



عبدالرضا سروقد مقدم
دکترای زلزله، دانشگاه مک مستر کانادا، پژوهشگاه
بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
moghadam@iiees.ac.ir

کاربرد مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان (پدافند غیرعامل) در

طراحی بناهای مقاوم در برابر تهدیدات جنگی



این نوشتار بررسی کوتاهی بر برخی محدودیت‌ها و برخی ظرفیت‌های
مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان برای طراحی ساختمان‌ها در برابر تهدیدات
جنگی دارد.



کند. در این حالت آسیب‌های سازه‌ای باید به حداقل برسد و ساختمان باید بتواند به طور مداوم خدمات خود را ارائه دهد. این سطح به ویژه برای ساختمان‌های حیاتی مانند بیمارستان‌ها و مراکز فرماندهی حائز اهمیت است. در سطح عملکرد ایمنی جانی اولویت اصلی حفظ جان ساکنان و کاربران ساختمان است. ساختمان باید به گونه‌ای طراحی شود که در برابر تهدیدات و حوادث از بروز خطرات جانی جلوگیری کند. این سطح عملکرد به کاهش آسیب‌های انسانی و تلفات در مواقع بحران توجه دارد و الزامات ایمنی را به دقت لحاظ می‌کند. سطح عملکرد آستانه فروریزش به وضعیت‌هایی اشاره دارد که ساختمان ممکن است دچار آسیب‌های جدی شود اما به طور کامل فروریخته نشود. در این حالت ساختمان باید بتواند بارهای اضافی را تحمل کند و از فروپاشی جلوگیری نماید. توجه به این سطح عملکرد به منظور کاهش خسارات و تسهیل در عملیات نجات و امداد ضروری است. سطح عملکرد بی‌دفاع و لحاظ نشده به ساختمان‌هایی اطلاق می‌شود که هیچ‌گونه تدابیر پدافند غیرعامل در طراحی و ساخت آن‌ها لحاظ نشده است. این ساختمان‌ها در برابر تهدیدات و بحران‌ها آسیب‌پذیر بوده و ممکن است به سرعت دچار آسیب‌های جدی شوند. در این سطح هیچ‌گونه تضمینی برای ایمنی و عملکرد ساختمان وجود ندارد. این تقسیم‌بندی سطوح عملکردی به طراحان و مهندسان کمک می‌کند تا با توجه به نوع ساختمان و کاربری آن الزامات و تدابیر مناسب را در طراحی و ساخت لحاظ کنند. در نهایت هدف از این سطوح عملکرد افزایش ایمنی، کاهش آسیب‌ها و حفظ جان انسان‌ها در برابر تهدیدات مختلف است.

مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان سطوح خطر ناشی از انفجار را در چهار سطح مشخص کرده است. این سطوح به منظور ارزیابی و مدیریت خطرات ناشی از انفجار در ساختمان‌ها طراحی شده‌اند و به طراحان و مهندسان کمک می‌کنند تا با توجه به نوع کاربری و ویژگی‌های محل، بارهای طراحی مناسب را تعیین کنند. این سطوح خطر و محاسبات مربوط به بار طراحی انفجار، به طراحان و مهندسان این امکان را می‌دهد که با رویکردی علمی و فنی ساختمان‌ها برای تراز مقاومت مورد نظر در برابر تهدیدات ناشی از انفجار طراحی شوند. برای محاسبه بار طراحی انفجار عوامل مختلفی باید در نظر گرفته شوند. این عوامل شامل نوع و شدت انفجار، فاصله ساختمان از منبع انفجار و ویژگی‌های خاک محل است. بار انفجار در هوا و همچنین بار انفجار در خاک به طور جداگانه محاسبه می‌شوند. ویژگی‌های خاک محل ساختمان نقش مهمی در تعیین

۱- مقدمه

مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان در خصوص پدافند غیرعامل به عنوان یک چهارچوب فنی به بررسی اصول و الزامات طراحی، ساخت و بهره‌برداری از ساختمان‌ها در برابر تهدیدات ناشی از انفجار می‌پردازد. هدف این مبحث افزایش تاب‌آوری و کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر حملات است. مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان به عنوان یک راهنما برای طراحان، مهندسان و سازندگان می‌تواند در ارتقای ایمنی و حفاظت از افراد و ساختمان‌ها در برابر اثرات انفجار مؤثر باشد. اجرای این مبحث نه تنها به کاهش آسیب‌ها در مواقع بحران کمک می‌کند بلکه به افزایش تاب‌آوری و امنیت کلی جامعه نیز منجر می‌شود.

پدافند غیرعامل در مورد ساختمان به مجموعه‌ای از اقدامات و تدابیر اطلاق می‌شود که بدون استفاده از نیروی نظامی به تقویت امنیت و حفاظت از ساختمان‌ها در برابر تهدیدات می‌پردازد. این اقدامات شامل طراحی، ساخت و مدیریت بهینه فضاها به گونه‌ای است که آسیب‌پذیری را کاهش دهد و ایمنی را افزایش دهد. انتخاب مصالح ساختمانی با ویژگی‌های مقاوم در برابر انفجار از جمله الزامات اساسی است. استفاده از مصالحی مانند بتن مسلح، فولاد و شیشه‌های مقاوم در برابر ضربه می‌تواند به افزایش مقاومت ساختمان‌ها کمک کند.

ایجاد فضاهای امن و پناهگاه‌ها در ساختمان‌ها که در مواقع بحران بتوانند از ساکنان محافظت کنند از ارکان طراحی در پدافند غیرعامل است. این فضاها باید به گونه‌ای طراحی شوند که دسترسی آسان و ایمنی را فراهم کنند. در بخش‌های بعدی این نوشتار به تبیین برخی ویژگی‌های ویرایش دوم مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان پرداخته می‌شود.

۲- سطوح عملکرد و سطوح خطر

مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان چهار سطح عملکرد برای ساختمان‌ها تعریف کرده است که هر یک با توجه به معیارهای خاصی از جمله سطح آسیب سازه‌ای، آسیب غیرسازه‌ای، آسیب انسانی و تلفات، آسیب تأسیساتی و مرمت‌پذیری مشخص می‌شوند. سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه به معنای آن است که ساختمان باید در شرایط بحرانی قابلیت استفاده و عملکرد خود را حفظ



مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان در خصوص پدافند غیرعامل به عنوان
یک چهارچوب فنی به بررسی اصول و الزامات طراحی، ساخت و بهره‌برداری
از ساختمان‌ها در برابر تهدیدات ناشی از انفجار می‌پردازد.



پدافند غیرعامل در مورد ساختمان به مجموعه‌ای از اقدامات و تدابیر اطلاق می‌شود که بدون استفاده از نیروی نظامی به تقویت امنیت و حفاظت از ساختمان‌ها در برابر تهدیدات می‌پردازد.

ساختمانی ۴ قرار دارند هیچ‌یک از فصول هفتگانه مبحث ۲۱ موضوعیت نداشته و اجباری نیست. این رویکرد ممکن است ناشی از روش مبحث ۲۱ برای افزایش سختگیری به صورت گام به گام در ویرایش‌های متوالی باشد. این تغییرات می‌تواند به تدریج به بهبود ایمنی و کیفیت ساخت و ساز در کشور کمک کند و در نهایت منجر به کاهش خطرات ناشی از تهدیدات مختلف گردد.

۴- پناهگاه و فضای امن

پناهگاه به عنوان یک مکان بسته و تخصصی طراحی شده، به دلیل ویژگی‌های خاص خود، از درجه حفاظت بسیار بالاتری نسبت به ساختمان‌های متعارف برخوردار است. این فضا به منظور تأمین امنیت جانی و روانی افراد در برابر انواع تهدیدها از جمله انفجارها، حملات و بلایای طبیعی ایجاد می‌شود. طراحی پناهگاه به گونه‌ای است که نه تنها از لحاظ فیزیکی ایمن باشد بلکه احساس امنیت و آرامش را نیز برای ساکنان فراهم کند. این فضا به طور خاص برای حفاظت از انسان‌ها در برابر خطرات مختلف طراحی شده و به همین دلیل، نیازمند رعایت الزامات و استانداردهای خاصی است.

در مقایسه با پناهگاه، فضای امن به فضایی اطلاق می‌شود که در برابر اثرات بارهای ناشی از انفجار کمتر در معرض خطر قرار دارد و از ایمنی و مقاومت بیشتری نسبت به سایر فضاهای ساختمان برخوردار است. فضای امن باید به گونه‌ای طراحی شود که قابلیت‌های چندمنظوره داشته باشد، به این معنا که بتواند در شرایط عادی به عنوان یک فضای کاربردی مورد استفاده قرار گیرد و در مواقع بحران به عنوان یک پناهگاه موقت عمل کند. این فضا باید به گونه‌ای طراحی شود که بتواند نیازهای مختلف ساکنان را در شرایط عادی و اضطراری پاسخگو باشد.

مجموعه زیستی محلی که شامل محوطه‌های باز و قالب‌های معماری و شهرسازی است، نظیر مناطق مسکونی، مذهبی، آموزشی، فرهنگی، تجاری و خدماتی، نیازمند احداث پناهگاه به منظور افزایش ایمنی ساکنان و کاربران می‌باشد. این پناهگاه‌ها باید با توجه به نوع کاربری و تعداد افراد در ساختمان طراحی شوند. فضای امن باید قابلیت‌هایی نظیر ایمنی بیشتر در برابر ریزش آوار، مقاومت در برابر ترکش‌های ثانویه و حداقل

بارهای طراحی انفجار دارند. خاک‌های مختلف دارای خصوصیات مکانیکی متفاوتی هستند که می‌توانند بر نحوه انتقال بارهای انفجاری تأثیر بگذارند.

۳- موضوعات فصول مختلف مبحث ۲۱ و گروه‌بندی ساختمان‌ها

مبحث ۲۱ شامل هفت فصل است. فصل اول کلیات به تعاریف، اهداف و اصول کلی پدافند غیرعامل می‌پردازد. فصل دوم ملاحظات معماری و محوطه به طراحی معماری و نحوه محوطه‌سازی ساختمان‌ها توجه می‌شود. فصل سوم بارهای ناشی از انفجار به بررسی و محاسبه بارهای ناشی از انفجار و تأثیر آن بر ساختمان‌ها می‌پردازد. فصل چهارم مشخصه‌های مکانیکی مصالح و سامانه‌های سازه‌ای به ویژگی‌های مصالح و سیستم‌های سازه‌ای اختصاص دارد. فصل پنجم روش‌های تحلیل و طراحی سازه‌ها به تکنیک‌ها و روش‌های مختلف تحلیل و طراحی سازه‌ها اختصاص دارد. فصل ششم انهدام پیش‌رونده به بررسی خطرات و تدابیر مربوط به انهدام پیش‌رونده ساختمان‌ها پرداخته می‌شود. فصل هفتم ملاحظات تأسیسات برقی و مکانیکی به طراحی و ایمنی تأسیسات برقی و مکانیکی ساختمان‌ها می‌پردازد.

مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان به منظور ایجاد یک چهارچوب منسجم برای طراحی و ساخت ساختمان‌ها، آن‌ها را بر اساس نوع کاربری، تعداد ساکنین یا شاغلین، زیربنا، تعداد طبقات و ارزش سرمایه‌های داخل آن‌ها به پنج گروه تقسیم می‌کند. گروه ۱ درجه اهمیت ویژه: شامل ساختمان‌هایی است که از نظر ایمنی و عملکرد در شرایط بحرانی اهمیت ویژه‌ای دارند. برای این گروه تمامی فصول هفتگانه مبحث ۲۱ الزامی است. گروه ۲ درجه اهمیت بسیار زیاد: ساختمان‌های این گروه نیز از اهمیت بالایی برخوردارند و برای آن‌ها رعایت تمامی فصول هفتگانه توصیه اکید می‌شود. گروه ۳ درجه اهمیت زیاد: این گروه شامل ساختمان‌هایی است که اهمیت متوسطی دارند. برای این گروه شش فصل از فصول هفتگانه مبحث ۲۱ توصیه شده است و فصل هفتم موضوعیت ندارد. گروه ۴ درجه اهمیت متوسط: ساختمان‌های این گروه به دلیل اهمیت پایین‌تر، هیچ‌یک از فصول هفتگانه مبحث ۲۱ الزام‌آور نیستند و رعایت آن‌ها ضرورتی ندارد. گروه ۵ درجه اهمیت کم: این گروه شامل ساختمان‌هایی است که کمترین اهمیت را دارند و به همین دلیل هیچ‌کدام از فصول هفتگانه مبحث ۲۱ برای آن‌ها موضوعیت ندارد.

با توجه به تقسیم‌بندی گروه‌های ساختمانی و الزامات مربوط به هر گروه مشخص می‌شود که برای بیشترین ساختمان‌های کشور که در گروه

سطح عملکرد آستانه فروریزش به وضعیت‌هایی اشاره دارد که ساختمان ممکن است دچار آسیب‌های جدی شود اما به طور کامل فروریخته نشود.



مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان به منظور ایجاد یک چهارچوب منسجم برای طراحی و ساخت ساختمان‌ها، آن‌ها را بر اساس نوع کاربری، تعداد ساکنین یا شاغلین، زیربنا، تعداد طبقات و ارزش سرمایه‌های داخل آن‌ها به پنج گروه تقسیم می‌کند.

ظرفیت فضای امن بر اساس کاربری ساختمان محاسبه می‌شود. به عنوان مثال در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی به ازای هر تخت یک مترمربع فضای امن و در مسکن به ازای هر فرد یک مترمربع و حداقل شش مترمربع فضای امن در نظر گرفته می‌شود. این محاسبات به منظور تأمین نیازهای ایمنی افراد در شرایط بحرانی انجام می‌گیرد و باید به دقت در طراحی لحاظ شود. در هتل‌ها و مسافرخانه‌ها به ازای هر تخت یک مترمربع فضای امن در نظر گرفته می‌شود. در مراکز اداری و تجاری به ازای هر یک از کارکنان یک مترمربع فضای امن و در فروشگاه‌های بزرگ، یک هشتم زیربنای فروشگاه به فضای امن اختصاص داده می‌شود.

مسیرهای دسترسی به فضاهای امن شامل راهروها و راه‌پله‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که خود نیز فضای امن محسوب شوند، اما این فضاها در محاسبات مساحت فضای امن لحاظ نمی‌شوند. لازم است مسیرهای دسترسی و فضای امن با علائم استاندارد مشخص گردند تا در مواقع بحران افراد بتوانند به راحتی و به سرعت به فضای امن دسترسی پیدا کنند. دیوارها، سقف و کف فضای امن باید از مصالح مقاوم نظیر بتن مسلح ساخته شوند و استفاده از مصالح تیز، لبه‌دار و شکننده در این فضا مجاز نیست. این موارد به منظور افزایش ایمنی و جلوگیری از بروز آسیب‌های بیشتر در شرایط بحرانی بسیار حائز اهمیت هستند.

بازشوی درب‌ها در فضای امن باید به سمت بیرون باشد و مقاومت لازم را داشته باشد. همچنین نصب دریچه‌های خروج اضطراری مناسب و ایجاد نورگیر و پنجره در این فضا مجاز نیست زیرا این موارد می‌توانند به نفوذ خطرات و آسیب‌ها منجر شوند. تأسیسات روشنایی باید ساده و ایمن طراحی شوند و درزبندی کامل درب‌ها و دریچه‌های خروج اضطراری برای جلوگیری از ورود دود و گرد و غبار الزامی است. چراغ‌های اضطراری و تجهیزات نجات نیز باید در فضای امن موجود باشند تا در مواقع بحرانی، ایمنی و راحتی افراد تأمین گردد. این تدابیر به ویژه در شرایط اضطراری نقش حیاتی در حفظ جان و سلامت افراد ایفا می‌کنند و به ایجاد احساس امنیت و آرامش در میان ساکنان کمک می‌کنند.

نمودن نفوذ دود و غبار به داخل خود را داشته باشد. این ویژگی‌ها به ویژه در شرایط بحرانی اهمیت پیدا می‌کنند زیرا می‌توانند جان افراد را نجات دهند و آسیب‌های وارده را کاهش دهند.

مکان فضای امن نباید در مسیر مستقیم موج انفجار قرار گیرد و باید در محدوده مرکزی ساختمان پیش‌بینی شود. این طراحی به کاهش خطرات ناشی از انفجار کمک می‌کند و امکان دسترسی آسان به فضای امن را فراهم می‌آورد. همچنین بین فضای امن و جداره خارجی ساختمان باید حداقل یک دیوار وجود داشته باشد تا از نفوذ آسیب‌های ناشی از انفجار جلوگیری شود. این دیوارها باید از مصالح مقاوم و با کیفیت ساخته شوند تا در برابر بارهای ناشی از انفجار و دیگر تهدیدات مقاوم باشند.

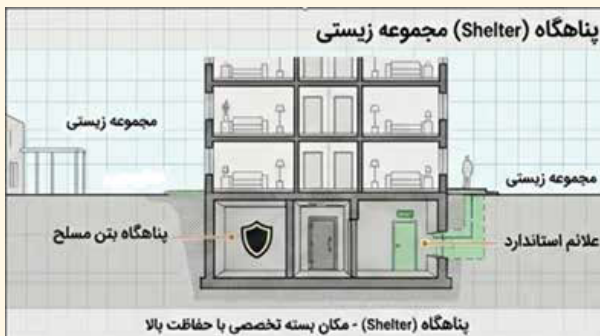
راهروهای داخلی، اتاق‌ها، انبارها و زیرزمین‌ها می‌توانند به عنوان فضای امن در نظر گرفته شوند. در ساختمان‌های عمومی فضای امن عمومی باید در هر طبقه پیش‌بینی شود و برای واحدهای آپارتمانی با مساحت بیش از ۱۲۰ مترمربع، فضای امن خصوصی در نظر گرفته شود. این فضاها باید به گونه‌ای طراحی شوند که دسترسی آسان و ایمن به راه خروج فراهم گردد. در ساختمان‌های عمومی فضای امن می‌تواند بخشی از امکاناتی مانند پارکینگ، کتابخانه، نمازخانه یا محل اجتماعات باشد. در واحدهای مسکونی امکان ایجاد فضای امن در قسمت‌هایی نظیر اتاق‌های انباری، پستو و کمد دیواری وجود دارد.

فضاهای واقع در زیرزمین‌های ساختمان باید با طراحی مناسب زیرساخت‌ها، قابلیت تبدیل به فضای امن را در حداقل زمان ممکن داشته باشند. این امر به ساکنان این امکان را می‌دهد که در مواقع بحرانی به سرعت به فضای امن دسترسی پیدا کنند. در برنامه‌ریزی فضایی و عملکردی ساختمان، فضای امن باید مستقل و چندمنظوره باشد اما نمی‌تواند بخشی از فضاهای دیگر به شمار آید. این استقلال به این معنا است که فضای امن باید به گونه‌ای طراحی شود که در شرایط عادی و اضطراری عملکرد خود را حفظ کند و از سایر فضاها جدا باشد.

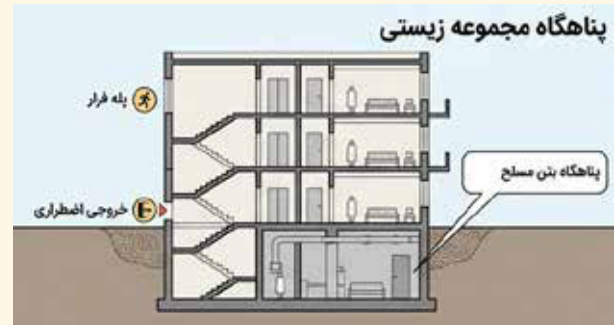
پناهگاه به عنوان یک مکان بسته و تخصصی طراحی شده، به دلیل ویژگی‌های خاص خود، از درجه حفاظت بسیار بالاتری نسبت به ساختمان‌های متعارف برخوردار است.



فضای امن به فضایی اطلاق می‌شود که در برابر اثرات بارهای ناشی از انفجار کمتر در معرض خطر قرار دارد و از ایمنی و مقاومت بیشتری نسبت به سایر فضاهای ساختمان برخوردار است.



شکل ۴- پناهگاه مجموعه زیستی



شکل ۱- پناهگاه مجموعه زیستی

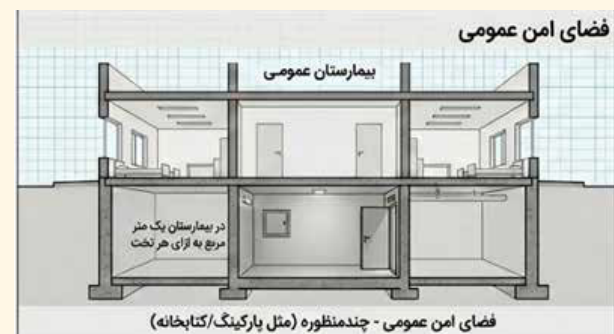
۵- جمع‌بندی

این نوشتار بررسی کوتاهی بر برخی محدودیت‌ها و برخی ظرفیت‌های مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان برای طراحی ساختمان‌ها در برابر تهدیدات جنگی دارد. از محدودیت‌های مبحث اینکه ضوابط آن برای ساختمان‌های کشور عموماً لازم‌الاجرا نیستند. از ظرفیت‌های این مبحث ضوابط آن برای فضای امن و پناهگاه می‌باشد.

لازم به توضیح است که بسیاری از زوایای مبحث ۲۱ مقررات ملی در این نوشته بررسی نشده‌اند. برخی از این موارد نظیر ضوابط برای نما، حریم آوار، پنجره و بازشو و اجزای غیرسازه‌ای بسیار ارزشمند هستند. علاوه بر این جنبه‌های بارگذاری و طراحی هم در اینجا بررسی نشدند.



شکل ۲- فضای امن



شکل ۳- فضای امن عمومی