ارزیابی و بهسازی ایمنی در برابر آتش برای ساختمان‌های موجود
توسعهٔ یک روش مقرراتی[1]

رامتین خلیلی[3]

پژوهشگر مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران

سعید بختیاری[2]

دانشیار مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران

محمدامین حسین‌پور[4]

دریافت: ۱۳ بهمن ۱۳۹۹
پذیرش: ۲۱ مرداد ۱۴۰۲
(صفحهٔ ۴۵–۵۷)

بختیاری، س.، ر. خلیلی و م.ا. حسین‌پور. ۱۴۰۲. ارزیابی و بهسازی ایمنی در برابر آتش برای ساختمان‌های موجود؛ توسعهٔ یک روش مقرراتی. فصلنامهٔ علمی معماری و شهرسازی *صفه*. ۱۰۳ (۴): ۴۵–۵۷.

کلیدواژگان: ارزیابی خطرپذیری حریق، خطر حریق، خطرپذیری حریق، مدیریت ایمنی حریق، برنامهٔ عملیاتی.

چکیده

آتش‌سوزی همواره یک تهدید بالقوه برای جان و مال ساکنان ساختمان‌هاست. ازاین‌رو برای ایجاد شرایط ایمن در ساختمان‌ها در کشورهای مختلف مقررات و دستورالعمل‌های متعددی تهیه و به کار گرفته می‌شود. در ایران مبحث سوم مقررات ملی ساختمان به موضوع حفاظت در برابر آتش اختصاص دارد. با این‌حال این مبحث، همانند سایر مقررات ملی ساختمان، عمدتاً برای ساختمان‌های جدید به کار می‌رود و ضوابط خاص برای ارزیابی و بهسازی ساختمان‌های موجود در آن وجود ندارد. از طرف دیگر، عمدهٔ ساختمان‌های موجود که قبل از آخرین ویرایش مبحث سوم ساخته شده‌اند، فاقد شرایط مناسب ایمنی در برابر آتش‌سوزی هستند. همچنین تغییرات در ساختمان‌های موجود، ازقبیل تعمیرات، تغییر کاربری، و افزایش بنا، ممکن است موجب کاهش سطح ایمنی آتش‌سوزی در ساختمان شوند. سطح ایمنی مناسب در ساختمان‌های مختلف، با توجه به اهمیت راهبردی و عملکردی بار تصرف ساختمان و سایر شرایط، می‌تواند تغییر کند. ازاین‌رو تدوین روش‌ها و ضوابط خاص برای ارزیابی و بهسازی ایمنی در برابر آتش برای ساختمان‌های موجود با توجه به درجهٔ اهمیت آنها، به‌منظور کاهش خسارات جانی و مالی، از اهمیت زیادی برخوردار است. در این مقاله روشی برای ارزیابی و بهسازی ایمنی در برابر آتش سوزی در ساختمان‌های موجود عرضه شده است. اساس این روش کاربرد اصول ارزیابی خطرپذیری حریق در ساختمان است. بدین منظور، روشی برای امتیازدهی تمهیدات محافظت در برابر آتش بیان شده است. امتیاز تمهیدات در دو گروه ایمنی در برابر آتش و فرار از حریق دسته‌بندی و برای هرکدام، حداقل امتیاز لازم برحسب درجهٔ اهمیت ساختمان تعیین می‌شود. متعاقباً با تعیین احتمال خطر حریق و تبعات احتمالی آن، سطح خطرپذیری تعیین و بر این اساس، برنامهٔ عملیاتی بهسازی طراحی می‌گردد. برای تعیین هریک از سطوح خطر، ممکن است، برحسب اهمیت و پیچیدگی ساختمان، از روش‌های تجویزی یا عملکردی (مهندسی آتش) استفاده شود.

مقدمه

در چند سال گذشته چند حادثهٔ حریق مهم در ساختمان‌های موجود در کشور رخ داد که از این بین باید حوادث دردناک ساختمان پلاسکو و کلینیک سینا را نام برد. حریق ساختمان پلاسکو با ریزش ساختمان و تلفات قابل‌توجه همراه بود و باعث تمرکز بیشتر

۱. تشکر و قدردانی: این پژوهش با حمایت مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی صورت گرفته است که جای تقدیر و تشکر دارد.

۲. نویسندهٔ مسئول
bakhtiariy@bhrc.ac.ir
3. ramtin.khalili@yahoo.com
۴. دانشجوی دکتری معماری، دانشگاه شهید بهشتی، شهرسازی، تهران، ایران
m_hosseinPour@sbu.ac.ir

*. CorresPonding Author: Email Address. bakhtiariy@bhrc.ac.ir

httP://dx.doi.org/10.48308/SOFEH.2023.220505.1010

*. Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

پرسش‌های تحقیق

۱. عوامل و پارامترهای مؤثر برای ارزیابی، درجه‌بندی و بهسازی ایمنی در برابر آتش‌سوزی در ساختمان‌های موجود چیست؟

۲. چگونه می‌توان با تعدیل (Trade off) پارامترهای ایمنی در برابر آتش و با استفاده از روش‌های پایهٔ عملکردی (مهندسی آتش) و علی‌رغم ضعف برخی پارامترها در مقایسه با ضوابط ساختمان‌های جدید، به سطح مناسب ایمنی در برابر آتش دست یافت؟

مسئولین و مردم به ایمنی ساختمان‌ها در برابر آتش شد. خصوصاً نکته‌ای که بیش از همه مورد توجه جامعهٔ مهندسی قرار گرفت، نیاز به وضع مقررات و الزامات برای ارزیابی و بهسازی ساختمان‌های موجود بود.

موضوع ایمنی در برابر آتش، به‌دلایل مختلف، از پیچیدگی‌های خاصی برخوردار است. برای آن دسته از ساختمان‌هایی که با مقررات جدید ساخته شده‌اند، انتظار می‌رود که درصورت تعمیر و نگهداری مناسب از سیستم‌ها، ساختمان سطح قابل‌قبول ایمنی را در برابر آتش دارا باشد. اگرچه در همین ساختمان‌ها نیز «فقدان مدیریت ایمنی در برابر آتش» نقص مهمی محسوب می‌شود. از طرف دیگر، برای ساختمان‌های قدیمی این موضوع صادق نیست؛ زیرا این دسته از ساختمان‌ها در زمانی ساخته شده‌اند که مقررات فعلی نبوده و معمولاً الزامات محافظت در برابر آتش در آنها در سطح مناسبی رعایت نشده است. شایان ذکر است که ویرایش سوم مقررات محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش (ابلاغ‌شده در بهمن سال ۱۳۹۵) نسبت به ویرایش‌های قبلی توسعهٔ قابل‌توجهی یافته که برای ساختمان‌های ساخته‌شده در پیش از آن چنین سطحی از مقررات فراهم نبوده است، بنابراین سیستم‌های نظارتی برای تعیین سطح قابل‌قبول ایمنی و پذیرش مسئولیت آن با مشکلات فنی و حقوقی مواجه هستند و لازم است تا دستورالعمل‌های اجرایی در سطح ملّی برای این موضوع تهیه شود. در این خصوص دسته‌بندی ساختمان‌های موجود از نظر درجهٔ اهمیت و کاربری باید مورد توجه باشد. بدیهی است که ساختمان‌های مهم و با تعداد بهره‌برداران و مراجعان زیاد، باید سطح بالاتری از محافظت را داشته باشند. همچنین تعیین معیارهای ارزیابی و پذیرش (سطوح قابل‌قبول) بر اساس مشخصات ساختمان ضروری است.

به این منظور، نگارندگان به توسعهٔ یک روش ارزیابی و بهسازی ساختمان‌های موجود از نظر خطر حریق را در این مقاله پرداخته‌اند. این روش عمدتاً متکی بر ارزیابی خطرپذیری ساختمان در برابر حریق و رساندن آن به سطح قابل‌قبول است. در این مقاله روش توسعه داده‌شده برای ارزیابی ایمنی در برابر آتش ساختمان‌های موجود توضیح داده می‌شود. در این روش از مکاتب و ادبیات علمی سایر کشورها استفاده شده، اما به‌طورکلی قالب و چارچوب آن منحصربه‌فرد است.

۱. مرور ادبیات علمی

در برخی از مقررات ساختمانی و استانداردهای کشورهای مختلفْ روش‌ها و ضوابطی برای بهبود عملکرد ساختمان‌های موجود در مواجه با خطر آتش‌سوزی وضع شده است. در دستورالعمل NFPA 101[۵] ضوابط محافظت در برابر آتش به‌تفکیک تصرف‌ها برای هردو گروه ساختمان‌های از قبل موجود و جدید بیان شده است. درعین‌حال، بخش عمدهٔ این ضوابط تقریباً معادل با همان ضوابط ساختمان‌های جدید نوشته شده‌اند و به‌لحاظ عملیاتی برای ساختمان‌های قدیمی در ایران قابل‌کاربرد نیست. درعین‌حال در مدرک NFPA 101A[۶] روش شاخص خطرپذیری برای تعیین خطرپذیری ساختمان در برابر آتش عرضه شده است. در این روش کیفی پارامترهای مختلف مؤثر بر ایمنی ساختمان برای انواع تصرف‌های مختلف مشخص و امتیازدهی شده است. بدین منظور، فهرست‌های بازبینی[۷] امتیازدهی برای هر نوع تصرف خاص عرضه شده است. این امتیازات در قالب چند مشخصه نظیر ایمنی کلی ساختمان، قابلیت خروج، اطفای مؤثر، و مهار آتش، با حداقل مقادیر الزامی برای نوع تصرف مورد نظر مقایسه می‌شود.

در دستورالعمل IFC[۸] ضوابطی برای ساختمان‌های موجود مشخص و درعین‌حال ذکر شده که مقررات IFC یا مقررات زمان ساخت ساختمان، هرکدام که سخت‌تر است، باید رعایت شود. در این دستورالعمل، ضوابط امکان انتقال پیام رادیویی، عملکرد آسانسور، گشودگی‌های قائم، آتریوم‌ها، پلکان برقی، لوله‌های آتش‌نشانی و اسپرینکلر[۹]، و کشف و اعلام حریق و راه‌های خروج برای ساختمان‌های موجود گفته شده است.

در ضوابط کد IEBC[۱۰] برای ایمنی در برابر آتش ساختمان‌های موجود، دامنهٔ کاربرد شامل تغییرات، تعمیرات، تغییر تصرف یا اضافه کردن به مساحت یا طبقات بنا بیان شده است. در اینجا چند راه حل با عنوان روش‌های قابل‌قبول برای تطبیق داده شده است که شامل تطبیق با کدهای تجویزی (عمدتاً IFC) و تطبیق با ضوابط تدوین‌شده در فصول مشخص برای تغییرات یا تعمیرات در منطقهٔ کار[۱۱] است. در این دستورالعمل تغییرات در سه سطح تعریف شده است. برای هر سطح تغییراتْ دستورالعمل‌های الزامی بهسازی مشخص شده است که عمدتاً شامل ضوابط مصالح جدید و بهسازی در همان منطقهٔ کاری است. همچنین اجازه برای تطبیق عملکردی داده شده که شامل مقاوم‌سازی در برابر آتش، سیستم‌های کشف و اعلام، و راه‌های خروج است.

پس از ابلاغیهٔ اصلاح مقررات ایمنی در برابر آتش بریتانیا در سال ۲۰۰۵، مؤسسهٔ استاندارد بریتانیا در سال ۲۰۰۷ راهنما و روشی پیشنهادی برای ارزیابی خطرپذیری حریق را در اختیار عموم قرار داد.[۱۲] در این راهنما پس از تعریف مفاهیم اصلی خطر[۱۳] و خطرپذیری حریق[۱۴]، روشی کلی برای ارزیابی خطرپذیری ساختمان‌ها بیان شده است. در این راهنما فهرست‌های مشخصی برای مراحل مختلف ارزیابی ساختمان آورده شده که به‌منظور ارزیابی کیفی خطرپذیری ساختمان‌های جدید و موجود و بهسازی متناسب با آن قابل‌کاربرد است.

کنفدراسیون انجمن‌های اروپایی محافظت در برابر آتشْ یک روش کیفی برای ارزیابی خطرپذیری ساختمان در برابر آتش عرضه کرده است.[۱۵] در این مدرک به‌صورت بسیار کلی خطرپذیری به‌مثابهٔ تابعی از حاصل‌ضرب سطح مخاطرات و در معرض قرارگیری تعریف‌شده و یک فرایند کیفی برای ارزیابی و طبقه‌بندی عرضه گردیده است.

چو مروری کوتاه بر مشکلات ساختمان‌های موجود قدیمی در هنگ‌کنگ کرده است. هنگ‌کنگ جزو کشورهایی با بیشترین ساختمان‌های بلندمرتبه است. با توجه به حوادث شدید حریق در تعدادی از این ساختمان‌ها، دولت هنگ‌کنگ در سال ۲۰۰۴ برنامه‌ای برای بهسازی ساختمان‌های موجود،

5. NFPA 101, "Life Safety Code". National Fire Protection Association, USA, 2018.
6. NFPA 101A, "Guide on Alternative aPProaches to life safety", National Fire Protection Association, USA, 2019.
7. check lists
8. International Code Council, "International Fire Code", USA, 2018.
۹. دستگاه آتش‌نشانی پاشندهٔ اتوماتیک آب
10. International Code Council, "International Existing Building Code", ICC, USA, 2018.
11. Work Area
12. British Standard Institute, P*AS 79: Fire Risk Assessment – Guidance and a Recommended Methodology*. UK, 2007.
13. Hazard
14. Fire Risk
15. EuroPean Guideline, "Qualitative Fire Risk Assessment", CFPA E, no.4 (2010).

که قبل از سال ۱۹۸۷ ساخته شده بودند، وضع کرد، اما، به‌علت فقدان سیستم‌های مناسب ایمنی حریق در این ساختمان‌ها و پیچیدگی تطبیق با مقررات جدید، این برنامه با مشکلات زیادی مواجه شد. چو برای حل این مشکل، یک روش محافظت در برابر آتش کل‌نگر[۱۶] شامل هر دو روش تجویزی و عملکردی را پیشنهاد می‌کند که در آن از روش‌های تجویزی، مدل‌سازی، و روش‌های دیگر برای رسیدن به سطح مناسب ایمنی در برابر آتش استفاده شود،[۱۷] اما الگوی کاربردی خاصی را معرفی نکرده است. سیو مینگ‌لو نیز این مسئله را بررسی کرده است. وی ایراد روش تجویزی برای بهسازی در ساختمان‌های موجود را متذکر شده و درعین‌حال روش عملکردی یا مهندسی آتش را نیز برای بسیاری از ساختمان‌ها دشوار می‌داند. بنابراین ضمن تأکید بر استفاده از یک روش جامع‌نگر، توسعه و کاربرد یک روش ارزیابی خطرپذیری توأم با امتیازدهی یا درجه‌بندی را مطرح می‌کند. او توسعهٔ یک چارچوب ارزیابی را به‌این‌صورت پیشنهاد داده که شاخص‌های متعدد ایمنی در برابر آتش فهرست‌بندی شوند و در یک پانل تخصصی در قالب یک ماتریس برای هرکدام وزن‌دهی صورت گیرد.[۱۸]

چین و همکاران با بررسی آماری حوادث حریق در تایوان، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رخداد حریق در ساختمان‌های مسکونی را بررسی کردند. به‌منظور کاهش تعداد حوادث و همچنین کنترل تلفات ناشی از آتش‌سوزی، راهبردهای متناسب با عوامل وقوع آتش اتخاذ شده است. این استراتژی‌ها شامل ارتقای تدابیر پیشگیرانهٔ حریق، جلوگیری از آتش‌سوزی تعمدی، آموزش عمومی و نیروهای امدادی، و بازنگری در مقررات است.[۱۹]

پتریس دروکیس مشکلات مشابه در لتونی را تحلیل کرده است. وی فرسوده شدن سیستم‌ها، تعویض مصالح و سیستم‌ها به‌صورت نامناسب، و افزایش جمعیت سالخورده نیازمند به دسترس‌پذیری را ازجمله دلایل افزایش مشکلات ایمنی در ساختمان‌های موجود برشمرده است.[۲۰] به همین دلیل، پارلمان لتونی در سال ۲۰۱۳ اجباری کردن تعمیر و نگهداری ساختمان‌ها را در فهرست مسئولیت‌های شهروندی تصویب کرده است و برای ارزیابی ایمنی و عملکرد ساختمان بر اساس الزامات اساسی، استفاده از یک روش ارزیابی خطرپذیری را پیشنهاد داده است.[۲۱]

نگارندگان مقالهٔ حاضر در مقاله‌ای دیگر[۲۲] به کمک یک رویکرد ریسک‌محور به ارزیابی خطرپذیری آتش در ساختمان‌های موجود پرداخته‌اند که بر اساس آن، عواملی مانند وضعیت کمّی و کیفی راه‌های خروج، سیستم‌های تشخیص و اعلام حریق، و محفظه‌بندی آتش از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر خطرپذیری آتش در ساختمان‌های موجود شناسایی شدند.

در نوشتار پیش رو برای در نظر گرفتن سایر اقدامات ایمنی، ازجمله اقدامات پیشگیرانه و مدیریتی، یک سیستم تجزیه‌وتحلیل کیفی خطرپذیری آتش برای کل ساختمان توسعه داده می‌شود که با امتیازدهی به عوامل مؤثر در هنگام آتش‌سوزی، سطح خطرپذیری آتش در ساختمان‌های مختلف پیش‌بینی خواهد شد.

در ایران، مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان[۲۳] به مقررات محافظت در برابر آتش برای ساختمان‌های جدید اختصاص دارد. این مقررات از جنبهٔ تدابیر محافظتی و سطح انتظار از ساختمان جدید یک مدرک باارزش است، اما تطبیق ساختمان‌های موجود با آن عمدتاً، به‌علت محدودیت‌های فیزیکی یک ساختمان ساخته‌شده، امکان‌پذیر نیست. بنابراین برای هدف بهسازی از نظر ایمنی در برابر آتش به یک سیستم ارزیابی خطرپذیری، موازنهٔ انتظارات، و تا حد امکان امتیازدهی نیاز است که با یک چارچوب تجویزی تفاوت دارد. با مطالعات انجام‌شده، دستورالعمل مورد نیاز برای این موضوع تدوین شد که در ادامه توضیح داده می‌شود.

16. Total Fire Safety System
17. W.K. Chow, "ON THE FIRE SAFETY REQUIREMENTS FOR EXISTING OLD BUILDINGS". *Int. J. on Eng. Performance-based Fire Codes*, vol. 9, no. 1 (2007): 31-37.
18. Siu Ming Lo, "A Building Safety InsPection System for Fire Safety Issues in Existing Buildings". *Structural Survey*, vol. 16, no. 4 (1998): 209-217.
19. S.W. Chien, Y.Y. Chenb, L. ChingYuan, T.S. Shena and P.T. Huanga, "UPgrading Fire Safety Strategies for the Existing Non-residential OccuPancies in TaiPei City", *Procedia Engineering*, vol. 62 (2013): 1096-1103; S.W. Chien, G.Y. Wu, "The Strategies of Fire Prevention on Residential Fire in TaiPei", *Fire Safety J*. vol. 43, issue 1 (2008): 71-76.
20. P. Druķisa, L. Gailea and L. Pakrastiņša, "InsPection of Public Buildings Based on Risk Assessment". *Procedia Engineerin*g, Vol. 172 (2017): 247-255.
21. Ibid
22. S. Bakhtiyari, R. Khalili, and M. HosseinPour. "A Risk-based APProach for Assessment and ImProvement of Fire Safety in Existing Buildings". *////*, 23 (2022), 391-404.

تحلیل احتمالی و تعیّنی دو رویکرد متداول در ارزیابی خطرپذیری آتش هستند. سیستم‌های تعیّنی بر اساس سناریوهای از پیش مشخص‌شده پیش‌بینی و تعیین می‌شوند. در یک رویکرد تعیّنی مهندسی آتش بدترین سناریوها مد نظر قرار می‌گیرد و در مقابل عملکرد سامانه‌های ایمنی مانند اسپرینکلرها و سیستم کشف حریق بدون خطا در نظر گرفته می‌شود. با توجه به تعیّنی بودن این روش، هیچ‌گونه عدم قطعیتی در محاسبات در نظر گرفته نمی‌شود. در مقابل در رویکردهای مهندسی ایمنی آتش احتمالی، همهٔ سناریوهای موجود را در نظر می‌گیرند و به عواقب احتمال وقوع آنها توجه می‌کنند.[۲۴] سیستم‌های احتمالی شامل درجه‌ای از عدم قطعیت در پیش‌بینی رفتار متغیرها و اجزای مختلف سیستم و به‌طورکلی رفتار کلی سیستم می‌شود. این امر با تعریف احتمال وقوع تعیین‌شده برای اجزای مختلف سیستم و تعامل احتمالی بین آنها اتفاق می‌افتد. واتز و هال[۲۵] روش‌های تحلیل ریسک آتش به چهار دستهٔ مختلف طبقه‌بندی کرده‌اند: روش روایتی، روش فهرست بازبینی، روش نمایه‌سازی، و روش احتمالی. روش‌های اول تا سوم روش‌های کیفی یا نیمه‌کمّی هستند، درحالی‌که روش احتمالی دارای ماهیت کمّی است و جزئیات دقیق‌تری در خصوص ارزیابی کمّی ریسک آتش در ساختمان فراهم می‌کند. در روش احتمالیْ داده‌ها، روابط ریاضی، و فرضیات مختلف و رابطهٔ آنها در توزیع ریسک بررسی می‌شود.[۲۶] اطلاعات مورد نظر در روش احتمالی می‌تواند بر اساس آمارهای محلی و جهانی مبتنی بر وقایع آتش‌سوزی و یا قضاوت‌های مهندسی استفاده شود.

مزیت روش‌های تعیّنی تحلیل ریسکْ تسهیل روند تصمیم‌گیری در آنهاست. محاسبات معمولاً ساده و مستقیم هستند و نتایج خروجی پاسخ مستقیمی برای سیستم تعیین می‌کند و معمولاً نتایج به‌صورت ایمن یا غیرایمن بودن سیستم تعیین می‌شود. با اینکه گزینه‌هایی برای تحلیل عدم قطعیت در این‌گونه روش‌ها نیز وجود دارند، روش‌های تعیّنی تصویر کاملی از شرایط خطرپذیری آتش به ما نمی‌دهند. یک رویکرد تعیّنی معمولاً نیاز به متخصص تحلیل ریسک ندارد و می‌تواند به‌دست یک طراح با دانش مهندسی خوب نیز انجام شود.

۲. روش تحقیق

این مطالعه به‌منظور ارزیابی و بهسازی ایمنی در برابر آتش برای ساختمان‌های موجود و عرضهٔ یک روش مقرراتی در سطح ملّی برای کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌های موجود در برابر خطر آتش‌سوزی انجام شده است. این تحقیق با بررسی و مطابقت مطالعات مشابه و مقررات و آیین‌نامه‌های تدوین‌شده در کشورهای مختلف صورت گرفته و بر این اساس پارامترهای مؤثر در تعیین خطرپذیری ساختمان‌ها در برابر آتش استخراج شده است. این پارامترها در قالب پرسش‌نامه‌ای توسط تیم تحقیق مدوّن و به‌منظور کسب نظر کارشناسان و خبرگان در خصوص تعیین میزان کمّی و کیفی تأثیر آنها بر ارزیابی خطرپذیری آتش ارسال شد. سپس با بررسی مجدد پرسش‌نامه‌ها، گزارش نهایی که شامل وزن‌دهی به پارامترهای مختلف در تعیین خطرپذیری آتش در دو شاخص «محافظت در برابر آتش» و «ایمنی خروج» است، در محاسبهٔ امتیاز ایمنی ساختمان موجود (جدول‌های ۱ و ۲) اعمال گردید. در ادامه نحوهٔ امتیازدهی شرح داده می‌شود.

محاسبهٔ امتیاز ایمنی ساختمان: امتیاز کسب‌شده در هر دو شاخص ذکرشده، با استفاده از پارامترهای ایمنی حریق تعیین‌شدهٔ حاصل از بررسی نظرات کارشناسان تعیین می‌گردد. در «جدول‌های ۱ و ۲» نحوهٔ امتیازدهی و وزن (درصد) هریک از پارامترها برای هر شاخص مشخص شده است. همان‌طور که در جدول‌ها نیز مشخص است، امتیازهای بعضی از پارامترها

۲۳. دفتر تدوین مقررات ملّی ساختمان، *مبحث سوم: محافظت در برابر آتش، ویرایش سوم* (انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۵).

۲۴. نک:
British Standards Institution. *PD 7974–7:2003 – APPlication of Fire Safety Engineering PrinciPles to the Design of Buildings–Part 7: Probabilistic Risk Assessment* (London: BSI, 2003), 1-80.

25. Hall JR Watts JM, "Introduction to Fire Risk Analysis", in *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering* (New York: SPringer, 2016), 2817-2826.

۲۶. نک:
GV. HadjisoPhocleous and Z. Fu. "Literature Review of Fire Risk Assessment Methodologies". *International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes*, 6(1) (2004).

فقط در تعیین امتیاز یک شاخص مؤثر است و برخی از پارامترها نیز به‌صورت الزامی باید در هردو شاخص از سطح تعیین‌شده کمتر نباشند.

محاسبهٔ حداقل امتیاز قابل‌قبول: حداقل امتیاز قابل‌قبول با توجه به درجهٔ اهمیت ساختمان و بر اساس پرسش‌نامه‌ها تعیین شد (جدول ۳).

درصورتی‌که امتیاز هر ساختمان، با توجه به درجهٔ اهمیت آن، بیشتر یا مساوی با حداقل امتیاز قابل‌قبول مشخص‌شده در «جدول ۲» باشد، خطرپذیری آتش در شاخص مورد نظر، قابل‌قبول و در غیر آن لازم است تا با اعمال برنامه عملیاتی ایمنی و تکرار این روند، ارزیابی مجدد انجام گیرد تا به سطح ایمنی قابل‌قبول در ساختمان دست یابیم.

درجه اهمیت ساختمان	محافظت در برابر آتش	ایمنی خروج
ویژه	۳۸	۵۰
زیاد	۲۵	۴۵
متوسط	۲۰	۲۸
کم	۱۵	۱۵

جدول ۱ (پایین راست). جدول وزن‌دهی به پارامترهای مؤثر بر خطرپذیری آتش در ساختمان (شاخص محافظت در برابر آتش)، تدوین: نگارندگان.
جدول۲ (پایین چپ). وزن‌دهی به پارامترهای مؤثر بر خطرپذیری آتش در ساختمان (شاخص ایمنی خروج)، تدوین: نگارندگان.
جدول ۳(بالا، چپ). حداقل امتیاز لازم برای ایمنی ساختمان و راه‌های خروج در برابر آتش بر حسب درجه اهمیت ساختمان، تدوین: نگارندگان.

۳. چارچوب کلی مقررات ارزیابی و بهسازی ساختمان‌های موجود در برابر آتش

به‌منظور ارزیابی و بهسازی ساختمان‌های موجود از نظر ایمنی در برابر آتش، یک چارچوب شامل روش تجویزی برای شرایط مشخص، دیدگاه ارزیابی، و کاهش خطرپذیری پیاده‌سازی شد. ازآنجاکه ساختمان‌های مختلف از جنبه‌های مختلف (مانند ابعاد ساختمان، تعداد و نوع متصرفین، اهمیت استراتژیک،

پارامتر	عنوان	ویژه	زیاد	متوسط	کم
P1	مشخصات کالبدی بنا	۸٫۱	۸٫۰	۱۰٫۷	۱۱٫۹
P2	سیستم‌های کشف و هشدار حریق	۱۲٫۱	۱۲٫۱	۱۶٫۸	۱۷٫۰
P3	راه‌های خروج و فرار از ساختمان	۸٫۷	۸٫۶	۷٫۶	۴٫۲
P4	واکنش مصالح نازک‌کاری در برابر آتش	۲٫۹	۲٫۹	۳٫۸	۴٫۲
P5	رفتار نما در برابر آتش	۷٫۲	۷٫۲	۶٫۷	۷٫۴
P6	سازه و ساختار باربر	۷٫۲	۷٫۲	۶٫۷	۴٫۲
P7	منطقه‌بندی حریق	۱۱٫۵	۶٫۹	۷٫۶	۸٫۵
P8	جداسازی فضاهای مستقل	۱٫۲	۶٫۲	۹٫۹	۱۰٫۲
P9	دوربندی گشودگی‌های قائم	۴٫۰	۴٫۰	۵٫۴	۴٫۲
P10	درهای راه‌های خروج	۹٫۸	۹٫۸	۱۰٫۳	۹٫۷
P11	سیستم اطفای حریق خودکار و شبکهٔ آب آتش‌نشانی	۹٫۴	۹٫۳	۶٫۷	۹٫۱
P12	خدمات آتش‌نشانی	۲٫۹	۲٫۹	۳٫۹	۴٫۲
P13	آسانسور و لابی دسترس آتش‌نشان	۱۰٫۴	۱۰٫۳	۰٫۰	۰٫۰
P14	سیستم کنترل دود	۴٫۶	۴٫۶	۳٫۹	۵٫۲

پارامتر	عنوان	ویژه	زیاد	متوسط	کم
P1	مشخصات کالبدی بنا	۶٫۱	۶٫۱	۸٫۳	۹٫۳
P2	سیستم‌های کشف و هشدار حریق	۹٫۲	۹٫۲	۱۳٫۰	۱۳٫۳
P3	راه‌های خروج و فرار از ساختمان	۳۰٫۷	۳۰٫۵	۲۸٫۴	۲۴٫۷
P4	واکنش مصالح نازک‌کاری در برابر آتش	۲٫۲	۲٫۲	۳٫۰	۳٫۳
P5	رفتار نما در برابر آتش	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۲	۵٫۸
P6	سازه و ساختار باربر	۵٫۵	۵٫۵	۵٫۲	۳٫۳
P7	منطقه‌بندی حریق	۸٫۸	۵٫۲	۵٫۹	۶٫۷
P8	جداسازی فضاهای مستقل	۰٫۸	۴٫۶	۷٫۷	۸٫۲
P9	دوربندی گشودگی‌های قائم	۳٫۱	۳٫۱	۴٫۱	۳٫۳
P10	درهای راه‌های خروج	۷٫۴	۷٫۴	۸٫۰	۷٫۶
P11	سیستم اطفای حریق خودکار و شبکهٔ آب آتش‌نشانی	۷٫۱	۷٫۱	۵٫۲	۷٫۲
P12	خدمات آتش‌نشانی	۲٫۲	۲٫۲	۳٫۰	۳٫۳
P13	آسانسور و لابی دسترس آتش‌نشان	۷٫۹	۷٫۹	۰٫۰	۰٫۰
P14	سیستم کنترل دود	۳٫۵	۳٫۵	۳٫۰	۴٫۰

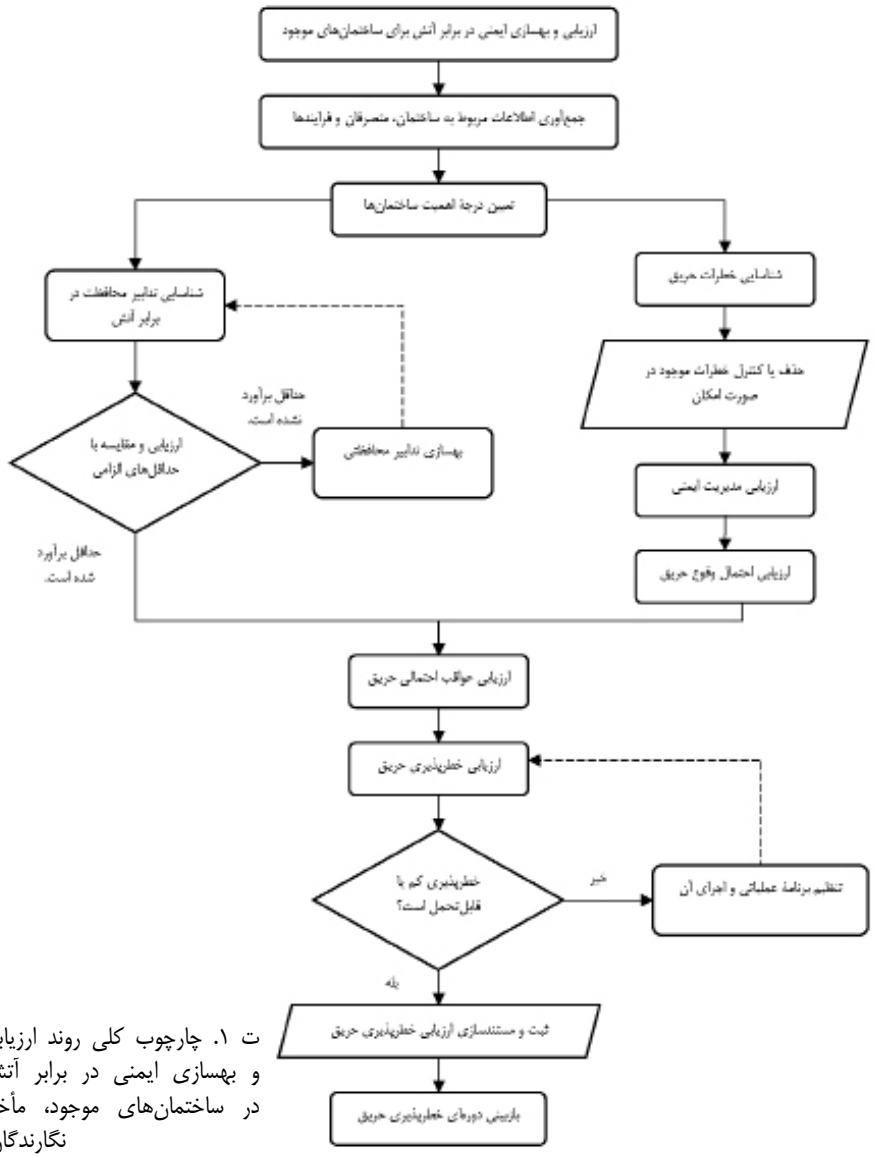
سرویس‌دهی حیاتی به جامعه، و ...) متفاوت هستند، میزان خطرپذیری مورد انتظار نیز در آنها باید متفاوت باشد. بنابراین نیاز به تعریف سیستم طبقه‌بندی اهمیت ساختمان است.

در ادامه چارچوب روش ارزیابی و بهسازی توضیح داده می‌شود: در گام نخست، اطلاعات مرتبط ساختمان ازقبیل نقشه‌ها، سن ساختمان، مصالح و جزئیات نازک‌کاری و اجرایی، عوامل و فرایندهای خطرزا، نوع و تعداد متصرفین جمع‌آوری می‌شود. سپس درجهٔ اهمیت ساختمان با توجه به مشخصات و کاربری ساختمان تعیین می‌شود. در گام بعد، با توجه به درجهٔ اهمیت ساختمان، تدابیر محافظتی موجود ارزیابی و امتیازدهی می‌شود. امتیاز این تدابیر به دو شاخص ایمنی خروج و محافظت در برابر آتش تقسیم و برای هرکدام از آنها برحسب درجهٔ اهمیت ساختمان یک امتیاز حداقل خواسته می‌شود. درصورت عدم کفایت ایمنی، لازم است تدابیر محافظتی ارتقا یابد. از سوی دیگر، خطرات حریق، که در نقشه‌های ساختمان و بازرسی‌ها قابل‌شناسایی است، درصورت امکان کنترل یا حذف می‌شوند. در این مرحله خطر و عواقب ناشی از هر حادثهٔ آتش‌سوزی، با فرض بهسازی تدابیر محافظتی تا سطح قابل‌قبول، ارزیابی و بر این اساس خطرپذیری ساختمان به‌صورت کیفی مشخص می‌شود. با توجه به سطح خطرپذیری، نیاز به بهسازی بیشتر بررسی می‌شود. در «ت ۱» چارچوب کلی روند ارزیابی و بهسازی ایمنی در برابر آتش در ساختمان های موجود نشان داده شده است.

۴. درجه‌بندی اهمیت ساختمان‌ها

اهمیت ساختمان‌ها با توجه به عوامل ارتفاع، مساحت، ابعاد مختلف اهمیت ازجمله اجتماعی و راهبردی، و نیز تعداد متصرف‌ها و نوع کاربری ساختمان‌ها در چهار سطح ویژه، زیاد، متوسط، و کم درجه‌بندی شد:

ـ اهمیت ویژه: ساختمان‌هایی که کارکرد بی‌وقفهٔ آنها برای امنیت و ایمنی جانی و مالی جامعه ضروری است، مانند ساختمان‌های فرماندهی مدیریت بحران، ساختمان‌های



ت ۱. چارچوب کلی روند ارزیابی و بهسازی ایمنی در برابر آتش در ساختمان‌های موجود، مأخذ: نگارندگان.

راهبردی حکومتی، نیروگاه‌ها، بیمارستان‌ها.

ـ **اهمیت زیاد:** ساختمان‌های پیچیده یا دارای ارتفاع یا مساحت زیاد (بیش از ۱۰ طبقه روی تراز زمین یا بیش از ۵۰۰۰ متر مربع)، یا دارای ارزش ملّی یا ساختمان‌هایی که تعداد متصرف‌های زیادی را در بر می‌گیرند و در گروه ویژه قرار ندارند، مانند مگامال‌ها، سالن‌های بزرگ سینما، مدارس، و مراکز درمانی فاقد اورژانس و جراحی.

ـ **اهمیت متوسط:** محل تجمع و یا استقرار جمعیت ۲۰ تا ۲۵۰ نفر، ساختمان‌های مسکونی با حداکثر ۹ طبقه روی تراز زمین و حداکثر ۵۰۰۰ متر مربع زیربنا و برای ساختمان‌های سایر تصرف‌ها با ۳ تا ۵ طبقه ارتفاع از روی زمین و حداکثر زیربنای ۲۰۰۰ مترمربع که در صورت شکست، خطر خسارت ناشی از آن به جان و سلامت افراد و محیط زیست و یا خسارات اقتصادی در حد متوسط است.

ـ **اهمیت کم:** ساختمان‌هایی با مساحت و ارتفاع و تعداد متصرف کم (حداکثر ۵ طبقه روی تراز زمین و کمتر از ۲۰۰۰ متر مربع) که در صورت شکست، خطرپذیری اندکی به سلامت افراد، محیط زیست، یا اقتصاد وارد می‌کنند.

۵. ارزیابی و بهسازی ایمنی حریق در ساختمان

۵. ۱. ارزیابی خطرپذیری حریق

برای ارزیابی خطرپذیری حریق مراحلی به این شرح باید صورت گیرد:

۵. ۱. ۱. تهیهٔ اطلاعات ساختمان، فرایندها، و متصرف‌ها

در مرحلهٔ اول باید اطلاعات مربوط به مشخصات ساختمان و فرایندهای موجود در آن و متصرف‌ها تهیه شود. ابعاد ساختمان، تعداد طبقات بالا و زیرزمین، مساحت طبقات، نوع فضاها، و کاربری‌ها باید شناسایی شود. نقشه‌هایی چون نقشهٔ ساخت در حد نیاز باید تهیه شود. اطلاعات مربوط به متصرفان و بهره‌بردار ساختمان، مخصوصاً آنهایی که به‌طور خاص در هنگام حریق بیشتر در معرض خطر هستند، لازم است. مشخصات سازه و مصالح به‌کاررفته در ساختمان، وسایل و سیستم‌های تأسیساتی، وضعیت تجهیزات ایمنی حریق، و تاریخچه و سوابق آتش‌سوزی در ساختمان در صورت وقوع باید بررسی و مستندسازی شود. وضعیت فضاهای پنهان مانند شفت‌ها و فضاهای کاذب یا سطوحی، که پوشیده شده‌اند، همیشه عامل مهمی در آتش‌سوزی و البته بسیار دشوار برای شناسایی است. اطلاعات این قسمت‌ها باید حتی‌الامکان به‌دست آید. ارزیاب در این قسمت نیاز به یک شناخت نسبی خوب از مصالح و اجزای ساختمان و چگونگی رفتار آنها در برابر آتش دارد.

۵. ۱. ۲. شناسایی مخاطرات حریق و راه‌های حذف یا کنترل

هدف از ارزیابی مخاطرات حریقْ شناسایی منابع احتمالی افروزش آتش، مواد و مصالح، جانمایی، و شرایط مختلفی است که ممکن است باعث وقوع آتش‌سوزی، بدون توجه به احتمال آن شود. به کمک این اطلاعات می‌توان خطرات احتمالی ناشی از وقوع حریق با توجه به منبع آن، مواد قابل‌سوختن و ساختار ساختمان، و نحوهٔ رشد و انتشار آتش را برآورد و پیش‌بینی کرد. روش‌ها و ابزارهای مختلفی برای شناسایی مخاطرات حریق وجود دارد که ازجمله می‌توان به فهرست‌های بازبینی، بازدیدهای میدانی، و جمع‌آوری اطلاعات اشاره کرد.[۲۷] علاوه بر این، ملاحظات مخاطرات حریق نباید فقط به موارد مربوط به منبع افروزش محدود شود. وضعیت‌هایی مانند نگهداری و خانه‌داری ضعیف و انبار کردن مواد و ضایعات قابل‌اشتعال می‌تواند منجر به وقوع حریق شوند.

راه‌های کنترل یا حذف خطرات آتش‌سوزی را می‌توان در

۲۷. نک:
B. Meacham, "Building Fire Risk Analysis", in *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering* (New York: SPringer, 2015).

دو فاز مشخص سیاست‌گذاری و عملیاتی در نظر گرفت. در فاز سیاست‌گذاری که عمدتاً به مسائل مدیریت ایمنی حریق مرتبط می‌شود، با اتخاذ تدابیر و دستورالعمل‌هایی می‌توان مخاطرات احتمالی حریق را شناسایی و حذف کرد. مرحلهٔ عملیاتی زمانی اتفاق می‌افتد که ساختمان بازرسی می‌گردد و به‌کارگیری صحیح سیاست‌های اتخاذشده بررسی و ارزیابی می‌شود.

۵. ۱. ۳. ارزیابی احتمال وقوع حریق

این ارزیابی تا حدود زیادی وابسته به شناسایی مخاطرات حریق است. پس از تکمیل اطلاعات ساختمان و شناسایی مخاطرات حریق، احتمال وقوع حریق برآورد می‌شود. منظور از احتمال وقوع حریقْ یک قضاوت کارشناسی کیفی یا تفسیری است که احتمال را به یکی از سه حالت از پیش تعیین‌شده رده‌بندی می‌کند:

کم: احتمال پایین وقوع آتش‌سوزی، به‌علت منابع بالقوهٔ افروزش ناچیز و/ یا مصالح قابل‌اشتعال اندک،

متوسط: خطرات آتش‌سوزی معمولی برای این نوع تصرف، با خطرات حریقی که به‌طورکلی تحت کنترل‌های مناسب (غیر از کمبودهای جزئی) قرار دارند،

زیاد: فقدان کنترل کافی بر روی یک یا چند خطر مهم آتش‌سوزی، به‌طوری‌که احتمال وقوع آتش‌سوزی را به طرز قابل‌توجهی افزایش دهد.

۵. ۲. ارزیابی و امتیازدهی تدابیر محافظت در برابر آتش

در این مرحله از ارزیابی خطرپذیری حریق، تمهیدات فیزیکی و تدابیر محافظت در برابر آتش، که به‌منظور کاهش خسارات جانی و مالی ناشی از آتش‌سوزی در ساختمان به کار رفته‌اند، بررسی می‌شود. بر این اساس ۱۴ عامل مؤثر در ارزیابی خطرپذیری آتش در ساختمان شناسایی و دسته‌بندی شده است. هریک از این عوامل با توجه به وزن‌دهی مشخص‌شده در «جدول‌های ۱ و ۲» و با توجه به درجه‌بندی اهمیت ساختمان، در تعیین امتیاز ایمنی ساختمان در دو شاخص محافظت در برابر آتش (جدول ۱) و ایمنی راه‌های خروج (جدول ۲) ارزیابی خواهند شد. لازم به ذکر است که لزوم رعایت برخی از معیارها ازجمله آتش‌بندی منافذ و درزهای موجود در داخل اجزای جداسازی و محافظت فضاهای فرعی حادثه‌خیز، با توجه به اهمیت ساختمان، الزامی است و بنابراین در امتیازدهی نقشی نخواهند داشت. به بیان دیگر رعایت نکردن این موارد باعث مردود شدن یک ساختمان فارغ از امتیاز کسب‌شدهٔ آن در معیار مشخص‌شده در «جدول ۳» خواهد بود. یک موضوع مهم، وجود یک چارچوب ارزیابی (حداقل به‌صورت نسبی) برای تشخیص کفایت سیستم‌های محافظتی، با در نظر داشتن سایر جوانب موجود در ساختمان است. ازاین‌رو روش امتیازدهی پیشنهادی برای سیستم‌ها و تمهیدات محافظت در برابر آتش در مقایسه با ضوابط تجویزی (مانند مبحث سوم مقررات ملی ساختمان) می‌تواند به شرح زیر صورت پذیرد:

- مشخصات کالبدی ساختمان شامل ارتفاع، عمق، مساحت طبقات، و سن بنا (P1)؛
- سیستم‌های کشف و هشدار حریق (P2)؛
- راه‌های خروج و فرار از ساختمان (P3)؛
- مشخصات واکنش در برابر آتش برای مصالح نازک‌کاری (P4)؛
- رفتار نما و مصالح آن در برابر آتش‌سوزی (P5)؛
- نوع و قابلیت مقاومت سازه و ساختار باربر در برابر آتش (P6)؛
- منطقه بندی (زون بندی) حریق (P7)؛
- جداسازی فضاهای مستقل (P8)؛
- دوربندی گشودگی‌های قائم شامل پلکان، آسانسور و شفت‌های تأسیساتی (P9)؛

ـ درجه محافظت در برابر آتش برای درهای راه خروج (P10)؛
ـ سیستم اطفای حریق خودکار و شبکه آب آتش‌نشانی (P11)؛
ـ خدمات آتش‌نشانی شامل قابلیت دسترسی و واکنش نیروهای آتش‌نشان (P12)؛
ـ آسانسور و لابی دسترس آتش‌نشان (P13)؛
ـ سیستم کنترل و تخلیهٔ دود (P14)؛

امتیازدهی به تدابیر محافظت در برابر آتش در ساختمان مورد ارزیابی، نهایتاً در دو مجموعهٔ زیر نیز طبقه‌بندی می‌شود:

ـ شاخص محافظت در برابر آتش: دربرگیرندهٔ ساختارها و تجهیزات ایمنی ساختمان در برابر آتش، مانند مقاومت در برابر آتش، کشف، اعلام و اطفای حریق، و سایر جوانب مرتبط در طرح ساختمان که مجموعاً باعث محافظت ساختمان در برابر آتش و کاهش خسارات می‌گردد.

ـ شاخص ایمنی خروج: همهٔ جوانبی که به ایمنی خروج مربوط می‌شود، مانند مشخصات طراحی، پلکان، تجهیزاتی مانند کشف و اعلام حریق که باعث افزایش سرعت اطلاع و واکنش مردم به حریق می‌شود، یا سیستم اسپرینکلرکه ایمنی مسیر خروج و زمان فرار را افزایش می‌دهد.

ارزیاب باید با استفاده از این مدلْ امتیاز تدابیر محافظت را تعیین کند. وزن هریک از پارامترها بر اساس «جدول‌های ۱ و ۲» مشخصْ و میزان خطرپذیری ساختمان برای هریک از دو شاخص تعیین می‌گردد. برای هریک از این دو شاخص، برحسب درجهٔ اهمیت ساختمان، یک مقدار حداقل قابل‌قبول تعیین شده است که در «جدول ۳» مشاهده می‌شود. درصورتی‌که حداقل امتیاز لازم مطابق با جدول یادشده برآورده نشود، ارزیاب باید راه حل‌های مناسب را در برنامهٔ عملیاتی بگنجاند و پس از اعمال برنامهٔ عملیاتی، فرایند امتیازدهی مجدداً صورت گیرد. صِرف برآورده شدن حداقل امتیازات ارائه‌شده در این جدول، به معنای قابل‌قبول بودن ایمنی ساختمان در برابر آتش نیست، بلکه شاخص نهایی برای تصمیم‌گیری، سطح خطرپذیری حریق است که در انتهای ارزیابی به‌دست می‌آید. پس از تعیین خطرپذیری حریق، ممکن است ارزیاب کماکان در برنامهٔ عملیاتی خود ارتقای بخشی از تدابیر محافظت در برابر آتش ساختمان را برای رسیدن به خطرپذیری قابل‌قبول مطالبه کند. لازم به ذکر است که رعایت برخی از معیارها ازجمله آتش‌بندی منافذ و درزهای موجود در داخل اجزای جداسازی و محافظت فضاهای فرعی حادثه‌خیز، با توجه به اهمیت ساختمان، الزامی است و بنابراین در امتیازدهی نقشی نخواهند داشت. به بیان دیگر، رعایت نکردن این موارد باعث مردود شدن یک ساختمان فارغ از امتیاز کسب‌شده‌اش در معیار مشخص‌شده در «جدول ۳» خواهد بود.

ارزیاب برای تعیین احتمال وقوع و عواقب حریق می‌تواند از این مدل نیز (علاوه بر سایر اطلاعات) بهره‌گیری کیفی کند؛ به‌طور مثال وجود انواع نازک‌کاری یا نمای با قابلیت اشتعال بالا در کنار منابع افروزش در ارزیابی به معنای احتمال وقوع حریق و همین‌طور احتمال گسترش سریع حریق و افزایش عواقب آن است. همچنین نصب نبودن سیستم کشف و اعلام حریق همراه یا مشکلات در راه خروج، در یک ساختمان با بار تصرف بالا احتمال خسارات جانی را می‌افزاید.

مزیت این روشْ به‌کارگیری دیدگاه کل‌نگرانه و یکپارچه به جای نگاه منفرد به اجزای ایمنی در برابر آتش است. درواقع در بسیاری از ساختمان‌های موجود، پیاده‌سازی برخی ضوابط تجویزی در عمل مقدور نیست (مانند اضافه کردن یک یا دو پلهٔ فرار دوربندی‌شده)، و نگرش کل‌نگرانه برای در نظر گرفتن راه حل‌های جانشین و تعدیلی برای رسیدن به سطح قابل‌قبول ایمنی در برابر آتش کمک می‌کند؛ درعین‌حال، برای ارزیابی کل‌نگرانه، وجود این سیستم امتیازدهی مورد نیاز است.

۵. ۳. ارزیابی عواقب احتمالی حریق

برای تعیین سطح ایمنی در برابر آتش و عرضهٔ راه حل‌های اقتصادی مناسب، ارزیابی عواقب احتمالی حریق در ساختمان نیاز است. در اینجا جنبه‌های مدیریت ایمنی حریق عامل اثرگذاری در عواقب احتمالی حریق به‌شمار می‌رود. حتی در یک ساختمان ضعیف از نظر ایمنی حریق، وجود یک سیستم مدیریت ایمنی حریق می‌تواند به کاهش عواقب ناشی از آتش‌سوزی کمک زیادی کند. درعین‌حال، با توجه به شرایط فعلی کشور، انتظار نمی‌رود که در ابتدای بسیاری از ارزیابی‌ها مدیریت چندانی در ساختمان وجود داشته باشد، در این روش، ارزیابی عواقب احتمالی حریق به‌صورت کیفی شامل سه ردهٔ آسیب کم، متوسط، و شدید به شرح زیر می‌شود:

آسیب کم: بعید است که آتش‌سوزی احتمالی منتج به صدمه یا صدمات جدی یا مرگ هیچ‌یک از ساکنین شود (غیر از ساکنین در حال خواب در اتاقی که حریق رخ می‌دهد).

آسیب متوسط: پیش‌بینی می‌شود که یک آتش‌سوزی بتواند منتج به صدمه یا صدمهٔ جدی به یک یا تعداد بیشتری از متصرفین شود، ولی بعید است بیشتر از یک کشته برجا بگذارد.

آسیب شدید: پتانسیل قابل‌توجهی برای صدمهٔ جدی یا مرگ یک یا تعداد بیشتری از ساکنین وجود دارد.

۵. ۴. ارزیابی خطرپذیری حریق

به‌منظور بهسازی ایمنی ساختمان‌های موجود در برابر آتش لازم است تا ارزیابی خطرپذیری حریق در ساختمان بر اساس مبانی و روش‌های پیش‌گفته صورت گیرد و مشکلات و کاستی‌های ایمنی در برابر آتش مشخص شود. خطرپذیری حریق از ترکیب دو عامل «احتمال وقوع حریق» و «عواقب احتمالی حریق» استنتاج و بر اساس یک ماتریس با رده‌های از پیش تعیین‌شده بیان می‌شود. این رده‌ها به‌صورت کیفی با عباراتی مانند ناچیز، قابل‌تحمل، متوسط، قابل‌توجه، و غیرقابل‌تحمل بیان می‌شوند. در روش پیشنهادی نویسندگان این مقاله، پنج مورد رده‌های از پیش تعیین‌شده به شرح «جدول ۴» است، اما از تعداد رده‌های بیشتر یا کمتر دیگر (به تعداد فرد) می‌توان استفاده کرد.

علاوه بر ملاحظات مربوط به اقدامات محافظت در برابر آتش و نیز مسائل مدیریت ایمنی حریق، لازم است به رفتارهای انسانی در شرایط حریق توجه شود. در بررسی عواقب حریق باید گستردگی جراحات احتمالی برای متصرفان، در سناریوهای قابل‌انتظار در نظر گرفته شود و نیز تعداد متصرف‌هایی که احتمالاً اثرپذیرند لحاظ شود. به همین ترتیب، عواقب جدی می‌تواند شامل موقعیت یا موقعیت‌هایی شود که در آن تعداد کمی از متصرفان (حتی یک نفر) به احتمال زیاد در معرض صدمهٔ جدی در حادثهٔ آتش‌سوزی قرار گیرند. در این روش، به بیان عواقب احتمالی حریق به‌صورت آماری نیازی نیست (و معمولاً امکان‌پذیر هم نیست)، بلکه کافی است که قضاوت کیفی از عواقب احتمالی آتش‌سوزی به چند ردهٔ از پیش تعیین‌شده صورت گیرد.

در ساختمان‌های بزرگ و بااهمیت، برای بررسی دقیق‌تر خطرپذیری حریق می‌توان از مدل‌های پیشرفتهٔ مهندسی آتش نیز استفاده کرد که ازجمله باید مدل‌های زمان تخلیهٔ ASET/ RSET و مدل‌سازی CFD برای بررسی دینامیک گسترش دود و حریق را نام برد.

جدول ۴. برآورد سطح احتمال خطرپذیری، تدوین: نگارندگان.

احتمال حریق	ردهبندی خطرپذیری حریق عواقب احتمالی حریق		
	صدمهٔ جزئی	صدمهٔ متوسط	صدمهٔ شدید
کم	خطرپذیری ناچیز	خطرپذیری قابل‌تحمل	خطرپذیری متوسط
متوسط	خطرپذیری قابل‌تحمل	خطرپذیری متوسط	خطرپذیری قابل توجه
زیاد	خطرپذیری متوسط	خطرپذیری قابل‌توجه	خطرپذیری غیرقابل‌تحمل

۵. ۵. تدوین برنامهٔ عملیاتی[۲۸]

خروجی و نتیجهٔ اصلی ارزیابی خطرپذیری حریقْ یک برنامهٔ عملیاتی است. هدف از این برنامه کاهش سطح خطرپذیری و نگهداری آن در سطح قابل‌قبول یا قابل‌تحمل است. این برنامه باید، متناسب با سطح خطرپذیری، فوریت اقدامات را نیز شامل شود. معمولاً ترکیبی از اقدامات فیزیکی و مدیریتی ضروری است و هرجا مناسب باشد، برنامهٔ عملیاتی باید هردو گروه تمهیدات فیزیکی (مثلاً جداسازی بهتر مواد قابل‌سوختن و منابع افروزش یا تمهیدات محافظتی) و مسائل مربوط به مدیریت ایمنی در برابر آتش را شامل شود.

۵. ۶. استقرار مدیریت ایمنی حریق

در ارزیابی خطرپذیری حریقْ لازم است تا مدیریت ایمنی حریق و کفایت آن بررسی شود. مدیریت ایمنی حریق حتی اهمیتی در حد تمهیدات محافظت در برابر آتش می‌تواند داشته باشد. مدیریت ایمنی حریق باید به‌صورت یک دستورالعمل، شامل تعیین مسئولیت‌ها، فرایندها، دستورالعمل‌های ایمنی، هماهنگی و برنامه داشتن برای برای بازرسی‌های عادی و نگهداری و تعمیر سیستم‌ها، و آموزش‌های لازم برای کارکنان و بهره‌برداران ساختمان باشد. بدیهی است بازبینی‌های دوره‌ای، مثلاً یک‌ساله، نیز باید برای بازبینی وضعیت ایمنی حریق ساختمان لحاظ شود.

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

در این مقاله برای ایجاد شرایط ایمن و کاهش خسارات جانی و مالی ناشی از حوادث آتش‌سوزی در ساختمان‌های موجود، چارچوب یک روش ارزیابی خطرپذیری و بهسازی ایمنی حریق در ساختمان‌های موجود پیشنهاد شده است که در آن علاوه بر روش تجویزی برای شرایط مشخص، دیدگاه ارزیابی و کاهش خطرپذیری مبتنی بر مهندسی آتش پیاده‌سازی شده است. ازآنجاکه ساختمان‌های مختلف از جنبه‌های مختلف (مانند ابعاد ساختمان، تعداد متصرفین، اهمیت استراتژیک، سرویس‌دهی حیاتی به جامعه، و ...) متفاوت هستند، میزان خطرپذیری مورد انتظار نیز در آنها باید متفاوت باشد. بنابراین یک سیستم طبقه‌بندی اهمیت ساختمان تعریف شد.

دامنهٔ کاربرد این روش به دو قسمت «تجویزی» برای مجوز تغییرات و «عملکردی» برای ساختمان‌های موجود (غیر از تغییرات) تقسیم شد. در بخش تجویزی از روش‌های روایتی برای تعیین خطرپذیری آتش در ساختمان استفاده می‌شود. درحالی‌که در بخش عملکردی با استفاده از روش نمایه‌سازی، پارامترهای مؤثر در تعیین خطرپذیری آتش در ساختمان مشخص و ارزیابی می‌شوند. برای اهداف «تعمیرات، نوسازی، تغییر تصرف (کاربرد)، و افزایش بنا» باید، با استفاده از ضوابط تجویزی عرضه‌شده، بهسازی انجام گیرد. در ساختمان‌هایی که نیاز به ارتقای ایمنی در برابر آتش دارند، روش ارزیابی خطرپذیری و بهسازی با دیدگاه مهندسی آتش عرضه شده است. مراحل چارچوب روش ارزیابی و بهسازی به شرح زیر است:

۱) جمع‌آوری اطلاعات مرتبط با ساختمان؛
۲) تعیین درجهٔ اهمیت ساختمان؛
۳) ارزیابی و امتیازدهی تدابیر محافظتی ساختمان؛
۴) شناسایی مخاطرات حریق؛
۵) بررسی مدیریت ایمنی حریق؛
۶) ارزیابی خطرپذیری ساختمان در برابر آتش‌سوزی؛
۷) تهیهٔ برنامهٔ عملیاتی؛
۸) تکرار ارزیابی تا حصول سطح ایمنی مورد قبول.

با انجام این مراحل می‌توان سطح خطرپذیری آتش در ساختمان‌های موجود را به سطح ایمنی قابل‌قبول بر اساس دو

28. Action Plan

شاخص «محافظت در برابر آتش» و «ایمنی خروج» رساند. ارزیابی خطرپذیری باید به‌صورت دوره‌ای و در بازه‌های زمانی مشخص در ساختمان‌ها تکرار شود تا سطح خطرپذیری در محدودهٔ قابل‌قبول حفظ شود و خسارات جانی و مالی ناشی از آتش‌سوزی به حداقل برسد؛ بااین‌حال، با توجه به اینکه این یک روش قطعی در تعیین خطرپذیری آتش در ساختمان‌های موجود است، در آن به عدم قطعیت‌های ناشی از وجوه احتمالی و ناشناختهٔ رفتار آتش در ساختمان پرداخته نمی‌شود که می‌تواند در تحقیقات بعدی به آن توجه شود.

منابع و مآخذ

دفتر تدوین مقررات ملّی ساختمان. *مبحث سوم : محافظت در برابر آتش، ویرایش سوم*، انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۵.

Bakhtiyari, S., R. Khalili, & M. HosseinPour. "A Risk-based APProach for Assessment and ImProvement of Fire Safety in Existing Buildings". *Asian J Civ Eng*, 23 (2022), 391-404. httPs://doi.org/10.1007/s42107-022-00430-2

British Standards Institution. *PD 7974–7:2003 – APPlication of Fire Safety Engineering PrinciPles to the Design of Buildings–Part 7: Probabilistic Risk Assessment*. London: BSI, 2003, 1-80.

British Standard Institute. *PAS 79: Fire Risk Assessment – Guidance and a Recommended Methodology*. UK, 2007.

Chien, S.W. and G.Y Wu. "The Strategies of Fire Prevention on Residential Fire in TaiPei". *Fire Safety J*. vol. 43, Issue 1 (2008): 71-76.

Chien, S.W., Y.Y. Chenb, L. ChingYuan, T.S. Shena and P.T. Huanga. "UPgrading Fire Safety Strategies for the Existing Non-residential OccuPancies in TaiPei City". *Procedia Engineering*, vol. 62 (2013): 1096-1103.

Chow, W.K. "ON THE FIRE SAFETY REQUIREMENTS FOR EXISTING OLD BUILDINGS". Int. J. on Eng. Performance-based Fire Codes, vol. 9, no. 1 (2007): 31-37.

Chung, Cheuk-hung. "Fire Safety ImProvement in Private Buildings". *Home Affairs, Building Management*, The Hong Kong Government.

Druķisa, P. Gailea, L. Pakrastiņša. "InsPection of Public Buildings Based on Risk Assessment". *Procedia Engineering*, vol. 172 (2017): 247-255.

EuroPean Guideline. "Qualitative Fire Risk Assessment". CFPA E, no.4 (2010).

HadjisoPhocleous, GV. and Z. Fu. "Literature Review of Fire Risk Assessment Methodologies". *International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes*, 6(1) (2004).

International Code Council. "International Existing Building Code". ICC, USA, 2018.

International Code Council. "International Fire Code". USA, 2018.

Meacham, B. "Building Fire Risk Analysis". in *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, New York: SPringer, 2015.

NFPA 101. "Life Safety Code". National Fire Protection Association, USA, 2018.

NFPA 101A. "Guide on Alternative APProaches to Life Safety". National Fire Protection Association, USA, 2019.

Siu Ming Lo. "A Building Safety InsPection System for Fire Safety Issues in Existing Buildings". *Structural Survey*, vol. 16, no. 4 (1998): 209-217.

Watts JM, Hall JR. "Introduction to Fire Risk Analysis". in *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, New York: SPringer, 2016, 2817-2826.

The Evaluation and Improvement of Fire Safety for Existing Buildings: A Development of Codes System

Saeed Bakhtiary, PhD*

Associated Professor, Road, Housing & Urban Development Research Centre, Tehran, Iran

Ramtin Khalili

MSc, Researcher, Road, Housing & Urban Development Research Centre, Tehran, Iran

Mohammad Amin Hosseinpour

PhD Candidate, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Bakhtiary, S., Khalili, R., and Hosseinpour, M.A., 2023. The Evaluation and Improvement of Fire Safety for Existing Buildings: A Development of Codes System. Soffeh. 103 (4): 9-10.

Fires in buildings are always a treat to people's lives and properties. Fire safety codes and regulations have been developed nationally, therefore, to attain a reasonable level of fire safety in buildings. In Iran part III of National Building Codes is allocated to this topic. However, this document does not cover the problems of fire safety in existing buildings, and therefore most buildings built before 2016, the year the third edition codes came into force, suffer from the lack of many fire protection measures. In addition, the changes in buildings such as repairs, extensions and changes of occupancy type, could increase the fire risk level and need a review of the new condition of buildings. There is, therefore, a serious need to designated codes for the assessment and improvement of fire safety in existing buildings. To this end, a method was developed, mainly based on fire risk assessment. A system for fire risk indexing was developed in which existing fire protection measures are evaluated and scored. The minimum acceptable scores of protective measures are defined according to the importance levels of the building, mainly for means of egress and total fire safety, and fire risk levels are determined according to the likelihood of fire and its potential consequences. For each stage, the prescriptive or performance-based methods could be used, depending on the complexity of building. At the end, a proper improvement action plan needs to be designed

*. Corresponding Author:
Email Address. bakhtiariy@bhrc.ac.ir
http://dx.doi.org/10.48308/SOFEH.2023.220505.1010

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication
under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY)
license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

and performed in the building for attaining a proper fire safety level.

Keywords: Hazard evaluation, Fire, Fire hazard, Safety management, Fire safety, Operation plan.