



راهکارهای طراحی معماری به منظور افزایش ایمنی مدارس در برابر آتش سوزی^۱

لیلا میرسعیدی^۱ و آزاده شمسی^۲

۱. استادیار گروه معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران، lmirsaeedy@yahoo.com

۲. کارشناس ارشد معماری، دانش آموخته دانشکده هنر و معماری دانشگاه یزد، یزد، ایران، Shamsiarch@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: آمادگی و شناخت نسبت به خطرات پیرامون و نحوه‌ی جلوگیری در برابر حوادث، یکی از الزامات مهم در طراحی و اجرای ساختمان‌ها، جهت تأمین ایمنی ساختمان در برابر آتش‌سوزی است. عملیات نجات در ساختمان‌هایی با تعداد محدود نقاط دسترسی به سطح خیابان (از جمله ساختمان‌های آموزشی) امری مشکل است. تراکم بالای جمعیت نیز مشکلات کنترل شرایط را در هنگام وقوع بحران دو چندان می‌کند. فقدان قوانین و مقررات ایمنی و اجرا نشدن دقیق آن‌ها، عدم نظارت و کنترل نامناسب و معضلات دیگر در طراحی، ساخت و بهره‌برداری از مدارس، شرایط نامناسبی را فراهم آورده که می‌تواند موجب بروز تلفات جانی و مالی قابل توجه گردد. هدف این پژوهش بررسی و ارائه راهکارهای طراحی معماری در راستای افزایش سطح ایمنی مدارس در برابر آتش‌سوزی است.

روش: پژوهش از نوع مروری و به روش توصیفی-تحلیلی با بررسی و مطالعات کتابخانه‌ای و اسناد مکتوب صورت گرفته است. **یافته‌ها:** با وجود این که ضوابط موجود در زمینه‌ی راه‌های ایمنی ساختمان‌ها در برابر آتش، هر چند رهنمودی مناسب برای معماران، در جهت طراحی ایمن ارائه می‌دهد، اما بررسی و کنکاش در پیشینه‌ی موضوع پروژه، جای خالی بررسی نتایج و کفایت ضوابط در هنگام استفاده کاربر را نشان می‌دهد. راهکارهای طراحی معماری در این خصوص در دو گروه راهکارهای مطرح در ضوابط و آیین‌نامه‌ها و راهکارهای فراتر از ضوابط، جمع‌بندی شده است. **نتایج:** در این پژوهش به بررسی و معرفی قوانین و ضوابط مربوط به آتش‌سوزی در داخل و خارج کشور و آیین‌نامه‌های حفاظت در برابر آتش پرداخته شده است و راهکارهای طراحی معماری همراه با پیشنهادهایی برای طراحی ارائه گردیده است. در پروژه‌های بعدی می‌توان به کارایی ضوابط، براساس ویژگی‌های خاص کاربران فضا به صورت مفصل‌تر پرداخته شود. **واژه‌های کلیدی:** راهکارها، طراحی معماری، ضوابط و مقررات، ایمنی، مدارس، آتش‌سوزی.

◀ **استناد فارسی (شیوه APA، ویرایش ششم ۲۰۱۰):** میرسعیدی، لیلا؛ شمسی، آزاده (تابستان، ۱۳۹۷). راهکارهای طراحی معماری به منظور افزایش ایمنی مدارس در برابر آتش سوزی. *فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران*، ۸ (۲)، ۱۰۳ - ۱۱۸.

Architectural design solutions to increase the safety of schools against Fire²

Leila mirsaeedie¹ & Azadeh shamsi²

1. Assistant professor, Department of Architecture Islamic Azad University Gonbad Kavous branch

2. Master of Architecture, Faculty of Art and Architecture, Yazd University

ABSTRACT

Background and objective: Preparation and recognizing the risks in the environment and how to prevent incidents is one of the important necessities to design and implementation of buildings in order to provide safety against fire. Rescue operations in buildings with the limited number of street access points (including educational buildings) are difficult. The high density of the population also makes it more difficult to control the situation during the crisis. The lack of safety regulations, strict inadequate monitoring and control, and other problems in designing, construction of schools created inappropriate conditions that may lead to significant casualties and deaths. The purpose of this study is to review and provide architectural design solutions to increase the level of safety in schools against fire.

Method: This study is done through descriptive-analytical method with library studies and documents.

Findings: Although the regulations on fire safety of buildings against fire are guidelines for architects to considering safety in design but study in projects backgrounds shows a blank spot in examining the results and quality of the regulations in using by users. In this regard architectural design solutions are categorized in two groups; the approaches to rules and regulations, and the solutions beyond the criteria.

Results: This study consider the rules and regulations regarding fire at home and abroad and fire protection regulations have been reviewed as well as architectural design solutions with suggestions for design have been presented. In the next projects, the performance of the criteria may be further elaborated on the basis of the specific features of space users.

Keywords: Design Guidelines, Architectural Design, Standards, Fire Safety, Schools, Fire.

► **Citation (APA 6th ed.):** Mirsaeedie L, Shamsi A. (2018, Summer). Architectural design solutions to increase the safety of schools against Fire. *Disaster Prevention and Management Knowledge Quarterly (DPMK)*, 8(2), 103-118.

۱. این مقاله برگرفته از پژوهشی با عنوان "طراحی راه‌های خروج اضطراری برای خروج از ساختمان در طول تخلیه اضطراری آتش (نمونه موردی یک مدرسه دولتی در تهران)" است که با حمایت مادی و معنوی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (Foundation National Iran) در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ انجام شده است.
 2. This article is based on a research titled "Designing the Emergency Exits for Evacuate Buildings during Fire (a Case Study of a Public School in Tehran)" with the material and spiritual support of the (Foundation National Iran) was done in 1393 and 1394.

مقدمه

آمادگی و شناخت نسبت به خطرات پیرامون و نحوه‌ی جلوگیری در برابر حوادث یکی از الزامات مهم در طراحی و اجرای ساختمان‌ها، جهت تأمین ایمنی در برابر آتش‌سوزی است. برای این منظور لازم است تا ساختمان به نحوی طراحی و اجرا گردد که در صورت وقوع آتش، ایمنی جانی و مالی به نحو منطقی و متناسب با کاربری ساختمان تأمین شده باشد.

عملیات نجات در ساختمان‌ها با تعداد محدودی نقاط دسترسی به سطح خیابان (از جمله ساختمان‌های آموزشی) امری مشکل است. تراکم بالای جمعیت نیز مشکلات کنترل شرایط را در هنگام وقوع بحران دو چندان می‌کند (شمسی، میرسعیدی و فرخ زاد، ۱۳۹۵). فقدان قوانین و مقررات ایمنی و اجرا نشدن دقیق آن‌ها، عدم نظارت و کنترل نامناسب و معضلات دیگر در طراحی، ساخت و بهره‌برداری از مدارس، شرایط نامناسبی را فراهم آورده است که می‌تواند موجب بروز تلفات جانی و مالی قابل توجه در این مراکز گشته، و نیز سبب آلودگی محیط زیست گردد.

ایمنی بنا بر تعریف، شاخه‌ای از علم است که به تجزیه و تحلیل عوامل مخاطره‌آمیز می‌پردازد و آن را آنالیز کرده و راهکارهای کنترل و کاهش آن را پیگیری می‌کند. روش‌های مربوط به ایمنی در برابر آتش به صورت کلی به دو دسته غیرعامل و عامل تقسیم می‌شود. روش‌های غیرعامل یا مقابله پیشگیرانه شامل آن دسته از تدابیر و اقداماتی است که از ایجاد و تشدید خسارات ناشی از حریق پیشگیری کرده یا احتمال آن را کاهش می‌دهد. مهم‌ترین این تدابیر آموزش‌های تخصصی است. افزون بر آموزش، تدوین و رعایت استانداردهای گوناگون در مورد ساخت مسکن، مصالح ساختمانی و سیستم‌های تأسیسات از جمله اقدامات پیشگیرانه محسوب می‌شود. اجرای مانورهای آمادگی و آموزش‌های مداوم، از دیگر روش‌های مقابله پیشگیرانه به‌شمار می‌رود. روش‌های عامل یا مقابله پس از وقوع، دربرگیرنده آن دسته از اقداماتی است که باعث می‌شوند در صورت وقوع حریق، تشخیص به سرعت انجام پذیرفته و مبارزه مؤثری با حریق صورت پذیرد. استفاده از سیستم‌های اعلام حریق برای تشخیص و اعلام به موقع، استفاده از سیستم‌های اطفای حریق برای مبارزه سریع با حریق، سازماندهی و تدارک نیروهای انسانی

و امکانات آتش‌نشانی به میزان لزوم، از مهم‌ترین روش‌های مقابله فعال است (روزنامه دنیای اقتصاد)^۱. در این راستا ضروری است در جهت ایمن‌سازی مدارس در برابر آتش در بخش مطالعات، طراحی، اجرا و بهره‌برداری از مدارس، معیارهای مختلفی مدنظر قرار گیرند. برای مثال طراحی سازه بر اساس حداقل مقاومت‌های ساختاری در مقابل وقوع حوادث، استفاده از مصالح استاندارد و مقاوم، همچنین رعایت موارد ایمنی در ساختار بنا، فراهم آوردن تجهیزات ایمنی و طراحی و اجرای سیستم‌های اعلام و اطفای آتش از شاخص‌های مهم تأمین ایمنی در مدارس است که باید بر اساس ضوابط مشخص به آن‌ها توجه نمود.

پیش بینی خطرات ناشی از آتش نیازمند اطلاعات گسترده‌ی علمی و فنی است که چندین سال است ضرورت آن احساس و به ایجاد رشته مهندسی حفاظت از آتش منجر شده است.

آتش ممکن است در هر نوع ساختمان یا محوطه‌ای رخ دهد. اگر برای مدت طولانی آتش‌سوزی در مکانی رخ ندهد باشد، به معنی مصون بودن آن مکان از آتش نیست. پس آتش‌سوزی جنبه‌ی عمومی داشته و در هر جا و برای هر شخص ممکن است اتفاق بیفتد. حفاظت از آتش تنها به عهده سازمان‌های آتش‌نشانی نیست، بلکه به اشخاص، صاحبان مشاغل، مدیران سازمان‌ها و... نیز بستگی دارد. به کمک شناخت و شناسایی علل آتش و تلاش برای در امان ماندن در برابر آن و همچنین با تدوین و اجرای استانداردها و آیین‌نامه‌های ساختمانی محافظت در برابر آتش، می‌توان شرایط از پیش تعیین شده‌ای ایجاد کرد تا در صورت وقوع آتش، خسارات جانی و مالی ناشی از آن به حداقل ممکن کاهش یابد. این روش در حقیقت در حوزه فعالیت سازمان‌هایی است که در صنعت ساختمان و ساخت و ساز نظارت دارند.

هدف اصلی این پژوهش بررسی ملاحظات ایمنی و آتش‌نشانی در طراحی مدارس و حصول ایمنی مطلوب از طریق ارائه‌ی راهکارهای طراحی معماری در مدارس است. بسیاری از این راهکارها بر اساس استانداردها و مقررات قابل دستیابی هستند، اما مقررات موجود حداقل‌ها را ارائه می‌دهد و گاه رعایت این ضوابط، به تنهایی در تأمین امنیت ساختمان کافی نیست. از سوی دیگر

برابر حریق^۱ آتش سوزی در مناطق مسکونی بیشتر از جاهای دیگر صورت گرفته و خسارت و هزینه‌ی آن بالاتر است. با وجودی که ما بر این باور هستیم که آسیب اصلی ناشی از حریق سوختگی است، اما خفگی یا مسمویت توسط دی اکسید کربن در اثر تجمع دود، یکی از دلایل اصلی مرگ و میر ناشی از آتش سوزی است. طراحی و معماری ضعیف و گاهی غیر استاندارد قسمت‌های داخلی منازل به ویژه مصالح مورد استفاده در آن‌ها دلیل اصلی غالب این مرگ و میرها بوده است. ساختمان‌ها و محتویات آن همچون سوخت متمرکزی است که می‌تواند آتش سوزی ایجاد کند. ساختمان‌های چوبی، ساختمان‌های دارای تیغه‌های چوبی و نیز ساختمان‌هایی که از مصالح عایق کننده پلاستیکی استفاده می‌کنند، همگی قابل بر افروخته شدن هستند. همچنین وسایل گرمازا عامل ۲۱ درصد از آتش سوزی‌ها در ساختمان‌های مسکونی هستند. آن‌ها در نهایت راهکارهای معمارانه و مهندسی مناسبی جهت کنترل آتش سوزی‌ها و نجات جان انسان‌ها ارائه دادند (شکری، ۱۳۹۳).

پژوهشی دیگر توسط شمسی و همکارانش با هدف بررسی خروجی‌های یک ساختمان آموزشی در تدارک مسیر خروج مناسب است. در این پژوهش با دو روش، کارآیی ابزارهای فرار در ساختمان‌های آموزشی بررسی شده است؛ ابتدا زمان‌های خروج اضطراری با مدلسازی رفتار دانش‌آموزان (به وسیله نرم افزار شبیه ساز) تخمین زده شده و با مقایسه نتایج حاصله با زمان مورد نیاز برای تخلیه ساختمان، برآوردی از کارآیی ابزارهای خروج به دست می‌آید. در روش دوم کارآیی راه‌های خروج مدرسه با معیار ضوابط و مقررات ایمنی ساختمان در برابر آتش بررسی شد. مقایسه نتایج حاصل از دو شیوه یاد شده، امکان تأیید این فرضیه را فراهم کرد که رابطه مستقیمی بین تعداد، ابعاد و موقعیت راه‌های خروجی با زمان خروج امن کاربران در مواقع بحران وجود دارد. نتایج حاصل، شیوه‌ای در ارزیابی عملکرد پلان معماری ارائه داده است که می‌تواند افزایش دقت تصمیمات مدیریتی در وضعیت پاسخگویی بناها در موارد بحران را به همراه آورد. نتایج نشان می‌دهد ارزیابی ویژگی‌های معماری مربوط به ابزارهای فرار ساختمان، تنها به وسیله‌ی ضوابط و مقررات ملی کافی نیست. در نهایت پیشنهادهایی

بسیاری از راهکارهای طراحی معماری فراتر از مقررات وجود دارند که می‌توانند وضعیت ساختمان را در تخلیه اضطراری و شرایط بحران بهبود بخشند و به شرایط بهینه برسانند.

پیشینه

میرحسینی و همکاران در پژوهشی به بررسی وضعیت ایمنی در مقابل آتش سوزی کتابخانه‌های دانشگاهی منطقه ۸ دانشگاه آزاد اسلامی ایران پرداخته است. در این تحقیق چهار دیدگاه از جمله بررسی وضعیت ساختار ساختمانی کتابخانه‌ها (نوع اسکلت، قدمت، وضعیت سیم‌کشی‌های برق، دسترسی‌های خروج سیستم‌های گرمایشی کتابخانه‌ها)، مواد قابل اشتعال در کتابخانه‌ها (میزان بار اشتعال و مواد قابل اشتعال در کتابخانه‌ها)، تجهیزات مبارزه با حریق در کتابخانه (سیستم‌های اعلام و اطفای حریق، علائم راهنما، روشنایی‌های اضطراری، درب‌های ضد دود) و میزان اطلاعات مربوط به آتش‌نشانی استفاده‌کنندگان از کتابخانه‌ها (اطلاعات استفاده‌کنندگان در مورد نحوه‌ی کار با تجهیزات آتش‌نشانی و نحوه‌ی خروج از ساختمان) مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج حاصل بیان‌کننده‌ی آن است که صد در صد کتابخانه‌های دانشگاهی منطقه‌ی ۸ دانشگاه آزاد اسلامی مطابق با معیارهای ایمنی از آتش ساخته نشده است (میرحسینی و میراکبری، ۱۳۸۸).

پژوهش دیگر در رابطه با روش‌های طبقه‌بندی مصالح و اجزای ساختمانی از نظر ایمنی در برابر آتش و مقدمه‌ای بر پوشش‌های ضد حریق که توسط بختیاری انجام یافته است. وی در این پژوهش الزامات مهم طراحی و اجرایی ساختمان در برابر آتش سوزی را به چند دسته طبقه‌بندی کرده است. از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: استفاده از سیستم‌های کشف و اعلام حریق، دسترسی به راه‌های خروج ایمن، انتخاب مناسب مصالح، مبلمان و تزئینات ساختمان‌ها به گونه‌ای که از گسترش آتش جلوگیری کند. مقاومت کافی اجزای ساختمان در برابر آتش، امکان دسترسی مناسب نیروهای آتش‌نشانی در اطراف و داخل ساختمان (بختیاری، ۱۳۸۵).

شکری و همکاران در پژوهشی به بررسی رفتار آتش و اجزای آن شامل شعله، حرارت و دود و همچنین ارزیابی تخصصی انواع مصالح مقاوم و غیر مقاوم مصرفی در ساختمان‌ها پرداخته‌اند. آن‌ها در این پژوهش بیان کردند: بنابر آمار انجمن ملی محافظت در

روش‌های تأمین ایمنی مورد استفاده قرار گیرند. در صورتی که سیستم‌های هشدار دهنده به درستی عمل کنند، استفاده از مسیرهای فرار و اطفای حریق میسر خواهد بود. اما در صورتی که سیستم‌های فوق موجود نبوده و یا به درستی عمل نکنند، فضا بندی ساختمان تنها شیوه‌ی باقی‌مانده برای تأمین ایمنی خواهد بود.

پنج روش مذکور ساختاری است که معمار باید طراحی خود را در آن بگنجانند. در ساختمانی که هر پنج روش یاد شده در طراحی آن رعایت شده باشد، سقف خوبی از ایمنی وجود دارد. (استولارد و آبرامز، ص ۳۳، ۱۳۸۷).

هر یک از اجزا ممکن است در ارتباط با یک یا هر پنج روش ایمنی حریق باشد و همین رابطه پیچیده بین آن‌ها است که درک صحیح از روش‌های ایمنی و اتخاذ یک روش منطقی و مؤثر را ضرورت می‌بخشد. همچنین باید به ارتباط واکنش‌های متقابل بین اهداف، روش‌ها و خود اجزای ایمنی توجه شود. به همین دلیل هیچ تدبیر ایمنی آتش را نباید به تنهایی و جداگانه در نظر گرفت، بلکه تأثیر کلی آن باید مورد نظر باشد. برای مثال، شبکه‌های بارنده خودکار با جلوگیری از گسترش حریق باعث محافظت اموال می‌گردد. این ایجاد محدودیت در ابعاد آتش باعث کاهش خطر سقوط سازه ساختمان و نیز کاهش تولید دود می‌شود. همچنین با محدود شدن آتش، زمان بیشتری در اختیار ساکنان گذاشته می‌شود تا بتوانند از محل حریق دور شوند. اما از طرف دیگر پاشیده شدن آب بر روی دود، دمای آن را پایین آورده و احتمالاً می‌تواند باعث افزایش تجمع دود در محل حریق شود. همچنین ممکن است فشار دود کاهش یافته و تجمع آن در راه‌پله‌ها افزایش یابد. این مشکلات خطر تلف شدن افراد بر اثر استنشاق دود را افزایش خواهد داد. ضمن این که همیشه این امکان وجود دارد که سیستم فوق به خوبی عمل نکند و از نظر جانی و مالی، باعث افزایش خطر شود (استولارد و آبرامز، ص ۳۵، ۱۳۸۷).

کار مهندسی ایمنی آتش‌نشانی باید در مرحله طراحی اولیه شروع شود. زیرا الزامات ایمنی آتش در طرح و جزئیات ساختمان مؤثر است. به این ترتیب، طراح می‌تواند ویژگی‌های ایمنی آتش را داخل ساختمان بسیار بهتر و اقتصادی‌تر ترکیب کند. از آغاز پروژه

در زمینه دستیابی به مسیرهای فرار مناسب در مدارس ارائه می‌شود (شمسی، میرسعیدی و فرخ زاد، ۱۳۹۵).

روش

پژوهش حاضر، پژوهش مروری است و سعی در بررسی راهکارهای طراحی معماری مؤثر بر بهبود کارایی ساختمان در هنگام آتش‌سوزی دارد، از این رو روش تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی است و با بررسی پژوهش‌های پیشین و اسناد مکتوب، جمع‌آوری راهکارهای طراحی معماری در مواقع بحران به ویژه در آتش‌سوزی مورد نظر است. در نهایت جمع‌بندی از راهکارهای طراحی معماری برای ایمنی مدارس در برابر آتش‌سوزی بر اساس مقررات و استانداردهای داخلی و منابع خارجی ارائه خواهد شد.

نقش معماری در دستیابی به اهداف ایمنی در آتش‌سوزی

آیین‌نامه محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش روش‌های دستیابی معماران به اهداف ایمنی آتش را پنج روش ذکر می‌کند: (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۹)

- پیشگیری: با کنترل آفرزش و منابع مواد سوختی اطمینان حاصل شود که آتش‌سوزی آغاز نخواهد شد.

- شبکه‌های اخطاری محافظ: اطمینان از این که در صورت رخداد آتش‌سوزی؛ سیستم‌های فعال محافظت حریق عمل کرده و ساکنان را مطلع خواهد ساخت.

- مسیرهای فرار: اطمینان از اینکه ساکنان ساختمان و اطراف آن، در صورت رخ دادن آتش‌سوزی و قبل از این که در معرض خطر دود و حرارت قرار گیرند، قادر خواهند بود خود را به یک محل امن برسانند.

- فضا بندی: تقسیم منطقی ساختمان به کوچکترین واحدهای ممکن، برای اطمینان از اینکه خسارت جانی و مالی محدود به مساحت کوچکی خواهد بود.

- اطفای حریق: اطمینان از این که می‌توان آتش را به سرعت و با حداقل خسارات، خاموش کرد.

شبکه‌های هشداردهنده یا اخطاری محافظ حتی اگر کاملاً موفق عمل کنند به تنهایی قادر به تأمین ایمنی جانی و مالی نخواهند بود، اما نقش کلیدی آن‌ها به گونه‌ای است که باید به عنوان یکی از



بیمه‌نامه‌ای است که برای حفظ جان اشخاص و اموال تنظیم می‌شود. برای اعتبار بخشیدن به این بیمه‌نامه باید:

- برای حفظ جان افراد، راه‌های خروج و فرار از آتش مناسب در ساختمان پیش‌بینی شود.
- برای حفظ ساختمان و اموال و کمک به حفظ جان افراد، ویژگی‌های طراحی و معماری در زمینه محدود کردن گسترش آتش و مهار قدرت پیشروی آتش رعایت شود.

در مراحل نخست آتش‌سوزی ساختمان، امکان تخلیه ساکنان و آغاز عملیات مبارزه با آتش را به سرعت و سهولت فراهم سازد. بنابراین، مهم‌ترین اقدامی که در این زمینه باید انجام گیرد، رعایت ویژگی‌ها و تدابیری است که ایمنی فضاهای داخل بنا را تضمین می‌کند. اگر ساختمان به‌طور مناسبی طراحی شود تا کوشش‌های محافظت و مبارزه با حریق از همان آغاز در داخل بنا ثمربخش گردد، خطر گسترش سرایت آتش به بناهای مجاور از بین خواهد رفت.

از دیگر مسائل مهم این است که در برابر هرگونه نتایج و محصولات آتش (از قبیل حرارت، دود و گازهای سمی) همواره ایمنی یکسان و متناسب تضمین شود. بنابراین، باید توجه داشت که ضوابط و مقررات حفاظت از آتش همیشه به گونه‌ای مرتبط با نتایج خطرات آن، به‌طور متعادل طرح و تنظیم گردد. بهتر است که این مقررات که باید برای تمام تصرف‌ها مناسب باشد، حداقل محدودیت و ضرورت عملی و اجرایی را الزام آور کنند (عباسی، ۱۳۸۵).

قوانین و ضوابط جهانی

ساختار مقررات کشورهای مختلف اغلب بسیار متفاوت است. اما در اساس هر یک از آن‌ها دارای یکی از ساختارهای تجویزی، عملکردی یا پایه‌کارایی هستند.

به‌طور کلی سه نوع اصلی استاندارد و مقررات ساختمانی از یکدیگر قابل تشخیص است.

۱- سیستم مقررات تجویزی: در این نوع مقررات تا حدود زیادی جزئیات ساختارهای مجاز نظیر مواد تشکیل‌دهنده و ابعاد آن به‌طور دقیق ارائه می‌گردد.

۲- تعیین انتظارهای عملکردی: در این سیستم، اهداف و انتظارهای

ساخت و ساز، طراح ساختمان باید با کارشناسان آتش برای روشن کردن اقداماتی چون: توصیف مشکلات خاص آتش در ساختمان، توصیف گزینه‌های مختلف برای به‌دست آوردن سطح ایمنی آتش مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل سیستم انتخاب در مورد راه‌حل‌های فنی و اقتصاد و فرضیه‌هایی برای انتخاب سیستم‌های فنی بهینه تماس بگیرد (یانگ و آندربرگ، ۲۰۱۱).

معمار باید ویژگی‌های سایت، در رسیدن به تصمیم‌گیری حفاظت از آتش را در نظر بگیرد. یک مجموعه خاص از ویژگی‌های سایت به‌طور قابل توجهی نوع حفاظت فعال و غیرفعال پیشنهاد شده توسط مشاور آتش را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. ویژگی‌های طراحی باید محل منابع آتش‌نشانی در دسترس و زمان لازم برای رسیدن به ساختمان را در نظر بگیرد. انتظار نمی‌رود که خدمات آتش‌نشانی بتواند از ساکنین و اموال ساختمان محافظت کند، بلکه باید به وسیله دفاع فعال و غیرفعال ساختمان در برابر آتش، به ارائه‌ی ایمنی معقول از تأثیرگذاری آتش پرداخت.

به‌طور خلاصه، عملیات ممکن است به نجات گسترده، کنترل آتش و حفاظت از اموال گروه‌بندی شود. اولویت اول در هر اقدام آتش‌نشانی تحصیل اطمینان از خارج شدن تمام ساکنان ساختمان، قبل از شکل‌گیری شرایط بحرانی است. طراحی سازه بر اساس طبقه بندی یا محاسبه، وسیله‌ی خوبی برای تدوین حفاظت آتش و ایمنی از حریق مورد نیاز برای ساختمان است که بر اساس مواد استفاده شده برای عناصر ساختاری و درجه مقاومت آن‌ها در برابر آتش ایجاد می‌شود (یانگ، ۲۰۱۱).

یافته‌ها

با بررسی منابع و پژوهش‌های انجام شده درباره موضوع، راهکارهای طراحی معماری در دو دسته راهکارهای مطرح در آیین‌نامه‌های ساختمانی داخلی و خارجی و راهکارهای پیشنهادی فراتر از آیین‌نامه‌ها تقسیم‌بندی شد. در ادامه مهمترین موارد مطرح در هر گروه آمده است.

آیین‌نامه‌های محافظت در برابر آتش

گردآوری و تدوین مقررات محافظت در برابر آتش، در واقع تدارک

آتش سوزی در کشورهای مختلف را معرفی می کند.

قوانین و ضوابط ایمنی آتش سوزی ساختمان در ایران

در این بخش تعدادی از قوانین و مقررات و ضوابط موجود در خصوص ایمنی ساختمان در برابر آتش سوزی که در ایران وجود دارد، بررسی می شود و نکات مهم و مواردی چند از آن مطرح می گردد. این ضوابط و مقررات به شرح زیر هستند:

- حفاظت ساختمان ها در برابر حریق، مبحث سوم مقررات ملی ساختمان؛
 - راهنمای مبحث سوم حفاظت ساختمان ها در برابر حریق؛
 - آیین نامه محافظت ساختمان ها در برابر آتش (پیشنهادی)؛
 - راهنمای آیین نامه محافظت ساختمان ها در برابر آتش؛
 - دستورالعمل ایمنی م دارس سازمان آتش نشانی.
- به دلیل وضوح و در دسترس بودن ضوابط مبحث سوم مقررات ملی ساختمان به ویژه ویرایش سال ۱۳۹۵ از بررسی آن صرف نظر شده و در ادامه ضوابط و مقررات مربوط از سایر مراجع بررسی شده است.

مورد نظر از ساختمان با جملات کلی بیان می گردد. طراح یا سازنده می تواند با استفاده از راهنماها، مدارک تشریحی یا سایر روش های قابل قبول ثابت کند که اهداف و انتظارات بیان شده در مقررات را تأمین نموده است. این نحوه ارائه ی مقررات می تواند به بهینه سازی اقتصادی طراحی و نیز استفاده از روش های جدید کمک نماید. در عین حال استفاده از چنین روشی سطح بالایی از تخصص در هر دو قسمت طراحی و نظارت را مطالبه می نماید.

۳- تعیین الزام های سطح کارایی: در این سیستم، سطح مورد نیاز از کارایی اجزای ساختمانی بیان می گردد. اثبات برآورده شدن الزام ها از طریق آزمایش ها یا سایر روش های ارزیابی مناسب صورت می گیرد. استفاده از این روش نیز همچون روش قبل، مستلزم تخصص بالا در هر دو قسمت طراحی و نظارت می باشد (بختیاری، زمانی، قاسم زاده و تسنیمی، ۱۳۸۹، ص ۷). جدول (شماره ۱) خلاصه ای از مقررات ساختمانی ایمنی در برابر

جدول ۱. خلاصه مقررات ساختمانی ایمنی در برابر آتش سوزی در کشورهای مختلف (بختیاری، زمانی، قاسم زاده و تسنیمی، ۱۳۸۹، ص ۳۶ تا ۵۱)

کشور	امریکا	ژاپن	هندوستان	استرالیا	انگلیس
سابقه	-	از ۱۹۵۰	از ۱۹۶۰	-	-
نوع مقررات و ویژگی ها	تجویزی فراگیر و همراه با جزئیات مفصل	تجویزی جامعیت مقررات ارایه الزامات عمومی و کلی ساختمان بدون وارد شدن به جزئیات و ارایه استانداردهای خاص، در نظر گرفتن ارتباط ساختمان و طراحی شهری	تجویزی در نظر گرفتن ارتباط ساختمان و طراحی شهری و زون بندی شهر به مناطق دارای خطرات مختلف حریق، ساختمان های آموزشی زون شماره ۱ (کم خطرترین گروه)	عملکردی جزو مقررات عملکردی پیشرو، مجاز شمردن تغییرات محلی بر اساس شرایط، دارای ساختار سلسله مراتبی	عملکردی از پیشرفته ترین مقررات در اروپا ایجاد آزادی و انعطاف در مراحل طراحی و انتخاب مصالح و ایجاد فضایی مناسب برای نوآوری، دشواری کنترل مطابقت با مقررات، ارایه راه حل های تجویزی در مدارک مصوب
اسامی مقررات	مقررات بین المللی ساختمان IBC مقررات واحد ساختمانی UBC مقررات واحد حریق UFC انجمن محافظت در برابر آتش NFPA	قانون استانداردهای ساختمانی	مقررات ساختمانی کلی	کد ساختمانی عملکرد مدار استرالیا (PBCA)	مقررات ایمنی در برابر آتش سوزی بریتانیا

که دانش آموزان کلاس اول و دوم فقط در طبقه تراز تخلیه و سایر دانش آموزان حداکثر در یک طبقه بالاتر قرار گیرند. بنابراین کاربرد ساختمان های بیش از دو طبقه برای دبستان به شرطی قابل قبول خواهد بود که در طبقات بالاتر از یک طبقه روی تراز تخلیه برای

ضوابط اختصاصی راه های خروج در تصرف های آموزشی - فرهنگی
در مراکز آموزشی، دانش آموزان با متوسط سنی کمتر، باید در طبقات پایین تر از طبقات دیگر قرار گیرند. در خصوص دبستان لازم است



جدول ۲. خلاصه ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های آموزشی-فرهنگی (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۹، ص ۱۱۸)

فضاهای مورد استفاده کودکان پیش دبستانی و دانش‌آموزان سال اول دبستان باید فقط در تراز تخلیه خروج و اتاق‌های مورد استفاده دانش‌آموزان سال دوم دبستان، حداکثر یک طبقه بالاتر از تراز تخلیه خروج واقع شوند.	استقرار کلاس‌های دبستان
راهروهای دسترس خروج باید دست کم ۲۴۰ سانتیمتر عرض مفید داشته باشد. استقرار هر نوع آبخوری یا تجهیزات و تأسیسات دیگر، چه به صورت ثابت و چه قابل انتقال، در راهروهای دسترس خروج به شرطی مجاز است که عرض مفید راه به کمتر از ۱۸۰ سانتیمتر کاهش نیابد.	عرض راهروهای دسترس خروج
درهای لولایی اگر به راهرویی دسترس خروج باز می‌شوند، باید عقب‌تر از دیوار راهرو قرار گیرند تا با رفت و آمد موجود در راهرو برخورد نکنند. در غیر این صورت، لازم است با ۱۸۰ درجه چرخش بر روی دیوار راهرو مستقر شوند.	استقرار درها
در کلاس‌های درس، راهروهای دسترسی به ردیف‌های صندلی باید حداقل ۱۰ سانتیمتر عرض مفید داشته باشند، مگر آن که راهرو از یک طرف با دیوار مجاور باشد که در این صورت عرض مفید آن را می‌توان به حداقل ۹۰ سانتیمتر کاهش داد. راهروهایی که برای دسترسی به حداکثر ۶۰ صندلی در نظر گرفته می‌شوند استثنائاً مجاز است حداقل ۷۵ سانتی متر عرض مفید داشته باشند.	حداقل پهنای راهروهای دسترس به ردیف صندلی‌ها
راهروها و بالکن‌های بیرونی و پلکان‌های خروج مربوط به آن‌ها باید ساختار مقاوم حریق با مقاومتی حداقل معادل ساختار خود بنا داشته باشند.	ساختار راهروها و بالکن‌های بیرونی
در تصرف‌های آموزشی/فرهنگی، درهای واقع در راه‌های خروج الزامی و همچنین درهای واقع در فضاهای تجمعی، با ۱۰۰ متصرف یا بیشتر، نباید دارای قفل و دیگر وسایل بازدارنده باشند.	کاربرد قفل
بناهایی که تماماً با شبکه بارنده خودکار تأیید شده محافظت شوند و نیز اتاق‌ها و فضاهای دارای دست کم یک درگاه خروج در سطح زمین و به بیرون بنا، از این قاعده مستثنی خواهند بود.	پنجره کلاس‌های آموزشی

مقاصد اداری و غیر آموزشی استفاده شود (وزارت راه و شهرسازی، دفتر امور مقررات ملی ساختمان، ص ۴۱، ۱۳۸۰).

در جدول (شماره ۲) ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های آموزشی-فرهنگی مطابق با آیین‌نامه محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش بیان شده است (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۹).

بررسی دستورالعمل ایمنی مدارس سازمان آتش‌نشانی سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی با برگزاری مانورهای آموزشی ایمنی و اطفای حریق ویژه‌ی مدارس و همچنین ارائه‌ی کتاب و لوح فشرده آموزشی درباره اطفای حریق و امداد و نجات فعالیت‌هایی را در این خصوص دارد. یکی از مهم‌ترین دلایل وقوع آتش‌سوزی در مدارس، سیستم گرمایشی ساختمان‌های آموزشی است که بنابر گفته مسئولان سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس تمامی مدارس تازه تأسیس در شهرها به سیستم حرارت مرکزی شوفاژ با سامانه هوای گرم مجهزند و در نتیجه مشکل گرمایشی ندارند. در مراکز آموزشی که جهت تأمین گرما از انواع بخاری گازی و نفتی استفاده می‌شود رعایت آیین کار اصول بهره‌برداری از وسایل گرمایشی غیر متمرکز در مراکز آموزشی» استاندارد ۴۵۷۳ «مؤسسه

استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران الزامی است. سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی در راستای ارتقای ایمن‌سازی مدارس، اقدام به تدوین دستورالعمل ایمنی مدارس در سه بخش ایمنی در ساختار بنا، ایمنی در تأسیسات و تجهیزات آتش‌نشانی نموده است و با همکاری وزارت آموزش و پرورش جهت اجرا به تمامی مدارس ابلاغ شده است. همچنین قبل از احداث، تأسیس و بهره‌برداری از مدارس، اخذ تأییدیه‌ی ایمنی از آتش‌نشانی می‌تواند در ارتقای ایمنی مدرسه نقش به‌سزایی ایفا نماید. چک لیست ایمنی مدارس نیز از طرف وزارت آموزش و پرورش جهت بررسی و کنترل مسائل امنیتی و حفاظتی به مدارس ابلاغ شده است. در جدول (شماره ۳) خلاصه‌ای از راهنمایی‌ها و الزامات طراحی معماری در ساختمان مدارس آورده شده است.

در جدول (شماره ۴) الزامات ایمنی در ساختار بنا به صورت خلاصه بیان شده است.

جدول ۳. خلاصه‌ای از رهنمودهای طراحی معماری در ساختمان مدارس

اطمینان از استحکام و مقاومت ساختمان و جلوگیری از به کار بردن وسایل قابل اشتعال در نمای داخلی کلاس
استفاده از مهندسان دارای صلاحیت برای سیم‌کشی و برق‌رسانی و جلوگیری از نصب کلید و پریز در اتاق‌های درس و راهروها
ایمن‌سازی پله از طریق حفاظ با استحکام مناسب در دو طرف پلکان به ارتفاع حداقل ۸۰ سانتیمتر
نصب نرده یا جان‌پناه در مناطق خطر آفرین به ارتفاع حداقل ۸۰ سانتیمتر (عدم نصب نرده‌ها به صورت افقی یا پلکانی)
نصب سیستم‌های اطفایی مانند آب و آتش‌نشانی و استفاده از خاموش‌کننده‌ها به تعداد کافی در مدارس
امکان استفاده از پله‌های خروج اضطراری به تعداد کافی در مدارس
امکان استفاده از سیستم اعلام حریق و آب و آتش‌نشانی در کتابخانه مدارس امکان استفاده از خاموش‌کننده‌های مناسب در آزمایشگاه در صورت وجود سالن اجتماعات در مدرسه، توجه به امکان استفاده از راه‌های خروج اضطراری و ایمن بودن آن از لحاظ سیستم‌های اعلام اطفای حریق و آتش‌نشانی و خاموش‌کننده‌ها

جدول ۴. الزامات ایمنی در ساختار بنا

ساختمان و مصالح به کار رفته در آن و سایر اقلام باید در برابر آتش‌سوزی مقاومت لازم را دارا باشند.
تمام طبقات ساختمان باید دارای مسیر خروج اضطراری برای تخلیه ساکنان باشد.
دفاتر، کارگاه‌ها و دیگر قسمت‌های مجزا از محل آموزشی باید دارای درب خروج اضطراری باشند.
مناطق پرخطر شامل اتاق‌های دیگ بخار، آشپزخانه‌ها، آزمایشگاه‌ها، کارگاه‌ها، انبارها و فضاهایی که دارای یک نوع وسیله حرارت‌زای ثابت یا قابل حمل است، بایستی توسط درب مقاوم و دیوارهای جداکننده از دیگر قسمت‌ها تفکیک و مناطق عبور افقی باید دارای سطوح و سقف‌هایی باشند که بتوانند حداقل نیم ساعت در مقابل حرارت ناشی از آتش‌سوزی مقاومت کنند.
مصالح به کار رفته در نازک کاری‌ها باید از مواد غیر قابل اشتعال باشد.
راه پله‌ها و درب‌های خروجی انتهایی باید عاری از هرگونه مانع بوده و جهت تمام درهای خروجی به سمت خارج و در وضعیتی باشند که بتوان به آسانی آن‌ها را باز کرد.
احداث مدرسه پیش از سه طبقه ارتفاع ممنوع است.
تعبیه بالکن در هر ضلع ممنوع است.
کلیه نقاط پرتگاهی و مسیرهای خروج باید به نرده محافظ مجهز باشند.
لبه پلکان‌های خروجی‌ها باید دارای تمهیدات مانع از سر خوردن باشند.
تمام پنجره‌های مشرف به حیاط یا خیابان باید دارای حفاظ نرده ای با قابلیت باز شدن در مواقع اضطراری باشند.
تا جای ممکن از سقف‌های شیروانی با خرپاهای چوبی استفاده نشود.
جهت باز شو در کلاس‌ها به سمت خروج باشد.
تعداد ساکنان اتاقی که فقط یک خروجی دارد نباید بیش از ۵۰ نفر باشد.



عوامل مؤثر بر تعیین سطح الزامات مقاومت در برابر آتش برای یک قسمت از ساختمان	نوع تصرف ساختمان
	ارتفاع ساختمان
	مساحت کف طبقه یا فضای حریق
	محل قرارگیری جزء ساختمانی

در ادامه تعدادی از مهمترین راهکارهای طراحی معماری مؤثر بر افزایش کارایی ساختمان آموزشی در آتش سوزی بررسی می‌شود.

طراحی ابزارهای فرار مناسب در ساختمان

در مواقع اضطراری مانند آتش سوزی، تمام کارکنان باید قادر به رسیدن به یک محل ایمن بدون تأخیر باشند. از این رو در هر ساختمان راه خروج و درب کافی برای رسیدن به خروجی نهایی و سپس به دور از ساختمان وجود داشته باشد. طراحی مسیرهای فرار به پیچیدگی طرح ساختمان، بزرگی آن، تعداد طبقات و تحرک کارکنان بستگی دارد. در صورت امکان، تمام راه‌های فرار باید قرینه الگوهای گردش هر روز در داخل ساختمان باشد. این روش از ارائه‌ی مسیر فرار جایگزین که تنها در مواقع اضطراری استفاده می‌شود، جلوگیری می‌کند. همچنین اطمینان حاصل می‌شود که تمام دانش‌آموزان، به‌ویژه جوان‌ترین آن‌ها، به چگونگی ترک مدرسه آشنا بوده و این امر اضطراب آن‌ها را در مواقع اضطراری به حداقل می‌رساند (به خصوص در حالی که هشدارهای آتش صدا می‌دهند) (بیمه آتش سوزی مدارس انگلستان^۱ ص ۱۵، ۲۰۱۲)

در ادامه به پیشنهادهایی در زمینه ابزارهای فرار می‌پردازیم:

طراحی موقعیت مناسب برای مسیرهای فرار جایگزین

استقرار راه‌های خروج: ضابطه استقرار راه‌های خروجی گرچه در مورد مکان خروجی‌ها نسبت به یکدیگر ضابطه حداقل فاصله نصف قطر را مقرر کرده است؛ اشاره‌ای به زاویه دستیابی فضاها به خروجی‌ها ندارد. چنانچه ممکن است ضابطه فاصله استقرار در پلان رعایت شده باشد، اما اگر به دلیل مکان‌یابی نامناسب راه‌های خروج امکان دسترسی فضاها به راه‌های خروج اضطراری فراهم نباشد، پیشنهاد می‌شود در مورد موقعیت مسیرهای فرار جایگزین ضوابط تدقیق شود.

پیشنهاد: در ساختمان‌های چند طبقه ممکن است بیش از یک پله برای فرار مورد نیاز باشد، که در این صورت هر بخشی از هر طبقه

راهکارهای طراحی معماری

به طور خلاصه در بحث طراحی راه‌های خروج، مهم‌ترین عاملی که نقش حیاتی در نجات افراد دارد؛ تعداد، ابعاد و مکان‌یابی صحیح خروجی‌ها است. از آن‌جا که در مهندسی آتش معمولاً بدترین وضعیت برای محاسبه خسارات آتش سوزی در نظر گرفته می‌شود؛ ضوابط طراحی راه‌های خروج امن، باید به صورتی باشد که پلان‌های معماری در بدترین سناریوهای آتش نیز بتوانند امکان خروج افراد را در زمان مناسب (۲/۵ دقیقه) تأمین کنند (استولارد و آبرامز، ص ۱۰۰، ۱۳۸۷). در جدول (شماره ۵) برخی عواملی که بیشترین تأثیر را در این امر دارد به شرح زیر، با توجه به نتایج ذکر شده جهت دقت در ضوابط پیشنهادهایی ارائه شده است.

جدول ۵. عوامل مؤثر بر راه‌های خروج و فرار از حریق، مطرح در راهنمای آیین‌نامه محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش (بختیاری، زمانی، قاسم زاده و تسنیمی، ۱۳۸۹، ص ۱۰ تا ۱۶)

عوامل مؤثر بر طراحی راه‌های فرار	نوع و تصرف ساختمان
	زمان تخلیه
	محتویات ساختمان
	فاصله تردد
	تعداد، عرض و موقعیت راه خروج
	محافظت راه پله‌ها
	درهای مسیر خروج و عرض آن‌ها
	روشنایی مسیر خروج و روشنایی اضطراری
	سیستم‌های کشف و اعلام حریق
سیستم‌های خودکار اطفاء	
عوامل مؤثر بر فضابندی یا منطقه بندی حریق	نوع ساختمان
	ارتفاع ساختمان
	مساحت کف طبقه یا فضای حریق
عوامل مؤثر بر فضابندی حریق در طراحی ساختمان	حجم ساختمان یا فضای حریق
	ایجاد فضاهای کاملاً محافظت شده برای سهولت در فرار ایمن افراد
	جداسازی تصرف‌های گوناگون و خطر پذیری‌های متفاوت از یکدیگر
	جداسازی فضاهای ارتباطی
	تأمین و محافظت پناهگاه‌های موقت در ساختمان
	محدود کردن حریق در کف محل وقوع، به خصوص در ساختمان‌های مرتفع
تأمین فضاهای دسترسی برای آتش نشانان	

منجر به یک محل امن باشد حرکت کنند. اگر جمعیتی مانند یک یا دو کلاس در شرایط بن بست باشد (مانند نمونه مدرسه مورد مطالعه) در صورتی که محل آتش دسترسی به پله را مسدود کند، جمعیت در پشت آتش حبس می‌شوند و امکان فرار وجود نخواهند داشت. **پیشنهاد:** اصل کلی به هنگام طراحی امکانات برای فرار آن است که هر فردی که در یک ساختمان با گسترش آتش مواجه می‌شود، بتواند به نوبه‌ی خود به جایی امن فرار کند. بن بست در ساختمان‌های جدید نباید گنجانده شود. با این حال، در شرایط خاصی جهت تک فرار (بن بست) می‌تواند به عنوان ارائه ایمنی معقول پذیرفته شود. این شرایط به خطر آتش‌سوزی، میزان بن بست و تعداد افراد جایگزین در بن بست بستگی دارد. در بسیاری از موارد امکان وجود یک جایگزین در آغاز مسیر فراهم نیست. به عنوان مثال، ممکن است تنها یک خروجی از یک اتاق به یک راهرو وجود داشته باشد، که از آن نقطه فرار در دو جهت ممکن گردد. این به شرطی قابل قبول است که فاصله کلی تا نزدیکترین خروج طبقه در محدوده مسیر باشد.

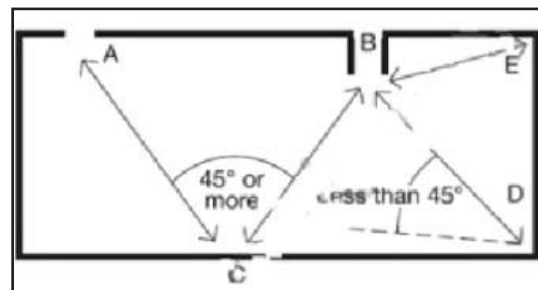
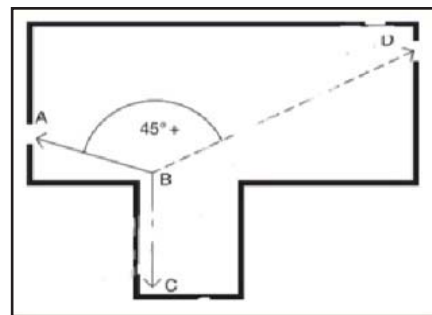
در نظر گرفتن محدودیت در فاصله سفر

در ضوابط تحت عنوان محدودیت‌های مسافت تردد و با ذکر متر از کلی آمده است: حداکثر مسافت تردد در تصرف آموزشی، با شبکه بارنده خودکار ۷۵ متر و بدون شبکه بارنده ۶۰ متر می‌باشد. اما محدود کردن فاصله سفر به معنای در نظر گرفتن محدودیت متر از در مناطق محافظت نشده، می‌تواند در نظر گرفته شود.

پیشنهاد: محل به نسبت امن مزایایی دارد، که عبارت است از:

- زمان سفر محدود می‌شود و قرار نگرفتن در معرض دود ممکن می‌شود.
- اندازه و پیچیدگی محوطه محدود می‌شود.
- ظرفیت فرار کافی جایگزین در فاصله مناسب ارائه می‌شود.
- احتمال قابل مشاهده بودن خروج در طول یک آتش‌سوزی افزایش می‌یابد.
- احتمال آتش‌سوزی‌هایی که در نهان می‌تواند رخ دهد و یا رشد آتش قبل از تشخیص زنگ هشدار کاهش می‌یابد.
- احتمال فرار گرفتن آتش بین فرد و خروج کاهش می‌یابد.
- پیشنهاد محدودیت در فاصله سفر تا نزدیکترین خروج در جدول

باید به بیش از یک پله دسترسی داشته باشد. به این ترتیب از بودن مناطق در شرایط بن بست جلوگیری می‌شود به طوری که درجایی که پله اولی قابل استفاده نیست؛ پله جایگزین در دسترس باشد. به منظور جلوگیری از به دام افتادن افراد توسط آتش یا دود، راه‌های فرار جایگزین از تمام قسمت‌های ساختمان باید وجود داشته باشد. وجود مسیرهای فرار در صورتی که هم‌زمان غیر فعال شود از ارزش کمی برخوردار است. بنابراین راه‌های فرار جایگزین باید معیارهای زیر را برآورده کند: راه‌های فرار باید در جهت ۴۵ درجه یا بیشتر از هم جدا باشد. چنانچه در جهت کمتر از ۴۵ درجه از هم جدا هستند، توسط ساختار مقاوم در برابر آتش از یکدیگر جدا شده باشند. تصویر ۱، نمونه‌ای از زاویه در فاصله سفر و شرایط در دسترس بودن مسیرهای فرار جایگزین را نشان می‌دهد.



تصویر ۱. نمونه‌ای از زاویه در فاصله سفر و شرایط در دسترس بودن مسیرهای فرار جایگزین (آژانس بودجه مدارس، ۲۰۱۴) (آژانس بودجه مدارس، ۲۰۱۴)

رعایت نکات بن بست

ضابطه بن بست: ضابطه بن بست در مقررات ملی بدون هرگونه استثنایی ۶ متر را برای بن بست مجاز دانسته است. درحالی که در حوادث آتش‌سوزی همیشه این احتمال وجود دارد که یکی از مسیرهای فرار توسط آتش، دود و یا بخار صعب‌العبور شود و مردم باید قادر باشند هر جا که آتش رخ دهد به آن پشت کنند و به دور از آن به سمت خروجی نهایی و یا مسیر فرار محافظت شده که



بزرگتر برخی از پله‌های فرار ممکن است به عنوان پله آتش‌نشانی در خدمت آن‌ها باشد. از این رو ممکن است تعداد پله فرار توسط مقررات تحت تأثیر قرار گیرد.

عرض پله فرار

افزون بر ضوابط موجود در مقررات مواردی را در عرض پله می‌توان اضافه کرد:

محاسبه حداقل عرض پله: ظرفیت پله‌ها و خروجی‌ها باید با این فرض محاسبه شود که حداقل یکی از گزینه‌ها بر اثر دود مسدود خواهد شد. و بنابراین هر کس باید بتواند از خروجی باقی‌مانده استفاده کند. هر پله فرار باید به اندازه کافی عریض باشد تا تعداد افراد مورد نیاز برای استفاده از آن در مواقع اضطراری را جای دهد. این عرض به تعداد پله‌های تأمین شده بستگی دارد. مانند طراحی مسیرهای فرار افقی، که در آن حداکثر تعداد افرادی که از پله فرار استفاده می‌کنند، معین نیست. ظرفیت اشغال باید بر اساس عوامل فضای طبقه مناسب محاسبه شود (آژانس بودجه مدارس، ۲۰۱۴).

توجه به نکات طراحی اتاق‌های داخلی

در مورد مطالعه طبقه دوم دو اتاق اداری وجود دارد که دسترسی بسیار پیچیده‌ای به پله اصلی دارد و در صورت مسدود شدن پله فرار در اثر آتش‌سوزی، در عمل امکان فرار وجود ندارد. شرایطی برای این اتاق داخلی در تکمیل موارد یاد شده در ضابطه ذکر می‌شود: اتاقی که تنها راه فرار آن از طریق یک اتاق دیگر باشد، اتاق درونی نامیده می‌شود. در صورتی که آتش در اتاق دیگر (اتاق دسترسی) شروع شود، این فضا در معرض خطر قرار می‌گیرد. چنین آرایش فضایی تنها زمانی قابل قبول است که شرایط زیر فراهم باشد: - ظرفیت افراد اتاق داخلی نباید از ۶۰ نفر تجاوز کند. - اتاق داخلی باید به طور مستقیم وارد اتاق دسترسی شود. (به عنوان مثال، راهرو بین اتاق دسترسی و اتاق درونی نباید وجود داشته باشد).

- مسیر فرار از اتاق داخلی نباید از بیش از یک اتاق دسترسی عبور کند.

- اتاق دسترسی نباید محل خطر ویژه آتش باشد. (اداره بهداشت و ایمنی بریتانیا، ۱۹۹۹)

(شماره ۶) نشان داده شده است. (توجه به این نکته لازم است که تنها فاصله تا نزدیکترین خروجی است که باید محدود باشد. غیر از آن هر خروجی دیگر ممکن است دورتر از فاصله در جدول باشد).

جدول ۶. راهنما برای فاصله سفر مناسب (آژانس بودجه مدارس، ۲۰۱۴)

موقعیت	حداکثر فاصله سفر ممکن	
	بیش از یک جهت	تنه‌ایک جهت (متر)
اماکن با خطر ویژه آتش	۱۸	۹
مناطق با صندلی‌هایی در ردیف	۳۲	۱۵
مناطق ذکر نشده در بالا	۴۵	۱۸
طبقه همکف کوچک مکان‌هایی بایک خروجی	N/A	۲۷

پیشنهاداتی برای طراحی راه‌های فرار عمودی (پله‌ها)

ضابطه تعداد و عرض پله: در تعیین تعداد و عرض پله، ضابطه تأثیر کاهش پله (در اثر مسدود شدن) را در نظر نگرفته است: عرض پله‌ها در ضابطه به اندازه‌ای در نظر گرفته شده است که بار جمعیت بر اساس تعداد پله‌ها تقسیم شود. بنابراین این در زمانی که خروج پله اصلی در اثر آتش‌سوزی مسدود شده باشد، کل جمعیتی که باید از دو پله خروج کند، تنها از یک پله می‌تواند استفاده کند که در بهترین حالت ضابطه تأمین نیمی از جمعیت را توسط پله اضطراری ضروری دانسته که به طور قطع زمان تخلیه را بسیار افزایش می‌دهد (چنانچه وضعیت شبیه‌سازی مؤید این مطلب است).

پیشنهاد: از جنبه‌های مهم استفاده از راه فرار در ساختمان‌های چند طبقه در دسترس بودن تعداد کافی پله فرار است که به اندازه کافی محافظت شده است. در ادامه این بخش به بررسی پله فرار و اقدامات لازم برای محافظت از آن‌ها در انواع ساختمان پرداخته می‌شود.

تعداد پله فرار

افزون بر محدودیت‌هایی که در تعیین تعداد پله فرار مورد نیاز در یک ساختمان (یا بخشی از یک ساختمان) وجود دارد، باید مواردی را در نظر گرفت:

ارائه‌ی عرض کافی برای فرار با این احتمال که دسترسی به پله‌ها ممکن است به دلیل آتش‌سوزی یا دود کم شود. در ساختمان‌های

در چنین مواردی ابزار فرار از دو بخش تشکیل شده است: نخست در مناطق محل اقامت و گردش محافظت نشده و دوم در راه پله محافظت شده (در برخی شرایط راهروهای محافظت نشده).

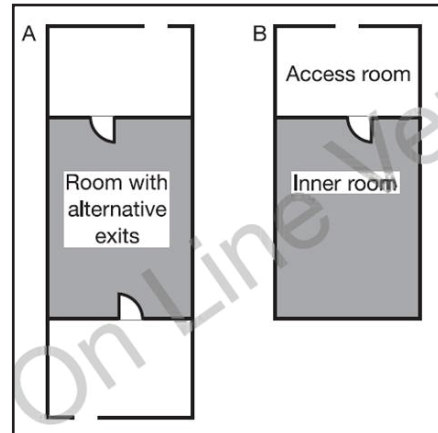
ارائه پناهگاه

در طول یک دوره آتش سوزی توصیه می‌شود که افرادی که تحرکشان مختل شده تا زمانی که بتوانند به بیرون از ساختمان همراهی شوند به یک محل امن مانند پناهگاه راهنمایی شوند. باید یک پناهگاه در هر راه پله محافظت وجود داشته باشد. توجه داشته باشید که انتظار می‌رود که تمام افراد غیر فعال قبل از رسیدن آتش نشانان ساختمان را ترک کرده باشند. پناهگاه مناطق انتظار به نسبت امن برای دوره‌های کوتاه مدت هستند. آن‌ها مناطقی نیستند که در آن افراد معلول به تنهایی به طور نامحدود تا زمان رسیدن کمک توسط آتش نشانان و یا زمان خاموش شدن آتش باقی بمانند. پناهگاه باید برای هر راه پله محافظت شده که خروجی از هر طبقه است، تأمین شود. همه جدارها در پناهگاه باید سطح مناسب از مقاومت در برابر آتش داشته باشد (بیمه آتش سوزی مدارس انگلستان، ص ۱۰، ۲۰۱۲).

توجه: در حالی که یک پناهگاه باید برای هر راه پله ارائه شود، اما به این معنی نیست که پناهگاه لزوماً در محوطه پله واقع شود. آنچه اهمیت دارد این است که بتواند دسترسی مستقیم به پله فرار را فعال کند. تعداد فضاهای پناه نیز الزاماً برابر با مجموع تعداد کاربران صندلی چرخدار که ممکن است در حال حاضر در ساختمان باشند، نیست. پناهگاه به صورت یک بخشی از برنامه مدیریت است و ممکن است که بیش از یک فرد معلول از یک پناهگاه تک استفاده کند که به عنوان بخشی از فرایند تخلیه از آن عبور می‌کند. در تصویر ۳ و تصویر ۴، نمونه‌هایی از پناهگاه رضایت بخش ارائه شده است:

منطقه در هوای آزاد مانند یک سقف مسطح، بالکن، سکو یا محل مشابه؛ به اندازه کافی حفاظت شده (یا دور) از هر گونه خطر آتش سوزی و با ابزار فرار خاص خود تأمین شود.

پناهگاه تشکیل شده توسط محفظه بندی به وسیله دیوار محفظه



تصویر ۲. وضعیت مجاز دسترسی به اتاق داخلی (اداره بهداشت و ایمنی بریتانیا، ۱۹۹۹)

به منظور محافظت از اتاق داخلی یکی از موارد زیر باید انجام شود:
۱- دیوار یا پارتیشن اتاق داخلی باید در ارتفاعی به اندازه حداقل ۰/۵ متر زیر سقف متوقف شود.

۲- یک پانل با دید مناسب اشتراکی بیش از ۰/۱۰ متر مربع باید در درب دیوارهای اتاق درونی قرار داشته باشد، تا اگر آتش در اتاق بیرونی آغاز شد، ساکنان اتاق درونی قادر به دیدن باشند.
۳- در اتاق دسترسی باید یک سیستم تشخیص آتش سوزی و سیستم زنگ خودکار مناسب؛ برای هشدار به افراد اتاق داخلی هنگام بروز حادثه، نصب باشد (آژانس بودجه مدارس، ۲۰۱۴).

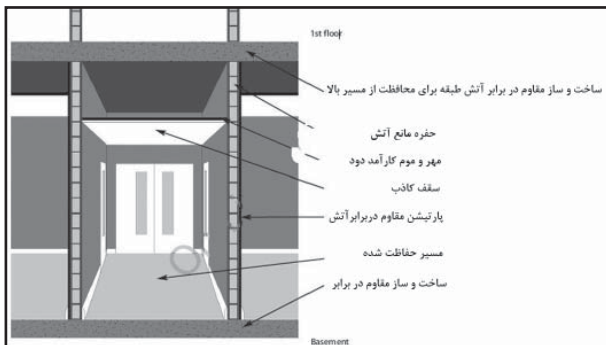
طراحی مناسب فضاهای امن

در ضابطه طراحی فضای امن در خارج از ساختمان دیده شده است. در حالی که یک استراتژی در موارد بحران، قرار گیری افراد ناتوان در فضای امن تا هنگام رسیدن مأمورین آتش نشانی است. بیشتر افراد باید قادر باشند به طور مستقل به ایمنی مسیر فرار محافظت شده و یا خروجی نهایی برسند. با این حال، برخی از مردم، به عنوان مثال کسانی که از صندلی چرخ دار استفاده می‌کنند، ممکن است بدون کمک قادر به استفاده از پله نباشند. برای آن‌ها تخلیه، شامل استفاده از پناهگاه در مسیرهای فرار و یا کمک گرفتن است (اداره بهداشت و ایمنی بریتانیا، ۱۹۹۹).

جایی که فرار مستقیم به یک محل امن امکان پذیر نیست، باید امکان رسیدن به محل به نسبت امن، مانند راه پله محافظت شده، که بر روی یک مسیر به خروج است، در فاصله سفر معقول فراهم باشد.

۱. بخش محافظت نشده از مسیر فرار بخشی است که شخص مجبور است قبل از رسیدن به منطقه خروج نهایی امن یا ایمنی تطبیقی مسیر فرار محافظت نشده، عبور کند.

- جلوگیری از گسترش آتش و دود به راه‌های محافظت شده؛ به عنوان مثال، راهروهای محافظت شده و راه پله.
 - مزوی کردن مناطقی که ارزیابی خطر آن‌ها را به عنوان مناطق خطرناک و عملکردهای مهم مدرسه شناسایی کرده است.
 - محدود کردن آسیب حاصل از یک آتش‌سوزی به مدرسه با استفاده از محدود کردن آتش به محل منبع.
 مقاومت در برابر آتش از منظر این سه عامل تعریف می‌شود: ساختاری^۲، یکپارچگی و یا عایق. بسیاری از نکات قابل توجه در طراحی جزئیات، مربوط به محدود کردن گسترش آتش و دود است. در ادامه به دو روش آن اشاره می‌شود (بیمه آتش‌سوزی مدارس انگلستان، ۲۰۱۲، ۵). در تصویر ۵، نمونه‌ای از طراحی مناسب جزئیات، به منظور کاهش خسارت ارائه شده است. همچنین ترندهایی برای محدود کردن آتش به محل منبع نیز ارائه می‌گردد.



تصویر ۵. نمونه طراحی جزئیات با ساختار مقاوم در برابر آتش (اداره بهداشت و ایمنی بریتانیا، ۱۹۹۹)

استفاده از محفظه بندی

محفظه بندی به عنوان یک مانع گسترش آتش و دود عمل می‌کند. اندازه بندی محفظه‌ها نیز یک درجه از کنترل برای حضور بار آتش‌سوزی در یک محفظه است (که تابع کاربرد اتاق و مساحت طبقه است). از این رو شدت آتش را کاهش می‌دهد (بیمه آتش‌سوزی مدارس انگلستان، ۲۰۱۲).

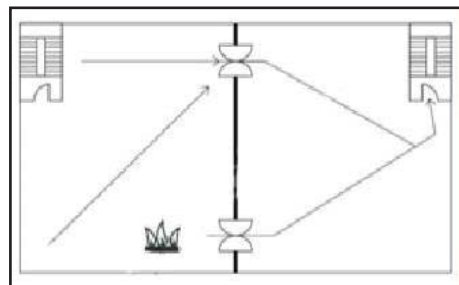
تقسیم کردن راهروها

اگر یک راهرو دسترسی به راه‌های فرار جایگزین را فراهم کند، همواره امکان این خطر که دود در محوطه راه‌های فرار گسترش یافته و قبل از خروج همه سرنشینان هر دو راه صعب‌العبور شود، وجود دارد. برای جلوگیری از این اتفاق، هر راهرو با بیش از ۱۲ متر

به دو پناهگاه تقسیم شده است (راه‌پله‌هایی که فضای صندلی چرخدار ارائه نمی‌کند).

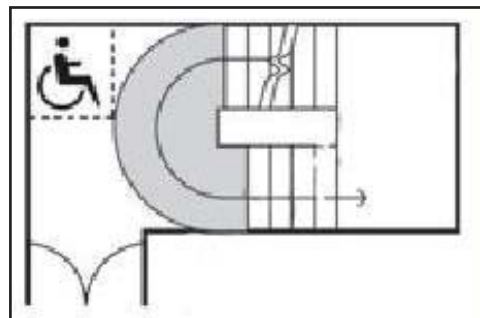
توجه: افرادی که محفظه سمت چپ را اشغال می‌کنند، تا زمانی که وارد محفظه سمت راست شوند، به پناهگاه نمی‌رسند. دو مجموعه در داخل پارتیشن مورد نیاز است چون در شرایطی ممکن است دسترسی به یکی از آن‌ها با آتش مسدود شود.

در تصویر ۲، یک محفظه باکس مانند لابی محافظت شده یا راهرو محافظت شده و در تصویر ۴ راه پله حفاظت شده نشان داده شده است.



تصویر ۳. لابی محافظت شده (اداره بهداشت و ایمنی بریتانیا، ۱۹۹۹)

در پناهگاه تشکیل شده در یک راه‌پله محافظت شده، دسترسی به فضای صندلی چرخدار بر خلاف جریان دسترسی در راه‌پله است (اداره بهداشت و ایمنی بریتانیا، ۱۹۹۹).

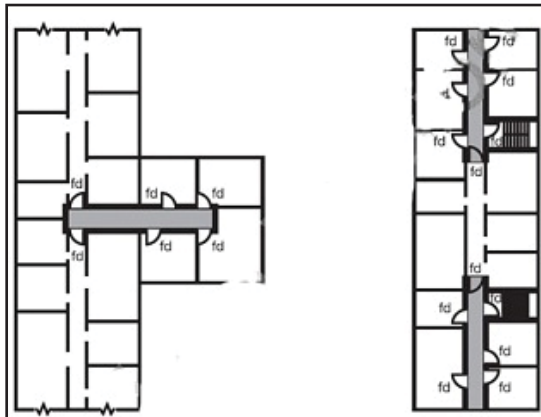


تصویر ۴. راه پله حفاظت شده (اداره بهداشت و ایمنی بریتانیا، ۱۹۹۹)

محدود کردن گسترش آتش و دود در سراسر مدرسه افزون بر طراحی راه‌های فرار و ایجاد پناهگاه مناسب، ضوابط کنترل‌کننده‌ای در زمینه‌ی استفاده از مصالح مقاوم در برابر آتش وجود دارد. نوع مصالح و طراحی جزئیات و نحوه‌ی به‌کارگیری آن را نیز می‌توان به گونه‌ای مؤثر در محدود کردن دود و آتش اجرا کرد. این طراحی باید به سه هدف انجام شود:

2. load bearing

1. Base design for school



تصویر ۷. نمونه نحوه قرارگیری درب‌های خودبسته شو در راهرو (اداره بهداشت و ایمنی بریتانیا، ۱۹۹۹)

نتیجه گیری

ضوابط موجود در زمینه راه‌های ایمنی ساختمان‌ها در برابر آتش، گرچه رهنمودی مناسب برای معماران در جهت طراحی ایمن است، اما بررسی و کنکاش در پیشینه‌ی موضوع پروژه، جای خالی بررسی نتایج و کفایت ضوابط در هنگام استفاده کاربر را نشان می‌دهد. کار مهندسی ایمنی آتش‌نشانی باید در مرحله طراحی اولیه آغاز شود. زیرا الزام‌های ایمنی آتش در طرح و جزئیات ساختمان مؤثر است. به این ترتیب، طراح می‌تواند ویژگی‌های ایمنی آتش را داخل ساختمان بسیار بهتر و با صرفه‌ی اقتصادی بیشتر، ترکیب کند. معمار نیز می‌تواند با در نظر گرفتن ویژگی‌های سایت و از طریق حفاظت فعال و غیر فعال در مورد حفاظت از آتش تصمیم‌گیری نماید.

آیین‌نامه‌های حفاظت ساختمان‌ها در برابر آتش جهت ایمنی به رعایت مواردی چون پیشگیری، شبکه‌های اختاری محافظ، مسیرهای فرار، فضا بندی و اطفای حریق اشاره کرده است، که باید در طراحی آن‌ها را لحاظ نمود.

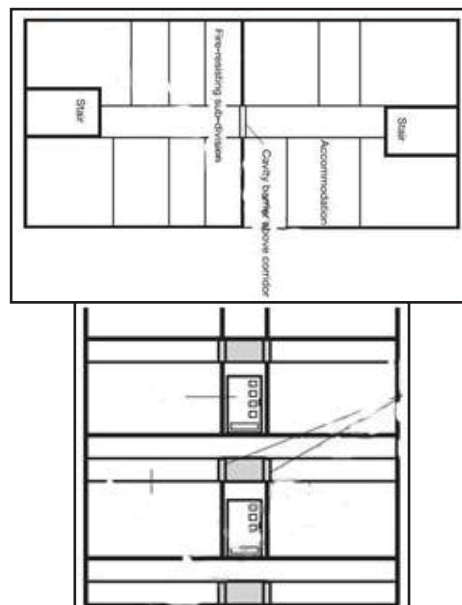
در واقع می‌توان گفت ساختمانی که این موارد در آن رعایت شده باشد، از لحاظ ایمنی در وضعیت مطلوب قرار دارد. اما از آنجا که این ضوابط، موارد حداقلی را مشخص کرده است، در موارد بسیاری به طور کامل و بهینه شرایط ایمنی ساختمان را در بحران آتش‌سوزی تأمین نمی‌کند. از این‌رو، گاه رعایت راهکارهایی فراتر از ضوابط و مقررات در بهینه‌سازی ایمنی ساختمان بسیار مؤثر است که با در نظر گرفتن آن در مراحل آغازین طراحی، می‌توان از حوادث و خسارات آینده پیش‌گیری نمود.

طول که به دو یا چند خروجی در هر طبقه متصل است، باید به وسیله درب آتش خود بسته شو (به همراه دریچه بازدید) تعبیه گردد. درب آتش و هر دریچه بازدید همراه آن باید در راهرو اصلی (با توجه به طرح راهرو و خطرات آتش‌سوزی مجاور) بین دو خروجی طبقه قرارگیرد، تا به طرز مؤثر مسیر را از دود حفاظت کند.

در تصویر ۶، چگونگی اجرا در تقسیم کردن راهرو به تصویر آمده است. جایی که در آن یک حفره در بالای محفظه به هر راهرو وجود دارد، پتانسیل عبور دود از زیر تقسیم، باید با پر کردن موانع حفره، در خط محوطه و در سراسر راهرو محدود شود (آژانس بودجه مدارس، ص ۴، ۲۰۱۴).

هر درب، که می‌تواند یک مسیر برای عبور دود از زیر تقسیم باشد؛ باید خود بسته‌شونده باشد، اما نیاز نیست در برابر آتش مقاوم باشد. اگر یک بخش بن‌بست از راهرو دسترسی به یک نقطه را فراهم می‌کند که راه‌های فرار جایگزین از آن نیز در دسترس هستند، همواره این خطر وجود دارد که دود آتش بتواند قبل از خروج سرنشینان از بن‌بست، هر دو راه را غیر قابل عبور کند. برای جلوگیری از این معضل، هر بن‌بست راهرو با طول بیش از ۴/۵ متر، توسط درب‌های آتش خودبسته‌شو (همراه با صفحه نمایش آن) باید از هر بخش از راهرو جدا شود؛ تا دو جهت فرار فراهم آید.

تصویر ۶ شیوه تقسیم بندی راهروها و تصویر ۷، وجود درب‌های خودبسته‌شو را در دو نمونه راهرو نمایش می‌دهد.

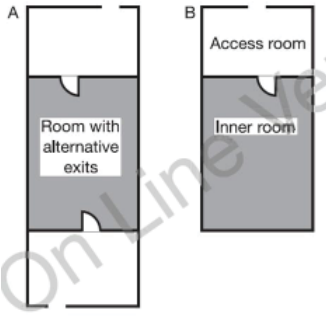
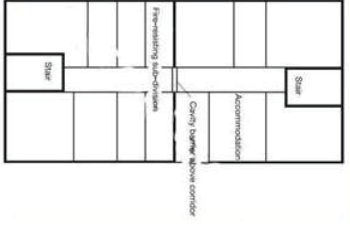


تصویر ۶. نحوه تقسیم کردن راهروها (اداره بهداشت و ایمنی بریتانیا، ۱۹۹۹)

به طور خلاصه مهم ترین راهکارهایی که معماران در طراحی ساختمان‌های آموزشی باید به آن‌ها توجه کنند عبارت است از: استقرار فضاهای آموزشی، طول و عرض مسیرهای دسترس خروج، موقعیت خروج، استقرار و نوع جهت بازشوی درب‌ها، آرایش و موقعیت صندلی‌ها در راهروها، تعداد و موقعیت پنجره و ارتفاع از کف فضا، روشنایی فضاها و نوع مصالح مورد استفاده در جداره‌ها و نازک کاری فضاهایی چون راهروها، سالن‌ها و راه‌های خروج که در ضوابط ساختمانی مربوط آمده است. از سوی دیگر راهکارهایی فراتر از ضوابط مورد نظر است، همچون طراحی بهینه راه‌های فرار، طراحی فضاهای امن و ... که می‌تواند به بهینه سازی شرایط ساختمان در این خصوص کمک نمایند.

در جدول ۷ خلاصه ای از راهکارهای طراحی مؤثر آمده است. تاکنون به این مسئله که آیا کاربران بناها با ویژگی‌های جسمی و رفتاری متفاوت می‌توانند در زمان مناسب ساختمان را ترک کرده و به محل امن بروند، کمتر پرداخته شده است. در پروژه‌های بعدی می‌توان به کارایی ضوابط، براساس ویژگی‌های خاص کاربران فضا به صورت مفصل‌تر پرداخته شود. امید است طراحان و معماران با در نظر گرفتن چنین ضوابط و راهکارهایی در طراحی معماری و تلاش برای به‌کارگیری آن‌ها در اجرا کمک شایانی در افزایش سطح ایمنی ساختمان‌ها داشته باشند.

جدول ۷. خلاصه راهکارهای طراحی معماری و تاثیرات آن‌ها

تصویر	کاهش اثرات	راهکارهای طراحی معماری
	بهبود تخلیه اضطراری	طراحی ابزارهای فرار مناسب در ساختمان
	بهبود تخلیه اضطراری	طراحی موقعیت مناسب برای مسیرهای فرار جایگزین
	بهبود تخلیه اضطراری	رعایت نکات بن بست
	بهبود تخلیه اضطراری	در نظر گرفتن محدودیت در فاصله سفر
	ایجاد شرایط پناه گیری	طراحی مناسب فضاهای امن و پناهگاه
	ایجاد شرایط پناه گیری	توجه به نکات طراحی مناسب اتاق‌های داخلی
	بهبود تخلیه اضطراری	طراحی راه‌های فرار عمودی (پله‌ها)
	محدود کردن گسترش آتش و دود	تقسیم کردن راهروها
	محدود کردن گسترش آتش و دود	محدود کردن گسترش آتش و دود
	محدود کردن گسترش آتش و دود	استفاده از محفظه بندی

منابع

- <http://isau.ir/fa/ManuscriptDetail?mid=11946>
- مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن. (۱۳۸۹) آیین‌نامه محافظت ساختمان ها در برابر آتش (پیشنهادی)، تهران: انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، نشریه شماره ض-۴۴۴، چاپ سوم.
 - میرحسینی، زهره. میراکبری، محمود. (۱۳۸۸) بررسی وضعیت ایمنی در مقابل آتش سوزی کتابخانه های منطقه ۸ دانشگاه آزاد اسلامی، فصلنامه دانش شناسی، دوره دوم، شماره چهارم.
<http://www.magiran.com/view.asp?Type=pdf&ID=761628&l=fa>
 - وزارت راه و شهرسازی، دفتر امور مقررات ملی ساختمان. (۱۳۸۰) حفاظت ساختمان ها در برابر حریق، مبحث سوم مقررات ملی ساختمان، تهران: انتشارات وزارت راه و شهرسازی، دفتر امور مقررات ملی ساختمان.
 - وزارت راه و شهرسازی، دفتر امور مقررات ملی ساختمان. (۱۳۹۲) راهنمای مبحث سوم حفاظت ساختمان ها در برابر حریق، تهران: انتشارات وزارت راه و شهرسازی، دفتر امور مقررات ملی ساختمان.
 - British Insurers. School Arson. (2012). Education under Threat: An Arson Prevention Bureau publication. Available online at www.arsonpreventionbureau.org.uk.
 - Education Funding Agency. (2014). Baseline designs for schools: guidance. UK: Education Funding Agency., Available online at www.gov.uk/government/collections/school-building-design-and-maintenance.
 - Great Britain Home Office Great Britain Health and Safety Executive. (1999). FIRE SAFETY: An employer's guide, London: The Stationery Office, HSE BOOKS
<http://www.education.gov.uk/b00213595/baseline-designs-how-the-designs-address-the-brief/fire-strategy>
 - استولارد، پاول؛ آبرامز، جان. (۱۳۸۷). اصول ایمنی حریق در ساختمان‌ها، ترجمه عبدالصمد زرین قلم و سعید بختیاری. تهران: انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، نشریه شماره ۲۵۴، چاپ چهارم.
 - بختیاری، سعید؛ مجید زمانی، سهیل؛ قاسم زاده، مسعود؛ تسنیمی، عباسعلی. (۱۳۸۹). راهنمای آیین‌نامه محافظت ساختمان ها در برابر آتش. تهران: انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، نشریه شماره گ-۴۴۵، چاپ دوم.
 - بختیاری، سعید. (۱۳۸۵) روش های طبقه بندی مصالح و اجزای ساختمانی از نظر ایمنی در برابر آتش و مقدمه ای بر پوشش های ضد حریق، دومین همایش محافظت ساختمان ها در برابر آتش تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن،
https://www.civilica.com/Paper-CFPB02-CFPB02_010.html
 - شگری، مسعود. شگری، عطیه. رشیدی، مهنوش. (۱۳۹۳) بررسی تاثیر طراحی معماری جهت کاهش خسارات ناشی از حریق در ساختمان ها، دومین کنفرانس ملی مدیریت بحران و HSE در شریان های حیاتی، صنایع و مدیریت شهری، تهران،
https://www.civilica.com/Paper-DMHSE02-DMHSE02_233.html
 - عباسی، محمد. (۱۳۸۵). اصول و مبانی پیشگیری و کاهش خسارت. جزوه آموزشی. شورای برنامه ریزی آموزش، سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران.
 - شمسی، آزاده. میرسعیدی، لیلان. فرخ زاده، کیوان. (۱۳۹۵) بررسی کارآیی راه های خروج ساختمان در تخلیه اضطراری آتش به روش تحلیل نرم افزاری (نمونه موردی: یک مدرسه در تهران)، نشریه علمی - پژوهشی انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران، شماره ۱۲.