



Conceptual Model of Components Affecting the Resilience of Emergency Exit Design Inside the Architectural Framework of Burning Buildings Based on Structural Equation Method

Vahid Bahrami¹ , Iraj Etessam^{2*} , Azadeh Shahcheragi³

¹PhD Student, Department of Architecture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

²Professor, Department of Architecture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

³Associate Professor, Department of Architecture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Received: 04.03.2020

Revised: 03.01.2021

Accepted: 04.12.2021

Keyword:

Fire
Resilience
Emergency Exit
Burning

*Corresponding Author:

Iraj Etessam

Email: i.etessam@srbiau.ac.ir

ABSTRACT

The successful evacuation of a building in a time of crisis accounts as one of the main elements of building resilience. The sustainable architecture of buildings against fire is regarded as the substructure of building resilience according to the Index Scale of "Sustainable Metropolises" since 2015. The present research method was based on the Structural Equation Analysis Procedure to collect data in questionnaire form as well as Likert Spectrum and conducted among the Commanders and Managers employed at Tehran Fire Department. The sample size was considered to be equal to 250 people based on the Cochran Formula. Research findings illustrate that understanding the components requires knowledge of "human behavior", "fire technologies", and "physical design" methods. The effective weights of the research showed that the movement for emergency evacuation of the building occurs through secondary behavioral components with a weight percentage of 0.92 through the micro-dimensions of "age and sex characteristics" followed by "technological fire alarm and extinguishing systems" with a weight of 0.91 in second place and "population concentration" with a percentage weight of 0.089 in third place. The results indicate that resilience of the physical structure of a building during a fire can be effective in successful evacuation.





دانشگاه فنی و حرفه‌ای
تخصصی مهندسی

کارافان

فصلنامه علمی دانشگاه فنی و حرفه‌ای

تابستان ۱۴۰۰، دوره ۱۸، ویژه‌نامه شماره ۱، ۱۴۹-۱۳۳

آدرس نشریه: <https://karafan.tvu.ac.ir/>

doi:10.48301/KSSA.2021.129160

20.1001.1.23829796.1400.18.0.8.5



شاپای الکترونیکی: ۲۵۳۸-۴۴۳۰

شاپای چاپی: ۲۳۸۲-۹۷۹۶



شناسایی مؤلفه‌های مؤثر بر تاب‌آوری فرایند تخلیه اضطراری درون کالبد ساختمان محروق

وحید بهرامی^۱، ایرج اعتصام^{۲*}، آزاده شاهچراغی^۳

- ۱- دانشجوی دکتری تخصصی معماری، گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
- ۲- استاد، گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
- ۳- دانشیار، گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

فرایند تخلیه اضطراری متأثر از کالبد معماری پیرامون خود است. تخلیه ساختمان در زمان بحران، نقش مهمی در تاب‌آوری بنادر برابر حوادثی نظیر آتش‌سوزی دارد. معماری پایدار ساختمان‌ها در برابر آتش‌سوزی، از زیرساخت‌های پایداری اینیه است که از سال ۲۰۱۵ در مقیاس شاخص کلان‌شهرهای پایدار قرار دارد. روش پژوهش این تحقیق، براساس روش تحلیل معادلات ساختاری گردآوری اطلاعات به‌صورت پرسش‌نامه‌ای از میان فرماندهان و مدیران سازمان آتش‌نشانی تهران صورت گرفته است. حجم نمونه براساس فرمول کوکران برابر با ۲۵۰ نفر در نظر گرفته شد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد شناخت مؤلفه‌ها، نیازمند اطلاع از شیوه رفتار انسانی، فناوری‌های حریق و طراحی کالبدی است. وزن‌های تأثیرگذاری پژوهش نشان می‌دهد حرکت به‌منظور تخلیه اضطراری ساختمان از طریق مؤلفه‌های رفتاری ثانویه با درصد وزنی ۰/۹۲ از طریق ریزابعاد مشخصات سنی و جنسی اتفاق می‌افتد و در جایگاه دوم با سامانه‌های تکنولوژیک اعلان و اطفای حریق با وزن ۰/۹۱ و در رتبه سوم نیز تمرکز جمعیتی با وزن درصدی ۰/۰۸۹ است. نتایج حاکی از آن است که تاب‌آوری کالبد بنا در زمان حریق می‌تواند در تخلیه موفق، تأثیرگذار باشد.

دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۱/۱۵

بازنگری مقاله: ۱۳۹۹/۱۲/۱۱

پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۱/۲۳

کلید واژگان:

آتش‌سوزی

تاب‌آوری

خروج اضطراری

حریق

*نویسنده مسئول: ایرج اعتصام

پست الکترونیکی:

i.ettessam@srbiau.ac.ir



© 2021 Technical and Vocational University, Tehran, Iran. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

مقدمه

بحران، ناشی از مجموعه‌ای از فشارهای ویژه روانی بر گروهی از انسان‌ها است که با ایجاد آسیب‌های جانی، مالی، تهدیدها و خطرهای بالفعل، نیازهای تازه‌ای را در رفتار افراد به وجود می‌آورد. این نیازها باعث درهم شکسته شدن انگاره‌های متعارف در زندگی و واکنش‌های اجتماعی، همچنین ازهم‌گسیختگی ساختار اجتماعی و برهم‌خوردن بافت رفتاری- محیطی و توقف برخی یا همه عملکردهای عرف در یک خانواده، یک ساختمان یا یک جامعه می‌گردد [۱]. به‌عبارتی، هرگونه تغییرات ناگهانی ناشی از حوادث غیرمترقبه که باعث اختلال در شرایط عادی جامعه شود و نیاز به انجام اقدامات ضروری را با قید فوریت زمانی ایجاد کند، بحران تلقی می‌شود. در تعریفی دیگر، هرگاه رخدادی نابه‌هنگام و پیش‌بینی‌نشده باشد و باعث برهم‌خوردن روال عادی رفتار در میان مردم شود، شرایط بحرانی را پدید می‌آورد [۲]. کنترل پدیده آتش‌سوزی در ساختمان‌های شهری، از زیرساخت‌های مهم در پایداری ساختمان‌های قرن بیست‌ویکم محسوب می‌شود. پیشینه تحقیقات در خصوص رابطه حریق و تاب‌آوری ابنیه، به دهه هفتاد میلادی بازمی‌گردد. در اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی، عامل تاب‌آوری بنا در آتش‌سوزی مورد توجه محققان علوم ساختمانی قرار گرفت و منجر به تدوین ضوابط ملاک عمل جدید ایمنی ساختمان‌ها و کاربران حاضر در آن در زمان وقوع آتش‌سوزی شد. در بین سال‌های ۱۹۶۲ تا ۱۹۷۷، مطالعات عمده‌ای در مورد تخلیه ساختمان‌های اداری بزرگ در امریکای شمالی صورت پذیرفت [۳]. مطالعه نحوه جانمایی راه‌های خروج اضطراری در طبقات یک ساختمان به هنگام خروج شتاب‌زده حاضران وحشت‌زده از ساختمان محروق و خوانایی، دوربندی و دودبندی آن در زمان حریق، توسط یک معمار، نیازمند کسب دانشی جامع از تخصص‌های علمی گوناگونی نظیر علوم ریاضیات، مهندسی معماری، جامعه‌شناسی، روانشناسی و رفتارشناسی گروهی و فردی، علوم ارتباطات و طراحی مبتنی بر علم ارگونومی است [۴]. در تعیین مسئله جانمایی مؤثر یک راه خروج اضطراری برای یک ساختمان می‌توان مثلی را ترسیم کرد که در رأس آن، انسان (متصرفین حاضر در بنا) و عوامل رفتاری انسانی قرار می‌گیرند؛ به این معنا که احتمال نجات از حریق براساس عملکرد افراد در پاسخ به اضطراب ناشی از حریق تعیین می‌شود. در ضلع دیگر این مثلث، ساختمان و کلیه راه‌حل‌های مهندسی بالقوه یا بالفعل در نظر گرفته شده در آن (سامانه‌های اعلام و اطفای خودکار حریق) برای پاسخ‌دهی به خطر حریق وجود دارد. در ضلع سوم نیز حریق، نوع آن و مشتقات ناشی از سوختن مواد سوختنی (گازهای داغ سمی متصاعد از حریق) و شیوه گسترش آتش‌سوزی قرار دارد [۵].



شکل ۱. مدل مؤلفه‌های شناسایی‌شده بر پایداری یک ساختمان در برابر حریق (مأخذ: نگارنده)

تعاملات میان (رفتار) افراد، (طراحی مهندسی) ساختمان و (ویژگی و خصوصیات مختص) حریق در مرحله تأیید نشانه، مرحله تصمیم‌گیری و در خلال مرحله حرکت و مسیریابی به‌منظور تخلیه یک ساختمان توسط متصرفان حاضر در آن صورت می‌گیرد [۶].

پرسش‌های تحقیق

- ۱- مؤلفه‌های مؤثر بر طراحی و جانمایی صحیح یک مسیر اضطراری در ساختمان‌های امروزی چیست؟
- ۲- رابطه بین مؤلفه‌های مؤثر بر جانمایی مسیر اضطراری درون یک ساختمان چیست؟
- ۳- وزن و اهمیت گویه‌های تشکیل‌دهنده هر یک از این متغیرها چگونه است؟

فرضیه‌های مرتبط با تحقیق

- ۱- شناسایی مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده طراحی یک مسیر خروج اضطراری موفق از طریق مطالعه گزارش حوادث پیشین حریق در ساختمان‌ها و همچنین استخراج علمی داده‌های کیفی یا کمی ناشی از تجربه کارکنان سازمان‌هایی که دخیل بر این امر هستند (نظیر سازمان‌های آتش‌نشانی و خدمات ایمنی در شهرهای مختلف) امکان‌پذیر خواهد بود.
- ۲- شناسایی وزن عاملی مؤلفه‌های مؤثر بر خروج اضطراری از ساختمان‌ها را می‌توان از طریق فرایند پرسش علمی از جامعه آماری هدف که شامل کارکنان باسابقه سازمان‌های دخیل بر امدادسانی در زمان آتش‌سوزی و همچنین مهندسين باتجربه در علوم ساختمانی است کسب کرد.
- ۳- قیاس وزن عاملی مؤلفه‌های مؤثر بر تخلیه اضطراری را می‌توان از طریق روش‌های تحقیق علمی نظیر تحلیل‌های FMEA و همچنین سایر روش‌های علمی که روایی و پایداری آن از پیش آزموده شده است، استخراج کرد.

مبانی نظری مطرح‌شده در خصوص مسیریابی در کالبد درونی ساختمان‌ها

آرتور و پسینی، اصطلاح مسیریابی را توصیفی عمل پیمودن بدون اضطراب و موفقیت‌آمیز یک مسیر یا فضا از یک نقطه به نقطه‌ای دیگر و با استفاده از اطلاعات مربوط به تعیین محل فعلی، مقصد و مسیر رسیدن به آن مقصد انجام می‌شود می‌دانند. ایشان واژه مسیریابی را جهت‌یابی یا رفتار فضایی یک فرد در یک محیط که رابطه ویژه‌ای با پایداری فضا یا محیط دارد و به شکل‌گیری تصویر ذهنی کاربران مرتبط است می‌دانند [۷].

جدول ۱. سه مرحله مسیریابی از دیدگاه پاسینی و پل آرتور [۸]

فازهای مسیریابی از دیدگاه پاسینی و پل آرتور		
مرحله	نام پیشنهادی مرحله	توضیحات
۱	تصمیم‌گیری	مرحله ابتدایی است که فرد پیش از آنکه دست به اقدام بزند در نقاط تصمیم‌گیری در محیط انتخاب می‌کند که کدام سمت او را بهتر به مقصدش می‌رساند در این نقاط باید اطلاعاتی برای کمک به فرد جهت تهیه طرح اقدام و انتخاب کارآمدترین مسیر فراهم باشد.
۲	اجرای تصمیم	اجرای تصمیم ماهیتاً پویا است؛ فرد هنگام حرکت در زمان و مکان مناسب در امتداد مسیر انتخابی، اقدام به پردازش اطلاعات ارائه شده نموده و طرح تصمیم تهیه شده را اجرا می‌کند.
۳	پردازش اطلاعات	مشکل از ادراک و شناخت محیط است؛ از طریق تصمیم‌گیری و اجرای تصمیم و اقدام بر پایه اطلاعات صورت می‌گیرد. در این مرحله است که نقشه پردازشی ذهنی، موجب هدایت فرد در حرکت‌های بعدی می‌گردد.

از نظر گیبسون، سامانه‌های مسیریابی موفق و کارا، با به‌کارگیری علائم و اطلاعات آشکار، در کنار نشانه‌ها و نمادهای ضمنی است که به‌طور درست و بی‌واسطه کار می‌کنند. مردم باید بدانند کجا هستند، موقعیت‌های گوناگون محیط را بشناسند، بدانند چگونه به مقصدشان دسترسی یابند و در نهایت چگونه خارج شوند [۹].

جان لنگ، فرایند مسیریابی را مجموعه‌ای از تصمیمات و سیاست درباره موضوعات کلیدی تأثیرگذار بر مردمی می‌داند که سراچه را مورد جستجوی قرار می‌دهند. در ادامه، جان لنگ، سخن از شکل‌گیری تصویر ذهنی در فرایندی دوطرفه بین شخص و محیط می‌کند. او در تحقیقات خود، سخن نقشه‌های ذهنی متفاوت برداشت‌شده در ذهن اشخاص از محیطی واحد به واسطه تفاوت‌های فیزیولوژیک قالب بر انسان‌های گوناگون می‌کند و مؤلفه‌های شخص را در فرایند دوطرفه‌اش با محیط متغیر معرفی می‌کند. ایشان ادراک ذهنی در فرایند مسیریابی را به معنی تشخیص مکان قرارگیری فرد ناظر بین مکان‌های مختلف و توانایی انتخاب مسیر می‌داند. به عبارت دیگر، یعنی اینکه بدانیم در محیط اطراف در کجا قرار گرفته‌ایم [۱۰]. در جدول ۲ اظهارنظر صاحب‌نظران گوناگون در خصوص مسیریابی ارائه شده است.

جدول ۲. اظهارنظر صاحب‌نظران گوناگون در خصوص فرایند مسیریابی در معماری [۱۱]

نظریات صاحب‌نظران در خصوص مسیریابی و فرایند آن		
ردیف	نظر مطرح شده	نام صاحب‌نظر
۱	مسیریابی عبارت است از جهت‌یابی یا رفتار فضایی یک فرد در یک محیط که رابطه ویژه‌ای با پایداری فضا یا محیط دارد. و به شکل گیری تصویر ذهنی در کاربران مرتبط است. -افراد مختلف در شرایط تصمیم‌گیری برای انتخاب مسیر رفتار یکسانی را از خود نشان نمی‌دهند- دریافت اطلاعات از محیط، به عنوان یکی از مهمترین مراحل در انتخاب مسیر نقش بازی میکند. -یکی از معیارهای مهم در فرایند مسیر یابی عناصر بصری هستند، عناصر بصری شامل کلیه عواملی است که به دیده فرد ناظر می‌آیند.	(Passini, 1984)
۲	مسیریابی فرایند حل مسئله‌ای است که تحت تأثیر ۳ عامل است: عامل مردم، عوامل محیطی و عوامل اطلاعاتی.	(Miller, 1984)
۳	شکل‌گیری تصویر ذهنی از مسیر یابی، فرایندی دو طرفه بین شخص و محیط است. امکان تقویت تصور یک مکان خاص از طریق بالا بردن قابلیت‌های شخصی یا از طریق قابل تشخیص ساختن سازه محیط وجود دارد. طریق اول با آموزش مشاهده گر و طبقه دوم با نشانه گذاری بیشتر مکان‌ها و یا تغییر سازماندهی کالبدی شهری محله، بناها اتفاق می‌افتد.	(جان لنگ 1394)
۴	تهیه نقشه ذهنی به منظور مسیر یابی فرایندی است که در آن انسان، اطلاعات مربوط به موقعیت نسبی و وضعیت محیط کالبدی را کسب کرده ریز دار میکند. ذخیره می‌نماید به یاد می‌آورد و به منظور حرکت در جهت صحیح رمزگشایی میکند.	(تولمان 1932)
۵	مسیریابی شامل سلسله رمز گشایی از تصاویر ذهنی ذخیره شده در حافظه یک فرد است که شامل عناصر به دست آمده از تجربه مستقیم، شنیده‌های فرد از مکان و اطلاعات تصور شده از محیط است. این تصاویر در شهر سازه و یا ظاهر مکان، موقعیت نسبی آن و ارزش‌های یک مکان را شامل می‌شوند که طرح‌واره‌هایی هدایت‌گرند.	(نیرس 1976)
۶	مسیریابی یک طراحی به صورت یک کل در ذهن شکل می‌گیرد و بخش‌های یک محیط به سمت یک الگوی منسجم، سازمان‌دهی و باز شناخته می‌شوند.	(لینچ، نیوتون، اورت 1996)
۷	مسیریابی فرایندی است که در آن شاهد جستجوی هوشمند ذهن و یا جستجوی تصادفی ذهن به منظور یافتن جهت حرکت صحیح هستیم، جستجوی هوشمند عبارت است از اصل منطقی جستجو، تصمیم‌گیری و حرکت. جستجوی تصادفی، فرایندی دانسته شده است که طی آن فرد میکوشد بدون استدلال مسیر مورد نظر خود را بیابد. این رویکرد زمانی اتفاق می‌افتد که فرد راه مورد نظر خود را گم کرده و هیچ درکی از این مسئله که در کجا قرار گرفته است ندارد.	(مولر اپ 2006)
۸	فرد ناظر اطلاعات را از بخش‌های مختلف محیط دریافت نموده و به طبقه بندی ذهنی اطلاعات می‌پردازد و در نهایت در انتخاب مسیر تصمیم‌گیری میکند.	(Golledge, 1999)
۹	مسیریابی فعالیتی است که به طور مستقیم با چگونگی طراحی محیط کالبدی در ارتباط است. مردم در هنگام حرکت برای انتخاب مسیر، در میان محیط طراحی شده به جستجو می‌پردازند. به عبارتی دیگر، فرایند مسیر یابی به دنبال حل مسئله است که نیازمند دریافت اطلاعات از محیط است.	(Diane Lewis, 2010, p.7)
۱۰	در فرایند مسیریابی، فرد ناظر به دنبال پاسخ گویی به دو پرسش اصلی کجا و چگونه است. سوال کجا برای پیدا کردن مقصد مطلوب و توصیف آن پرسیده می‌شود سوال چگونه، در ارتباط با نحوه انتخاب مسیر و پیمودن راه‌های مختلف پرسیده می‌شود.	(Richer et al, 2007, p.233)

پژوهشگران در خصوص ابزارهای مسیریابی ذهنی در میان متصرفان حاضر در یک ساختمان، تحقیقات مختلفی را انجام داده‌اند. در جدول ۳ فهرست کاملی از ابزارهای مسیریابی ذهنی شناخته‌شده توسط تحقیقات محققان مختلف شرح داده شده است. پسینی می‌گوید اگر مسیریابی مشکل باشد، فشار عصبی افزایش می‌یابد؛ به‌ویژه وقتی که فرد در موقعیت خطر قرار گیرد. تقویت تصور یک مکان خاص، با نشانه‌گذاری بهینه مسیرها و مکان‌ها یا تغییر سازمان‌دهی کالبدی شهر، محله یا بناها به دست می‌آید [۱۲].

جدول ۳. اظهارنظر صاحب‌نظران گوناگون در خصوص ابزار مسیریابی در معماری [۱۳]

ابزارهای راهنمای مسیریابی		
ردیف	ابزار مسیریابی در ذهن	نام محققین
۱	در هنگام تعیین مسیر فرد ناظر از طریق استفاده از اطلاعات محیطی و فضایی به انتخاب مسیر بهینه از میان شبکه معابر می‌پردازد. اطلاعات دریافتی از محیط توسط فرد ناظر به عنوان راهنما و ابزاری در جهت تعیین مسیر استفاده می‌شود. هر اندازه سرعت و سهولت دریافت اطلاعات از محیط افزایش یابد، مسیر یابی فرد راحت‌تر می‌شود.	(Edwards&Hardman 1989; Elvins 1997; Rumpel & Donnell, 1999)
۲	مسیریابی دشوار منجر به ایجاد مشکلات در تعیین مسیر شده و سر در گمی را برای فرد به همراه دارد. مشکلات موجود در انتخاب مسیر می‌تواند ناشی از عدم دریافت به موقع اطلاعات مورد نیاز فرد در محیط ایجاد شود. همچنین در صورتی که فرد ناظر برای دریافت اطلاعات موجود در فضای شهری با ابهام مواجه شود، تردید در انتخاب مسیر و گم‌گشتگی را برای او به همراه خواهد داشت.	(Carpman & Grant 2002)
۳	تنوع در دریافت اطلاعات محیطی منجر به رفتار متفاوت در مسیر یابی می‌شود. در نتیجه تصمیم‌گیری برای انتخاب راه با اطلاعات دریافتی از محیط ارتباط دارد. فرد ناظر در محیط برای مسیر یابی با سه سوال مواجه می‌شود: ابتدا می‌بایست در خصوص نقطه حرکت و مبدأ از خود پرسید؛ از کجا آمده‌ام؛ در ادامه در تشخیص موقعیت قرار گیری در محیط از خود خواهد پرسید (کجا هستم؟) و در نهایت به مقصد اشاره می‌کند. (به کجا می‌خواهم بروم؟)	(Goode 1999, p. 23)
۴	ابزارهای مختلفی به عنوان راهنمای تصمیم‌گیری و انتخاب مسیر جهت رسیدن به مقصد وجود دارند. تمامی آنها منجر به انتقال اطلاعات شده و در نهایت سهولت مسیر یابی را به همراه دارند. تمامی آن‌ها منجر به انتقال اطلاعات شده و در نهایت سهولت مسیر یابی را به همراه دارند. بر اساس یک تقسیم‌بندی کلی عوامل راهنمای مسیر یابی شامل عوامل بصری و کلامی می‌باشند. از میان ابزارهای راهنمای بصری می‌توان به مشاهده و ادراک مستقیم، استفاده از نقشه‌ها، استفاده از نشانه‌ها و عناصر شاخص استفاده کرد. راهنمای کلامی به صورت غیر بصری و بر پایه صحبت کردن و سوال پرسیدن از دیگران است.	(Giudice, 2004, p. 60)
۵	روش استفاده از نقشه‌های راهنما و ابزارهای کلامی بیشتر مورد استفاده از سوی افراد ناشناخت با محیط قرار می‌گیرد. افراد تازه وارد به محیط با استفاده از این روش‌ها اطمینان خاطر بیشتری در انتخاب مسیر صحیح دارند. آنها ترجیح می‌دهند در بخش‌های مختلف از مسیر باز دیگران سوال نموده و از درستی انتخاب مسیر خود مطمئن شوند. در این روش فرد استفاده کننده به علت شناخت کمتر از محیط، احتمال خطای کمتری در مسیر یابی دارد.	(Kozlowski & Bryant, 1997, p. 590)
۶	فرایند مسیر یابی با عوامل مختلف از جمله هدف از سفر ارتباط دارد. اهداف مختلف از سفر با توجه به ویژگی‌هایی مانند: طول مسیر، زمان طی مسیر و هزینه سنجیده می‌شود. برای انجام سفرهای تکراری مانند خانه به محل کار و یا از خانه به مدرسه کمتر از دانش اکتشافی استفاده می‌شود. سفرهای تکراری معمولاً با در نظر گرفتن کمترین زمان، کمترین هزینه و کمترین فاصله انجام می‌شود. هدف از سفر و نوع سفر بر فرایند تصمیم‌گیری مؤثر است.	(Golledge, 1999, p. 32)
۷	ممکن است در مواقع بسیاری در طول مسیر حرکت هیچ‌گونه اطلاعاتی در دسترس نباشد. در این شرایط فرد ناظر می‌تواند با استفاده از روش آزمون و خطا و جستجو کردن در محیط تصمیم‌گیری کرده و یا با دنبال کردن علائم راهنمای پی در پی به دنبال یافتن بهترین مسیر برای رسیدن به مقصد باشد.	(Arthur & Passini, 1992)
۸	در هنگام مسیر یابی برای پیدا کردن مقصد، فرد ناظر بیشتر از جنبه‌های بصری موجود در محیط به عنوان ابزار مسیر یابی استفاده می‌کند. در این روش از نشان‌ها، عناصر شاخص و نقشه‌ها و ابزار راهنمایی مسیر یابی استفاده می‌شود. - روش دوم در مسیر یابی شامل دنبال کردن علائم پی در پی می‌باشد. در این روش، استفاده از علائم راهنما به طور متوالی می‌تواند به عنوان ابزار هدایتگر در طول مسیر حرکت محسوب گردند.	(Allen, 1999, p. 47)
۹	روش مسیر یابی ذهنی بر پایه قرار دادهای ذهنی مختصات شمالی، جنوبی، شرقی و غربی به عنوان راهنمای ذهنی فرد است. در این روش فرد ناظر با تطبیق دادن مسیر حرکت با مختصات، جهت حرکت خود را از نقطه مبدأ به نقطه مقصد مشخص می‌کند.	(Lawton, 2002)

پیشینه پژوهش‌های صورت گرفته بر تأثیر دو مؤلفه شاخصه‌های حریق و فناوری‌های مورداستفاده در خصوص اعلان و اطفای حریق

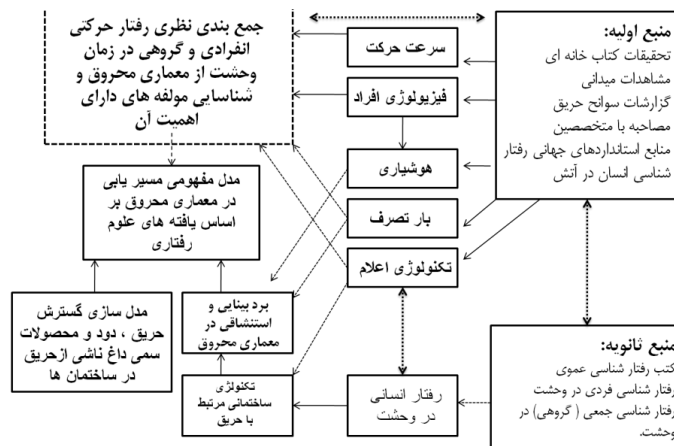
گالاج برای طراحی صحیح فرایند پیمایش مسیر، سه سؤال را شایسته پاسخ‌دهی می‌داند: ۱- از کجا آمده‌ام؟ ۲- کجا هستم؟ و ۳- به کجا می‌روم؟ [۱۴] محقق چینی، وانگ، چندین مؤلفه مهم را برای طراحی اثربخش برای یک سیستم مسیریابی اضطراری معرفی می‌کند. در توضیح اهمیت سخنان این محقق، دو مؤلفه تأثیرگذار دیگر که در شکل ۱ دو رأس از مثلث عوامل مؤثر در طراحی مسیرهای تخلیه خروج اضطراری را در بنا نشان می‌دهند، شاخصه‌های حریق و فاکتورهای سامانمند شناسایی و اطفای حریق معرفی می‌گردند.

ژرمینگ معتقد است متغیرهایی نظیر مکان‌نمایی صحیح پلکان‌های خروج اضطراری از یک بنا، شیوه جانمایی کریدورهای دسترسی به چنین پله‌کان‌هایی و طول مسیر دسترسی به هریک از آنان، میزان دوربندی و دودبندی هریک از این فضاها نیز به‌تنهایی می‌توانند در کارایی و تأثیر یک مسیر تخلیه اضطراری، مؤثر واقع شود [۱۵]. ژنگ به تأثیرگذاری سامانه‌های تخلیه اضطراری جدید نظیر آسانسورهای دسترسی آتش‌نشان یا سرسره‌های تخلیه اضطراری به‌منظور تخلیه موفق یک ساختمان درگیر حریق می‌پردازد [۱۶]. گالاج معتقد است جانمایی مسیرهای تخلیه خروج یک ساختمان، تنها می‌تواند در زمانی مؤثر واقع شود که طراحان یک بنا سامانه‌های اعلان حریق خودکار و دستی را به‌درستی در مبادی ورودی آنان جانمایی کرده باشند و همچنین سراسر این مسیرها مجهز به سامانه‌های اطفای خودکار حریق خودکار مطابق با آیین‌نامه‌های مربوطه باشند [۱۷]. ژنگ مؤلفه‌های فناورانه مطرح‌شده را در تحقیقات خود با نام فاکتورهای سامانمند دسته‌بندی می‌کند. پسینی، جانمایی صحیح مسیرهای تخلیه خروج اضطراری را نیز براساس شناخت کافی طراحان ساختمان، از کاربری‌های جانمایی شده در ساختمان و همچنین ویژگی‌های رفتاری، کاری و حتی وابستگی‌های اجتماعی موجود میان آنان در یک ساختمان در زمان حریق می‌داند ایشان معتقد است چنین نیازهایی را می‌توان در قالب دو برگ خرید مؤلفه‌های روانشناسان و مؤلفه‌های فیزیولوژیک به‌منظور طراحی مسیر خروج اضطراری مؤثر در نظر گرفت [۱۸]. از سویی، برخی از محققان با گرایش‌های فنی و مهندسی به‌ویژه در علوم مهندسی مکانیک و عمران صحبت از ماهیت محصولات شکل‌گرفته از حریق نظیر دود و گازهای داغ سمی می‌کنند که تفاوت در میزان حجم و سمیت دود متصاعد از حریق می‌تواند در انتخاب جانمایی مسیر صحیح برای خروج اضطراری از ساختمان‌ها مؤثر واقع شوند. از نظر ایشان چنین مؤلفه‌های نیز باید پیش از طراحی مسیر خروج اضطراری مؤثر الزاماً در نظر گرفته شود [۱۹].

روش‌شناسی

پژوهش حاضر براساس نتیجه یا هدف از نوع پژوهش و با رویکرد کاربردی است و به لحاظ روش، یک تحقیق توصیفی است. این مطالعه به لحاظ جمع‌آوری داده‌ها یک تحقیق پیمایشی و براساس روش تحلیل داده‌ها یک تحقیق کمی محسوب می‌شود. مصاحبه با کارشناسان خبره در بالاترین سطح سازمانی آتش‌نشانی و شهرداری تهران به‌منظور پژوهشی کیفی بر اصول مطالب مطرح‌شده در خلال محاسبات فراهم می‌شود. بدین منظور، پیش از تدوین سؤالات پرسشنامه، به‌واسطه مصاحبات تخصصی و همچنین مطالعات در خصوص پیشینه پژوهش، پیش‌زمینه‌ای کامل از رئوس مطالب فراهم خواهد شد. در این پژوهش برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات، از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شد. به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات مربوط به توصیف موضوع پژوهش و استخراج گویه‌های پژوهش از روش کتابخانه‌ای استفاده شد. در روش میدانی، اطلاعات موردنیاز از خبرگان سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران با استفاده از پرسش‌نامه و به‌واسطه تکنیک‌های FMEA جمع‌آوری گردید. در این تحقیق ۷ گویه اصلی حریق و ۲۱ گویه فرعی برای طراحی مؤثر مسیرهای تخلیه اضطراری برای ساختمان‌ها با استفاده از بررسی عمیق تحقیقات

گذشته و جرح و تعدیل آن‌ها، تصدیق و استخراج شدند. نظرات خبرگان تحقیق به‌منظور تأیید روایی پرسش‌نامه تحقیق استفاده شد.



شکل ۲. مدل تحقیق

یافته‌ها

در تحقیق حاضر با توجه به ماهیت کمی- کیفی آن از روش نمونه‌گیری تصادفی با استفاده از فرمول کوکران برای پرسش‌نامه «سنجش اولویت‌های فاکتورهای تأثیرگذار در طراحی مؤثر مسیرهای تخلیه اضطراری» استفاده گردید و افرادی به‌عنوان جامعه آماری (نمونه) انتخاب شدند که دارای یکی از شروط زیر باشند: افراد دارای تجربه حضور در کالبد یک معماری محروق، متخصصان و صاحب‌نظران سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران، دانشجویان دکتری معماری دانشگاه شهید بهشتی، دانشجوی کارشناسی ارشد معماری دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات، دانشجوی کارشناسی ارشد شهرسازی دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات. بر این اساس از بین قریب ۸۰۰ نفر از متخصصان امر، ۲۵۰ نفر با توجه به فرمول کوکران به‌عنوان حجم نمونه تحقیق انتخاب و پرسش‌نامه بین آن‌ها توزیع گردید.

گام اول (تشکیل ماتریس اولیه اطلاعات)

اولین گام در تبیین، استخراج اطلاعات و معیارهای مؤثر بر طراحی مسیر تخلیه اضطراری موفق در کالبد بنای محروق براساس یافته‌های پیشینه تحقیق است. این مدل در تبیین اولیه به رؤیت صاحب‌نظران و متخصصان عملیاتی فعال در حوزه آتش‌نشانی رسیده است. در تبیین و تدوین کیفیت مسیریابی در کالبد معماری محروق متغیرهای مورد استفاده در سه مؤلفه شاخصه‌های حریق، شاخصه‌های ساختمان و شاخصه‌های انسانی، محدود شدند. این سه دسته شاخصه، عامل نامیده شدند، هر سه این عوامل به‌عنوان متغیرهای پنهان تحقیق از ادبیات تحقیق استخراج شده‌اند و خود این متغیرها خود از ترکیب چند متغیر که از وجوهی به هم شباهت دارند و قابل مشاهده هستند، ساخته شده‌اند. هدف این مرحله از استخراج مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده عوامل تأیید ساختار علی متغیرهای مدل و به‌دست آوردن زیربنایی به‌منظور کشف مدل مفهومی عوامل مؤثر بر تخلیه اضطراری در کالبد معماری محروق است.

جدول ۴. فاکتورهای مؤثر بر رفتار مسیریابی در معماری محروق مستخرج از یافته‌های پژوهش

مؤلفه های مؤثر بر تخلیه اضطراری بگ ساختمان در زمان حریق			
مؤلفه های استخراجی	کد مؤلفه	مؤلفه فرعی استخراجی	منبع
مؤلفه های معماری تخلیه اضطراری موفق اولیه	A1-1	پلکان های اضطراری	Sheeba, A. A. and Jayaparvathy, R. (2019), "Performance modeling of an intelligent emergency evacuation system in buildings on accidental fire occurrence", Safety Science, Vol 112 No, pp.
	A1-2	کریدور های دسترسی خروج	Ramirez de la Huerga, M., Bañuls Silvera, V. A., & Turoff, M. (2015). A CIA-ISM scenario approach for analyzing complex cascading effects in Operational Risk Management. Engineering
	A1-3	آسانسور های آتش نشانی	Tolga, A. Ç., Tuysuz, F., & Kahraman, C. (2010, 18-23 July 2010). Fuzzy real option value integrated fuzzy ANP method for location selection problems. Paper presented at the
مؤلفه های معماری تخلیه اضطراری موفق ثانویه	A2-4	پله کان فرار فلزی	Zheng, W. (2014). Fire Safety Assessment of China's Twelfth National Games Stadiums. Procedia Engineering, 71, 95-100.
	A2-5	فضای پناه دهی مؤثر	Ramirez de la Huerga, M., Bañuls Silvera, V. A., & Turoff, M. (2015). A CIA-ISM scenario approach for analyzing complex cascading effects in Operational Risk Management. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 46, 289-302.
	A2-6	کریدورهای تخلیه خروج	Sanni-Anibire, M. O. and Hassanain, M. A. (2015), "An integrated fire safety assessment of a student housing facility", Structural Survey, Vol 33 No 4/5, pp. 354-371.
تکنولوژی های متقابل با حریق به کار رفته در ساختمان اولیه	A3-6	تعداد خروج های مورد نیاز برای تخلیه فضاهای تجمعی بیش از 50 نفر	Tolga, A. Ç., Tuysuz, F., & Kahraman, C. (2010, 18-23 July 2010). Fuzzy real option value integrated fuzzy ANP method for location selection problems. Paper presented at the International Conference on Fuzzy Systems.
	A3-1	سیستم های تهویه نود ناشی از حریق (اگر است)	Zheng, W. (2014). Fire Safety Assessment of China's Twelfth National Games Stadiums. Procedia Engineering, 71, 95-100.
	A3-2	سامانه های اطفاء دستی (فایرفوزرل)	Wong, L. T., Chong, H. W. and Chow, W. K. (1999), "Problems of the retrofit installation of sprinkler systems in old high rise buildings: a case study", Facilities, Vol 17 No 3/4, pp. 112-119.
تکنولوژی های متقابل با حریق به کار رفته در ساختمان ثانویه	A4-3	سامانه های اطفاء اتوماتیک (اسپرینکلر)	Wong, L. T., Chong, H. W. and Chow, W. K. (1999), "Problems of the retrofit installation of sprinkler systems in old high rise buildings: a case study", Facilities, Vol 17 No 3/4, pp. 112-119.
	A4-4	سامانه های اعلام حریق سرنشانی اتوماتیک	Wong, L. T., Chong, H. W. and Chow, W. K. (1999), "Problems of the retrofit installation of sprinkler systems in old high rise buildings: a case study", Facilities, Vol 17 No 3/4, pp. 112-119.
	A4-5	پرده های زون بندی مقاوم در برابر حریق	Sanni-Anibire, M. O. and Hassanain, M. A. (2015), "An integrated fire safety assessment of a student housing facility", Structural Survey, Vol 33 No 4/5, pp. 354-371.
تکنولوژی های ویژه در قیاس با تمرکز جمعیتی	A5-6	سامانه های اعلام حریق موضعی (انرس پنیر)	Wong, L. T., Chong, H. W. and Chow, W. K. (1999), "Problems of the retrofit installation of sprinkler systems in old high rise buildings: a case study", Facilities, Vol 17 No 3/4, pp. 112-119.
	A5-7	سامانه های آسانسوری ویژه آتش نشانی	Zheng, W. (2014). Fire Safety Assessment of China's Twelfth National Games Stadiums. Procedia Engineering, 71, 95-100.
	A5-1	تمرکز جمعیتی در فضاهای ساختمانی	Marchant, E. W. (2000). "Fire safety systems – interaction and integration", Facilities, Vol 18 No 10/11/12, pp. 444-455.
مؤلفه های رفتار انسانی اولیه	A6-2	آشنایی افراد با ساختمان	Liu, F., Zhao, S., Weng, M. and Liu, Y. (2017), "Fire risk assessment for large-scale commercial buildings based on structure entropy weight method", Safety Science, Vol 94 No, pp. 26-40.
	A6-3	هوشیاری افراد در زمان حریق	Ke-xuan, L. (2013). A renovated method of fire risk evaluation of large emporium based on ANN and grey correlation, Journal of Safety and Environment, 13(1), 254-258.
	A6-4	توانایی های فیزیکی و حرکتی در زمان حریق	Sanni-Anibire, M. O. and Hassanain, M. A. (2015), "An integrated fire safety assessment of a student housing facility", Structural Survey, Vol 33 No 4/5, pp. 354-371.
مؤلفه های رفتار انسانی ثانویه	A7-5	وایشنگی های اجتماعی	Liu, F., Zhao, S., Weng, M. and Liu, Y. (2017), "Fire risk assessment for large-scale commercial buildings based on structure entropy weight method", Safety Science, Vol 94 No, pp. 26-40.
	A7-6	مسئولیت های اشخاص در ساختمان	Ke-xuan, L. (2013). A renovated method of fire risk evaluation of large emporium based on ANN and grey correlation, Journal of Safety and Environment, 13(1), 254-258.
	A7-7	نقاط تمرکز دید و حواس	Liu, F., Zhao, S., Weng, M. and Liu, Y. (2017), "Fire risk assessment for large-scale commercial buildings based on structure entropy weight method", Safety Science, Vol 94 No, pp. 26-40.
	A7-8	شرایط سنی و جنسی	Sanni-Anibire, M. O. and Hassanain, M. A. (2015), "An integrated fire safety assessment of a student housing facility", Structural Survey, Vol 33 No 4/5, pp. 354-371.

گام دوم (تحلیل داده‌های استخراج شده در مرحله اول)

تکنیک مدل سازی ساختاری براساس تئوری گراف و متعلق به خانواده رویکردهای علی است و به منظور شناسایی روابط بین عوامل یک موضوع خاص (نظیر موضوع این پژوهش) استفاده می شود.

۱- مرحله اول: استخراج مؤلفه های مؤثر بر تخلیه اضطرار ی ساختمان ها، در این مرحله براساس یافته های ناشی از پیشینه پژوهش و مطالعات کتابخانه ای ۲۲ مؤلفه تأثیرگذار بر فرایند خروج اضطراری از میان منابع

گوناگون تحقیقاتی استخراج گشته‌اند و سپس در میان هفت سرمؤلفه اصلی تقسیم‌بندی شده‌اند. در جدول ۵ این مؤلفه‌ها به همراه منابعی که هر مؤلفه از آن مستخرج شده است به تفصیل نمایش داده شده است.

۲- مرحله دوم: تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری، در این مرحله روابط بین مؤلفه‌ها درون یک ماتریس با نام ماتریس خودتعاملی به نمایش درخواهد آمد.

۳- مرحله سوم: تشکیل ماتریس دستیابی، پس از تشکیل ماتریس دستیابی، سازگاری آن باید بررسی شود. به عبارتی، ماتریس دستیابی باید خاصیت تریایی داشته باشد.

جدول ۵. جدول روابط بین مؤلفه‌ها در ماتریس خودتعاملی (مأخذ: نویسندگان)

روابط بین مؤلفه‌ها بین دو مؤلفه‌ها در ماتریس خودتعاملی			
نماد روابط ترونی	شرح	(i,j)	(j,i)
V	مؤلفه سطر i منجر به مؤلفه ستونی j می‌شود.	1	0
A	مؤلفه ستونی i منجر به مؤلفه سطر i نمی‌شود.	0	1
X	بین هر دو مؤلفه ارتباط متقابل وجود دارد.	1	1
O	بین دو مؤلفه هیچ ارتباطی وجود ندارد.	0	0

جدول ۶. جدول ماتریس خودتعاملی

ماتریس خودتعاملی ساختاری							
ریسک	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A1		V	A	A	O	O	A
A2	-		A	A	A	A	A
A3	-	-		A	V	O	O
A4	-	-	-		V	A	A
A5	-	-	-	-		O	A
A6	-	-	-	-	-		O
A7	-	-	-	-	-	-	

جدول ۷. ماتریس دستیابی سازگار شده

ماتریس دستیابی سازگار شده							
ریسک	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A1	1	0	0	0	0	0	0
A2	0	1	0	0	0	0	0
A3	1	1	1	0	1	0	0
A4	1	1	1	1	1	0	0
A5	0	0	1	0	0	1	0
A6	1	1	1	1	1	1	0
A7	1	1	1	1	1	1	0

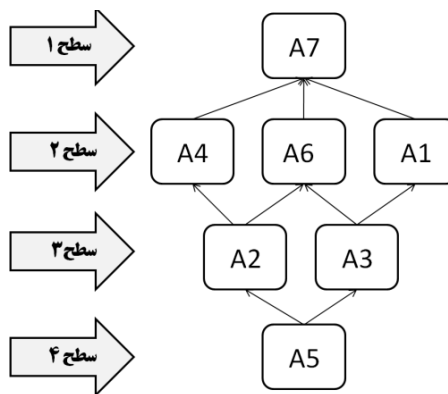
۴- تعیین سطح و اولویت گویه: برای تعیین سطح و اولویت گویه‌ها باید مجموعه دستیابی و مجموعه تقدم برای هر گویه تعیین شود. مجموعه دستیابی هرگویه شامل گویه‌هایی است که به وسیله گویه موردنظر می‌توان به آن‌ها دست یافت و مجموعه پیش‌نیاز هرگویه شامل گویه‌هایی است که به‌وسیله آن‌ها می‌توان

به گویه مورنظر دست یافت. این مجموعه‌ها با استفاده از ماتریس دستیابی به‌دست می‌آید. پس از تعیین مجموعه‌های دستیابی و تقدم، عناصر مشترک هر دو مجموعه شناسایی شد و اگر عناصر مجموعه مشترک با عناصر مجموعه دستیابی کاملاً یکسان باشند، سطح گویه تعیین می‌شود.

جدول ۸. تعیین سطح اولویت مؤلفه‌های مؤثر

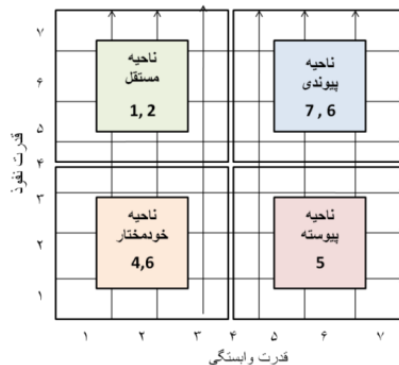
تعیین سطح اولویت‌های مؤلفه‌های مؤثر						
کد مؤلفه	مؤلفه	دستیابی	تقدم	سطح	قدرت نفوذ	قدرت وابستگی
A1	مؤلفه‌های معماری تخیله اضطراری موفق اولیه	2,4,1	3,5,6,7	سطح سوم	3	4
A2	مؤلفه‌های معماری تخیله اضطراری موفق ثانویه	2,4	1,3,5,6,7	سطح دوم	2	5
A3	تکنولوژی‌های مقابله با حریق به کار رفته در ساختمان اولیه	2,4,1,3	5,6,7	سطح چهارم	5	3
A4	تکنولوژی‌های مقابله با حریق به کار رفته در ساختمان ثانویه	4	1,2,3,5,6,7	سطح اول	1	7
A5	تکنولوژی‌های ویژه در قبایس با تمرکز جمعیتی	3,4,2,1,6	5,7	سطح ششم	6	1
A6	مؤلفه‌های رفتار انسانی اولیه	3,4,2,1,6	5,7	سطح ششم	6	1
A7	مؤلفه‌های رفتار انسانی ثانویه	3,4,2,1	5,6,7	سطح پنجم	5	2

مدل اولیه ناشی از تأثیرات وزنی بر سر مؤلفه‌های هفت‌گانه تحقیق در شکل ۳ به نمایش درآمده است.



شکل ۳. مدل اولیه مستخرج از اولویت مؤلفه‌های مؤثر

در تحلیل فازی، گویه‌ها با توجه به قدرت نفوذ و قدرت وابستگی به چهار ناحیه طبقه‌بندی می‌شوند. در ماتریس تحلیلی، چهار ناحیه پیوندی، مستقل، پیوسته و خودمختار به نمایش درآمده‌اند. سپس تمامی هر هفت سرمؤلفه براساس ارزیابی MICMAC در ماتریس جانمایی شده‌اند.



شکل ۴. ماتریس اعتباردهی تأثیرات متقابل مؤلفه‌ها با یکدیگر

ماتریس تثبیت‌شده فازی برای محاسبه اثربخشی هرگویه و توسعه مدل یکپارچه استفاده می‌شود. اثربخشی هر گویه به وسیله تفریق قدرت وابستگی از قدرت نفوذ محاسبه می‌شود که در جدول ۹ ارائه می‌شود.

جدول ۹. ماتریس روابط مستقیم فازی

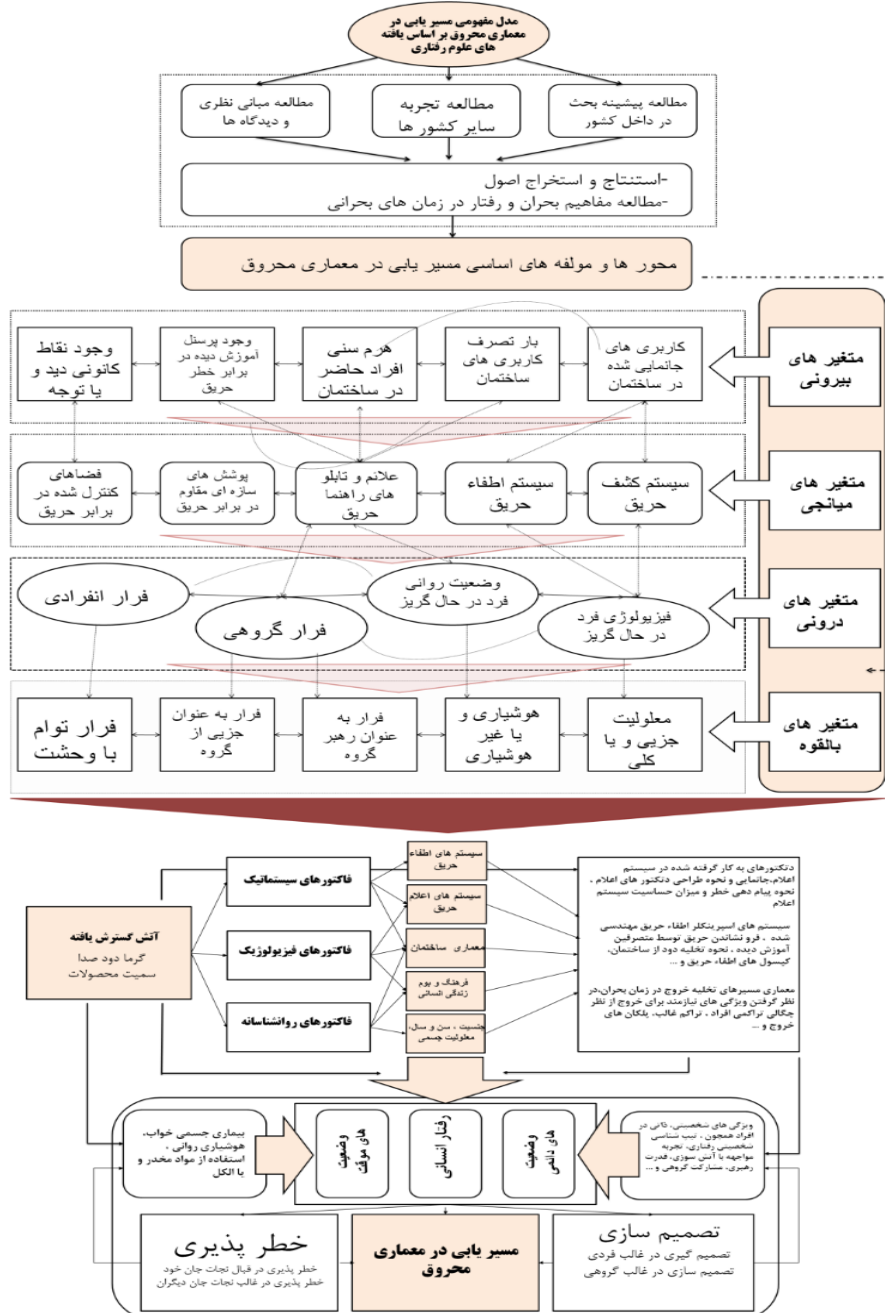
ماتریس روابط مستقیم فازی							
A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	مؤلفه‌ها
%4/6	%3/3	%2/7	%3/7	%2/7	%2/7	%4/6	سطح مدل یکپارچه
*3/1	*1/9	*1/7	*2/1	*2/0	*1/7	*3/1	میزان اثربخشی
*1/6	*0/5	0/2	*1/6	*1/6	_3/2	*1/6	قدرت وابستگی
3	2	1	2	1	2	3	قدرت نفوذ

در این مرحله، اوزان نهایی برای گویه‌های فرعی مشخص می‌شوند. اوزان نهایی برای گویه‌های فرعی از طریق ضرب وزن محلی گویه فرعی که در مرحله ۲ محاسبه شد و وزن وابستگی متقابل گویه اصلی مربوطه که در مرحله ۳ تعیین شد، محاسبه می‌شوند. به‌منظور سهولت بررسی اولویت‌ها، جدول ۱۰ اولویت گویه‌های فرعی را براساس اوزان نهایی آن‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۱۰. اوزان فاکتورهای مؤثر بر تخلیه خروج اضطراری موفق در معماری محروق

اوزان نهایی مولفه ها و رتبه آنها			
رتبه نهایی	اوزان نهایی	مؤلفه فرعی	مؤلفه اصلی
رتبه اول	0/1100	A1-1	A1
رتبه اول	0/1100	A1-2	
رتبه چهارم	0/0890	A1-3	
رتبه هفتم	0/0110	A2-1	A2
رتبه سوم	0/0920	A2-2	
رتبه سوم	0/0920	A2-3	
رتبه پنجم	0/0630	A3-1	A3
رتبه پنجم	0/0630	A3-2	
رتبه ششم	0/0410	A3-3	
رتبه اول	0/1100	A4-1	A4
رتبه چهارم	0/0890	A4-2	
رتبه ششم	0/0410	A4-3	
رتبه ششم	0/0410	A5-1	A5
رتبه پنجم	0/0630	A5-2	
رتبه چهارم	0/0890	A5-3	
رتبه پنجم	0/0630	A6-1	A6
رتبه اول	0/1100	A6-2	
رتبه دوم	0/1009	A6-3	
رتبه اول	0/1100	A7-1	A7
رتبه پنجم	0/0630	A7-2	
رتبه هفتم	0/0110	A7-3	
رتبه سوم	0/0920	A7-4	

به‌منظور تبیین گرافیکی در آخرین مرحله و براساس بارهای عاملی مستخرج، نوبت به معرفی و تبیین مدل مفهومی از چارچوب تحقیقاتی حاضر خواهد رسید. در شکل ۵ مدل مفهومی مستخرج از یافته‌های این پژوهش براساس و زون نهایی و تحلیل FmMEA مؤلفه‌های مؤثر بر طراحی مسیر خروج اضطراری از ساختمان محروق به نمایش درآمده است.



شکل ۵. مدل مفهومی مؤلفه‌های مؤثر بر تخلیه خروج اضطراری ساختمان

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات نشان داد بسیاری از کاربران در ساختمان و پس از درک وضعیت خطر اضطراری در حین گمشدگی از این راهکارها استفاده می‌کنند؛ در نتیجه، دستیابی به اصول طراحی به‌دست‌آمده بسیار در طراحی معماری حائز اهمیت است. بعد از مصاحبه نیمه‌ساختاریافته که با استادان معماری دانشگاه تهران و شهید بهشتی، همچنین رؤسای بلندپایه آتش‌نشانی حرفه‌ای انجام شد، پس از توضیح راهکارهای مسیریابی به‌دست‌آمده، پیشنهادهایی مبنی بر به‌کارگیری این راهکارها برای تسهیل خوانایی در فضا از سوی ایشان داده شده است.

۱- تعریف محل تقاطع مسیرها در هر تراز طبقه ساختمان «گره اصلی» به‌صورت رؤیت‌پذیر از کریدورها مسیرهای اصلی هر تراز طبقه، قابل اکتشاف توسط کاربران وحشت‌زده در اولین نوبت جستجو- جانمایی پلکان‌های خروج اضطراری نیز در همین فضاها الزامی است.

۲- قرار دادن جعبه پله فرار اصلی ساختمان در فضای تقریباً تهی در تمامی طبقات با قابلیت دید بصری برای کاربران ساختمان در شرایط عادی

۳- استفاده از علائم گرافیکی استاندارد برای تمایز خروج اضطراری از سایر فضاهای خروجی و ارتباطی

۴- با توجه به آنکه بیشترین حرکت عمودی در ساختمان‌ها توسط آسانسورها صورت می‌پذیرد جانمایی جعبه پلکان فرار اضطراری در مجاورت یا روبه‌روی آسانسورها عملاً موجب آشنایی کاربران با مکان خروج اضطراری طبقه و همچنین ثبت ذهنی پلکان خروج برای آنان می‌شود.

۵- عدم انسداد خطوط دید در فضاهای پیمایشی، مسیرها و لبه به گره‌ها و تقاطع‌های حرکتی که عملاً دستگاه‌های پلکان اضطراری خروج را در خود جانمایی کرده‌اند.

۶- رعایت خط سیر طراحی فضاها از مهم‌ترین تا کم‌کاربردترین به‌گونه‌ای که حرکت افراد از دورترین نقطه به‌صورت انفرادی صورت گیرد و هرچقدر افراد در مسیر به خط حرکتی می‌پیوندند عملاً نزدیک‌تر به تقاطع‌های خروج اضطراری ساختمان شوند.

۷- طراحی فضاهای جمعی یا مهم‌تر در نزدیک‌ترین نقاط جانمایی شده بر تخلیه اضطراری ساختمان.

مطالعات این پژوهش نشان‌دهنده آن است که تمامی افراد حاضر در یک مجموعه ساختمانی، توانایی ترک بنا را حتی اگر قصد آن را هم داشته باشند ندارد. از این رو برای بسیاری از حوادث که ممکن است منجر به اعلان خروج اضطراری از ساختمان بشود، معماران باید در گره‌های حرکتی، فضاهایی ایمن طراحی کنند تا حداقل برای مدت‌زمانی معینی در برابر حوادثی نظیر حریق و ... توانایی حفظ جان کاربران ساختمان را داشته باشند.

References

- [1] Rego, A., Sousa, F., Marques, C., & Pina e Cunha, M. (2014). Hope and positive affect mediating the authentic leadership and creativity relationship. *Journal of Business Research*, 67(2), 200-210. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2012.10.003>
- [2] Datta, B. (2015). Assessing the effectiveness of authentic leadership. *International Journal of Leadership Studies*, 9(1), 62-75. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.675.3642>
- [3] Ahmad, I., Zafar, M. A., & Shahzad, K. (2015). Authentic leadership style and academia's creativity in higher education institutions: intrinsic motivation and mood as mediators. *Transylvanian review of administrative sciences*, 11(46), 5-19.
- [4] Munyaka, S., Boshoff, A., Pietersen, J., & Snelgar, R. (2017). The relationships between authentic leadership, psychological capital, psychological climate, team

- commitment and intention to quit. *SA Journal of Industrial Psychology*, 43(1), 1-11. <https://doi.org/10.4102/sajip.v43i0.1430>
- [5] Ribeiro, N., Duarte, A. P., Filipe, R., & Torres de Oliveira, R. (2019). How Authentic Leadership Promotes Individual Creativity: The Mediating Role of Affective Commitment. *Journal of Leadership & Organizational Studies*, 27(2), 189-202. <https://doi.org/10.1177/1548051819842796>
- [6] European University Association. (2007). *Creativity in Higher Education: report on the EUAcativity project 2006-2007*. <https://eua.eu/downloads/publications/creativity%20in%20higher%20education%20-%20report%20on%20the%20eua%20creativity%20project%202006-2007.pdf>
- [7] Berkovich, I. (2014). Between person and person: Dialogical pedagogy in authentic leadership development. *Academy of Management Learning & Education*, 13(2), 245-264. <https://doi.org/10.5465/amle.2012.0367>
- [8] Opatokun, K. A., Hasim, C. N., & Hassan, S. S. S. (2013). Authentic leadership in higher learning institution: A case study of International Islamic University Malaysia (IIUM). *International Journal of Leadership Studies*, 8(1), 49-66. <http://irep.iium.edu.my/33481/>
- [9] Avolio, B. J., Gardner, W. L., & Walumbwa, F. O. (2007). *Authentic Leadership Questionnaire (ALQ) - Mind Garden*. Mind Garden. <https://www.mindgarden.com/69-authentic-leadership-questionnaire>
- [10] Yazdani Bejarbaneh, E., Masoumnezhad, M., Jahed Armaghani, D., & Pham, B. (2020). Design of robust control based on linear matrix inequality and a novel hybrid PSO search technique for autonomous underwater vehicle. *Applied Ocean Research*, 101, 102231. <https://doi.org/10.1016/j.apor.2020.102231>
- [11] Masoumnezhad, M., Moafi, A., Jamali, A., & Nariman-zadeh, N. (2014). Optimal Design of Mixed Kalman-H infinity Filter Using Multi-objective Optimization Method. *Modares Mechanical Engineering*, 14(2), 128-132. <http://mme.modares.ac.ir/article-15-238-en.html>
- [12] Zhang, X., Xu, W., & Zhou, B. (2009). Mean first-passage time in a bistable system driven by multiplicative and additive colored noises with colored cross-correlation. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 14(12), 4220-4225. <https://doi.org/10.1016/J.CNSNS.2009.02.029>
- [13] Geist, M., & Pietquin, O. (2011). *Kalman filtering & colored noises: the (autoregressive) moving-average case* Proceedings of the IEEE Workshop on Machine Learning Algorithms, Systems and Applications (MLASA 2011), <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00660607>
- [14] Park, S.-T., & Lee, J. G. (2001). Improved Kalman filter design for three-dimensional radar tracking. *Aerospace and Electronic Systems, IEEE Transactions on*, 37, 727-739. <https://doi.org/10.1109/7.937485>
- [15] Yadaiah, N., Srikanth, T., & Rao, V. S. (2011, December 5-8). Fuzzy Kalman Filter based trajectory estimation. 2011 11th International Conference on Hybrid Intelligent Systems (HIS), Malacca, Malaysia.
- [16] Mousavi Moaiied, M., & Mosavi, M. R. (2016). Increasing accuracy of combined GPS and GLONASS positioning using fuzzy kalman filter. *Iranian Journal of Electrical and Electronic Engineering*, 12(1), 21-28. <https://doi.org/10.22068/IJEEE.12.1.21>

- [17] Alinaghizadeh Ardestani, M., & Vakili, A. (2020). Output feedback Controller design for HVAC system with delayed based Robust control approach. *Karafan Quarterly Scientific Journal*, 17(1), 89-99. <https://doi.org/10.48301/kssa.2020.112758>
- [18] Masoumnezhad, M., Jamali, A., & Nariman-Zadeh, N. (2014). A Robust Unscented Kalman Filter for Nonlinear Dynamical Systems with Colored Noise. *Journal of Automation and Control Engineering*, 2(3), 310-315. <https://doi.org/10.12720/joace.2.3.310-315>
- [19] Jamali, A., Masoumnezhad, M., Nahaleh, M., & Nariman Zadeh, N. (2015). Optimal state estimation of a dynamical system corrupted with colored noises using Mixed Kalman/H-infinity filter. *Modares Mechanical Engineering*, 14(12), 67-74. <http://mme.modares.ac.ir/article-15-11172-en.html>