بررسی متغیرهای مؤثر بر طراحی مسیرهای تخلیه اضطراری ساختمان‌های بلندمرتبه در برابر آتش‌سوزی بر اساس روش معادلات ساختاری MICMAC و تحلیل ANP

وحید بهرامی[1]، ایرج اعتصام[2] و آزاده شاهچراغی[3]

تاریخ دریافت: 98/12/10
تاریخ پذیرش: 99/10/07

چکیده: طراحی مسیر تخلیه اضطراری در ساختمان‌های بلندمرتبه، مسأله‌ای است که معماران خود را ملزم به چاره‌اندیشی در خصوص آن می‌دانند. معماری پایدار ساختمان‌ها در برابر آتش‌سوزی، از زیرساخت‌های پایداری ابنیه است که از سال 2015 در مقیاس شاخص "کلان‌شهرهای پایدار" قرار دارد. روش پژوهش این تحقیق بر اساس تحلیل ماتریس معادلات ساختاری MICMAC و ANP است. گردآوری اطلاعات به صورت پرسش‌نامه‌ای و بر اساس تکنیک ISM از میان فرماندهان سازمان آتش‌نشانی تهران و نخبگان دانشگاهی صورت گرفته است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد، شناسایی متغیرهای مؤثر بر طراحی مسیرهای تخلیه اضطراری، نیازمند دانشی جامع از شیوه "ادراک محیطی توسط انسان"، "مسیریابی فردی یا گروهی"، "نقش افراد" و "فرهنگ رفتاری" است. همچنین وزن‌های تأثیرگذاری پژوهش نشان می‌دهد، حرکت به منظور تخلیه اضطراری ساختمان از طریق ادراک محیطی و با درصد وزنی 0/911 از طریق ریزابعاد "حرکت در مسیرهای عبور و مرور قالب در بنا" اتفاق می‌افتد و در جایگاه دوم با "حرکت به‌سوی گره‌های حرکتی" با وزن عاملی 0/874 اتفاق می‌افتد. همچنین در رتبه سوم نیز "حرکت به سوی نشانه‌های مرجع" با وزن درصدی 0/0833 است. نتایج حاکی از آن است که طراحی مسیر خروج اضطراری در ساختمان زمانی می‌تواند در بحران آتش‌سوزی مؤثر واقع شود که جانمایی آن‌ها در مسیرهای اصلی عبور و مرور باشد، لذا مکان‌نمایی مسیرهای تخلیه اضطراری در کنج‌ها و گوشه‌های ناخوانای ارتباطی موجب بی‌استفاده ماندن و ترس از استفاده مسیرهای تخلیه اضطراری در زمان بحران می‌شود.

واژگان کلیدی: آتش‌سوزی، حریق، تخلیه اضطراری، مسیریابی.

این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول با عنوان «مدل مفهومی مسیر یابی در معماری محروق بر اساس یافته‌های علوم رفتاری» است که به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی دفاع شده است.

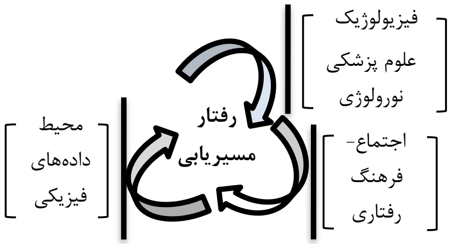
---

[1] **دانشجوی دکتری**، معماری، گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
[2] **استاد**، گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) i.etessam@srbiau.ac.ir
[3] **دانشیار**، گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

1-مقدمه

هرگاه رخدادی نابهنگام و پیش‌بینی‌نشده باشد و باعث برهم خوردن وضع عادی شود شرایط بحرانی پدید می‌آید. بحران‌ها ناشی از مجموعه‌ای از فشارهای ویژه روانی بر گروهی از انسان‌هاست که با ایجاد آسیب‌های جانی، مالی، تهدیدها و خطرهای جدید، نیازهای تازه‌ای در انسان به وجود می‌آورند، چنین نیازهایی باعث درهم‌شکسته شدن انگاره‌های متعارف زندگی و واکنش‌های رفتاری خارج از عرق در فرد، ازهم‌گسیختگی ساختار رفتار اجتماعی، برهم خوردن فعالیت‌های عادی و نظم رفتاری حاضران در یک ساختمان، یک محله و یا یک جامعه می‌شود. به عبارتی‌دیگر هرگونه تغییرات ناگهانی ناشی از حوادث غیر مترقبه که باعث اختلال در شرایط عادی یک جامعه انسانی شود و نیاز به انجام اقدامات ضروری را ایجاد کند، بحران تلقی می‌شود. آتش‌سوزی در کالبد یک ساختمان خود یک بحران فراگیر با حاضران در یک ساختمان محسوب می‌شود(مبحث سوم مقررات ملی ساختمان، 1395).

شناسایی و پیشگیری از خطرات آتش‌سوزی، از زیرساخت‌های معماری پایدار ابنیه محسوب می‌شود و از سال 2015 در مقیاس "کلان‌شهرهای پایدار " مطرح و مورد توافق قرار گرفته است. پیشینه تحقیقات در خصوص آتش‌سوزی ابنیه به دهه هفتاد میلادی باز می‌گردد. در سال 1970، عامل رفتار انسانی در آتش‌سوزی مورد توجه محققان علوم ساختمانی قرار گرفت منجر به انجام چندین پژوهش میدانی و آزمایشگاهی شد. در بین سال‌های 1969 تا1974، مطالعات عمده‌ای در مورد تخلیه ساختمان‌های اداری بزرگ در کانادا انجام شد. هوود (Hood) در سال 1972، تحقیق بزرگ‌مقیاسی در مورد رفتار انسان در آتش‌سوزی‌های مسکونی در کانادا و ایالات‌متحده انجام داد. وی با استفاده از پرسش‌نامه تهیه شده بر اساس تکنیک تحلیلی ANP، با 2139 آتش‌نشان که در 952 آتش‌سوزی بزرگ‌مقیاس در طول 30 سال فعالیت حرفه‌ای درگیر بوده‌اند، مصاحبه کرد. سپس ادوین برایان(Brayan) در سال 1977 بر مبنای روش تحقیق هود(Hood)، یک پژوهش میدانی گسترده در ایالات متحده انجام داد و با 700 شهروند که در 200 آتش‌سوزی بزرگ‌مقیاس در ساختمان‌های بلندمرتبه حضور داشته‌اند، مصاحبه کرد. یافته‌های پژوهش وی در خصوص مسیریابی اضطراری را می‌توان در مدلی که برایان(Brayan) در مطالعات خود از عوامل مؤثر بر مسیریابی در تخلیه اضطراری موفق ساختمان معرفی کرد، پیدا کرد(NFPA, 2018).

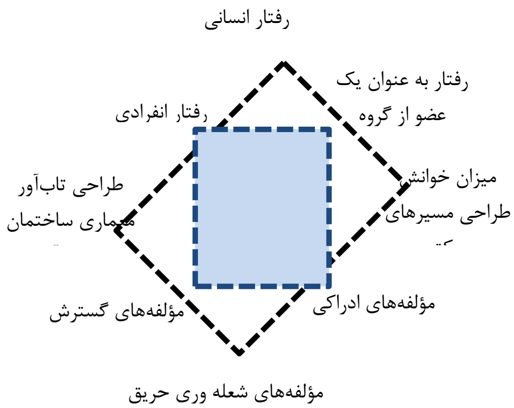


شکل 1- متغیرهای مؤثر بر مسیریابی موفق در کالبد معماری محروق حاصل از پژوهش برایان(Brayan)

Fig.1-Variables affecting successful navigation in the body of the burned architecture resulting from Bran's research

مؤلفه‌های مؤثر بر طراحی مسیر خروج اضطراری صحیح هنگام خروج از ساختمان بلندمرتبه درگیر خطر آتش‌سوزی (فرایند مسیریابی اضطراری) توسط معمار ساختمان، نیازمند کسب دانشی بین رشته‌ای از تخصص‌های گوناگونی نظیر ریاضیات، معماری، جامعه‌شناسی، روان‌شناسی و رفتارشناسی گروهی و فردی و علوم ارتباطات به منظور طراحی الگوواره های معمارانه کارا در طول زمان آتش‌سوزی است (مبحث سوم مقررات ملی ساختمان، 1395). در تعیین مسأله طراحی مسیر خروج اضطراری در یک ساختمان بلندمرتبه، می‌توان چهارضلعی را ترسیم نمود که در چهار رأس آن رفتار انسانی، طراحی تاب آور ساختمان در برابر آتش‌سوزی، مؤلفه‌های شعله‌وری حریق و خوانش فضای معماری قرار دارد، در میانه این چهارضلعی می‌توان مربعی را محاط کرد که چهار ریزبعد پیوند دهنده چهار رأس تشکیل‌دهنده مؤلفه‌های تأثیرگذار بر طراحی پایدار مسیرهای خروج اضطراری یک ساختمان

در برابر حریق است. شکل شماره 2 نمایش‌دهنده این مدل است.



شکل 2- مدل مؤلفه‌های تأثیرگذار بر طراحی مسیر خروج اضطراری ساختمان

Fig.2-Model of components affecting the design of the emergency exit route of the building

بر اساس نظر براکسما، پردنسکی و پاولس، تعاملات میان رفتار حرکتی انسان در زمان وقوع بحران حریق، طراحی تاب آور معماری ساختمان در برابر آتش‌سوزی و مؤلفه شعله‌وری حریق در مراحل تأیید نشانه‌های آتش‌سوزی موجبات اخذ تصمیم نهایی انتخاب مسیر تخلیه اضطراری در ساختمان را در مرحله حرکت شکل می‌دهند. جدول شماره یک فاکتورهای مؤثر بر طراحی مسیر ایمن خروج اضطراری از ساختمان یک بنا و ابعاد تشکیل‌دهنده آن را بر اساس مبانی نظری این پژوهشگران شرح می‌دهد(SFPA, 2019).

پژوهش حاضر درصدد آن است که به دو پرسش پاسخ دهد 1- شناسایی متغیرهای مؤثر بر مسیریابی صحیح به منظور تخلیه اضطراری ساختمان‌های بلندمرتبه در زمان آتش‌سوزی و 2- تأثیر وزنی هر یک از این متغیرها به منظور شناسایی اولویت هرکدام از آن‌ها در طراحی الگوواره های صحیح معماری به منظور مسیریابی صحیح در جهت تخلیه اضطراری ساختمان‌های بلندمرتبه.

جدول 1- عوامل مؤثر بر تخلیه اضطراری موفق در ساختمان‌های بلندمرتبه

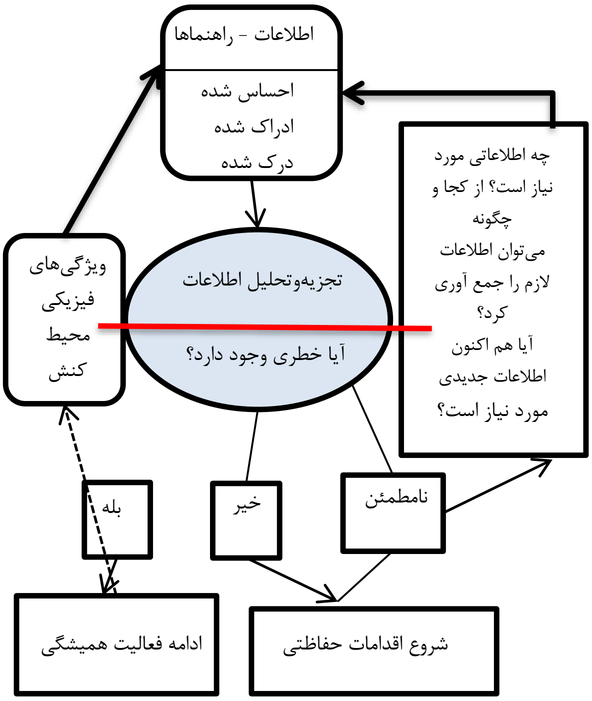
Tab .1-Factors Affecting Successful Emergency Evacuation in High-Rise Buildings

متغیرهای مؤثر بر طراحی پایدار مسیرهای تخلیه اضطراری ساختمان‌های بلندمرتبه در زمان آتش‌سوزی

مفهوم	مؤلفه	بعد	سنجه
پایداری در برابر آتش‌سوزی	قدرت شعله‌وری آتش	ادراک آتش	ادراک بصری، لامسه‌ای، ادراک شنیداری، ادراک بویایی- از شعله‌وری حریق
		شعله‌وری آتش	سرعت پیش روی حریق، سرعت شعله وری حریق، حرارت تولیدشده، مؤلفه‌های انتقال حرارت تابشی
		گسترش آتش	حجم دود تولیدی، میزان سمیت دود، محصولات گازی ناشی از حریق،
	عوامل مؤثر بر تاب‌آوری معماری ساختمان در برابر آتش‌سوزی	تاب‌آوری ساختمان	معماری ساختمان، سیرکلاسیون های حرکتی، نازک‌کاری‌های به‌کاررفته در ساختمان، تمهیدان ایمنی اندیشیده شده در ساختمان برای مقابله با حریق
		تخلیه اضطراری ساختمان	نقطه کانونی، تراکم جمعیتی، مسیریابی، نشانه‌ها و علائم اضطراری
	رفتار انسانی	رفتار فردی	تیپولوژی‌های شخصیتی افراد، توان‌های فیزیولوژیکی افراد، قدرت بینایی افراد، قدرت تصمیم‌گیری افراد، تجربه حضور در حوادث مشابه، هوشیاری
		رفتار اجتماعی	تقلید حرکت سایرین، تأثیر رفتار سایرین بر فرد، الگوپذیری فرد از حرکت افراد
		مؤلفه‌های موقعیت مکانی	محل حضور فرد در ساختمان، آشنایی قبلی با ساختمان، زمان آگاهی از حریق

1-1-مروری بر ادبیات موضوع و مبانی نظری

از دیدگاه پسینی، مسیریابی عبارت است از جهت‌یابی یا رفتار فضایی یک فرد در یک محیط که رابطه ویژه‌ای با پایداری فضا یا محیط دارد و به شکل‌گیری تصویر ذهنی در کاربران مرتبط است(NFPA, 2018). 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 فرآیند مسیریابی عناصر بصری هستند، عناصر بصری شامل کلیه عواملی است که به دیده فرد ناظر می‌آید E. D. Kuligowski, (2015). میلر فرآیند مسیریابی را در کالبد معماری یک ساختمان فرآیند حل مسأله‌ای می‌داند که تحت تأثیر 3 عامل است: عامل رفتار مردمی، عوامل محیطی و عوامل اطلاعاتی(SFPA, 2019) جان لنگ، پژوهشگر علوم رفتاری در معماری نیز شکل‌گیری تصویر ذهنی از مسیریابی را فرآیندی دو سویه بین شخص و محیط می‌داند. ایشان معتقدند امکان تقویت تصور یک مکان خاص از طریق بالا بردن قابلیت‌های شخصی یا از طریق قابل تشخیص ساختن سازه محیط وجود دارد. مسیر اول با آموزش مشاهده‌گر و دوم با نشانه‌گذاری بیشتر اماکن و یا تغییر سازمان‌دهی کالبدی شهری محله، بناها رخ می‌دهد(Lang,1394). تولومان تهیه نقشه ذهنی به منظور مسیریابی فرآیندی است که در آن انسان، اطلاعات مربوط به موقعیت نسبی و وضعیت محیط کالبدی را کسب کرده، رمزدار می‌کند، ذخیره می‌نماید، به یاد می‌آورد و به منظور حرکت در جهت صحیح رمزگشایی می‌کند. مطالعه عقاید پژوهشگران صاحب‌نظر در خصوص مسیریابی نشان می‌دهد، مسیریابی یک طراحی، به صورت یک کل در ذهن شکل می‌گیرد و بخش‌های یک محیط به سمت یک الگوی منسجم، سازمان‌دهی و بازشناخته می‌شود، از دیدگاه ایشان مسیریابی فرایندی است که در آن جستجوی هوشمند یا تصادفی ذهن به منظور یافتن جهت حرکت صحیح انجام می‌شود. جستجوی هوشمند عبارت است از اصل منطقی جستجو، تصمیم‌گیری و حرکت. جستجوی تصادفی مسیر در کالبد معماری، فرآیندی دانسته شده است که طی آن فرد می‌کوشد بدون استدلال، مسیر مورد نظر خود را بیابد. این رویکرد زمانی رخ می‌دهد که فرد راه مورد نظر خود را گم کرده و هیچ درکی از این مسأله که در کجا قرار گرفته است، ندارد. در واقع در فرآیند مسیریابی، فرد ناظر اطلاعات را از بخش‌های مختلف محیط، دریافت می‌نماید و به طبقه‌بندی ذهنی اطلاعات می‌پردازد و در نهایت، در انتخاب مسیر، تصمیم‌گیری می‌کند. در فرآیند مسیریابی، فرد ناظر به دنبال پاسخ‌گویی به دو پرسش اصلی کجا و چگونه است. سوأل کجا؟ برای پیدا کردن مقصد مطلوب و توصیف آن پرسیده می‌شود و سوأل، چگونه در ارتباط با نحوه انتخاب مسیر و پیمودن راه‌های مختلف پرسیده می‌شود.



شکل 3 - فرآیند ادراک مسیریابی برای خروج از کالبد معماری محروق

Fig. 3-The process of perceiving routing to exit the body of a burned architecture

برای شناسایی متغیرهای تأثیرگذار بر طراحی مسیر مؤثر تخلیه اضطراری توسط معماران برای حاضران در ساختمان‌های بلندمرتبه در زمان حریق نیاز به مشاهدات و یا آزمایش‌های نیمه تجربی میدانی در خصوص رفتار کاربران به هنگام خروج از ساختمان در حال آتش‌سوزی

است. مشاهدات علمی از این دست، باید بتواند رفتار فرد و حرکت‌های گروهی محتمل در زمان تخلیه اضطراری ساختمان‌های بلندمرتبه در زمان آتش‌سوزی را پیش‌بینی کند. این امر به معماران ساختمان اجازه می‌دهد، فعالیت‌هایی را که در واقعیت در طول بازه حریق به منظور تخلیه ساختمان رخ می‌دهد، پیش‌بینی نمایند و برای آن‌ها ایده‌ها و الگواره‌های صحیح حرکتی در معماری خود در نظر بگیرند. از این رو دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی گوناگونی در سطح جهان، به پژوهش بر روی رفتار مسیریابی انسانی در معماری محروق به منظور اصلاح ضوابط و آیین‌نامه‌های معماری در خصوص طراحی مسیرهای خروج اضطراری با رویکرد نیمه‌تجربی پرداخته‌اند. از مهمترین آزمایش‌های نیمه تجربی و یا مشاهدات علمی انجام شده، می‌توان به نتایج به دست آمده، از آزمایشگاه‌های حریق دانشگاه کمبریج با همکاری پژوهشگاه حریق ساکس و ناتینگهام اشاره کرد فرآیند مدل‌سازی‌های رایانه‌ای، از تخلیه اضطراری افراد در ساختمان‌ها در دهه پایانی سده بیستم تهیه شده است. از جمله این مدل‌ها می‌توان به نرم‌افزارهای شبیه-ساز بار حرکتی جمعیتی ازجمله SimWalk، BldEXODOS، PathFinder و EvacutoNZ اشاره کرد. در دهه اول سده 21 و با توجه به رشد علوم شبیه‌سازی رایانه، انواعی از مدل‌های حرکتی شبیه‌سازی شده غیر هوشمند بر پایه اتوماتای سلولی درون رایانه نظیر SGEM و Legion طراحی شد. در دهه دوم سده 21 نیز نرم‌افزارهای حرکتی جدیدتری بر پایه اطلاعات رفتاری انسان در شرایط بحران پدید آمده است که می‌تواند هم آتش را در نقشه سه بعدی ساختمان شبیه‌سازی کند و شیوه گسترش آن را پیش‌بینی کند و هم رفتار انسانی مسیریابی را در معماری محروق با توجه به شیوه گسترش حریق پیش‌بینی کند، ازجمله این نرم‌افزارها می‌توان به Egress2016 و Simulex اشاره کرد. استانداردهای جهانی ایمنی ساختمان در برابر خطر آتش‌سوزی از سال 1970 میلادی تاکنون تألیف و اصلاح گردیده‌اند. قریب به اتفاق آنان معماری مؤثر مسیر اضطراری خروج در معماری یک بنا را مرتبط با شناخت رفتار مسیریابی حاضران وحشت‌زده دانسته‌اند و معماران را توصیه به آشنایی با رفتارشناسی انسان در اضطراب و ترس ناشی از حریق پیش از طراحی‌های خود نموده‌اند. مطالعه بر روی مفاهیم و متغیرهای مشترک در میان مهمترین استانداردهای جهانی در زمینه آتش‌سوزی، نظیر SFPA، NFPA و IBC نمایانگر این مطلب است که مؤلفه‌هایی که از دیدگاه پژوهشگران تدوین‌کننده این ضوابط ملاک عمل در شناسایی متغیرهای مؤثر بر مسیریابی صحیح و سهل در یک ساختمان در زمان تخلیه اضطراری ناشی از حریق است، در بسیاری موارد مشابهند و از دیدگاه مؤلفین صاحب‌نظر، این درجه اهمیت هر یک از این متغیرهاست که در قیاس با دیگر متغیرها متفاوت است (Carpman.J.R.Grant M.A, 2002). شکل شماره 4 به دسته‌بندی متغیرهای ملاک عمل در طراحی مؤثر مسیرهای تخلیه اضطراری در ساختمان‌ها در زمان حریق بر اساس پیشینه پژوهش‌های صورت گرفته در این مورد و اطلاعات مستخرج از استانداردهای ملاک عمل در سطح جهانی پرداخته است.

2-روش تحقیق

گردآوری داده‌ها در این پژوهش از نوع توصیفی– تحلیلی و از نظر حل مسأله ترکیبی و ازنظر نوع نتایج تبیینی است. بدین ترتیب پس از بررسی مبانی نظری در مورد متغیرهای تحقیق و جمع‌بندی به کمک تحلیل منطقی و استدلال عقلی، گویه‌های اولیه‌ای از عوامل مؤثر بر متغیرهای طراحی مسیرهای تخلیه اضطراری ساختمان‌های بلندمرتبه در زمان حریق پیشنهاد می‌شود. سپس به واسطه مصاحبه با خبرگان سازمان آتش‌نشانی شهرداری تهران به کمک روش دلفی- فازی، از طریق تهیه پرسش‌نامه برحسب طیف لیکرت عوامل پیشنهادی اولیه غربال می‌شود، تا پرسش‌نامه‌ای مقایسه‌ای بر اساس تکنیک ISM بر مبنای عوامل غربال‌شده، در مرحله اول در اختیار جامعه آماری تحقیق قرار بگیرد. در گام دوم پژوهش، شناسایی روابط میان داده‌ها و اوزان تأثیرگذاری هریک از آنان به واسطه کسب نظر جامعه آماری، با استفاده از پرسش‌نامه تهیه شده بر اساس تکنیک ISM و روش تحقیق ماتریسی متناسب با تکنیک تهیه پرسش‌نامه که شیوه معادلات ساختاری MICMAC است، تحلیل و ارزیابی می‌شود.

جدول 2- فاکتورهای مؤثر بر تخلیه اضطراری موفق در ساختمان‌های بلندمرتبه
Tab .2-Factors Affecting Successful Emergency Evacuation in High-Rise Buildings

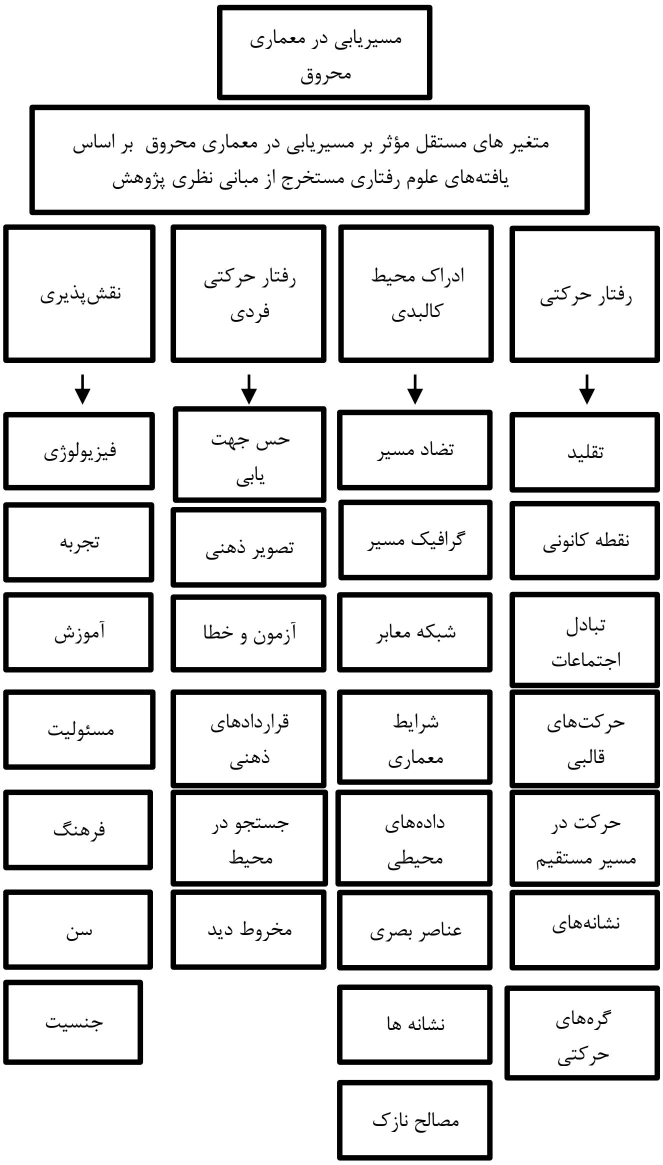
چکیده پژوهش دانشگاه کمبریج در آزمایشگاه‌های حریق ساکس و ناتینگهام در خصوص رفتار مسیریابی در کالبد ساختمان‌های محروق

هدف شناسایی شیوه‌های قالب در خصوص رفتار مسیریابی متصرفان حاضر در ساختمان‌های محروق به‌منظور تخلیه اضطراری ساختمان			
نوع پژوهش	**شیوه انجام پژوهش**	**کلید واژگان مستخرج از پژوهش**	**چکیده نتایج حاصل از پژوهش**
مصاحبه	مصاحبه موردی با نجات‌یافتگان حوادث آتش‌سوزی بزرگ نظیر فاجعه استادیوم لیورپول - فاجعه وتفورد، ...	ترس سردرگمی -ناآگاهی - تقلید حرکت دیگران - تقلید حرکت جمع - خشک‌شدگی - یخ زدن - تماشای صرف - شوک	وجود دو رفتار متضاد در میان جمعیت حاضر در ساختمان: ایجاد هویت مشترک ناشی از هم دردی و کمک، ایجاد هویت فردی ناشی از ترس و بی‌تفاوتی
مشاهده فیلم‌های مستخرج از دوربین مداربسته	مشاهده حرکت افراد در فیلم‌های ضبط شده توسط اطلاعات به دست‌آمده از دوربین‌های مداربسته و کدگذاری رفتار مسیریابی.	دل‌بستگی فضایی، دل‌بستگی اجتماعی، ترس، استیصال - حرکت‌های سردرگم - عدم توجه به علائم راهنما- عدم حرکت در مسیرهای ناشناخته - رجوع به مسیرهای آشنا	رؤیت مستقیم شعله‌وری حریق و یا دود ناشی از حریق سبب کاهش حداکثری عمق دید شرکت‌کنندگان در آزمایش نیمه‌تجربی می‌شوند. ترس موجب رفتار غیر عقلانی و استیصال حرکتی در ایشان می‌شود.
شبیه‌سازی با نرم‌افزارهای موجود	استفاده از نرم‌افزارهای مختلف طراحی شده در خصوص مسیریابی نظیر پسفایندر	حرکت غیرانسانی - اتوماتای سلولی - کدهای برنامه‌ریزی‌شده در رایانه - مغایرت با اطلاعات ناشی از حوادث واقعی	غالبا رفتار انسانی در حریق بر اساس الگوهای رفتاری حرکتی سیلات درون لوله‌های آبی و بر اساس علم هیدرولیک آبی سنجیده می‌شود.

جدول 3 -استانداردهای بین‌المللی ملاک عمل در خصوص مسأله حریق و کالبد معماری
Tab. 3-International Standards of Practice on Fire and Architecture

کدهای بین‌المللی که در خود از نحوه رفتار انسان در آتش و طراحی مسیر خروج اضطراری برای متصرفین اظهار نظر کرده‌اند.

ردیف	**نام کشور**	**نام کد**	**آیین‌نامه و فصول دخیل در مبحث رفتارشناسی انسان در زمان حریق**
1	Japan	ضابطه شهرداری‌ها	جلد اول کتاب "شیوه طراحی ساختمان‌های مقاوم در برابر آتش"-مرکز معماری شهری ژاپن-1989
2	Nordic Countries	INSTA/prTS	طراحی تخصصی ساختمان - شماره 950 - ((فصول - مهندسی حریق در ساختمان‌ها - دستورالعمل‌های ایمنی طراحی ایمن یک ساختمان))
3	NFPA	NFPA101-1500	آیین‌نامه NFPA مشهورترین و پرکاربردترین آیین‌نامه استانداردهای ساختمانی حریق در سراسر جهان است، این آیین‌نامه در تمامی کدهای خود که مشتمل بر 20000 صفحه است، به مقوله معماری پرداخته، اما در کد اختصاصی شماره 101 خود بالاخص مقوله شبیه‌سازی خروج اضطراری از ساختمان‌ها را طرح نموده.
4	IBC	IBC1A34	آیین‌نامه ایمنی در مهندسی حریق - بخش‌های مربوط به سناریوی تخلیه مهندسی حریق - آیین‌نامه ملی سازمان استانداردسازی حرکت جمعیت‌های وحشت‌زده - جنوا - سویس - 2009
5	DIN	DIN-EN	آیین‌نامه ایمنی در مهندسی حریق -بخش‌های مربوط به سناریوی تخلیه مهندسی حریق - آیین‌نامه سازمان استانداردسازی حرکت جمعیت‌های وحشت‌زده - جنوا - سویس - 2009
6	BSI	British standard	آیین‌نامه ایمنی در مهندسی حریق -بخش‌های مربوط به سناریوی تخلیه مهندسی حریق - آیین‌نامه سازمان استانداردسازی حرکت جمعیت‌های وحشت‌زده - جنوا - سویس - 2009



شکل 4-متغیرهای مستقل در مسیریابی و ریزابعاد تشکیل‌دهنده آن‌ها بر اساس مبانی نظری پژوهش

Fig. 4- Independent variables in routing and their constituent micro-dimensions based on theoretical foundations of research

1-2-گام اول – غربالگری و دسته‌بندی متغیرهای مستخرج از مبانی نظری پژوهش

در این مرحله به علت این که مؤلفه‌های شناسایی شده در مبانی نظری زیاد و پراکنده است و به منظور شناسایی متغیرهای اصلی، ادغام و غربال‌گری برای کاهش مؤلفه‌ها و بومی‌سازی آنها، بر اساس نظر خبرگان به واسطه اعمال محدودیت‌های وزنی اعمال می‌شود. برای این کار پرسش‌نامه‌ای با 32 سوأل (که هر سوأل بیان‌گر یک متغیر عامل، مؤثر بر طراحی مسیرهای اضطراری در ساختمان‌ها در برابر آتش‌سوزی است) طراحی شد و 20 پرسش‌نامه که به تعداد نخبگان سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران (شامل مدیریت عامل سازمان، معاونین شش‌گانه سازمان، قائم‌مقام معاونین و هیأت‌مدیره این سازمان) است، در اختیار آنها قرار گرفت. تمام پرسش‌نامه‌ها به‌صورت کیفی و بر اساس طیف 5 گزینه‌ای لیکرت از فوق‌العاده بااهمیت تا بی‌اهمیت قید شده است. در نظرسنجی مرحله نخست، مدل مفهومی ارائه شده همراه با زیرمعیارهای مؤثر، به اعضای گروه

خبره ارسال شد و میزان موافقت آنها با هرکدام از عوامل انجام و دیدگاه پیشنهادی و اصلاحی آن‌ها لحاظ شد. سپس پرسش‌نامه دوم تهیه و همراه با دیدگاه قبلی هر فرد و میزان اختلاف آن‌ها با دیدگاه سایر خبرگان مجددا به اعضای گروه خبره ارسال شد. در مرحله دوم اعضای گروه خبره با توجه به نقطه نظرات سایر اعضای گروه مجددا به سوألات ارائه شده پاسخ دادند با توجه به دیدگاه‌های ارائه شده در مرحله اول و مقایسه آن با نتایج این مرحله، درصورتی‌که اختلاف بین نظرات خبرگان در دو مرحله کمتر از حد آستانه 0/2 درصد بود، فرآیند نظرسنجی متوقف شد. همچنین از بین عوامل اشاره شده آن‌هایی که میانگین غیر فازی شده نظرات خبرگان برای آن‌ها کمتر از 8 باشد از مدل مفهومی تحقیق حذف شد. در این مرحله 9 عامل مردود و متوقف شد و 21 عامل باقی ماند، با توجه به نتایج حاصل از پرسش‌نامه سوم، میزان اختلاف‌نظر خبرگان در مرحله دوم و سوم کمتر از حد آستانه 0/2 درصد بوده و لذا نظرسنجی در این مرحله از خبرگان متوقف شد و از آنجا که میانگین غیر فازی شده نظرات خبرگان بالاتر از 8 به دست آمد، همه متغیرهای باقی‌مانده مورد پذیرش قرار گرفت؛ بنابراین در طی 3 مرحله نظرسنجی از 32 مؤلفه،11 مؤلفه از مدل مفهومی سنجش حذف و مدل نهایی با 21 مؤلفه مؤثر، ارائه شد.

2-2-گام دوم – تعیین جامعه آماری پژوهش

پرسش‌نامه های واجد شرایط از دیدگاه خبرگان، در این مرحله باید در اختیار جامعه آماری مورد پرسش در این تحقیق قرار بگیرد. در پژوهش حاضر با توجه به ماهیت کمی-کیفی آن از روش نمونه‌گیری تصادفی با استفاده از فرمول کوکران بهره‌گیری شد. افرادی به عنوان جامعه آماری در سنجش اهمیت متغیرهای تأثیرگذار بر طراحی ساختمان‌ها در برابر حریق برای تکمیل پرسش‌نامه انتخاب شدند که دارای یکی از شروط زیر باشند. 1- متخصصان آتش‌نشان دارای حضور متعدد در کالبد معماری محروق ابنیه 2- متخصصین علوم ساختمانی و معماری شاغل به عنوان هیأت علمی در دانشگاه 3- دانشجویان علوم ساختمانی در مقاطع تحصیلات تکمیلی. بر اساس فرمول کوکران و دارا بودن یکی از 3 شرط یاد شده 200 متخصص و کارشناس برای شرکت در گام سوم پژوهش انتخاب شدند.

جدول 4-مشخصات افراد شرکت‌کننده در پاسخ‌گویی به سوألات پرسش‌نامه

Tab.4-Characteristics of the participants answering the questionnaire questions

مشخصه شرکت کننده	نام دانشگاه یا سازمان	مقاطع تحصیلاتی	گرایش تحصیلاتی		
			معماری	شهر سازی	عمران
هیأت علمی شاغل در دانشگاه	شهید بهشتی	دکتری	7	1	...
	علوم و تحقیقات	دکتری	6	6	6
دانشجویان تحصیلات تکمیلی محصل در دانشگاه	شهید بهشتی	دکتری	4	10	20
	علوم و تحقیقات	دکتری	37	8	35
کارشناسان و کارمندان شاغل در سازمان آتش نشانی	ریاست ایستگاه	کارشناسی ارشد	2	2	1
	فرماندهان ایستگاه	کارشناسی ارشد	5	5	9

2-3 -گام سوم- تشکیل ماتریس اطلاعات

در این مرحله تشکیل ماتریس اطلاعات و تحلیل داده‌ها صورت می‌گیرد. تکنیک مدل‌سازی ساختاری بر اساس تئوری گراف و متعلق به خانواده رویکردهای علّی است و به منظور شناسایی روابط بین عوامل یک موضوع خاص استفاده می‌شود. در این گام بر اساس یافته‌های ناشی از پیشینه پژوهش و مطالعات کتابخانه‌ای 21 مؤلفه تأثیرگذار بر فرآیند خروج اضطراری از میان منابع گوناگون تحقیقاتی دسته‌بندی و در میان هفت‌سر مؤلفه اصلی بر اساس نظر خبرگان تقسیم‌بندی و سپس روابط بین مؤلفه‌ها درون یک ماتریس با نام ماتریس خود تعاملی ساختاری به گردآوری شد. در ادامه و پس از تشکیل ماتریس دستیابی، سازگاری و ترایایی آن موردبررسی قرار گرفت.

جدول 5- فاکتورهای مؤثر بر رفتار مسیریابی در معماری مستخرج از اجماع نظر خبرگان در گام اول و دوم پژوهش

Tab. 5- Factors Affecting Routing Behavior in Dependent Architecture Extracted from Consensus of Experts in the First and Second Steps of Research

مؤلفه‌های مؤثر بر مسیریابی در زمان تخلیه اضطراری ساختمان بلندمرتبه بر اساس نظر خبرگان

مؤلفه مؤثر خبرگان	کد ماتریس مؤلفه	مؤلفه استخراجی	توضیحات
حرکت گروهی	A1-1	تقلید رفتار جمعی	تقلید و تبعیت از حرکت قالب جمع
	A1-2	تبادل اطلاعات جمعی	تجزیه و تحلیل حرکت افراد و انتخاب مسیر اصلح از نظر فرد
	A1-3	حرکت در مسیر انتخابی توده در حال حرکت	انتخاب پرتردد ترین مسیر حرکت جمعیت
حرکت فردی	A2-1	تصویر ذهنی ضبط‌شده از بنا	نقشه ذهنی هر فرد از بنایی که در آن حضور دارد
	A2-2	جستجو در مسیرهای کالبدی	حرکت در میان تمام مسیرهای حرکتی ممکن در یک تراز طبقه
	A2-3	حرکت در مخروط دید	شخص بدون گردش سر بر روی گردن خود با عجله به سمت جلو و در مسیر حرکتی قابل دید خود حرکت می کند
فناوری های مقابله با حریق در ساختمان‌ها	A3-1	سامانه‌های اعلان و اطفاء حریق	سامانه‌های هوشمند تشخیص و اطفاء حریق
	A3-2	سامانه‌های مدیریت تهویه دود	سامانه‌های هوشمند اگزاست
	A3-3	حوزه‌بندی کاربری‌ها در برابر حریق	حوزه‌بندی و زون‌بندی فضاهای مستقل در برابر حریق
ادراک محیط کالبدی	A4-1	حرکت به‌سوی نشانه‌های مرجع	عناصر شاخص بصری
	A4-2	حرکت به‌سوی گره‌های حرکتی	نقاط تجمع افراد
	A4-3	حرکت در مسیر عبور و مرور قالب	اصلی‌ترین
حرکت کابدی	A5-1	عناصر بصری شاخص	چه عناصر و المان‌های شاخصی در ساختمان موجبات شکل‌گیری نقشه ذهنی افراد حاضر در ساختمان می‌شود؟
	A5-2	علائم راهنما در کالبد	آیا علائم راهنما به‌منظور خروج از ساختمان مؤثر واقع شده‌اند؟
	A5-3	گرافیک مسیر حرکت اضطراری	آیا گرافیک مسیرهای حرکتی به‌منظور خروج اضطراری مؤثر و مفید واقع شده‌اند؟
نقش‌پذیری رفتاری	A6-1	آموزش قبلی در خصوص تخلیه اضطراری	آیا فرد مسئولیتی در قبال حفظ جان و یا اموال سایر افراد در ساختمان آموزش دیده است؟
	A6-2	مسئولیت فرد حاضر در بنا	آیا فرد مسئولیتی در قبال حفظ جان و یا اموال سایر افراد در ساختمان دارد؟
	A6-3	تجربه حضور در شرایط مشابه	آیا پیش از این در ساختمان محروق فرد حضور داشته است؟
فرهنگ رفتاری	A7-1	سن	کودک - نوجوان - جوان - میان‌سال - بزرگ‌سال
	A7-2	جنسیت	مذکر - مؤنث
	A7-3	فرهنگ رفتاری	رفتار دینی - ارزشی - فرهنگی - ملی و سایر ارزش‌های ملاک عمل در جامعه فرد

جدول 6- جدول روابط بین مؤلفه‌ها در ماتریس خود تعاملی

Tab. 6- Table of relationships between components in the interactive self-matrix

روابط بین مؤلفه‌ها در ماتریس خود تعاملی

نماد روابط درونی	شرح	(I,j)	(J,i)
V	مؤلفه سطری I منجر به مؤلفه ستونی J می‌شود.	1	0
A	مؤلفه سطری J منجر به مؤلفه ستونی I می‌شود.	0	1
X	بین هر دو مؤلفه ارتباط متقابل وجود دارد.	1	1
O	بین دو مؤلفه هیچ ارتباطی وجود ندارد.	0	0

جدول 7–ماتریس خودتعاملی ساختاری

Tab. 7- Structural self-interaction matrix

ماتریس خود تعاملی ساختاری

ریسک	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A1		V	A	A	O	O	A
A2	_		A	A	V	A	A
A3	_	_		A	A	O	O
A4	_	_	_		A	A	A
A5	_	_	_	_		O	A
A6	_	_	_	_	_		0
A7	_	_	_	_	_	_	

4-2-مرحله چهارم – ترسیم ماتریس اولویت‌ها

با تعیین سطح و اولویت متغیرها پس از تعیین روابط و سطح ریسک‌های حریق برای ساختمان‌های بلند، می‌توان آنها را به صورت ماتریس ترسیم نمود. به همین منظور مؤلفه‌ها برحسب سطحشان ترسیم می‌شوند.

5-2-مرحله پنجم – تعیین سطح اولویت‌ها

در این مرحله تعیین سطح و اولویت متغیرها صورت می‌گیرد. لذا ماتریس مجموعه، دست‌یابی و مجموعه تقدم برای هر متغیر ترسیم می‌شود. مجموعه دست‌یابی هر متغیر شامل مؤلفه‌هایی است که به وسیله متغیر مورد نظر می‌توان به آن‌ها دست‌یافت. پس از تعیین ماتریس‌های دست‌یابی و تقدم، عناصر مشترک هر دو ماتریس شناسایی‌شده و اگر عناصر مجموعه مشترک با عناصر مجموعه دست‌یابی یکسان شناخته شوند، اوزان متغیرها ملاک عمل تعیین می‌شود.

جدول 8- ماتریس دست‌یابی سازگار شده و ماتریس روابط فازی

Tab. 8- Adapted Achievement Matrix and Fuzzy Relationship Matrix)

ماتریس خود تعاملی 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	0	0	0
A4	1	1	1	1	0	0	0
A5	0	1	0	0	1	0	0
A6	1	1	1	1	1	1	0
A7	1	1	1	1	1	0	1

ماتریس خود تعاملی سازگار شده

ریسک	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A1	0	0/7	0	0	0	0	0
A2	0	0	0	0	0	0	0
A3	0/4	0/3	0	0	0/3	0	0
A4	0/3	0/2	0/2	0	0/4	0	0
A5	0	0/4	0	0	0	0	0
A6	1	0/6	0/1	0/2	1	0	0
A7	0/7	0/1	0/3	0/6	0/2	0	0

جدول 9- تعیین سطح اولویت مؤلفه‌های مؤثر
Tab .9- Determining the priority level of effective components

تعیین سطح اولویت‌های مؤلفه‌های مؤثر

کد	مؤلفه	دستیابی	تقدم	سطح	قدرت نفوذ	قدرت وابستگی
A1	حرکت گروهی	*2-4-1	3-5-6-7	3	3	4
A2	حرکت فردی	*2-4	1-3-5-6-7	2	2	5
A3	فناوری‌های مقابله با حریق در ساختمان ها	*2-4-1-3	*5-6-7	*1	5	3
A4	ادراک محیط کالبدی	*4	1-2-3-5-6-7	1	1	7
A5	حرکت کابدی	*3-4-2-1-6	*5-7	6	6	1
A6	نقش‌پذیری رفتاری	*3-4-2-1-6	*5-7	6	6	1
A7	فرهنگ رفتاری	*3-4-2-1	*5-7-6	5	5	2

با استفاده از تحلیلMICMAC ،(ماتریس تثبیت‌ئشده MICMAC فازی برای محاسبه اثربخشی هر متغیر و توسعه مدل یکپارچه استفاده می‌شود). اثربخشی هر ریسک به وسیله تفریق قدرت وابستگی از قدرت نفوذ در این روش محاسبه می‌شود. متغیرها 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 7 سر مؤلفه بر اساس ارزیابی MICMAC در ماتریس جانمایی شده است.

در این مرحله، اوزان نهایی برای ابعاد تشکیل‌دهنده متغیر مستقل مشخص می‌شوند. اوزان نهایی برای ریسک‌های فرعی از طریق ضرب وزن محلی ریسک فرعی که در مرحله 2 محاسبه شد و وزن وابستگی متقابل ریسک اصلی مربوطه که در مرحله 3 تعیین شد، محاسبه می‌شوند، جدول 11 اوزان نهایی ریسک‌های فرعی و رتبه آن‌ها را نشان می‌دهد، در این جدول به منظور سهولت بررسی اولویت‌ها، اولویت ریسک‌های فرعی بر اساس اوزان نهایی آنها نشان داده شده است.

جدول 10- ماتریس روابط مستقیم فازی
Tab. 10- Fuzzy Direct Relation Matrix

ماتریس روابط فازی

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

جدول 11- وزن تأثیرگذاری متغیرهای مؤثر بر مسیریابی در ساختمان بر اساس روش تحلیل MICMAC
Tab. 11- The weight of the influence of variables affecting routing in the combustible architecture based on MICMAC analysis method

مؤلفه‌های مؤثر بر مسیریابی در زمان تخلیه اضطراری ساختمان بلندمرتبه بر اساس نظر خبرگان

مؤلفه مؤثر	کد ماتریس	مؤلفه استخراجی	وزن تحلیل
حرکت گروهی	A1-1	تقلید رفتار	0/801
	A1-2	تبادل اطلاعات	0/722
	A1-3	حرکت در مسیر انتخابی	0/793
حرکت فردی	A2-1	تصویر ذهنی	0/828
	A2-2	مسیرهای کالبدی	0/814
	A2-3	مخروط دید	0/776
فناوری‌های مقابله با حریق در ساختمان ها	A3-1	اعلان و اطفاء حریق	0/688
	A3-2	مدیریت تهویه	0/709
	A3-3	حوزه‌بندی	0/722
	A4-1	نشانه‌های مرجع	0/833

ادراک محیط کالبدی	A4-2	گره‌های حرکتی	0/874
	A4-3	حرکت در مسیر	0/911
حرکت کابدی	A5-1	عناصر بصری	0/519
	A5-2	علائم راهنما	0/517
	A5-3	گرافیک مسیر	0/484
نقش‌پذیری رفتاری	A6-1	آموزش قبلی	0/573
	A6-2	مسئولیت	0/586
	A6-3	تجربه حضور	0/642
	A7-1	سن	0/663
	A7-2	جنسیت	0/646
	A7-3	فرهنگ رفتاری	0/691

3-نتایج و بحث

از مهم‌ترین نیازهای طراحی ایمن یک ساختمان، تأمین پایداری ساختمان در زمان آتش‌سوزی گسترده در برابر حوادث آتش‌سوزی است. هرچه ساختمانی ازنظر اجتماعی، سیاسی، فرهنگی و یا اقتصادی، مهمتر باشد، لزوم طراحی مؤثر مسیرهای تخلیه خروج اضطراری ساختمان در زمان حوادث منجر به آتش‌سوزی توسط معمار یک بنا بیشتر احساس می‌شود.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد، در ارتباط بین متغیرهای هفت‌گانه مستقل با متغیر وابسته سهولت مسیریابی در زمان تخلیه اضطراری ساختمان بلندمرتبه محروق، بر اساس اوزان نهایی مندرج در جدول 11 مشخص شد: با توجه به داده‌های مستخرج از ماتریس معادلات ساختاری در نرم‌افزار SuperDesion و برازش تحلیلی آن مشخص می‌شود، مهمترین متغیر مستقلی که سهولت مسیریابی مؤثر در ساختمان را پس از افروزش اولیه آتش می‌تواند فراهم کند، ادراک محیط کالبدی به شیوه‌ای صحیح در زمان مستولی شدن ترس ناشی از مشاهده حریق است. این مسأله که کدام‌یک از الگووارهای صحیح طراحی سیرکلاسیون معماری می‌تواند منجر به مسیریابی موفق شود. بر اساس ماتریس معادلات ساختاری و اوزان استخراجی از آن به ترتیب ریزمتغیرهای "حرکت در مسیر عبور و مرور قالب" با وزن 0/911، "حرکت به سوی گره‌های حرکتی " با وزن 0/874 و "حرکت به سوی نشانه‌های مرجع" با وزن 0/833 شناخته شد. لذا از دیدگاه شرکت‌کنندگان متخصص حاضر در این پژوهش، شیوه طراحی بالقوه خوانا مسیرهای ارتباطی درون ساختمان‌های بلندمرتبه، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. قیاس این متغیر با متغیر مستقل "حرکت کالبدی"، از آن وجه مهم است که متغیر مستقل "حرکت کالبدی" با ریزتغییرهایی "علائم راهنمای خروج" و یا "گرافیک مسیر حرکتی" از دیدگاه نخبگان دارای پایین‌ترین ضریب تأثیر وزنی است و این امر نشان دهنده این موضوع است که فرد هنگام مسیریابی اضطراری و احساس ترس و اضطراب عمیق در ذهن خود، کمتر به جستجوی علایم و راهنماها می‌شود و هر فرد بر نقشه ذهنی خود از ساختمان تکیه می‌کند. مشاهده میانگین وزنی ریزمتغیرهای تشکیل‌دهنده ابعاد متغیر مستقل "حرکت فردی" شامل "تصویر ذهنی ضبط شده از بنا"، با ضریب وزنی 0/828 و "جستجو در مسیرهای کالبدی" با ضریب وزنی 0/814 و "حرکت در مخروط دید" با ضریب وزنی 0/776 قرار دارد. یافته‌های ناشی از پژوهش نشان می‌دهد، از دیدگاه نخبگان شرکت‌کننده در مرحله پیمایشی تحقیق، در شرایط ترس فراگیر ناشی از حریق گسترده، افراد بدون توجه به علائم و ضوابط گرافیکی الحاقی به جداره‌های بنا و یا حرکت گروهی غالب، صرفا با اعتماد به نقشه ذهنی خود، اقدام به انتخاب مسیرهای از پیش امتحان شده در سوابق قبلی حضورشان می‌کنند و یا اقدام به حدس ذهنی مسیرهای احتمالی خروج اضطراری بر اساس تجربیات مکانی حضور در ساختمان‌های مشابه می‌کنند.

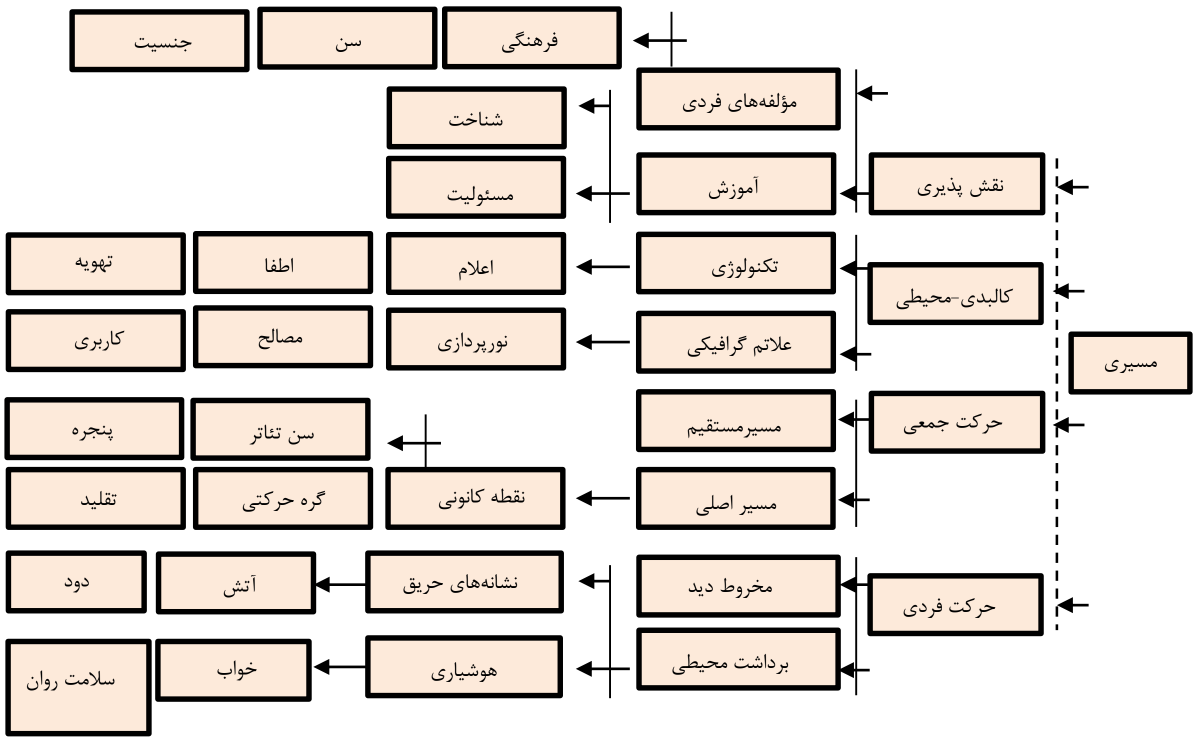
در ادامه متغیرهای مستقل ملاک "حرکت گروهی" و "فرهنگ رفتاری" با کد ماتریسی A1 و A7 در رتبه‌های بعدی ترتیب اهمیت دهی قرار دارند و این امر را اوزان ملاک عمل مشخص شده در جدول شماره 14 نشان می-دهد. در صورتی‌که هرگونه سردرگمی در خوانش فضایی

کالبد معماری محروق در ذهن یک فرد رخ دهد، فرد به جای حرکت در مسیر تابلوها و علائم به تقلید رفتار جمعی دست می‌زند و مسیر حرکتی قالب را انتخاب می‌کند، ضریب وزنی ابعاد "تقلید رفتار جمعی" و "حرکت در مسیر انتخابی توده‌های در حال حرکت" از متغیر مستقل حرکت گروهی بر اساس جدول شماره 11 به ترتیب برابر با 0/801 و 0/793 است. متغیر مستقل فرهنگ رفتاری بر اساس ریزابعاد تشکیل‌دهنده آن، "سن"، جنس" و "فرهنگ رفتاری شخص" عملا از تبیین کنندگی کمتری در خصوص متغیر وابسته "مسیریابی در معماری محروق" برخوردارند. علت این امر از دیدگاه متخصصان شرکت‌کننده در این پژوهش، بدان علت است که ایشان مسأله ترس روانی و رفتاری ناشی از آتش‌سوزی گسترده را چنان می‌دانند که عملا بر وظایف روزمره و نقش کاری افراد در ساختمان تأثیر می‌گذارد و ایشان را وادار به فرار می‌سازد. در یافته‌های پژوهش مشخص شد متغیر مستقل فناوری‌های اطفاء ساختمانی، عملا یک متغیر میانجی در پایدارسازی ساختمان در برابر آتش است و بر روی ایجاد فرصت زمان بیشتر برای تخلیه اضطراری ساختمان مؤثر است.

4-نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر مشخص نمود که، به ترتیب ریزمتغیر "حرکت در مسیر عبورومرور غالب" و "حرکت به سوی گره‌های حرکتی" و "حرکت به‌سوی نشانه‌های مرجع" از متغیر مستقل ادراک محیط کالبدی دارای بیشترین ضریب وزنی تأثیر بر روی متغیر وابسته مسیریابی مؤثر در تخلیه اضطراری ساختمان‌های بلندمرتبه است.

در رتبه بعدی متغیرهای مستقل "حرکت فردی" و "حرکت گروهی" قرار دارد. در خصوص "متغیر فردی" دو بعد "تصویر ذهنی از بنا" و "جستجو در مسیرهای کالبدی" تأثیرگذاری بیشتری دارد و همچنین بعد "تقلید رفتار جمعی" از متغیر مستقل" حرکت گروهی" بیشترین تأثیر را دارد. استنتاج منطقی و علمی از یافته‌های نهایی اوزان متغیرها و ریزابعاد تشکیل دهنده آنها نشانگر این مطلب است که جانمایی مسیرهای تخلیه اضطراری در ساختمان‌های بلندمرتبه باید در بخش‌هایی صورت گیرد که در دید حرکتی روزمره افراد استفاده کننده در ساختمان باشد، به عبارتی دیگر در نظر گرفتن مسیرهای تخلیه اضطراری به صورت مستقل و جانمایی



شکل 5-مدل علی مؤلفه‌های مؤثر بر تخلیه خروج اضطراری ساختمان(مسیریابی)

Fig .6- Causal model of components affecting emergency evacuation of buildings (routing)

آنها در کنج‌های مخفی ساختمان، تنها موجب متروکه شدن و بلااستفاده شدن آنها می‌شود، بلکه در شرایط بحران هرگز متصرفین حاضر در ساختمان، به علت ترس ناشی از حریق گسترده در بنا، حاضر به امتحان مسیرهای عبوری جدید و فرعی نخواهند شد، همچنین فرد به منظور تخلیه اضطراری بنا در ابتدا به نقشه ذهنی ثبت‌شده خود از بنا و سپس به تقلید از رفتار حرکتی کل بنا می‌پردازد و صرفا به انتخاب مسیرهای از پیش عبوری خود و یا حرکت در مسیر مورد استفاده جمع دست خواهد زد.

منابع

Allen, G. Men and Women, Maps and Minds. (Nuallain, Ed.), Spatial Cognition: Foundations and Applications 2000.

ASTM E119, Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials, 2014.

ASTM E648, Standard Test Method for Critical Radiant Flux of Floor Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source, 2014.

ASTM E84, Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials, 2015.

B.L. HoskinsandJ.A. Milke, “Differences in Measurement Method for Travel Distance and Area for Estimates of Occupant Speed on Stairs,” Fire Safety Journal, vol. 48, pp. 49–57, 2012.

Carpman J. R. Grant M. A. Way finding: A Broad View. (R. B. Bechtel, and A. Tserts man, Eds). Handbook of Environmental Psychology New York John Wiley & Sons, Inc.2002.

D. A. Purser, “Effects of Pre-fire Age and Health Status on Vulnerability to Incapacitation and Death from Exposure to Carbon Monoxide and Smoke Irritants in Rosepark Fire Incident Victims,” in Sixth International Symposium Human Behavior in Fire, Cambridge, U.K. 2015.

E. D. Kuligowski and S. M. V. Gwynne, “The Need for Behavioral Theory in Evacuation Modeling,” in Proceedings of Pedestrian and Evacuation Dynamics, Heidelberg, Germany, 2008.

E. D. Kuligowski, R. D. Peacock, P. A. Reneke, E. Wiess, C. R. Hagwood, K. J. Overholt, R. P. Elkin, J. D. Averill, E. Ronchi, B. L. Hoskins and M. Spearpoint, “Movement on Stairs During Building Evocations,” National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 2015.

G. Rein, E. Abecassis and R. Carvel, Eds. The Dalmarnock Fire Tests: Experiments and Modelling, University of Edinburgh: School of Engineering and Electronics, 2007.

Gibson, David. The Way finding Handbook: Information Design for Public Places, February 4, 2009.

Gibson, J. J. The Ecological Approach to Visual Perception. Boston: Houghton Mifflin, Giudice, N. A Navigating Novel Environments: A Comparison of Verbal and Visual Learning. Doctoral 2008.

Golledge, R. Human Way finding and Cognitive Maps. (R. Golledge, Ed.), Way finding Behavior-Cognitive Mapping and Other Spatial Processes. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 5-45-2017.

Gross, M. D. &Zimring, C. Predicting Way Finding Behavior in Buildings: A Schema-Based. 2004.

M. K. Dey, “Lessons Learned in the ICFMP Project for Verification and Validation of Computer Models for Nuclear Plant Fire Safety Analysis,” in Ninth International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, Hong Kong, 2018.

Moore & A. H. Golledge (Eds.), Environment Knowing: Theories, Research and Methods, 58-66.2014

National Fire Protection Association, NFPA 101 Life Safety Code, Quincy, MA, 2019.

SFPE Code Official’s Guide to Performance-Based Design Review, 2019.