

بررسی آتش سوزی در ساختمانهای بلند

حسن حاجی محمدی^{۱*}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۵ تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۱۱/۰۵

چکیده

ساختمان های بلند در زمان بروز حوادث با مشکل تخلیه افراد مواجه هستند. باید موارد لازم جهت تخلیه سریع افراد ساکن برج ها و ساختمان های چند طبقه را مشخص نمود. ایمنی حریق و رعایت نکات مهم جهت خاموش کردن حریق باید به صورت جدی مورد بررسی و اجرا قرار بگیرد. ساختمان های بلند ممکن است کاربری مسکونی، تجاری یا مختلط باشند. استفاده از ساختمان و نوع اشغال آن بر استراتژی تخلیه و وسایل فرار تاثیر می گذارد. ساختمان های مسکونی بعید به نظر می رسد که صداهای اعلام حریق در مناطق مشترک داشته باشند و ظرفیت پله ها و عرض کمتری دارند. عملیات اطفای حریق یا نجات خارجی ممکن است به دلیل ارتفاع، موقعیت یا طراحی طبقات امکان پذیر نباشد. لوازم خانگی، نردبان ها، خطوط و شلنگ در طبقات بالای ساختمان های بلند کاربرد محدودی در بیرون دارند؛ بنابراین، امکانات اضافی آتش نشانی باید در داخل ساختمان فراهم شود.

واژگان کلیدی

آتش سوزی، ساختمان، ساختمانهای بلند

۱. کارشناس مدیریت عملیات امداد و نجات، دانشگاه علمی کاربردی دانشگاه علوم پزشکی شیراز.

مقدمه

از قرن‌ها پیش همواره ساخت بناهای بلند یکی از نشانه‌های پیشرفت و موضوعی تمدنی بشمار میرفته است، از نمونه‌های آن می‌توان به اهرام مصر، برج پیزا و ساختمانها و قلعه‌های بلند کشور خودمان اشاره کرد. امروزه با پیشرفت فناوری ساختمان‌های سر به فلک کشیده هر روز از گوشه و کنار شهرها بیرون می‌زنند. هر یک از اینها کانون تمرکز جمعیت و ثروت قابل توجهی است که در صورت بروز آتش سوزی و سایر حوادث، خسارات غیرقابل جبرانی بوجود خواهد آمد. توجه به ایمنی این آسمان خراش‌ها یکی از وظایف مدیران شهر است. در این راستا آیین‌نامه‌ها و ضوابط بسیاری نوشته شده و رعایت کردن تک‌تک جزئیات آنها باعث نجات جان و مال بسیاری خواهد بود. ایمنی این نوع ساختمانها همواره باید از درون خود ساختمان و حتی پیش از شروع ساخت، با انتخاب محل مناسب ساخت شروع شود. در غیر اینصورت بهترین ویژگی، یعنی ارتفاع اینگونه بناها، به وقت حادثه بدترین ویژگی آن‌ها خواهد بود.

مبانی نظری

آتش سوزی حادثه ناگواری است که هر روزه بسیاری از ساختمانها اعم از مجتمع‌های مسکونی، اداری، کارخانجات و... را به کام خود می‌کشد و گسترش آن همگام با گسترش صنعت و شهرسازی پیش می‌رود (آکوتسو^۱، ۲۰۱۵). از سوی دیگر رشد جمعیت و مهاجرت به شهرها باعث گسترش شهر و روی آوردن افراد به ساختمانهای بلند و متراکم می‌گردد. یک حادثه آتش سوزی در چنین ساختمانهایی می‌تواند عواقب وخیم و خسارات جانی فراوانی را به همراه داشته باشد. آمارهای منتشر شده از سوی مراکز ذیصلاح حاکی از آن است که سالانه مقادیر فراوانی از سرمایه‌های کشور بر اثر سوانحی از قبیل سیل، زلزله و آتش سوزی از بین می‌رود و به موازات آن رقم عمده‌ای از نیروهای انسانی و امکانات کشور جذب مناطق آسیب دیده می‌شود که به بازسازی فوری نیاز دارند و انسانهای بیگانه‌ای که در این گونه حوادث جان خود را از دست می‌دهند، قسمت غیرقابل جبران این حوادث را تشکیل می‌دهند. علاوه بر آن زندگی شهری به شیوه امروزی به خصوص در شهرهایی که اغلب بدون رعایت مقررات ایمنی گسترش یافته‌اند باعث بروز مشکلات، تغییرات و تحولات اساسی در الگوهای کار و زندگی انسانها گردیده است. رواج استفاده از مصالح و وسایل سوختنی، وسعت و ارتفاع بیش از پیش بناها و بسیاری از عوامل دیگر، جملگی باعث افزایش ضریب خطر و متعاقب آن آتش سوزی و گسترش خطرات در ساختمانها شده است. درعین حال با نگاهی به شاخصهای رشد و توسعه اقتصادی می‌توان دریافت که سرمایه‌گذاری در بخش مسکن همواره سهم چشمگیری از تولید ناخالص ملی کشور را به خود اختصاص داده و مسئله ایمنی بناها چه از نظر ابعاد فرهنگی و اجتماعی و چه از دیدگاه حفظ سرمایه‌های ملی کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

¹ Akutsu

از اینرو به استناد تبصره ۱۴ ذیل ماده ۵۵ قانون شهرداریها و همچنین مبحث سوم از مقررات ملی ساختمان (حفاظت ساختمانها در مقابل حریق) و با توجه به مسئولیت سازمان آتش نشانی در برنامه ریزی جهت ایمن سازی ساختمانها در برابر حریق، ضوابط ارائه شده در این دستورالعمل با در نظر گرفتن موارد فوق شامل ساختمانها با شرایط ذیل می باشد:

۱. ساختمانهای با حداقل شش سقف.
۲. ساختمانهای با حداقل ده واحد در مجموع.
۳. ساختمانهای با تعداد واحد کمتر از ده واحد وزیر بنای حداقل ۲۰۰۰ مترمربع.

پیشینه آتش سوزی ساختمانهای بلند

آتش سوزی ساختمان آندریاس این ساختمان در سال ۱۹۶۲ م در شهر سائوپائولو برزیل و در ۳۱ طبقه ساخته شده و در تاریخ ۲۴ فوریه ۱۹۷۲ م ساعت ۱۶ دچار آتش سوزی شد. آتش سوزی از طبقه چهارم ساختمان و از انبار یک فروشگاه شروع شده و به طبقه های بالاتر سرایت کرد. در این بنا هیچ یک از قوانین و مقررات محافظت ساختمانی رعایت نشده بود و هیچ گونه فضابندی حریق صورت نگرفته بود. همچنین نبود تجهیزات آتش نشانی از جمله کپسول آتش نشانی، آب پاش سقفی، هشدار دهنده ها و ... باعث کشته شدن ۱۶ نفر و مجروح شدن ۳۰۰ نفر گردید و بیش از ۳۵۰ نفر توسط بالگرد و نیروهای امداد نجات داده شدند (توبس^۲، ۲۰۰۴).

آتش سوزی ساختمان جوالما در سال ۱۹۷۲ م روبروی شهرداری سائوپائولو ساخته شد. این ساختمان از بتن مسلح و به طور غیر معمول طراحی شده بود. بنای اصلی دو قسمت شمالی و جنوبی داشت که وسط آنها شامل چهار آسانسور و راه پله بود. این تنها راه تردد ساختمان محسوب می شد. دو سال پس از ساخت این ساختمان، در تاریخ اول فوریه ۱۹۷۴ م آتش سوزی از طبقه ۱۳ به علت نقص و ایراد در کارکرد دستگاه تهویه مطبوع شروع شد و به سرعت گسترش یافت. این ساختمان گرچه از بتن مسلح ساخته شده بود، اما با وجود پارتیشن های چوبی، مبلمان، پرده ها و سقف کاذب با شبکه چوبی آتش راه خود را به طبقات بالاتر گشود و تمام ساختمان را فرا گرفت. آتش نشانیها برای کمک به کسانی که روی بالکن ها آمده بودند نردبان ۴۵ متری بکار گرفتند اما با این نردبان هم فقط دسترسی تا طبقه پانزدهم امکان پذیر بود! افرادی که در ساختمان گرفتار شده بودند به پشت بام رفتند که شاید مثل حادثه آندریاس با استفاده از بالگرد نجات پیدا کنند، اما این امر میسر نشد زیرا بام فاقد سطح باز و وسیع مورد نیاز فرود بالگرد بود.

حرارت و دود غلیظ نیز مانع فرود بالگرد میشد باید به این نکته توجه نمود که به علت سطح پایین بال بالگرد و همچنین تندی بادی که ایجاد می کند که ممکن است موجب تشدید آتش سوزی شود، این روش نجات در بهترین حالت پس از فرونشاندن آتش قابل انجام است. از ۱۷۰ نفری که به امید نجات به پشت بام رفتند تنها ۸۱ نفر نجات یافتند. عدم آموزش و بی اطلاعی برای مقابله با اینگونه وضعیت های اضطراری افراد زیادی را به کام مرگ کشاند، مثلاً: چند نفر برای در امان بودن از حرارت به حمام پناه بردند تا با آب با حرارت مقابله کنند اما در اثر سرایت دود خفه شدند. همچنین عده ای

² Tubbs

در اثر خستگی روحی و جسمی و عدم تسلط بر اعصاب خود را از ساختمان پرتاب کردند و کشته شدند. در این آتش سوزی وحشتناک که کمتر از دو ساعت طول کشید ۱۷۹ نفر جان خود را از دست دادند. (پورسر^۳ ۲۰۰۱)

چالش‌های ایمنی در برابر آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلند چیست؟

محافظت و ایمنی در برابر آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلند و برج‌ها به دلیل ارتفاع، پیچیدگی و تعداد زیاد ساکنین، با چالش‌های خاصی روبرو است. در ادامه به برخی از این چالش‌ها اشاره خواهد شد (اس اف پی ای^۴ ۲۰۰۰)

مشکلات تخلیه نفرات و ازدحام جمعیت

• زمان طولانی تخلیه افراد: ارتفاع ساختمان می‌تواند منجر به زمان‌های طولانی تخلیه شود که خطر آسیب یا مرگ را افزایش می‌دهد.

• راه پله‌های شلوغ: در مواقع اضطراری، پله‌ها ممکن است شلوغ شوند و تخلیه سریع را دشوار کنند.

• استفاده از آسانسور: معمولاً در هنگام آتش‌سوزی استفاده از آسانسور ممکن نیست و تمامی ساکنین می‌بایست از پله‌ها استفاده کنند.

گسترش آتش

• گسترش عمودی: آتش می‌تواند از طریق شفت‌ها، مجاری و سایر بازشوها به سرعت بین طبقات گسترش یابد.

• آتش‌سوزی نمای ساختمان: مواد قابل احتراق در نمای ساختمان می‌توانند به گسترش سریع آتش کمک کنند.

• فضاهای پنهان: آتش در فضاهای پنهان مانند سقف‌های کاذب و حفره‌ها به سختی تشخیص داده می‌شود و خاموش کردن آن بسیار مشکل است.

مهار آتش

• مشکلات فشار آب: حفظ فشار آب کافی برای سیستم‌های مه پاش، آب پاش و اسپریکلرها در ارتفاعات بالاتر می‌تواند چالش برانگیز باشد.

• دسترسی آتش‌نشانان: دسترسی و عملکرد موثر آتش‌نشانان در طبقات بالاتر ممکن است دشوار باشد.

• محدودیت تجهیزات: تجهیزات استاندارد آتش‌نشانی ممکن است به طبقات بالای ساختمان‌های بلند نرسد.

مدیریت دود

• کنترل دود: مدیریت حرکت دود و اطمینان از تهویه مناسب برای جلوگیری از استنشاق دود و حفظ دید بسیار مهم است.

• سیستم‌های ایجاد فشار: اطمینان از فشاردهی مناسب در پله‌ها و مناطق پناهگاهی برای جلوگیری از ورود دود پیچیده است.

³ Purser

⁴ SFPE

سیستم‌های اضطراری

- قابل اطمینان بودن سیستم‌ها: آلام‌های آتش سوزی، آب‌پاش‌ها و سایر سیستم‌های اضطراری باید قابل اطمینان بوده و به‌خوبی سرویس و نگهداری شوند.
- یکپارچه بودن سیستم‌ها: هماهنگی و یکپارچگی موثر سیستم‌های تشخیص، اعلام و مهار آتش ضروری است. نوع طراحی و مواد ساختمانی مورد استفاده
- طرح‌های پیچیده: ساختمان‌های بلند اغلب طرح‌های پیچیده‌ای دارند که می‌تواند تشخیص و مهار آتش را دشوارتر کند.
- انتخاب مواد: استفاده از مواد غیرقابل احتراق و مقاوم در برابر آتش برای کاهش سرعت گسترش آتش حیاتی است.

عوامل انسانی

- رفتار ساکنین: اطمینان از آگاهی ساکنین از نحوه واکنش در مواقع آتش سوزی بسیار مهم است. تمرین‌های منظم و دستورالعمل‌های واضح ضروری هستند.
- آموزش و آمادگی: کارکنان ساختمان نیازمند به آموزش منظم برای مدیریت روش‌های تخلیه و کمک به ساکنین در مواقع اضطراری هستند.

مسائل مقرراتی و رعایت استانداردها

- پایبندی به قوانین: اطمینان از رعایت کدهای ایمنی آتش سوزی محلی، ملی و بین‌المللی می‌تواند پیچیده باشد.
- بازرسی‌های منظم: ساختمان‌های بلند نیاز به بازرسی و نگهداری مکرر سیستم‌های ایمنی در برابر آتش دارند.

تخصیص منابع

- هزینه‌های اقدامات ایمنی: پیاده‌سازی اقدامات جامع ایمنی در برابر آتش می‌تواند هزینه‌بر باشد و محدودیت‌های بودجه ممکن است مانع از اجرای کامل آن‌ها شود.
- هزینه‌های نگهداری: نگهداری مداوم سیستم‌های ایمنی در برابر آتش می‌تواند منابع زیادی را طلب کند.

استراتژی‌های مواجهه با این چالش‌ها

- طراحی پیشرفته: استفاده از مواد مقاوم با اجرای طرح‌های پیشرفته در برابر آتش و گنجاندن ویژگی‌های ایمنی در برابر آتش در طراحی ساختمان.
- تمرین‌ها و آموزش‌های منظم: برگزاری تمرین‌های منظم آتش سوزی و جلسات آموزشی برای ساکنین و کارکنان.
- فناوری پیشرفته: استفاده از تکنولوژی‌های مدرن تشخیص، مهار و کنترل دود.
- نگهداری مناسب: اطمینان از نگهداری و بازرسی منظم همه سیستم‌های ایمنی در برابر آتش.

• ارتباطات شفاف: ارائه اطلاعات واضح و در دسترس درباره مسیرهای تخلیه و روش‌های اضطراری. با پرداختن پیشگیرانه به این چالش‌ها، می‌توان ایمنی ساختمان‌های بلند را به طور قابل توجهی بهبود بخشید و از جان و مال ساکنین در برابر اثرات مخرب آتش‌سوزی محافظت کرد.

ابزارهای خروج از ساختمان‌های بلند مرتبه در مواقع اضطراری

در زمان وقوع حریق استراتژی‌های مختلفی را می‌توان اتخاذ کرد که می‌تواند ترکیبی از گریز افراد و پناه دادن آن‌ها باشد.

برای عملی کردن استراتژی فرار از محل حریق نیاز به ابزارهایی است که بتواند به نحوی موثر افراد را از محل حادثه خارج کند.

• راه پله‌ها

از قدیمی‌ترین ابزارهای فرار می‌توان راه پله‌ها را نام برد. استراتژی فرار با استفاده از راه پله‌ها بر این اصل استوار است که باید جمعیت را به صورت ایمن و با کمترین ازدحام به محل کاملاً امن منتقل کرد.

• آسانسورها

اما آسانسورها هم گزینه خوبی برای فرار از محل حادثه هستند و می‌توانند باعث تسریع در عملیات تخلیه ساختمان‌های بلند مرتبه شوند. یکی از مهمترین عوامل در مورد آسانسورهای ایمن سازی شده، تعداد طبقاتی است که آسانسور در آن‌ها توقف دارد. به صورت ماکزیمم هر آسانسور به ۹۲ طبقه سرویس‌دهی می‌کند. مسئله زون بندی نیز در بهبود عملکرد و به کارگیری بهینه آسانسور بسیار موثر است. ممکن است در ساختمان‌های بلند مرتبه از آسانسورهای شاتل که وظیفه اتصال لابی‌های بالایی ساختمان را بر عهده دارند، استفاده شود.

• هلیکوپترها

سایر امکانات نظیر هلیکوپترها هم در خاموش کردن بسیاری از آتش‌سوزی‌ها به کار گرفته می‌شود و استفاده از این امکانات توانسته در اطفای حریق موثر واقع شود.

راهکار اولیه اطفای حریق در ساختمانهای بلندمرتبه‌ها

۸- راهکار اولیه برای امداد و نجات در ساختمان‌های بلندمرتبه را پیشنهاد داده است که به شرح زیر است:

۱- اولین و قابل‌اتکاترین روش جهت تخلیه ساختمان به کارگیری پله‌ها است. راه‌پله‌های ساختمان‌های بلندمرتبه باید به نحو مناسب و قابل قبول در برابر نفوذ دود و آتش مقاوم باشند و همچنین با ایجاد فشار مثبت در آنها (با استفاده از جت فن‌ها) و سایر تمهیدات، فضای امنی برای خروج عمده افراد به وجود آید. حداقل وجود دو راه‌پله امن برای اطمینان از کارآیی مناسب راه‌پله‌ها در هنگام تخلیه اضطراری ساختمان لازم است.

۲- طبقات رفوژ در کنار راه‌پله‌های امن تعبیه شده در سازه می‌توانند موجب ایمنی بیشتر سازه و افزایش کارآیی عملیات امداد و نجات شوند.

۳- آسانسورهای امداد با در نظر گرفتن ملزومات لازم جهت مقاومت در برابر حریق می‌توانند راهکار مناسبی جهت خروج افراد آسیب‌دیده از ساختمان محسوب شوند.

۴- احداث پدهای هلی‌کوپتر بر روی ساختمان‌های بلندمرتبه به عنوان راهکار اصلی تخلیه افراد و بدون ایمن‌سازی راه‌پله‌ها، به هیچ عنوان توصیه نمی‌گردد. چراکه ظرفیت حمل هلی‌کوپترها بسیار محدود است و به‌کارگیری آن مشکلات بسیاری به همراه دارد. در کنار این موضوع طراحی و ساخت پدهای هلی‌کوپتر بر روی سازه‌های موجود نیازمند تقویت در اجزای سازه‌ای ساختمان و مستلزم صرف هزینه‌های قابل توجهی است. پرواز هلی‌کوپترها در شهر، با وجود آنتن‌های هوایی بسیار زیاد و ساختمان‌های نزدیک به هم با ارتفاع‌های متفاوت، در شرایط دید کم ناشی از دود در هوا، ریسک بالایی دارد و با توجه به بازدهی پایین، امداد هوایی به عنوان استراتژی اصلی امداد و نجات توصیه نمی‌شود. همچنین با توجه به هلی‌کوپترهای موجود، امداد رسانی در شرایط بد جوی و در طول شب امکان‌پذیر نیست. علاوه بر این موارد گزارش‌ها حاکی از آن است که آتش‌نشانی تهران هیچ هلی‌کوپتری تحت مالکیت خود ندارد.

۵- به عنوان یک راهکار کلی می‌توان این‌گونه بیان کرد که ۳ راهکار ابتدایی فوق‌الذکر (راه‌پله‌ها، طبقات رفوژ و آسانسورهای امداد) را می‌توان به عنوان ترکیب مناسبی جهت افزایش کارایی عملیات امداد و نجات تلقی کرد و به عنوان بخشی از الزامات ساخت ساختمان‌های بلندمرتبه شهر تهران در نظر گرفت. درخصوص تعبیه پدهای هلی‌کوپتر نیز باید با تامل بیشتری درخصوص امکان‌سنجی آن در شهر تهران تحقیق و بررسی نمود. به نظر می‌رسد که این راهکار در برخی از ساختمان‌های بسیار مهم می‌تواند به عنوان مکمل سه راهکار مذکور باشد.

۶- سیستم‌های جنبی از قبیل سیستم‌های PRS، CDD و مسیر فرار را نیز می‌توان به عنوان راهکارهای موقت امداد و نجات در ساختمان‌های بلندمرتبه در نظر گرفت.

۷- بررسی‌ها نشان می‌دهد که پل ارتباطی بین ساختمان‌ها در برخی موارد بسیار خوب عمل نکرده و امکان انتقال افراد حادثه‌دیده را از یک ساختمان به ساختمان دیگر به‌وجود خواهد آورد. از این رو پیشنهاد می‌شود که این راهکار نیز به عنوان یکی از راهکارهای امداد و نجات در بین مجموعه‌ای از ساختمان‌های نزدیک به یکدیگر مورد بررسی قرار گیرد.

۸- از آنجایی که به‌نظر می‌رسد تاکنون هیچ‌یک از راهکارهای فوق در طراحی و اجرای ساختمان‌های بلندمرتبه شهر، طبق ضوابط و مقررات خاص، لحاظ نشده است؛ پیشنهاد می‌شود موضوع «امداد رسانی در ساختمان‌های بلندمرتبه» با توجه ویژه به راهکارهایی که در تمام دنیا بر روی آنها تاکید شده و در حال اجرا هستند، مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته و ضوابط مربوط به این موضوع تهیه شود تا بتوان در ساخت ساختمان‌های بلندمرتبه آتی آنها را لحاظ کرد.

ضوابط آتش‌نشانی در ساختمان‌های بلند

طبق ضوابط آتش‌نشانی، برج‌ها و ساختمان‌های بلند مرتبه باید دارای ویژگی‌ها و تجهیزات آتش‌نشانی زیر باشند:

رایزر تر

رایزر خشک

هیدرانت

مخازن آب

سیستم‌های اعلام حریق خودکار و دستی

سیستم تشخیص حریق

سیستم اسپرینکلر خودکار / دستی

کپسول‌های آتش نشانی

ژنراتور آماده‌به‌کار به عنوان منبع برق جایگزین (برای روشن نگه داشتن چراغ‌های راهروها، فن‌ها، دمنده‌ها و ...) .

ارتباط دو طرفه برای اجرای عملیات تخلیه

راه‌های فرار

تابلوهای خروجی چراغ‌دار

جعبه کمک‌های اولیه

فایر باکس

هوزریل

نتیجه‌گیری

امروزه ایمنی حریق یکی از بزرگترین چالش‌ها برای ساختمانهای بلند محسوب میشود و خسارات جانی و مالی ناشی از حریق در این ساختمانها از دلایل اهمیت این موضوع است. مطالعات گذشته نشان میدهند که بررسی ریسکهای حریق برای ساختمانهای بلند هنوز هم برای دانشگاهیان و مهندسان حریق مورد توجه است و فقدان یک دستورالعمل حفاظت ایمنی حریق برای ساختمانهای بلند یک موضوع مهم و اساسی است. در این راستا، تعیین ریسکهای حریق برای ساختمانهای بلند میتواند مهمترین پیش نیاز برای تدوین دستورالعمل موردنظر باشد.

منابع

- Akutsu, I., 2015. Evacuation notification terminal device and evacuation notification system. Google Patents.
- Purser, D.A., Bensilum, M. (2001) Quantification of Behaviour for Engineering Design Standards and Escape Time Calculations. In: Safety Science 38, p. 157-182.
- Raubal, M., Egenhofer, M.J. (1998) Comparing the Complexity of Wayfinding Tasks in Built Environments. In: Environment and Planning B 25 (6), p. 895-913.
- SFPE (2002) Engineering Guide to Human Behaviour in Fire: Review Draft.
- Symposium on Human Behaviour in Fire 2001, Interscience Communications, London, p. 221-230.
- Tubbs, J.S. (2004) Developing Trends from Deadly Fire Incidents: A Preliminary Assessment. ARUP, Westborough, MA, 2004.