجی استاندارد مطابق تعداد طبقات و تعداد ساکنان در ساختمان به منظور افزایش سرعت حرکت و جابجایی باشد. برای ساختمان‌های مهم‌تر می‌توان درب پشتی هم طراحی نمود. محل‌ها و راه‌های خروج ایمن و مسیر امداد رسانی در ساختمان باید طوری تعبیه شود که علاوه بر هدایت کارکنان و ساکنان به مکان امن (در هنگام آتش سوزی)، در صورت وقوع انفجار نیز امکان یاری رسانی به آن‌ها فراهم باشد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- خروجی‌های اضطراری ساختمان در مواقع آتش‌سوزی باید مشخص و کافی باشند (Queensland Government, 2008: 3)

از منظر امنیتی، موقعیت ورودی ساختمان باید به صورتی باشد که دید به درون ساختمان محدود شود. ایجاد هشتی و راهروهای غیرمستقیم و واپایش شده با مصالح مستحکم در این زمینه توصیه می‌شود. علاوه بر این، حداقل سازی ابعاد درب ورودی تا اندازه‌ای که با الزامات اورژانسی و امداد و نجات تداخل نداشته باشد، گزینه‌ای برای کاهش دید به داخل ساختمان محسوب می‌شود. استفاده از دیوار بتونی مستحکم برای هشتی، نصب دیوارهای موقتی با فاصله کمی از مسیر ورودی و جانمایی درب داخلی با زاویه خاص از جمله پیشنهادات دیگر در این زمینه است (شکل ۱۲). بالا آوردن ارتفاع طبقه همکف به اندازه ۱.۲۰سانتیمتر از

سطح زمین به منظور جلوگیری از ورود مستقیم و سریع به داخل ساختمان و ایجاد طاق‌ها و گنبدها به عنوان دو سازه‌ای که اثر انفجار را کاهش می‌دهند (US Air Force Taskforce, 2005: 34)، از جمله دیگر موارد قابل توجه برای داشتن یک ساختمان با ورودی ایمن است.

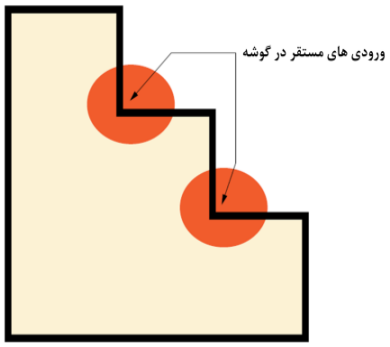


شکل ۱۲- پلان و نمای حفاظ درب (ردیف اول)؛ پلان ساختمان محافظت شده با درختان و ملاحظات ورودی (ردیف دوم)؛ راهرو محافظت شده و نحوه تنظیم ورودی برای کاهش دید (ردیف سوم) (US Air Force Taskforce, 2005: 34) (DoD, 2008: 100).

همچنین باید از ایجاد ورودی در گوشه ساختمان[1] به منظور جلوگیری از انباشتگی نیروی انفجار و آسیب رسانی بیشتر آن، اجتناب شود (شکل ۱۳). توصیه می‌شود در عین اینکه ورودی‌های متعددی برای

1. Re-entrant Corners

ساختمان با هدف فرار در مواقع بحرانی تعبیه می‌شود؛ به منظور واپایش افراد، صرفاً اجازه تردد از طریق یک درب صادر شود.



شکل ۱۳- اجتناب از قرار دادن ورودی‌ها در گوشه ساختمان (US Air Force Taskforce, 2005: 31)

در این ساختمان‌ها می‌توان با به‌کارگیری سایبان و راهرو(کولوناد) امکان بیشتری را برای محافظت افراد، کاهش دید به درون ساختمان و استحکام بیشتر سازه ضمن در امان ماندن از شرایط نامساعد آب و هوایی به وجود آورد.

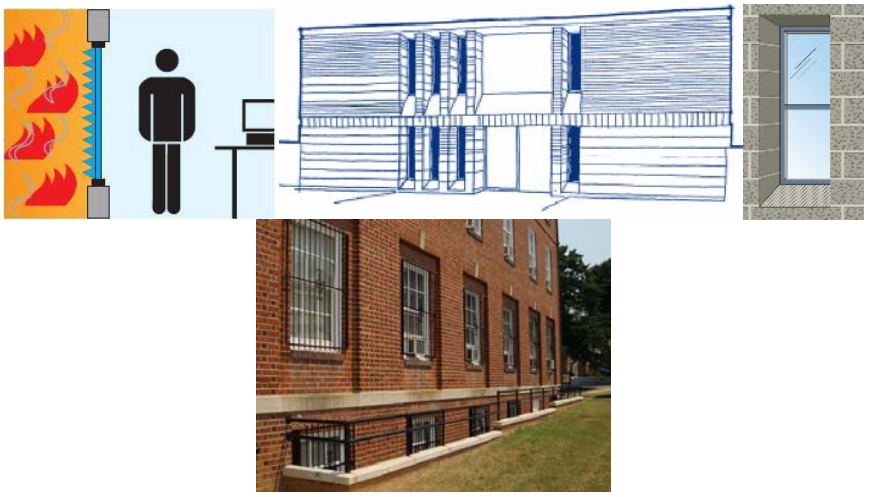
۲-۳-۳- *پنجره‌ها:* برای ایجاد چشم‌های ناظر برای ساختمان و رصد وضعیت بیرون، باید پنجره‌ها را در تمام جهات ساختمان نصب نمود؛ به صورتی که هیچ نمایی با دیوارهای صلب و بدون پنجره وجود نداشته باشد. اما در موارد لازم می‌توان برای حفاظت بیشتر، تعداد پنجره‌ها در نمای ساختمان را در حداقل، پیش بینی کرد.

کاهش نمای شیشه‌ای تا ۱۵ درصد سطح نما (US Air Force Taskforce, 2005: 33) و استفاده از شیشه‌های چندلایه نشکن و مقاوم (ضدضربه[۱]، ضدحریق[۲]، ضدعبور، ضداغتشاش، ضدگلوله، ضدانفجار) به

۱- شیشه‌های ضدضربه، شیشه‌های چند لایه هستند که مطابق با نیاز خاص و بر پایه محاسبات مهندسی طراحی و تولید می‌شوند. در ساختمان‌های تجاری، اداری، بانک‌ها، ساختمان‌های مسکونی، فرودگاه‌ها، ویترین‌ها، فروشگاه‌های بزرگ و به‌طور کلی اماکنی که نیازمند امنیت و حفاظت در برابر سرقت مسلحانه، اغتشاش، انفجار، زلزله و... می‌باشد، می‌توان از این نوع شیشه‌ها استفاده نمود (شرکت ونوس شیشه، ۱۳۹۲).

۲- کارآیی شیشه‌های ضدحریق به حفظ یکپارچگی شیشه‌ها در هنگام آتش‌سوزی است؛ بهترین عملکرد که می‌تواند فضای مجاور را برای مدت زمان معینی ایمن و سرد نگاه دارد. در این وضعیت شیشه‌ها تا مدت زمان کافی نه‌تنها یکپارچگی خود را حفظ می‌کنند، بلکه از انتشار گازهای داغ و حرارت جلوگیری می‌کنند(همان).

جای شیشه‌های سنتی، نصب چارچوب‌های فلزی برای پنجره‌ها، نصب حفاظ برای پنجره‌های طبقات زیرزمین و همکف، طراحی پنجره‌ها به صورت عمودی تا افقی –به منظور کاهش دید از بیرون به درون ساختمان– از جمله موارد قابل توجه در کاهش خسارت‌پذیری نمای ساختمان‌ها است. شایسته است تا جای ممکن از پنجره‌هایی با عقب نشینی و شکل عمودی در نما به صورتی که ضمن هماهنگی با ویژگی‌های اقلیمی و کاهنده سطح دید از بیرون به داخل، استفاده شود (شکل ۱۴). ضمناً در این حالت پنجره‌ها آسیب‌پذیری کمتری در برابر انفجار خواهند داشت.



شکل ١٤– پنجره‌های مقاوم در برابر آتش، عمودی، تورفته و حفاظدار، ضریب امنیت ساختمان را ارتقا می‌دهند (شرکت ونوس شیشه، ۱۳۹۲)، (Prince William County Police Department, 2010: 22) (Robert, 1998: 50)

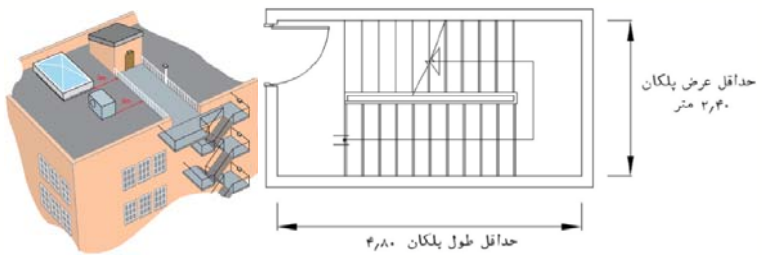
کارشناسان در نظرگیری فاصله‌ای در حد ۱.۸۰ سانتیمتر میان سطح زمین و لبه پنجره و همچنین میان لبه سقف هر طبقه تا لبه پنجره طبقه بالایی را به عنوان یکی دیگر از اقدامات پدافندی پیشنهاد می‌دهند (شکل ۱۵). مضافاً در این زمینه تأکید شده است که پنجره‌های حفره‌ای[1] نسبت به پنجره‌های نواری[2] مقاومت بیشتری در برابر انفجار دارند (US Air Force Taskforce, 2005: 33).

1. Punched Windows
2. Ribbon Windows

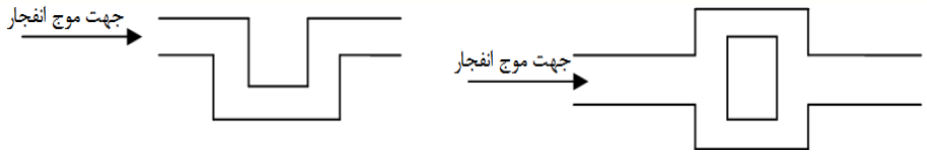
شکل ۱۵- پنجره‌های حفره‌ای (سمت چپ) و پنجره‌های نواری (سمت راست)
(Homeland Security & FEMA, 2011: 239)

۲-٤- پله‌ها و راهروها:

اصولاً اگر طراحی ساختمان به گونه‌ای باشد که ورودی، هم‌سطح با زمین بوده و حداقلِ نیاز به راه پله باشد، نه تنها در شرایط بحران بلکه در شرایط عادی نیز آسودگی بیشتری را برای ساکنان به همراه دارد. لازم است در ساختمان، کنار آسانسور نیز راه پله تعبیه شود و غیر از قرارگیری پله‌های فرار، باید عرض پله‌های معمولی نیز بیشتر از حد استاندارد منظور شود. هر راه پله باید دست کم ۱۱۰ سانتیمتر عرض مفید داشته باشد؛ مگر آنکه مجموع تعداد متصرفانِ تمام طبقاتِ استفاده کننده از راه پله، کمتر از ۵۰ نفر باشد که در آن صورت، عرض مفید می‌تواند به حداقل ۹۰ سانتیمتر کاهش داده شود (سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهر تهران، ۱۳۹۲: ۱۷) (شکل ۱۶). همچنین هر راه پله باید دست کم ۲۰۵ سانتیمتر تا سقف بالای خود ارتفاع داشته و بین هر دو پاگردِ متوالی آن حداکثر فاصله قائم ۳۷۰ سانتیمتر باشد (سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهر تهران، ۱۳۹۲: ۱۷). نکته دیگری را خصوصاً می‌توان در راهروهای طبقه همکف ساختمان‌های مهم مدنظر قرار داد و آن هم ایجاد مانع در مسیر راهرو برای غیرمستقیم ساختن آن به‌منظور کاهش قدرت موج انفجار بمب گذاری است (شکل ۱۷).



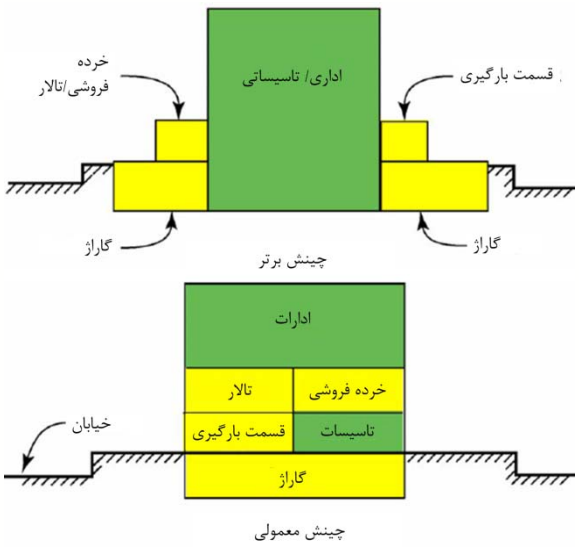
شکل ۱٦- یک مسیر فرار از طریق پشت بام (سمت راست)- ابعاد مناسب پلکان برای خروج اضطراری (سمت چپ) (سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهر تهران، ۱۳۹۲: ۱۷)
(Department for Communities and Local Government, 2006: 89).



شکل ۱۷- ایجاد مانع در مسیر راهروها جهت شکست قدرت موج انفجار (Department for Communities and Local Government, 2006: 80).

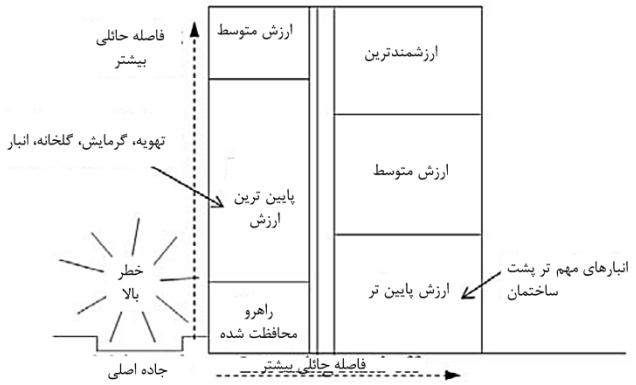
۲-۵- گردش داخلی (سیرکولاسیون) بخش‌های مختلف ساختمان:

از دیدگاه حفاظت، اولین هدفِ طراحی ساختمان‌ها دو چیز است: اول، طراحی ساختمان‌های ایمن؛ به صورتی که در هنگام حمله تخریب نشوند. دوم، فراهم سازی امکان نجات ساکنان ساختمان از حادثه. سیرکولاسیون داخلی ساختمان باید دستیابی به این اهداف را تسهیل نماید. در سطح عملکردی، لازم است تا بخش‌های پر رفت و آمد؛ نظیر مغازه‌ها، لابی ها، محل تجمع، پارکینگ، مخازن و ... به دور از بخش‌های امنیتی و فرماندهی ساختمان واقع شوند (Herbert, 2005: 44) (شکل ۱۸) به عبارتی اتاق هایی با عملکرد فرعی و خدماتی در پیرامون پلان ساختمان، جانمایی شوند.



شکل ۱۸- تصویری شماتیک به‌منظور نشان‌دادن نحوه چیدمان بخش‌های امن و ناامن یک ساختمان (FEMA, 2003: 52).

این کار ضمن دور ساختن خطر از قسمت‌های اصلی ساختمان، موجب استحکام بیشتر سازه ساختمان و جلوگیری از فروپاشی[1] آن در مواقع انفجار می‌شود (FEMA, 2003: 52). همچنین بخش‌های حساس ساختمان نباید بالا و یا پایین بخش‌های پر رفت و آمد واقع شود (شکل ۱۹). فضاهای لابی و بخش تجاری باید دعوت‌کننده اما واپایش شده باشند و با رعایت تمهیدات امنیتی با سایر فضاها ترکیب شوند. برای استحکام بیشتر محل‌های تجمع و لابی در طبقه همکف ساختمان‌های مهم می‌توان از بتون تقویت‌شده بهره برد.



شکل ۱۹- گونه‌ای از چیدمان صحیح بخش‌های مختلف عملکردی ساختمان بر حسب اهمیت (مقطع) (FEMA, 2003: 52).

گزینه‌های مختلف چیدمان راهرو، ساختمان اصلی و بخش‌های فرعی (شکل ۲۰):

۱- تفکیک‌شده: در این گزینه، بخش‌های عمومی از قسمت‌های مهم ساختمان جدا هستند.

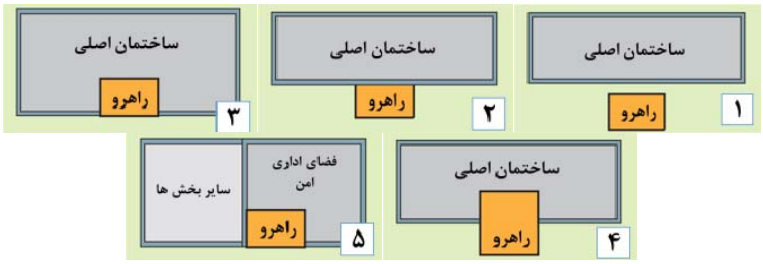
۲- جدا شده و بیرون‌گرا: در این گزینه، بخش‌های عمومی از بخش‌های حساس ساختمان توسط یک دیوار محکم و با حداقل منفذ جداشده است. بخش‌های دارای ساکن و تأسیسات مهم پشت به پشت این دیوار نیستند.

۳- بیرون گرا و در عین حال جدا نشده: در این گزینه، بخش‌های عمومی در حالی که در فضای کاملاً مجزا قرار ندارند (مثلاً احداث موانع فیزیکی و دیوار) از بخش‌های حساس ساختمان متمایز هستند. این نوع چیدمان برای ساختمان‌های چند طبقه که در طبقه همکف، راهرو (لابی) دارند مناسب است.

1. Collapse

۴- نیمه‌درونی: در این گزینه که چیزی میان دو گزینه قبلی است؛ بخش‌های عمومی کماکان از بخش‌های حساس ساختمان با احداث یک دیوار محکم جدا هستند.

۵- مجاور با بخش‌های معمولی دارای ساکن: در این گزینه، بخش‌های عمومی ساختمان در زیر یا مجاور فضاهای دارای ساکن ساختمان هستند.



شکل ۲۰- گزینه‌های مختلف چیدمان راهرو، ساختمان اصلی و بخش‌های فرعی
(Homeland Security & FEMA, 2011: 204)

۲-٦- تعداد طبقات ساختمان:

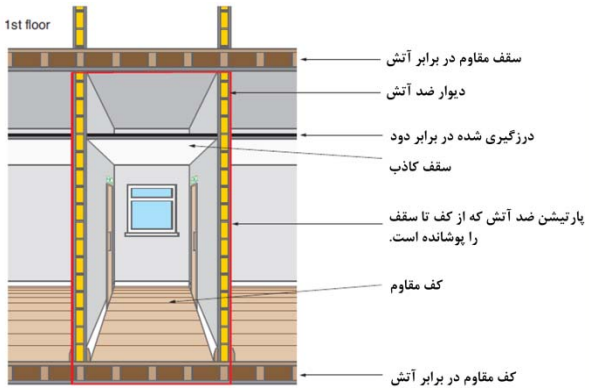
به دلیل وجود عوامل دیگری؛ همچون توانایی مالی و تقسیم بندی‌های اداری نمی‌توان توصیه مؤکدی در مورد تعداد مناسب طبقات برای ساختمان‌های نظامی و انتظامی داشت؛ اما می‌توان توصیه نمود که هر چه تعداد طبقات ساختمان افزایش می‌یابد، باید اقدامات امنیتی ورودی شدیدتر و سازه ساختمان مستحکم تر شود. در مجموعه‌های نظامی و انتظامی توزیع عملکردها در قالب ساختمان‌های کم ارتفاع[1] و دو-سه طبقه، یکی از راهکارهای مناسب به منظور پایداری مجموعه در برابر تهدیدات خرابکارانه می‌باشد؛ زیرا ساختمان‌های کم ارتفاع، سطح مورد استفاده بیشتری در طبقه همکف ساختمان دارند؛ به طوری که تخریب یکجای آن با یک انفجار ممکن نیست. این ساختمان‌ها در برابر انفجار مقاومت بیشتری نسبت به ساختمان‌های چندین طبقه از خود نشان می‌دهند. دفاتر، تأسیسات، اموال و افراد در این گونه ساختمان‌ها در سطح، پراکنده شده‌اند و بدین ترتیب وارد آمدن خسارت به یک بخش، اثر کمتری بر سایر بخش‌ها دارد. این گونه ساختمان‌ها به دلیل بهره برداری از نور طبیعی ساختمان و داشتن سطح راهرویی بیشتر، نیاز به ایجاد ورودی‌های خطرناک برای ساختمان ندارند و استحکامات کمتری نیز برای ورودی‌ها و خروجی‌ها نیاز است (Homeland Security & FEMA, 2011: 196).

1. Low-rise Buildings

۲-۷- مصالح ساختمان:

در حوزه مصالح بیرونی ساختمان می‌توان از پنل‌های محافظتی با عملکرد دیوار برای جذب شدت انفجارهای احتمالی بهره برد؛ همچنین زمانی که امکان ایجاد فاصله نگهداری و ایست در بیرون ساختمان فراهم نباشد، می‌توان پوشش ساختمان را با عناصر و مواد مستحکم جایگزین نمود. استفاده از دیوارهای مقاوم در برابر انفجار، مواد نشکن با قابلیت ارتجاع، به‌کارگیری *دیوارهای برشی*[1] با جنس بتونِ مقاوم شده به جای استفاده از پوشش‌های بنایی و دیوارهای نازک برای کاهش سطح آوار از جمله دیگر راه حل‌ها برای حفاظت بیشتر از ساختمان‌های با خطرپذیری بالا است (رهگذر و سروقد مقدم، ۱۳۹۰: ۲۸).

در حوزه مصالح درون ساختمانی برای کاهش خطر گسترش آتش در ساختمان، بهتر است تمهیداتی؛ قبیل نصب سقف‌های کاذب، عدم استفاده از مصالح پلاستیکی، چوبی و قابل اشتعال در کف ساختمان‌ها، استفاده از سقف‌های ضد آتش و پارتیشن‌های مقاوم در برابر گرمای بالا را به کار برد (شکل ۲۱).



شکل ۲۱- ساخت و ساز با مصالح ضد آتش در ساختمان
(Department for Communities and Local Government, 2006:242)

علاوه بر موارد بالا، استفاده از سطوح فلزی به جای شیشه‌ای در طراحی درب ها، حفاظ پله‌ها، کف پوش‌ها و پله‌ها می‌تواند به عنوان یک راهکار به منظور کاهش آسیب‌پذیری ساختمان در شرایط اغتشاش و ناآرامی محسوب گردد (شکل ۲۲).

1. Shear Walls, and Bracing

شکل ۲۲- در ساختمان‌های حساس تا حد ممکن باید از سطوح شیشه‌ای کمتر استفاده نمود (شرکت ونوس شیشه، ۱۳۹۲)

۲-۸- نمای ساختمان:

در اغلب موارد، فشار اصلی امواج انفجار بر نمای اصلی ساختمان وارد می‌شود. لازم است در وهله اول از مصالح شیشه‌ای چند لایه، مصالح مقاوم و... در نمای اصلی استفاده شود. نمای ساختمان باید به گونه‌ای باشد تا در برابر امواج انفجار در جلوی ساختمان یا در ساختمان‌های دیگر، ترد و شکننده نباشد. در این مورد نماهای شیشه‌ای بازتابی[1] آسیب پذیرند (شکل ۲۳).

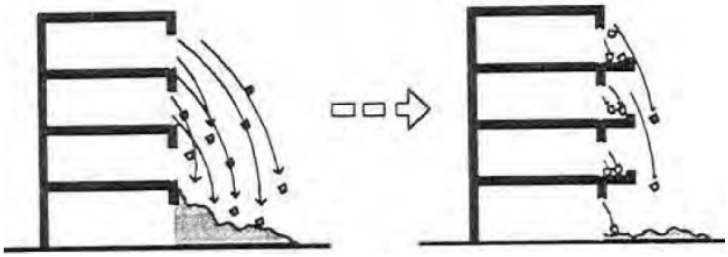
شکل ۲۳- نماهای شیشه‌ای در برابر انفجار مقاومت کمی دارند (کامران و همکاران، ۱۳۹۱: ۸۵) (WWW. google. com)

عناصر الحاقی ناایمن و زائد؛ از قبیل مجسمه‌های سنگی حجیم و سنگین، ستون‌های بزرگ و ... از عوامل مؤثر در افزایش تلفات جانی محسوب می‌شوند؛ زیرا پرتاب این عناصر زائد و حجیم در اثر موج انفجار نقش ترکش‌های ثانویه را بازی کرده و موجب افزایش تلفات می‌شود (کامران و همکاران،۱۳۹۱: ۸۵) (شکل ۲۴).

1. Reflex

شکل ٢٤- پرتاب عناصر نما خسارت خیابانی را بیشتر می‌سازد
(FEMA, 2006:200) (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۸: ۲۸) (Bloomberg et al, 2009: 10)

استفاده از نماهای شیشه‌ای و پنجره‌های بزرگ در مجاورت محوطه ساختمان بدون رعایت تمهیدات لازم به دلیل پرتاب قطعات شیشه به اطراف، عامل مهمی در افزایش تلفات و خسارات در محوطه می‌باشند. لازم است در صورت استفاده از این عناصر، اولاً قطعات شیشه توسط قاب تا حد امکان کوچک انتخاب شوند ثانیاً نوع شیشه از نوع مسلح باشد. تورفتگی پنجره‌ها و استفاده از ایوانگاه (بالکن) در ساختمان مجاور معبر به منظور کاهش آوار ساختمان یکی دیگر از راه‌های کاهش خسارت آوارِ نمای اصلی است (شکل ۲۵). اما عدم ایجاد تراس و ایوانگاه (بالکن) در نمای اصلی ساختمان که در مجاورت معابر نیست، از حیث کاهش احتمال ورود افراد خرابکار و اغتشاش‌گر حائز اهمیت است.

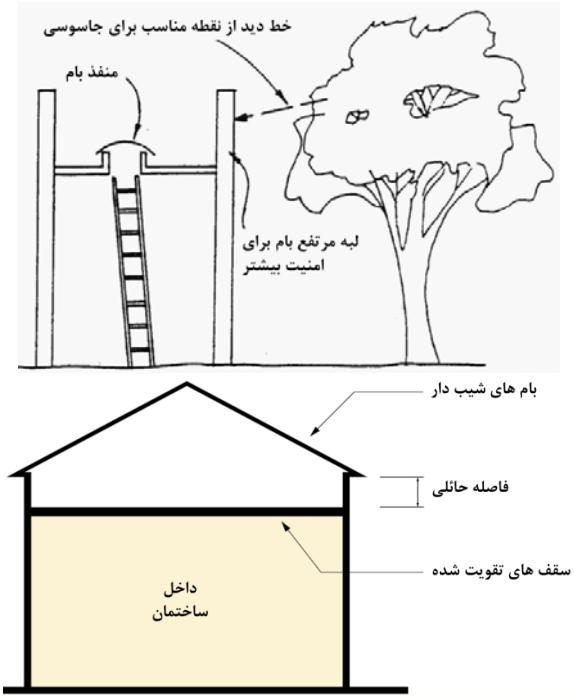


شکل ۲۵- طراحی ایوانگاه (بالکن) یا تراس به‌منظور ممانعت از پرتاب خرده شیشه‌ها به فضای بیرونی بر اثر انفجار (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۸: ۳۱).

۲-۹- بام ساختمان:

به منظور رعایت تمهیدات امنیتی، لازم است ساختمان را در قطعه زمین، به صورتی جانمایی کرد که با بام ساختمان مجاور متصل نباشد؛ همچنین بام ساختمان‌های مهم و کلیدی دارای جان‌پناهی حداکثر تا

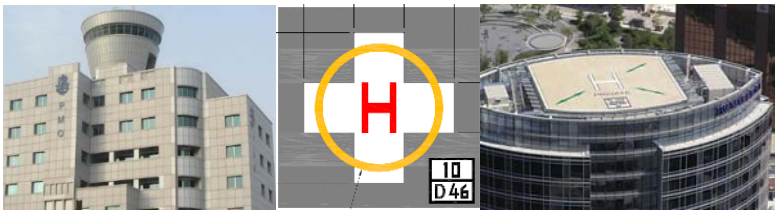
ارتفاع یک متر به منظور استتار بیشتر پشت بام و تجهیزات آن از دید خرابکاران و اغتشاش گران باشند؛ به علاوه لازم است با نصب یک لایه بام شیب‌دار[1] بر روی بام‌های مسطح، به استحکام بام کمک نمود. بام‌های شیب دار از این جهت که مانعِ باقی ماندن مواد انفجاری پرتاب شده به سوی بام می‌شود نیز حائز اهمیت است (Department of the Army, 2004) (شکل ۲۶).



شکل ۲۶- بام دارای جان پناه و سقف تقویت شده (FEMA, 2003: 32).

به علاوه توصیه می‌شود از بام ساختمان برای نصب آنتن‌های مخابراتی استفاده شود تا دسترسی خرابکاران و اغتشاش گران به آن محدود شود. یکی از اقدامات امنیتی در حوزه بام، احداث جایگاهی (پد[2]) به منظور فرود بالگردهای امدادی است. پدِ فرودِ بالگرد به سه قسمت متحدالمرکز تقسیم می‌شود. با محاسبه حداقل قُطر پره بالگرد (۱۰ متر) و طول آن (۱۲.۵ متر)، حلقه اولی که بالگرد در آن مستقر می‌شود، باید دایره‌ای با حداقل قطر ۱۱ متر باشد (سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۸۰: ۴۵) (شکل ۲۷).

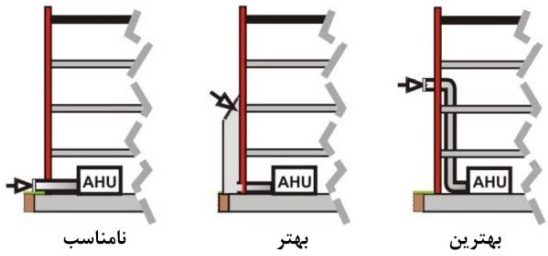
1. Pitched Roofs
2. Pad



شکل ۲۷- نمونه‌ای از پدهای بیمارستانی[1] روی بام ساختمان
(U.S. Department of Transportation & Federal Aviation Administration, 2012: 139).

۲-۱۰- تأسیسات ساختمان:

اولین هدف در طراحی سامانه مکانیکی ساختمان، باید این باشد که در برابر عوارض ناشی از وقوع بحران‌های طبیعی و یا حمله خرابکارانه به مجموعه، ساختمان ماندگاری خوبی برای حفظ حداقل‌های سطح زندگی داشته باشد. به عبارتی سامانه‌های تأسیساتی آن، پایا و سریعاً قابل احیا باشد. از این منظر و در چارچوب تمهیداتِ صرفاً ساختمانی – و نه مکانیکی– می‌توان به عدم جانمایی خطوط، لوله‌ها، کنتورها (شمارنده)، پست‌ها و محورهای تأسیساتی در نمای بیرونی ساختمان اشاره نمود (شکل ۲۸). نصب سامانه اطفاء حریق در داخل ساختمان و پیش بینی برق اضطراری، مخازن آب و سوخت در بخش‌های مقاومِ ساختمان برای زمان‌های بروز نقص، قطعی و محاصره در زمان‌های بحرانی نیز ضروری است؛ همچنین باید تا حد امکان از آویزان ساختن، نصب غیراستاندارد و در دسترس قرار دادن تأسیسات (برای نیروهای خرابکار) پرهیز کرد تا در صورت خرابکاری یا انفجار و تخریب بخشی از ساختمان توسط آن‌ها، سامانه تأسیساتی از کار نی افتد. به عنوان مثال می‌توان محل ورودی لوله‌ها و مسیرهای تأسیساتی به ساختمان را در ارتفاع بالاتر قرار داد تا از خرابکاری و فرسودگی بیشتر در امان باشند (FEMA, 2003: 57).



شکل ۲۸- حالت‌های مختلف ورود مسیرهای تأسیساتی به داخل ساختمان با رعایت نکات ایمنی
(Herbert, 2005: 112).

1. Hospital Helipads

۲-۱۱- مبلمان واپایش امنیتی:

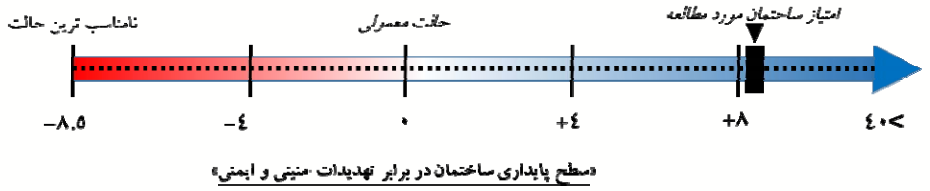
برای برقرار بیشتر امنیت و واپایش ورود و خروج، لازم است یک سری وسایل امنیتی که می‌توان نام «مبلمان واپایش امنیتی» را بدان‌ها اطلاق کرد، استفاده شود. استقرار ورودی‌های واپایش کننده[1]، دوربین‌های مداربسته، نصب بولارد و حفاظ در ورودی محوطه بیرونی ساختمان از جمله این موارد است.

۳- چک لیست ارزیابی سطح آسیب‌پذیری ساختمان در برابر تهدیدات امنیتی و ایمنی:

برای تسهیل در امر شناسایی مکان‌های خطرپذیر در برابر اقدامات خرابکارانه یا سطح آسیب‌پذیری آنها در برابر تهدیدات امنیتی و ایمنی، می‌توان بحث‌های ارائه شده در بخش‌های قبل را در قالب (جدول ۱) به صورت یک چک لیست امتیازدهی خلاصه نمود.

با به‌کارگیری این جدول، ساختمان‌های نیازمند به تمهیدِ ملاحظات طراحی و برنامه‌ریزی، به‌منظور مقابله با اقدامات خرابکارانه، امتیازدهی و شناسایی می‌شوند. حداقل امتیاز این جدول برای یک ساختمان نظامی و انتظامی (۸.۵-) امتیاز است و هرچه امتیاز نهایی بیشتر باشد، آن ساختمان در برابر اقدامات خرابکارانه پایدارتر است. در همین جدول به عنوان مطالعه موردی، یکی از ساختمان‌های مدیریتی پدافندی کشور، از نظر احتمال آسیب‌پذیری مورد ارزیابی قرار گرفته است.

امتیاز کسب شده برای این ساختمان (۸.۵+) است؛ به عبارت دیگر این ساختمان نسبتاً در برابر اقدامات خرابکارانه پایدار و مقاوم است (شکل ۲۹).



شکل ۲۹- میزان خطرپذیری ساختمان مدیریتی پدافندی مورد مطالعه از لحاظ آسیب‌پذیری در برابر تهدیدات امنیتی و ایمنی (نگارندگان).

1. Security Gate

جدول ۱- چک لیست ارزیابی میزان آسیب‌پذیری یک ساختمان در برابر تهدیدات امنیتی و ایمنی، در تلفیق با شرایط ساختمان مدیریتی پدافندی مورد مطالعه (نگارندگان).

معیارها	شاخص‌ها و امتیازات مربوط به هرکدام		امتیاز ساختمان مورد مطالعه
سازه	اسکلت دار	وجود بادبند (۱) ـ وجود شمع (۱) ـ افزونگی ستون‌ها در طبقه همکف (۲) ـ وجود دیوارهای برشی (۲)	۲
	بدون اسکلت (۱-)		-
نوع پلان	مقعر (۱-) ـ نمادین (۱-) ـ محدب (۱) ـ کروی (۱) ـ عادی (۰)		۰
ورودی‌ها	تعداد درب (تعداد) ـ ورودی مستقیم (۰) ـ ورودی غیرمستقیم (۱) ـ ورودی با سازه تقویت شده (۲)		۱
شکل پنجره‌ها	افقی (۰) ـ عمودی (۱) ـ حفره‌ای (۲) ـ نواری (۰)		۰
نوع شیشه	ساده (۰) ـ چندلایه نشکن (۲) ـ حفاظ دار (۱) ـ شیشه بازتابی (۱-)		۰
پله‌ها	وجود پله فرار (۱) ـ عرض راه پله (عرض)		۱.۵
	جهت راه پله	مستقیم (۰) ـ غیرمستقیم (۱)	۰
نوع چیدمان بخش‌ها	تفکیک بخش‌های امنیتی (۱) ـ عدم تفکیک (۱-)		۱
چیدمان راهرو و ساختمان اصلی	تفکیک شده (۲) ـ جدا شده و بیرون گرا (۱) ـ بیرون گرا و در عین حال جدا نشده (۱) ـ نیمه درونی (۰) ـ مجاور با بخش‌های معمولی دارای ساکن (۰) ـ تفکیک نشده (۱-)		۰
مصالح ساختمان	پنل‌های محافظتی (۱) ـ دیوارهای نازک (۱-) ـ سقف کاذب (۱) ـ استفاده از مصالح پلاستیکی و چوبی (۱-) ـ سقف‌های ضدآتش (۲) ـ پارتیشن‌های مقاوم در برابر گرمای بالا ((۲)		-۱
جنس درب‌ها، حفاظ پله‌ها و کف‌پوش‌ها	سطوح فلزی (۱) ـ سطوح شیشه‌ای (۱-)		۱
نما	عناصر الحاقی زیاد (۱-) ـ وجود تراس و ایوانگاه (بالکن) (۰)		۰
بام	بام ردیفی متصل (۱-) ـ وجود جان‌پناه (۱) ـ وجود لایه بام شیب دار (۱) ـ وجود پد پروازی (۳)		۰
تأسیسات	جانمایی تأسیسات در نمای بیرونی (۱-) ـ سامانه اطفاء حریق (۲) ـ برق اضطراری (۱)		۲
	محل ورودی لوله‌ها و مسیرهای تأسیساتی	واقع در ارتفاع پایین (۱-) ـ واقع در ارتفاع بالا (۱)	-۱
مبلمان واپایش امنیتی	وجود بولارد و موانع متحرک (۱) ـ ورودی واپایش شده (۱) ـ دوربین‌های مداربسته (۲)		۲
	جمع امتیازات ساختمان مورد مطالعه:		+۸.۵

٤- جمع‌بندی:

عملیات خرابکارانه و تروریستی می‌تواند نوعی تزلزل امنیتی را برای ساختمان‌های نمادین و مهم از جمله ساختمان‌های ستادی نیروهای انتظامی و نظامی کشور در پی داشته باشد. اما در مقابل، می‌توان با شناسایی تهدیدات قابل انجام از طریق هر یک از بخش‌های یک ساختمان، راهکارهای طراحی را برای پایداری بیشتر در صورت وقوع یک حادثه خرابکارانه، ارائه داد. انفجار و اثرات مخرب ناشی از آن به عنوان شایع‌ترین تهدید حفاظتی و امنیتی، ماهیتی متغیر و غیرقابل پیش بینی دارد و به منظور جلوگیری از تخریب کل ساختمان و خرابی پیش‌رونده باید اقداماتی حفاظتی؛ همچون افزونگی در اسکلت طبقه همکف پیش بینی شود. از سویی پلان محدب، کروی، صاف و نوک تیز اثر تخریبی انفجار را کاهش می‌دهد و بر پلان نمادین، گوشه دار، مقعر و پیچیده ارجحیت دارد. این پژوهش نشان داد که از منظر امنیتی، موقعیت ورودی ساختمان باید به صورتی باشد که دید به درون ساختمان محدود شود و در ساخت طبقه همکف و راهروها از مصالح تقویت شده بهره برده شود. در ساختمان‌های ستادی باید از نماهای شیشه‌ای بزرگ و بازتابی اجتناب شده و پنجره‌ها با شیشه‌های ضدحریق و چندلایه ساخته شوند. عرض مفید راه پله‌های ساختمان باید حداقل ۱۱۰ سانتیمتر باشد و بخش‌های پر رفت و آمد؛ نظیر مغازه‌ها، لابی ها، محل تجمع، پارکینگ، مخازن و ... باید به دور از بخش‌های امنیتی و فرماندهی ساختمان واقع شوند. در احداث این گونه ساختمان‌ها باید از کاربرد مصالح قابل اشتعال و پلاستیکی در کف، نما، سقف و دیوارها اجتناب شده و به جای آن از مصالح ضدآتش و مقاوم در برابر گرمای بالا استفاده شود. نصب سامانه اطفاء حریق در داخل ساختمان، پیش بینی برق اضطراری، تعبیه مخازن آب و سوخت و احداث یک پد پروازی در پشت بام، پایداری ساختمان را در شرایط بحرانی افزایش می‌دهد و کار گذاشتن مبلمان واپایش امنیتی نیز از ورود اشخاص یا وسایل نقلیه مشکوک پیشگیری می‌نماید.

کتابنامه

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهر تهران (۱۳۹۲)، ***ضوابط ملاک عمل ایمنی معماری***، معاونت حفاظت و پیشگیری از حریق، تهران، چاپ اول.

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور (۱۳۸۰)، ***آیین نامه کاربری اراضی اطراف فرودگاه‌ها***، معاونت امور فنی و مرکز تحقیقات و آموزش وزارت راه و ترابری، تهران، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، نشریه شماره ۲۳۳.

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن (۱۳۸۸)، ***پیش‌نویس مبحث بیست‌ویکم مقررات ملی ساختمان (پدافند غیر عامل)***، ویرایش ششم، تهران، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

رهگذر، نوید و سروقد مقدم، عبدالرضا (۱۳۹۰)، ***روش‌های بهینه سازی پدافندی ساختمان‌های کلیدی در برابر انفجار***، در: مواد پرانرژی، سال ششم، شماره سوم، شماره پیاپی ۱۳، ص ۲۵–۳۵.

کامران، حسن و همکاران (۱۳۹۰)، ***امنیت و ایمنی در فضاهای شهری با رویکرد پدافند غیرعامل***، در: مطالعات مدیریت شهری، سالسوم، شماره پنجم، ص۵۷–۳۳.

خبرنامه شرکت ونوس شیشه (۱۳۹۲) شماره ۳۴.

سایت ویکی پدیا

Bloomberg, Michael R. et al. (2009), *Protective Design for High Risk Buildings*, New York City Police Department, New York City.

CPTED Strategies, Crime Prevention through Environmental Design: A Guide to Safe Environments in Prince William County (2010), Prince William County Police Department; A Nationality Accredited Law Enforcement Agency.

Department for Communities and Local Government (2006), *Large Places of Assembly, Fire Safety Risk Assessment*, West Yorkshire.

Department of the Army (2004), *Army Installation Design Standards*, US.

DoD (2008), *Unified Facilities Criteria: Design to Resist Direct Fire Weapons Effects (UFC)*, DoD Security Engineering Facilities Planning Manual.

FEMA (2006), *Next-Generation Performance-Based Seismic Design Guidelines Program Plan for New and Existing Buildings*, US.

FEMA (2003), *Risk management Series: Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks against Building: Providing Protection to People and Buildings*, US.

FEMA (2005), *Risk Management Series: Risk Assessment; How-To Guide to Mitigate Potential Terrorist Attacks against Buildings*, US.

Herbert, W. (2005), *Antiterrorism Design Guidelines*, Stanford III, US.

Homeland Security & FEMA (2011), *Buildings and Infrastructure Protection Series: Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks against Buildings*, US.

Queensland Government (2008), *Fire Safety Management Plan Guideline*, Department of Emergency Services.

United States Air Force Taskforce (2005), *Installation Force Protection Guide*, US Air Force.

US Army (2012),*Unified Facilities Criteria (UFC): Installation Master Planning*, US.

U.S Department of Transportation & Federal Aviation Administration (2012), *Heliport Design*, US.

Remennikov, A. M. (2003), *A Review of Methods for Predicting Bomb Blast Effects on Buildings, University of Wollongong, Faculty of Engineering and Information Sciences*, At: Battlefield Technology, 6 (3):1-6.

Robert, A.; P.E. Young and Michael, Monsos (1998*), Army Adaptive Reuse Protects, Center For Architectural Studies*, University of Utah.

WWW,google,com