Archive of SID

Journal of Health System Research Volume 15, Issue 1, Spring 2019, Pages: 74-82

Original Article

doi: --------

Fire risk Assessment in Multi-story Commercial Buildings Using Computerized Fire Safety Evaluation System: A Case Study in Shiraz

Fazel Rajabi[1], Mehdi Jahangiri[2*], Fatemeh Tavana Shooli[3], Shirin Rastkar[3]

[1] *MSc Student of Occupational Health Engineering, Student Research Committee, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran*
[2] *Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran*
[3] *BSc Student of Occupational Health Engineering, Student Research Committee, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Mehdi Jahangiri, Email: Jahangiri_m@sums.ac.ir*

Received: 03/12/2018
Accepted: 23/02/2019

Keywords:
Fire
Multi-story commercial building
Risk assessment

Abstract

Background: The occurrence of fire in buildings inflicts considerable damage on communities and individuals. This issue is very important in multi-story commercial buildings due to the high fire load, large and untrained population, high value of building and its equipment, complexity of emergency evacuation, and firefighting operations. This study was conducted to evaluate the fire risk of multi-story commercial buildings in Shiraz, Iran.

Methods: This descriptive cross-sectional study was carried out in 22 multi-story commercial buildings of Shiraz with an average of four floors. A field survey was performed using the checklist extracted from the National Fire Protection Association 101 standard. Then fire risk was assessed with regard to three aspects, including the requirements of fire control, requirements of egress routes, and requirements of general fire safety, using the Computerized Fire Safety Evaluation System software. The final results of the study were analyzed using Excel 2013 software.

Findings: According to the obtained results, among the fire safety parameters studied in the buildings, the parameters of construction, as well as the parameters of smoke and sprinkler control, had the best and worst conditions, respectively. In addition, final results of fire assessment risk indicated that 50%, 73%, and 45.5% of the buildings had unacceptable risk regarding the aspects of fire control, egress routes, and general fire safety, respectively. In general, fire risk was acceptable from all three aspects in only five buildings (22.7%) of all the surveyed samples.

Conclusion: The fire safety condition was undesirable in the studied buildings; therefore, it is necessary to implement measures, such as the modification of egress routes, installation of automatic systems of fire detection, fire alarm, and fire suppression, as well as the development of an emergency response plan.

Citation: Rajabi F, Jahangiri M, Tavana Shooli F, Rastkar Sh. Fire risk Assessment in Multi-story Commercial Buildings Using Computerized Fire Safety Evaluation System: A Case Study in Shiraz. J Health Syst Res. 2019; 5(1): 74-82.

www.SID.ir

Copyright 2019 Journal of Health System Research. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY) License (http://creativecommons.org/) which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

Archive of SID

مجله تحقیقات نظام سلامت | دوره ۱۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، صفحات ۷۴ تا ۸۲

doi: -------

مقاله پژوهشی

ارزیابی ریسک حریق در ساختمان‌های تجاری چندطبقه با استفاده از سامانه ارزیابی ریسک حریق (CFSES): مطالعه موردی در شهر شیراز

فاضل رجبی[۱]، مهدی جهانگیری[۲*]، فاطمه توانا شولی[۳]، شیرین راستکار[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

[۲] دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

[۳] دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

* **نویسنده مسئول:** مهدی جهانگیری، ایمیل: jahangiri_m@sums.ac.ir

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۹/۱۲

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۰۱

واژه‌های کلیدی:
ارزیابی ریسک
حریق
ساختمان‌های تجاری چندطبقه

چکیده

مقدمه: وقوع حریق در ساختمان‌ها، خسارت‌های فراوانی را بر جوامع و افراد تحمیل می‌کند. این موضوع در ساختمان‌های تجاری چندطبقه به دلیل بار زیاد مواد سوختنی، جمعیت زیاد و آموزش‌ندیده، ارزش بالای ساختمان و تجهیزات درون آن و پیچیده‌بودن تخلیه اضطراری و عملیات اطفای حریق بسیار اهمیت دارد. در این راستا، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی ریسک حریق در ساختمان‌های تجاری چندطبقه شهر شیراز انجام شد.

روش‌ها: مطالعه مقطعی- توصیفی حاضر در ارتباط با ۲۲ ساختمان تجاری چندطبقه شهر شیراز که به‌طور میانگین چهار طبقه داشتند، انجام شد. بررسی میدانی با استفاده از چک‌لیست‌های استخراج‌شده از استاندارد NFPA 101 (National Fire Protection Association) انجام شد و در ادامه، ریسک حریق از سه بعد الزامات کنترل حریق، الزامات راه‌های خروجی و الزامات ایمنی کلی حریق با استفاده از نرم‌افزار CFSES (Computerized Fire Safety Evaluation System) ارزیابی گردید. نتایج نهایی مطالعه نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند که در بین پارامترهای ایمنی حریق مورد بررسی در ساختمان‌ها، پارامتر سازه، بهترین وضعیت و پارامترهای کنترل دود و آب‌فشان، بدترین وضعیت را داشتند. علاوه‌براین، نتایج نهایی ارزیابی ریسک حریق حاکی از آن بودند که ۵۰ درصد از ساختمان‌ها در بعد کنترل حریق، ۷۳ درصد در بعد راه‌های خروجی و ۴۵/۵ درصد در بعد ایمنی کلی حریق، ریسک غیرقابل‌قبولی داشتند. به‌طور کلی، ریسک حریق تنها در ۵ ساختمان (۲۲/۷ درصد) از ۲۲ ساختمان مورد بررسی در هر سه بعد قابل‌قبول بود.

نتیجه‌گیری: وضعیت ایمنی حریق در ساختمان‌های مورد بررسی نامطلوب بود؛ بنابراین انجام اقداماتی نظیر اصلاح وضعیت راه‌های خروجی، نصب سامانه‌های خودکار کشف، اعلام و اطفای حریق و تدوین و اجرای برنامه واکنش در برابر شرایط اضطراری ضروری می‌باشد.

ارجاع: رجبی، فاضل؛ جهانگیری، مهدی؛ توانا شولی، فاطمه؛ راستکار، شیرین. ارزیابی ریسک حریق در ساختمان‌های تجاری چندطبقه با استفاده از سامانه ارزیابی ریسک حریق (CFSES): مطالعه موردی در شهر شیراز. مجله تحقیقات نظام سلامت. ۱۳۹۸؛ ۱۵(۱): ۸۲-۷۴.

مقدمه

حریق یکی از مهم‌ترین خطرات تهدیدکننده زندگی بشر است که در ساختمان‌های بلند، اهمیت بیشتری دارد (۱،۲). وقوع حریق در ساختمان‌های مسکونی، مجتمع‌های تجاری و صنایع کوچک و بزرگ، همه ساله باعث واردآمدن خسارت‌های جانی، مالی و زیست محیطی فراوانی به جوامع مختلف می‌شود (۲،۳). در ایران سالانه حدود ۱۴۰۰ نفر در اثر آتش‌سوزی جان خود را از دست می‌دهند و بیش از ۴۵۰۰ نفر به سختی مجروح می‌شوند (۴). اگرچه آمار تفکیکی از وقوع حریق‌های ساختمانی در کشور ارائه نشده است؛ اما با نگاهی به حوادث مشخص می‌شود که نرخ حوادث حریق ساختمان‌های بلند تجاری به‌ویژه

www.SID.ir

Archive of SID

در سال‌های اخیر بسیار قابل‌توجه می‌باشد. آتش‌سوزی ساختمان تجاری پلاسکو با ۲۲ کشته و ده‌ها مصدوم، مهم‌ترین حادثه آتش‌سوزی ساختمان‌های تجاری در سال‌های اخیر است (۵).

به‌طور کلی، ایمنی حریق در ساختمان‌های تجاری چندطبقه به دلایل ساختار پیچیده‌تر این ساختمان‌ها از نظر ارتفاع و تعداد طبقات، وجود منافذ عمودی متعدد (نظیر راه‌پله، چاله آسانسور و غیره)، تراکم بالای جمعیت در این ساختمان‌ها و عدم آگاهی آن‌ها از حریق، بالابودن بار حریق به دلیل وجود مواد سوختنی متعدد و گسترده و مسدودشدن یا کاهش پهنای راهروها بسیار حائز اهمیت می‌باشد؛ بنابراین، انجام اقدامات پیشگیرانه برای پیشگیری و کاهش پیامدهای حریق ضروری است (۱۱-۱،۶).

ارزیابی ریسک حریق، ابزاری مفید برای شناسایی خطرات بالقوه حریق و عوامل مؤثر در ایجاد آن، تعیین وضعیت ایمنی حریق ساختمان‌ها، تصمیم‌گیری و اولویت‌بندی اقدامات کاهش ریسک حریق و برنامه‌ریزی برای شرایط اضطراری به شمار می‌رود (۲،۶،۱۲،۱۳). سامانه ارزیابی ریسک حریق (FSES: Fire Safety Evaluation Systems) یکی از روش‌های نیمه‌کمی برای ارزیابی ریسک حریق انواع ساختمان‌ها از جمله ساختمان‌های تجاری می‌باشد که بر مبنای استاندارد NFPA 101 A تدوین و توسعه یافته است (۱۶-۱۴).

اگرچه تاکنون مطالعات بسیاری در زمینه ارزیابی ریسک حریق ساختمان‌ها انجام شده است (۲۲-۱،۲،۴،۶،۱۷)؛ اما مطالعات معدودی در ارتباط با ارزیابی ریسک حریق در ساختمان‌های تجاری صورت گرفته است. در یکی از این مطالعات، Liu و همکاران ضمن معرفی روشی برای ارزیابی ریسک حریق ساختمان‌های تجاری براساس روش وزن‌دهی آنتروپی ساختاری، ریسک حریق را در چهار ساختمان ارزیابی نمودند که بر مبنای نتایج، ریسک حریق در یکی از آن‌ها بیش از حد قابل‌قبول بود (۱۱). Yang و Chen نیز در مطالعه‌ای ضمن معرفی روشی جدید برای ارزیابی ریسک حریق بازارها و ساختمان‌های تجاری، ریسک حریق را در ۶۰۶ ساختمان تجاری در شهر شانگهای چین با استفاده از این روش ارزیابی نمودند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که وضعیت ایمنی حریق تنها در ۱۹/۳ درصد از ساختمان‌های مورد بررسی مطلوب بوده است (۹). در مطالعه‌ای دیگر که توسط Kironji به‌منظور ارزیابی تناسب راه‌های خروجی اضطراری ساختمان‌های تجاری با الزامات ایمنی حریق انجام شد، تنها ۷/۱۴ درصد از ساختمان‌ها دارای راه خروجی کافی مطابق با استانداردهای ایمنی حریق بودند (۱۰).

همان‌طور که بیان گردید، نرخ وقوع حریق در ساختمان‌های تجاری بلند در ایران به‌ویژه در سال‌های اخیر به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته است که این موضوع لزوم توجه به ایمنی حریق این ساختمان‌ها را بیش از پیش نمایان می‌سازد. با وجود انجام چندین مطالعه برای ارزیابی ریسک حریق ساختمان‌ها، تاکنون پژوهشی در داخل کشور به‌منظور ارزیابی ریسک ساختمان‌های تجاری انجام نشده است. در این راستا، مطالعه حاضر با هدف شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک حریق ساختمان‌های تجاری چندطبقه شهر شیراز انجام شد.

روش‌ها

مطالعه حاضر از نظر روش تحقیق، توصیفی- مقطعی بوده و به لحاظ هدف، کاربردی می‌باشد. این مطالعه به‌منظور ارزیابی ریسک حریق ساختمان‌های تجاری چندطبقه (حداقل دو طبقه) در شهر شیراز انجام شد. برای انجام مطالعه، ابتدا یک فرم گردآوری اطلاعات ارزیابی ریسک حریق براساس استاندارد NFPA 101 طراحی گردید. اطلاعات این فرم از دو بخش اطلاعات زمینه‌ای ساختمان (ارتفاع، قدمت و تعداد طبقات) و ۱۲ پارامتر ایمنی حریق (جداول ۱ و ۲) تشکیل شده بود. در مرحله بعد، فرم‌های مذکور توسط دو نفر از نویسندگان که در مورد نحوه تکمیل فرم‌ها آموزش دیده بودند، با مراجعه به ساختمان‌های مورد نظر به شیوه مصاحبه با مدیر یا مسئول تأسیسات ساختمان و مشاهده و بررسی مستندات تکمیل گردید. به‌طور کلی بر مبنای آمار شهرداری شیراز، ۲۴ مجتمع تجاری چندطبقه در شهر شیراز وجود داشت که از بین آن‌ها ۲۲ ساختمان حاضر به همکاری در این مطالعه شدند.

پس از گردآوری اطلاعات، ریسک حریق با استفاده از نرم‌افزار "سامانه رایانه‌ای ارزیابی ایمنی حریق" (CFSES) ارزیابی گردید. این نرم‌افزار که براساس استاندارد NFPA 101 طراحی شده است، ریسک حریق ساختمان را از سه بعد کنترل حریق، راه‌های خروجی و ایمنی کلی حریق ارزیابی می‌کند. به‌طور کلی می‌توان ارزیابی ریسک ساختمان تجاری با استاندارد NFPA را در سه گام کلی به شرح زیر خلاصه نمود:

الف. محاسبه حداقل امتیاز مورد نیاز

حداقل امتیاز مورد نیاز با استفاده از اطلاعات زمینه‌ای در هریک از سه بعد کنترل حریق (S_a)، راه‌های خروجی (S_b) و ایمنی کلی حریق (S_c) مطابق با جدول ۱ محاسبه می‌شود.

ب. محاسبه امتیاز کسب‌شده

امتیاز کسب‌شده در هریک از سه بعد بیان‌شده با استفاده از امتیازات مربوط به پارامترهای ایمنی حریق محاسبه گردید. در جدول ۲ به‌طور خلاصه نحوه محاسبه امتیاز کسب‌شده در هریک از سه بعد ریسک حریق ساختمان‌های تجاری در استاندارد NFPA 101 ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، تعداد پارامترهای ایمنی حریق که برای محاسبه امتیاز کسب‌شده در هر بعد استفاده می‌شود، یکسان نمی‌باشد؛ به‌گونه‌ای که هشت پارامتر برای محاسبه امتیاز کسب‌شده در بعد کنترل حریق و ۱۰ پارامتر برای محاسبه امتیاز کسب‌شده در بعد راه‌های خروجی استفاده می‌شود. علاوه‌براین، برای محاسبه امتیاز کسب‌شده در

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: نحوه محاسبه حداقل امتیاز مورد نیاز برای ارزیابی ریسک ساختمان‌های تجاری در روش NFPA 101 (۱۵)

ارتفاع ساختمان	امتیاز مورد نیاز کنترل حریق (S_a)		امتیاز مورد نیاز خروجی (S_b)		امتیاز مورد نیاز ایمنی کلی حریق (S_c)	
	ساختمان درحال ساخت	ساختمان موجود	ساختمان درحال ساخت	ساختمان موجود	ساختمان درحال ساخت	ساختمان موجود
یک طبقه	/۵	-۱	۱/۵	۰	۲	-۱
دو طبقه	-۲/۵	-۴	۱/۵	۰	-۱	-۴
سه طبقه	۱/۵	۰	۱/۵	۰	۳	۰
۳ طبقه و ارتفاع ≥۷۵ فوت	۴	۲	۲/۵	۰	۶	۲
۷۵< ارتفاع <۱۵۰ فوت	۹/۵	۷/۵	۷/۵	۵	۱۰	۶
ارتفاع ≥۱۵۰ فوت	۱۲/۵	۱۰/۵	۷/۵	۵	۱۰	۹

جدول ۲: گستره امتیاز قابل‌کسب پارامترهای ارزیابی ریسک حریق و تأثیر هر پارامتر در سه بعد ایمنی حریق (۲۳،۲۴)

پارامتر ایمنی	(حداقل و حداکثر) امتیاز قابل‌کسب	سهم پارامتر در امتیاز ایمنی کلی حریق	ابعاد ایمنی حریق		
			کنترل حریق (S1)	خروجی (S1)	ایمنی کلی حریق (S3)
۱. سازه	(-۱۲،۲)	۱۵ درصد		[redacted]	
۲. جداسازی خطرات	(-۷،۰)	۷ درصد			
۳. منافذ عمودی	(-۱۰،۱)	۱۲ درصد	÷۲=		
۴. آب‌فشان	(۰،۱۲)	۱۳ درصد		÷۲=	
۵. هشدار حریق	(-۲،۴)	۶ درصد	÷۲=		
۶. کشف دود	(۰،۴)	۴ درصد	÷۲=		
۷. مواد پوشاننده سطوح داخلی	(-۳،۲)	۵ درصد	÷۲=	[redacted]	
۸. کنترل دود	(۰،۴)	۴ درصد	[redacted]	÷۲=	
۹. دسترسی به خروجی	(-۲،۳)	۵ درصد	[redacted]		
۱۰. سامانه خروجی	(-۶،۵)	۱۲ درصد	[redacted]		
۱۱. جداسازی اتاق/ راهرو	(-۶،۳)	۱۱ درصد	÷۲=	÷۲=	
۱۲. برنامه واکنش در برابر شرایط اضطراری	(-۳،۲)	۵ درصد	[redacted]		
مجموع	(-۵۱،۴۳)	۱۰۰ درصد			

توضیح: خانه‌های با رنگ مشکی نشان‌دهنده عدم تأثیر امتیاز آن پارامتر در بعد مورد نظر می‌باشد.

بعد ایمنی کلی حریق، هر ۱۲ پارامتر ایمنی حریق بدون تغییر با یکدیگر جمع می‌شوند؛ اما در دو بعد دیگر علاوه بر لحاظ‌نکردن برخی از پارامترها، امتیاز برخی دیگر نصف می‌گردد. شایان ذکر است که میزان تأثیر هر پارامتر بر سهم پارامترهای ایمنی در امتیاز نهایی وضعیت ایمنی حریق یکسان نمی‌باشد؛ به‌گونه‌ای که پارامترهای با گستره امتیاز قابل‌کسب بیشتر، سهم بیشتری در ارزیابی وضعیت ایمنی حریق دارند (۱۶،۲۳،۲۴).

ج. ارزشیابی سطح ریسک

به‌منظور ارزشیابی نهایی ریسک، امتیاز کسب‌شده در هر حیطه (S1، S2 و S3) با حداقل امتیاز مورد نیاز (Sa، Sb و Sc) مقایسه می‌شود. چنانچه امتیاز کسب‌شده در هریک از سه بعد مذکور، مساوی یا بزرگتر از حداقل امتیاز مورد نیاز باشد، ریسک حریق ساختمان در بعد مورد نظر قابل‌قبول بوده و در غیر این صورت، غیرقابل‌قبول می‌باشد (۲۳).

در این مطالعه کلیه مراحل فوق توسط نرم‌افزار CFSES انجام شد. همچنین به‌منظور دستیابی به آمارهای توصیفی و نتایج نهایی مطالعه از نرم‌افزار EXCEL استفاده گردید.

یافته‌ها

در جدول ۳ اطلاعات توصیفی مربوط به پارامترهای ایمنی حریق ساختمان‌های مورد بررسی ارائه شده است. در شکل ۱ نیز گستره امتیاز قابل‌کسب و میانگین امتیاز کسب‌شده ساختمان‌ها در هریک از پارامترهای ایمنی حریق ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، پارامترهای "سازه ساختمان"، "جداسازی خطرات" و "جنس مواد پوشاننده سطوح داخلی"، بهترین وضعیت را در بین پارامترهای

www.SID.ir

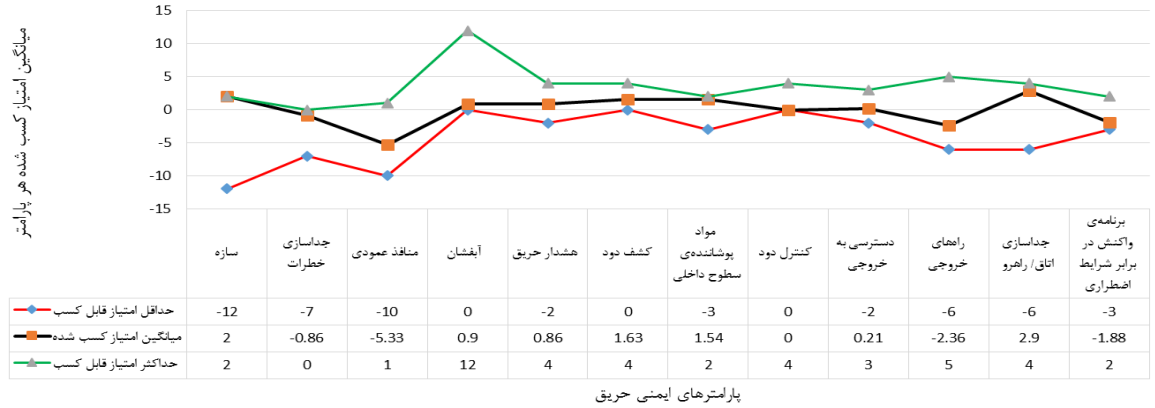
Archive of SID

جدول ۳: اطلاعات توصیفی مربوط به ایمنی حریق ساختمان‌های مورد بررسی

پارامتر	وضعیت	تعداد ساختمان‌ها	درصد
تعداد طبقات	دو طبقه	۷	۳۱/۸۲
	سه طبقه	۶	۲۷/۲۷
	۴-۵ طبقه	۳	۱۳/۶۴
	بیشتر از پنج طبقه	۶	۲۷/۲۷
ارتفاع	کمتر/مساوی ۷۵ فوت	۱۶	۷۲/۷۳
	۷۵-۱۷۰ فوت	۶	۲۷/۲۷
سازه	غیرقابل‌اشتعال- نوع I	۲۲	۱۰۰
جداسازی خطرات	جداسازی بین مناطق خطرناک و راه‌های خروجی- نقص مضاعف	۱	۴/۵۵
	عدم جداسازی بین مناطق خطرناک و راه‌های خروجی- نقص مضاعف	۳	۱۳/۶۴
	فاقد مناطق خطرناک	۱۸	۸۱/۸۲
منافذ عمودی	محصورنشده- دو طبقه متصل به هم	۲	۹/۰۹
	محصورنشده- سه طبقه متصل به هم	۸	۳۶/۳۶
	محصورنشده- چهار طبقه متصل به هم	۳	۱۳/۶۴
	محصورنشده- پنج طبقه یا بیشتر متصل به هم	۶	۲۷/۲۷
	محصورشده- با موانع دارای نرخ مقاومت در برابر حریق ۶۰-۳۰ دقیقه	۳	۱۳/۶۴
آب‌فشان	فاقد آب‌فشان	۲۰	۹۰/۹۱
	کل ساختمان دارای آب‌فشان- سر آب‌فشان از نوع پاسخ استاندارد	۲	۹/۰۹
سامانه هشدار حریق	فاقد سامانه هشدار حریق	۱۰	۴۵/۴۵
	دارای سامانه هشدار حریق- بدون ارتباطات صوتی	۳	۱۳/۶۴
	دارای سامانه هشدار حریق- دارای ارتباطات صوتی	۹	۴۰/۹۱
کاشف دودی	فاقد کاشف‌های دودی	۸	۳۶/۳۶
	فقط اتاق‌ها دارای کاشف‌های دودی	۱	۴/۵۵
	فقط راهروها دارای کاشف‌های دودی	۶	۲۷/۲۷
	کل ساختمان دارای کاشف دودی	۷	۳۱/۸۲
نرخ گسترش شعله مواد پوشاننده سطوح داخلی	کمتر/مساوی ۲۵ فوت در مسیرهای خروجی، ۲۰۰-۲۵ فوت در اتاق‌ها	۱۰	۴۵/۴۵
	کمتر/مساوی ۲۵ فوت در مسیرهای خروجی و اتاق‌ها	۱۲	۵۴/۵۵
کنترل دود	فاقد سامانه کنترل دود	۲۲	۱۰۰
دسترسی به مسیر خروجی	دارای یک مسیر خروجی- فاصله پیمایش افقی کمتر/مساوی ۷۵ فوت	۳	۱۳/۶۴
	دارای یک مسیر خروجی- فاصله پیمایش افقی ۱۵۰-۷۵ فوت	۳	۱۳/۶۴
	دارای چندین مسیر خروجی- فاصله پیمایش افقی ۴۰۰-۲۰۰ فوت	۱	۴/۵۵
	دارای چندین مسیر خروجی- فاصله پیمایش افقی ۲۰۰-۱۰۰ فوت	۶	۲۷/۲۷
	دارای چندین مسیر خروجی- فاصله پیمایش افقی ۱۰۰-۵۰ فوت	۷	۳۱/۸۲
	دارای چندین مسیر خروجی- فاصله پیمایش افقی کمتر- مساوی ۵۰ فوت	۲	۹/۰۹
راه‌های خروجی	دارای یک مسیر خروجی	۶	۲۷/۲۷
	دارای چندین مسیر خروجی- ناقص	۸	۳۶/۳۶
	دارای چندین مسیر خروجی- بدون نقص	۸	۳۶/۳۶
جداسازی بین اتاق و راهرو	جداسازی انجام‌شده و سطح حفاظت ۶۰-۳۰ دقیقه- بدون درب خودکار	۲	۹/۰۹
	جداسازی انجام‌شده و سطح حفاظت ۶۰-۳۰ دقیقه- دارای درب خودکار	۲	۹/۰۹
	جداسازی انجام‌شده و سطح حفاظت بیش از یک ساعت	۱۸	۸۱/۸۲
برنامه واکنش در شرایط اضطراری	فاقد هرگونه برنامه شرایط اضطراری	۲۰	۹۰/۹۱
	۲-۱ مانور شرایط اضطراری در سال	۲	۹/۰۹

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱: گستره امتیاز قابل‌کسب و مقادیر میانگین امتیاز کسب‌شده پارامترهای ایمنی حریق در ساختمان‌های مورد بررسی

جدول ۴: نتایج نهایی ارزیابی ریسک حریق در سه بعد کنترل حریق، راه‌های خروجی و ایمنی کلی حریق به تفکیک ساختمان‌های مورد بررسی

نام ساختمان	بعد کنترل حریق		بعد راه‌های خروجی		بعد ایمنی کلی حریق	
	امتیاز مورد نیاز	امتیاز کسب‌شده	امتیاز مورد نیاز	امتیاز کسب‌شده	امتیاز مورد نیاز	امتیاز کسب‌شده
ساختمان شماره ۱	۷/۵	۵**	۵	۵	۶	۱۱
ساختمان شماره ۲	۷/۵	۶**	۵	۴/۹**	۶	۹/۹
ساختمان شماره ۳	-۱	۱/۵	۰	-۹**	-۱	-۶**
ساختمان شماره ۴	-۴	-۴/۵**	۰	-۱۸**	-۱۳	-۴
ساختمان شماره ۵	-۴	۳/۵	۰	۱/۴	-۴	۴/۹
ساختمان شماره ۶	-۴	۴/۵	۰	-۱/۵**	-۴	۳
ساختمان شماره ۷	-۴	-۲	۰	-۹**	-۴	-۳
ساختمان شماره ۸	-۴	۰	۰	-۱۷/۵**	-۴	-۱۲**
ساختمان شماره ۹	۷/۵	۱/۵**	۵	-۱۴/۵**	۶	-۹**
ساختمان شماره ۱۰	۷/۵	-۱**	۵	-۱۴/۵**	۶	-۹**
ساختمان شماره ۱۱	۱۰/۵	-۱/۵**	۵	-۱۳/۵**	۹	-۹**
ساختمان شماره ۱۲	۰	۱/۵	۰	-۱۴**	۰	-۹**
ساختمان شماره ۱۳	-۴	۱۵/۵	۰	۵/۵	-۴	۱۵
ساختمان شماره ۱۴	۷/۵	۰/۵**	۵	-۸/۵**	۶	-۳**
ساختمان شماره ۱۵	۷/۵	-۲**	۵	-۱۴/۵**	۶	-۱۰**
ساختمان شماره ۱۶	۰	۴/۵	۰	-۴/۵**	۰	۰
ساختمان شماره ۱۷	۲	-۰/۵**	۰	-۵/۵**	۲	۰
ساختمان شماره ۱۸	۰	۶/۵	۰	۴/۵	۰	۱۰
ساختمان شماره ۱۹	۰	۶	۰	۳/۵	۰	۱۲
ساختمان شماره ۲۰	۷/۵	۳/۵**	۵	۰/۵**	۶	۶
ساختمان شماره ۲۱	۲	۴/۵	۰	۱/۵	۲	۶
ساختمان شماره ۲۲	۷/۵	۱/۵**	۵	-۶/۵**	۶	-۱**

** ریسک غیرقابل‌قبول

بررسی‌شده دارند. پارامترهای "کنترل دود" و "آب‌فشان" نیز دارای بدترین وضعیت در میان سایر پارامترها می‌باشند.

در جدول ۴ نتایج نهایی ارزیابی ریسک حریق در سه بعد کنترل حریق، راه‌های خروجی و ایمنی کلی حریق به تفکیک ساختمان‌های مورد بررسی ارائه شده است. به‌طور کلی، ریسک حریق از بعد کنترل حریق در نیمی از ساختمان‌های مورد بررسی قابل‌قبول بود. از سوی دیگر، ریسک حریق از بعد راه‌های خروجی تنها در شش ساختمان (۲۷ درصد) از ۲۲ ساختمان مورد بررسی قابل‌قبول بود و در بین سه بعد مورد بررسی، بدترین وضعیت را داشت. ریسک حریق از بعد الزامات ایمنی کلی حریق نیز در ۱۲ مورد (۵۴/۵ درصد) از ساختمان‌های مورد مطالعه قابل‌قبول بود و در بین سه بعد مورد بررسی بهترین وضعیت را داشت. به‌طور کلی، تنها پنج ساختمان تجاری مورد بررسی دارای ریسک حریق قابل‌قبول در هر سه بعد بودند.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

مطالعه حاضر با هدف ارزیابی ریسک حریق ساختمان‌های تجاری چندطبقه شهر شیراز براساس استاندارد NFPA 101 انجام شد. نتایج کلی این مطالعه نشان دادند که در مجموع تنها ۲۲/۷۲ درصد از ساختمان‌های مورد بررسی وضعیت قابل‌قبولی از منظر ایمنی حریق داشتند. همان‌گونه که ذکر شد، مطالعات معدودی در زمینه ارزیابی ریسک حریق ساختمان‌های تجاری انجام شده‌اند و مطالعات اندک انجام‌شده با روشی متفاوت با مطالعه حاضر صورت گرفته‌اند؛ بنابراین امکان مقایسه نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های سایر مطالعات وجود نداشت.

همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در بین پارامترهای ایمنی حریق، نوع سازه بیشترین تأثیر را بر ابعاد کنترل حریق و ایمنی کلی حریق ساختمان داشته است. به‌منظور ارزیابی سازه ساختمان از منظر ایمنی حریق، جنس و ضخامت دیوارهای حامل بار، دیوارهای خارجی، ستون‌ها، سقف، تیرهای آهن و خرپا مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این مطالعه جنس و ضخامت تمامی سازه‌های مذکور به‌گونه‌ای بود که حداقل دو ساعت در مقابل حریق مقاومت داشتند؛ بنابراین نوع سازه تمامی ساختمان‌ها در گروه غیرقابل‌اشتعال نوع I قرار گرفت که بسیار مطلوب می‌باشد.

پارامتر جداسازی مناطق خطرناک یکی دیگر از پارامترهای مهم در ایمنی حریق ساختمان‌ها است که بر هر سه بعد ایمنی حریق تأثیرگذار می‌باشد. عدم جداسازی مناطق خطرناک درون ساختمان‌ها علاوه بر ایجاد خطر اشتعال ناگهانی می‌تواند موجب اختلال در تخلیه اضطراری ساکنان شود. در ارزیابی این پارامتر مواردی همچون وجود یا عدم وجود مناطق خطرناک، نوع و کیفیت موانع فیزیکی محصورکننده آن از نظر مقاومت در برابر حریق، وضعیت پوشش مناطق خطرناک توسط آب‌فشان‌ها و موقعیت مناطق نسبت به مسیرهای خروجی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی این پارامتر نشان دادند که از بین ۲۲ ساختمان مورد بررسی، ۱۸ ساختمان فاقد مناطق خطرناک از نظر ایمنی حریق بودند؛ اما در چهار ساختمان دارای مناطق خطرناک، هیچ‌گونه اقدامی برای محصورسازی مناطق صورت نگرفته بود؛ بنابراین برای کاهش ریسک حریق لازم است مناطق خطرناک توسط موانع فیزیکی مقاوم در برابر حریق محصور شوند و تا حد ممکن توسط آب‌فشان حفاظت گردد. علاوه‌براین، جداسازی این مناطق از مجاورت راه‌های خروجی توصیه می‌شود.

منافذ عمودی شامل: پلکان و مسیرهای خروجی عمودی دیگر، مجاری تهویه، مجاری نفوذ هوا و شوت می‌باشد. از آنجایی که این منافذ هنگام وقوع حریق موجب انتقال دود و شعله به سایر طبقات می‌شوند، حفاظت از آن‌ها بسیار مهم می‌باشد. برای بررسی وضعیت پارامتر راه‌های خروجی، تعداد طبقاتی که به وسیله منافذ عمودی به یکدیگر وصل می‌شوند، میزان محصورسازی منافذ، جنس و ضخامت مواد محصورکننده و موقعیت منافذ عمودی نسبت به راهروها و یا مسیرهای خروجی ارزیابی می‌شود. در این ارتباط، نتایج نشان دادند که تنها در ۱۳/۶۳ درصد از ساختمان‌های مورد بررسی محصورسازی منافذ عمودی صورت گرفته بود.

با توجه به محدودیت‌های فنی و اقتصادی، امکان ایجاد سامانه‌های اطفای حریق که بتواند در مرحله گسترش حریق به‌طور مؤثر حریق را کنترل نماید، درون ساختمان‌های چندطبقه وجود ندارد؛ به همین دلیل چنانچه وقوع حریق در مراحل اولیه کشف و اطفا نگردد، خسارت‌های ناشی از حریق غیرقابل‌جبران خواهد بود. با توجه به این موضوع، وجود کاشف‌های دودی و سیستم‌های اعلام و اطفای حریق (به‌ویژه آب‌فشان) در این‌گونه ساختمان‌ها بسیار ضروری می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان دادند که تنها ۹/۱ درصد از ساختمان‌ها دارای آب‌فشان بوده‌اند. علاوه‌براین، ۴۵/۴۵ درصد از ساختمان‌های مورد بررسی فاقد هرگونه سامانه اعلام حریق بودند و ۱۳/۶۳ درصد از ساختمان‌های مورد مطالعه، سامانه‌های اعلام حریق فاقد ارتباطات صوتی داشتند. با توجه به این موضوع، ارتقای سامانه‌های کشف، اعلام و اطفای حریق تا حد زیادی می‌تواند ریسک حریق ساختمان‌ها را کاهش دهد.

مواد پوشاننده سطوح داخلی، یکی دیگر از پارامترهای مهم مورد بررسی در این مطالعه بودند. برای ارزیابی این پارامتر، نرخ گسترش شعله مواد پوشاننده سطوح داخلی راهروها و اتاق‌ها بررسی می‌شود. نرخ گسترش شعله هر ماده به جنس و ضخامت آن بستگی دارد. نتایج مطالعه حاضر گویای آن بودند که مواد پوشاننده سطوح داخلی راهروهای ساختمان، دارای کمترین نرخ گسترش شعله می‌باشند (موادی مانند گچ، سیمان و سرامیک که دارای نرخ گسترش شعله کمتر/مساوی ۲۵ فوت بودند)؛ اما سطوح داخل اتاق‌ها در ۴۵/۶ درصد از ساختمان‌ها با مواد دارای نرخ گسترش شعله متوسط (۲۵ تا ۲۰۰ فوت) پوشش داده شده بود. برای کاهش ریسک حریق توصیه می‌شود در صورت عدم امکان تغییر جنس سطوح داخلی، سامانه‌های آب‌فشان استاندارد در محل‌های پوشیده‌شده با مواد دارای نرخ گسترش شعله متوسط نصب شود.

در بین پارامترهای مورد بررسی، پارامتر کنترل دود دارای بدترین وضعیت (حداقل امتیاز) بود؛ به‌گونه‌ای که تمامی ساختمان‌های مورد بررسی فاقد سامانه کنترل دود بودند. با توجه به اینکه بیشتر مرگ و میرهای ناشی از حریق‌های ساختمانی در اثر استنشاق دود اتفاق می‌افتند، لازم است تمهیداتی به‌منظور کنترل دود در هنگام بروز حریق احتمالی در نظر گرفته شود.

در این مطالعه برای ارزیابی وضعیت راه‌های خروجی (پارامترهای دسترسی به خروجی و راه‌های خروجی) مواردی همچون تعداد راه‌های خروجی، تعداد بن‌بست‌های موجود، فاصله پیمایش افقی دورترین نقطه به راه خروجی، موقعیت راه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

خروجی، جنس و ضخامت مواد سازنده راهروهای منتهی به خروجی، ظرفیت راه‌های خروجی و برخی از الزامات دیگر بررسی شد. نتایج نشان دادند که وضعیت راه‌های خروجی اضطراری ساختمان‌های مورد بررسی نامطلوب بود؛ به‌گونه‌ای که ۲۷/۲۷ درصد از ساختمان‌های مورد بررسی تنها یک مسیر برای خروج داشتند و ۳۶/۳۶ درصد از ساختمان‌هایی که دارای حداقل دو مسیر برای خروج بودند، حداقل الزامات ایمنی راه‌های خروجی را برآورده نمی‌کردند. علاوه‌براین، دسترسی ساکنان به راه‌های خروجی در وضعیت مناسبی قرار نداشت؛ به‌گونه‌ای که دسترسی به راه‌های خروجی کمتر از نیمی از راه‌های خروجی ساختمان‌های مورد بررسی کمتر از ۱۰۰ فوت بود؛ اما جداسازی بین اتاق‌ها و راهرو وضعیت بهتری داشت؛ به‌گونه‌ای که در ۸۱/۸۱ درصد از ساختمان‌های مورد مطالعه، راهروهای منتهی به خروجی و اتاق‌ها با موانعی با مقاومت حداقل یک ساعت در برابر حریق از یکدیگر جدا شده بودند. در مطالعه انجام‌شده توسط Kironji نیز تنها ۷/۱۴ درصد از ساختمان‌های تجاری راه خروجی کافی و مطابق با استانداردهای ایمنی حریق داشتند که از این نظر با یافته‌های مطالعه حاضر همخوان می‌باشد (۱۰).

پارامتر "برنامه واکنش در شرایط اضطراری" یکی دیگر از پارامترهای مورد بررسی در این مطالعه بود. در این راستا، نتایج نشان دادند که ۹۰/۱ درصد از ساختمان‌های مورد بررسی فاقد برنامه واکنش در برابر شرایط اضطراری هستند؛ بنابراین، تدوین و پیاده‌سازی برنامه واکنش در شرایط اضطراری می‌بایست به‌عنوان یک اولویت در دستور کار مدیران این ساختمان‌ها و سایر نهادهای مسئول قرار گیرد.

نتایج کلی مطالعه حاکی از آن بودند که ریسک حریق از بعد کنترل آن در ۵۰ درصد از ساختمان‌ها غیرقابل‌قبول می‌باشد. با توجه به مناسب‌بودن نوع سازه ساختمان‌ها و مواد پوشاننده سطوح داخلی، فقدان مناطق خطرناک در بیشتر ساختمان‌ها و ناکافی‌بودن سامانه‌های کشف اعلام و اطفای حریق به‌ویژه آب‌فشان‌ها عامل اصلی غیرقابل‌قبول‌بودن ریسک حریق در نیمی از ساختمان‌های مورد بررسی از بعد کنترل حریق هستند. باید خاطرنشان ساخت که سطح ریسک از بعد راه‌های خروجی در ۷۳ درصد از ساختمان‌ها غیرقابل‌قبول بود. عدم تجهیز ساختمان‌ها به سامانه‌های کشف، اعلام و اطفای حریق به‌ویژه آب‌فشان، ناکافی‌بودن راه‌های خروجی و عدم تحقق الزامات ایمنی، درنظرنگرفتن برنامه واکنش در برابر شرایط اضطراری و عدم محصورسازی یا محصورسازی ناقص منافذ عمودی نیز از مهم‌ترین دلایل غیرقابل‌قبول‌بودن ریسک حریق از بعد راه‌های خروجی بودند. در نهایت، ریسک حریق از بعد ایمنی کلی آن در ۵۴/۵ درصد از ساختمان‌ها قابل‌قبول بود و وضعیت نسبتاً بهتری نسبت به دو بعد دیگر داشتند. دلیل این موضوع می‌تواند تأثیر بیشتر عواملی همچون نوع سازه و مواد پوشاننده سطوح داخلی در این بعد باشد.

محدودیت‌های مطالعه

از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر، عدم مشارکت برخی از ساختمان‌های تجاری چندطبقه و دردسترس‌نبودن نقشه‌ها و اطلاعات فنی لازم برای ارزیابی ریسک حریق در برخی از ساختمان‌ها بود.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج مطالعه حاضر ریسک حریق در بیشتر ساختمان‌های تجاری مورد بررسی، غیرقابل‌قبول ارزیابی شد. برای افزایش ایمنی حریق در ساختمان‌ها ضروری است یک سیستم نظارتی به‌منظور اجرای مؤثر مبحث سوم مقررات ملی ساختمان برای ساختمان‌های درحال احداث ایجاد گردد. همچنین، لازم است مقرراتی برای تأمین و اصول ایمنی حریق در مرحله بهره‌برداری از ساختمان‌ها و نیز شفاف‌سازی وظایف و مسئولیت‌های قانونی سازمان‌ها و نهادهای مرتبط از جمله سازمان نظام مهندسی، شهرداری‌ها و وزارت راه و شهرسازی تدوین گردد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از طرح پژوهشی مصوب دانشگاه علوم پزشکی شیراز به کد ۱۳۹۶-۰۱-۴۲-۱۵۸۱۱ بوده و مورد حمایت کمیته تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی شیراز قرار داشته است.

تضاد منافع

هیچ گونه تضاد منافعی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

ملاحظات اخلاقی

کلیه اطلاعات کسب شده در این مطالعه بدون ذکر نام ساختمان گزارش گردیده‌اند.

حمایت مالی

این طرح براساس گرنت شماره ۱۳۹۶-۰۱-۴۲-۱۵۸۱۱ از سوی معاونت تحقیقات و فناوری مورد حمایت قرار گرفته است.

References

1. Liu X, Zhang H, Zhu Q. Factor analysis of high-rise building fires reasons and fire protection measures. Proc Eng 2012; 45: 643-8.
2. Jahangiri ME, Rajabi FA, Darooghe FA. Fire risk assessment in the selected Hospitals of Shiraz University of Medical Sciences in accordance with NFPA101. Iran Occup Health 2016; 13(1): 99-106.
3. Sarsangi V, Saberi HR, Malakutikhah M, Sadeghnia M,

www.SID.ir

Archive of SID

Rahimizadeh A, Aboee Mehrizi E. Analyzing the risk of fire in a hospital complex by "Fire Risk Assessment Method for Engineering"(FRAME). Int Arch Health Sci 2014; 1(1):9-13.
4. Hokmabadi R, Mahdinia M, Zaree R, Mirzaee M, Kahsari P. Fire risk assessment by FRAME in a hospital complex. J North Khorasan Univ Med Sci 2017; 9(2): 173-82. [In Persian].
5. Jahangiri M, Rajabi F, Molaeifar H, Najumi A, Mehrabanezhad H. Fire risk assessment in an office building of South Pars Gas Complex using software based on NFPA standard. The 10th National Conference on Safety and Health at Work of Iran, Tehran, Iran; 2017.
6. Sun XQ, Luo MC. Fire risk assessment for super high-rise buildings. Proc Eng 2014; 71: 492-501.
7. Ma Q, Guo W. Discussion on the fire safety design of a high-rise building. Proc Eng 2012; 45: 685-9.
8. Hall JR. High-rise building fires. Verlag: The Association; 2016.
9. Yang JT, Chen Y. Research and application of fire risk assessment system for marketplace buildings. Proc Eng 2014; 71: 476-80.
10. Kironji M. Assessment of fire escape routes in commercial high-rise buildings in the nairobi CBD, Kenya. Int J Sci Res Publica 2015; 5(10): 375-81.
11. Liu F, Zhao S, Weng M, Liu Y. Fire risk assessment for large-scale commercial buildings based on structure entropy weight method. Safety Sci 2017; 94: 26-40.
12. Charter S. The application of fire risk assessments in building design and management. Fire Protect Eng 2013; 3: 2.
13. Mahdinia M, Sadeghi A. The role of risk assessment in optimizing fire safety measures. Safety Message 2015; 12: 36-9. [In Persian].
14. Hadjisophocleous GV, Fu Z. Literature review of fire risk assessment methodologies. Int J Eng Perform Based Fire Codes 2004; 6(1): 28-45.
15. National Fire Protection Association. Guide for the evaluation of fire risk assessments. Massachusetts: National Fire Protection Association; 2007.
16. Watts JM. Analysis of the NFPA fire safety evaluation system for business occupancies. Fire Technol 1997; 33(3): 276-82.
17. Li X, Zhang X, Hadjisophocleous G. Fire risk analysis of a 6-storey residential building using CUrisk. Proc Eng 2013; 62: 609-17.
18. Xin J, Huang C. Fire risk analysis of residential buildings based on scenario clusters and its application in fire risk management. Fire Saf J 2013; 62: 72-8.
19. Guang-wang Y, Hua-li Q. Fuzzy comprehensive evaluation of fire risk on high-rise buildings. Proc Eng 2011; 11: 620-4.
20. Zamanian Z, Evazian M, Hazeghi I, Daneshmandi H. Fire safety status in the hospitals of Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran. Int J Occup Hyg 2013; 5(3): 96-100.
21. Mahdinia M. Fire risk assessment and the effect of emergency planning on risk reduction in a hospital. Qom Univ Med Sci J 2011; 5(3): 71-8. [In Persian].
22. Mahdinia M, Yarahmadi R, Jafari MJ, Koohpaei AR. Presentation of a software method for use of risk assessment in building fire safety measure optimization. Iran Occup Health 2012; 9(1): 9-16. [In Persian].
23. National Fire Protection Association. Guide on alternative approaches to life safety. Massachusetts: National Fire Protection Association; 2007.
24. Manual of the computerized Fire Safety evaluation system (CFSES) for business occupancies software. Maryland: National Institute of Standards and Technology; 2000..

www.SID.ir