

ارزیابی ریسک حریق در مجتمع‌های تجاری منطقه ۱۲ تهران و ارتباط آن با ویژگی‌های سازه‌ای و کاربری آنها

ساحل خاک کار^۱، محمد رنجبریان^۱، سهیلا خداکریم^۲، مصطفی پویاکیان^{۱*}

^۱ گروه بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
^۲ گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۷، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۷/۲۴

چکیده

مقدمه: مجتمع‌های تجاری از پرترددترین اماکن عمومی و مستقر در مرکز شهرها، از منظر ایمنی شهری و پدافند غیرعامل حائز اهمیت می‌باشند. وقوع حوادث بزرگی مانند فاجعه پلاسکو و وسعت خسارات ناشی آن لزوم توجه به ایمنی این گونه اماکن را بیش از پیش نمایان ساخته است. این مطالعه با هدف تعیین نمره ریسک ایمنی حریق مجتمع‌های تجاری و ارتباط عوامل موثر بر آن انجام شده است.

روش کار: مجتمع‌های تجاری ناحیه ۱ منطقه ۱۲ تهران مورد مطالعه قرار گرفتند. ویژگی‌های مجتمع‌ها شامل ارتفاع، مساحت، ضریب اشغال، نوع و ضریب فعالیت واحدهای هر مجتمع گردآوری گردید و سپس ارزیابی ریسک حریق آنها با استاندارد NFPA101 و نرم‌افزار CFSES در سه حیطة ایمنی عمومی، کنترل و راه‌های خروجی انجام شد. در محیط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ از آزمون‌های آماری رگرسیون خطی و ANOVA برای تعیین ارتباط میان متغیرها استفاده گردید.

یافته‌ها: از ۷۹ مجتمع تجاری مورد مطالعه، تنها ۸ مجتمع در حیطة کنترل و ۴ مجتمع در حیطة عمومی سطح ریسک قابل قبولی را به دست آوردند. هیچ یک از مجتمع‌ها نمره قابل قبول در بخش راه‌های خروجی کسب نکردند. طبق نتایج این مطالعه، بین سطوح ریسک ایمنی حریق با تعداد طبقات، نوع و ضریب فعالیت مجتمع‌ها ارتباط معناداری وجود نداشت ($p > 0.05$). البته بین ضریب اشغال مجتمع‌ها با سطوح ریسک حیطة‌های کنترل ($p < 0.001$) و عمومی ($p = 0.013$) ایمنی حریق و بین نوع سازه با تمامی سطوح ($p_{Egress} = 0.004$)، ($p_{Control} < 0.001$) و ($p_{General} < 0.001$) ارتباط معناداری وجود داشت.

نتیجه‌گیری: با توجه به تجزیه و تحلیل داده‌ها و نتایج پژوهش به عمل آمده، وضعیت فعلی مجتمع‌های تجاری مورد مطالعه مستعد ایجاد فاجعه‌ای در منطقه ۱۲ تهران می‌باشند؛ از فجایع تاسف بار حریق در مجتمع تجاری، حادثه حریق ساختمان پلاسکو در دی ماه ۱۳۹۵ تهران است که مرور درس‌های آموزنده این حادثه هشدار دهنده وضعیت مجتمع‌های تجاری در حال استفاده ایران می‌باشد. استفاده از نتایج این مطالعه در برنامه ریزی شهری و ارتباط بین بخشی برای ارتقاء ایمنی مجتمع‌های تجاری منطقه با در نظر گرفتن اصول پدافند غیرعامل در بافت تاریخی، تجاری و سیاسی تهران پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: ارزیابی ریسک، مجتمع تجاری، ضریب اشغال، ضریب فعالیت، CFSES، NFPA101.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: pouyakian@sbmu.ac.ir

مقدمه

ریسک جانی، فرهنگی و مالی ناشی از حریق (۷، ۸) در مجتمع‌های تجاری بسیار بالا است بعلاوه هزینه‌ی تامین و تعمیر تجهیزات، مشکلات جایگزینی نیروهای شاغل کارگاه‌ها، افت میزان تولید و فروش در کارگاه‌های مجتمع‌ها در کلانشهرها دارای اهمیتی ویژه می‌باشد. تهران به عنوان پایتخت و از مهم‌ترین قطب‌های اقتصادی کشور در این حوزه اهمیت بیشتری می‌یابد. طبق مطالعات از مجموع ۶۰ نوع فعالیت مختلف تجاری و تولیدی در بازار تهران، ۲۰ نوع فعالیت تهدیدآمیز و بحران‌ساز به لحاظ استعداد بروز آتش‌سوزی وجود دارد (۹). از بین صنوف شناسایی شده در ناحیه منطقه ۱۲ تهران، ۳۶/۷۳٪ و ۲۳/۴۶٪ به ترتیب متعلق به صنف پوشاک و خیاطی و صنف تولید کیف و کفش می‌باشد که این فعالیت‌ها از پتانسیل کافی برای گسترده شدن آتش‌سوزی بعد از بروز حریق جزئی و اولیه برخوردار هستند (۱۰).

طبق آمار جهانی حریق در سال ۲۰۱۵، ۲۳/۶٪ آتش‌سوزی‌ها به ساختارها اختصاص داشته است (۳). در ایران ابعاد تهدیدات بازار و مجتمع‌های تجاری تهران عواملی از جمله بزرگی مساحت، عمر بالای ۳۹ سال ۷۲٪ بناها و فرسودگی مفرط آن‌ها، پیچ در پیچ بودن بازار، ریزدانی واحدها، عدم دسترسی عوامل امدادی به درون بازار و طبقات مجتمع‌های تجاری، تبدیل واحدهای مسکونی مجاور بازار و مجتمع‌های تجاری به انبار و کارگاه‌های تولیدی می‌باشد. همچنین وجود جمعیت زیاد کاسب کاران، کارگران و مراجعه کنندگان و انجام فعالیت‌هایی که خود مستعد ایجاد حریق می‌باشند و بی‌اطلاعی نسبت به مقابله با حریق ایجاد شده نیز سایر ابعاد تهدیدات بازار و مجتمع‌های تجاری است (۱۱).

طبق مطالعات گذشته معتقدیم که ۷۵٪ از آتش‌سوزی‌ها و خسارت‌های ناشی از آنها با به کارگیری اصول ایمنی قابل پیش‌بینی و پیش‌گیری هستند (۱۲). از این رو بهره‌گیری از تکنیک‌های شناسایی، ارزیابی و مدیریت ریسک که بر پیشگیری قبل از وقوع تاکید دارند، اهمیت ویژه‌ای در در زمینه‌ی کاهش ریسک خطرات، بهسازی محیط اطراف تأسیسات خطرناک، برنامه‌ریزی

آتش‌سوزی یکی از مهمترین مباحث تأثیرگذار در هر سه مقوله ایمنی، بهداشت و محیط زیست می‌باشد (۱) که می‌تواند در زمان کوتاه، دارایی و سلامتی افراد را به خطر اندازد (۲). وقوع حوادث حریق و انفجار در صنایع کوچک و بزرگ همه ساله باعث وارد آمدن خسارت‌های مالی، جانی و زیست محیطی فراوانی به کشورهای مختلف جهان از جمله ایران می‌گردد. بر طبق در آمار جهانی حریق توسط انجمن بین‌المللی خدمات آتش‌نشانی و نجات (CTIF¹) در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵، به طور متوسط سالانه در سراسر جهان ۲,۹۴۶,۰۴۰ مورد آتش‌سوزی، ۲۳,۱۲۷ مرگ و میر ناشی از آتش‌سوزی و ۷۰۲۷۰ صدمات ناشی از آتش‌سوزی رخ داده است (۳). متأسفانه، آتش‌سوزی‌های بزرگی در تاریخ شهر تهران و مجتمع‌های تجاری آن ثبت شده که تلفات انسانی یا خسارات جانی، مالی و حتی صدمات جبران‌ناپذیر فرهنگی به ابنیه و اشیاء دربرداشته است که البته این حوادث و خسارات در صنایع بزرگ میتواند ابعاد گسترده‌تر و گاهی مهم‌تر پیدا کند (۴). از طرفی مجتمع‌های تجاری نوعی بازار محسوب شده و از پر رفت و آمدترین مکان‌های عمومی به شمار می‌آیند. این مجتمع‌ها که روزانه پذیرای صدها یا هزاران نفر از شهروندان هستند دارای دو کارکرد اقتصادی و اجتماعی بوده و از اماکن مهم در ساختار شهری محسوب می‌شوند. اهمیت کارکردهای مذکور سبب می‌شود تا این اماکن عمدتاً در مرکز شهرها استقرار یابند (۵).

سن بنای مجتمع‌های تجاری منطقه ۱۲ شهرداری تهران عموماً بسیار بالا بوده و ساخت آن‌ها به دهه‌های ۳۰ و ۴۰ شمسی و حتی پیش از آن برمی‌گردد. در موارد نادری بهسازی و یا مرمت بنا انجام شده است. لیکن کاربری آنها در طول زمان تغییر یافته و هم‌اکنون با تبدیل شدن به کارگاه‌های تولیدی و خدماتی محور فعالیت‌های تجاری قرار گرفته و به نقطه ثقلی در اقتصاد کلانشهر تهران مبدل شده اند (۶).

1 Center of Fire Statistics world Fire Statistics

با تجزیه و تحلیل رفتاری و اعتبار سنجی یافته‌های حاصل از مانور ها برگزار شده در تحقیقات تجربی و رفتار مردم در استفاده از راه خروج اضطراری مورد بررسی قرار گرفته است. طبق نتایج این مطالعه، مردم برای خروج از دری که دود به سمت آن حرکت کرده و به بیرون هدایت می‌شود، گرایش بیشتری داشتند و در سناریو حریق بدون دود مردم از درب اصلی تمایل بیشتری برای خروج دارند. این مطالعه لزوم تمرین و برگزاری مانور و آموزش ساکنان هر ساختمان در خصوص تخلیه در شرایط اضطراری و نیاز به علائم خروج اضطراری در حریق برای درب ها و خروجی‌های اضطراری در شرایط حریق را آشکار می‌سازد (۲۱). در مطالعه محمدمقام و همکاران (سال ۱۳۹۱) شرایط اضطراری به عنوان یکی از عوامل تاثیرگذار بر خطای انسانی بررسی شده است. یافته های این مطالعه برای کاهش ریسک واکنش در فاز خروج در سناریوی آتشسوزی و انفجار، بر ارزیابی دوره ای مسیرهای خروجی و اصلاح آن‌ها در صورت نیاز، برگزاری مانورهای بیشتر و تحلیل نتایج آنها به همراه ارایه بازخوردهای مناسب به کارکنان تاکید می‌کند (۲۲).

مطالعه Wook-Jung Na و همکاران (سال ۲۰۱۵)، اولویت بندی عملکرد کارآمد برای ایمنی حریق و تخلیه ایمن در ساختمان‌های تجاری از طریق مقیاس لیکرت و تحلیل منطقی بررسی شد و راهکارهایی از قبیل ایجاد تجهیزات ایمنی حریق و فرار، ارزیابی و توزین شاخص های ایمنی حریق، ارزیابی ایمنی حریق با استفاده از مقیاس پیری ساختمان و ارتقا عملیات فرار برای مدیران و مالکان ساختمان‌های قدیمی در رابطه با ایمنی آتش ارائه گردید (۲۳).

در مطالعه Liu و همکاران (سال ۲۰۱۶)، ریسک حریق مجتمع‌های تجاری در ابعاد وسیع بر پایه روش آنتروپی وزنی ساختار ارزیابی شد. این مطالعه، یک سیستم ارزیابی خطر برای ساختمان‌های بزرگ تجاری بر اساس ویژگی‌های حریق احتمالی و تجهیزات آتشنشانی و عملکرد سیستم حفاظت در برابر حریق ساختمانی را ارائه می‌دهد. برای نمونه، ۴ ساختمان تجاری بزرگ در شهر چونگینگ، چین با استفاده از این روش مورد ارزیابی

برای شرایط اضطراری و دستیابی به سطح ریسک قابل قبول خواهد داشت (۱۳-۱۷).

در مطالعه جهانگیری و همکاران (سال ۱۳۹۵)، ارزیابی ریسک حریق در ۸ بیمارستان ۱۶ ساختمان منتخب دانشگاه علوم پزشکی شیراز به روش NFPA101 انجام شد. از کل ساختمان‌های مورد بررسی ۸۷/۵٪ از جنبه ای کنترل حریق، ۶/۲۵٪ از جنبه خروجی، ۵۶/۲۵٪ از جنبه ایمنی حریق عمومی از وضعیت قابل قبولی برخوردار بودند و در مجموع فقط در یکی از بیمارستان ها، سطح ریسک حریق در هر سه جنبه قابل قبول بود. جهت بهبود سطح ریسک حریق در بیمارستان ها، انجام اقدامات ایمنی در حیطه خروجی، طراحی ساختمان‌ها از نظر دسترسی بهتر به راه‌های خروجی، افزایش تعداد و استاندارد سازی راه‌های خروج اضطراری پیشنهاد شد (۱۸).

همچنین شکیب و همکاران (سال ۱۳۹۷) دلایل حادثه آتش‌سوزی پیشرونده ساختمان پلاسکو در تهران و به دنبال آن فروپاشی ساختمان را بررسی کردند. طبق نتایج، مشکلات کلیدی در تأسیسات الکتریکی و مکانیکی منجر به شروع آتش‌سوزی شده و مشکلات تعمیرات و نگهداری ساختمان، نقاط قوت و ضعف روش مدیریت بحران سبب انتشار و گسترش شعله های حریق و دود در حین حادثه شده و کمبودهای ساختاری ساختمان موثر در فروپاشی و ریزش مجتمع شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که شروع آتش و گسترش آن، نتیجه دو عامل ترکیبی نگهداری غیر استاندارد ساختمان و تاسیسات در طول کاربری آن و عدم وجود سیستم ایمنی حریق در ساختمان مطابق با الزامات قانونی بوده است (۱۹).

طبق مطالعه بهنام و همکاران (سال ۱۳۹۷) درخصوص پاسخ ساختاری ساختمان پلاسکو در برابر حریق، تغییر نوع تصرف ساختمان در طول زمان بعنوان ریسک فاکتور در حادثه حریق تاثیر داشته است. تغییر نوع تصرف یک ساختمان بدون اتخاذ استراتژی‌های مناسب میتواند فاجعه آمیز باشد (۲۰).

در مطالعه Kobes و همکاران (سال ۲۰۱۰)، انتخاب راه خروج، قبل از حرکت و تخلیه هتل به هنگام رخداد حریق



شکل ۱- فلودیاگرام روش بررسی مطالعه

بازار و مداخلات آموزشی در بین شاغلین بایستی انجام گردد (۵). مطالعه حاضر سعی در جبران این خلاء نموده است. به منظور بررسی وضعیت ایمنی مجتمع‌های تجاری تهران، ناحیه منطقه ۱۲ شهرداری که دارای بیشترین تراکم مجتمع‌ها بوده و دارای اهمیت استراتژیک سیاسی، اقتصادی، فرهنگی و تاریخی می‌باشد، جهت اجرای مطالعه انتخاب گردید.

روش کار

شکل ۱ (فلودیاگرام)، بطور خلاصه روش کار این مطالعه را نشان می‌دهد.

در این پژوهش با بررسی میدانی تعداد کل مجتمع‌های تجاری ناحیه یک منطقه ۱۲ شهرداری تهران در سال ۱۳۹۷ با ماهیت کارگاهی ۷۹ مجتمع شناسایی شد که همه آنها با سیاست تمام شماری مورد مطالعه

قرار گرفته اند. در این مطالعه طبق روش سطوح ریسک از ۱۰۰ تا ۰، به ۵ سطح از ریسک ۱ (بیشترین امتیاز و ریسک خیلی کم) تا ریسک ۵ (کمترین امتیاز و ریسک خیلی زیاد) تقسیم بندی شدند و در هر ۴ ساختمان کل امتیاز ارزیابی بیشتر از ۶۵٪ بود و در سطح شرایط عملیات سیستم متوسط، و خطر متوسط قرارداداشتند (۲۴).

تاکنون بررسی ایمنی حریق در بازارها نسبت به ایمنی بیمارستان‌ها و صنایع نفت و گاز، کمتر مورد توجه محققین داخلی قرار گرفته و تحقیقات بسیار محدودی در این زمینه گزارش شده است. در این بین به مطالعه‌ی محمد فام و همکاران وی (سال ۱۳۹۳) با موضوع ارزیابی وضعیت ایمنی بازار همدان اشاره میشود. نتایج این مطالعه نشان داد که تمامی نواحی بازار تاریخی شهر همدان نا ایمن بوده و اقدامات فنی و مدیریتی همانند نصب و بهره گیری از تجهیزات اطفای حریق در واحدهای

حریق نوع سازه‌ها رجوع به اسناد ساختمان است. ارزیابی سریع و شناسایی مواد و مصالح استفاده شده در سازه با مشاهده کارشناس نیز ممکن است. در جدول شماره ۱، توضیحاتی در خصوص انواع سازه‌ها ارائه شده است.

در نهایت چک لیست برای هر مجتمع توسط محقق تکمیل و سپس اطلاعات گردآوری شده به نرم‌افزار CFSES وارد و ریسک حریق هر مجتمع در هر سه حیطه‌های کنترل حریق، راه‌های خروجی و نیز ریسک کلی برآورد شد.

جهت تعیین ریسک حریق، نرم‌افزار مذکور ابتدا به طور خودکار امتیازی که بایستی ساختمان از سه جنبه‌ی کنترل حریق، راه‌های خروجی و ایمنی عمومی کسب نماید (حداقل امتیاز مورد نیاز) را بر اساس اطلاعات زمینه‌ای (ارتفاع، قدمت و تعداد طبقات ساختمان) محاسبه می‌کند. پس از وارد سازی کامل اطلاعات زمینه‌ای دوازده پارامتر توسط کاربر، نرم‌افزار بطور خودکار امتیاز کسب شده توسط ساختمان را در سه حیطه‌ی مذکور بنابر میزان تاثیر پارامترها، محاسبه می‌نماید (جدول ۲).

در نهایت با مقایسه‌ی امتیاز کسب شده با حداقل امتیاز مورد نیاز، وضعیت ساختمان از نظر ایمنی حریق در سه حیطه‌ی فوق‌الذکر ارزیابی می‌شود. بدین صورت که چنانچه نمره‌ی ریسک (حاصل تفاضل امتیاز کسب شده و امتیاز قابل کسب) بزرگتر مساوی صفر باشد، نمره ریسک ایمنی به صورت قابل قبول و در غیر این صورت به صورت غیرقابل قبول نشان داده می‌شود.

در نهایت آنالیز داده‌ها با هدف پاسخ به فرضیات و سوال مطالعه و تعیین ارتباط میان متغیرهای مطالعه با سطوح ریسک ایمنی حریق با آزمون‌های آماری رگرسیون و واریانس یک طرفه (ANOVA) در محیط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ مورد استفاده قرار گرفت.

فرضیه ۱: بین سطوح ریسک حریق در ساختمان‌ها با ارتفاع متفاوت، تفاوت معناداری وجود دارد.

فرضیه ۲: بین سطوح ریسک حریق در ساختمان‌ها با سازه‌های مختلف، تفاوت معناداری وجود دارد.

سوال ۱: آیا بین سطوح ریسک حریق در ساختمان‌های

قرار گرفتند. ویژگی‌های ساختمان‌ها شامل سال ساخت، ارتفاع، مساحت، فعالیت کارگاهی، ضریب فعالیت و ضریب اشغال هر مجتمع به شیوه مصاحبه و مشاهده گردآوری گردید. فعالیت کارگاهی بر حسب نوع فعالیت شاغلین هر کارگاه، به یکی از انواع خدمات، تولیدی و خلق محصول تقسیم بندی شد. ضریب فعالیت یعنی نسبت تعداد کارگاه‌های فعال هر مجتمع به تعداد کل کارگاه‌های آن و ضریب اشغال^۲ نیز به معنی نسبت تعداد شاغلین هر مجتمع به واحد متر مربع سطح ناخالص آن مجتمع طی دو نوبت بازرسی و مصاحبه با کارفرمایان بدست آمد.

جهت ارزیابی ریسک ایمنی حریق مجتمع‌های تجاری، طبق روش استاندارد NFPA³101 و نرم‌افزار «سامانه‌ی رایانه‌ای ارزیابی ریسک حریق (CFSES)»^۴ عمل شد. این نرم‌افزار از سوی سازمان NFPA و بر اساس استانداردهای این موسسه منتشر شده است.

در پاسخ به این سوال که آیا این نرم‌افزار برای ارزیابی ایمنی حریق مجتمع‌های تجاری با توجه به مقررات ملی ایران قابل کاربرد است یا خیر، مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی انطباق نرم‌افزار CFSES با مقررات ملی ایران برای ارزیابی ایمنی حریق مجتمع‌های تجاری، کاربردی بودن این نرم‌افزار را تایید نموده است (۲۵).

متغیرهای ورودی نرم‌افزار CFSES جهت ارزیابی ریسک ایمنی حریق شامل دوازده مورد سازه، جداسازی خطرات، منافذ عمودی، آبخشان خودکار، هشدار حریق، کاشف دود، مواد پوشاننده‌ی سطوح داخلی، کنترل دود، دسترسی به خروجی، سامانه خروجی، جداسازی اتاق/ راهرو، برنامه واکنش در برابر شرایط اضطراری می‌باشد.

جهت تسهیل در گردآوری اطلاعات مورد نیاز ارزیابی ریسک، با بررسی نرم‌افزار آیت‌م‌ها در یک چک‌لیست استخراج گردید. هر کدام از متغیرهای این نرم‌افزار از راه مشاهده و مقایسه با استاندارد و راهنمای آن قابل تشخیص می‌باشد. برای نمونه در تعیین نوع سازه به عنوان متغیر اول، راه تعیین قطعی نرخ مقاومت در برابر

2 Population density/Occupancy Rate

3 National Fire Protection Association

4 Computerized Fire Safety Evaluation System

جدول ۱- معرفی انواع سازه ها

مقاومت در برابر حریق	نام تجاری	رفتار در برابر حریق	زیر گروه	نوع سازه
مقاوم در برابر حریق	همه دیوار های حامل، ستون ها و تیر های آهن، خرپا و کف حداقل ۲ ساعت و سقف حداقل ۱/۵ ساعت در برابر حریق مقاومند. دیوار های داخلی در تعیین نوع سازه نقشی ندارند. دیوار های خارجی که حامل بار نیستند غیر قابل اشتعال هستند. اسکلت بتنی با ضخامت حداقل ۴/۵ اینچ / اسکلت فولادی ضد حریق با ضخامت های مختلف	غیر قابل اشتعال	(332)	I
		غیر قابل اشتعال	(433)	
		غیر قابل اشتعال	(222)	
حداقل ۱ ساعت	دیوار های حامل، ستون ها، تیر های آهن، خرپا، سقف و کف حداقل ۱ ساعت در برابر حریق مقاومند. دیوار های خاجی که حامل بار نیستند، از مواد غیر قابل اشتعال ساخته شده اند اما الزامی به مقاومت در برابر حریق آنها وجود ندارد. بیشتر بتنی و به ندرت سامانه های ضد حریق مستقیم هستند.	غیر قابل اشتعال	(111)	II
		غیر قابل اشتعال	(000)	
مقاوم در برابر حریق	اجزای حامل بار کمتر از ۱ ساعت در برابر حریق مقاومند- معروف به سازه بتنی	غیر قابل اشتعال	(000)	
حداقل ۲ ساعت حداقل ۱ ساعت	دیواره های خارجی حامل بار از جنس آجر یا مصالح بنایی دیگر اجزای داخلی حامل بار و سقف و کف قابل اشتعال اما پوشیده با پلاستر گچ، معروف به سازه آجر چوبی	معمولا غیر قابل اشتعال	(211)	III
		معمولا قابل اشتعال	(200)	
حداقل ۲ ساعت کمتر از ۱ ساعت	دیواره های خارجی حامل بار از جنس آجر یا مصالح بنایی دیگر اجزای داخلی حامل بار و سقف و کف قابل اشتعال اما پوشیده با موادی مثل تخته های چوبی، معروف به سازه آجر چوبی	قابل اشتعال	2hh	IV
حداقل ۱ ساعت	دیوار از جنس آجر یا مصالحی دیگر برای تحمل بار یا اسکلت ستون های چوبی و تیر آهن، کف و سقف چوبی، معروف به سازه چوبی سنگین یا کنگره دار اسکلت (چارچوب) چوبی که دیوار های خارجی و داخلی و کف و سقف پوشانده با پلاستر گچ-سازه های اسکلت فولادی با کف و سقف چوبی	قابل اشتعال	111	V
		قابل اشتعال	000	
کمتر از ۱ ساعت	اسکلت (چارچوب) چوبی	قابل اشتعال	000	

جدول ۲- نحوه برآورد امتیاز کسب شده ی ساختمان در سه حیطة ی کنترل حریق، خروجی و ایمنی حریق عمومی توسط نرم افزار CFSES

نام پارامتر	کنترل حریق	راه های خروجی	عمومی
۱ سازه			
۲ جداسازی خطرات			
۳ منافذ عمودی	÷۲		
۴ آبخش		÷۲	
۵ هشدار حریق	÷۲		
۶ کشف دود	÷۲		
۷ مواد پوشاننده ی سطوح داخلی	÷۲		
۸ کنترل دود		÷۲	
۹ دسترسی به خروجی			
۱۰ سامانه خروجی			
۱۱ جداسازی اتاق / راهرو	÷۲	÷۲	
۱۲ برنامه واکنش در برابر شرایط اضطراری			
مجموع	S ₁ =	S ₂ =	S ₃ =

*خانه هایی از جدول شماره که با رنگ خاکستری مشخص شده است، نشان دهنده ی بی تاثیر بودن پارامتر مورد نظر در ارزیابی وضعیت ایمنی در آن حیطة می باشد.

جدول ۳- تعداد طبقات مجتمع‌های مورد مطالعه

تعداد طبقات	تعداد (درصد)
۲ طبقه	۱۴ (۰.۱۷/۷۲)
۳ طبقه	۳۳ (۰.۴۱/۷۷)
۴ یا ۵ طبقه	۳۱ (۰.۳۹/۲۴)
بیشتر از ۵ طبقه	۱ (۰.۱/۲۶)

جدول ۴- یافته‌های ضریب اشغال و ضریب فعالیت مجتمع‌های مورد مطالعه

ضرایب	تعداد(درصد)	میانگین(انحراف معیار)	حداقل	حداکثر
ضریب اشغال	۷۳ (۰.۹۲/۴۱)	۰.۳/۴۱ (۰.۴/۵۳)	۰.۰/۰۵	۰.۲۱/۵۹
	۵ (۰.۶/۳۳)	۰.۳۵/۱۰ (۰.۵/۹۱)	۰.۲۵/۹۴	۰.۴۰
	۱ (۰.۳/۸۰)	-	۰.۶۰/۱۸۵	-
	-	-	-	-
ضریب فعالیت	۲ (۰.۲/۵۳)	۰.۱۱/۶۷ (۰.۷/۰۷)	۰.۶/۶۷	۰.۱۶/۶۷
	۹ (۰.۱۱/۳۹)	۰.۳۶/۳۷ (۰.۶/۱۷)	۰.۲۷/۷۸	۰.۴۶/۱۵
	۱۹ (۰.۲۱/۵۲)	۰.۶۲/۲۰ (۰.۷/۲۵)	۰.۵۰	۰.۷۳/۶۸
	۴۹ (۰.۶۴/۵۶)	۰.۹۲/۶۹ (۰.۸/۹۸)	۰.۷۶/۹۲	۱.۰۰

یافته‌های مربوط به ضریب اشغال، نوع و ضریب فعالیت مجتمع‌ها

در خصوص ضریب اشغال، تعداد کل شاغلین مجتمع‌های مورد مطالعه برابر با ۶۶۴۹ نفر بود. کمترین و بیشترین مقدار این ضریب به ترتیب برابر بود با ۰/۰۵٪ و ۶۰/۱۸۵٪، به این معنا که در مجتمعی با کمترین ضریب اشغال در هر ۲۰۰۰ مترمربع یک نفر شاغل وجود داشته و در مجتمعی دیگر با بیشترین ضریب شغلی برای یک نفر ۱/۶۴ مترمربع فضا وجود داشته است. در خصوص ضریب فعالیت، ۲۹ مورد از مجتمع‌های مورد بررسی ۱۰۰٪ کارگاه‌های آنها فعال بوده و در مابقی تعدادی از کارگاه‌ها غیرفعال بود. در کل تعداد ۲۳۷۹ کارگاه و ۱۸۴۷ واحد کارگاهی فعال و ۵۳۲ واحد غیرفعال یافت شد. بدین ترتیب بیشترین ضریب فعالیت کارگاهی مجتمع‌های تجاری برابر با ۱۰۰٪ و کمترین مقدار آن برابر با ۰/۶۶٪ به دست آمد(جدول ۴).

به طور کلی فعالیت مجتمع‌های مورد مطالعه شامل خدمات چاپ و صحافی، تعمیرات وسایل برقی و الکتریکی،

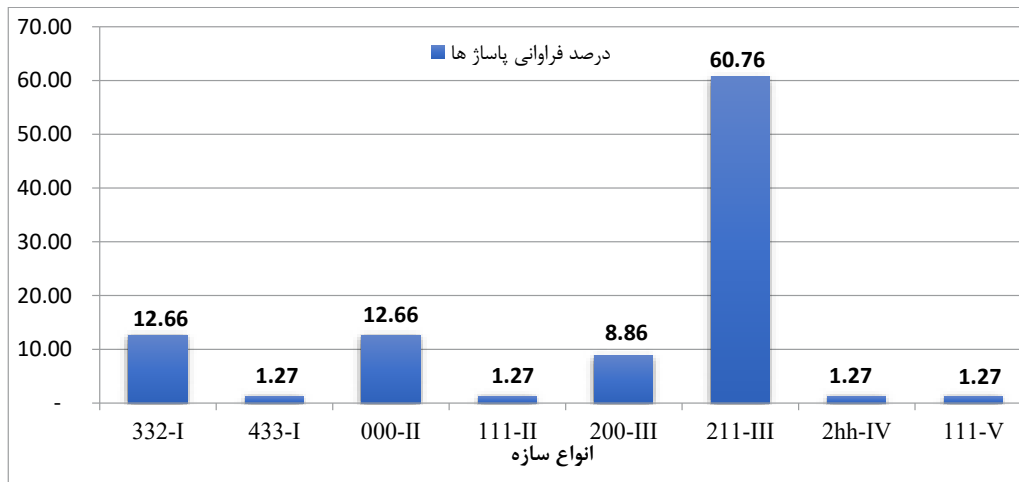
مورد مطالعه با عوامل منتخب (نوع فعالیت کارگاه‌ها، ضریب فعالیت، ضریب اشغال مجتمع‌ها) ارتباط معناداری وجود دارد؟

یافته‌ها

یافته‌های این پژوهش در سه بخش ویژگی‌های عمومی، پارامترهای دوازده گانه ارزیابی ریسک حریق و ارتباط بین ریسک حریق با متغیرهای ضریب اشغال و فعالیت و نوع فعالیت شغلی در مجتمع‌های مورد مطالعه ارائه شده است.

ویژگی‌های عمومی مجتمع‌ها

کلیه مجتمع‌ها در طبقه بندی قدیمی (در حال استفاده) قرار داشتند و هیچ کدام در حال ساخت(جدید) نبودند. ارتفاع تمامی ساختمان‌ها کمتر از ۲۵۰ متر بود. بیشترین مساحت مجتمع‌ها در این مطالعه برابر با ۲۱۲۴۸ مترمربع و کمترین مساحت برابر با ۲۶۴ مترمربع بود. تعداد طبقات در جداول ۳ ارائه شده است.



نمودار ۱- درصد فراوانی پاساژها بر حسب نوع سازه (پارامتر اول)

که نتایج آن در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج رگرسیون خطی در این مطالعه نشان داد که سطوح ریسک ساختمان‌های با تعداد ضرایب فعالیت متفاوت اختلاف معنادار وجود نداشته است ($P > 0.05$). اما همین آزمون نشان داد که سطح ریسک ساختمان‌های با ضریب اشغال متفاوت در حیطه‌های حیطه کنترل ($p = 0.001$ و $\beta = -0.250$) و حیطه عمومی ($p = 0.013$ و $\beta = -0.196$) اختلاف معنادار آماری وجود داشته است.

نتایج تحلیل واریانس یک طرفه در این مطالعه نشان داد که سطح ریسک در حیطه راه‌های خروجی ساختمان‌های مختلف با تعداد طبقات متفاوت اختلاف معنادار آماری وجود داشته است ($F(75,3) = 3.938$ و $P = 0.011$). اما سطوح ریسک ساختمان‌های مختلف با نوع فعالیت متفاوت اختلاف معنادار وجود نداشته است ($P > 0.05$). البته طبق نتایج این آزمون بین تمام سطوح ریسک در ساختمان‌های با سازه‌های متفاوت اختلاف معنادار آماری وجود داشته است (حیطه کنترل ($F(71,3) = 30.878$ و $P = 0.000$)؛ حیطه راه‌های خروجی ($F(71,3) = 4.782$ و $P = 0.04$) و حیطه عمومی ($F(71,3) = 14.787$ و $P = 0.000$)). در سنجش اثر سازه بر سطح ریسک مجتمع‌های تجاری

تولیدی پوشاک، کیف و کفش چرم طبیعی و مصنوعی، کشفافی، طلاسازی و تعمیرات طلا بودند. این متغیر در مجتمع‌ها که دارای واحدهای کارگاهی مجزایی با سه نوع فعالیت کلی تولیدی (۶۴ مورد)، خدماتی (۱۱ مورد) یا تولیدی و خدماتی توأم (۴ مورد) تقسیم بندی شدند. فعالیت غالب مجتمع‌ها تولیدی پوشاک بود.

پارامترهای دوازده گانه ارزیابی ریسک حریق با نرم‌افزار CFSES

فراوانی پاساژها بر حسب نوع سازه در نمودار ۱ و یافته‌های ۱۱ پارامتر ایمنی دیگر نرم‌افزار در جدول ۵ ارائه شده است.

(د) ارزیابی سطوح ریسک ایمنی حریق مجتمع‌ها در جدول ۶، نمرات ارزیابی در سطوح ریسک ایمنی حریق مجتمع‌های مورد مطالعه توسط نرم‌افزار ارائه شده است.

با توجه به اهداف و سوالات مطالعه، جهت تعیین ارتباط سطوح ریسک ایمنی حریق با متغیرهای تعداد طبقات، نوع سازه، نوع فعالیت از آزمون واریانس یک طرفه و برای تعیین این ارتباط با متغیرهای ضرایب فعالیت و اشغال از آزمون رگرسیون خطی استفاده شد.

جدول ۵- پارامترهای دوازده گانه ارزیابی ریسک حریق با نرم‌افزار CFSES

تعداد	درصد	وضعیت	پارامتر
۲	۲/۵۳٪	تفکیک شده از مسیر های خروجی	(پارامتر دوم) جداسازی خطرات
۱۵	۱۱۸/۹۸٪	نقص منفرد	
۱۰	۱۲/۶۵٪	نقص مضاعف	
۵۲	۶۵/۸۲٪	بدون نقص	(پارامتر سوم) منافذ عمودی
۱۳	۱۶/۴۵٪	۲ طبقه	
۲۹	۳۶/۷۰٪	۳ طبقه	
۲۱	۲۶/۵۸٪	۴ طبقه	
۳	۳/۷۹٪	۵ طبقه	
۳	۳/۷۹٪	بیشتر از ۵ طبقه	
۶	۷/۵۹٪	کمتر از ۳۰ دقیقه	
۴	۵/۶۳٪	۳۰ دقیقه تا ۱ ساعت	(پارامتر چهارم) آبفشان خودکار
۷۹	۱۰۰٪	فاقد آبفشان	
۷۱	۸۹/۸۷٪	فاقد سامانه هشدار دهنده حریق	(پارامتر پنجم) هشدار حریق
۸	۱۰/۱۱٪	دارای سامانه هشدار دهنده حریق با اعلام حریق (زنگ هشدار داشته برای آگاهی ساکنین و فاقد ارتباطات صوتی (تماس خودکار با آتش‌نشانی)	
۱	۱/۲۶٪	در کل ساختمان	(پارامتر ششم) کاشف دود
۳	۳/۷۹٪	در اتاق ها	
۷۵	۹۴/۹۳٪	فاقد سیستم کشف دود	
۱	۱/۲۶٪	نرخ گسترش شعله فوت کمتر از ۲۵ فوت	(پارامتر هفتم) مواد پوشاننده ی سطوح داخلی
۷۸	۹۸/۷۴٪	پلاستر گل و گچ پلاستر گچ و سیمان	
۷۹	۱۰۰٪	عدم وجود سامانه ی کنترل دود مکانیکی در طبقات و یا مانعی در برابر دود یا مسیر خروجی جهت جداسازی منطقه دود/حریق در طبقات	(پارامتر هشتم) کنترل دود
۴۰	۵۰/۶۳٪	$X \leq 50$	(پارامتر نهم) دسترسی به خروجی
۳۰	۳۷/۹۷٪	$50 < X \leq 100$	
۴	۵/۰۶٪	$100 < X \leq 200$	
۱	۱/۲۷٪	$50 < X \leq 75$	
۳	۳/۸۰٪	$75 < X \leq 100$	
۵۹	۷۴/۶۸٪	یک مسیر خروجی	(پارامتر دهم) سامانه خروجی
۲	۲/۵۳٪	ناقص	
۱۵	۱۱۸/۹۸٪	بدون نقص	
۲	۲/۵۳٪	مسیر های خروجی مقاوم در برابر دود	
۴	۵/۰۶٪	عدم وجود جداسازی	(پارامتر یازدهم) جداسازی اتاق/ راهرو
۱۳	۱۶/۴۵٪	مقاوم به دود و عدم وجود درب های خودکار	
۵	۶/۳۲٪	بیشتر یا برابر ۲۰ دقیقه	
۲	۲/۵۳٪	بیشتر یا برابر ۱ ساعت	
۵۵	۶۲/۶۲٪	جداسازی ناقص	
۷۹	۱۰۰٪	عدم برگزاری مانورهای واکنش در شرایط اضطراری ساکنان	(پارامتر دوازدهم) برنامه واکنش شرایط اضطراری

جدول ۶- نمرات ریسک سه گانه ایمنی حریق مجتمع‌های مورد مطالعه

سطوح ریسک	درصد (تعداد) غیر قابل قبول	میانگین (انحراف معیار)	حداقل امتیاز	حداکثر امتیاز
کنترل	۸۹/۸۷٪ (۷۱)	۷/۳۶ - ۵/۸۹	-۲۳/۵	۳/۵
راه های خروجی	۱۰۰٪ (۷۹)	۱۴/۲۶ - ۵/۳۶	-۲۶	۱
عمومی	۹۴/۹۳٪ (۷۵)	۱۵/۶۸ - ۷/۶۸	-۳۵	۴

جدول ۷- تعیین ارتباط سطوح ریسک با متغیر های مطالعه

متغیر ها	آزمون	حیطه کنترل	راه‌های خروجی	حیطه عمومی
ضریب‌فعالیت	Regression Linear	P>0.05	P>0.05	P>0.05
ضریب اشغال		P<0.001	P>0.05	P<0.05
تعداد طبقات	Anova	P>0.05	P<0.05	P>0.05
نوع فعالیت		P>0.05	P>0.05	P>0.05
نوع سازه		P<0.001	P<0.05	P<0.001

جدول ۸- نتایج آزمون واریانس یک طرفه مقایسه میانگین اثر سازه در سه گروه سطح ریسک

سطح ریسک	نوع سازه	تعداد	میانگین (انحراف معیار)	سطح معناداری
حیطه کنترل حریق	332-I	۱۰	۰/۷۵ - ۳/۳۱	P<0.001
	000-II	۱۰	۱۴/۳ - ۷/۱۳	
	200-III	۷	۱۶ - ۲/۶۲	
	211-III	۴۸	۶/۱۲ - ۳/۴۵	
	مجموع	۷۵	۷/۴۲ - ۶/۰۱	
حیطه راه‌های خروجی	332-I	۱۰	۹/۸۳ - ۶/۱۸	P<0.05
	000-II	۱۰	۱۳/۱۰ - ۷/۳۵	
	200-III	۷	۱۸/۴۲ - ۳/۹۵	
	211-III	۴۸	۱۵/۲۰ - ۴/۳۸	
	مجموع	۷۵	۱۴/۵۱ - ۵/۴۵	
حیطه عمومی (کلی)	332-I	۱۰	۶ - ۶/۰۵	P<0.001
	000-II	۱۰	۲۰/۴۰ - ۹/۴۶	
	200-III	۷	۲۴/۸۵ - ۳/۸۰	
	211-III	۴۸	۱۵/۲۹ - ۵/۸۱	
	مجموع	۷۵	۱۵/۶۲ - ۷/۸۵	

مورد مطالعه، با استفاده از آزمون Post Hoc برای یافتن جفت گروه‌هایی که اختلاف میانگین معنادار داشتند، سازه‌هایی که دارای فراوانی کم بودند برای تحلیل نتایج حذف شدند و فقط سازه‌های نوع I-332، II-000، III-200 و III-211 مورد تحلیل قرار گرفتند. در جدول ۸، آزمون تعقیبی Benferoni جهت پیگیری اختلاف بین گروه سازه‌ها استفاده شد که نتایج این آزمون نشان داد که این چهار نوع سازه دو به دو

مورد مطالعه، با استفاده از آزمون Post Hoc برای یافتن جفت گروه‌هایی که اختلاف میانگین معنادار داشتند، سازه‌هایی که دارای فراوانی کم بودند برای تحلیل نتایج حذف شدند و فقط سازه‌های نوع I-332، II-000، III-200 و III-211 مورد تحلیل قرار گرفتند. در جدول ۸، آزمون تعقیبی Benferoni جهت پیگیری اختلاف بین گروه سازه‌ها استفاده شد که نتایج این آزمون نشان داد که این چهار نوع سازه دو به دو

تفکیک خطرات ساختمان تمام بیمارستان‌ها بدون نقص بودند که علت را می‌توان در طراحی‌های کاربرد محور نقشه‌های ساختمانی، استانداردهای جانمایی تجهیزات و نظام آراستگی در بیمارستان‌ها دانست. در حالی که مجتمع‌های تجاری که هم‌اکنون به کارگاه‌های تولیدی تغییر کاربری یافته‌اند، اساساً با استانداردهای نیم قرن گذشته و برای کاربری دیگری ساخته شده‌اند. بنابراین در برخی مجتمع‌ها وضعیت ایمنی منطقه خطرناک مورد توجه واقع نشده است که ریسک این مناطق بایستی حذف شده یا دست کم کاهش یابد (انبارهای مواد قابل اشتعال، از مسیرهای خروجی تفکیک شوند و یا در برابر حریق مقاوم شوند).

نتایج این مطالعه نیز همانند مطالعه جهانگیری و همکاران در بیمارستان‌ها نشان داد که در هیچکدام از مجتمع‌های تجاری محصورسازی منافذ عمودی وجود نداشته و این مساله گواه وضعیت نامطلوب این پارامتر ایمنی در مجتمع‌ها می‌باشد. اهمیت محصورسازی منافذ عمودی در گسترش حریق‌های احتمالی در ساختمان بیمارستان‌ها و مجتمع‌ها ملاحظه نشده است. از این منظر باید اجرای استانداردهای سازه‌ای کشور که ملاک رایج پایان کار به ساختمان‌ها هستند مورد بازنگری قرار گیرند. نتایج مطالعه بهنام، گسترش حریق از طریق منافذ عمودی باز و نیمه تمام در حادثه پلاسکو را تایید میکند (۲۰).

همانند نتایج مطالعات جهانگیری و همکاران، و زمانیان و همکاران در ساختمان بیمارستان‌ها، هیچ کدام از مجتمع‌ها مجهز به آیفشان نبودند. طراحی و نصب سیستم‌های آیفشان در ساختمان‌های بزرگ جدی گرفته نشده است و این علامت خطری برای این ساختمان‌ها است. با توجه به مقررات ملی ساختمان و الزامات قانونی تجهیز ساختمان‌ها به سیستم آیفشان در کارگاه‌های ساختمانی و ساختمان‌های در حال بهره‌برداری (با انواع کاربری) و الزامات رایج مجوزهای پایان کار باید مورد ملاحظه قرار گیرند.

عدم وجود سیستم اعلام حریق در مطالعات دیگری

اختلاف معناداری داشتند و تنها بین دو سازه نوع ۰۰۰-II و II-200 مشابه هم بودند.

بحث

از کل ۷۹ مجتمع تجاری مورد مطالعه، سطح ریسک قابل قبول در حیطه کنترل حریق تنها در ۸ مجتمع و در حیطه عمومی تنها در ۴ مجتمع کسب شد. هیچ یک از مجتمع‌ها سطح ریسک ایمنی حریق قابل قبول در حیطه راه‌های خروجی را کسب نکردند. تمامی مجتمع‌های تجاری مورد مطالعه در سطح ریسک یک و در اولویت پیگیری و ضرورت نوسازی و بهسازی جهت کاهش ریسک ایمنی حریق می‌باشند به طوریکه ۱۰/۱۲٪ آن‌ها از جنبه کنترل حریق و ۵/۰۷٪ از جنبه ایمنی حریق عمومی از وضعیت قابل قبولی برخوردارند.

در مطالعه جهانگیری و همکاران، در بررسی ریسک ایمنی حریق ۱۶ بیمارستان، اکثر بیمارستان‌ها از وضعیت ایمنی حریق قابل قبول برخوردار بودند (۱۸). در واقع یافته‌های این مطالعات نشان می‌دهد که بیمارستان‌ها به لحاظ ریسک حریق، از ایمنی بیشتری نسبت به مجتمع‌های تجاری برخوردارند. به نظر می‌رسد دلیل این تفاوت در نتایج دو مطالعه به وجود سازوکار نظارتی منسجم‌تر بر ایمنی بیمارستان‌ها در مقایسه با مجتمع‌های تجاری باشد. ایمنی بیمارستان‌ها به دلیل وجود نظام ارزشیابی مدون و منظم توسط وزارت بهداشت مورد توجه همیشگی قرار دارد. همچنین بیمارستان‌ها دارای مدیریت داخلی مؤثرتری هستند. این مساله به دلیل انتظار عمومی نسبت به محیط بیمارستان است. استانداردهای ساخت و نگهداری از بیمارستان‌ها به دلیل اهمیت ایمنی و حفظ جان افراد ناتوان و بیماران توسعه بیشتری پیدا کرده‌اند. با توجه به یکسان بودن روش این مطالعه با مطالعه فوق، تفاوت در ایمنی حریق این اماکن بدلیل تفاوت در پارامترهای ایمنی موجود در بیمارستان‌ها و مجتمع‌های تجاری می‌باشد که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود؛

طبق یافته‌های مطالعه جهانگیری و همکاران، وضعیت

که در ایران انجام شده، گزارش شده است. برای نمونه در مطالعه حبیبی و همکاران، ۹ ساختمان از ۱۱ ساختمان مورد بررسی فاقد سیستم اعلام حریق بودند (۲۶). در مطالعات زمانیان و همکاران (۲۷) و جهانگیری و همکاران (۱۸) همه ساختمان‌های مورد مطالعه فاقد سیستم هشدار دهنده حریق بودند. اهمیت نصب و وجود سامانه هشدار دهنده حریق به جهت تشخیص سریع حریق، اطفای آن و تخلیه ساختمان از سکنه مورد توجه قرار نگرفته است.

جنس سطوح داخلی در یک مجتمع، گل و گچ و در سایر مجتمع‌ها این پارامتر از جنس پلاستر گچ و سیمان بود که این یافته‌ها گواه وضعیت مطلوب ایمنی حریق پارامتر پوشاننده سطوح ساختمان‌ها در ایران می‌باشد. پوشش‌های پلاستر گچ و سیمان در صورت وقوع حریق، نرخ آلودگی حاصل از احتراق کمتری نسبت به سایر سطوح ایجاد مینماید و یا در آنها آلودگی محیطی احتراق به کندی افزایش می‌یابد. استفاده از چنین پوشش‌هایی در مطالعات دیگری نیز که روی ساختمان‌های با کاربری متفاوت انجام شده‌اند، نیز گزارش شده‌اند (۱۸). لذا به نظر می‌رسد استانداردها و مقررات رایج در خصوص پوشش‌های سطوح داخلی از منظر ایمنی رضایت بخش است.

مشابه نتایج مطالعه جهانگیری و همکاران، مجتمع‌های مورد مطالعه فاقد سامانه کنترل دود در طبقات بودند (نبود هیچ مانعی در برابر دود یا مسیر خروجی جهت جداسازی منطقه دود/حریق در طبقات). با توجه به خطر جانی و متحرک بودن دود (که می‌تواند در نقاطی بسیار دورتر از محل اصلی حریق، سبب آسیب و یا مرگ افراد شود) وضعیت این پارامتر ضعف ایمنی ساختمان‌ها را می‌رساند.

در مطالعه جهانگیری و همکاران در بیمارستان‌ها، تنها یک مورد مجهز به سامانه کاشف دود در واحدها و یک مورد مجهز به سامانه کاشف دود در کل ساختمان بود. طراحی و نصب سامانه‌های کاشف و کنترل دود در ساختمان مجتمعها نیز مورد توجه قرار نگرفته است و این

وضعیت، تهدیدی برای آن‌ها محسوب می‌شود. معیار با یافته‌های این مطالعه، مطالعه جهانگیری و همکاران قریب به ۵۰٪ بیمارستان‌ها یک مسیر خروجی (یعنی بیشترین تعداد بن‌بست را) داشتند. به نظر می‌رسد هنگام طراحی و ساخت دسترسی خروجی در ساختمان‌های مورد بررسی این دو مطالعه، اولویت ایمنی حریق لحاظ نگردیده و صرفاً کاربری و استفاده حداکثری از فضای ساختمان مدنظر بوده است، اما باز هم مجتمع‌های مورد بررسی این مطالعه وضعیت بهتری نسبت به بیمارستان‌ها داشتند.

در مطالعه جهانگیری و همکاران، (۲۵/۳۱٪) از ساختمان‌های بیمارستان‌ها یک مسیر خروجی و (۲۵/۶٪) وضعیت سامانه خروجی با چندین مسیر خروجی ناقص (یعنی وجود منافذ محافظت نشده در دیوار بین راهرو و اتاق‌ها) و (۲۵/۵۶٪) ساختمان‌ها چندین مسیر خروجی بدون نقص داشتند. برخی مطالعات نشان می‌دهد از هر ۴ نفری که در حریق جان باختند، نفر به خاطر نرسیدن به درب خروجی بوده است؛ طبق یافته‌های این مطالعه، وضعیت سامانه خروجی مجتمع‌ها غالباً نامطلوب بوده و جهت کاهش ریسک و افزایش ایمنی خصوصاً در حیطه راه‌های خروجی بایستی مورد توجه قرار گیرد. در موارد معدودی از ساختمان‌ها، پله‌های فرار در خارج ساختمان دیده شد که متأسفانه به دلایل فقر فرهنگ ایمنی، کمبود فضای داخلی واحدها و فقدان یا گنجایش ناکافی انباری‌ها، پله‌های فرار موجود در اکثر موارد با انباشت وسایل و لوازم مسدود شده‌اند و فاقد بهره‌برداری صحیح می‌باشند. از جمله ابزارهای پدافند غیر عامل (غیر فعال) اهمیت ویژه‌ی آماده نگه‌داشتن همیشگی مسیرهای فرار و درها می‌باشد.

در مطالعه wang و همکاران، نقش دیوارهای جداکننده و پانل‌های ضد آتش در جلوگیری از گسترش حریق تایید و بر جانمایی صحیح این دیوارها نسبت به دستگاه آشکار ساز و اعلام حریق و عدم امتداد دیوارها تا سقف تاکید شده است (۲۸). خلاف مطالعه حاضر که وجود منفذ در این دیوارها، سبب نقص در جداسازی شده

نرم‌افزار CFSES متغیر ارتفاع خارج از ۱۲ متغیر ایمنی مورد ارزیابی در محاسبه سطح ریسک توسط نرم افزار بوده ولیکن ارتفاع (تعداد طبقات) ساختمان‌ها در محاسبه حداقل امتیاز مورد نیاز سطح ریسک ایمنی حریق دخیل است. در این مطالعه شاید به علت عدم وجود تفاوت قابل توجه بین تعداد طبقات ساختمان‌ها (که ۹۸/۷۳٪ از مجتمع‌ها بین ۲ تا ۵ طبقه بودند)، بین سطوح ریسک ایمنی حریق با ارتفاع (تعداد طبقات) آن‌ها ارتباط معنادار دیده نشد.

البته طبق نتایج این آزمون بین نوع سازه و هر سه سطح ریسک ایمنی حریق در ساختمان‌ها ارتباط معناداری وجود داشت. در نرم‌افزار CFSES امتیاز (۱-) فقط برای دو سازه از جنس (III-200) و (IV-000) اختصاص می‌یابد که در مطالعه حاضر ۷ مورد (۸/۸۶٪) از مجتمع‌ها چنین سازه‌ای داشتند. جنس این سازه به عنوان سازه‌های آجر چوبی شناخته شده‌اند. در این نوع سازه‌ها دیوارهای خارجی حامل بار از آجر یا دیگر مصالح بنایی ساخته شده‌اند و حداقل دو ساعت در برابر حریق مقاومت دارند. اجزای داخلی حامل بار، سقف و کف از مواد قابل اشتعال هستند و با تخته‌های چوبی پوشیده شده‌اند و مقاومت در برابر حریق آنها کمتر از یک ساعت است. ۶۰/۷۶٪ مجتمع‌های مورد مطالعه، دارای سازه از جنس III-211 بودند که معمولاً در این نوع سازه‌ها دیوارهای خارجی حامل بار از آجر یا دیگر مصالح بنایی ساخته شده‌اند و حداقل دو ساعت در برابر حریق مقاومت دارند. اجزای داخلی حامل بار، سقف و کف آن‌ها از مواد قابل اشتعال هستند اما با موادی نظیر پلاستر گچ پوشیده شده‌اند و یک ساعت در برابر حریق مقاوم هستند. در مطالعه جهانگیری نیز در سال ۱۳۹۳ کلیه ساختمان‌های مورد مطالعه از نوع غیرقابل اشتعال اول و دوم بودند (۱۸). در مطالعه محمدفام نیز در سال ۱۳۹۲ جنس سقف اغلب واحدهای بازار سازه‌های آهنی بود که با مطالعه حاضر مطابقت دارد (۵). کارگاه‌های مورد بررسی در این مطالعه با توجه به فعالیت کارگاهی و مواد اولیه خطرناک محسوب می‌شوند. تنها یک ساختمان با سازه‌ای از گروه

و می‌تواند کمترین امتیاز را برای این وضعیت محاسبه نماید. در مطالعه جهانگیری و همکاران، تمامی موارد به علت توسعه و تحقق بیشتر استاندارد‌های تشکیلات بهداشت حرفه‌ای و ایمنی از جداسازی کامل بهره‌مند بودند. اما وضعیت مجتمع‌ها در این پارامتر نامطلوب است و بدلیل عدم وجود دستگاه آشکار ساز و اعلام حریق در مجتمع‌ها، بایستی برای جداسازی راهرو/اتاق بایستی بصورت کامل با ۱ ساعت مقاومت در برابر حریق و درب خودکار اقدام گردد.

در مطالعه نوروزی و همکاران در بیمارستان‌ها تصمیمی جهت اقدام در شرایط اضطراری و نجات افراد و تجهیزات موجود اتخاذ نگردیده بود (۲۹)؛ در مطالعه جهانگیری و همکاران در اکثر بیمارستان‌ها در غیاب سازمان‌های ذیربط تا ۲ بار در سال مانور برگزار شده و دلیل این امر این است که در حال حاضر واکنش در شرایط اضطراری و تدوین دستورالعمل خاص آن جزو مفاد استانداردهای اعتباربخشی بیمارستانهای ایران میباشد. طبق یافته‌های این مطالعه، هیچگونه مانور واکنش در شرایط اضطراری تا کنون در مجتمع‌ها انجام نگرفته است؛ مطالعه حاضر گویای عدم وجود برنامه واکنش در شرایط اضطراری در ساختمان مجتمع‌های تجاری است و هنوز الزامات مربوط به واکنش در برابر شرایط اضطراری توسط مراجع ذیربط تدوین و اجرایی نشده است.

نتایج آزمون واریانس در این مطالعه نشان داد، بین سطوح ریسک ایمنی حریق در حیاط‌های کنترل حریق، حیاط‌های خروجی و عمومی با ارتفاع (تعداد طبقات) ساختمان‌ها، ارتباط معناداری وجود نداشت. البته نتایج مطالعه Chen در سال ۲۰۰۹ نشان داد رفتار حرارتی ساختمان‌های مرتفع دچار حریق شده و حرکت دود به شدت تحت تأثیر باد محیط است (۳۰). همچنین طبق نتیجه مطالعه Pershakov در سال ۲۰۱۶، فروریزش ساختمان به دنبال وقوع و گسترش حریق ساختمان‌های بلند نیز محتمل‌تر است (۳۱). بنابراین، بنظر می‌رسد ریسک فروریزش مجتمع‌های مرتفع پس از وقوع حریق بیشتر از ساختمان‌های با ارتفاع‌های کمتر باشد. در

(II-222)، ارتفاع بیشتر از ۵ طبقه داشت که در این نوع سازه‌ها همه ی دیوار های حامل، ستون ها، تیرهای آهن، خرپا و کف حداقل ۲ ساعت در برابر حریق مقاومتند. سقف حداقل یک و نیم ساعت در برابر حریق مقاوم است و دیوار های خارجی که حامل بار نیستند، از مواد غیر قابل اشتعال ساخته شده اند. به طور کلی سازه های مقاوم در برابر حریق از گسترش حریق ممانعت نموده و مانع از فروریزش سریع ساختمان شده و زمان بیشتری برای تخلیه سکنه ساختمان فراهم می‌کند. طبیعتاً این سازه‌ها سبب افزایش سطح ایمنی حریق می‌شوند.

طبق نتایج این آزمون نوع فعالیت کارگاهی با سطوح ریسک ایمنی حریق در ساختمان‌های مورد مطالعه ارتباط معناداری وجود نداشت. البته مجتمع‌های تجاری مورد مطالعه با توجه به مهندسی ساخت که همچنان با گذشت چندین سال در عین فرسودگی در اکثریت آنها تغییری اعمال نشده است، مشخص است که در بدو ساخت و تاسیس صرفاً برای تجمیع واحدهای صنفی (فروش محصولات) و تشکیل بازار کاربری داشته اند و با گذر زمان و فرسودگی ساختمان کم واحدهای صنفی به واحدهای تولید و در چند مورد معدود به انبار تغییر کاربری داده اند. تغییر کاربری های واحدهای تجاری بدون در نظر گرفتن تناسب زیر ساخت موجود با زیر ساخت لازمه کاربری جدید از مهم ترین عوامل تهدید کننده ایمنی حریق ساختمان می‌باشد. در بررسی‌های انجام گرفته در زمان مطالعه مشاهده گردید، واحدهای تجاری در اغلب مجتمع‌ها با توجه به نوع فعالیت کارگاهی مسائل ایمنی و بهداشت حرفه‌ای رعایت نشده است و با قوانین موجود مغایرت داشت. گرچه آزمون واریانس یک طرفه وجود ارتباط بین سطوح ریسک حریق ساختمان‌های مورد مطالعه با نوع فعالیت کارگاه‌های موجود در آن‌ها را تایید نکرد. خلاف نتایج مطالعه حاضر، نتیجه مطالعه بهنام در سال ۲۰۱۸، تغییر نوع کاربری ساختمان پلاسکو در طول زمان را در وقوع و گسترش حریق آن موثر دانسته است (۲۰).

نتایج آزمون رگرسیون خطی نشان داد ارتباط

معناداری بین ضریب فعالیت مجتمع‌ها و سطوح ریسک ایمنی حریق معناداری وجود نداشت. متغیر ضریب فعالیت می‌تواند ارتباط قابل تصویری با حجم بیشتر مواد اولیه و محصولات تولیدی انباشته شده مجتمع‌ها داشته باشد که در پارامترهای جداسازی خطرات، دسترسی و سامانه خروجی قابل بحث است. عدم وجود ارتباط بین سطوح ریسک ایمنی حریق در ساختمان‌های مورد بررسی با ضریب فعالیت مجتمع‌ها حاکی از عدم تأثیر این متغیر در وضعیت مناطق خطرناک مجتمع‌ها و به طبع پارامتر جداسازی خطرات می‌باشد. همچنین متغیر ضریب فعالیت بیشتر در مجتمع‌ها مسدود نمودن سامانه‌های خروجی و کند یا ممانعت از دسترسی سریع به خروجی‌ها در پارامترهای دسترسی و سامانه خروجی به دلیل انباشت وسایل، مواد و محصولات کارگاه های فعال در راهروها و اطراف درب‌های هر واحد قابل تصور است. گرچه انتظار می‌رفت مجتمع‌های با ضریب فعالیت بیشتر، به جهت فعالیت و عملکرد بیشتر، به دنبال آن استفاده از مواد و ابزار بیشتر جهت تولید یا ارائه خدمت بیشتر، ریسک بیشتری بر سطح ایمنی حریق مجتمع‌ها تحمیل نماید اما نتایج این مطالعه، وجود ارتباط بین سطوح ریسک حریق ساختمان‌های مورد مطالعه با ضریب فعالیت مجتمع‌های مورد مطالعه را تایید نکرد.

نتایج آزمون رگرسیون خطی نشان داد بین ضریب اشغال مجتمع‌های مورد مطالعه و سطوح ریسک حیطه‌های کنترل و عمومی ایمنی حریق ارتباط معناداری وجود دارد اما بین ضریب اشغال و سطوح ریسک حیطه راه‌های خروجی ارتباط معناداری وجود نداشت. از آنجا که اثر نیروی انسانی و خطاهای وی در روش کار نرم‌افزار به طور مستقل دیده نشده است. انتظار می‌رفت مجتمع‌های با ضریب اشغال بیشتر، به جهت فعالیت و عملکرد بیشتر افراد نسبت به واحد سطح مجتمع، به دنبال آن اعمال و رفتار نا ایمن بیشتر، ریسک بیشتری سطح ایمنی حریق مجتمع‌ها را تهدید نماید و نیروی کار بیشتر در بروز حریق یا کنترل و خروج از مجتمع بر سطح ریسک ایمنی حریق تاثیر گذار باشد. اثر ضریب اشغال می‌تواند بر سه

ساختمان کارگاه‌ها و آیین نامه پیشگیری از حریق و آتش‌سوزی کارگاه‌ها از جمله الزامات سیستم‌های کشف، اعلام و اطفاء حریق، مسیرهای فرار، آموزش و مانور افراد و همچنین سرویس و نگهداری تجهیزات و ساختمان‌ها می‌باشد.

با توجه به قدیمی بودن بافت منطقه و لزوم بازسازی و نوسازی مجتمع‌ها و اهمیت پدافند در منطقه استراتژیک ۱۲، نظارت و پیگیری دستگاه‌های اجرایی و قضایی در خصوص اجرای مفاد قانونی مربوط به ساختمان‌های در حال استفاده و رفع نقایص ایمنی و بهداشت کار در مجتمع‌های تجاری مورد مطالعه را طلب می‌نماید. این مسئله با در نظر گرفتن بافت قدیمی و فرسوده شهری در این منطقه و مشکلات مربوط به ترافیک و دسترسی نیروهای امدادی به این اماکن چشم انداز بسیار دلهره آوری را ترسیم می‌کند.

پیشنهادهات

استفاده از نتایج این مطالعه در برنامه ریزی شهری و ارتباط بین بخشی برای ارتقاء ایمنی مجتمع‌های تجاری منطقه با در نظر گرفتن اصول پدافند غیرعامل در بافت تاریخی، تجاری و سیاسی تهران پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد در رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای می‌باشد. بدین وسیله از همکاری و همراهی اساتید، پرسنل مرکز بهداشت شرق تهران و همچنین مالکان حقیقی و حقوقی مجتمع‌های تجاری ناحیه ۱ منطقه ۱۲ تهران در اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

REFERENCES

1. Sadeghian A, Omidvar B, Salehi E. The Study Of Fire Risk Assessment Models In Buildings. 2014.
2. Pool I, Edwards J, Axe D, Charcoal M. In The Silurian As Evidence For The Earliest Wildfire. Geology. 2004;pp:381-3.

پارامتر دسترسی و سامانه خروجی و واکنش در شرایط اضطراری قابل بحث باشد. با توجه به نتایج شماری از مطالعات حاکی از تاثیر شرایط اضطراری بر عملکرد و تاثیر پذیری رفتار انسان در هنگام واکنش به شرایط اضطراری در انتخاب سامانه یا درب خروج اضطراری برای فرار است (۳۲، ۳۳). طبق مقررات مدون ایران طراحی و ساخت درب‌های خروج بایستی پارامتر جمعیت افراد ساختمان لحاظ شود (۳۴). با این حال آزمون واریانس یک طرفه رابطه بین سطوح ریسک حریق ساختمان‌های مورد مطالعه با ضریب اشغال ساختمان‌ها را تایید نمی‌نماید. از آنجا که افراد در مجتمع‌ها توزیع نامتوازی دارند، شاید عددی که در این مطالعه به عنوان ضریب اشغال محاسبه شده به خوبی نشان دهنده توزیع افراد در سطح مجتمع‌ها نباشد.

نتیجه گیری

این منطقه به دلیل فرسودگی بافت تجاری و ساختمان‌های قدیمی و غیر استاندارد از نظر اصول و ضوابط ساختمان کارگاهی و نوع فعالیت شاغلین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، وضعیت فعلی مجتمع‌های تجاری مورد مطالعه مستعد ایجاد فاجعه‌ای در منطقه ۱۲ تهران می‌باشد. این مجتمع‌ها با تغییر کاربری و فعالیت‌های کارگاهی، پتانسیل کافی برای گسترده شدن حریق بعد از بروز حریق جزئی و اولیه برخوردار هستند. استفاده از یک طرح مدیریت ایمنی در مجتمع‌های تجاری به منظور حفاظت در مقابل آتش‌سوزی لازم و ضروری به نظر می‌رسد. اجزای مختلف این طرح شامل تمامی الزامات و قوانین مبحث سوم مقررات ملی ساختمان، آیین نامه و مقررات حفاظتی

3. Fire Statistics of CTIF 2017. Center of Fire Statistics World Fire: International Association of Fire and Rescue Services, 2017 Contract No.: Report NO22.
4. Organization125. Domestic news archives Iran, Tehran: Tehran Fire and Safety Services Organization; 2011-2019 [updated 01/01/2019]. Available from: <http://125.tehran>.

- ir/Default.aspx?tabid=457.
5. Mohammad Fam I, Zaman Parvar A, Shafii Motlagh M. Safety Assessment in Hamadan's Bazaar and Suggesting Control Strategies with Emphasis on Fire Safety. *Journal of Health & Development*. 2013;2(2):94-105.
 6. Cote R, Harrington G. Success factors of commercial complexes iran: *AsiaNewspaper*. Available from: <http://www.themalls.ir/content476>.
 7. Shang B, He H, Crow T, Shifley S. Fuel Load Reductions And Fire Risk In Central Hardwood Forests Of The United States: A Spatial Simulation Study. *Ecological Modelling*. 2004;180(1):89-102.
 8. Hai-yun H. Research on Standardization Method of Risk Assessment for Fire Public Liability Insurance in Assembly Occupancies and Underwriting Auditing. *Procedia Engineering*. 2011;11:120-26.
 9. Hajjar Haji Esmail F. Annual Report Of The Inspection Report Of The Passages Covered By Tehran Health Center. Tehran: Deputy of Health of Shahid Beheshti University of Medical Sciences, 2017.
 10. Hashim S, Koohpae A, Nikpay A. Development of risk analysis methods in fire risk assessment. First National Safety Conference at Ports in 2004. 2004:33-48.
 11. eghtesadonline.com. 17 fire hazard in Tehran market. eghtesadonlinecom [Internet]. 2016. Available from: <http://www.eghtesadonline.com>. Accessed The code is 173391.
 12. Yarahmadi R, Gholizade A, Jafari M, Kohpae A, Mahdinia M. Performance Assessment and analysis of national building codes with fire safety in all wards of a hospital. *Iran Occupational Health*. 2009;6(1):28-36.
 13. Hashem S, Kohpayi A. Fire Risk Assessment. Tehran: Fadak; 2005.
 14. Adl J, Ghahramani A. Risk assessment in a sweetening unit in an Iranian Gas Refinery. *Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research*. 2005;3(4):1-2.
 15. Askaripoor T, Shirali GA, Yarahmadi R, Kazemi E. Fire risk assessment and efficiency study of active and passive protection methods in reducing the risk of fire in a control room of at an industrial building. *Journal of Health and Safety at Work*. 2018;8(1):93-102.
 16. Zamanian Z, Evazian M, Hazeghi I, Daneshmandi H. Fire Safety Status in the Hospitals of Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran. *Int J Occup Hyg*. 2015;5(3):96-100.
 17. Omidvari M, Mansouri N. Fire and Spillage Risk Assessment Pattern in Scientific Laboratories. *Int J Occup Hyg*. 2015;6(2):68-74.
 18. Jahangiri M, Rajabi F, Darooghe F. Fire risk assessment in the selected Hospitals of Shiraz University of Medical Sciences in accordance with NFPA101. *Iran Occupational Health*. 2016;13(1):99-106.
 19. Shakib H, Pirizadeh M, Dardaei S, Zakersalehi M. Technical and administrative assessment of Plasco building incident. *International Journal of Civil Engineering*. 2018:1-13.
 20. Behnam B. Fire Structural Response of the Plasco Building: A Preliminary Investigation Report. *International Journal of Civil Engineering*. 2018:1-18.
 21. Kobes M, Helsloot I, de Vries B, Post J. Exit choice, (pre-) movement time and (pre-) evacuation behaviour in hotel fire evacuation—Behavioural analysis and validation of the use of serious gaming in experimental research. *Procedia Engineering*. 2010;3:37-51.
 22. Mohammadfam I, Hesam G, Rahimpour R, Aras M. Human errors evaluation for muster in emergency situations applying human error probability index (HEPI), in the oil company warehouse in Hamadan City. *Journal of Health and Safety at Work*. 2012;2(3):29-40.
 23. Na W, Son B, Jeon G. A Study On Improving Safety Performance Through Efficient Prioritization For Fire And Evacuation Safety In Commercial Buildings. *Indian Journal of Science and Technology*. 2015;8(25):239-40.
 24. Liu F, Zhao S, Weng M, Liu Y. Fire Risk Assessment For Large-Scale Commercial Buildings Based On Structure Entropy Weight Method. *Safety science*. 2017;94:26-40.
 25. Khakkar S, Ranjbarian M, Pouyakian M. Compliance of CFSES Software with Iranian National Standards for Fire Safety Assessment of Commercial Complexes. *Journal of Health in the Field*. 2018;(In press).
 26. Aslani AM, Habibi E. Evaluation Of Fire Risk By Frame Method And Studying The Effect Of Trained Crisis Management Team Of Fire Risk Level In Hazrat Rasoul-E Akram Hospital Of Fereydunshahr In 2016. *Quarterly Scientific Research Journal of Rescue & Relief*. 2018;9(1):46-55.
 27. Zamanian Z, Khajeh Nasir F, Ajajian M, Hazeki I. Evaluation of safety status and fire awareness in hospitals affiliated to Shiraz University of Medical Sciences.

- Healthy Quarterly Journal. 1388;7:89-96.
28. Wang Q, Zhang C. Fire Safety Analysis Of Building Partition Wall Engineering. *Procedia engineering*. 2018;211:747-54.
 29. Norozi M, Jahangiri M, Ahmadinezhad P, Zarederisi F. Evaluation of the safety conditions of shiraz university of medical sciences educational hospitals using safety audit technique. *Journal of Payavard Salamat*. 2012;6(1):42-51.
 30. Chen H, Liu N, Chow W. Wind effects on smoke motion and temperature of ventilation-controlled fire in a two-vent compartment. *Building and Environment*. 2009;44(12):2521-6.
 31. Pershakov V, Bieliatynskiy A, Popovych I, Lysnytska K, Krashennikov V, editors. *Progressive Collapse Of High-Rise Buildings From Fire*. MATEC Web of Conferences; 2016: EDP Sciences.
 32. Bryan JL. Human Behaviour In Fire: The Development And Maturity Of A Scholarly Study Area. *Fire and Materials*. 1999;23(6):249-53.
 33. Tong D, Canter D. The Decision To Evacuate: A Study Of The Motivations Which Contribute To Evacuation In The Event Of Fire. *Fire Safety Journal*. 1985;9(3):257-65.
 34. Protection of buildings against fire, National Building Regulations of Iran (National Regulation of Iran), (2016).