

نخستین کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان

۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

تدوین مدل توسعه یافته سلسله مراتبی ارزش گذاری در مدیریت آتش سوزی ساختمان های آموزشی درمانی

حسین وحیدی^۱، یوسف عسگری^۲، مرتضی ریاضی نژاد^۳

^۱ استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی سیرجان، سیرجان، کرمان
vahidi@sirjantech.ac.ir

^۲ استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی سیرجان، سیرجان، کرمان
y.askari@sirjantech.ac.ir

^۳ دانشجوی ایمنی بهداشت و محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران
mriyazinejad@gmail.com

چکیده

آتش سوزی یکی از خطرناک ترین پدیده هایی است که خسارات جانی و مالی عمده ای را به وجود آورده و خطری واقعی برای مراکز خدماتی همچون بیمارستان ها و مدارس است. از آنجاکه ساکنین این مراکز عموماً افراد ناتوان و کم سن و سال هستند که امکان نجات خود را ندارند بنابراین آتش سوزی بیشتر از هر مکان عمومی دیگری می تواند باعث خسارات جانی شود، در این راستا، این پژوهش سعی در برررسی و شناسایی فاکتورهای خسارت آتش سوزی ناشی از حریق در ساختمان های آموزشی و درمانی را مورد بحث قرار داده است. با توجه به پرسشنامه های جمع آوری شده، فاکتورهای اصلی در سه دسته کلی کنترل بحران و تجهیزات تشخیص (C)، ویژگی و دانش ساکنان (P) و مشخصات و طرح ساختمان (S) و مجموعاً ۱۶ زیر فاکتور مؤثر جمع آوری و پیشنهاد شد. دسته بندی شدند. مدل ارزیابی فاکتورهای خسارت آتش سوزی مورد استفاده در این تحقیق مدل توسعه یافته روش محاسبه ارزش آسیب پذیری V.V با ترکیب فاکتورهای مدل ارزیابی ریسک FMEA است که برای اولین بار برای این منظور ترکیب و مورد استفاده قرار گرفته است. عدد آسیب پذیری برابر با ۱۷۲،۸ به دست آمد.

کلمات کلیدی

آسیب پذیری، مدیریت شهری، فاکتورهای خسارت، آتش سوزی، ساختمان های آموزشی درمانی.

۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

۱- مقدمه

مدیریت بحران مجموعه‌ای از چاره‌جویی‌ها و تصمیماتی است که در مقابله با بحران انجام می‌گیرد و هدف آن کاهش روند بحران، کنترل بحران و کاهش و رفع بحران است. کلیه اقدامات مربوط به پیشگیری و مدیریت ریسک، سازمان‌دهی و مدیریت منابع موردنیاز در پاسخ به بحران می‌باشد. مدیریت بحران شامل: برنامه‌ها، ایجاد ساختارها و تدوین مقرراتی است که منجر به کمک و یاری‌رسانی به دولت و سازمان‌های غیردولتی در برخورد با حوادث می‌شود [۱]. شناخت فاکتورهای ریسک ناشی و ضرایب خسارت آتش‌سوزی در ساختمان‌های بیمارستانی می‌تواند کمک شایانی به بهبود وضعیت مدیریت بحران در مواقع آتش‌سوزی کند. این اقدامات باعث کاهش خسارات مالی و جانی وارده به مجتمع‌های بیمارستانی شود. این فاکتورهای در صورت شناخت و بررسی می‌توانند با اقدامات اصلاحی از بین رفته یا تعدیل شوند که در نتیجه در هنگام وقوع حادثه، افراد با شرایط بحران کم‌خطرتری مواجه می‌شوند [۲]. هدف تجزیه و تحلیل آسیب‌پذیری تعیین علت فعالیت‌ها با رویکرد کاهش خسارت به جامعه قبل از بروز حوادث ویرانگر است. این موضوع کمک می‌کند تا مقامات به اقدامات مؤثر برای بهبود شرایط جامعه هنگامی که یک فاجعه رخ می‌دهد دست بزنند.

یکی از راه‌های کاهش ریسک ناشی از حوادث آتش‌سوزی، مطالعات ارزیابی ریسک است که در آن به بررسی عوامل ایجادکننده ریسک و خطر و مشخصات و ویژگی‌های آن‌ها می‌پردازد. یکی از معروف‌ترین این مطالعات، ترکیب مدل تصمیم‌گیری چند معیارمانند تحلیلی سلسله‌مراتبی AHP با مدل ارزیابی ریسک FMEA است که در طی این بررسی عوامل ریسک و ایجادکننده خطر شناخته، بررسی و جهت اصلاح راهکارهایی پیشنهاد می‌شود. از آنجاکه مطالعات بسیار اندکی در زمینه ارزیابی ریسک آتش‌سوزی در ساختمان‌های بیمارستانی انجام شده است نتایج این مدل می‌تواند کمک شایانی به کاهش ریسک ناشی از آتش‌سوزی در این ساختمان‌ها داشته باشد و بروز حوادث آینده جلوگیری کند.

بیمارستان‌ها و مراکز پزشکی-درمانی از جمله مکان‌هایی هستند که هر ساله تعداد زیادی از حوادث حریق را به خود اختصاص می‌دهد

[۲]. از آنجاکه ساکنین بیمارستان عموماً افراد ناتوانی هستند که امکان نجات خود را ندارند، آتش‌سوزی در بیمارستان بیشتر از هر مکان عمومی دیگری می‌تواند باعث خسارات جانی-شود. به‌علاوه به دلیل وجود دستگاه‌ها و تجهیزات گران‌قیمت و متع - دد در بیمارستان، آتش‌سوزی می‌تواند خسارات مالی زیادی را در پی داشته باشد [۳]. ضمن اینکه هرگونه وقفه در کار بیمارستان به دلیل حوادثی همچون حریق با توجه به ماهیت کار بیمارستان در ارائه خدمات درمانی به جامعه بسیار حائز اهمیت است [۴]. بر طبق اطلاعات منتشرشده توسط سازمان ملی حفاظت از حریق در سال ۲۰۰۵، به‌طور متوسط سالانه در سراسر جهان بیش از ۸۰۰۰ حریق بیمارستانی رخ می‌دهد [۴]. از آنجاکه آتش‌سوزی می‌تواند خسارات جبران‌ناپذیری را بر پیکره بیمارستان وارد کند، ایمنی بیمارستان در برابر آتش‌سوزی یکی از فاکتورهای مهم در نگهداری و ایمنی بیمارستان به حساب می‌آید [۳]. مطالعات نشان می‌دهد تمامی خسارت‌های ناشی از حریق در حالی رخ می‌دهد که با به‌کارگیری اصول ایمنی، ۷۵٪ از این آتش‌سوزی‌ها قابل پیش‌بینی و پیشگیری می‌باشند [۴]. در ارزیابی ریسک خطرات و پیامدهای بالقوه آن‌ها بر روی افراد، مواد، تجهیزات و محیط شناسایی می‌شود و از این طریق داده‌های بسیار ارزشی برای تصمیم‌گیری در زمینه‌های کاهش ریسک خطرات، به‌سازی محیط اطراف تأسیسات خطرناک، برنامه‌ریزی برای شرایط اضطراری و سطح ریسک قابل‌قبول فراهم می‌شود [۵]. به‌طور کلی ارزیابی ریسک قلب سیستم‌های مدیریتی محسوب می‌شود.

صادقیان و امیدوار در سال ۲۰۱۵، الگوریتمی برای تخمین ارزیابی ریسک آتش‌سوزی شبکه‌ی گاز پس از زلزله در کاربری‌های مسکونی، صنعتی، آموزشی و دولتی منطقه‌ی ۲۰ شهر تهران بر اساس شبیه‌سازی مونت کارلو ارائه کردند. مدل‌های تحلیل خطر، برآورد آسیب‌پذیری، تحلیل نشت و شکست در خطوط لوله، تحلیل احتمال اشتعال در نقاط نشت، تحلیل جریان گاز در خطوط لوله و تحلیل پیامد اشتعال به‌کاررفته شده است [۶]. بر اساس آمارهای منتشرشده توسط سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی طی سال‌ها ۱۳۸۲ الی ۱۳۸۶ تعداد قابل‌توجهی از آتش‌سوزی‌های رخ‌داده در تهران بزرگ از نوع عمدی بوده است. بر اساس این اطلاعات، آتش‌سوزی‌های عمدی را می‌توان از انواع آتش‌سوزی‌های شایع به حساب آورد.

در مطالعه توصیفی-مقطعی و کاربردی که توسط جهانگیری و همکاران در سال ۲۰۱۶ در شیراز انجام شد، ۸۱ بیمارستان و در مجموع ۱۶ ساختمان بیمارستان‌های شهر شیراز وابسته به دانشگاه علوم پزشکی شیراز با استفاده از چک لیست‌های ارزیابی از استاندارد NFPA101

۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

گردید. این نرم افزار بر اساس روش ارزیابی ریسک حریق برای مهندسی (FRAME)، در نرم افزار MATLAB برنامه ای نوشته شد. بخش اول برنامه، مطابق روش FRAME و با توجه به خصوصیات ساختمان، سطح ریسک بالقوه و سطح پذیرش ریسک را محاسبه می کند. در بخش دوم با توجه سطح ریسک بالقوه و سطح پذیرش ریسک و همچنین سطح ریسک مورد نظر کاربر، برنامه امتیاز مربوط به فاکتورهای حفاظتی موجود در روش FRAME را برای آن ساختمان مشخص می کند. نرم افزار تهیه شده این امکان را فراهم می کند که با در نظر گرفتن تمامی خصوصیات یک بخش از ساختمان سطح اقدامات حفاظتی برای آن با توجه به سطح ریسک کمی، مشخص شود. تمامی محاسبات در نرم افزار با دقت ۰,۰۰۱ انجام شده و از طرفی صحت عملکرد نرم افزار در ابتدا با توجه به محاسبات دستی انجام شده بررسی شده است. در زمان کاربرد برنامه هم اگر در محاسبات خطایی ایجاد شود در خروجی برنامه مشخص می شود. طبق نتایج این مطالعه، استفاده از ارزیابی کمی ریسک در طراحی و اجرای سیستم های حفاظت حریق در ساختمان، ابزار مناسبی برای بالا بردن کارایی می باشد.

در مطالعه ای که توسط محمدمقام و همکاران در سال ۲۰۱۳ انجام شد ارزیابی وضعیت ایمنی بازار همدان و ارائه راهکارهای کنترلی با تأکید بر ایمنی حریق مورد مطالعه قرار گرفت [۱۴]. در این مطالعه مقطعی با استفاده از روشهای مشاهده (ارزیابی ریسک) و بررسی و مصاحبه با خبرنگاران، بازار همدان به ۸۳ ناحیه تقسیم گردید. ارزیابی ریسک هر ناحیه بر اساس ۲۲ پارامتر نظیر مواد غالب، ارزش فعالیت، وجود سیستم مناسب اطفاء حریق و ... انجام شد. با بکارگیری روش مقایسه زوجی، پارامترها با هم مقایسه و وزن آنها نسبت به هم به دست آمد. برای هر ناحیه چهار ریسک شامل ریسکهای کلی، پیشگیری، شناسایی و کنترلی به دست آمد و نهایتاً برای هر یک از ریسکها محدوده ایمن، احتیاط و خطر تعریف گردید. بر اساس نتایج هیچ ناحیه‌ای از بازار همدان در محدوده ایمن نبوده لذا بر اجرای اقدامات فنی و مدیریتی نظیر نصب تجهیزات اطفاء حریق در واحدها و آموزش شاغلین تأکید می گردد.

ابراهیم زاده در مقاله با عنوان ارزیابی خطرات بالقوه پالایشگاه شیراز با روش تجزیه و تحلیل حالات خطر (FMEA) و اثرات ناشی از آن بیان می دارد که روش تجزیه و تحلیل حالات خطر و اثرات ناشی از آن روشی است که به طور سیستماتیک به شناسایی دلایلی که یک محصول یا یک فرآیند می تواند با آن مواجه داشته باشد و نتایج و اثرات ایجاد شده آن می پردازد. هدف این مطالعه ارزیابی خطرات بالقوه موجود در بخشهای مختلف پالایشگاه شیراز با استفاده از این تکنیک

استخراج و از طریق بررسی های میدانی تکمیل شدند. سپس اطلاعات گردآوری شده وارد نرم افزار «سامانه ای ارزیابی ایمنی حریق» (CFSES) گردیده و مورد تحلیل قرار گرفتند [۷, ۸]. صادقیان و همکاران در سال ۱۳۹۲ به منظور دستیابی به مقایسه مدل های ارزیابی ریسک آتش سوزی و شرایط استفاده از مدل ها، ابتدا مدل های موجود ارزیابی ریسک آتش سوزی شناسایی و سپس، با استفاده از روش تحلیلی-توصیفی به بررسی این مدل ها و کاربرد آنها پرداخته اند [۹]. اگرچه در مطالعاتی نظیر مطالعه ی نسوروزی و همکاران [۱۰] و زمانیه - ان و همک - اران [۱۱] در دانش - گاه علوم پزشکی شیراز و مطالعه ی حبیبی و همکاران [۱۲] در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به مبحث ایمنی حریق بیمارستان ها پرداخته شده است، اما مطالعات معدودی در زمینه ی ارزیابی ریسک حریق - ق در بیمارستان ها انجام شده است.

جدول (۱): آتش سوزی های تهران در سالهای ۱۳۸۲ الی ۱۳۸۶

سال	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶
تعداد کل آتش سوزی ها	۶۷۸۷	۷۸۴۶	۸۱۸۴	۹۱۵۰	۱۲۸۹۲
تعداد آتش سوزی های عمدی	۱۰۵۵	۱۴۵۳	۱۶۷۷	۱۷۴۱	۱۲۸۶
درصد آتش سوزی های عمدی به کل آتش سوزی ها	۱۵/۵۴	۱۸/۵۲	۲۰/۵	۱۹	۹/۹۸

از جمله مطالعات انجام شده در این زمینه می توان به مطالعه ی مهدی نیا و همکاران [۲] در یکی از بیمارستانهای شهر قم نام برد. در این مطالعه ضمن ارزیابی ریسک حریق در بخش بستری یک بیمارستان، اثر برنامه ی امداد و نجات بر روی افزایش ایمنی افراد مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان داد سطح ریسک حریق در وضعیت موجود در تمامی بخش ها بیشتر از سطح ریسک قابل پذیرش است و به نظر می رسد که حداقل ایمنی قابل قبول در بخش های بستری بیمارستان مورد مطالعه، تامین نشده است.

در مطالعه ای که توسط مهدی نیا و همکاران در سال ۱۳۹۱ انجام شد، یک روش نرم افزاری جهت استفاده از ارزیابی ریسک در بهینه سازی اقدامات حفاظت حریق ساختمان ارائه گردید [۱۳]. در این مطالعه خسارت های مالی و صدمات جانی ناشی از حوادث حریق در ساختمان ها، ضرورت اجرای اقدامات حفاظتی مؤثر و مبتنی بر کارایی مشخص

۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

چگونگی وقوع نقص و تجزیه و تحلیل اثرات آن (FMEA) شناسایی شده و ریسک آن‌ها محاسبه شده است. در این تحقیق ۶۸ مورد خطر شناسایی شده ریسک آن‌ها محاسبه گردیده است. همچنین بیان شده است که از طریق انجام تعمیرات پیشگیرانه واحد، تهیه و اجرای برنامه دقیق برای این تعمیرات می‌توان از طریق کاهش احتمال وقوع منجر به کاهش ریسک شد [۱۷].

نوری و همکاران در پژوهشی به ارزیابی و مدیریت ریسک های زیست محیطی یک واحد آموزشی با استفاده از روش FMEA پرداختند. در این مطالعه با هدف ارزیابی ریسک زیست محیطی و همچنین ارزیابی راهکارهای مؤثر در کاهش ریسک های زیست محیطی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات انجام پذیرفت [۱۸]. مهدوی و همکاران در سال ۱۳۹۰، مبنای آکچوئرال نرخ گذاری بیمه آتش سوزی: رهیافتی جدید برای نرخ گذاری بیمه آتش سوزی در کشور را مورد مطالعه قرار دادند [۱۹].

در مطالعه ای دیگر که پس از حادثه در مرکز پرستاری Hartford در سال ۲۰۰۳ انجام شد، سطح ریسک حریق با استفاده از روش FRAME مورد ارزیابی قرار گرفت [۲۰]. در این مطالعه پارامترهایی نظیر نوع ساکنان، راههای خروجی، ابعاد ساختمان، بار حریق اشیای موجود در ساختمان، آبفشان و غیره در ارزیابی سطح ریسک در نظر گرفته شده بود. در نهایت سطح ریسک برای ساختمان و محتویات (R) برابر با ۲/۴۸، سطح ریسک برای افراد (R1) 50/3 و سطح ریسک برای فعالیتها (R3) برابر ۱/۳۸ به دست آمد و چندین نتیجهگیری شد که با این وضعیت وقوع فاجعه دور از انتظار نخواهد بود [۲۰].

در سال ۲۰۰۸ آقای چو و همکارش مطالعه ای را انجام دادند که در آن چارچوبی را برای تصمیم‌گیری در مورد روشهای مختلف ایمنی حریق بر اساس ارزیابی ریسک برای افراد ارائه دادند و از روش تجزیه تحلیل درخت خطا برای ارزیابی ریسک حریق استفاده کردند [۲۱]. انجمن ملی تحقیقات کانادا مدل یک رایانه ای ارزیابی ریسک و هزینه حریق را تهیه کرده است. این مدل می‌تواند ریسک حریق مورد انتظار برای افراد همراه با هزینه حفاظت و خسارات ناشی از حریق را در یک ساختمان ارزیابی کند. این مدل (FIRECAMTM Fire Risk Evaluation and Assessment Cost Model) نام دارد که تا کنون مطالعات زیادی بر روی آن انجام شده است [۲۲].

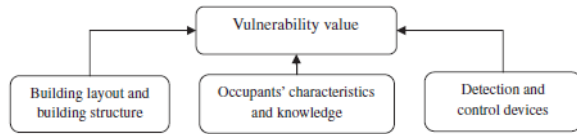
با توجه به مطالعات Tansel (۱۹۹۵) ارزیابی آسیب‌پذیری و ریسک می‌تواند به عنوان یک ابزار مفید برای کنترل خسارت و همچنین برای بهبود سطح ایمنی جامعه مورد استفاده قرار گیرد [۲۳]. Dey در سال

ارزیابی ریسک می‌باشد. در یک مطالعه مقطعی، فعالیتهای فرزکاری، جوشکاری، حمل و نقل و جابجایی اجسام و غیره در پالایشگاه شیراز با استفاده از رابطه نمره اولویت خطر پذیری (RPN: Risk Priority Number) برای تک تک فعالیت های فوق مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بالاترین سطح نمره RPN در فعالیت های حمل و جابه جایی اجسام و قسمت تراشیدن سطوح خارجی به ترتیب قبل و بعد از اقدامات اصلاحی دارای عدد RPN (۲۰۰ و ۲۱۰) و (۷۲ و ۸۴) می‌باشد. در حالی که نمره اولویت پذیرگی خطر در فعالیت های جوشکاری و مته کاری خارجی به ترتیب قبل و بعد از اقدامات اصلاحی دارای عدد RPN (۱۴۴ و ۱۲۰) و (۲۴ و ۳۶) می‌باشد ولی یافته ها نشان می‌دهند که فعالیت هایی که نمره RPN پایینی دارند دارای اولویت بیشتری نسبت به فعالیتهای با نمره دهی بالاتر از نظر شدت آسیب می‌باشند [۱۵].

جوزی و همکاران در مقاله با عنوان ارزیابی رسیک زیست محیطی واحد گاز نیروگاه حرارتی شهید مدحج زرگان اهواز به روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن بر محیط زیست (FMEA). با نکته اشاره دارد که با توجه به اینکه همواره صنایع بزرگ دارای مخاطرات بالقوه جهت آسیب به محیط زیست و زیست‌مندان آن می‌باشد. این تحقیق با هدف ارزیابی ریسک های زیست محیطی واحد گاز نیروگاه حرارتی شهید مدحج زرگان صورت پذیرفت در این تحقیق از روش EFMEA که یکی از روش های مرسوم به FMEA می‌باشد استفاده شده است این روش بر روی مهمترین فعالیتها برای بهبود محیط زیست متمرکز می‌شود. در این پژوهش با مطالعه و بررسی فرایند تولید نیروگاه و محیط تحت اثر آن، ریسک های محتمل در این واحد شناسایی و ساختار سلسله مراتبی جهت محاسبه احتمال وقوع به کمک روش AHP ترسیم گردید. در نهایت با ضرب امتیازات شدت در احتمال وقوع در گستره آلودگی، عدد اولویت ریسک هر کدام از معیارها محاسبه و سطوح ریسک توسط روش آماری توزیع آماری نرمال محاسبه و تحلیل شد. از مجموع ۱۶ معیار مورد بررسی ۶۲/۵ درصد از ریسک های زیست محیطی بالاتر از درجه مخاطره و ۱۰ درصد در دسته سوم (ریسک های بالا قرار گرفته اند در این واحد بیشترین با عدد ۱۲/۹ مربوط به ریسک انفجار در تجهیزات ناشی از اختلال در عملکرد سیستم ارزیابی شده است [۱۶].

عدل و همکاران در مقاله ای با عنوان ارزیابی ریسک در بخش شیرین سازی واحد تصفیه گاز پالایش گاز، به منظور ارزیابی ریسک خطرات فرآیندی و نقص تجهیزات بخش شیرین سازی واحد تصفیه گاز خطرات مهم فرآیند و نقص های قطعات و اجزای تجهیزات مهم بخش با استفاده از روش های مطالعه خطر و قابلیت عملکرد (HAZOP) و

۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران



شکل (۱): عوامل مؤثر بر آسیب پذیری

سپس، عوامل مؤثر بر هر پارامتر استخراج شده و مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در مرحله بعد، عوامل و فاکتورهای ریسک وزن دهی شده و در نهایت، وزن عوامل تعیین و رتبه بندی شده، با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی انجام خواهد شد. الگوریتم در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت در هشت مرحله نشان داده شده. این روش به شرح زیر است:

مرحله ۱: ایجاد یک پرسشنامه بر اساس عوامل مؤثر در آسیب پذیری.

مرحله ۲: تعیین وزن هر عامل توسط کارشناسان. وزن از ۱ تا ۱۰.

مرحله ۳: تعیین ماتریس زوج و همچنین وزن شاخصها بر اساس AHP.

گام ۴: مقدار شاخص IR برای هر ماتریس که کمتر از ۰٫۱ محاسبه شد. بنابراین، ماتریس می توان گفت که سازگار است.

مرحله ۵: وزن با ضرایب نفوذ به منظور تعیین وزن شاخصهای اصلی اضافه می شوند. از روابط زیر برای محاسبه امتیاز V.V استفاده شود:

$$C = 10 \sum_{i=1}^n W_{i(C)} \quad (1)$$

$$S = 10 \sum_{i=1}^n W_{i(S)} \quad (2)$$

$$P = 10 \sum_{i=1}^n W_{i(P)} \quad (3)$$

مرحله ۶: نتایج به دست آمده از بخش AHP با منطق FMEA ترکیب خواهند شد.

مرحله ۷: با توجه به نتایج به دست آمده از مرحله ۶ و وارد کردن به معادله زیر، شاخص V.V به دست خواهد آمد:

$$V.V = S \times P \times C \quad (4)$$

که در آن V.V ارزش آسیب پذیری است، S طرح ساخت و ساز و امتیاز ساختار، P امتیاز ساکنین ساختمان، و تشخیص فاجعه C و امتیاز تجهیزات کنترل.

مرحله ۸: V.V شاخص کمتر از ۱۰۰ تعداد برابر به عنوان یک امتیاز قابل قبول است. V.V نمره بالاتر از ۱۰۰ شمارش به عنوان امتیاز غیر قابل قبول و متضمن اقدامات اصلاحی و کنترل خواهد بود.

از ۲۰۰۲ سازمان مطالعات مدیریت درهندوستان مطالعه ای تحت عنوان مدیریت کمی خطر، کمکی برای احداث پالایشگاه ها انجام داده است که در آن به بررسی احتمال وقوع خطر قبل از شروع به کار پالایشگاه ها می پردازد. وی مطالعات خود را بر روی یک پالایشگاه درهندوستان انجام داد. بر اساس این روش، ابتدا تمام عوامل خطر شناسایی شده و سپس اثرات این خطر بر اساس اندازه گیری احتمال و شدت خطر بصورت کمی بیان شده است [۲۴].

در مطالعه ای که توسط نوریو همکاران در سال ۲۰۱۱ صورت گرفت، یک مدل بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثر منطقی، مطالعه حاضر با هدف تعیین عوامل مؤثر بر آسیب پذیری از یک مرکز آموزش عالی و در نهایت شاخص آسیب پذیری تدوین شد. این مدل عوامل مؤثر بر آسیب پذیری به سه دسته تقسیم می کند: (۱) ساختار و طرح از ساختمان ها، (۲) ویژگی های سرنشینان، (۳) از سیستم های کنترلی و هشدار. تا به امروز، مدل های توسعه یافته برای ارزیابی آسیب پذیری جوامع تنها حساب از مشکلات اقتصادی در جوامع صورت گرفته است. یافته ها نشان داد که ارزش آسیب پذیری مربوط به بخش ها و ساختمان های دانشگاه های مختلف بالاتر از سطح قابل قبول است که مستلزم توجه مدیران بیمارستانی بود. این یافته ها نشان داد که اگر برخی از بخش های ساختمان های بیمارستانی و اداری برای آزمایشگاه و همچنین برای ذخیره سازی مواد خطرناک و قابل اشتعال مورد استفاده قرار گرفت، سپس مقدار آسیب پذیری ۲۰۰ خواهد شد [۲۵].

۲- مواد و روش ها

در این مطالعه در مرحله اول، پرسشنامه برای جمع آوری اطلاعات درباره عوامل مؤثر بر سطح آسیب پذیری، ریسک آتش سوزی مراکز آموزشی تهیه و بین تعدادی از متخصصین و خبرگان توزیع خواهد شد. در این پرسش نامه، عوامل مؤثر بر آسیب پذیری و ریسک آتش سوزی به سه دسته تقسیم شدند:

(۱) عوامل مربوط به ساخت طرح و ساخت و ساز ساختاری ساختمان، (۲) درجه ای که ساکنین ساختمان از بحران احتمالی، و همچنین واکنش های مناسب در برابر بحران در مراکز اجتماعی آکادمی اطلاع دارند،

(۳) در دسترس بودن به دستگاه های تشخیص و کنترل بحران آتش سوزی

عوامل مؤثر بر ارزش آسیب پذیری در شکل زیر نشان داده شده است:

نخستین کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان

۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

نسبت سازگاری ۰/۱ یا کمتر سازگاری در مقایسات را بیان می‌کند. در پایان از تلفیق اوزان نسبی گزینه‌ها و معیارها گزینه برتر شناسایی می‌گردد.

۲-۲- بیمارستان مورد مطالعه

بیمارستان آموزشی درمانی بوعلی با ۲۴۰ تخت مصوب و ۶۷ هزار متر مربع وسعت، بزرگترین بیمارستان شرق تهران محسوب می‌شود. این بیمارستان یکی از مراکز دانشگاهی کشور است که تمامی خدمات درمانی و آموزشی مستقیماً زیر نظر پزشکان متخصص، برای بیماران انجام می‌شود. این مرکز در دهه ۱۳۳۰ بعنوان مرکز معلولین، خارج از شهر تهران ساخته و به بهره‌برداری رسید.

۳- بحث و نتایج

در این بخش طبق روش مورد بحث در فصل قبل ابتدا، معیارها و فاکتورهای اثرگذار بر بحران آتش‌سوزی در ساختمان بیمارستان مورد مطالعه بر اساس نظر سنجی، مطالعات کتابخانه‌ای و بازدیدهای میدانی جمع‌آوری و دسته‌بندی شدند. موارد فوق در جدول (۳) ارائه شدند. فاکتورهای اصلی در سه دسته کلی کنترل بحران و تجهیزات تشخیص (C)، ویژگی و دانش ساکنان (P) و مشخصات و طرح ساختمان (S) دسته‌بندی شدند. به‌طور کلی فاکتورهای کلی سه دسته و مجموعاً ۱۶ زیر فاکتور مؤثر در خسارات به بیمارستان در اثر وقوع آتش‌سوزی جمع‌آوری و پیشنهاد شد.

جدول (۳): فاکتورهای اثرگذار بر بحران آتش‌سوزی در ساختمان بیمارستان

تجهیزات اطفاء حریق	C1	کنترل بحران و تجهیزات تشخیص (C)
تجهیزات تشخیص آتش‌سوزی	C2	
تجهیزات تشخیص نشت مواد شیمیایی	C3	
تجهیزات هشدار فاجعه	C4	
تجهیزات برای برقراری ارتباط با سازمان‌های امداد و نجات	C5	
علامت خروج و مسیرهای فرار برجسته	C6	
سن ساکنان و قابلیت‌های فیزیکی	P1	ویژگی و دانش ساکنان (P)
سرشناسان آموزش در فاجعه و آتش خاموش	P2	
مانورهای عملی تخلیه	P3	
حجم وسایل مردم در ساختمان	P4	مشخصات و طرح ساختمان (S)
وضعیت درب‌های خروج و خط تخلیه	S1	
وجود قابل اشتعال و مواد منفجره در ساختمان	S2	
نوع مواد اولیه و تجهیزات داخلی	S3	
رزش مالی تجهیزات و امکانات موجود در ساختمان	S4	
وجود سالن‌های جمع‌آوری (سالن، نمازخانه)	S5	
وضعیت فضای بیرونی ساختمان و دسترسی به مکان امن در اطراف آن	S6	

۲-۱- فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)*

در ادامه گام‌های روش تحلیل سلسله‌مراتبی ارائه شده است:
گام ۱. محاسبه بردار مجموع وزنی: ماتریس مقایسات زوجی را در بردار ستونی «وزن نسبی» ضرب کنید، بردار جدیدی را که به این طریق به دست می‌آورد، بردار مجموع وزنی بنامید.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{21} & \dots & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad a_{ii}=1, \quad a_{ji} = 1/a_{ij}, \quad a_{ij} \neq 0. \quad (5)$$

جدول (۲): مقادیر ترجیحات برای مقایسه زوجی

مقدار	ترجیحات (قضاوت شفاهی)	
9	Extremely preferred	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر
7	very strongly preferred	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
5	strongly preferred	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت قوی
3	Moderately preferred	کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر
1	Equally preferred	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت یکسان
4,6,8,2	-	ترجیحات بین فواصل قوی

گام ۲. محاسبه بردار سازگاری: عناصر بردار مجموع وزنی را بر بردار اولویت نسبی تقسیم کنید. بردار حاصل شاخص سازگاری نامیده می‌شود.

گام ۳. به دست آوردن λ_{max} ، میانگین عناصر برداری سازگاری λ_{max} را به دست می‌دهد.

$$A * w_i = \lambda_{max} * w_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (6)$$

گام ۴. محاسبه شاخص سازگاری: شاخص سازگاری بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (7)$$

ن: عبارتست از تعداد گزینه‌های موجود در مساله.

گام ۵. محاسبه نسبت سازگاری: نسبت سازگاری از تقسیم شاخص سازگاری بر شاخص تصادفی به دست می‌آید.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (8)$$

نخستین کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان

۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

امتیاز	فاکتورهای اولیه	
0/34	S2	12
0/34	S3	13
0/044	S4	14
0/085	S5	15
0/025	S6	16
1	مجموع	

مقدار کلی ضریب نا سازگاری کل مدل برابر با ۰,۰۴ به دست آمد که نشانگر سازگار بودن مقایسات انجام شده و دقت مناسب نظر سنجی ها است.

طبق نتایج به دست آمده اولویت بندی معیارها و فاکتورهای اثرگذار بر بحران آتش سوزی ساختمانهای بیمارستانی در جدول (۶) ارائه شده است. در این اولویت بندی که طبق نظر کارشناسان و جمع خبره ای که نظرات آنها گردآوری شد به این نتیجه رسید که معیارهای برگزاری مانورهای تمرینی مدیریت آتش سوزی و استقرار سیستم اطفاء حریق مناسب از مهمترین فاکتورهای مدنظر بوده در حالی که سیستم های تشخیص آتش و ساختمانهای اطراف به منظور مدیریت بعد از آتش در اطراف ساختمان در حال حریق از اهمیت کمتری نسبت به بقیه موارد برخوردار اند.

جدول (۶): اولویت بندی معیارها و فاکتورها از نظر اهمیت

اولویت	معیار
0/181	P3
0/153	C1
0/113	S2
0/113	S3
0/09	P2
0/079	C4
0/055	S1
0/041	P1
0/035	C5
0/035	C6
0/028	S5
0/021	P4
0/019	C3
0/015	S4
0/013	C2
0/008	S6

همانطور که در بالا نشان داده شده است، ضریب نا سازگاری ماتریس های مقایسات زوجی مدل تصمیم گیری چند معیاره در قالب تحلیل سلسله مراتبی برابر با ۰,۰۴ است که این مقدار با توجه به حداقل مقدار استاندارد تصمیم ها (۰,۱) کمتر بوده و نشان دهنده درستی و سازگار بودن تصمیم ها و نظرات جمع آوری شده است.

یکی دیگر از اطلاعاتی که در پرسشنامه ها مورد سوال قرار گرفت سه شاخص احتمال کشف، احتمال وقوع و وخامت خطر است. قبل از پر کردن پرسشنامه توضیحاتی در باره نحوه تکمیل و مفاهیم امتیازدهی

در گام بعد، تعداد ۴۶ عدد پرسشنامه جهت بررسی معیارها و زیر معیارها از کارکنان بیمارستان و برخی از مراجعہ کنندگان (بیمار و همراه بیمار) جمع آوری شد. از میان کل پرسشنامه ها تعداد ۹ عدد آن از صحت مناسب برخوردار نبود که از مطالع حذف شدند و در نهایت تعداد ۳۷ پرسشنامه معتبر مورداستفاده قرار گرفت. مقایسات و امتیاز دهی های به دست آمده از پرسشنامه ها با استفاده از مدل تحلیلی سلسله مراتبی و نرم افزار Expert Choice 11 مورد تحلیل قرار گرفت و در نهایت وزن فاکتورها نسبت به هم به دست آمد. جداول مقایسات زوجی مورداستفاده در ادامه ذکر شده اند.

جدول (۴): ماتریس مقایسات زوجی

Compare the relative importance with respect to: Disaster control and detection equipment (C)					
Incon: 0/05					
C6	C5	C4	C3	C2	C1
5	5	3	7	7	C1
0/3333333	0/3333333	0/2	0/3333333		C2
3			3		
0/3333333	0/3333333	0/2			C3
3					
3	3				C4
1					C5
					C6
Compare the relative importance with respect to: Occupants' characteristics and knowledge (P)					
Incon: 0/07					
	P4	P3	P2	P1	
	3	0/2	0/3333333		P1
	5	0/3333333			P2
	5				P3
					P4
Compare the relative importance with respect to: Building specifications and layout (S)					
Incon: 0/04					
S6	S5	S4	S3	S2	S1
7	3	5	0/3333333	0/3333333	S1
			3	3	
9	5	7	1		S2
9	5	7			S3
3	0/3333333				S4
5					S5
					S6

وزن نهایی فاکتورها در جدول (۵) طبق دسته بندی و به صورت مجزا ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می شود مجموع وزن هر دسته برابر با مقدار ۱ می باشد. همچنین، در فرایند محاسبات ضریب نا سازگاری ماتریس ها کنترل شد و همگی آنها مقدار کمتر از ۰,۱ به دست آمد که نشانگر درست بودن مقایسات انجام شده می باشد.

جدول (۵): وزن فاکتورهای اثرگذار بر بحران آتش سوزی و اولویت

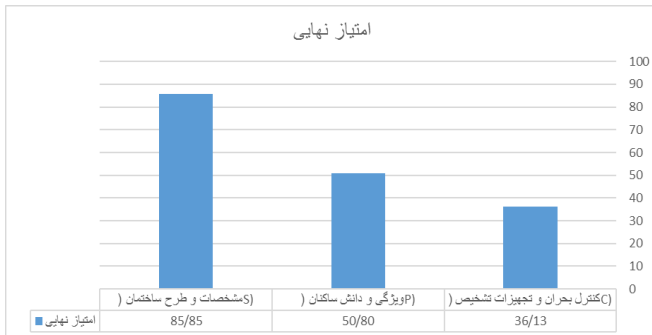
بندی آنها

امتیاز	فاکتورهای اولیه	
0/458	C1	1
0/038	C2	2
0/056	C3	3
0/237	C4	4
0/105	C5	5
0/105	C6	6
1	مجموع	
0/122	P1	7
0/271	P2	8
0/544	P3	9
0/064	P4	10
1	مجموع	
0/166	S1	11

نخستین کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان

۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

طبق محاسبات انجام شده در جدول (۷) مقادیر نهایی وزن شاخص‌های اجزای تعیین کننده مقدار آسیب پذیری (V.V) در شکل (۲) **Error! Reference source not found.** نشان داده شده است. همانطور که مشخص است مشخصات و طرح ساختمان بیشترین مقدار امتیاز و را داشته و ویژگی‌ها و دانش کارکنان و تجهیزات شخصی و کنترل حریق امتیازات کمتری به دست آورده‌اند. مقدار این امتیازات بدین معنی است که هرچه مقدار بیشتر باشد احتمال خطر و ریسک آن بیشتر خواهد بود و هرچه مقدار کمتر باشد احتمال خطر و وقوع آن از وضعیت بهتری برخوردار است.



شکل (۲): مقادیر شاخص‌های تعیین آسیب‌پذیری ناشی از آتش‌سوزی در بیمارستان

۴- نتیجه

در این مطالعه با توجه به بازدهی‌های انجام شده تعداد ۳۷ پرسشنامه بعد از اعتبار سنجی صحت اطلاعات از بیمارستان بوعلی تهران به دست آمد. در این پرسشنامه‌ها سعی در یافتن فاکتورهای اثرگذار بر خسارت آتش‌سوزی در ساختمان‌های بیمارستان و مدیریت بحران آتش‌سوزی در آن‌ها شد. با توجه به نتایج، فاکتورهای اصلی در سه دسته کلی کنترل بحران و تجهیزات تشخیص (C)، ویژگی و دانش ساکنان (P) و مشخصات و طرح ساختمان (S) و مجموعاً ۱۶ زیر فاکتور مؤثر در خسارات به بیمارستان در اثر وقوع آتش‌سوزی جمع‌آوری و پیشنهاد شد دسته‌بندی شدند. مقایسات زوجی مورداستفاده در پرسشنامه‌ها در اولویت‌بندی این شاخص‌ها با استفاده مدل تحلیل سلسله مراتبی صورت گرفت و اهمیت هر شاخص بر اساس میزان اثرگذاری آن به دست آمد. در این راستا مشخصات و طرح ساختمان بیشترین مقدار امتیاز و را داشته و ویژگی‌ها و دانش کارکنان و تجهیزات شخصی و کنترل حریق امتیازات کمتری به دست آورده‌اند. مقدار این امتیازات بدین معنی است که هرچه مقدار بیشتر باشد احتمال خطر و ریسک آن بیشتر خواهد بود و هرچه مقدار کمتر باشد احتمال خطر و وقوع آن از وضعیت بهتری برخوردار است. مدل ارزیابی فاکتورهای خسارت

به افراد داده شد. برای مثال توضیح داده شد که امتیازات سه شاخص احتمال کشف، احتمال وقوع و وخامت خطر بر اساس بهبود وضعیت است. به عبارت دیگر اگر شاخص مورد نظر از وضعیت مطلوبی برخوردار است امتیاز کمتر و اگر از وضعیت نامطلوبی برخوردار است امتیاز بیشتری برای نشان دادن میزان ریسک آن داده شود. امتیازان فوق از ۱ تا ۱۰ شماره گذاری شده است.

- احتمال وقوع (Occurrence): احتمال یا به عبارتی دیگر شمارش تعداد شکست‌ها نسبت به تعداد انجام فرآیند.
- شدت خطر (Severity): ارزیابی و سنجش نتیجه شکست (البته اگر به وقوع بپیوندد). شدت، یک مقیاس ارزیابی است که جدی بودن اثر یک شکست را در صورت ایجاد آن تعریف می‌کند.
- احتمال کشف (Detect): احتمال تشخیص شکست قبل از آن که اثر وقوع آن مشخص شود. ارزش یا رتبه تشخیص وابسته به جریان کنترل است. تشخیص، توانایی کنترل برای یافتن علت و مکانیزم شکسته است.

➤ جدول (۷): امتیازات داده شده به فاکتورهای اثرگذار بر بحران آتش‌سوزی در بیمارستان

امتیاز نهایی	احتمال کشف	شدت خطر	احتمال وقوع	امتیاز	فاکتورهای اولیه	رتبه
21/98	2	8	3	0/45 8	C 1	1
1/6	3	7	2	0/03 8	C 2	2
1/34	2	6	2	0/05 6	C 3	3
7/11	2	5	3	0/23 7	C 4	4
2/84	3	3	3	0/10 5	C 5	5
1/26	2	3	2	0/10 5	C 6	6
36/13				1	مجموع	
10/25	4	7	3	0/12 2	P1	7
22/76	3	7	4	0/27 1	P2	8
10/88	2	5	2	0/54 4	P3	9
6/91	6	6	3	0/06 4	P4	10
50/8				1	مجموع	
3/98	2	4	3	0/66	S1	11
24/48	3	6	4	0/34	S2	12
42/5	5	5	5	0/34	S3	13
8/8	5	8	5	0/04 4	S4	14
4/59	3	6	3	0/08 5	S5	15
1/5	4	5	3	0/02 5	S6	16
85/85				1	مجموع	
172/79					مجموع کل	

۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

- [۱۳] محسن، م.ن. و همکاران، ارائه یک روش نرم افزاری جهت استفاده از ارزیابی ریسک در بهینه سازی اقدامات حفاظت حریق ساختمان. سلامت کار ایران، ۱۳۹۱، ۹(۹): 9-16.
- [14] Mohammad fam, I., A. Parvar Zaman, and M. Masoud Sharifi, Suggesting and Bazaar s'Hamadan in Assessment Safety Safety Fire on Emphasis with Strategies Control. Health and development, 2013. 2(2).
- [۱۵] مهرزاد، از و همکاران، ارزیابی خطرات بالقوه پالایشگاه شیراز با روش تجزیه و تحلیل حالات خطر (FMEA) و اثرات ناشی از آن.
- [۱۶] بندرجا، م. و س. جوزی، ارزیابی ریسک بهداشتی، ایمنی و محیط زیستی واحد هیدروکراکر شرکت پالایش نفت بندرعباس به روش EFMEA. محیط شناسی، ۲۰۱۴، ۳۹(۴): 105-124.
- [۱۷] جواد، ع. ق. ابوالفضل، and ن.س. جبرائیل، ارزیابی ریسک در بخش شیرین سازی واحد تصفیه گاز پالایش گاز.
- [۱۸] قادری، س.، et al., ارزیابی و مدیریت ریسک محیط زیستی مترو تهران و حومه با استفاده از روش (EFMEA) مطالعه موردی: پایانه صادقیه. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۰۱۵، ۱۷(۲): 61-71.
- [۱۹] غدیر، م. و ن. فاطمه، بررسی مبانی آکچوئرال نرخ گذاری بیمه آتش سوزی: رهیافتی جدید برای نرخ گذاری بیمه آتش سوزی در کشور.

مراجع

- [1] Karter, M.J., *Fire loss in the United States during 2012*. 2013: NFPA.
- [2] Mahdinia, M., Fire Risk Assessment and the Effect of Emergency Planning on Risk Reduction in a Hospital. Qom University of Medical Sciences Journal, 2012. 5(3).
- [3] M., M., *Fire Safety at Hospitals*. 3rd International Congress on Health and Crisis Management in Disaster., 2002. **Tehran**.
- [4] Yarahmadi, R., et al., Performance Assessment and analysis of national building codes with fire safety in all wards of a hospital. Iran Occupational Health, 2009. 6(1): p. 28-36.
- [5] Adl, J. and A. Ghahramani, *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): p. 1-2.
- [۶] صادقیان and امیدوار، ارزیابی ریسک آتش سوزی شبکه گاز در کاربری های مختلف شهری پس از زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۲۰ شهر تهران). مهندسی عمران، ۲۰۱۵، ۲۷(۱): 17-34.
- [۷] جهانگیری، et al., ارزیابی ریسک حریق در بیمارستانهای منتخب دانشگاه علوم پزشکی شیراز بر اساس استاندارد NFPA 101. مجله سلامت کار ایران، ۲۰۱۶، ۱۳(۱): 93-102.
- [۸] جهانگیری، et al., بررسی میزان تحقق استانداردهای محیط ایمن در بیمارستان های منتخب دانشگاه علوم پزشکی شیراز. تحقیقات نظام سلامت، ۲۰۱۶، ۱۲(۱): ۱-۲.
- [۹] علیرضا، ص.، ا. بابک، and ص. اسماعیل، بررسی مدل های ارزیابی ریسک آتش سوزی در ساختمان ها.
- [10] Norozi, M.A., et al., Evaluation of the safety conditions of shiraz university of medical sciences educational hospitals using safety audit technique. Journal of Payavard Salamat, 2012. 6(1): p. 42-51.
- [11] ZAMANI, Z., et al., *Fire safety status in the hospitals of Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran*. International Journal of Occupational Hygiene, 2015. 5(3): p. 96-100.
- [12] Habibi, E., et al., Risk management in radiology units of Isfahan University of Medical Sciences' Hospitals. Health Information Management, 2008. 4(1): p. 133~ 141.