J. Energy Conversion
Volume: 10, Issue: 4, 2024: 19-41

نشریه علمی-تخصصی تبدیل انرژی (JEED)

دوره ۱۰، شماره ۴، زمستان۱۴۰۲، ص: ۴۱-۱۹

مؤلفه‌های معماری نمای ساختمان مؤثر بر کاهش اتلاف انرژی در بنا هم راستا با کاهش آسیب‌پذیری در هنگام حریق

محمود دهنوی[۱]، سیدباقر حسینی[۲و*]، مهناز محمودی زرندی[۳]

۱- دانشجوی دکتری گروه معماری، دانشکده فنی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. m_dehnavi@hotmail.com
۲- دانشیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران، مدعو دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال. Hosseini@iust.ac.ir
۳- دانشیار، گروه معماری، دانشکده فنی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. M_mahmoodi@iau-tnb.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۴، بازنگری: ۱۴۰۲/۰۶/۲۰، پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۷

چکیده

افزایش آلودگی هوا و تولید گازهای گلخانه‌ای و کاهش منابع سوخت فسیلی و افزایش هزینه‌ها و نیاز به کاهش مصرف انرژی، سبب استفاده از مصالح و عایق‌های جدید و ابداع روش‌های نوین و دیتایل‌های اجرایی خاص (نماهای دوپوسته و پرده‌ای و ...) در بخش‌های مختلف ساختمان نمای ساختمان‌ها گشته‌است. بخش زیادی از این تکنولوژی‌ها و نوآوری‌ها و مصالح عایق در نمای ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. بررسی‌ها نشان داد بسیاری از این مصالح و نوآوری‌ها، پتانسیل اشتعال و گسترش حریق و انتشار دود و گازهای سمی را دارند، بگونه‌ای که بخش قابل ملاحظه‌ای از آسیب‌های فراوان جانی و مالی که به صورت روزانه به مردم و ساختمان‌ها در آتش‌سوزی وارد می‌شود، متأثر از همین مصالح و نوآوری‌ها و تکنولوژی‌های اجرایی است. پژوهش حاضر در نظر دارد برای کاهش شکاف دانش و کمبود مطالعات نظری و تجربی در این زمینه، و برای کاهش ضعف آسیب‌های جانی و مالی به کمک اصول و مؤلفه‌های معماری، راهکارهایی برای کنترل و محدودسازی آتش و انتشار دود و گازهای سمی و محافظت از افراد و اموال ارائه نماید. روش پژوهش تا مرحلهٔ ساخت ابزار به‌صورت اکتشافی بوده‌است تا عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری در نمای ساختمان در حریق استخراج گردد. روش پژوهش ترکیبی از شیوه‌های کمی و کیفی بوده‌است. بخشی از تحقیق نیز با روش دلفی انجام شده‌است. جامعه آماری در بخش دلفی مهندسان سازمان نظام مهندسی از سراسر کشور بوده‌است. نتایج به کمک عامل R، تحلیل شده‌است و تاثیرگذارترین عوامل مؤثر بر کاهش آسیب در آتش در نمای ساختمان استخراج گردیده‌است. براساس نتایج پژوهش، مهمترین مؤلفه تأثیرگذار بر کاهش آسیب‌پذیری عبارتند از: مصالح، دسترسی‌پذیری(امداد و نجات و اطفا)، نماهای مناسب و مسدود در برابر انتشار حریق، تخلیه‌پذیری و کاهش آسیب جانی، ساختار و فرم هندسی مناسب با دفع انتشار حریق، عرصه‌بندی کالبدی مناسب با عدم انتشار حریق، ایزوله، مسدود و انتشار ناپذیر در حریق، مکانیابی و وضعیت قرارگیری مناسب ساختمان.

***عهده‌دار مکاتبات** : Hosseini@iust.ac.ir

واژگان کلیدی: کاهش اتلاف انرژی، نمای ساختمان، حریق، آسیب جانی و مالی

نحوه استناد به این مقاله: محمود دهنوی، سیدباقر حسینی ، مهناز محمودی زرندی . مؤلفه‌های معماری نمای ساختمان مؤثر بر کاهش اتلاف انرژی در بنا هم راستا با کاهش آسیب‌پذیری در هنگام حریق.
مهندسی مکانیک تبدیل انرژی. ۱۴۰۲; ۱۰ (۴) : ۱۹-۴۱.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

۱- مقدمه

بخشی زیادی از انرژی مصرفی در ساختمان‌ها به هدر می‌رود این در حالی است که کاهش منابع انرژی و افزایش هزینه‌ها، کاهش اتلاف انرژی را به یک ضرورت تبدیل نموده‌است. در سال‌های اخیر راهکارهای کاهش مصرف انرژی در ساختمان، سبب ابداعات نوین و کاربرد مصالح و عایق‌ها و جزئیات اجرایی جدیدی گردیده‌است که تا حدودی نیز از اتلاف انرژی کاسته‌اند. بیشتر این ابداعات و مصالح در نمای ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. بخش قابل ملاحظه‌ای از این نوآوری‌ها و مصالح در حریق سبب گسترش آتش‌سوزی و انتشار دود و گاز سمی گشته و به مانعی برای تخلیهٔ ساکنین و دسترسی واحدهای آتشنشانی تبدیل شده و آسیب‌پذیری جانی و مالی را افزایش داده‌اند.

سوال‌هایی که چیستی و چرایی مسأله را مورد پرسش قرار می‌دهند و مبنای هدف‌گذاری پژوهش هستند، عبارتند از:

چگونه می‌توان بین راهکارهای کاهش اتلاف انرژی در ساختمان‌ها و کاهش آسیب جانی و مالی در آتش‌سوزی توازن برقرار نمود؟

چه مؤلفه و راهبردهایی در طرح معماری نمای ساختمان قادر هستند مانع از گسترش آتش‌سوزی شوند؟

چگونه نماهایی می‌توانند از ساکنین محافظت نمایند و شرایط خروج ایمن آنها از ساختمان را فراهم نمایند؟

چگونه‌نماهایی دسترسی سریع و ایمن واحدهای آتشنشانی به داخل ساختمان را فراهم می‌نمایند؟

مؤلفه‌هایی از معماری در نمای ساختمان‌ها که قادر باشند تلفیقی بین کاهش مصرف انرژی و کاهش آسیب‌پذیری در حریق ایجاد نمایند و نماهای مسدود و انتشارناپذیری بوجود بیاورند و از سرایت آتش و انتشار دود و گازهای سمی جلوگیری کنند و امکان خروج ایمن ساکنین و دسترسی نیروهای امداد و نجات و اطفا را فراهم نمایند، قادر خواهند بود آسیب جانی و مالی در آتش‌سوزی را به حداقل برسانند.

۲-آتش‌سوزی در نما

حوادث فاجعه‌بار آتش‌سوزی در سال‌های اخیر، نشان داد آتش می‌تواند به سرعت از یک طبقه به طبقه دیگر و از یک بنا به بنای دیگر، از داخل به خارج و یا از طریق نما به داخل ساختمان سرایت نماید. این مساله می‌تواند به دلیل عوامل مختلفی مانند مواد قابل احتراق یا جزئیات اجرایی و یا نصب نادرست باشد. آتش‌سوزی در نما در بعضی از ساختمان‌ها(خصوصاً بناهای بلندمرتبه) خارج از دسترس می‌باشد و جریان هوا و عوامل پیش‌بینی نشده بر آسیب‌پذیری می‌افزاید. آتش در نمای ساختمان متأثر از مصالح و تکنولوژی و جزئیات آن می‌باشد.

۲-۱-مصالح

بررسی‌ها نشان داد که مهمترین عامل گسترش آتش‌سوزی و افزایش آسیب، استفاده از مصالح سست و اشتعال‌پذیر می‌باشد. این نوع مصالح سوخت لازم برای گسترش حریق و تداوم آتش‌سوزی و تولید دود و گازهای سمی را فراهم می‌نمایند. آتش‌سوزی در نما خروج ساکنین از ساختمان را با مشکل مواجه می‌نماید و واحدهای آتشنشانی به راحتی قادر نخواهند بود به ساختمان دسترسی پیدا کنند و عملیات امداد و نجات و اطفا را انجام دهند. بدترین سناریو در آتش‌سوزی نیز زمانی اتفاق می‌افتد که توان عناصر باربر در اثر حرارت کاهش یابد و دچار تغییر شکل و یا تخریب و فروپاشی شوند و با تخلیهٔ ساکنین همپوشانی پیدا کنند. عکس‌العمل ساختار در آتش‌سوزی می‌تواند به سه شکل باشد:

۲-۱-۱-مصالح غیرقابل اشتعال و مقاوم در برابر حرارت

این دسته از مصالح در آتش‌سوزی مشارکت نمی‌کنند و در زمان حریق نیز تخریب نمی‌شوند. لذا نیاز به نگهداری و مراقبت چندانی ندارند. اغلب مصالح بنایی نظیر سنگ، آجر، سفال، و یا انواع بلوک‌های ساخته‌شده از رس‌های منبسط شونده و عایق‌هایی نظیر پشم سنگ و نسوزها جزو این دسته می‌باشند. از این مصالح برای محافظت از مصالح ضعیف‌تر و دیوارهای مقاوم در برابر آتش و یا مسدود کنندهٔ مسیر آتش نیز می‌توان استفاده نمود. علی‌رغم مشارکت‌ناپذیری این مصالح در حریق، باید به

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

احتمال تولید گازهای سمی توسط این مصالح توجه نمود.

۲-۱-۲-مصالح غیر قابل اشتعال ولی دارای ضعف در برابر حرارت

این دسته از مصالح علی‌رغم عدم مشارکت در آتش‌سوزی، اما در برابر حرارت ضعف دارند. در صورت افزایش حرارت با رسیدن به مرحلهٔ بحرانی، تاب تحمل نیرو در آنها به شدت کاهش یافته و در اثر وزن عناصر بالایی له و یا جاری می‌شوند. فولاد جزو این دسته می‌باشد. در بیشتر تخریب‌ها نظیر پلاسکو و برج‌های دوقلو تجارت جهانی در نیویورک، شاهد فروریزش بنا در اثر کاهش قدرت فولاد هستیم. بتن هم با ترک خوردن و پوسته پوسته شدن و کاهش سطح مقطع مفید، مقاومت خود را از دست می‌دهد. این دسته از مصالح اگر در سازه و یا موقعیت‌های ویژه قرار گیرند باید محافظت شوند همچنین ممکن است گازهای سمی تولید نمایند.

۲-۱-۳-مصالح قابل اشتعال

این دسته از مصالح در آتش‌سوزی مشارکت می‌کنند و سوخت لازم را برای گسترش و تداوم آتش‌سوزی فراهم می‌نمایند و آسیب‌پذیری در آتش را افزایش می‌دهند. این مصالح در اعضای سازه‌ای خطر فروریزش ساختمان را بالا می‌برد. انواع عایق‌های ساخته شده از پلی‌استایرن و پلی‌ارتان نظیر ساندویچ پانل‌ها و برخی مصالح سبک پلیمری، برخی عایق‌های حرارتی، رطوبتی و صوتی، مصنوعات چوبی و حتی برخی چسب‌های مورد استفاده به عنوان ملات، وسایل و تجهیزات مورد استفاده در تاسیسات و ... جزو این دسته می‌باشند. تولید دود و گاز سمی محصول دیگر این مصالح در حریق است. از این مصالح حتما باید محافظت و مراقبت شود. اقدامات پیشگیرانه مانند استفاده از پوشش‌های حفاظتی مناسب برای ایجاد مقاومت در برابر آتش در این نوع مصالح ضروری است[۱].

یکی از راه‌های گسترش آتش، سرایت حریق بواسطهٔ پوشش‌های خارجی(دیوارها و بام) است. آتش‌سوزی در پوشش‌های خارجی می‌تواند به کمک باد و ذرات معلق در هوا و یا از طریق تابش حرارتی و همرفت به طبقات دیگر و یا ساختمان‌ها و عناصر مجاور سرایت کند. همچنین ریزش مصالح محترق و مذاب، مسیرهای تخلیه و دسترسی واحدهای آتشنشانی را مسدود نماید.

شکل۱- ریزش قطعات مشتعل نمای برج سلمان بر بام ساختمان‌های مجاور[۲]

پلیمرها به علت نقشی که در عایق‌بندی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی دارند، مورد توجه سازندگان قرار گرفته‌اند و در پوشش نماهای داخلی و خارجی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نوع مصالح میل شدیدی به اشتعال دارند و ممکن است گازهای سمی نیز تولید کنند. در سال‌های اخیر آتش‌سوزی‌های مهیبی بواسطه عملکرد این نوع مصالح بوقوع پیوسته‌است. شاید فاجعه‌بارترین آنها مربوط به برج گرنفل در لندن باشد. گسترش آتش در این برج از طریق پوشش پلیمری نما صورت گرفت

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

وسبب کشته‌شدن ۷۹نفر شد.

شکل۲- برج گرنفل بعد از آتش‌سوزی[۳]

انواع مختلفی از پانل‌های قابل احتراق برای پوشش نما در سراسر جهان مورد استفاده‌قرار می‌گیرند. علی‌رغم مزیت‌های این مصالح، عملکرد آنها در آتش‌سوزی مناسب نیست. بسیاری مشتعل می‌شوند. برخی ذوب می‌شوند و مذاب آنها سبب گسترش حریق می‌گردد. بسیاری هم در اثر حرارت متلاشی می‌شوند. از پانل کامپوزیت آلومینیومی[1] برای نمای ساختمان‌ها، طراحی دیوارهای بیرونی یا داخلی، پوشش ستون‌ها، عایق صوتی و حرارتی و علائم، بطور گسترده استفاده می‌شود. علی‌رغم برخی مزایا، مشکلات این پانل‌ها احتراق فاجعه بار آنها است[۴]. این پانل‌ها در نمای ساختمان در دمای بالا ذوب می‌شوند و آتش در حفره بین پانل و دیوار اصلی پخش می‌شود. با نصب مانع آتش بین پانل بیرونی و عایق می‌توان کنترل موثری را انجام داد . براساس تحقیقات تجربی، نصب موانع آتش افقی از مواد غیرقابل احتراق با ارتفاع ۳۰۰ میلی‌متر، باعث تاخیر در انتشار آتش پوشش‌های عایق قابل احتراق می‌گردد[۵].

برای ایمنی این نماها باید نکات زیر رعایت گردد:

۱-جنس مصالح، ضخامت و چگالی روکش ۲- نوع صفحه پشت روکش ۳- ابعاد موانع بکار رفته برای جلوگیری از انتشار شعله های آتش در نما ۴- محل نصب موانع انتشار آتش و فاصله بین قیدها برای نصب ۵- نصب موانع برای توقف اثر دود کش در آتش‌سوزی ۶- مسدود کردن منفذهای باز در نما ۷- مسدود کردن فاصله بین اتصالات صفحات اتصال پشت و نما[۶].

مرکز فرهنگی تلوزیون چین در بیجینگ در اثر آتش‌بازی سال نو و بخاطر نمای قابل اشتعال به صورت کامل سوخت ولی فروریزش نکرد. اشتعال کامل برج ۱۳دقیقه به طول انجامید و نمای ترکیبی روی و تیتانیوم آن به صورت کامل ذوب شد و از بین رفت.

1 -ACP

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

شکل۳- مرکز فرهنگی تلوزیون چین در بیجینگ[۷]

۲-۲-نماهای دوپوسته

کاربرد روز افزون نماهای دوپوسته و پرده‌ای برای کاهش اتلاف انرژی، علی‌رغم دارا بودن مزیت‌هایی در این زمینه، به عنوان عاملی برای گسترش آتش‌سوزی تبدیل شده‌است. این نماهای مدرن با دیوارهای جداکننده، به علت افزایش احتمال گسترش آتش‌سوزی به دیگر طبقه‌ها، خطر را افزایش می‌دهند. محدود کردن گسترش آتش و دود (یعنی تقسیم‌بندی) برای ایمنی ساکنان و اموال در این نماها ضروری است[۸].

شکل۲-۳ ریزش مصالح مشتعل در برج سیف بلهاسا دبی[۹]

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

شکل۲-۳۱ ریزش مصالح نما قابل اشتعال در اطراف برج گرنفل[۳]

در مفاهیم نوظهور مانند ساختمان‌های سبز از نماهای شیشه‌ای به عنوان یک راه حل مناسب برای استفاده موثر از نور خورشید استفاده می‌شود. شیشه‌های حرارتی، عایق، چند لایه و نماهای دوجداره برخی از انواع نماهای متداول شیشه‌ای هستند. با این حال، نمای شیشه‌ای هنگامی که در معرض آتش‌سوزی قرار می‌گیرد، ضعیف‌ترین قسمت ساختمان محسوب می‌شود. شیشه به دلیل طبیعت شکننده در مجاورت آتش در معرض ترک خوردگی و شکستگی قرار می‌گیرد[۱۰]. همچنین سیستم نمای دو پوسته شیشه‌ای توسط مقدار قابل توجهی فضای خالی از هم جدا شده‌اند[۱۱]. در صورت آتش سوزی در اتاق‌ها، احتمال شکستن پوسته شیشه‌ای داخلی وجود دارد و دود و آتش می‌تواند از طریق کانال موجود در نما به طبقات فوقانی گسترش یابد[۱۲]. مطالعات انجام شده در مورد پخش دود از طریق این کانال‌ها، خواستار طراحی دقیق‌تر عمق حفره و استفاده از شیشه‌های مختلف برای دو پوسته برای بهبود مقاومت در برابر آتش است[۱۱].

۲-۳-باد

تأمین هوا به طور مستقیم بر روی منبع آتش‌سوزی تأثیر معنی داری در میزان انتشار گرمای آن دارد[۱۳]. از این بابت آتش‌سوزی در نمای خارجی مشکلی در تأمین اکسیژن برای تداوم فرایند خود ندارد. باد سبب پیوستگی تأمین هوا در هر مراحله از آتش‌سوزی می‌شود و در نتیجه گذار از شعله مداوم، شعله متناوب به توده شناور را افزایش می‌دهد[۱۳]. هرچند ممکن است در نمای خارجی با افزایش سرعت باد، ارتفاع شعله کاهش می‌یابد[۱۴]. اما ممکن است وزش باد در اطراف ساختمان‌های بلند، پدیده‌های گردابی ایجاد نماید و گازهای قابل اشتعال و شعله و دود را در جهت گرداب‌ها به سرعت به حرکت درآورد. این پدیده تابع ارتفاع ساختمان و سرعت باد است[۱۵] و می‌تواند منجر به رشد انفجاری و سرایت آتش گردد. علاوه بر این، اهمیت شناسایی جهت اصلی جریان و در نظر گرفتن پتانسیل آن در هنگام طراحی ساختمان مورد تاکید قرار گرفته‌است[۱۳].

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

شکل۴- تأثیر باد بر آتش‌سوزی برج اداری تجاری، چانگشا، هونان چین[۱۶]

۲-۴-بازشو

بازشوها جزو ضعیف‌ترین بخش نما برای انتشار حریق هستند. حریق به راحتی قادر است از طریق آنها به طبقات دیگر منتقل شود. ابعاد و شکل بازشو بر نحوهٔ خروج شعله مؤثر است. پنجره‌های بلند تمایل دارند که شعله‌های آتش را از دیوار دور کنند، انتقال گرما را از شعله‌ها به دیوار کاهش دهند و باعث ایجاد یک تابش حرارتی نسبتا پایین بر دیوار شوند[۱۷].

شکل۵- آتش‌سوزی در برج گرنفل در لندن[۳]

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

۲-۵-فرم و هندسه

فرم و هندسه بنا و ابعاد بازشوها، تاثیر مستقیمی بر روی شکل توده حریق و گسترش آن دارد. به عنوان مثال هندسه نمای U شکل باعث افزایش خطر آتش‌سوزی می‌شود زیرا سرعت پخش شعله و ارتفاع شعله را افزایش می‌دهد[۱۵]آتش‌سوزی مشهور سال ۲۰۱۰ در شانگهای چین شاهد بارزی در مورد چگونگی تاثیر هندسه نما U شکل بر روی گسترش سریع آتش سوزی است[۴] و [۱۸].

شکل۶- نمای U شکل و آتش سوزی، شانگهای، چین، [۱۸]

شکل۷- فرم شیب دار و U شکل در برج سلمان و پدیدهٔ دودکش[۱۹]

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

شکل۸-پدیدهٔ دودکش در برج سلمان[۲۰]

شکل۲-۳۸ برج طاووس انزلی[۲۲]

آتش‌سوزی در برج طاووس در انزلی که بواسطهٔ نمای پلیمری توسعه یافته‌بود، از طریق شیارهای روی نما و پدیدهٔ دودکش به سرعت به طبقات بالا سرایت نمود و مجدداً با ریزش مواد مذاب و مشتعل، از بالا به سمت پایین حرکت کردد. هندسهٔ نما و جنس مصالح عامل اصلی گسترش حریق بوده‌است. به علت عدم بهره‌برداری از برج، آتش‌سوزی آسیب جانی نداشته‌است. جریان گرما بر روی نماهای شیب‌دار به شدت افزایش می‌یابد یافته‌های تحقیقاتی در مورد تأثیر هندسه نما در انتشار آتش نشان می‌دهد اگرچه روکش غیر قابل احتراق ممکن است گسترش آتش را تا حدی محدود کند، اما توجه دقیق در مرحله طراحی و انتخاب نکردن هندسه‌ای که باعث افزایش خطر آتش‌سوزی شود ضروری است . زیرا ارتفاع شعله نما با افزایش زاویه دیواره شیب‌دار افزایش می‌یابد، به خصوص که بیش از ۶۰ درجه باشد[۲۱].

برخی فرم‌ها مسیر شعله و حرارت را مسدود می‌نمایند و از آسیب‌پذیری می‌کاهند. یافته‌ها حاکی از آن است که پیش آمدگی‌های افقی به عنوان دفع کننده شعله عمل می‌کنند[۲۳]

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

شکل ۹- مسدودکنندهٔ مسیر شعله و حرارت در نما[۲۴]

شکل۱۰- مسدودکنندهٔ مسیر شعله و حرارت در نما[۲۴]

علاوه بر اشتعال و انتشارپذیری خود نما، سه خطر اصلی دیگر نیز دیوارهای بیرونی ساختمان را تهدید می‌کند:

۱-آتش‌سوزی فضای داخلی از طریق یک پنجره.

۲-آتش‌سوزی مواد قابل احتراق انباشته شده در نزدیکی دیوار(سوزاندن زباله، آتش‌سوزی وسایل نقلیه، آتش‌سوزی بوته‌ها).

۳-آتش سوزی در ساختمان مجاور[۱۷]

۳-روش تحقیق

این پژوهش به صورت کمی و کیفی انجام شده‌است. در ابتدا با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و اینترنتی، ادبیات پژوهش مورد مطالعه قرارگرفت. سپس برای کاهش خطا در تصمیم‌گیری از روش دلفی برای استفاده از نظرات مهندسان استفاده شد. برای این منظور ابتدا عناوین اصلی مؤثر بر موضوع پژوهش استخراج و کدگذاری شد و متغیرهای تأثیرگذار بر آسیب‌پذیری در

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

آتش استخراج شد. سپس به کمک این متغیرها، جدول هدف-محتوا تنظیم گردید. در مرحله‌ی بعد به کمک این جدول، پرسشنامه‌ای چهار گزینه‌ای(کاملاً موافقم، موافقم، مخالفم، کاملاً مخالفم با لحاظ نمره صفر برای کاملاً مخالفم و...و ۴ برای کاملاً موافقم) تدوین و در بین جامعهٔ مهندسان در دو مرحله توزیع گردید. در مرحلهٔ اول(۶۰ نفر) بعد از جمع‌آوری پاسخ‌ها، به کمک نرم‌افزار spss۲۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و درجه معناداری پرسشنامه بررسی شد و تعدادی از سوالات حذف گردید. سپس پرسشنامهٔ جدید در بین مهندسان(۷۲۰ نفر) توزیع گردید. پاسخ‌نامه‌ها، به کمک نرم‌افزار مورد تحلیل قرار گرفت و متغیرهای مؤثر بر کاهش آسیب‌پذیری از دیدگاه مهندسان استخراج گردید.

۳-۱- تجزیه و تحلیل

یکی از راه‌های پیدا کردن متغیرهای یک پدیده یا تلخیص داده‌ها، استفاده از روش تحلیل عاملی است[۲۵]. این روش، عمل تقلیل متغیرها به عوامل را از طریق گروه‌بندی متغیرهایی که با هم همبستگی متوسط یا نسبتاً زیادی دارند، انجام می‌دهد. در واقع این نوع تحلیل، تلخیص تعدُد متغیرها به عامل‌های محدودتر با کمترین میزان اتلاف اطلاعات می‌باشد. هدف دستیابی به ابعادی مستتر در مجموعه وسیعی از متغیرها است که به آسانی قابل رؤیت نمی‌باشند. این روش به محقق این امکان را می‌دهد که قابل قبول بودن مدل‌های نظری را در جامعه‌ای خاص با استفاده از داده‌های همبستگی، آزمایشی نماید[۲۵]. این نوع تحلیل عاملی به تحلیل عاملی نوع R معروف است . در این نوع تحلیل از ماتریس همبستگی استفاده می‌شود.

داده‌های گردآوری‌شده از پرسشنامه مهندسان در نرم‌افزار SPSS۲۶ پردازش شد و متغیرهای مؤثر بر کاهش آسیب‌پذیری شناسایی شدند. جدول ماتریس داده‌های چرخش داده‌شده(***جدول ۱-ماتریس داده‌های چرخش داده‌شده پرسشنامهٔ***)، نشان‌دهندهٔ ۱۶ متغیر است. برای معتبر بودن، هر متغیرها باید حداقل ۳ گویه داشته باشد. در مجموع ۸ متغیر معتبر شناسایی شد. گویه‌های با بار عاملی بزرگتر یا کوچکتر از ۰٫۳± به ترتیب در یک دسته قرار گرفته‌اند. بزرگتر بودن بار عاملی نشان دهنده معنادار بودن آن گویه می‌باشند.

جدول ۱-ماتریس داده‌های چرخش داده‌شده پرسشنامهٔ مهندسان

متغیر	مؤلفه							
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۴۹	۰٫۹۱۱	۰٫۱۵۸	۰٫۲۳۸	۰٫۱۱۹	۰٫۰۱۴-	۰٫۰۷۴-	۰٫۰۰۴-	۰٫۰۲۵-
۵۰	۰٫۹۰۹	۰٫۱۲۶	۰٫۲۱۲	۰٫۰۷۵	۰٫۰۰۶	۰٫۱۰۱-	۰٫۰۶۲	۰٫۰۰۳
۴۷	۰٫۸۵۲	۰٫۱۰۳	۰٫۲۸۸	۰٫۱۱۵	۰٫۰۲۵	۰٫۰۹۴	۰٫۱۵۳	۰٫۰۰۹-
۵۵	۰٫۸۱۲	۰٫۱۰۳	۰٫۰۱۶-	۰٫۰۸۹	۰٫۰۸۷-	۰٫۲۳۹	۰٫۲۴۷	۰٫۰۹۰
۴۶	۰٫۷۴۵	۰٫۱۱۳	۰٫۲۳۹	۰٫۱۲۳	۰٫۲۱۳-	۰٫۰۵۳	۰٫۱۴۷	۰٫۰۱۵-
۵۱	۰٫۷۳۶	۰٫۱۳۲	۰٫۱۸۳	۰٫۴۷۰	۰٫۲۴۳-	۰٫۰۲۶	۰٫۱۰۰	۰٫۰۸۳-
۴۸	۰٫۶۶۹	۰٫۴۴۶	۰٫۱۰۲-	۰٫۳۳۰	۰٫۰۱۸	۰٫۰۸۳-	۰٫۱۵۳	۰٫۰۵۹-
۵۹	۰٫۵۱۵	۰٫۰۲۳-	۰٫۴۲۸	۰٫۲۳۳	۰٫۰۳۵	۰٫۰۲۳-	۰٫۱۶۶	۰٫۰۲۶-
۶۷	۰٫۴۸۶	۰٫۲۳۶	۰٫۴۰۹	۰٫۱۸۰-	۰٫۰۳۳-	۰٫۰۴۱-	۰٫۱۵۰	۰٫۱۳۶-
۵۸	۰٫۴۸۳	۰٫۰۶۷	۰٫۱۷۷	۰٫۲۹۳-	۰٫۲۸۷	۰٫۴۱۸-	۰٫۳۰۴	۰٫۰۰۲
۵	۰٫۱۲۳	۰٫۹۴۱	۰٫۱۲۵	۰٫۰۴۸-	۰٫۱۵۲	۰٫۱۵۲	۰٫۰۸۰	۰٫۰۰۹-
۱۵	۰٫۱۲۳	۰٫۹۴۱	۰٫۱۲۵	۰٫۰۴۸-	۰٫۱۵۲	۰٫۱۵۲	۰٫۰۸۰	۰٫۰۰۹-
۲۵	۰٫۰۶۳	۰٫۸۷۳	۰٫۰۶۵	۰٫۲۱۶	۰٫۲۱۹	۰٫۰۱۹	۰٫۰۸۸	۰٫۰۸۱-
۱	۰٫۱۷۶	۰٫۸۳۲	۰٫۱۳۳	۰٫۰۸۹-	۰٫۱۹۲	۰٫۰۱۶-	۰٫۱۱۹-	۰٫۱۸۵
۳۸	۰٫۱۶۴	۰٫۶۳۷	۰٫۲۳۵	۰٫۱۳۸	۰٫۱۸۷	۰٫۵۸۶	۰٫۱۱۶	۰٫۱۵۰-

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

۴۲	۰,۲۲۹	۰,۵۸۲	۰,۱۸۱	۰,۱۰۶	۰,۳۰۰	۰,۳۶۲	۰,۰۴۷	۰,۱۴۳
۲۹	۰,۰۷۳-	۰,۵۷۰	۰,۱۴۶	۰,۲۰۴	۰,۱۰۴	۰,۰۹۵	۰,۳۰۶	۰,۰۳۸-
۶۲	۰,۲۷۹	۰,۵۵۲	۰,۴۰۶	۰,۱۳۳-	۰,۰۹۵-	۰,۱۹۱	۰,۰۶۸-	۰,۰۰۴
۶۹	۰,۴۵۱	۰,۵۱۲	۰,۰۶۲-	۰,۱۴۱-	۰,۳۸۲	۰,۰۷۳-	۰,۱۹۴-	۰,۱۴۴
۲۱	۰,۴۷۸	۰,۴۸۷	۰,۴۰۵	۰,۲۱۴-	۰,۲۳۴	۰,۱۶۶	۰,۱۱۷	۰,۰۳۱
۴۵	۰,۱۴۰	۰,۰۳۸	۰,۸۵۰	۰,۱۰۵	۰,۰۲۷-	۰,۱۷۱	۰,۱۷۳	۰,۰۱۴-
۴۴	۰,۱۶۳	۰,۳۰۸	۰,۸۰۷	۰,۰۸۲	۰,۰۲۰	۰,۱۹۹	۰,۱۸۰	۰,۰۱۵-
۲۲	۰,۳۱۹	۰,۰۷۷	۰,۷۹۱	۰,۱۲۶-	۰,۰۴۰-	۰,۰۷۸-	۰,۲۳۶-	۰,۰۹۵-
۲۳	۰,۲۷۲	۰,۲۲۵	۰,۷۸۶	۰,۰۵۹	۰,۰۱۵-	۰,۱۷۶	۰,۲۰۰-	۰,۰۵۱-
۴۰	۰,۱۷۳	۰,۵۸۹	۰,۶۵۰	۰,۱۴۵	۰,۰۳۵	۰,۰۹۵	۰,۱۰۵	۰,۱۰۱-
۶۶	۰,۰۱۹	۰,۵۱۴	۰,۶۳۴	۰,۰۲۷-	۰,۰۰۲	۰,۱۸۸-	۰,۱۰۷	۰,۰۷۲-
۶۳	۰,۱۰۶	۰,۱۰۶	۰,۵۲۰	۰,۱۴۹-	۰,۰۴۴	۰,۴۲۳	۰,۰۰۸	۰,۱۳۲
۶۴	۰,۲۶۶	۰,۲۰۳	۰,۵۰۹	۰,۱۴۷-	۰,۱۸۸-	۰,۲۸۸	۰,۱۱۵-	۰,۱۳۰-
۲۷	۰,۱۴۹	۰,۰۰۵	۰,۰۰۲-	۰,۹۵۵	۰,۰۰۲	۰,۰۳۱-	۰,۰۷۶	۰,۰۷۸-
۱۳	۰,۱۴۹	۰,۰۰۵	۰,۰۰۲-	۰,۹۵۵	۰,۰۰۲	۰,۰۳۱-	۰,۰۷۶	۰,۰۷۸-
۱۸	۰,۳۹۲	۰,۰۹۰-	۰,۱۱۱-	۰,۶۹۰	۰,۱۶۲	۰,۱۳۵-	۰,۰۸۷	۰,۰۸۵-
۴	۰,۰۵۸	۰,۰۲۳-	۰,۵۵۵	۰,۶۲۹	۰,۱۸۶-	۰,۲۱۳-	۰,۰۹۲-	۰,۰۶۷
۶۱	۰,۱۲۴	۰,۴۹۹	۰,۱۵۱	۰,۵۳۹	۰,۱۷۹	۰,۲۹۸	۰,۲۸۹	۰,۰۲۰-
۱۹	۰,۱۳۰	۰,۳۴۷	۰,۰۲۳	۰,۴۷۲	۰,۱۸۴	۰,۳۱۹	۰,۰۴۸	۰,۱۱۴
۳۵	۰,۱۱۲-	۰,۳۵۴	۰,۰۷۰-	۰,۱۳۵	۰,۸۴۸	۰,۰۳۹	۰,۱۲۸	۰,۰۲۴-
۳۷	۰,۰۰۷-	۰,۳۲۵	۰,۰۳۶-	۰,۱۲۹	۰,۸۴۵	۰,۲۰۳	۰,۰۹۹	۰,۰۵۳
۳۶	۰,۰۵۷-	۰,۳۱۶	۰,۰۳۵-	۰,۱۹۵-	۰,۸۲۵	۰,۲۰۹	۰,۰۷۱	۰,۰۷۸
۱۱	۰,۰۴۲-	۰,۰۹۷	۰,۰۲۸-	۰,۱۵۹	۰,۵۵۵	۰,۰۶۹-	۰,۲۱۵	۰,۴۱۹
۳۱	۰,۱۸۰	۰,۱۰۸	۰,۲۴۸	۰,۱۳۵-	۰,۱۰۷	۰,۸۱۳	۰,۰۳۲	۰,۰۷۷-
۳۴	۰,۰۲۷-	۰,۴۶۰	۰,۱۷۱	۰,۰۶۹-	۰,۳۲۰	۰,۷۱۵	۰,۱۰۹	۰,۰۳۷-
۳۲	۰,۱۵۴-	۰,۳۰۴	۰,۱۲۸-	۰,۰۸۶-	۰,۰۳۰	۰,۵۹۴	۰,۱۶۱-	۰,۱۶۵
۳۳	۰,۲۷۳-	۰,۲۰۴	۰,۱۷۹	۰,۰۶۵-	۰,۴۰۰	۰,۴۹۴	۰,۲۸۹	۰,۰۰۹-
۵۳	۰,۳۸۴	۰,۰۹۳	۰,۰۲۹-	۰,۰۸۴	۰,۱۷۵	۰,۱۳۰-	۰,۸۲۳	۰,۰۱۴-
۵۷	۰,۴۳۸	۰,۳۴۱	۰,۰۰۳	۰,۰۵۴	۰,۱۹۵	۰,۱۳۷	۰,۷۲۲	۰,۰۱۵
۵۶	۰,۴۹۷	۰,۰۲۸	۰,۰۰۸-	۰,۳۹۹	۰,۰۸۶	۰,۱۷۱	۰,۶۵۸	۰,۰۷۷
۵۴	۰,۵۹۰	۰,۰۵۳	۰,۰۵۳	۰,۰۴۳	۰,۰۵۵	۰,۱۴۳	۰,۶۱۴	۰,۰۷۹
۱۷	۰,۲۳۷-	۰,۰۵۰-	۰,۱۱۷	۰,۳۷۵	۰,۱۹۸	۰,۲۲۵-	۰,۳۷۸	۰,۲۰۴-
۷	۰,۱۸۸-	۰,۱۷۳-	۰,۱۷۷-	۰,۰۹۳-	۰,۰۱۰	۰,۱۱۱-	۰,۰۲۴	۰,۸۷۰
۲	۰,۱۱۵	۰,۳۸۷	۰,۰۱۱-	۰,۰۸۳-	۰,۱۸۱	۰,۱۴۰	۰,۱۱۴-	۰,۵۷۵
۴۳	۰,۳۹۷	۰,۴۶۸	۰,۰۰۹	۰,۰۳۱-	۰,۰۷۲	۰,۳۰۳	۰,۱۱۳	۰,۵۴۷
۶	۰,۱۴۱	۰,۲۳۰	۰,۰۸۴	۰,۰۹۷-	۰,۰۱۱	۰,۲۰۴-	۰,۲۸۴-	۰,۴۶۴
۲۰	۰,۴۱۸	۰,۰۸۹-	۰,۰۰۶-	۰,۲۹۷-	۰,۲۷۹	۰,۰۴۰	۰,۱۸۹	۰,۴۵۸

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

۳-۲-توصیف متغیرها

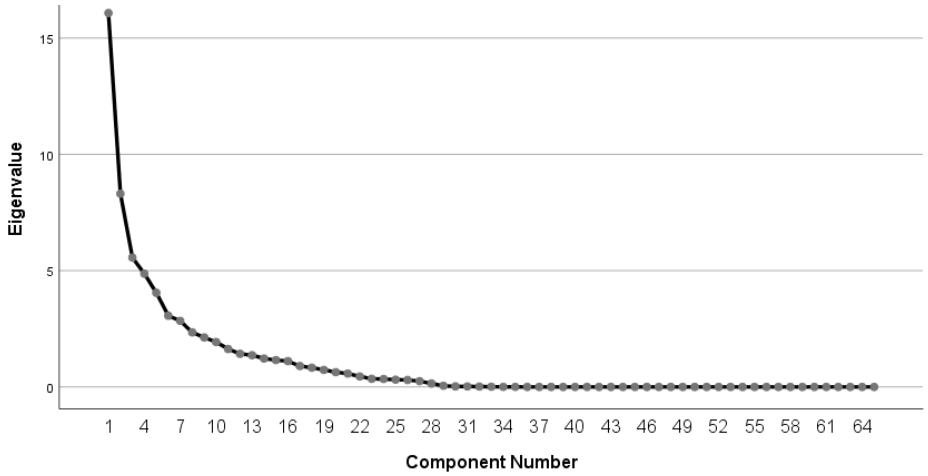
اطلاعات ***جدول ۲- واریانس داده‌ها*** و درصد تجمعی ۹۰،۸۸۵، نشان‌می‌دهد که بیش از ۹۰درصد پرسش شوندگان از روی اطلاع و دانش علمی و حدود ۹درصد افراد از روی اطلاعات شخصی به سوالات پاسخ داده‌اند. ۶۵،۱۳۴ درصد مهندسان به ۸ عامل اصلی از روی اطلاعات علمی پاسخ داده‌اند که نشان دهنده اعتبار قابل قبول برای این عوامل می‌باشد.

جدول ۲- واریانس داده‌ها پرسشنامهٔ مهندسان

ردیف	*مجموع مجذور بارهای استخراج شده قبل از چرخش*			*مجموع مجذور بارهای استخراج شده بعد از چرخش*		
	کل	*٪ واریانس*	*٪ مجموع*	*کل*	*٪ واریانس*	*٪ مجموع*
	۱۶،۰۷۸	۲۴،۷۳۵	۲۴،۷۳۵	۸،۵۳۵	۱۳،۱۳۱	۱۳،۱۳۱
	۸،۳۰۹	۱۲،۷۸۲	۳۷،۵۱۸	۸،۲۹۵	۱۲،۷۶۲	۲۵،۸۹۳
	۵،۵۶۱	۸،۵۵۶	۴۶،۰۷۳	۶،۱۷۱	۹،۴۹۴	۳۵،۳۸۷
	۴،۸۷۱	۷،۴۹۴	۵۳،۵۶۷	۵،۰۱۲	۷،۷۱۱	۴۳،۰۹۷
	۴،۰۴۹	۶،۲۲۹	۵۹،۷۹۶	۴،۲۶۰	۶،۵۵۵	۴۹،۶۵۲
	۳،۰۶۳	۴،۷۱۲	۶۴،۵۰۸	۴،۰۵۱	۶،۲۳۳	۵۵،۸۸۴
	۲،۸۴۰	۴،۳۷۰	۶۸،۸۷۸	۳،۴۷۶	۵،۳۴۸	۶۱،۲۳۲
	۲،۳۴۵	۳،۶۰۸	۷۲،۴۸۶	۲،۵۳۶	۳،۹۰۲	۶۵،۱۳۴
	۲،۱۳۰	۳،۲۷۶	۷۵،۷۶۲	۲،۳۴۹	۳،۶۱۵	۶۸،۷۴۹
۰	۱،۹۳۰	۲،۹۶۹	۷۸،۷۳۱	۲،۳۳۸	۳،۵۹۷	۷۲،۳۴۶
۱	۱،۶۳۰	۲،۵۰۷	۸۱،۲۳۸	۲،۲۳۲	۳،۴۳۴	۷۵،۷۸۰
۲	۱،۴۲۲	۲،۱۸۷	۸۳،۴۲۵	۲،۰۸۴	۳،۲۰۶	۷۸،۹۸۵
۳	۱،۳۶۵	۲،۱۰۰	۸۵،۵۲۵	۲،۰۷۲	۳،۱۸۸	۸۲،۱۷۳
۴	۱،۲۲۲	۱،۸۸۰	۸۷،۴۰۵	۲،۰۳۵	۳،۱۳۰	۸۵،۳۰۳
۵	۱،۱۵۳	۱،۷۷۴	۸۹،۱۷۸	۱،۹۲۸	۲،۹۶۶	۸۸،۲۶۹
۶	۱،۱۰۹	۱،۷۰۶	۹۰،۸۸۵	۱،۷۰۰	۲،۶۱۶	۹۰،۸۸۵

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

نمودار اسکری[1] نشان دهنده بار عاملی مؤلفه‌ها است. مطابق نمودار، متغیر اول به طرز قابل توجهی شاخص و دارای معنی می‌باشد. متغیر دوم تا هشتم با فاصله بعد از این متغیر قرار دارند. از متغیر شانزدهم در نمودار شکست حاصل شده‌است و متغیرها در یک سطح قرار دارند و قابل اعتنا نمی‌باشند.



نمودار ۱- نمودار اسکری، عوامل مؤثر بر کاهش آسیب‌پذیری در حریق در ساختمان

۳-۳-تعریف و نام‌گذاری متغیرها بر اساس تحلیل عامل اکتشافی *R*

با شناسایی متغیرها، مفاهیم هر متغیر متناسب با مفهوم گویه‌ها استخراج گردید. (***جدول ۳-نام‌گذاری*** **مفهومی طبقهٔ فکری مهندسان مبتنی بر تحلیل عامل اکتشافی *R*)** در نامگذاری، گویه‌هایی که بار عاملی بیشتری داشته‌اند (علی‌رغم وجود گویه‌های متنوع در هر دسته) تأثیرگذارتر بوده‌اند.

جدول ۳-نام‌گذاری مفهومی طبقهٔ فکری مهندسان مبتنی بر تحلیل عامل اکتشافی *R*

متغیر	***مفهوم اصلی***	***دیدگاه***	***شماره گویه***
مصالح مقاوم و اشتعال‌ناپذیر	استفاده از مصالح مقاوم در برابر حریق، مشارکت‌ناپذیر در آتش‌سوزی و محافظت از مصالح ضعیف و قابل اشتعال	اول	۴۹-۵۰-۴۷-۵۵-۴۶-۵۱-۴۸-۵۹-۶۷-۵۸
دسترسی‌پذیری(امداد و نجات و اطفا)	دسترسی مناسب برای نیروهای امداد و نجات و اطفا	دوم	۵-۱۵-۲۵-۱-۳۸-۴۲-۲۹-۶۲-۶۹-۲۱
نماهای مناسب و مسدود در برابر انتشار حریق	استفاده از موانع برای جلوگیری از انتشار حریق از طریق نما	سوم	۴۵-۴۴-۲۲-۲۳-۴۰-۶۶-۶۳-۶۴

[1] -Scree

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

متغیر	مفهوم اصلی	دیدگاه	شماره گویه
تخلیه‌پذیری و کاهش آسیب جانی	محافظت از ساکنین و مسیرهای خروج و استفاده از مسیرهای مناسب	چهارم	۴-۶۱-۱۹-۱۸-۱۳-۲۷
ساختار و فرم هندسی مناسب با دفع انتشار حریق	استفاده از ساختار و فرم هندسی مسدود کننده مسیر انتشار حریق	پنجم	۳۵-۳۷-۳۶-۱۱
عرصه‌بندی کالبدی مناسب با دفع انتشار حریق	عرصه‌بندی فضاهای داخلی برای کاهش سرایت حریق از فضاهای پر خطر و ممانعت از مسدود شدن مسیرهای خروج	ششم	۳۱-۳۴-۳۲-۳۳
ایزوله، مسدود و انتشار ناپذیر در حریق	بخش‌بندی و ایزوله نمودن فضاها برای ممانعت از انتشار حریق و دود	هفتم	۵۳-۵۷-۵۶-۱۷-۵۴
مکانیابی و وضعیت قرارگیری مناسب ساختمان	جلوگیری از انتشار حریق از عملکردهای پر خطر به مجموعه‌های مسکونی	هشتم	۷-۲-۴۳-۶-۲۰

۳-۳-۱-مصالح مقاوم در برابر حریق، مشارکت‌ناپذیر در اشتعال

تفسیر داده‌ها در متغیر اول تأکید بر استفاده از مصالح مقاوم در حریق و مشارکت‌ناپذیر در اشتعال می‌باشد. محافظت از مصالح قابل اشتعال و ضعیف نیز از آسیب‌پذیری می‌کاهد. فروریزش‌های ساختار در زمان آتش‌سوزی به دلیل از دست رفتن تاب تحمل نیروی در مصالح می‌باشد. استفاده از مصالح مقاوم در برابر حریق مانع از تخریب ساختار می‌گردد. مصالح اشتعال‌ناپذیر به دلیل شرکت نکردن در آتش‌سوزی(حذف یکی از اضلاع مثلث آتش)، امکان گسترش حریق و دود را نیز محدود می‌کنند. مفاهیم گویه‌های متغیر «مصالح مقاوم در برابر حریق، مشارکت ناپذیر در اشتعال» عبارتند از:

- تخریب‌ناپذیری و مقاومت در حریق
- مشارکت‌ناپذیری و اشتعال‌ناپذیری در آتش‌سوزی

دسترسی‌پذیری(امداد و نجات و اطفا)

تفسیر داده‌ها در متغیر دوم حاکی از آن است که دسترسی مناسب نیروهای امداد و نجات و اطفا، می‌تواند شرایط مقابله و کنترل حریق را فراهم آورد و امکان تخلیه سریع و ایمن ساکنین را میسر سازد و سبب کاهش صدمات آتش‌سوزی گردد. ویژگی‌هایی نظیر: عدم انتشار حریق از کاربری‌ها، ایجاد دسترسی مناسب شامل هندسه، ابعاد، نور، مصالح، مؤلفه‌های تأثیرگذار بر این متغیر می‌باشند .

مفهوم گویه‌های متغیر «دسترسی‌پذیری(امداد و نجات و اطفا)»عبارتند از:

- دسترسی مناسب برای نیروهای امداد و نجات و اطفا و تجهیزات آتش‌نشانی در بیرون و داخل بنا
- محافظت از دسترسی‌ها
- استفاده از مصالح مناسب در دسترسی‌های دسترسی

۳-۳-۲-نماهای مناسب و مسدود در برابر انتشار حریق

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

بررسی داده‌ها در متغیر سوم نشان می‌دهد امکان سرایت حریق از طریق نما به علت شرایط خاص مانند: محدودیت دسترسی، باد، جنس مصالح، هندسه، عدم وجود سیستم هشدار و اطفا، نماهای دو پوسته و ... چالشی جدی است. استفاده از مصالح مقاوم، استفاده از عایق در ترازهای مختلف نما و در مجاورت بازشوها، مسدود نمودن مسیر شعله و حرارت به کمک هندسه و فرم نما، استفاده از مصالح با تشعشع کم و .... از مؤلفه‌های تأثیرگذار در کاهش آسیب‌پذیری می‌باشند.

مفهوم گویه‌های متغیر «نماهای مناسب و مسدود در برابر انتشار حریق» عبارتند از:

- مسدود نمودن مسیر حریق
- هدایت شعله و دود و گازها به سمت تهویه و منبع ذخیره
- انحراف مسیر شعله
- کاهش سطح تماس شعله با سطوح همجوار
- پوشش‌های مقاوم در برابر آتش
- **مصالحی که در هنگام حریق انرژی تابشی کمتری ساطع می‌کنند**

۳-۳-۳-تخلیه‌پذیری و کاهش آسیب جانی

بررسی متغیر چهارم بیانگر این موضوع می‌باشد که تخلیه سریع و ایمن ساکنین و کاهش آسیب جانی در گرو بهبود عملکرد متغیرهای زیر می‌باشد:

خروجی‌های مناسب از نظر ابعاد و طرح متناسب با بار جمعیت و پیش‌بینی طبقه‌های سرد با دسترسی مستقل، می‌تواند ساکنین را در آتش‌سوزی محافظت نماید. رؤیت روزانه مسیرهای خروج، با خاطره‌سازی و یادآوری سریع، ساکنین را به سمت این مسیرها در مواقع خطر هدایت می‌نماید. هندسه مسیر و نور کافی در مسیرهای خروج، مؤلفه تإثیرگذار بعدی در این مقوله می‌باشد. محافظت از دسترسی خروج و استفاده از مصالح عایق و یا عایق نمودن مصالح قابل اشتعال نیز مؤثر در کاهش آسیب جانی در امر تخلیه ایمن ساکنین می‌باشد.

مفهوم گویه‌های متغیر «تخلیه‌پذیری و کاهش آسیب جانی» عباتند از:

- ویژگی‌هایی که بتواند از دسترسی‌های خروجی محافظت کند
- ویژگی‌هایی که بتواند از افراد در مسیر خروج محافظت کند
- ویژگی‌هایی که مسیر خروج را متناسب با شرایط ساکنین قابل استفاده نماید
- ویژگی‌هایی که بتواند دسترسی خروج را برای ساکنین قابل رؤیت نماید
- ویژگی مکان‌های امن و مسیرهای دسترسی به آنها
- ویژگی مصالح مورد استفاده در مسیرهای خروج و مکان‌های امن
-

۳-۳-۴-ساختار و فرم هندسی مناسب با دفع انتشار حریق

بررسی متغیر پنجم نشان می‌دهد که فرم‌ها در انتشار و یا ممانعت از انتشار حریق مؤثر هستند. پیش‌آمدگی‌ها، تورفتگی‌ها و سرکش‌ها، مسیر حریق را مسدود می‌کنند و فرم‌های □ ,L, O, U, V شکل می‌توانند پدیده دودکش را تشدید نموده و انتشار حریق را گسترش دهند.

مفهوم گویه‌های متغیر «ساختار و فرم هندسی مناسب با دفع انتشار حریق» عبارتند از:

- عدم استفاده از هندسه و فرم‌هایی که سبب انتشار دود و حریق می‌شوند
- استفاده از هندسه، فرم و راهبردهای مسدود کنندهٔ مسیر شعله و دود

۳-۳-۵-عرصه‌بندی کالبدی مناسب با عدم انتشار حریق

بررسی متغیر ششم نشان می‌دهد که عرصه‌بندی و جانمایی فضاها بگونه‌ای که فضاهای با خطر نسبی کم مانند سرویس‌های بهداشتی، در مجاور مسیرهای خروج و فضاهای با خطر نسبی بالا مانند آشپزخانه، در مجاورت بدنه‌های خارجی و

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

فضاهایی مانند هال و پذیرایی و خواب‌ها در حدفاصل فضاهای پرخطر و کم خطر قرار گیرند، بر کاهش آسیب‌پذیری در زمان آتش‌سوزی مؤثر است.

جانمایی فضاهای پر خطر در جدارهٔ بیرونی بنا و کم خطر در جداره‌های داخلی و مجاور مسیرهای خروج بیشترین تأثیر را بر روی این عامل داشته‌اند.

مفهوم گویه‌های متغیر «عرصه‌بندی کالبدی مناسب با عدم انتشار حریق»

•ویژگی‌هایی در طرح که مانع از انتشار حریق عرصه‌های مختلف به همدیگر می‌گردد.

۳-۳-۶-ایزوله، مسدود و انتشارناپذیر در حریق

بررسی متغیر هفتم نشان می‌دهد که بخش‌بندی و جداسازی فضاها و یا مصالح موجود در ساختار از حریق، عاملی در جهت کاهش صدمات است. ایزوله نمودن و جداسازی بخش‌های مختلف ساختمان در جهات افقی و عمودی متناسب با شدت و امکان انتشار حریق و دود برای ممانعت از انتشار حریق و محصولات آتش، در کاهش آسیب‌پذیری مؤثر می‌باشد. همچنین ایجاد محافظ بر روی مصالح قابل اشتعال و یا سست و جداسازی آنها از شعله و حرارت به کمک مصالح مقاوم‌تر، عایق‌ها، مواد نانو و ... می‌تواند در کاهش آسیب‌پذیری مؤثر باشد.

گویهٔ بخش‌بندی ساختمان با بار عاملی ۰,۸۲۳ بیشترین تأثیر را در این متغیر دارد.

مفهوم گویه‌های متغیر «ایزوله، مسدود و انتشار ناپذیر در حریق» :

ویژگی‌هایی در طرح که فضاهای ایزوله و مسدود بوجود می‌آورد و با محدود و محصور نمودن آتش و دود، کنترل و اطفا آتش را آسانتر می‌نمایند.

۳-۳-۷-مکانیابی و وضعیت قرارگیری مناسب ساختمان

این عامل نشان می‌دهد که نحوهٔ جانمایی و وضعیت قرارگیری ساختمان عاملی مؤثر بر کاهش آسیب‌پذیری در حریق است. همچنین متغیرهای مؤثر در این عامل از نظر پرسش شوندگان عبارتند از: تفکیک کاربری‌های دارای خطر حریق از فضاهای مسکونی، جانمایی ساختمان متناسب با باد غالب، تنظیم فاصله ساختمان‌ها متناسب با ارتفاع آنها و پیش‌بینی دسترسی برای نیروهای امداد و نجات و اطفا در زمان حریق در بین بلوک‌های ساختمانی.

متغیر تفکیک و فاصله گذاری ساختمان‌ها در سایت پلان متناسب با خطر آتش‌سوزی با بار عاملی ۰,۸۷۰، بیشترین تأثیر را در این عامل دارد. و بعد از آن توجه به باد غالب در مکانیابی و وضعیت قرارگیری ساختمان قرار دارد.

مفهوم گویه‌های متغیر«مکانیابی و وضعیت قرارگیری مناسب ساختمان»:

•توجه به ویژگی‌هایی که انتشار حریق و دود را محدود نمایند و کنترل و اطفا آتش را آسان نماید و شرایط حضور نیروهای آتشنشانی و تخلیهٔ ساکنین را تسهیل کنند.

۴-طراحی مدل

۴-۱-مدل اولیه

حیطه‌بندی متغیرها این امکان را به وجود می‌آورد که بتوان به واسطه ماهیت آن‌ها مسیر میان آنها را پیش‌بینی نمود و با توجه به مسیر، مدل نهایی پژوهش را پیش‌بینی و طراحی کرد. لذا با توجه به اطلاعات حاصل از تحلیل مسیر و با توجه به نقش پیش‌بینی‌کنندهٔ متغیرها به عنوان متغیرهای مستقل و میانجیگر و میزان اثر مستقیم و غیرمستقیم آنها بر متغیر وابسته، مدل اولیهٔ پژوهش(نمودار ۴-۱۰) ترسیم شده‌است. این مدل نشان دهندهٔ پنج حوزه اولیه مرتبط با کاهش آسیب‌پذیری مؤثر هستند.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

نمودار۲- حوزه‌های اولیه برای مدل‌سازی مؤلفه‌های مرتبط با کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در حریق

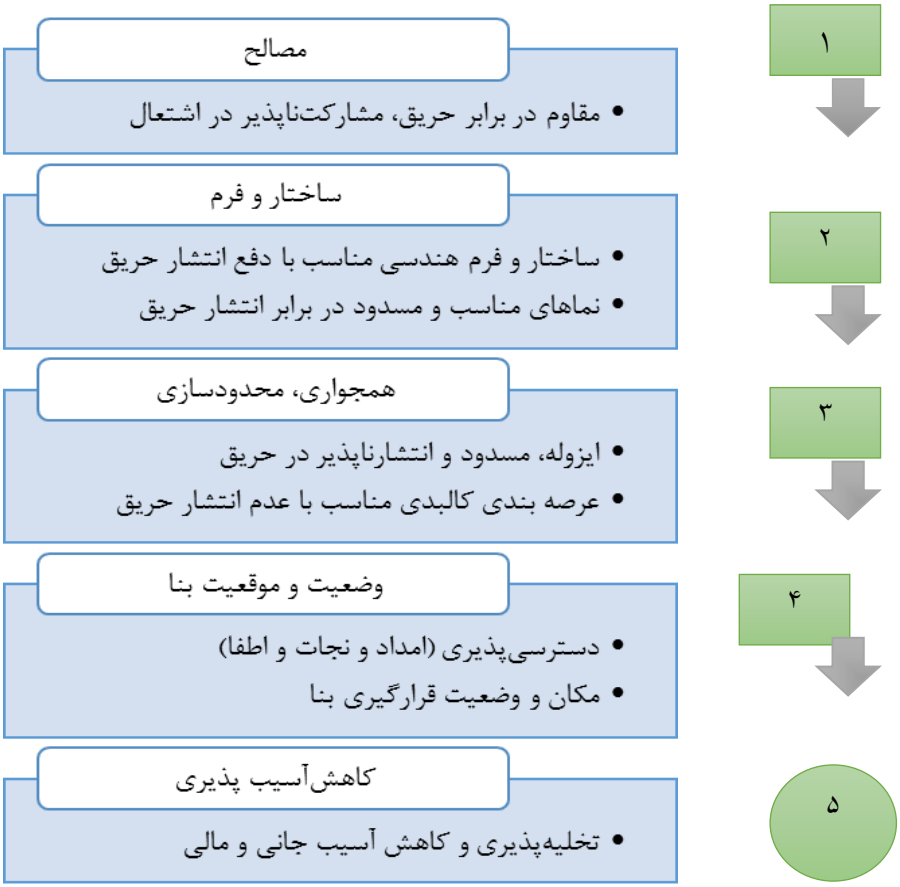
۴-۲-مدل نهایی

سؤال اصلی در مدل‌یابی پژوهش، نحوهٔ تأثیرات متقابل متغیرها بر همدیگر است. بر این اساس به اطلاعات حاصل از تحلیل مسیر و مدل اولیه توجه می‌شود. داده‌ها نشان می‌دهد که مدل از نوع پیش رونده است و روابط از نوع تابعی هستند و تأثیرات متغیرها بر روی همدیگر به نحوهٔ قرارگیری آنها در کنار یکدیگر مربوط است. بر اساس مدل برازش شده، چگونگی تأثیر متغیرهای اکتشافی بر کاهش آسیب‌پذیری را می‌توان با سؤالات زیر بیان کرد :

الف-هر یک از متغیرهای اکتشافی بر چه متغیرهایی اثر دارند و از چه متغیرهایی تأثیر می‌پذیرند؟

ب- تأثیر(مستقیم، غیر مستقیم، استاندارد و غیر استاندارد) به چه میزان می‌باشد؟

پ- نحوه تأثیرگذاری متغیرها بر کاهش آسیب‌پذیری به چه شکل است؟ پاسخ به این سؤالات بر اساس نتایجی که در تحلیل مدل به دست آمده‌است تدوین می‌گردد.



نمودار۳- جانمایی متغیرها در مدل کاهش آسیب‌پذیری در ساختمان‌های مسکونی بلندمرتبه از دیدگاه مهندسان

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

۹-یافته‌ها

نتایج پژوهش نشان داد از دیدگاه مهندسان، کاهش صدمات جانی و مالی در آتش نیازمند ارائهٔ راهکارهایی است که از مرحلهٔ طراحی شروع می‌شود و تا نهایت عمر و بهره‌برداری ساختمان تداوم می‌یابد. اولین مرحله در این فرآیند مکانیابی بنا می‌باشد. مرحلهٔ بعدی وضعیت قرارگیری و نحوهٔ استقرار ساختمان نسبت به مسیرهای دسترسی و باد غالب و همجواری‌ها می‌باشد. مرحلهٔ بعدی نحوهٔ دسترسی به ساختمان و انجام عملیات امداد و نجات و اطفا می‌باشد. مرحلهٔ بعدی طراحی معماری بنا شامل نحوهٔ عرصه‌بندی فضاها، مسیرهای خروج، هندسه و فرم بنا، حریم‌بندی تأسیسات و نماها می‌باشد. مرحلهٔ بعدی نیز به مصالح و تکنولوژی‌های ساخت و دیتایل‌های اجرایی اختصاص دارد.

بر اساس نتایج مؤلفه‌های معماری اگر بتوانند از بروز آتش و گسترش آن جلوگیری کنند و شرایط مناسب را برای خروج ساکنین و دسترسی واحدهای آتشنشانی فراهم نمایند و در برابر آتش مقاومت کنند و از گسترش حریق و انتشار دود بکاهند، قادر خواهند بود آسیب به ساکنین و ساختار را کاهش دهند و سبب کاهش آسیب‌پذیری جانی و مالی در حریق شوند. برای رسیدن به اهداف فوق لازم است که راهبردهایی در حیطه‌های مختلف ساختمان بکار گرفته‌شود.

۹-۱-مکانیابی و وضعیت قرارگیری بنا

مکانیابی بنا مؤلفه‌ای است که امکان دسترسی مناسب واحدهای آتشنشانی و تخلیهٔ ساکنین را فراهم می‌نماید و مانع از گسترش آتش و انتشار دود می‌گردد.

الف-دسترسی‌پذیری (امداد و نجات و اطفا)

حوادث آتش‌سوزی سال‌های اخیر نشان داده‌است که ساختمان‌های مسکونی بلندمرتبه در بحث دسترسی‌ها دارای چالش اساسی هستند. گسترش آتش و اندازهٔ آن با زمان رابطهٔ مستقیم دارد. به همین دلیل هر دقیقه در آتش‌سوزی مهم است و هرگونه تاخیر، بر زمان پاسخگویی خواهد افزود. در صورت مقابله با آتش در دقایق اولیه، احتمال موفقیت عملیات بسیار بیشتر است. بنابراین واحدهای آتشنشان هر چه زودتر وارد عملیات شوند، سریعتر می‌توانند آتش را سرکوب و کنترل نمایند و عملیات نجات را انجام دهند. طرح سایت، دسترسی‌ها، وضعیت قرارگیری ساختمان و ... باید شرایط حضور سریع و ایمن نیروها و تجهیزات امداد و نجات و اطفا به اطراف و داخل ساختمان را فراهم نماید و نیروها و تجهیزات آتشنشانی بتوانند براحتی در کنار ساختمان مستقر شوند و یا به محل بحران در داخل ساختمان منتقل شوند و عملیات خود را در امنیت و براحتی انجام دهند. هر مانع و مسأله‌ای که بتواند سبب تأخیر حضور و یا عملیات شود باید رفع گردد.

ب-تخلیه و فرار

مهمترین هدف ایمنی در آتش‌سوزی، کاهش آسیب جانی است. در حوادث آتش‌سوزی، ساکنین باید بتوانند به صورت ایمن و به سرعت به مکان امن در داخل و یا خارج از بنا منتقل شوند. خروجی‌ها و مسیرهای دسترسی وظیفهٔ تخلیه و پناهگاه‌ها وظیفهٔ محافظت از ساکنین را بر عهده دارند. برای تخلیه، کوتاه‌ترین و امن‌ترین مسیری که در سریعترین زمان ممکن ساکنین را به یک مکان امن هدایت نماید اهمیت ویژه‌ای دارد. راهروهای نزدیک جداره‌ها و جداره‌های ساختمان، باید بگونه‌ای طراحی شوند که بتوان از آنها برای تخلیهٔ افراد استفاده نمود.

پ-گسترش آتش

مکانیابی باید بگونه‌ای باشد که در صورت آتش‌سوزی، آتش نتواند به فضاها و ساختمان‌های اطراف سرایت نماید و دود آن سبب آسیب گردد. بنابراین علاوم بر همجواری‌ها، باد غالب و شدت آن نیز در طراحی در در نظر گرفته شود.

۹-۲-طرح معماری بنا

از آنجا که بخش قابل توجهی از آسیب‌ها در آتش‌سوزی به دلیل طرح معماری بنا می‌باشد، لذا در زمان طراحی ساختمان باید بگونه‌ای طراحی شود که:

- ساختار در برابر آتش مقاوم باشد و ریزش نکند.
- ساکنین یا در امنیت باشند و یا در امنیت بتوانند به مکان امن و یا خارج ساختمان منتقل شوند.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

- شرایط لازم جهت دسترسی نیروهای امدادی و آتش نشانی فراهم باشد.
- از گسترش آتش و انتشار دود جلوگیری شود.

۹-۲-۱-محدودسازی و محصورسازی

محدودسازی و محصورسازی آتش و دود مطمئن‌ترین راه کاهش آسیب است. زونبندی عملکردی، عرصه‌بندی کالبدی و بخش‌بندی ساختمان به مناطق ایزوله و نفوذناپذیر راه‌های محدودسازی و محصورسازی آتش برای کاهش آسیب می‌باشد.

برای زونبندی و عرصه‌بندی لازم است کانون‌های خطر شناسایی شوند و سپس طراحی صورت پذیرد. همچنین برای موفقیت در محدود نمودن آسیب در آتش‌سوزی، بخش‌بندی باید ساختمان را به مناطق غیرقابل نفوذ از طرف کف، سقف و دیوارها تبدیل نماید. بخش‌بندی باید متناسب با شدت خطر و صدمات احتمالی آتش‌سوزی و دود انجام شود. همچنین بخش‌بندی باید با اولویت گریز و پناه، تخلیه و نجات، اطفا و سرکوب و کنترل حریق، انجام شود. به همین منظور مسیرهای خروج و راه‌های ارتباطی در اولویت قرار دارند و باید در برابر آتش و دود نفوذناپذیر باشند.

در مبحث محدودسازی و حریم‌بندی، نحوهٔ جلوگیری از آسیب از طریق تأسیسات مکانیکی و برقی نیز باید در نظر گرفته شود. برای این منظور کانال‌های تأسیساتی باید کاملاً ایزوله باشند.

۹-۲-۲-ساختار و فرم هندسی

فرم و هندسه نقش مهمی در توسعه و یا مهار آتش‌سوزی دارد. برخی از فرم‌ها و احجام قادر هستند مسیر حرکت شعله و حررات را مسدود و یا منحرف کنند. این فرم‌ها در نقش مانع از تماس شعله و حرارت با عناصر آسیب‌پذیر می‌کاهد. این ویژگی مانع از افزایش دمای مصالح شده و از اشتعال آنها جلوگیری می‌کند. در واقع مانع از تأمین سوخت برای آتش و تداوم آتش‌سوزی می‌گردد. این خصوصیت از مصالح سست و آسیب‌پذیر در حریق نیز محافظت می‌نماید و از تخریب و تغییر شکل آنها جلوگیری می‌کند.

برخلاف فرم‌های مسدود و منحرف کنندهٔ مسیر آتش، بعضی از فرم‌ها سبب گسترش آتش‌سوزی و یا انتشار دود می‌شوند و آتش‌سوزی و دود را به سرعت به فضاها و طبقات دیگر منتقل می‌کنند. برخی از فرم‌های مورد توجه در معماری امروز مانند آتریوم، نورگیرهای بزرگ، شکستگی‌های L و U و O و □ شکل و ... جزو این دسته هستند و مانند یک دودکش بزرگ، به سرعت آتش و محصولات آن را به مناطق دیگر انتشار می‌دهند. هر چند استفاده از این فرم‌ها ممکن است دارای مزایایی باشد و استفاده از آنها اجتناب‌ناپذیر، اما استفاده از آنها نیاز به راهکار مناسب دارد. برخی از فرم‌ها و هندسه‌ها دارای ویژگی هستند که قادر است امواج را مانند یک آینهٔ محدب به اطراف بتابانند. این ویژگی می‌تواند انرژی حرارتی حاصل از آتش‌سوزی و مواد داغ و حتی انرژی خورشید را بر اجسام اطراف متمرکز کرده و بتابانند. این مسأله بدون تماس فیزیکی و علی‌رغم وجود فاصله می‌تواند دمای مصالح در ساختمان‌های مجاور، مبلمان شهری، بوته‌ها و عناصر موجود در سایت را تا مرحلهٔ اشتعال و تغییر شکل بالا ببرد و سبب بروز حریق و یا گسترش آتش‌سوزی گردد. در مقابل فرم‌هایی نیز هستند که انرژی حرارتی را پخش نموده و یا مانند یک آینهٔ مقعر امواج را می‌پراکنند و احتمال افزایش دما را کاهش می‌دهند.

هندسه و فرم ساختمان باید بگونه‌ای باشد که سرایت آتش و انتشار دود بواسطهٔ هندسه و فرم ساختمان نه تنها میسر نیاشد، بلکه از سرایت حریق و انتشار دود نیز جلوگیری شود.

۹-۲-۳-نما

حوادث فاجعه‌بار سال‌های اخیر نشان داد آتش می‌تواند از طریق نما به سرعت از یک طبقه به طبقه دیگر، از داخل به خارج و یا از خارج به داخل سرایت کند و با یک پدیدهٔ دومینو مانند به ساختمان‌های اطراف و یا کاربری‌های مجاور گسترش یابد. مصالح قابل اشتعال و تخریب‌پذیر، جزئیات اجرایی، دسترسی دشوار، وزش باد، هندسهٔ بنا، نبود سیستم هشدار و مقابله و ...، انتشار حریق از طریق نما را به چالش بزرگی در ساختمان‌های مسکونی بلندمرتبه تبدیل نموده‌است.

صرفه‌جویی در مصرف انرژی و استقبال از برخی ویژگی‌های جدید در معماری سبب استفاده از نماهای دوجداره، شیشه‌ای، متحرک و ... شده‌است. خصوصیات و جزئیات اجرایی این نماها و مصالح مصرفی در آنها به عاملی برای گسترش حریق،

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

تولید دود و انتشار آنها تبدیل شده‌است. برخی از مصالح مصرفی قابلیت اشتعال دارند و برخی نیز در برابر حریق تخریب می‌شوند و مانع مطمئنی در برابر گسترش حریق نیستند. فضای خالی بین پوستهٔ بیرونی و داخلی در نماهای دوجداره سبب ایجاد پدیدهٔ دودکش شده و به سرعت آتش را به بخش‌های بالاتر گسترش می‌دهد. راهبردهای نما باید قادر باشد سرایت آتش و دود از طریق نماهای دوپوسته را محدود نماید. نماها و جداره‌های ساختمان می‌توانند به عنوان بخشی از مسیر خروج مورد استفاده قرارگیرند. نماهای قابل اشتعال و تخریب‌پذیر عملیات تخلیه و نجات و اطفا را با مشکل مواجه می‌کند. فروریزش مصالح مشتعل و داغ می تواند مسیرهای اطراف ساختمان را مسدود نماید. طرح نما باید قادر باشد مسیرهای دسترسی و تخلیهٔ مناسبی فراهم آورد و از ریزش مصالح داغ و مذاب بر روی خروجی‌ها و مسیرهای دسترسی جلوگیری نماید. بازشوهای موجود در نما به عنوان بخشی از مسیر دسترسی می‌توانند شرایط تخلیهٔ ساکنین و حضور نیروها و تجهیزات امداد و نجات و اطفا را فراهم آورند. آنها ضعیف‌ترین بخش نما در آتش‌سوزی هستند و نیاز به محافظت دارند. مصالح مورد استفاده در آنها می‌تواند تخریب شود و یا در اثر حرارت مشتعل گردد و آتش‌سوزی از طریق بازشوها به داخل و یا خارج از ساختمان سرایت نماید. هندسه و ابعاد بازشوها در شکل شعله و ارتفاع آن و در نتیجه گسترش و یا کنترل آتش‌سوزی و کاهش آسیب‌پذیری مؤثر است. محافظت از بازشوها و عناصر مجاور باید بگونه‌ای باشد که با سدنمودن مسیر شعله و حرارت از سطح تماس شعله و حرارت با مصالح آسیب‌پذیر بکاهد و بگونه‌ای باشد که از تخلیه ساکنین و حضور نیروها و تجهیزات امداد و نجات حمایت نماید.

طرح نما باید برای چالش‌های فوق راه‌حل ارائه نماید، بگونه‌ای که مسیر شعله را مسدود و یا منحرف نماید و یا از سطح تماس آن با اجزای آسیب‌پذیر بکاهد و آتش‌سوزی بواسطهٔ مصالح اشتعال‌پذیر، تابش و یا اجزای مشتعل پرنده گسترش نیابد و امکان تخلیهٔ ساکنین و حضور نیروهای امداد و نجات فراهم باشد.

۹-۲-۴-مصالح

مصالح مصرفی در ساختمان باید بگونه‌ای باشد که:

- در آتش‌سوزی مشارکت نکنند و مشتعل نشوند و دود و گاز سمی تولید نکنند.
- جزئیات اجرایی شرایط را برای گسترش آتش و انتشار دود فراهم نکند.
- در اعضای باربر تاب تحمل نیرو در حریق کاهش نیابد. و راهکار مناسب برای محافظت از سازه اندیشیده شود.
- خصوصیات مصالح بگونه‌ای نباشد که در آتش‌سوزی ایجاد شراره و مواد مشتعل و مذاب شناور در فضا نماید.
- ساطع شدن حرارت از مصالح در آتش‌سوزی به اندازه‌ای نباشد که سبب آسیب به مصالح دیگر و یا آتش‌سوزی گردد.
- جذب انرژی بگونه‌ای نباشد که بالا رفتن دما در مصالح سبب تخریب و یا آتش‌سوزی‌گردد. استفاده از مصالحی که گرمای جذب شده را به سرعت پس بدهند از آسیب‌پذیری می‌کاهد.

۱۰- نتیجه گیری

بررسی‌ها نشان داد بخش عمده‌ای از آسیب‌هایی که در حریق به مردم و ساختمان‌ها وارد می‌شود با معماری بناها مرتبط است که در وهلهٔ اول آن مکان بنا و وضعیت قرارگیری آن قرار دارد. مکان نامناسب بنا عاملی است که در زمان حریق، گریز و پناه و امداد و نجات و همچنین اطفا حریق را با مشکل مواجه می‌کند و نحوهٔ قرارگیری آن در سایت سبب گسترش آتش در اطراف بنا گشته و باعث افزایش خسارات جانی و مالی می‌گردد. تحقیقات نشان داد طراحی معماری نامناسب بنا، مشکلاتی را در آتش‌سوزی در فضاهای گردشی، مسیرهای خروج و دسترسی‌ها و تناسبات آنها ایجاد می‌نماید و در همجواری‌ها و ارتباط بین فضاها و ارتباط با بیرون، شدت بحران در زمان حریق را افزایش می‌دهد و شرایط را برای گسترش آتش و دود فراهم می‌نماید و تبدیل به مانعی برای تخلیهٔ ساکنین و عملیات امداد و نجات و اطفا می‌شود و به صورت تصاعدی سبب افزایش آسیب جانی و مالی می‌گردد. در وهلهٔ سوم مصالح بکاربرده شده در ساختمان می‌باشد که انتخاب نامناسب و جزئیات اجرایی و کاربرد نامناسب آنها باعث آسیب‌پذیری می‌گردد. مصالح نامناسب و اشتعال‌پذیر سبب افزایش بار آتش و تشدید آتش‌سوزی و گسترش آن و تولید دود و گازهای سمی می‌گردند و آسیب‌پذیری را به شدت افزایش می‌دهند.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

مراجع

[1] Chow, W.K. 2006, FIRE SAFETY PROVISIONS FOR SUPERTALL BUILDINGS, International Journal on Architectural Science, Volume 7, Number 2, p.57-60, 2006.

[2] https://www.fardanews.com بخش-فیلم-عکس-خبری-۵۴۱۵۳۹/۱۰۳-تصاویر-آتش-سوزی-برج-سلمان-مشهد

[3] https://www.Rnz.co.nz/news/world/344052/final-grenfell-tower-death-toll-71

[4] Nguyen KTQ, Weerasinghe P, Mendis P, Ngo T, Barnett J, Performance of modern building facades in fire: a comprehensive review, Electronic Journal of Structural Engineering 2016; 16: 69-86

[5] Vukadinović. A, Radosavljević. J, Djordjević. A, Protić. M Ristić. D, 2016, Fire Safety of Exterior Façade Materials and Systems for Energy Efficiency of Buildings, Conference: Požární ochrana 2016At: 708 33 Ostrava - Poruba Česká republika

[6] Dhima, D. Gaillard, J.M. 2015, Experimental Study of the Fire Behaviour of Wooden Facades, Fire Science and Technology 2015, DOI 10.1007/978-981-10-0376-9_19.

[7] https://www.Nbcnews.com/id/wbna14006953

[8] Hansen, N.D. Steffensen, F.B. Valkvist, M. Jomaas, Van Coile d G. R., 2018, A fire risk assessment model for residential high-rises with a single stairwell, Fire Safety Journal 95 (2018) 160–169.

[9] White, N, Delichatsios, M, 2015, Fire Hazards of Exterior Wall Assemblies Containing Combustible Components, SpringerBriefs in Fire (BRIEFSFIRE)

[10] Wang, Y., Wang, Q., Su, Y., Sun, J., He, L., and Liew, K.(2017). "Experimental study on fire response of double glazed panels in curtain walls." Fire Safety Journal, 92,53-63.

[11] Chow C. L. Chow, W. K. 2009, Fire safety aspects of refuge floors in supertall buildings with computational fluid dynamics, Journal of Civil Engineering and Management Impact Factor, 15(3): 225–236.

[12] Ni, Z., Lu, S., and Peng, L. (2012). "Experimental study on fire performance of double-skin glass facades." Journal of fire sciences, 30(5), 457-472

[13] Gao, R., Fang, Z., Li, A., Shi, C., and Che, L. (2017). "Estimation of building ventilation on the heat release rate of fire in a room." Applied Thermal Engineering, 121, 1111-1116.

[14] Hu, L., Hu, K., Ren, F., and Sun, X. (2017). "Facade flame height ejected from an opening of fire compartment under external wind." Fire Safety Journal, 92, 151-158.

[15] Chen, Z., Satoh, K., Wen, J., Huo, R., and Hu, L. (2009). "Burning behavior of two adjacent pool fires behind a building in a cross-wind." Fire Safety Journal, 44(7), 989-996.

[16] https://Nypost.com/2022/09/16/massive-fire-in-changsha-china-engulfs-office-building.

[17]Oleszkiewicz. I, 1990. Fire Exposure to Exterior Walls and Flame Spread on Combustible Cladding, Fire Technology 26(4), p. 357.

[18] Yan, W., Jiang, L., An, W., Zhou, Y., and Sun, J. (2017). "Large scale experimental study on the fire hazard of buildings' U-shape façade wall geometry." Journal of Civil Engineering and Management, 23(4), 455-463

[19] https://hamgardi.com/fa/Place/8094-برج-تجاری-اداری-سلمان

[20] https://www.tasnimnews.com/fa/news/1395/04/21/1126533/ سوزی-برج-سلمان-مشهد-از-نمای-درونی-فیلم آتش

[21] Tang, F., Hu, L., Qiu, Z., Zhang, X., and Lu, K. (2015). "Window ejected flame height and heat flux along facade with air entrainment constraint by a sloping facing wall." Fire Safety Journal, 71, 248-256

[22] https://diyarmirza.ir/1395/04/آتش-سوزی-برج-طاووس-منطقه-آزاد-انزلی-مجر

[23] Chow, W., Hung, W., Gao, Y., Zou, G., and Dong, H. (2007). "Experimental study on smoke movement leading to glass damages in double-skinned façade." Construction and Building Materials, 21(3), 556-566.

[24] https://www.Cbc.ca/news/canada/british-columbia/vancouver-highrise-fire-1.6061790

[25] Sarmad, Bazargan, A., & Hijazi, E. (1394). Research methods in behavioral sciences. Tehran: Aghaz.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

چکیده انگلیسی:

The architectural components of the building facade that are effective in reducing energy loss in the building in line with reducing vulnerability during fire.

Mahmood Dehnavi[1], Seyed Bagher Hosseini[2*], Mahnaz Mahmoodi Zarandi[3]

1-PhD Student, Department of Architecture, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. M_dehnavi@hotmail.com

*2-Associate Professor, Faculty of Architecture and Urban Planning,University of Science and Technology, Tehran, Invited by Islamic Azad University, North. Hosseini@iust.ac.ir

3-Associate Professor, Department of Architecture, North TehranBranch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. M_mahmoodi@iau-tnb.ac.ir

Received: June 2023 Accepted: September 2023

Abstract

The increase in air pollution and the production of greenhouse gases and the reduction of fossil fuel sources and the increase in costs and the need to reduce energy consumption, cause the use of new materials and insulation and the invention of new methods and specific implementation details (double-layer facades and curtains, etc.) in different sectors. The building has become a facade of buildings. Most of these technologies and innovations and insulating materials are used in the facade of buildings. Investigations showed that many of these materials and innovations have the potential of igniting and spreading fire and releasing smoke and toxic gases, such that a significant part of the many human and financial damages that are caused to people and buildings in fires on a daily basis are affected by These are the materials, innovations, and implementation technologies. The current research intends to reduce the knowledge gap and the lack of theoretical and experimental studies in this field, and to reduce the weakness of life and financial damages with the help of architectural principles and components, solutions to control and limit fire and the emission of smoke and toxic gases and protect people. and provide property. The research method has been exploratory up to the stage of building the tool in order to extract the factors affecting the vulnerability of the facade of the building in fire. The research method was a combination of quantitative and qualitative methods. Part of the research has also been done with the Delphi method. The statistical population in the Delphi department was engineers of the engineering system organization from all over the country. The results have been analyzed with the help of the R factor, and the most effective factors on reducing fire damage in the facade of the building have been extracted. According to the results of the research, the most important factors influencing the reduction of vulnerability are: materials, accessibility (rescue and extinguishing), suitable and blocked facades against the spread of fire, evacuation and reduction of casualties, suitable geometrical structure and form to prevent the spread of fire, arena Suitable body with no fire propagation, isolated, blocked and non-propagating in fire, location and proper location of the building.

Key words: Reducing energy loss, building facade, fire, human and financial damage

corresponding author: Hosseini@iust.ac.ir*

Cite this article as Mahmood Dehnavi, Seyed Bagher Hosseini, Mahnaz Mahmoodi Zarandi. The architectural components of the building facade that are effective in reducing energy loss in the building in line with reducing vulnerability during fire. Journal of Energy Conversion, 2024, 10(4), 19-41.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]