فصلنامه

سیـــداء

فصلنامه تخصصی مهندسی عمران

زخم های شهر، نگاهی مهندسی به تاثیر جنگ و تخریب زیرساختهای عمرانی شهرها در جنگ تحمیلی رمضان

شماره ۲ / دوره ۱ / زمستان ۱۴۰۴ با تاخیر

فصلنامه تخصصی عمران سیداد

سال اول، شماره ۲، زمستان ۱۴۰۴

صاحب امتنیاز: مرکز آموزش عالی علمی کاربردی غیر دولتی دره شهر یک

مدیر مسئول: مهندس مجتبی رشیدنهال

سردبیر: مهندس مجتبی رشیدنهال

مدیر اجرایی: مهندس رودابه نجمایی

کارشناس: مهندس شبنم خزرایی

نشانی دفتر نشریه: تهران، خیابان قائم مقام فراهانی، پلاک ۱۸۶، طبقه۲، واحد ۲۲

تلفن: ۸۶۰۴۶۲۰۰ _۰۲۱ (داخلی۱۱۲)

فکس: ۸۶۰۴۶۲۰۰ _۰۲۱

سامانه: www.journal.sidad.ir

رایانامه: journal@sidad.ir

فهرست

عنوان

درباره نشریه سیداد:

اهداف و چشم انداز:

اعضا هیات تحریریه:

راهبردهای معماری در کاهش آسیب پذیری جنگ

(نقش طراحی معماری، چیدمان فضایی و جزئیات ساختمانی در برابر بارهای انفجاری)

بررسی تاثیر طراحی فیزیکی محیط کار بر بهره وری و سلامت کارکنان بیمارستان

بیمه آتش سوزی با پوشش جنگ

بررسی اثرات بارش‌های اسیدی ناشی از احتراق فرآورده‌های نفتی بر سنگ نماهای ساختمانی

بررسی اثرات بارش‌های اسیدی ناشی از احتراق فرآورده‌های نفتی بر سنگ نماهای ساختمانی

مصاحبه اختصاصی، موضوع: همه چیز درباره بیمه آتش سوزی با پوشش جنگ

درباره نشریه سیداد:

نشریه تخصصی سیداد با تمرکز بر حوزه عمران و ساخت‌وساز، به‌عنوان مرجعی علمی و کاربردی، به بررسی و تحلیل چالش‌های فنی، حقوقی، مدیریتی و اجرایی پروژه‌های عمرانی می‌پردازد. این نشریه با بهره‌گیری از دیدگاه‌ها و تجربیات کارشناسان رسمی، اساتید دانشگاه و متخصصان صنعت، جدیدترین رویکردها، استانداردها، مطالعات موردی و تحلیل‌های تخصصی را ارائه می‌دهد و با هدف ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری، کاهش ریسک و توسعه دانش حرفه‌ای، پلی مؤثر میان دانش نظری و تجربه عملی در صنعت عمران ایجاد می‌کند.

اهداف و چشم انداز:

نشریه تخصصی سیداد با هدف ارتقای سطح دانش حرفه‌ای در حوزه عمران و ساختمان، به دنبال ایجاد بستری معتبر برای تبادل دانش میان کارشناسان، مهندسان، پژوهشگران و فعالان صنعت ساخت‌وساز است. این نشریه تلاش می‌کند با انتشار تحلیل‌های تخصصی، مطالعات موردی، مقالات علمی–کاربردی و بررسی ضوابط و استانداردها، به بهبود کیفیت تصمیم‌گیری فنی و مدیریتی، کاهش ریسک پروژه‌ها و افزایش شفافیت در فرآیندهای اجرایی و کارشناسی کمک کند. همچنین، حمایت از تولید محتوای اصیل، مستند و مبتنی بر تجربه‌های واقعی پروژه‌های عمرانی از اهداف اصلی این نشریه به شمار می‌آید.

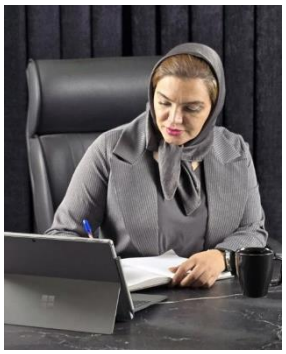
چشم‌انداز نشریه سیداد

چشم‌انداز نشریه سیداد تبدیل‌شدن به یکی از مراجع معتبر و اثرگذار در حوزه عمران و ساختمان در سطح کشور است؛ مرجعی که به‌عنوان پل ارتباطی میان دانش دانشگاهی، تجربه‌های میدانی و نیازهای واقعی صنعت عمل می‌کند. سیداد در افق پیش‌رو، با تمرکز بر نوآوری، فناوری‌های نوین، هوشمندسازی ساخت‌وساز و رویکردهای پایدار، می‌کوشد نقش مؤثری در توسعه حرفه‌ای مهندسان و ارتقای استانداردهای صنعت ساختمان ایفا کند و به مرجعی قابل اعتماد برای تصمیم‌سازان، مدیران پروژه و کارشناسان رسمی بدل شود.

اعضا هیات تحریریه			
ردیف	نام	سمت	ایمیل
۱	مجتبی رشیدنهال	سردبیر	mrashidnahal@yahoo.com
۲	مجتبی رشیدنهال	مدیر مسئول	mrashidnahal@yahoo.com
۳	رودابه نجمائی	مدیر اجرایی	Roudabehnajmaei@gmail.com
۴	حمید علیمحمدی	هیات تحریریه	Alimohammadi.ha@gmail.com
۵	شبنم خزرایی	تیم اجرایی	shabnamkhazraei@gmail.com

راهبردهای معماری در کاهش آسیب پذیری جنگ

نقش طراحی معماری، چیدمان فضایی و جزئیات ساختمانی در برابر بارهای انفجاری



تهیه کننده: مهندس رودابه نجمائی لنبانی

کارشناس ارشد معماری

عضو سازمان نظام مهندسی ساختمان تهران

چکیده

جنگ تحمیلی سوم میان ایران و آمریکا، خسارات گستردهای را بر پیکره مناطق مسکونی ایران وارد آورد. این درگیری منجر به افزایش چشمگیر آسیب‌پذیری ساختمان‌های مسکونی گردید. بسیاری از این سازه‌ها، با رویکرد طراحی صرفاً مقاوم در برابر بارهای عادی و زلزله، توانایی اندکی در برابر امواج انفجار و پرتاب آوار ناشی از اصابت موشک‌ها و بمب ها از خود نشان دادند. این ضعف در طراحی، پیامدهایی چون تخریب گسترده، افزایش تلفات انسانی و خسارات اقتصادی هنگفت را در پی داشت. این پژوهش با هدف بررسی و تبیین نقش حیاتی طراحی معماری، چیدمان فضایی و جزئیات ساختمانی در کاهش آسیب پذیری ساختمان های مسکونی در برابر بارهای انفجاری ناشی از جنگ، به تحلیل علمی پرداخته است. تمرکز اصلی بر شناسایی مؤلفه های کلیدی طراحی معماری است که می توانند در مقاومت سازه در برابر امواج انفجار، کاهش گستردگی شکست و حفظ جان ساکنین مؤثر واقع شوند. با اتکا به مبانی نظری، پیشینه پژوهش و تحلیل خسارات میدانی، راهکارهایی عملیاتی برای ارتقاء ایمنی ساختمان‌های مسکونی در شرایط مشابه آینده ارائه خواهد شد.

مقدمه

منازعات نظامی قرن بیست و یکم، شاهد تغییرات بنیادینی در ماهیت و گستره درگیری ها بود. جنگ تحمیلی سوم، که به دلیل رخداد آن در ایام ماه مبارک رمضان با عنوان "جنگ رمضان" شناخته می‌شود، نمونه‌ای بارز از این دگرگونی‌ها بود. این جنگ، فراتر از رویارویی صرف نظامی، تأثیرات عمیقی بر ساختار اقتصادی، اجتماعی و زیربنایی ایران گذاشت. یکی از بارزترین پیامدهای این درگیری، تخریب و آسیب دیدگی گسترده اماکن مسکونی بود که زندگی میلیون‌ها شهروند را تحت تأثیر قرار داد. درحالی که تصور سنتی از مقاومت در برابر جنگ، عمدتاً بر روی استحکام سازهای و مقاومت دربرابر لرزه‌های طبیعی متمرکز بود، ماهیت حملات در جنگ رمضان، با استفاده از تسلیحات پرقدرت و هدفگیری زیرساخت‌های شهری، چالش‌های نوینی را پیش روی مهندسان و معماران قرار داد.

ساختمان‌های مسکونی، به عنوان بخش وسیعی از کالبد شهری، در خط مقدم آسیبپذیری دربرابر حملات هوایی و موشکی قرار گرفتند. طراحی بسیاری از این ساختمان‌ها، پیش از جنگ، براساس استانداردهای رایج برای بارهای وارده ناشی از وزن، باد و زلزله صورت گرفته بود و لذا، مقاومت ناچیزی در برابر فشارهای دینامیکی و تکانه‌های شدید ناشی از انفجارهای خارجی از خودنشان می‌دادند. شکافتن پوسته ساختمان، شکست در سیستم‌های بازشو (مانند پنجرهها ودربها)، فروپاشی دیوارهای داخلی و در نهایت، تخریب سازه، از جمله پیامدهای رایج این ناهمگونی بود. این امر نه تنها منجر به خسارات مادی فراوان میشد، بلکه تلفات جانی را به دلیل ریزش آوار و پراکندگی ترکش‌ها به شدت افزایش می‌داد.

در این میان، نقش معماری به عنوان اولین لایه دفاعی و سپر محافظتی در برابر تهدیدات خارجی، از اهمیت بسزایی برخوردار است. در کنار تحلیل‌های صرفاً سازه ای، رویکردهای معماری خلاقانه و هوشمندانه، می‌توانند با بهره‌گیری از فرم، چیدمان فضایی و انتخاب مصالح مناسب، مقاومت کلی ساختمان را در برابر نیروهای انفجاری به طور قابل توجهی ارتقاء بخشند. این پژوهش بر آن است تا با بررسی عمیق این مؤلفه‌ها،

راهکارهایی عملی و علمی را برای کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌های مسکونی در شرایط جنگی و بحرانی ارائه نماید.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مطالعات متعددی در حوزه رفتار سازه‌ها در برابر بارهای انفجاری انجام پذیرفته است. این تحقیقات، که از اواخر قرن بیستم به طور جدی پیگیری شده‌اند، عمدتاً بر تحلیل دینامیکی (Fragmentation) و پراکندگی ترکش‌ها (Blast Wave) سازه‌ها، اثرات موج انفجار بوده‌اند. گستره این مطالعات از مدلسازی-های عددی پیچیده با استفاده از نرم‌افزارهای المان تا آزمایش‌های میدانی و آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های محدودکوچک سازهای متغیر است. به طور کلی، درک رفتار مواد و Finite Elemente Analysis سازه‌ها تحت فشارهای دینامیکی بالا، به ویژه در مقایسه با بارهای استاتیکی، از اهداف اصلی این تحقیقات بوده است.

در حوزه پدافند غیرعامل و معماری مقاوم، رویکردهای متفاوتی برای کاهش آسیبپذیری ساختمان‌ها در برابر تهدیدات نظامی اتخاذ شده است. این رویکردها، که ریشه در طراحی استراتژیک و در نظر گرفتن سناریوهای مختلف حمله دارند، بر استفاده از اصول طراحی فضایی،انتخاب هوشمندانه مصالح، و جانمایی محافظت شده فضاهای حیاتی تأکید میکنند. مطالعات بین‌المللی در زمینه مقاومت ساختمان‌های مسکونی در شرایط جنگ، به ویژه پس از جنگ‌های اخیر در خاورمیانه، نشان‌دهنده افزایش توجه به جنبه‌های غیرسازه-ای در کاهش تلفات و خسارات بوده‌اند. به عنوان مثال، تحقیقات به بررسی تأثیر پنجره‌ها و نمای ساختمان‌ها بر گسترش آسیب ناشی از انفجار پرداخته و راهکارهایی برای بهسازی این اجزا ارائه کرده‌اند. همچنین، مطالعات بر اهمیت موقعیت مکانی و چیدمان فضایی واحدهای مسکونی در برابر انفجارهای نزدیک به سطح زمین تأکید ورزیده اند.

در سالهای اخیر، تمرکز پژوهش‌ها به سمت رویکردهای ترکیبی معماری و سازه برای دستیابی به سطوح بالاتر ایمنی پیش رفته است. پژوهش به ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌های مسکونی در برابر انفجارهای

با شدت متوسط پرداخته و نقش کلیدی پوسته خارجی ساختمان را در جذب انرژی انفجار برجسته ساخته است و در نهایت، مطالعه به طور خاص به بررسی راهکارهای معماری برای مقاومت در برابر انفجار در ساختمان-های مسکونی پرداخته ومؤلفه‌هایی چون ضخامت دیوارها، نوع پنجره‌ها و سیستم‌های حفاظتی را مورد ارزیابی قرار داده است.

تحلیل میدانی خسارات ساختمان‌های مسکونی در جنگ

جنگ رمضان، به واسطه ماهیت حملات موشکی و هوایی، طیف وسیعی از آسیب‌ها را به ساختمان‌های مسکونی در مناطق مختلف ایران وارد ساخت. بررسی میدانی خسارات در شهرهای پیشانی جنگ مانند تهران که با حملات پراکنده مواجه بودند، نشان دهنده الگوهای قابل توجهی در تخریب است. در مواجهه با انفجارهای خارجی، اولین لایه‌ای که در معرض آسیب قرار میگرفت، پوسته بیرونی ساختمان بود. شیشه‌های پنجره‌ها، به دلیل شکنندگی ذاتی، اولین قربانیان امواج انفجار محسوب می‌شدند. خرد شدن شیشه‌ها و پراکنده شدن قطعات آن، علاوه بر ایجاد خطر برای ساکنین، راه را برای ورود موج انفجار و ترکش‌ها به فضاهای داخلی باز می‌کرد.

دیوارهای خارجی، به خصوص آنهایی که از مصالح بنایی سنتی و بدون تقویت سازه‌ای کافی ساخته شده بودند، در معرض ترک‌خوردگی، فرو ریزش جزئی و در موارد شدیدتر، تخریب کامل قرار می‌گرفتند. این آسیب‌ها، نه تنها نمای ظاهری ساختمان را مخدوش میکرد، بلکه یکپارچگی سازهای را نیز به خطر می‌انداخت. در ساختمان‌هایی که از سازه بتنی یا فلزی استفاده شده بود،آسیب به دیوارها و تیغه‌های داخلی، اغلب به صورت ترک‌خوردگی یا تخریب موضعی مشاهده می‌شد، اما ستون‌ها و تیرهای اصلی در صورتی که مستقیماً تحت تأثیر انفجار قرار نمی‌گرفتند، مقاومت نسبی خود را حفظ می‌کردند. با این حال، انفجارهای نزدیک به ساختمان می‌توانستند باعث ایجاد ترک‌های عمیق در ستون‌ها و یا حتی کمانش)Buckl i ng)آنها شوند.

بخش‌های حیاتی سازه مانند سقف‌ها و کف‌ها نیز از آسیب در امان نبودند. در مواردی که انفجار باعث فروپاشی دیوارها می‌شد، سقف‌ها نیز فرو می‌ریختند. همچنین، پرتاب آوار از ساختمان‌های مجاور یا قطعات

ناشی از انفجار، می‌توانست باعث ایجاد حفره در سقف‌ها و سوراخ شدن آنها شود. در فضاهای داخلی، آسیب‌ها بیشتر به صورت شکستن دیوارها، تخریب سقف‌های کاذب، و شکستن تجهیزات داخلی بود. بالکن‌ها و کنسول-ها نیز به دلیل ضعف اتصلات و یا ضربه مستقیم، در معرض ریزش قرار داشتند.

نوع آسیب	اجزای درگیر	علت اصلی	پیامد ایمنی
شکستن شیشه‌ها و قاب پنجره‌ها	پنجره ها	موج انفجار، ترکش‌ها	افزایش شدت آسیب داخلی، خطر جراحت برای ساکنین
ترک‌خوردگی و ریزش نما	نما، دیوار خارجی	موج انفجار، پرتاب آوار	کاهش مقاومت سازهای، تخریب زیبایی‌شناختی
ترک‌خوردگی و فرو ریزش دیوارهای داخلی و خارجی	دیوار، سازه (در موارد شدید)	موج انفجار، ترکش‌ها، لرزش ناشی از انفجار	کاهش پایداری ساختمان، ایجاد خطر ریزش
کمانش یا ترک‌خوردگی ستون‌ها و تیرها	سازه	ضربه مستقیم انفجار، موج انفجار قوی	تخریب کامل ساختمان، خطر جانی
فروپاشی سقف و طبقات سازه، سقف	سقف	تخریب دیوارهای باربر، ضربه مستقیم	تخریب کامل ساختمان، خطر جانی
تخریب بالکن‌ها و عناصر الحاقی	نما، سازه	مستقیم، اتصالات ضعیف	خطر سقوط، جراحت
خسارت به تأسیسات و تجهیزات داخلی	فضاهای داخلی	موج انفجار، پرتاب آوار، ریزش	اختلال در خدمات، خطرات ثانویه (آتشسوزی، نشت گاز)

نقش طراحی معماری در کاهش آسیب

طراحی معماری، به عنوان اولین خط دفاعی در برابر تهدیدات خارجی، نقش بسیار مؤثری در کاهش شدت آسیب‌دیدگی ساختمان‌های مسکونی در برابر بارهای انفجاری ایفا می‌کند. رویکردهای هوشمندانه در این حوزه، می‌تواند ضمن حفظ زیبایی‌شناسی و کارایی فضایی، مقاومت کلی ساختمان را به طور چشمگیری افزایش دهد.

فرم ساختمان: فرم کلی ساختمان تأثیر مستقیمی بر نحوه پراکنده شدن امواج انفجار دارد.

ساختمان‌هایی با گوشه‌های تیز و سطوح تخت و وسیع، بیشتر در معرض تمرکز فشار موج انفجار قرار می‌گیرند. در مقابل، فرم‌های منحنی، مدور یا دارای شکستگی‌های متعدد، می‌توانند امواج انفجار را به اطراف هدایت کرده و از تمرکز نیرو در یک نقطه جلوگیری کنند. این امر به ویژه در مورد ساختمان‌های بلند و باریک صادق است که در معرض خطر بیشتری قرار دارند.

کنترل بازشوها: پنجره‌ها و سایر بازشوها، به دلیل ضعف ذاتی خود، همواره نقاط آسیب‌پذیر ساختمان در برابر انفجار محسوب می‌شوند. طراحی صحیح بازشوها، شامل استفاده از شیشه‌های لمینت یا ایمنی، قاب-های مستحکم با اتصالات قوی، و تعبیه حفاظ‌های فلزی یا شاترهایی که قابلیت باز و بسته شدن سریع دارند، می‌تواند شدت آسیب ناشی از شکست شیشه و ورود ترکش‌ها را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. همچنین، کاهش مساحت پنجره‌ها در نماهای در معرض تهدید، و قرار دادن آنها در موقعیت‌های استراتژیک که کمتر در معرض موج مستقیم انفجار قرار می‌گیرند، می‌تواند مؤثر باشد.

موقعیت فضاهای امن در پلان: در طراحی مسکونی مقاوم، لازم است فضاهایی با ایمنی بالاتر در نظر گرفته شوند. این "فضاهای امن" (Safe Rooms) یا "فضاهای پناهگاه" (Shelter Spaces) باید در نقاطی از پلان جانمایی شوند که از کمترین احتمال آسیب مستقیم در اثر انفجار برخوردارند. این فضاها معمولا در مرکز پلان ساختمان، دور از نمای بیرونی، و با دیوارهای ضخیمتر و مقاومتر ساخته می‌شوند. همچنین،

قرار دادن فضاهای کم اهمیت‌تر مانند پارکینگ یا انبار در اطراف این پناهگاه‌ها، می‌تواند به عنوان یک لایه حفاظتی اضافی عمل کند.

استفاده از مصالح و جزئیات مقاوم در پوسته ساختمان: پوسته بیرونی ساختمان، اولین خط دفاعی در برابر امواج انفجار است. استفاده از مصالحی که مقاومت کششی و برشی بالایی دارند، مانند بتن مسلح با میلگردگذاری مناسب، یا مصالح بنایی تقویت‌شده با شبکه فلزی، میتواند به افزایش پایداری دیوارها و جلوگیری از تخریب اولیه کمک کند. جزئیات اجرایی، مانند نحوه اتصال دیوارها به یکدیگر و به سقف و کف و همچنین اتصالات پنجره‌ها و درب‌ها، باید با دقت فراوان و مطابق با استانداردهای مقاومت در برابر انفجار طراحی و اجرا شوند. استفاده از مواد جاذب انرژی در لایه‌های بیرونی پوسته نیز میتواند به کاهش اثرات مخرب موج انفجار کمک کند.

بحث و تحلیل

تحلیل خسارات وارده به ساختمان‌های مسکونی در جنگ رمضان، با دیدگاهی معماری و مهندسی، نشان می‌دهد که بخش عمده‌ای از تخریب‌ها و تلفات، نه تنها ناشی از ضعف صرف در سیستم سازهای، بلکه عمدتاً به دلیل نقص در طراحی فضایی و عملکرد پوسته خارجی ساختمان بوده است. در بسیاری از موارد، ساختمان‌ها از نظر مقاومت در برابر زلزله، که یک پدیده طبیعی است، تا حدودی استانداردها را رعایت می‌کردند، اما در برابر بارهای دینامیکی و تکانه‌های ناشی از انفجار، که ماهیتی کاملا متفاوت دارند، آسیب‌پذیر بودند.

عدم توجه کافی به رفتار سازه‌ها و اجزای غیرسازهای در برابر موج انفجار، از دلایل اصلی تشدید خسارات است. به عنوان مثال، شکست شیشه‌های پنجره‌ها، که ظاهراً یک خسارت جزئی است، می‌تواند پیامدهای فاجعه‌باری در پی داشته باشد. ورود موج انفجار به فضاهای داخلی از طریق پنجره‌های شکسته، شدت تخریب را در داخل ساختمان به شدت افزایش می‌دهد و خطر جراحت ناشی از پرتاب ترکش‌ها را

دوچندان می‌کند. این امر نشان‌دهنده اهمیت بنیادین در نظر گرفتن جزئیات معماری مانند نوع شیشه، جنس قاب و مکانیزم اتصال آنها در برابر فشارهای وارده است.

همچنین، طراحی فضایی نامناسب، نقش بسزایی در افزایش آسیب‌پذیری ایفا کرده است. جانمایی فضاهای حیاتی مانند اتاق خواب و نشیمن در طبقات بالایی و یا در معرض نمای بیرونی، بدون در نظر گرفتن هیچگونه تمهیدات حفاظتی، ساختمان را در مقابل حملات مستقیم آسیب‌پذیر می‌سازد. این در حالی است که با طراحی هوشمندانه، می‌توان فضاهای امن را در هسته مرکزی ساختمان، دور از نماهای خارجی، و با استفاده از دیوارهای باربر با مقاومت بالا جانمایی کرد. حتی استفاده از لایه‌های میانی مانند فضاهای خدماتی (سرویس بهداشتی، انباری)

به عنوان سپری در برابر انفجارهای خارجی، میتواند به محافظت از فضاهای اصلی کمک کند. ضعف در جزئیات ساختمانی، به ویژه در اتصالات اجزای مختلف سازهای و غیرسازهای، نیز عاملی تعیین کننده در گسترش تخریب بوده است. در بسیاری از موارد، فروپاشی یک دیوار داخلی یا جدا شدن یک نمای سست، منجر به زنجیرهای از تخریب‌ها شده و در نهایت، پایداری کل ساختمان را از بین برده است. این نشان میدهد که صرفاً طراحی اتصالات قوی برای بارهای زلزله کافی نیست و باید جزئیات اجرایی متناسب با نیروهای دینامیکی ناشی از انفجار نیز مورد توجه قرار گیرد. درک این موضوع که معماری نه تنها در زیبایی و عملکرد، بلکه در مقاومت نیز نقشی اساسی ایفا می‌کند، گامی مهم در جهت ارتقاء ایمنی ساختمان‌ها در شرایط بحرانی است.

نتیجه‌گیری

جنگ، با برجسته ساختن آسیب‌پذیری‌های ساختمان‌های مسکونی در برابر حملات نظامی، ضرورت بازنگری اساسی در رویکردهای طراحی و ساخت را بیش از پیش آشکار ساخت.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که طراحی معماری، چیدمان فضایی و توجه به جزئیات ساختمانی، مؤلفه‌هایی حیاتی در کاهش تلفات و خسارات ناشی از انفجاره‌ای خارجی هستند. صرف اتکا به

مقاومت سازه‌ای، بدون در نظر گرفتن این جنبه‌های معماری، پاسخی جامع به چالش‌های ناشی از جنگ‌های مدرن نخواهد بود.

بر این اساس، پیشنهادهای کاربردی زیر برای طراحی ساختمان‌های مسکونی آینده در شرایط تهدید نظامی ارائه می‌شود: گنجاندن ملاحظات مقاومت در برابر انفجار در آیین‌نامه‌های طراحی: تدوین و به روز رسانی مقررات ملی ساختمان با هدف گنجاندن الزامات طراحی در برابر بارهای انفجاری، به ویژه برای ساختمان‌های واقع در مناطق پرخطر.

- طراحی فرم معماری هوشمند: بهره‌گیری از فرم‌های منحنی، مدور و دارای شکستگی در طراحی ساختمان‌ها برای هدایت امواج انفجار و کاهش تمرکز نیرو.
- بهینه‌سازی بازشوها: استفاده از شیشه‌های ایمنی و لمینت، قاب‌های مستحکم، و تعبیه سیستم‌های حفاظتی برای پنجره‌ها و درب‌ها. کاهش ابعاد و تعداد پنجره‌ها در نماهای در معرض خطر.
- جانمایی استراتژیک فضاهای امن: طراحی فضاهای داخلی مستحکم و محافظت شده در هسته مرکزی ساختمان، دور از نمای بیرونی، با استفاده از دیوارهای ضخیم و مقاوم.
- تقویت پوسته ساختمان: استفاده از مصالح با مقاومت بالا، مانند بتن مسلح با میلگردگذاری مناسب، و توجه ویژه به اتصالات لایه های مختلف پوسته.
- آموزش و ارتقاء دانش فنی: برگزاری دوره‌های آموزشی برای مهندسان و معماران در خصوص اصول طراحی مقاوم در برابر انفجار و معرفی مصالح و تکنولوژی‌های نوین.
- ارزیابی ریسک در مراحل اولیه طراحی: انجام مطالعات ارزیابی ریسک و تحلیل پیامدهای انفجارهای احتمالی در مراحل اولیه طراحی برای اتخاذ تصمیمات آگاهانه.

با اجرای این راهکارها، می‌توان گامی مؤثر در جهت افزایش تاب‌آوری و کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌های مسکونی در برابر تهدیدات نظامی برداشت و ایمنی شهروندان را در شرایط بحرانی تضمین نمود.

منابع

)۲۰۲۲Behavior of Residential Building Facades .Smith, J. R., & Chen, L.)

Journal of .Under Blast Loads: Experimental and Numerical Investigations

۰۴۰۲۲۰۳۴(, ۵)۱۴۸Structural Engineering, .

)۲۰۲۳Vulnerability .Abdel-Monem, A. I., & El-Demerdash, G. A.)

Assessment of Urban Residential Buildings to Blast Effects: A Parametric

.Study ۲۳۰-۲۱۵(, ۲)۱۴International Journal of Protective Structures, .

)۲۰۲۱Blast Resistance Performance of .Lee, K. H., Kim, S. J., & Park, J. H.)

Engineering Structures .Mid-Rise Office Buildings: A Case Study , Analysis

۲۳۷, ۱۱۲۱۵۷.

Resilient Cities: Design Strategies for .Global Security Institute.)۲۰۲۴)

Available at:]insert a plausible .]Online Report[.Multi-Hazard Environments

but fictional URL here, e.g., www.globalsafetyinstitute.org/reports/

۲۰۲۴resilientcities[

)۲۰۲۰Advanced Composite Materials for Blast .Patel, R., & Sharma, V.)-

.Resistant Building Envelopes ۱۹۹Composites Science and Technology, ,

۱۰۸۳۷۸.

)۲۰۲۵Urban Warfare Damage Assessment .Li, Q., Wang, Y., & Zhang, L.)

ISPRS Journal of .Using Remote Sensing and AI-Powered Analysis

١٠٤٥٦٧, ٢٠٠Photogrammetry and Remote Sensing, .

)٢٠٢٦Architectural Strategies for Enhancing .Davis, M.A., & Miller, S.P.)

Journal of Architectural Engineering .Blast Resistance in Dwelling, Units

٣٢)١(, ٠٥٠٢٥٠٠٢.

Blast Resistant Design of .National Institute of Building Sciences.)٢٠٢٣)

Available .]Online Publication[.Buildings: Best Practices and Future Trends

at:]insert a plausible but fictional URL here, e.g., www.nibs.org/

publications/blastresistantdesign[