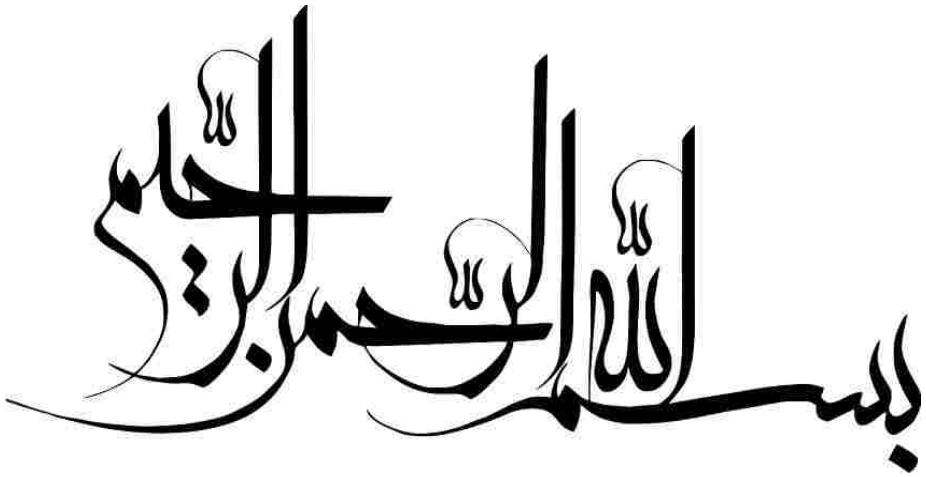

بسم الله الرحمن الرحيم

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

طراحی راه‌های خروج آپارتمان‌های مسکونی از نظر ایمنی در برابر آتش: بررسی مقررات، مدل‌سازی کامپیوتری و ارائه راهنمایی‌های کاربردی

مجریان:

دکتر سعید بختیاری - مهندس مسعود جمالی‌آشتیانی

همکار:

مهندس مسعود قاسم‌زاده

گزارش تحقیقاتی

شماره نشر: گ - ۷۸۶

چاپ اول: ۱۳۹۶

سرشناسه	: بختیاری، سعید، ۱۳٤٦
عنوان و نام پدیدآور	: طراحی راه‌های خروج آپارتمان‌های مسکونی از نظر ایمنی در برابر آتش : : بررسی مقررات، مدل‌سازی کامپیوتری و ارایه راهنمایی‌های کاربردی/مجریان سعید بختیاری، مسعود جمالی‌آشتیانی ؛ همکار مسعود قاسم‌زاده.
مشخصات نشر	: تهران: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی،۱۳۹٦.
مشخصات ظاهری	: ۱٦۱ص
فروست	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، شماره نشر:گ- ۷۸٦؛
شابک	: ٦-۱۷۷-۱۱۳-٦۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
موضوع	: ساختمان‌ها -- پیش‌بینی‌های ایمنی
موضوع	: Buildings -- Safety measures
موضوع	: آتش‌سوزی -- پیشگیری
موضوع	: Fire prevention
موضوع	: ساختمان‌ها -- ایران -- پیش‌بینی‌های ایمنی
موضوع	: Buildings -- Iran -- Safety measures
موضوع	: ساختمان‌ها-- ایران -- آتش‌سوزی و پیشگیری
موضوع	: Buildings-- Iran -- Fires and fire prevention
شناسه افزوده	: جمالی آشتیانی، مسعود، ۱۳۵۹.
شناسه افزوده	: قاسم‌زاده، مسعود، ۱۳۳۹ - ۱۳۹٦.
شناسه افزوده	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
شناسه افزوده	: Road, Housing and Urban Development Research Center
رده بندی کنگره	: ۱۳۹٦ ٤ط۳ب/TH۱۰٦۵
رده بندی دیویی	: ٦۹۳/۸۲
شماره کتابشناسی ملی	: ٤۹۷۹٦۳۱

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

نام کتاب: طراحی راه‌های خروج آپارتمان‌های مسکونی از نظر ایمنی در برابر آتش: بررسی مقررات، مدل‌سازی کامپیوتری و ارائه راهنمایی‌های کاربردی

مجریان: دکتر سعید بختیاری- مهندس مسعود جمالی‌آشتیانی

همکار: مهندس مسعود قاسم‌زاده

شماره نشر: گ-۷۸٦

ناشر: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

نوبت چاپ: اول ۱۳۹٦

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

قطع: وزیری

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: اداره انتشارات و چاپ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

قیمت: ۱۲۰۰۰۰ ریال

شابک: ٦-۱۷۷-۱۱۳-٦۰۰-۹۷۸ **ISBN:** 978-600-113-177-6

مسئولیت صحت دیدگاه‌های علمی بر عهده نگارندگان محترم می‌باشد.

کلیهٔ حقوق چاپ و انتشار اثر برای مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی محفوظ است.

نشانی ناشر: تهران، بزرگراه شیخ فضل ا... نوری، روبروی فاز ۲ شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت صندوق پستی: ۱۶۹٦-۱۳۱٤۵ تلفن: ٦-۸۸۲۵۵۹٤۲ دورنگار: ۸۸۳۸٤۱۳۲

پست الکترونیکی:pub@bhrc.ac.ir فروش الکترونیکی: http:// pub.bhrc.ac.ir

با نهایت تاسف و تاثر، در واپسین روزهای تدوین نتایج حاصل از این پژوهش، مشیت الهی بر این تعلق گرفت کـه شـاهد وداع بـی بازگشـت دوسـت و همکـار گرانقـدر و ارزنده‌مان جناب آقای مهندس مسعود قاسم‌زاده به دیار باقی باشیم که ضایعه‌ای بـزرگ و تالمی عمیق برای جامعه علمی پژوهشی مرکز و کشور بود. پژوهشگر متعهدی که بـا عشق و اخلاصی مثال زدنی، تا واپسین روزهای عمر پر برکت خود به تحقیق و مشاوره مشغول و همواره به عنوان تکیه‌گاهی موثر و قابل اطمینان در تمام ابعاد علمی، تعهـدی و اخلاقی مطرح بود. تلاش مستمر و بی وقفه ایشان، همواره سهمی به سزا در بـه ثمـر رسیدن تحقیقات و اعتلای بنای پژوهش در زمینه مهندسـی آتـش، معمـاری و تـدوین مقررات ساختمانی کشور داشت و ما را بر آن داشت تا در سرآغاز این دستاورد، مراتب قدرشناسی صمیمانه خود را در راستای ادای دینی هر چند بسـیار کوچـک، نسـبت بـه خدمات ارزنده و متعهدانه پژوهشگری که نامش همواره بر تـارک دسـتاوردهای حـوزه مهندسی معماری و حریق می‌درخشد، ابراز نماییم. یادش گرامی

تشکر و قدردانی

مجریان لازم می‌دانند تا از همکاری‌های خانم‌ها مهندس لیلا تقی اکبری، زهرا درودیانی و الهام عسگری در فاز مطالعاتی پروژه تشکر نمایند. همچنین از همکاری آقای محمد رضا امام وردیلو در تهیه نقشه‌ها قدردانی می‌گردد.

پیشگفتار

محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش‌سوزی از ابعاد ایمنی جانی، مالی و منافع ملی از ضروری‌ترین نیازها و الزامات در طرح و اجرای ساختمان‌ها است. علوم و مهندسی ایمنی در برابر آتش در دهه‌های اخیر در دنیا بسیار مورد توجه قرار گرفته است. دانش فنی و فناوری‌های ایمنی در برابر آتش به سرعت در دنیا در حال رشد است. این موضوع فقط به صنعت ساختمان محدود نمی‌شود و زمینه‌های متعددی مانند حمل و نقل دریایی، هوایی، مترو، قطارها، تونل‌های بزرگ، نیروگاه ها، صنایع نظامی و غیره همگی متقاضیان نتایج تحقیقات و فناوری‌های آتش هستند. این نیاز همراه با توسعه شهری و صنعتی، بیشتر نیز می‌شود. حوزه تحقیقات آتش بسیار گسترده، متنوع و شامل بحث‌های کاملاً تخصصی است. به این موضوع باید گرایش‌های جدید مقررات و استانداردها در دنیا به شکل‌گیری الزامات پایه عملکردی و راه‌حل‌های مهندسی را اضافه کرد که حوزه‌های جدید و تخصصی جذابی را در تحقیقات آتش گشوده است که قسمتی از این بحث‌ها و تحقیقات در گزارش پیش رو مشاهده می‌شود.

یکی از موضوعات مهم برای محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش، طراحی مناسب راه‌های خروج است. در این گزارش، راهنمایی‌های لازم در مورد مفاهیم تخلیه ساختمان، مقررات مربوط، پارامترهای مؤثر و تهیه نقشه خروج از ابتدا بر اساس یک طراحی مفهومی ارائه شده که به طراحان برای درک بهتر مقررات کمک می نماید. همچنین دیدگاه عملکردی و مدل‌سازی طراحی خروج و تخلیه ساختمان تشریح شده است. یکی از اهداف مهم این پژوهش امکان سنجی در نظر گرفتن یک راه خروج ایمن برای ساختمان های آپارتمانی تا هشت طبقه بوده است که از طریق مطالعات مقرراتی، بررسی های میدانی و مدل سازی کامپیوتری صورت گرفته و اطلاعات بسیار خوبی را در این زمینه در اختیار مهندسین و نیز کمیته تخصصی مبحث سوم مقررات ساختمان قرار می دهد. امید است نتایج این پژوهش به طور مؤثر و مفید مورد استفاده صنعت ساختمان کشور و مهندسین قرار گیرد.

دکتر محمد شکرچی‌زاده
رئیس مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

چکیده

یکی از مهم‌ترین الزامات محافظت ساختمان‌ها دربرابر آتش، تأمین مناسب راه‌های خروج است. مشخصات راه‌های خروج قابل قبول در مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ارائه شده است. بر این اساس، به طور کلی می‌توان گفت که هر ساختمان باید دارای حداقل دو راه خروج باشد. برای بار تصرف بالاتر از ۵۰۰ نفر، این تعداد افزایش می‌یابد و همچنین این موضوع به فواصل دسترسی نیز بستگی دارد. به علاوه پلکان ساختمان در بناهای بالاتر از ٤ طبقه، باید دارای دوربند با حداقل ۲ ساعت مقاوم در برابر آتش باشد.

یکی از چالش‌های مهم مبحث سوم مقررات ملی ساختمان، حداقل تعداد پلکان خروج و نحوه دوربندی آنها در بناهای آپارتمانی است. طبق مقررات مبحث سوم منتشر شده در سال ۱۳۸۰، هر واحد مسکونی باید به دو راه خروج مجزا و دور از هم دسترسی داشته باشد، اما اگر تعداد طبقات ۵ یا کمتر و ارتفاع ساختمان حداکثر ۱۸ متر باشد، و حداکثر ٤ واحد مسکونی در هر طبقه وجود داشته باشد، می‌تواند استثنائاً یک راه خروج (با مشخصات مندرج در مقررات) داشته باشد. به عبارت دیگر، کلیه ساختمان‌های آپارتمانی با تعداد طبقات بیشتر از ٦، باید حداقل دو راه خروج با دوربند مقاوم در برابر آتش داشته باشند. این موضوع باعث تنش‌های زیادی در تصویب نقشه‌ها و صدور پایان کارها در سطح کشور شده است. در بسیاری از شهرها، این موضوع به صورت متفاوت عمل شده و بخصوص مسائل اقتصادی و سطح اشغال اندک در بسیاری از زمین‌ها، مانعی برای اجرای کامل این مقررات بوده است، به گونه‌ای که بسیاری از ساختمان‌های دارای پایان کار، عملاً دارای تنها یک راه‌پله هستند. مشکل دیگر، روشن نبودن موضوع دوربند و پلکان خارجی برای بسیاری از مهندسان معمار و ساختمان است، به گونه‌ای که تعابیر مختلفی برای آن به کار رفته، بعضاً ترفندهایی مانند نصب شیشه سکوریت جایگزین اجرای دوربند شده است. همچنین چگونگی مسیر تخلیه خروج از پارکینگ‌ها و زیرزمین‌ها موضوع مهم دیگری است که به نحو روشن در مبحث سوم پرداخته نشده است.

در این پروژه، ضوابط خروج در مقررات ساختمانی کشورهای مختلف بررسی شده است. برای بررسی ایمنی پلکان خروج در برابر آتش در ساختمان‌های مسکونی آپارتمانی با تعداد طبقات حداکثر ۸ طبقه و تأثیر تعداد پلکان در این موضوع، مدل‌سازی کامپیوتری صورت گرفت. به این منظور طرح‌های معماری نسبتاً تیپ در نظر گرفته شد. همچنین بازدیدهای میدانی از تعدادی از آپارتمان های در مرحله پایان کار صورت گرفت تا نکات مهم در مدل‌سازی مورد بررسی قرار گیرد. درهای رایج سکوریتی از نظر مقاومت در برابر آتش آزمون شد تا از نتایج آن بتوان در مدل‌سازی‌ها استفاده نمود. پارامترهای مختلف مؤثر در گسترش حریق، در مدل‌سازی‌ها بررسی شد. مطالعات نشان داد که در ضد حریق برای پلکان و آسانسور نقش بسیار مهمی در ایمنی ساختمان در برابر آتش دارد و در غیاب آن حریق می‌تواند به راحتی به سایر طبقات گسترش یافته و باعث تلفات و خسارات گردد. همچنین پلکان محافظت نشده داخلی یا بیرونی نه تنها به شانس فرار کمک نخواهد نمود (مگر در برخی حالات خاص، زیرا شرایط آتش‌سوزی به هر حال قابل پیش‌بینی نیست)، بلکه می‌تواند منجر به گسترش سریع حریق نیز شود. درهای ضد حریق واحدها می‌توانند به تأخیر انداختن ورود آتش‌سوزی به راهرو، طبقات و سایر واحدها کمک مهمی نمایند، اما درهای ضد حریق پلکان و شفت ها معمولاً بسیار مهمتر هستند. مطالعات نشان داد که برای ساختمان های آپارتمانی تا هشت طبقه، می توان به طور ایمن تنها یک راه خروج در نظر گرفت. این موضوع مستلزم طراحی صحیح و از جمله کنترل دود در مسیر می باشد. قطعاً تهیه مقررات این موضوع بر عهده کمیته تخصصی مبحث سوم بوده، اطلاعات این پروژه برای این موضوع کمک کننده خواهد بود. در انتها یک راهنمای کاربردی برای طراحی راه های خروج ایمن در برابر آتش ارائه شده است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول مقدمه و مفاهیم کلی ۱
۱ـ۱ عوامل مؤثر بر تعیین تعداد و نحوهٔ استقرار راه‌های خروج ۳
۱-۲ تعریف مسأله و دامنه تحقیق ۱۵
فصل دوم بررسی و مقایسهٔ مقررات راه‌های خروج در ایران و سایر کشورها ۱۹
۲-۱ مروری بر ضوابط مربوط به تعداد و نحوه استقرار راه‌های خروج در مقررات ساختمان برخی از کشورها و ایران ۱۹
۲-۱-۱ مقررات و راهنماهای مصوب انگلستان ۱۹
۲-۱-۲ مقررات ملی ساختمان استرالیا ۲۳
۲-۱-۳ مقررات ملی ساختمان هند ۲۵
۲-۱-٤ مقررات ملی ساختمان ایران ۲٦
۲-۱-۵ جمع‌بندی و مقایسهٔ مقررات ۲۸
۲-۲ جمع‌بندی یافته‌ها در مورد ضوابط و مقررات طراحی راه‌های خروج ۳۰
۲-۲-۱ ملاحظات اساسی در روند برنامه‌ریزی طرح راه‌های خروج ۳۰
۲-۲-۲ شناخت تصرف و برنامهٔ فیزیکی ساختمان ۳۲
۲-۲-۳ تعیین یا شناخت نوع ساختار ساختمان ۳۲
۲-۲-٤ برآورد تعداد متصرفان (بار تصرف) ۳۳
۲-۲-۵ تعیین تعداد راه‌های خروج لازم ۳۳
۲-۲-٦ ساماندهی کلی راه‌های خروج در طرح ساختمان ۳٤
۲-۳ طراحی تفصیلی راه‌های خروج ۳۵
۲-۳-۱ رعایت الزامات کلی مسیر دسترس خروج و الحاقات آن ۳٦
۲-۳-۲ رعایت الزامات کلی خروج ۳٦
۲-۳-۳ رعایت الزامات کلی تخلیهٔ خروج ۳۸
۲-۳-٤ رعایت پهنای الزامی راه خروج ۳۸
۲-۳-۵ رعایت ارتفاع الزامی راه خروج ۳۹

۲-۳-٦ رعایت الزامات اجزای تشکیل‌دهندهٔ راه خروج ۳۹
۲-۳-۷ جلوگیری از مخاطرات در تعیین جزئیات پایانی ٤۰
۲-۳-۸ نگه‌داری و مدیریت ٤۰
فصل سوم اصول و مفاهیم روش پایه عملکردی ٤۱
۳-۱ مفاهیم علمی راه‌های خروج ٤۱
۳-۲ نقش مدل‌سازی جمعیت در بهبود عملکرد کدهای تجویزی ٤۳
۳-۲-۱ کلیات ٤۳
۳-۲-۲ مدل‌سازی جمعیت برای طراحی ساختمان امن ٤٥
۳-۳ عوامل اصلی تعیین‌کننده عملکرد عکس‌العمل افراد در برابر آتش ٤۷
۳-۳-۱ استراتژی‌های نجات از مرگ در حادثه آتش‌سوزی ٤۷
۳-۳-۲ قابلیت انسان برای حفظ جان در آتش‌سوزی ٤۷
۳-٤ عوامل اصلی حفظ جان در حالت آتش‌سوزی ٤۸
۳-٤-۱ عامل خصوصیات آتش ٤۹
۳-٤-۲ عامل خصوصیات انسانی ٥۱
۳-٤-۳ خصوصیات عامل محیطی: ساختمان ٥٥
۳-٥ رویکرد روان شناسانه برای ایمنی در برابر آتش ٥۸
۳-٥-۱ الگوی موجود ایمنی در برابر آتش ٥۸
۳-٥-۲ محیط‌شناسی روانی و ایمنی در برابر آتش ٦۱
۳-٦ توسعه پایگاه داده‌ها برای مدل تخلیه اضطراری ٦۱
۳-٦-۱ زمان پیش از حرکت ٦۲
۳-٦-۲ سرعت راه رفتن ٦٤
۳-٦-۳ میانگین زمان‌های فرار ٦۷
فصل چهارم آزمون‌های مقاومت در برابر آتش بر روی درب های ساختمانی ٦۹
فصل پنجم مدل‌سازی رایانه‌ای ۷۷
٥-۱ بررسی آماری ساختمان‌ها از نظر تعداد طبقات و تعداد واحد ۷۸
٥-۲ انتخاب ساختمان‌ها برای مطالعات میدانی ۷۹
٥-۳ سناریوی آتش طرح ۸۰
٥-٤ مدل‌سازی آتش ساختمان‌ها ۸۲

۵-٤-۱ ساختمان شماره ۱ ..... ۸۲
۵-٤-۲ ساختمان شماره ۲ ..... ۹۲
۵-٤-۳ ساختمان شماره ۳ ..... ۱۰٦
۵-۵ مدل‌سازی تخلیه ۱۰۸
۵-۵-۱ ساختمان شماره ۱: ۱۰۹
۵-۵-۲ ساختمان شماره ۲ ..... ۱۱۰
۵-۵-۳ ساختمان شماره ۳ ..... ۱۱۲
فصل ششم ۱۱۵
بحث و نتیجه‌گیری ۱۱۵
٦-۱ نتایج بدست آمده از مدل‌سازی آتش ساختمان شماره ۱ ..... ۱۱۵
٦-۲ نتایج بدست آمده از مدل‌سازی آتش ساختمان شماره ۲ ..... ۱۱۷
٦-۳ نتایج بدست آمده از مدل‌سازی تخلیه ساختمان شماره ۱ ..... ۱۱۸
٦-٤ نتایج بدست آمده از مدل‌سازی تخلیه ساختمان شماره ۲ ..... ۱۱۹
٦-۵ نتایج بدست آمده از مدل‌سازی تخلیه ساختمان شماره ۳ ..... ۱۱۹
٦-٦ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری نهایی ۱۱۹
پیوست- راهنمای طراحی راه‌های خروج برای ساختمان‌های مسکونی آپارتمانی ۱۲۱
پ-۱ نکات عمومی ۱۲۱
پ-۲ دسترس خروج و الحاقات آن ۱۲٤
پ-۳ خروج ۱۲٦
پ-٤ تخلیهٔ خروج ۱۳۱
پ-۵ پهنای راه خروج ۱۳٤
پ-٦ ارتفاع راه خروج ۱۳٤
پ-۷ اجزای تشکیل‌دهندهٔ راه خروج ۱۳۵
پ-۷-۱ راه‌پله‌ها ۱۳۵
پ-۷-۳ ..... ۱٤۰
پ-۷-٤ حفاظ‌ها ۱٤٦
پ-۷-۵ میله‌های دستگرد ۱٤۷
پ-۷-٦ علائم ۱٤۹

پ-۷-۷ راه فرار یا نجات اضطراری..... ۱۵۲
فهرست منابع..... ۱۵۶

فصل اول
مقدمه و مفاهیم کلی

ایمنی در برابر آتش دارای دو هدف مهم ایمنی جانی و ایمنی مالی است. به طـور کلـی دو روش اصلی برای الزامات و طراحی تخلیه ساختمان در هنگام حریق وجود دارد:

روش تجویزی: در این روش برای تخلیه افراد، ابعاد و تعداد خروج‌ها و حداکثر طـول مسیر راه‌های خروج در نظر گرفته می‌شود. بالطبع بـار تصـرف، طـول مسـیر، تعـداد و عرض راه‌های خروج مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

روش پایه عملکردی: در این روش حداکثر محدودهٔ زمانی برای تخلیهٔ ایمـن و اینکـه آیا زمان لازم برای خروج (RSET) کمتر از زمان قابل دسترس بـرای خـروج (ASET) است، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد

برای تأمین ایمنی جانی در ساختمان‌ها، تأمین راه‌های خروج ایمن از بنا به ویژه از نظر ابعاد و وضعیت استقرار در سـاختمان از بیشـترین اهمیـت برخـوردار هسـتند. اگرچـه مباحثی نظیر موقعیت و ابعاد ساختمان، انتخاب انواع ساختارها، محافظـت سـاختارهای اصلی، پوشش‌ها و سیستم‌های اعلام و اطفاء حریق نیز به نوبـهٔ خـود در بحـث ایمنـی حریق مد نظر قرار می‌گیرند، اما اگر طراحـی راه‌هـای خـروج از لحـاظ ابعـاد و نحـوه استقرار آن‌ها از ابتدا با دقت کامل انجام نشده باشد، اصلاح و تأمین راه خروج مناسـب برای ساختمان در دوره بهره‌برداری آن بسیار مشکل و گاه غیرممکن خواهد بود.

به عنوان یک اصل کلی ساختمان‌ها باید طوری طراحی شوند کـه سـاکنان در صـورت وقوع حریق بتوانند از ساختمان به بیرون فرار کنند. ساکنان بایـد بتواننـد قبـل از اینکـه گرما و یا دود آن‌ها را از پای درآورد، خود را به محل امنی برسانند. بنابراین زمـان لازم برای فرار باید کوتاه‌تر از زمان گسترش حریق باشد. با کنترل حریق و اطمینان از اینکـه مسیر فرار طولانی و پیچیده نیست، می‌توان شرایط لازم برای فرار را مهیا کرد. علاوه بر آن، طراحی راه‌های خروج تنها برای فرار در هنگام بروز حریـق مفیـد نیسـت بلکـه در هنگام وقوع سایر سوانح نیز کاربرد خود را در حفظ جان ساکنین نشان می‌دهد.

نکته دیگری که می‌بایست در طراحی راه‌های خروج مورد توجه قرار گیرد آن است که برخلاف تصور بسیاری از طراحان، طراحی راه‌های فرار نباید به عنوان قسمتی مستقل و مجزا از طراحی سایر راه‌های دسترسی به ساختمان صورت پذیرد. اصـولاً در مقـررات اغلب کشورها، سعی بر آن است که تا حد امکان از طراحی راه‌های خاص و مجزا برای فرار جلوگیری شده و طراحی کلیه راه‌های دسترسی روزمره ساختمان تـا حـد لازم در انطباق با مقررات راه‌های فرار صورت پذیرد. این امر علاوه بر آنکه به دلیل خـودداری از ساخت راه‌های متعدد دسترسی، ساختمان را اقتصادی‌تر می‌نماید، موجـب مـی‌شـود مراجعان و استفاده‌کنندگان به صورت عادی و روزمره از ایـن راه‌هـا اسـتفاده نمـوده و آشنایی بیشتری با آن‌ها داشته باشند و در نتیجه هنگام بروز سانحه دچـار سـردرگمی و آشفتگی کمتری شوند. بنابراین راه خروج باید طوری طراحی شود که قسمتی از مسـیر تردد در داخل ساختمان و جزئی جداناپذیر از طرح اولیه هر ساختمانی باشد.

صرف طراحی یک سری مسیرهای محافظت‌شده کـه سـاکنان بتواننـد خـود را از ایـن طریق به محل امنی برسانند کافی نیست، زیـرا در حـالی کـه تعـداد زیـادی از افـراد از توانایی تحرک کافی برای فرار از خطر برخوردار هستند، تعدادی نیز وجود دارند که به دلایلی نظیر سن بالا، بیماری و معلولیت به کمک و یاری دیگران نیاز دارند. لذا اصـولاً توصیه می‌شود تا علاوه بر تأمین راه فرار، در ساختمان‌هایی که ممکن است تخلیه افراد با مشکل همراه باشد (مانند ساختمان‌های بسیار بلند یـا پیچیـده)، برنامـه‌ای بـرای پنـاه گرفتن نیز در نظر گرفته شود. بدیهی است که مقاومت اجزای ساختمان در برابـر آتـش نیز باید به نحو مناسب تأمین شود تا از گسترش آتش و دود بـه راه خـروج جلـوگیری

شود. همچنین راه خروج باید پاسخگوی نجات ساکنان به وسیلهٔ گروه‌های آتش نشانی و امداد نیز باشد.

عواملی که تلفات جانی را به حداقل می‌رسانند، عبارتند از: وجود سیستم‌های کشف و اعلام حریق، واکنش مناسب ساکنان به سیستم‌های اعلام خطر، مشخص بودن نقشه و مسیرهای فرار داخلی، کیفیت آموزش ایمنی حریق به افراد و عکس‌العمل آن‌ها.

۱-۱ عوامل مؤثر بر تعیین تعداد و نحوهٔ استقرار راه‌های خروج

نحوهٔ به کار بستن هر ضابطه علاوه بر جنبه اجباری بودن آن که از طریق قوانین و مقررات اعمال می‌شود، مستلزم اشراف و آگاهی طراحان و سازندگان به اصول پایه‌ای و انتظارات اساسی از آن ضابطه است. با مطالعهٔ مقررات ساختمانی ایران و سایر کشورها و همچنین با توجه به مطالعات انجام شده در منابع مکتوب، می‌توان عوامل مؤثر بر طراحی راه‌های فرار را به صورت زیر گروه‌بن‌دی نمود:

الف ـ ویژگی‌های متصرفان ساختمان و رفتارهای آن‌ها در هنگام حریق

رفتارهای ساکنان و استفاده‌کنندگان از یک ساختمان و سرعت عمل آن‌ها در هنگام فرار و خروج اضطراری، ناشی از ویژگی‌های آن‌ها نظیر سن، میزان توانایی حرکت (یا ناتوانی)، هشیاری و تعداد می‌باشد. دانستن این ویژگی‌ها موجب می‌شود تا طراح بتواند در مقایسه با نحوه و سرعت گسترش حریق، راه‌های مناسب خروج را طراحی نماید.

استولارد [۱] شش ویژگی مهم ساکنان را بررسی نموده که می‌توان آن‌ها را به صورت زیر خلاصه نمود:

۱- احتمال خطر ناشی از خواب بودن

ساختمان‌هایی که برای خواب استفاده می‌شوند، همیشه از ساختمان‌هایی که در آن‌ها صرفاً در طول روز جهت کار و مراجعه استفاده می‌شود خطرناکتر هستند. این یکی از مهمترین عواملی است که در طراحی محافظت در برابر آتش باید در نظر گرفته شود. چنانچه ساکنین ساختمان در خواب باشند، قبل از آن که از آتش‌سوزی مطلع شوند،

ممکن است حریق گسترش یابد و به علاوه عکس‌العمل مردمی که تازه از خواب بیدار می‌شوند، معمولاً خیلی کندتر است.

۲- تعداد مردم یا استفاده‌کنندگان

برای اینکه طراح بتواند مسیرهای کافی و مناسب برای فرار استفاده‌کنندگان پیش‌بینی نماید، لازم است که بداند چه تعداد مردم در ساختمان زندگی یا فعالیت می‌کنند و محل احتمالی استقرار آن‌ها در ساختمان چگونه است. بعضی از ساختمان‌ها مانند تئاتر، سینما و یا کلاس درس برای استفاده کامل از ظرفیت طراحی شده‌اند، اما برای بقیه ساختمان‌ها حداکثر تعداد افراد را باید با تخمین به دست آورد. این مخصوصاً در مورد ساختمان‌هایی که جهت گردهمایی‌های عمومی برای کار، تفریح و غیره استفاده می‌شوند، اهمیت دارد.

مقررات ساختمانی تجویزی (مانند مبحث سوم مقررات ملی ساختمان [۲]) برای این هدف، واحد تصرف و بار تصرف را تعریف و تعیین می‌کنند. واحد تصرف مقدار مساحت لازم به ازای هر نفر است و بار تصرف هر فضا از تقسیم مساحت آن فضا به واحد تصرف به دست می‌آید. کلاً مشکلاتی در این خصوص هم در مبحث سوم و هم در برخی مراجع مقرراتی خارجی دیده می‌شود که البته نواقص مبحث سوم نسبت به مراجع معتبر خارجی بیشتر است. برای بسیاری از فضاها (بخصوص فضاهای تفریحی و ورزشی) اطلاعات لازم در مورد واحد تصرف داده نشده و کاربرد اعداد کلی، می‌تواند به طراحی‌های بسیار سخت‌گیرانه بینجامد.

۳- توانایی حرکت متصرفان

مردم باید بتوانند قبل از آنکه دود یا حرارت ناشی از حریق آن‌ها را از پای درآورد، از منطقه حریق فرار کنند. ولی افراد با سرعت‌های متفاوت از هم حرکت می‌کنند و برای طراح یک رقم مشخص در این رابطه وجود ندارد. ممکن است بعضی از ساکنان ناتوان، سنگین وزن و یا در حالت غیرعادی باشند. اقدامات متعددی برای تخمین سرعت حرکت یک فرد معمولی صورت گرفته است و بیشتر به رقم ٦٠ تا ٨٠ متر در دقیقه

رسیده‌اند. در نتیجه شاید بتوان به عنوان یک الگوی خام عدد ٦٠ متر در دقیقه را برای سرعت حرکت یک انسان با توانایی معمولی درنظر گرفت [۱]. محاسبات و تخمین حرکت مردم در هنگام حریق، بحث مهمی است که در روش‌های مهندسی حریق برای طراحی راه‌های خروج از اهمیت بالایی برخوردار است و در قسمت‌های بعدی، بیشتر مورد بحث قرار خواهد گرفت.

بدترین حالت وقتی است که فرد بدون کمک سایرین اصلاً قادر به حرکت نباشد. از مشکلات پیچیدهٔ دیگر می‌توان خارج نمودن مریض‌های متصل به دستگاه‌های مراقبتی مانند بیماران ارتوپدی یا سی.سی.یو را نام برد. اما اکثر مردم بین دو حالت خیلی سهل و خیلی مشکل قرار دارند و دارای قابلیت حرکت معینی هستند. طراح باید ارزیابی کند که چه نسبت از ساکنان قادر خواهند بود تا بر طبق برنامه از آتش‌سوزی بگریزند. ناتوانی در فرار انواع متعددی دارد و می‌توان آن را به صورت طیفی گسترده درنظر گرفت که دربرگیرندهٔ افراد معلول جسمی، عقب‌ماندهٔ ذهنی، نیمه‌بینا، ناشنوا، کم‌شنوا و مانند آن است.

برای طراحی ساختمان‌های بزرگ یا پیچیده بهتر است که از مدل‌سازی‌های کامپیوتری استفاده شود. در این خصوص نیز در مراحل آتی این پژوهش، تحقیق و بررسی بیشتری انجام خواهد شد.

٤- میزان آشنایی با ساختمان

در دو دههٔ گذشته، تحقیقات جامعی در مورد پیدا کردن مسیر حرکت در پارکینگ‌ها، مراکز تجاری، تسهیلات زیرزمینی، بیمارستان‌ها و ترمینال‌های هواپیما انجام شده است. با این مطالعات مشخص شده که طرح های معماری ویژه می‌توانند گیج‌کننده باشند، زیرا موجب افزایش تنش‌های غیر ضروری به مردم در حین فرار می‌شود. اگر ساکنان و استفاده‌کنندگان شناخت خوبی از ساختمان داشته باشند، واضح است در صورت وقوع حریق فرار آن‌ها نسبت به افراد ناآشنا، آسان‌تر خواهد بود. در یک ساختمان ناآشنا، در صورت بروز حریق مردم به طور ناخودآگاه سعی خواهند کرد از همان راهی که آمده‌اند، برگشته و فرار کنند. همچنین نشان داده شده است که اکثر افراد در

ساختمان‌های غریبه، برای فرار به سمت انتهای راهرو می‌روند. حال اگر مسیر فرار از حریق در جهت مخالف راه ورود آن‌ها باشد یا اینکه انتهای راهرو بن‌بست باشد، مشکلات زیادی ایجاد خواهد شد که می‌تواند به معنای به تله افتادن مردم در حریق باشد. بنابراین راه‌های معمول تردد و خروج‌های ساختمان را باید همیشه جزو راه‌های فرار از حریق در نظر گرفت. از طراحی و ساختن راه‌های فرار ویژه که جزو مسیرهای تردد روزانه نیست، حتی‌الامکان باید خودداری شود. چنانچه طراح ناچار از ایجاد مسیر فرار ویژه شود، آن راه باید به طور مشخص علامت‌گذاری شود.

درجهٔ آشنایی نسبت به نوع ساختمان فرق می‌کند. در یک ساختمان مسکونی معمولی، ساکنان آشنایی خیلی خوبی به نقشه خانه یا ساختمان خود دارند. به همین ترتیب، افراد شاغل در ادارات و کارخانه‌ها به مسیرهای ورود و خروج ساختمان آشنایی کامل دارند. ولی مسئله آشنایی بیشتر در هتل‌ها و خوابگاه‌های موقت پیش می‌آید که ساکنان برای مدت کوتاهی در آن‌ها اقامت دارند. این مسئله مخصوصاً در سینماها و اماکن تفریحی و ورزشی شدیدتر است.

۵- عکس‌العمل افراد به اعلام حریق

یافته‌های تحقیقات [۳ و ٤] آشکار کرد که زمان پیش از حرکت، عنصر بسیار مهم در زمان فرار است که برای حرکت تا مکان امن، مورد نیاز است. از این گذشته، تحلیل‌های حوادث نشان می‌دهد که بین تخلیه با تأخیر و تعداد زیاد مجروحان و فوت‌شدگان ناشی از آتش‌سوزی، مخصوصاً در هتل‌ها و ساختمان‌های مسکونی، رابطه‌ای وجود دارد [۵].

نوع عکس‌العمل ساکنان یا استفاده‌کنندگان به حریق و یا آژیر اعلام خطر مورد مهم دیگری است که باید در نظر گرفته شود. وقتی که حریق روی می‌دهد و یا صدای آژیر بلند می‌شود، عکس‌العمل‌های مختلفی می‌تواند رخ دهد. در یک ساختمان با کارکنان منضبط و دارای برنامهٔ از پیش تعیین شدهٔ تخلیه، عکس‌العمل افراد به طور قابل توجهی با افرادی که نتوانند خطرهای ممکن را درک کنند، متفاوت خواهد بود.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود این عوامل بر طراحی راه‌های خروج از لحاظ ابعاد و نحوهٔ استقرار آن‌ها در ساختمان تأثیر می‌گذارند. در واقع اگر ظرفیت یا ابعاد مسیرهای خروج، مشخصات آن‌ها از لحاظ شیب و اختلاف سطح و همچنین محل قرارگیری و نحوهٔ دسترسی به آن‌ها منطبق با اصول صحیح نباشد، امکان استفاده و خروج با سرعت کافی برای تعدادی از ساکنین که در یک ساختمان مسکونی از اقشار و گروه‌های متفاوت می‌باشند، فراهم نخواهد شد و عملاً با توجه به سرعت گسترش حریق در اینگونه ساختمان‌ها، تعدادی از این ساکنان امکان خروج نیافته و در آتش گرفتار خواهند شد.

٦- رفتار مردم در حین آتش‌سوزی

در مراحل اولیه آتش‌سوزی، افراد ساختمان عموماً یا به خود تکیه می‌کنند، یا توسط افراد دیگری که در مجاورت آن‌ها هستند، نجات می‌یابند. کمک های اضطراری مانند عملیات نجات توسط آتش‌نشانان و امدادگران، تنها می‌تواند بعد از مرحله ابتدایی و مهم‌ترین مرحله آتش‌سوزی مطرح است و ممکن است زمان حیاتی تا آن هنگام از دست رفته باشد. بنابراین رفتار انسانی در طول این فاز ابتدایی، عامل مهمی برای حفظ جان است [٦]. این رفتار می‌تواند به عنوان اقداماتی تعریف شود که مردم بر اساس درک خود از وضعیت موجود، قصدشان برای اقدام و ملاحظات مربوط به قبل از اقدام انجام می‌دهند. بر این اساس، اینکه مردم در مدت فرار چطور رفتار می‌کنند، به عنوان رفتار تخلیه اشاره می‌شود.

برای ساختمان‌هایی با تصرف تجمعی، معمولاً یک راهکار تخلیه استفاده می‌شود. با وجود این، در آتش‌سوزی‌های بزرگ معلوم شده که فرار ایمن از ساختمانی در حال سوختن، برای همه افراد ممکن نیست.

در سال ۱۹۷۰، عامل رفتار انسانی در آتش‌سوزی مورد توجه دیگر محققان قرار گرفت و منجر به تجدید نظر تفسیر ایمنی در برابر آتش و همچنین منجر به انجام چندین تحقیق و فعالیت آموزشی گردید. در بین سال‌های ۱۹٦۹ تا ۱۹۷٤، مطالعات عمده‌ای در مورد تخلیه ساختمان‌های اداری بزرگ در کانادا انجام شد. نتایج نشان داد که اعضای

فامیل بعد از اینکه برای اولین بار توانستند از ساختمان در حال سوختن فرار کنند، گرایش دارند برای یافتن یکدیگر دوباره وارد ساختمان شوند. همچنین مطالعات نشان داد که مردم در آتش‌سوزی‌های مسکونی سعی می‌کنند تا آتش را خاموش کنند [۷].

ب- نوع ساختمان و تصرف

نوع ساختمان و تصرف برای بحث فرار از حریق از اهمیت زیادی برخوردار است. استولارد [۱] یک راهنمایی کلی در ارزیابی عوامل مختلف که باید در تصرف‌های متفاوت ساختمانی در نظر گرفته شوند، ارائه کرده است (جدول ۱-۱). در این جدول، وجود خطرات مربوط به فرار، خواب بودن افراد، تعداد متصرفین، قابلیت تحرک و آشنایی با نقشه ساختمان در نظر گرفته شده است.

جدول ۱-۱: نوع ساختمان و مشخصه‌های تصرف

نوع ساختمان	R	F	M	N	S
۱ـ منازل	×	–	–	–	×
۲ـ آپارتمان‌ها و منازل کوچک	×	–	–	–	×
۳ـ مؤسسه‌های مسکونی (بیمارستان‌ها، زندان‌ها و غیره)	–	–	×	×	×
٤ـ هتل‌ها و پانسیون‌ها	×	×	–	–	×
۵ـ ادارات، اماکن تجاری، مدارس	×	×	–	–	×
٦ـ مغازه‌ها	–	–	–	×	–
۷ـ اماکن تجمع و تفریح (تئاتر و سینما)	×	×	–	×	–
۸ ـ صنایع	×	–	–	–	–

×= وجود مسئله فرار، R= عکس‌العمل، F = آشنایی، M= قابلیت تحرک، N= تعداد و S = مسئله خواب

این جدول نشان می‌دهد که در بین انواع مختلف ساختمان‌ها، هتل‌ها، پانسیون‌ها و ساختمان‌هایی مثل تئاتر و سینما بیشترین خطرها را دارا هستند، یعنی از ۵ عامل مربوط به خطرهای جانی، ۳ عامل در آن‌ها باید در نظر گرفته شود. ساختمان‌های مسکونی (مثل خانه و آپارتمان) و مغازه‌ها در دو عامل ایمنی مسئله دارند. در انواع دیگر

ساختمان‌ها، به جز محدوده‌هایی که در آن‌ها مسئله مواد سوختنی و اشتعال شدید وجود دارد، عوامل تهدید کننده فرار کمتر است، در نتیجه در جدول ۱-۱ جزو ساختمان‌های پر خطر محسوب نشده اند. خطرهای ویژهٔ ساختمان‌های خیلی بلند (بالاتر از ده طبقه) و یا زیر زمین‌های عمیق (بیشتر از یک طبقه) به تدابیر مخصوص نیاز دارد.

ج ـ مناسب بودن فواصل حرکت

این موضوع به حداکثر مسافتی مربوط می‌شود که می‌توان از افراد انتظار داشت در شرایط وقوع حریق طی کنند. بدین منظور عموماً فرار یا خروج در شرایط حریق را به مراحلی تقسیم می‌کنند که الگوی کلی آن در ساختمان‌های مسکونی به صورت زیر است [۱]:

مرحله اول: شروع فرار

برای موفقیت در فرار از اتاق یا هر فضایی لازم است که سرعت گسترش حریق پیش‌بینی و با سرعت فرار ساکنان مقایسه شود. خیلی از اوقات پیش‌بینی سرعت رشد و گسترش آتش‌سوزی بسیار مشکل است و همه آن کاری که می‌توان انجام داد، این است که اطمینان حاصل شود که ساکنان اتاق در کمترین زمان ممکن پس از وقوع حریق از آن مطلع خواهند شد. در اتاق‌های بزرگ لازم است که دو در خروج وجود داشته باشد، به طوری‌که ساکنان در هر حالتی از در خروج خیلی دور نباشند.

مرحله دوم: فرار از واحد مورد نظر در طبقه

مرحلهٔ بعد از شروع فرار، عبارت است از ترک واحدی که آتش‌سوزی در آن شروع شده است. این کار را معمولاً با استفاده از مسیر تردد که به بیرون و یا راه‌پله‌های اضطراری و یا به یک منطقهٔ مجاور (به عنوان پناهگاه) منتهی می‌شود، انجام می‌دهند. لازم است که ساکنان به یک محل امن دور از محل وقوع حریق برسند. این عمل یا با ترک کامل ساختمان و یا دور شدن از حریق و پناه گرفتن در جایی که به قدر کافی در

مقابل حریق محافظت شده باشد، انجام می‌گیرد. در این زمینه، محصور کردن حریق می‌تواند شامل مناطق مقاوم حریق که خود به مناطق کوچکتری فضابندی شده‌اند، باشد. مرحلهٔ دوم فرار وقتی که ساکنان به یک منطقه مجاور برای پناه گرفتن و یا به یک راه‌پله منتهی به طبقه همکف می‌رسند، خاتمه می‌یابد.

در این ارتباط باید به مفهوم پناه گرفتن نیز توجه داشت. اگر چه سرازیر شدن به طبقه همکف مرحلهٔ سوم فرار محسوب می‌شود، ولی این عمل همیشه ضروری و یا قابل توصیه نیست. شاید عاقلانه‌تر این باشد که در یک قسمت دیگر ساختمان، که از منطقه آتش به وسیلهٔ یک سری دیوارهای فضابندی جدا شده است، پناه گرفت. تمام کدهای اجرایی جهت فرار معلولین و همچنین دستورالعمل‌های خانهٔ سالمندان و بیمارستآن‌ها، اهمیت زیادی به مفهوم پناه گرفتن می‌دهند. پناه گرفتن در ساده‌ترین حالت به این معنی است که فرد ناتوان و یا کسانی که دارای قدرت تحرک کافی نیستند، باید فقط یک مسافت کوتاه در داخل ساختمان را طی کنند تا به یک منطقه محافظت شده برسند و در آنجا منتظر عملیات امداد و تخلیه از ساختمان شوند.

در مورد افراد معلول که در ادارات و یا سایر مکان‌ها به فعالیت مشغول هستند، معمولاً مناسب است که پناهگاه‌های آتش در هر طبقه در مجاورت راه‌پله‌ها و یا آسانسورها در نظر گرفته شوند. در مناطق دیگر، ساختمان را به مناطق محافظت‌شده کوچکتر تقسیم می‌کنند، که هم به محصور کردن حریق کمک می‌کند و هم می‌تواند به عنوان یک پناهگاه مورد استفاده قرار گیرد.

مرحله سوم- فرار از طبقهٔ خود به طبقهٔ همکف

با فرار از منطقه اقامت که در آن آتش‌سوزی شروع شده است، افرادی که در طبقه همکف نیستند، معمولاً باید خود را به طبقهٔ همکف برسانند. حتی اگر فرار شامل برنامه‌های پناه گرفتن در طبقه باشد، فرار عمودی باید به عنوان آخرین چاره در نظر گرفته شود. مشخصهٔ مهم این مرحلهٔ فرار این است که آن عده که خود را به این مرحله رسانده‌اند، در واقع از خطر حریق دور شده‌اند و معمولاً قادر خواهند بود که بدون مواجه شدن با خطر آتش‌سوزی، از یک مسیر امن ساختمان را ترک کنند. در

ساختمان‌های بزرگتر تخلیه را مرحله‌بندی می‌کنند، به طوری‌که تمامی ساکنان به طور همزمان به راه‌پله‌ها نرسند.

برای اکثر ساکنان تخلیه عمودی از طریق راه‌پله‌ها انجام می‌گیرد و از آسانسورهای معمولی هرگز نباید استفاده کرد. استفاده از آسانسورها در هنگام آتش‌سوزی خطرناک است، زیرا ممکن است ساکنان در آسانسور به دام بیافتند و یا آسانسور به طبقه‌ای برود که در آتش می‌سوزد. حتی منتظر آسانسور بودن نیز خطرناک است، زیرا فرار را به تأخیر می‌اندازد. اما برای آن‌هایی که خیلی ناتوان هستند، شاید بتوان آنان را با استفاده از آسانسورهای طراحی شدهٔ ویژه‌ای تخلیه نمود. برای این منظور نیاز به یک منبع برق مستقل همراه با امکان کنترل به وسیلهٔ مأمور آتش‌نشانی است. همچنین لازم است که ارتباط بین اتاقک آسانسور و محل تخلیه وجود داشته باشد.

مرحله چهارم– فرار نهایی در طبقهٔ همکف

این مرحله شامل حرکت از پای راه‌پله‌ها به بیرون ساختمان است. تمامی پله‌ها نباید منتهی به یک نقطه از طبقه همکف گردد، در این صورت یک حادثه در این محل می‌تواند منجر به بسته شدن همزمان تمامی راه‌های فرار شود. اگرچه این مطلب در کلام واضح و ضروری به نظر می‌رسد، در عمل ساختمان‌های زیادی را می‌توان مثال زد که تمام مسیرهای فرار به یک محوطهٔ مرکزی منتهی می‌گردند. نباید فراموش کرد که خروج نهایی و طرح بیرونی ساختمان نیز باید در برنامه‌ریزی فرار در نظر گرفته شود. باید خروج از ساختمان و گرفتن فاصلهٔ امن از ساختمان به راحتی مقدور باشد. در برنامه‌ریزی باید حجم جمعیت که می‌خواهند از ساختمان فرار کنند، در نظر گرفته شود. همچنین نیاز افراد برای قرار گرفتن در یک منطقهٔ انتقال و تمرکز که به راحتی قابل تشخیص باشد، باید درنظرگرفته شود. در جاهایی که تعداد زیادی از مردم وجود دارند، لازم است که استفاده از این مناطق طبق برنامهٔ از پیش تعیین‌شده‌ای صورت گیرد، تا ازدحام و یا تداخل در عملیات آتش‌نشانی و امداد رخ ندهد.

طراح باید ساختمان را طوری طراحی نماید که استقرار فضاها و واحدهای ساختمانی در هر طبقه، مسیر تردد و فواصل آن‌ها تا خروجی طبقه، راه‌پله‌ها و دسترسی از راه‌پله

تا خروجی ساختمان به گونه‌ای باشد که قبل از آنکه آتش و دود ساکنان را از پای درآورد، زمان کافی برای عبور از همهٔ مراحل برای آنان فراهم باشد. به عبارت دیگر اگر در هر مرحله از فرار، فواصل طراحی شده بیش از توان افراد برای تردد در زمانی کوتاه باشد، عملاً امکان آن وجود دارد دود و حریقی که به سرعت گسترش می‌یابد پیش از خروج ساکنین در هر مرحله به آنان برسد.

از همین روست که در ساختمان‌هایی که دسترسی آزاد، بدون مانع و بدون پیچ و خم از جزءترین فضاها (مثلاً یک اتاق) تا خروج طبقه به سهولت ممکن نیست و یا فواصل تردد بیش از توانایی عادی افراد برای عبور در یک مدت بسیار محدود است، نمی‌توان انتظار داشت که امکان دسترسی مناسب از تمام نقاط طبقه تا خروجی طبقه به یک نسبت وجود داشته باشد. بنابراین در اختیار نهادن شانس‌های بیشتر برای ساکنین به صورت امکان دسترس به حداقل دو راه خروج از هر نقطه ضروری است تا بتوانند از یک سو بسته به موقعیت خود یکی از آن‌ها را که نزدیکتر یا امکان پذیر است انتخاب و استفاده نمایند و از سوی دیگر در صورت مسدود شدن یک راه خروج، حداقل یک امکان یا موقعیت دیگر برای فرار از خطر فراهم باشد.

به این ترتیب مشخصات کالبدی ساختمان‌ها در گروه های مختلف، رعایت اصول متفاوتی را که هر کدام به یک یا چند مرحله از فرار مربوط می‌شوند، ایجاب خواهد نمود. گروه‌بندی ساختمان‌های مسکونی بر حسب مشخصات کالبدی آن‌ها، عمدتاً ناشی از ویژگی‌های زیر می‌باشد:

- ابعاد و سطح هر واحد در طبقه و مقدار پیچیدگی طرح،
- ابعاد هر طبقه و سطح کل آن و تعداد واحد در هر طبقه،
- نحوهٔ جدا شدن واحدها و میزان استقلال دسترسی واحدها در هر طبقه،
- ارتفاع ساختمان و تعداد طبقاتی که از یک مسیر فرار استفاده می‌نمایند،
- شیوهٔ استقرار ساختمان و نحوهٔ دسترسی به فضای باز یا معبر عمومی،
- ساختار تشکیل‌دهنده قسمت‌های مختلف ساختمان،
- تجهیزات ایمنی در برابر آتش که در ساختمان پیش‌بینی و نصب شده است.

همانگونه که ملاحظه می‌شود، تهیه طرح‌های مختلف بـا در نظـر داشـتن مسـایل فـوق بدون وجود تجویزهای نسبتا روشن تا حدود زیـادی دشـوار اسـت. از همـین روی در مقررات محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش، با توجه به میزان احتمال وقـوع حریـق در هر نوع تصرف، تخمین تعداد ساکنین طبقه و کل سـاختمان، ابعـاد هـر طبقـه و تعـداد طبقات، مسافت‌های تردد و تعداد خروجی‌های الزامی را تعیین می‌نمایند.

د ـ در نظر گرفتن شرایط، امکانات و تجهیزات مناسب راه‌های خروج

تأمین بخش قابل توجهی از شرایط بیان شده در بند بالا، مستقیماً باید با بررسـی طـرح معماری و مشخصات ساختمان مربوط صـورت گیـرد و عمـدتاً نیازمنـد محقـق شـدن شرایط و امکانات زیر است که در بیشتر موارد بر اقتصاد ساختمان تاثیر می‌گذارند:

- تامین اندازه‌های لازم فضاها و عناصر اصلی در طول مسیر (مخصوصاً پهنا وارتفـاع راه‌پله‌ها، درها ، راهروها وغیره) و خـودداری از کـاهش آن بـه سـمت انتهـای راه خروج،
- تامین ساختار مناسب (مانند جنس مصالح و جزئیات ساخت درها و پله‌ها)،
- امکان محافظت از اجزاء و قطعات موجود در محوطه و جداره‌های راه خـروج بـه منظور پیشگیری از تبدیل آن‌ها به موانع حرکت (مانند پیش‌آمدگی‌ها، اشیاء نصـب شده بر دیوار، تاسیسات نمایان)
- تامین و نصب علائم برای مشخص بودن مسیر دسترسی یا تغییر جهت‌ها

علاوه بر آن‌که مسیرهای فرار و خروج در تمام مراحـل بایـد از مشخصـات و طراحـی مناسبی برخوردار باشند، باید روشنایی کافی و مستقل از شبکه برق ساختمان در مواقـع اضطراری نیز در آن‌ها فراهم شده باشد.

راه‌های فرار حتی در شرایطی که برق سـاختمان در آتـش‌سـوزی قطـع گـردد، بایـد از روشنایی کافی برای فرار ساکنان برخوردار باشند و به طور کلی این روشـنایی، درتمـام ساختمان‌ها، به جز منازل کم‌ارتفاع، ضروری است. در ساختمان‌های عمومی مانند تئاتر، سینما و باشگاه‌ها، روشنایی از اهمیت خاصی برخوردار است. برق اضطراری ساختمان در شرایط آتش‌سوزی به علت نفوذ حریق به کابل‌ها می تواند از کـار بیافتـد، بنـابراین

روشنایی فرار باید با استفاده از منبع تغذیه اضطراری نیز تأمین شود و این منبع تغذیه بتواند برای مدت معینی که در مقررات ملی ساختمان تعیین شده است، دوام بیاورد. در الزامات مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران، این عدد ۱٫۵ ساعت در نظر گرفته شده است. معمولا کابل‌کشی برق اضطراری باید به صورت مستقل از کابل‌کشی اصلی ساختمان و در مسیرهای متفاوت صورت گرفته، از کابل‌های مقاوم در برابر آتش استفاده شده یا محافظت از کابل‌ها به صورت غیر عامل انجام شود. می‌توان روشنایی فرار را در پایین و نزدیک‌تر به کف مسیر قرار داد، زیرا دود حاصل از آتش‌سوزی، قسمت فوقانی و سقف اتاق‌ها و راهروها را دربرمی‌گیرد و تعبیه لامپ روشنایی در زیر منطقه دود ضروری است.

طراحان باید روشنایی مسیرهای تردد (مرحلهٔ ۲)، راه‌پله‌ها (مرحلهٔ ۳) و خروج نهایی (مرحلهٔ ٤) را پیش‌بینی کنند. مسیرهای فرار مرحله ۱ از اتاق وقوع حریق فقط وقتی احتیاج به روشنایی دارد که بیشتر از ۵۰ نفر ساکن وجود داشته و یا مسیر به شکل پیچیده‌ای باشد. در مسیرهای تردد اهمیت دارد که تغییر در جهت مسیر روشن گردد، محل وسایل آتش‌نشانی مانند شلنگ‌های آتش‌نشانی نیز روشن شود.

در ساختمان‌های صنعتی و در محوطهٔ کارخانه، شاید مناسب‌تر باشد که مسیرهای فرار و خروجی‌ها با رنگ مشخص شود. همچنین در استادیوم‌های روباز مسیرهای خروجی طوری علامت‌گذاری می‌شوند که در تاریکی و روشنایی کم قابل رؤیت باشند.

ه ـ تمهیدات لازم برای موفق بودن عملیات نجات

با وجود تمام پیش‌بینی‌ها در طراحی، ممکن است تعدادی از افراد به دلایل مختلف از جمله ناتوانی در حرکت یا بروز شوک، نتوانند از مسیرهای فرار استفاده نمایند و لازم باشد تا توسط نیروهای کمکی از خارج ساختمان برای نجات آنان اقدام گردد. این امر به جنبه‌های مختلفی نظیر امکان نزدیک شدن گروه نجات به ساختمان و امکان ورود و خروج افراد از طریق بازشوهای نمای خارجی و وجود اطلاعات کامل و کافی از طرح ساختمان به گونه‌ای قابل دسترس برای نیروهای امدادی مربوط است و لازم است مد نظر قرار گیرد.

از سوی دیگر، اگرچه معمولاً راه‌پله‌های فرار ساختمان‌ها طوری قرار گرفته‌اند که فقط یک جهت برای فرار وجود نداشته باشد، اما بسیاری از ساختمان‌ها (شامل ساختمان‌های مسکونی) دارای یک راه‌پله هستند و در بسیاری از آن‌ها نیز یا منطقه‌بندی آتش وجود ندارد و یا استاندارد کافی در جداسازی آتش رعایت نشده است.

در این شرایط، ساکنان نیاز به نجات از بیرون ساختمان و یا از طریق بالکن‌ها دارند. در طراحی پناهگاه برای افراد مریض و ناتوان، این فرضیه که آن‌ها در نهایت باید به وسیله افراد بیرونی مانند مأموران آتش‌نشانی و یا ساکنان ساختمان نجات داده شوند، در نظر گرفته می‌شود.

پنجره‌ها باید طوری طراحی شوند که امکان ورود از بیرون برای افراد آتش‌نشان مقدور باشد. می‌توان پنجره‌ها را طوری طراحی نمود که افراد سالم و معمولی بتوانند از طریق آن، ساختمان را ترک کنند ولی این کار، اغلب انظر امنیت ساختمان مشکل پیش می‌آورد. به عنوان مثال در آتش‌سوزی فروشگاه ولوورث[1] در شهر منچستر انگلستان در سال ۱۹۷۹، افراد پشت میله‌های آهنی پنجره‌ها به دام افتاده بودند، در صورتی‌که بدون میله‌ها می‌توانستند از پنجره‌ها خارج شده، خود را نجات دهند. در بعضی موارد افراد آتش‌نشانی می‌توانند از طریق بالکن آپارتمان‌ها به جای در ورودی وارد ساختمان شوند.

۱-۲ تعریف مسأله و دامنه تحقیق

یکی از مهم‌ترین الزامات محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش، تأمین راه‌های خروج مناسب است. مشخصات راه‌های خروج قابل قبول به صورت تجویزی در مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ارائه شده است. بر این اساس، به طور کلی می‌توان گفت که هر ساختمان باید دارای حداقل دو راه خروج باشد که برای بار تصرف بالاتر از ۵۰۰ نفر، این عدد افزایش می‌یابد. ضمناً پلکان ساختمان در بناهای بالاتر از ٤ طبقه، باید دارای دوربند با حداقل ۲ ساعت مقاوم در برابر آتش باشد مگر آن‌که در شرایط خاص مانند استفاده از شبکهٔ بارندهٔ خودکار یا در برخی تصرف ها با رعایت تمهیداتی این رقم تعدیل می گردد.

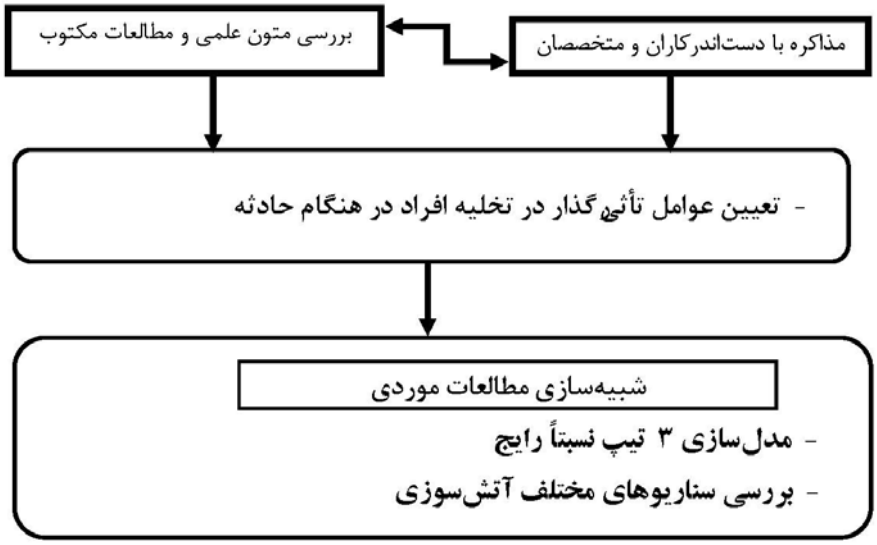
1- Woolworth

یکی از چالش‌های مهم مبحث سوم مقررات ملی ساختمان، حداقل تعداد خروج (پلکان) و نحوه دوربندی آن در بناهای آپارتمانی مسکونی است. طبق ویرایش اول مقررات مبحث سوم منتشر شده در سال ۱۳۸۰، هر واحد مسکونی باید به دو راه خروج مجزا و دور از هم دسترسی داشته باشد، اما اگر تعداد طبقات بالای همکف ۵ یا کمتر و ارتفاع ساختمان حداکثر ۱۸ متر و حداکثر ٤ واحد مسکونی در هر طبقه وجود داشته باشد، می‌تواند استثنائاً یک راه خروج (با مشخصات مندرج در مقررات) داشته باشد. به عبارت دیگر، تمام ساختمان‌های آپارتمانی دارای ٦ طبقه بالای همکف یا بیشتر، باید حداقل دو راه خروج با دوربند مقاوم در برابر آتش داشته باشند. این موضوع باعث اختلافات و تعبیرهای متفاوت زیادی در تصویب نقشه‌ها و صدور پایان کارها در سطح کشور شده است. در بسیاری از شهرها، این موضوع به صورت متفاوت عمل می‌شود و بخصوص مسائل اقتصادی و سطح اشغال اندک در برخی از زمین‌ها، مانعی برای اجرای کامل این مقررات بوده است، به گونه‌ای که بسیاری از ساختمان‌های دارای پایان کار، عملاً دارای تنها یک راه‌پله هستند.

مشکل دیگر، روشن نبودن موضوع دوربند و پلکان خارجی برای بسیاری از مهندسان معمار و ساختمان است، به گونه‌ای که تعابیر مختلفی برای آن به کار رفته، بعضاً ترفندهایی مانند احداث جداره و در از جنس شیشه سکوریت جایگزین اجرای دوربند شده است. در مورد مقاومت و رفتار درهای چوبی یا فلزی مورد استفاده نیز اطلاعات فنی مناسبی در صنعت ساختمان کشور وجود ندارد. چگونگی مسیر تخلیه خروج از پارکینگ‌ها و زیرزمین‌ها موضوع مهم دیگری است که عملاً با توجه به شرایط تعیین‌شده در مبحث سوم تعبیرات متفاوتی از آن ارائه و اعمال شده است. بنابراین لازم است با انجام تحقیقات، وضعیت پلکان و ایمنی آن در هنگام آتش‌سوزی در ساختمان‌های مسکونی به نحو دقیق‌تری با توجه به شرایط کشور بررسی شود.

در این پروژه، راه‌های خروج ساختمان‌های آپارتمانی مسکونی، به صورت مرور منابع مکتوب، مطالعات میدانی و مدل‌سازی کامپیوتری بررسی می‌شود. مطالعه بر روی مقررات ایران، استرالیا، هند و انگلستان در مورد مشخصات راه‌های خروج اینگونه ساختمان‌ها به عمل می‌آید. مطالعات میدانی بر روی راه‌های خروج تعدادی از

ساختمانهای آپارتمانی مسکونی متداول انجام می‌گردد و بر این اساس و بـا اسـتفاده از تجربیات و اطلاعات موجود، راه‌های خروج گروه‌بندی می‌شود. (شکل ۱-۱).



شکل ۱ -۱: روش شناسی تحقیق

مشخصات و عملکرد راه‌های خروج در تحقیق حاضر در راستای اجرای این مراحل، از جنبه‌های زیر بررسی می‌شود:

- طرح پله یا پله‌ها (داخلی، خارجی، درصد بـاز بـودن، دوربنـد بـودن، ملحقـات و اجزای لازم و غیره)
- عملکرد پله‌ها (خروج ایمن ساکنین، زمان لازم برای تخلیه، چگونگی نفـوذ دود و شعله به راه خروج و ...)

در این تحقیق، ۳ طرح متعارف و نسبتاً رایج ساختمان‌های آپارتمانی تا ارتفاع حدود ۲۳ متر انتخاب و تخلیه ساکنین در آن‌ها به صورت کامپیوتری مدل مـی‌شـود. بـرای رفتـار مصالح در آتش‌سوزی، از اطلاعات موجود در مرکز و آزمایش‌های قبلی و نیز از ادبیات علمی موضوع استفاده خواهد شد. در این مدل‌سازی، مشخصات راه‌های خروج و سایر پارامترهای مؤثر (مانند در ضد حریق، دور بند بودن و از این قبیـل) بـه عنـوان پـارامتر

تغییر داده شده، تغییر رفتار آتش و دود در ساختمان و راه‌های خروج بررسی خواهد شد. با توجه به رایج بودن دو نوع در چوبی و سکوریت در راه‌های خروج ساختمان‌ها (که بعضاً به عنوان بستن دوربند خروج نیز توسط ناظران پذیرفته می‌شود)، مقاومت این درها در برابر آتش در مقیاس کوچک آزمون و نتیجه آن بررسی خواهد شد. از نتایج آزمون این درها در مدل‌سازی‌های کامپیوتری نیز استفاده خواهد شد.

در پایان با توجه به سناریوهای مختلف بررسی شده، نتایج مطالعات و تحقیقات ارائه می‌شود. راهنمایی‌هایی برای طراحی راه‌های خروج ساختمان‌های مسکونی تا ۲۳ متر تهیه می‌شود. همچنین راهنمایی و توصیه های کاربردی برای طراحی راه های خروج برای مهندسین ارائه می شود. نتایج پژوهش برزای کمیته تخصصی مبحث سوم مقررات ملی ساختمان نیز قابل استفاده می باشد.

فصل دوم
بررسی و مقایسهٔ مقررات راه‌های خروج در ایران و سایر کشورها

۲-۱ مروری بر ضوابط مربوط به تعداد و نحوه استقرار راه‌های خروج در مقررات ساختمان برخی از کشورها و ایران

اصولی که در فصل اول بیان شد، عمدتاً به صورت ضوابطی مشخص و غالباً تجویزی در تدوین مقررات ساختمانی کشورها بازتاب می‌یابند. در این قسمت، مرور ضوابط خروج در مقررات ساختمانی انگلستان، استرالیا، هندوستان و ایران، عمدتاً از دیدگاه تعداد و نحوهٔ استقرار راه‌های خروج، ارائه شده است. لازم به ذکر است که ضوابط راه‌های خروج در مقررات و آیین‌نامه‌های ایران عمدتاً برداشت از مقررات امریکا می‌باشد، بنابراین مقررات امریکا به طور جداگانه ارائه نشده است.

۲-۱-۱ مقررات و راهنماهای مصوب انگلستان

ساختار مقررات ساختمان انگلستان به صورتی است که اهداف و انتظارات عملکردی و مقررات کلی را در هر زمینه ارائه می‌دهد و در مدارک پشتیبان که غالبا به صورت راهنما تهیه شده‌اند، به جزئیات هر قسمت می‌پردازد. نکات مهم این مقررات و راهنماهای آن در زیر بحث می‌شود.

الف– طبق مقررات انگلستان، هدف از مقررات خروج این است که افـراد در صـورت حریق بتوانند خود را به یک محل امن خارج از ساختمان برسانند و برای ایـن منظـور، در اکثر اوقات باید جایگزین هایی بیش از یک راه برای خروج وجود داشـته باشـد. در مواقعی که دسترسی مستقیم به یـک خـروج بـه بیـرون سـاختمان وجـود نـدارد، بایـد دسترسی به محل هایی نسبتاً امن (ماننـد پلکـان امـن محافظـت‌شـده) در یـک فاصـله پیمایش قابل قبول وجود داشته باشد که در مسیر خروج واقع شده باشد. در این موارد، راه خروج شامل دو قسمت محافظت شده و محافظت نشده می‌شود. برای افراد معلـول که از ویلچر استفاده می‌کنند، باید فضای پناهگاه، امکان کمک از طبقه بالا یا پایین و یـا آسانسورهای مناسب وجود داشته باشد. به طور کلی، آسانسور، شوت، نردبام و از ایـن قبیل، راه خروج محسوب نمی‌شود، مگر برای آسانسورهای با طراحی خاص ایمن.

ب– مقررات انگلستان تأکید می‌کند که کلاً باید همیشه یک راه جایگزین برای خـروج وجود داشته باشد، اما برای شرایط خاص، که بستگی به کاربری، ریسک حریق، ارتفـاع و مساحت ساختمان و تعداد افراد متصرف دارد، وجود فقط یک راه خروج نیز می‌تواند مورد قبول قرار گیرد.

ساختمان‌های آپارتمانی مجاز هستند که فقط یک راه‌پله خروج داشته باشند، به شـرطی که الزامات زیر برآورده شود:

- تمام آپارتمان‌ها در هر طبقه به وسیله یک لابی محافظت‌شده یا کریـدور مشـترک، از راه‌پله مشترک جدا شده باشد (شکل ۲–۱). این لابی نباید هیچگونه دسترسی مستقیم به یک انبار، آپارتمان یا هر فضای دیگر حاوی ریسک حریق، داشته باشد.
- مسیر پیمایش تا لابی پلکان، حداکثر ۷/۵ متر باشد.
- دیوار بین آپارتمان و کریدورهای راه‌های خروج باید از نـوع دیـوار مقـاوم در برابـر آتش باشد.
- همچنین فرض می‌شود که علیرغم تمام این محافظت‌ها، مقادیری دود به قسمت‌هـای مشاع، لابی و راه‌های خروج نفوذ کند؛ به عنوان مثال به علت خروج دود از درزها یا از

در. بنابراین مقررات انگلستان می‌خواهد که برای کنترل دود در قسمت‌های مشترک راه خروج و لابی‌ها، علاوه بر درهای ضد حریق، تهویه هوا نیز در این قسمت‌ها وجود داشته باشد. این تهویه می‌تواند به صورت طبیعی یا مکانیکی باشد.

برای تهویه طبیعی لازم است تا در هر راهرو یا لابی مشترک متصل به پلکان، یک تهویه در بالاترین ارتفاع ممکن وجود داشته باشد، به طوری که لبه بالایی آن حداقل در تراز بالای در پلکان باشد. همچنین باید یک دریچه به بیرون با سطح آزاد حداقل یک متر مربع در بالاترین طبقه پلکان وجود داشته باشد.

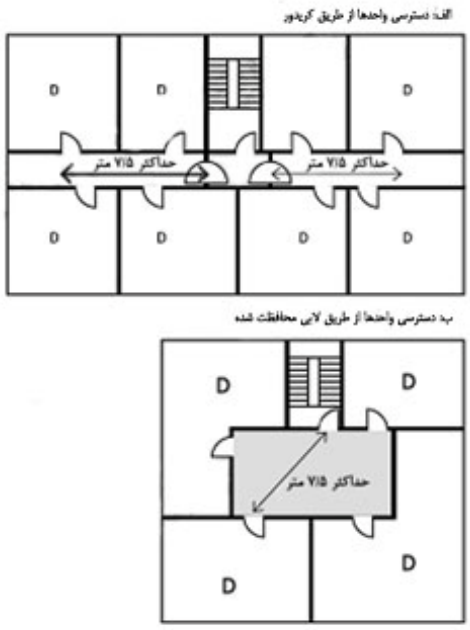
در ساختمان‌های با فقط یک پلکان، دریچه واقع در طبقه وقوع آتش‌سوزی و دریچه موجود در بالای پلکان باید به وسیله دتکتورهای دود باز شوند. دتکتورهای دود باید در قسمت‌های مشترک دسترس خروج نصب شود.

دریچه باید به یکی از دو صورت زیر باشد:

- با مساحت ۱٫۵ متر مربع در سطح یک دیوار خارجی واقع شود.
- به یک شفت دود تخلیه شود. مساحت سطح شفت باید حداقل ۱٫۵ متر مربع و هر کدام از اضلاع آن نیز باید حداقل ۸۵ سانتی‌متر باشد. شفت باید حداقل تا ۲٫۵ متر بالاتر از تراز بام امتداد داشته و بازشوی آن نیز حداقل ۰٫۵ متر از هر ساختار اطراف آن (تا محدوده ۲ متری) متر بالاتر باشد. حداقل مساحت آزاد دریچه‌های راهرو یا لابی به شفت، دریچه بالایی شفت و هر محل دیگری در داخل شفت (مانند نرده‌های ایمنی) باید حداقل یک متر مربع باشد. دریچه‌ها باید از نوع مقاوم در برابر آتش و دود باشند. در صورت کشف حریق به وسیله دتکتور، باید دریچه کریدور/ لابی طبقه وقوع و دریچه‌های بالای پلکان و شفت دود باز شوند. سایر دریچه‌های طبقات باید بسته بمانند.

به جای تهویه طبیعی می‌توان از تهویه مکانیکی استفاده کرد. برای این منظور می‌توان از استاندارد طراحی BS EN 12101-6:2005 استفاده کرد.

پلکان محافظت‌شده باید مستقیماً و یا از طریق یک گذرگاه خروج به یک خروج نهایی منتهی شود. گذرگاه خروج باید از نظر مقاومت در برابر آتش و محافظت لابی، استانداردهای مشابه با پلکان مربوط به خود را داشته باشد.



اصلاح شود: الف – دسترسی واحدها از طریق کریدور، ب- دسترسی واحدها از طریق لابی محافظت شده

یادآوری:

۱- همه درهای نشان داده شده،درهای مقاوم در برابر آتش هستند.

٤- جایی که فاصله پیمایش نسبت به لابی پلکان اندازه‌گیری می‌شود، لابی نباید دسترسی مستقیم به هیچ اتاق انباری، آپارتمان یا فضای دیگری با خطر آتش بالقوه داشته باشد.

D: خانه مسکونی

منطقه هاشور خورده ناحیه‌ای را نشان می‌دهد که تهویه باید فراهم شود که می تواند به صورت هواکش در دیوار خارجی یا شفت دود قرار گرفته در هر جا در منطقه هاشور خورده باشد.

شکل ۲-۱: تصویری از شرایط راه خروج تکی در مقررات ساختمان انگلستان

از آن جایی که زیرزمین‌ها معمولاً دارای احتمال خطر بیشتری برای وقوع و انتقال آتش‌سوزی و دود به طبقات دیگر هستند، در ساختمان‌هایی که دارای فقط یک پلکان خروج هستند، این پلکان نباید به طبقه زیرزمین امتداد داشته باشد. طبقه زیرزمین باید دارای پلکان مستقل و جداگانه از پلکان اصلی ساختمان باشد. همچنین برای یک ساختمان مسکونی دارای تنها یک پلکان خروج، این پلکان نباید برای فضاهایی مانند پارکینگ سرپوشیده، موتورخانه و از این قبیل استفاده شود.

۲-۱-۲ مقررات ملی ساختمان استرالیا

نکات مهم مقررات ملی ساختمان استرالیا [۸] در خصوص دسترسی‌ها و راه‌های خروج در زیر بحث می‌شود.

الف - در این ضوابط اگر چه ابتدا به لزوم حداقل یک خروج از هر طبقهٔ ساختمان اشاره شده است، ولی در ساختمان‌های مسکونی در هر یک از شرایط زیر حداقل دو خروجی از هر طبقه یا هر واحد مسکونی را الزامی می‌نماید:

۱- ارتفاع مؤثر آن بیش از ۲۵ متر باشد،

۲- در ساختمان‌های دو طبقه و بیشتر که ساختار آن‌ها از نوع C (با مقاومت کم در برابر حریق) باشد،

۳- زیرزمین‌های با مساحت بیش از ۵۰ متر مربع که خروج از آن‌ها نیاز به صعود بیشتر از ۱٫۵ متر دارد و فاصله حرکت از هر نقطه آن تا خروج مستقل بیش از ۲۰ متر است.

در همین بند برای دسترسی به خروج (یا خروج‌ها) در هر طبقه، شرط عدم عبور از طریق یک واحد مستقل دیگر نیز عنوان شده است.

ب – در خصوص فواصل تردد در ساختمان‌های مسکونی، نکات زیر عنوان شده است:

- در ورودی هر واحد تکی نباید فاصله‌اش از یک خروج یا از نقطه‌ای که تردد در جهات متفاوت به دو خروج ممکن است، از ٦ متر بیشتر باشد.
- در ورودی هر واحد تکی نباید فاصله‌اش از یک خروج تکی که خروج از طبقه‌ای را در تراز دسترس به معبر یا فضای باز تامین می‌کند، از ۲۰ متر بیشتر باشد.
- در آپارتمان‌های چند واحدی، فاصلهٔ هیچ نقطه‌ای از سطح یک اتاق نباید از یک خروج یا از نقطه‌ای که تردد در جهات متفاوت به دو خروجی ممکن است، از ۲۰ متر بیشتر باشد.

ج- در این مقررات خروج‌های آلترناتیو در ساختمان‌های مسکونی آپارتمانی باید تا حد ممکن به صورت یکنواخت در داخل یا محیط طبقه‌ای که سرویس می‌دهند توزیع شوند و در موقعیت‌هایی قرار گیرند که از تمام نقاط سطح (از جمله از سرسراهای

آسانسور)، دسترسی بدون مانع و واضحی به حداقل دو خروج امکان‌پذیر باشد. این خروج‌ها باید حداکثر ٤٥ متر و حداقل ۹ متر از یکدیگر فاصله داشته باشند.

د– در این مقررات، اندازه‌های مسیرهای خروج در ساختمان‌های مسکونی آپارتمانی به صورت زیر بیان شده است:

– ارتفاع بدون مانع داخلی در مسیرهای تردد نباید از ۲ متر کمتر باشد. به جز درگاهی‌ها که می‌تواند حداقل ۱۹۸۰ میلی‌متر باشد،

- اگر طبقه یا نیم طبقه برای تصرف کمتر از ۱۰۰ نفر باشد، پهنای بدون مانع به غیر از درگاهی‌ها نباید از یک متر کمتر باشد. در صورتی که جمعیت بیش از تعداد فوق باشد، نحوهٔ اضافه شدن پهنا به تناسب جمعیت تشریح شده است.

- پهنای بدون مانع هر درگاهی در مسیر خروج به جز جاهایی که به بخش بهداشتی یا حمام باز می‌شود، حداقل ۷۵۰ میلی‌متر می‌باشد،

- پهنای مسیر خروجی در آپارتمان‌های مسکونی نباید در جهت تردد به معبر یا فضای باز کاهش یابد.

هـ – در این ضوابط، مقررات تردد از راه خروج‌های حریق‌بندی شده به صورت زیر در ساختمان‌های آپارتمانی ارائه شده است:

- هیچ درگاهی نباید مستقیماً از یک اتاق به یک راه‌پله، دالان عبور عمومی یا شیب‌راه که حریق‌بندی شدن آن الزامی است باز شود، مگر آنکه از یک سرسرا، راهرو یا فضای تقسیم عمومی باشد و یا از یک واحد انفرادی که تمام یک طبقه را تصرف کرده باشد.

- هر راه‌پله یا شیب‌راه دارای دوربند مقاوم در برابر آتش باید دسترسی مستقل از هر طبقه داشته باشد و مستقیماً یا از طریق مسیر عبور محافظت شدهٔ خودش به مکان‌های مناسب تخلیه شود.

وـ در این مقررات، ضوابط خاصی درخصوص راه‌پله‌های معماری محافظت نشده عنوان گردیده که رعایت آن‌ها الزامی است.

۲-۱-۳ مقررات ملی ساختمان هند

فصل چهارم از مقررات ملی ساختمان هند [۹] به ایمنی در برابر آتش اختصاص یافته است. در این فصل، به جنبه‌های مختلف ایمنی حریق از جمله تعداد، نحوه استقرار و اندازه‌های مسیرهای خروج لازم پرداخته شده است که به مهمترین آن‌ها اشاره می‌شود:

الف - در مقررات اختصاصی ساختمان‌های مسکونی آپارتمانی ، تنها برای ساختمان‌های با حداکثر دو طبقه، یک راه‌پله مجاز شمرده شده است. علاوه برآن، در همین مقررات به صراحت کلیه ساختمان‌هایی که بیش از ۱۵ متر ارتفاع دارند و تمام ساختمان‌ها با تصرف‌های آموزشی، تجمعی، درمانی، صنعتی، انبار، مخاطره‌آمیز و مختلط (صرف نظر از تعداد طبقه) که دارای بیش از ۵۰۰ مترمربع بنا در هر طبقه می‌باشند، باید دارای حداقل دو راه‌پله دور بسته و تا حد امکان دور از هم باشند و حداقل یکی از آن‌ها باید در دیوارهای خارجی ساختمان باشد که مستقیما به فضای خارج، فضای باز داخلی یا فضای باز امن گشوده شود.

ب - در ساختمان‌های مسکونی، حداکثر فاصله تردد در کف برای دسترسی به خروج ۲۲/۵ متر اعلام شده است. طول مسافت تردد از یک راهروی بن‌بست تا یک خروج نباید از نصف رقم فوق بیشتر باشد، مگر در تصرف‌های آموزشی، تجمعی و درمانی که نباید از ٦ متر بیشتر باشد.

ج - دور بودن راه‌های خروج از یکدیگر در کلیه ساختمان‌ها و استقرار حداقل یکی از راه‌پله‌ها در دیوار خارجی در ساختمان‌های بیش از ۱۵ متر ارتفاع لازم می‌باشد.

د- پهنای هیچ درگاه خروجی نباید از ۱۰۰ سانتیمتر و ارتفاع آن نباید از ۲۰۰ سانتیمتر کمتر باشد. راهروها نیز از ارقام فوق تبعیت می‌کنند، مگر در مواردی‌که یک راه‌پله به یک راهرو تخلیه می‌شود که نباید ارتفاع آن راهرو از ۲٫٤ متر کمتر باشد. دراین مقررات حداقل پهنای راه‌پله در ساختمان‌های مسکونی نیز ۱ متر اعلام شده است.

۲-۱-٤ مقررات ملی ساختمان ایران

مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران در ویرایش نخست عمدتاً بـه مسـئله راه‌هـای خروج پرداخته است. شایان ذکر است که این مبحث با پایه قرار دادن مقـررات امریکـا تدوین شده است. در مطالعهٔ این مبحث، مواد و بندهای مهم زیر در رابطـه بـا تعـداد و نحوه استقرار راه‌های خروج در تصرف‌های مسکونی ارائه شده‌است:

الفـ در مقررات عمومی این مبحث، برای تمام انواع بناها حداقل دو راه خروج الزامی اعلام شده است مگر در موارد استثنا، که تشریح خواهد شد. ضمناً شرایط اعـلام شـده برای الزام بـیش از دو راه خـروج تقریبـاً در هـیچ بنـای مسـکونی متـداول بـه غیـر از آپارتمان‌های بسیار بزرگ وجود ندارد.

در مقررات اختصاصی بناهای مسکونی با حداکثر ۵ طبقه بالاتر از همکـف، بـه ارتفـاع حداکثر ۱۸ متر با حداکثر ٤ واحد مسکونی درهر طبقه با شرایط زیر استثنائاً مـی‌تواننـد فقط یک پلکان خروجی داشته باشد:

۱- پلکان خروج توسط موانع حریق با حداقل ۱ ساعت مقاومت، کاملاً دوربندی شـده باشد و درهای حریق خود بسته شو، تمام بازشوهای واقع بین دور بند پلکان و آن بنا را محافظت کنند.

۲- پلکان خروج، بیش از نیم طبقه پایین‌تر از تراز تخلیه خروج ادامه نداشته باشد.

۳- راهروهایی که بعنوان دسترس خروج مورد استفاده واقع می‌شوند، حداقل ۱ ساعت مقاومت حریق داشته باشند.

٤- فاصله عبوری بین در ورودی هر واحد مسکونی تا پلکان خـروج از ۱۰ متـر بیشـتر نباشد.

۵- ساختارهای افقی و قائم جداکننده واحـدهای مسـکونی، حـداقل دارای $\frac{۳}{٤}$ سـاعت نرخ مقاومت حریق باشند.

شایان ذکر است در مجموعه این مبحث و با توجه به استفاده از الفاظی نظیـر دسترسـی مستقل یا خروج مستقل و همچنین باتوجه به بند ۳-۱-۷-۳، نباید برای رسیدن به یـک

خروج، از میان اتاق‌های دیگر، آشپزخانه، انبارها، سرویس‌های بهداشتی، فضاهای کاری و فضاهای مشابهی که درهای آن‌ها در معرض قفل شدن هستند، لازم باشد.

ب – درخصوص فواصل تردد در ساختمان‌های مسکونی، نکات زیر در مبحث سوم عنوان شده است:

راه خروج شامل سه بخش می‌باشد که عبارتند از دسترس خروج، خروج و تخلیه.

طبق مقررات اختصاصی، در ساختمان‌های مسکونی مستقل، فاصله عبوری تا رسیدن به راهروی دسترس خروج، نباید از ۲۳ متر بیشتر شود. ضمناً در آپارتمان‌های مسکونی فاصله بین در ورودی هر واحد مسکونی تا نزدیکترین خروج، حداکثر ۳۰ متر می‌باشد. در صورت وجود شبکهٔ بارندهٔ خودکار در کل ساختمان، این فواصل به ترتیب به ۳۸ متر و ٦۰ متر افزایش می‌یابد. در این مقررات حداکثر مسیر مشترک دسترس‌های مختلف و همچنین حداکثر طول مجاز راهروهای بن‌بست در ساختمان‌های مسکونی بدون شبکه بارنده خودکار به میزان ۱۰ متر اعلام شده است. البته در این رابطه لازم است به محدودیت فاصله که در شرایط مجاز شمردن وجود تنها یک راه‌پله اعلام شده است (یعنی ۱۰ متر) توجه داشت.

ج – شیوهٔ استقرار خروج‌های مختلف در ساختمان‌های مسکونی باید به گونه‌ای باشد که فاصله بین خروج‌ها حداقل برابر با نصف اندازهٔ بزرگترین قطر آن طبقه یا آن بخش باشد.

ضمناً پلکان‌های طرح قیچی چنانچه با ساختار غیر سوختنی ۲ ساعت مقاوم حریق دوربندی و از یکدیگر جدا شده باشند و از ایجاد هرگونه روزنه نفوذی یا بازشوی ارتباطی بین دوربندها خودداری شده باشد، مجاز خواهند بود.

د – در این مبحث، اندازه‌های خروجی‌ها در ساختمان‌های مسکونی به صورت زیر بیان شده است:

– درخصوص ارتفاع مسیرهای خروج، تنها درخصوص راه‌پله‌ها، ارتفاع حداقل ۲۰۵ سانتیمتر از هر پله تا سقف بالای خود عنوان شده است.

– حداقل پهنای مفید برای هر در که در راه خروج قرار می‌گیرد ۸۰ سانتی‌متر عنوان شده است، مگر فضاهای با مساحت کمتر از ٦٫٥ مترمربع که می‌تواند حداقل ٦٠ سانتی‌متر باشد. حداکثر پهنای هر لنگه در نیز ۱۲۰ سانتیمتر درنظر گرفته شده است.

– در این مبحث، حداقل پهنای مفید راه‌پله ۱۱۰ سانتیمتر عنوان گردیده است مگر آنکه مجموع تعداد متصرفان تمام طبقات استفاده‌کننده از راه‌پله کمتر از ۵۰ نفر باشد که در آن صورت پهنای مفید می‌تواند به حداقل ۹۰ سانتیمتر کاهش یابد.

– پهنای هیچ یک از دسترس‌های خروج در این مقررات، نباید از ۹۰ سانتیمتر کمتر باشد.

شایان ذکر است برای محاسبهٔ پهنای مفید راه‌پله‌ها با استفاده از مقادیر جدول ۳–۱–۵ ب، می‌توان برای یک ساختمان آپارتمانی با ظرفیت تصرف ۱۰۰ نفر در طبقه، به رقم ۸۰ سانتیمتر پهنای پلکان دست یافت که عملاً از مقادیر قید شده در بالا کمتر است و ناچار باید رقم بالا را درنظر گرفت. در ضوابط اختصاصی ساختمان‌های بلند، حداقل پهنای ۱۱۰ سانتیمتر برای راه‌های خروج تعیین شده است.

۲–۱–۵ جمع‌بندی و مقایسهٔ مقررات

با مقایسهٔ مقررات مربوط به تعداد و نحوه استقرار راه‌های خروج در مقررات بررسی شده، این موضوع روشن می‌شود که مفاد مقررات مختلف اگرچه از لحاظ ساختار و تنظیم مواد و بندهای آن‌ها با یکدیگر متفاوت هستند، اما می‌توان نکات زیر را بین آن‌ها مقایسه نمود:

۱– در تمامی مقررات، سه عامل اصلی تعداد، موقعیت مکانی و اندازه خروج‌ها در تناسب با فواصل حرکت، ویژگی‌های متصرفین، نوع استفاده از ساختمان و ارتفاع آن معرفی شده‌اند.

۲– در مجموع، در روح همه مقررات بررسی شده، ایجاد شانس یا موقعیت‌های بیشتر برای خروج مورد تاکید است و این امر به عنوان حق طبیعی ساکنین در نظر گرفته

می‌شود. بنابراین حتی در مواردی که یک خروج مجاز است، حق دسترسی به یک خروج دیگر نیز به ترتیبی مطرح می‌شود.

۳- در خصوص محدودیت‌های ارتفاع و اندازه ساختمان برای مجاز بودن یک راه خروج یا راه‌پله، به نظر می‌رسد، امکانات متداول برای اطفای حریق و همچنین فرهنگ رفتاری در هر کشور ازجمله عواملی بوده‌اند که بر این امر تاثیر گذارده‌اند. به عنوان مثال، مقررات استرالیا وجود دو راه خروج را تنها در ساختمان‌های با ارتفاع بیش از ۲۵ متر اجباری می‌نماید؛ اما در مقررات هندوستان مشاهده می‌شود که الزام برای دو راه‌پله خروج برای کلیه ساختمان‌های با بیش از ۱۵ متر ارتفاع و همچنین در برخی تصرف‌ها با بیش از ۵۰۰ متر مربع بنای هرطبقه، مطرح شده است. در عین حال در مقررات انگلستان مطابق شرایط بیان‌شده در بند ب ۲-۱-۱ این گزارش، در صورت وجود یک سرسرای تقسیم در هر طبقهٔ ساختمان‌های مسکونی به گونه‌ای که دسترسی واحدها به راه‌پله با واسطهٔ آن صورت گیرد و با رعایت سایر الزامات بیان شده در آن قسمت، وجود تنها یک راه‌پله خروج مجاز دانسته شده است.

شایان ذکر است که در ویرایش نخست مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران نیز در ساختمان‌های مسکونی حداکثر تا ۵ طبقه بالای همکف (یا با ارتفاع حداکثر ۱۸ متر) و با حداکثر ٤ واحد مسکونی در هر طبقه با رعایت الزاماتی از لحاظ ساختار راه‌های خروج، امکان استفاده از یک راه خروج مجاز اعلام شده است.

٤- اساس تعیین فواصل تردد یا دسترس خروج از واحدهای مسکونی به راه‌های خروج، در مقررات کشورهای مورد مطالعه تقریبا یکسان است.

۵- درخصوص پهنای درگاه‌ها و راه‌های خروجی، مقررات کشورهای بررسی شده تفاوت قابل ملاحظه‌ای را نشان نمی‌دهند، اما مقررات ایران، درخصوص برخی تصرف‌ها از جمله تصرف‌های مسکونی، با اعلام شرایط مختلف پهناهای کمتری را نیز مجاز می‌شمارد. (مثلاً به جای ۱۰۰ یا ۹۰ سانتی‌متر در مقررات بررسی شده در فوق، ۸۰ سانتی‌متر را پذیرفته یا برای اتاق‌های کوچک حداقل ٦۰ سانتی‌متر را الزام کرده است).

٦- از لحاظ نحوهٔ دسترسی واحدها به خروج‌ها، نحوهٔ استقرار درگاه‌ها در راه‌پله‌ها، نحوه بازشدن آن‌ها، ویژگی‌های میله‌های دستگرد و دست‌اندازهای راهروها و راه‌پله‌ها و موارد مشابه، ضوابط اعلام شده در مقررات مبحث سوم کامل نبوده و در برخی موارد مسکوت مانده است. در حالی‌که در مقررات کشورهای بررسی شده نکات قابل توجه و ضوابط متعددی در این خصوص عنوان گردیده است. لازم به ذکر است که بسیاری از این موارد در آیین نامه ٦٨٢ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی ارائه شده است.

۲-۲ جمع‌بندی یافته‌ها در مورد ضوابط و مقررات طراحی راه‌های خروج

۲-۲-۱ ملاحظات اساسی در روند برنامه‌ریزی طرح راه‌های خروج

طبق مبحث سوم مقررات ملی ساختمان، راه‌خروج، به مسیر ممتد و بدون مانعی گفته می‌شود که برای رسیدن از هر نقطه ساختمان به یک معبر عمومی در نظر گرفته شود. راه خروج از سه بخش مجزا و مشخص «دسترس خروج»، «خروج» و «تخلیه خروج» تشکیل شده است.

در مبحث سوم مقررات ملی ساختمان، ابتدا مقرراتی کلی بیان شده که مبنای مقررات کمی و طراحی این مبحث است. در مروری بر این مقررات کلی به نکات اساسی زیر برخورد می‌کنیم:

- هر بنا، هر بخش از یک بنا و هر ساختمانی که از این پس ساخته یا پرداخته شود، باید به راه‌های خروج اصولی، کافی و بدون مانع مجهز گردد.
- به این منظور باید نوع، تعداد، موقعیت و ظرفیت راه‌های خروج در هر بنا با توجه به وسعت و ارتفاع همان بنا، متناسب با ویژگی های ساختمان و تصرف، طرح شده و با رعایت تعداد و خصوصیات متصرفان (به ویژه خصوصیات آن‌هایی که بیش از دیگران در معرض خطر قرار می‌گیرند)، پیش‌بینی‌های لازم برای هدایت اشخاص به خارج از بنا و یا مکان‌های امن در داخل بنا صورت گیرد.

- استفاده از هرگونه قفل یا وسیله سدکننده در مسیرهای خروج که احیاناً فرار به موقع را مانع شود ممنوع است، مگر در برخی از تصرف‌ها مانند مراکز بازپروری و بهداشت روانی و یا ندامتگاه‌ها. در این گروه از بناها نیز استفاده از قفل فقط در شرایطی مجاز خواهد بود که مراقبین به طور دائم در حال انجام وظیفه بوده یا تدابیر مؤثری برای خارج کردن متصرفان در مواقع اضطرار اتخاذ شده باشد.
- خروج‌ها باید در مکان‌هایی طرح، ساخته، آراسته و نگه‌داری شوند که در تمام اوقات تصرف، از تمام بنا راه خروج آزاد و بدون مانعی در دسترس باشد.
- خروج‌ها باید تا حد امکان در مکان‌هایی طرح شوند که متصرفان بتوانند به وضوح آن‌ها را ببینند. همچنین هر مسیر خروج از ابتدا تا انتها باید به گونه‌ای آراسته و علامت‌گذاری شود که راه منجر به مکان امن، به روشنی مشخص باشد و متصرفان در پیچ و خم‌های ساختمان و مکان‌های بن‌بست گرفتار نشوند.

همان‌گونه که در ابتدا نیز بیان شد، طراحی راه‌های خروج نمی‌تواند و نباید مستقل از طراحی ساختمان صورت گیرد. از همین رو برنامه‌ریزی و طراحی راه خروج با هماهنگی سایر اعضای گروه طراحی ساختمان صورت می‌گیرد و اقدامات لازم برای بررسی و مطالعهٔ شرایط طرح ساختمان و طراحی راه‌های خروج از همان ابتدای برنامه‌ریزی و طراحی آن آغاز می‌شود.

در این قسمت سعی می‌شود تا روندی نسبتاً ساده برای برنامه‌ریزی و طراحی راه‌های خروج یک ساختمان که حاصل جمع‌بندی مقررات و راهنماهای طراحی است ارائه گردد. در هر مورد نیز نکات اساسی از مبحث سوم مقررات ملی ساختمان و سایر منابع معتبر معرفی خواهد گردید. شایان ذکر است، این اطلاعات در حد مشخص شدن موضوع در روند طراحی ارائه می‌شوند و در هنگام طراحی مراجعه به مقررات یاد شده الزامی است.

۲-۲-۲ شناخت تصرف و برنامهٔ فیزیکی ساختمان

اولین قدم در طراحی راه‌های خروج، بررسی و شناسایی نوع تصرف و برنامهٔ فیزیکی ساختمان است که با هماهنگی سایر اعضای گروه طراحی صورت می‌گیرد. عمده‌ترین اطلاعات مورد نیاز شامل موارد زیر می‌شود:

- **گروه تصرف**: در آیین‌نامهٔ محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش (نشریه ٦٨٢ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی)، طبقه‌بندی نسبتاً کامل از گروه‌های تصرف به همراه مثال‌های کاربردی ارائه گردیده است. تمام مراحل بعدی طراحی بیش از همه به شناسایی نوع تصرف وابسته است.
- **ویژگی‌های متصرفان**: این موضوع به ویژه از نظر شناخت توانایی‌ها یا محدودیت‌ها در نحوهٔ سکونت یا استقلال متصرفان اهمیت دارد. شرایط جسمی و روحی، اختیارات حرکتی یا میزان نظارت لازم بر متصرفان از نکات مهم در این بررسی است.
- **نحوهٔ استقرار ساختمان در زمین**: مانند وضعیت، جهت، فاصله از حدود ملکی، مسیر دسترسی و خروج ساختمان نسبت به معبر اصلی، بر و کف ساختمان به ویژه از نظر ارتفاع دسترس اصلی نسبت به معبر و یا محوطه باز و ارتباط و فاصلهٔ ساختمان از ساختمان‌های همجوار،
- **تعداد طبقات و ارتفاع ساختمان**: روی طبقهٔ دسترس اصلی و زیر آن،
- **مساحت طبقات و مساحت کل ساختمان**،
- **تعداد و محدودهٔ واحدهای مستقل**: در هر طبقه و در کل ساختمان که بسته به نوع تصرف تعریف می‌شود.
- **سایر اطلاعات لازم بسته به نوع تصرف و یا مشخصات ملک**.

۲-۲-۳ تعیین یا شناخت نوع ساختار ساختمان

ساختارهای ساختمانی در مبحث سوم طبقه‌بندی شده‌اند. این طبقه‌بندی از دو جهت اهمیت دارد. نخست، محدودیت‌ها و قابلیت‌های ساختمان را از نظر تعداد طبقات مجاز

تعیین می‌کند و دوم، میزان و نوع محافظت لازم در برابر آتش بر اساس آن تعیین می‌شود.

در طراحی ساختمان‌ها، یکی از مهمترین تصمیمات گروه دست‌اندرکار شامل کارفرما و طراحان، مربوط به انتخاب نوع ساختارهای ساختمان است. بخش مهمی از این تصمیم‌گیری بر اساس ضرورت‌های ایمنی در برابر آتش انجام می‌شود.

۲-۲-٤ برآورد تعداد متصرفان (بار تصرف)

ظرفیت راه خروج در هر طبقه، هر بخش از یک بنا و هر فضای مجزا و مشخص که به تصرف انسان در آید، باید برای متصرفان (بار متصرف) همان طبقه، بخش یا فضا در نظر گرفته شود و برای تعداد اشخاص استفاده‌کننده از راه خروج مناسب و کافی باشد.

در مبحث سوم مقررات ملی ساختمان و آیین‌نامهٔ محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش، قسمتی برای محاسبهٔ بار تصرف و ظرفیت مورد نیاز برای راه‌های خروج اختصاص یافته است که با مراجعه به آن می‌توان بر اساس نوع تصرف و مساحت آن (در هر بخش، طبقه یا کل ساختمان) تعداد متصرفان را محاسبه نمود.

در طراحی، بار تصرف یا تعداد متصرفان هر بنا، هر بخش از یک بنا و به طور کلی هرفضا، برابر یا بیشتر از حاصل تقسیم مساحت یا زیر بنای آن فضا بر واحد سطح تصرف همان فضا است.

در مقررات یاد شده، برای ساختمان‌های مسکونی آپارتمانی واحد سطح تصرف ناخالص به ازای هر نفر ۱۸/٦ متر مربع تعیین گردیده است.

۲-۲-۵ تعیین تعداد راه‌های خروج لازم

همان‌گونه که بیان شد، به عنوان یک اصل کلی، حداقل دو راه خروج مستقل از هم برای هر ساختمان مورد نیاز است که این تعداد مطابق مبحث سوم بسته به نوع تصرف، بار تصرف، ابعاد ساختمان، و سایر شرایط ویژه مانند آرایش فضاها و بخش‌های ساختمان افزایش می‌یابد. تعداد راه‌خروج الزامی بر اساس جدول ۲-۱ محاسبه می‌شود، مگر آن که در مقررات اختصاصی برخی تصرف‌ها به‌گونه‌ای دیگر بیان شده باشد.

در شرایط خاصی نیز که برای ساختمان‌های مسکونی آپارتمانی در این مبحث بیان گردیده می‌توان با تمهیداتی به یک راه‌خروج اکتفا نمود.

جدول ۲-۱: حداقل تعداد راه‌خروج الزامی بر اساس بار تصرف

بار تصرف	حداقل تعداد خروج
۱-۵۰۰	۲
۵۰۱-۱۰۰۰	۳
بیش از ۱۰۰۰	٤

در محاسبه تعداد خروج‌های هر طبقه، رعایت بار متصرف همان طبقه تکافو خواهد کرد، مشروط بر آنکه تعداد خروج‌ها در طول مسیر خروج کاهش نیابد. به عبارت دیگر، تعداد خروج‌های هر طبقه از تعداد خروج‌های لازم برای طبقات بالاتر از خود کمتر نباشد (در حالت‌های استثناء و با در نظر گرفتن گذرگاه‌های خروج به شرط رعایت تمام مقررات، بعضاً می توان تعداد خروج را کاهش داد، ولی عرض خروج در مسیر نباید کاهش یابد، حتی اگر تعداد متصرفین در طبقات پایین کاهش یابد).

۲-۲-٦ ساماندهی کلی راه‌های خروج در طرح ساختمان

در این قدم از برنامه‌ریزی راه‌های خروج و در هماهنگی با طراحی کلی ساختمان، وضعیت و نحوهٔ استقرار راه‌های خروج ساماندهی می‌شود.

همان‌گونه که در ابتدای این فصل عنوان شد، طبق مقررات، هر راه خروج از سه بخش دسترس خروج، خروج و تخلیه خروج تشکیل می‌شود. در ساماندهی راه‌های خروج، علاوه بر تعیین وضعیت استقرار خروج‌ها نسبت به کل ساختمان و نسبت به یکدیگر، وضعیت، جهت و شیوهٔ قرارگیری دسترس‌های خروج و تخلیهٔ خروج نیز به صورت کلی مشخص می‌شود.

اصولاً باید خروج‌ها را تا حد امکان به‌گونه‌ای دور از یکدیگر در نظر گرفت که از تمام نقاط طبقه حداقل به دو خروج دسترسی وجود داشته باشد. در ضمن باید مسیرهای دسترس به دو خروج به گونه‌ای پیش‌بینی شوند که مسدود شدن یکی از آن‌ها موجب مسدود شدن دیگری نشود.

در هر طبقه یا هر بخش از یک طبقه در هر بنا که دو خروج مجزا از هم طراحی شود، فاصلهٔ بین خروج‌ها باید حداقل برابر با نصف اندازهٔ بزرگترین قطر آن طبقه یا آن بخش باشد. اندازه‌گیری باید در خط مستقیم بین خروج‌ها انجام شود، مگر موارد استثنائاً که در مقررات ذکر شده و برای آن‌ها فاصله بین خروج‌ها می‌تواند در طول مسیر راهرو اندازه‌گیری شود.

در فضاها یا بناهایی که دارای بیش از دو خروج باشند، دست‌کم ۲ واحد از خروج‌ها باید با مشخصات فوق‌الذکر طراحی شوند. سایر خروج‌ها نیز باید در موقعیتی قرار گیرند که در صورت مسدود شدن هر یک توسط آتش ودود، از قابلیت خروج های دیگر کاسته نشود.

در این قدم باید به فصولی از مقررات که محدودیت‌های این سه بخش را از نظر مشخصاتی مانند طول مسیر، حداکثر مسیرهای مشترک، بن‌بست‌ها، اندازه‌های پهنا و ارتفاع، محدودیت در بازشوها و ورود و خروج‌ها و اختلاف سطح‌ها معین می‌کند توجه داشت. مهمترین این مشخصات که باید مورد کنترل قرار گیرند در قسمت ۲-۳ این گزارش معرفی شده و تشریح کامل‌تر آن‌ها به همراه راهنمایی‌های مفید، به پیوست است.

در ساماندهی راه‌های خروج، نوع راه‌ها و وضعیت خروج‌ها از نظر داخلی یا خارجی بودن یا استفاده از خروج‌های افقی در این مسیر مشخص می‌گردد.

در طراحی راه‌های خروج باید توجه داشت که مسیر راه خروج مجاز نیست از داخل فضاهای دیگر ساختمان که به مقاصد دیگری استفاده می‌شوند، عبور نماید. مگر آنکه در مقررات با تمهیداتی عبور از برخی فضاهای عمومی مجاز دانسته شده باشد.

۲-۳ طراحی تفصیلی راه‌های خروج

پس از آنکه وضعیت و مشخصات کلی راه‌های خروج در طرح ساختمان مشخص شد، نوبت به طراحی دقیق راه‌های خروج و انطباق آن‌ها با مقررات مبحث سوم مقررات ملی ساختمان می‌رسد. این مرحله که همراه و در هماهنگی با طراحی ساختمان انجام می‌گیرد، شامل جزئیات زیادی است که در این قسمت کلیات فرایند طراحی تفصیلی

تشریح شده است. جزئیات این فرایند به عنوان راهنمای طراحی راه‌های خروج در پیوست این گزارش ارائه شده است.

۲-۳-۱ رعایت الزامات کلی مسیر دسترس خروج و الحاقات آن

دسترس خروج به آن قسمت از سیستم راه خروج اطلاق می‌شود که از هر قسمت تحت تصرف در یک ساختمان یا سازه (مثلا از در اصلی یک آپارتمان) به یک خروج (مثلاً به ورودی یک پلکان خروج در همان طبقه) منتهی می‌شود. راهروها و سایر فضاهایی که در مسیر دسترس خروج قرار می‌گیرند، با توجه به بار و نوع تصرف آن‌ها باید از جنبه‌های زیر کنترل شده و با مقررات انطباق یابند:

الف- مقاومت در برابر آتش به میزان تعیین‌شده برای ساختار جداکننده آن‌ها (دیوارها و درها) از سایر بخش‌های بنا،

ب- به حداقل رساندن نشت دود از طریق درز درهای واقع در این مسیرها،

ج- رعایت حداکثر مجاز طول دسترس خروج، بسته به تصرف و وجود یا عدم وجود شبکهٔ بارندهٔ خودکار،

د- رعایت حداکثر مجاز طول مسیر مشترک در دسترس به چند خروج،

ه- رعایت حداکثر مجاز طول مسیرهای بن‌بست متصل به دسترس خروج،

۲-۳-۲ رعایت الزامات کلی خروج

خروج، به قسمتی از «راه خروج» اطلاق می‌شود که به وسیله ساختار و تجهیزات دارای درجه‌بندی مقاومت در برابر آتش، بر اساس ضوابط و مقررات از سایر فضاهای ساختمان جدا و ایمن شده و مستقیم یا از طریق تخلیه خروج به معبر عمومی منتهی می‌شود.

خروج‌ها می‌توانند شامل درگاه‌های خروج واقع در جداره‌های بیرونی ساختمان‌ها که مستقیماً یک فضا را به معبر یا فضای باز مرتبط می‌کند، گذرگاه‌های خروج، خروج‌های افقی و شیبراه‌ها و پلکان‌های خروج باشند.

در ساختمان‌های آپارتمانی مسکونی دارای حداکثر ٦ طبقه و ارتفاع حداکثر ۲۳ متر می‌توان از پلکان‌ها و شیب‌راه‌های خارجی خروج نیز با رعایت الزاماتی به عنوان جزئی از راه خروج الزامی استفاده کرد.

فضاها و اجزایی که در قسمت خروج قرار می‌گیرند، با توجه به بار و نوع تصرف آنها باید از جنبه‌های زیر کنترل شده و با مقررات انطباق یابند:

الف- دوربندی خروج‌های داخلی (پلکان‌ها و شیب‌راه‌های داخلی خروج) با موانع حریق که بسته به تصرف و تعداد طبقات باید دارای مقاومت تعیین شده در مقررات باشند.

ب- به حداقل رساندن تعداد بازشوها در دوربند خروج و محافظت آن‌ها با درهای مقاوم حریق خودبسته‌شو تایید شده،

ج- وضعیت و شرایط استفاده از درهای خودکاربسته‌شو در دوربند خروج، بسته به عملکرد بنا،

د- عدم ایجاد هرگونه روزنهٔ نفوذی در دوربندهای خروج به غیر از روزنهٔ نفوذی برای عبور اجزاء و عناصر تاسیساتی زیر:

- کانال‌های هوا و دیگر تجهیزات لازم در مواردی که تراکم هوا و ایجاد فشار مثبت در درون دوربند خروج ضروری اعلام شده باشد
- لوله‌های مربوط به شبکه‌های آتش‌نشانی
- لوله‌های برق ویژهٔ فضای خروج

در تمام موارد فوق، روزنه‌های نفوذی باید به طور کامل با مواد مناسب که از گسترش حریق جلوگیری نماید، درزبندی شوند.

هـ- عدم ایجاد هرگونه بازشوی ارتباطی یا روزنه نفوذی بین دو خروج مجاور هم (مانند پلکان‌های طرح قیچی) که با یک ساختار از یکدیگر جدا می‌شوند،

و- کاملا آزاد و بدون مانع بودن فضاهای داخل دوربندهای خروج و همچنین عدم استفاده برای مقاصدی مانند انبار کردن کالا روی سطح پله‌ها یا پاگردها،

ز- مشخص کردن شمارهٔ هر طبقه و تخلیهٔ خروج با علایم الزامی مطابق مقررات تعیین شده.

۲-۳-۳ رعایت الزامات کلی تخلیهٔ خروج

تخلیه خروج، به بخشی از راه خروج اطلاق می‌شود که بین انتهای خروج و معبر عمومی واقع است. فضاها و اجزایی که در قسمت تخلیهٔ خروج قرار می‌گیرند، با توجه به بار و نوع تصرف آن‌ها باید از جنبه‌های زیر کنترل شده و با مقررات انطباق یابند:

الف- تخلیهٔ مستقیم دوربندها به خارج ساختمان مگر در مواردی که مجاز شمرده است.

ب- تامین راه سرپوشیده یا باز به صورت ایمن، بدون مانع و قابل تشخیص برای دسترسی متصرفان به معبر عمومی در تراز زمین،

ج- عدم ورود مجدد تخلیهٔ خروج به داخل ساختمان،

د- برابر یا بیشتر بودن عرض و ظرفیت تخلیه خروج از مجموع عرض‌ها و ظرفیت‌های خروج‌های منتهی به آن.

۲-۳-٤ رعایت پهنای الزامی راه خروج

- به عنوان یک اصل کلی، ظرفیت خروج‌ها نباید هیچگاه در طول مسیر کاهش یابد و چنانچه راه‌های خروج طبقات بالا و پائین، در طبقه‌ای میانی به هم مربوط و با هم ادغام شوند، ظرفیت خروج حاصله نباید از مجموع ظرفیت‌های آن دو راه کمتر در نظر گرفته شود.

- عرض مفید راه خروج باید در باریکترین بخش مسیر اندازه‌گیری شود. استثنائاً در هر طرف مسیر خروج، حداکثر ۱۰ سانتی‌متر پیش‌آمدگی در ارتفاع پائین (در حد میلهٔ دستگرد یا پائین‌تر از آن) را می‌توان جزو عرض مفید در نظر گرفت.

- پهنای تمام راه‌پله‌ها و پلکان‌ها، راهروها و سایر قسمت‌ها و اجزاء موجود در مسیر راه خروج ساختمان‌های مسکونی باید متناسب با ظرفیت آن‌ها و بر اساس مقادیر تعیین‌شده برای هر نفر در نظر گرفته شود.

چنانچه حداقل پهنای الزامی تعیین‌شده در ضوابط اجزای راه خروج (مانند درها و پلکان‌ها) با حداقل پهنای به دست آمده از محاسبه بر اساس مقادیر اعلام شده متفاوت باشد، باید مقادیر بزرگتر ملاک عمل قرار گیرد.

همچنین در تمام مواردی که دو یا چند دسترس خروج به یک خروج منتهی شوند، عرض هر دسترس باید متناسب با بار تصرف مربوط به خود در نظر گرفته شود.

۲-۳-۵ رعایت ارتفاع الزامی راه خروج

طبق مقررات مبحث سوم و آیین نامه شماره ٦٨٢، ارتفاع سقف راه‌های خروج نباید کمتر از ۲۱۰ سانتی‌متر باشد. قسمت‌های برآمده در زیر سقف مجاز است در پایین‌تر از حداقل ارتفاع لازم قرار گیرد، به شرطی که حداقل بلندی قد راه برابر با ۲۰۰ سانتی‌متر در حداقل ۵۰٪ تمام سطوح عبور و مرور، شامل مسیرهای تردد، راهروها و گذرگاه‌ها رعایت شود.

به عنوان یک اصل کلی، در جایی که ارتفاع آزاد بین یک پیشامدگی و سطح زمین کمتر از ۲۰۰ سانتی‌متر باشد، باید در زیر آن مانعی در کف پیش‌بینی شود. ارتفاع چنین مانعی باید حداکثر ۷۰ سانتی‌متر بالاتر از کف باشد.

۲-۳-٦ رعایت الزامات اجزای تشکیل‌دهندهٔ راه خروج

این اجزاء شامل قسمت‌های مختلف و عناصر متعددی است که هر یک از مقررات دقیقی تبعیت می‌کنند.

نوع دوربندی راه‌پله‌ها و ساختار سایر اجزاء راه‌های خروج از جمله درها، شیب‌راه‌ها، حفاظ‌ها، میله‌های دستگرد، علائم و راه‌های فرار اضطراری یا نجات، نحوه و جهت استقرار و اندازه‌ها و سایر مشخصات اجرایی آن‌ها باید با مقررات مربوط انطباق داشته باشند. در پیوست این گزارش نیز راهنمایی‌های کاربردی و مفیدی برای رعایت الزامات اجزای تشکیل‌دهندهٔ راه‌های خروج ارائه گردیده است.

۲-۳-۷ جلوگیری از مخاطرات در تعیین جزئیات پایانی

جزئیات پایانی راه‌های خروج مانند نازک‌کاری، کف‌سازی، دکوراسیون و نصب اجزای الحاقی، علاوه بر انطباق با اصول کلی معماری، نباید به دلایلی مانند شیب نادرست، لغزندگی، رنگ نامناسب، زبری پوشش جداره‌ها و یا نصب اشیائی در مسیرهای تردد که امکان برخورد با آن‌ها یا ریختن و افتادن آن‌ها در زمان خطر وجود دارد، موجب بروز مشکل و خطر برای استفاده‌کنندگان به ویژه در هنگام سوانح شود.

۲-۳-۸ نگهداری و مدیریت

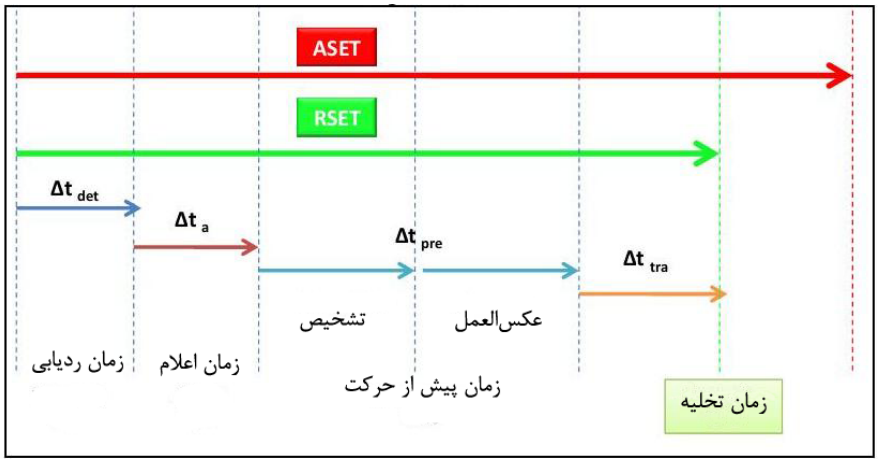
راه‌های خروج، به مدیریت و نگه‌داری کافی نیاز دارند تا در هر زمان، امکان بهره‌برداری از آن‌ها فراهم باشد. این مدیریت شامل بازرسی و کنترل اجزاء برای حفظ عملکرد صحیح آن‌ها و تعمیرات لازم و همچنین مدیریت مؤثر برای جلوگیری از کاربردهای غیرمجاز راه‌های خروج می‌شود. به این منظور لازم است تمهیدات لازم در طراحی و اجرای راه‌های خروج پیش‌بینی شود تا فرایند نگه‌داری و مدیریت را در دورهٔ بهره‌برداری تسهیل نماید.

فصل سوم
اصول و مفاهیم روش پایه عملکردی

۳-۱ مفاهیم علمی راه‌های خروج

در رویکرد جدید مهندسی آتش برای ارزیابی ایمنی ساختمان و افـراد در برابـر اثـرات حریق، تمایل به تعریف پارامترهای کمّی عملکردی است. یکی از مهم‌ترین حوزه‌هـای این موضوع، تأمین ظرفیت کافی برای فرار از خطر آتش می‌باشد. یکی از مفاهیمی کـه در این خصوص تعریف شده ، پارامتر زمان لازم بـرای خـروج ایمـن (RSET) اسـت. همراه با این پارامتر، کمیت دیگری به نام زمان در اختیار برای خـروج ایمـن (ASET) تعریف و به طور ساده فرض می‌شود که اگر ASET بزرگتـر از RSET باشـد، طراحـی ساختمان از نظر خروج ایمن متصرفین مناسب است (شکل ۳-۱).

$$T_{safety} = T_{ASET} - T_{RSET} \qquad \text{(معادله ۳-۱)}$$



شکل۳-۱: نمودار ASET و RSET

زمان ASET طبق تعریف زمانی است که شرایط ناشی از حریق در یک مکان یا ساختمان تحت بهره‌برداری غیر قابل تحمل باشد. نحوهٔ ارزیابی و محاسبه زمان تا رسیدن به شرایط غیر قابل تحمل به علت اثرات آتش‌سوزی، در قسمت‌های دیگر این گزارش ارائه شده است. زمان RSET را می‌توان به فواصل زمانی کوتاهتر تجزیه کرد که مجموع آن‌ها RSET را تعیین می‌نماید.

$$RSET = t_d + t_a + t_o + t_i + t_e$$ (معادله ۳-۲)

که در آن:

t_d= زمان از افروزش تا کشف حریق

t_a= زمان از کشف حریق تا اطلاع افراد و بهره‌برداران از وقوع آتش‌سوزی

t_o= زمان از اطلاع بهره‌برداران تا اخذ تصمیم برای اقدام و عکس‌العمل

t_i= زمان از لحظه تصمیم تا اقدام و آغاز تخلیه

t_e= زمان از شروع تخلیه تا پایان آن

بسیاری از اوقات زمان واقعی خروج (یعنی زمانی که فرد از ساختمان خارج شده است) از زمان تخلیه مدل شده بیشتر است. تفاوت بین زمان تخلیه واقعی و زمان تخلیه مدل شده برحسب راندمان تخلیه بیان می‌شود [۱۰]:

$$T_e = t_{me}.e \qquad \text{(معادله ۳-۳)}$$

که در آن t_{me} زمان تخلیه مدل شده (ثانیه) و e راندمان تخلیه ظاهری می‌باشد. مسائلی مانند تأخیرهای ناشی از مدیریت تخلیه، مکث کردن و ایستادن، مسیر اشتباه رفتن و غیره می‌تواند در راندمان تخلیه ظاهری تأثیر بگذارد.

۳-۲ نقش مدل‌سازی جمعیت در بهبود عملکرد کدهای تجویزی

۳-۲-۱ کلیات

اگرچه کدهای ساختمانی براساس نیاز، عوامل محیط و پیشرفت فناوری، به روز شده و بهبود داده شده‌اند، ولی آن‌ها نمی‌توانند به خودی خود مشکلات مؤثر در طراحی را حل نمایند، به این دلیل که آن‌ها اکثراً بر اساس اطلاعات استاتیکی ساختمان می‌باشند. آن‌ها حداقل و یا حداکثر ابعاد برای گردش مسیر و خروجی‌ها در فضاهای داخلی و خارجی، معابر و مسیرهای گردش از قبیل راهروها، راه‌پله‌ها، مسیرهای دسترسی و غیره را مشخص می‌نمایند. این مدارک نمی‌توانند راه‌حل‌های اجرایی را برای تمام ساختمان‌ها و شرایط به طور دقیق حمایت کنند، به این دلیل که هر طرح با توجه به عوامل محیطی، نیازهای کارفرما و کاربران، محدودیت‌های اقتصادی و غیره، ویژگی‌های منحصر به فرد خودش را دارد. بنابراین، الزامات مقررات ساختمانی در مراحل طراحی، اطمینان از بهره‌وری در استفاده روزانه زندگی واقعی را ایجاد نمی‌کند. تکیه زیاد بر روی مقررات و استانداردها، ممکن است طراحان را در توسعه راه حل‌های طراحی خوب محدود کند. همچنین می‌تواند درک عمیق‌تر مباحث ایمنی که ممکن است در هر ساختمان یا طراحی خاص باشد، محدود نماید. علاوه بر این، اعتماد بیش از حد به مقررات ممکن است خطرناک باشد، زیرا احتمال می‌رود برخی مباحث مهم در طراحی که در استانداردها یا مقررات ساختمانی پوشش داده نشده است، نادیده گرفته شود.

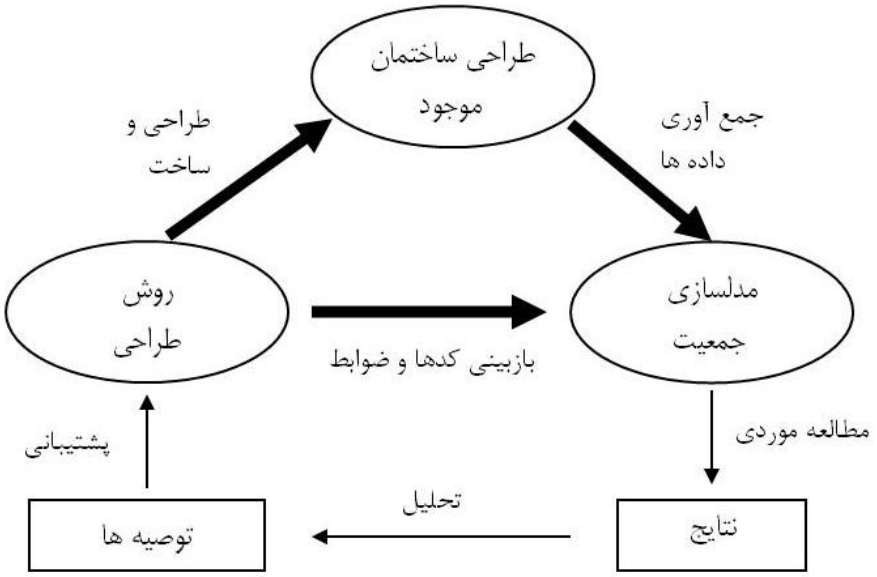
در حال حاضر، شناخت ما از عملکردهای متصرفان هنگام رویارویی با آتش هنوز بسیار محدود است. این مطلب باید درک شود که چرا حوادث خاصی وجود دارد که

منجر به قربانیان زیادی می‌شود و یا چرا رویدادهای فاجعه‌آمیزی وجود دارد که منجر به تلفات بسیار کمی می‌باشد.

پژوهش‌های نوین می‌توانند مقررات‌ها و استانداردها را با استفاده از شبیه‌سازی کامپیوتری حرکت و تعامل مردم و همچنین مشاهدات موارد تاریخی و واقعی مردم، بهبود بخشند.

سیستم‌های IT از قبیل دوربین‌های CCTV قادر به مشاهده و جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات در مورد رفتار مردم در شرایط معمول و اضطراری می‌باشند. مدل‌سازی و شبیه‌سازی جمعیت می‌تواند اطلاعات جمع‌آوری شده در این مشاهدات را و همچنین اطلاعات یافت شده در مقررات ساختمانی و استانداردهای مربوطه را به کار ببرند. مدل‌سازی جمعیت به عنوان یک روش مدل‌سازی از حرکت مردم و تعامل آن‌ها با یکدیگر و محیط آن‌ها، می‌باشد. مدل‌سازی می‌تواند برای کاهش آسیب‌پذیری در سطوح قابل‌قبول از خطر، با توجه به شاخص‌های خطر و فضا، تعریف شود، چرا که شبیه‌سازی‌ها ظرفیت کمک به آزمایش راه‌حل‌های طراحی را داشته و همچنین برای شناسایی شکاف‌های موجود در راهنماهای طراحی برای کنترل بهتر تلفات در محیط ساخته شده استفاده می‌شوند.

لازم است برای مشاهده حرکت انسان، مدل‌های دقیق و واقعی‌تری از حرکت افراد ساخته شود. نتایج طرح‌های مختلف و سناریوهای حوادث می‌توانند به شناسایی مشکلات طراحی ساختمان و پیشنهاد راه‌حل‌های جدید طراحی با مشخص نمودن مباحث مهم، مشکلات موجود در راه‌حل‌های طراحی و تفاوت در موارد واقعی زندگی کمک کند. این راه‌حل‌های پیشنهاد شده پس از آن که مورد استفاده قرار می‌گیرند به بهبود روش‌های طراحی متداول یا توسعه استانداردهای جدید برای طراحی ساختمان و ساخت و ساز در آینده کمک خواهند کرد (شکل ۳-۲).



شکل۳-۲: توسعه راه‌حل‌های طراحی با استفاده از شبیه‌سازی جمعیت

۳-۲-۲ مدل‌سازی جمعیت برای طراحی ساختمان امن

مطالعات مبتنی بر سناریوهای مختلف آتش به عنوان نماینده و مشاهده موارد مختلفی در محیط فرضی می‌باشد. محیط‌های فرضی می‌توانند بینایی، شنوایی و بازنمودهای لمسی را با توجه به این که نماینده‌ای از افراد هستند، فراهم کنند. این انسان‌های فرضی، آواتارها[1] نامیده می‌شوند و می‌توانند شاخص‌های انسانی را داشته باشند. انسان‌های فرضی و جمعیت به عنوان نماینده‌های ساکنین واقعی ساختمان می‌توانند اطلاعات مورد نیاز برای مدل‌سازی و نمایش است را تولید نمایند. هوش مصنوعی به طور وسیعی برای تقلید بخشی از رفتار واقعی انسان در برنامه‌های کاربردی کامپیوتر مانند شبکه‌های عصبی و سیستم‌های متخصص به کار می‌روند. انسان‌های فرضی می‌توانند به عنوان جایگزین برای آزمایش و اهداف ارزیابی به کار روند [۱۱]:

- زمان مورد نیاز برای پیدا کردن راه خروج در شرایط اضطراری

1 - Avatars

- ازدحام و به صف شدن مردم هنگام تلاش برای یافتن راه خروج و رسیدن به یک نقطه امن
- مسیریابی افراد برای رسیدن به یک نقطه امن
- آگاهی افراد به شرایط محیطی خاص (از قبیل چراغ‌های مختلف، گرمایش، آکوستیک و غیره)
- استفاده کارآمد از ساختمان (استفاده از تمامی مسیرهای خروج)
- آموزش کارکنان سایت ساختمان

در مطالعه جریان اولیه جمعیت، ظرفیت بخش‌های ساختمان برای تردد افراد، مقادیر جریان و انواع مسیرهای خروج با تمرکز بر عرض و ظرفیت خروج، در نظر گرفته می‌شوند. با این حال، نیاز به تمرکز بر درک روابط بین مردم و محیط ساخته شده وجود دارد. این رویکرد نیازمند در نظر گرفتن ماهیت دینامیکی تخلیه و مفهوم فرار است که بسیاری از چالش‌های مرتبط با شرایط، شاخص‌های ساکنین ساختمان و عملیات نجات را ارائه می‌کند.

ضروری است که اطلاعات وسیعی از شاخص‌های ساکنین ساختمان (سن، جنس، توانایی‌ها و غیره) برای پیش‌بینی مشکلات داشته باشیم. رفتار مردم در شرایط اضطراری با توجه به تعاملات آن‌ها با افراد دیگر و محیط، متفاوت است. مشخصات جمعیت در یک بازی فوتبال خیلی متفاوت با جمعیت در یک مرکز خرید یا محل برگزاری کنسرت است. بیشتر مردم از مسیرهای جایگزین چشم‌پوشی می‌کنند، بلکه ترجیح می‌دهند که یک مسیر آشنا را انتخاب نمایند. بنابراین، آن‌ها معمولاً از همان مسیر و درهایی که وارد شده‌اند، خارج می‌شوند. ماوسون[1] [۱۲] نشان داد که مردم ترجیح می‌دهند با افراد آشنا (خانواده، دوستان و غیره) و در مکان‌های آشنا باشند، حتی اگر حرکت آنها به سمت مسیر خطرناک‌تر باشد، آنها تمایل دارند به طرف یک مکان عینی امن حرکت نکنند بلکه به طرف مردم و مکان‌هایی که فکر می‌کنند آشنا یا امن

1 - Mawson

است، بروند. از جمله عوامل اساسی یافت شده در شرایط واقعی زندگی می‌تواند نتایج واقعی‌تری را در مطالعات شبیه‌سازی ایجاد کند.

۳-۳ عوامل اصلی تعیین‌کننده عکس‌العمل افراد در برابر آتش

در این قسمت، مروری بر یافته‌های ادبیات علمی عوامل بحرانی که در تعیین عکس‌العمل افراد در برابر آتش ساختمان نقش دارند، ارائه شده است.

۳-۳-۱ استراتژی‌های نجات از مرگ در حادثه آتش‌سوزی

سه استراتژی مجزا برای حفظ جان در آتش‌سوزی نام برده شده است. این استراتژی‌ها عبارتند از خاموش کردن آتش‌سوزی، رسیدن به پناهگاه و انتظار برای رسیدن گروه های نجات، و تخلیه ساختمان [۱۳]. اطلاعات بسیار کمی در ادبیات علمی در مورد اطفاء آتش به وسیله متصرفان ساختمان وجود دارد. گفته شده که در ۷۸ درصد آتش‌سوزی‌های خانگی در بریتانیا و ۷۵/۲ درصد از آن‌ها در استرالیا با خدمات آتش‌نشانی تماس گرفته نمی‌شود [۱۳]. این امر نشان می‌دهد، که حدود ۷۵ درصد آتش‌سوزی‌ها (در این کشورها) یا خودش خاموش شده یا از طریق اقدامات متصرفان اطفاء شده است. با وجود استراتژی «پناه گرفتن و انتظار»، مشخص شده است که در تعداد زیادی از حوادث آتش‌سوزی، مردم تمایل به راه رفتن در مسیر دود، یا حتی تصمیم به پرش به بیرون از ساختمان، به جای رساندن به پناهگاه و منتظر ماندن برای نجات دارند.

۳-۳-۲ قابلیت انسان برای حفظ جان در آتش‌سوزی

ارزیابی این که تخلیه یک ساختمان چقدر آسان است، معمولاً بر اساس این سوال است که قابلیت حرکت که همان ظرفیت خروج از ساختمان است، چقدر است. با این حال، ادبیات علمی در مورد آتش‌سوزی‌ها و رفتار انسانی در پاسخ به آن، نشان می‌دهد که

عوامل دیگری نیز نقش تعیین‌کننده دارند. بر این اساس، تفسیر جدیدی از «قابلیت تخلیه در وضعیت آتش‌سوزی»، به همراه « عکس‌العمل افراد در برابر آتش» لازم است در نظر گرفته شود. عکس‌العمل افراد در برابر آتش، یک توانایی فردی به درک و تفسیر اعلام خطر و گرفتن تصمیم و انجام دادن آن به هدف نجات یافتن از آتش است [۱۳] این تعریف فرآیندی است که مرتبط با درک از تخلیه است. این فرآیند به سه فعالیت و مرحله تقسیم می‌شود [١٤]:

- آگاهی از خطر به وسیله محرک خارجی (دوره تشخیص)
- اعتباردهی و پاسخ به نشانگرهای خطر (دوره پاسخ)
- حرکت و یا پناه بردن به محل امن (دوره حرکت)

٣-٤ عوامل اصلی حفظ جان در حالت آتش‌سوزی

به طور کلی، سه عامل درجه عکس‌العمل افراد در برابر آتش را در یک حادثه آتش‌سوزی ساختمان، تعیین می‌کنند که عبارتند از:

- مشخصات آتش
- مشخصات انسان
- مشخصات ساختمان

اولین عامل برای داشتن یک تأثیر مستقیم روی درجه عملکرد عکس‌العمل افراد در برابر آتش، ماهیت خود آتش است. آتش فرایند افروزش و احتراق مصالح است که تولید حرارت و دود می‌کند. مشخصات ساختمان از آنجا که یک محیط بسته فیزیکی است، که در آن مردم حضور دارند و فعالیت می‌کنند، تأثیر مستقیم بر این مسئله دارد. در نهایت، طبیعت انسان نیز تأثیر مهم و مستقیمی روی درجه عملکرد عکس‌العمل افراد در برابر آتش دارد و برای تحلیل آن، رفتار انسان از دو جنبه رفتار فردی (ویژگی‌های مشخص) و رفتار گروهی (ویژگی‌های اجتماعی و موقعیتی) بررسی می‌شود.

۳-٤-۱ عامل خصوصیات آتش

۳-٤-۱-۱ گرما و شدت رشد حریق

شدت رشد آتش می‌تواند به وسیله فرمولی بر پایه رشد نمایی تعیین شود که تغییرات آن مطابق ضریب رشد آتش مصالحی است که می‌سوزند [۱۵]. چانگ[1] و همکاران [۱٦] ۹ منحنی آتش استاندارد با شدت‌های رشد آتش مختلف را از یکدیگر متمایز کردند. به عنوان مثال منحنی رشد فوق‌العاده سریع آتش زمانی به کار می رود که مواد مصنوعی مانند پلی‌یورتان درگیر هستند. حوادث مرگبار آتش‌سوزی که شاخصه آن‌ها رشد سریع حریق پس از کشف اولیه آن بوده است، اهمیت شدت رشد آتش در تعیین تلفات ناشی از آتش‌سوزی را نشان می دهد. یک مثال از این نوع آتش‌سوزی در یک باشگاه تفریحی در ایسلند (۲۰۰۳) است که ۱۰۰ نفر جان باختند [۱۷]. یک ویدئو از آن حادثه نشان داد که در مدت ۹۰ ثانیه از افروزش، شعله های کوچک به یک آتش‌سوزی عظیم تبدیل شد و محیط باشگاه خیلی سریع غیر قابل تحمل شد. بر اساس پرسر[2] و همکاران [۱۷]، یک اتاق وقتی غیر قابل تحمل می‌شود که یکی از اتفاقات زیر رخ دهد:

- دما از $۱۲۰^{o}C$ تجاوز کند،
- شار حرارتی از $۲/۵\ KW/m^2$ تجاوز کند و یا
- کسر حجمی اکسیژن به زیر ۱۲٪ افت کند.

نتایج آزمایش‌های مقیاس کامل برای مدل باشگاه نشان داد که رسیدن به وضعیت شار حرارتی بیش از $۲/۵\ KW/m^2$ در ٦۱ ثانیه، افزایش دما به بیش از $۱۲۰^{o}C$ در ۷٦ ثانیه و افت کسر حجمی اکسیژن به زیر ۱۲ درصد در مدت ۸۷ ثانیه رخ داده است [۱۸].

1- Chang
2- Purser

۳-٤-۱-۲ دود و سمیت

تهدید بسیار مهم دیگر، خفگی و مسمومیت بر اثر استنشاق گازهای سمی است. این گازها حتی پس از خاموش شدن حریق نیز متصاعد شده و در محیط وجود دارند که از مهم‌ترین آن‌ها مونوکسید و دی‌اکسید کربن، سولفید هیدروژن، آمونیاک (NH_3)، اسید هیدروسیانیک (HCN) و اسید کلریدریک را می‌توان نام برد. از میان گازهای آزاد شده ناشی از سوختن، منوکسید کربن (CO) گاز سمی اصلی در اغلب آتش‌سوزی‌ها است. مونوکسید کربن گازی بی رنگ، بی بو و غیر محرک است. با وجود این، CO در تلفات آتش‌سوزی سهم عمده‌ای دارد زیرا بسیار سمی بوده و به مقدار زیاد تولید می‌شود. وجود ۲ درصد CO_2 سرعت تنفس را حداقل ۵۰ درصد و ۳ درصد آن سرعت تنفس را تا ۱۰۰ درصد افزایش می دهد.

ارزیابی‌های حوادث نشان داده که مردم اغلب در طول فرار با دود مواجه می‌شوند. گزارش شده افرادی که سعی می‌کنند ساختمان را با عبور از محیط دود آلود ترک کنند، به دلیل مشکلات تنفسی، کاهش دید، ترس یا دلایل دیگر مجبور به تغییر جهت یا حتی دنبال کردن ردپای خودشان شدند. کاهش بینایی به دلیل بازده دود و ناراحتی تنفس به دلیل سمیت گازها، هر دو تأثیر منفی روی عملکرد یافتن مسیر متصرفان دارد.

آزمایش‌ها نشان داده‌اند که در حالت قابلیت دید محدود، مردم تمایل دارند که از راه رفتن در کنار دیوار برای راهنمایی استفاده کنند. به علاوه، دیگر نتایج نشان داده است که سرعت راه رفتن آن‌هایی که در معرض آتش و دود هستند، آهسته‌تر از سرعت در شرایط عادی است. از طرف دیگر، آزمایش‌ها به طور مشخص نشان داده‌اند که سیگنال‌های صدای نزدیک درها سرعت فرار را بالا خواهد برد [۱۹ و ۲۰]. جین و همکاران[1] [۲۱] نشان دادند که حداقل قابلیت دید ۳ تا ۵ متر در میان دود برای افرادی که به مسیر فرار ساختمان آشنا هستند کافی است و برای افراد که آشنا نیستند، حداقل قابلیت دید باید بین ۱۵ تا ۲۰ متر باشد. راسباش[2] [۲۲] از سوی دیگر، حداقل فاصله دید ۱۰ متر در بین دود را صرفنظر از آشنا بودن به محیط پیشنهاد داد.

---

1 - Jin
2 - Rasbash

اکثر تلفات آتش، به دلیل استنشاق دود و گازهای سمی حاصل از احتراق است. اثرهای دیگر در زیر بیان شده است:

- از دست دادن توانایی نشان دادن عکس‌العمل، بیهوشی
- سرعت حرکت کمتر، یا تغییر رفتار، مانند امید بستن به یک مسیر فرار دیگر
- محدودیت‌های روانی با توجه به فرار به عنوان نتیجه‌ای از تغییرات حسی در برابر خطر
- اثرات فیزیکی دراز مدت، مانند سرطان، آسیب ریه و اختلال سیستم بدنی

۳-٤-۲ عامل خصوصیات انسانی

جدا از عنصر خطر آتش، عامل انسانی نیز روی عکس‌العمل افراد در برابر آتش تأثیر دارد، که مربوط به این می‌شود که مردم در آتش‌سوزی چطور رفتار می‌کنند. برحسب مشخصه‌های انسانی، ویژگی‌های ادراکی، فردی، اجتماعی و موقعیتی از اجزای اصلی هستند.

۳-٤-۲-۱ ویژگی‌های ادراکی

ویژگی‌های ادراکی را می‌توان تقسیم کرد به اجزایی که می‌توان دید، بویید یا شنید و این‌ها روی زمانی که تا کشف آتش توسط انسان طول می‌کشد، تأثیر می‌گذارد. جنبه‌هایی از آتش که مربوط به شنوایی می‌شوند، ظاهراً تأثیر کمی در هنگامی که آتش کشف شود، دارند. علاوه بر آن، آزمایش‌های مختلف نشان داده که حتی یک سیگنال هشدار تخلیه اغلب به عنوان یک نشانه خطر واضح و روشن مورد توجه قرار نمی‌گیرد. بوی دود یا دیدن شعله و دود، نشانه‌های قوی‌تری از آتش‌سوزی و نیاز به فرار هستند، اگرچه حتی پس از اینکه مردم آتش‌سوزی را می‌فهمند، به فعالیت‌های عادی شان ادامه می‌دهند و قبل از اینکه دست به اقدامی برای خودشان بزنند، برای دیگران منتظر می‌مانند [۳]. در خیلی وضعیت‌ها، درجه عدم قطعیت در مورد وضعیت خطر، شروع

تخلیه را به خطر می‌اندازد. بنابراین از بین بردن این امر می‌تواند یک راه مهم در بهبود رفتار انسانی در آتش‌سوزی باشد [۲۳].

۳-٤-۲-۲ ویژگی‌های فردی

ویژگی‌های فردی اصلی، خصیصه‌های فردی افراد در ساختمان، دانش و تجربه آن‌ها، قدرت مشاهده، قضاوت و توان حرکت آن‌ها می‌باشد. سه خصیصه شخصیتی در عمل مهم می‌باشد که مهم‌ترین آن‌ها، تفاوت بین افراد پیشرو و افراد دنباله‌رو است. در حادثه آتش‌سوزی، اغلب مردم دنباله روی یک پیشرو هستند و در ابتدا به سیگنال‌های خطر عکس‌العمل نشان نمی‌دهند و منتظر اقدامات دیگران می‌مانند. خصیصه کلیدی دوم، سطح مقاومت در برابر تنش روانی است. در طول آتش‌سوزی، سطح تنش روانی افراد ممکن است به دلیل اینکه از ظرفیت‌شان برای پردازش اطلاعات تجاوز یا آن‌ها را با یک وضعیت ناآشنا مواجه می کند، افزایش یابد. تنش روانی بیش از حد می‌تواند فرآیندهای شناختی و اینکه چطور یک فرد به یک موقعیت عکس‌العمل نشان دهد، مختل کند [٢٤]. سطح تنش افزوده لزوماً به معنای وحشت، که می‌تواند به صورت رفتار کنترل نشده، غیرمنطقی و نامعقول تعریف شود، نیست.

سومین ویژگی مهم، باور کارآمدی فرد[1] است، که بر انتخاب‌های افراد، تلاشی که آن‌ها انجام می‌دهند، احساسات افراد، مدت پایداری یک کنش، اگر موانع تقویت شوند (و افراد ناتوان شوند) تأثیر می‌گذارد. این موضوع مرتبط با تئوری شناخت اجتماعی است. این تئوری بیان می‌کند که سطح انگیزش، هیجانات و فعالیت‌ها بیشتر بر اساس باور درونی فرد است تا واقعیت‌های بیرونی [٢٤]. باور به عنوان برداشت فردی درباره واقعیت است که قدرت مجاب‌کردن آن به حدی است که رفتار و اندیشه‌های فرد را تعیین می‌کند.

در نظریه شناختی اجتماعی فرض شده است که اکثر مردم دارای یک سیستم داخلی هستند که آن‌ها را قادر می‌سازد تا افکار، احساسات، انگیزه‌ها و اقدامات‌شان را تا حدی

1- Belief in Self-efficacy

کنترل کنند. این کنترل داخلی بر مبنای دانش شخصی، احساسات و ویژگی‌های بیولوژیکی است، اما اقدامات و تأثیر از محیط اطراف ما نیز در این زمینه نقش دارند [۲٤].

قدرت ادراک یک فرد، یعنی توان دیدن، شنیدن، بوئیدن و احساس کردن، که توانایی شخص برای درک سیگنال‌های خطر است. پس قضاوت کردن، فرد را قادر می‌سازد تا تهدید خطر را از طریق یک فرایند اعتباردهی به نشانه (سیگنال‌های خطر)، تخمین بزند. از آن جا که تصمیم گیری طی تخلیه وابسته به درک متصرفان از نشانه‌ها و تفسیری است که از آن‌ها دارند، اعتباردهی نشانه فرایند مهمی است. درک خطر، عکس‌العمل به علائم آن را تعیین می‌کند. اگر آتش بسیار خطرناک به نظر برسد، احتمال بیشتری وجود دارد که افراد برای فرار تلاش کنند، اگرچه اغلب مردم در تخمین خطر آتشی که با آن مواجه هستند، مشکل دارند. باورها و مفروضات مردم در مورد سرعت رشد آتش و دود، اغلب نادرست است، به این معنی که زمانی خود را در معرض خطر قرار می‌دهند، که نیاز برای انجام دادن چنین کاری نیست.

درک محیط اطراف ما همچنین نقش اساسی در عملکرد و پاسخ در برابر آتش‌سوزی دارد. معلوم شده که طول واقعی مسیر فرار، بستگی به این دارد که چطور درک شود و چطور تعیین شود که چه مسیری از ساختمان انتخاب شود. به طور مثال، راهروهای با گوشه‌های زیاد و مسیرهای ناآشنا بیشتر نسبت به مسیرهای خروج مستقیم و آشنا تجربه می‌شوند.

عامل دیگر قابلیت حرکت است، که وابسته به توان حرکت شخص می‌باشد. چهار سطح برای قابلیت حرکت می‌تواند مشخص شود، که عبارتند از:

۱) سطح بالا

۲) سطح به طور موقت کاهش یافته

۳) سطح به طور دائم کاهش یافته و

٤) سطح قابلیت تحرک وابسته.

مردمی که ناتوان هستند می‌توانند به عنوان افراد با قابلیت حرکت موقتاً کاهش یافته دسته‌بندی شوند. مطالعات برج های دوقلو در حادثه ۱۱ سپتامبر آشکار کرد که کاهش

موقت تحرک افراد در ساختمان‌های بلند مرتبه، بیشتر از آنچه که قبلاً فرض شده است، رخ می دهد [۲۶]. کسانی که بستری یا نیازمند کمک دیگران هستند، وارد دسته قابلیت تحرک وابسته می‌شوند.

۳-٤-۲-۳ ویژگی‌های اجتماعی

ویژگی‌های اجتماعی مهم عبارتند از، تعامل بین مردم، میزان تعهد به وظیفه و نقش‌ها یا مسئولیت‌هایی که در ساختمان دارند. ارزیابی حوادث نشان داده که در یک وضعیت اضطراری، مردم بیشتر تمایل به همکاری به جای اقدام انفرادی دارند. به علاوه، اگر قید و بندهای اجتماعی قوی بین آن‌هایی که با آتش‌سوزی درگیر هستند، وجود داشته باشد؛ مانند بین اعضای فامیل، افراد سعی خواهند کرد تا حد ممکن به صورت یک گروه اقدام نمایند. متعهد بودن به وظیفه، به این معنی است که مردم به نقش و وظایف خود وفادار می‌مانند. از طرف دیگر، ارزیابی حوادث آشکار کرد که هنگامی که حادثه غیرمنتظره‌ای رخ می‌دهد، در وهله اول مردم پایبند به انتظارات نقشی متناسب با عملکرد ساختمانی که در آن قرار دارند، هستند [۲۷]. این امر، مانع می‌شود تا خطر تشخیص داده شود و زمان پردازش اطلاعات در مورد خطر آتش‌سوزی که با آن مواجه هستند، افزایش می‌یابد [۲۷]. برای مثال، مردم اغلب مایل هستند که قبل از اینکه اقدام به فرار کنند، کاری را که در حال انجام آن هستند، تمام کنند. به علاوه، افرادی که مسئولیت‌های سازمانی برای ساختمان دارند، به واسطه نقش‌ها یا مسئولیت‌های خود (مانند مدیران آپارتمان‌ها). همچنان تمایل به ادامه وظیفه در طول وضعیت اضطراری دارند.

۳-٤-۲-٤ ویژگی‌های وضعیتی

ویژگی‌های وضعیتی کلیدی عبارتند از هوشیاری، موقعیت فیزیکی و آشنایی با طرح ساختمان. هوشیاری به حالت چابکی ساکنین اشاره دارد که به طور موقت به خاطر مصرف دارو یا سایر عوامل پایین‌آورنده هوشیاری کاهش یافته است. همچنین افرادی که خواب هستند، سطح هوشیاری پائینی دارند [۲۸]. در واقع در بسیاری از

آتش‌سوزی‌های منجر به مرگ، آتش‌سوزی هنگامی شروع شده است که افراد در خواب بوده‌اند. دانش ما از تأثیر فیزیکی وضعیت محدود می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد که کسانی که در حال ایستاده، یا راه رفتن هستند، نسبت به افرادی که نشسته و یا دراز کشیده‌اند، بیشتر احتمال دارد تا اتاق را ترک کنند. آشنایی با نقشه ساختمان عموماً به انتخاب مسیر مرتبط است. علاوه بر آشنایی متصرفان با محیط پیرامون، انتخاب مسیر به قابلیت دسترسی به خروج‌ها، دسترسی راه نزدیک به آن‌ها و پیچیدگی طرح ساختمان بستگی دارد.

۳-٤-۳ خصوصیات عامل محیطی: ساختمان

سومین عاملی که روی سطح عملکرد عکس‌العمل در برابر آتش در ساختمان تأثیر می‌گذارد، محیط است. ویژگی‌های فیزیکی یک سازه، تنظیماتی را تشکیل می‌دهد که در آن مردم می‌توانند عملکرد عکس‌العمل در برابر آتش خودشان را نشان دهند و شرایط اولیه‌ای برای امکان زنده ماندن از آتش‌سوزی ایجاد کند. برحسب مشخصه‌های ساختمان، عوامل بحرانی تعیین‌کننده عکس‌العمل در یک حادثه آتش‌سوزی، ویژگی‌های مهندسی و موقعیتی هستند.

۳-٤-۳-۱ ویژگی‌های موقعیتی

ویژگی‌های موقعیتی شامل چگالی متصرفان، راحتی یافتن مسیر، وجود یک نقطه کانونی، وجود مدیریت و تیم تخلیه ساختمان و سطح اجرا و تعمیر و نگه‌داری اقدامات ایمنی در برابر آتش است.

چگالی متصرفان مربوط به تعداد افراد حاضر در ساختمان است. در ادبیات علمی، رابطه مستقیمی بین چگالی بالای متصرفان و احتمال بالای تلفات در حادثه آتش‌سوزی وجود دارد [۲۸ و ۲۹]. پیدا کردن مسیر مرتبط با جهت یابی مردم، نیاز آن‌ها به شناخت فضاها و انواع توانایی‌های شناختی برای رسیدن به موفقیت مرتبط است. عملکرد یافتن

مسیر به وسیله درک متصرف و شناخت اولیه از محیط و موقعیت تعیین می‌شود. چهار دسته‌بندی عوامل محیطی وجود دارد که بر روی یافتن آسان مسیر تأثیر می‌گذارد [۳۰]:

- دسترسی‌های بصری
- سبک متفاوت معماری، به عنوان مثال، مشخصه‌های خاص ساختمان که مردم می‌توانند به منظور جهت‌یابی استفاده کنند.
- آشنایی با ساختمان
- وجود علائم و علامت‌گذاری محل

۳-٤-۳-۲ ویژگی‌های مهندسی

ویژگی‌های مهندسی یک ساختمان، که درجه عملکرد عکس‌العمل افراد در برابر آتش را تعیین می‌کند، عمدتاً مرتبط با طرح، تأسیسات، مصالح، فضاهای بسته آتش و ابعاد آن‌ها است. فضاهای بسته مرتبط با طرح عبارتند از، علائم مسیر فرار، طراحی مسیرهای فرار و طراحی و قرارگیری خروج‌ها و پلکان‌های اضطراری.

محققان متعددی به این نتیجه رسیده‌اند که حداکثر ظرفیت شدت جریان خروج ٦۰ نفر بر متر بر دقیقه است [۲۲]. این عدد وابسته به خروجی مؤثر به جای عرض واقعی خروج است. ارزیابی حوادث آشکار کرده که خروجی‌های اضطراری که در وضعیت معمول استفاده نمی‌شود، در حالت اضطرار نیز استفاده نخواهند شد [۳۲]. این مطلب به خصوص برای خروجی‌هایی که به وسله تجهیزاتی قفل شده است تا از استفاده نابجای آن‌ها جلوگیری شود، صادق است. بر اساس نتایج به دست آمده از آزمایش‌های تخلیه در فروشگاه‌های بزرگ [۳۲]، فرض شده است که خروج‌های آتش فقط وقتی استفاده خواهند شد که درها باز هستند و فاصله راه یافتن تا ورودی اصلی دو برابر فاصله راه یافتن تا خروجی‌های آتش است. برای مثال، در طول آتش‌سوزی در یک خانه سالمندان، ۹۵ درصد از بیماران از طریق پلکان اصلی تخلیه شدند و سه پلکان اضطراری قابل دسترس دیگر اصلاً استفاده نشد. در نتیجه، زمان تخلیه کل خیلی طولانی‌تر از زمان محاسبه شده به وسیله معمار بود [۳۲].

موانع اصلی، مانند فضاهای بسته آتش و دود، حداکثر فاصله راه رفتن تا خروج‌های آتش و تأسیسات ایمنی در برابر آتش، مؤلفه‌های اصلی سیستم‌های ایمنی در برابر آتش و فرار هستند. تأسیسات را می‌توان به پله‌های برقی، آسانسورها، هشدارهای آتش و تخلیه، روشنایی اضطراری و سیستم شبکه بارنده تقسیم‌بندی کرد. اینها ابزاری هستند که می‌توانند در اغلب انواع ساختمان‌ها استفاده شوند. تأسیسات ایمنی در برابر آتش دیگر مانند تهویه دود و گرما و سیستم‌های فشار مثبت پلکان، راه‌حل‌هایی برای مشکلات ایمنی در برابر آتش خاص محسوب می‌شوند و بنابراین در مدل عملکرد عکس‌العمل افراد در برابر آتش لحاظ نمی‌شوند [۳۳]. بررسی‌ها نشان می دهد که سیگنال زنگ به ندرت به عنوان نشانه خطر به رسمیت شناخته می‌شود و معمولاً توسط بهره برداران ساختمان نادیده گرفته می‌شوند [۳۳ و ۳٤]. معمولاً هشدار آتش که در آن از پیغام گفتاری استفاده می‌شود یا یک سیستم ابلاغ پخش راهنما به افراد، بسیار جدی‌تر گرفته می‌شود [۳۳ و ۳٤].

عوامل مربوط به مصالح عبارتند از: قابلیت اشتعال مصالح، نازک‌کاری و اثاثیه ساختمان، تقسیم‌بندی فضاها به موانع فیزیکی، به منظور جلوگیری از گسترش آتش و دود. هیچ اطلاعاتی در ادبیات علمی درباره تأثیر ابعاد ساختمان روی عملکرد عکس‌العمل افراد در برابر آتش، یافت نشده است. اگرچه اطلاعاتی در مورد رابطه بین احتمال فرار ایمن و ارتفاع ساختمان یافت شده است.

تجربه آتش‌سوزی‌های منجر به تلفات در ساختمان‌های بلند نشان داده است که احتمال وجود آتش و دود در پلکان زیاد است. این یافته‌ها حاکی از آن است که توجه بیشتر برای اقدامات در محل برای ایمنی آتش پلکان‌ها مورد نیاز است. مطالعات اخیر بر روی تخلیه ساختمان‌های اداری بلند مرتبه (مانند برج‌های دوقلو) نشان داد که سرعت حرکت و فرار افراد، در صورتی‌که ساختمان به طور کامل تحت بهره برداری باشد، آهسته است [۲٦].

مردمی که در آن زمان در پلکان‌ها هستند. معمولاً احساس می‌کنند که آن‌ها در اولویت قرار دارند و تمایل ندارند تا به افراد دیگری اجازه دهند تا برای جریان فرار به سمت

پائین به آن‌ها بپیوندند. جنبه‌های زیر، تأثیر مهمی روی سرعت تخلیه در پلکان‌ها دارد [۲۶]:

- ابعاد پلکان
- چگالی جمعیت در پلکان
- تخلیه همزمان از چندین طبقه
- تلاش کردن فرارکنندگان برای وصل شدن به جریان مردم در پلکان
- صحبت کم بین فرار کنندگان
- استفاده از تلفن‌های همراه
- فرارکنندگان سنگین وزن، خیلی بلند یا خیلی کوتاه
- کفش نامناسب (تنگ، پاشنه بلند و غیره)

۳-۵ رویکرد روان شناسانه برای ایمنی در برابر آتش

مروری بر ادبیات علمی در مورد عوامل بحرانی که بر عکس‌العمل افراد در برابر آتش تعیین‌کننده هستند، نشان داد که رفتار متصرفان متأثر از شرایط محیط اطراف و اقدامات ایمنی در برابر آتش در محل ساختمان است. متعاقباً، توصیه شده است که یک رویکرد روانی برای ایمنی در برابر آتش پذیرفته شود.

۳-۵-۱ الگوی موجود ایمنی در برابر آتش

در الگوی موجود ایمنی در برابر آتش در ساختمان‌ها، مسئله اصلی عمدتاً از چشم‌انداز مدیریت و سازه ساختمان دیده می‌شود، چرا که این همان چیزی است که در ساخت و سازها و کدهای آتش در اغلب کشورها پایه گذاشته شده است. به عبارتی سیاست ایمنی در برابر آتش هر دو اقدام فنی و اجتماعی را در بر می‌گیرد. فرض بر این است که سیاست‌های دولت و پیاده‌سازی و اجرای آن یکی از عوامل تعیین‌کننده سطح ایمنی در برابر آتش است که غالباً با تعداد قابل تحمل تلفات آتش تعریف می‌شود.

آتش‌سوزی‌های کشنده در اکثر نقاط جهان اغلب در شب در ساختمان‌هایی که در آن مردم خواب هستند، مانند ساختمان‌های مسکونی و هتل‌ها رخ داده است [۲۹]. همچنین آتش‌سوزی های مرگبار در ساختمان‌هایی روی می دهد که متصرفان خودشان قادر به فرار نیستند که از جمله می‌توان به خانه‌های سالمندان و بازداشتگاه ها را نام برد. همچنین باید به ساختمان‌های تجمعی با چگالی تصرف بالا مانند کافی‌شاپ‌ها و مراکز تفریحی [۲۹] اشاره کرد. در حالت آتش‌سوزی منجر به مرگ و میر در ساختمان‌های تجمعی، عوامل زیر یا ترکیبی از آن‌ها در تلفات قطعاً تعیین‌کننده هستند:

- سطح اشغال بالا
- وجود دکوراسیون و نازک کاری قابل احتراق
- عدم دسترسی به خروج‌های اضطراری

آتش‌سوزی‌های با تلفات زیاد سؤالات زیادی را در مورد الزامات ایمنی در ساختمان‌ها با انواع سطوح تصرف، مطرح می‌کند، ولی نشانه‌های مهمی وجود دارند که یافته‌های تحقیقات آتش‌سوزی‌های مرگ‌بار و آزمایشات علمی به ندرت منجر به بازبینی کامل کدها و ضوابط ساختمانی می‌شود.

بسیاری از اوقات مفروضات کدهای ساختمانی به طور کامل با واقعیت انطباق ندارد. به عنوان مثال در بسیاری از مقررات ساختمانی (از جمله در هلند) فرض بر این است که زمانی که مردم از آتش‌سوزی آگاه می‌شوند، مثلاً هنگامی که آن‌ها علامت خطر حریق را می‌شنوند، بلافاصله شروع به تخلیه ساختمان می‌کنند. در صورتی‌که ارزیابی حوادث به اثبات رسانده که به این صورت نیست. در حقیقت، زمانی که مردم در عمل نیاز دارند تا از آتش‌سوزی آگاه شوند و مطمئن شوند که با خطر مواجه هستند، طولانی‌تر از زمان راه رفتن واقعی است [۷]. مثال‌های دیگری از اصول و فرضیات خط مشی کنونی در کشور هلند در مرجع ۳۰ بررسی شده و در جدول ۳-۱ اختلاف بین خط مشی و ایمنی در برابر آتش واقعی نشان داده شده است.

جدول ۳-۱: اختلاف بین خط مشی و ایمنی در برابر آتش واقعی [۳۰]

شناخت حاصل از ارزیابی حوادث و آزمایش‌ها	انحراف مفروضات خط مشی ایمنی در هلند
رشد آتش وابسته به نوع مصالح موجود در ساختمان است، برای مثال، احتراق مصالح پلاستیکی منجر به رشد آتش بسیار سریع می‌شود.	رشد آتش در ساختمان مربوط به منحنی آتش استاندارد است، صرف‌نظر از استفاده از ساختمان و مصالح موجود در آن
تمام افرادی که در وضعیت آتش‌سوزی هستند، ممکن است با درجه‌ای از محدودیت مواجه شوند و بنابراین به طور بالقوه، کمتر یا شاید اصلا به خود متکی نباشند	افرادی که قابلیت تحرک دارند، می‌توانند بدون کمک فرار کنند
ارزیابی‌های حوادث نشان داده که در ۴۰۰ وضعیت فرار از آتش، ۹۲٪ نجات‌یافتگان از وجود علائم مسیر فرار آگاه نبودند	مردم از علائم مسیر فرار برای یافتن نزدیکترین خروجی استفاده می‌کنند.
با وجود علائم مسیر فرار، مردم معمولاً از طریق مسیرهای خروج آشنا فرار می‌کنند و به ندرت از خروج‌های اضطراری استفاده می‌شود.	مردم از نزدیک‌ترین خروج اضطراری فرار می‌کنند.
مردم عادی نشانه های مبهم مانند یک زنگ اعلام حریق را نادیده می‌گیرند. مردم به نشانه‌های کلامی بهتر پاسخ می‌دهند. روابط اجتماعی تأثیر زیادی در عکس‌العمل افراد در برابر خطر دارد	مردم فوراً بعد از شنیدن صدای زنگ خطر فرار می‌کنند.
سرعت حرکت مردم در معرض آتش‌سوزی واقعی خیلی آرام‌تر از آن چیزی است که در آزمایش‌های تجربی در شرایط عادی اندازه‌گیری می‌شود.	سرعت راه رفتن مردم ثابت است، صرف‌نظر از اینکه آن‌ها در میان دود راه می‌روند

۳-۵-۲ محیط‌شناسی روانی و ایمنی در برابر آتش

محیط‌شناسی روانی به کشف قوانین حاکم بر رفتار انسانی مربوط می‌شود [۳۵]. این امر منتهی به درک این مطلب می‌شود که مردم چگونه اطلاعات را پردازش می‌کنند. محیط‌شناسان رفتاری به تأثیر متقابل بین مشخصه‌های انسانی و آتش بین مشخصه‌های انسان و ساختمان می‌پردازند. در نتیجه، نگرانی اصلی با آگاهی متصرفان از آتش و محیط ساخته شده است.

گرونر[1] [۳٦] قبلاً دریافته که مردم کنش‌های خود را بر اساس آگاهی خود در شرایط خاص پایه‌ریزی می‌کنند. بنابراین، برای طراحان ساختمان مهم است که درک کنند چرا مردم وقتی که اخطار آتش را می‌شنوند، برای تخلیه مردد هستند و این که چرا یک مسیر را انتخاب می‌کنند و دیگری را نه [۳۵]. مهم‌ترین مانع برای پیش‌بینی رفتار تخلیه [۳۵]، معلومات ما از رفتار حرکتی به خودی خود نیست، بلکه ناتوانی ما در پیش‌بینی این است که انسان‌ها هنگامی که باید، پس از چند وقت، کجا و چگونه از ساختمان خارج می‌شوند.

۳-٦ توسعه پایگاه داده‌ها برای مدل تخلیه اضطراری

برای هر نرم افزار تخلیه، داده‌های رفتاری ساکنین، بسیار ضروری است. برخی از نرم‌افزارها بر زمان خروج تمرکز دارند، اما جنبه‌های دیگری مانند زمان پیش از حرکت و تصمیم‌گیری‌ها در انتخاب خروج را نادیده می‌گیرند. بنابراین، مجموعه‌ای از چنین داده‌هایی، می‌توانند راهنمایی برای نرم‌افزار تخلیه فراهم کنند. برای جمع‌آوری داده‌های تخلیه، از بسیاری از رویدادهای آتش‌سوزی واقعی مانند مرکز تجارت جهانی استفاده شده است. هر چند تعداد این رویدادها محدود است. تعداد زیادی آزمایش‌های تخلیه برای دستیابی به داده‌ها در مکان‌های مختلف، از جمله آپارتمان‌های بلندمرتبه، خرده‌فروشی‌های بزرگ، مغازه‌ها، کشتی‌ها، کلاس‌های درس، پایانه‌های حمل و نقل عمومی، سینماها و غیره انجام شده است [۳۷]. همچنین داده‌های مربوط به افراد ناتوان

1-Groner

در آزمایش‌های دیگر جمع‌آوری شده است. به طور کلی، به منظور توسعه مدل تخلیه، نیاز مبرمی برای جمع‌آوری داده‌ها از شش جنبه زیر وجود دارد:

- زمان‌های تأخیر، زمانی است که مردم هنگام آگاه شدن از شرایط اضطراری بی‌درنگ عکس‌العمل نشان نمی‌دهند.
- سرعت راه رفتن، تحت طیفی از شرایط ازدحام جمعیت، در سطوح افقی، و بالا و پایین رفتن از پله‌ها.
- مشخصه های ساکنین، برای در نظر گرفتن تفاوت‌ها در کنش‌ها و واکنش‌های افراد مختلف برای انواع مختلف تصرف‌ها.
- کنش‌ها هنگام تخلیه، از آنجایی که ممکن است باعث افزایش مدت زمان ترک افراد از ساختمان شود.
- اثرات انسدادها در مسیرهای پیمایش، که می‌تواند باعث تأخیر یا مسدود شدن خروج شود.
- تصمیم‌گیری‌های انتخاب خروجی‌ها، که مسیرهای پیمایش و زمان‌های مؤثر در پیمایش را تعیین می‌کنند.

۳-۶-۱ زمان پیش از حرکت

زمان پیش از حرکت به عنوان زمان پس از اعلام یا آشکار شدن خطر تا قبل از اینکه ساکنین ساختمان شروع به حرکت به سوی یک خروج نمایند، تعریف شده است. این موضوع شامل دو جزء است: زمان تشخیص و زمان عکس‌العمل [۳۷]. همچنین تعریف دیگری از زمان پیش از حرکت وجود دارد که گاهی به عنوان «زمان عکس‌العمل اولیه» یا «زمان برای شروع» توصیف می‌شود و می‌تواند به عنوان زمان سپری شده از زمان درک فرد به غیرعادی بودن شرایط تا زمانی که شخص تصمیم می‌گیرد برای خروج از ساختمان و رسیدن به یک جای امن تلاش کند، تعریف شود.

داده‌های مختلفی برای زمان تأخیر وجود دارند و تعداد زیادی از عوامل بر آن اثر دارند [۳۸ و ۳۹]. نوع ساختمان یکی از آن‌ها است و می‌تواند به صورت دفاتر اداری، مغازه‌ها و اماکن تجاری، مکان‌های تفریحی عمومی، فروشگاه‌های بزرگ خرده فروشی،

مدارس، بیمارستان‌ها و غیره طبقه‌بندی شوند (این طبقه‌بندی به عنوان یک طبقه بندی کاربردی مطرح شده و لزوماً منطبق بر طبقه‌بندی‌های مقرراتی نیست). داده‌ها مطابق نوع ساختمان در جدول ۳-۲ فهرست شده‌اند.

از دیگر عوامل مؤثر اقدامات قبل از تخلیه سرعت عمل افراد، اقدامات تأخیری و نوع سیستم هشدار است [۳۹ و ٤٠]. زمان میانگین در جدول ۳-۳ مربوط به اقدامات تأخیری انتخاب شده در نظر گرفته شده است.

جدول ۳-۲: زمان پیش از تخلیه بر اساس نوع ساختمان [٤١]

نوع ساختمان	میانگین زمان پیش از حرکت (ثانیه)	محدوده
دفاتر اداری	۱۱۳٫٤	۰-٥٤٠
مغازه‌ها و اماکن تجاری	۱۰۸٫٦	۰-٤۲۰
اماکن تفریحی عمومی	۱۲۰	۰-٥٤٠

جدول ۳-۳: زمان پیش از تخلیه براساس عوامل تأثیر [٤١]

عوامل		میانگین زمان پیش از حرکت (ثانیه)
تأخیر در اقدام	آگاه کردن دیگران	۱۰
	تماس با آتش‌نشانی	۳۰
	کندی یا بی عملی	٦۰
	جمع کردن اموال	۳۰
	تماس با دیگران	۳۰
	بستن یا باز کردن درها و پنجره‌ها	٥
	خاموش کردن تجهیزات	۲۰
	نجات دادن	۳۰
	پوشیدن لباس	٦۰
	بیدار شدن	٦۰

۳-٦-۲ سرعت راه رفتن

سرعت راه رفتن پارامتر مهمی است که در مدل‌های تخلیه استفاده می‌شود و با عوامل بسیاری مانند انواع راه رفتن تغییر می‌کند [٤٣]. سرعت‌های راه رفتن براساس عوامل مؤثر در جدول ۳-٤ فهرست شده‌اند [٤١].

جدول ۳-٤: سرعت راه رفتن بر اساس عوامل تأثیر [٤١]

عوامل تأثیر		محدوده (m/s)
نوع راه رفتن	حرکت آزاد	۱٫۲–۱٫۸
	حرکت به طرف خروج	۰٫۸–۱٫۵
نوع محل	مکان عمومی	۰٫۵۱–۱٫۲۷
	ساختمان بلند	۰٫۵۷–۱٫۲۰
	آپارتمان	۰٫۵٦–۱٫۱۲

a سرعت‌های راه رفتن براساس نوع جمعیت، داده‌های میانگین هستند. تراکم ساکنین در هنگام راه رفتن کمتر از ۰/٤۳ نفر در متر مربع بوده است.

جدول ۳-۵: سرعت راه رفتن برای افراد ناتوان [٤١]

عوامل		سرعت (m/s)	محدوده (m/s)
صندلی چرخدار	مرد	۱٫۰۶	
	زن	۱٫۰۶	
ساختمان بلند	صندلی چرخدار الکتریکی	۰٫۸۹	
	صندلی چرخدار معمولی	۰٫۶۹	
	چوب‌های زیربغل	۰٫۹۴	
	عصای راه رفتن	۰٫۸۱	
	بدون معلولیت	۱٫۲۴	
افراد بدون معلولیت	همه افراد بدون معلولیت	۱٫۰۰	۰٫۱۰–۱٫۷۷
	با تحرک	۰٫۸۰	۰٫۱۰–۱٫۶۸
	بدون کمک	۰٫۹۵	۰٫۲۴–۱٫۶۸
	عصا زیر بغل	۰٫۹۴	۰٫۶۳–۱٫۳۵
	عصا	۰٫۸۱	۰٫۲۶–۱٫۶۰
	واکر/ واکر چرخدار	۰٫۵۷	۰٫۱۰–۱٫۰۲
	صندلی چرخدار بدون کمک	۰٫۸۹	۰٫۸۵–۰٫۸۳
	حرکت با کمک	۰٫۷۸	۰٫۲۱–۱٫۴۰
	صندلی چرخدار با کمک	۱٫۳۰	۰٫۸۴–۱٫۹۸

در جدول ۳-۵ با توجه به مرجع [٤٤]، آزمون‌ها بر روی صندلی‌های چرخدار توسط افراد نشسته انجام شد. لازم به ذکر است که تفاوت تأثیر جنسیت در سرعت راه رفتن افرادی که از صندلی چرخدار استفاده می‌کنند کمتر از ۵ درصد بوده است.

سرعت‌های پیمایش ویژه طبقه‌بندی شده به وسیله گرادیان (میزان) شیب در جدول ۳-٦ آورده شده است [٤٥]. سرعت‌های پیمایش دیگر در پایین رفتن از پله‌ها می‌تواند به وسیله درونیابی به دست آید. متأسفانه عددی برای سرعت‌های پیمایش در بالا رفتن از پله‌ها در این اطلاعات وجود ندارد. همانطور که انتظار می‌رود، سرعت‌های پیمایش بر روی پله‌های مارپیچی کندتر از پله‌های معمولی بود. گرادیان شیب دو مورد پله مارپیچی استفاده شده در این آزمون ٤٥ درجه و شعاع‌های پله به ترتیب ٦٥ سانتی‌متر و ۸۵ سانتی‌متر بود. شعاع‌های مسیر راه رفتن از این دو پله به ترتیب ٤٠ سانتی‌متر و ۵۵ سانتی‌متر بود.

جدول ۳-٦: سرعت‌های پیمایش در پله‌ها در مشخصه‌های پله [٤١]

مشخصه‌های پله		سرعت (m/s)	ملاحظات
ابعاد پله	۰٫۲۰؛۰٫۲۵ [(a)]	۰٫۸۵	
	۰٫۱۸ ؛۰٫۲۵	۰٫۹۵	
	۰٫۱۷ ؛۰٫۳۰	۱٫۰۰	
	۰٫۱۷ ؛۰٫۳۳	۱٫۰۵	
	گرادیان	**بالا رفتن از پله – پایین رفتن از پله**	
گرادیان شیب	۲۰ °	۰٫۹	
	۲۵ °	۰٫۸	
	۳۰ °	۰٫۷	
	۳۵ °	۰٫٦	
	٤٠ °	۰٫۵	
	٤۵ °	۰٫٤	
پله مارپیچی	پهن	۰٫۵۵	ارتفاع پله ۰٫۲۱m– ۰٫۱۵، عرض پله ۰٫۱۸m، شعاع ۰٫۸۵m، شعاع راه رفتن ۰٫۵۵m
	باریک	۰٫۵۰	ارتفاع پله ۰٫۲۰m، عرض پله ۰٫۲۱m، شعاع ۰٫٦۵m، شعاع راه رفتن ۰٫٤m

a سرعت‌های راه رفتن براساس نوع جمعیت، داده‌های میانگین هستند. همه این داده‌ها زمانی گرفته شده‌اند تراکم انسانی در هنگام راه رفتن کمتر از ۰٫٤۳ نفر در مترمربع بوده است.

سرعت پیمایش بر روی پله‌ها را با تراکم انسانی مختلف در جدول ۳-۷ نشان داده شده است [٤٦]. آزمایش بر روی یک مورد پله با گرادیان ۳۲ درجه که ارتفاع و عرض آن به ترتیب ۰٫۱۷ و ۰٫۲۷ متر بود، انجام شد. فاصله بین میله‌ها ۱٫۳٤ متر و فاصله از دیوار تا میله ۷٫۵ سانتی‌متر بود.

جدول ۳-۷: سرعت‌های پیمایش در پله بر اساس جمعیت

عوامل تأثیر			سرعت (m/s)	
			بالا رفتن از پله	پایین آمدن از پله
تراکم جمعیت (m^2/ فرد)		یکی یکی رفتن		۱٫۰
		۲٫۵		۰٫۸۸
		۲٫٤		۰٫۸۲
		۲٫۲		۰٫۹۱
		۱٫۵	۰٫۵۷	
		۱٫۵	۰٫۷٦	
		۲٫۰	۰٫۷۲	
		یکی یکی رفتن	۰٫۸	
سن افراد	مرد	<۳۰	۰٫٦۷	۱٫۰۱
		۳۰-۵۰	۰٫٦۳	۰٫۸٦
		>۵۰	۰٫۵۱	۰٫٦۷
	زن	<۳۰	۰٫٦۳۵	۰٫۷۵۵
		۳۰-۵۰	۰٫۵۹	۰٫٦۵۵
		>۵۰	۰٫٤۸۵	۰٫۵۹۵
نوع جمعیت[a]	بچه‌ها		۰٫۲۹	۰٫۳۱
	زنان سالخورده		۰٫۲۷	۰٫۲٦
	مردان‌سالخورده		۰٫۲۹	۰٫۲۹
	مسن		۰٫۲۸	۰٫۲۸
	زنان بزرگسال		۰٫۳۰	۰٫۳٦
	مردان بزرگسال		۰٫۳۲	۰٫٤۲
	بزرگسالان		۰/۳۱	۰/۳۸

۳-٦-۳ میانگین زمان‌های فرار

طبق بررسی‌ها، میانگین زمان های پیش از حرکت با توجه به نوع ساختمان، طولانی‌تر از ۱۲۰ ثانیه نیست. محدوده زمان‌های پیش از حرکت از صفر تا ٥٤٠ ثانیه در رویدادهای آتش‌سوزی با افراد مختلف، جمع‌آوری شد [٤١]. میانگین زمان پیش از حرکت در انواع مختلف ساختمان‌ها نشان می‌دهد که متوسط زمان پیش از حرکت افراد در اماکن تفریحی عمومی، دفاتر، مغازه‌ها و اماکن تجاری، مدارس، بیمارستآن‌ها و فروشگاه‌های خرده‌فروشی بزرگ، کاهش می‌یابد. بنابراین تفاوت‌های بین دفاتر، مغازه‌ها و اماکن تجاری، اماکن تفریحی عمومی، روشن نمی‌باشد [۳۷].

سرعت‌های راه رفتن با توجه به نوع آن، شرایط راه رفتن، انواع مکان‌ها و انواع مردم، متفاوت است.

سرعت پیمایش در پله‌ها می‌تواند بر اساس دو شرایط تقسیم شود: بالا رفتن و پایین آمدن از پله‌ها. همانطور که گفته شد، سرعت‌های پیمایش پایین رفتن کمی سریع‌تر از بالا رفتن از پله‌ها می‌باشد، اما تفاوت در این موضوع کاملاً آشکار نیست. به طور کلی، سرعت‌های پیمایش در پله‌ها در محدوده ۰٫٤ تا ۱/۰٥ متر بر ثانیه است. کمترین مقدار، زمانی رخ داده است که گرادیان پایین رفتن از پله ٤٥ درجه باشد. بیشترین مقدار، زمانی رخ داده است که ارتفاع و عرض پله‌ها به ترتیب ۰/۱۷ متر و ۰/۳۳ متر باشد.

فصل چهارم
آزمون‌های مقاومت در برابر آتش بر روی درب های ساختمانی

درهای مقاوم در برابر آتش در ساختمان‌ها برای محافظت از مسیرهای فرار و برای جدا کردن مناطق با ریسک بالا به کار می‌روند. ضروری است که این درها معیارهای استاندارد را برآورده کنند. بدین منظور لازم است عملکرد درب و یراق‌آلات طی آزمون مقاومت در برابر آتش استاندارد ارزیابی شود. تأیید وظیفه عملکردی آن‌ها به عنوان سیستم محافظ آتش منوط به برآوردن الزامات استاندارد و دستورالعمل های مربوط به همراه تأیید مقامات ذیصلاح مرتبط با صدور گواهی‌نامه فنی باشد.

درهای آتش اغلب در ساختمان‌های در بازشوهای دیوارهای مقاوم در برابر آتش قرار دارند. دیوارهای مقاوم در برابر آتش برای جدا کردن منطقه به مناطق کوچکتر طراحی شده اند که می‌توانند از گسترش آتش به تمام ساختمان جلوگیری کنند.

با توجه به رایج بودن دو نوع در چوبی و سکوریت در راه‌های خروج ساختمان‌ها (که بعضاً به عنوان بستن دوربند خروج نیز توسط ناظران پذیرفته می‌شود)، مقاومت این درها در برابر آتش در مقیاس کوچک آزمون و نتیجه آن بررسی شد. نتایج آزمون این درها در مدل‌سازی‌های کامپیوتری مورد نیاز بودند. همچنین با توجه به رایج بودن این

نوع درها در پلکان خروج بسیاری از ساختمان‌ها، اطلاع از مقاومت آن‌ها در برابر آتش به اطلاع بیشتر از وضعیت موجود کمک می نماید.

آزمون مقاومت در برابر آتش توسط دستگاه کوره مقاومت در برابر آتش مقیاس متوسط (یک متر مربع) آزمایش شد. منحنی دما–زمان کوره مطابق با استانداردهای ملی و اروپایی زیر بود:

۱– استاندارد ملی ایران شماره ۱– ۱۲۰۵۵– مقاومت در برابر آتش– قسمت اول – الزامات عمومی، ۱۳۸۸.

2- BS EN 1634-1:2000, Fire resistance tests for door and shutter assemblies - Part 1: Fire doors and shutters

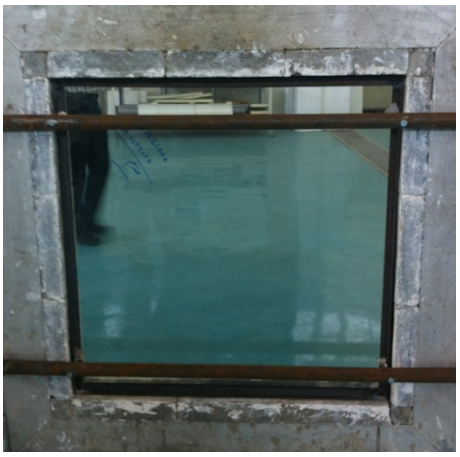
آزمون‌ها در آزمایشگاه آتش بخش مهندسی آتش، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی انجام شد.

شرح نمونه های مورد آزمون:

آزمونه اول: شیشه سکوریت به ضخامت ۱۰ میلیمتر و ابعاد ۱۰۰ سانتی‌متر در ۱۰۰ سانتی‌متر در قاب آهنی قرار داده شد (شکل ٤–۱).

آزمونه دوم: در با روکش MDF به ضخامت ۳ میلی‌متر که یک پانل به ضخامت ۵ سانتی‌متر از جنس پلی‌یورتان در میان آن قرار داشت (شکل ٤–۲).

جزئیات نصب آزمونه‌ها طبق دستورالعمل سازنده بود.



شکل ٤-١: تصویر آزمونه شماره ١

شکل ٤-٢: تصویر آزمونه شماره ٢

معیارهای *پذیرش*

در آزمون مقاومت در برابر آتش سه معیار ظرفیت باربری، یکپارچگی و نارسانایی در نظر گرفته می‌شود. برای نمونه مورد آزمون که یک شیشه سکوریت است، دو معیار یکپارچگی و نارسانایی باید برآورده شود و معیار ظرفیت باربری در نظر گرفته نمی‌شود.

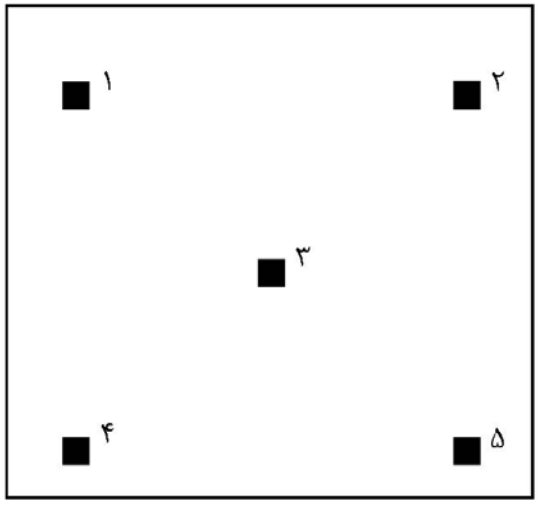
- **معیار ظرفیت باربری**: زمان بر حسب دقایق کاملی که در آن آزمونه مورد نظر به توانایی تحمّل بار آزمون در طول آزمون ادامه می‌دهد.

- **معیار یکپارچگی**: زمان برحسب دقایق کاملی که در آن آزمونه به وظیفه جداسازی در طول آزمون ادامه می‌دهد. وقوع موارد زیر نشان شکست معیار یکپارچگی می‌باشد:
- افروزش یک بالشتک پنبه‌ای
- عبور فاصله‌سنج تعین شده در استاندارد از ترک یا شکاف ایجاد شده در آزمونه
- شعله‌وری پایدار

- **معیار نارسانایی:** زمان برحسب دقایق کاملی که در آن آزمونه به وظیفه جداسازی خود در طول آزمون ادامه می‌دهد، بدون اینکه افزایش دمای سطح غیر در معرض در طول آزمون به مقادیر زیر برسد:
  - افزایش بیش از ۱٤۰°C دمای متوسط از دمای متوسط اولیه، یا
  - افزایش بیش از ۱۸۰°C از دمای متوسط اولیه در هر نقطه.

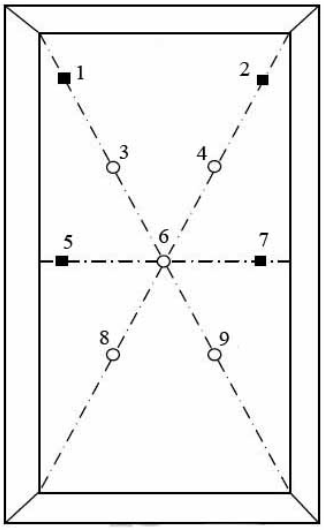
دمای متوسط اولیه، برابر با دمای متوسط سطح غیر در معرض در لحظه شروع آزمون است که به وسیله ترموکوپل‌های نصب‌شده بر روی این سطح اندازه‌گیری می‌شود.

ترموکوپل‌ها بر اساس استاندارد مطابق (شکل‌های ٤-۳ تا ٤-٦) بر روی وجه غیر در معرض نصب شد.



شکل ٤-۳: نمای شماتیک ترموکوپل‌های نصب شده بر روی شیشه سکوریت

شکل ٤-٤: تصویر ترموکوپل‌های نصب شده بر روی سطح غیر در معرض شیشه سکوریت



شکل ٤-٥: نمای شماتیک ترموکوپل‌ها:

○ ترموکوپل دمای متوسط

■ ترموکوپل دمای حداکثر

شکل ٤-٦: تصویر ترموکوپل‌های نصب شده بر روی سطح غیر در معرض آزمونه درب

دمای متوسط کوره به وسیله ترموکوپل‌های نصب‌شده در داخل کوره اندازه‌گیری شد و در محدوده رواداری مجاز منحنی گرمایش دما-زمان استاندارد قرار داشت.

نتایج و مشاهدات:

آزمونه اول (شیشه سکوریت):

آزمونه در دقیقه ٤ از معیار نارسانایی و در دقیقه ۸ از نظر معیار یکپارچگی شکست خورد.

زمان (دقیقه)	مشاهدات
۲	ترک خوردن شیشه (شکل ٤-۸)
٤	شکست معیار نارسانایی
۸	فرو ریختن شیشه و شکست معیار یکپارچگی (شکل ٤-۹)
۱۰	پایان آزمون

شکل٤-۷: آزمونه در حال آزمون (دقیقه ۱)

شکل ٤-٨: ترک خوردن شیشه (دقیقه ۲)

شکل ٤-٩: فرو ریختن شیشه (دقیقه ۸)

آزمونه دوم (در با روکش MDF):

آزمونه در دقیقه ٤ از معیار نارسانایی و در دقیقه ۲۲ ار نظر معیار یکپارچگی شکست خورد.

زمان (دقیقه)	مشاهدات
۲	سوختن سطح در معرض (شکل ٤-۱۰)
٤	شکست معیار یکپارچگی (شکل ٤-۱۱)
۲۲	شکست معیار نارسانایی و پایان آزمون

شکل ٤-۱۰: سوختن سطح درمعرض (دقیقه ۲)

شکل ٤-۱۱: خروج آتش از سطح غیر درمعرض و شکست معیار یکپارچگی (دقیقه ٤)

شکل ٤-۱۲: تصاویر آزمونه در حین آزمون

فصل پنجم
مدل‌سازی رایانه‌ای

طبق برنامه پیش‌بینی شده در طرح تحقیقاتی، بازدید و بررسی میدانی بر روی پنج آپارتمان مسکونی انجام گردید. همچنین به این منظور بررسی آماری با استناد به اطلاعات موجود انجام شد تا نقشه‌های تیپ متداول آپارتمان‌های مسکونی مورد نظر برای این مطالعات شناسایی شوند. به این منظور با همکاری یکی از دفاتر خدمات الکترونیکی شهرداری تهران، تعداد زیادی از نقشه های در دست بررسی یا ساختمان‌های ساخته شده، بررسی و بر اساس اهداف پروژه تیپ بندی شد. سپس تعدادی از ساختمان‌ها انتخاب شده و مورد بازدید و بررسی قرار گرفتند. با توجه به تیپ‌بندی‌ها و بررسی‌های صورت گرفته، تعدادی از نقشه‌ها برای مطالعات بعدی و مدلسازی رایان‌های انتخاب شدند. هدف از این مطالعات، بررسی وضعیت راه‌های خروج در تیپ‌های نسبتاً متداول آپارتمان‌های مسکونی و همچنین برخی نمونه‌های خاص و میزان مؤثر بودن راه‌حل‌های ارائه شده برای تأمین راه‌پله‌های مناسب و ایمن در آن‌ها، به ویژه برای ساختمان‌های ٦ تا ٨ طبقه بود.

۵-۱ بررسی آماری ساختمان‌ها از نظر تعداد طبقات و تعداد واحد

به منظور دستیابی به تصویری از ویژگی‌های ساختمان‌های مسکونی از نظر تعداد طبقات و تعداد واحد مسکونی، مروری اجمالی بر آمارهای موجود انجام شد. جدول ۵-۱ تعداد پروانه‌های صادره در نقاط شهری کشور به تفکیک تعداد طبقات را در سال ۱۳۸۹ و نیمه اول ۱۳۹۲ نشان می‌دهد.

جدول ۵-۱ تعداد پروانه‌های صادره در نقاط شهری کشور به تفکیک طبقات

سال	یک طبقه	دو طبقه	سه طبقه	چهار طبقه	پنج طبقه و بیشتر	کل
۱۳۸۹	٦٩٩٣٠	٥٨٨٢٧	٣٣٣٠٥	١٩٠٠٤	١٦٠٣٩	١٩٧١٠٥
نیمه اول ۱۳۹۲	٢١٤٢٠	١٩١٠٦	١٤٢٠١	١١٦١٧	٢٨٣٢٦	٩٤٦٧٠

ماخذ: مرکز آمار ایران

با بررسی این آمار شاهد افزایش قابل ملاحظهٔ سهم ساختمان‌های پنج طبقه و بیشتر در نقاط شهری کشور در نیمهٔ اول سال ۹۲ هستیم. این امر نشان‌دهندهٔ حساسیت این گروه از ساختمان‌ها و لزوم توجه بیشتر در تدوین مقررات ساختمانی‌است. جدول ۵-۲، همین آمار را در شهر تهران نشان می‌دهد.

جدول ۵-۲ تعداد پروانه‌های صادره در شهر تهران به تفکیک تعداد طبقات

سال	یک طبقه	دو طبقه	سه طبقه	چهار طبقه	پنج طبقه و بیشتر	کل
۱۳۸۹	١٨١	٩٩٨	٣٩٦٦	٧٣٠٣	٦٩٩٢	١٩٤٤٠
۱۳۹۰	١٨٣	١٢٢٧	٥٩٧٣	١٣٩٢٢	١١٦٦٧	٣٢٩٧٢
نیمه اول ۱۳۹۲	٧	١٠	١٠٠	٤٧٩	١١٣٧٠	١١٩٦٦

ماخذ: مرکز آمار ایران

ملاحظه می‌شود که افزایش چشم‌گیر سهم ساختمان‌های پنج طبقه و بیشتر در شهر تهران، در کنار کاهش سهم سایر ساختمان‌ها، نمایانگر اهمیت پرداختن به این گروه در شهر تهران (و اصولاً در شهرهای بزرگ) و ضرورت رفع معضلات آن‌ها در تامین الزامات تعیین‌شده برای راه‌های خروج است.

جدول ۵-۳، تعداد پروانه‌های صادره در نقاط شهری کشور را به تفکیک تعداد واحد مسکونی در هر ساختمان بیان می‌کند.

جدول ۵-۳: تعداد پروانه‌های صادره در نقاط شهری کشور به تفکیک تعداد واحد مسکونی

سال	یک واحد	دو واحد	سه واحد	چهار واحد	پنج واحد و بیشتر	کل
۱۳۸۹	۹۰۱۵٤	٥۹۹۳۰	۱۹۰٥٤	۹٦٦٤	۱۸۳۰۳	۱۹۷۱۰٥
نیمه اول ۱۳۹۲	۲۹۲٤۹	۲۲۸٦۷	۱۱۲۲۳	۱۱۰۰۹	۲۰۳۲۲	۹٤٦۷۰

ماخذ: مرکز آمار ایران

این جدول نیز نمایانگر افزایش چشمگیر سهم ساختمان‌های پر واحد در نیمه اول سال ۹۲ است. بنابراین باید در مطالعات میدانی، موضوع پر واحد بودن ساختمان‌های مورد بررسی را مد نظر قرار داد.

۵-۲ انتخاب ساختمان‌ها برای مطالعات میدانی

در وهلهٔ نخست، با مراجعه به سامانهٔ خدمات الکترونیک شهرداری تهران، تعدادی ساختمان مسکونی ساخته‌شده انتخاب شد تا مورد بررسی عمومی قرار گیرند. معیارهای انتخاب این ساختمان‌ها، بر اساس اهداف پژوهش و با در نظر گرفتن بررسی آماری انجام‌شده، به شرح زیر بود:

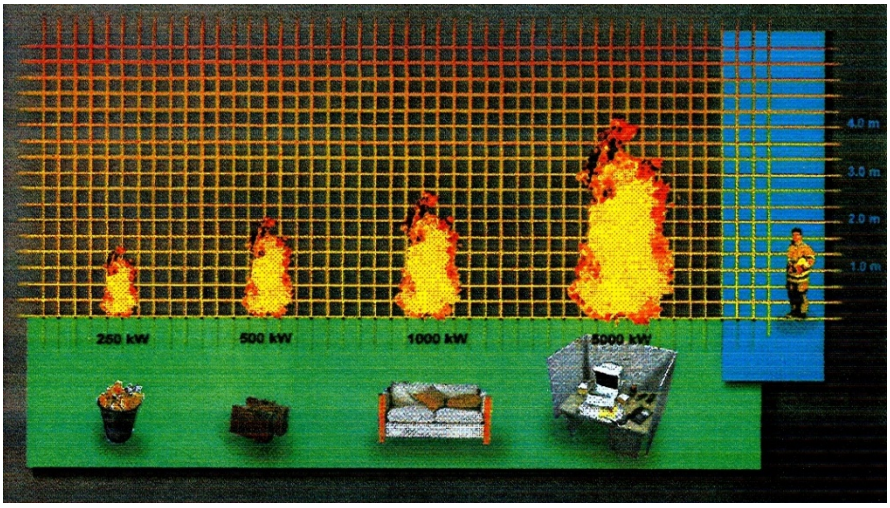
- ساختمان‌ها دارای پنج طبقه و بیشتر، و تعدادی از آن‌ها ترجیحاً تا هشت طبقه باشند.
- ساختمان‌ها از تعداد واحد مسکونی زیاد (حداقل دو واحد در هر طبقه) برخوردار باشند.

- از شرایط خاص مانند شکل زمین یا طراحی غیر متعارف برخوردار نباشند و غالباً از تیپ‌های متداول ساختمان‌های مسکونی (از لحاظ وضعیت و تعداد راه‌خروج) محسوب شوند. البته در بین آن‌ها نمونه‌هایی نیز که به دلیل برخی شرایط موجود با مشکلاتی از نظر تامین خروج مناسب مواجه شده‌اند و با اندیشیدن راه‌حل‌هایی همچون افزودن راه‌پلهٔ خارجی توانسته‌اند نظر مثبت شهرداری را به دست آورند، وجود داشته باشد.
- ساختمان قابل بهره‌برداری بوده و امکان بازدید وجود داشته باشد.
- تا حد امکان نقشه‌های آن‌ها قابل دسترس باشد.
- ضوابطی همچون اندازهٔ راهروها و راه‌پله‌ها در آن‌ها رعایت شده باشد.

پس از انتخاب این ساختمان‌ها، بررسی عمومی روی آن‌ها صورت گرفت. در این بررسی ساختمان‌های با طرح یا با مشکلات نسبتاً مشابه دسته‌بندی شدند تا از بین آن‌ها یکی انتخاب شود. سپس با هم فکری دفتر خدمات الکترونیک همکار پژوهش، تعداد ۵ ساختمان انتخاب و مورد بازدید قرار گرفت که از بین آن‌ها ۳ ساختمان برای مدلسازی مرحله بعد انتخاب شد که شرح آن‌ها در ادامه گزارش آمده است.

۵-۳ سناریوی آتش طرح

سناریوهای مختلف آتش‌سوزی به منظور بررسی ایمنی در برابر آتش و رفتار ساختمان در یک رخداد آتش‌سوزی تعریف شد. با توجه به مقادیر ارائه شده در شکل ۵-۱ شدت رهایش گرما در هر سه ساختمان معادل با ۱۰۰۰ کیلو وات فرض می‌شود [۵۰].



شکل ۵-۱: مقایسه بین آتش‌های مختلف

در تعریف سناریو سعی شد که تأثیر درهـای سـاختمان و دوربنـد بـودن راه‌پلـه مـورد بررسی قرار گیرد. آسانسور به صورت یک شفت باز در نظر گرفته شد. علت این فرض این است که در اکثر ساختمان‌ها درب آسانسور و قاب اطراف آن فاقد مشخصـات لازم برای محافظت در برابر گشسترش آتش و دود می‌باشد. همچنین مطالعه حوادث نشـان داده است که دود به راحتی از شفت آسانسور عبور و به طبقات نفوذ می‌کند. هر دو در واحدی که در آن آتش قرار دارد باز در نظر گرفته شد.

برای تعیین نمودار رشد آتش از رابطه ۵-۱ استفاده شده است.

$$\dot{Q} = \alpha\, t^2$$ (معادله ۵-۱)

که در آن :

$\dot{Q}$: شدت رهایش گرما (kw)

α: ضریب رشد آتش (kw/s^2)

t: زمان (s)

با توجه به مراجع [۵۱ و ۵۲] رشد آتـش در سـاختمان‌هـای مسـکونی در گـروه رشـد متوسط قرار می گیرد. با توجه به انتخاب رشد سریع آتـش، α مطـابق بـا جـدول ٤-۵ معادل با ۰/۰۱۲ در نظر گرفته می‌شود[۵۳].

جدول ٥-٤: مقادیر α بر اساس شدت رشد

شدت رشد	α (kw/s^2)	شدت رشد	α (kw/s^2)
Slow	۰/۰۰۳	Fast	۰/۰٤۷
Medium	۰/۰۱۲	Ultra-fast	۰/۱۸۸

٥-٤ مدل‌سازی آتش ساختمان‌ها

٥-٤-١ ساختمان شماره ١

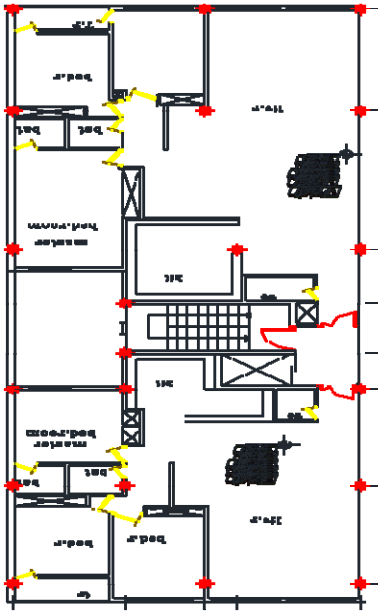
مشخصات ساختمان مذکور به شرح زیر است:

- دارای شش طبقه مسکونی بر روی همکف.
- دارای یک راه پلهٔ دوربندی شده داخلی که در همکف با یک در حریق از راهروی تخلیه خروج جدا شده است.
- راهروی تخلیه خروج به معبر ختم می‌شود.
- ساختمان دارای دو واحد در هر طبقه است که از طریق لابی پیش ورودی و با درهای مقاوم در برابر حریق به راه‌پله خروج دسترسی دارد.
- مساحت واحدکوچک ۱۳۰ متر مربع و مساحت واحد بزرگ ۱۵۰ متر مربع می‌باشد.
- مقاومت درب معمولی، ۵ دقیقه و مقاومت درب ضد حریق، ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد. این زمان از وقتی محاسبه می‌شود که دمای جلو یا پشت در به ۳٤۰ درجه سلسیوس برسد. علت انتخاب دمای ۳٤۰ درجه سلسیوس این است که معادل دمای دقیقه ۱ کوره طبق نمودار استاندارد ملی ISIRI۱۲۰۵۵-۱ می‌باشد.

شکل ۵-۲: نمای جنوبی ساختمان

شکل۵-۳: نمای شمالی ساختمان

شکل ۵-٤: درب ضد حریق راه فرار



شکل ۵-۵: پلان ساختمان

۵-٤-۱-۱ سناریوی شماره ۱

سناریو شماره ۱ حالت واقعی ساختمان است و سعی شده توسط مدل‌سازی آتش رفتار ساختمان در برابر آتش مورد بررسی قرار گیرد.

- درِ دوربند، ضد حریق ۳۰ دقیقه
- درِ واحدها معمولی ۵ دقیقه
- پنجره ها همه بسته به غیر از پنجره های پاسیو واحد آتش
- در واحد آتش باز

بعد از انجام مدل‌سازی نتایج زیر بدست آمد:

– زمان رسیدن آتش به لابی جلوی آپارتمان= ۲۵۹ ثانیه (واحد روبرو ۲۵۹ ثانیه فرصت برای فرار دارند)

– ورود آتش به شفت آسانسور = ۳۵۲ ثانیه

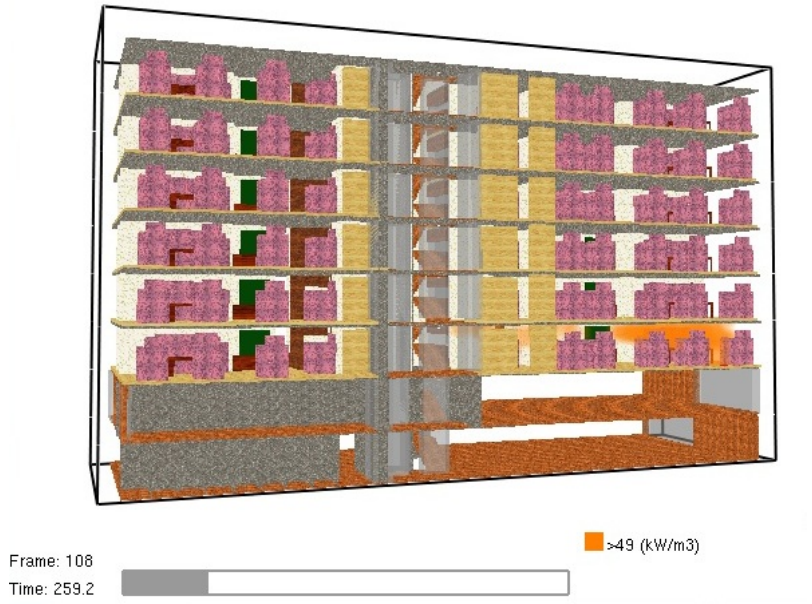
– زمان رسیدن آتش به لابی جلوی آپارتمان طبقات دوم و سوم از طریق شفت آسانسور = ٤۰۰ ثانیه

زمان رسیدن آتش به لابی جلوی آپارتمان طبقه چهارم از طریق شفت آسانسور = ٥٤۰ ثانیه

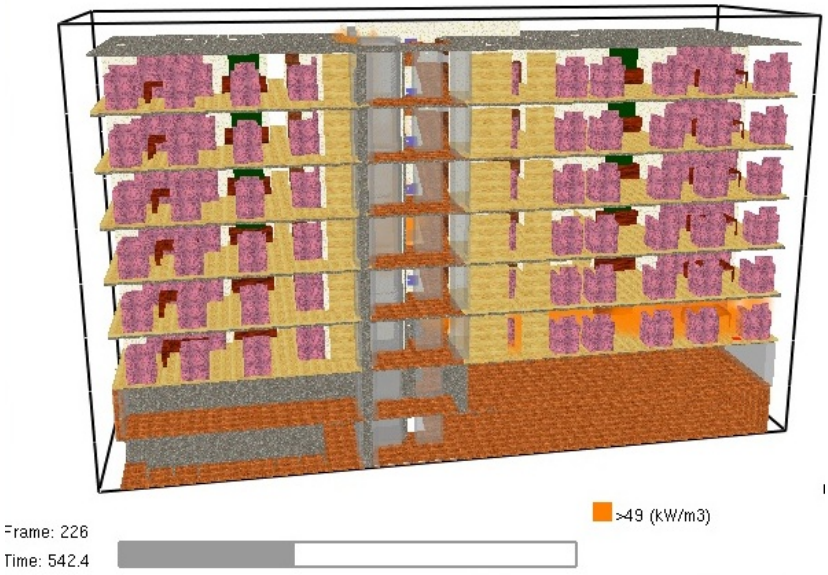
– ورود آتش به واحد روبرو= ٦٥۲ ثانیه

– ورود آتش به هر دو واحد طبقه ۲= ۸۲٥ ثانیه (طی مدت تقریباً ١٤ دقیقه طبقه دوم درگیر آتش‌سوزی می‌شود)

– آتش وارد راه‌پله نشد (قبل از شکست در، به علت کمبود اکسیژن آتش خاموش شد)



شکل ۵-۶: ورود آتش به شفت آسانسور



شکل ۵-۷: رسیدن آتش به لابی جلوی آپارتمان طبقه چهارم

شکل ۵-۸: ورود آتش به واحد روبرو

شکل۵-۹: ورود آتش به هر دو واحد طبقه ۲

همان طور که مشاهده شد، آتش به علت وجود درب ضد حریق وارد راه فرار نشد، ولی شفت آسانسور باعث پیشروی آتش به لابی طبقات بالاتر شد. این موضوع اهمیت نقش در ضد حریق در ایمنی ساختمان را به وضوح نشان می دهد.

۵-٤-۱-۲ سناریوی شماره ۲

در سناریوی شماره ۲، در دوربند از حالت مقاوم در برابر آتش خارج شده و یک در معمولی نصب شده است. در این سناریو سعی شده است تا تأثیر در ضد حریق دور بند پلکان به صورت بهتری بررسی شود.

در دوربند معمولی ۵ دقیقه

در واحدها معمولی ۵ دقیقه

پنجره ها همه بسته به غیر از پنجره های پاسیو واحد آتش

در واحد آتش باز

– زمان رسیدن آتش به لابی جلوی آپارتمان= ۲۵۹ ثانیه (واحد روبرو ۲۵۹ ثانیه فرصت برای فرار دارند)

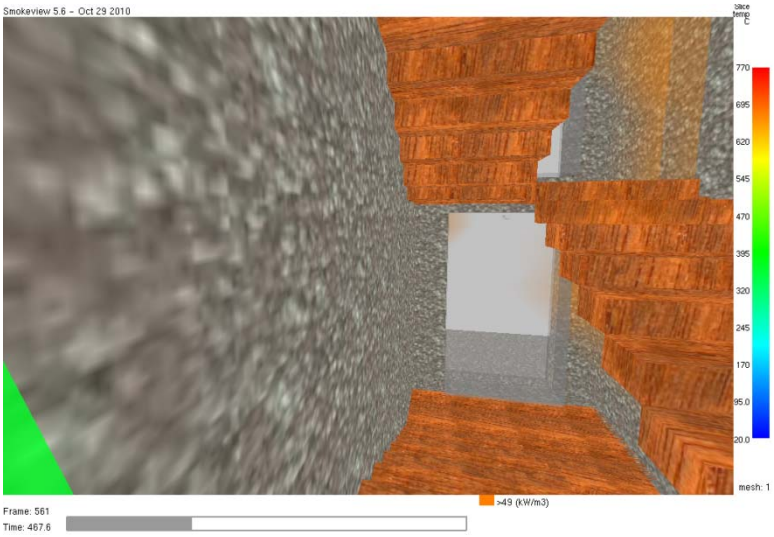
– ورود آتش به شفت آسانسور و راه‌پله طبقه اول = ۲۷۲ ثانیه

– زمان رسیدن آتش به لابی جلوی آپارتمان طبقه دوم و سوم از طریق شفت آسانسور = ٤۰۰ ثانیه

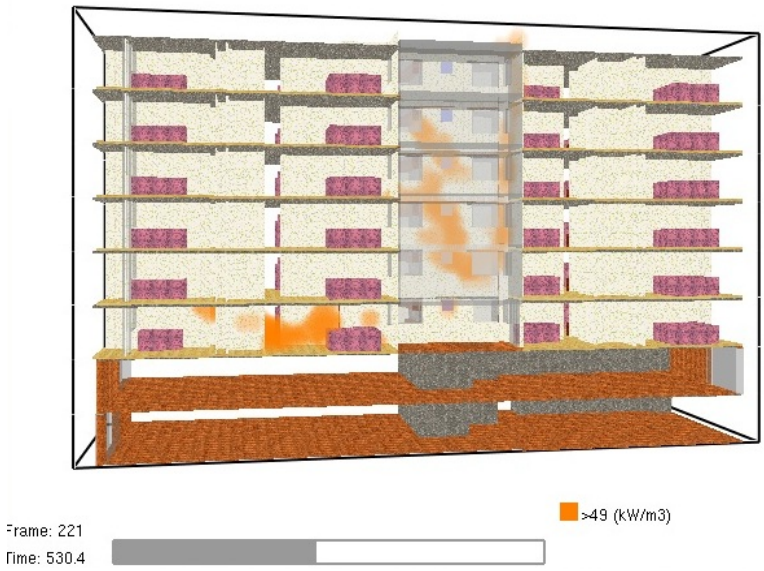
– ورود آتش به راه‌پله طبقه اول = ٤٦۷ ثانیه (راه فرار برای بقیه واحدها طی ۸ دقیقه بسته می‌شود)

– آتش به واحد روبرو وارد نشد.

– آتش به هر دو واحد کوچک طبقه ۲ وارد نشد.



شکل۵-۱۰: ورود آتش به راه‌پله طبقه اول



شکل۵-۱۱: ورود آتش به راه‌پله طبقه چهارم

در این سناریو به دلیل اینکه در از نوع ضد حریق نبود، آتش طـی تقریبـاً ۷ دقیقـه وارد پلکان شد، ولی همانطور که مشاهده شد به دلیل اینکه حرکت به سمت راه‌پله میسر بود وارد واحدها نشد، بلکه به سمت بالا کشیده شد. بالطبع در این شرایط، امکان فرار افراد

در طبقات بالا وجود نداشته، گسترش دود و گازهای سمی می تواند افراد را در طبقات بالا از پای در آورد.

۵-٤-۱-۳ سناریوی شماره ۳

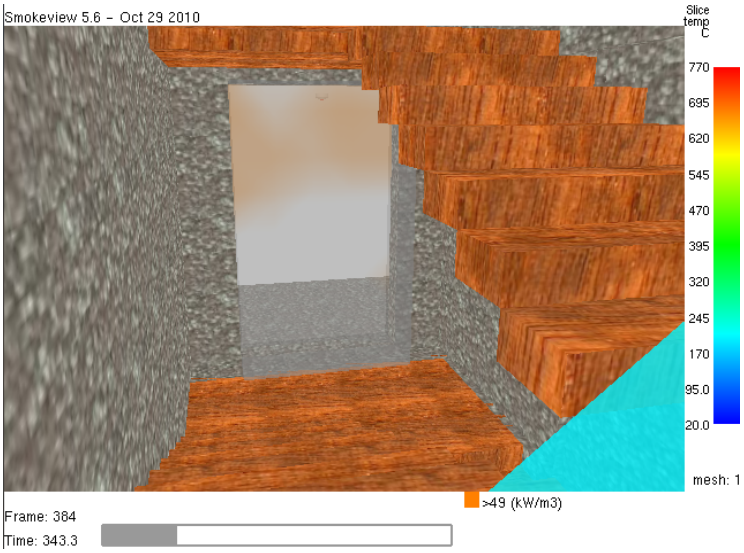
در سناریوی شماره ، دوربند فاقد در مقاوم در برابر آتش است.

- دور بند بدون در
- در واحدها: معمولی ۵ دقیقه
- پنجره ها همه بسته به غیر از پنجره های پاسیو در واحد آتش
- در واحد آتش: باز

زمان رسیدن آتش به لابی جلوی آپارتمان= ۲۵۹ ثانیه (واحد روبرو ۲۵۹ ثانیه فرصت برای فرار دارند)

ورود آتش به پلکان = ۳٤۳ ثانیه (حدود ٦ دقیقه)

در این سناریو نیز به دلیل عدم وجود در برای دوربند، آتش طی ٦ دقیقه وارد پلکان و از آن جا وارد طبقات بالاتر شد.



شکل۵-۱۲: ورود آتش به راه‌پله طبقه اول

٥-٤-١-٤ سناریوی شماره ٤

سناریوی شماره ٤ حالتی است که درهای دوربند راه فرار و واحدهای ساختمانی ضد حریق هستند این سناریو حالت بهبود یافته سناریو ١ است، همانطور که مشاهده می‌شود وقایع مانند سناریو ١ است با این تفاوت که آتش وارد طبقات نشد، در این سناریو نیز مانند سناریو شماره ١ آتش نمی تواند وارد راه فرار شود.

- در راهرو ضد حریق ٣٠ دقیقه
- در واحدها ضد حریق ٣٠ دقیقه
- پنجره ها همه بسته به غیر از پنجره های پاسیو واحد آتش
- در واحد آتش باز

زمان رسیدن آتش به لابی جلوی آپارتمان= ٢٥٩ ثانیه (واحد روبرو ٢٥٩ ثانیه فرصت برای فرار دارند)

ورود آتش به شفت آسانسور = ٣٥٢ ثانیه

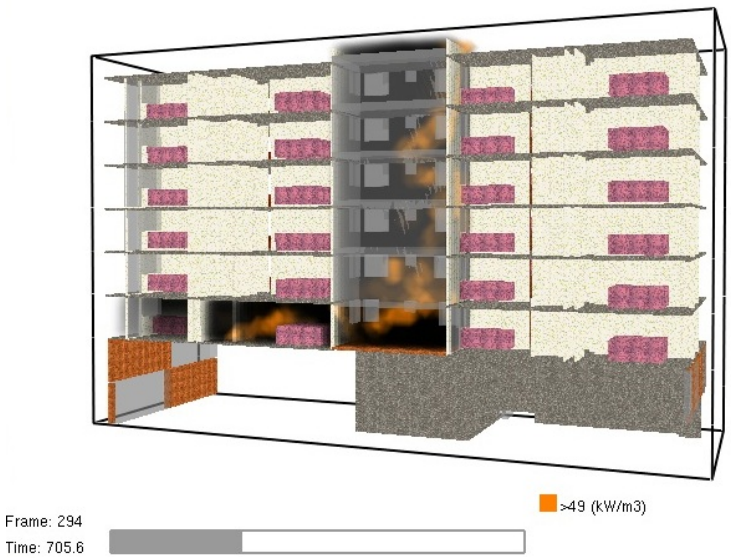
زمان رسیدن آتش به لابی جلوی آپارتمان طبقه دوم و سوم از طریق شفت آسانسور = ٤٠٠ ثانیه

زمان رسیدن آتش به لابی جلوی آپارتمان طبقه چهارم از طریق شفت آسانسور = ٥٤٠ ثانیه

ورود آتش به واحد روبرو= وارد نشد

ورود آتش به هر دو واحد طبقه ٢= وارد نشد

خاموش شدن آتش (١٠٤٠ ثانیه) به دلیل کمبود اکسیژن



شکل۵-۱۳: آتش‌سوزی در ثانیه ۷۰۵

۵-٤-۱-۵ سناریو شماره ۵

تفاوت این سناریو با سناریو شماره ٤ این است که آسانسور نیـز دارای درب مقـاوم در برابر حریق ۳۰ دقیقه می‌باشد.

- در راهرو ضد حریق ۳۰ دقیقه
- در واحدها ضد حریق ۳۰ دقیقه
- پنجره ها همه بسته به غیر از پنجره‌های پاسیو واحد آتش
- در واحد آتش باز

زمان رسیدن آتش به لابی جلوی آپارتمان = ۲۵۹ ثانیه (واحد روبرو ۲۵۹ ثانیه فرصـت برای فرار دارند)

آتش وارد واحد روبرو، راه فرار و طبقات بالا تر نمی‌شود و به تدریج خاموش می‌شود.

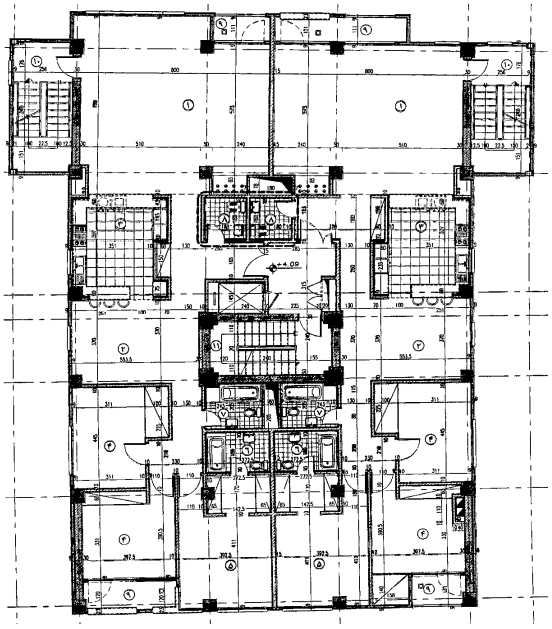
شکل۵-۱۴: آتش‌سوزی در ثانیه ۴۶۵

۵-٤-۲ ساختمان شماره ۲

مشخصات ساختمان به شرح زیر است:

- دارای ۸ طبقه مسکونی بر روی همکف است.
- دارای یک راه‌پله مشترک اصلی و دو راه‌پله بستهٔ الحاقی در طرفین ساختمان است. راه‌پله‌های الحاقی از جنس ورق فلزی بوده و پس از ساخت ساختمان به آن الحاق شده‌اند.
- دارای دو واحد مسکونی در هر طبقه است (۲ واحد ۱٦۵ متری در طبقه اول و ۲ واحد ۱۸۵ متری در بقیه طبقات) که به واسطه لابی در طبقات به راه‌پله داخلی دسترسی دارند و هر واحد نیز مستقیماً به یک راه‌پله خارجی دسترسی دارد.

شکل۵-۱۵: نمای ساختمان



شکل۵-۱٦: پلان ساختمان

۵-٤-۲-۱ سناریو شماره ۱

این سناریو بدترین حالت ساختمان می‌باشد و در سناریوهای بعدی سعی می‌شود تا با قرار دادن درب ضد حریق و ایجاد دوربند تأثیر هر یک در گسترش آتش‌سوزی مورد مطالعه قرار گیرد.

- هر دو در واحد آتش باز
- در واحدها معمولی ۵ دقیقه
- دوربند برای پلکان مشترک اصلی وجود ندارد

زمان رسیدن آتش به راه‌پله اختصاصی= ۸۱ ثانیه

صعود آتش تا طبقه ٦ راه‌پله اختصاصی= ١٤٨ ثانیه

رسیدن آتش تا طبقه ۲- راه‌پله اختصاصی= ۲۵۹ ثانیه

ورود آتش به طبقه ۳= ٤٤١ ثانیه

ورود آتش به طبقه ٤= ٤٤٦ ثانیه

ورود آتش به طبقه ۲= ٤٨٤ ثانیه

ورود آتش به طبقه ۵= ٤٩٩ ثانیه

ورود آتش به طبقه ۷= ۵۳۷ ثانیه

ورود آتش به پلکان اصلی (مسدود شدن ۲ راه فرار)= ٥٦١ ثانیه

ورود آتش به واحد روبرو= ٦١٤ ثانیه

صعود آتش تا طبقه ٦ راه‌پله اصلی= ٦٠٩ ثانیه

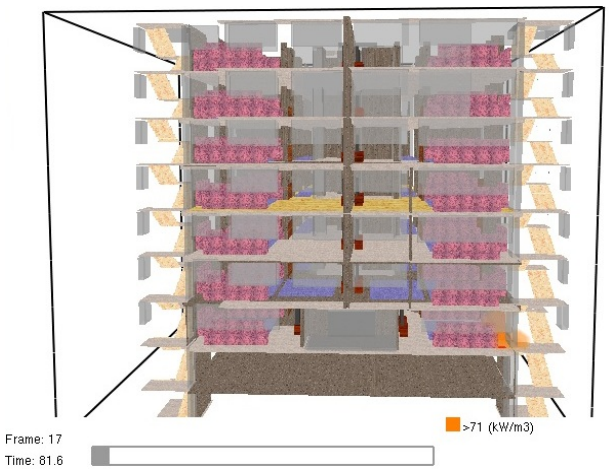
بیرون زدن آتش از در مشترک اصلی = ٦٥٧ ثانیه

ورود آتش به طبقه ٦ واحد روبرو = ۹۲۱ ثانیه

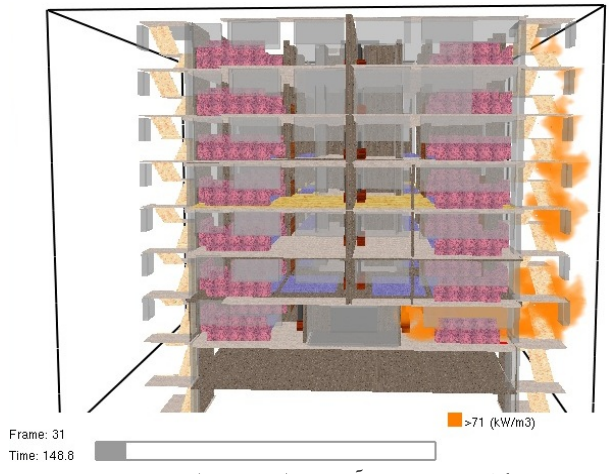
ورود آتش به طبقه ۲، ۳ و ٤ واحد روبرو = ۹۳٦ ثانیه

ورود آتش به راه‌پله اختصاصی واحد روبرو (مسدود شدن هر ۳ راه فرار)= ١٢٤٤ ثانیه

نکته قابل تأمل در این سناریو این است که راه‌پله‌های اختصاصی به دلیل اینکه محافظت نشده‌اند، نقش اساسی در گسترش آتش داشتند. به عبارت دیگر، این پلکان نه تنها کمک چندانی به محافظت در برابر آتش نتوانسته‌اند داشته باشند، بلکه به گسترش حریق نیز منجر شده‌اند.

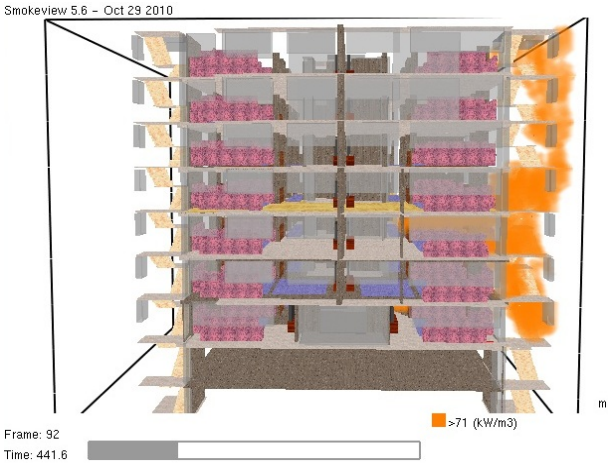


شکل۵-۱۷: زمان رسیدن آتش به راه‌پله اختصاصی

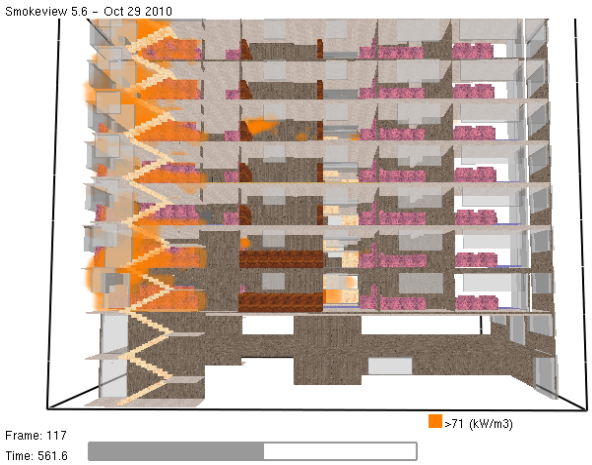


شکل۵-۱۸: صعود آتش تا طبقه ٦ راه‌پله اختصاصی

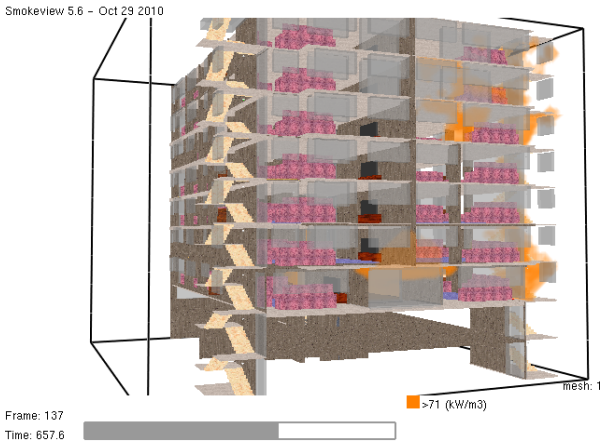
شکل۵-۱۹: رسیدن آتش تا طبقه ۲- راه‌پله اختصاصی



شکل۵-۲۰: ورود آتش به طبقه ۳



شکل۵-۲۱: ورود آتش به پلکان اصلی(انسداد ۲ راه فرار)



شکل۵-۲۲: بیرون زدن آتش از درب اصلی

شکل۵-۲۳: ورود آتش به راه‌پله اختصاصی واحد روبرو از طبقه ۳ و ٤

شکل۵-۲٤: ورود آتش به راه‌پله اختصاصی واحد روبرو از طبقه ۱ تا ۵

۵-٤-۲-۲ سناریو شماره ۲

- هر دو در واحد آتش باز
- در واحدها ضدحریق ۳۰ دقیقه
- پنجره ها همه بسته
- دوربند برای پلکان اصلی وجود ندارد

زمان رسیدن آتش به راه‌پله اختصاصی= ۸۱ ثانیه

صعود آتش تا طبقه ٦ راه‌پله اختصاصی= ۱٤۸ ثانیه

رسیدن آتش تا طبقه ۲- راه‌پله اختصاصی= ۲۵۹ ثانیه

ورود آتش به پلکان اصلی(مسدود شدن ۲ راه فرار)= ۵۹۰ ثانیه

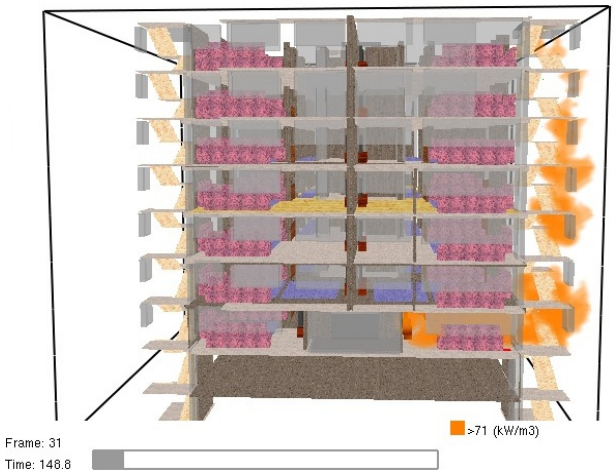
صعود آتش تا طبقه ٦ راه‌پله اصلی= ٦۲٤ ثانیه

بیرون زدن آتش از درب اصلی= ٦۷۲ ثانیه

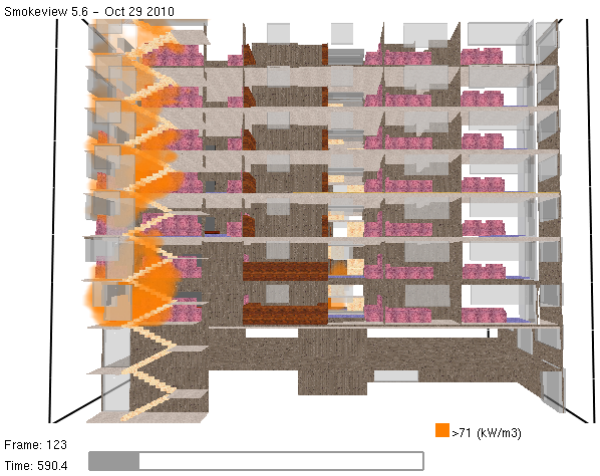
ورود آتش به تمامی واحدهای بالای واحد آتش = ۱۹۸۷ ثانیه

ورود آتش به واحدهای واحد روبرو = ۲٤۷۲ ثانیه

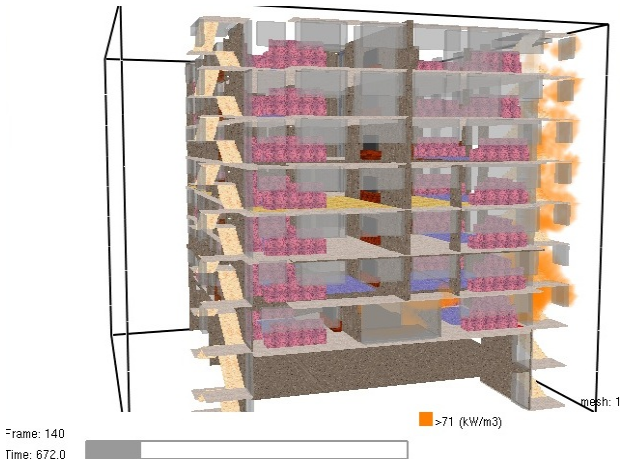
ورود آتش به راه‌پله اختصاصی واحد روبرو (مسدود شدن هر ۳ راه فرار)= ۳۹٤۵ ثانیه



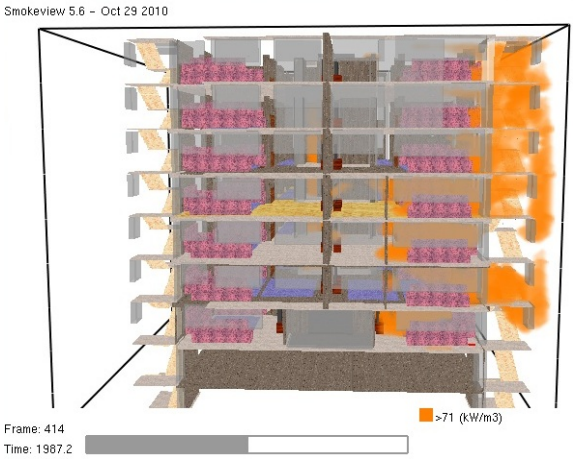
شکل۵-۲۵: صعود آتش تا طبقه ٦ راه‌پله اختصاصی



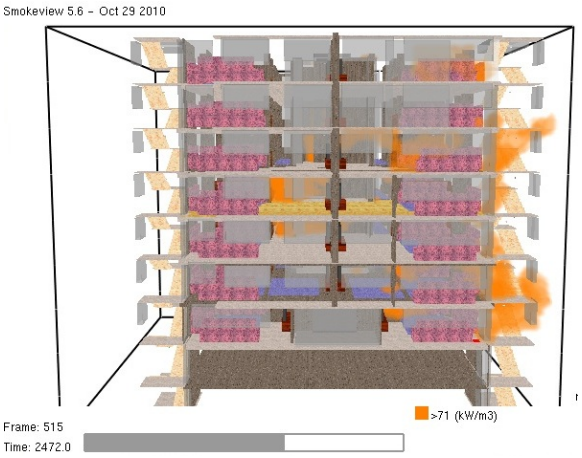
شکل۵-۲٦: ورود آتش به پلکان عمومی (مسدود شدن ۲ راه فرار



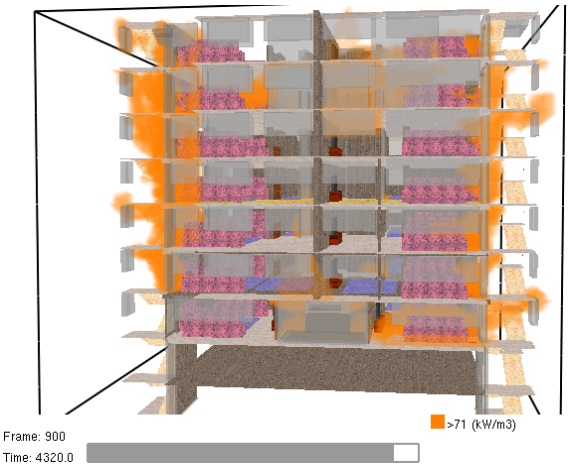
شکل۵-۲۷: بیرون زدن آتش از درب اصلی



شکل ۵-۲۸: ورود آتش به تمامی واحدهای بالای واحد آتش



شکل ۵-۲۹: ورود آتش به واحدهای واحد روبرو



شکل ۵-۳۰: ورود آتش به راه‌پله اختصاصی واحد روبرو

از مقایسه دو سناریوی ۱ و ۲ می توان متوجه شد که درهای ضد حریق واحدها در به تأخیر انداختن پیشروی آتش به راه‌های فرار ۱ و ۲ نقشی نداشتند و در اصل برای به تأخیر انداختن پیشروی آتش به طبقات و راه فرار شماره ۳ مفید بودند. ساختمانی که دارای ۳ راه فرار و درب ضد حریق برای تمام واحدها بود طی مدت ۱۱ دقیقه، ۲ راه فرار آن مسدود شد.

۵-٤-۲-۳ سناریو شماره ۳

سناریو ۳= سناریو ۱ + دوربند با در ۳۰ دقیقه

در این سناریو درب واحدها معمولی در نظر گرفته شده است ولی درب ضد حریق برای دوربند لحاظ شده است.

زمان رسیدن آتش به راه‌پله اختصاصی= ۸۱ ثانیه

صعود آتش تا طبقه ٦ راه‌پله اختصاصی= ١٤٨ ثانیه

رسیدن آتش تا طبقه ۲- راه‌پله اختصاصی= ۲۵۹ ثانیه

ورود آتش به طبقه ۳= ٤٤١ ثانیه

ورود آتش به طبقه ٤= ٤٤٦ ثانیه

ورود آتش به طبقه ۲= ٤٨٤ ثانیه

ورود آتش به طبقه ۵= ٤۹۹ ثانیه

ورود آتش به طبقه ۷= ۵۳۷ ثانیه

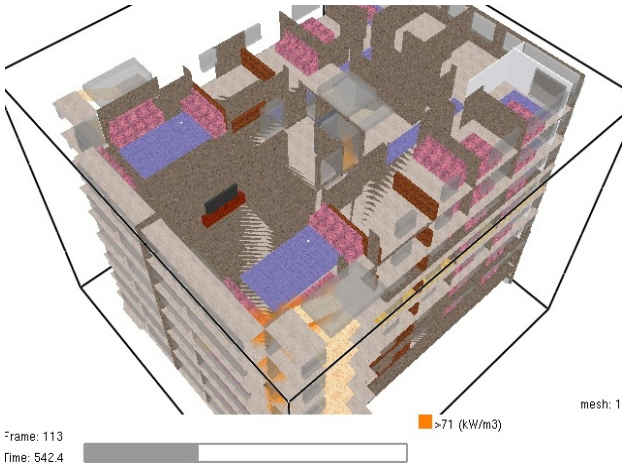
ورود آتش به واحد روبرو= ٦۱٤ ثانیه

صعود آتش از طریق شفت آسانسور = ۵٤۲ ثانیه

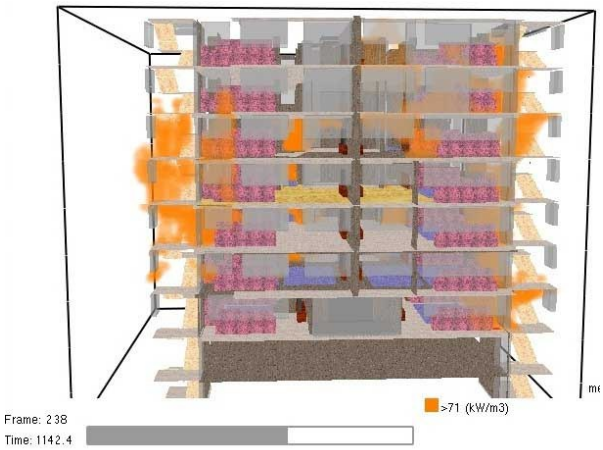
ورود آتش به طبقه ٦ واحد روبرو = ۸٤٤ ثانیه

ورود آتش به طبقه ۲، ۳ و ٤ واحد روبرو = ۸٦۸ ثانیه

ورود آتش به راه‌پله اختصاصی واحد روبرو (مسدود شدن ۲ راه فرار)= ۱۱٤۰ ثانیه



شکل۵-۳۱: صعود آتش از طریق شفت آسانسور



شکل۵-۳۲: ورود آتش به راه‌پله اختصاصی واحد روبرو

٥-٤-٢-٤ سناریو شماره ٤

سناریو ٤= سناریو ٢ + دوربند با در ٣٠ دقیقه

در این سناریو درب واحدها و درب دوربندها ضد حریق در نظر گرفته شده است.

زمان رسیدن آتش به راه‌پله اختصاصی = ٨١ ثانیه

صعود آتش تا طبقه ٦ راه‌پله اختصاصی = ١٤٨ ثانیه

رسیدن آتش تا طبقه ٢- راه‌پله اختصاصی = ٢٥٩ ثانیه

ورود آتش به طبقه ٢ (واحد بالا) = ٢٠٥٩ ثانیه

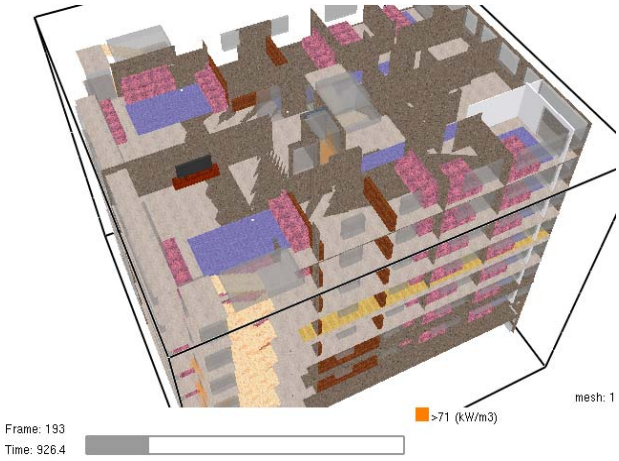
ورود آتش به طبقه ٣ (واحد بالا) = ٢٠٧٣ ثانیه

ورود آتش به پلکان اصلی (مسدود شدن ٢ راه فرار) = ٢٣٧١ ثانیه

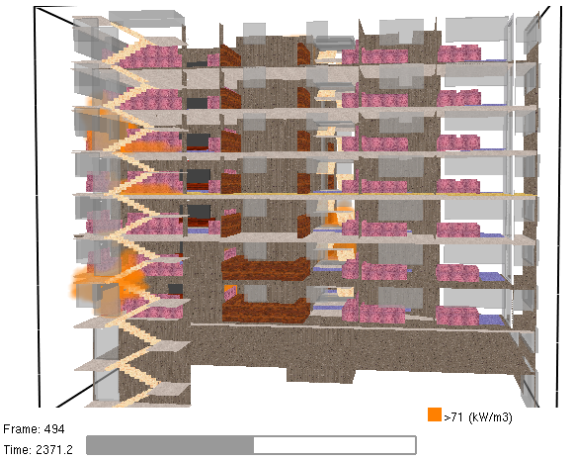
ورود آتش به واحدهای روبرو = ٢٤٠٠ ثانیه

ورود آتش به راه‌پله اختصاصی واحد روبرو = ٣٨١٦ ثانیه

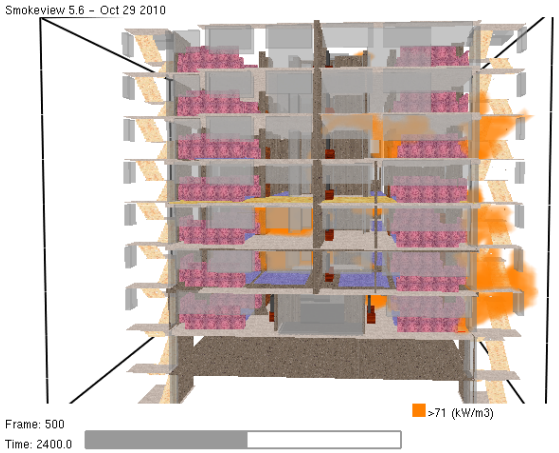
بیرون زدن آتش از درب اصلی = ٣٨٤٩ ثانیه



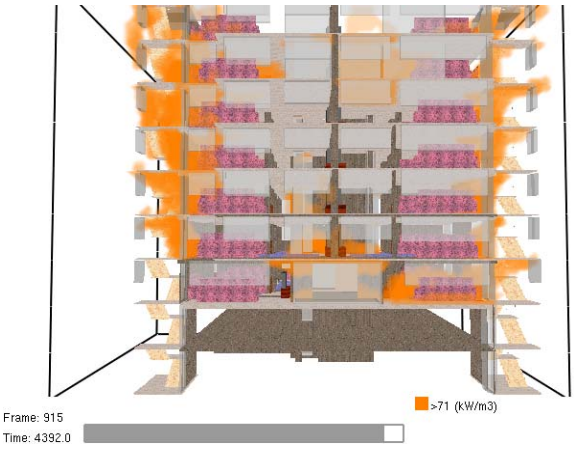
شکل٥-٣٣: صعود آتش از طریق شفت آسانسور



شکل۵-۳٤: ورود آتش به پلکان عمومی (مسدود شدن ۲ راه فرار)



شکل۵-۳۵: ورود آتش به واحدهای روبرو



شکل۵-۳٦: ورود آتش به راه‌پله اختصاصی واحد روبرو

۵-٤-۲-۵ سناریو شماره ۵

در این سناریو هر دو درب مربوط به راه‌پله اختصاصی بسته و فرض شد که ساختمان فقط دارای پلکان اصلی می‌باشد. در این سناریو راه فرار دارای دوربند با دری با ۳۰ دقیقه مقاومت در برابر آتش در نظر گرفته شد.

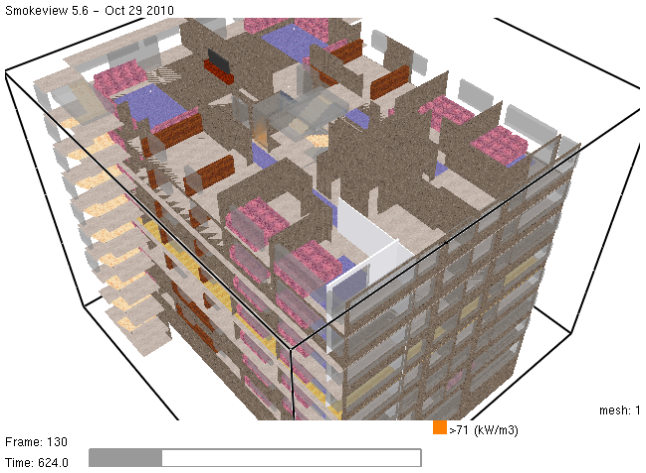
صعود آتش از طریق شفت آسانسور (نه راه فرار) = ٦٢٤ ثانیه

ورود آتش به راه فرار= ۱۹۳۹ ثانیه

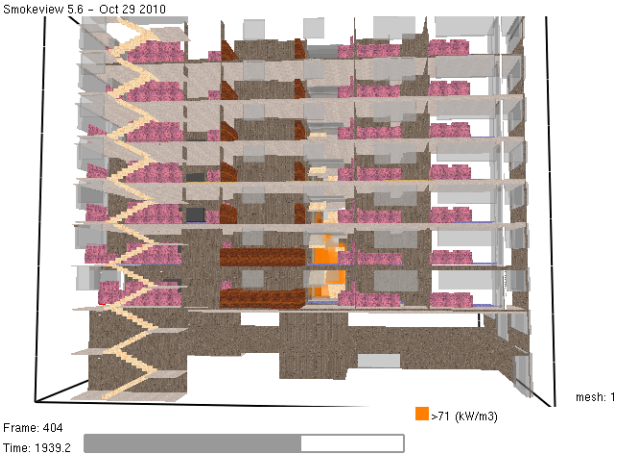
بیرون زدن آتش از درب اصلی = ۲۰۹۷ ثانیه

ورود آتش به طبقات = ۲۸۵۰ ثانیه

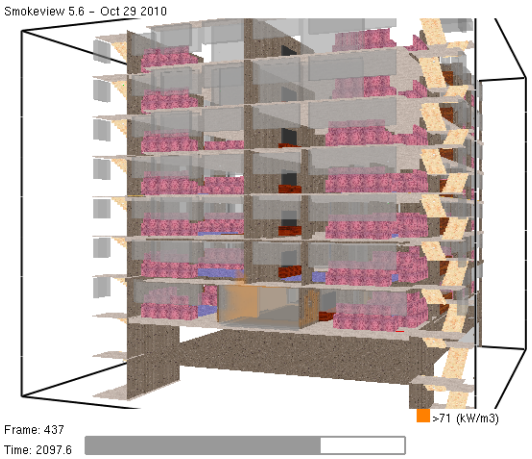
به عبارت دیگر، حذف پلکان اختصاصی محافظت نشده و محافظت پلکان اصلی با دوربند و در ضد حریق، باعث بهبود ایمنی ساختمان در برابر آتش شد.



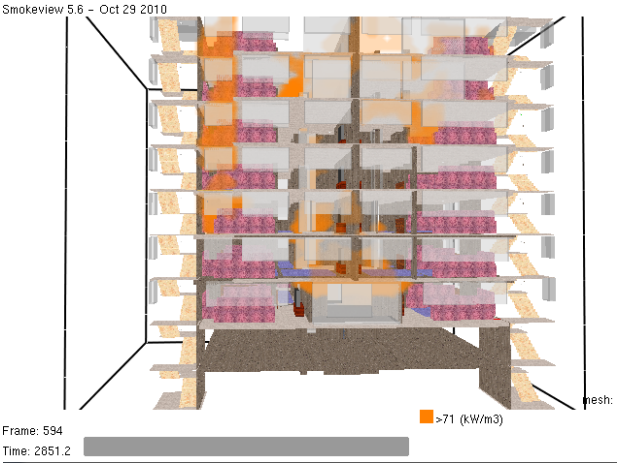
شکل۵-۳۷: صعود آتش از طریق شفت آسانسور



شکل۵-۳۸: ورود آتش به پلکان عمومی(مسدود شدن راه فرار)



شکل۵-۳۹: بیرون زدن آتش از درب اصلی



شکل۵-٤۰: سوختن تمامی ساختمان در آتش

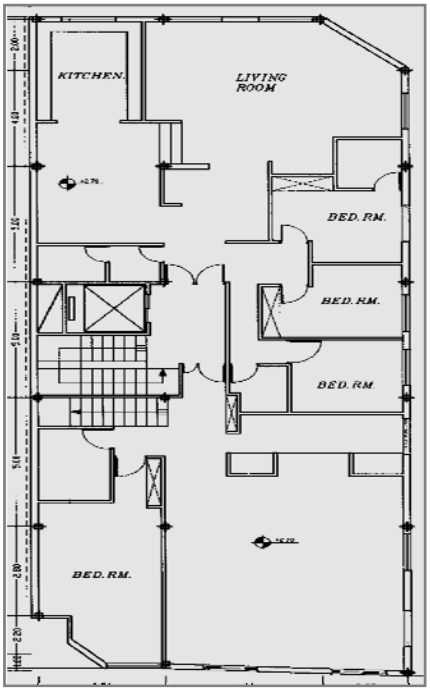
۵-٤-۳ ساختمان شماره ۳

مشخصات ساختمان به شرح زیر است:

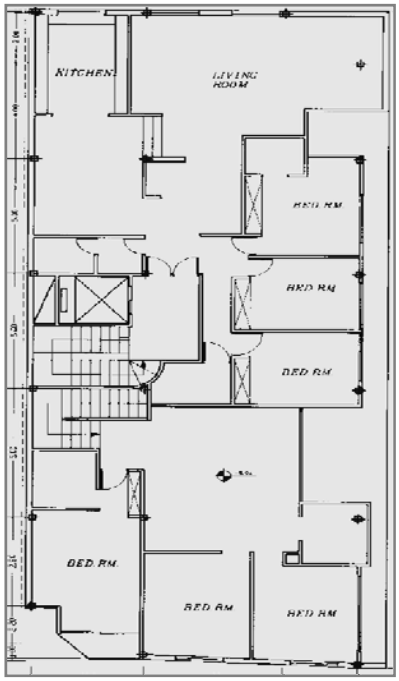
- ساختمانی با عمر بیش از ۱۵ سال که طبق مقررات زمان خود احداث شده است.
- دارای ٦ طبقه مسکونی بالای نیم‌طبقهٔ پارکینگ.
- دارای یک راه‌پله داخلی که در هیچیک از طبقات از جمله همکف دوربندی نشده است. ضمناً کیفیت پله‌ها نیز از نظر یکنواختی ارتفاع نامناسب بود.
- واحدهای یک سمت به صورت دوبلکس طراحی شده‌اند و دارای پله داخلی بین دو طبقهٔ خود هستند. بدین ترتیب یک طبقه در میان به طور متناوب، دو در و یک در به راه‌پله باز می‌شود.
- علت انتخاب این ساختمان، بررسب اثر دوبلکس در تعیین زمان فرار بود.

شکل۵-٤۱: نمای ساختمان

شکل۵-٤۲: راه‌پله ساختمان



شکل۵-٤۳: پلان طبقه اول



شکل۵-٤٤: پلان طبقه دوم

ساختار راه فرار مشابه ساختمان شماره ۱ بود، بنابراین سناریو های مختلف در نظر گرفته نشد و فقط در یک سناریو، زمان لازم تا رسیدن آتش به درب واحد آتش تعیین شد.

شکل۵-٤٥: ورود آتش به درب ساختمان

۵-۵ مدل‌سازی تخلیه

در این بخش با مدل‌سازی تخمین زمان خروج مورد نیاز برای تخلیه صورت گرفت. برای این مدل سازی، داده‌های رفتاری لازم می‌باشد. بنابراین در اینجا از اطلاعات ارائه شده در فصل سوم استفاده شد. زمان پیش از حرکت در اکثر مطالعات [٤١] بین ۸۰ تا ١٦٠ ثانیه و میانگین آن ۱۲۰ ثانیه در نظر گرفته شد. بر اساس اطلاعات جدول ۳-۵، سرعت حرکت افراد زمانی که به سمت راه خروج حرکت می‌کنند در محدوده m/s ۱/۵-۰/۸ درنظر گرفته شد. در سناریوی اول ابتدا زمان لازم برای فرار برای حالتی که تمام افراد دارای توانایی جسمی طبیعی هستند برای ساختمان دارای ٦ طبقه انجام وسپس تعداد طبقات به ۸ افزایش یافت، تا مقایسه بین زمان های لازم برای فرار به عمل آید.

در سناریوی دوم فرض شد که ۲۰٪ افراد دارای قابلیت حرکت پائین ولی فاقد معلولیت جسمی هستند (کودکان، سالمندان و سایرین) ، سرعت حرکت این افراد مطابق جدول ۳-٦ در محدوده m/s ۱/۰۰-۰/۵۷ درنظر گرفته شد. در انتها با اضافه کردن زمان پیش

از حرکت به زمان محاسبه شده و مقایسه آن با زمان‌های بدست آمده از سناریوهای مختلف آتش، ایمنی ساختمان در زمان آتش‌سوزی مورد بررسی قرار گرفت.

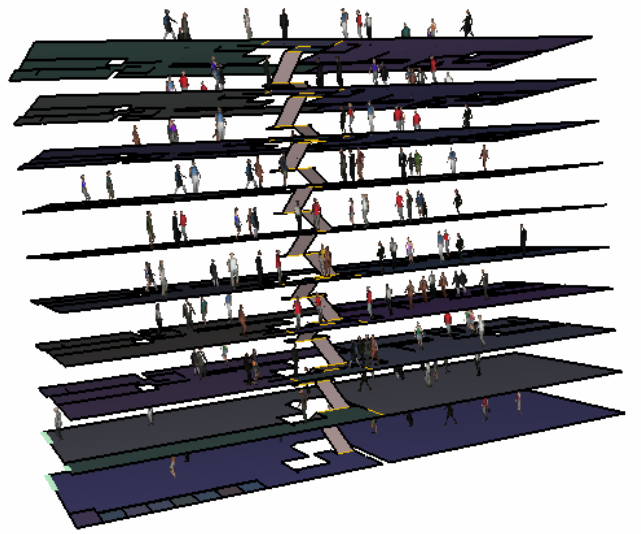
بار تصرف مطابق نشریه ض-۶۸۲ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی تعیین شد. در این آیین نامه برای تصرف‌های مسکونی و پارکینگ، متر مربع به ازاء هر نفر ۱۸/۶ تعیین شده است.

۵-۵-۱ ساختمان شماره ۱:

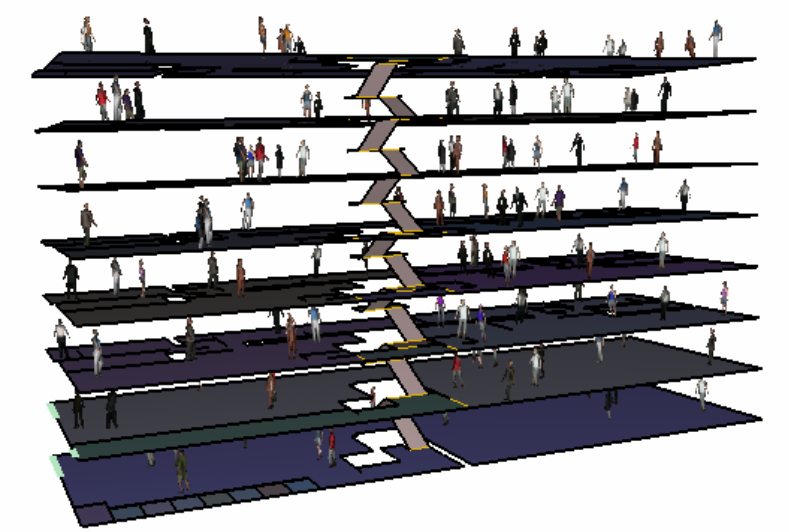
ساختمان شماره ۱ دارای ۲ واحد ۱۳۰ متری و ۱۵۰ متری می‌باشد. بار تصرف هر واحد در جدول ۵-۵ آورده شده است. زمان تخلیه محاسبه شده در جدول ۵-۶ آمده است.

جدول ۵-۵: بار تصرف واحدهای ساختمان شماره ۱

ردیف	مساحت آپارتمان (متر مربع)	متر مربع به ازاء هر نفر	بار تصرف (نفر)
۱	۱۵۰	۱۸/۶	۹
۲	۱۳۰	۱۸/۶	۷



شکل۵-۴۶: ساختمان شماره ۱ (۸ طبقه)



شکل۵-٤٧: ساختمان شماره ۱ (٦ طبقه)

جدول ۵-٦: زمان تخلیه برای سناریوهای مختلف ساختمان شماره ۱

ساختمان شماره ۱		
زمان تخلیه برای سناریوی دوم (s)	زمان تخلیه برای سناریوی اول (s)	تعداد طبقات
١٦٠/٨	١٤٤/٣	٦
١٩٥/٣	١٨٧/٨	٨

۵-۵-۲ ساختمان شماره ۲

ساختمان شماره ۲ دارای ۲ واحد ١٦٥ متری در طبقه اول و ۲ واحد ۱۸۵ متری در بقیه طبقات می‌باشد. بار تصرف هر واحد در جدول زیر آمده است. زمان تخلیه محاسبه شده در جدول ۵-۸ ارائه شده است.

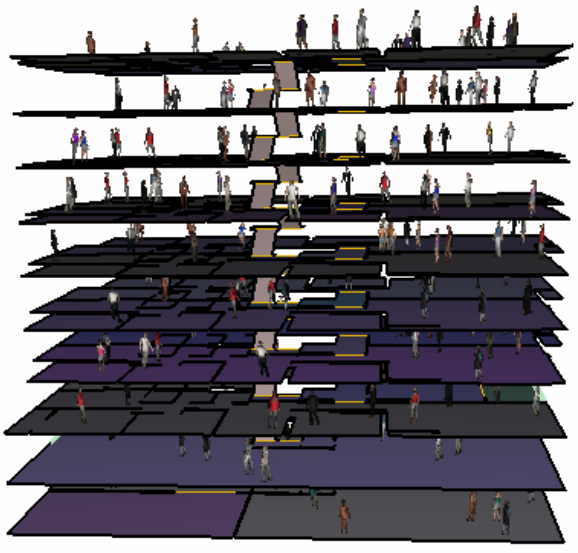
جدول ۵-۷: بار تصرف واحدهای ساختمان شماره ۱

ردیف	مساحت آپارتمان (متر مربع)	متر مربع به ازاء هر نفر	بار تصرف (نفر)
۱	١٦٥	١٨/٦	٩
۲	١٨٥	١٨/٦	١٠

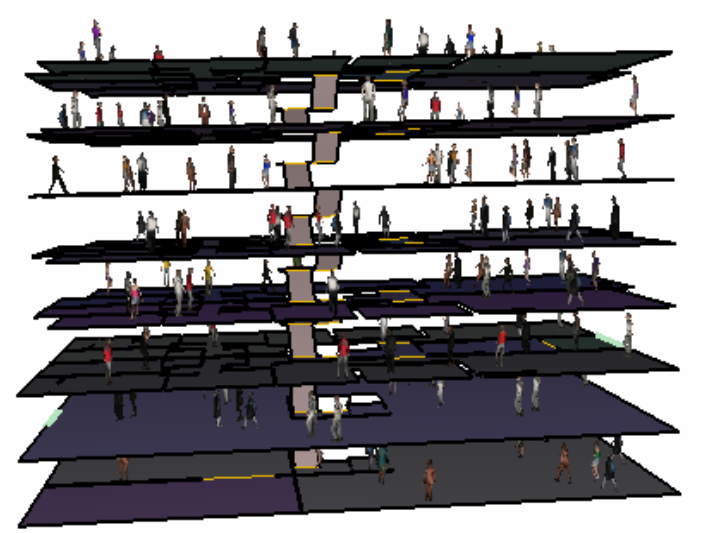
جدول ۵-۸: زمان تخلیه برای سناریوهای مختلف ساختمان شماره ۲

ساختمان شماره ۲		
زمان تخلیه برای سناریوی دوم (s)	زمان تخلیه برای سناریوی اول (s)	تعداد طبقات
۱۲۹	۱۱۷	٦
۱٦۸/۸	۱۵۸/۳	۸

همان طور که در مدل‌سازی آتش این ساختمان در سناریوی ۵ فرض شد که ساختمان تنها دارای یک راه فرار است و دو مسیر اختصاصی فرار در نظر گرفته نشد، در این قسمت نیز فرض می‌شود که ساختمان دارای تنها یک راه فرار است و زمان لازم برای تخلیه مجددا محاسبه می‌شود.



شکل۵-۵۰: ساختمان شماره ۲ (۸ طبقه- ۱ راه خروج)



شکل۵-۵۱: ساختمان شماره ۲ (٦ طبقه- ۱ راه خروج)

جدول ۵-۹: زمان تخلیه برای سناریوهای مختلف ساختمان شماره ۲

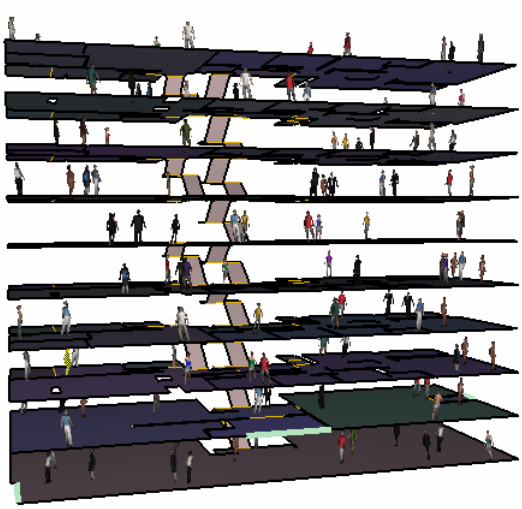
ساختمان شماره ۲ (یک راه فرار)		
زمان تخلیه برای سناریو دوم (ثانیه)	زمان تخلیه برای سناریو اول (ثانیه)	تعداد طبقات
۱۳۸/۵	۱۲۵/۸	٦
۱۷۹/۳	۱٦٦	۸

۵-۵-۳ ساختمان شماره ۳

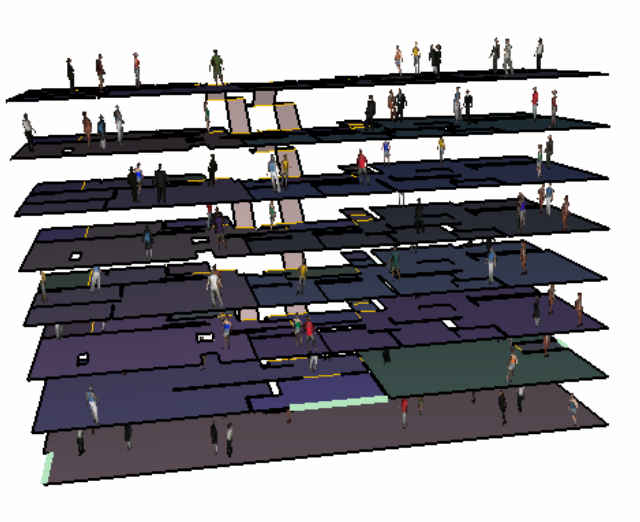
ساختمان شماره ۳ دارای ۲ واحد در طبقه اول که یکی از واحدها به صورت دوبلکس بوده و یک واحد در طبقه دوم است. بار تصرف هر واحد مطابق با جدول۵-۱۰ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۵-۱۰: بار تصرف واحدهای ساختمان شماره ۳

ردیف	مساحت آپارتمان (متر مربع)	متر مربع به ازاء هر نفر	بار تصرف (نفر)
۱	۱۲۰	۱۸/٦	۷
۲	۱٦۰ (دوبلکس)	۱۸/٦	۹
۳	۱۲۵	۱۸/٦	۷



شکل۵-۵۲: ساختمان شماره ۳ (۸ طبقه)



شکل۵-۵۳: ساختمان شماره ۳ (۶ طبقه)

زمان تخلیه محاسبه شده در جدول ۵–۱۱ ارائه شده است.

جدول ۵-۱۱: زمان تخلیه برای سناریوهای مختلف ساختمان شماره ۳

ساختمان شماره ۳		
زمان تخلیه برای سناریو دوم (ثانیه)	زمان تخلیه برای سناریو اول (ثانیه)	تعداد طبقات
۱۰۷/۸	۹۸	٦
۱۳۸/۸	۱۲۳/۵	۸

با افزودن زمان پیش از حرکت ۱۲۰ ثانیه به زمان های ارائه شده در جدول ۵-۱۱، زمان لازم برای خروج از ساختمان برای ساختمان ۸ طبقه بیش از ۲۵۸ ثانیه و برای ساختمان ٦ طبقه بیش از ۲۲۸ ثانیه نیست. دوبلکس بودن ساختمان تأثیری در افزایش زمان خروج ندارد.

فصل ششم
بحث و نتیجه‌گیری

براساس مدل‌سازی‌های آتش و تخلیه انجام شده در فصل ۵ و بررسی سناریوهای مختلف آتش برای هریک از ساختمان‌های مذکور، نتایج بدست آمده به تفکیک به شرح زیر است.

٦-١ نتایج بدست آمده از مدل‌سازی آتش ساختمان شماره ١

٦-١-١ مدل‌سازی‌ها نشان داد که در صورت عدم وجود در برای دور بند پلکان، آتش ظرف مدت ٣٤٠ ثانیه وارد راه فرار می‌شود. در صورت وجود حتی یک در معمولی برای دور بند، آتش ظرف مدت ٤٦٧ ثانیه وارد راه فرار می‌شود و زمان بیشتری برای فرار در اختیار می گذارد، اما برای مدت زیادی نمی تواند جلوی گسترش حریق را بگیرد. با نصب در ضد حریق ٣٠ دقیقه برای دور بند، آتش وارد راه فرار نشد و قبل از شکست در، آتش (با فرضیات مدل) خاموش شد. این موضوع اهمیت وجود در ضد حریق برای دوربند پلکان را نشان می دهد.

٦-١-٢ در سناریوی اول که ساختمان دارای در ضد حریق برای دوربند بود، آتش وارد راه فرار نشد ولی به دلیل وجود شفت آسانسور و نداشتن در ضد حریق برای

واحدها، آتش وارد واحدهای مسکونی طبقه بالاتر گردید. بنابراین محافظت از شفت آسانسور موضوع مهم دیگری است که حتماً باید در طراحی و اجرا در نظر گرفته شود. نکته قابل توجه این که در حالتی که دور بند وجود نداشت و یا توسط یک در معمولی حفاظت شده بود، به علت اینکه حریق به راحتی وارد راه فرار می‌شود، تمایل به ورود به داخل واحدها ندارد. اما این موضوع نمی‌تواند ایمنی خاصی برای ساکنین ایجاد نماید، زیرا گسترش حریق در ساختمان و راه‌های خروج بالا بوده، به علاوه نفوذ دود و گازهای سمی از درزهای درها و سایر منافذ به داخل واحدها می تواند صورت گیرد.

۶-۱-۳ زمان ASET برای سناریو های مختلف محاسبه شد و در جدول ۶-۱ ارائه شده است.

جدول ۶-۱- زمان ASET برای سناریو های مختلف

سناریو	واحد روبرو (ثانیه)	طبقه ۲ (ثانیه)	بقیه طبقات
۱	۲۵۹	٤۰۰	نا محدود یا بیش از ۱۸۰۰ ثانیه
۲	۲۵۹	٤۰۰	٤٦۷
۳	۲۵۹	۳٤۳	۳٤۳
٤	۲۵۹	٤۰۰	نا محدود یا بیش از ۱۸۰۰ ثانیه
۵	۲۵۹	نا محدود یا بیش از ۱۸۰۰ ثانیه	نا محدود یا بیش از ۱۸۰۰ ثانیه

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۶-۱، مشاهده می‌شود که به علت وجود شفت آسانسور باز، زمان ورود آتش به لابی طبقات در سناریوهای ۱تا ٤ به بیش از ٤۰۰ ثانیه افزایش نیافته است، این امر نشان دهنده نقش شفت باز در گسترش آتش‌سوزی در ساختمان می‌باشد.

٦-۲ نتایج بدست آمده از مدل‌سازی آتش ساختمان شماره ۲

٦-۲-۱ در سناریوی اول که ساختمان دارای سه راه فرار، ولی فاقد درب ضد حریق بود، تقریباً قسمت عمده ای از ساختمان طی ۸ دقیقه درگیر حریق شد و طی ١٦ دقیقه، ساختمان به طور کامل دچار آتش‌سوزی شد، به طوری که فرار از آن برای هیچ یک از واحدها ممکن نبود.

٦-۲-۲ در سناریوی شماره ۲ که برای در واحدها از در ضد حریق استفاده شد، مشاهده شد که درهای ضد حریق واحدها در به تأخیر انداختن پیشروی آتش به راه‌های فرار اختصاصی ۱ و راه مشترک اصلی نقش مهمی نداشتند و در اصل برای به تأخیر انداختن پیشروی آتش به طبقات و راه فرار اختصاصی شماره ۳ مفید بودند.

٦-۲-۳ سناریوی ۳ در اصل مشابه سناریوی ۱ بود، با این تفاوت که برای راه فرار عمومی از درب مقاوم دربرابر آتش ۳۰ دقیقه استفاده شده بود. مشاهده شد که در این سناریو هم به دلیل اینکه از درب ضد حریق برای واحدها استفاده نشده بود ، تقریباً تمام ساختمان طی ١٦ دقیقه درگیر حریق می‌شود و وجود درب ضد حریق برای راه‌پله عمومی تأثیر چندانی ندارد. توجه شود این ساختمان در نگاه اول دارای سه راه فرار بود که راه فرار عمومی نیز دارای درب ضد حریق است و انتظار می رفت رفتار مناسب تری در برابر حریق نشان دهد. اما وجود پلکان اختصاصی محافظت نشده به ضعف مهمی برای ساختمان تبدیل شده، مسیر ساده ای برای گسترش حریق ایجاد نمود.

٦-۲-٤ در سناریوی شماره ٤ تمام واحدها و دوربند راه‌پله عمومی دارای درب ضد حریق بود. همانطور که مشاهده شد تقریباً تا ۳۵ دقیقه آتش به هیچ یک از واحدها نفوذ نکرد و تا ٤۰ دقیقه ۲ راه فرار قابل استفاده بودند، اگر این سناریو با سناریوی شماره ۳ مقایسه شود، متوجه می شویم که وجود درب ضد حریق در یک ساختمان برای واحدها و دوربند پلکان الزامی است.

٦-٢-٥ در سناریوی شماره ۵ فرض بر این بود که ساختمان فقط یک راه فرار دارد که دارای دوربند ۳۰ دقیقه است و درب واحدها نیز ضد حریق می‌باشد. در این سناریو مشاهده شد که ساکنین در این حالت تقریباً ۳۲ دقیقه زمان برای فرار دارند و مدت زمانی که طول می‌کشد تا تمام ساختمان درگیر حریق شود، حدود ٤٧ دقیقه است. مشخص شد که سناریوی شماره ۵ نسبت به سناریوهای ۱ تا ۳ از ایمنی بالاتری برخوردار است و اختلاف زیادی با سناریو شماره ٤ ندارد.

لذا می‌توان نتیجه گرفت، وجود یک شفت باز نقش به سزایی در کاهش ایمنی ساختمان دارد.

جدول ٦-٢- زمان ASET برای سناریو های مختلف ساختمان شماره ۲

سناریو	راه‌پله اختصاصی ۱	راه‌پله عمومی	راه‌پله اختصاصی ۲
۱	۸۱	٥٦۰	۱۲٤۳
۲	۸۱	٥۹۰	٤۳۲۰
۳	۸۱	-	۱۱٤۲
٤	۸۱	۲۳۷۱	٤۳۹۰
۵	-	۱۹۳۹	-

٦-۳ نتایج بدست آمده از مدل‌سازی تخلیه ساختمان شماره ۱

با افزودن زمان پیش از حرکت ۱۲۰ ثانیه به زمان‌های ارائه شده در جدول ۵-۷، زمان لازم برای خروج از ساختمان برای ساختمان ۸ طبقه بیش از ۳۱۵ ثانیه و برای ساختمان ٦ طبقه بیش از ۲۸۰ ثانیه نیست. از مقایسه با اعداد جدول شماره ٦-۱ مشاهده می‌شود که ساختمان در سناریو ۲ و ۳ به دلیل عدم وجود در ضد حریق برای دوربند پلکان از ایمنی کافی برخوردار نیست.

٦-٤ نتایج بدست آمده از مدل‌سازی تخلیه ساختمان شماره ۲

از مقایسه جداول ۵-۹ و ۵-۱۰ می‌توان نتیجه گرفت که حذف ۲ پلکان الحاقی اختصاصی تأثیر چندانی در افزایش زمان فرار نداشت. با افزودن زمان پیش از حرکت ۱۲۰ ثانیه به زمان‌های ارائه شده در جداول ۵-۹ و ۵-۱۰، زمان لازم برای خروج از ساختمان برای ساختمان ۸ طبقه بیش از ۳۰۰ ثانیه و برای ساختمان ٦ طبقه بیش از ۲۵۸ ثانیه نیست.

از مقایسه با اعداد جدول شماره ٦-۲ مشاهده می‌شود که در سناریوی شماره ۵ که یک راه فرار وجود دارد، ساختمان دارای ایمنی مناسبی است.

٦-۵ نتایج بدست آمده از مدل‌سازی تخلیه ساختمان شماره ۳

با افزودن زمان پیش از حرکت ۱۲۰ ثانیه به زمان های ارائه شده در جدول ۵-۱۲، زمان لازم برای خروج از ساختمان برای ساختمان ۸ طبقه بیش از ۲۵۸ ثانیه و برای ساختمان ٦ طبقه بیش از ۲۲۸ ثانیه نیست. دوبلکس بودن ساختمان تأثیری در افزایش زمان خروج ندارد.

٦-٦ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری نهایی

به طور کلی با بررسی مدلسازی‌ها میتوان به نتایج زیر دست یافت:

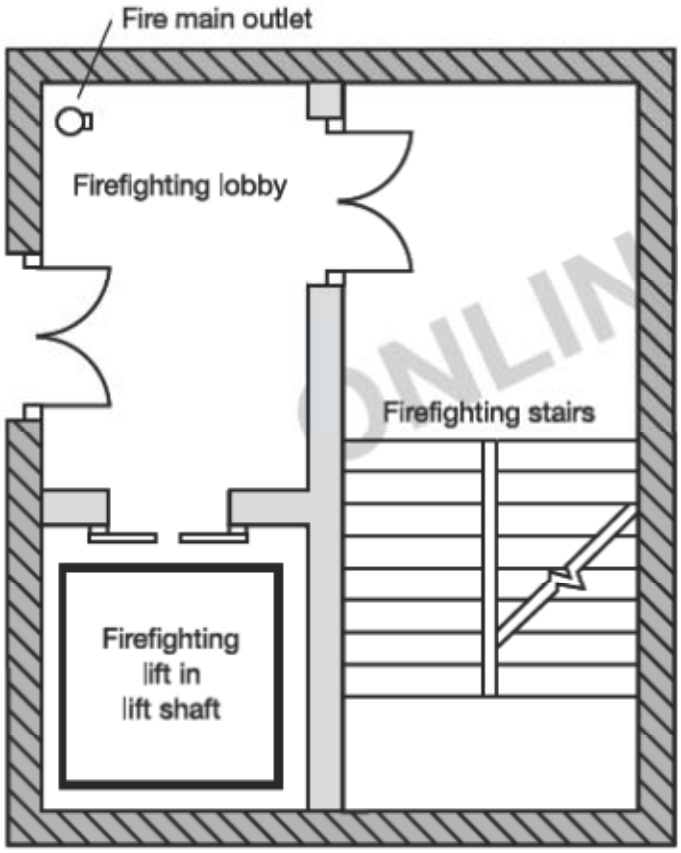
٦-٦-۱ با توجه به پیشروی سریع آتش و امکان مسدود شدن مسیر فرار در کمتر از ۵ دقیقه، اگاهی سریع از حریق از اهمیت ویژه ای برخوردار است لذا تمامی ساختمان‌ها باید مجهز به سیستم کشف و اعلام حریق باشند.

٦-٦-۲ درب ضد حریق برای در اصلی واحدها و در دوربند هر طبقه الزامی است.

٦-٦-۳ وجود یک شفت ایمن در برابر حریق (شامل درب آسانسور و راه فرار) می تواند نقش مهمی در جلوگیری از گسترش آتش‌سوزی در ساختمان داشته باشد شکل

(٦-١). این موضوع می تواند برای طرح آپارتمان مسکونی با یک خروج محافظت شده (و حذف خروج دوم) قابل اتکا باشد و فرضیات ارائه شده در آیین‌نامه ٦٨٢ برای ساختمان مسکونی با یک خروج را تأیید می کند. بدیهی است مطالعات و تحقیقات تکمیلی نیاز است. این موضوع در مقررات انگلستان نیز وجود دارد.

٦-٦-٤ به طور کلی می‌توان گفت این تحقیق تأییدی بر مقررات ملی ساختمان انگلستان برای ساختمان آپارتمانی شش تا هشت طبقه است و در صورتی که اصول ارائه شده در مقررات انگلستان مندرج در این گزارش رعایت شود، به نظر می رسد وجود تنها یک پلکان محافظت شده (با شرایط مناسب ایمنی در برابر آتش در ساختمان) بلامانع است.



شکل٦-١: شفت ایمن در برابر آتش مطابق مقررات انگلستان

پیوست- راهنمای طراحی راه‌های خروج برای ساختمان‌های مسکونی آپارتمانی

در این راهنما، ابتدا برخی از مهمترین نکات عمومی در مورد استقرار و ساماندهی راه‌های خروج در ساختمان تشریح و سپس به راهنمایی‌های لازم در مورد قسمت‌ها و اجزاء راه‌های خروج برای ساختمان‌های آپارتمانی مسکونی پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است که این راهنما جایگزینی برای مبحث سوم مقررات ملی ساختمان نیست و نمی تواند برای توجیه هرگونه عدم انطباق احتمالی طراحی‌ها با ضوابط مبحث سوم مورد استفاده قرار گیرد.

پ-۱ نکات عمومی

در مبحث سوم مقررات ملی ساختمان، ابتدا مقررات کلی برای وضعیت و مشخصات راه‌های خروج بیان شده که مبنای مقررات کمّی این مبحث است. در مروری بر این مقررات کلی به نکاتی اساسی در مورد راه‌های خروج ساختمان‌های مسکونی برخورد می‌کنیم که برخی از مهمترین آن‌ها در زیر توضیح داده شده است:

- هر بنا، هر بخش از یک بنا و هر ساختمانی که از این پس ساخته یا پرداخته شود، باید به راه‌های خروج اصولی، کافی و بدون مانع مجهز گردد.

این بند کاملا بر سه هدف اصولی بودن، کافی بودن و بدون مانع بودن تأکید دارد. در واقع مهمترین قسمت مقررات طراحی راه‌های خروج برای تحقق این سه هدف تدوین شده است. همینطور در جای دیگر بیان می‌کند:

باید نوع، تعداد، موقعیت و ظرفیت راه‌های خروج در هر بنا با توجه به وسعت و ارتفاع همان بنا، متناسب با ویژگی‌های ساختمان و تصرف، طرح شده و با رعایت تعداد و خصوصیات متصرفان (به ویژه خصوصیات آن‌هایی که بیش از دیگران در معرض خطر قرار می‌گیرند)، پیش‌بینی‌های لازم برای هدایت اشخاص به خارج از بنا و یا مکان‌های امن در داخل بنا صورت گیرد.

بنابراین، ابتدا باید اقدامات لازم مطابق آنچه که در فصل جمع‌بندی یافته‌ها به طور مفصل بیان شد، برای شناخت برنامه فیزیکی و نوع ساختار ساختمان، برآورد تعداد متصرفان، تعیین تعداد راه خروج لازم و ساماندهی کلی آن‌ها در سطح طرح، صورت پذیرد.

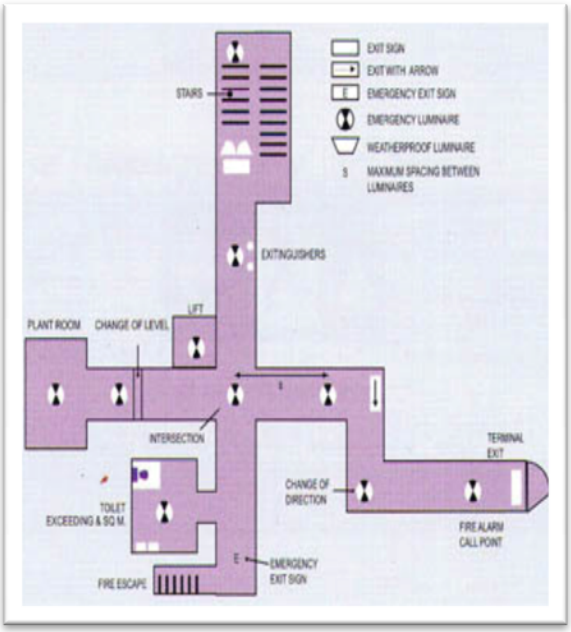
- نکتهٔ مهم دیگر در مقررات کلی مبحث سوم، ممنوع بودن استفاده از هرگونه قفل یا وسیله سدکننده در مسیرهای خروج ساختمان‌های مسکونی است که احیاناً فرار به موقع را مانع شود. (شکلهای پ-۱ و پ-۲)

شکل پ-۱: ممنوع بودن هر گونه قفل

شکل پ-۲: مشخص بودن راه‌های خروج و امکان باز کردن درهای خروج تنها با فشار دست

- خروج‌ها باید در مکان‌هایی طرح و ساخته شوند که در تمام اوقات تصرف، از تمام بنا راه خروج آزاد و بدون مانعی در دسترس باشد. علاوه بر آن باید متصرفان بتوانند به وضوح آن‌ها را ببینند. همچنین هر مسیر خروج از ابتدا تا انتها باید به گونه‌ای آراسته و علامتگذاری شود که راه منجر به مکان امن، به روشنی مشخص باشد و متصرفان در پیچ و خم‌های ساختمان و مکان‌های بن‌بست گرفتار نشوند.

بنابر این علاوه بر آن‌که لازم است در طراحی راه‌های خروج از مسیرهایی که برای متصرفان برخی قسمت‌های ساختمان پر پیچ و خم هستند ویا با انشعاب های متعدد موجب گمراهی بهره برداران می‌شوند خودداری کرد، باید خروج‌ها و مسیرهای دسترس به آن‌ها، با علائم لازم به صورت تابلوها یا هرگونه تمهیداتی مانند نوارهای شبرنگ مشخص شوند و درها یا مسیرهایی که به خروج منتهی نشده و ممکن است با خروج اشتباه گرفته شوند، نیز با علائمی مشخص گردند (به شکل پ-۳ نیز مراجعه گردد).



شکل پ-۳: پرهیز از پیچ و خم زیاد یا مسیرهای بن بست طولانی در طراحی راه‌های خروج و نصب علائم مناسب

همان‌گونه که در قسمت ۲-۳ عنوان شد، پس از آنکه وضعیت، ظرفیت و سایر مشخصات کلی راه‌های خروج در ساختمان مشخص گردید، نوبت به طراحی دقیق راه‌های خروج و انطباق آن‌ها با مقررات مبحث سوم مقررات ملی ساختمان می‌رسد. این اقدام شامل جزئیات زیادی است که در قسمت‌های بعدی این راهنما مهمترین آن‌ها

به صورت خلاصه از مبحث سوم مقررات ملی ساختمان و آیین‌نامهٔ محافظت ساختمان در برابر حریق (نشریهٔ شماره ٦٨٢ مرکز) و با به کارگرفتن نتایج مطالعات میدانی و سایر بررسی‌های انجام‌شده ارائه می‌گردد.

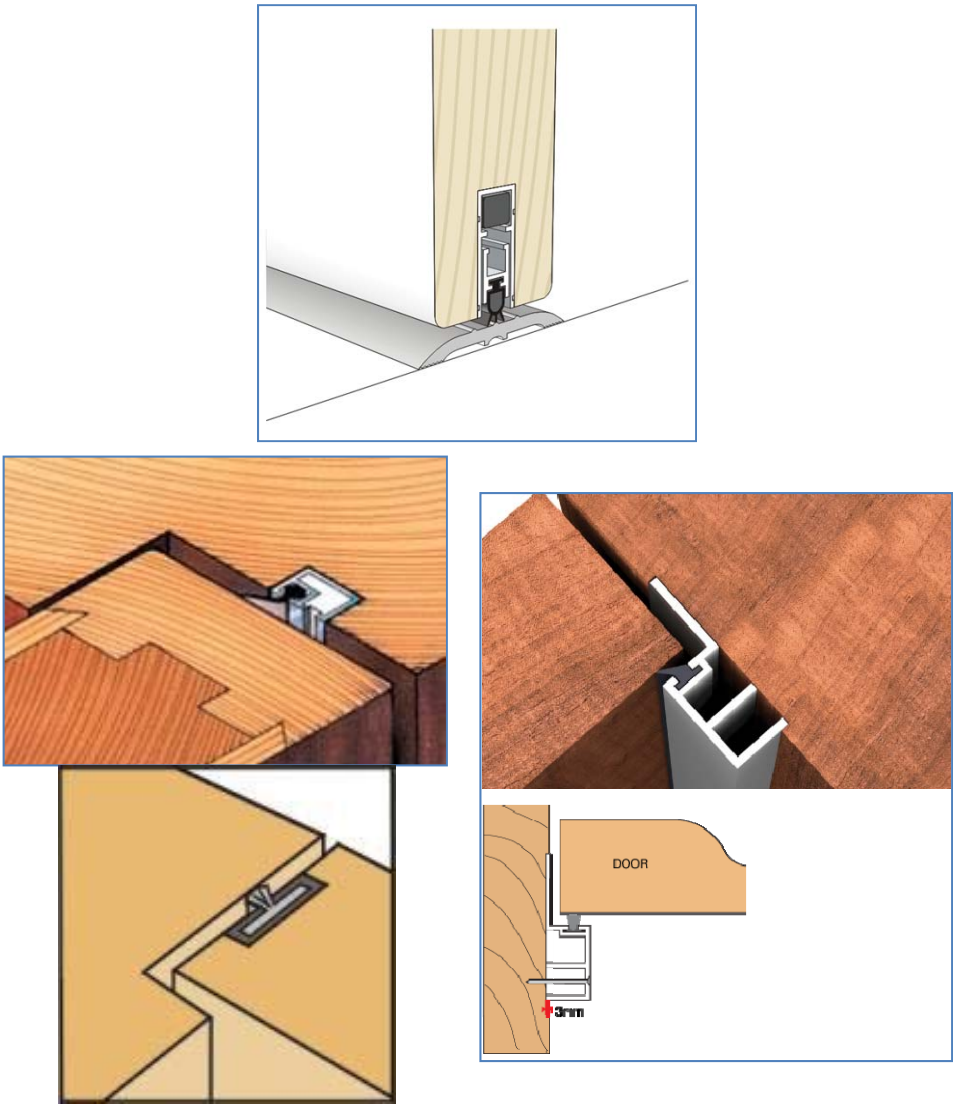
پ-۲ دسترس خروج و الحاقات آن

دسترس خروج به آن قسمت از سیستم راه خروج اطلاق می‌شود که از هر قسمت تحت تصرف در یک ساختمان یا سازه (مثلاً از در اصلی یک آپارتمان) به یک خروج (مثلا به ورودی یک راه‌پلهٔ خروج در همان طبقه) منتهی می‌شود.

دسترس خروج اولین قسمت راه خروج است که افراد در هنگام فرار از مکان یا واحد خود از آن می گذرند. علاوه بر آن به دلیل ارتباط مستقیم با واحدهای تحت تصرف ساختمان، کنترل ورود آتش و دود به این منطقه یا از این منطقه به واحدها از اهمیت زیادی برخوردار است. از این رو راهروها و سایر فضاهایی که در مسیر دسترس خروج قرار می‌گیرند، با توجه به بار و نوع تصرف آن‌ها باید از جنبه‌های مختلف کنترل شده و با مقررات انطباق یابند. برخی از مهمترین این مقررات به شرح زیر است:

تمام راهروهایی که به عنوان دسترس خروج برای استفاده افرادی با تعداد بیش از ۳۰ نفر در نظر گرفته شوند، باید توسط ساختاری با حداقل ۱ ساعت مقاوم حریق از دیگر بخش‌های بنا مجزا شده و درهایی که به آن‌ها باز می‌شوند دارای زمان دست کم ۲۰ دقیقه محافظت حریق باشند.

طرح و نصب این درها باید به گونه‌ای انجام گیرد که احتمال نشت دود از آن‌ها به حداقل ممکن کاهش یابد. نمونه هایی از روش های مختلف برای دودبند کردن درزها در شکل پ-٤ نمایش داده شده است.



شکل پ-٤: چند نمونه از روش‌های درزبندی درها برای جلوگیری از نشت دود

- حداکثر طول مجاز دسترس خروج برای ساختمان‌های مسکونی آپارتمانی که واحدهای مسکونی آن به دو خروج یا بیشتر دسترسی دارند، ٦٠ متر است و در صورت تجهیز کل ساختمان به شبکه بارندهٔ خودکار، این مسافت تا ۷۵ متر افزایش می‌یابد.

طول مسیر دسترس به خروج‌ها باید بر روی کف و در طول محور مرکزی راه معمول عبور، از فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متر مانده به دورترین نقطه هر فضا تا وسط در «خروج» اندازه‌گیری شود. در مورد پله‌های واقع در مسیر، طول خط شیبی که دماغهٔ پله‌ها را به هم وصل می کند، اندازه‌گیری می‌شود.

در داخل واحدهای مسکونی مستقل، فاصلهٔ عبوری تا رسیدن به کریدور دسترس خروج یا به عبارت دیگر، طول واقعی مسیر حرکت از ۳۰ سانتی‌متر مانده به دورترین نقطهٔ فضای قابل تصرف در داخل واحد تا در اصلی آن واحد نباید از ۲۳ متر بیشتر شود، مگر در مواردی که بنا توسط شبکهٔ بارندهٔ خودکار تأیید شده محافظت شود، که در آن صورت، استثنائاً این فاصله را می‌توان حداکثر به ۳۸ متر افزایش داد.

- حداکثر طول مجاز مسیر مشترک دسترس به چند خروج در ساختمان‌های مسکونی آپارتمانی، ۲۳ متر است.
- حداکثر طول مجاز مسیرهای بن‌بست متصل به دسترس خروج در ساختمان‌های مسکونی آپارتمانی ۱۰ متر و در صورت مجهز بودن ساختمان به شبکهٔ بارندهٔ خودکار ۱۵ متر است.
- اگر طول راهروی بن‌بست کمتر از ۲٫۵ برابر کمترین عرض آن باشد، با توجه به دید کامل به داخل آن، محدودیت طول وجود ندارد.

پ-۳ خروج

خروج، به قسمتی از «راه خروج» اطلاق می‌شود که به وسیله ساختار و تجهیزات دارای درجه‌بندی مقاومت در برابر آتش، بر اساس ضوابط و مقررات از سایر فضاهای ساختمان جدا و ایمن شده و مستقیم یا از طریق تخلیه خروج به معبر عمومی منتهی می‌شود.

- خروج‌های مورد تأیید مقررات مبحث سوم شامل موارد زیر است :
- درگاه‌های خروج واقع در جداره‌های بیرونی ساختمان‌ها که مستقیماً یک فضا را به معبر یا فضای باز مرتبط می‌کند،

- گذرگاه‌های خروج،
- خروج‌های افقی،
- شیبراه‌ها و پلکان‌های خروج

– بر اساس ضوابط مقررات، هر خروج باید به طور مستقیم یا از طریق تخلیه خروج به معبر عمومی منتهی گردد، مگر آنکه در این مقررات به گونهٔ دیگری تصریح شده باشد.

– بازشوهای واقع در دوربندهای خروج باید از لحاظ تعداد به حداقل مورد نیاز محدود شده و تمام آن‌ها با درهای مقاوم حریق خودبسته‌شو از نوع تأیید شده محافظت شوند. اگر چگونگی عملکرد بنا ایجاب کند که این قبیل درها به طور معمول باز باشند، در آن صورت می‌توان از درهای خودکار بسته‌شو استفاده نمود. در این موارد باید تمام تدابیر ایمنی لازم برای اطمینان از بسته شدن به موقع درها در مواقع بروز حریق اتخاذ شده باشد.

– ایجاد هرگونه روزنهٔ نفوذی در دوربندهای خروج به غیر از موارد زیر، مجاز نخواهد بود:

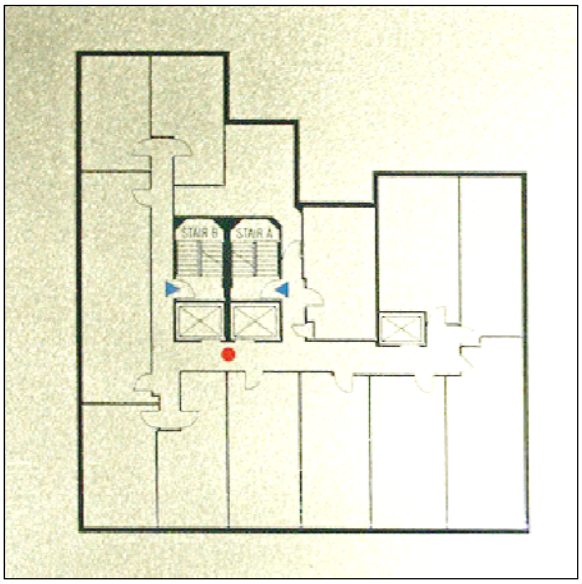
الف – عبور کانال‌های هوا و دیگر تجهیزات لازم در مواردی که تراکم هوا و ایجاد فشار مثبت در درون دوربند خروج ضروری اعلام شده باشد

ب – عبور لوله‌های مربوط به شبکه‌های آتش‌نشانی

ج – عبور لوله‌های برق ویژهٔ فضای خروج

در تمام موارد فوق، روزنه‌های نفوذی باید به طور کامل با مواد مناسب که از گسترش حریق جلوگیری نماید، درزبندی شوند.

– ایجاد هرگونه بازشوی ارتباطی یا روزنه نفوذی بین دو خروج مجاور هم (مانند پلکان‌های طرح قیچی) که با یک ساختار از یکدیگر جدا می‌شوند، ممنوع است. در شکل پ–۵ ملاحظه می‌شود که دو راه‌پلهٔ مجاور هم با یک دیوار از یکدیگر مجزا شده‌اند و هیچگونه روزنه‌ای بین آن‌ها وجود ندارد.



شکل پ-۵: مجزاسازی کامل راه‌پله‌های مجاور هم و نبود روزنه بین آن‌ها

- در ساختمان‌های آپارتمانی مسکونی دارای حداکثر ٦ طبقه و ارتفاع حداکثر ۲۳ متر می‌توان از پلکان و یا شیب‌راه خارجی خروج نیز به عنوان جزئی از راه خروج الزامی استفاده کرد، به شرط آن‌که دارای مشخصات زیر باشد:

الف- ساختار پلکان و شیب‌راه خارجی توسط دیواری با حداقل ۲ ساعت مقاومت در برابر آتش از فضاهای داخلی جدا شده و از نزدیک‌ترین بازشو دست کم ۳ متر فاصله داشته باشند. تعداد بازشوهای تعبیه شده در دوربند باید به اندازه ای باشد که برای خروج از فضای متصرف عادی ضروری است.

ب- در صورت ارتباط پلکان یا شیب‌راه خارجی به بام بخش دیگری از بنا، یا بام بنای مجاور، باید آن بام دارای ساختار مقاوم حریق و راه خروج ایمن و پیوسته‌ای باشد.

ج - باید حداقل از یک طرف باز باشد. طرف باز باید در مجموع دارای حداقل ۳٫۵ متر مربع سطح باز در هر طبقه و یا هر پاگرد میانی باشد. در سطح باز الزامی، باید نرده جان پناه یا حفاظ با ارتفاع ۱۱۰ سانتی‌متر یا بیشتر، در بالای کف مجاور یا تراز پاگرد تعبیه شود.

د - پلکان و شیب‌راه خارجی باید حداقل ۳ متر از حدود زمین مجاور و ساختمان‌های دیگر در همان زمین فاصله داشته باشد، مگر آنکه مطابق مقررات مربوط به

دیوارهای خارجی، دیوار و بازشوهای ساختمان مجاور بر اساس فاصلهٔ مجزاسازی حریق محافظت شده باشند.

- هر واحد مسکونی باید دست کم به دو خروج مجزا و دور از هم دسترسی داشته باشد، مگر در موارد مشخص شده در دو حالت زیر که استثنائاً مطابق با آیین‌نامهٔ محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش(نشریه ٦٨٢)، دسترسی به یک خروج، مجاز شمرده شده است:

حالت نخست- دسترسی واحد مسکونی تنها به یک راه خروج

مطابق با آیین نامه ٦٨٢، در هر یک از موارد زیر مجاز است هر واحد مسکونی استثنائاً فقط به یک خروج دسترسی داشته باشد:

الف - واحد مسکونی از طریق یک درگاه خروج مستقیماً به خیابان یا حیاط مربوط شود.

ب- واحد مسکونی مستقیماً به یک پلکان خارجی که حداکثر به دو واحد مسکونی واقع در یک طبقه اختصاص دارد، دسترسی داشته باشد، به شرطی که پلکان به یک پارکینگ بسته مرتبط نباشد و بیش از نیم طبقه پائین‌تر از تخلیه خروج ادامه نداشته باشد. پلکان خارجی باید شرایط و مشخصات بیان شده در بالا برای این نوع پلکان را داشته باشد. همچنین هر پلکان بیان شده در این بند، فقط مجاز است که به دو واحد مسکونی واقع در یک طبقه سرویس دهد. به بیان دیگر هیچ واحد مسکونی در طبقات دیگر نباید به آن دسترس داشته باشد.

ج - واحد مسکونی دارای یک پلکان مختص به خود باشد که با موانع ۱ ساعت مقاوم حریق و بدون بازشو از دیگر بخش‌ها جدا شده و در تراز تخلیه، مستقیماًبه فضای بیرون باز شود.

حالت دوم- وجود تنها یک پلکان خروج در ساختمان

هر بنای آپارتمانی با حداکثر ٦ طبقه و ارتفاع حداکثر ۲۳ متر بالاتر از تراز زمین، با حداکثر ٤ واحد مسکونی در هر طبقه، به شرط تطبیق با همهٔ ضوابط زیر، استثنائاً مجاز است فقط یک پلکان خروج داشته باشد:

الف – پلکان خروج توسط موانع حریق با حداقل ۲ ساعت مقاومت، کاملاً دوربندی شده باشد و درهای حریق خودبسته‌شو، با درجهٔ حداقل ۱/۵ ساعت محافظت حریق، تمام بازشوهای واقع بین دوربند پلکان و بنا را محافظت کنند.

ب – پلکان خروج تا بیش از یک طبقه پایین‌تر از تراز تخلیهٔ خروج ادامه نداشته باشد. در جایی که بنا دارای پارکینگ اتومبیل باشد، پلکان باید علاوه بر دوربند آن، به وسیله یک لابی (پیش ورودی)، با دیوار ۲ ساعت مقاوم در برابر آتش و در آتش خودبسته‌شو با نرخ ۱/۵ ساعت محافظت حریق، از پارکینگ جدا شود.

ج – راهروهایی که به عنوان دسترس خروج استفاده می‌شوند، حداقل ۱ ساعت مقاومت در برابر آتش داشته باشند.

د – فاصلهٔ عبوری بین در ورودی هر واحد مسکونی تا پلکان خروج، از ۷/۵ متر بیشتر نباشد.

هـ – ساختارهای افقی و قائم جداکنندهٔ واحدهای مسکونی، حداقل دارای یک ساعت نرخ مقاومت حریق باشد (در آیین نامه ٦٨٢ این عدد ٤٥ دقیقه است، اما در اینجا پیشنهاد می‌شود به یک ساعت تغییر یابد).

و – کریدورها و پلکان دارای امکان تهویهٔ هوا به بیرون از ساختمان باشند، تا از جمع شدن دود در مسیر جلوگیری شود. این قسمت‌ها باید به سیستم کشف‌کنندهٔ دود مجهز باشند. در صورت نفوذ دود به این مسیرها و فعال شدن کشف‌کنندهٔ دود، سیستم تهویهٔ کریدورها و پلکان باید فعال شود.

استثناءها:

۱– در ساختمان‌های چهار طبقه و کمتر، موانع آتش مجاز است حداقل یک ساعت مقاومت در برابر آتش داشته‌باشد و بازشوها نیز حداقل ٤٥ دقیقه در برابر آتش محافظت شوند و کریدورهای دسترس خروج حداقل ۱ ساعت مقاومت در برابر آتش داشته باشند. در این حالت، فاصلهٔ تردد از در ورودی هر واحد مسکونی تا پلکان خروج نباید از ٤/٥ متر بیشتر باشد.

۲- در مواردی که تمامی بنا به شبکهٔ بارندهٔ خودکار تأیید شده مجهز باشد، مجاز است که یک طبقه به بنا افزوده شود، مشروط برآنکه در جداره‌های خارجی بنا به تعداد کافی پنجرهٔ در دسترس ماموران آتش‌نشانی فراهم باشد (در آیین نامه ٦٨٢، بندی نیز در خصوص مؤثر بودن اسپرینکلر آمده است که قاعدتاً باید فرض نمود، با طراحی و اجرای مناسب رخ خواهد داد و نیازی به قید آن نخواهد بود).

پ-٤ تخلیهٔ خروج

تخلیه خروج، به بخشی از راه خروج اطلاق می‌شود که بین انتهای خروج و معبر عمومی واقع است.

- عرض و ظرفیت تخلیه خروج نباید از مجموع عرض‌ها و ظرفیت‌های خروج‌های منتهی به آن کمتر در نظر گرفته شود.

- هر خروج باید به طور مستقیم به بیرون ساختمان تخلیه شود، مگر آن که در این مقررات به گونهٔ دیگری تصریح شده باشد. تخلیهٔ خروج باید در تراز زمین باشد یا دسترسی مستقیم به آن را فراهم سازد. تخلیهٔ خروج نباید دوباره به داخل ساختمان وارد شود.

استثناءها:

۱- در ساختمان‌های مسکونی، حداکثر ۵۰ درصد تعداد و ظرفیت دوربندهای خروج مجاز است که از میان سایر مکان‌های مشاع ساختمان در تراز تخلیهٔ خروج (مانند سرسراهای انتظار)، از ساختمان خارج شود، به شرط آن که تمام شرایط زیر رعایت شود:

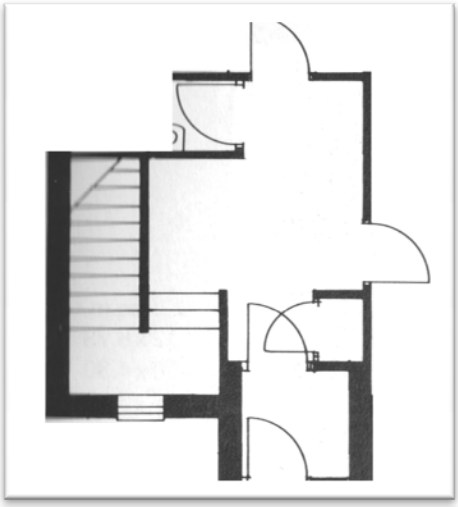
۱-۱. دوربندهای خروج، از یک راه آزاد و بدون مانع به بیرون ساختمان خارج شوند. این راه باید از نقطه انتهایی دوربند خروج به سادگی قابل مشاهده و تشخیص باشد.

۱-۲. کل کف تراز تخلیه، توسط ساختاری با درجهٔ مقاومت در برابر آتشی معادل با دوربند خروج، از فضاهای زیرین جدا شود.

۱-۳. کل مسیر خروج از دوربند خروج در تراز تخلیه، توسط شبکهٔ بارندهٔ خودکار

استاندارد محافظت شده باشد. تمام بخش‌های تراز تخلیه که به این مسیر خروج دسترسی دارند، باید کاملاً با شبکهٔ بارندهٔ خودکار استاندارد محافظت شوند، یا مطابق با الزامات دوربندهای خروج از مسیر خروج جداسازی شوند.

در شکل پ-٦ ملاحظه می‌شود که دوربند خروج با عبور از فضای انتظار ورودی که از سایر فضاهای تراز تخلیه جداسازی شده و تمام شرایط بالا در آن رعایت گردیده است به خارج ساختمان تخلیه می‌شود.



شکل پ 1 تخلیهٔ خروج از میان سایر فضاهای واقع در طبقهٔ همکف ساختمان‌های مسکونی که از سایر فضاها در آن تراز جداسازی شده است

۲-در ساختمان‌های مسکونی، حداکثر ۵۰ درصد تعداد و ظرفیت دوربندهای خروج مجاز است از طریق گذر از یک دالانچه[1] (هشتی یا دهلیز ورودی کوچک) خارج شوند، به شرط آن که تمام شرایط زیر را دارا باشند:

۲-۱. کل فضای دالانچه توسط ساختاری با مقاومت در برابر آتش معادل با دوربند خروج از فضاهای زیرین جدا شده باشد.

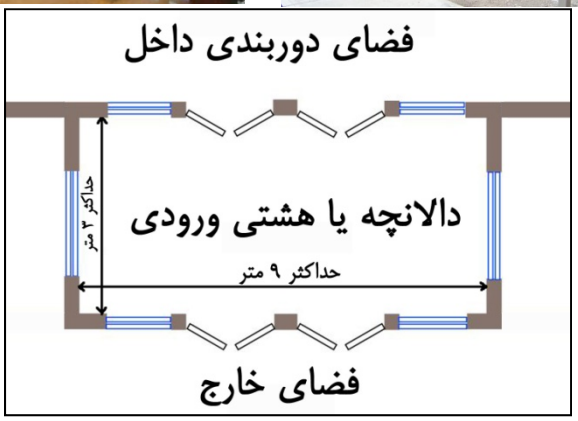
1- vestibule

۲-۲. عمق دالانچه از بیرون ساختمان بیشتر از ۳ متر و طول آن بزرگتر از ۹ متر نباشد.

۲-۳. فضای دالانچه توسط ساختاری با مقاومت ۲۰ دقیقه در برابر آتش از سایر قسمت‌های تراز تخلیه خروج جدا شده باشد.

۲-٤. دالانچه به طور مستقیم به بیرون راه داشته باشد و از آن تنها به منظور راه خروج استفاده گردد.

این دالانچه‌ها یا هشتی‌های ورودی، غالباً به منظور جلوگیری از تبادل هوای خارج و داخل ساختمان ایجاد می‌شوند و می‌توانند در زیبایی ورودی ساختمان نیز مؤثر باشند. شکل پ-۷ دو نمونه از این دالانچه‌ها و وضعیت استقرار و حداکثر ابعاد آن‌را نشان می‌دهد. باید توجه داشت که شیشه‌های استفاده شده در این تصاویر از نوع شیشهٔ مخصوص مسلح است.



شکل پ -۲ نمونه‌هایی از خروج از طریق دالانچه‌های متفاوت و شیوهٔ استقرار و حداکثر ابعاد آن

۳- نیازی نیست خروج‌های افقی مستقیماً به خارج ساختمان باز شوند و می‌توانند به مکانی امن یا تخلیهٔ خروجی در ساختمانی دیگر باز شوند.

پ-۵ پهنای راه خروج

- به عنوان یک اصل کلی، ظرفیت خروج‌ها نباید هیچگاه در طول مسیر کاهش یابد و چنانچه راه‌های خروج طبقات بالا و پائین، در طبقه‌ای میانی به هم مربوط و با هم ادغام شوند، ظرفیت خروج حاصله نباید از مجموع ظرفیت‌های آن دو راه کمتر در نظر گرفته شود.
- عرض مفید راه خروج باید در باریکترین بخش مسیر اندازه‌گیری شود. استثنائاً در هر طرف مسیر خروج، حداکثر ۱۰ سانتی‌متر پیش‌آمدگی در ارتفاع پائین (در حد میلهٔ دستگرد یا پائین‌تر از آن) را می‌توان جزو عرض مفید در نظر گرفت.
- پهنای راه‌پله‌ها و پلکان‌های موجود در مسیر راه خروج ساختمان‌های مسکونی باید به میزان حداقل ۰٫۸ سانتی‌متر به ازاء هر نفر ظرفیت آن و پهنای سایر خروج‌ها با مسیر افقی یا شیبدار به میزان حداقل ۰٫۵ سانتی‌متر به ازاء هر نفر ظرفیت آن‌ها در نظر گرفته شود.

چنانچه حداقل پهنای الزامی اعلام شده در ضوابط اجزای راه خروج (مانند درها و پلکان‌ها) با حداقل پهنای به‌دست‌آمده از محاسبه بر اساس مقادیر فوق متفاوت باشد، باید مقادیر بزرگتر ملاک عمل قرار گیرد.

در هر صورت پهنای هیچ یک از دسترس‌های خروج در ساختمان‌های مسکونی نباید از ۹۰ سانتی‌متر کمتر در نظر گرفته شود.

همچنین در تمام مواردی که دو یا چند دسترس خروج به یک خروج منتهی شوند، عرض هر دسترس باید متناسب با بار تصرف مربوط به خود در نظر گرفته شود.

پ-٦ ارتفاع راه خروج

ارتفاع راه‌های خروج باید در تمام مسیر خروج کنترل شود تا از مقادیر تعیین‌شده کمتر نباشد. در هر صورت ارتفاع سقف راه‌های خروج نباید کمتر از ۲٫۱۰ متر باشد. مگر آن‌که راه خروج از فضاهای داخل واحد مسکونی به فضای باز یا معبر تخلیه شود که در آن‌صورت حداقل ارتفاع این قسمت از راه خروج تابع حداقل ارتفاع تعیین شده در

مقررات مربوط به همان فضاها خواهد بود. علاوه بر آن بلندی قد مجاز ارتفاع سرگیر راه‌پله‌ها و ارتفاع « در» تابع بخش مربوط است.

- قسمت‌های برآمده در زیر سقف مجاز است در پایین‌تر از حداقل ارتفاع لازم سقف قید شده فوق قرار گیرد، به شرطی که حداقل بلندی قد راه برابر با ۲۰۰ سانتی‌متر در حداقل ۵۰ درصد کلیه سطوح عبور و مرور، شامل مسیرهای تردد، راهروها و گذرگاه‌ها رعایت شود.
- در جایی که فضای آزاد قائم کمتر از ۲۰۰ سانتی‌متر باشد، باید مانعی در کف فراهم شود. لبه پیش‌آمده چنین مانعی باید حداکثر ۷۰ سانتی‌متر بالاتر از کف باشد.

پ-۷ اجزای تشکیل‌دهندهٔ راه خروج

این اجزاء شامل قسمت‌های مختلف و عناصر متعددی است که هر یک نیز از مقررات دقیقی تبعیت می‌کنند. در این قسمت به بیان مقررات اساسی و راهنمایی‌هایی برای مهمترین این اجزاء می‌پردازیم.

پ-۷-۱ راه‌پله‌ها

- تمام پلکان‌های داخلی و خارجی بنا، چنانچه به عنوان خروج مورد استفاده قرار گیرند، باید دوربندی و از سایر بخش‌ها مجزا شوند.

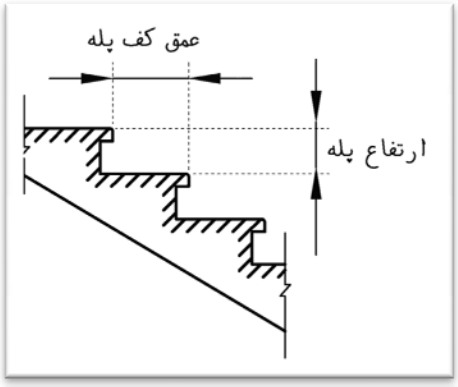
به این ترتیب، قرار گرفتن چاه آسانسور در داخل قفسهٔ پله و استفاده از پله بدون دوربندی در راه‌های خروج الزامی مجاز نیست.

همان‌گونه که در شکل پ-۸ ملاحظه می‌شود، راه‌پله‌ها دوربندی نشده‌اند و به فضای آسانسور و همچنین به پارکینگ یا راهروهای محافظت نشدهٔ طبقات باز هستند. این موارد صراحتاً با الزامات دوربندی راه‌های خروج مغایرت دارد.

شکل پ -۳ راه‌پلهٔ خروج بدون دوربندی و دارای ارتباط غیر مجاز با آسانسور

- هر راه‌پله باید دست‌کم ۱۱۰ سانتی‌متر عرض مفید داشته باشد، مگر آن‌که مجموع تعداد متصرفان تمام طبقات استفاده‌کننده از راه‌پله کمتر از ۵۰ نفر باشد که درآن صورت عرض مفید می‌تواند به حداقل ۹۰ سانتی‌متر کاهش داده‌شود. همچنین هر راه‌پله باید دست‌کم ۲۰۵ سانتی‌متر تا سقف بالای خود ارتفاع داشته و بین هردو پاگرد متوالی آن، حداکثر فاصلهٔ قائم ۳۷۰ سانتی‌متر باشد.
- ارتفاع هرپله حداکثر ۱۸ و حداقل ۱۰ سانتی‌متر خواهد بود و هر کف پله باید حداقل ۲۸ سانتی‌متر پاخور (یا عمق کف پله) و حداکثر ۲درصد شیب داشته باشد.

شکل و اندازهٔ ارتفاع کف پله‌ها باید در تمام طول راه‌پله یکسان باشد. برای ارتفاع پله، فاصلهٔ قائم بین تراز دو کف متوالی و برای عمق کف پله، فاصلهٔ افقی تصویر لبه‌های دو کف پله متوالی اندازه‌گیری می‌شود(مطابق شکل پ-۹).



شکل پ-۹: نحوهٔ اندازه‌گیری کف و ارتفاع پله

- راه‌پله‌ها و پاگردهای بین آن‌ها باید دارای ساختاری ثابت و پایدار و کفی محکم، یکپارچه، غیرمشبک (یا بدون حفره و شیار) و غیرلغزنده باشند.
- پلکان‌های واقع در راه خروج با شیب بیش از ۱ به ۱۵ باید در هر دو طرف دارای میلهٔ دستگرد باشند. همچنین پلکان‌های عریض باید به‌ازای هر ۷۵ سانتی‌متر از عرض مفید خود یک میلهٔ دستگرد داشته باشند. استثنائاً پلکان‌های واقع در خانه‌های یک یا دو خانواری و سایر واحدهای مسکونی کوچک می‌توانند فقط در یک سمت میلهٔ دستگرد داشته باشند.

پلکان‌های درون واحدهای مسکونی و پلکان‌های مارپیچ مجازند تنها در یک طرف میله دستگرد داشته باشند.

- بر اساس ضوابط این مقررات، پلکان‌ها و شیب‌راه‌های خارجی خروج می‌توانند به عنوان جزئی از راه خروج الزامی ساختمان‌های مسکونی تا ٦ طبقه یا تا ارتفاع ۲۳ متر استفاده شوند مشروط بر آن‌که دارای مشخصاتی به شرح زیر بوده و به تأیید مقام قانونی مسئول برسند:

الف – ساختار آن‌ها توسط دیوار با زمان حداقل ۲ ساعت مقاوم حریق از فضاهای داخلی جدا شده و از نزدیکترین بازشو دست کم ۳ متر فاصله داشته باشند.

ب – اگر به بام بخش دیگری از بنا یا بام بنای مجاور ارتباط دارند، ساختار آن بام باید مقاوم حریق بوده و راه خروج ایمن و پیوسته‌ای داشته باشد.

ج– باید حداقل از یک طرف به اندازهٔ دست‌کم ۳/۵ متر مربع در هرطبقه یا پاگرد میانی باز باشد.

به منظور پیشگیری از سقوط متصرفان باید دوربند یا نرده جان‌پناه محکم و با ارتفاع مناسب برای این سمت باز تامین شود.

د – فضاهای باز مجاور پلکان‌ها و شیب‌راه‌های خارجی خروج باید یک حیاط، حیاط خلوت یا معبر عمومی باشد و فاصله کافی از حد زمین مجاور و ساختمان‌های دیگر در همان زمین رعایت شود. جوانب باقیمانده می‌توانند با دیوارهای بیرونی ساختمان محصور شوند.

هـ – دارای کف و پیشانی پله صلب، غیر لغزنده و غیرمشبک باشند.

از همین رو در این دستورالعمل، پله‌های فرار (پله‌هـای متـداول فلـزی کـه معمـولاً در نمای خارجی ساختمان الحاق مـی‌شـوند و دارای کـف نـرده‌ای یـا شـیاردار هسـتند)، اعتباری به عنوان خروج اصولی ندارند و لذا در نظر گرفتن آن‌ها به عنوان بخشی از راه خروج الزامی مجاز نیست.

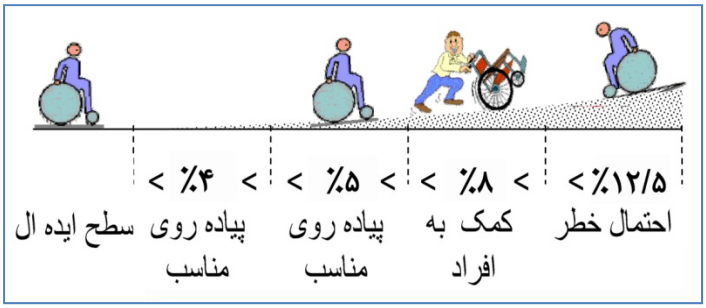
در شکل پ-۱۰ نمونه‌ای از این‌نوع پله ملاحظه می شود که عـلاوه بـر شـیاردار بـودن کف آن فاصلهٔ مناسب از بازشوهای طبقات نیز رعایت نشده است.

شکل پ -٤ راه‌پلهٔ خروج غیر مجاز با کف مشبک و وجود پنجره در قفسهٔ راه‌پله

- بر اساس ضوابط این مقررات، پله‌ها و پلکـان‌هـای برقـی و کـف‌هـا و پیـاده‌روهـای متحرک، جزو راه خروج محسوب نمی‌شوند.

پ-۷-۲ شیب‌راه‌ها

- شکل پ-۱۱ تاثیر شیب‌های مختلف از مسطح تا ۱۲/۵ درصـد را در نحـوهٔ حرکـت افراد معلول جسمی و حرکتی در راه‌های خروج نشان می‌دهد.



شکل پ -۵ تاثیر شیب‌های مختلف در حرکت افراد معلول در راه‌های خروج

به این ترتیب، حداکثر شیب مسیر خروج (در صورتی که برای استفادهٔ افراد معلول در نظر گرفته نشده باشد) نباید از ۱ به ۸ (۱۲٫۵ درصد) بیشتر باشد. شیب باید از تراز پائین تا بالا کاملاً یکنواخت باشد.

شیبراه‌هایی که به عنوان بخشی از راه‌های خروج استفاده می‌شوند، در صورتی که قابل دسترس بودن آن‌ها[برای افراد معلول] الزامی‌باشد، می‌بایست با مقررات شهرسازی و معماری برای افراد معلول جسمی- حرکتی مصوب شورای‌عالی شهرسازی و معماری مطابقت نمایند. در این حالت حداکثر شیب ۸ درصد است و بسته به طول مسیر و سایر شرایط باید از آن کاسته شود.

- مطابق ضوابط، هر شیبراه باید حداقل ۱۱۰ سانتی‌متر عرض مفید داشته باشد، مگر در مواردی که مقام قانونی مسئول، عرض کمتری را مجاز بداند، در آن صورت عرض راه می‌توان تا ۷۵ سانتی‌متر کاهش داد.
- تمام شیبراه‌های واقع در داخل و خارج بنا، چنانچه خروج محسوب شوند، باید همانند آنچه درمورد پلکان‌ها و راه‌پله‌ها شرح داده شده، دوربندی، مجزاسازی و محافظت شوند. این شیبراه‌ها و پاگردهای بین آن‌ها باید دارای ساختاری ثابت، پایدار و کفی محکم، یکپارچه، غیر مشبک و غیر لغزنده باشند.
- عرض شیبراه‌ها و پاگردهای آن‌ها نباید در هیچ قسمت از طول مسیر خروج، کاهش یابد. طول و عرض هر پاگرد باید دست کم برابر با عرض شیبراه در نظر گرفته شود.

- هر شیبراه با شیب بیش از ۵ درصد باید در هر دو طرف دارای نرده حفاظ و میلهٔ دستگرد، مطابق الزامات بیان‌شده برای پله‌ها باشد.

پ-۷-۳ درها

اصولاً درهای راه خروج باید کاملاً از ساختار و تزئینات مجاور متمایز باشند و به راحتی به عنوان درهای راه خروج تشخیص داده شوند. بنابراین، نباید بر روی آن‌ها آینه یا سایر مواد منعکس کننده نصب شود یا با پرده، آویز، و تزیینات مشابه پنهان شوند.

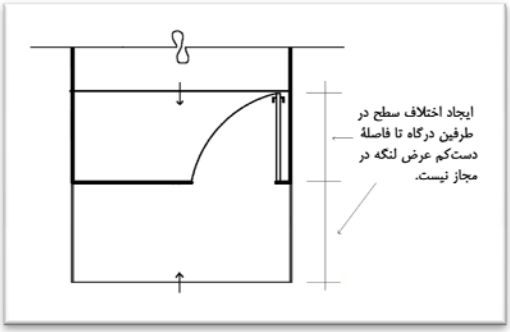
- درهای واقع در راه‌های خروج باید دست کم ۸۰ سانتی‌متر پهنا داشته باشند. اما اصولاً مطابق ضوابط معماری درهای ورودی اصلی واحد یا ساختمان مسکونی باید دارای پهنای مفید حداقل ۹۰ سانتی‌متر باشد (این موضوع به عنوان یک ضابطه معماری در مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان نیز آمده است). درهایی که در راه خروج واقع می‌شوند باید دست‌کم ۸۰ سانتی‌متر عرض مفید داشته باشند. فضاهای با مساحت ٦٫۵ مترمربع وکمتر، چنانچه مورد استفاده معلولان جسمی قرار نگیرند، استثنائاً می‌توانند با درهایی دارای ٦۰ سانتی‌متر عرض مفید به راه‌روهای دسترس خروج باز شوند.
- در مواردی که از درهای دو لنگه استفاده شود، دست‌کم یکی از لنگه‌ها باید دارای ۸۰ سانتی‌متر عرض مفید باشد.
- همچنین عرض هیچ در یک لنگه نباید از ۱۲۰ سانتی‌متر بیشتر باشد.
- درهای واقع در مسیر راه‌های خروج باید دارای ارتفاع مفید حداقل ۲٫۰۵ متر باشد. اما مطابق ضوابط معماری درهای اصلی ساختمان یا واحد مسکونی باید دارای ارتفاع مفید حداقل ۲٫۱۰ متر باشند. سایر درهای واقع در مسیر راه‌های خروج می تواند دارای ارتفاع مفید حداقل ۲٫۰۵ متر باشد.

وسایل متوقف‌کنندهٔ در یا اصطلاحاً جک‌های خود بسته شو نباید بلندی قد راه را به صورت موضعی به کمتر از ۱۹۵ سانتی‌متر کاهش دهند.

شکل پ-۱۲: نمونه‌ای از جک‌های خود بسته‌شو

- سطح کف، در دو سمت هر در یا درگاه باید افقی و هم‌تراز باشد. ایجاد اختلاف سطح در دو قسمت درگاه‌ها تا فاصله دست‌کم به اندازه عرض بزرگترین لنگه در، مجاز نیست، مگر در مورد درهای خروج واقع در جداره‌های خارجی خانه‌های یک یا دو خانواری که سطح کف بیرون درگاه‌ها می‌تواند حداکثر به اندازهٔ ارتفاع یک پله نسبت به سطح کف درون درگاه پائین‌تر باشد.

شکل پ-۱۳ نمونه‌ای از وضعیت استقرار مجاز اختلاف سطح در طرفین درهای واقع در راه خروج را نشان می‌دهد.



شکل پ-۱۳: فاصلهٔ مجاز برای ایجاد اختلاف سطح در طرفین درگاه

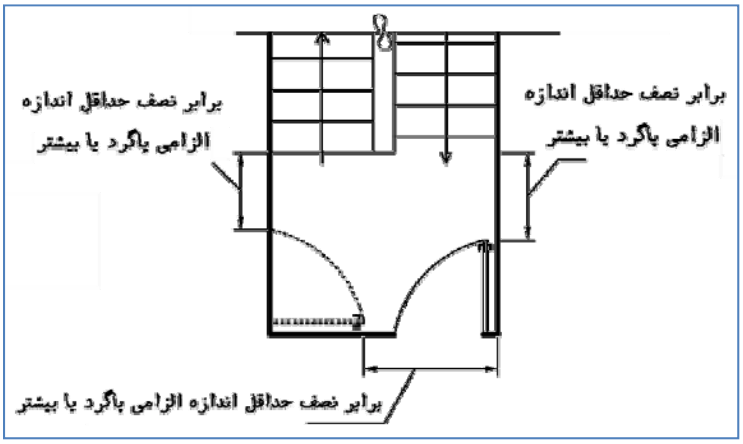
- تمام درهای واقع در راه خروج باید از نوع لولایی (که برپاشنه می‌چرخند) بوده و در موارد زیر، موافق خروج باز شوند:

الف- درهای واقع در دوربندی‌های خروج.

ب ـ درهای واقع در فضاهای پرمخاطره.

ج ـ درهای مربوطه به اتاق‌ها و فضاهای با تراکم ۵۰ نفر و بیشتر.

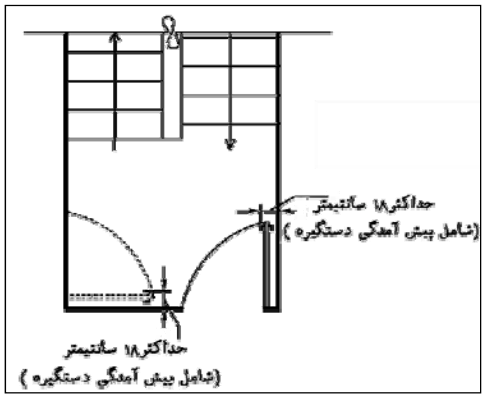
- درهایی که به مسیر راه خروج باز می‌شوند(مثلاً در پاگردها)، نباید پهنای الزامی را در طی بازشدن به کمتر از نصف آن کاهش دهند. بنابراین تعیین اندازهٔ مناسب پاگردها بسیار اهمیت دارد. شکل پ-۱٤ نمونه‌ای از اندازهٔ مناسب پاگرد و وضعیت استقرار درها را نشان می‌دهد.



شکل پ -٦ پهنای آزاد باقیمانده در پاگرد

– همچنین این درها هنگامی که کاملاً باز شود نباید بیش از ۱۸ سانتی‌متر به درون پهنای الزامی راه خروج پیش‌آمدگی داشته باشد. این اندازه دستگیره‌های در را نیز شامل می‌شود و بنابراین، انتخاب ادوات در به ویژه دستگیره‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. شکل پ-۱۵ نمونه‌ای از شرایط مناسب دستگیره‌های در را نشان می‌دهد.

استثناء: محدودیتهای گردش در برای درهایی که در واحدهای مسکونی مستقل و اتاق‌های خواب تصرف م-۲ قرار دارند، الزامی نیست.



شکل پ -۷ حداکثر پیش‌آمدگی در در پاگرد

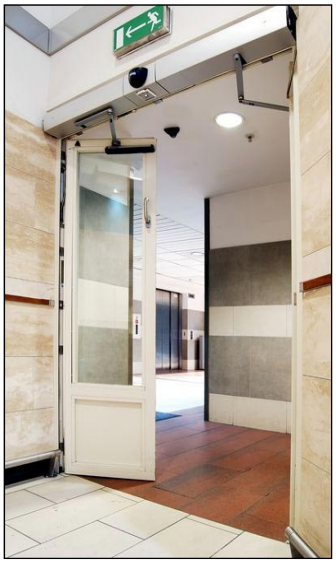
- درهای خود بسته‌شو، مانند درهای دوربند پلکان‌های خروج یا برخی از خروج‌های افقی، نباید هیچ‌گاه در وضعیت باز نگهداشته شوند.

یادآوری می‌شود که این درها باید از سمت داخل با فشار دست و بدون مهارت خاص قابل بازشدن باشند.

شکل پ-۱۶: لزوم باز شدن درهای خودبسته‌شو از داخل با فشار دست و بدون نیاز به مهارت خاص

استثنائاً در بناهایی که محتویات آن‌ها کم مخاطره یا معمولی باشد و نیز در هر مورد که مقام قانونی مسئول تشخیص‌دهد، درها را می‌توان از نوع خودکار بسته‌شو انتخاب نمود، مشروط برآن‌که نظام خودکار بسته‌شدن آن‌ها مورد تأیید قرارگیرد.

این درها در قسمت‌هایی که تردد زیادی برقرار است یا بدون مانع بودن حرکت از هر دو سمت ضروری است، نصب می‌شوند و دارای تجهیزاتی مشابه جک خودبسته‌شو هستند با این تفاوت که این تجهیزات در حالت عادی در را باز نگاه می‌دارند ولی با دریافت علامت الکتریکی که بر اثر هشدار حریق صادر می‌شود، بازوها فعال شده و در را به‌صورت خودکار می‌بندند. البته این درها نیز در این حالت از سمت داخل با فشار سادهٔ دست باز می‌شوند.



شکل پ -۸ نمونه‌ای از درهای خودکاربسته‌شو در حال بسته‌شدن

– در راه‌های خروج، استفاده از درهای گردان یا بازوهای گردنده مشروط به‌رعایت ضوابط زیر است:

الف– ضوابط خاص راه‌های خروج برحسب نوع تصرف، مانع نصب این‌گونه درها نباشد.

ب– حداکثر عرض خروج اختصاص‌یافته به درهای گردان از ۵۰ درصد کل عرض خروج لازم بیشتر نشود.

ج– ظرفیت خروج هر درگردان، حداکثر ۵۰ نفر درنظر گرفته‌شود.

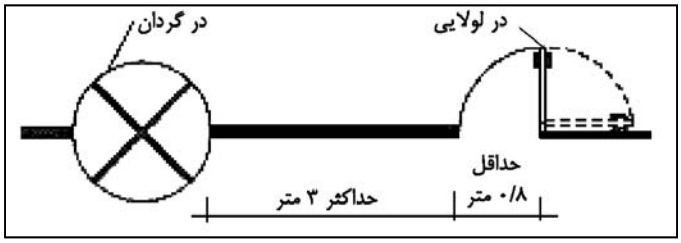
د- در فاصله ۳ متری از دو انتهای پایینی یا بالایی، هیچ راه‌پله‌ای واقع نشده‌باشد.

هـ- در فاصله حداکثر ۳ متری هر درگردان یا بازوی گردنده، در همان دیوار، یک در لولایی باهمان ظرفیت وجود داشته باشد، مگر آن‌که مقام قانونی مسئول وجود چنین دری را ضروری تشخیص ندهد. شکل پ- ۱۸ نمونه‌هایی از در لولایی در کنار در گردان و نحوهٔ قرارگیری آن‌ها را نشان می‌دهد.

و- هر در گردان را باید بتوان با فشار دست و نیرویی محدود به لبه آن که مقررات تعیین می‌کند، به صورت کتابی جمع کرد تا راه عبوری با پهنای مفید حداقل ۹۰ سانتی‌متر ایجاد شود.

شایان ذکر است که در مقررات برخی از کشورها، درهای گردان یا بازوهای گردنده باید با دریافت علامت الکتریکی که بر اثر هشدار حریق صادر می‌شود، با فشار سادهٔ دست جمع‌شده و راه را باز نمایند.

ز- سرعت گردش درهای گردان بسته به برقی یا دستی بودن و قطر آن‌ها تعیین می‌شود که در مقررات مربوطه درج می‌گردد.



شکل پ-۱۸: نمونه‌هایی از استقرار در لولایی در کنار در گردان و نحوهٔ قرارگیری آن‌ها

- نصب درهای کشویی با ریل افقی و همچنین درها، کرکره‌ها و شبکه‌های ایمنی باریل قائم، در درگاه‌هایی که بخشی از راه خروج به شمار آیند، مشروط به رعایت ضوابط زیر است:

الف- در تمام اوقات تصرف، از هر دوطرف به راحتی قابل بازشدن باشند و چنانچه عموم مردم در بنا رفت و آمد می‌کنند، به وضعیت کاملاً باز ثابت شوند. البته درهای کشویی افقی خودبسته‌شو که دارای ساعت محافظت حریق می‌باشند و درهای واقع در خانه‌های یک یا دو خانواری، از این قاعده مستثنی خواهند بود.

ب- در مواردی که دو یا چند راه خروج پیش‌بینی می‌شود، بیش‌از نصف عرض کل درگاه‌های خروج به درهای کشویی افقی یا کرکره‌ای قائم اختصاص داده نشود.

ج- درهای کشویی افقی در درگاه‌هایی که بیش‌از ۵۰ نفر را تخلیه می‌کنند. نصب نشوند.

د- درهای کشویی افقی از هر دو طرف و درهای کرکره‌ای قائم ازسمت داخل، به راحتی و بدون نیاز به وسیله خاص، قابل بازشدن باشند.

- در تمام مواردی که از نیروی برق برای باز و بسته شدن در استفاده می‌شود (مانند درهای مجهز به سلول فتوالکتریک، درهای دارای پادری فشاری و غیره)، در باید به‌گونه‌ای طرح، نصب و نگه‌داری شود که درصورت قطع برق، به‌روش معمولی و به‌راحتی قابل باز و بسته شدن باشد.

پ-۷-٤ حفاظ‌ها

- حفاظ‌ها باید در امتداد سطوح پیاده‌رو که طرفین آن باز است، میان‌طبقه‌ها، سکوها، راه‌پله‌ها، سطوح شیبدار (شیبراه‌ها) و پاگردهایی که کف آن‌ها بیش از ۷۵ سانتی‌متر بالاتر از کف یا طبقه پایین واقع شده است، نصب شوند.

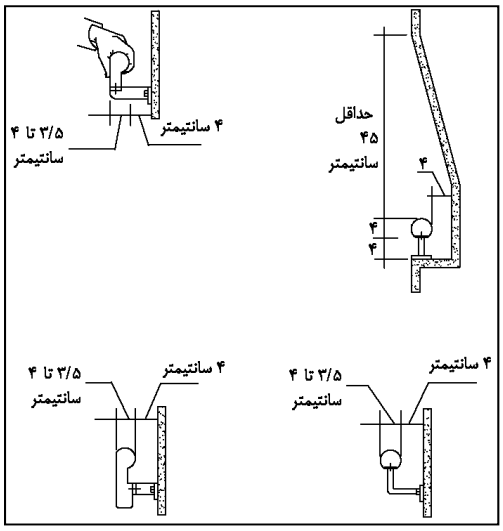
- حفاظ‌ها باید از استقامت و اتصال کافی برخوردار باشند. همچنین در امتداد طرف شیشه‌ای راه‌پله‌ها، شیبراه‌ها و پاگردهایی که کف آن‌ها بیش از ۷۵ سانتی‌متر با کف یا طبقه پائین اختلاف ارتفاع دارند و شیشه‌کاری از مقاومت و اتصال لازم برای حفاظ برخوردار نباشد، باید تا ارتفاع ایمن حفاظ نصب نمود.
- حفاظ‌ها باید یک مانع محافظتی ایجاد کنند که ارتفاع آن وقتی از بالای لبه عقب کف پله، سطح تردد یا تکیه‌گاه سکوها اندازه‌گیری می‌شود، کمتر از ۱۱۰ سانتی‌متر نباشد.

در میان واحدهای مسکونی مستقل در تصرف‌های گروه (م-۲)، حفاظ‌های پله که ردیف بالای آن‌ها به عنوان میله دستگرد نیز عمل می‌کند، باید ارتفاعی بین ۸۵ تا ۹۵ سانتی‌متر از لبهٔ پله داشته باشند.

پ-۷-۵ میله‌های دستگرد

در هر کجا که مطابق مقررات نصب میلهٔ دستگرد الزامیست، باید با شرایط زیر منطبق باشد:

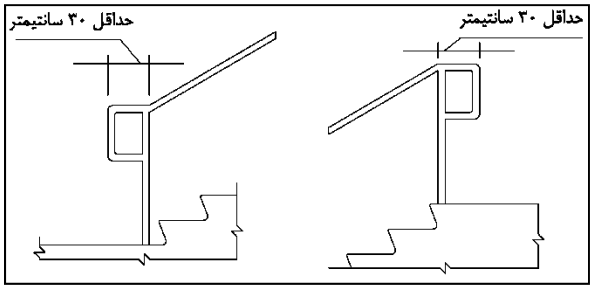
- میله دستگرد باید از استحکام و اتصال مناسب برخوردار باشد.
- ارتفاع میله‌های دستگرد که از لب پله یا سطح کف تمام شده شیب شیب‌راه اندازه‌گیری می‌شود، باید به صورت یکنواخت بوده، و بین ۸۵ تا ۹۵ سانتی‌متر باشد.
- میله دستگردی که مقطع دایره‌ای دارد باید قطر خارجی آن بین حداقل ۳۵ و حداکثر ٤۰ میلی‌متر بوده، یا آنکه قابلیت گرفتن میله دستگرد را به اندازه معادل آن فراهم سازد. اگر میله دستگرد دایره‌ای نیست، اندازه محیطی آن باید حداقل ۱۱۰ و حداکثر ۱۲۵ میلی‌متر و حداکثر اندازه قطر آن ٤۵ میلی‌متر باشد. لبه‌ها باید دارای شعاع حداقل ۰٫۲۵ میلی‌متر باشند.
- فاصله آزاد میان یک میله دستگرد و دیوار یا سطح دیگر باید حداقل ٤ سانتی‌متر باشد. میله دستگرد و دیوار یا هر سطح دیگر مجاور آن باید عاری از هر گونه جسم تیز یا برنده باشد.



شکل پ-۱۹: وضعیت اتصال میلهٔ دستگرد به پایه، اندازه‌ها و فاصلهٔ آن از دیوار

- همان‌گونه که در شکل پ-۱۹ ملاحظه می‌شود، اتصال میلهٔ دستگرد به پایه خود باید به‌گونه‌ای باشد که حرکت پیوستهٔ دست بر روی آن به وسیلهٔ پایه قطع نگردد.
- انتهای میله دستگرد باید به سمت یک دیوار، حفاظ یا سطح تردد چرخیده یا خم شود یا تا میله‌های دستگرد خیز مجاور پلکان یا شیبراه امتداد داشته باشد (تا از جراحت افراد یا گیر کردن اشیاء / لباس به میله‌های دستگرد جلوگیری شود). در جایی که میله دستگرد بین خیزهای مجاور پیوسته نیست، باید حداقل ۳۰ سانتی‌متر به صورت افقی از بالاترین پیشانی پله ادامه داشته و از سمت پایین شیب آن به اندازه عمق یک کف پله بعد از پائین‌ترین پیشانی پله ادامه داشته باشد.

شایان ذکر است که طبق ضوابط، در داخل واحدهای مسکونی که قابل دسترس بودن آن‌ها برای افراد معلول الزامی نباشد، میله دستگرد تنها باید از بالاترین ارتفاع پله به پایین‌ترین ارتفاع پله امتداد داشته باشد و ادامهٔ آن پس از بالاترین و پائینترین ارتفاع پله الزامی نیست.



شکل پ -۹ ابتدا و انتهای میلهٔ دستگرد

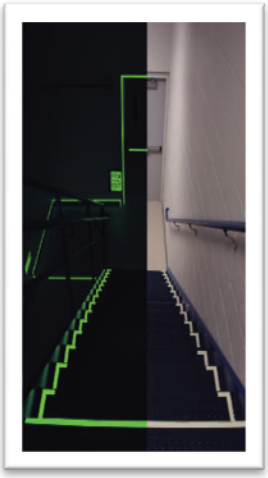
پ-۷-٦ علائم

- خروج‌ها و درهای دسترس خروج باید با یک علامت خروج تأیید شده که در مسیر خروج از هر جهت قابل مشاهده باشد، علامت‌گذاری شوند. دسترس‌های خروج در صورتی که خروج یا مسیر راه خروج به فوریت برای متصرفان قابل مشاهده نیست، باید با علائم خروج کاملاً مشخص و قابل مشاهده علامت گذاری شوند.

علاوه برآن در جایی که احتمال مسدود شدن یا بسته شدن در خروج وجود دارد باید تابلوی مناسب برای هشدار و پیشگیری از مسدود شدن نصب شود.

شکل پ -۱۰ نمونهٔ علایم خروج

علامت‌گذاری راه‌های خروج با تمهیداتی مانند نوارهای شب‌رنگ نیز بسیار مفید است. همان‌گونه که در شکل پ-۲۲ ملاحظه می‌شود، طرفین راه‌پله و لبه‌های در خروج با نوار شب‌رنگ مجهز شده‌اند که در روشنایی کم نیز قابل مشاهده است.

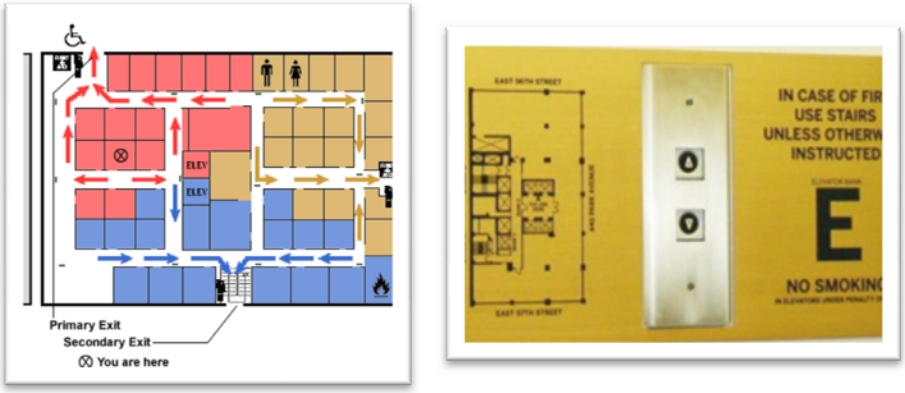


شکل پ -۱۱ علامت‌گذاری راه خروج با نوارهای شبرنگ

از سوی دیگر، مسیرهایی که به خروج منتهی نمی‌شوند باید توسط علائم مناسب مشخص شوند تا موجب اشتباه استفاده‌کنندگان نشوند. شکل پ-۲۳ نمونه‌ای از این نوع علامت‌ها را نشان می‌دهد.

شکل پ -۱۲ نمونه‌ای از علایم هشدار برای راه‌هایی که به خروج منتهی نمی‌شوند

علاوه بر آن اصولا باید مسیرهای دسترس به خروج در هر طبقه بر روی نقشه‌هایی مشابه شکل پ-۲٤ ترسیم شده و در جایی که در معرض دید استفاده‌کنندگان باشد نصب گردد.



شکل پ -۱۳ نمونه‌هایی از نقشه‌های نصب‌شده در ساختمان‌ها برای تشخیص مسیر خروج

- مکان علامت خروج باید چنان باشد که هیچ نقطه‌ای در راهروی دسترس خروج بیش از ۳۰ متر از نزدیکترین علامت خروج فاصله نداشته باشد. در صورتی که قابلیت دیده شدن علامت کمتر از ۳۰ متر باشد، فاصله یادشده باید به همین نسبت کاهش یابد.

استثناءها:

- علائم خروج در اتاق‌ها یا فضاهایی که تنها یک خروج یا دسترس خروج الزامی دارند، مورد نیاز نیست.
- دروازه‌ها یا درهای خروج اصلی که به وضوح به عنوان خروج قابل تشخیص هستند، در صورت تأیید مقام مسئول، به علائم خروج نیاز ندارند.
- علائم خروج در واحدهای مستقل خواب یا مسکونی در گروه تصرف‌های (م-۱) و (م-۲) مورد نیاز نیست.
- علائم خروج در فضاهای خواب در تصرف‌های گروه (د-۳) مورد نیاز نیستند.

پ-۷-۷ راه فرار یا نجات اضطراری

- در ساختمان‌های مسکونی علاوه بر راه‌های خروج الزامی باید تمهیداتی برای فرار اضطراری و عملیات نجات فراهم گردد. زیرزمین‌ها و نیز اتاق‌های خوابی که پائین‌تر از طبقه چهارم هستند، باید حداقل یک بازشوی بیرونی برای فرار اضطراری و نجات مطابق شرایط این بخش داشته باشند. چنین بازشویی باید مستقیماً به معبر (کوچه یا خیابان) عمومی، یک صحن یا حیاط قابل ورود برای نیروهای امداد باز شود.

استثناءها:

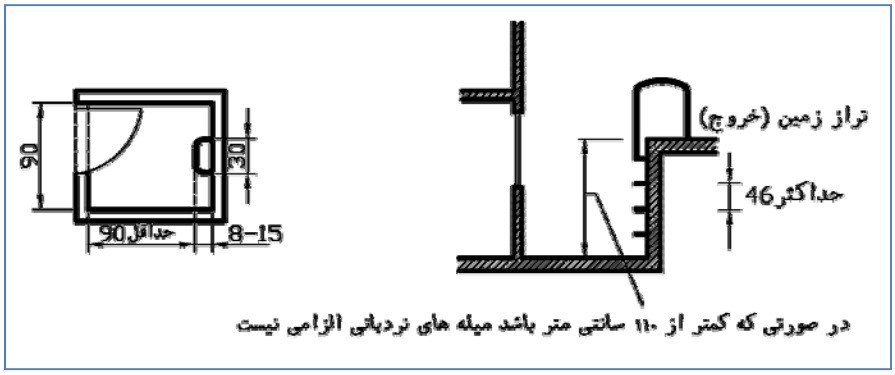
- ساختمان‌های کاملاً مجهز به شبکه بارنده خودکار استاندارد.
- اتاق‌های خواب دارای یک در که به دالان دارای درجه مقاومت در برابر آتش باز می‌شود و به دو خروج دور از هم در دو جهت مخالف دسترس دارد.
- زیرزمین‌های با ارتفاع سقف کوتاه‌تر از ۲۰۰ سانتی‌متر.

- بازشوهای فرار اضطراری و نجات باید دارای بازشوی آزاد مفیدی به اندازه حداقل ۰/۵۵ متر مربع باشند. حداقل ارتفاع آزاد مفید بازشو باید ٦۰ سانتیمتر و حداقل عرض این بازشو باید ۵۰ سانتی‌متر باشد. ابعاد آزاد مفید بازشو باید نتیجهٔ عملکرد معمولی بازشو باشند.

استثناء: حداقل بازشوی آزاد مفید برای بازشوهای فرار اضطراری و نجات در کف همتراز زمین می‌تواند ۰/٤٦ متر مربع باشد.

- بازشوهای فرار اضطراری و نجات باید دارای لبه زیرین بازشوی آزاد با ارتفاع حداکثر ۱۱۰ سانتی‌متر از کف باشند.
- بازشوهای فرار اضطراری و نجات باید از درون اتاق، بدون کلید یا هر وسیله دیگری، قابل بازشدن باشند. کلون‌ها، شبکه‌های توری، میله‌های حفاظ یا وسایل مشابه مجاز است که بالای بازشوی فرار اضطراری قرار گیرند، به شرط آنکه حداقل اندازه آزاد مفید بازشو با اندازه‌های بالا مطابقت داشته باشد و این وسایل بدون استفاده از کلید، وسیله یا نیرویی بیش از نیروی لازم برای عملکرد بازشو، از درون قابل آزادشدن یا جابجایی باشند.

– بازشوی فرار اضطراری و نجات که ارتفاع کف آن در زیر سطح زمین مجاور است، باید دارای یک چاه پنجره مطابق شرایط شکل پ–۲۵ باشد.



شکل پ14 - چاه پنجره برای بازشوی نجات

پ–۸ جلوگیری از مخاطرات در تعیین جزئیات پایانی

جزئیات پایانی راه‌های خروج مانند نازک‌کاری، کف‌سازی، دکوراسیون و نصب اجزای الحاقی، علاوه بر انطباق با اصول کلی معماری، نباید به دلایلی مانند موارد زیر موجب بروز مشکل و خطر برای استفاده‌کنندگان به ویژه در هنگام سوانح شود:

– لغزندگی کف‌ها،

– شیب نادرست طولی و عرضی کف‌سازی‌ها،

– درخشندگی سطوح و انعکاس نور مزاحم،

– رنگ نامناسب سطوح که تشخیص مسیر و اجزای آن را مشکل سازد،

– زبری سطوح مجاور مسیر حرکت به ویژه در مجاورت میله‌های دستگرد،

– وجود لبه‌های تیز،

– استفاده از شیشه نامناسب، یا در محل‌های غیر مجاز،

– نصب اشیائی در مسیرهای تردد که امکان برخورد با آن‌ها یا ریختن و افتادن آن‌ها در زمان خطر وجود دارد.

پ–۹ نگه داری و مدیریت

راه‌های خروج به مدیریت و نگهداری کافی نیاز دارند تا در هر زمان امکان بهره‌برداری از آن‌ها فراهم باشد. مهمترین جنبه‌های نگهداری از راه‌های خروج به شکل زیر خلاصه می‌شود:

- تأمین دائمی روشنایی کافی طبیعی و مصنوعی
- سیستم برق اضطراری برای تأمین روشنایی و سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی مرتبط با کشف و اطفای حریق و .... سیستم های مکانیکی مربوط به درها و قفل‌ها
- بازرسی و نگه‌داری اجزاء راه‌های خروج (مانند پله‌ها، درها، جداره‌ها، حفاظ‌ها و میله‌های دستگرد، علایم، چراغ‌ها، سیستم تهویه و ...) برای حفظ عملکرد صحیح آن‌ها
- نصب علائم لازم و کنترل آن‌ها برای جلوگیری از مسدود کردن خروج‌ها

شکل پ-۲٦: نمونه‌ای از تابلوهای هشار برای خودداری از مسدود کردن راه خروج

- بازرسی و نگهداری سیستم‌های کشف و اعلام حریق و همچنین شبکهٔ بارندهٔ خودکار الزامی،
- مدیریت مؤثر برای جلوگیری از کاربردهای غیر مجاز راه‌های خروج، مانند استفاده از پله‌ها یا راهروهای خروج برای انبار وسایل اضافی یا قرار دادن لوازم کار (شکل پ-۲۷)

شکل پ -۱۵: نمونه‌هایی از ایجاد مانع در راه‌های خروج که منجر به کاهش پهنای مفید آن شده است

- به طور کلی، مدیریت ساختمان باید کنترل کافی را در نحوهٔ استفاده یا ایجاد تغییرات در آن معمول دارد. زیرا هیچ ساختمان یا واحد و یا بخش از آن نباید به گونه‌ای جرح و تعدیل شود یا به تصرفی جدید تغییر داده شود که تعداد، عرض، کارآیی یا ایمنی خروج‌های آن به مقدار کمتر از آنچه که قبلاً بوده است، یا برای تصرف جدید تصریح شده است، کاهش پیدا کند.

فهرست منابع

۱. استولارد، پاول، آبرامز، جان. «اصول ایمنی حریق درساختمان‌ها- راهنمای طراحی برای معماران». ترجمه عبدالصمد زرین‌قلم و سعید بختیاری، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، چاپ چهارم: ۱۳۸۷.

۲. مقررات ملی ساختمان ایران- مبحث سوم: حفاظت ساختمان‌ها درمقابل حریق، وزارت مسکن وشهرسازی- معاونت نظام مهندسی واجرای ساختمان، ۱۳۸۰

3. R.F.Fahy, G.Proulxm, Toward creating a database on delay times to start evacuation and walking speeds for use in evacuation modelling, in: Second International Symposium on Human Behaviour in Fire, Boston, 2001, pp. 175–183

4. G.Proulx, Playing with fire: understanding human behavior in burning buildings, ASHRAE Journal45 (2003) 33–35.

۵. آیین‌نامه محافظت از ساختمان‌ها در برابر آتش، کمیتهٔ تخصصی، نشریه شماره ض-۶۸۲ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ویرایش دوم: ۱۳۹۲.

6. D.A.Purser, M.Bensilum, Quantification of behaviour for engineering design standards and escape time calculations, Safety Science 38 (2001) 157–182

7. J.L.Bryan, A selected historical review of human behavior in fire, Journal of Fire Protection Engineering 16 (2002) 4–10

8. Building code of Australia, Australian Building codes Board, 1996.

9. National Building code of India, Indian Standards Institution, 1983.

10. H.E Nelson, FPETOOL: Fire protection Tools for hazard estimation. NISTIR 4380, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD (1990)

11. B. Vries, A.J. Jessurun, J. Dijkstra, Capturing and simulating human behaviour in the built environment, in: Proceedings of the 6th Conference on Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning, Ellecom, The Netherlands, 8–10 July, 2002.

12. A.R. Mawson, Understanding mass panic and other collective responses to threat and disaster, Psychiatry: Interpersonal & Biological Processes 68 (2) (2002) 95–113.

13. M.Kobes, Zelfredzaamheid bij brand; Kritische factoren voor het veilig vluchten uit gebouwen, Boom Juridische uitgevers, Den Haag, the Nether-lands, 2008 [Fire response performance; the critical factors for a safe escape out of buildings].

14. LT.T.Pires, An approach for modeling human cognitive behavior in evacuation models, Fire Safety Journal 40 (2005) 177–189.

15. D.Tang, K.Beattie, Integrated Prediction of Fire, Smoke and Occupants' Evacuation of Buildings, Dubl inInstitute of Technology/IES Limited, 1997

16. C.-H.Chang, H.-C.Huang, A water requirements estimation model for fire suppression: a study based on integrated uncertainty analysis, Fire Technology 41(2005) 5–24

17. D.Purser, Toxicity assessment of combustion products, in: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, third ed., National Fire Protection Association, Quincy, MA,2002

18. fW.Grosshandler, N.Bryner, D.Madrzykowski, K.Kuntz, Report of the Technical Investigation of The Station Night club Fire.NISTNCSTAR2, vol.I.US Government Printing Office, Washington, DC, 2005 (Chapter4.6).

19. M.Isobe, D.Helbing, T.Nagatani, Many-particle simulation of the evacuation Process from a room without visibility, Physical Review E (2004) 69.

20. R.Nagai, T.Nagatani, M.Isobe, T.Adachi, Effect of exit configuration on Evacuation of a room without visibility, Physica A343 (2004)712–724.

21. T.Jin, Visibility and human behavior in fire smoke, in: SFPEH and book of Fire Protection Engineering, thirded., National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2002

22. H.Frantzich, A Model for Performance-based Design of Escape Routes, Department of Fire Safety Engineering, Lund Institute of Technology, Lund University, Sweden, 1994

23. D.Tong, D.Canter, The decision to evacuate: a study of the motivations which contribute to evacuation in the event of fire, Fire Safety Journal 9 (1985)57–265

24. G.Proulx, A stress model for people facing a fire, Journal of Environmental Psychology 13(1993) 137–147.

25. S.Sillem, Een psychologisch perspectief op evacuatie uit gebouwen, in: R.van der Brand (Ed.), Zelfredzaamheid en fysieke veiligheid van burgers: Verkenningen. Nibra Publicatiereeks nr.18. Nibra, Arnhem, 2005 [A psychological perspective on building evacuation, in: Resillience and physical safety of citizens: explorations].

26. G.Proulx, High-rise office egress: the human factors, in: Proceedings of the Symposium on High-Rise Building Egress Stairs, NewYork, 2007.

27. T.T.Pires, An approach for modeling human cognitive behavior in evacuation models, Fire Safety Journal 40 (2005) 177–189

28. A. Sandberg, Un announced Evacuation of Large Retail-Stores. An Evaluation of Human Behaviour and the Computer Model Simulex, Lund University, Sweden, 1997.

29. J.S.Tubbs, Developing Trends from Deadly Fire Incidents: A Preliminary Assessment, ARUP, Westborough, MA, 2004.

30. MargretheKobes, IraHelsloot, BaukedeVries, JosG.Post, Building safety and human behaviour in fire: A literature review, Fire Safety Journal 45 (2010) 1–11

31. M.Raubal, M.J.Egenhofer, Comparing the complexity of way finding tasks in built environments, Environment and Planning B25 (1998) 895–913.

32. L.Benthorn, H.Frantzich, Fire Alarm in a Public Building: How Do People Evaluate Information and Choose Evacuation Exit? Department of Fire Safety Engineering, Lund Institute of Technology, Lund University, Sweden, 1996.

33. G.Proulx, Why Building Occupants Ignore Fire Alarms, Construction Technology Update42 ,IRC-NRCC, Ottawa, 2000

34. G.Proulx, D.Laroche, Study shows low public recognition of the temporal-three evacuation signal, Construction Innovation 6(4) (2001)1–6.

35. N.E.Groner, on putting the cart before the horse: design enables the prediction of decisions about movement in buildings, in: Proceeding for the NIST Workshop on Building Occupant Movement During Fire Emergencies, NIST, USA, 2004.

36. N.E.Groner, Intentional systems representations are useful alternatives to Physical systems representations of fire-related human behaviour, Safety Science 38(2001) 85–94.

37. Shields TJ, Boyce KE. A study of evacuation from large retail stores. Fire Safety Journal 2000;35:25–49

38. Tao C. Evacuation model and its application during fire emergency. Doctoral dissertation of University of Science and Technology of China; 2004.

39. Gwynne S, Galea ER, Parke J, Hickson J. The collection and analysis of preevacuation times derived from evacuation trials and their application to evacuation modeling. Fire Technology 2003; 39:173–95.

40. Vistnes J, Grubits SJ, He Y. A stochastic approach to occupant pre-movement in fires. In: Proceedings of the8th International Symposium on Fire Safety Science, International Association of Fire Safety Science, 2005, Beijing, China.

41. Long Shi*, Qiyuan Xie, Xudong Cheng, Long Chen, Yong Zhou, Ruifang Zhang, Developing a database for emergency evacuation model, Building and Environment 44 (2009) 1724–1729

42. Proulx G. Evacuation time and movement in apartment buildings. Fire Safety Journal 1995; 24:229–46.

43. Chen T, Song WG, Fan WC, Lu SX, Yao B. Pedestrian evacuation flow from hallway to stairs. In: Shafii F, Bukowski R, Klemencic R, editors. The CIB-CTBUH Conference on Tall Buildings: Strategies for performance in the Aftermath of the World Trade Centre, CIB TG50, Malaysia, 2003. p. 79–86.

44. Tsuchiya S, Hasemi Y. Evacuation characteristics of group with wheel chair users. In: Proceedings of 7th Asia-Oceania Symposium, Hong Kong, 2007.

45. Fruin JJ. Designing for pedestrians: a lever-of-service. In: Highway research record, number 355. Pedestrian. Washington, DC: Highway Research Board; 1971.

46. Li YQ. Building fire protection engineering. Beijing: Chemistry Industry Press; 2004.

47. Proulx G. Occupant behavior and evacuation. In: Proceeding of the 9# International Fire Protection Symposium, Munich, 2001. p. 219–232.

48. Shields TJ, Proulx G. The science of human behaviour: past research endeavours, current developments and fashioning a research agenda. In: Proceedings of the Sixth International Symposium on Fire Safety Science. IAFSS 2000: 95–114.

49. Bryan JL. A study of the survivors report on the panic in the fire at the Arundal Park Hall. Brooklyn: University of Maryland; 1957. Maryland on January 29th 1956.

50. Buchanan A.H. Fire Engineering Design Guide – 2nd Edition, Center for Advanced Engineering (CAE), University of Canterbury, New Zealand, 2001

51. Boverket, Boverkets allmänna råd 2011: xx - Vägledning i analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd - Remiss. Karlskrona: Boverket, 2010

52. British Standards Institution, PD 7974-1:2003, Application of fire safety engineering principles to the design of buildings - Part 1: Initiation and development of fire within the enclosure of origin. London: British Standards Institution, 2003.

53. B. Karlsson and J. G. Quintiere, Enclosure fire dynamics. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2000, pp. 17-18, 39-43,

ABSTRACT

One of the important challenges in third part of National Building Regulations is minimum exit (stairs) and enclosure in residential apartment buildings. In accordance with third part of National building regulations, each occupational unit must have two exits apart and away from each other, but if the number of floors are less than 5 or maximum building height is 18 meters, and a maximum of 4 residential units on each floor, exceptionally can be have one exit (with characterizations presented in regulations).

In other word, all apartment buildings with more than 6 stories shall be having 2 exit roots with fire resistance enclosure. This caused great tensions in the approved plans and issuing the end work in the country.

In many cities, this case is different and especially the economic problems and low occupancy levels in much of the lands has been an obstacle to full implementation of these regulations, so that many of the buildings having end work, have only one stairwell practically.

Another problem is the lack of clarity of the topic about the enclosure ad external stairs for many architects and civil engineers, such that the different interpretations about it, sometimes the performing tricks such as replacement of the enclosure by construction of walls and tempered glass is applied. Also, how evacuating exit route of the parking and basement is another important issue that has not been clearly explained in third edition of the national building regulation.

In this project, the exit criteria in the building regulations different countries have been investigated. To check the safety of the exit stairs against fire in apartment buildings with the number of floors up to 8-storey and the impact of the numbers of stairs, computer modeling was performed. For this purpose, field visits to a number of apartments at the end of the work were done and finally, relatively typical architectural designs were considered. As well as Fire resistance test was performed on two ordinary and tempered doors for using the test results in the model. The effective various parameters in fire spread were investigated in the models.

The studies also showed that the elevators and fire door for stairs have extremely important role in fire safety of the buildings and in the absence of fire, fire easily spread to other stories and cause the losses.

The studies also showed that unprotected internal or external stairs will not only help the chances of escape (except in special cases,

because the fire situation is unpredictable) but it can lead to the rapid spread of fire. The fire doors for the building units may substantial role in delay arrival of fire to aisles, floors and other units.
The results of the study and the applicable guidelines based on it are presented in this report.

Road, Housing and Urban Development Research Center

Design of fire exits of apartment buildings: Regulations, computer modeling and proposed guidelines

By:
Dr. Saeed Bakhtiyari
Masoud Jamali

Masoud Ghasemzadeh

Research Report
BHRC Publication No.: R-786
2017