

Fire risk assessment and provision of control measures in a selected hospital in Alborz province

Received: 30 November 2024, Accepted: 22 February 2025

Narmin Hassanzadeh-Rangi^{1,2*}, Niyayesh Farsijani³, Mohammad Amin Davtalab³

¹Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran

²Research Center for Health, Safety and Environment, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran

³Member of Student Research and Technology Committee, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran

Corresponding Author:

Narmin Hassanzadeh-Rangi
 Research Center for Health, Safety
 and Environment, Alborz
 University of Medical Sciences,
 Karaj, Iran

Email:
 narminhasanzadeh@yahoo.com

How to Cite This Article:

Hassanzadeh-Rangi N, Farsijani N,
 Davtalab MA. Fire risk assessment
 and provision of control measures in
 a selected hospital in Alborz
 province. Journal of Environmental
 Health Engineering.:243-58.

DOI:

ABSTRACT

Background: Fire and explosion are the first and second main hazards in industries and services, respectively. Using fire engineering in design is only possible based on risk assessment methods. The computational of fire risk engineering evaluation (FRAME) is a comprehensive, transparent and practical method for evaluating fire risk in buildings. This study aims to assess fire risk using the FRAME method in a selected hospital in Alborz province.

Materials and Methods: This cross-sectional study was conducted in a hospital complex in Alborz province. Using this method, three different fire risk modes for buildings and their contents, occupants and activities inside the buildings were calculated for 32 hospital departments. The required data were collected through field investigation and monitoring of hospital condition, measurement of parameters, monitoring questionnaire, checklists and according to the information mentioned in the FRAME executive instructions; Then it was analyzed in FRAME software.

Results: The risk value for buildings and their contents, occupant and activities before applying control measures was estimated as 0.21, 0.75 and 0.13 respectively. Also amount of risk for buildings and their contents, occupants and activities after control measures was calculated as 0.05, 0.22 and 0.05.

Conclusion: The findings of the study show that the highest risk of fire is related to occupants, and it is necessary for the authorities to take the necessary measures in this case. Installation of automatic fire alarm and fire extinguishing systems and training can have a significant effect in reducing the risk of fire.

Keywords: Fire Risk assessment, Safety Management, Fire Prevention, Hospital

ارزیابی ریسک حریق و آرایه اقدامات کنترلی در یک بیمارستان منتخب در استان البرز

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۴

نرمین حسن‌زاده رنگی^{۱*}، نیایش فارس‌جانی^۳، محمد امین داوطلب^۲^۱ گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران^۲ مرکز تحقیقات بهداشت، ایمنی و محیط، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران^۳ عضو کمیته تحقیقات و فناوری دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

چکیده

نویسنده مسئول:

نرمین حسن‌زاده رنگی

گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار،
دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز،
کرج، ایران

ایمیل:

narminhasanzadeh@yahoo.com

نحوه استناد به این مقاله:

Hassanzadeh-Rangi N, Farsijani N, Davtala MA. Fire risk assessment and provision of control measures in a selected hospital in Alborz province. Journal of Environmental Health Engineering. :243-58.

DOI:

زمینه و هدف: آتش سوزی و انفجار به ترتیب اولین و دومین خطرات اصلی در صنایع و خدمات محسوب می‌شود. استفاده از مهندسی حریق در طراحی، تنها براساس روش‌های ارزیابی ریسک امکان پذیر می‌باشد. روش محاسباتی ارزیابی مهندسی ریسک حریق (FRAME) روشی جامع، شفاف و عملی برای ارزیابی ریسک حریق در ساختمان‌هاست. هدف از انجام این مطالعه ارزیابی ریسک حریق به روش FRAME در یک بیمارستان منتخب در استان البرز بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه بصورت مقطعی در یک مجتمع بیمارستانی در استان البرز انجام گرفت. با استفاده از این روش سه حالت مختلف ریسک حریق برای ساختمان‌ها و محتویات آنها، افراد و فعالیت‌های داخل ساختمان، برای ۳۲ بخش بیمارستان محاسبه شد. داده‌های موردنیاز از طریق بررسی میدانی و پایش شرایط بیمارستان، مستندات و اندازه‌گیری پارامترها، پرسشنامه نظارتی، چک لیست و با توجه به اطلاعات ذکر شده در دستورالعمل اجرایی FRAME جمع‌آوری گردید؛ سپس در نرم افزار FRAME مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: مقدار ریسک برای ساختمان‌ها و محتویات آنها، افراد و فعالیت‌ها قبل از اعمال اقدامات کنترلی به ترتیب برابر ۰/۲۱، ۰/۷۵ و ۰/۱۳ برآورد شد. همچنین میزان ریسک برای ساختمان‌ها و محتویات آنها، افراد و فعالیت‌ها بعد از اقدامات کنترلی ۰/۰۵، ۰/۲۲ و ۰/۰۵ محاسبه گردید.

نتیجه‌گیری: یافته‌های مطالعه نشان می‌دهد بیشترین ریسک حریق مربوط به افراد می‌باشد که لازم است مسئولین اقدامات لازم را در این مورد انجام دهند. نصب سیستم‌های اتوماتیک اعلام و اطفاء حریق و آموزش می‌تواند تاثیر قابل توجهی در کاهش ریسک حریق داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی ریسک حریق، مدیریت ایمنی، پیشگیری حریق، بیمارستان

مقدمه

برای حفظ جان بیماران و کارکنان و سایر مراجعین خاطر نشان می‌سازد و بایستی کلیه تدابیر مناسب در رابطه با رعایت اصول ایمنی و بهداشتی در کلیه بخش‌های بستری، جراحی، زایمان، بخش‌های تشخیصی تصویری، آزمایشگاه و بخش‌های پشتیبانی (مرکز استریل، لندری و انبارها) تدوین شود و جهت اجرا در دسترس کارکنان قرار گیرد.^۷ به منظور کنترل و جلوگیری از وقوع حریق و اولویت بندی اقدامات کنترلی و ارتقاء سطح آمادگی کادر درمان در بیمارستان‌ها، بهره‌گیری از روش‌های نوین ایمنی مانند تکنیک‌های مدیریت ریسک با دیدگاه ایمنی که بر پیشگیری از وقوع حادثه تاکید دارند می‌تواند ایمنی مناسب در برابر حریق را تا حدود زیادی تامین نماید و توجه به آن سبب شناسایی خطرات حریق، کاهش خطرات و تصمیم‌گیری در مورد اتخاذ اقدامات پیشگیرانه و برنامه‌های مدیریتی به منظور اطمینان از دور بودن از خطر می‌شود تا میزان حوادث حریق و خسارات در بیمارستان‌ها و بخش‌های مختلف کاهش یابد.^۸ ارزیابی ریسک حریق در یک نگاه ساماندهی شده، شامل شناسایی خطرات و منابع حریق، شناسایی افرادی در معرض، ارزیابی ریسک و تعیین کارآمدی اقدامات کنترلی فعلی، ثبت یافته‌ها، بازنگری و تجدید نظر می‌باشد.^۹ تا کنون روش‌های متعدد ارزیابی ریسک حریق ارائه شده است. یکی از این روش‌ها که توسط یک مهندس سوئسی با هدف ارزیابی ریسک حریق ساختمان ارائه شد FRAME نام دارد. این روش ارزیابی نظام‌مند ریسک حریق را بر اساس شدت ترکیب، احتمال وقوع و شدت حریق، امکان پذیر می‌سازد.^{۱۰} هدف از این مطالعه بررسی وضعیت ایمنی حریق بیمارستان و ارائه راهکارهایی به منظور ارتقاء سطح آمادگی کادر درمان در برابر حریق و کاهش خسارت‌ها و پیامدهای ناشی از آن می‌باشد که در صورت ایجاد و سازماندهی تیم مدیریت بحران در بیمارستان میتوان تا حد نسبتاً زیادی ریسک حریق را کاهش داد.^{۱۱}

ایمنی در برابر آتش، به عنوان یک مفهوم، در همه زمینه‌ها گسترده شده است. این می‌تواند بر طراحی و ظاهر ساختمان، سرمایه و هزینه‌های جاری آن، عملکرد روزانه آن و مهم‌تر از همه جامعه یا تجارتي که در آن خدمت می‌کند تأثیر بگذارد.^۱ ارزیابی خطر آتش‌سوزی یکی از شاخه‌های مهم ایمنی در علوم آتش‌نشانی است.^۲ از اواسط قرن نوزدهم علم حفاظت در برابر حریق با هدف پیشگیری از وقوع حریق و محدود ساختن خسارت‌های ناشی از آن وارد صنایع مختلف شد. پس از پایان جنگ جهانی دوم پیشرفت چشمگیری در زمینه تدوین استانداردها و آیین‌نامه‌های اجرایی حریق ایجاد گردید.^۳ آمارها نشان می‌دهد قریب به ۷۵-۸۰ درصد آتش‌سوزی‌ها قابل پیش‌بینی و پیشگیری است. به گارگیری روش‌های مناسب ارزیابی ریسک، اقدامات فنی و مدیریتی لازم جهت کنترل یا به حداقل رساندن احتمال وقوع حریق و کاهش اثرات آن‌ها می‌تواند خسارت‌های مختلف حریق را کاهش دهد.^۴ بر اساس آمارهای جهانی، سالانه هزاران مورد حریق در سراسر جهان رخ می‌دهد که منجر به تلفات جانی و خسارات مالی بسیاری می‌شود. بیمارستان‌ها مکان‌های پیچیده‌ای متشکل از تعداد زیادی کارمند، بیمار، مبلمان و تجهیزات بوده که در مواجهه با انواع خطرات و بیماری‌ها هستند. وقوع آتش‌سوزی در بیمارستان‌ها و مراکز پزشکی-درمانی به دلیل وجود بیماران ناتوان و تجهیزات گران‌قیمت، اهمیت دوچندانی دارد. گزارش‌ها نشان می‌دهند که در سال‌های اخیر، تعداد حوادث حریق در بیمارستان‌ها به طرز نگران‌کننده‌ای افزایش یافته است.^۵ پیامدهای این حوادث شامل آسیب‌های جدی به بیماران، تأخیر در ارائه خدمات پزشکی، و ایجاد بحران‌های روانی برای پرسنل و خانواده‌های بیماران است.^۶ وجود مواد قابل اشتعال، گازها طبی، اشعه‌های یونیزان مثل α و β و غیریونیزان مثل پرتو فرابنفش، مواد رادیواکتیو، مواد شیمیایی و میکروارگانیسم‌های بیماریزا در بیمارستان‌ها، مراقبت‌های مداوم و جدی دقیقی را در رابطه با مسائل بهداشتی و ایمنی

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر یک مطالعه توصیفی-تحلیلی بوده که در نیمه دوم سال ۱۴۰۱ در یک بیمارستان منتخب در استان البرز انجام شده است. در ابتدا یک بررسی میدانی و کلی از بخش‌های بیمارستان در ساختمان پورسینا، رازی، ساختمان بستری شماره ۱ و غیره صورت گرفت. کلیه واحدها و فضاهای این ساختمان‌های بیمارستان از جمله آزمایشگاه‌ها، انبارها، واحدهای تأسیساتی، اتاق‌های بستری، بخش تصویربرداری و غیره جزء واحدهای مطالعه بوده است. سپس به بررسی و پایش شرایط محل مورد مطالعه از لحاظ

تجهیزات ایمنی حریق پرداخته شد و میزان امکانات و بار حریق مورد بررسی قرار گرفت. در ارزیابی ریسک حریق در بیمارستان نیازمند داده‌های کافی و مستندات از فضای مورد ارزیابی بودیم تا سطح ریسک مشخص گردد. جهت جمع آوری داده‌های مورد نیاز، پرسشنامه و چک لیست با توجه به اطلاعات مورد نیاز در دستورالعمل اجرایی روش FRAME تدوین گردید. اطلاعات مورد نیاز در سه حیطه مرتبط با ساختمان و محتوای آن، فعالیت‌ها و ساکنین به شرح جدول شماره (۱) می‌باشد.

جدول شماره ۱ - لیست اطلاعات مورد نیاز برای تعیین ریسک بالقوه (P)، سطح پذیرش (A) و سطح حفاظت (D)

توضیحات	داده‌ها	توضیحات	داده‌ها
ذخیره آب	W	بارحریق	Q
حفاظت نرمال	n	فاکتور گسترش	I
فاکتور فرار	U	فاکتور مساحت	G
حفاظت ویژه	s	فاکتور سطح	E
تحمل حریق	f	فاکتور تخلیه	V
فاکتور محیط	r	فاکتور دستیابی	Z
فاکتور وابستگی	d	فاکتور فعالی	A
فاکتور بازیافت	Y	فاکتور زمان تخلیه	T
فاکتور حفاظت طبیعی	N	فاکتور مقدار(حجم)	C

حریق، فراهم نمودن سامانه‌ی اطفای حریق دستی و خودکار، تجهیزات عمومی و اختصاصی برای خاموش کننده‌ی حریق، جداسازی فیزیکی برای ریسک و بازیافت می‌باشد تعریف شد؛ در این مطالعه، هر بخش به صورت جداگانه محاسبه گردید. با توجه به قابلیت نرم افزار اکسل، هر سه پارامتر تا سطح ریسک کلی حریق (R) مطابق جدول شماره (۲) مورد بررسی قرار گرفت.

جهت محاسبه ریسک کلی حریق برای ساختمان و محتویات آن، افراد و فعالیت‌ها با توجه به قابلیت نرم افزار اکسل، سه عامل ریسک بالقوه، سطح پذیرش ریسک و سطح حفاظت به صورت جداگانه محاسبه گردید. عامل P معرف پتانسیل ریسک بالقوه بود. در سطح ریسک قابل قبول A، سطح تماس با عناصری شامل منبع احتراق، مقدار و اهمیت اقتصادی اندازه‌گیری و تعریف شدند. عامل تاثیر گذار در سطح حفاظتی D که ترکیبی از عناصر حفاظتی مختلف مانند حفاظت ساختمان، روش‌های تشخیص و اعلام اطفای

جدول شماره ۲- معادلات و تعاریف چهار فرمول پایه‌ای در ارزیابی ریسک حریق با نرم‌افزار FRAME

فعالیت‌ها	افراد	ساختمان و تجهیزات
فرمول محاسباتی ریسک حریق (R)		
$R2 = \frac{P2}{A2 \times D2}$	$R1 = \frac{P1}{A1 \times D1}$	$R = \frac{P}{A \times D}$
فرمول محاسباتی پتانسیل ریسک (P)		
$P2 = q \times i \times g \times e \times v \times z$	$P1 = q \times i \times g \times e \times v \times z$	$P = q \times i \times g \times e \times v \times z$
فرمول محاسباتی سطح پذیرش ریسک (A)		
$A2 = 1.6 - a - t - d$	$A1 = 1.6 - a - t - r$	$A = 1.6 - a - t - c$
فرمول محاسباتی سطح حفاظتی (D)		
$D2 = W \times N \times S \times Y$	$D1 = N \times U$	$D = W \times N \times S \times F$

پتانسیل ریسک بالقوه (P) سپس ریسک قابل قبول (A) و سطح حفاظتی (D) برای ساختمان، افراد و فعالیت‌ها با استفاده از چک لیست موجود (سوالات) و داده‌های استاندارد مربوطه محاسبه گردید.

یافته‌ها

پایش‌های میدانی نشان داد که در هیچ کدام از بخش‌های مورد بررسی سیستم اطفای حریق خودکار وجود ندارد؛ تنها سایر سیستم‌های حفاظتی از قبیل شیلنگ آتش نشانی، کپسول اطفاء حریق و تنها در برخی بخش‌ها دتکتور حرارتی تعبیه شده بود؛ هیچ راه خروج اضطراری واضح و اقدامی برای شرایط اضطراری وقوع حریق پیش بینی نشده بود، آموزش کافی و مناسب به کارکنان بیمارستان و دیگر کارمندان حاضر در برخی واحدهای مرتبط در زمینه نحوه عملکرد در زمان وقوع حریق داده نشده بود. در این مطالعه تعداد ۳۲ بخش مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج مربوط به تعیین فاکتور ریسک بالقوه، فاکتور پذیرش ریسک، فاکتور سطح حفاظت در جدول (۳) آمده است.

یکی از اصول اصلی در این روش این است که در یک ساختمان با درجه محافظت کافی باید توازن مناسبی بین اقدامات حفاظتی و کنترلی وجود داشته باشد. با توجه به اینکه این روش ارزیابی کمی بوده و نتایج به صورت عدد ارائه می‌شود، می‌توان گفت زمانی که ارزش هر دو باهم برابر یا اینکه نسبتی از تهدید به محافظت (به طور تقریبی برابر یا کمتر از ۱) باشد نشان دهنده این است اقدامات حفاظتی در وضعیت برابر یا بالاتر از ریسک بالقوه موجود می‌باشد و در نتیجه سطح ریسک قابل قبول و مطلوب می‌باشد. اگر این نسبت به سمت صفر نزدیک شود ($I \geq R$) نشان می‌دهد بخش مورد مطالعه از لحاظ ایمنی حریق دارای وضعیت مطلوب‌تری می‌باشد. همچنین، مقادیر بالاتر ($R > 1$) نشان می‌دهد وضعیت حفاظت و اقدامات ایمنی در مقایسه با سطح ریسک از کارایی و کفایت لازم برخوردار نمی‌باشند و سطح ریسک برای ساختمان قابل تحمل نخواهد بود. به عبارتی حریق ساختمان در وضعیت نامطلوب‌تری می‌باشد. بر اساس فایل اکسل روش FRAME در ابتدا سطح

جدول شماره ۳- فاکتور ریسک بالقوه، فاکتور پذیرش ریسک و فاکتور سطح حفاظت برای بخش‌های مختلف بیمارستان

فاکتور سطح حفاظت	فاکتور پذیرش ریسک	فاکتور ریسک بالقوه	بخش	
۳/۰۰	۰/۵۳	۰/۳۹	ساختمان و تجهیزات	CCU1
۲/۶۱	۰/۳۷	۱/۱۶	افراد	
۳/۸۳	۰/۳۰	۰/۲۸	فعالیت‌ها	
۰/۸۸	۱/۰۱	۰/۶۵	ساختمان و تجهیزات	CCU2
۱/۵۹	۰/۵۱	۱/۹۴	افراد	
۱/۲۸	۰/۷	۰/۴	فعالیت‌ها	
۲/۶	۰/۸۵	۰/۴۸	ساختمان و تجهیزات	آنژیوگرافی
۳/۶۸	۰/۷۵	۱/۷۵	افراد	
۲/۷	۰/۶۰	۰/۳۵	فعالیت‌ها	
۲/۰۵	۰/۷۵	۰/۳۹	ساختمان و تجهیزات	آزمایشگاه
۲/۹۱	۰/۲۵	۱/۴۹	افراد	
۲/۰۳	۰/۵	۰/۲۴	فعالیت‌ها	
۰/۹۱	۵/۳	۰/۴	ساختمان و تجهیزات	پذیرش اورژانس
۱/۷۶	۵/۱	۱/۳۵	افراد	
۱/۷	۰/۷	۰/۲۹	فعالیت‌ها	
۱/۳۱	۱/۰۵	۰/۲۶	ساختمان و تجهیزات	اتاق CPR
۲/۷۳	۰/۹	۱/۴	افراد	
۱/۸۲	۱/۰۰	۰/۱۹	فعالیت‌ها	
۰/۴۵	۰/۷۸	۰/۵۲	ساختمان و تجهیزات	تاسیسات
۱/۴۴	۰/۲۸	۱/۹۱	افراد	
۰/۴۵	۰/۷۰	۰/۳۲	فعالیت‌ها	

۱/۶۷	۰/۹۷	۰/۶۱	ساختمان و تجهیزات	دیالیز
۲/۳۷	۰/۶۷	۱/۵۱	افراد	
۲/۱۳	۰/۴۰	۰/۴۳	فعالیت‌ها	
۱/۴۰	۱/۲۴	۰/۱۵	ساختمان و تجهیزات	اتاق پزشک ۱
۱/۷۷	۱/۰۹	۱/۲۶	افراد	
۳/۲۸	۱/۰۰	۰/۱۰	فعالیت‌ها	
۲/۶۳	۰/۸۵	۰/۵۳	ساختمان و تجهیزات	الکتروفیزیولوژی
۴/۰۵	۰/۷۵	۱/۹۵	افراد	
۲/۷۰	۰/۶	۰/۳۹	فعالیت‌ها	
۱/۹۴	۱/۱۸	۰/۲۷	ساختمان و تجهیزات	ICU1
۲/۳۸	۰/۹۸	۱/۱۵	افراد	
۲/۷۲	۰/۸۰	۰/۱۹	فعالیت‌ها	
۱/۱۹	۱/۰۶	۰/۶۵	ساختمان و تجهیزات	ICU3
۱/۸۷	۰/۵۶	۱/۶۲	افراد	
۱/۷۵	۰/۷۰	۰/۴۶	فعالیت‌ها	
۳/۴۴	۰/۹۵	۰/۲۷	ساختمان و تجهیزات	پذیرش تصویربرداری
۴/۵۲	۰/۸۰	۲/۰۴	افراد	
۳/۵۱	۰/۵۰	۰/۱۹	فعالیت‌ها	
۱/۴۰	۱/۲	۰/۲۲	ساختمان و تجهیزات	تزریقات
۱/۷۷	۱/۰۵	۱/۲۱	افراد	
۳/۲۸	۱/۰۰	۰/۱۵	فعالیت‌ها	
۱/۶۰	۰/۸۵	۰/۲۷	ساختمان و تجهیزات	نورولوژی مردان
۲/۷۶	۰/۴۵	۱/۰۳	افراد	
۲/۸۵	۰/۶۰	۰/۱۹	فعالیت‌ها	

۳/۱۰	۰/۹۵	۰/۲۱	ساختمان و تجهیزات	MRI
۴/۱۰	۰/۸۰	۲/۰۴	افراد	
۳/۸۵	۰/۵۰	۰/۱۵	فعالیتها	
۳/۱۹	۰/۴۵	۰/۲۴	ساختمان و تجهیزات	پست CCU
۲/۶۱	۰/۳۵	۱/۲۰	افراد	
۴/۲۳	۰/۲۰	۰/۱۸	فعالیتها	
۱/۶۰	۰/۸۵	۰/۲۷	ساختمان و تجهیزات	نورولوژی زنان
۲/۷۶	۰/۴۵	۱/۰۳	افراد	
۲/۵۸	۰/۶۰	۰/۱۹	فعالیتها	
۳/۴۴	۰/۹۵	۰/۱۸	ساختمان و تجهیزات	
۴/۵۲	۰/۸۰	۱/۷۲	افراد	راديوگرافي
۳/۵۱	۰/۵۰	۰/۱۳	فعالیتها	
۲/۰۵	۰/۸۵	۰/۴۳	ساختمان و تجهیزات	
۳/۵۰	۰/۴۵	۱/۴۲	افراد	پذيرش ساختمان رازی
۳/۱۵	۰/۶۰	۰/۳۰	فعالیتها	
۱/۹۱	۰/۹۵	۰/۲۷	ساختمان و تجهیزات	
۳/۱۶	۰/۵۵	۱/۷۴	افراد	پذيرش آزمایشگاه
۳/۱۱	۰/۷۰	۰/۱۷	فعالیتها	
۱/۴۰	۰/۷۵	۰/۱۶	ساختمان و تجهیزات	
۲/۹۰	۰/۴۵	۲/۶۳	افراد	انبار کپسول ۱
۱/۳۵	۱/۰۰	۰/۰۸	فعالیتها	
۲/۲۶	۱/۰۵	۰/۴۷	ساختمان و تجهیزات	
۳/۲۱	۰/۶۵	۲/۰۳	افراد	انبار کپسول ۲
۳/۵۱	۱/۳۰	۰/۲۵	فعالیتها	

۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۳۰	ساختمان و تجهیزات	انبار ضایعات
۰/۷۱	۰/۷۱	۱/۴۱	افراد	
۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۱۷	فعالیت‌ها	
۰/۶۴	۱/۲۷	۰/۰۳	ساختمان و تجهیزات	نوار مغز
۱/۶۰	۰/۷۷	۰/۵۴	افراد	
۱/۰۵	۰/۵۰	۰/۰۲	فعالیت‌ها	
۰/۹۹	۱/۲۴	۰/۱۲	ساختمان و تجهیزات	سونوگرافی داپلر
۲/۲۴	۹۴/۰	۱/۲۷	افراد	
۲/۲۶	۱/۰۵	۰/۴۷	ساختمان و تجهیزات	
۰/۹۴	۱/۲۶	۰/۱۷	ساختمان و تجهیزات	اتاق MS سرپایی
۲/۲۴	۰/۷۶	۲/۱۴	افراد	
۰/۹۴	۱/۰۰	۰/۱۲	فعالیت‌ها	
۰/۹۹	۱/۲۶	۰/۱۰	ساختمان و تجهیزات	نوار عضله و مغز
۲/۲۴	۰/۷۶	۱/۲۲	افراد	
۰/۹۴	۱/۰۰	۰/۰۷	فعالیت‌ها	
۰/۰۷	۰/۹۱	۰/۱۰	ساختمان و تجهیزات	آندوسکوپی و کلونوسکوپی
۱/۰۰	۰/۹۴	۱/۲۴	افراد	
۱/۵۳	۱/۶۷	۰/۹۹	فعالیت‌ها	
۰/۹۹	۱/۲۶	۰/۰۸	ساختمان و تجهیزات	اکوکاردیوگرافی
۲/۲۴	۰/۹۶	۱/۰۴	افراد	
۰/۹۴	۱/۰۰	۰/۰۶	فعالیت‌ها	
۲/۷۵	۰/۹۵	۰/۶۸	ساختمان و تجهیزات	اورژانس
۴/۷۴	۰/۸۰	۱/۴۹	افراد	

۳/۰۳	۱/۰۰	۰/۴۸	فعالیت‌ها	سی تی اسکن
۳/۱	۰/۹۵	۰/۲۰	ساختمان و تجهیزات	
۴/۱	۰/۸۰	۲/۰۴	افراد	
۳/۸۵	۰/۵۰	۰/۱۴	فعالیت‌ها	

می‌باشد. به همین ترتیب بیشترین سطح ریسک بالقوه برای فعالیت‌ها در بخش آندوسکوپی و کلونوسکوپی (۰/۹۹) و کمترین سطح ریسک بالقوه در اتاق نوار مغز (۰/۰۲) می‌باشد. بیشترین سطح حفاظت برای فعالیت‌ها مربوط به بخش‌های پست سی سی یو (۰/۴۵) و کمترین سطح برای بخش تاسیسات (۴/۲۳) می‌باشد. جدول شماره (۴)، ریسک حریق را به تفکیک ساختمان‌ها، افراد و فعالیت‌ها قبل از ارائه اقدامات کنترلی در همه بخش‌های مورد مطالعه و درصد کاهش ریسک حریق را برای هر کدام به تفکیک نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که نصب سیستم‌های خاموش کننده خودکار و مشخص نمودن راه‌های خروجی اضطراری و... در بیمارستان موجب کاهش ریسک برای ساختمان‌ها (R) به میزان ۰/۲۴، برای ساکنان (R₁) برابر ۱/۰۲ و برای فعالیت‌های انجام شده (R₂) در ساختمان ۰/۱۸ بود.

جدول شماره (۳) نشان می‌دهد که بیشترین سطح ریسک بالقوه (پتانسیل تهدید) برای افراد در بخش انبار کپسول ۱ (۲/۶۳) در کنار ساختمان بستری شماره یک می‌باشد. همچنین، کمترین سطح ریسک بالقوه برای افراد در اتاق نوار مغز (۰/۵۳) می‌باشد. از طرفی هر چه سطح حفاظت بیشتر باشد احتمال کاهش ریسک حریق افزایش می‌یابد که با توجه به جدول ۲ بیشترین سطح حفاظت برای افراد مربوط به بخش اورژانس (۴/۷۴) و کمترین برای بخش انبار ضایعات (۰/۷۱) می‌باشد. همچنین بیشترین سطح ریسک بالقوه برای ساختمان در بخش اورژانس (۰/۶۸) و کمترین سطح ریسک بالقوه در اتاق نوار مغز (۰/۰۳) می‌باشد. بیشترین سطح حفاظت برای ساختمان مربوط به بخش‌های پذیرش تصویربرداری و رادیوگرافی (۳/۴۴) و کمترین برای بخش آندوسکوپی و کلونوسکوپی (۰/۰۷)

جدول شماره ۴- نتایج ریسک حریق به تفکیک ساختمان، محتویات، کارکنان قبل و بعد از اقدامات کنترلی

میزان ریسک بعد از اقدامات کنترلی			میزان ریسک قبل از اقدامات کنترلی			بخش
R2	R1	R	R2	R1	R	
۰/۱۸	۰/۵۷	۰/۱۳	۰/۲۴	۱/۱۹	۰/۲۵	CCU1
۰/۱۷	۱/۹۸	۰/۲۸	۰/۴۵	۲/۴۱	۰/۷۴	CCU2
۰/۱۳	۰/۵۴	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۶۳	۰/۲۱	آنژیوگرافی
۰/۱۳	۱	۰/۱	۰/۲۴	۲/۰۳	۰/۲۵	آزمایشگاه
۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۰۸	پذیرش اورژانس
۰/۰۵	۰/۶	۰/۰۹	۰/۱	۰/۵۷	۰/۱۹	اتاق CPR
۰/۳۴	۱/۷۸	۰/۵۵	۱/۰۱	۴/۷	۱/۴۹	تاسیسات

۰/۰۶	۰/۴۹	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۶۲	۰/۰۷	سی تی اسکن
۰/۱۹	۰/۷۹	۰/۱۶	۰/۵۱	۰/۹۵	۰/۳۸	دیالیز
۰/۰۱	۰/۵۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۶۵	۰/۰۸	اتاق پزشک ۱
۰/۲۲	۰/۷۳	۰/۱۵	۰/۲۴	۰/۶۴	۰/۲۴	الکتروفیزیولوژی
۰/۱۳	۰/۳۴	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۳۹	۰/۲۶	اورژانس
۰/۰۴	۰/۴۱	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۴۹	۰/۱۲	ICU1
۰/۱۳	۱/۲۸	۰/۱۷	۰/۳۸	۱/۵۲	۰/۵۲	ICU3
۰/۰۸	۰/۲۴	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۵۶	۰/۰۸	پذیرش تصویربرداری
۰/۰۲	۰/۵۴	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۶۵	۰/۱۳	تزریقات
۰/۰۷	۰/۴۱	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۸۳	۰/۲	نورولوژی مردان
۰/۰۷	۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۸۳	۰/۲	نورولوژی زنان
۰/۰۴	۰/۴۹	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۶۳	۰/۰۷	MRA
۰/۱۵	۰/۵۸	۰/۰۸	۰/۲۱	۱/۳	۰/۱۷	پست CCU
۰/۰۶	۰/۲	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۴۷	۰/۰۵	رادیوگرافی
۰/۰۹	۰/۶۹	۰/۱	۰/۱۶	۰/۹	۰/۲۴	پذیرش ساختمان رازی
۰/۰۷	۰/۶۴	۰/۰۸	۰/۰۸	۱	۰/۱۵	پذیرش آزمایشگاه
۰/۶۶	۰/۷	۰/۰۳	۰/۰۶	۲	۰/۱۵	انبار کپسول ۱
۰/۰۴	۰/۴۴	۰/۰۸	۰/۰۵	۱/۱	۰/۲	انبار کپسول ۲
۰/۱۲	۱/۱۲	۰/۱۲	۰/۳۴	۱/۳۶	۰/۶۹	انبار ضایعات
۰/۰۲	۰/۳۶	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۴۴	۰/۰۴	نوار مغز
۰/۰۳	۰/۶۳	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۶۰	۰/۱	سونوگرافی داپلر
۰/۰۴	۰/۵۰	۰/۰۳	۰/۱۳	۱/۲۶	۰/۱۴	اتاق MS سرپایی
۰/۰۲	۰/۲۸	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۷۲	۰/۰۸	نوارعضله و مغز
۰/۰۳	۰/۶۱	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۵۸	۰/۰۸	آندوسکوپی و کلونوسکوپی
۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۴۸	۰/۰۷	اکوکاردیوگرافی
R2: ریسک فعالیت‌ها		R1: ریسک افراد			R: ریسک ساختمان و تجهیزات	

کپسول ۲ (۱/۱)، سی سی یو ۱ (۱/۱۹)، اتاق MS سرپایی (۱/۲۶)، پست سی سی یو (۱/۳)، انبار ضایعات (۱/۳۶)، سی سی یو ۳ (۱/۵۵)، انبار کپسول ۱ (۲)، آزمایشگاه (۲/۰۳)، سی سی یو ۲ (۰/۴۱) و تاسیسات (۴/۷) می باشد و کمترین

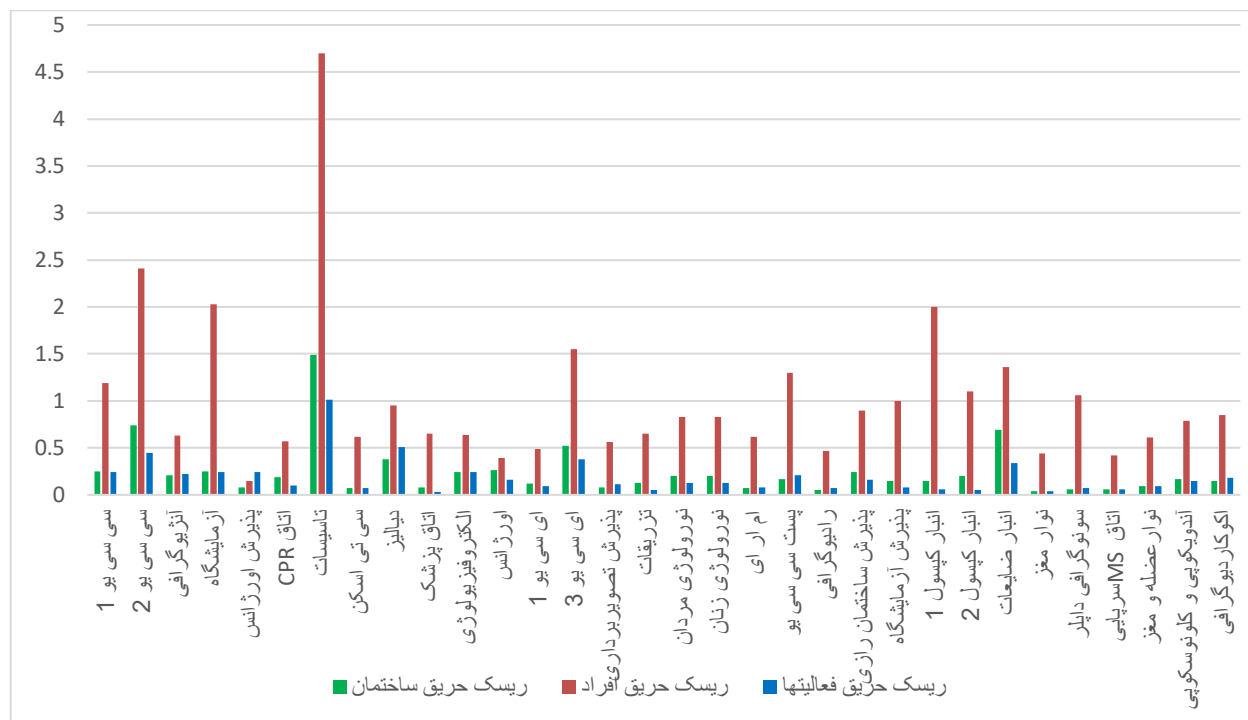
با توجه به جدول شماره (۴) بیشترین میزان ریسک حریق برای ساختمان‌ها و فعالیت‌ها در واحد تاسیسات (R=۱/۴۹ و R2=۱/۰۱) می‌باشد. همچنین بیشترین میزان ریسک حریق برای بیماران و کارکنان در بخش‌های انبار

آزمایشگاه در این مطالعه نیز نزدیک به حد مورد نظر در روش FRAME می باشد. به همین منظور اقدامات کنترلی مربوط به کاهش ریسک ارائه می گردد. نمودارهای شماره ۱ و ۲ نشان دهنده میزان ریسک حریق قبل از ارائه و پیشنهادات اقدامات کنترلی (سیستم های اطفاء و اعلام حریق خودکار و غیره) می باشند.

نمودار ۱ نمایانگر عدد ریسک حریق برای افراد، فعالیت ها و ساختمان ها در واحدهای مشخص قبل از ارائه اقدامات کنترلی می باشد که مقدار این عدد میتواند بیشتر یا کمتر از یک باشد ($R < 1$ و $R > 1$) که کمتر از یک بودن آن بیان کننده مطلوب بودن ریسک حریق ساختمان، افراد و فعالیت ها برای سایر واحدهای مورد مطالعه می باشد.

میزان ریسک حریق برای ساختمان ها مربوط به بخش نوار مغز ($R=0/04$)، افراد در بخش پذیرش اورژانس ($0/15$) $R_1=$ و برای فعالیت ها در بخش درمانگاه، اتاق پزشک $R_2=$ ($0/03$) می باشند. مبنی بر این اطلاعات بیشترین ریسک حریق کلی در واحد تاسیسات ($2/4$) و بخش CCU2 ($1/2$) که به علت طراحی نامناسب در، پنجره و ارتفاع اتاق ها، کمبود فضا، عدم وجود خروجی اضطراری، فقدان سیستم اطفاء و اعلام حریق خودکار، مجاورت با انبارهای کپسول با ریسک حریق بالا برای واحد تاسیسات و حوادث گذشته آتش سوزی انبار ضایعات برای ساکنان، فعالیت ها و ساختمان می باشد.

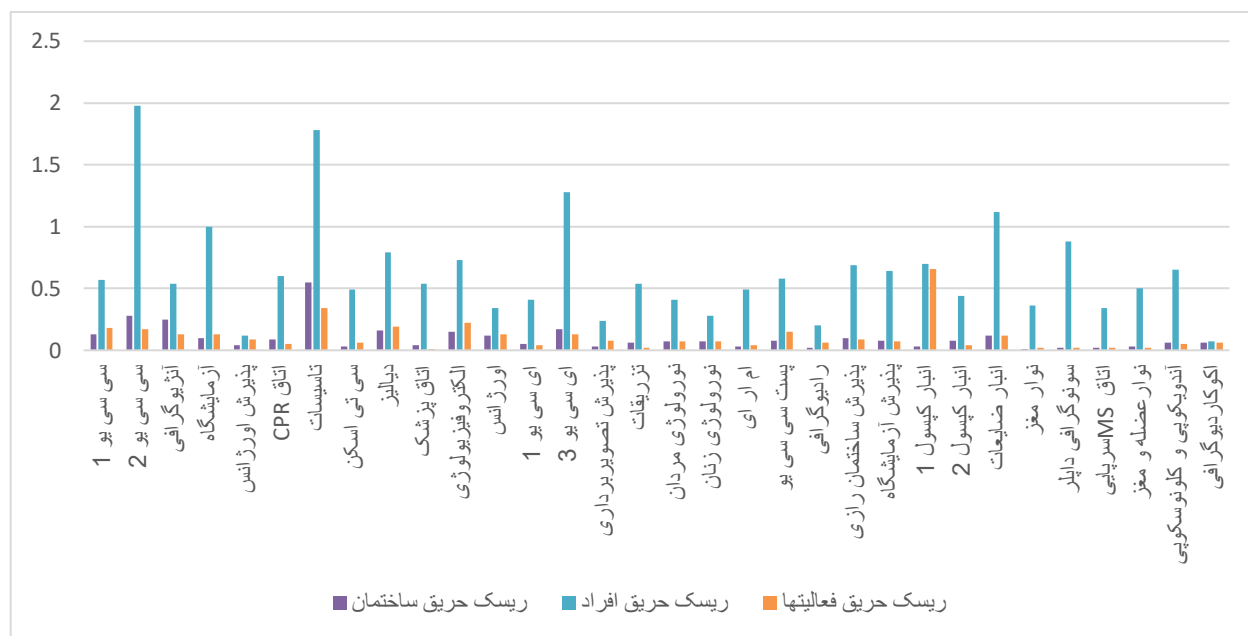
به طور کلی ریسک حریق مربوط به تمام بخش ها به جز واحد تاسیسات و CCU2، کمتر از ۱ بوده (به ویژه در پذیرش اورژانس) و ریسک حریق قابل قبول و مطلوب است. بایستی توجه داشت که ریسک حریق مربوط به بخش



نمودار شماره ۱- ریسک حریق ساختمان، کارکنان و فعالیت به تفکیک بخش های بیمارستان قبل از اقدامات کنترلی

نمودار ۲ نمایانگر عدد ریسک حریق برای افراد فعالیت ها و ساختمان ها در واحدهای مشخص بعد از ارائه اقدامات کنترلی می باشد که نشان می دهد با انجام این اقدامات

میزان ریسک حریق برای افراد، فعالیت ها و ساختمان ها در واحدهای مشخص بعد از ارائه اقدامات کنترلی می باشد که نشان می دهد با انجام این اقدامات



نمودار شماره ۲- ریسک حریق ساختمان، کارکنان و فعالیت به تفکیک بخش های بیمارستان بعد از اقدامات کنترلی

بحث

یافته‌های این مطالعه نشان داد که بیشترین سطح ریسک برای افراد برای واحد تاسیسات است. همچنین ریسک حریق برای افراد در اکثر واحدها بیشتر از ۱ می‌باشد. در مطالعه رجبعلی حکم‌آبادی و همکاران (۲۰۱۷) که در بیمارستان امام علی (ع) دانشگاه علوم پزشکی خراسان انجام گرفت نیز یکی بیشترین ریسک‌های حریق متعلق به واحد تاسیسات بود، همچنین در این مطالعه عدد ریسک افراد در تمام بخش‌های بیمارستان بیشتر از ۱ بود. نتایج بدست آمده از این مطالعه تا حدودی با نتایج رجبعلی حکم‌آبادی و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت داشت^{۱۳}.

کمترین سطح پذیرش ریسک مربوط به آزمایشگاه بوده است؛ از این جهت که مواد شیمیایی متنوع تر و به مقدار بیشتر در این آزمایشگاه‌ها وجود داشت که ذخیره و نگهداری آنها به روش ایمن صورت نمی‌گرفت؛ درحالی که کمدهای مخصوص مواد شیمیایی برای آنها لازم است تا هم در مقابل حریق مقاوم باشند و هم به سبب وجود تهویه مناسب کمدها، مانع تجمع بخارات شیمیایی شده و از بروز حریق جلوگیری شود. در مطالعه مشابه، مهدی نیا و همکاران (۲۰۱۱) بیشترین مقادیر ریسک بالقوه مربوط به

یافته‌های این پژوهش نشان داد که نبود سیستم اعلام و اطفای حریق خودکار در برخی از بخش‌ها، ریسک حریق را بالا برده و از طرفی برخی بخش‌ها با ریسک بالا در سطح همکف قرار داشتند؛ در نتیجه فرایند امداد و نجات و نیز اطفای حریق، در صورت بروز خطرات و آتش سوزی، با مشکل کمتری مواجه خواهد شد. با توجه به این نکته که وجود هر نوع سیستم اطفای حریق به عنوان عاملی مؤثر در کنترل حریق مورد بررسی قرار گرفت، فقدان سیستم اعلام و اطفای حریق خودکار و فایر باکس یک نقص تلقی شد و ریسک حریق در برخی بخش‌ها به ویژه ساختمان رازی به علت فقدان فایر باکس بالا می‌باشد. رضایی و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیق خود با استفاده از روش FRAME ریسک حریق در هتل را بررسی کردند و دریافتند که بیشترین ریسک بالقوه برای طبقات زیرین هتل بوده است؛ همچنین آنها از جمله دلیل افزایش ریسک حریق در هتل را، فقدان سیستم اطفای حریق خودکار و فایر باکس و ناکافی بودن تعداد خاموش کننده‌های دستی بر شماردند^{۱۴}.

بخش های CCU، داخلی مردان و طبقه اول ساختمان دیالیز و کمترین مقدار سطح پذیرش ریسک متعلق به طبقه اول بخش دیالیز بود^{۱۴}. همچنین با توجه به سطح ریسک محاسبه شده برای افراد به دلیل عدم شرایط ایمن دیگر بخش ها و ساختمان، در زمان بروز حریق کارایی تجهیزات حفاظتی همه بخش ها قابل قبول نیست. این یافته با نتایج مطالعه مهدی نیا و همکاران تا حدودی همخوانی داشته است.

یافته ها نشان داد که بیشترین مقدار ریسک حریق ساختمان و محتویات مربوط به بخش هایی است که مواد شیمیایی در آنها به صورت روزانه استفاده می شود. در این صورت، توصیه می گردد با اتخاذ راه کارهای ایمن برای ذخیره و نگهداری مواد شیمیایی، افزایش فضای خدمات رسانی به بیماران در واحد تاسیسات و غیره ریسک حریق را تا سطح قابل قبولی کاهش دهند. به این منظور باید جهت کاهش ریسک حریق یا افزایش سطح پذیرش، اقدامات اساسی و کنترلی صورت گیرد تا ریسک حریق به سطح قابل پذیرش کاهش یابد. برای تأمین اقداماتی که سطح ریسک را به سطح قابل قبول برساند، مقرون به صرفه بودن اقدامات نیز حائز اهمیت است. از آنجا که در برخی از بخش های مورد بررسی، سیستم اطفای حریق خودکار، شیلنگ آتش نشانی و همچنین راه های خروج اضطراری در مواقع ضروری در نظر گرفته نشده است ریسک حریق در بخش ها زیاد و کارایی تأسیسات حفاظتی کم است. در مطالعه پوررضا و همکاران (۲۰۰۶) که در بخش های آزمایشگاه و رادیولوژی بیمارستان های دانشگاه علوم پزشکی گیلان انجام شد، فقط در ۱۷ درصد از آزمایشگاه ها سیستم اعلام خطر وجود داشت و امکانات اطفای حریق مناسب بود. نتایج این پژوهش نشان داد علت نارسایی حفاظت و ایمنی مسائلی همچون نبود راه های خروج اضطراری، سیستم اعلام خطر، عدم آموزش کارکنان و نبود سیستم اطفای حریق است^{۱۵}.

در نهایت با توجه به ارزیابی های انجام شده، ریسک به دست آمده برای افراد در یک سوم بخش ها غیرقابل پذیرش بود. نظر به اهمیت حفظ ایمنی افراد می توان با راهکارهای

کنترلی و تجهیزات مناسب این ریسک را کاهش داد و جزو اولویت برنامه های ایمنی قرار داد. در واقع با وجود طرح مشخص امداد، نجات و مراقبت در هر بخش موجب شده که سطح حفاظت افراد در برابر حریق افزایش یافته و در صورت وقوع حریق در بخش ها پرسنل و بیماران در زمان کوتاه تری بتوانند از محدوده حریق خارج شوند تا تعداد و میزان صدمات جانی ناشی از حریق کاهش یابد و نیز موجب کاهش شدت پیامد ناشی از حریق و در نتیجه کاهش ریسک حریق برای افراد خواهد شد. بنابراین بایستی با پیشبینی محل مناسب برای انجام اقدامات درمانی در زمان وقوع حوادث، احتمال به خطر افتادن جان بیماران تحت درمان را کاهش داد. نتایج مطالعه حلوانی و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که آزمایشگاه های دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد خطرات فراوانی دارد و احتمال وقوع رویدادهای مخرب با پیامدهای وخیم در آنها زیاد است؛ لذا با توجه به زیاد بودن ریسک رویدادها لازم است در کوتاه مدت اقدامات مدیریتی در این خصوص به عمل آید^{۱۶}.

از سوی دیگر به دلیل ارزش اقتصادی زیاد تجهیزات بیمارستانی، تلاش در جهت مدیریت ریسک های موجود حائز اهمیت است. همچنین جهت کاهش حوادث انسانی در صورت بروز حریق، توصیه می شود راه های خروج اضطراری مناسب و کافی در نظر گرفته شده و در زمینه اطفای حریق آموزش های لازم و کافی به کارکنان داده شود تا توانمندی های آنها در این امر افزایش یابد. توصیه دیگر تجهیز کردن بخش ها به سیستم اعلام و اطفای حریق خودکار است. بنابر حوادث سابق در واحد انبار ضایعات بیمارستان منتخب باید توجه داشت با وجود قرارگیری سطح ریسک حریق در رنج قابل قبول عوامل خارجی همچون خطر ایجاد آتش توسط همراه بیماران، فرآیند جوشکاری جهت تعمیر و نگهداری سیستم تهویه بخش آنژیوگرافی (به علت قرارگیری فن سیستم تهویه در این انبار) و غیره ریسک حریق را به صورت غیر مستقیم افزایش می یابد. همچنین

این امر افزایش یابد. توصیه دیگر مجهز کردن بخش‌ها به سیستم اعلام و اطفای حریق خودکار (از جمله اسپرینکلرها) به منظور کنترل و کاهش میزان ریسک حریق می باشد.

سپاسگزاری

از نقش مشاوره‌ای آقای دکتر یحیی خسروی و دکتر صیدی در این مطالعه قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان در این مطالعه هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

حمایت مالی

این مطالعه توسط کمیته تحقیقات و فناوری دانشجویی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی البرز (کد ۱۲۳) حمایت مالی شده است.

ملاحظات اخلاقی

تمام ملاحظات اخلاقی در این مطالعه رعایت شده است.

مشارکت نویسندگان

- طراحی مطالعه: نرمین حسن‌زاده رنگی
- اجرای مطالعه: نرمین حسن‌زاده رنگی، نیایش فارسیجانی
- جمع‌آوری داده‌ها: نیایش فارسیجانی
- تجزیه و تحلیل، تفسیر و اعتبارسنجی داده‌ها: نرمین حسن‌زاده رنگی، نیایش فارسیجانی، محمدمین داوطلب
- نگارش دست‌نوشته، ویرایش، بازنگری و نهایی کردن مقاله: نرمین حسن‌زاده رنگی، محمدمین داوطلب

بررسی کابل‌ها و اتصالات الکتریکی در مجاورت سردخانه اجساد حائز اهمیت است.

حدود ۳۴٪ ریسک افراد از یک بالاتر بود، از جمله علل تفاوت در سطوح ریسک می‌توان به تفاوت در وضعیت سازه ساختمان‌ها، وجود منبع ذخیره آب در هر بخش، مساحت کوچک اتاق‌ها و مدت زمان کم حضور آتش نشانان تا محل (کمتر از ده دقیقه که از نقاط قوت بیمارستان)، راه‌های خروجی (در و پنجره)، سیستم‌های هشدار و غیره اشاره کرد. بنابراین از جمله علل بالابودن میزان ریسک حریق برای افراد نسبت ریسک حریق ساختمان‌ها و فعالیت‌ها فقدان برنامه منسجم برای تخلیه کارکنان، عدم دسترسی مناسب به خروجی‌های اضطراری فقدان سیستم‌های خودکار و اعلام خطر، نبود سیستم‌های خودکار آب‌پاش و فقدان تیم مدیریت بحران در هر بخش ارزیابی شد. هم مدیران و هم کارکنان باید از ریسک وقوع رویدادهای فاجعه‌بار آگاه باشند و افزایش آگاهی باعث تغییر رفتارهای ایمنی کارکنان می‌گردد.

این مطالعه با هدف ارزیابی ریسک حریق و ارائه اقدامات کنترلی در یک بیمارستان منتخب در استان البرز انجام شد. در این مطالعه ریسک حریق ساختمان‌ها و محتویات آنها، ساکنان و فعالیت‌ها محاسبه شد. یافته‌های مطالعه نشان می‌دهد بیشترین ریسک حریق مربوط به افراد می‌باشد که پیشنهاد می‌گردد جهت کاهش حوادث انسانی در صورت بروز حریق راه‌های خروج اضطراری مناسب و کافی در نظر گرفته شود. فضا در هر بخش توسعه یابد و آموزش‌های لازم و کافی به کارکنان برای واکنش در شرایط اضطراری و وقوع حریق داده شود تا توانمندی‌های آنها در

References

1. Meacham BJ, Charters D, Johnson P, Salisbury M. Building fire risk analysis. SFPE handbook of fire protection engineering. 2016:2941-91.
2. Omidvari M, Mansouri N, Nouri J. A pattern of fire risk assessment and emergency management in educational center laboratories. Safety science. 2015;73:34-42.
3. Arghami S, Kamali K, Mahboubi M. Development of a fire safety checklist for dormitories. J Human Environ Health Promot. 2016;2(1):20-31.
4. Hartzell G. Engineering analysis of hazards to life safety in fires: the fire effluent toxicity component. Safety Science. 2001;38(2):147-55.
5. Guang-wang Y, Hua-li Q. Fuzzy Comprehensive Evaluation of Fire Risk on High-Rise Buildings. Procedia Engineering. 2011;11:620-4.
6. Kermani Hesarshahabi A, Mirzaei R, Gholamnia R. Fire risk assessment in selected commercial buildings in Mashhad based on NFPA 101 standard in 2018. Quarterly Scientific Journal of Rescue and Relief. 2019;11(3):184-91.
7. Karim R, Daniel NM, Khan M, Sheikh M. Fire safety status and evacuation of medical facility considering elevated oxygen concentrations. 2022.
8. Bakhtiari MR, DCLS PDS, Hashemimadani D, Bathaei F, Tondro S, Adibzadeh A, et al. Laboratory & Diagnosis.
9. Mahdinia M, Yarahmadi R, Jafari M, Koohpaie A. Presentation of a software method for use of risk assessment in building fire safety measure optimization. 2012.
10. SEPEHR P, AZARIAN H, POURCHANGIZ A, ESHAGHI M. Fire risk assessment in an educational environment using the fire risk assessment method for engineers (FRAME). Occupational Hygiene and Health Promotion. 2020.
11. Askaripoor T, Kazemi E, Marzban M. Fire risk assessment and evaluation of the effectiveness of fire protection actions in a combined-cycle power plant. Iranian journal of health, safety and environment. 2020;7(1):1413-20.
12. REZAAE M, GIVEHCHI S, NASRABADI M. Fire risk assessment in hotels and resorts using FRAME (A case study of four-star hotels in Mashhad). Occupational Hygiene and Health Promotion Journal. 2017;1(2):80-93.
13. Abadi H, R, nia M, M, Zare, R, et al. Fire risk assessment by FRAME in a hospital complex. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. 2017;9(2):182-73.
14. Mahdinia M, Yarahmadi R, Jafari M, Koohpaie A, Khazaei M. Fire risk assessment and the effect of emergency planning on risk reduction in a hospital. Qom University of Medical Sciences Journal. 2011;5(3):71-8.
15. Pourreza A, Akbarihaghighi F, Khodabakhshnejad V. Maintenance and safety management at diagnostic units of Gilan University of Medical Sciences' Hospitals. Health information management. 2006;3(2):93-102.
16. Halvani G, Soltani R, Alimohammadi M, Kiani Z. Identification and evaluation laboratory hazards in Yazd University of Medical Sciences by standard checklists. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2011;3(1):21-7.