



ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

عنوان و نام پدیدآور	ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی
مشخصات نشر	:
مشخصات ظاهری	:
فروست	:
شابک	:
وضعیت فهرست نویسی	؛ فیپا
یادداشت	:
موضوع	:
موضوع	:
شناسه افزوده	ایران. وزارت راه و شهرسازی. دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان
شناسه افزوده	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
شناسه افزوده	Road, Housing and Urban Development Research Center :
رده‌بندی کنگره	:
رده‌بندی دیویی	:
شماره کتابشناسی ملی	:
اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا	



نام کتاب: ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

تهیه کننده: معاونت مسکن و ساختمان - دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان

ناشر: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

شماره نشر:

نوبت چاپ:

تیراژ:

قیمت:

قطع:

ISBN: 000-000-000-000-0

شابک: 0-000-000-000-000-0

کلیه حقوق چاپ و انتشار اثر برای وزارت راه و شهرسازی محفوظ است.

نشانی ناشر: تهران، بزرگراه شیخ فضل ا... نوری، روبروی فاز ۲ شهرک فرهنگی‌ان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت صندوق پستی: ۱۶۹۶-۱۳۴۱۵ تلفن: ۸۸۲۵۵۹۴۲-۶ دورنگار: ۸۸۳۸۴۱۳۲

فروش الکترونیکی: [http:// pub.bhrc.ac.ir](http://pub.bhrc.ac.ir)

پست الکترونیکی: Mabhas@inbr.ir



مجری طرح

عضو هیات علمی دانشگاه اراک

دکتر سیدمهدی موسوی

اعضای کارگروه تدوین (به ترتیب حروف الفبا)

عضو هیات علمی دانشگاه اراک

محمدعلی داستان دیزناب

اعضای گروه مدیریت و راهبری

اعضای کمیته داوری (به ترتیب حروف الفبا)

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل ۱ کلیات	۱
۱-۱- هدف	۱
۲-۱- دامنه کاربرد	۲
۳-۱- ارجاعات	۳
۴-۱- حاکمیت اسناد بالادستی	۳
۵-۱- اصطلاحات و تعاریف	۴
فصل ۲ نظام حفاظت پدافند غیرعامل در ساختمان‌های مسکونی	۷
۱-۲- کلیات	۷
۲-۲- اصول حاکم بر نظام پدافند غیرعامل در ساختمان‌های مسکونی	۸
۴-۲- الزامات کلی لایه پایه حفاظت	۱۰
۵-۲- الزامات کلی لایه فضای امن	۱۱
۶-۲- الزامات کلی لایه پناهگاه	۱۳
فصل ۳ لایه پایه حفاظت	۱۷
۱-۳- کلیات	۱۷
۲-۳- دامنه کاربرد	۱۷
۳-۳- جداره‌های نورگذر	۱۷
۴-۳- جداره‌های غیرنورگذر	۱۹
۵-۳- نمای ساختمان	۲۰
فصل ۴ فضای امن	۲۳
۱-۴- کلیات و دسته‌بندی	۲۳
۲-۴- دامنه کاربرد و ظرفیت	۲۴

۲۵.....	۳-۴- مکان یابی
۲۷.....	۴-۴- الزامات طراحی
۳۱.....	۵-۴- تاسیسات
۳۵.....	فصل ۵ ضوابط تعیین و طراحی پناهگاه‌ها در ساختمان‌های مسکونی
۳۵.....	۱-۵- کلیات
۳۶.....	۲-۵- شمول و تعیین الزام پناهگاه
۳۷.....	۳-۵- استقرار و جانمایی پناهگاه
۳۸.....	۴-۵- تهدید مبنای طراحی پناهگاه
۳۹.....	۵-۵- الزامات عملکردی پناهگاه
۳۹.....	۶-۵- الزامات معماری پناهگاه
۴۱.....	۷-۵- الزامات سازه‌های پناهگاه
۴۲.....	۸-۵- الزامات تاسیساتی پناهگاه
۴۶.....	۹-۵- طراحی مبتنی بر تحلیل عملکردی
۴۷.....	۱۰-۵- مدارک و مستندات فنی طراحی پناهگاه
۴۹.....	پیوست پشتیبان: تحلیل نفوذ مقررات ملی در جامعه مهندسی بر پایه شاخص‌های وب‌سنجی
۶۱.....	پیوست پشتیبان: مهندسی جداره‌های نورگذر و نما
۹۵.....	پیوست پشتیبان: مهندسی جداره‌های غیر نورگذر
۱۰۷.....	پیوست پشتیبان: بازینه ارزیابی پدافندی مجتمع‌های مسکونی
۱۱۵.....	پیوست پشتیبان: بهسازی نسبی پدافندی ساختمان‌های موجود

فصل ۱

کلیات

۱-۱- هدف

هدف از تدوین این ضابطه، تبیین، تکمیل و اجرایی‌سازی الزامات مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان در حوزه طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی و ارائه چارچوبی منسجم برای استقرار نظام حفاظت پدافندی در این ساختمان‌ها است.

این ضابطه با هدف ارتقای ایمنی و افزایش تاب‌آوری در برابر تهدیدات موضوع مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان تدوین شده و الزامات مربوط به تعیین، طراحی، استقرار، مستندسازی و کنترل اجزای نظام حفاظت پدافندی ساختمان‌های مسکونی را تبیین می‌نماید.

در این ضابطه، حفاظت پدافندی ساختمان صرفاً به تأمین یک فضای اختصاصی یا یک راهکار منفرد محدود نبوده و به صورت یک نظام یکپارچه و مبتنی بر حفاظت لایه‌ای مورد توجه قرار می‌گیرد. بر این اساس، الزامات مربوط به لایه پایه حفاظت، فضای امن و پناهگاه به عنوان اجزای مکمل نظام حفاظت پدافندی ساختمان‌های مسکونی تشریح گردیده و نحوه ارتباط و نقش هر یک از آنها در تأمین اهداف حفاظتی ساختمان تعیین می‌شود.

این ضابطه همچنین با تأکید بر اصول امنیت توزیع‌شده، حداقل نمودن جابجایی ساکنان در شرایط اضطراری، تسهیل دسترسی به فضاهای حفاظتی و بهره‌گیری حداکثری از

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

ظرفیت‌های کالبدی موجود در ساختمان، راهکارهای اجرایی لازم برای تحقق اهداف پدافند غیرعامل در ساختمان‌های مسکونی را ارائه می‌نماید. علاوه بر این، ضابطه حاضر با رفع ابهام از برخی مفاهیم و الزامات مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان در حوزه فضاهای امن و پناهگاه، زمینه کاربرد یکنواخت، قابل کنترل و قابل ارزیابی این الزامات را در فرآیند طراحی، کنترل، اجرا و بهره‌برداری ساختمان‌های مسکونی فراهم می‌سازد.

۱-۲- دامنه کاربرد

مفاد این ضابطه در طراحی، احداث، توسعه و بازسازی سایر اقدامات ساختمانی مربوط به ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی که مستلزم اخذ پروانه ساختمانی یا ارائه و تصویب مدارک طراحی نزد مراجع قانونی و ذیصلاح می‌باشند، کاربرد دارد.

الزامات این ضابطه باید در کلیه ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی مشمول، متناسب با دامنه و ماهیت پروژه، در فرآیند طراحی، کنترل، اجرا و بهره‌برداری مورد رعایت قرار گیرد. رعایت الزامات این ضابطه شامل لایه پایه حفاظت، فضای امن، پناهگاه و سایر تدابیر حفاظتی موضوع آن بوده و باید مطابق مفاد این ضابطه در مدارک طراحی ساختمان منعکس گردد.

در مواردی که ساختمان یا مجتمع مسکونی موجود به نحوی مورد توسعه، بازسازی اساسی، افزایش زیربنا، افزایش تعداد واحدها یا سایر تغییرات مؤثر بر الزامات موضوع این ضابطه قرار گیرد، رعایت الزامات این ضابطه برای بخش‌های مشمول تغییرات الزامی خواهد بود. نحوه اعمال الزامات در این موارد باید مطابق ضوابط مقرر در این سند و سایر مقررات مربوط انجام شود.

اعمال الزامات این ضابطه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی موجود که مشمول عملیات ساختمانی موضوع این بند نمی‌باشند، منوط به الزامات، تکالیف، برنامه‌ها یا دستورالعمل‌های ابلاغی مراجع قانونی و ذیصلاح خواهد بود.

الزامات این ضابطه نافی رعایت سایر قوانین، مقررات، ضوابط و استانداردهای لازم الاجرا نبوده و باید همزمان با سایر الزامات مرتبط در فرآیند طراحی، اجرا و بهره‌برداری ساختمان مورد رعایت قرار گیرد.

۱-۳- ارجاعات

اسناد، ضوابط و مقررات زیر در تدوین، تفسیر و کاربرد این ضابطه مورد استناد قرار می‌گیرند. در صورت اصلاح، بازنگری یا جایگزینی هر یک از اسناد زیر، آخرین نسخه ابلاغ شده آنها ملاک عمل خواهد بود.

- ۱- قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و آیین‌نامه‌های اجرایی مربوط.
 - ۲- مقررات ملی ساختمان جمهوری اسلامی ایران.
 - ۳- مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان (پدافند غیرعامل) به عنوان سند مرجع اصلی و مبنای تعیین الزامات موضوع این ضابطه.
 - ۴- ضوابط، دستورالعمل‌ها، مصوبات و الزامات ابلاغی مراجع قانونی و ذیصلاح در حوزه پدافند غیرعامل.
 - ۵- استانداردها، ضوابط و اسناد فنی مورد ارجاع در متن این ضابطه.
 - ۶- سایر اسناد و مدارکی که مطابق قوانین و مقررات مربوط توسط مراجع قانونی و ذیصلاح ابلاغ یا لازم‌الاجرا اعلام می‌شوند.
- تبصره - در مواردی که در این ضابطه برای برخی موضوعات، معیارها، روش‌های طراحی یا الزامات فنی ارجاع مستقیم به اسناد، استانداردها یا دستورالعمل‌های خاص داده شده باشد، رعایت مفاد اسناد مزبور در حدود ارجاع انجام‌شده الزامی است.

۱-۴- حاکمیت اسناد بالادستی

این ضابطه در راستای تبیین و اجرایی‌سازی الزامات مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان و سایر اسناد بالادستی مرتبط تدوین شده و باید در چارچوب آنها تفسیر و اعمال گردد.

در مواردی که برای موضوعی خاص حکم صریحی در این ضابطه ارائه نشده باشد، تفسیر و تصمیم‌گیری باید با استناد به مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان و سایر اسناد بالادستی مرتبط انجام پذیرد.

۱-۵- اصطلاحات و تعاریف

اصطلاحات و تعاریف مورد استفاده در این ضابطه مطابق مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان بوده و در مواردی که در این ضابطه تعریف اختصاصی ارائه شده باشد، تعاریف مندرج در این بخش ملاک عمل خواهد بود. اصطلاحات مورد استفاده در این ضابطه شامل موارد زیر است:

- لایه پایه حفاظت

مجموعه تدابیر و الزامات حفاظتی پیش‌بینی‌شده در پوسته خارجی و سایر اجزای ساختمان که با هدف کاهش آسیب‌پذیری ساختمان در برابر تهدیدات مبنای طراحی، نخستین سطح حفاظت پدافندی را برای ساختمان و ساکنان آن فراهم می‌نماید.

- پوسته خارجی ساختمان

مجموعه اجزای ساختمانی که ساختمان را از محیط پیرامون جدا نموده و نخستین سطح مواجهه با عوامل محیطی و تهدیدات خارجی را تشکیل می‌دهد. پوسته خارجی ساختمان شامل دیوارهای خارجی، بام‌ها، سامانه‌های بازشو خارجی ساختمان (از قبیل پنجره‌ها، درهای خارجی، دیوارهای پرده‌ای و نورگیرها)، ستون‌های خارجی، تیرهای محیطی و طره‌ای، سطح زیرین نمایان طبقات مورد استفاده و سایر اجزای مشابه است.

- ایمن سازی پوسته خارجی ساختمان

فرآیند به کارگیری الزامات، تدابیر و راهکارهای حفاظتی در اجزای تشکیل دهنده پوسته خارجی ساختمان به منظور کاهش آثار تهدیدات بر ساختمان، محدود نمودن خسارات و افزایش ایمنی ساکنان.

- فضای امن

فضای امن به فضائی اطلاق می گردد که در مقابل اثرات بارهای ناشی از انفجار، کمتر در معرض خطر قرار گرفته و نسبت به سایر فضاهای ساختمان از ایمنی و مقاومت بیشتری برخوردار باشد. فضای امن حتی المقدور باید به صورت دو یا چند منظوره مورد بهره برداری قرار گیرد.

- فضای امن واحدی

فضای امنی که در داخل یک واحد مسکونی استقرار یافته و با رعایت الزامات این ضابطه، حفاظت از ساکنان همان واحد را در برابر تهدیدات مبنای طراحی تأمین می نماید.

- فضای امن طبقه ای

فضای امنی که برای استفاده مشترک ساکنان واحدهای یک طبقه پیش بینی شده و با رعایت الزامات این ضابطه، حفاظت از آنان را در برابر تهدیدات مبنای طراحی تأمین می نماید.

- فضای امن ساختمانی

فضای امنی که برای استفاده مشترک ساکنان یک ساختمان پیش بینی شده و با رعایت الزامات این ضابطه، حفاظت از آنان را در برابر تهدیدات مبنای طراحی تأمین می نماید.

- سلسله مراتب استقرار فضای امن

نظام اولویت‌بندی تعیین و استقرار انواع فضای امن در ساختمان که بر اساس آن، فضای امن واحدی بر فضای امن طبقه‌ای و فضای امن طبقه‌ای بر فضای امن ساختمانی اولویت دارد، مگر آنکه رعایت الزامات این ضابطه مستلزم انتخاب راهکار دیگری باشد.

- پناهگاه

مکان بسته‌ای است که بخاطر طراحی تخصصی و کاربری خاص در مقابل انواع تهدیدها، نسبت به ساختمان‌های متعارف از درجه حفاظت به مراتب بالاتری برخوردار باشد و امنیت جانی و روانی بیشتری را برای افراد فراهم نماید.

- پناهگاه خصوصی درجه ۳

فضایی محافظت‌شده در داخل یا مجاور یک پروژه‌های مسکونی است که مکمل فضای امن بوده و با رعایت الزامات این ضابطه، برای حفاظت از جان بهره‌برداران در برابر آثار ناشی از موج انفجار و ترکش‌های حاصل از انفجارهای مجاورتی طراحی و احداث می‌شود.

- امنیت توزیع شده

رویکردی در طراحی فضاهای حفاظت‌شده که بر تأمین ظرفیت پناهگیری در چند فضای مستقل، نزدیک و در دسترس بهره‌برداران تأکید دارد، به گونه‌ای که نیاز به جابجایی طولانی، تجمع گسترده افراد و وابستگی به یک فضای حفاظت‌شده متمرکز به حداقل برسد.

فصل ۲

نظام حفاظت پدافند غیرعامل در ساختمان‌های

مسکونی

۲-۱- کلیات

حفاظت پدافندی ساختمان‌های مسکونی در این ضابطه بر مبنای یک نظام یکپارچه و چندلایه سازماندهی شده است. این نظام با هدف کاهش آسیب‌پذیری ساختمان و ساکنان در برابر تهدیدات مبنای طراحی، از مجموعه‌ای از تدابیر و فضاهای حفاظت‌شده تشکیل می‌شود که به صورت مکمل عمل می‌کنند.

نظام حفاظت پدافندی ساختمان‌های مسکونی موضوع این ضابطه از سه جزء اصلی شامل لایه پایه حفاظت، فضای امن و پناهگاه تشکیل شده است. هر یک از این اجزا دارای نقش، کارکرد و الزامات خاص خود بوده و متناسب با ویژگی‌های ساختمان، به صورت مستقل یا ترکیبی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در این نظام، لایه پایه حفاظت نخستین سطح حفاظت پدافندی ساختمان را تشکیل می‌دهد. فضای امن به عنوان رکن اصلی حفاظت از ساکنان، امکان پناهگیری سریع و در دسترس را فراهم می‌نماید. پناهگاه نیز در ساختمان‌ها و مجموعه‌های ساختمانی مشمول، به عنوان سطحی ارتقایافته از حفاظت پیش‌بینی می‌شود.

الزامات مربوط به هر یک از اجزای نظام حفاظت پدافندی در بخش‌های بعدی این فصل تشریح شده است.

۲-۲- اصول حاکم بر نظام پدافند غیرعامل در ساختمان‌های مسکونی

تعیین، استقرار، طراحی و بهره‌برداری از اجزای نظام حفاظت پدافندی ساختمان‌های مسکونی باید بر اساس اصول زیر انجام شود:

الف) اصل حفاظت لایه‌ای

حفاظت پدافندی ساختمان باید از طریق مجموعه‌ای از لایه‌های مکمل و هماهنگ تأمین شود. هیچ‌یک از اجزای نظام حفاظت به تنهایی جایگزین سایر اجزا نبوده و هر یک بخشی از اهداف حفاظتی ساختمان را محقق می‌نمایند.

ب) اصل امنیت توزیع‌شده

تدابیر حفاظتی باید تا حد امکان به گونه‌ای پیش‌بینی شوند که حفاظت در نزدیک‌ترین محل ممکن به بهره‌برداران تأمین شده و از تمرکز غیرضروری ساکنان در یک فضای مشترک اجتناب گردد.

پ) اصل تناسب سطح حفاظت

سطح حفاظت مورد نیاز هر یک از اجزای نظام حفاظت پدافندی باید متناسب با نقش حفاظتی آن جزء، تعداد بهره‌برداران، میزان تمرکز جمعیت، ویژگی‌های ساختمان و سطح تهدیدات موضوع این ضابطه تعیین گردد.

ت) اصل حداقل جابجایی

اجزای حفاظتی ساختمان باید به گونه‌ای طراحی و مستقر شوند که جابجایی افقی و عمودی ساکنان برای دسترسی به آنها به حداقل برسد.

ث) اصل دسترسی سریع و ایمن

تدابیر حفاظتی باید به نحوی پیش‌بینی شوند که امکان دسترسی سریع، آسان و ایمن ساکنان به فضاهای حفاظتی در شرایط اضطراری فراهم گردد.

فصل ۲ نظام حفاظت پدافندی ساختمان‌های مسکونی

ج) اصل تقدم راهکارهای توزیع شده

در مواردی که بیش از یک راهکار حفاظتی برای تأمین اهداف این ضابطه قابل انتخاب باشد، راهکاری که انطباق بیشتری با اصول امنیت توزیع شده، حداقل جابجایی و دسترسی سریع و ایمن داشته باشد، ارجح خواهد بود.

چ) اصل حفظ کاربری متعارف

اجزای نظام حفاظت پدافندی باید تا حد امکان به گونه‌ای طراحی شوند که ضمن تأمین اهداف حفاظتی، قابلیت استفاده متعارف فضاها و کاربری‌های ساختمان در شرایط عادی حفظ گردد.

ح) اصل استقلال لایه‌های حفاظتی

تأمین هر یک از اجزای نظام حفاظت پدافندی نباید موجب حذف، تضعیف یا سایر اجزای نظام حفاظت گردد، مگر در مواردی که در این ضابطه به صراحت مقرر شده باشد.

نظام حفاظت پدافندی ساختمان‌های مسکونی موضوع این ضابطه از سه جزء اصلی شامل لایه پایه حفاظت، فضای امن و پناهگاه تشکیل می‌شود. این اجزا به صورت مکمل و در چارچوب رویکرد حفاظت لایه‌ای عمل نموده و مجموعاً سطح حفاظت مورد نیاز ساختمان و ساکنان آن را تأمین می‌نمایند.

هر یک از اجزای نظام حفاظت پدافندی دارای نقش، اهداف و الزامات اختصاصی بوده و باید متناسب با جایگاه خود در نظام حفاظت مورد توجه قرار گیرند. تأمین هر یک از اجزا نافی ضرورت تأمین سایر اجزای مقرر در این ضابطه نبوده و هیچ‌یک از اجزای نظام حفاظت به تنهایی جایگزین سایر اجزا تلقی نمی‌گردد.

الف) لایه پایه حفاظت

لایه پایه حفاظت نخستین سطح حفاظت پدافندی ساختمان بوده و از طریق پیش‌بینی تمهیدات حفاظتی در پوسته خارجی ساختمان، نقش کاهش آسیب‌پذیری

ساختمان و ساکنان آن در برابر تهدیدات موضوع این ضابطه را بر عهده دارد. لایه پایه حفاظت مبنای استقرار سایر اجزای نظام حفاظت پدافندی محسوب می‌شود.

(ب) فضای امن

فضای امن جزء اصلی نظام حفاظت پدافندی ساختمان‌های مسکونی برای حفاظت از ساکنان محسوب می‌شود. فضای امن با هدف تأمین یک فضای محافظت‌شده در دسترس بهره‌برداران و بر اساس اصول امنیت توزیع‌شده، حداقل جابجایی و دسترسی سریع و ایمن پیش‌بینی می‌شود.

(پ) پناهگاه

منظور از پناهگاه در این ضابطه، پناهگاه خصوصی درجه ۳ است که یک سطح ارتقایافته حفاظت بوده و در ساختمان‌ها و مجموعه‌های ساختمانی مشمول این ضابطه پیش‌بینی می‌شود. پناهگاه خصوصی درجه ۳ به عنوان یک ماژول حفاظتی افزوده، امکان بهره‌مندی از سطح بالاتری از حفاظت را در شرایط خاص فراهم می‌نماید.

الزامات، ضوابط و معیارهای مربوط به هر یک از اجزای نظام حفاظت پدافندی در فصول بعدی این ضابطه ارائه شده است.

۲-۴- الزامات کلی لایه پایه حفاظت

- (۱) لایه پایه حفاظت باید به عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از نظام حفاظت پدافندی ساختمان در کلیه ساختمان‌های مشمول این ضابطه پیش‌بینی و اجرا شود.
- (۲) لایه پایه حفاظت باید به گونه‌ای طراحی و اجرا گردد که ضمن حفظ عملکرد متعارف ساختمان، موجب کاهش آسیب‌پذیری پوسته خارجی و محدود شدن آثار تهدیدات موضوع این ضابطه بر فضاهای داخلی ساختمان شود.

- (۳) تدابیر و اجزای تشکیل‌دهنده لایه پایه حفاظت باید به صورت یکپارچه و هماهنگ طراحی شوند، به نحوی که عملکرد حفاظتی مورد انتظار صرفاً متکی به یک جزء یا یک راهکار خاص نباشد.
- (۴) طراحی لایه پایه حفاظت باید با در نظر گرفتن ویژگی‌های معماری، سازه‌ای و تأسیساتی ساختمان انجام شده و با سایر اجزای نظام حفاظت پدافندی ساختمان هماهنگ باشد.
- (۵) پیش‌بینی فضای امن یا پناهگاه نباید موجب حذف، تضعیف یا عدم رعایت الزامات مربوط به لایه پایه حفاظت گردد.
- (۶) لایه پایه حفاظت باید حتی‌الامکان در قالب اجزای دائمی ساختمان تأمین شده و از وابستگی به اقدامات موقت، تجهیزاتی یا بهره‌برداری خاص در شرایط اضطراری اجتناب گردد.
- (۷) تدابیر پیش‌بینی‌شده در لایه پایه حفاظت نباید موجب ایجاد مخاطرات جدید، کاهش ایمنی متعارف ساختمان یا اختلال در بهره‌برداری عادی از ساختمان شود.
- (۸) انتخاب مصالح، اجزاء، سامانه‌ها و راهکارهای اجرایی مورد استفاده در لایه پایه حفاظت باید به گونه‌ای انجام شود که امکان نگهداری، بهره‌برداری و حفظ عملکرد حفاظتی آنها در طول عمر بهره‌برداری ساختمان فراهم باشد.

۲-۵- الزامات کلی لایه فضای امن

- (۱) تعیین نوع، تعداد و محل استقرار فضای امن باید در مراحل اولیه طراحی ساختمان و همزمان با شکل‌گیری سازمان فضایی پروژه انجام شود.

- ۲) فرآیند تعیین فضای امن باید بر مبنای اصول نظام حفاظت پدافندی، ویژگی‌های ساختمان، سطح حفاظت مورد نیاز، تعداد بهره‌برداران و الزامات این ضابطه انجام شود.
- ۳) طراح باید در فرآیند تعیین فضای امن، ابتدا امکان استقرار فضای امن واحدی را مورد بررسی قرار دهد. در صورتی که تأمین فضای امن واحدی با الزامات این ضابطه منطبق نباشد یا از نظر فنی امکان‌پذیر نباشد، استفاده از فضای امن طبقه‌ای یا فضای امن ساختمانی مجاز خواهد بود.
- ۴) انتخاب نوع فضای امن باید به گونه‌ای انجام شود که ضمن تأمین الزامات این ضابطه، جابجایی افقی و عمودی ساکنان به حداقل رسیده و امکان دسترسی سریع و ایمن به فضای امن فراهم گردد.
- ۵) فضای امن باید به گونه‌ای در ساختمان استقرار یابد که مسیر دسترسی به آن در شرایط اضطراری تا حد امکان ساده، مستقیم و قابل تشخیص باشد.
- ۶) تعیین و استقرار فضای امن باید در هماهنگی با لایه پایه حفاظت انجام شده و از ظرفیت‌های حفاظتی ایجادشده در پوسته خارجی ساختمان و سایر اجزای نظام حفاظت پدافندی بهره‌برداری مناسب به عمل آید.
- ۷) در ساختمان‌های مشمول تأمین پناهگاه، تعیین و استقرار فضای امن باید مستقل از پناهگاه انجام شود. وجود پناهگاه نباید مبنایی برای حذف، کاهش یا تغییر الزامات مربوط به فضای امن تلقی گردد.
- ۸) نوع فضای امن، مبانی انتخاب آن، ظرفیت طراحی، محل استقرار و سایر اطلاعات مورد نیاز باید در مدارک طراحی ساختمان به نحو مناسب مستند و ارائه گردد.
- ۹) فضای امن باید بخشی از فضاهای قابل بهره‌برداری ساختمان بوده و استقرار آن نباید موجب ایجاد محدودیت غیرمعارف در استفاده عادی از ساختمان شود.

۲-۶- الزامات کلی لایه پناهگاه

- (۱) پناهگاه صرفاً در ساختمان‌ها و مجموعه‌های ساختمانی مشمول این ضابطه پیش‌بینی می‌شود. دامنه شمول پناهگاه باید بر اساس معیارهای مقرر در این ضابطه تعیین گردد.
- (۲) الزام تأمین پناهگاه ناظر بر پروژه‌هایی است که با توجه به مقیاس، حجم ساخت و ویژگی‌های کالبدی آنها، ایجاد سطح ارتقایافته حفاظت در کنار لایه پایه حفاظت و فضای امن برای آنها ضروری تشخیص داده می‌شود.
- (۳) تعیین شمول یا عدم شمول پناهگاه باید بر اساس معیارهای عینی، قبل از اندازه‌گیری و قابل کنترل موضوع فصل پنجم این ضابطه انجام شود.
- (۴) پناهگاه موضوع این ضابطه باید در محدوده همان پروژه ساختمانی تأمین شود. تأمین پناهگاه در خارج از محدوده پروژه یا انتقال تعهد تأمین آن به ساختمان‌ها یا پروژه‌های دیگر مجاز نخواهد بود.
- (۵) در تعیین و استقرار پناهگاه، استفاده از ظرفیت‌های کالبدی موجود پروژه بر ایجاد فضاهای مستقل جدید ارجحیت دارد. طراح باید حتی‌الامکان از فضاهای مناسب موجود در ساختمان از جمله طبقات زیرزمین، فضاهای چندمنظوره و سایر فضاهای قابل انطباق برای استقرار پناهگاه استفاده نماید.
- (۶) در مواردی که شرایط پروژه ایجاب نماید، پناهگاه می‌تواند به صورت فضای مستقل مدفون در محوطه یا سایر راهکارهای منطبق با الزامات این ضابطه پیش‌بینی شود.
- (۷) انتخاب محل استقرار، نحوه سازماندهی فضایی، دسترسی‌ها و راهکار طراحی پناهگاه بر عهده طراح است. راهکارهای معرفی شده در این ضابطه نباید به عنوان محدودیتی برای ارائه سایر راهکارهای منطبق با الزامات فنی و عملکردی تلقی گردد.

۸) پناهگاه باید حتی‌الامکان دارای کاربری سازگار ثانویه بوده و در شرایط عادی نیز مورد استفاده قرار گیرد. کاربری ثانویه باید به گونه‌ای انتخاب شود که ضمن جلوگیری از متروکه شدن فضا، امکان آماده‌سازی و بهره‌برداری سریع از آن در شرایط اضطراری فراهم باشد.

۹) انتخاب کاربری ثانویه نباید موجب کاهش سطح حفاظت مورد انتظار، محدود شدن ظرفیت بهره‌برداری پناهگاهی یا ایجاد اختلال در عملکرد اصلی پناهگاه گردد.

۱۰) پناهگاه علاوه بر نقش حفاظتی خود، می‌تواند در شرایط اضطراری به عنوان فضایی برای استقرار موقت ساکنان، پشتیبانی از مدیریت شرایط اضطراری ساختمان، ساماندهی اقدامات امدادی و پشتیبانی، ارائه خدمات ضروری و سایر فعالیت‌های مرتبط با مدیریت بحران مورد استفاده قرار گیرد.

۱۱) در پروژه‌های مشمول تأمین پناهگاه، پیش‌بینی پناهگاه نباید موجب حذف، کاهش یا تغییر الزامات مربوط به لایه پایه حفاظت و فضای امن گردد.

۱۲) معیارهای شمول، ظرفیت، سرانه، ابعاد، الزامات عملکردی، ضوابط طراحی، معماری، سازه‌ای و تأسیساتی و سایر مشخصات فنی پناهگاه مطابق الزامات فصل ۵ این ضابطه تعیین می‌شود.

۲-۶- مستندسازی در مدارک طراحی

۱) نوع فضای امن پیش‌بینی‌شده در ساختمان، شامل فضای امن واحدی، طبقه‌ای یا ساختمانی، باید در مدارک طراحی ساختمان به طور صریح مشخص و مستند گردد.

۲) محل استقرار فضای امن، محدوده آن، مسیرهای دسترسی و ارتباط آن با سایر فضاهای ساختمان باید در نقشه‌های معماری به نحو مناسب نشان داده شود.

فصل ۲ نظام حفاظت پدافندی ساختمان‌های مسکونی

۳) طراح باید مبانی انتخاب نوع فضای امن و انطباق آن با الزامات این ضابطه را در مدارک طراحی ساختمان مستند نماید.

۴) در مواردی که فضای امن طبقه‌ای یا فضای امن ساختمانی به جای فضای امن واحدی پیش‌بینی شده باشد، دلایل فنی و طراحی مربوط به انتخاب این راهکار باید در مدارک طراحی ارائه گردد.

۵) ظرفیت طراحی فضای امن، جمعیت بهره‌بردار، نحوه تأمین دسترسی و سایر اطلاعات مورد نیاز برای کنترل انطباق طرح باید در مدارک طراحی ساختمان درج شود.

۶) در ساختمان‌های مشمول تأمین پناهگاه، اطلاعات مربوط به فضای امن و پناهگاه باید به صورت مستقل در مدارک طراحی ارائه شده و حدود، نقش و عملکرد هر یک به روشنی مشخص گردد.

۷) اطلاعات مربوط به فضای امن باید به گونه‌ای در مدارک طراحی ارائه شود که امکان بررسی، کنترل و ارزیابی انطباق طرح با الزامات این ضابطه توسط مراجع ذیصلاح فراهم باشد.

۸) ارائه اطلاعات ناقص، مبهم یا غیرقابل ارزیابی در خصوص فضای امن، به منزله عدم ارائه مستندات لازم برای احراز انطباق با الزامات این ضابطه تلقی می‌شود.

۹) در ساختمان‌ها و مجموعه‌های ساختمانی مشمول تأمین پناهگاه، اطلاعات مربوط به پناهگاه باید به صورت مستقل و صریح در مدارک طراحی ساختمان ارائه و مستند گردد.

۱۰) محل استقرار پناهگاه، محدوده آن، مسیرهای دسترسی، ظرفیت طراحی و ارتباط آن با سایر فضاهای ساختمان یا مجموعه ساختمانی باید در نقشه‌های معماری به نحو مناسب مشخص و ارائه شود.

۱۱) طراح باید مبانی تشخیص شمول پناهگاه، نحوه انطباق پروژه با الزامات این ضابطه و دلایل انتخاب راهکار طراحی پناهگاه را در مدارک طراحی مستند نماید.

۱۲) در مواردی که پناهگاه در طبقات زیرزمین ساختمان پیش‌بینی شده باشد، محدوده پناهگاه و نحوه تفکیک عملکرد پناهگاهی از سایر کاربری‌های فضا باید در مدارک طراحی به روشنی مشخص گردد.

۱۳) در مواردی که پناهگاه به صورت فضای مستقل مدفون در محوطه پیش‌بینی شده باشد، نحوه استقرار، دسترسی‌ها، ارتباط عملکردی با ساختمان و سایر اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی انطباق طرح باید در مدارک طراحی ارائه گردد.

۱۴) کاربری ثانویه پیش‌بینی شده برای پناهگاه و تمهیدات لازم برای تبدیل سریع آن به کاربری پناهگاهی در شرایط اضطراری باید در مدارک طراحی مشخص شود.

۱۵) اطلاعات مربوط به پناهگاه باید به گونه‌ای ارائه شود که امکان بررسی، کنترل و ارزیابی انطباق طرح با الزامات این ضابطه توسط مراجع ذیصلاح فراهم گردد.

۱۶) در ساختمان‌های مشمول تأمین پناهگاه، اطلاعات مربوط به پناهگاه باید مستقل از اطلاعات مربوط به فضای امن ارائه شده و نقش، عملکرد، ظرفیت و الزامات هر یک به روشنی مشخص گردد.

۱۷) ارائه اطلاعات ناقص، مبهم یا غیرقابل ارزیابی در خصوص پناهگاه، به منزله عدم ارائه مستندات لازم برای احراز انطباق با الزامات این ضابطه تلقی می‌شود.

۱۸) الزامات تفصیلی مربوط به نحوه نمایش، مستندسازی و ارائه اطلاعات پناهگاه در مدارک طراحی مطابق مفاد فصل ۵ این ضابطه تعیین می‌شود.

فصل ۳

لایه پایه حفاظت

۳-۱- کلیات

جدارهای نورگذر، جدارهای غیر نورگذر و نماها از اجزای اصلی پوسته خارجی ساختمان بوده و باید به گونه‌ای طراحی، انتخاب و اجرا شوند که در برابر اثرات بارهای غیرمتعارف، به‌ویژه بار ناشی از انفجار، از ایجاد گسیختگی موضعی، فروریزش گسترده، جدایش از سازه اصلی و تولید پرتابه‌های خطرناک جلوگیری نمایند. در ساختمان‌های مشمول این ضوابط، این اجزا باید از حیث مقاومت، شکل‌پذیری، نحوه اتصالات، جزئیات مهار، و پیوستگی عملکردی، به نحوی تأمین شوند که ضمن حفظ یکپارچگی پوسته و محدود ساختن خسارت، از انتقال مستقیم آثار مخرب به فضای داخلی جلوگیری گردد.

۳-۲- دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این فصل شامل تمام ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی گروه‌های ۱ تا ۵ مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان است.

تبصره: در ساختمان‌های گروه ۱، طراحی اجزای پوسته خارجی، بازشوها، پنجره‌ها، دیوارهای خارجی و سایر عناصر مرتبط، صرفاً بر مبنای محاسبات دقیق، تحلیل‌های لازم و ارائه مستندات فنی قابل قبول انجام می‌شود. در این گروه، استفاده از ضوابط تجویزی به‌عنوان جایگزین طراحی محاسباتی مجاز نیست و انطباق طرح باید به‌طور کامل از طریق روش‌های تحلیلی، مدارک آزمون معتبر و تأیید فنی احراز گردد.

۳-۳- جداره‌های نورگذر

۳-۳-۱- تا حد امکان از پنجره‌های کمتر و یا کوچک‌تر، استفاده شود. استفاده از پنجره‌های بزرگ تنها در صورتی مجاز است که به صورت پنجره‌های قاب‌شده و

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

تقسیم‌شده به واحدهای کوچک‌تر اجرا شوند و سامانه‌ی شیشه، قاب، وادار، اتصالات و مهار به سازه به‌صورت یکپارچه و متعادل عمل کند؛ به‌نحوی که شکست شیشه پیش از شکست قاب و اتصالات رخ دهد. همچنین تمهیدات لازم برای کاهش خطرات ناشی از شکست شیشه، از جمله استفاده از پوشش‌ها یا فیلم‌های چسبنده ایمنی، در آنها توصیه می‌شود.

۳-۳-۲- ارتفاع پنجره‌ها باید تا حد امکان به سقف طبقه نزدیک باشد تا در صورت شکست شیشه، قطعات و ترکش‌های ناشی از آن با احتمال کمتری به افراد حاضر در فضای داخلی ساختمان برخورد کنند.

۳-۳-۳- در کلیه سطوح شیشه‌ای که در مجاورت فضای باز یا معبر قرار دارند، باید حداقل لایه داخلی شیشه (نزدیک‌ترین لایه به فضای داخلی ساختمان) از نوع ایمن و غیرریزنده (لمینیت) باشد. چنانچه عرض سطح شیشه‌ای بیش از ۰/۹ متر و مساحت آن بیش از ۱/۵۰ مترمربع باشد، تمام لایه‌های سطوح شیشه‌ای باید از نوع ایمن و غیرریزنده (لمینیت) انتخاب شوند. در ساختمان‌های گروه ۱، انجام تحلیل و طراحی اجزای مورد نظر در برابر بارهای ناشی از انفجار الزامی است. در این موارد، معیارها و الزامات حاصل از محاسبات نباید منجر به کاهش سطح ایمنی یا اتخاذ شرایطی کمتر از حداقل الزامات مقرر در این بند شوند و در هر حال رعایت الزامات این بند الزامی است.

۳-۳-۴- در نورگیرهای سقفی ساختمان، باید از صفحات شفاف نشکن یا سایر مصالح شفاف مقاوم در برابر شکست، به جای شیشه معمولی، استفاده شود.

۳-۳-۵- قاب پنجره‌ها باید از استحکام و مقاومت بیشتری نسبت به شیشه برخوردار باشند. همچنین این قاب‌ها باید به‌گونه‌ای مناسب به اجزای پیرامونی متصل شوند که در صورت وقوع انفجار، قاب و شیشه‌های متصل به آن به صورت یکپارچه از محل خود جدا نشده و به داخل ساختمان پرتاب نشوند.

۳-۳-۶- چهارچوب پنجره‌ها باید به نحو مناسب و مطمئن به سازه مهار شوند.

۳-۴- جداره‌های غیرنورگذر

جداره‌های غیرنورگذر بخشی از پوسته خارجی ساختمان هستند که در کنار جداره‌های نورگذر و نما اولین خط دفاعی در برابر انفجار تشکیل می‌دهند. عملکرد این اجزا فقط مقاومت موضعی نیست؛ بلکه باید در سیستم کلی انتقال بار ساختمان مشارکت کنند. در طراحی این اجزا باید به سه مشخصه شکل‌پذیری، طراحی متعادل و فاز بازگشت توجه ویژه داشت.

۳-۴-۱- اجزای غیربرابر ساختمان، از جمله دیوارهای جداکننده، سقف‌های کاذب، پوشش‌ها، نماهای داخلی و سایر اجزای مشابه، باید به گونه‌ای انتخاب، طراحی و اجرا شوند که در اثر انفجار، خطر ایجاد آوار ثانویه، خرده‌پرانی و آسیب به بهره‌برداران به حداقل برسد.

۳-۴-۲- دیوارهای غیربرابر باید دارای اتصال و مهار مناسب به سازه اصلی ساختمان باشند، به نحوی که از واژگونی، جدایش یا فروریزش آنها در اثر بارهای ناشی از انفجار جلوگیری شود.

۳-۴-۳- در دیوارهای بنایی غیربرابر، استفاده از تمهیدات مناسب برای افزایش یکپارچگی و جلوگیری از فروپاشی شکننده، از جمله مسلح‌سازی، کلاف‌بندی، استفاده از شبکه‌های تقویتی یا سایر روش‌های مورد تأیید، الزامی است.

۳-۴-۴- دیوارهای جداکننده داخلی باید تا حد امکان سبک، شکل‌پذیر و دارای پیوستگی کافی باشند و از مصالح یا جزئیاتی استفاده شود که احتمال فروپاشی ناگهانی و تولید آوار خطرناک را کاهش دهد.

۳-۴-۵- اتصالات دیوارهای خارجی، قاب‌بندی نما، اجزای پیش‌ساخته نما و سایر اجزای پوسته ساختمان باید به گونه‌ای طراحی و اجرا شوند که از جداشدگی، سقوط یا پرتاب اجزا در اثر انفجار جلوگیری شود.

۳-۵- نمای ساختمان

نمای ساختمان، به‌عنوان بخش اصلی پوسته خارجی باید به گونه‌ای طراحی و اجرا شود که از ایجاد خرده‌پرانی، جداشدگی اجزا و سقوط قطعات خطرناک جلوگیری کند. در طراحی نما، پیوستگی اجزا، نوع مصالح، نحوه اتصال به سازه و رفتار کلی سامانه نما باید به‌صورت یکپارچه مدنظر قرار گیرد تا نما بتواند ضمن تأمین الزامات معماری، خطرات ناشی از انفجار را تا حد امکان کاهش دهد.

۳-۵-۱- نمای ساختمان باید به گونه‌ای طراحی و اجرا شوند که در صورت وقوع انفجار، خطر ایجاد آوار ثانویه، خرده‌پرانی و آسیب به افراد درون و بیرون ساختمان به حداقل برسد. طراحی نمای مقاوم در برابر انفجار باید به‌صورت متعادل و هماهنگ با سازه اصلی انجام شود؛ به‌نحوی که سامانه نما، قاب‌ها، اتصالات و اعضای پشتیبان به‌صورت یکپارچه عمل کنند.

۳-۵-۲- نمای ساختمان باید از نظر هندسه پیرامونی، حتی‌الامکان ساده و منظم بوده و از ایجاد فرورفتگی‌ها، گوشه‌های مقعر و پیش‌آمدگی‌های غیرضروری پرهیز شود. در صورت امکان، فرم‌های محدب و پیوسته بر فرم‌های شکسته و مقعر ترجیح دارند؛ زیرا چنین هندسه‌ای می‌تواند اثرات تشدیدکننده موج انفجار را کاهش داده و از تمرکز آسیب در نمای ساختمان جلوگیری کند.

۳-۵-۳- با رعایت ضوابط معماری و عملکردی، مساحت سطوح شیشه‌ای و تعداد بازشوهای نمای خارجی باید حتی‌الامکان محدود شود. در ساختمان‌هایی که در معرض خطر بالاتر قرار دارند، کاهش سطح بازشوها و تقویت سامانه شیشه و قاب باید در اولویت قرار گیرد.

۳-۵-۴- مصالح نمای خارجی باید به گونه‌ای انتخاب شوند که در اثر شکست، به قطعات تیز، برنده یا خطرآفرین تبدیل نشوند. در مواردی که استفاده از مصالح شکننده

فصل ۳ لایه پایه حفاظت

اجتناب‌ناپذیر است، این مصالح باید با جزئیات و اتصالاتی اجرا شوند که خطر جداشدگی، سقوط و پرتاب قطعات را به حداقل برسانند.

۳-۵-۵- برای نصب مصالح روکار نما باید از قاب‌های مجزا استفاده شود و این قاب‌ها با اتصالات مستقیم و پیوسته به دیافراگم سقف‌ها متصل شوند، به گونه‌ای که از انتقال لنگر خمشی موضعی به ستون‌ها جلوگیری شود.

۳-۵-۶- قاب‌بندی نمای ساختمان باید به گونه‌ای طراحی شود که بازرسی، تعمیر، تعویض و نصب مجدد قطعات آسیب‌دیده به‌سادگی امکان‌پذیر باشد.

۳-۵-۷- به‌کارگیری نماهای شکننده و عناصر دارای اتصال سست به سازه، یا عناصری که در صورت انفجار احتمال جداشدگی و پرتاب آنها وجود دارد، ممنوع است. اجزایی مانند سایبان‌ها و آفتاب‌گیرها باید از مصالح شکل‌پذیر ساخته شوند.

۳-۵-۸- اتصال دیوارهای خارجی و اجزای نما به سازه باید به گونه‌ای باشد که مسیر انتقال بار پیوسته تأمین شده و از جداشدگی یا گسیختگی زودرس اجزا جلوگیری شود. اجزای دیوار و نمای خارجی نباید به گونه‌ای جزئیات‌پردازی شوند که مستقیماً به اعضای قائم باربر متصل شوند، مگر آنکه آن اعضا از جزء متصل‌شونده مقاوم‌تر باشند.

۳-۵-۹- قسمت بیرونی ورودی ساختمان باید به‌نحوی ایمن‌سازی شود که خطر ریزش آوار و خرده‌پرتاب‌های ناشی از شکست اجزای نما و پیوسته خارجی به حداقل برسد؛ استفاده از سقف یا هرگونه حائل مقاوم در برابر ریزش آوار، در صورت نیاز، مجاز و مناسب است.

۳-۵-۱۰- قرارگیری عناصر الحاقی شکننده یا فاقد اتصال مناسب به سازه، در لبه بام مجاز نیست.

۳-۵-۱۱- تأسیسات مستقر در بام، باید به فاصله کمینه ۲ متر از لبه مجاور معابر و حیاط قرار گیرند.

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

۳-۵-۱۲- اجرای نماهای اندودی، در صورت تأمین چسبندگی، پیوستگی و اتصال مناسب به زیرکار، می‌تواند به کاهش جداشدگی و آوارپذیری نمای خارجی کمک کند و نسبت به سامانه‌های فاقد این پیوستگی، آسیب‌پذیری کمتری داشته باشد.

۳-۵-۱۳- در صورت استفاده از نمای آجری، آن را باید با ضخامت کمینه ۲۲ سانتیمتر، به صورت مسلح و با اتصال لازم به سازه، اجرا نمود.

۳-۵-۱۴- از کاربرد سنگ و مصالح مشابه نظیر سرامیک و دیگر مصالح شکننده به صورت خشک در نما باید خودداری شود و لازم است عناصر نمای ساختمان دارای قاب‌بندی، مقاومت و انعطاف‌پذیری مناسب باشند.

۳-۵-۱۵- نماهای پیش‌ساخته بتن مسلح، با اتصال لازم به سازه، در برابر انفجار بسیار مناسب هستند. اتصال نمای پیش‌ساخته بتنی به اعضای محیطی ساختمان باید قابلیت تحمل بارهای ناشی از انفجار را داشته باشد و به‌طور کلی، عناصر نما نباید موجب ایجاد خرده‌پرتاب، جداشدگی یا آوار آسیب‌رسان شوند.

فصل ۴

فضای امن

۴-۱- کلیات و دسته‌بندی

۴-۱-۱- فضای امن بخشی از ساختمان است که با رعایت الزامات معماری، سازه‌ای و تأسیساتی این ضابطه، به منظور حفاظت از ساکنان در برابر آثار ناشی از تهدیدات مبنای طراحی پیش‌بینی می‌شود. این فضا باید در موقعیتی مرکزی و دور از جداره پیرامونی استقرار یافته و امکان دسترسی سریع و ایمن به مسیر خروج را فراهم نماید. همچنین فضای امن باید در برابر ترکش، ریزش آوار و نفوذ دود و غبار از پایداری لازم برخوردار بوده و به گونه‌ای طراحی شود که حتی در صورت آسیب‌دیدگی گسترده ساختمان، قابلیت پناهگیری موقت و استقرار ایمن ساکنان را تا زمان تخلیه یا رفع خطر حفظ نماید.

۴-۱-۲- فضای امن، حسب محل استقرار و دامنه بهره‌برداری، به سه دسته زیر تقسیم می‌شود:

- فضای امن واحدی: فضایی از نوع خصوصی است که در داخل یک واحد مسکونی استقرار می‌یابد و حفاظت از ساکنان همان واحد را تأمین می‌نماید.
- فضای امن طبقه‌ای: فضایی است که برای استفاده مشترک ساکنان واحدهای یک طبقه پیش‌بینی می‌شود و حفاظت از ساکنان همان طبقه را تأمین می‌نماید.
- فضای امن ساختمانی: فضایی است که برای استفاده مشترک ساکنان کل ساختمان پیش‌بینی می‌شود.

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

۳-۱-۴- در جانمایی و انتخاب نوع فضای امن، اصل جابجایی کمینه افراد در زمان تهدید و توزیع مناسب حفاظت باید رعایت شود؛ به نحوی که اولویت با فضای امن واحدی، سپس فضای امن طبقه‌ای و در نهایت فضای امن ساختمانی باشد، مگر آنکه الزامات این ضابطه یا شرایط معماری و بهره‌برداری، ترتیب دیگری را ایجاب نماید.

۴-۲- دامنه کاربرد و ظرفیت

۴-۲-۱- تأمین فضای امن در کلیه ساختمان‌های مسکونی با شش طبقه و بیشتر روی سطح زمین الزامی است.

۴-۲-۲- در ساختمان‌های مسکونی با کمتر از شش طبقه روی سطح زمین، در صورتی که مساحت زیربنای هر واحد مسکونی بیش از ۱۲۰ مترمربع باشد، تأمین فضای امن الزامی است.

۴-۲-۳- در کلیه واحدهای مسکونی با مساحت بیش از ۱۲۰ مترمربع، پیش‌بینی فضای امن به صورت فضای امن واحدی الزامی است. در واحدهای مسکونی با مساحت ۱۲۰ مترمربع و کمتر، استقرار فضای امن باید با رعایت سلسله‌مراتب استقرار انجام شود؛ به نحوی که در اولویت نخست، فضای امن واحدی، در صورت عدم امکان، فضای امن طبقه‌ای و در نهایت فضای امن ساختمانی پیش‌بینی گردد. انتخاب هر یک از گزینه‌های یادشده باید متناسب با ارزیابی خطر، شرایط معماری و الزامات دسترسی ایمن به مسیر خروج انجام شود.

۴-۲-۴- ظرفیت فضای امن در هر واحد مسکونی باید بر مبنای حداقل ۱ مترمربع به ازای هر نفر محاسبه شود و در هر حال، مساحت مفید فضای امن نباید از ۶ مترمربع کمتر باشد. این مساحت باید به گونه‌ای تأمین گردد که امکان استقرار ایمن، پناهگیری و استفاده اضطراری ساکنان را فراهم نماید.

۴-۳-۱- فضای امن واحدی

- فضای امن واحدی باید در داخل محدوده همان واحد مسکونی و مستقل از فضاهای عمومی ساختمان پیش‌بینی شود.
- فضای امن واحدی باید حتی‌الامکان در بخش داخلی واحد، دور از جداره‌های خارجی ساختمان و به‌گونه‌ای جانمایی شود که با حداقل نیاز به تردد در فضای باز یا عبور از فضاهای پرخطر قابل دسترسی باشد.
- بین فضای امن واحدی و محیط خارج ساختمان باید حداقل یک فضای واسطه یا یک جداره داخلی مقاوم وجود داشته باشد.
- فضای امن واحدی نباید در معرض مستقیم موج انفجار، ترکش‌ها، پرتابه‌های ثانویه و خطر ریزش اجزای غیرسازه‌ای، نما و بازشوهای خارجی قرار گیرد.
- دسترسی به فضای امن واحدی باید برای تمامی ساکنان واحد، از جمله افراد دارای محدودیت‌های حرکتی، سالمندان، کودکان و سایر افراد دارای نیازهای ویژه، با حداقل زمان ممکن و بدون عبور از فضاهای پرخطر امکان‌پذیر باشد.
- زمان دسترسی از دورترین نقطه واحد مسکونی تا فضای امن واحدی از ۲ دقیقه تجاوز نکند.
- در صورتی که فضای امن واحدی در ترازهای بالاتر یا پایین‌تر از فضای اصلی سکونت قرار گیرد، مسیر دسترسی شامل راه‌پله یا رمپ باید متناسب با نیاز تمامی استفاده‌کنندگان، به‌ویژه افراد دارای محدودیت‌های حرکتی، طراحی و اجرا شود.
- اتاق‌های داخلی، انباری‌ها، پستوها، کمدهای دیواری با ابعاد مناسب و سایر فضاهای مشابه، در صورت تأمین الزامات این ضابطه، می‌توانند به‌عنوان فضای امن واحدی مورد استفاده قرار گیرند.

۴-۳-۲- فضای امن طبقه‌ای

- فضای امن طبقه‌ای باید در همان طبقه‌ای استقرار یابد که برای استفاده ساکنان آن طبقه پیش‌بینی شده است.
- فضای امن طبقه‌ای باید حتی‌الامکان در محدوده مرکزی طبقه و دور از جداره‌های خارجی ساختمان جانمایی شود.
- محل استقرار فضای امن طبقه‌ای باید به گونه‌ای انتخاب شود که تمامی واحدهای آن طبقه در کوتاه‌ترین زمان ممکن به آن دسترسی داشته باشند.
- فضای امن طبقه‌ای باید در مجاورت مسیرهای ارتباطی داخلی ساختمان نظیر راهروها یا هسته‌های ارتباطی قرار گیرد، مشروط بر آنکه در معرض مستقیم تهدیدات مبنای طراحی نباشد.
- استفاده از فضاهای خدماتی یا فضاهای مشترک طبقه به عنوان فضای امن طبقه‌ای مجاز است، مشروط بر آنکه الزامات این ضابطه را تأمین نمایند.
- دسترسی به فضای امن طبقه‌ای باید به نحوی باشد که ساکنان آن طبقه بتوانند بدون عبور از فضاهای ناایمن و با حداقل زمان، به آن برسند.

۴-۳-۳- فضای امن ساختمانی

- فضای امن ساختمانی باید در بخشی از ساختمان پیش‌بینی شود که کمترین مواجهه را با آثار مستقیم تهدیدات مبنای طراحی داشته باشد.
- فضای امن ساختمانی باید حتی‌الامکان در بخش مرکزی ساختمان، طبقات زیرزمین، یا بخش‌های میانی ساختمان جانمایی شود.
- دسترسی به فضای امن ساختمانی باید از مسیرهای داخلی و ایمن ساختمان تأمین شود، به گونه‌ای که ساکنان بتوانند در شرایط اضطراری با امنیت کافی به آن برسند.

- استفاده از فضاهایی مانند پارکینگ، کتابخانه، نمازخانه، محل اجتماعات، غذاخوری و فضاهای مشابه، در صورتی که الزامات این ضابطه را تأمین نمایند، برای استقرار فضای امن ساختمانی مجاز است.
- فضای امن ساختمانی باید به گونه‌ای پیش‌بینی شود که ساکنان برای دسترسی به آن، حداکثر به اندازه ۴ طبقه جابجا شوند. در صورتی که تأمین حفاظت ساکنان ساختمان با یک فضای امن ساختمانی برای این تعداد طبقه امکان‌پذیر نباشد، باید چندین فضای امن ساختمانی متناسب با مساحت مورد نیاز و تعداد طبقات ساختمان پیش‌بینی شود.

۴-۴- الزامات طراحی

۴-۴-۱- الزامات عمومی

- فضای امن باید به عنوان فضایی مستقل و دارای محدوده مشخص در ساختمان پیش‌بینی شود و صرفاً به صورت بخشی از سایر فضاهای معماری یا عملکردی ساختمان منظور نگردد. استفاده چندمنظوره از فضای امن در شرایط بهره‌برداری عادی، مشروط به عدم اختلال در عملکرد حفاظتی آن، مجاز است.
- دیوار، سقف و کف فضای امن باید تا حد امکان از بتن مسلح باشد. در دیوارها، استفاده از آجر مسلح یا پوشش مقاوم‌کننده پلیمری نیز مجاز است.
- به کارگیری مصالح و اجسام تیز، لبه‌دار، ترد و شکننده در فضای امن مجاز نیست.
- بازشوی درب فضای امن باید به سمت بیرون باشد.
- ایجاد نورگیر، پنجره و هرگونه تزئینات در فضای امن مجاز نیست.
- تأسیسات روشنایی فضای امن باید ساده، ایمن و متناسب با عملکرد اضطراری فضا طراحی شوند.

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

- وجود بازشوهای پیرامونی، سطوح شیشه‌ای و اجزای غیرمقاوم که موجب افزایش آسیب‌پذیری در برابر موج انفجار و پرتابه‌های ثانویه می‌شود، مجاز نیست.

۴-۴-۲- فضای امن واحدی

- در طراحی دیوارهای فضای امن، استفاده از دیوار پانلی، بتن پاشی بر روی شبکه فولادی، تقویت دیوار با قاب‌های سبک فولادی، به‌کارگیری ژئوتکستایل آرامید و پوشش پلی‌یور مجاز است، مشروط بر آنکه عملکرد هر یک از این روش‌ها با محاسبات دقیق بار انفجار و کنترل پاسخ عضو یا سیستم مورد تأیید قرار گیرد و یا مطابق جزئیات ارائه و تایید شده و توسط دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان باشد.
- استفاده از دیوارهای پانلی در فضای امن واحدی، منوط به رعایت کلیه ضوابط، الزامات و جزئیات اجرایی مندرج در پیوست ششم آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) است.
- سقف و کف سازه فضای امن باید از دال توپر بتن آرمه با حداقل ضخامت ۲۰ سانتی‌متر و مقاومت مشخصه فشاری حداقل ۲۵ مگاپاسکال اجرا شود. حداقل آرماتورگذاری دال باید شامل دو شبکه میلگرد آجدار قطر ۱۰ میلی‌متر با فاصله ۱۰۰ میلی‌متر در دو جهت، در بالا و پایین دال باشد. استفاده از سایر سقف‌ها مشروط به ارائه مستندات فنی و اثبات تأمین سطح ایمنی و عملکردی معادل یا بالاتر از الزامات این آیین‌نامه و اخذ تأیید مرجع ذی‌صلاح، مجاز است.
- سقف پناهگاه باید به گونه‌ای به تیرها، دیوارها و سایر اعضای باربر پیرامونی متصل شود که انتقال کامل نیروهای ثقلی، جانبی و بارهای ناشی از انفجار بین اجزای سازه‌ای امکان‌پذیر بوده و عملکرد یکپارچه و جعبه‌ای سازه پناهگاه تأمین گردد. جزئیات آرماتورگذاری، طول مهاری، وصله‌ها و اتصالات باید به نحوی طراحی و اجرا شوند که از جدایی، گسیختگی موضعی یا خارج شدن اجزا از صفحه تحت بارهای طراحی جلوگیری شود.

۴-۳-۴- فضای امن طبقه‌ای

- در طراحی دیوارهای فضای امن، استفاده از دیوار پانلی، بتن پاشی بر روی شبکه فولادی، تقویت دیوار با قاب‌های سبک فولادی، به کارگیری ژئوتکستایل آرامید و پوشش پلی‌یور مجاز است، مشروط بر آنکه عملکرد هر یک از این روش‌ها با محاسبات دقیق بار انفجار و کنترل پاسخ عضو یا سیستم مورد تأیید قرار گیرد و یا مطابق جزئیات ارائه و تأیید شده و توسط دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان باشد.
- استفاده از دیوارهای پانلی در فضای امن واحدی، منوط به رعایت کلیه ضوابط، الزامات و جزئیات اجرایی مندرج در پیوست ششم آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) است.
- سقف و کف سازه فضای امن باید از دال توپر بتن آرمه با حداقل ضخامت ۲۰ سانتی‌متر و مقاومت مشخصه فشاری حداقل ۳۰ مگاپاسکال اجرا شود. حداقل آرماتورگذاری دال باید شامل دو شبکه میلگرد آجدار قطر ۱۰ میلی‌متر با فاصله ۱۰۰ میلی‌متر در دو جهت، در بالا و پایین دال باشد. استفاده از سایر سقف‌ها مشروط به ارائه مستندات فنی و اثبات تأمین سطح ایمنی و عملکردی معادل یا بالاتر از الزامات این آیین‌نامه و اخذ تأیید مرجع ذی‌صلاح، مجاز است.
- سقف پناهگاه باید به گونه‌ای به تیرها، دیوارها و سایر اعضای باربر پیرامونی متصل شود که انتقال کامل نیروهای ثقلی، جانبی و بارهای ناشی از انفجار بین اجزای سازه‌ای امکان‌پذیر بوده و عملکرد یکپارچه و جعبه‌ای سازه پناهگاه تأمین گردد. جزئیات آرماتورگذاری، طول مهاری، وصله‌ها و اتصالات باید به نحوی طراحی و اجرا شوند که از جدایی، گسیختگی موضعی یا خارج شدن اجزا از صفحه تحت بارهای طراحی جلوگیری شود.

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

- دریاچه خروج اضطراری مستحکم با عرض ۶۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر و با بازشوی رو به داخل فضای امن باید در ارتفاع حدود ۹۰ سانتی‌متر از کف نصب شود و تمهیدات لازم برای نحوه خروج پیش‌بینی گردد.

۴-۴-۴- فضای امن ساختمانی

- دیوارهای فضای امن ساختمانی باید از بتن مسلح با مقاومت مشخصه فشاری حداقل ۳۰ مگاپاسکال و ضخامت حداقل ۲۰ سانتی‌متر در دو لایه آرماتور اجرا شوند. حداقل آرماتور هر لایه باید شامل میلگرد شماره ۱۰ با حداکثر فاصله ۱۰ سانتی‌متر در دو جهت متعامد باشد. در صورتی که نتایج محاسبات سازه‌ای و تحلیل بارهای ناشی از تهدیدات مبنای طراحی، مقادیر متفاوتی را ایجاب نماید، طراحی دیوار باید بر اساس نتایج محاسبات انجام شود، مشروط بر آنکه سطح ایمنی و عملکرد موردنظر این ضابطه تأمین گردد.
- سقف و کف سازه فضای امن باید از دال توپر بتن آرمه با حداقل ضخامت ۳۰ سانتی‌متر و مقاومت مشخصه فشاری حداقل ۳۰ مگاپاسکال اجرا شود. حداقل آرماتورگذاری دال باید شامل دو شبکه میلگرد آجدار قطر ۱۰ میلی‌متر با فاصله ۱۰۰ میلی‌متر در دو جهت، در بالا و پایین دال باشد. استفاده از سایر سقف‌ها مشروط به ارائه مستندات فنی و اثبات تأمین سطح ایمنی و عملکردی معادل یا بالاتر از الزامات این آیین‌نامه و اخذ تأیید مرجع ذی‌صلاح، مجاز است.
- سقف پناهگاه باید به گونه‌ای به تیرها، دیوارها و سایر اعضای باربر پیرامونی متصل شود که انتقال کامل نیروهای ثقلی، جانبی و بارهای ناشی از انفجار بین اجزای سازه‌ای امکان‌پذیر بوده و عملکرد یکپارچه و جعبه‌ای سازه پناهگاه تأمین گردد. جزئیات آرماتورگذاری، طول مهاری، وصله‌ها و اتصالات باید به نحوی طراحی و اجرا شوند که از جدایی، گسیختگی موضعی یا خارج شدن اجزا از صفحه تحت بارهای طراحی جلوگیری شود.

فصل ۴ فضای امن

- دریچه خروج اضطراری مستحکم با عرض ۶۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر و با بازشوی رو به داخل فضای امن باید در ارتفاع حدود ۹۰ سانتی‌متر از کف نصب شود و تمهیدات لازم برای نحوه خروج پیش‌بینی گردد.

۴-۵- تاسیسات

۴-۵-۱- فضای امن واحدی

- استفاده از سامانه‌های تهویه متصل به سایر فضاهای ساختمان مجاز نبوده و این فضاها باید به‌صورت بدون تهویه طراحی و بهره‌برداری شوند. در مواردی که تأمین تهویه برای فضای امن ضروری باشد، سامانه تهویه باید مستقل بوده و با مشخصات فنی کامل، شامل تجهیزات فیلتراسیون و سایر الزامات مندرج در مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان طراحی و اجرا شود.
- درزهای پیرامون در، پنجره و محل عبور تأسیسات باید به گونه‌ای اجرا شوند که امکان نشت کنترل‌نشده هوا به حداقل برسد و در صورت نیاز، قابلیت آب‌بندی سریع در شرایط اضطراری را داشته باشند.
- فضای امن واحدی باید دارای روشنایی اضطراری مستقل با قابلیت عملکرد در زمان قطع برق باشد.
- تجهیزات نجات (نظیر تیر و بیل کوچک) و کمک‌های اولیه در فضای امن قرار داده شوند.

۴-۵-۲- فضای امن طبقه‌ای

- درب‌ها، دریچه‌های خروج اضطراری و سایر بازشوهای فضای امن طبقه‌ای باید به‌طور کامل درزبندی شوند تا از نفوذ دود، گردوغبار و آلاینده‌های محیطی جلوگیری شود.

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

- سامانه‌های تهویه باید مستقل از سامانه تهویه عمومی ساختمان طراحی شود. این سامانه می‌تواند دارای تهویه یا فاقد تهویه باشد؛ در نوع دارای تهویه، هوای تصفیه‌شده از خارج فضا تأمین می‌شود و در نوع فاقد تهویه، هوا در داخل فضا بازگردش می‌شود و تهویه با هوای خارج انجام نمی‌گیرد.
- سامانه تصفیه هوای مورد استفاده در فضای امن باید دارای فیلتر ذرات و جاذب گاز حاوی کربن فعال باشد. فیلتر ذرات باید راندمانی کمتر از ۹۹ درصد برای ذرات با اندازه ۱ میکرومتر نداشته باشد. مقدار کربن فعال جاذب باید حداقل به میزان ۰/۴۵ کیلوگرم به ازای هر ۳۴ مترمکعب بر ساعت، تأمین شود. همچنین مجموع ظرفیت تأمین هوای پاک سامانه باید حداقل ۱۸ مترمکعب بر ساعت به ازای هر مترمربع، باشد.
- استفاده از تجهیزات سرمایشی دارای احتمال نشت بالا، سامانه‌های دارای کویل مستقیم و تجهیزات مشابه در فضای امن ساختمانی مجاز نیست.
- فضای امن طبقه‌ای باید دارای روشنایی اضطراری مستقل با قابلیت عملکرد در زمان قطع برق باشد.
- تجهیزات نجات (نظیر تیر و بیل کوچک) و کمک‌های اولیه در فضای امن قرار داده شوند.

۴-۵-۳- فضای امن ساختمانی

- تمامی درب‌ها، دریچه‌های خروج اضطراری، مجاری عبور تأسیسات و سایر بازشوهای فضای امن ساختمانی باید به‌طور کامل هوا بند و دود بند شوند.
- فضای امن ساختمانی باید دارای سامانه تهویه مستقل از سامانه تهویه عمومی ساختمان باشد. مشخصات فنی، ظرفیت و الزامات عملکردی سامانه تهویه باید مطابق بند ۵-۸-۲ تعیین شود.

- فضای امن ساختمانی باید دارای روشنایی اضطراری مستقل مطابق بند ۵-۸-۴ و سامانه برق اضطراری مطابق بند ۵-۸-۵ باشد.
- فضای امن ساختمانی باید دارای تاسیسات بهداشتی مطابق بند ۵-۸-۷ باشد.
- علائم شبرنگ در اطراف درب و دریچه خروج اضطراری نصب گردد.
- تابلو اطلاعات مشتمل بر حداکثر مدت استقرار پناهگیران و شماره تلفن‌های اضطراری موردنیاز نصب گردد.
- پیش‌بینی‌های لازم در خصوص مایحتاج موردنیاز دست‌کم به میزان نیاز ۱۲ ساعت (مانند آب شرب و غذای خشک) مطابق بند ۵-۸-۳ صورت گیرد.



فصل ۵

ضوابط تعیین و طراحی پناهگاه‌ها در

ساختمان‌های مسکونی

۵-۱- کلیات

۵-۱-۱- پناهگاه خصوصی درجه ۳ فضای حفاظت‌شده‌ای است که در موارد مشمول این ضابطه، به منظور تأمین سطحی ارتقایافته از حفاظت پدافندی برای بهره‌برداران ساختمان یا مجموعه ساختمانی پیش‌بینی می‌شود. پناهگاه خصوصی درجه ۳ بخشی از نظام حفاظت پدافندی ساختمان بوده و به عنوان مکمل فضای امن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۵-۱-۲- اهداف و کارکردهای پناهگاه خصوصی درجه ۳

هدف از پیش‌بینی پناهگاه خصوصی درجه ۳، توسعه ظرفیت پناهگیری و ارتقای تاب‌آوری پروژه‌های مسکونی مشمول این ضابطه است. پناهگاه خصوصی درجه ۳ برای حفاظت موقت بهره‌برداران در شرایط بحران پیش‌بینی می‌شود.

۵-۱-۳- پناهگاه به عنوان سطح ارتقایافته حفاظت پدافندی

پناهگاه خصوصی درجه ۳ نسبت به فضاهای متعارف ساختمان و فضاهای امن، سطح بالاتری از حفاظت پدافندی را فراهم می‌نماید. الزامات این فصل با هدف تأمین این سطح ارتقایافته از حفاظت تدوین شده است.

۵-۱-۴- اصول حاکم بر طراحی و بهره‌برداری پناهگاه

طراحی و بهره‌برداری پناهگاه خصوصی درجه ۳ باید بر پایه اصول چندمنظوره بودن، قابلیت بهره‌برداری در شرایط عادی، تأمین حفاظت موقت در شرایط بحران و حفظ کارایی اقتصادی پروژه انجام شود.

۵-۲- شمول و تعیین الزام پناهگاه

۵-۲-۱- احداث پناهگاه خصوصی درجه ۳ در پروژه‌های مسکونی که زیربنای کل آنها از ۵۰۰۰ مترمربع بیشتر باشد الزامی است.

۵-۲-۲- مبنای تعیین شمول الزامات این فصل، زیربنای کل پروژه مندرج در پروانه ساختمانی است.

۵-۲-۳- در مواردی که چند ساختمان یا چند بلوک در قالب یک مجموعه ساختمانی واحد، طرح توسعه واحد یا پرونده توسعه مشترک احداث شوند، مجموع زیربنای آنها ملاک تعیین شمول الزامات این فصل خواهد بود.

تبصره — تفکیک مراحل اخذ پروانه یا زمان اجرای ساختمان‌ها، موجب خروج پروژه از شمول این بند نخواهد بود.

۵-۲-۴- ظرفیت پناهگاه خصوصی درجه ۳ نباید کمتر از ۱۰ درصد جمعیت بهره‌بردار پروژه یا حداقل ۱۰ نفر باشد.

۵-۲-۵- در صورتی که پناهگاه خصوصی درجه ۳ و فضای امن ساختمانی به صورت مشترک تأمین شوند، طراحی، ابعاد، ظرفیت، تجهیزات، سامانه‌های تأسیساتی و سایر الزامات فنی پناهگاه باید بر مبنای مجموع جمعیت بهره‌بردار هر دو فضا تعیین گردد. در این حالت، پناهگاه مشترک باید پاسخگوی ظرفیت هم‌زمان پناهگاه خصوصی درجه ۳ و فضای امن ساختمانی بوده و کلیه الزامات این آیین‌نامه را برای جمعیت مذکور تأمین نماید.

۵-۳- استقرار و جانمایی پناهگاه

۵-۳-۱ پناهگاه خصوصی درجه ۳ می‌تواند در داخل ساختمان یا به صورت فضای مدفون مستقل در مجاورت ساختمان یا مجموعه ساختمانی احداث شود.

۵-۳-۲ محل استقرار پناهگاه باید به گونه‌ای انتخاب شود که ضمن تأمین الزامات این فصل، امکان بهره‌برداری ایمن از آن در شرایط بحران فراهم باشد.

۵-۳-۳ پناهگاه و مسیرهای دسترسی و خروج اضطراری آن باید حتی‌الامکان خارج از محدوده محتمل ریزش آوار ساختمان‌های مجاور جانمایی شوند.

۵-۳-۴ پناهگاه باید دارای حداقل یک مسیر خروج اضطراری مستقل باشد که به فضای باز منتهی شود.

۵-۳-۵ پناهگاه‌های مشترک تأمین ظرفیت الزامی پناهگاه از طریق یک پناهگاه مشترک برای چند ساختمان یا چند بلوک واقع در یک پروژه مجاز است.

۵-۳-۶ ظرفیت الزامی پناهگاه می‌تواند در یک یا چند پناهگاه مستقل تأمین شود، مشروط بر آنکه مجموع ظرفیت آنها کمتر از ظرفیت الزامی موضوع بند ۵-۲-۴ نباشد.

۵-۴- تهدید مبنای طراحی پناهگاه

۵-۴-۱ الزامات این فصل بر مبنای تهدیدات موضوع این بخش تدوین شده است. رعایت الزامات تجویزی این فصل به منزله تأمین سطح حفاظت مورد انتظار در برابر تهدیدات مبنای طراحی خواهد بود.

۵-۴-۲ تهدیدات مبنای طراحی پناهگاه خصوصی درجه ۳ شامل آثار ناشی از انفجار مهمات متعارف، ترکش، آوار و تخریب پیرامونی ناشی از اصابت به ساختمان یا اهداف مجاور است.

۵-۴-۳ انفجار مبنای طراحی برای پناهگاه خصوصی درجه ۳ معادل انفجار ۵۰۰ پوند ماده منفجره متعارف در فاصله ۲۵ متر از پناهگاه در نظر گرفته می‌شود. تبصره - در صورت ارائه طراحی مبتنی بر تحلیل عملکردی، استفاده از سایر سناریوهای انفجاری با اثبات تأمین سطح حفاظت مورد انتظار بلامانع است.

۵-۴-۴ الزامات این فصل بر مبنای استقرار بهره‌برداران در پناهگاه پیش از وقوع حمله و بهره‌برداری از پناهگاه در بازه زمانی حداقل ۱۲ ساعت تدوین شده است.

۵-۴-۵ الزامات این فصل شامل حفاظت در برابر آثار ناشی از سلاح‌های هسته‌ای، تشعشعات پرتوی، مهمات نفوذگر سنگین و سایر تهدیدات فراتر از دامنه طراحی موضوع این بخش نمی‌شود.

۵-۵- الزامات عملکردی پناهگاه

۵-۵-۱ پناهگاه خصوصی درجه ۳ باید سطحی از حفاظت را فراهم نماید که در مقایسه با فضاهای متعارف ساختمان، احتمال وقوع مرگ و جراحات شدید ناشی از تهدیدات مبنای طراحی را به طور معنادار کاهش دهد.

۵-۵-۲ پناهگاه باید به گونه‌ای طراحی شود که در برابر تهدیدات مبنای طراحی، امکان حفاظت موقت بهره‌برداران را فراهم نماید.

۵-۵-۳ پناهگاه باید به گونه‌ای طراحی شود که در صورت آسیب شدید ساختمان یا فضاهای مجاور، عملکرد حفاظتی خود را تا پایان دوره بهره‌برداری اضطراری حفظ نماید.

۵-۵-۴ پناهگاه باید امکان استقرار بهره‌برداران و بهره‌برداری ایمن از فضا را در مدت زمان موضوع بند ۵-۴-۴ فراهم نماید.

۵-۵-۵ پناهگاه باید حتی‌الامکان به گونه‌ای طراحی شود که پس از وقوع تهدید نیز قابلیت بهره‌برداری مجدد داشته باشد.

۵-۶- الزامات معماری پناهگاه

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

۵-۶-۱- مساحت مفید پناهگاه باید متناسب با ظرفیت طراحی آن تعیین شود. سرانه مورد نیاز برای هر نفر نباید کمتر از یک مترمربع باشد.

۵-۶-۲- ابعاد و شکل هندسی پناهگاه باید به گونه‌ای انتخاب شود که استقرار ایمن بهره‌برداران، بهره‌برداری اضطراری و تأمین الزامات این فصل را امکان‌پذیر نماید. ارتفاع مفید پناهگاه نباید کمتر از ۲/۴۰ متر باشد.

۵-۶-۳- پناهگاه باید دارای حداقل یک ورودی اصلی و یک خروج اضطراری مستقل باشد. ورودی‌ها و خروجی‌های پناهگاه باید به گونه‌ای جانمایی شوند که حتی‌الامکان در معرض ریزش آوار، انسداد یا تخریب همزمان قرار نگیرند.

۵-۶-۴- مسیرهای دسترسی به پناهگاه باید مستقیم، قابل تشخیص و عاری از موانع بهره‌برداری باشند.

۵-۶-۵- پناهگاه باید متناسب با ظرفیت طراحی، دارای فضاها و تجهیزات مورد نیاز برای تأمین شرایط بهره‌برداری اضطراری موضوع این فصل باشد.

۵-۶-۶- پناهگاه می‌تواند در شرایط عادی دارای کاربری دیگری باشد، مشروط بر آنکه این کاربری موجب اختلال در عملکرد حفاظتی پناهگاه نشده و امکان آماده‌سازی آن برای بهره‌برداری اضطراری در مدت زمان مقرر فراهم باشد.

۵-۷ الزامات سازه‌ای پناهگاه

۵-۷-۱- پناهگاه باید به گونه‌ای طراحی و اجرا شود که الزامات عملکردی موضوع بخش ۵-۵ را در برابر تهدیدات مبنای طراحی موضوع بخش ۴-۵ تأمین نماید.

۵-۷-۲- طراحی سازه‌ای پناهگاه می‌تواند به یکی از روش‌های زیر انجام شود:

الف) طراحی بر اساس الزامات تجویزی این فصل.

ب) طراحی مبتنی بر تحلیل عملکردی و اثبات تأمین سطح حفاظت مورد انتظار.

۵-۷-۳- دیوارهای پیرامونی پناهگاه باید از بتن‌آرمه با حداقل ضخامت ۲۵ سانتی‌متر و مقاومت مشخصه فشاری حداقل ۳۰ مگاپاسکال اجرا شوند. حداقل آرماتورگذاری دیوارها باید شامل دو شبکه میلگرد در دو وجه دیوار، با میلگرد قطر ۱۰ میلی‌متر و حداکثر فاصله ۱۰۰ میلی‌متر در هر دو جهت باشد.

۵-۷-۴- سقف سازه پناهگاه باید از دال توپر بتن‌آرمه با حداقل ضخامت ۳۰ سانتی‌متر و مقاومت مشخصه فشاری حداقل ۳۰ مگاپاسکال اجرا شود. حداقل آرماتورگذاری دال باید شامل دو شبکه میلگرد آجدار قطر ۱۰ میلی‌متر با فاصله ۱۰۰ میلی‌متر در دو جهت، در بالا و پایین دال باشد. استفاده از سایر سقف‌ها مشروط به ارائه مستندات فنی و اثبات تأمین سطح ایمنی و عملکردی معادل یا بالاتر از الزامات این آیین‌نامه و اخذ تأیید مرجع ذیصلاح، مجاز است.

۵-۷-۵- درهای ورودی و خروجی پناهگاه باید دارای مقاومت کافی در برابر تهدیدات مبنای طراحی باشد.

۵-۸- الزامات تاسیساتی پناهگاه

۵-۸-۱- تأسیسات پناهگاه باید به گونه‌ای طراحی و اجرا شوند که امکان بهره‌برداری ایمن از پناهگاه در مدت زمان موضوع بند ۵-۴-۴ فراهم گردد.

۵-۸-۲- پناهگاه باید مجهز به سامانه تهویه اضطراری باشد. مشخصات فنی، ظرفیت و الزامات عملکردی سامانه تهویه باید مطابق جدول ۵-۱ تعیین شود. استفاده از تجهیزات سرمایشی با احتمال نشت بالا، سامانه‌های دارای کویل مستقیم و تجهیزات مشابه مجاز نیست.

جدول ۵-۱- مشخصات سامانه تهویه اضطراری برای پناهگاه خصوصی درجه ۳

ردیف	مشخصه	مقدار و توضیحات
۱	نرخ تأمین هوای تازه	حداقل نرخ تهویه مکانیکی هوای تازه ۸/۵ مترمکعب بر ساعت (۵ cfm) به ازای هر نفر است. نرخ تهویه مطلوب ۲۵ مترمکعب بر ساعت (۱۵ cfm) به ازای هر نفر است.
۲	مدت عملکرد اضطراری	حداقل ۲ ساعت بهره‌برداری پیوسته پس از قطع برق اصلی
۳	محل مکش هوا	خارج از فضاهای آلوده، پارکینگ‌ها، موتورخانه‌ها و محل نگهداری مواد خطرناک
۴	حفاظت بازشوها	کلیه ورودی‌ها و خروجی‌های هوا باید دارای شبکه محافظ و تمهیدات جلوگیری از ورود اجسام خارجی باشند
۵	سطح صدا	حداکثر ۶۵ دسی‌بل در شرایط بهره‌برداری
۶	قابلیت نگهداری	امکان تعویض، بازرسی و تعمیر تجهیزات از داخل پناهگاه فراهم باشد

پیوست پشتیبان: تحلیل نفوذ مقررات ملی در جامعه مهندسی بر پایه شاخص‌های وب‌سنجی

۷	منبع تغذیه	اتصال به برق اضطراری ساختمان یا منبع تغذیه مستقل
۸	فشار مثبت فضای امن	فشار مثبت داخل فضای امن نباید کمتر از ۲۵ پاسکال باشد.
۹	نوع سامانه فیلتراسیون	فیلتر HEPA به‌همراه جاذب گاز با راندمان بسیار بالا به‌صورت سری.
۱۰	نوع جاذب گاز	جاذب دارای کربن فعال آغشته از نوع ASZM-TEDA یا معادل آن.
۱۱	راندمان جاذب	حداقل ۹۹.۹۹۹٪ برای عوامل شیمیایی با جذب فیزیکی و حداقل ۹۹.۹٪ برای عوامل با جذب شیمیایی.
۱۲	ذخیره قطعات یدکی	یک دست فیلتر و جاذب یدکی به‌همراه دستورالعمل تعویض سریع باید موجود باشد.

۳-۸-۵ پناهگاه باید متناسب با ظرفیت طراحی خود دارای ذخیره آب و غذای خشک (غذای ماندگار و غیرقابل فساد) اضطراری باشد. حداقل مدت ماندگاری برای پناهگاه درجه ۳ برابر ۱۲ ساعت است و حداقل میزان ذخیره آب و غذای خشک مورد نیاز مطابق جدول ۲-۵ تعیین می‌شود.

جدول ۲-۵- حداقل ذخیره آب و غذای خشک اضطراری برای مدت ماندگاری ۱۲ ساعت

ردیف	قلم ذخیره	حداقل مقدار و توضیحات
۱	آب آشامیدنی	۴ لیتر به ازای هر نفر
۲	غذای خشک و ماندگار	۱۰۰۰ کیلوکالری به ازای هر نفر
۳	مدت نگهداری مواد غذایی	حداقل ۶ ماه تا تاریخ انقضا
۴	نوع مواد غذایی	مواد غذایی خشک، کنسروی یا بسته‌بندی‌شده با قابلیت نگهداری در دمای محیط

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

۵-۸-۴- پناهگاه باید دارای سامانه روشنایی اضطراری مستقل از برق عادی ساختمان باشد. حداقل مدت عملکرد سامانه روشنایی اضطراری نباید کمتر از ۲ ساعت باشد.

۵-۸-۵- تأسیسات ضروری پناهگاه باید امکان بهره‌برداری در شرایط قطع برق ساختمان را داشته باشند. الزامات تأمین برق اضطراری مطابق جدول ۵-۳ تعیین می‌شود. ظرفیت منبع تغذیه اضطراری باید بر اساس مجموع بار تجهیزات ضروری پناهگاه تعیین شود.

جدول ۵-۳- الزامات حداقل برق اضطراری

ردیف	تجهیز	الزام
۱	روشنایی اضطراری	تأمین برق مستقل حداقل ۲ ساعت
۲	سامانه تهویه مکانیکی	تأمین برق مستقل حداقل ۲ ساعت
۳	سامانه‌های ارتباطی	تأمین برق مستقل حداقل ۲ ساعت
۴	منبع تغذیه	UPS، باتری یا مولد اضطراری مجاز است

۵-۸-۶- پناهگاه باید دارای تجهیزات یا تمهیدات لازم برای دریافت هشدار و برقراری ارتباط در شرایط اضطراری باشد. حداقل الزامات این تجهیزات مطابق جدول ۵-۴ تعیین می‌شود. تجهیزات فوق باید در محل مشخص و قابل دسترسی در داخل پناهگاه نگهداری شوند.

جدول ۵-۴- حداقل تجهیزات هشدار و ارتباطات

ردیف	تجهیز	الزام
۱	دریافت هشدار	رادیوی قابل حمل باتری‌خور یا معادل آن
۲	ارتباط داخلی	تلفن همراه یا وسیله ارتباطی معادل
۳	منبع تغذیه	باتری یا پاوربانک اضطراری
۴	روشنایی دستی	UPS حداقل یک چراغ‌قوه اضطراری

۵-۸-۷- پناهگاه باید دارای تجهیزات بهداشتی مطابق جدول ۵-۵ باشد.

پیوست پشتیبان: تحلیل نفوذ مقررات ملی در جامعه مهندسی بر پایه شاخص‌های وب‌سنجی

جدول ۵-۵- الزامات تأسیسات بهداشتی پناهگاه

ردیف	مشخصه	الزامات و توضیحات
۱	سامانه آبرسانی	استفاده از سامانه آبرسانی مستقل برای پناهگاه الزامی است. این سامانه می‌تواند از طریق اتصال به شبکه آب شهری همراه با تمهیدات لازم یا مخزن ذخیره آب مستقل تأمین شود.
۲	سامانه فاضلاب	اتصال به سامانه دفع فاضلاب مستقل پیش‌بینی شود. احداث مخزن ذخیره فاضلاب در داخل پناهگاه مجاز نیست.
۳	مسیر لوله‌کشی	مسیر لوله‌کشی آب و فاضلاب باید حتی‌الامکان کوتاه، مستقیم و با حداقل تعداد اتصالات اجرا شود.
۴	شیر قطع سریع	نصب شیر قطع سریع در ورودی سامانه آبرسانی پناهگاه الزامی است.
۵	حجم مخزن ذخیره آب	ظرفیت مخزن ذخیره آب باید حداقل نیاز ۱۲ ساعت بهره‌برداری پناهگاه را تأمین کند.
۶	جنس مخزن آب	مخزن ذخیره آب باید از جنس کامپوزیتی، فولادی گالوانیزه مقاوم در برابر ضربه یا سایر مصالح دارای مقاومت و دوام معادل باشد.
۷	دفع فاضلاب	دفع فاضلاب باید از طریق چاه جذبی، سپتیک‌تانک یا سایر سامانه‌های مورد تأیید و در فاصله مناسب از پی و فونداسیون پناهگاه انجام شود.
۸	جنس لوله آب	لوله‌های آب از نوع پلیمری پنج‌لایه یا سایر لوله‌های دارای گواهی‌نامه فنی معتبر باشند. استفاده از لوله‌های گالوانیزه مجاز نیست.
۹	جنس لوله فاضلاب	لوله‌ها و اتصالات فاضلاب از نوع پلیمری انعطاف‌پذیر استاندارد باشند.
۱۰	تعداد توالت	حداقل یک توالت به ازای هر ۱۵ نفر پیش‌بینی شود.

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

۱۱	تفکیک توالت‌ها	در صورت امکان، توالت‌های زنان و مردان به صورت مجزا طراحی شوند.
۱۲	محل استقرار توالت	توالت‌ها حتی‌الامکان در مجاورت فضای هوابند و در داخل پناهگاه جانمایی شوند.
۱۳	جنس کاسه توالت	استفاده از کاسه توالت فلزی ترجیح دارد.
۱۴	مناسب‌سازی	فضاهای بهداشتی باید مطابق ضوابط دسترس‌پذیری مقررات ملی ساختمان برای استفاده عموم و افراد دارای معلولیت طراحی و اجرا شوند.
۱۵	سامانه آبرسانی توالت	برای تأمین آب مصرفی توالت‌ها، سامانه آبرسانی مستقل پیش‌بینی شود. این سامانه می‌تواند از شبکه آب شهری یا مخزن ذخیره آب پناهگاه تغذیه شود.

۵-۹- طراحی مبتنی بر تحلیل عملکردی

۵-۹-۱- رعایت الزامات تجویزی این فصل به منزله تأمین حداقل الزامات مورد نظر این ضابطه خواهد بود. استفاده از روش‌های طراحی مبتنی بر تحلیل عملکردی به عنوان روش جایگزین بلامانع است، مشروط بر آنکه سطح حفاظت مورد انتظار موضوع این فصل تأمین گردد.

۵-۹-۲- در مواردی که طراح از روش‌های مبتنی بر تحلیل عملکردی استفاده نماید، الزامی به رعایت تمامی مقادیر تجویزی موضوع این فصل وجود نخواهد داشت.

پیوست پشتیبان: تحلیل نفوذ مقررات ملی در جامعه مهندسی بر پایه شاخص‌های وب‌سنجی

۵-۹-۳- تحلیل‌های انجام شده باید مبتنی بر مبانی معتبر علمی، روش‌های شناخته‌شده مهندسی و سناریوهای تهدید موضوع بخش ۵-۴ باشد.

۵-۹-۴- در طراحی مبتنی بر تحلیل عملکردی، طراح موظف است گزارش تحلیل، فرضیات طراحی، معیارهای پذیرش و مستندات فنی مورد نیاز را به مرجع کنترل ساختمان ارائه نماید.

۵-۱۰- مدارک و مستندات فنی طراحی پناهگاه

۵-۱۰-۱- طراح موظف است مشخصات، محل استقرار، ظرفیت و سایر اطلاعات مورد نیاز پناهگاه را در مدارک طراحی ساختمان درج نماید.

۵-۱۰-۲- مدارک معماری پناهگاه باید حداقل شامل جانمایی، ابعاد، ظرفیت طراحی، مسیرهای دسترسی، ورودی‌ها و خروجی‌های اضطراری باشد.

۵-۱۰-۳- مدارک سازه‌ای پناهگاه باید حداقل شامل مشخصات اجزای سازه‌ای، مصالح، ابعاد و سایر اطلاعات لازم برای احراز انطباق با الزامات این فصل باشد.

۵-۱۰-۴- مدارک تأسیساتی پناهگاه باید حداقل شامل مشخصات سامانه تهویه اضطراری، تأمین آب اضطراری، روشنایی اضطراری و سایر تأسیسات مورد نیاز موضوع این فصل باشد.

۵-۱۰-۵- در مواردی که طراحی بر اساس بند ۵-۹ انجام شده باشد، گزارش تحلیل، فرضیات طراحی، معیارهای پذیرش و مستندات فنی مربوط نیز باید به مدارک طراحی ساختمان پیوست شود.



پیوست پشتیبان:

تحلیل نفوذ مقررات ملی در جامعه مهندسی بر

پایه شاخص‌های وب‌سنجی

۱- چکیده مدیریتی

۱-۱- هدف پژوهش در یک نگاه

این گزارش، خروجی نخستین پایش سراسری نفوذ مباحث ۲۲ گانه مقررات ملی ساختمان ایران در سال ۲۰۲۶ میلادی است که با روش‌شناسی نوآورانه وب‌سنجی انجام شده است. در این پژوهش، فضای وب فارسی (شامل وبسایت‌های حاکمیتی، تالارهای گفتگو، پلتفرم‌های آموزشی و بازار کار دیجیتال) به عنوان یک «آزمایشگاه زنده» برای سنجش میزان پذیرش و جریان دانش مهندسی مورد تحلیل قرار گرفته است.

۱-۲- یافته‌های کلیدی تحلیل شکاف

تحلیل داده‌های استخراج شده نشان می‌دهد که نفوذ مقررات ملی در جامعه مهندسی ایران، تصویری نامتقارن دارد:

- مباحث جریان اصلی: مباحثی مانند ۹ (بتن)، ۱۰ (فولاد) و ۱۷ (گاز) با شاخص نفوذ بالای ۰/۸۵، ستون‌های اصلی گفتمان مهندسی را تشکیل می‌دهند. نفوذ این مباحث به دلیل گره خوردن با «گردش مالی» و «فرآیند پایانکار»، در لایه بازار اشباع شده است.
- مباحث متروک: مباحثی همچون ۲۱ (پدافند غیرعامل) و ۲۲ (نگهداری ساختمان) با شاخص نفوذ زیر ۰/۲۰، در وضعیت «انزوای دیجیتال» قرار دارند. این مباحث علیرغم الزامات قانونی، در لایه‌های گفتمان صنفی و تقاضای بازار عملیاتی نشده‌اند.

۳-۱- شاخص نفوذ وزنی

در این پژوهش، نفوذ هر مبحث بر اساس تکرار در ۴ لایه کلیدی سنجیده شده است. میانگین کل نفوذ مقررات ملی در سال جاری ۰/۵۱ برآورد شده که نشان‌دهنده ظرفیت خالی عظیم برای فرهنگسازی و بازنگری در سیاست‌های ترویجی است.

جدول ۱ وضعیت نفوذ و اولویت سیاستی

وضعیت نفوذ	تعداد مباحث	نمونه شاخص	اولویت سیاستی
بسیار بالا	۴ مبحث	مبحث ۹ و ۱۷	نظارت بر کیفیت اجرا
متوسط	۱۱ مبحث	مبحث ۱۹ و ۳	تقویت مشوقهای اقتصادی
بحرانی (متروک)	۷ مبحث	مبحث ۲۱ و ۲۲	بازنگری ساختاری در الزامات

۴-۱- نتیجه‌گیری استراتژیک برای سیاستگذار

داده‌ها به وضوح ثابت می‌کنند که «الزام قانونی» به تنهایی تضمین‌کننده «نفوذ واقعی» نیست. بیش از ۷۰٪ از ترافیک محتوای مهندسی در وب، حول مباحثی است که دارای «اهرم کنترلی در شهرداری» یا «منافع مالی مستقیم» هستند. مباحثی که فاقد این دو اهرم هستند (مانند نگهداری ساختمان)، حتی با وجود اهمیت فنی، در حاشیه مانده‌اند. پیام اصلی: برای نفوذ دادن مباحث متروک، سیاستگذار باید از مدل «بلاغیه فنی» به سمت مدل «ارزش‌آفرینی اقتصادی و بازسازی» حرکت کند.

۲- روش‌شناسی و روش تحقیق

این پژوهش بر پایه روش وب‌سنجی و با استفاده از تکنیکهای متن‌کاوی طراحی شده است. فرآیند تحقیق شامل چهار گام اصلی زیر است:

گام اول: شناسایی و لایه‌بندی دنیای پژوهش

از آنجا که وب فارسی ساختاری ناهمگن دارد، منابع داده به چهار لایه استراتژیک تقسیم شده‌اند تا نفوذ از «بخشنامه» تا «بازار» رصد شود:

- لایه مرجع: استخراج داده از دامنه‌های حاکمیتی (وزارت راه، نظام مهندسی).
- لایه دانش: پایگاههای مقالات و مخازن جزوات آموزشی.
- لایه گفت‌وگو: فروم‌های تخصصی، لینکدین و شبکه‌های اجتماعی مهندسی.
- لایه عملیاتی: پلتفرم‌های خدمات ساختمانی و آگهی‌های تخصصی.

گام دوم: استخراج داده و مهندسی پرسوجو

- برای هر مبحث، یک خوشه واژگانی تعریف شده است. استخراج داده‌ها نه صرفاً بر اساس نام مبحث، بلکه بر اساس اصطلاحات کلیدی مرتبط با آن انجام می‌گیرد.
- ابزار: استفاده از خزنده‌های اختصاصی برای گردآوری داده از دامنه‌های هدف.
 - فیلترینگ: استفاده از عملگرهای بولی برای جداسازی کاربردهای عمومی واژگان از کاربردهای مهندسی.

گام سوم: پیش‌پردازش و پاکسازی داده

- داده‌های خام وب فارسی به دلیل آشفتگی‌های نگارشی نیاز به استانداردسازی دارند:
- بهنجارسازی: یکسان‌سازی کاراکترهای عربی و فارسی (ی/ک) و حذف نیم‌فاصله‌های نامتعارف.
 - کاهش داده‌های ناخواسته: حذف واژگان پرتکرار و کم‌اثر، داده‌های تکراری و محتوای نامرتب.

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

- وزن‌دهی محتوایی: تخصیص ضریب اهمیت به هر لایه. برای مثال، تکرار یک مبحث در لایه «گفتمان مهندسی» وزن بیشتری نسبت به لایه «حاکمیتی» در محاسبه نفوذ واقعی دارد.

گام چهارم: محاسبه شاخص نفوذ

برای مقایسه عادلانه مباحث، از شاخص نفوذ وزنی (I_w) استفاده می‌شود. رابطه محاسباتی به شرح زیر است:

$$I_w = \sum_{i=1}^4 (F_i \times W_i)$$

که در آن:

- F_i : فراوانی تکرار مبحث در لایه i -ام.
 - W_i : وزن اختصاص داده شده به آن لایه (مثلاً لایه بازار $W = 0.4$ و لایه حاکمیتی $W = 0.1$).
- یادداشت فنی: در این روش، «ردپای دیجیتال» دنبال می‌شود. فرض بر این است که هرچه دانش فنی یک مبحث در لایه‌های پایین‌تر (مانند فروم‌ها و بازار) بیشتر تکرار شده باشد، آن مبحث از وضعیت «قانون مکتوب» به وضعیت «پروتکل اجرایی» تغییر ماهیت داده است.

۳- تحلیل کمی و رتبه‌بندی

۳-۱- محاسبه شاخص نفوذ کلی

برای هر مبحث، یک نمره نهایی بین ۰ و ۱ محاسبه می‌شود. در این رابطه، به لایه‌هایی که نشان‌دهنده «درگیری عملیاتی» مهندسان هستند (مانند بازار و گفتگوهای صنفی)، وزن بیشتری اختصاص داده شده است:

$$I_p = (S_{gov} \times 0.15) + (S_{acad} \times 0.25) + (S_{soc} \times 0.35) + (S_{mar} \times 0.25)$$

• S_{soc} (شبکه‌های اجتماعی و انجمن‌ها) و S_{mar} (تقاضای بازار) مجموعاً ۶۰٪ از وزن نفوذ را تشکیل می‌دهند.

۳-۲- جدول رتبه‌بندی نفوذ (نمونه خروجی)

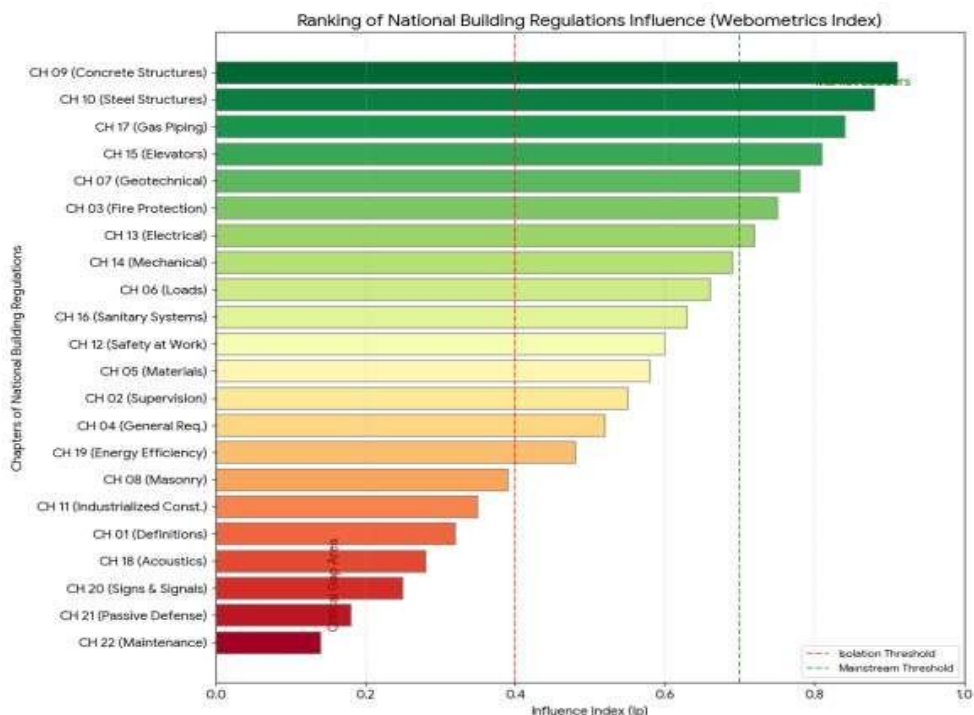
بر اساس تحلیل شبیه‌سازی شده، رتبه‌بندی مباحث به شرح زیر است.

جدول ۲ جایگاه نفوذ مباحث مقررات ملی ساختمان

رتبه	مبحث مقررات ملی ساختمان	شاخص نفوذ (Ip)	لایه نفوذ غالب	وضعیت استراتژیک
۱	مبحث ۹ (سازه‌های بتنی)	۰.۹۱	بازار / صنفی	اشباع (جریان اصلی)
۲	مبحث ۱۰ (سازه‌های فولادی)	۰.۸۸	بازار / صنفی	اشباع (جریان اصلی)
۳	مبحث ۱۷ (لوله‌کشی گاز)	۰.۸۴	بازار / حاکمیتی	بسیار فعال
۴	مبحث ۱۵ (آسانسورها)	۰.۸۱	بازار / حاکمیتی	بسیار فعال
۵	مبحث ۷ (پی و ژئوتکنیک)	۰.۷۸	آموزشی / صنفی	فعال
۶	مبحث ۳ (حفاظت در برابر حریق)	۰.۷۵	حاکمیتی / آموزشی	فعال (روبه رشد)

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

۷	مبحث ۱۳ (تاسیسات برقی)	۰.۷۲	صنفی / بازار	فعال
۸	مبحث ۱۴ (تاسیسات مکانیکی)	۰.۶۹	صنفی / بازار	فعال
۹	مبحث ۶ (بارهای وارد بر ساختمان)	۰.۶۶	آموزشی	تخصصی / پایدار
۱۰	مبحث ۱۶ (تاسیسات بهداشتی)	۰.۶۳	بازار	فعال
۱۱	مبحث ۱۲ (ایمنی حین کار)	۰.۶۰	حاکمیتی	نضباطی
۱۲	مبحث ۵ (مصالح و فرآورده‌ها)	۰.۵۸	آموزشی / بازار	عمومی
۱۳	مبحث ۲ (نظارت و اجرا)	۰.۵۵	حاکمیتی / صنفی	چالشبرانگیز
۱۴	مبحث ۴ (الزامات عمومی)	۰.۵۲	حاکمیتی / آموزشی	عمومی
۱۵	مبحث ۱۹ (صرفه‌جویی در انرژی)	۰.۴۸	حاکمیتی	در حال ظهور (گذار)
۱۶	مبحث ۸ (بنایی سنتی)	۰.۳۹	آموزشی	رو به افول
۱۷	مبحث ۱۱ (صنعتی‌سازی)	۰.۳۵	حاکمیتی	یزوله آموزشی
۱۸	مبحث ۱ (تعاریف)	۰.۳۲	حاکمیتی	مرجع پایه
۱۹	مبحث ۱۸ (عایق‌بندی صوتی)	۰.۲۸	آموزشی	متروک فنی
۲۰	مبحث ۲۰ (علائم و تابلوها)	۰.۲۵	حاکمیتی	متروک ظاهری
۲۱	مبحث ۲۱ (پدافند غیرعامل)	۰.۱۸	حاکمیتی	انزوای حاکمیتی
۲۲	مبحث ۲۲ (نگهداری ساختمان)	۰.۱۴	حاکمیتی (ضعیف)	بحران انزوا



شکل ۱ رتبه‌بندی نفوذ مباحث مقررات ملی ساختمان

۳-۳- تحلیل نمودار برای سیاست‌گذار

این نمودار سه ناحیه استراتژیک را معرفی می‌کند که سیاست‌گذار باید برای هر کدام راهکاری متفاوتی اتخاذ کند:

۱- ناحیه سبز (جریان اصلی): مباحثی که بالاتر از تراز ۰/۷ هستند (مباحث ۹، ۱۰، ۱۷ و ۱۵). این مباحث در تار و پود مهندسی نفوذ کرده‌اند. در اینجا نیاز به «ترویج» نیست، بلکه نیاز به «به‌روزرسانی و نظارت دقیق بر کیفیت» است. اینها مباحثی هستند که بازار برای آنها «تقاضای واقعی» دارد.

۲- ناحیه زرد (مباحث گذار): مباحثی که بین ۰/۴ تا ۰/۷ هستند (مثل مبحث ۱۹ و ۳). این مباحث ظرفیت تبدیل شدن به جریان اصلی را دارند اما هنوز در لایه «بازار» با مقاومت روبرو هستند. سیاست‌گذار در اینجا باید بر «مشوقهای اقتصادی» به عنوان مثال تخفیف عوارض برای مبحث ۱۹) تمرکز کند تا نفوذ را به لایه‌های عملیاتی بکشد.

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

۳- ناحیه قرمز (جزایر انزوا): مباحثی که زیر تراز ۰/۴ قرار دارند (به‌ویژه مبحث ۲۱ و ۲۲). اینها «نقاط کور» مقررات ملی هستند. نفوذ پایین در این ناحیه نشان می‌دهد که:

- یا جامعه مهندسی این مباحث را «غیرضروری» می‌پندارد.
- یا هزینه اجرای آنها بسیار بالاتر از سود حاصله است.
- یا هیچ سازوکار نظارتی (مثل کسر سهمیه یا تأییدیه شهرداری) برای آنها تعریف نشده است.

نتیجه‌گیری

نمودار نشان می‌دهد که «نفوذ» در جامعه مهندسی ایران، تابعی از «اجبار پایان کار» است. هر مبحثی که در زنجیره صدور پایان کار نقش کمتری داشته باشد، در وب‌سنجی نمره کمتری گرفته است. این یعنی نفوذ مقررات ملی در حال حاضر «سازمانی و اجباری» است، نه «دانش‌محور و داوطلبانه».

تحلیل خوشه‌ها

با نگاهی به این رتبه‌بندی، سه پدیده جالب توجه برای سیاست‌گذار قابل استخراج است:

- مثلث قدرت (۹، ۱۰، ۱۷): این مباحث «اقتصاد ساختمان» را در دست دارند. نفوذ بالای آنها نه به‌خاطر علاقه مهندسان، بلکه به دلیل گره خوردن با «امضای نهایی» و «گردش مالی» (تأییدیه گاز، تأییدیه مهندس ناظر سازه) است.
- شکاف مبحث ۱۹: علی‌رغم تبلیغات گسترده دولت، نفوذ این مبحث هنوز در لایه «بازار» (خریدوفروش ملک بر اساس برچسب انرژی) نفوذ نکرده و عمدتاً در لایه «حاکمیتی» (اجبار برای صدور پروانه) باقی مانده است.
- منطقه مرده (۲۱ و ۲۲): این دو مبحث در پایین‌ترین سطح نفوذ قرار دارند. نفوذ مبحث ۲۱ به دلیل «امنیتی‌سازی» و نفوذ مبحث ۲۲ به دلیل «فقدان مدل اقتصادی برای بهره‌بردار» در فضای وب عملاً نزدیک به صفر است.

پیوست پشتیبان: تحلیل نفوذ مقررات ملی در جامعه مهندسی بر پایه شاخص‌های وب‌سنجی

نکته تحلیلی: تفاوت فاحش بین مبحث ۹ (۰/۹۱) و مبحث ۲۲ (۰/۱۴) نشان‌دهنده یک عدم توازن ساختاری در مدیریت طول عمر ساختمان در ایران است؛ ما در «ساختن» حرفه‌ای هستیم، اما در «نگهداری» دچار لالی دیجیتال و اجرایی هستیم.



۴- تحلیل کیفی و کالبدشکافی انزوا

در این بخش، به جای شمارش ساده، به سراغ «تحلیل بافتار» می‌رویم تا بفهمیم چرا مباحثی که در ناحیه قرمز قرار دارند، نتوانسته به لایه‌های عملیاتی نفوذ کنند.

۴-۱- کالبدشکافی مبحث ۲۱

تحلیل خوشه‌ای نشان می‌دهد که واژگان کلیدی این مبحث در وب فارسی عمدتاً در کنار کلماتی مانند «نظامی»، «پناهگاه‌های خاص» و «الزامات امنیتی» ظاهر می‌شوند.

- علت انزوا: این مبحث در ذهن جامعه مهندسی به عنوان یک موضوع «فوق تخصصی و حاکمیتی» طبقه‌بندی شده است. مهندس طراح یا ناظر در پروژه‌های مسکونی معمولی، این مبحث را بخشی از وظایف روتین خود نمی‌بیند.

۴-۲- کالبدشکافی مبحث ۲۲

- این مبحث با وجود اهمیت در حفظ سرمایه ملی، کمترین نمره نفوذ را کسب کرده است.
- علت انزوا: تحلیل داده‌های لایه بازار نشان می‌دهد که هیچ «مدل اقتصادی» یا «الزام قانونی برای بیمه/بهره‌برداری» در فضای وب برای این مبحث ترویج نشده است. واژه «نگهداری» در وب فارسی بیشتر با «تعمیرات اتفاقی» هم‌نشین است تا «نگهداری سیستماتیک مطابق مقررات».

۴-۳- تحلیل شکاف

شکاف نفوذ در این دو مبحث از نوع «شکاف ذینفعان» است. یعنی ذینفع نهایی (مالک یا بهره‌بردار) هیچ تقاضایی در وب برای این خدمات ثبت نکرده است و در نتیجه، بدنه مهندسی نیز تولید محتوا و دانش در این زمینه را فاقد توجیه اقتصادی می‌بیند.

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

واژگان انگلیسی	واژگان فارسی
Area Gap (Critical)	ناحیه شکاف بحرانی
Authority	لایه مرجع (حاکمیتی)
Boolean Operators	عملگرهای بولی
Contextual Analysis	تحلیل بافتار
Crawl & Query	خزش و پرس‌وجو
Data Pre-processing	پیش‌پردازش داده
Digital Footprint	ردپای دیجیتال
Discourse	لایه گفتمان
Duplicates	داده‌های تکراری
Gap Analysis	تحلیل شکاف
Influence Gap	شکاف نفوذ
Influence Indexing	شاخص‌گذاری نفوذ
Influence Weight Index (Iw)	شاخص نفوذ وزنی
Influence Index (Ip)	شاخص نفوذ
Islands of Isolation	جزایر انزوا
Isolated	متروک / منزوی
Keyword Cluster	خوشه کلید واژه
Knowledge	دانش
Mainstream	جریان اصلی
Market Layer	لایه بازار
Methodology	روش‌شناسی
Noise Reduction	کاهش داده‌های ناخواسته
Normalization	بهنجارسازی
Operational	عملیاتی
Sampling	نمونه‌برداری / شناسایی و لایه‌بندی

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

واژگان فارسی	واژگان انگلیسی
شکاف ذینفعان	Stakeholder Gap
اصطلاحات تخصصی	Technical Terms
متن‌کاوی	Text Mining
گذار	Transitional
وب‌سنجی	Webometrics



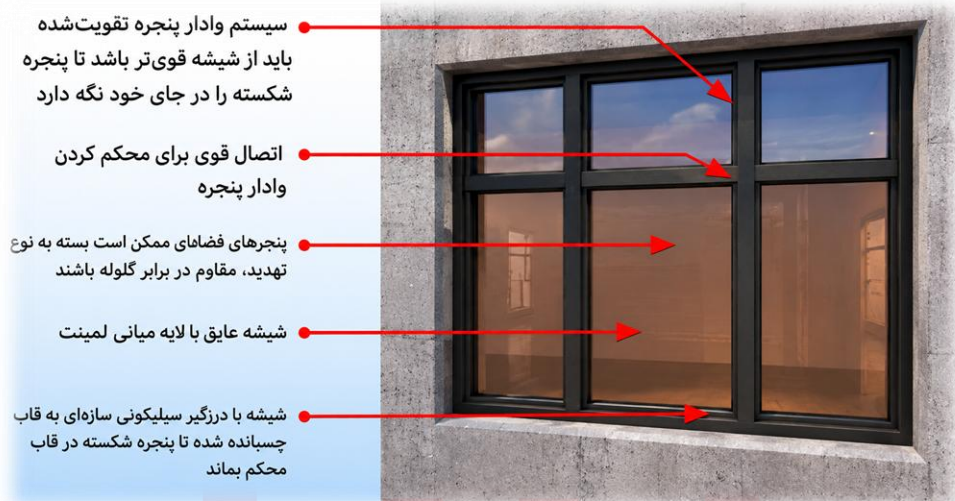
پیوست پشتیبان:

مهندسی جداره‌های نور گذر و نما

۱- کلیات

ایمن‌سازی پوسته خارجی ساختمان به‌عنوان لایه نخست پدافندی، نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش اثرات مستقیم موج انفجار، کنترل پرتاب آوار و حفظ ایمنی جانی ساکنان ایفا می‌کند. این لایه، که شامل دیوارهای پیرامونی، نما، بازشوها و اتصالات وابسته است، نخستین سطح تماس سازه با بارهای انفجاری بوده و وظیفه آن جذب، مستهلک‌سازی و توزیع انرژی انفجار پیش از انتقال به اجزای داخلی و سازه اصلی است. طراحی مناسب پوسته خارجی بر مبنای اصول طراحی مبتنی بر عملکرد، ضمن پذیرش آسیب کنترل‌شده، از فروپاشی ناگهانی و ایجاد ترکش‌های ثانویه جلوگیری کرده و زمینه عملکرد مؤثر لایه‌های بعدی پدافندی را فراهم می‌سازد.

مهندسی جداره‌های نور گذر بر طراحی و به‌کارگیری شیشه‌ها و سامانه‌های شفاف متمرکز است که ضمن تأمین نور طبیعی و الزامات معماری، ایمنی جانی را در برابر بارهای غیرمعارف نظیر انفجار تضمین می‌کنند. در این رویکرد، استفاده از شیشه‌های لمینیت، قاب‌های شکل‌پذیر و اتصالات مهارشده به سازه اصلی، به‌منظور جذب انرژی و جلوگیری از پرتاب ترکش‌های شیشه‌ای ضروری است. هدف اصلی، کنترل شکست و حفظ یکپارچگی جداره پس از آسیب، بدون فروپاشی ناگهانی است. اجزای جداره‌های نور گذر در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲ اجزای جداره‌های نورگذر

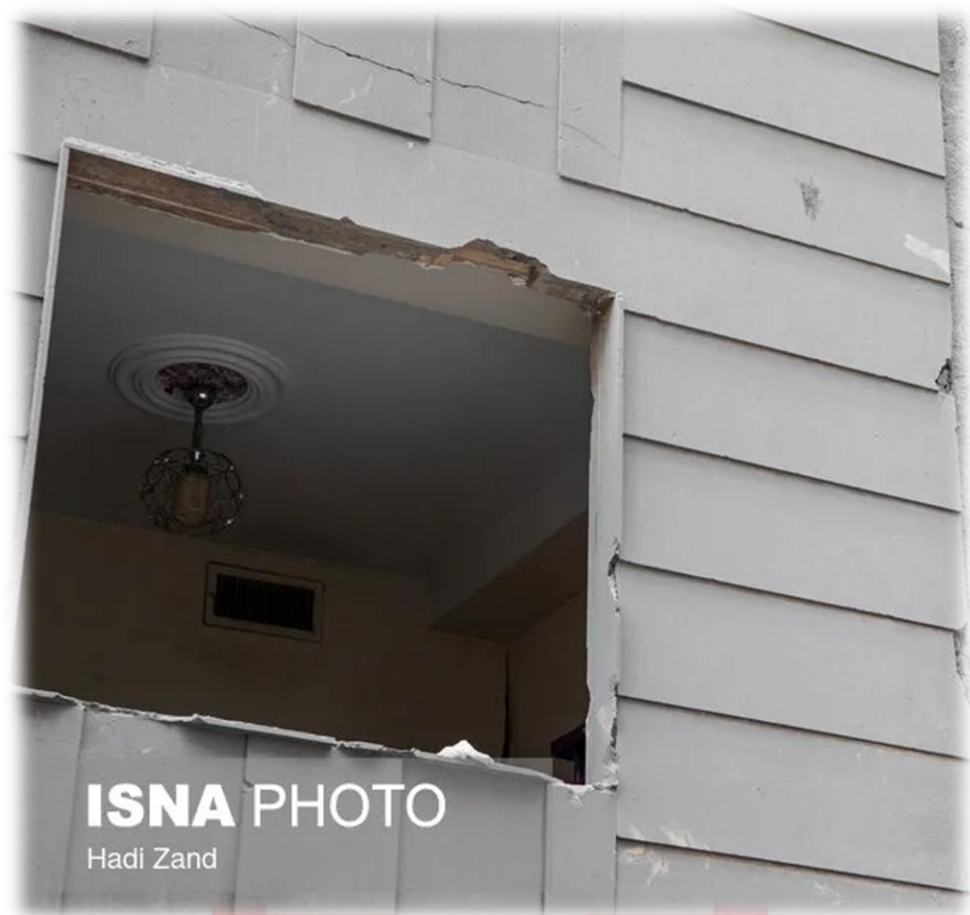
مقررات
معماری

۲- نمونه هایی از آسیب های پوسته خارجی در جنگ تحمیلی دوم و سوم

نمونه هایی از آسیب های پوسته خارجی در جنگ تحمیلی دوم و سوم کشور در شکل های زیر نشان داده شده است.



شکل ۳ جدایی قاب پنجره از دیوار و فرو ریزش دیوار پیرامونی (تهران، اسفند ۱۴۰۴)



شکل ۴ جدایی قاب پنجره از دیوار و فرو ریزش دیوار پیرامونی (تهران، اسفند ۱۴۰۴)

جدایی قاب پنجره
از دیوار



فرو ریختن دیوار
پیرامونی

شکل ۵ منزل شخصی و دفتر کار زنده‌یاد اکبر رادی، نمایش نامه‌نویس برجسته معاصر ایران (تهران، اسفند ۱۴۰۴)



شکل ۶ عملکرد شیشه ها به عنوان ترکش (اراک، فروردین ۱۴۰۵)

۳- پنجره

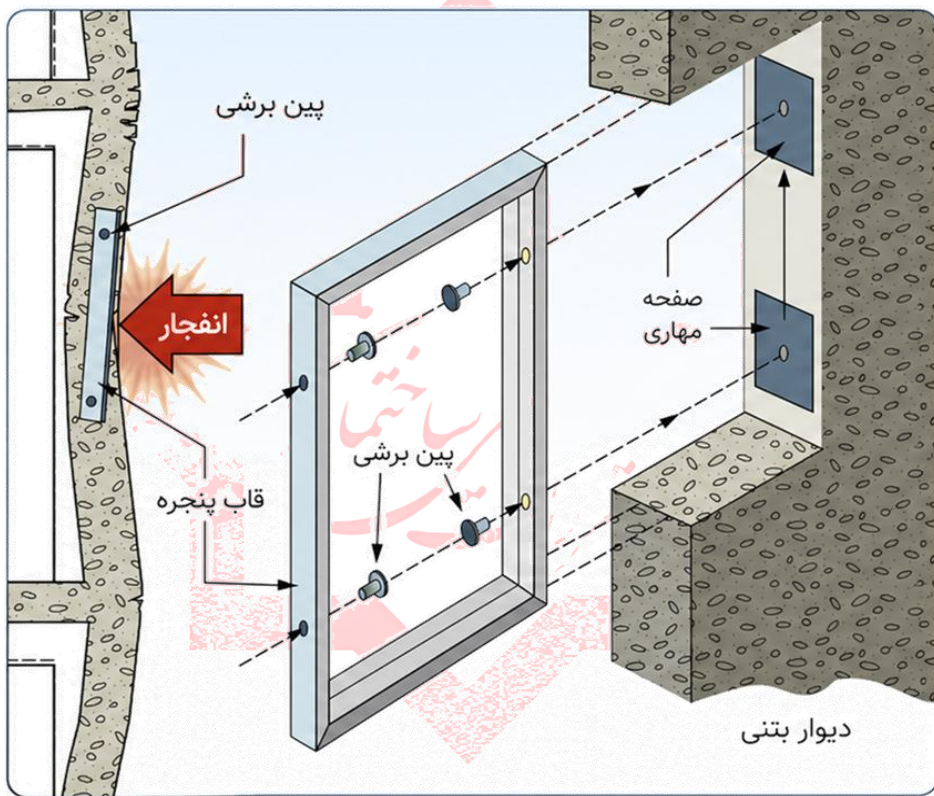
۳-۱- الزامات عملکردی قاب وادار پنجره در برابر انفجار

در طراحی انفجاری جداره‌های شفاف، ارزیابی شیشه به‌تنهایی کافی نیست و عملکرد واقعی سامانه تنها در قالب سیستم یکپارچه شیشه-قاب-اتصال قابل بررسی است. تجربیات میدانی و آزمایش‌های انفجاری نشان داده‌اند که در بسیاری از موارد، شکست عملکردی نه در خود شیشه، بلکه در قاب یا اتصالات آن به سازه رخ می‌دهد. به همین دلیل، آیین‌نامه‌های معتبر از جمله ASCE/SEI 59-22 و اسناد UFC، به‌ویژه UFC 3-340-02 و UFC 4-010-01، بر ضرورت تحلیل اندرکنش دینامیکی اجزای شفاف تحت بار انفجاری تأکید دارند. هدف این رویکرد، تضمین ایمنی جانی از طریق کنترل تغییرشکل، جلوگیری از جداشدگی ناگهانی و کاهش پرتاب قطعات به فضای اشغال‌شده است.

در شرایط انفجاری، شیشه و قاب تحت بارگذاری بسیار سریع و کوتاه‌مدت قرار می‌گیرند که ماهیتی کاملاً دینامیکی دارد. موج انفجار ابتدا باعث ایجاد فشار انعکاسی بر سطح شیشه شده و سپس تغییرشکل خارج از صفحه شیشه آغاز می‌شود. مطابق UFC 3-340-02، شیشه معمولاً در مراحل اولیه دچار ترک‌خوردگی می‌شود، اما در شیشه‌های لمینت، لایه میانی موجب حفظ یکپارچگی پنل می‌گردد. در این مرحله، بار به‌تدریج از شیشه به قاب منتقل شده و رفتار قاب و اتصالات نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد کل سیستم ایفا می‌کند. اگر قاب ظرفیت تغییرشکل یا مهار کافی نداشته باشد، جداشدگی کل پنل—حتی بدون خردشدگی شدید شیشه—ممکن است رخ دهد. الزامات عملکردی قاب وادار پنجره در برابر انفجار در شکل ۷ نشان داده شده است.

تحلیل رفتار یکپارچه سیستم مستلزم توجه هم‌زمان به سختی و جرم شیشه، سختی قاب و ویژگی‌های اتصال است. طبق ASCE/SEI 59-22، شیشه و قاب باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که تغییرشکل‌ها به‌صورت سازگار و تدریجی توزیع شده و از تمرکز تنش در محل اتصالات جلوگیری شود. قاب‌های بسیار صلب ممکن است باعث افزایش تنش در لبه‌های شیشه و شکست زود هنگام آن شوند، در حالی که قاب‌های بیش‌ازحد نرم نیز می‌توانند منجر به جابجایی بزرگ و جداشدگی شیشه گردند. بنابراین، تعادل مناسب میان سختی شیشه و قاب، اصل کلیدی در طراحی انفجاری جداره‌های نورگذر است.

از دیدگاه تحلیلی، آیین‌نامه‌ها رویکردهای ساده‌شده ولی کاربردی را برای مهندسان پیشنهاد می‌کنند. استفاده از مدل‌های یک درجه آزادی برای تحلیل پاسخ دینامیکی شیشه و قاب، یکی از روش‌های متداول معرفی‌شده در UFC 3-340-02 و پذیرفته‌شده در ASCE/SEI 59-22 است. در این روش، سیستم شیشه-قاب به صورت یک عضو معادل با جرم، سختی و میرایی مؤثر مدل‌سازی شده و پاسخ آن تحت بار انفجار بررسی می‌شود. این رویکرد امکان برآورد سریع تغییرمکان بیشینه و ارزیابی خطر نفوذ یا پرتاب قطعات را بدون نیاز به تحلیل‌های پیچیده عددی فراهم می‌سازد.



شکل ۷ الزامات عملکردی قاب و اداری پنجره در برابر انفجار

استانداردهای آزمایشگاهی ASTM نیز نقش مهمی در ارزیابی عملکرد یکپارچه سیستم دارند. آزمون‌های ارائه‌شده در ASTM F1642 امکان بررسی رفتار واقعی سامانه شیشه-قاب تحت بار انفجاری را فراهم کرده و نتایج آن مبنای طبقه‌بندی سطح آسیب قرار می‌گیرد. علاوه بر آن،

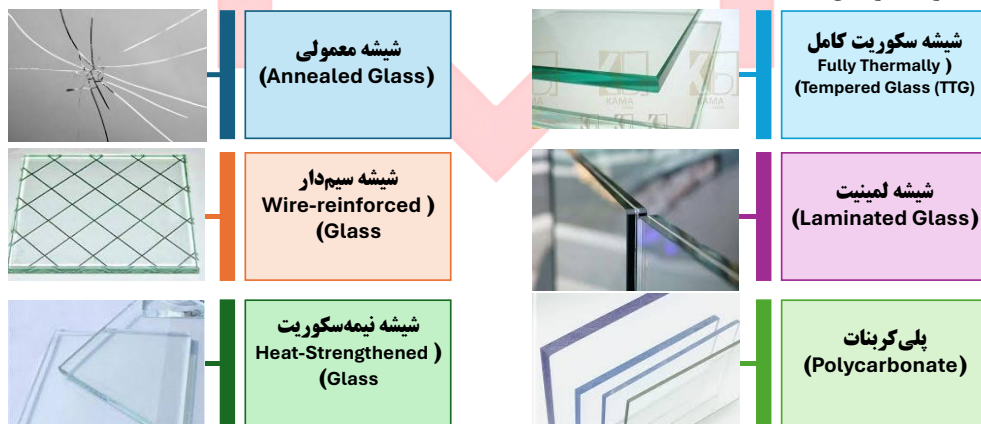
ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

محاسبات ضخامت شیشه بر اساس ASTM F2248 باید همواره با در نظر گرفتن شرایط واقعی قاب و اتصال انجام شود، زیرا فرض قاب کاملاً گیردار یا کاملاً مفصلی می‌تواند به برآورد نادرست عملکرد سیستم منجر شود.

در نهایت، UFC 4-010-01 و مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان بر این نکته تأکید دارند که هدف اصلی از تحلیل رفتار یکپارچه سیستم، جلوگیری از شکست ناگهانی و حفظ ایمنی جانی است، حتی اگر آسیب ظاهری شیشه قابل توجه باشد. به بیان ساده، در طراحی انفجاری جداره‌های شفاف، ترک خوردگی و تغییر شکل بزرگ قابل پذیرش است، اما جداسدگی کامل پنل یا پرتاب آن به فضای داخلی غیرقابل قبول تلقی می‌شود.

۲-۳- مصالح شیشه‌ای

در طراحی سامانه‌های پنجره مقاوم در برابر انفجار، شش نوع اصلی مصالح شیشه‌ای به‌طور متداول مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۸): شیشه آنیل (معمولی)، شیشه سیمی، شیشه نیمه‌سکوریت، شیشه سکوریت حرارتی، شیشه لمینیت و پلی‌کربنات. هرچند مصالح دیگری نیز وجود دارند، اما در سامانه‌های متداول پنجره ساختمان‌های تجاری کاربرد گسترده‌ای ندارند. از میان این مصالح، شیشه آنیل و شیشه نیمه‌سکوریت بیشترین کاربرد را دارند. همچنین هر یک از این انواع شیشه را می‌توان به‌صورت لمینیت تولید کرد تا مقاومت آن‌ها در برابر بارهای انفجاری افزایش یابد.



شکل ۸ انواع شیشه در طراحی مقاوم در برابر انفجار

شیشه آنیل

شیشه آنیل که با نام‌های شیشه تخت یا شیشه معمولی نیز شناخته می‌شود، رایج‌ترین نوع شیشه مورد استفاده در ساختمان‌های تجاری است. این شیشه مقاومت نسبتاً کمی داشته و در فشار انفجاری حدود 0.2 psi دچار شکست می‌شود. شکست آن با تولید قطعات بزرگ، تیز و خنجریشکل همراه است که خطر جراحت شدید را به دنبال دارد.

شیشه سیمی

شیشه سیمی عمدتاً به‌عنوان یک مانع مقاوم در برابر آتش به کار می‌رود و از شیشه آنیل همراه با یک شبکه سیمی مدفون در داخل آن تشکیل شده است. این شیشه از نظر مقاومت و نحوه شکست رفتار مشابه شیشه آنیل دارد. در هنگام انفجار، اگرچه شبکه سیمی ممکن است بخشی از قطعات شکسته را نگه دارد، اما مقدار قابل‌توجهی خرده‌شیشه و قطعات فلزی تیز به اطراف پرتاب می‌شود. مقاومت این نوع شیشه تقریباً نصف شیشه آنیل بدون سیم است؛ بنابراین استفاده از آن در پنجره‌های مقاوم در برابر انفجار توصیه نمی‌شود.

شیشه نیمه‌سخت

شیشه نیمه‌سخت که گاهی شیشه با مقاومت مضاعف نیز نامیده می‌شود، از نظر مقاومت بین شیشه آنیل و شیشه سکوریت قرار دارد. این شیشه تقریباً در فشاری دو برابر شیشه آنیل دچار شکست می‌شود و مقاومت بیشتری در برابر تنش‌های حرارتی و خمشی دارد؛ با این حال، الگوی شکست آن مشابه شیشه آنیل بوده و قطعات نسبتاً بزرگ و تیز ایجاد می‌کند.

شیشه سکوریت حرارتی

شیشه سکوریت حرارتی که با عنوان شیشه سکوریت نیز شناخته می‌شود، معمولاً چهار تا پنج برابر مقاوم‌تر از شیشه آنیل است، هرچند خراش‌های سطحی می‌توانند مقاومت آن را کاهش دهند. این شیشه هنگام شکست به قطعات کوچک و نسبتاً گرد تبدیل می‌شود و از این نظر نسبت به شیشه آنیل ایمن‌تر است. با وجود این، در شرایط انفجار همچنان می‌تواند خطرآفرین باشد. آزمایش‌های انفجار نشان داده‌اند که قطعات شکسته این شیشه ممکن است ابتدا به‌صورت توده‌های به‌هم‌پیوسته با سرعت زیاد پرتاب شده و سپس هنگام برخورد به قطعات کوچک‌تر

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

تبدیل شوند. بنابراین، اگرچه خطر بریدگی و نفوذ آن نسبت به شیشه آنیل کمتر است، اما انرژی جنبشی بالای قطعات پرتاب‌شده همچنان می‌تواند موجب آسیب‌های جدی شود.

شیشه لمینیت

شیشه لمینیت از دو یا چند لایه شیشه تشکیل شده است که به وسیله یک یا چند لایه میانی انعطاف‌پذیر، معمولاً از جنس پلی‌وینیل بوتیرال (PVB)، به یکدیگر متصل شده‌اند. این لایه میانی علاوه بر اتصال لایه‌های شیشه، پس از ترک خوردگی نیز به صورت یک غشا عمل کرده و از جدا شدن قطعات شیشه جلوگیری می‌کند.

در ساخت شیشه لمینیت می‌توان از ترکیب شیشه آنیل، نیمه سخت، سکوریت یا پلی کربنات استفاده کرد تا متناسب با شرایط بهره‌برداری، عملکرد مطلوب حاصل شود. هنگام شکست، اغلب قطعات شیشه به لایه میانی چسبیده و از ریزش و پرتاب آن‌ها جلوگیری می‌شود.

شیشه لمینیت در مقایسه با شیشه‌های یکپارچه مزایای قابل توجهی دارد. این شیشه مقاومت بیشتری داشته و در صورت شکست، بخش عمده قطعات را در محل نگه می‌دارد. در پنجره‌های دوجداره نیز استفاده از شیشه لمینیت در لایه داخلی می‌تواند از ورود قطعات ناشی از شکست شیشه بیرونی به داخل ساختمان جلوگیری کند.

شیشه لمینیت مناسب‌ترین گزینه برای ساختمان‌های جدید و همچنین مقاوم‌سازی ساختمان‌های موجود در برابر انفجار است. علاوه بر افزایش ایمنی، این شیشه عملکرد حرارتی نمای ساختمان را نیز بهبود می‌بخشد. آزمایش‌ها نشان داده‌اند که در صورت نصب صحیح در قاب‌های مناسب، شیشه لمینیت بالاترین سطح حفاظت در برابر پرتاب خرده‌شیشه را فراهم می‌کند.

برای دستیابی به دوام مناسب، نصب صحیح شیشه لمینیت ضروری است. صرف‌نظر از سطح حفاظت مورد انتظار، لبه‌های شیشه باید با درزگیر مناسب آب‌بندی شوند تا از نفوذ رطوبت به لایه میانی جلوگیری شود.

پلی کربنات

پلی کربنات یکی از مقاوم‌ترین مصالح شفاف برای طراحی پنجره‌های مقاوم در برابر انفجار است. مقاومت ضربه‌ای آن حدود ۲۵۰ برابر شیشه معمولی بوده و به صورت ورق‌های یکپارچه تا

ضخامت حدود ۱۳ میلی‌متر (۵/۰ اینچ) تولید می‌شود. همچنین می‌توان چندین لایه پلی‌کربنات را به یکدیگر متصل یا لمینیت کرد تا ضخامت و مقاومت مورد نیاز حاصل شود. با وجود مقاومت بالا، پلی‌کربنات هزینه نسبتاً زیادی دارد و در برابر عوامل محیطی، به‌ویژه هیدروکربن‌های آروماتیک و همچنین سایش، آسیب‌پذیر است. به همین دلیل، برای حفظ کیفیت دید، جلوگیری از زردشدگی و افزایش مقاومت سایشی، معمولاً از لایه‌های شیشه آنیل در سطوح خارجی آن استفاده می‌شود.

در صورت استفاده از شیشه پلی‌کربنات، رعایت الزامات مقررات ملی ساختمان و ضوابط ایمنی حریق الزامی است. استفاده از پلی‌کربنات با ملاحظات ویژه‌ای از نظر ایمنی در برابر آتش همراه است، زیرا این ماده در شرایط حریق می‌تواند دود نسبتاً زیادی تولید کند. همچنین، به دلیل مقاومت و یکپارچگی بالای پلی‌کربنات، ممکن است ضوابط ایمنی حریق الزام کنند که بخشی از پنجره‌های پلی‌کربناتی به‌گونه‌ای طراحی شوند که در شرایط اضطراری از قاب جدا شده و امکان خروج اضطراری افراد یا دسترسی نیروهای امدادی را فراهم کنند.

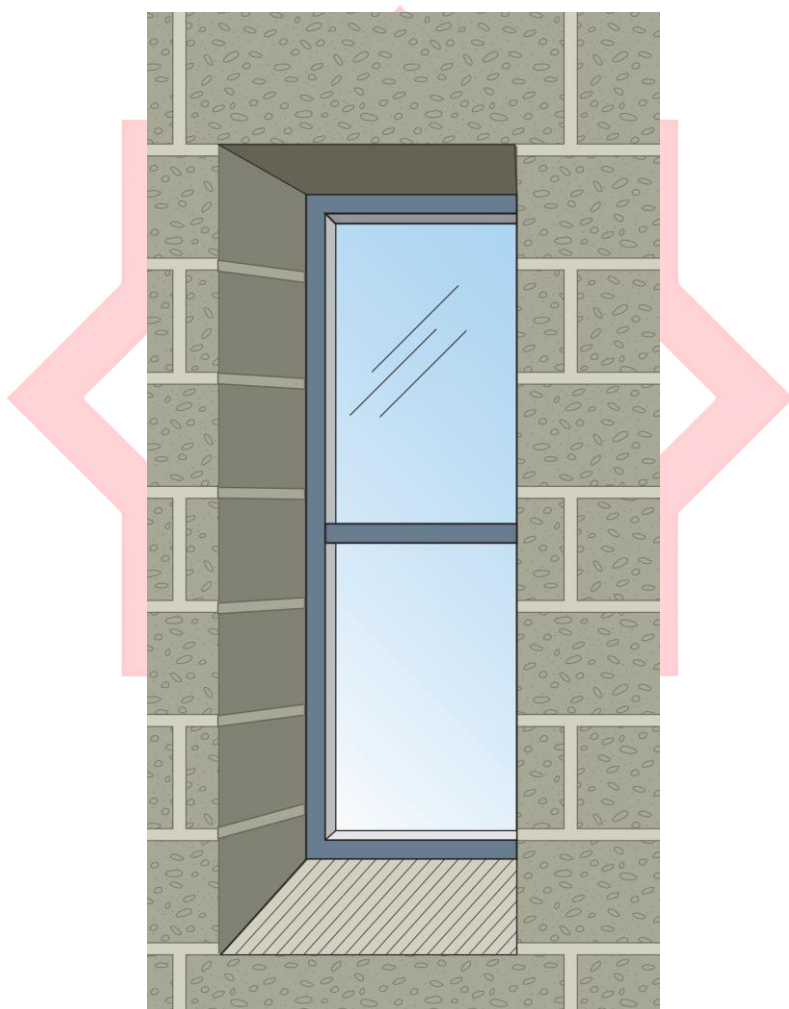
۳-۳- راهنمای عمومی کاربرد شیشه در ساختمان

در طراحی پنجره‌ها و سامانه‌های شیشه‌ای برای مقاومت در برابر بارهای ناشی از انفجار، رعایت ضوابط زیر توصیه می‌شود:

- استفاده از شیشه سیمی توصیه نمی‌شود.
- تعداد و ابعاد پنجره‌ها در نمای ساختمان، به‌ویژه در طبقات پایین که فشار ناشی از انفجار خارجی بیشتر است، حتی‌الامکان باید به حداقل برسد. همچنین، با توجه به هزینه بالاتر پنجره‌های مقاوم در برابر انفجار، کاهش تعداد پنجره‌ها می‌تواند موجب کاهش هزینه اجرای پروژه شود.
- نسبت سطح پنجره به سطح دیوار باید تا حد امکان و با رعایت حداقل الزامات مقررات ملی ساختمان و سایر ضوابط مربوط، کاهش یابد.
- در صورت امکان، پنجره‌ها در جداره‌های مشرف به حیاط مرکزی یا میانسرا پیش‌بینی شوند و از تعبیه آن‌ها در پوسته خارجی ساختمان اجتناب شود؛ زیرا در صورت وقوع انفجار در خارج از محدوده ساختمان، میزان بار انفجاری وارد بر این پنجره‌ها کمتر بوده و در نتیجه نیاز به مقاوم‌سازی پنجره‌ها و دیوارهای پیرامونی کاهش می‌یابد.

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

- پنجره‌های باریک و فرورفته در داخل نما که دارای جان‌پناه یا لبه پایینی شیب‌دار هستند، در مقایسه با پنجره‌های متداول، آسیب‌پذیری کمتری در برابر اثرات انفجار دارند (شکل ۹).
- شیشه لمینیت نسبت به شیشه‌های متداول، گزینه مناسب‌تری برای تأمین مقاومت در برابر انفجار است.



شکل ۹ پنجره باریک با لبه پایینی شیب‌دار

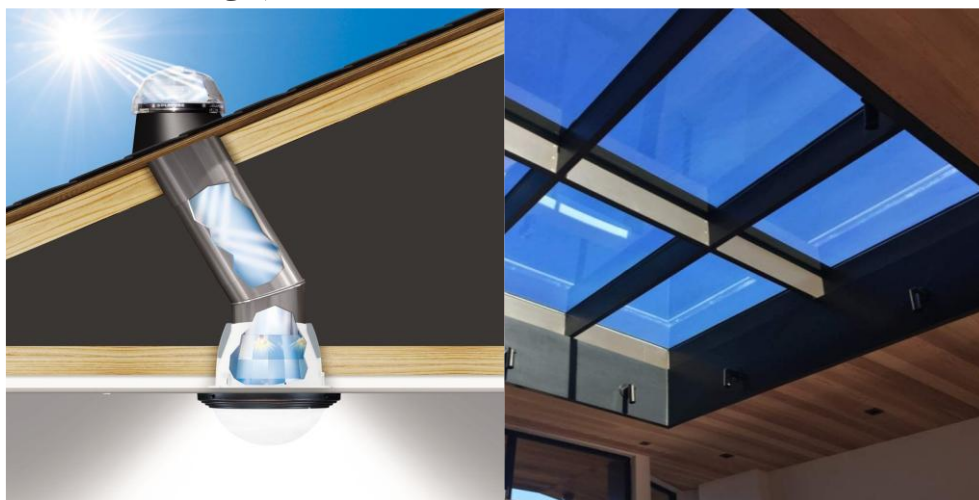
- در پروژه‌های مقاوم‌سازی، برای افزایش مقاومت کششی شیشه و کاهش پراکندگی خرده‌شیشه، استفاده از لایه ایمنی توصیه می‌شود؛ با این حال، در ساختمان‌های جدید استفاده از شیشه لمینیت مناسب‌تر است، زیرا با در نظر گرفتن چرخه عمر تقریبی ۲۵ ساله پنجره، هزینه استفاده از لایه ایمنی از هزینه نصب شیشه لمینیت با عملکرد مشابه بیشتر خواهد بود.
- برای جلوگیری از پرتاب خرده‌شیشه به داخل فضاها یا اشغال‌شده، استفاده از پرده‌های مقاوم در برابر انفجار توصیه می‌شود. این سامانه به‌ویژه در پروژه‌های مرمت و حفاظت از ساختمان‌های تاریخی که امکان تعویض یا ارتقای پنجره‌ها وجود ندارد، راهکار مناسبی محسوب می‌شود.
- در تمامی پروژه‌های مقاوم‌سازی پنجره، مهارهای موجود باید از نظر ظرفیت باربری بررسی شوند و در صورت عدم انطباق با الزامات طراحی، تقویت یا تعویض شوند.
- برای پنجره‌های مقاوم در برابر انفجار، استفاده از قاب‌های فولادی نسبت به سایر قاب‌ها (مانند چوبی و آلومینیومی) ترجیح داده می‌شود. این قاب‌ها باید به‌طور مطمئن به سازه پیرامونی متصل شده یا در صورت نیاز، فضای بین قاب و سازه با دوغاب سیمانی به‌طور کامل پر شود.
- طاقچه‌های نوری، اگرچه نقش مؤثری در تأمین نور طبیعی دارند، اما در برابر بارهای شدید ناشی از انفجار باید با دقت بررسی شوند. این عناصر می‌توانند با افزایش فشارهای بازتابی و ایجاد مانع در مسیر تخلیه موج انفجار، بارهای وارد بر نما را افزایش دهند؛ بنابراین طراحی آن‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که از شکست، خردشدگی و ایجاد گسیختگی در پوسته ساختمان جلوگیری شود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ نمونه‌ای طرح‌واره از اجرای طاقچه‌های نوری

- استفاده از نورگیرهای سقفی و لوله‌های انتقال نور به جای طاقچه‌های نوری توصیه می‌شود (شکل ۱۱). در طراحی این سامانه‌ها نیز باید مقاومت شیشه، مقاومت قاب، جزئیات اتصال شیشه به قاب و اتصال قاب به سقف یا دیوار به صورت متعادل طراحی شوند. اگرچه نورگیرهای سقفی و لوله‌های انتقال نور معمولاً فشار انفجاری کمتری نسبت به دیوارها دریافت می‌کنند، اما ممکن است در اثر عبور موج انفجار در معرض تغییر شکل‌های دینامیکی بیشتری قرار گیرند.

- از نظر مقاومت در برابر انفجار و الزامات امنیتی، استفاده از پنجره‌های ثابت ترجیح داده می‌شود. با این حال، در مواردی که مطابق ضوابط ایمنی، تأمین پنجره بازشو برای خروج اضطراری الزامی باشد، پنجره‌ای که به سامانه قفل ایمن، ترجیحاً قفل کلیددار، مجهز شود عملکرد بهتری دارد؛ زیرا این نوع قفل نسبت به چفت‌های ساده، حفاظت و اطمینان بیشتری در برابر باز شدن ناخواسته فراهم می‌کند.



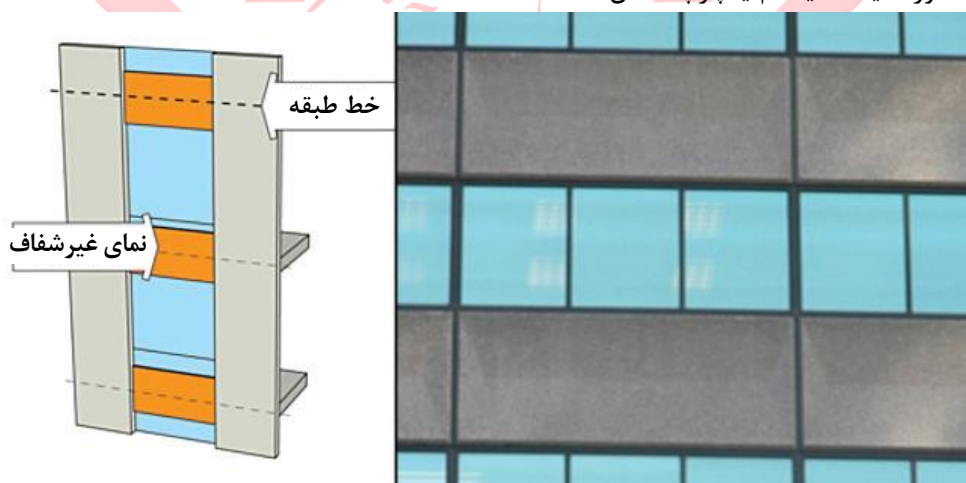
شکل ۱۱ نورگیر سقفی (راست) و لوله‌های انتقال نور (چپ)

۴-۱- نمای غیرشفاف

نمای غیرشفاف به بخش افقی نما اطلاق می‌شود که بین دو ردیف پنجره قرار گرفته و آن‌ها را از یکدیگر جدا می‌کند. این بخش نما، که به‌صورت شیشه‌کاری پیوسته اجرا می‌شود، معمولاً بر روی یک بخش سازه‌ای و یا غیرسازه‌ای، نصب می‌گردد (شکل ۱۲). نمای غیرشفاف در سیستم‌های دیوار پرده‌ای متداول بوده و معمولاً از پنل‌های فلزی یا قطعات پیش‌ساخته بتنی تشکیل می‌شوند. موارد زیر باید در طراحی نمای غیرشفاف مد نظر قرار گیرند.

- مقاومت شیشه و اسپندرل باید متعادل باشد.
- ضعف یکی از اجزا باعث خرابی کل نما می‌شود.
- قاب شیشه باید در بالا و پایین مهار مناسب داشته باشد.
- اتصال مطمئن قاب به اسپندرل بسیار حیاتی است

در نمای مقاوم انفجار، عملکرد ایمن زمانی حاصل می‌شود که شیشه، اسپندرل و اتصالات قاب به‌صورت یک سیستم یکپارچه عمل کنند.



شکل ۱۲ نمای غیرشفاف (چپ)؛ نمای غیرشفاف پیش‌ساخته پیوسته (راست)

۴-۲- نمای دیوار پرده‌ای

دیوار پرده‌ای، پوسته‌ای خارجی و غیر باربر است که توسط قاب فولادی یا بتن آرمه ساختمان مهار می‌شود (شکل ۱۳).



شکل ۱۳ دیوارهای پرده‌ای متداول: سیستم با قاب نمایان (چپ)؛ سیستم با قاب مخفی در پشت شیشه (راست)

با وجود آنکه این سامانه سبک‌وزن بوده و از اعضای نسبتاً ظریف آلومینیومی تشکیل شده است، در صورت طراحی مناسب، عملکرد مطلوبی در برابر بارهای ناشی از انفجار خواهد داشت. علاوه بر افزایش مقاومت اعضای تشکیل‌دهنده دیوار پرده‌ای، طراحی اتصالات آن به دال‌های طبقات یا تیرهای پیرامونی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این اتصالات باید به گونه‌ای طراحی شوند که ضمن قابلیت تنظیم برای جبران خطاهای اجرایی، امکان پذیرش تغییر مکان نسبی طبقات و تغییر شکل‌های ناشی از تغییرات دما را فراهم کنند. همچنین لازم است توانایی انتقال بارهای ثقیل، بارهای باد و بارهای انفجار را نیز داشته باشند.

دیوارهای پرده‌ای به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند: سامانه قاب‌بندی درجا و سامانه یکپارچه پیش‌ساخته. در سامانه قاب‌بندی درجا، هر چند عملیات نصب در محل زمان‌بر و نیازمند نیروی کار بیشتری است، اما قطعات به‌صورت مجزا حمل شده و در محل پروژه قاب‌بندی می‌شوند که این امر هزینه حمل‌ونقل را کاهش می‌دهد. در مقابل، سامانه یکپارچه پیش‌ساخته از واحدهای بزرگ و از پیش قاب‌بندی شده تشکیل شده است که معمولاً در ابعاد یک یا چند طبقه ساخته و به محل اجرا منتقل می‌شوند. این سامانه سرعت نصب بالاتری دارد، اما حمل و جابه‌جایی آن دشوارتر بوده و معمولاً برای ساختمان‌های بزرگ به‌صورت سفارشی تولید می‌شود (شکل ۱۴).

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

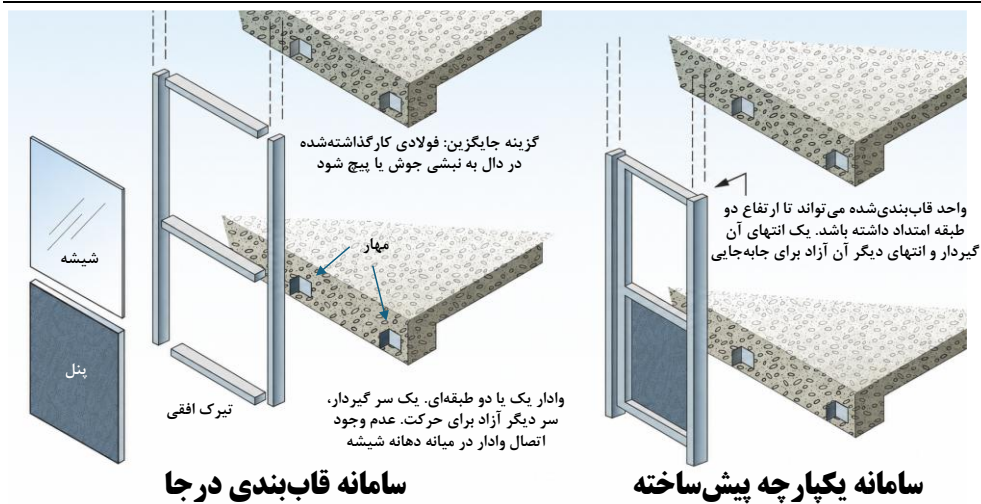
رفتار دیوارهای پرده‌ای در برابر بار انفجار ماهیتی کاملاً دینامیکی، غیرخطی و همراه با لندرنش میان اجزای مختلف سامانه دارد. با کنترل میزان انعطاف‌پذیری و تغییرشکل‌های ایجادشده، می‌توان بخش قابل توجهی از انرژی ناشی از انفجار را مستهلک کرد و در نتیجه عملکرد سازه را بهبود بخشید.

اصول طراحی شیشه‌های مقاوم در برابر انفجار در دیوارهای پرده‌ای مشابه شیشه‌های مقاوم در برابر انفجار مورد استفاده در پنجره‌ها است. برای انتخاب نوع مناسب شیشه، تعیین نیروهای تکیه‌گاهی و استخراج منحنی مقاومت نیرو-تغییرمکان، می‌توان از نرم‌افزارهای تخصصی تحلیل خطر خرده‌شیشه که توسط سازمان‌های ذی‌ربط توسعه یافته‌اند، استفاده کرد.

از آنجا که هدف طراحی حفاظتی، کاهش میزان آوار و پرتاب خرده‌شیشه‌ها است، شیشه‌های مقاوم در برابر انفجار باید دارای لایه داخلی لمینیت یا فیلم محافظ متصل به‌صورت مکانیکی باشند. در این حالت، قطعات شیشه پس از شکست به این لایه‌ها چسبیده و اتصال آن‌ها به اعضای قائم دیوار پرده‌ای، مقاومت سامانه را در برابر بار انفجار افزایش می‌دهد. یکی از عوامل اساسی در عملکرد این سامانه، حفظ اتصال شیشه لمینیت‌شده یا شیشه دارای فیلم محافظ به اعضای قائم قاب است.

طراحی اتصالات، به همان اندازه انتخاب شیشه و اعضای قاب، در عملکرد مناسب دیوار پرده‌ای اهمیت دارد. برای آنکه شیشه مطابق طرح دچار شکست کنترل‌شده شود، باید تا زمان ایجاد تنش‌های لازم در جای خود باقی بماند. در غیر این صورت، ممکن است شیشه پیش از شکست از قاب جدا شده و به صورت یکپارچه به داخل پرتاب شود که می‌تواند خسارات مالی و جانی قابل توجهی ایجاد کند.

امروزه عملکرد دیوارهای پرده‌ای را می‌توان با استفاده از روش‌های پیشرفته تحلیل اجزای محدود شبیه‌سازی کرد. این روش‌ها نسبت به روش‌های متداول مورد استفاده در طراحی در برابر باد و زلزله، اطلاعات دقیق‌تری از رفتار دیوار، میزان تغییرمکان و نیروهای وارد بر اتصالات ارائه می‌کنند و امکان ارزیابی واقع‌بینانه‌تر عملکرد سامانه در برابر انفجار را فراهم می‌سازند.



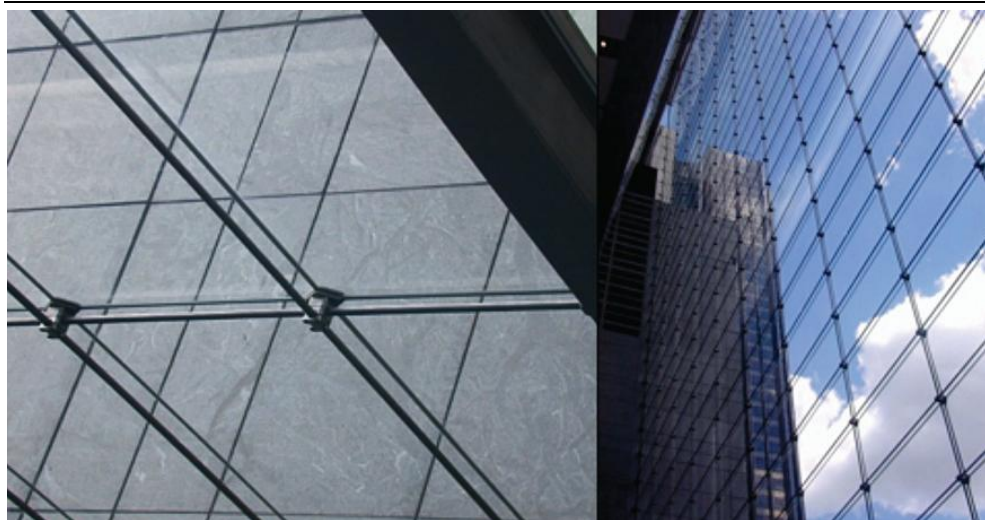
سامانه قاب‌بندی درجا

سامانه یکپارچه پیش‌ساخته

شکل ۱۴ سیستم دیوار پرده‌ای قاب‌بندی درجا (چپ) و سیستم دیوار پرده‌ای یکپارچه پیش‌ساخته (راست)

۳-۴- دیوارهای پرده‌ای با سیستم نگهدارنده نقطه‌ای و کابلی

دیوار پرده‌ای با تکیه‌گاه نقطه‌ای و کابلی از پنل‌های مجزای شیشه تشکیل می‌شود که معمولاً در گوشه‌ها به صورت نقطه‌ای مهار شده و به کابل‌های کشیده متصل می‌شوند. همان‌گونه که در شکل ۱۵ نشان داده شده است، این کابل‌ها ممکن است به صورت قائم بین دو دال متوالی، به صورت افقی بین دو ستون، یا به صورت ترکیبی در هر دو جهت امتداد یابند. عملکرد این نوع سیستم نما بر مقاومت ایجادشده در اثر کشش کابل‌ها برای تحمل بارهای جانبی متکی است. از این رو، کابل‌ها باید با ابعاد و فواصل مناسب طراحی شوند تا ضمن محدود کردن تغییر مکان‌ها در برابر بارهای باد، مقاومت جانبی لازم در برابر بارهای انفجاری متناظر با سطح بارگیر خود را نیز تأمین کنند. اتصالات کابل به سازه اصلی ساختمان (دال‌ها و ستون‌ها) باید به گونه‌ای طراحی شوند که ضمن تحمل نیروهای محوری بزرگ، در هنگام وقوع تغییر شکل‌های غیرارجاعی قابل‌ملاحظه نیز عملکرد و ظرفیت باربری خود را حفظ کنند.



شکل ۱۵ دیوار پرده‌ای با سیستم نگهدارنده نقطه‌ای و کابلی

آسیب‌پذیرترین جزء سیستم دیوار پرده‌ای کابلی در برابر بارهای انفجاری، شیشه‌های دارای تکیه‌گاه نقطه‌ای هستند. این پنل‌های شیشه‌ای معمولاً در چهار گوشه و در برخی موارد در نقاط میانی نیز به کابل‌ها متصل می‌شوند. اگرچه استفاده از شیشه‌های لمینیت‌شده موجب حفظ یکپارچگی قطعات شکسته می‌شود، تمرکز شدت بار انفجار در محل تکیه‌گاه‌های نقطه‌ای ایجاد می‌کند که از شیشه‌هایی با ضخامت کافی برای جلوگیری از شکست استفاده شود. با این حال، در صورت ترک خوردگی شیشه، ممکن است لایه لمینیت انعطاف‌پذیر نتواند اتصال خود را با اتصالات مکانیکی حفظ کند.

از آنجا که ارزیابی مقاومت انفجاری اتصالات و یراق‌آلات سیستم کابلی و همچنین شیشه، با استفاده از روش‌های تحلیلی ساده به‌طور کامل امکان‌پذیر نیست، می‌توان از سامانه‌های ثانویه گیرانداز کابل، که در پشت پنل‌های شیشه‌ای نصب می‌شوند، استفاده کرد. این سامانه‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که در صورت جدا شدن پنل شیشه از تکیه‌گاه، قطعات شیشه را مهار کرده و از سقوط آن‌ها جلوگیری کنند.

از دیگر راهکارهای تخصصی می‌توان به استفاده از مواد مرکب که در نواحی گوشه‌های شیشه لمینیت با آن درهم‌تنیده شده و توسط اتصالات مکانیکی مهار می‌شوند اشاره کرد. این سامانه‌ها معمولاً اختصاصی بوده و طراحی و ارزیابی آن‌ها باید برای هر پروژه به‌صورت موردی انجام شود.

۵- ارزیابی عملکرد

۵-۱- مدل سازی شیشه تحت بار انفجار

اجزای غیرسازه‌ای نما باید به اتصالاتی مجهز شوند که بتوانند بارهای وارده را به‌طور ایمن به سیستم سازه‌ای ساختمان منتقل کنند. همچنین، جزئیات این اجزا باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که از طریق تغییرشکل کنترل‌شده، قادر به جذب مقدار قابل توجهی از انرژی ناشی از انفجار باشند.

مدت زمان بسیار کوتاه اعمال بار انفجار، تأثیر قابل توجهی بر معیارهای طراحی سامانه‌های نما دارد؛ از این‌رو، در بسیاری از موارد، ایجاد تغییرشکل‌های غیرارتجاعی قابل توجه در اجزای نما قابل قبول است، مشروط بر آنکه عملکرد مورد انتظار سیستم حفظ شود.

روش تحلیل سامانه تک‌درجه آزادی که به‌طور گسترده در طراحی سازه‌های مقاوم در برابر انفجار استفاده می‌شود، برای طیف وسیعی از سامانه‌های نما، نتایجی محافظه‌کارانه و مناسب برای طراحی دینامیکی ارائه می‌کند.

در ساده‌ترین نماهای شیشه‌ای، شامل پنجره‌های مجزا یا ویتربین‌ها که دارای آرایش متقارن شیشه‌ها و وادارهای آلومینیومی یا فولادی هستند، استفاده از روش سامانه تک‌درجه آزادی معمولاً منجر به طرح‌هایی اقتصادی می‌شود که الزامات عملکردی موردنظر را نیز برآورده می‌کنند.

با این حال، روش سامانه تک‌درجه آزادی برای تحلیل نماهای شیشه‌ای با هندسه نامتقارن یا نمای پرده‌ای با ابعاد بزرگ کارایی کمتری دارد. در چنین شرایطی، برای ارزیابی صحیح عملکرد تمامی اجزای نما تحت بار انفجار، استفاده از مدل‌هایی با درجات آزادی بیشتر و نمایش مکانیکی پیشرفته‌تر سامانه ضروری است.

در این موارد، تحلیل اجزای محدود بر روی کل سامانه یکپارچه نما، بسیاری از محدودیت‌های روش مرحله‌ای سامانه تک‌درجه آزادی را برطرف می‌کند. البته، تهیه این مدل‌ها زمان‌برتر بوده، نیازمند توان محاسباتی بیشتری هستند و مدل‌سازی صحیح و تفسیر نتایج آن‌ها به دانش و تجربه مهندسی بالاتری نیاز دارد.

با وجود این، دقت بیشتر در شبیه‌سازی رفتار واقعی سامانه و صرفه‌جویی حاصل از بهینه‌سازی مصرف مصالح، استفاده از این روش‌های تحلیلی پیشرفته را توجیه می‌کند.

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

در طراحی اجزای سامانه نما، لازم است ظرفیت اجزای مختلف به‌گونه‌ای متعادل شود که با ظرفیت شیشه انتخاب‌شده هماهنگ باشد. به عبارت دیگر، مقاومت شیشه، قاب، وادارها، اتصالات و مهارها باید به‌صورت متوازن طراحی شوند تا هیچ‌یک از اجزا پیش از سایر بخش‌ها دچار گسیختگی زود هنگام نشود.

به‌منظور ارزیابی پتانسیل خطر ناشی از پرتاب خرده‌شیشه در اثر بارهای انفجاری، نرم‌افزارهای متعددی توسعه یافته‌اند. این نرم‌افزارها با در نظر گرفتن ابعاد شیشه، نوع و آرایش لایه‌های شیشه و مشخصات بار انفجار، میزان خطر ناشی از شکست و پرتاب قطعات شیشه را محاسبه می‌کنند.

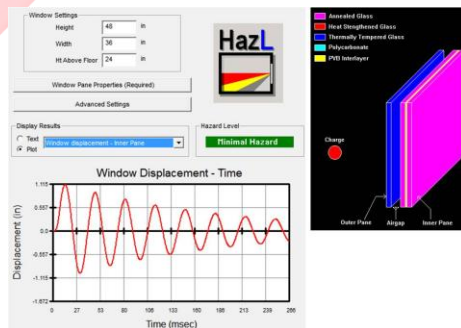
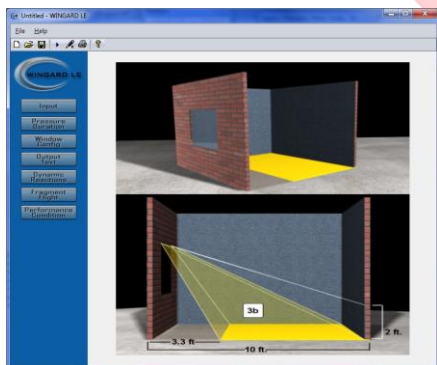
از جمله این نرم‌افزارها و روش‌های تحلیلی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (شکل ۱۶):

- WINLAC (Window Lite Analysis Code)؛
- WINGARD (Window Glazing Analysis Response and Design)؛
- HAZL (Window Fragment Hazard Level Analysis)؛
- و همچنین نرم‌افزارهای تجاری که همراه با داده‌های آزمایشگاهی و روش‌های معتبر تحلیل دینامیکی سازه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

Window Glazing Analysis Response and Design (WINGARD)



Window Fragment Hazard Level Analysis (HAZL)

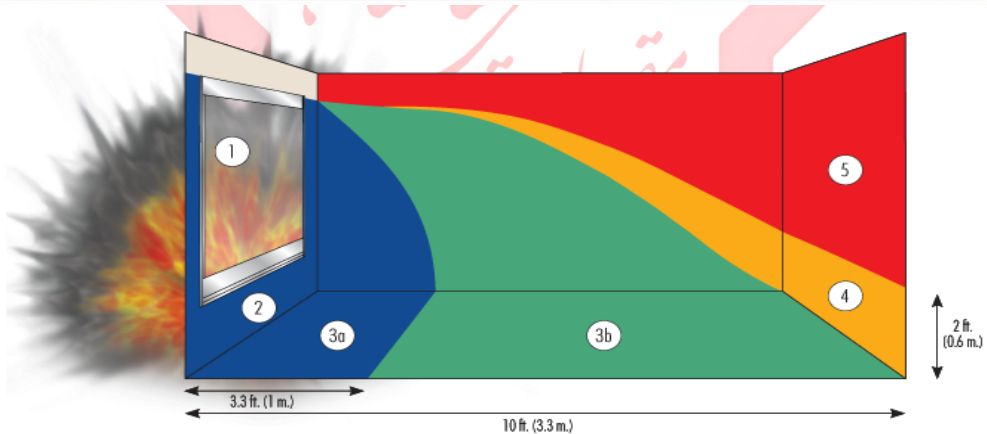


شکل ۱۶ شیهه سازی انفجار شیشه در نرم افزار

هدف از به‌کارگیری این نرم‌افزارها، اثبات عملکرد سامانه شیشه در حفاظت از ساکنان ساختمان در برابر تهدید انفجاری مشخص است؛ به‌گونه‌ای که عملکرد شیشه مطابق یکی از سطوح عملکرد تعریف‌شده در جدول ۱ و شکل ۱۷ باشد.

جدول ۱ سطوح عملکردی شیشه در انفجار

شرط عملکرد	سطح حفاظت	سطح خطر	توضیح عملکرد شیشه پنجره
1	ایمن	هیچ	شیشه نمی‌شکند، هیچ آسیب قابل مشاهده‌ای به شیشه یا قاب وارد نمی‌شود.
2	بسیار زیاد	هیچ	شیشه ترک می‌خورد اما توسط قاب مهار می‌شود. گرد و غبار یا قطعات بسیار ریز در نزدیکی لبه‌های قاب یا روی کف قابل قبول است.
3a	زیاد	بسیار کم	شیشه ترک می‌خورد. قطعات وارد فضا می‌شوند و روی کف در فاصله‌ای بیش از 1.0 متر از پنجره فرود می‌آیند.
3b	زیاد	کم	شیشه ترک می‌خورد. قطعات وارد فضا می‌شوند و روی کف در فاصله‌ای بیش از 3.0 متر از پنجره فرود می‌آیند.
4	متوسط	متوسط	شیشه ترک می‌خورد. قطعات وارد فضا می‌شوند و روی کف فرود می‌آیند و پنل شاهد عمودی را در فاصله‌ای حداکثر 3.0 متر از پنجره در ارتفاعی حداکثر 0.6 متر از کف تحت تأثیر قرار می‌دهند.
5	کم	زیاد	شیشه ترک می‌خورد و سیستم پنجره به‌طور فاجعه‌آمیزی از کار می‌افتد. قطعات وارد فضا می‌شوند و پنل شاهد عمودی را در فاصله‌ای حداکثر 3.0 متر از پنجره در ارتفاعی بیش از 0.6 متر از کف تحت تأثیر قرار می‌دهند.



شکل ۱۷ نمایش سطوح عملکردی شیشه در انفجار

۵-۲- آزمایش شیشه تحت بار انفجار

برای طراحی و ارزیابی فنی شیشه‌های مقاوم انفجار، استانداردهای ASTM نقش تعیین‌کننده‌ای دارند. به‌طور خاص، ASTM F2248 روش محاسبه ضخامت شیشه در برابر بار انفجار را ارائه می‌دهد و ASTM F1642 معیارهای آزمون میدانی و آزمایشگاهی شیشه‌ها و سامانه‌های شفاف را مشخص می‌کند. این استانداردها به مهندسان کمک می‌کنند تا بدون ورود به تحلیل‌های پیچیده دینامیکی، شیشه‌ای با عملکرد قابل قبول از نظر ایمنی جانی انتخاب نمایند. در کنار آن، ASTM E1300 نیز به‌عنوان مرجع عمومی طراحی شیشه در برابر بارهای غیرمتعارف، در بسیاری از پروژه‌ها به‌صورت مکمل مورد استفاده قرار می‌گیرد. استانداردهای ملی ایران به شماره‌های ۱۸۳۲۲ و ۱۹۱۴۹ نیز جهت ارزیابی عملکرد شیشه‌ها می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

۶- مقاوم‌سازی

۶-۱- لایه ایمنی شیشه

لایه ایمنی شیشه که با نام‌های لایه مقاوم در برابر شکست، لایه ضدپاشش یا لایه امنیتی نیز شناخته می‌شود، اقتصادی‌ترین روش برای مقاوم‌سازی پنجره‌های شیشه‌ای موجود در برابر اثرات انفجار است. این لایه بر روی سطح داخلی شیشه نصب شده و پس از شکست، قطعات شیشه را در کنار یکدیگر نگه می‌دارد و در نتیجه خطر پرتاب خرده‌شیشه راجه میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. همچنین، این لایه با افزایش مقاومت کششی مجموعه شیشه، رفتار آن را شکل‌پذیرتر کرده و به‌ویژه در برابر بارهای انفجاری با شدت کم تا متوسط، عملکرد شیشه را بهبود می‌بخشد.

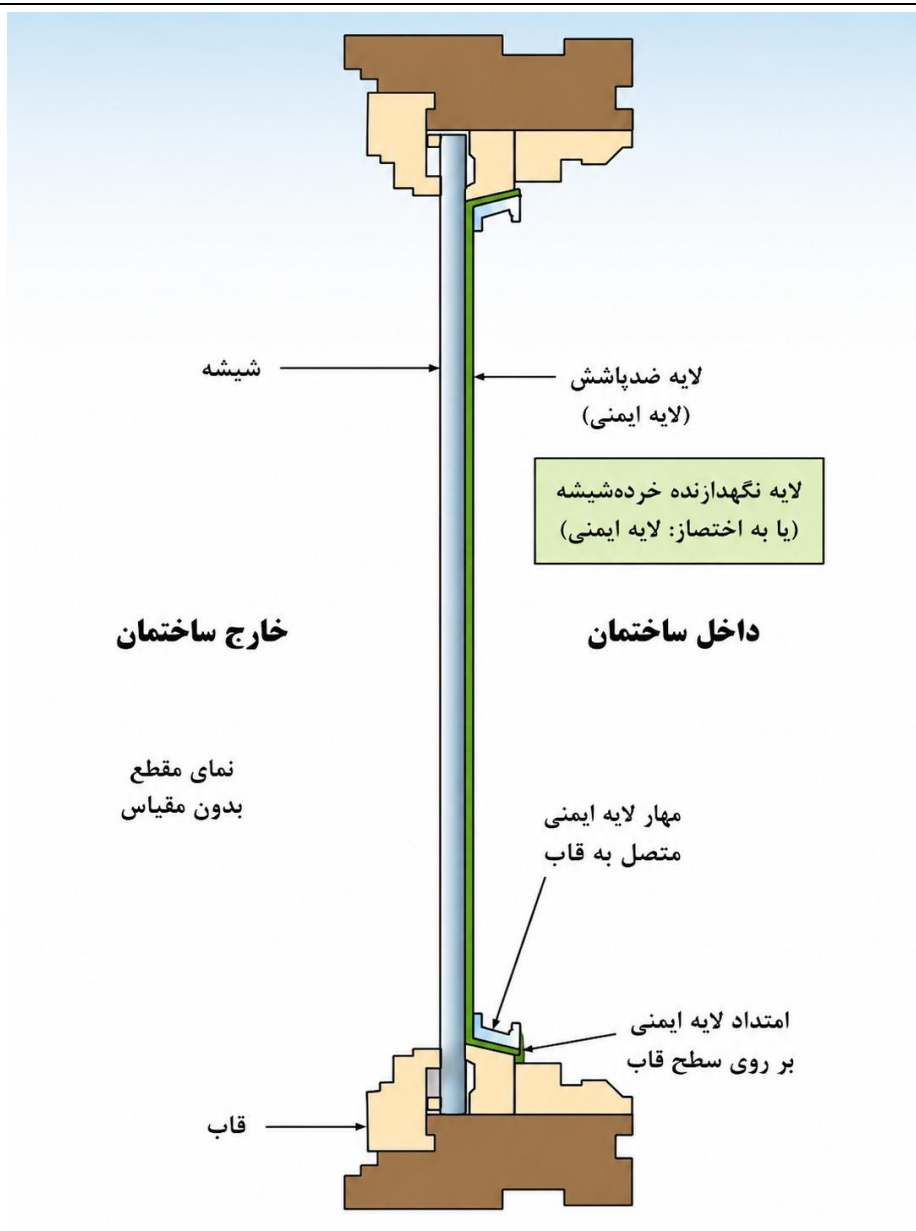
با وجود این، اگرچه لایه ایمنی می‌تواند از پراکنده شدن قطعات شکسته جلوگیری کند، لزوماً قادر به نگه‌داشتن شیشه در داخل قاب نیست. از این‌رو، بیشترین کارایی این سامانه زمانی حاصل می‌شود که همراه با یک سیستم مهار مقاوم در برابر انفجار مورد استفاده قرار گیرد. برای اتصال لایه به قاب و کاهش احتمال جدا شدن شیشه از قاب، از اتصالات مکانیکی یا روش شیشه‌گذاری تر استفاده می‌شود. در روش اتصال مکانیکی، اجزای اضافی برای مهار هم‌زمان شیشه، لایه و قاب به کار گرفته می‌شود که اگرچه عملکرد مناسبی دارد، اما از نظر معماری کمتر مطلوب بوده و هزینه اجرای آن نیز بیشتر از روش شیشه‌گذاری تر است. شکل ۱۶ سامانه

اتصال مکانیکی را نشان می‌دهد که برای یکپارچه نگه‌داشتن شیشه، لایه ایمنی و قاب به کار می‌رود.

در روش شیشه‌گذاری تر، از یک درزگیر مایع با مقاومت بالا، مانند سیلیکون سازه‌ای، برای اتصال مجموعه شیشه و لایه به قاب استفاده می‌شود. این روش ضمن حفظ ظاهر نما، موجب افزایش یکپارچگی سیستم شیشه و قاب در هنگام وقوع انفجار می‌شود.

نتایج آزمایش‌ها نشان داده است که لایه ایمنی با ضخامت حدود $0/18$ میلی‌متر، یا لایه ایمنی با ضخامت حدود $0/10$ میلی‌متر که به‌طور ویژه برای کاربردهای مقاوم در برابر انفجار تولید شده باشد، حداقل ضخامت لازم برای کاهش خطرات ناشی از انفجار را فراهم می‌کند. از این رو، استفاده از لایه ایمنی با ضخامت $0/10$ میلی‌متر تنها زمانی مجاز است که عملکرد آن از طریق آزمایش‌های انفجار تأیید شده و توانایی دستیابی به سطح حفاظت موردنظر را نشان داده باشد. لایه ایمنی باید حداقل تمام سطح شفاف شیشه را پوشش دهد. سطح شفاف شیشه به بخشی از شیشه اطلاق می‌شود که توسط قاب پوشیده نشده است. این شیوه نصب که نصب در محدوده سطح شفاف نامیده می‌شود، متداول‌ترین روش برای مقاوم‌سازی پنجره‌های موجود است.

کارایی لایه‌های ایمنی نصب‌شده بر روی شیشه زمانی مؤثر خواهد بود که قاب پنجره، اجزای قاب‌بندی و مهارهای آن قادر باشند بارهای ناشی از انفجار را به دیوارها یا سازه پیرامونی منتقل کنند. همچنین، دیوارهای پیرامونی باید علاوه بر تحمل مستقیم بارهای انفجاری وارد بر خود، توانایی پذیرش بارهای منتقل‌شده از سامانه پنجره را نیز داشته باشند. در غیر این صورت، ضعف مقاومت دیوارها می‌تواند اثربخشی مقاوم‌سازی شیشه را به میزان قابل توجهی کاهش دهد.



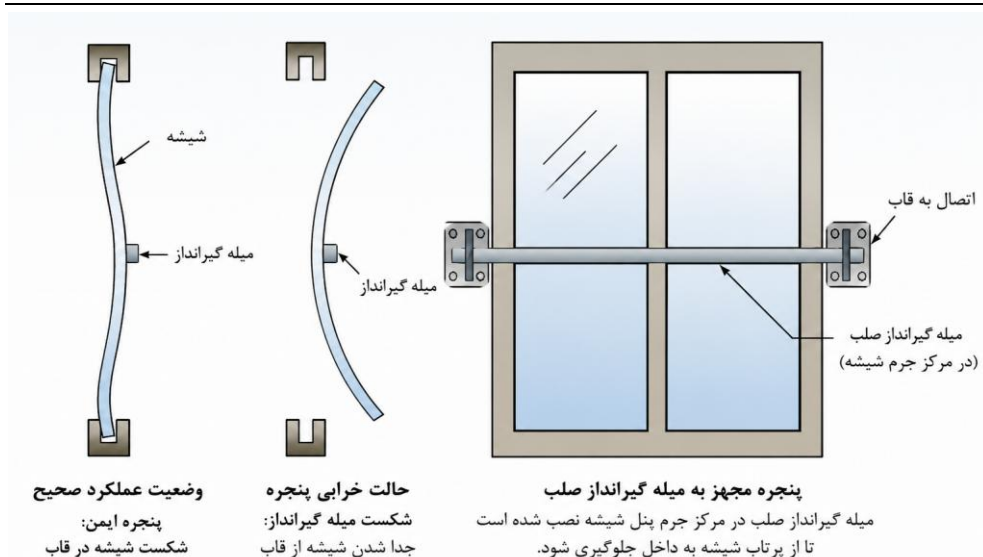
شکل ۱۸ لایه ایمنی شیشه (FRF) با مهار مکانیکی

۶-۲- سامانه‌های گیرانداز صلب

سامانه‌های گیرانداز صلب، عملکرد لایه‌های ایمنی و شیشه‌های لمینیت را در برابر انفجار بهبود می‌بخشند. هرچند لایه‌های ایمنی و شیشه‌های لمینیت برای حفظ یکپارچگی قطعات شیشه پس از شکست طراحی شده‌اند، اما اگر قاب پنجره و اتصالات آن نیز متناسب با مقاومت شیشه تقویت نشوند، ممکن است مجموعه شیشه و لایه ایمنی به‌طور کامل از قاب جدا شده و به داخل ساختمان پرتاب شود.

در این سامانه، میله‌های گیرانداز صلب در مسیر حرکت شیشه قرار گرفته و با متوقف کردن مجموعه شیشه و لایه ایمنی، از پرتاب آن جلوگیری می‌کنند. با این حال، برخورد شیشه با این میله‌ها ممکن است موجب خرد شدن بیشتر شیشه و ایجاد قطعات کوچک‌تر شود. این سامانه تنها زمانی عملکرد مطلوب خواهد داشت که میله گیرانداز در مرکز جرم پنل شیشه نصب شود، همان‌گونه که در شکل ۱۹ نشان داده شده است. در پنجره‌هایی که از چندین پنل شیشه تشکیل شده‌اند، یک میله گیرانداز ممکن است تنها قادر به مهار یک یا دو پنل باشد.

سامانه‌های گیرانداز صلب هنگام برخورد شیشه تحت نیروهای بسیار بزرگی قرار می‌گیرند؛ از این‌رو، باید به‌وسیله مهارهای مناسب به یک سازه پشتیبان با مقاومت کافی متصل شوند تا از جدا شدن یا شکست آن‌ها جلوگیری شود. در صورتی که مهارها یا سازه پشتیبان ظرفیت لازم برای تحمل این نیروها را نداشته باشند، سامانه گیرانداز از محل اتصال جدا شده و خود به یکی از اجزای پرتاب‌شونده تبدیل خواهد شد.



شکل ۱۹ شکل مفهومی سامانه میلۀ گیرانداز صلب

۳-۶- سامانه‌های گیرانداز کابلی

سامانه‌های گیرانداز کابلی به‌طور گسترده برای جذب مقادیر قابل توجهی از انرژی ناشی از برخورد به کار می‌روند و به دلیل انعطاف‌پذیری بالا، قابلیت انطباق با شرایط مختلف را دارند. این سامانه‌ها از دیرباز به‌عنوان روشی مؤثر برای متوقف کردن اجسام سنگین با سرعت زیاد شناخته شده‌اند. در طراحی یک سامانه گیرانداز کابلی مؤثر، قطر کابل، فاصله کابل‌ها از یکدیگر و نحوه اتصال آن‌ها به سازه از عوامل تعیین‌کننده محسوب می‌شوند. برای اطمینان از عملکرد مناسب این سامانه در مهار قطعات ناشی از انفجار، انجام تحلیل‌های عددی یا آزمایش‌های تجربی ضروری است.

سامانه‌های گیرانداز کابلی با قابلیت جذب انرژی بالا، علاوه بر نگهداری قطعات شیشه و قاب، نیروهای منتقل شده به سازه پشتیبان را نیز کاهش می‌دهند. محصولات متداول موجود در بازار معمولاً از مجموعه‌ای از کابل‌های فولاد زنگ‌نزن با قطر حدود ۶/۴ میلی‌متر (۰/۲۵ اینچ) تشکیل شده‌اند که از طریق وسیله جذب‌کننده انرژی ضربه به یک مقطع جعبه‌ای آلومینیومی متصل می‌شوند. این مقطع جعبه‌ای به وادارهای جانبی، تیرک بالایی و تیرک پایینی قاب پنجره متصل می‌شود؛ نمونه‌ای از این سامانه در شکل ۲۰ نشان داده شده است.



شکل ۲۰ نمونه‌ای از سامانه مهار کابلی

در پنجره‌های بزرگ، معمولاً از شبکه‌ای متشکل از کابل‌های قائم یا ترکیبی از کابل‌های قائم و افقی با قطر بیشتر استفاده می‌شود. همانند سامانه‌های میله گیرانداز صلب، در طراحی این سامانه‌ها باید مرکز جرم هر پنل شیشه مدنظر قرار گیرد. ویژگی جذب انرژی این سامانه‌ها موجب می‌شود که بتوان آن‌ها را بدون نیاز به تقویت گسترده سازه‌ای، به دیوارهایی با مقاومت نسبتاً کم نیز متصل کرد.

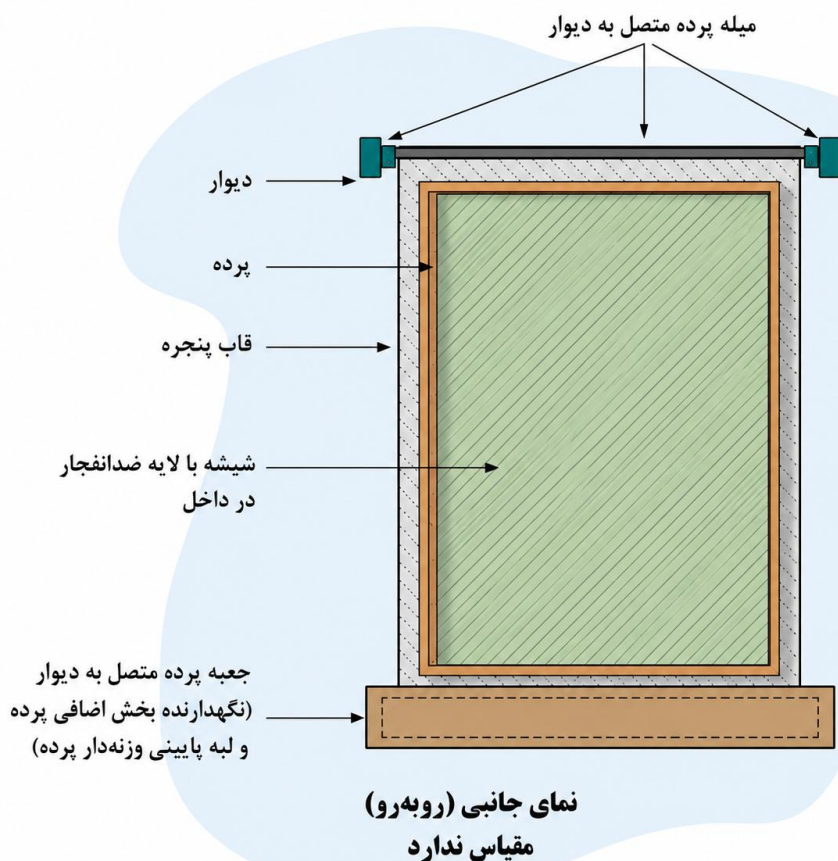
۴-۶- پرده‌های مقاوم در برابر انفجار

پرده‌های مقاوم در برابر انفجار در سمت داخلی قاب پنجره نصب شده و وظیفه آن‌ها مهار خرده‌شیشه‌های ناشی از موج انفجار است. پس از برخورد قطعات شیشه، این قطعات در پای پنجره روی کف جمع می‌شوند. استفاده از این پرده‌ها ورود کامل خرده‌شیشه به فضای داخلی را از بین نمی‌برد، اما فاصله پرتاب قطعات را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. در نتیجه، سطح خطر برای ساکنان به‌طور محسوسی کاهش می‌یابد؛ با این حال، افرادی که در مجاورت مستقیم پنجره قرار دارند، همچنان ممکن است در اثر برخورد خرده‌شیشه دچار آسیب شوند. این پرده‌ها هنگام وقوع انفجار ممکن است تا حدود ۰/۹ متر به سمت داخل تغییر مکان پیدا کنند.

اجزای اصلی یک سامانه پرده مقاوم در برابر انفجار شامل پرده، سامانه اتصال پرده به قاب پنجره و محفظه یا سازوکار نگهدارنده پارچه اضافی در پایین پنجره است. جنس پارچه، ویژگی‌های مکانیکی آن، نحوه اتصال به قاب و شیوه عملکرد سامانه در محصولات مختلف متفاوت بوده و گزینه‌های متنوعی را برای این نوع سامانه فراهم می‌کند.

پرده‌های مقاوم در برابر انفجار به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که در شرایط عادی همواره در وضعیت بسته باقی بمانند؛ با این حال، می‌توان آن‌ها را برای انجام عملیات نظافت شیشه یا استفاده از پرده‌ها و کرکره‌های داخلی کنار زد. نصب نادرست یا فراهم بودن امکان دستکاری توسط بهره‌برداران، می‌تواند عملکرد این سامانه را مختل کرده و اثربخشی آن را کاهش دهد.

این پرده‌ها ممکن است در بالا و پایین قاب پنجره مهار شوند یا تنها از قسمت فوقانی مهار شده و در لبه پایینی به وزنه تعادل مجهز باشند. همچنین طول پرده باید از ارتفاع پنجره بیشتر باشد و بخش اضافی آن در یک جمع‌کننده کششی دینامیکی یا محفظه ذخیره نگهداری شود، همان‌گونه که در شکل ۲۱ نشان داده شده است. در هنگام وقوع انفجار، پرده از محفظه خود باز شده و با جذب انرژی ناشی از برخورد خرده‌شیشه‌ها، از پرتاب آن‌ها به داخل فضای ساختمان جلوگیری می‌کند.



شکل ۲۱ سامانه پرده‌های مقاوم در برابر انفجار

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

واژگان فارسی	واژگان انگلیسی
شیشه آنیل	Annealed Glass
میانسرا (حیات مرکزی)	Atria
پرده‌های مقاوم در برابر انفجار	Blast Curtains
سامانه‌های گیرانداز کابلی	Cable Catch Systems
دیوارهای پرده‌ای	Curtain Walls
نصب در محدوده سطح شفاف	Daylight Installation
اجزای محدود	Finite Element
لایه ایمنی شیشه	Fragment Retention Film (FRF)
لایه ایمنی شیشه	FRF
شیشه سکوریت حرارتی	Fully Thermally Tempered Glass
نوع و آرایش لایه‌های شیشه	Glass Make-up
شیشه نیمه‌سخت	Heat-Strengthened Glass
شیشه لمینیت	Laminated Glass
طاقچه‌های نوری	Light Shelves
شیشه یکپارچه	Monolithic
سامانه یکپارچه پیش‌ساخته	Panelized System
پلی‌کربنات	Polycarbonate
پنجره‌های مجزا	Punched Windows
پلی‌وینیل بوتیرال	PVB (Polyvinyl Butyral)
سامانه‌های گیرانداز صلب	Rigid Catch Systems
سامانه تک‌درجه آزادی	Single Degree of Freedom (SDOF)
نمای غیرشفاف	Spandrel Glazing
سامانه قاب‌بندی درجا	stick-type Wall System
سامانه‌های ویترونی	Storefront Systems
شیشه‌گذاری تر	Wet Glazing

واژگان فارسی	واژگان انگلیسی
نسبت سطح پنجره به سطح دیوار	Window-to-Wall Ratio
شیشه سیمی	Wire-Reinforced Glass

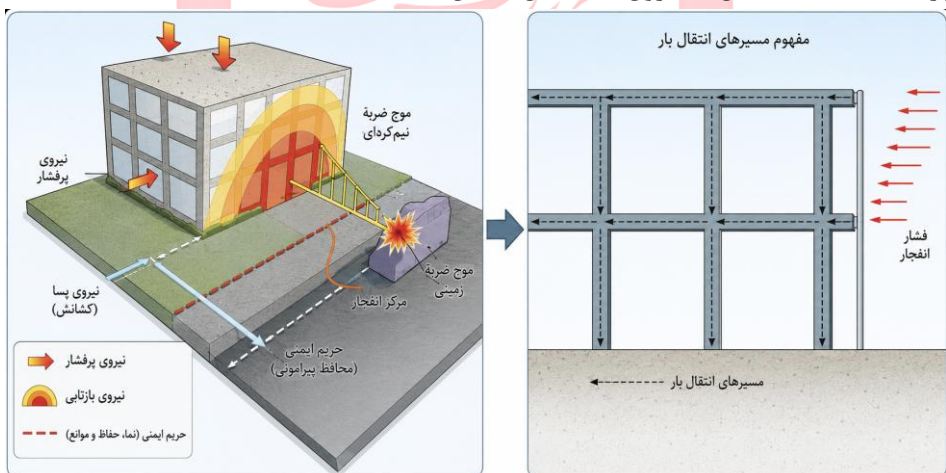


پیوست پشتیبان:

مهندسی جداره‌های غیر نور گذر

۱- نقش دیوار پیرامونی در محافظت انفجاری

دیوار پیرامونی یکی از اجزای اصلی پوسته خارجی ساختمان در برابر بار انفجار است و نباید صرفاً به عنوان یک المان غیرسازه‌ای یا یک سطح پوششی در نظر گرفته شود. در راهنماهای FEMA 426 و در استاندارد ASCE/SEI 59-22، تأکید شده است که در رخداد انفجار، خسارت‌های شدید معمولاً از مسیر خرابی موضعی به ناپایداری کلی و حتی فروریزش پیشرونده منتهی می‌شوند؛ بنابراین دیوار پیرامونی باید در حفظ یکپارچگی ساختمان و تداوم مسیر انتقال بار مشارکت داشته باشد، نه اینکه خود به منبع جداشدگی، ریزش و پرتاب قطعات تبدیل شود. FEMA 426 همچنین نشان می‌دهد که سطوح بیرونی با هندسه ساده و اجزای کم‌جزئیات، احتمال تولید ترکش و آوار پرتابی را کاهش می‌دهند و پنل‌های دیواری تقویت‌شده می‌توانند با حفاظت از ستون‌ها، به جلوگیری از فروریزش پیشرونده و تحمل بار عضو آسیب‌دیده کمک کنند. در همین چارچوب، نقش دیوار پیرامونی در محافظت انفجاری شامل سه هدف اصلی است: کاهش خرابی موضعی، حفظ پیوستگی پوسته و مسیر بار، و محدود کردن شکست ترد و پرتاب قطعات به داخل یا بیرون ساختمان (شکل ۱).



شکل ۲۲ نقش دیوار پیرامونی در محافظت انفجاری

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

بر این اساس، دیوار پیرامونی باید به گونه‌ای طراحی و جزئیات‌بندی شود که در برابر فشار و مکش ناشی از انفجار، پایداری کافی، اتصال مطمئن به سازه اصلی، و رفتار شکل‌پذیر یا کنترل‌شده داشته باشد تا از گسترش خرابی به سایر اجزای سازه جلوگیری شود.

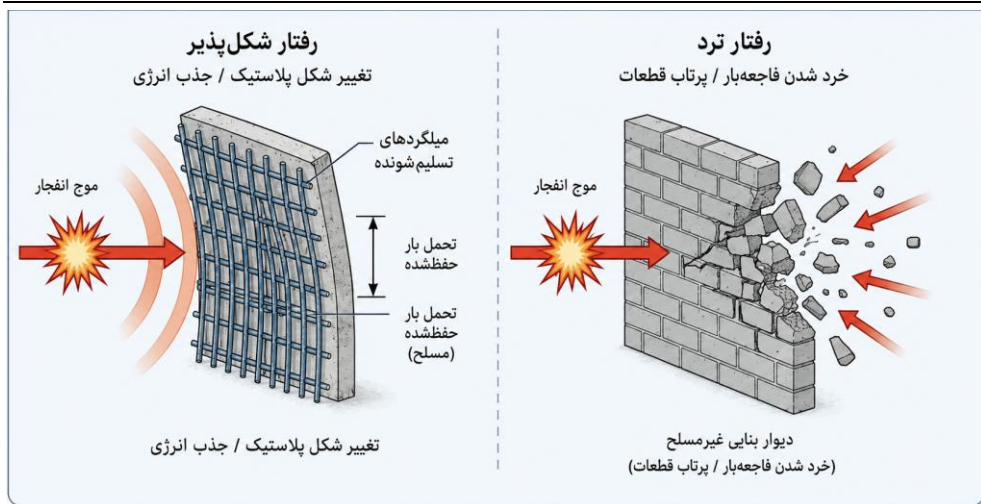
۲- مشخصات رفتاری دیوار پیرامونی در محافظت انفجاری

۲-۱- شکل‌پذیری

در طراحی سازه در برابر انفجار، شکل‌پذیری به توانایی عضو یا سیستم سازه‌ای در تحمل تغییرشکل‌های نسبتاً بزرگ پس از رسیدن به حد تسلیم، بدون گسیختگی ناگهانی، اطلاق می‌شود. در این حالت، عضو با ایجاد تغییرشکل‌های پلاستیک، بخش قابل توجهی از انرژی ناشی از موج انفجار را جذب و مستهلک می‌کند و از انتقال ناگهانی بار به سایر اجزای سازه جلوگیری می‌شود.

در دیوارهای پیرامونی، رفتار شکل‌پذیر سبب می‌شود دیوار پیش از گسیختگی، دچار خمش و ترک‌خوردگی کنترل‌شده شده و انرژی انفجار را به تدریج جذب کند. این رفتار علاوه بر کاهش احتمال فروریزش موضعی، از گسترش خرابی به سایر اجزای سازه نیز جلوگیری کرده و یکپارچگی پوسته ساختمان را برای مدت بیشتری حفظ می‌کند.

در مقابل، رفتار ترد با ظرفیت اندک تغییرشکل همراه است و معمولاً به شکست ناگهانی، خردشدگی مصالح، جداشدگی اجزای دیوار و پرتاب قطعات به داخل یا خارج ساختمان منجر می‌شود. این پدیده علاوه بر کاهش عملکرد حفاظتی دیوار، خطر آسیب‌دیدگی افراد ناشی از ترکش و آوار پرتابی را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. از این رو، در طراحی دیوارهای پیرامونی باید علاوه بر تأمین مقاومت کافی، جزئیات اجرایی، نحوه اتصال به سازه اصلی، آرماتورگذاری و انتخاب مصالح به گونه‌ای باشد که مکانیزم شکست از نوع شکل‌پذیر بوده و از وقوع شکست‌های ترد و ناگهانی جلوگیری شود (شکل ۲۳).

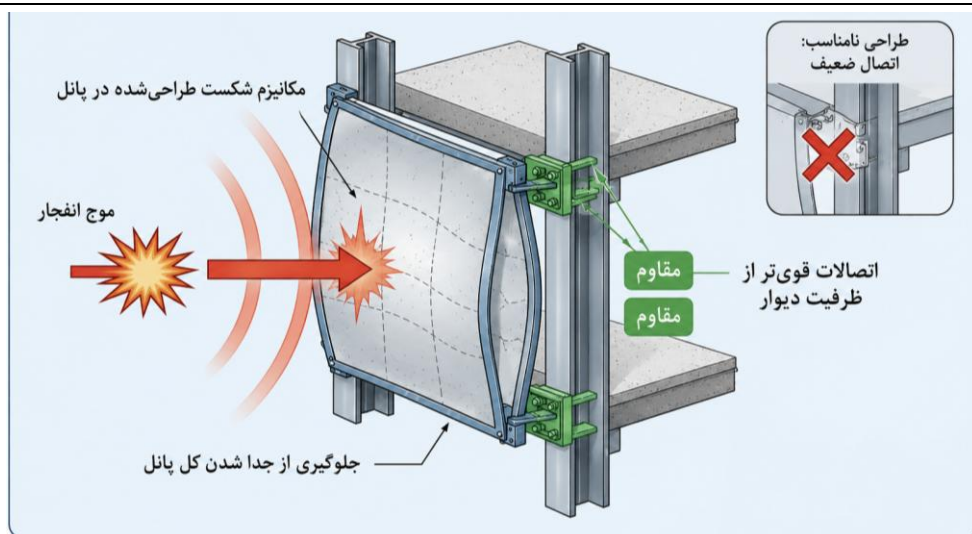


شکل ۲۳ مقایسه رفتار شکل پذیری در مقابل رفتار ترد تحت بار انفجار

۲-۲- طراحی متعادل

در طراحی دیوارهای پیرامونی تحت بار انفجار، باید تناسب مناسبی بین مقاومت اجزای دیوار و اتصالات آن برقرار شود تا مکانیزم خرابی از پیش تعیین شده و قابل کنترل باشد. بر این اساس، اتصالات، مهارها و اجزای اتصال دهنده دیوار به سازه اصلی باید دارای مقاومتی بیشتر از خود دیوار باشند تا در هنگام وقوع انفجار، دیوار پیش از گسیختگی اتصالات، با تغییر شکل کنترل شده انرژی را جذب کند.

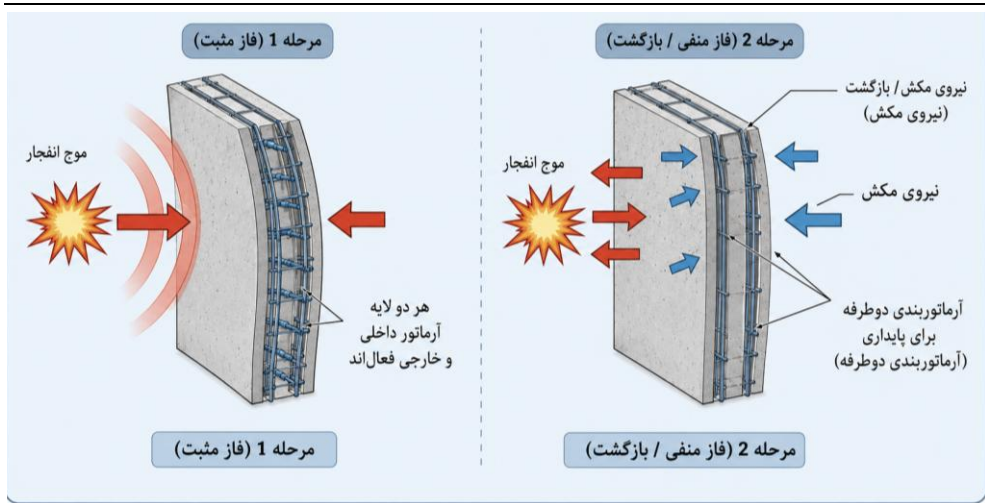
در صورتی که اتصالات ضعیف تر از دیوار باشند، احتمال جدا شدن کامل پانل از سازه و سقوط یا پرتاب آن در اثر موج انفجار افزایش می یابد. این نوع خرابی علاوه بر از بین بردن عملکرد حفاظتی دیوار، می تواند موجب آسیب جدی به افراد، تجهیزات و اجزای مجاور ساختمان شود. بنابراین، در طراحی انفجاری، اتصالات دیوار باید به گونه ای طراحی و اجرا شوند که ضمن حفظ پیوستگی دیوار با سازه اصلی، انتقال ایمن نیروها را در طول بارگذاری انفجار تأمین کرده و از جداسازی، واژگونی یا پرتاب دیوار جلوگیری کنند. این رویکرد موجب می شود خرابی احتمالی به ترک خوردگی یا تغییر شکل کنترل شده دیوار محدود شده و یکپارچگی پوسته ساختمان تا حد امکان حفظ شود (شکل ۲۴).



شکل ۲۴ اصل طراحی متعادل در بارگذاری انفجار

۲-۳- مرحله بازگشت موج انفجار

پس از عبور موج اولیه انفجار، کاهش ناگهانی فشار موجب ایجاد مرحله بازگشت یا مرحله فشار منفی می‌شود که در آن نیروهای مکشی به اجزای ساختمان وارد می‌گردد. اگرچه دامنه این نیروها معمولاً کمتر از مرحله فشار مثبت است، اما می‌تواند موجب جداشدگی، واژگونی یا گسیختگی دیوارهایی شود که تنها برای بارگذاری در یک جهت طراحی شده‌اند. از این‌رو، دیوارهای پیرامونی باید علاوه بر مقاومت در برابر فشار ناشی از مرحله مثبت انفجار، توانایی تحمل نیروهای مکشی مرحله بازگشت را نیز داشته باشند. برای دستیابی به این هدف، استفاده از آرماتوربندی دوطرفه و تأمین پیوستگی مناسب میان دیوار و سازه اصلی ضروری است تا دیوار در برابر بارگذاری رفت‌وبرگشتی ناشی از انفجار، پایداری و یکپارچگی خود را حفظ کرده و از جداشدگی یا پرتاب قطعات جلوگیری شود.



شکل ۲۵ فاز بازگشت و میلگردگذاری دوطرفه

۳- مقاوم سازی دیوارهای بنایی غیر مسلح در برابر انفجار

دیوارهای بنایی غیرمسلح، حفاظت محدودی در برابر موج انفجار ناشی از انفجارهای هوایی فراهم می‌کنند. این دیوارها هنگام قرارگیری تحت بارگذاری فراتر از ظرفیت ناشی از موج انفجار، به دلیل رفتار ترد خود دچار شکست شده و آوار حاصل از آنها به داخل ساختمان پرتاب می‌شود که می‌تواند موجب آسیب‌های شدید یا مرگ ساکنان گردد. به همین دلیل، استفاده از این نوع دیوارها در ساختمان‌های جدیدی که حفاظت در برابر تهدیدهای انفجاری در آنها الزامی است، ممنوع شده است.

پنج روش زیر جهت مقاوم‌سازی دیوارها در برابر بار انفجار پیشنهاد می‌شود:

- پوشش پاششی پلی‌اوره
- ژئوتکستایل آرامید
- بتن پاشی روی شبکه فولادی
- پنل‌های دیواری تقویت‌شده با سخت‌کننده
- قاب فولادی سبک

۳-۱- پوشش پاششی پلی‌اوره

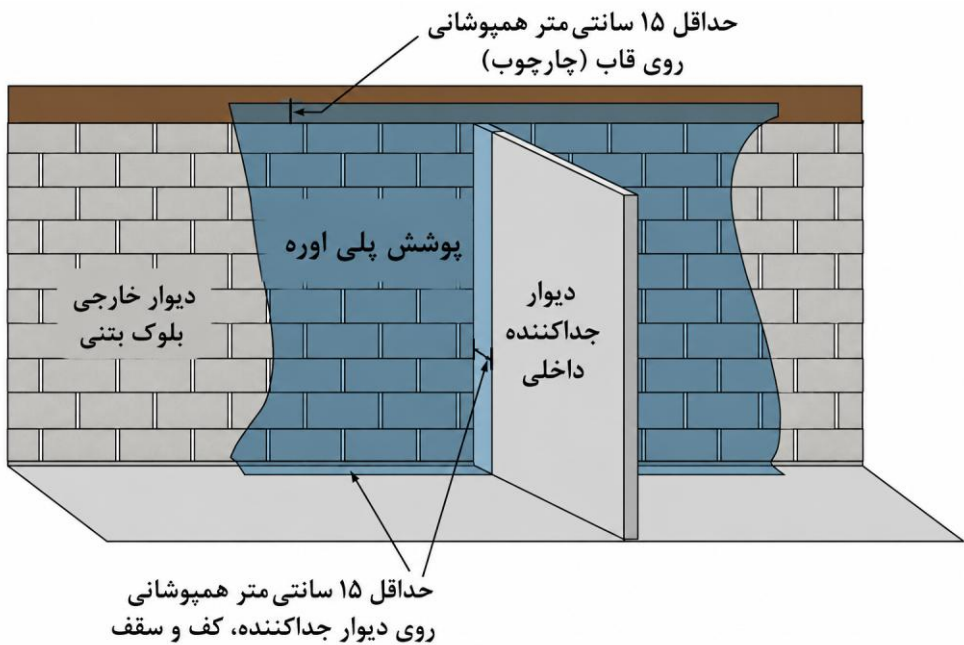
دیوارهای موجود از نوع بلوک بنایی توخالی بتنی غیرمسلح را می‌توان با اجرای پوشش پلیمری پاششی پلی‌اوره مقاوم‌سازی کرد تا مقاومت آن‌ها در برابر موج انفجار افزایش یابد. این روش نوین مقاوم‌سازی از چقرمگی و خاصیت ارتجاعی پلیمرهای پیشرفته بهره می‌گیرد تا ضمن ایجاد تغییرشکل کنترل‌شده، انرژی ناشی از انفجار را مستهلک کرده و هم‌زمان از پراکندگی قطعات شکسته دیوار جلوگیری کند.

هرچند ممکن است خود دیوار در اثر انفجار دچار شکست و خردشدگی شود، لایه الاستومری به دلیل پیوستگی و انعطاف‌پذیری خود سالم باقی مانده و قطعات دیوار را در محل نگه می‌دارد و از پرتاب آن‌ها جلوگیری می‌کند.

مقاوم‌سازی دیوارهای بلوک بتنی غیرمسلح در برابر انفجار، معمولاً شامل اجرای یک لایه پلی‌اوره در سطح داخلی و در صورت نیاز یک لایه در سطح خارجی دیوارهای خارجی و همچنین سقف‌ها است (شکل ۱۶).

لایه پلی‌اوره یک غشای شکل‌پذیر، انعطاف‌پذیر و مقاوم ایجاد می‌کند که هنگام خرد شدن بلوک‌های بتنی در اثر عبور موج انفجار، قطعات ثانویه ناشی از شکست دیوار را جذب و مهار می‌کند.

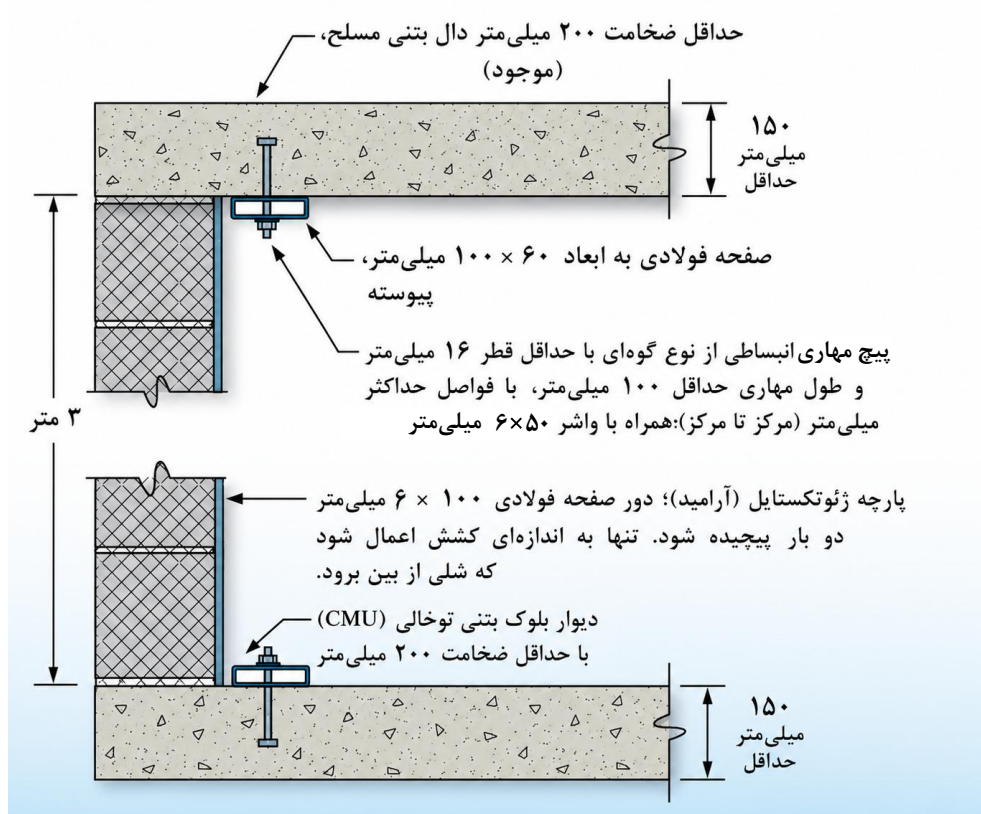
در صورت ورود این قطعات به فضای اشغال‌شده ساختمان، خطر ایجاد جراحات شدید یا مرگ ساکنان بسیار زیاد خواهد بود؛ بنابراین، هدف اصلی این سامانه مقاوم‌سازی، مهار آوار و جلوگیری از پرتاب قطعات شکسته به داخل ساختمان است.



شکل ۲۶ مقاوم‌سازی دیوار با پوشش الاستومری پاششی

۲-۳- ژئوتکستایل آرامید

یکی دیگر از سامانه‌های مناسب جهت مقاوم‌سازی دیوارهای بلوک بنایی توخالی بتنی غیر مسلح، استفاده از سامانه مهار آوار از جنس آرامید (ژئوتکستایل) است که به وسیله صفحات فولادی پیچ شده از میان دال‌های کف و سقف به سازه متصل می‌شود (شکل ۲۷). مشابه مقاوم‌سازی با پوشش الاستومری، لایه آرامید موجب افزایش مقاومت دیوار نمی‌شود؛ بلکه وظیفه آن مهار و نگهداری قطعات شکسته دیوار است تا از پرتاب آن‌ها به داخل فضاهای اشغال شده جلوگیری شود.



شکل ۲۷ سامانه مهار آوار با ژئوتکستایل

۳-۳- بتن پاشی روی شبکه فولادی

در روشی دیگر، دیوار بنایی غیرمسلح را می‌توان با اجرای بتن‌پاشی بر روی سطح دیوار همراه با شبکه سیمی جوشی مقاوم‌سازی کرد (شکل ۲۸). این روش، ظرفیت کششی دیوار موجود را افزایش داده و میزان آواری را که ممکن است در اثر انفجار به داخل فضای حفاظت‌شده پرتاب شود، محدود می‌کند.



شکل ۲۸ نمونه‌ای از اجرای بتن پاشی روی شبکه فولادی

۳-۴- پنل‌های دیواری تقویت‌شده با سخت‌کننده

به عنوان روشی دیگر می‌توان مقاطع فولادی را در مجاورت دیوارهای موجود نصب کرد تا دهانه مؤثر دیوار کاهش یافته و مسیر جایگزینی برای انتقال بار به دیافراگم‌های کف فراهم شود. دیوارهای بنایی باربر برای جلوگیری از آغاز فروریزش پیش‌رونده فاجعه‌بار، نیازمند افزودنی سازه‌ای بیشتری هستند. از این رو، حفاظت در برابر پرتاب قطعات که توسط پوشش الاستوپلیمری پاششی، سپر پارچه‌ای ضد پرتاب قطعات یا صفحه فلزی فراهم می‌شود، باید با اعضای سازه‌ای تکمیل شود که در صورت تغییر شکل زیاد دیوار، همچنان توانایی تحمل بارهای ثقلی را داشته باشند.

یکی از روش‌های دستیابی هم‌زمان به افزودنی سازه‌ای و حفاظت در برابر پرتاب قطعات، طراحی سامانه دیوار فولادی تقویت‌شده با سخت‌کننده است که برای مقاومت در برابر بارهای ناشی از انفجار طراحی می‌شود.

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

این نوع مقاوم‌سازی دیوارهای باربر مستلزم طراحی دقیق‌تر و سخت‌گیرانه‌تری است، به گونه‌ای که سامانه بتواند علاوه بر بارهای جانبی ناشی از انفجار، انتقال نیروهای محوری را نیز تحمل کند.

در این روش، پنل‌های دیواری تقویت‌شده که از ورق‌های فولادی برای مهار آوار و مقاطع قوطی فولادی جوش‌شده با فاصله تقریبی ۰/۹ متر از محور تا محور تشکیل شده‌اند، برای افزایش ظرفیت باربری ثقلی دیوارهای باربر به کار می‌روند. این پنل‌ها باید به وسیله صفحات پای‌ستو و پیچ‌های مهاری به دال‌های کف و سقف موجود متصل شوند (شکل ۲۹).

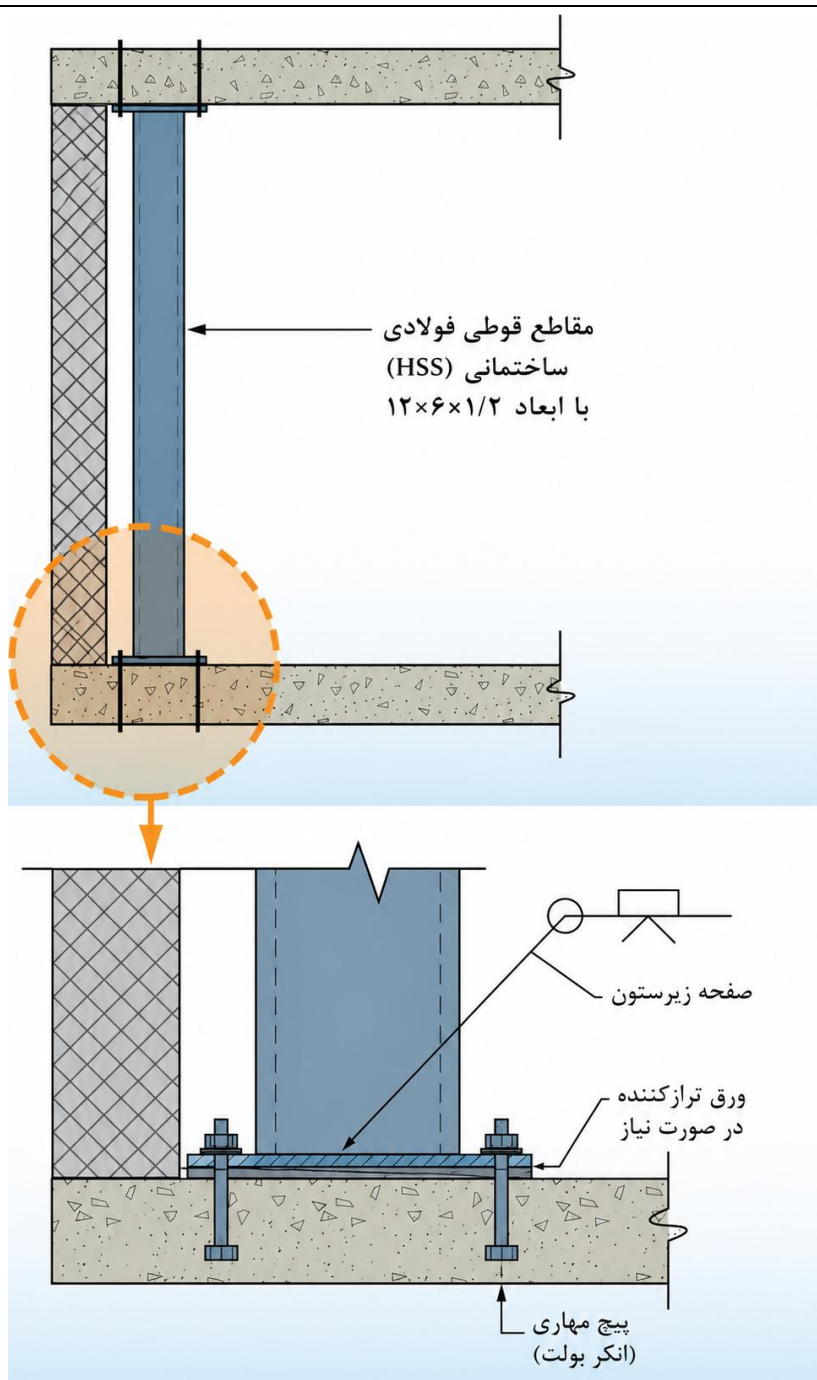
۳-۵- قاب فولادی سبک

برای ساختمان‌های جدید یا مقاوم‌سازی ساختمان‌های موجود که نیازمند مقاومت در برابر انفجار هستند، سیستم دیوار با قاب سبک فولادی نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

در این روش، مقاطع سبک فولادی با ضخامت ورق ۱/۲ میلی‌متر به صورت پشت‌به‌پشت (جان به جان) به یکدیگر متصل می‌شوند و ورق فولادی با ضخامت ۱/۵ میلی‌متر در سمت خارجی استاده‌ها و در پشت لایه نمای ساختمان نصب می‌شود (شکل ۳۰).

این دیوار با تغییر شکل قابل توجه خود، بخش زیادی از انرژی ناشی از انفجار را جذب می‌کند؛ با این حال، اتصالات آن به سازه پیرامونی باید توانایی انتقال نیروهای کششی بسیار بزرگ ایجادشده در اثر انفجار را داشته باشند.

برای جلوگیری از شکست زودهنگام، این اتصالات باید به گونه‌ای طراحی شوند که بتوانند ظرفیت نهایی کششی استاده‌های فولادی را به طور کامل تأمین و منتقل کنند.



شکل ۲۹ پنل‌های دیواری تقویت‌شده با سخت‌کننده



شکل ۳۰ دیوار مقاوم در برابر انفجار با قاب فولادی سبک

پیوست پشتیبان:

بازبینی ارزیابی پدافندی مجتمع‌های مسکونی

الف) اطلاعات پروژه

ردیف	موضوع کنترل	معیار پذیرش	وضعیت (√/X/N/A)	توضیحات / موارد عدم انطباق
1	نوع پروژه	ساختمان یا مجتمع مسکونی مشخص شده باشد.	☐	
2	تعداد طبقات روی زمین	تعداد طبقات در مدارک طراحی مشخص باشد.	☐	
3	بررسی الزام تأمین فضای امن	مطابق ضابطه تعیین شده باشد.	☐	
4	بررسی الزام تأمین پناهگاه	مطابق ضابطه تعیین شده باشد.	☐	
5	نوع فضای امن انتخاب شده	واحدی، طبقه‌ای یا ساختمانی مشخص شده باشد.	☐	

ب) کنترل لایه پایه حفاظت

ردیف	موضوع کنترل	معیار پذیرش	وضعیت (√/X/N/A)	توضیحات / موارد عدم انطباق
1	پیش‌بینی لایه پایه حفاظت	در طراحی ساختمان لحاظ شده باشد.	☐	
2	طراحی یکپارچه اجزای حفاظتی	اجزا به صورت هماهنگ طراحی شده باشند.	☐	
3	هماهنگی با معماری، سازه و تأسیسات	هماهنگی کامل وجود داشته باشد.	☐	
4	عدم حذف لایه پایه حفاظت	فضای امن یا پناهگاه موجب حذف آن نشده باشد.	☐	
5	دائمی بودن تدابیر حفاظتی	وابسته به اقدامات موقت نباشد.	☐	

ج) کنترل فضای امن

ج-۱ جانمایی و انتخاب

ردیف	موضوع کنترل	معیار پذیرش	وضعیت	توضیحات / موارد عدم انطباق
1	نوع فضای امن	مطابق ضابطه انتخاب شده باشد.	☐	
2	رعایت اولویت انتخاب	واحدی، سپس طبقه‌ای و سپس ساختمانی.	☐	
3	جانمایی مناسب	در بخش مرکزی ساختمان باشد.	☐	
4	فاصله از پوسته خارجی	در مجاورت نمای خارجی نباشد.	☐	
5	دسترسی سریع	مسیر دسترسی کوتاه و ایمن باشد.	☐	
6	عدم اختلال در بهره‌برداری	کاربری عادی ساختمان حفظ شده باشد.	☐	

ج-۲ ظرفیت

ردیف	موضوع کنترل	معیار پذیرش	وضعیت	توضیحات / موارد عدم انطباق
1	ظرفیت طراحی	بر اساس تعداد بهرمبرداران محاسبه شده باشد.	☐	
2	مساحت فضای امن	مطابق ضابطه تأمین شده باشد.	☐	
3	ظرفیت نهایی	با جمعیت طراحی مطابقت داشته باشد.	☐	

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

ج-۳ الزامات معماری

ردیف	موضوع کنترل	معیار پذیرش	وضعیت	توضیحات / موارد عدم انطباق
1	حفاظت در برابر آوار	الزام رعایت شده باشد.	☐	
2	حفاظت در برابر ترکش	الزام رعایت شده باشد.	☐	
3	جلوگیری از نفوذ دود و غبار	تمهیدات لازم پیش‌بینی شده باشد.	☐	
4	درب فضای امن	مطابق ضابطه طراحی شده باشد.	☐	
5	خروج اضطراری	پیش‌بینی شده باشد.	☐	

ج-۴ الزامات سازه‌ای

ردیف	موضوع کنترل	معیار پذیرش	وضعیت	توضیحات / موارد عدم انطباق
1	دیوارها	مطابق مشخصات فنی طراحی شده باشند.	☐	
2	سقف	عملکرد یکپارچه با دیوارها داشته باشد.	☐	
3	اتصالات	جزئیات اجرایی ارائه شده باشد.	☐	
4	آرماتورگذاری	مطابق ضابطه انجام شده باشد.	☐	
5	کنترل بار انفجار	در طراحی لحاظ شده باشد.	☐	

ج-۵ الزامات تأسیسات

ردیف	موضوع کنترل	معیار پذیرش	وضعیت	توضیحات / موارد عدم انطباق
1	روشنایی اضطراری	پیش‌بینی شده باشد.	☐	
2	برق اضطراری	تأمین شده باشد.	☐	
3	تهویه اضطراری	در صورت نیاز پیش‌بینی شده باشد.	☐	
4	محل مکش هوا	مطابق ضابطه باشد.	☐	
5	فشار مثبت	مطابق ضابطه تأمین شده باشد.	☐	
6	سامانه فیلتراسیون	مطابق مشخصات طراحی شده باشد.	☐	
7	امکان تعویض فیلتر	پیش‌بینی شده باشد.	☐	

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

د) کنترل پناهگاه (در صورت الزام)

د-۱ معماری

ردیف	موضوع کنترل	معیار پذیرش	وضعیت	توضیحات / موارد عدم انطباق
1	محل استقرار	مطابق ضابطه باشد.	☐	
2	ظرفیت	مطابق ظرفیت طراحی باشد.	☐	
3	درب حفاظتی	پیش‌بینی شده باشد.	☐	
4	دریچه خروج اضطراری	پیش‌بینی شده باشد.	☐	

د-۲ سازه

ردیف	موضوع کنترل	معیار پذیرش	وضعیت	توضیحات / موارد عدم انطباق
1	دیوارهای بتن‌آرمه	مطابق ضابطه طراحی شده باشند.	☐	
2	سقف	مطابق ضابطه طراحی شده باشد.	☐	
3	کف	مطابق ضابطه طراحی شده باشد.	☐	
4	اتصالات سازه‌ای	کنترل شده باشند.	☐	
5	بار انفجار	در طراحی لحاظ شده باشد.	☐	

د-۳ تأسیسات

ردیف	موضوع کنترل	معیار پذیرش	وضعیت	توضیحات / موارد عدم انطباق
1	سامانه تهویه اضطراری	مطابق ضابطه طراحی شده باشد.	☐	

پیوست پشتیبان: بازبینی ارزیابی پدافندی مجتمع‌های مسکونی

2	تأمین هوای تازه	مطابق ظرفیت موردنیاز باشد.	☐	
3	سامانه فیلتراسیون	HEPA و جاذب گاز پیش‌بینی شده باشد.	☐	
4	فیلتر و جاذب یدکی	پیش‌بینی شده باشد.	☐	
5	برق اضطراری	حداقل زمان عملکرد تأمین شده باشد.	☐	
6	روشنایی اضطراری	تأمین شده باشد.	☐	
7	فشار مثبت	مطابق ضابطه تأمین شده باشد.	☐	
8	ذخیره آب اضطراری	مطابق ظرفیت پیش‌بینی شده باشد.	☐	
9	ذخیره غذای اضطراری	مطابق ظرفیت پیش‌بینی شده باشد.	☐	
10	سامانه ارتباطی اضطراری	پیش‌بینی شده باشد.	☐	

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

هـ) کنترل مدارک و مستندات طراحی

ردیف	موضوع کنترل	معیار پذیرش	وضعیت	توضیحات / موارد عدم انطباق
1	نوع فضای امن	در نقشه‌ها مشخص شده باشد.	☐	
2	ظرفیت طراحی	در مدارک درج شده باشد.	☐	
3	جانمایی فضای امن	در نقشه‌ها مشخص شده باشد.	☐	
4	جانمایی پناهگاه	در نقشه‌ها مشخص شده باشد.	☐	
5	جزئیات سازه‌ای	ارائه شده باشد.	☐	
6	جزئیات تأسیسات	ارائه شده باشد.	☐	
7	مبانی طراحی	در گزارش محاسبات مستند شده باشد.	☐	
8	کنترل انطباق با ضابطه	تأیید و مستندسازی شده باشد.	☐	

پیوست پشتیبان:

بهسازی نسبی پدافندی ساختمان‌های موجود

۱- کلیات

بهسازی نسبی پدافندی ساختمان‌های موجود به صورت توصیه‌ای و با هدف کاهش آسیب‌پذیری ساختمان و افزایش ایمنی ساکنان در برابر اثرات ناشی از انفجار، ترکش، فروپاشی اجزای غیرسازه‌ای و سایر تهدیدات متعارف انجام می‌شود. این بهسازی الزاماً به معنای مقاوم‌سازی کامل ساختمان نبوده و با اجرای مجموعه‌ای از اقدامات اجرایی، امکان کاهش قابل توجه خطرات جانی را فراهم می‌کند.

بهسازی نسبی پدافندی باید حداقل در دو سطح زیر انجام شود:

- الف) ایجاد لایه پایه حفاظت
- ب) ایجاد اتاق امن

۲- لایه پایه حفاظت

۲-۱- هدف

هدف از ایجاد لایه پایه حفاظت، کاهش خطر ناشی از شکست اجزای پیرامونی ساختمان، جلوگیری از پرتاب قطعات به داخل ساختمان، کاهش احتمال ریزش اجزای نما و افزایش یکپارچگی اجزای غیرسازه‌ای است.

۲-۲- جداره‌های نورگذر

در تمامی پنجره‌ها، درها و سایر جداره‌های شفاف، اقدامات زیر انجام شود:

الف) شیشه

- حداقل در لایه داخلی از شیشه‌های ایمن و غیرریزنده استفاده شود.
- نصب لایه‌های محافظ ضدپرتاب بر روی شیشه‌های موجود توصیه می‌شود.
- فیلم‌های محافظ باید به گونه‌ای اجرا شوند که در هنگام شکست شیشه، قطعات را در کنار یکدیگر نگه داشته و از پرتاب آن‌ها جلوگیری کنند.
- استفاده از شیشه سکوریت به تنهایی به عنوان راهکار حفاظتی کافی محسوب نمی‌شود.

ب) قاب پنجره

- قاب‌ها باید به طور کامل به سازه اصلی ساختمان مهار شوند .
- اتصالات قاب به دیوار باید از نظر مقاومت کششی و برشی کنترل و در صورت نیاز تقویت شوند .
- استفاده از پیچ و مهار مکانیکی مناسب به جای اتصال صرف با فوم یا ملات الزامی است .

ج) بازشوها

- تعداد و ابعاد بازشوهای رو به فضای باز تا حد امکان کاهش یابد .
- از ایجاد بازشوهای بزرگ در نماهای دارای بیشترین احتمال مواجهه با تهدید خودداری شود.

۲-۳- جداره‌های غیرنورگذر

در دیوارهای خارجی اقدامات زیر توصیه می‌شود:

- اتصال مناسب دیوار به سقف، کف و ستون‌ها برقرار گردد .
- در صورت ضعف اتصالات، از بست‌های فلزی، میلگردهای کاشت‌شده یا سایر روش‌های مهاربندی استفاده شود .
- دیوارهای بنایی فاقد کلاف یا دیوارهای دارای ترک‌های گسترده باید تقویت شوند .
- استفاده از مش فولادی، الیاف FRP، بتن پوششی مسلح یا پوشش‌های پلیمری مقاوم در برابر انفجار در صورت نیاز توصیه می‌شود .

۲-۴- نما

نما یکی از مهم‌ترین منابع ایجاد خطر در هنگام انفجار است. بنابراین:

- تمامی سنگ‌ها، سرامیک‌ها و سایر قطعات نما باید به صورت مکانیکی مهار شوند .
- استفاده صرف از ملات برای نگهداری قطعات نما مجاز نیست .
- قطعات لقی، ترک‌خورده یا دارای اتصال ضعیف باید تعویض یا مجدداً مهار شوند .
- تجهیزات نصب‌شده بر روی نما مانند کولر، تابلو، سایبان، پنل‌های نما و تجهیزات مشابه باید دارای اتصال مکانیکی مطمئن باشند .

۲-۵- اجزای غیرسازه‌ای داخلی

به منظور کاهش خطر سقوط اجزای داخلی، اقدامات زیر باید انجام شود:

- مهار کتابخانه‌ها، کمد‌ها و قفسه‌های مرتفع به دیوار .
- مهار مخازن آب، تجهیزات مکانیکی و تابلوهای برق .
- مهار سقف کاذب .
- مهار چراغ‌های آویز و تجهیزات روشنایی .

- جلوگیری از استقرار اجسام سنگین در ارتفاع.



۳- ایجاد اتاق امن

۳-۱- هدف

در هر ساختمان موجود، در صورت امکان باید حداقل یک فضا به عنوان اتاق امن انتخاب و بهسازی شود تا در هنگام وقوع انفجار یا سایر تهدیدات، محل استقرار موقت ساکنان باشد.

۳-۲- محل استقرار

اتاق انتخابی باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

- حتی‌الامکان در مرکز ساختمان قرار داشته باشد .
- در مجاورت مستقیم دیوار خارجی نباشد .
- بین اتاق و محیط خارج حداقل یک فضای واسطه یا یک دیوار داخلی وجود داشته باشد .
- در مسیر مستقیم موج انفجار قرار نگیرد .
- از فضاهای دارای خطر آتش‌سوزی یا انفجار ثانویه فاصله داشته باشد .
- در مجاورت مخازن سوخت، موتورخانه، اتاق برق یا محل نگهداری مواد خطرناک نباشد .

۳-۳- پنجره

اتاق امن ترجیحاً فاقد پنجره باشد. در صورت اجتناب‌ناپذیر بودن وجود پنجره:

- ابعاد آن تا حد امکان کوچک انتخاب شود.
- حداقل در لایه داخلی از شیشه ایمن و غیرریزنده استفاده شود.
- فیلم محافظ ضدپرتاب نصب گردد .
- قاب پنجره تقویت شود .
- در صورت امکان از کرکره یا صفحات پرده‌های مقاوم در برابر انفجار استفاده شود.

۳-۴- دیوارها

دیوارهای اتاق امن باید دارای مقاومت مناسبی باشند. در صورت نیاز می‌توان از روش‌های زیر استفاده کرد:

- پوشش پاششی پلی‌اوره
- ژئوتکستایل آرامید
- بتن پاشی روی شبکه فولادی
- پنل‌های دیواری تقویت‌شده با سخت‌کننده
- قاب فولادی سبک

۳-۵- سقف

سقف اتاق امن باید از نظر احتمال ریزش اجزای غیرسازه‌ای بررسی شود. در صورت نیاز:

- سقف کاذب حذف یا مهار شود.
- تجهیزات تأسیساتی مهار شوند.
- چراغ‌ها و تجهیزات آویزان حذف یا تقویت شوند.

۳-۶- در

در اتاق امن باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

- دارای چارچوب مستحکم و متصل به سازه باشد.
- بازشو به سمت خارج اتاق ترجیح داده می‌شود.
- قفل و یراق‌آلات مقاوم داشته باشد.
- در برابر تغییر شکل ناشی از بارهای انفجاری عملکرد مناسبی داشته باشد.

۳-۷- تجهیزات

پیشنهاد می‌شود تجهیزات زیر در اتاق امن پیش‌بینی شود:

- جعبه کمک‌های اولیه
- چراغ اضطراری
- آب آشامیدنی

- خاموش‌کننده دستی
- وسایل ارتباطی
- رادیوی باتری‌خور
- پاوربانک
- ابزار ساده خروج اضطراری



۴- الزامات اجرایی

- اقدامات بهسازی باید توسط افراد دارای صلاحیت طراحی و اجرا شوند.
- هرگونه تقویت انجام‌شده نباید موجب افزایش خطر برای سایر اجزای ساختمان شود.
- پس از پایان عملیات، کلیه اتصالات، مهارها و تجهیزات باید مورد بازبینی قرار گیرند.
- بازرسی دوره‌ای اجزای بهسازی‌شده حداقل هر پنج سال یک‌بار و همچنین پس از هر حادثه شدید یا زلزله توصیه می‌شود.



۵- چک‌لیست بهسازی نسبی پدافندی ساختمان‌های موجود

ردیف	مورد ارزیابی	وضعیت
الف - لایه پایه حفاظت		
۱	شیشه‌های خطرناک با شیشه ایمن و غیرریزنده یا فیلم محافظ ایمن‌سازی شده‌اند.	☐
۲	قاب پنجره‌ها به طور مناسب به سازه مهار شده‌اند.	☐
۳	اتصالات پنجره‌ها بررسی و تقویت شده‌اند.	☐
۴	بازشوهای بزرگ غیرضروری حذف یا محدود شده‌اند.	☐
۵	دیوارهای پیرامونی دارای اتصال مناسب به سقف و کف هستند.	☐
۶	دیوارهای بنایی ضعیف تقویت شده‌اند.	☐
۷	سنگ یا سرامیک نما دارای مهار مکانیکی است.	☐
۸	قطعات لق نما اصلاح یا تعویض شده‌اند.	☐
۹	تجهیزات نصب‌شده روی نما مهار شده‌اند.	☐
۱۰	سقف کاذب مهار شده است.	☐
۱۱	تجهیزات مکانیکی و برقی مهار شده‌اند.	☐
۱۲	قفسه‌ها، کمدها و اجسام مرتفع به دیوار متصل شده‌اند.	☐
ب- اتاق امن		
۱۳	حداقل یک اتاق به عنوان اتاق امن انتخاب شده است.	☐
۱۴	اتاق در مرکز ساختمان یا دور از جداره خارجی قرار دارد.	☐
۱۵	بین اتاق و محیط خارج حداقل یک دیوار یا فضای واسط وجود دارد.	☐
۱۶	اتاق فاقد پنجره است یا پنجره آن بهسازی شده است.	☐
۱۷	شیشه اتاق امن از نوع ایمن یا دارای فیلم محافظ است.	☐
۱۸	قاب پنجره اتاق امن تقویت شده است.	☐
۱۹	دیوارهای اتاق امن در صورت نیاز تقویت شده‌اند.	☐
۲۰	اتصالات دیوار به سقف و کف تقویت شده‌اند.	☐
۲۱	سقف اتاق امن از نظر ریزش اجزای غیرسازه‌ای ایمن‌سازی شده است.	☐

ضابطه اجرایی طراحی و استقرار فضاهای امن و پناهگاه در ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی

۲۲	در اتاق دارای چارچوب و یراق‌آلات مقاوم است.	☐
۲۳	تجهیزات اضطراری داخل اتاق امن پیش‌بینی شده است.	☐
۲۴	مسیر دسترسی به اتاق امن بدون مانع است.	☐
۲۵	بازرسی و نگهداری دوره‌ای اجزای بهسازی برنامه‌ریزی شده است.	☐

