

Identification and evaluation of factors affecting fire risk in the intensive care unit of a hospitalVida Zaroushani^{1,2*} , Hazhir Kurd³

1- Department of Occupational Health, School of Public Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

2- Social Determinants of Health Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

3- School of Public Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

Abstract

Background and Aims: Hospitals are vital centers. The presence of vulnerable people, and precious equipment has increased their vulnerability. The aim of this study was to evaluate the risk of fire and to identify the factors affecting the risk of fire in one of the high-risk wards of the hospital.

Materials and Methods: This cross-sectional study was performed using fire risk assessment method for engineering in the ICU of one of the hospitals in Qazvin. Fire risk was calculated using the related equations in EXCEL software and contributed each of the factors. Ethical considerations such as confidentiality of individuals' information, employing experts in the research process and the neutrality of researchers in collecting, analyzing and reporting data and information were observed in this research.

Results: The numerical value of risk for the building, residents and activities were 0.815, 2.308 and 1.055, respectively, and was at an unacceptable level in area of residents and activities. Elevation (26.80%), fire spread (16.80%), fire load (12.73%) and accessibility (4.76%) were the factors that had the greatest impact on risk level and the first three in each of the two areas were common.

Conclusion: There are factors in fire risk that have the largest share of participation, so identifying and controlling these root causes can achieve an inherently safer hospital at a lower cost, especially in the design phase of the hospital. It is recommended to use specialized fire risk assessments along with the results of accreditation and patient safety.

Keywords: Risk Assessment, Safety, Fires, Hospitals, Intensive Care Units

Please Cite this article as: Zaroushani V, Kurd H. Identification and evaluation the affecting factors on fire risk in the intensive care unit of a hospital. Journal of Health in the Field 2021; 9(3):1-9.

Corresponding Author: Department of Occupational Health, School of Public Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

Email: v.zaroushani@qums.ac.ir

DOI: <https://doi.org/10.22037/jhf.v9i3.36076>

Received: 11 September 2021

Accepted: 23 February 2022

شناسایی و ارزیابی عوامل مؤثر بر ریسک آتش‌سوزی در بخش مراقبتهای ویژه یک بیمارستان

ویدا زراوشانی^{۱*}، هژیر کرد^۲

- ۱ - گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران
۲ - مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران
۳ - کمیته تحقیقات دانشجویی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

چکیده

زمینه و اهداف: بیمارستان‌ها جزء مراکز حیاتی هستند. حضور افراد آسیب‌پذیر و تجهیزات گرانبها، آسیب‌پذیری آنها را بالا برده است. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی خطر آتش‌سوزی و شناسایی عوامل مؤثر بر میزان خطر آتش‌سوزی در یکی از بخش‌های پرخطر بیمارستان انجام گردید.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به صورت مقطعی با استفاده از روش ارزیابی خطر آتش‌سوزی برای مهندسين در واحد ICU یکی از بیمارستان‌های شهر قزوین انجام گرفت. ریسک حریق با استفاده از معادلات موجود در روش و در نرم افزار EXCEL محاسبه و سهم مشارکت هر یک از فاکتورها محاسبه گردید. ملاحظات اخلاقی نظیر محرمانه بودن اطلاعات افراد، به کارگیری افراد متخصص در فرآیند پژوهش و بی‌طرفی پژوهشگران در جمع‌آوری، تحلیل و گزارش داده‌ها و اطلاعات در این پژوهش رعایت گردید.

یافته‌ها: مقدار عددی ریسک برای ساختمان، ساکنین و فعالیت‌ها به ترتیب ۰/۸۱۵، ۲/۳۰۸ و ۱/۰۵۵ بود و در حیطه ساکنین و فعالیت‌ها در سطح غیرقابل قبول قرار گرفت. فاکتورهای ارتفاع (۰/۲۶/۸۰)، گسترش حریق (۰/۱۶/۸۰)، بار حریق (۰/۱۲/۷۳) و دسترسی (۰/۴/۷۶) عواملی بودند که بیشترین تاثیر را بر تراز ریسک داشتند و سه مورد اول در هر دو حیطه مشترک بودند.

نتیجه‌گیری: در ریسک حریق، فاکتورهایی وجود دارند که بیشترین سهم مشارکت را دارند از این رو شناسایی و کنترل این عوامل ریشه‌ای بخصوص در فاز طراحی بیمارستان می‌تواند دستیابی به بیمارستان ذاتا ایمن‌تر را با هزینه کمتر محقق سازند. توصیه می‌شود از ارزیابی‌های تخصصی ریسک حریق در کنار نتایج اعتباربخشی و ایمنی بیمار استفاده شود.

کلید واژه‌ها: ارزیابی خطر، ایمنی، آتش‌سوزی‌ها، بیمارستان‌ها، بخش مراقبتهای ویژه

*نویسنده مسئول: ایران، قزوین، بلوار شهید باهنر، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار.

Email: v.zaroushani@qums.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۲۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۱/۲۳

مقدمه

آتش‌سوزی به عنوان فرآیند اکسیداسیون سریع مواد در دماهای بالا همراه با تولید فرآورده های گازی گرم و انتشار تشعشعات تعریف می‌شود. وقوع حریق در ساختمان‌های مسکونی، مجتمع‌های تجاری، بیمارستان‌ها و صنایع کوچک و بزرگ سالانه باعث ایجاد خسارت‌های جانی، مالی و زیست محیطی زیادی در جوامع بشری می‌گردد. در سال ۲۰۲۰، در آمریکا ادارات آتش نشانی محلی به ۱/۴ میلیون نفر پاسخ دادند و آتش‌سوزی در ایالات متحده باعث مرگ ۳۵۰۰ غیرنظامی و زخمی شدن ۱۵۲۰۰ نفر و تحمیل ۲۱/۹ میلیارد دلار خسارت مالی بود [۱] که براساس گزارش‌ها، نیمی از تلفات ناشی از آتش‌سوزی در ساختمان‌ها رخ می‌دهد. بررسی حوادث گذشته نشان می‌دهد معمولاً حریق‌های بزرگ برای اولین بار و بدون پیش‌آگهی ملموسی برای کارکنان و شاغلین روی می‌دهد. در بیمارستان‌ها استفاده روزافزون از انرژی‌های نو و انواع مواد قابل اشتعال از یک سو، بیماران بستری و مراجعه کنندگان به این گونه اماکن که اغلب از محدودیت‌های جسمانی و حرکتی برخوردارند از سوی دیگر، لزوم توجه جدی به ایمنی حریق در این مراکز را بیش از پیش مطرح می‌سازد [۲] و از آنجا که مطالعات مختلف نشانگر این است که حوادث حریق در بیمارستان‌ها به علت آسیب‌پذیری نسبتاً بالا و توانایی پایین ساکنان آنها، معمولاً با خسارات و مرگ و میر بالایی همراه است، ایمنی حریق به یکی از بزرگترین چالش‌های پیشروی طراحان و کاربران بخش‌های درمانی تبدیل شده است [۳]. در خصوص بررسی وضعیت ایمنی بیمارستان‌ها مطالعات داخلی متعددی صورت گرفته و نشان داده سطح ایمنی بیمارستان‌ها نیازمند بهبود جدی می‌باشد. برای نمونه ایمنی بیمارستان‌های شهر ایلام با استفاده از شاخص ایمنی بیمارستان موسوم به شاخص ایمنی بیمارستان (Hospital Safety Index: HIS) که از سوی سازمان جهانی بهداشت منتشر شده اندازه گیری شد و سطح ایمنی در رده (B) یعنی سطحی متوسط و نیازمند اقدامات لازم در کوتاه مدت برای کاهش خسارت [۴] و سطح ایمنی در بیمارستان‌های وابسته به تامین اجتماعی شهر تهران در مطالعه لاری و همکاران با استفاده از همان شاخص، در رده (C) یعنی سطحی ضعیف و نیازمند اقدامات فوری برای حمایت از جان بیماران و کارکنان

قرار گرفت [۵]. سازمان بهداشت جهانی در پیامی مبنی بر حفاظت از بیمارستان‌ها در حوادث و بلایا به این نکته اشاره دارد که با توجه به حضور افراد آسیب‌پذیر، کم‌توان و ارائه خدمات بیمارستانی بصورت ۲۴ ساعت در تمام روزهای هفته، این مکان‌ها در زمان بروز حوادث براحتی قابل تخلیه نمی‌باشند. به همین جهت این موضوع اهمیت بیمارستان‌ها بعنوان اصلی‌ترین پایه‌ی نظام سلامت در مرحله‌ی پاسخ به مخاطرات نشان می‌دهد که باید در برابر حوادث ایمن و مقاوم باشند [۶]. اصل حفاظت جان انسان و محیط زندگی انسانی می‌بایست به عنوان یک راهبرد در تصمیم‌گیری‌های کلان ملی و شهرسازی مدنظر قرار گیرد. مطالعات نشان می‌دهد تمامی خسارت‌های ناشی از حریق درحالی رخ می‌دهد که با به‌کارگیری اصول ایمنی، اغلب آنها قابل پیش‌بینی و پیش‌گیری می‌باشند. انتخاب صحیح روش طراحی مهندسی ایمن حریق فقط بر اساس روش‌های ارزیابی خطر امکان‌پذیر می‌باشد [۷]. هدف از ارزیابی ریسک، شناخت وضعیت موجود و ایجاد درک بهتر از مخاطرات است که می‌تواند به طبقه‌بندی و اولویت‌بندی خطرات شناسایی شده بیانجامد. روش ارزیابی خطر آتش‌سوزی برای مهندسین (Fire Risk Assessment for Engineering: FRAME) روشی گسترده برای ارزیابی ریسک آتش‌سوزی و یکی از جامع‌ترین، عملی و شفاف‌ترین روش‌های محاسباتی برای ارزیابی خطر آتش‌سوزی در ساختمان‌هاست که جنبه‌های مختلف حریق مانند ساختمان، بار آتش‌سوزی، جداسازی آتش و سیستم امکانات آشنشانی را در نظر می‌گیرد. با استفاده از روش FRAME می‌توان خطر ساختمان را بطور عینی محاسبه کرد و در واقع ابزاری قابل قبول برای ارزیابی خطر آتش‌سوزی در ساختمان‌ها است [۸] و توسط مهدی‌نیا و همکاران در ایران موردسنجش و اعتبارسنجی قرار گرفت [۹]. از دیگر مزایای آن می‌توان به ارزیابی کمی ریسک، هزینه کم، قابلیت اجرا در زمان کوتاه، بررسی وضعیت موجود برای ارزیابی سطح خطر قبل از هرگونه تلاش برای بهبود و تخمین میزان خسارات اشاره کرد [۸، ۱۰]. به دلیل شرایط حساس و ویژه بیماران بستری شده در بخش ICU، به‌ویژه با توجه به شیوع و همه‌گیری بیماری کرونا ویروس و اهمیت وجود

برای سه حیطة ساختمان و محتویات آن، افراد و فعالیت‌ها به طور جداگانه ارزیابی گردید. داده‌ها به صورت ترکیبی و با استفاده از مشاهده، مصاحبه، بررسی اسناد و استانداردهای NFPA و اندازه‌گیری جمع‌آوری گردید. در ادامه تمامی فرمول‌های اصلی و فرعی مورد نیاز تکنیک FRAME در فضای EXCEL نوشته محاسبات ریاضی مربوطه صورت گرفت و مقادیر شاخص ریسک به صورت عددی بدست آمدند. سپس، بازنگری فرمول‌های فوق‌الذکر انجام گرفت تا خطاهای احتمالی شناسایی و برطرف گردند. نتیجه نهایی محاسبات که همان شاخص ریسک حریق (R) می‌باشد. مطابق رابطه شماره یک و به صورت یک عدد بدون واحد به دست آمد که در آن A، P و D به ترتیب پتانسیل ریسک حریق، سطح ریسک قابل پذیرش و سطح حفاظتی می‌باشد. با توجه به این که ایمنی یک امر نسبی است این عدد همیشه بزرگتر از صفر خواهد بود. در این روش برای تصمیم‌گیری در مورد ریسک موجود دو حالت تعریف می‌گردد: در حالت اول مطابق رابطه شماره ۱ اگر مقدار R کوچکتر از ۱ باشد نشان دهنده این است که صورت کسر، کوچکتر یا مساوی مخرج بوده، به این معنی که اقدامات حفاظتی و سطح پذیرش ریسک در سطح برابر یا بالاتر از ریسک بالقوه موجود بوده و شاخص ریسک قابل قبول است. به عبارت دیگر فضای مورد بررسی از نظر ایمنی حریق در سطح رضایت بخشی قرار دارد. بدیهی است که هر چه این عدد به سمت صفر میل کند، شرایط بهتر و مطلوب‌تر خواهد بود.

$$R = P / (A * D) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در حالت دوم اگر R بزرگتر از ۱ باشد، مطابق رابطه فوق نشان‌دهنده این است که حالت موجود ریسک بالقوه، بالاتر از حاصلضرب سطح حفاظت و سطح پذیرش است و اقدامات انجام شده در زمینه ایمنی در حد کافی نمی‌باشند. در این حالت شاخص ریسک بدست آمده قابل قبول نبوده و به بیان دیگر محل مورد مطالعه از نظر ایمنی در سطح مطلوبی قرار ندارد. هرچه عدد ریسک به دست آمده از یک بیشتر باشد شرایط از نظر ایمنی حریق در وضعیت بدتری قرار دارد. در مرحله دوم این مطالعه فاکتورهای موثر بر شاخص ریسک به دست آمده تعیین شدند.

تخت‌های بستری جهت رسیدگی به بیماران در صورت بروز حوادث از جمله حریق، می‌تواند عواقب جبران ناپذیری برای کل مجموعه داشته باشد و نبود تخت‌های بستری باعث اخلاف امور درمانی و بروز بحران‌های جدی‌تری می‌گردد و در این مطالعه سعی بر آن شد تا با ارزیابی سطح ریسک حریق قسمت ICU یکی از بیمارستان‌های شهر قزوین، وضعیت ایمنی حریق این بخش حساس با استفاده از روش FRAME ارزیابی و راهکارهای اصلاحی بر طبق دانش علمی مبتنی بر اصول پیشگیری از حریق در راستای ایمن شدن فضای بیمارستان ارائه شود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه جهت ارزیابی کمی ریسک حریق و به صورت توصیفی مقطعی در سال ۱۳۹۹ در واحد مراقبت‌های ویژه یکی از بیمارستان‌های شهر قزوین انجام شد. جهت انجام این مطالعه از تکنیک FRAME که توسعه یافته از روش سوئیسی مکس گرینتر است و توسط مهدی‌نیا و همکاران مورد اعتبارسنجی قرار گرفته است، استفاده شد [۹]. جامع‌ترین، شفاف‌ترین و عملی‌ترین روش ارزیابی ریسک حریق برای فضاهای بسته از جمله بیمارستان‌ها می‌باشد. مزیت اصلی روش FRAME که یک روش کمی در ارزیابی خطر آتش‌سوزی می‌باشد؛ محاسبه جداگانه ریسک حریق در سه حیطة ساختمان و محتویات آن، افراد و ساکنین و همچنین برای فعالیت‌هایی که در ساختمان صورت می‌گیرد، است. در این تکنیک، ریسک حریق به صورت خارج قسمت ریسک بالقوه بر حاصلضرب سطح پذیرش ریسک و سطح حفاظتی موجود بیان شده است. هدف FRAME ارزیابی تعادل بین پتانسیل خطر، اقدامات حفاظتی و احتمال وقوع است. در این روش برای قسمتی که به اندازه کافی محافظت می‌شود، عدد ریسک بایستی مساوی یا کمتر از یک باشد تا نشان‌دهنده سطح حفاظتی کافی باشد در غیر این صورت شاخص ریسک به‌دست آمده غیرقابل قبول بوده و نیازمند مداخله است [۱۱]. پس از بازدید و بررسی بخش ICU، با استفاده از تکنیک FRAME ۲۰۱۵ (که بروزرسانی شده نسخه ۲۰۰۸ بوده و تفاوتی در پارامترهای مورد نظر و محاسبات مربوطه ندارد)، ریسک حریق

بر این اساس فاکتورهایی که موجب افزایش مقدار R به بالاتر از یک باشد به عنوان فاکتورهای موثر شناخته شدند. به عبارت دیگر زمانی که در محاسبات انجام شده مقدار P بالاتر از یک و مقادیر A و D کمتر از یک به دست آمد ایمنی حریق در یک وضعیت غیر استاندارد قرار گرفته و فاکتورهای مسبب این شرایط به عنوان فاکتورهای موثر بر شاخص ریسک در نظر گرفته شدند. در مرحله بعدی سهم مشارکت هر یک از فاکتورهای موثر بر اساس تفاوت نمره ریسک حریق در وضعیت موجود و وضعیت استاندارد به دست آمد. بر این اساس در حالت اول تمامی پارامترها بر اساس شرایط موجود سنجش شده و در حالت دوم برای تک تک زیر پارامترها حداقل مقدار ایمنی قابل قبول، طبق متد FRAME در نظر گرفته شد. تفاوت مقادیر R نشان دهنده میزان مشارکت پارامترهای مختلف در ایجاد ریسک حریق می‌باشد. به این ترتیب هرچه این تفاوت بیشتر باشد، سهم مشارکت آن پارامتر در ایجاد ریسک حریق موجود، بیشتر می‌باشد. ملاحظات اخلاقی نظیر محرمانه تلقی کردن اطلاعات افراد و بیمارستان، به‌کارگیری افراد متخصص در فرایند پژوهش و بی‌طرفی پژوهشگران در جمع‌آوری، تحلیل و گزارش داده‌ها و اطلاعات در این پژوهش رعایت گردید.

یافته‌ها

یافته‌های این مطالعه نشان داد بر اساس داده‌های موجود در زمان ارزیابی انجام شده، نمرات ریسک حریق برای ساختمان و محتویات، ساکنین و فعالیت‌ها برای واحد ICU در بیمارستان مورد نظر به ترتیب ۰/۶۶۲، ۲/۳۰۸، ۱/۶۶۴ و ۰/۸۳۳ بوده است. جزئیات سطح ریسک محاسبه شده در جدول شماره ۱ ارائه شده است. همانطور که یافته‌ها نشان دادند، نمره ریسک در حیطه ساکنین و فعالیت‌ها بالاتر از یک می‌باشند (جدول ۱) و بر اساس طبقه بندی شاخص ریسک در این تکنیک، سطح ریسک بدست آمده در این حیطه غیر قابل قبول است و مطابق جدول شماره ۲ با توجه به اینکه شاخص‌های بدست آمده بین ۱/۶ و ۲/۷ هستند، از این رو کاربرد سیستم‌های کشف، اعلام و اطفاء حریق مانند اسپرینکلر برای کنترل ریسک حریق این واحد ضروری است. در ادامه در جدول شماره ۳ خلاصه مشخصات پارامترها و زیر پارامترهای موثر در ریسک حریق موجود در واحد ICU مورد مطالعه ارائه شده است. با توجه به اینکه سهم مشارکت بر اساس تفاوت نمره ریسک حریق در وضعیت موجود و وضعیت استاندارد به دست آمد، لذا یافته‌ها نشان داد در هر دو حیطه ساکنین و فعالیت‌ها به ترتیب فاکتورهای ارتفاع و گسترش حریق، موثرترین عوامل در ایجاد شاخص ریسک موجود در بخش آی سی یو مورد مطالعه بودند (جدول شماره ۳). بر این اساس کنترل ریسک حریق برای ساکنین نیازمند تامین حفاظت بوسیله اسپرینکلر می‌باشد.

جدول ۱- نتایج جزئیات سطح ریسک محاسبه شده در واحد ICU

Table 1- Details of the level of risk calculated in the ICU

مقدار	حیطه	مقدار	زیر شاخص
۰/۸۱۵	ساختمان و محتویات	۱/۲۶۰	ریسک بالقوه برای ساختمان و محتویات آن (P)
		۰/۸۶۷	سطح ریسک قابل قبول برای ساختمان و محتویات آن (A)
		۱/۷۸۲	سطح حفاظتی موجود برای ساختمان و محتویات آن (D)
۲/۳۰۸	ساکنین	۱/۹۲۳	ریسک بالقوه برای ساکنین (P ₁)
		۰/۵۱۷	سطح ریسک قابل قبول برای ساکنین (A ₁)
		۱/۶۱۳	سطح حفاظتی موجود برای ساکنین (D ₁)
۱/۰۵۵	فعالیتها	۱/۰۹۹	ریسک بالقوه برای فعالیت‌ها (P ₂)
		۰/۷۵۰	سطح ریسک قابل قبول برای فعالیتها (A ₂)
		۱/۳۹۰	سطح حفاظتی موجود برای فعالیتها (D ₂)

جدول ۲- اقدامات کنترلی پیشنهاد شده بر اساس نتایج به دست آمده

Table 2- Proposed control measures based on the results obtained

سطح ایمنی	نوع گروه	اقدامات لازم
R<۱	ریسک قابل قبول	- سیستم حفاظتی با تجهیزات اطفای حریق دستی
		- تامین پشتیبانی آتش نشانی عمومی
		- اطمینان از منبع آب
		- ممکن است حفاظت اضافی برای ساکنین و فعالیتهای ضروری باشد
۱/۶-۱	ریسک غیر قابل قبول	- تشخیص خودکار حریق عمومی برای دسترسی به هشدار و پاسخ سریع
		- لزوم وجود منبع آب کافی
		- حفاظت اضافی برای فعالیتهای و حفظ جان انسان
		حفاظت بوسیله اسپرینکلر
۲/۷-۱/۶	قبول	- بهبود منابع آب
		- حفاظت اضافی برای فعالیتهای و در بعضی موارد برای ساکنین
		اقدامات پیشگیرانه جهت کاهش سطح ریسک
R>۴/۵		

جدول ۳- خلاصه مشخصات پارامترها و زیر پارامترهای موثر در ریسک حریق موجود در واحد ICU مورد مطالعه

Table 3- Summary of parameters and sub-parameters affecting the fire risk in the ICU studied

حیطه و شاخص مقدار ریسک محاسبه شده	فاکتور موثر شناسایی شده	مقدار سطح ریسک فاکتور موثر	زیر فاکتور موثر (مقدار ریسک)	مقدار استاندارد پذیرش ریسک	سهم مشارکت زیر ریسک محاسبه شده
ساکنین (۲/۳۰۸)	ریسک بالقوه برای ساکنین (P1)	۱/۹۲۳	فاکتور بار حریق (۱/۱۴۶)	۱	۱۲/۷۳
			فاکتور گسترش حریق (۱/۲۰۲)	۱	۱۶/۸۰
			فاکتور ارتفاع (۱/۳۶۶)	۱	۲۶/۸۰
			فاکتور دسترسی (۱/۰۵۰)	۱	۴/۷۶
فعالیتها (۱/۰۵۵)	ریسک بالقوه برای فعالیتها (P2)	۱/۰۹۹	فاکتور گسترش حریق (۱/۲۰۲)	۱	۱۶/۸۰
			فاکتور ارتفاع (۱/۳۶۶)	۱	۲۶/۸۰
			فاکتور دسترسی (۱/۰۵۰)	۱	۴/۷۶

بحث

است و در بخش ساکنین، مقدار ریسک بالا بوده که نیازمند حفاظت به وسیله اسپرینکلر به عنوان اقدام حفاظتی می باشد. بررسی ها نشان داد فاکتورهای موثر در ایجاد سطح ریسک موجود در حیطه فعالیتها فاکتور گسترش حریق، ارتفاع و دسترسی بوده و در حیطه ساکنین علاوه بر این سه فاکتور، فاکتور دیگری به نام بار حریق بسیار موثر بوده است. یافته ها حاکی از آن است که وجود فاکتورهای مشترک، می تواند منجر به افزایش ریسک حریق در بخش های مختلف گردد. از

این پژوهش با استفاده از روش ارزیابی ریسک حریق برای مهندسين FRAME در واحد ICU یکی از بیمارستان های شهر قزوین در سه بخش ساختمان و محتویات، ساکنین و فعالیتها به صورت مجزا با هدف شناسایی فاکتورهای موثر و تعیین سهم مشارکت هر یک از آنها بر سطح ریسک حریق انجام گردید. یافته های این مطالعه نشان داد، مقدار شاخص ریسک در حیطه های ساکنین و فعالیتها، بالاتر از مقدار قابل قبول بوده

این رو با کنترل فاکتورهای مشترک می‌توان با مدیریت منابع و صرف هزینه و زمان کمتر به کنترل ریسک حریق پرداخت [۱۲]. یافته‌های موجود در جدول نشان می‌دهد، فاکتور ارتفاع موثرترین فاکتور موثر در ایجاد پتانسیل ریسک بوده و نیازمند برنامه‌ریزی مدیران برای کنترل شاخص ریسک می‌باشد. وجود منابع اکسیژن مانند کپسول‌ها و شیلنگ‌های تامین اکسیژن مهمترین عاملی است که منجر به افزایش فاکتور فعال سازی گردید. نشت اکسیژن از لوله‌ها و کپسول‌ها به هوای بیرون می‌تواند سطح اکسیژن را تا ۲۴ درصد افزایش دهد و غنی‌سازی اکسیژن هوا می‌تواند مواد را مشتعل کرده و باعث آتش‌سوزی شدیدتر شود. عدم توجه کافی به این مهم منجر به آتش‌سوزی در کلینیک سینا اطهر در تهران و حوادث مشابه در مکزیک، بلاروس و روسیه شد. از اینرو علاوه بر نگهداری مواد قابل اشتعال، عدم توجه به بازرسی و نگهداری پیشگیرانه می‌تواند به شدت موجب افزایش فاکتور فعال سازی و پتانسیل ریسک حریق گردد [۱۳، ۱۴]. با توجه به اینکه تامین اکسیژن برای بیماران در بخش آی‌سی‌یو، الزامات لاینفک این واحد می‌باشد، بنابراین وجود سیستم‌های حفاظتی قوی مانند اسپرینکلرها بسیار ضروری است [۱۱]. یکی دیگر از عوامل موثر در ایجاد ریسک حریق موجود، بالا بودن فاکتور گسترش حریق می‌باشد. با توجه به اینکه دمای تخریب اجسام و سرعت کلاس گسترش شعله از عوامل موثر در این فاکتور می‌باشد، با در نظر گرفتن مواد موجود در واحد آی‌سی‌یو به نظر می‌رسد کنترل عوامل دیگری مانند فاکتور ارتفاع دسترسی و بار حریق، اهمیت بیشتری در کاهش ریسک حریق داشته باشند. در این میان فاکتور ارتفاع عامل بسیار موثر است که با تغییر جانمایی واحد ICU از طبقه دوم به همکف می‌توان به نحوه شایسته مقدار ریسک حریق را کاهش داد. با توجه به وجود بیماران ناتوان و کم‌توان در این بخش که برای جابجایی، وابسته به سایر افراد می‌باشند، قرارگیری این واحد در همکف می‌تواند فاکتور تخلیه اضطراری بیماران را بهبود بخشد. نامناسب بودن استراتژی تخلیه اضطراری در گذشته منجر به رخداد حوادث تلخ از جمله جان باختن ۱۲۵ نفر در یکی از بیمارستان‌های هند شد [۱۵]. این عامل در مطالعات قبلی سایر پژوهشگران نیز سهم بسزایی در افزایش ریسک حریق داشت [۱۱، ۱۶]. در مطالعات سرسنگی و مهدی‌نیا، میزان ریسک

حریق ساختمان، در بخش‌هایی مانند بخش اطفال بیمارستان‌های مورد مطالعه، به دلیل عدم امکان تحرک بیماران مخصوصاً کودکان در بخش اطفال، عدم توجه به اصول ایمنی ساختمان از جمله راه‌های خروج، نبود سیستم اعلام و اطفاء حریق و قرارگیری برخی بخش‌ها در طبقات بالا، در محدوده غیرقابل قبول قرار گرفت [۲]. همچنین کرد و همکاران در سال ۱۴۰۰ در طی مطالعات خود نشان دادند که طراحی نامناسب ساختمان‌ها منجر به درهم تنیدگی بخش‌ها و فشردگی اتصال فیزیکی آنها شده و این امر باعث می‌شود تا تخلیه اضطراری بیماران و همراهان که اغلب با محیط بیمارستان آشنایی کافی ندارند با مشکل مواجه شده و ریسک حریق در حیطه ساکنین افزایش یابد [۱۰، ۱۷]. علاوه بر این، در مطالعه‌ای که توسط حکم آبادی و همکاران در بیمارستان امام علی (ع) دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی انجام شد با اینکه واحد آی‌سی‌یو یکی از ایمن‌ترین واحدها در حیطه ساختمان و فعالیت‌ها بود؛ اما در حیطه ساکنین ریسک حریق غیرقابل قبول (۱/۲۵) بود. بررسی‌های فوق نشان می‌دهد در اغلب مطالعات گذشته، ایمنی ساکنین با مشکل مواجه بوده و نیازمند توجه جدی می‌باشد [۱۸]. فاکتور گسترش حریق عامل دیگری است که توانسته سهم مشارکتی ۱۶/۸ درصدی در ایجاد شاخص ریسک موجود داشته باشد که بایستی مورد توجه و کنترل قرار گیرد. وقوع بحران بیولوژیکی مانند پاندمی کووید ۱۹ در جهان و از جمله ایران باعث افزایش تخت‌های بستری در بخش آی‌سی‌یو گردید و این افزایش بستری علاوه بر افزایش نرخ مرگ و میر بیماران در این واحد، منجر به افزایش ریسک حریق نیز می‌گردد [۱۹]. چراکه بدون اینکه مساحت واحد آی‌سی‌یو افزایش یابد، فاکتورهای بار حریق و گسترش حریق افزایش یافته و با توجه به تعداد بالای افراد بستری شده در این بخش، مدت زمان لازم برای تخلیه افراد در زمان بروز شرایط اضطراری مانند حریق در دوره کرونا نیز افزایش یافت و این زنگ خطر دیگری برای مدیران بیمارستانی است [۱۱]. واحد ICU علی‌رغم داشتن راه پله خروج اضطراری مجزا برای افراد سالم، به دلیل اختلاف با سطح زمین (قرارگیری در طبقه دوم)، دارای فاکتور ارتفاع و دسترسی بالاتر از یک گردید، به عبارت دیگر اختلاف ارتفاع این واحد با سطح زمین

داشته و روند تولید بدون آسیب بماند [۱۱]. با توجه به این که در صورت وقوع حادثه بعد از وقوع یک حریق، از سرگیری فعالیت تا حدود زیادی به برنامه ریزی سازمان برای شرایط حادثه وابسته است و در صورت وجود برنامه در کوتاه‌ترین زمان ممکن، فعالیت‌ها در محل وقوع حادثه قابل از سرگیری است، این موضوع یکی از عوامل مهم در تعیین سطح حفاظت برای فعالیت‌ها خواهد بود. در محل مورد مطالعه، علاوه بر فقدان سیستم‌های حفاظتی مناسب که باعث کاهش سطح حفاظت شده، سازمان به جز حفاظت ایمنی اطلاعات (بایگانی کردن مدارک، پشتیبان گیری اطلاعات)، جهت انجام فعالیت‌ها در شرایط حادثه برنامه خاصی ندارد و این موضوع از دلایل کاهش سطح حفاظت مربوط به فعالیت‌ها و در نتیجه آن افزایش ریسک خواهد بود.

قابل ذکر است در سال‌های اخیر به موضوع ایمنی در بیمارستان‌ها توجه گردیده است. بر این اساس شاخص ایمنی بیمارستان (HSI) یک روش ارزیابی سریع و به صورت کیفی بوده که جزو ابلاغیه‌های رسمی و ملی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی جهت اعتباربخشی به بیمارستان‌های دولتی کشور می‌باشد که در یکی از قسمت‌های آن به بحث حفاظت در حریق پرداخته شده است [۲۲]. با توجه به محدودیت این شاخص، انجام مطالعات تخصصی ریسک حریق، می‌تواند موجب جبران ضعف موجود در شاخص HIS گردیده و به اعتبار بخشی بیمارستان‌ها هم کمک نماید. شایان ذکر است انجام مطالعه تخصصی ارزیابی ریسک حریق در واحد ICU یکی از بیمارستان‌های شهر قزوین که تا قبل از این مطالعه انجام نشده بود از نقاط قوت این طرح می‌باشد. همچنین بررسی زیر فاکتورهای موثر در وضعیت موجود ریسک حریق از مزایای دیگر این مطالعه می‌باشد. به دلیل محدودیت‌های منابع، گسترش این مطالعه در سایر واحدها میسر نبود، امید است در فرصت‌های بعدی این مهم محقق گردد.

نتیجه‌گیری

در ریسک حریق فاکتورهایی وجود دارند که بیشترین سهم مشارکت را در نرخ ریسک دارند؛ از اینرو شناسایی و کنترل این عوامل ریشه‌ی بخصوص در فاز طراحی بیمارستان می‌تواند

به قدری موثر است که منجر به غیرقابل قبول شدن دو فاکتور فوق گردید همچنین با توجه به تاثیر گذاری فاکتور ارتفاع بر مدت زمان تخلیه افراد در شرایط اضطراری مانند حریق، اهمیت کنترل ارتفاع این واحد بیش از پیش مشخص می‌شود. مطالعات قبلی که توسط شیرالی و همکاران در سال ۱۳۹۳ انجام شد، نشان داد قرار گرفتن واحد مورد نظر در ارتفاع بالا می‌تواند امکان دسترسی تیم آتش نشانی جهت اطفاء حریق را محدود نموده و ریسک حریق را افزایش دهد [۲۰]. فاکتورهای ارتفاع و دسترسی از عناصر مهم در پیکربندی ساختمان هستند و می‌توانند سهم بسیار موثری در موفقیت آتش نشان‌ها در خاموش کردن آتش داشته باشند [۱۱]. کرد و همکاران در مطالعات خود در سال ۱۴۰۰ نشان دادند، واحدها و بخش‌هایی که در طبقه همکف قرار دارند و دارای فضای باز و دسترسی راحت به محیط خارجی هستند دارای ریسک کمتری هستند [۱۷، ۱۰].

همچنین بررسی موارد فوق الذکر نشان داد، توجه به اصل پارتو در مدیریت منابع و کنترل ریسک حریق بسیار مهم است بر اساس این اصل، ۲۰ درصد عوامل می‌توانند ۸۰ درصد نتایج را رقم بزنند و به این ترتیب عوامل کلیدی در وضعیت ریسک حریق موجود را شناسایی نمود [۲۱]. با بررسی یافته‌های موجود در جدول سه به این نتیجه می‌رسیم که در بخش ساکنین مجموع مشارکت زیر فاکتورهای موثر ۶۱/۰۹ درصد می‌باشد. اگر این مقدار را معادل ۱۰۰ درصد بگیریم، بر اساس اصل پارتو، ۸۰٪ متناظر آن برابر با مقدار ۴۸/۸۷ بوده که این مقدار حدوداً در مجموع سهم مشارکت زیر فاکتورهای گسترش حریق و ارتفاع یافت می‌شود. به دلیل اینکه در بیمارستان هر نوع حادثه از جمله حریق می‌تواند باعث وقفه در فعالیت‌های آن شود، از طرفی ایجاد وقفه کاری در تمام یا بخشی از یک بیمارستان، می‌تواند صدمات جانی برای افراد در پی داشته باشد، در نتیجه برای بیمارستان بیشترین فاکتور بستگی (۰/۸) در نظر گرفته می‌شود و باعث کاهش سطح پذیرش ریسک در چنین مکانی می‌شود. فاکتور وابستگی نشان می‌دهد یک ساختمان چقدر می‌تواند در صورت بروز حریق، همچنان به فعالیت (فرایند کاری) خود ادامه دهد. برای مثال حریق در یک انبار یک کارخانه می‌تواند باعث خسارات مالی گسترده گردد؛ اما کارخانه همچنان توانایی تولید

مصادیق طراحی بیمارستان ذاتا ایمن‌تر در نظر گرفتن واحدهای آی‌سی‌یو در طبقه همکف می‌باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله، بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد با کد اخلاق IR.QUMS.REC.1398.092 می‌باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی قزوین و همکاری مسئولین محترم بیمارستان ولایت قزوین انجام شده است که بدین وسیله تقدیر و تشکر می‌شود. همچنین از داوران محترمی که با نظرات سازنده به ارتقاء کیفی این مقاله کمک نمودند، سپاسگزاری به عمل می‌آید.

References

- 1- Ahrens M, Evarts B. Fire Loss in the United States during 2020. Massachusetts: National Fire Protection Association (NFPA); 2021.
- 2- Sarsangi V, Saberi H, Malakutikhah M, Sadeghnia M. Analyzing the Risk of Fire in a Hospital Complex by Fire Risk Assessment Method for Engineering (FRAME). International Archives of Health Sciences 2014; 1(1):13-9.
- 3- Lu S MP, Wang J, Zhang H. Safety science. Fatality and influence factors in high-casualty fires: A correspondence analysis. Safety Science 2012; 50(4):1019-33.
- 4- Mirzaee F, Kakaei H, Farasati F, Zamani N. Investigation on the safety status and preparedness of Ilam's Hospitals against disasters in 2012. Journal of Ilam University of Medical Sciences 2015; 22(7):14-23 (In Persian).
- 5- Norozi MA, Jahangiri M, Ahmadinezhad P, Zare Derisi F. Evaluation Of The Safety Conditions Of Shiraz University Of Medical Sciences Educational Hospitals Using Safety Audit Technique. Payavard Salamat 2012; 6(1):42-51 (In Persian).
- 6- Bahrani-fard, A.; Rahzani, K.; Maleki Rad, A.A.; Malekpour, M. Proposing an optimization procedure and applying management performance in health and medical emergency on preparedness of emergency department in suburb city hospitals. Preprints 2017, 2017080075. Doi: 10.20944/preprints 201708. 0075 .v1.
- 7- Hosseini Ah, Asadi S, Bornafar M. Evaluation of the structure Langrood city for passive defense planning. Journal of Geographical Sciences 2010; 15(18):129- 49 (In Persian).
- 8- Guo S. Fire risk assessment for commercial buildings based on FRAME method. Proceedings of IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2018 Oct. 26-28; Qingdao, China.
- 9- Mahdiniya M, Yarahmadi R, Jafari MJ, Koohepaie AR, Khazaei M. fire risk assessment and the effect of emergency planning on risk reduction in a hospital. Qom University of Medical Sciences 2011; 5(3):71-78 (In Persian).
- 10- Kurd H, Valipour F, Zaroushani V, Pourtaghi G, Malmir Z. Fire Pathology in a Military Hospital Using the FRAME Technique. Journal of Military Medicine 2021; 23(5):424-34 (In Persian).
- 11- De Smed E. FRAME 2008. Theoretical basis and technical reference guide. 2008. Available from: http://www.framemethod.net/indexen_html_files/FRAME2008TRG.pdf. Accessed Jul 30, 2021.
- 12- Arab MA, Khankeh HR, Mosadeghrad AM, Farrokhi M. Developing a hospital disaster risk management evaluation model. Risk Management and Healthcare Policy 2019; 12:287-96.
- 13- Sharma R, Bakshi H, Banerjee A. Fire safety hazards: How safe are our hospitals? Indian Journal of Community Medicine: Official Publication of Indian Association of Preventive & Social Medicine 2020; 45(1):104-105.
- 14- Wood MH, Hailwood M, Koutelos K. Reducing the risk of oxygen-related fires and explosions in

- hospitals treating Covid-19 patients. *Process Safety and Environmental Protection* 2021; 153:278-88.
- 15- M Shastri BA, Raghav YS, Sahadev R, Yadav BP. Analysis of fire protection facilities in hospital buildings. In: Siddiqui N, Tauseef S, Abbasi S, Rangwala AS, editors. *Engineering E. Advances in fire and process safety*. Singapore: Springer; 2018. p. 183-190.
- 16- Li S-y, Tao G, Zhang L-jJPE. Fire risk assessment of high-rise buildings based on gray-fahp mathematical model. *Procedia Engineering* 2018; 211:395-402.
- 17- Kurd H, Zaroushani V, Akbari Shahrestanaki Y, Safari Variani A. Determining factors affecting fire risk in a hospital in Qazvin, Iran. *Health in Emergencies and Disasters Quarterly* 2021; 6(2):115-22.
- 18- Hokmabadi R, Mahdinia M, Zaree R, Mirzaee M, Kahsari P. Fire risk assessment by FRAME in a hospital complex. *Journal of North Khorasan University of Medical Sciences* 2017; 9(2):173-82 (In Persian).
- 19- Bravata DM, Perkins AJ, Myers LJ, Arling G, Zhang Y, Zillich AJ, et al. Association of intensive care unit patient load and demand with mortality rates in US Department of Veterans Affairs hospitals during the COVID-19 pandemic. *JAMA Network Open* 2021; 4(1):e2034266-e66. DOI: 10.1001/jamanetworkopen. 2020.34266.
- 20- Shirali GA, Yarahmadi R, Kazemi E. Determining the risk of fire by engineering approach and provide practical protection strategies in a thermal power plant. *Iran Occupational Health* 2015; 12(5):75-82 (In Persian).
- 21- Dunford R, Su Q, Tamang E. The Pareto principle. *The Plymouth Student Scientist* 2014; 7(1):140-48.
- 22- WHO. *Hospital safety index: Guide for evaluators*. Genova: World Health Organization; 2015.