Archive of SID

نشریه علمی پدافند غیرعامل

سال دوازدهم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، (پیاپی ۴۶): صص ۱۱۱-۹۹

علمی- ترویجی

بررسی متغیرهای مؤثر بر پایداری ساختمان‌ها در برابر حریق

وحید بهرامی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۴
تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۳/۰۳

چکیده

ایمنی یک ساختمان در برابر پدیده آتش‌سوزی کلیشه‌ای است که فرد، فرد ما ضرورت وجود آن را می‌خوانیم، می‌بینیم و گاهی به‌صورت دردناکی عدم وجود آن را حس می‌کنیم. مهندسی یک ساختمان در برابر آتش‌سوزی، یکی از زیرساخت‌های معماری در پایداری ابنیه است که از سال ۲۰۱۵ در مقیاس شاخص " کلان‌شهرهای پایدار" مطرح و موردتوافق قرارگرفته است. تحقیق حاضر پایه خود را بر اساس روش معادلات ساختاری و تحلیل اطلاعات توسط نرم‌افزارهای Spss و Lisrel(Version 10 for Mac) قرار داده است. در این روش گردآوری اطلاعات به‌صورت پرسش‌نامه‌ای و برحسب طیف لیکرت از میان روسای ایستگاه‌های سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران و نخبگان دانشگاهی صورت پذیرفته است. یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد، کسب علم طراحی پایدار ساختمان درخطر آتش‌سوزی نیازمند داشتن دانشی جامع از شیوه طراحی تاب آور معماری یک ساختمان در برابر گسترش آتش‌سوزی، طراحی سامانه‌های اطفاء حریق خودکار و همچنین پوشش دهی مناسب سازه یک بنا در برابر حرارت ناشی از شعله‌وری ساختمان است. نتایج پژوهش حاضر مشخص نمود، حوزه‌بندی فضاها و کاربری‌های ساختمان در برابر گسترش خطر حریق دارای بالاترین ضریب تأثیر در میان متغیرهای مؤثر بر پایداری ساختمان در برابر خطر حریق است، همچنین در رتبه‌های بعدی تأثیرگذاری به ترتیب دو متغیر، سامانه‌های اطفاء خودکار حریق در مرحله‌های ابتدایی افروزش و همچنین پوشش دهی مطلوب سازه ساختمان در برابر حرارت منعکس از حریق قرار دارند.

واژگان کلیدی: پایداری، آتش‌سوزی، آتش، حریق، پایداری ساختمان‌ها در برابر آتش‌سوزی

۱- استادیار تخصصی معماری، کارشناس معاونت پیشگیری، سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران، (vahid.bahrami@srbiau.ac.ir) - نویسنده مسئول

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

آتش‌سوزی یا حریق یکی از قدیمی‌ترین بلایایی است که می‌تواند درزمانی کوتاه، دارایی و سلامت افراد را به خطر بی اندازد. بنا به تعریف حریق عبارت است از سوختن مواد سوختنی یا آتشی ناخواسته و از کنترل خارج‌شده که معمولاً با دود و حرارت توأم است. آتش‌سوزی نیز عبارت است از آتشی که از یک منبع حرارتی تحت کنترل ناخواسته، سرچشمه گرفته و با نیروی حرارتی خود به شعله‌وری و گسترش ناخواسته اما توسعه‌یافته می‌پردازد [۱].

آتش‌سوزی در بازه‌ای کوچک از زمان و در محدوده‌ای کوچک از یک ساختمان می‌تواند آغاز شود و درصورتی‌که تمهیدات مناسبی برای کنترل و اطفاء خطر آن در ساختمان اندیشیده نشده باشد، می‌تواند پس از مدتی سرتاسر کالبد بنا را درگیر پدیده حریق سازد، به‌گونه‌ای که از یک‌سو جان و مال حاضرین در ساختمان را به چالش بکشد و از سوئی دیگر با ایراد صدمات غیرقابل‌جبران به سازه بنا، تأسیسات، معماری داخلی و مبلمان ساختمان، به عمر مفید یک ساختمان پایان بدهد و بنا را از حیز انتفاع آتی خارج سازد [۲].

پدیده حریق موجبات تحمیل صدمات جدی بر پیکره ساختمان‌ها و همچنین تلفات جانی جبران‌ناپذیر بر حاضران در یک ساختمان خواهد شد [۳]. باید بدین مطلب اشاره شود که پایداری در برابر خطر آتش‌سوزی از موضوعات مهمی محسوب می‌شود که در دهه‌ای اخیر در دنیا بسیار موردتوجه قرارگرفته است، پایداری در برابر حرارت آتش و تبعات یک آتش‌سوزی گسترده، خود نوعی زیرساخت در معماری ساختمان‌های پایدار است که از سال ۲۰۱۵ در مقیاس شاخص کلان‌شهرهای پایدار مطرح و موردتوافق قرارگرفته است. پایداری ساختمان‌ها در برابر خطر آتش‌سوزی دارای دو هدف بنیادین است؛ [۴] تأمین ایمنی جانی حاضران در یک ساختمان و پایداری ساختمان در برابر خطر آتش‌سوزی به صورتی که کمترین صدمه ممکن به‌منظور بهره‌وری‌های آتی از ساختمان پس از وقوع آتش‌سوزی، متوجه معماری، سازه و تأسیسات داخلی یک ساختمان شود. با توجه به تدوین مبحث سوم مقررات ملی ساختمان، امروزه تمامی ساختمان‌های کشور باید ازنقطه‌نظر ایمنی و پایداری در برابر خطر آتش‌سوزی موردبررسی قرار گیرند، حال‌آنکه دانش تحقیقاتی معماری کشور به‌عنوان اصلی‌ترین رشته مهندسی ساختمان در خصوص مسئله مدل‌سازی آتش‌سوزی در یک ساختمان در هنگامه آتش‌سوزی نوپا و جوان است. هم‌اکنون مبحث سوم مقررات ملی ساختمان به‌صورت ترجمان پراکنده از استانداردهای حریق اروپائی و آمریکائی گردآوری شده است [۵].

براکسما، پردنسکی و پاولس معتقدند شناسایی فاکتورهای مؤثر بر فرایند پایداری همه‌جانبه یک ساختمان در برابر پدیده حریق می‌تواند در مدیریت نجات افراد و ادامه حیات ساختمان نقشی سرنوشت‌ساز را ایفا کند [۶]. پیش‌شرط مهم طراحی یک ساختمان در برابر آتش‌سوزی گسترده بر این فرض استوار است که تمهیدات ایمنی اندیشیده شده برای معماری ساختمان در برابر آتش‌سوزی احتمالی، قادر به فراهم کردن شرایطی مناسب برای تخلیه متصرفین بنا در زمان حریق هست، همچنین در افقی بلندمدت‌تر استمرار حیات ساختمان پس از اطفاء موفقیت‌آمیز آتش‌سوزی تأمین خواهد شد. کوئپک معمار و محقق آمریکائی در خصوص مسئله آتش‌سوزی در ساختمان مثالی می‌زند. ساختمانی را در نظر بگیرید که ساعتی آتش‌سوزی گسترده را در کالبد خود تحمل کرده است. تعدادی از کاربران این ساختمان در داخل آن به دام افتاده‌اند، با حضور مأموران آتش‌نشانی این مسئله پررنگ که سازه‌ای که بعضاً ساعت‌ها در مجاورت حرارت حریق با دمایی افزون بر ۶۰۰ تا ۹۰۰ درجه فارنهایت بوده است، آیا همچنان پایدار است و وظیفه انتقال وزن را به پی‌های ساختمان به‌درستی انجام می‌دهد؟ آیا مسیرهای ارتباطی درون ساختمان به‌منظور امکان امدادرسانی به افراد به تله افتاد در ساختمان همچنان وجود دارد؟ [۷] مثال کوئپک نشان می‌دهد، آتش‌سوزی در کالبد معماری ساختمان ضمن آنکه ماهیتی ملموس و شناخته‌شده دارد، دارای مکانیسمی بسیار پیچیده و تأثیرگذار است و جنبه‌های تحقیقاتی متنوعی را به‌منظور اخذ درک بهتر از ماهیت حریق در ساختمان‌ها و پایدارسازی ابنیه در برابر خطر آتش‌سوزی گسترده می‌طلبد.

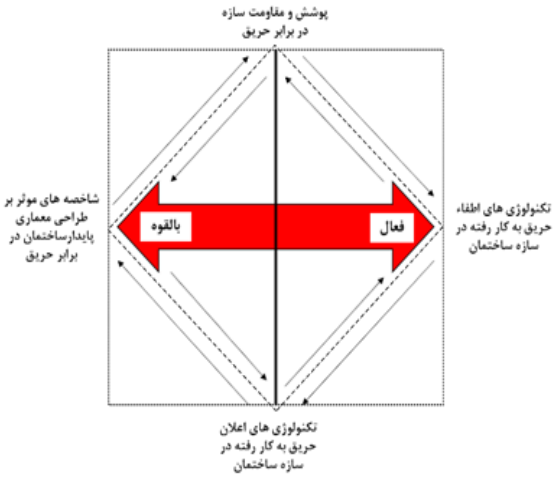
ازاین‌رو مسئله پایداری یک ساختمان در برابر آتش‌سوزی از دو وجه عمده قابل‌بررسی است، وجه اول آن است که آیا یک ساختمان می‌تواند فرصت و امکان لازم را در مرحله آغازین شروع حریق برای خروج ایمن افراد از کالبد محروق خود فراهم کند؟ و دوم آن‌که آیا ساختمان به‌واسطه فناوری‌های بالفعل نظیر سامانه‌های اعلان و اطفاء حریق و یا روش‌های بالقوه نظیر طراحی تاب‌آوری معماری و سازه ساختمان در برابر حریق توانایی پایداری در برابر خطر آتش‌سوزی گسترده را دارد و یا خیر؟ [۹]

در تعیین مسئله طراحی پایدار یک ساختمان در برابر

www.SID.ir

Archive of SID

خطرات آتش‌سوزی، می‌توان یک لوزی را ترسیم نمود (شکل ۱) که در چهار رأس آن، شاخصه‌های مؤثر بر طراحی تاب آور معماری ساختمان در برابر حریق، میزان مقاومت سازه ساختمان در برابر آتش، فنّاوری‌های اطفاء حریق طراحی‌شده برای ساختمان و فنّاوری‌های اعلان حریق به‌کاررفته در ساختمان قرار دارند.



شکل (۱): مؤلفه‌های شناسایی‌شده بر پایداری یک ساختمان در برابر حریق [۱۰]

این مقاله تبیین مسئله خود را بر حوزه‌ای از معماری قرار می‌دهد که در آن تأثیرات مؤلفه‌های گوناگون را بر طراحی پایدار یک ساختمان در برابر پدیده حریق می‌سنجد. از این‌رو پژوهش حاضر مهم‌ترین سؤالات خود را در این دو پرسش مطرح می‌نماید: متغیرهای مؤثر بر پایداری یک ساختمان در برابر پدیده حریق کدام‌اند و وزن تأثیرگذاری هریک از این مؤلفه‌ها و زیر شاخصه‌های تعریف‌کننده آن‌ها بر پایداری یک ساختمان در برابر پدیده حریق به چه میزان است؟

۲- مبانی نظری پژوهش

قالب نظریه‌های مطرح در فرآیند طراحی پایدار یک ساختمان در برابر حریق تلفیقی از مشاهدات صورت گرفته، گزارش‌های میدانی ثبت‌شده توسط فرماندهان سازمان آتش‌نشانی حاضر در عملیات آتش‌سوزی و آزمایش‌های محققین در مراکز تحقیقات علوم ساختمانی در سطح جهان هستند [۱۱]. به‌عنوان‌مثال ادوارد وود پژوهشگر در حوزه آتش‌سوزی ابنیه در ایالات‌متحده به‌واسطه مصاحبه با قریب ۶۰۰ آتش‌نشان نخبه در سطح شش ایالت، به مطالب حائز اهمیتی دست‌یافته است. نتایج حاصل از تحقیقات وی نشان می‌دهد که پایداری یک ساختمان در برابر آتش‌سوزی در مهم‌ترین مرحله وابسته به سامانه‌های فنّاوری‌های اعلان و اطفاء حریق در یک ساختمان است، این مطلب از دیدگاه وود از آن‌جهت حائز اهمیت است که در بسیاری از موارد که در آن معمار یک ساختمان خطر آتش‌سوزی را در طراحی خود مدنظر قرار نداده است؛ شناسایی شعله‌وری حریق توسط سامانه‌های اعلان حریق و اطفاء آتش نوپا در آغازین لحظات افروزش خود و پیش از شعله‌وری گسترده از اهمیت بالائی برخورداراست. سابقه تألیف کدهای استاندارد حریق در مقیاس جهانی طولانی است [۱۲].

در مطالعه و تحقیق بر روی 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 بر پایداری یک ساختمان در برابر حریق شناخته می شوند، در بسیاری موارد مشابه هستند و از دیدگاه صاحب‌نظران مختلف در سطح جهان صرفاً این درجه اهمیت و تأثیرگذاری هر یک از این متغیرهاست که در قیاس با دیگر متغیرها متفاوت است. جدول (۲) به دسته‌بندی‌شده ملاک عمل در پایدارسازی ساختمان‌ها در برابر خطر حریق (مستخرج از استانداردهای جدول ۱) پرداخته است.

مطابق با جدول (۲) کسب دانش طراحی پایدار یک ساختمان، در برابر آتش‌سوزی نیازمند داشتن دانشی کامل قدرت شعله‌وری آتش، شاخصه‌های طراحی ساختمان و فناوری‌های مهار آتش‌سوزی است. در شکل (۲) بر اساس ابعاد و گویه‌های مستخرج از یافته‌های پژوهش مدل مفهومی متغیرهای مؤثر بر پایداری ساختمان در برابر حریق ترسیم گردیده است.

در این مدل متغیرهای "آتش گسترش‌یافته"، "آگاهی از افروزش"، "گرما و دود"، "کمک به اطفاء آتش"، "ساختمان محروق"، "گسترش خطر حریق" و به همراه ریز ابعاد تعریف‌کننده آن‌ها به تصویر کشیده شده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱): کدهای بین‌المللی تدوین‌شده در خصوص پایدارسازی ساختمان‌ها در برابر حریق [۱۳]

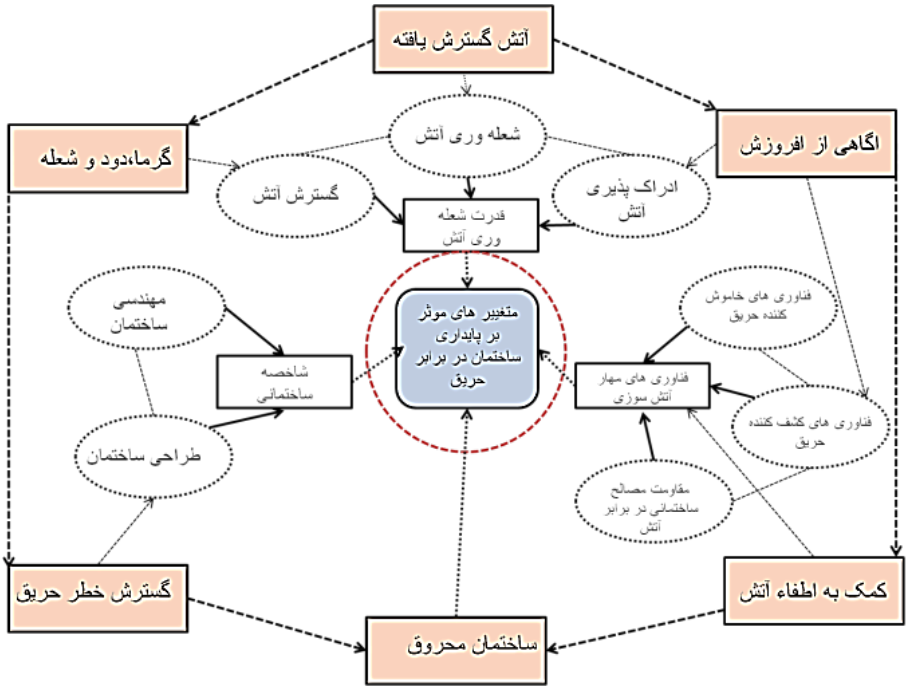
کدهای بین‌المللی تدوین‌شده در خصوص پایداری ساختمان در برابر حریق			
ردیف	کشور	نام کد	توضیحات
۱	انگلستان	British standard	تطابق ضابطه‌ای اصول مهندسی ایمنی آتش – پوشش دهی سازه‌ای –فاکتورهای رفتار انسانی – استراتژی مؤثر بر تخلیه جمعیت انسانی-طراحی سناریو حریق برای ساختمان
۲	نیوزیلند	C/M	حفاظت مسیرهای تخلیه خروج در برابر حریق – پوشش سازه‌ها در برابر حریق-طراحی سناریو حریق برای ساختمان
۳	اتریش	Din 22/17	طراحی تاب آور ساختمان در برابر حریق-تخمین زمان تخلیه خروج از ساختمان محروق
۴	ژاپن	Ni-HokA	مقاومت سازه در برابر آتش-ترسیم حرکت تخلیه خروج اضطراری در نرم‌افزارهای مسیریابی ملاک عمل- تطابق ضابطه‌ای اصول مهندسی ایمنی آتش
۵	امریکا	NFPA-101	پوشش دهی سازه در برابر حریق – طراحی مسیرهای خروج تاب آور-طراحی سناریو حریق برای ساختمان- تطابق ضابطه‌ای اصول مهندسی ایمنی آتش
۶	آلمان	DIN22	تخمین زمان تخلیه خروج از ساختمان محروق -تخمین زمان تخلیه خروج از ساختمان محروق- پوشش دهی سازه در برابر حریق - تطابق ضابطه‌ای اصول مهندسی ایمنی آتش
۷	فرانسه	DIN-En	طراحی سناریو حریق برای ساختمان-ترسیم حرکت تخلیه خروج اضطراری در نرم‌افزارهای مسیریابی ملاک عمل- پوشش دهی سازه در برابر حریق
۸	کانادا	IBC	ترسیم حرکت تخلیه خروج اضطراری در نرم‌افزارهای مسیریابی ملاک عمل

جدول (۲): فاکتورهای مؤثر بر پایداری در برابر حریق در ساختمان‌ها [۱۴]

متغیرهای مؤثر بر پایداری ساختمان در برابر آتش‌سوزی مستخرج از مبانی پژوهش				
مفهوم	مؤلفه	مؤلفه	سنجه	منبع
پایداری در برابر آتش‌سوزی	قدرت شعله‌وری آتش	ادراک‌پذیری	ادراک بصری – ادراک لامسه‌ای – ادراک شنیداری – ادراک بویائی	E. Cable, “An Analysis of Delay in Staff Response to Fire Alarm Signals in Health Care Occupancies, «Worcester Polytechnic Institute, Worcester, MA, ۱۹۹۳.
		شعله‌وری	سرعت پیش روی حریق – سرعت شعله‌وری –حرارت تولیدشده – مؤلفه‌های انتقال حرارت تابشی - هدایتی	
		گسترش	حجم دود تولیدی – میزان سمیت دود – دمای دود –میزان تابش حرارتی گازهای متصاعد از حریق	
	شاخصه‌های ساختمانی	مهندسی ساختمان	معماری ساختمان – تأسیسات ساختمانی – مصالح ساختمانی –نازک‌کاری – تمهیدات ایمنی در برابر آتش	D. Canter, J. Breaux and J. Sime, “Domestic, Multiple Occupancy, and Hospital Fires, Fires and Human Behavior, pp. 117–136, 1980.
		طراحی ساختمان	نقطه کانونی – تراکم جمعیتی –مسیریابی – نشانه‌ها و علائم اضطراری	
	سناریوهای مهار آتش‌سوزی	فناوری‌های خاموش‌کننده	سامانه‌های اطفاء حریق خودکار آبی – سامانه‌های اطفاء حریق آبی – سیستم لوله خشک –فایر هوزریل	D. Canter, J. Breaux and J. Sime, “Domestic, Multiple Occupancy, and Hospital Fires, Fires and Human Behavior, pp. 117–136, 1980.
		فناوری کشف کننده	سامانه‌های اعلام حریق موضعی، آدرس پذیر – سامانه‌های اعلان دود و یا حرارت	
		مقاومت مصالح ساختمانی	پوشش‌های پایه گچی – پوشش‌های پایه معدنی – پوشش‌های رنگی	

www.SID.ir

Archive of SID

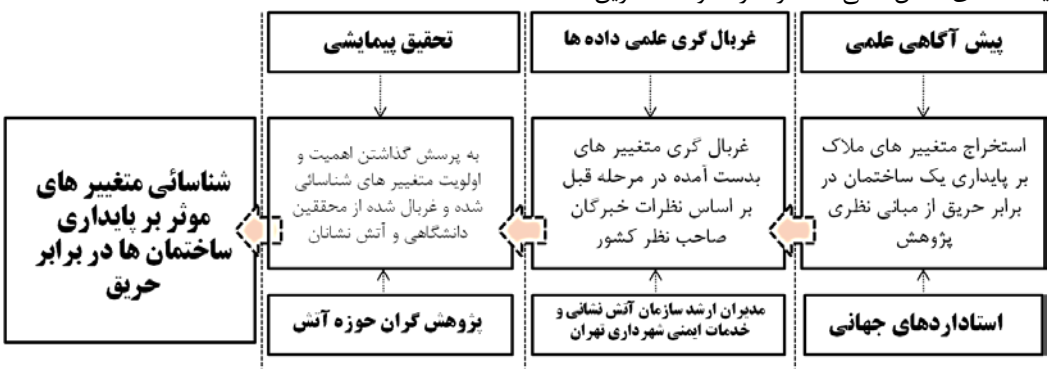


شکل (۲): مدل پایداری مستخرج از مبانی نظری پژوهش

۳- روش پژوهش

گردآوری داده‌ها در این پژوهش از نوع توصیفی– تحلیلی و ازنظر حل مسئله ترکیبی و ازنظر نوع نتایج تبیینی است، چون به تبیین عوامل و روابط می‌پردازد. 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 مؤثر بر پایداری ساختمان‌ها در برابر حریق پیشنهاد می‌گردند. سپس به‌واسطه مصاحبه با خبرگان سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران به کمک روش دلفی- فازی، از طریق تهیه پرسش‌نامه برحسب طیف لیکرت عوامل پیشنهادی اولیه غربال می‌گردند تا پرسش‌نامه‌ای بر مبنای عوامل غربال‌شده در اختیار فرماندهان ایستگاه‌های آتش‌نشانی حاضر در حوادث حریق ساختمان‌های شهر تهران، همچنین دانشجویان علوم ساختمانی (معماری–عمران) در مقطع تحصیلات تکمیلی در دانشگاه‌های شهید بهشتی و دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران قرار گیرد. این پرسش‌نامه بر اساس روش رگرسیون گام‌به‌گام در نرم‌افزار Spss و ورود داده‌ها به‌منظور تحلیل بار عاملی در نرم‌افزار LISREL(Version10for MAC)موردبررسی و تجزیه‌وتحلیل قرارگرفته است و یافته‌های آن به‌منظور تبیین به مدل مفهومی مقاله به بحث گذارده خواهند شد.

در شکل (۳) تمامی مراحل انجام پژوهش بر اساس روش تحقیقی کیفی و این مقاله ذکر گردیده است.



شکل (۳): مدل تحقیقی مستخرج از مصاحبه‌های انجام‌شده

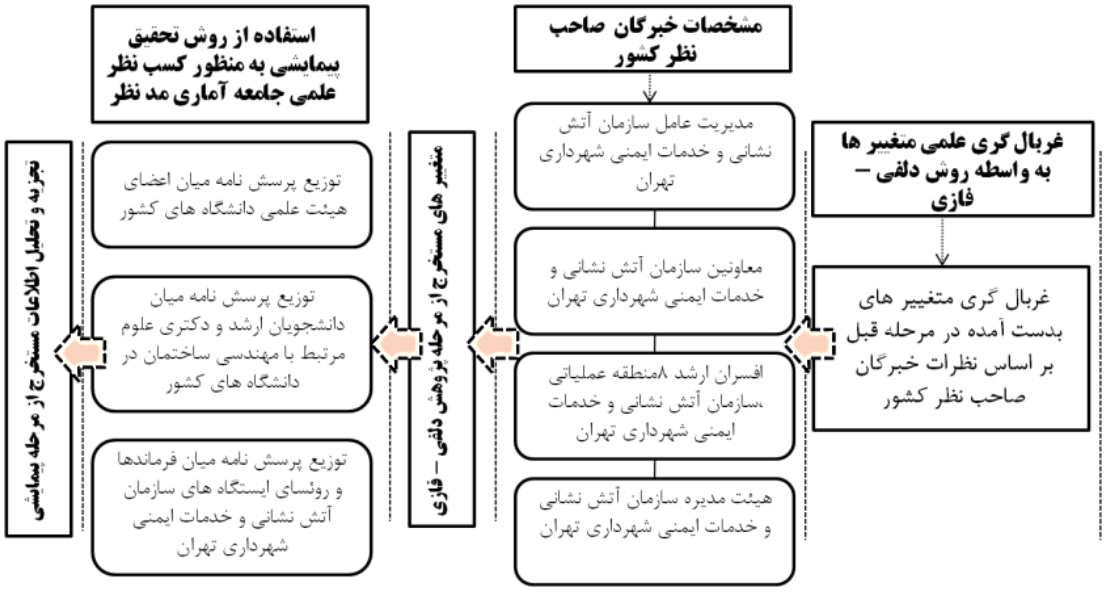
www.SID.ir

Archive of SID

۳-۱- گام اول

در این مرحله به علت این‌که مؤلفه‌های شناسایی‌شده در مبانی نظری پژوهش در خصوص پایدارسازی ساختمان‌ها در برابر خطر آتش‌سوزی زیاد و پراکنده می‌باشند و به‌منظور شناسایی متغیرهای اصلی، ادغام و غربال‌گری برای کاهش مؤلفه‌ها و بومی‌سازی آن‌ها، محدودیت‌های وزنی اعمال می‌شود. برای این کار پرسش‌نامه‌ای با ۲۹ سؤال (که هر سؤال بیان‌گر یک متغیر عامل، مؤثر بر پایداری ساختمان‌ها در برابر آتش‌سوزی است.) طراحی گردید برای رسیدن به هریک از این پرسش‌ها ابتدا ریز ابعاد تشکیل‌دهنده تمامی گویه ها مستخرج گردد و یک پیش پرسش‌نامه به‌صورت خام و اولیه طراحی گردید و به در مصاحبات به استحضار خبرگان امر قرار گرفت، سپس در ادامه به اعمال نظرات ایشان پیش پرسش‌نامه‌ای دیگر تهیه گردید و به جامعه محدود آماری توزیع شد و پس از پاسخ‌گویی ایشان نظر کیفی ایشان در خصوص قصد مؤلف از مطرح کردن پرسش و برداشت ایشان اخذ گردید و بار دیگر پرسش‌ها استخراج گردید در ادامه ۲۰ پرسش‌نامه که به تعداد نخبگان سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران (شامل مدیریت عامل سازمان، معاونین شش‌گانه سازمان، قائم‌مقام معاونین و هیئت‌مدیره این سازمان) است، در اختیار آن‌ها قرار گرفت. تمام پرسش‌نامه کیفی و بر اساس طیف ۵ گزینه‌ای لیکرت از فوق‌العاده بااهمیت تا بی‌اهمیت تهیه گردیدند. در نظرسنجی مرحله نخست، مدل مفهومی ارائه‌شده همراه با زیر معیارهای مؤثر، به اعضای گروه خبره ارسال گردید و میزان موافقت آن‌ها با هرکدام از عوامل اخذ شد و دیدگاه پیشنهادی و اصلاحی آن‌ها لحاظ گردید. سپس پرسش‌نامه دوم تهیه گردید و همراه با دیدگاه قبلی هر فرد و میزان اختلاف آن‌ها با دیدگاه سایر خبرگان مجدداً به اعضای گروه خبره ارسال گردید. در مرحله دوم اعضای گروه خبره با توجه به نقطه نظرات سایر اعضای گروه مجدداً به سؤالات ارائه‌شده پاسخ دادند با توجه به دیدگاه‌های ارائه‌شده در مرحله اول و مقایسه آن با نتایج این مرحله، درصورتی‌که اختلاف بین نظرات خبرگان در دو مرحله کمتر از حد آستانه ۰/۲ در صد بود فرآیند نظرسنجی متوقف شد. همچنین از بین عوامل اشاره‌شده آن‌هایی که میانگین غیر فازی شده نظرات خبرگان برای آن‌ها کمتر از ۸ باشد از مدل مفهومی تحقیق حذف گردیدند. در این مرحله ۷ عامل مردود شده و متوقف گردید و ۲۲ عامل باقی ماند. همچنین در مورد ۳ عامل میانگین غیر فازی شده نظرات خبرگان کمتر از ۸ بود، بنابراین موردپذیرش واقع نشدند. لذا ۱۸ مؤلفه باقی می‌ماند که در مرحله سوم، ضمن اعمال تغییرات لازم موردنظر سنجی مجدد قرار گرفتند. با توجه به نتایج حاصل از پرسش‌نامه سوم، میزان اختلاف‌نظر خبرگان در مرحله دوم و سوم کمتر از حد آستانه ۰/۲ در صد بوده و لذا نظرسنجی در این مرحله از خبرگان متوقف شد و ازآنجاکه میانگین غیر فازی شده نظرات خبرگان بالاتر از ۸ به دست آمد همه متغیرهای باقی‌مانده موردپذیرش قرار گرفت؛ بنابراین در طی ۳ مرحله نظرسنجی از ۲۹ مؤلفه،۱۱ مؤلفه از مدل مفهومی موردسنجش حذف گردید و مدل نهائی دارای ۱۸ مؤلفه گردید.

در شکل (۴) به تفضیل گام‌های روش پژوهش ترکیبی کیفی و کمی ترسیم‌شده‌اند. در قسمت کیفی گویه‌های نقشه بر اساس مشاهده موضوع و مصاحبه با خبرگان امر استخراج می‌گردند و به‌منظور آزمون علمی از جامعه آماری در ادامه به‌وسیله پرسش‌نامه به پرسش گزارده خواهند شد.



شکل (۴): فرآیند انجام مصاحبات به‌منظور استخراج رئوس مطالب در پژوهش

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه حاصل از اولین گام تحقیق را می‌توان استخراج مؤلفه‌های غربال‌شده بر طبق نظر صاحب‌نظران داخلی دخیل بر مسئله آتش‌سوزی از متغیرهای مؤثر بر پایداری ساختمان در برابر حریق دانست.

۳-۲- گام دوم

دومین گام در تبیین اطلاعات و معیارهای مؤثر بر اساس گام اول پژوهش، تشکیل ماتریس متغیرها است. در تبیین متغیرهای مستخرج از گام اول، سه مؤلفه "ماهیت حریق"، "طرح ساختمان" و "فنّاوری مقابله با حریق" به‌عنوان متغیرهای مستقل مؤثر بر متغیر وابسته "پایداری ساختمان در برابر حریق" بر اساس نظر خبرگان انتخاب شدند. برای هریک از این متغیرها نیز ابعاد مختلفی شناسایی شد که به‌عنوان زیر متغیرهای آن‌ها در جدول (۳) نمایش داده شده است.

۳-۳- گام سوم

در پژوهش حاضر با توجه به ماهیت کمی-کیفی آن از روش نمونه‌گیری تصادفی با استفاده از فرمول کوکوران بهره‌گیری نمود. افرادی به‌عنوان جامعه آماری در سنجش اهمیت متغیرهای تأثیرگذار بر طراحی ساختمان‌ها در برابر حریق برای تکمیل پرسش‌نامه انتخاب گردیدند که دارای یکی از شروط زیر باشند.

۱- متخصصان آتش‌نشان دارای حضور متعدد در کالبد معماری محروق ابنیه

۲- متخصصین علوم ساختمانی و معماری شاغل به‌عنوان هیئت‌علمی در دانشگاه

۳- دانشجویان علوم ساختمانی در مقاطع تحصیلات تکمیلی

بر اساس فرمول کوکوران از میان حجم آماری ۴۱۹ متخصص، پژوهش با در نظر گرفتن میزان خطای ۰/۰۵ درصد و دارا بودن یکی از ۳ شرط ذکرشده ۲۰۰ متخصص و کارشناس برای شرکت در گام سوم پژوهش انتخاب شدند. در جدول (۴) به تفضیل لیست ۲۰۰ نظر از شرکت‌کنندگان در بخش پیمایشی پژوهش به تفضیل بیان شده است.

جدول (۳): مؤلفه‌های مستخرج از مصاحبه با صاحب‌نظران

متغیرهای غربال‌شده مؤثر بر پایداری ساختمان در برابر آتش‌سوزی از دیدگاه نخبگان سازمان آتش‌نشانی تهران			
مفهوم	**مؤلفه**	**متغیر**	**ریز ابعاد تشکیل‌دهنده متغیر**
پایداری در برابر حریق	ماهیت حریق	دمای افروزش حریق	حداکثر دمای افروزش
			مدت‌زمان افروزش
		سرعت گسترش افروزش	سرعت حرکت شعله حریق بر روی نازک‌کاری
			رفتار مصالح ساختمانی در قبال گسترش حریق
		محصولات گازی داغ متصاعد در برابر حریق	مسیرهای حرکتی پیش‌بینی‌شده محصولات از میان داکت‌ها و شفت‌ها
			تنوع محصولات گازی متصاعد از حریق
	طرح ساختمان	معماری تاب آور ساختمان در برابر حریق	حوزه‌بندی کاربری‌های مختلف ساختمان
			طراحی مسیرهای ترددی پایدار
			تقسیم‌بندی تصرفات ساختمانی
		مشخصات ساختمانی	تصرفات موجود در ساختمان
			ارتفاع ساختمان
			عمق ساختمان
	فنّاوری مقابله با حریق	سامانه‌های اعلان حریق	سامانه‌های اعلان حریق غیرهوشمند
			سامانه‌های اعلان حریق آبی آدرس پذیر
		سامانه‌های اطفاء حریق	سامانه‌های اطفاء حریق آبی هوشمند
			سامانه‌های اطفاء خشک
		پوشش‌های سازه‌ای ساختمان در برابر حریق	پوشش‌های معدنی با پایه گچی و بتنی
			رنگ‌های پف شونده مقاوم در برابر حریق

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۴): مشخصات افراد شرکت‌کننده در پاسخ‌گویی به سؤالات پرسش‌نامه

مشخصه شرکت کننده	نام دانشگاه و یا سازمان	مقطع تحصیلی	گرایش تحصیلاتی		
			معماری	شهرسازی	عمران
هیئت‌علمی دانشگاه	شهید بهشتی	دکتری	۷	۱	-
	علوم و تحقیقات	دکتری	۶	۶	۶
دانشجویان تحصیلات تکمیلی	شهید بهشتی	دکتری	۴۰	۱۰	۲۰
	علوم و تحقیقات	دکتری	۳۷	۸	۳۵
کارشناسان آتش‌نشانی	روسای ایستگاه	کارشناسی ارشد	۲	۲	۱
	فرماندهان ایستگاه	کارشناسی ارشد	۵	۵	۹

۳-۴- گام چهارم

یکی از اولین خروجی‌های روش معادلات ساختاری، جدول مشترکات مربوط به هر متغیر است که نشان می‌دهد میزان واریانس مشترک یک متغیر با سایر متغیرهای به‌کار گرفته‌شده در تحلیل چقدر است. هرچقدر میزان آن در هر شاخص بالاتر باشد، نشان می‌دهد آن شاخص دارای ارتباط بیشتری با سایر شاخص‌های بکار گرفته‌شده در موضوع است.

۳-۵- گام پنجم

استخراج بار عاملی متغیرها و بررسی واریانس تبیین شده میان متغیرها در این گام انجام می‌شود. بعد از آزمون‌های آماری کنترلی که صحت داده‌های خام را برای ورود به محاسبات تحلیل عاملی سنجش می‌نماید، به محاسبه ماتریس مقدماتی پرداخته می‌شود که در آن واریانس تبیین شده به‌وسیله هر عامل، مشخص می‌گردد. به‌عبارت‌دیگر در ماتریس مربوطه که در قالب مدل تبیین شده نشان داده می‌شود برآیند تحلیل عاملی و بار عاملی شاخص‌ها یا ضریب مسیر و ضریب رابطه علّی متغیرهای پایداری مشخص می‌شود و سهم هریک از عوامل مربوط در تبیین و تعین پایداری متمایز می‌گردد. محصول این مرحله، وزنی را برای هر عامل تعیین می‌کند (جدول ۵).

جدول (۵): اوزان مستخرج برای هریک از سنجه‌ها

متغیرهای غربال‌شده مؤثر بر پایداری ساختمان در برابر آتش‌سوزی از دیدگاه نخبگان سازمان آتش‌نشانی تهران				
مفهوم	مؤلفه	متغیر	ریز ابعاد تشکیل‌دهنده متغیر	در صدبار عاملی
پایداری در برابر حریق	ماهیت حریق	دمای افروزش حریق	حداکثر دمای افروزش	۴۷
			مدت‌زمان افروزش	۴۹
		سرعت گسترش افروزش	سرعت حرکت شعله حریق بر روی نازک‌کاری	۵۱
			رفتار مصالح ساختمانی در قبال گسترش حریق	۵۳
		محصولات گازی داغ متصاعد در برابر حریق	مسیرهای حرکتی پیش‌بینی‌شده محصولات از میان داکت‌ها و شفت‌ها	۶۸
			تنوع محصولات گازی متصاعد از حریق	۵۰
	طرح ساختمان	معماری تاب آور ساختمان در برابر حریق	حوزه‌بندی کاربری‌های مختلف ساختمان	۹۱
			طراحی مسیرهای ترددی پایدار	۷۲
			تقسیم‌بندی تصرفات ساختمانی	۷۴
		مشخصات ساختمانی	تصرفات موجود در ساختمان	۶۵
			ارتفاع ساختمان	۶۷
			عمق ساختمان	۶۹
	فنّاوری مقابله با حریق	سامانه‌های اعلان حریق	سامانه‌های اعلان حریق غیرهوشمند	۷۱
			سامانه‌های اعلان حریق آبی آدرس پذیر	۷۳
		سامانه‌های اطفاء حریق	سامانه‌های اطفاء حریق آبی هوشمند	۸۸
			سامانه‌های اطفاء خشک	۸۴
		پوشش‌های سازه‌ای ساختمان در برابر حریق	پوشش‌های معدنی با پایه گچی و بتنی	۸۰
			رنگ‌های پف شونده مقاوم در برابر حریق	۷۹

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۶- گام ششم

تائید اعتبار پژوهش در این گام، مبتنی بر میزان برازندگی پرسش‌نامه است. در این مرحله و بعد از تعین بار عاملی هر یک از عوامل تبیین‌کننده پایداری در برابر حریق، با تخصیص امتیاز به هریک از شاخص‌ها، در مقایسه با امتیازات استاندارد، ارزیابی و آزمون برازندگی و معنادار بودن رابطه بین متغیرها سنجیده می‌شود .با توجه به‌کاربرد نرم‌افزار لیزرل در این پژوهش برای شاخص‌های مذکور وزن عاملی و شاخص برازندگی هر متغیر مشخص می‌گردد تا ارتباط هریک از شاخص‌های مربوطه با عوامل مربوطه شناسایی شود.در جدول شماره ۶ ضرایب تاثیر مولفه ها به نمایش در آمده است.

جدول (۶): ضرایب تأثیر مؤلفه‌ها

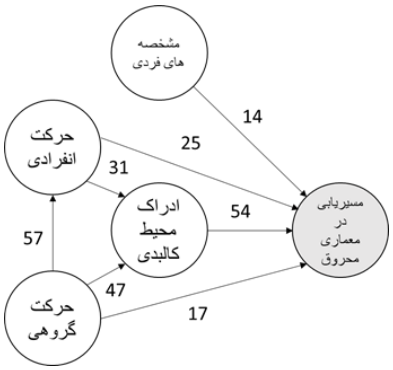
ضرایب تأثیر مؤلفه‌ها				
مؤلفه‌های مؤثر	بار عاملی	سطح بحرانی	خی دو	میزان خطا
شاخصه‌های فنّاورانه	۴۱/۱	۵۱/۴	۶۷/۷۸	۰۰/۰
شاخصه‌های ساختمان	۳۷/۱	۲۱/۴	۲۱/۷۰	۰۰/۰
شاخصه‌های حریق	۲۵/۱	۵۱/۳	۲۱/۶۰	۰۰/۰

۳-۷- گام هفتم

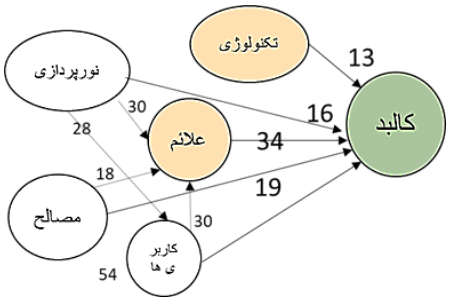
هدف از تحلیل مسیر در این گام به دست آوردن برآوردهای کمی روابط علّی بین مجموعه متغیرهای مؤثر بر پایداری ساختمان‌ها در برابر حریق است. در این پژوهش، ۱۸ سنجه در قالب ۸ شاخص مؤثر بر پایداری ساختمان‌ها در برابر حریق با روش تحلیل عاملی خلاصه شده و به ۳ مؤلفه اصلی (متغیر پنهان) تقلیل یافته و به‌صورت ترکیبی از عوامل معنی‌دار ارائه گردیده است. سپس میزان تأثیر هریک از آنان به‌عنوان یک متغیر در نرم‌افزار لیزرل وارد گردیده است. این متغیرها در تبیین تأثیرگذاری بر پایداری ساختمان در برابر آتش‌سوزی گسترده و با بهره‌گیری از مدل خروجی تصمیم‌گیری چند شاخصه و مدل تجربی مورد تحلیل و پردازش قرار گرفتند.

۴- یافته‌های پژوهش

از مهم‌ترین نیازهای طراحی ساختمان، تأمین ایمنی و پایداری ساختمان در برابر حوادث آتش‌سوزی است. هرچه ساختمانی ازنظر اجتماعی، سیاسی، فرهنگی، اقتصادی و یا جانی، مهم‌تر باشد، لزوم تأمین پایداری ساختمان در برابر حوادث منجر به آتش‌سوزی نیز بیشتر احساس می‌گردد. در شکل (۵)، ارتباط بین متغیرها و شاخص‌ها در نرم‌افزار لیزرل به نمایش درآمده‌است. در این گام شاخصه هر مؤلفه را تبیین نمایند یا به عبارتی ارتباط معنی‌داری بین آن‌ها برقرار سازند؛ در مدل برازشی نیز (شکل ۶) ارتباط معناداری بین پایداری در برابر حریق و متغیرها با شاخصه نمایش داده‌شده است.



شکل (۵): مدل تأثیرگذار "مسیر " تأثیر تغییرهای مستقل بر تغییر وابسته بر اساس متغیرهای مستقل و وابسته



شکل (۶): نمودار روابط بین تغییر مستقل و گویه‌های تشکیل‌دهنده ابعاد آن

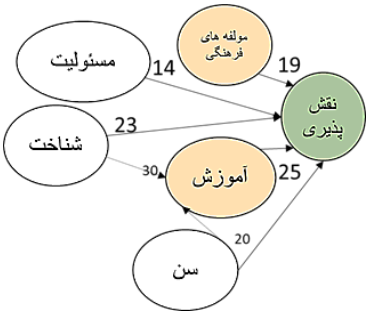
یافته‌ها نشان می‌دهد در ارتباط بین متغیرهای مستقل با متغیر وابسته، متغیر مستقل ماهیت حریق و ریز ابعاد تشکیل‌دهنده آن نظیر سرعت افروزش و گرمای افروزش از قدرت تبیین‌کنندگی کمتری نسبت به دو متغیر پنهان دیگر برخورداراست. بر اساس برازش داده‌های مستخرج از مدل ساختاری در نرم‌افزار لیزرل متغیر مستقل طراحی ساختمان و ریز متغیر طراحی تاب معماری در برابر آتش‌سوزی دارای بیشترین شاخصه تبیین کنندگی متغیر وابسته هستند و پس‌ازآن متغیر فنّاوری مقابله با حریق دارای قدرت تبیین کنندگی بیشتری است. اختلاف اصلی یافته‌های پژوهش در این مرحله با مبانی نظری پژوهش مشخص شدن اولویت طراحی معماری تاب آور یک ساختمان در برابر آتش‌سوزی بر طراحی سامانه‌های اعلان و اطفاء حریق خودکار است. بدین طریق خبرگان صاحب‌نظر ایرانی مسئله پایداری یک ساختمان را در برابر آتش‌سوزی به طراحی بالقوه تاب آور و صحیح معماری یک

www.SID.ir

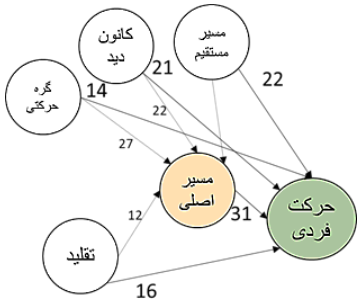
Archive of SID

ساختمان در فاز یک و دو معماری بنا مشروط و منوط می‌دانند و نه بر فنّاوری‌های اطفاء حریق به‌کاررفته در بنا.در اشکال شماره ۷ و ۸ نمودار روابط بین دو متغیر مستقل نقش پذیری و حرکت فردی با گویه های تشکیل دهنده ابعاد آن ها به نمایش در آمده است.

یافته‌های پژوهش نمایانگر این مطلب است که طراحی تاب آور معماری بنا و حوزه‌بندی‌های مستقل کاربری‌های ساختمان از آن‌جهت حائز اهمیت است که ۱- منابع سوختی و بار حریق در یک حوزه محدود و محصور می‌گردد. ۲- حوزه مستقل مانع از گسترش حریق می‌شود و ۳- سامانه‌های اطفاء حریق خودکار چنین حریق محدودی را کنترل و خاموش نمایند. درواقع اهمیت و تأثیرگذاری طراحی تاب آور معماری در برابر آتش‌سوزی گسترده بر سایر متغیرها است که این متغیر را مهم‌تر و تأثیرگذارتر از سایر متغیرها بر پایداری یک ساختمان در برابر حریق می‌کند.



شکل (۷): نمودار روابط بین تغییر مستقل و گویه‌های تشکیل‌دهنده ابعاد آن



شکل (۸): نمودار روابط بین تغییر مستقل و گویه‌های تشکیل‌دهنده ابعاد آن

با توجه به داده‌های مستخرج از معادلات ساختاری در نرم‌افزار لیزرل و برازش تحلیلی آن‌ها مشخص می‌گردد، بر اساس اجماع نظر خبرگان شرکت‌کننده در پژوهش میدانی، مهم‌ترین خطری که پایداری ساختمان را پس از افروزش اولیه آتش تهدید می‌کند، نه ماهیت، نه مکان و دمای شعله حریق هنگام افروزش ابتدایی، بلکه شیوه و توان گسترش این آتش‌سوزی به سایر کاربری‌ها و ترازهای طبقات از طریق شفت‌های ارتباطی و یا داکت‌های تأسیساتی است. این مسئله که کدام‌یک از الگو واره-های طراحی تاب آور معماری یک ساختمان می‌توانند حریق را در مراحل ابتدائی افروزش شعله در یک حوزه مشخص تا اطفا شدن آن محصور نگه‌دارند و یا احتمال رخ دادن آن را به حداقل برسانند از دیدگاه ایشان مهم‌ترین متغیر پایدارسازی ابنیه در برابر حریق برشمرده می‌شود. یافته‌های پژوهش حاضر مشخص می‌نماید، از دیدگاه صاحب‌نظران و خبرگان شرکت‌کننده در تحقیق، تقسیم‌بندی فضاهای معماری یک ساختمان به حوزه‌های مستقل مقاوم در برابر حریق با رفتاری مستقل از سایر قسمت‌ها، به صورتی که امکان گسترش حریق به سایر حوزه‌های دیگر ساختمان تا مدت‌زمانی مشخص وجود نداشته باشد مهم‌ترین تأثیر را برتاب آوری یک ساختمان در برابر حریق دارد. بدین‌سان مسئله کنترل گسترش آتش‌سوزی در ابتدائی‌ترین مراحل آتش‌سوزی به‌واسطه طراحی تاب آور معمارانه از بالاترین اهمیت در دیدگاه صاحب‌نظران شرکت‌کننده در این پژوهش برخوردار است.

در جایگاه دوم اهمیت پس از طراحی تاب آور معماری یک ساختمان در برابر حریق، طراحی سامانه‌های هوشمند اطفاء حریق در لحظات ابتدائی افروزش قرارداد. برخلاف نظرات محققین اروپائی و آمریکائی که تکیه حداکثری خود را بر سامانه‌های هوشمند اعلان و اطفاء حریق به‌منظور مقابله با خطر آتش‌سوزی در ساختمان قرار می‌دهند. صاحب‌نظران ایرانی جایگاه فناوری را صرفاً پس از جایگاه طراحی تاب آور می‌دانند. در این مرحله از دیدگاه ایشان جانمائی صحیح فناوری‌های اطفاء ساختمان‌ها به‌گونه‌ای که سامانه در اولین لحظات افروزش حریق متوجه شعله‌وری آتش شود و عملیات اطفا را آغاز کند اهمیت ویژه‌ای دارد. حال‌آنکه در بسیار موارد امکان نقص فنی سامانه‌های جانمائی شده در ساختمان‌ها به‌واسطه گذر زمان و نوظهور بودن فرهنگ و فناوری‌های استفاده از چنین ادواتی در بنا وجود دارد.

در جایگاه سوم اهمیت ریز متغیر مستقل پوشش‌های سازه‌ای ساختمان در برابر حریق از متغیر مستقل فنّاوری‌های مقابله با حریق قرار دارد. یافته‌های پژوهش حاضر مشخص می‌نماید درصورتی‌که به هر علتی اگر حریق در لحظات ابتدائی افروزش خود خاموش نگردد، پس از طی مدت‌زمانی مشخص اقدام به ترک حوزه مستقل در نظر گرفته‌شده برای خود در معماری ساختمان را می‌نماید؛ و در ادامه با تخریب داکت‌ها و یا گذر از شفت‌های ارتباطی سرتاسر یک ساختمان را درگیر آتش‌سوزی

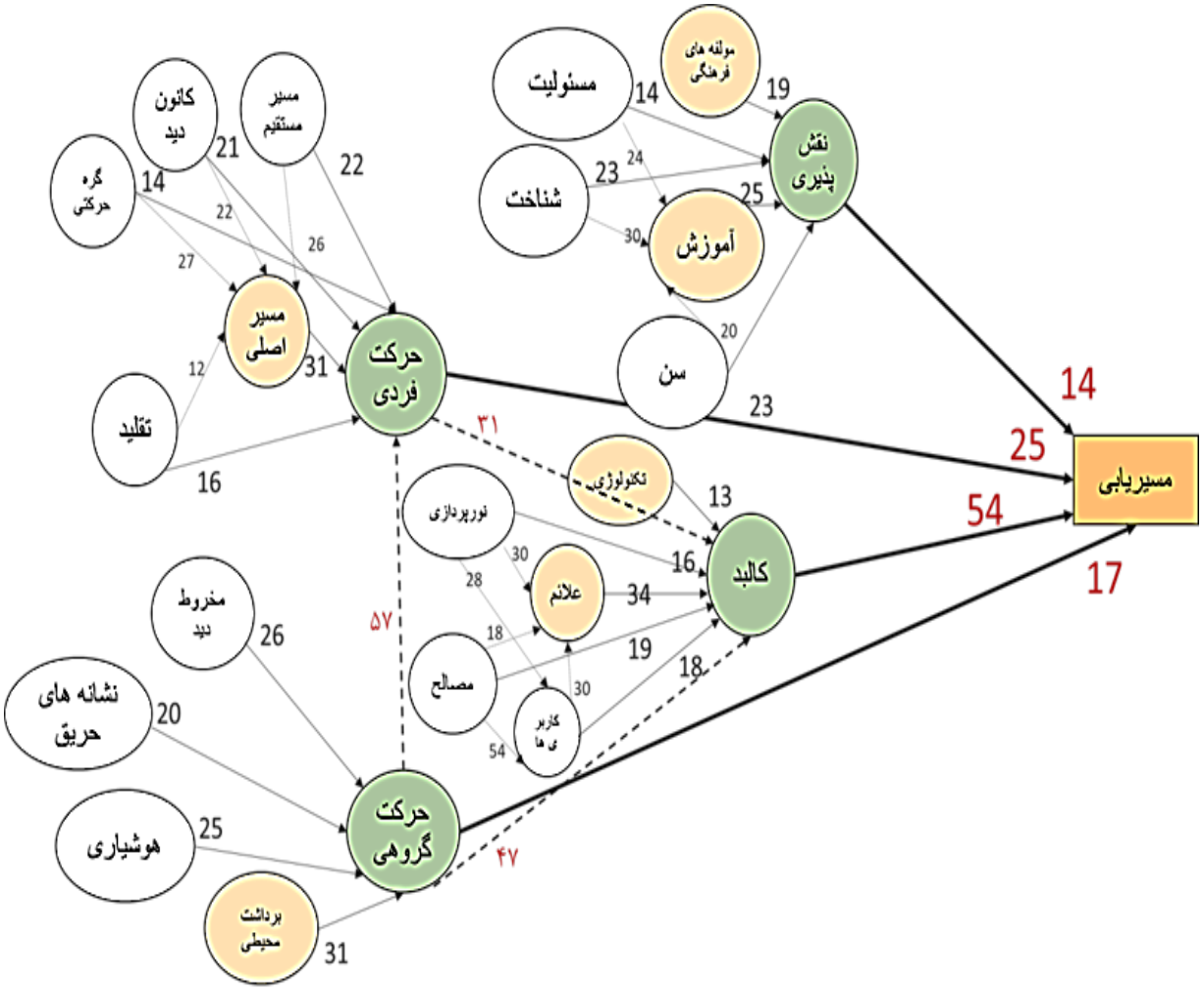
www.SID.ir

Archive of SID

گسترده می‌نماید. در این حالت سازه ساختمان باید در برابر حرارت ناشی از حریق گسترده تا زمان اطفاء آن به‌وسیله نیروهای سازمان آتش‌نشانی تاب بیاورد تا ساختمان را از فروریزش در زمان حریق (همچون پلاسکو) مصون بدارد و پس از اطفا کامل حریق نیز همچنان پایدار بماند تا بشود بر روی آن مجدداً بارگذاری‌های معمول را انجام داد و ساختمان از حیز انتفاع خارج نشود.در شکل(۹) رابطه بین تمامی متغیر های مستقل با ریز ابعاد تشکیل دهنده ایشان از یک سو همچنین رابطه ایشان با متغیر وابسته تحقیق نمایش داده شده است.

پائین‌ترین ضرایب تأثیرگذاری در فرآیند تخلیه خروج به مؤلفه ماهیت حریق برمی‌گردد، ازاین‌رو پژوهش آشکار می‌سازد عدم توانایی در اطفاء حریق در زمان ابتدایی افروزش و گسترش افسارگسیخته آن، چنان تأثیر مخربی را برسازه بنا می‌گذارد که عملاً شناسایی نوع حریق و دمای حداکثری آن از اهمیت چندانی در پیش نظر متخصصان برخوردار نخواهد بود. به زبانی دیگر هر نوع حریقی، با هر نوع ماهیتی درصورتی‌که در زمان مناسب شناسایی و اطفاء نگردد پس از گسترش خود در سطح و ارتفاع، ساختمان را چنان مورد تأثیرات مخرب خود قرار می‌دهد که امکان استفاده مجدد از ساختمان را پس از حریق به ساکنان آن نخواهد داد. شکل (۱۰) به تبیین مدل مفهومی مستخرج از پدیده‌های مؤثر بر پایداری ساختمان در برابر حریق دلالت دارد.

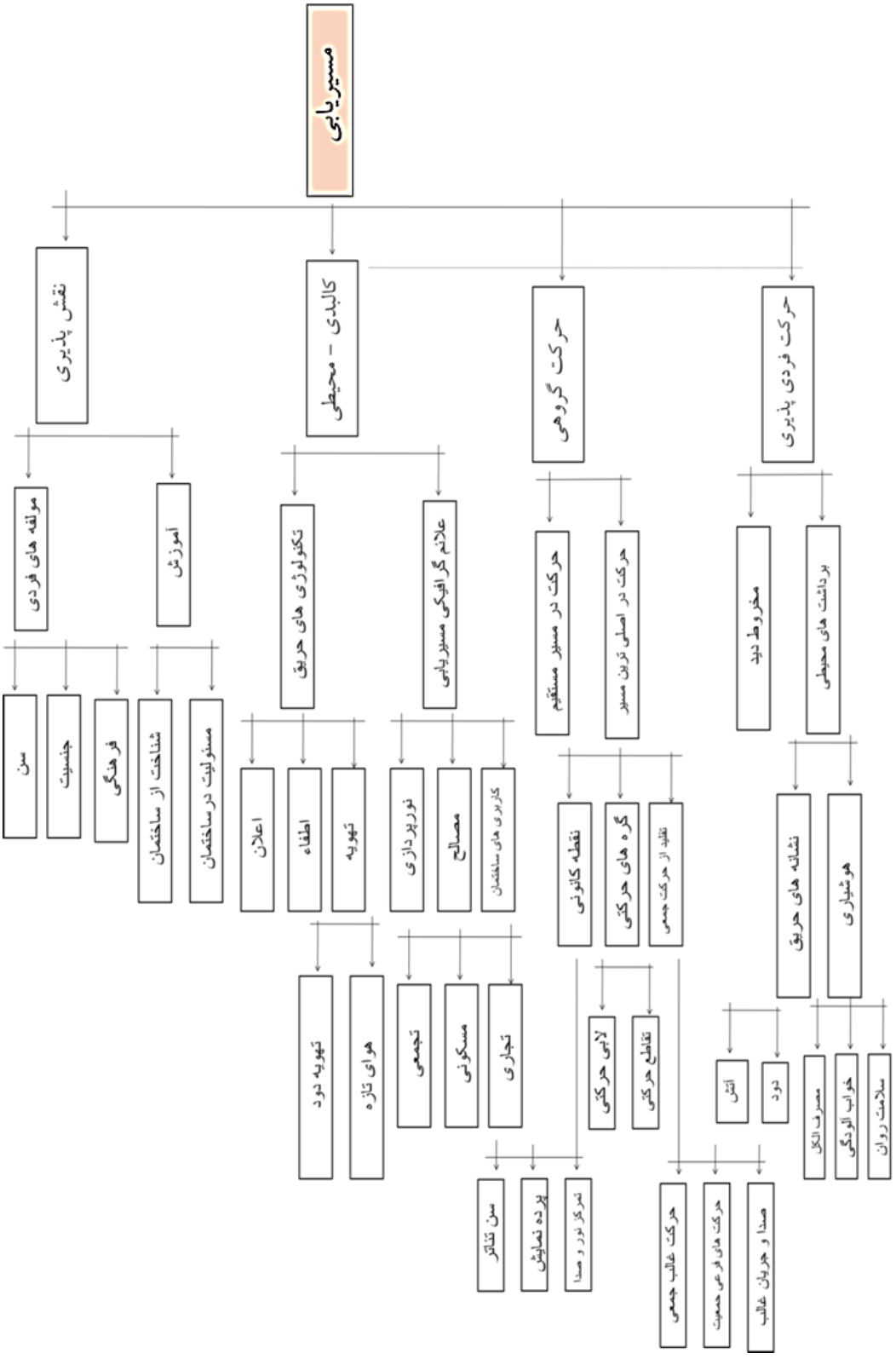
در این مدل علّی تبیین اطلاعات بر اساس وزن آماری هر یک از گویه و ریز ابعاد تشکیل‌دهنده آن‌ها که از گام کمی پژوهش و از طریق توزیع پرسش‌نامه مستخرج گردیده بود تهیه شد.



شکل (۹): ساختار مؤلفه‌ها، شاخصه‌ها و سنجه‌های مؤثر بر پایداری در برابر حریق بر اساس ضرایب استخراجی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۱۰): مدل مفهومی متغیرهای مؤثر بر پایداری ساختمان‌ها در برابر حریق

www.SID.ir

Archive of SID

۵ - نتیجه‌گیری

با توجه به پرسش اصلی پژوهش مبنی بر شناخت متغیرهای اثرگذار بر پایداری یک ساختمان در برابر خطر آتش‌سوزی، مؤلفه‌های مؤثر، بر اساس اجماع نظرات خبرگان سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران به روش غربال‌گری مؤلفه‌های متعدد مستخرج از مبانی نظری پژوهش به کمک روش دلفی-فازی در ۳ مرحله، تمامی ابعاد مدنظر خبرگان در زیرمجموعه سه متغیر مستقل "ماهیت حریق "، "طرح ساختمان " و "فنّاوری‌های مقابله با حریق "دسته‌بندی گردیدند. سپس از طریق تهیه پرسش‌نامه نهائی بر اساس طیف لیکرت و پس از کسب اعتبارسنجی‌های آماری، در نرم‌افزار تحلیل معادلات ساختاری لیزرل، اوزان تأثیرگذاری هریک از متغیرها بر متغیر وابسته (پایداری ساختمان در برابر حریق) مشخص گردید. با توجه به اطلاعات مستنتج از تحلیل معادلات ساختاری در نرم‌افزار لیزرل مشخص گردید در میان صاحب‌نظران سازمان آتش‌نشانی و نخبگان محصل در مقاطع تحصیلات تکمیلی دانشگاهی در علوم ساختمانی به ترتیب متغیر حوزه‌بندی مستقل کاربری‌های ساختمانی در برابر گسترش آتش‌سوزی از مؤلفه طراحی تاب آور معماری ساختمان در برابر حریق دارای بیشترین اهمیت در پایدارسازی یک بنا در برابر خطر آتش‌سوزی گسترده است.

(شکل ۹) در رتبه بعدی مؤلفه اطفا حریق هوشمند به‌وسیله بارشی از فنّاوری‌های اعلان و اطفاء حریق قرار دارد و در رتبه سوم نیز مؤلفه‌های معدنی و گچی از همان متغیر قرار می‌گیرد. یافته‌های این پژوهش مشخص کرد اولویت طراحی معمارانِ تاب آور یک ساختمان در برابر آتش‌سوزی از دیدگاه نخبگان و پژوهشگران ایرانی بر فنّاوری‌های اعلان و اطفاء حریق خودکار و پوشش دهی سازه ارجحیت دارد. بدین طریق خبرگان صاحب‌نظر ایرانی مسئله پایداری یک ساختمان را در برابر آتش‌سوزی به طراحی بالقوه تاب آور و صحیح معماری یک ساختمان در فاز یک و دو معماری بنا مشروط و منوط می‌دانند و پس از آن و مکمل طراحی تاب آور، فنّاوری‌های اطفاء حریق به‌کاررفته در بنا را بر پایداری یک ساختمان در زمان آتش‌سوزی گسترده مؤثر می‌شناسند.

۶- مراجع

[۱] پدافند غیرعامل در یک نگاه، دبیرخانه ستاد بزرگداشت هفته پدافند غیرعامل، سازمان پدافند غیرعامل کشور، ۱۳۹۸.

[۲] مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان، پدافند غیرعامل، دفتر مقررات ملی ساختمان، وزارت راه و شهرسازی، معاونت مسکن و ساختمان، ۱۳۹۶.

[۳] به تاش، آقا بابایی، مفاهیم پدافند غیرعامل در مدیریت شهری با تأکید بر شهر تهران، مجله دانش شهر، شماره ۳۷، مرکز مطالعه و برنامه‌ریزی شهر تهران، ۱۳۹۴.

[۴] فرشی، ثقفی، مدیریت مراکز درمانی در بحران، مجله دانشکده پرستاری ارتش جمهوری اسلامی ایران، سال دهم، شماره ۲، ۱۳۸۹.

[۵] امینی، حسینی امینی، کاربرد پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی مسکن شهری، مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال ششم، شماره پانزدهم، ۱۳۹۳.

[۶] عزیزی، اسدی، تحلیلی بر ریخت شناسایی مجتمع‌های تجاری مطالعه موردی: مجتمع تجاری کوروش، منطقه ۵ تهران. فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات شهری، شماره ۸، صفحات ۶۶- ۵۵ ، ۱۳۹۶..

[۷] حسینی امینی، اسدی، برنافر، صالح، ارزیابی ساختار شهر لنگرود جهت برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، جلد ۱۵، شماره ۱۸، ۱۳۸۹.

[8] G. R Jalali and S. J. Hashemi, “Passive Defense Regulations in the Mirror,” The Passive Defense Organization, 2010.

[9] J. S. R. Jang, “Fuzzy Modeling Using Generalized Neural Networks and Kalman Filter Algorithm (PDF),” Proceedings of the 9th National Conference on Artificial Intelligence, Anaheim, CA, USA, vol. 2, pp. 762–767, July 1991.

[10] J. S. R. Jang, “ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system,” IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, vol. 23, no. 3, 1993. doi:10.1109/21.256541

[11] J. S. Mizutani, “Neuro-Fuzzy and Soft Computing,” Prentice Hall, pp. 335–368, 1977. ISBN 0-13-261066-3

[۱۲] حسینی، سید بهشید، کاملی، محسن، معیارهای پدافند غیرعامل در طراحی معماری ساختمان جمعی شهری، معماری و شهرسازی آرمان‌شهر، شماره ۱۵، صفحات ۳۱-۷، ۱۳۹۴.

[13] D. Christopherson, “Stuctural Defense,” UK Ministry of Home Security, Civil Defence Research Committee Paper RC 450, 2006.

[۱۴] سعیدی، علی، قزوینه، محمود رضا، مکان‌یابی و طراحی پناهگاه‌های دومنظوره شهری بارویکرد پدافند غیرعامل مورد مطالعاتی شهر کرمانشاه، فصلنامه علمی ترویجی پدافند غیرعامل، سال ۸، شماره ۱، صفحات ۵۸ - ۴۸، ۱۳۹۶.

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation of the Variables Affecting the Fire Resistance of Buildings

V. Bahrami*

Abstract

The safety of a building against the phenomenon of fire is a stereotype that as individuals, we read, see and sometimes painfully feel its absence. The engineering of a building against fire is one of the architectural infrastructures in the sustainability of buildings which has been proposed and agreed on the scale of "sustainable metropolises" since 2015. The present study is based on the method of structural equations and data analysis by SPSS and Lisrel software (version 10 for mac). In this method the data were collected in the form of a questionnaire and in terms of Likert among the heads of stations of the Tehran Municipality Fire and Safety Services and the academic elites. Resilient design of the architecture of a building against the spread of fire, design of automatic fire extinguishing systems and also the appropriate protection of the building structure against the heat caused by the flames are the fields of science needed for acquiring the knowledge of long-lasting construction. Space segmentation of the building and the functional arrangement within, have the highest coefficient impact among the variables affecting the building stability against the fire hazard. The two variables of “automatic fire extinguishing systems response in the initial stages of lighting” and “optimal protection of the building structure against the heat reflected from the fire” come next by the effectiveness ranking.

Key Words: *Sustainability, Fire, Conflagration, Residency of Building Against Conflagration*

* Ph.D. , Department of fire preventing. Tehran fire department ,Tehran municipal, Tehran, Iran (vahid.bahrami@srbiau.ac.ir)- Writer-in-Charge

www.SID.ir