AUMJ Journal Alborz University of Medical Sciences

Alborz University of Medical Sciences Journal, Spring 2025, Vol. 14, No 2: 162-177

Fire risk assessment in a selected hospital using FRAME technique

Siamak Zeinali[1]

Narmin Hassanzade-Rangi [1,2]

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

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

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

* Corresponding author:
narminhasanzadeh@yahoo.com

Abstract:

Introduction: Fire and explosion are major hazards in hospital environments. The use of fire risk assessment methods is essential for preventing and managing these risks. The design of specialized software also plays a significant role in improving the accuracy and speed of assessments. This study aimed to assess fire risk in a hospital using the FRAME technique.

Methods: This cross-sectional study was conducted in one of the Alborz University of Medical Sciences hospitals. Using the FRAME technique, three different fire risk modes were calculated separately for the building, contents, people, and activities inside the building (before and after the fire control measures). The required data was collected through field investigation, hospital documentation, parameter measurements, monitoring questionnaires, and checklists and calculated with the Excel software.

Results: The findings of the study revealed a significant reduction in fire risk associated with buildings and their contents, with the average risk level decreasing from 0.21 prior to the implementation of control measures to a markedly lower level of 0.05 following these interventions. This substantial drop underscores the effectiveness of the control measures in mitigating potential hazards related to fire incidents.

Conclusion: This study shows that the highest fire risk is mainly related to human factors, which emphasizes the critical need for targeted interventions. To effectively mitigate these risks, implementing automatic fire detection and suppression systems is not only recommended, but essential to protect life and property in healthcare environments. In addition, robust fire safety training to hospital staff is essential to increase their preparedness and ability to respond in an emergency.

Keywords: Risk assessment, Fire, Hospital

How to cite this article: Zeinali S, Hassanzadeh-Rangi N. Fire risk assessment in a selected hospital using FRAME technique. Alborz University Medical Journal 2025; 14 (2) :162-177

AUMJ Journal
Alborz University of Medical Sciences
نشریه دانشگاه علوم‌پزشکی البرز، بهار ۱۴۰۴، دوره ۱۴، شماره ۲، صفحه‌های ۱۶۲-۱۷۷

ارزیابی ریسک حریق یک بیمارستان منتخب با استفاده از تکنیک FRAME

سیامک زینلی[۱]
نرمین حسن زاده رنگی[۲،۳*]

چکیده

زمینه و هدف: آتش‌سوزی و انفجار از خطرات اصلی در محیط‌های بیمارستانی محسوب می‌شوند. استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک حریق برای پیشگیری و مدیریت این خطرات ضروری است. طراحی نرم‌افزارهای تخصصی نیز نقش مهمی در بهبود دقت و سرعت ارزیابی‌ها ایفا می‌کند. هدف از این مطالعه، ارزیابی ریسک حریق در بیمارستان امام علی شهر کرج با استفاده از تکنیک **FRAME** بوده است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه مقطعی در یکی از بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی البرز انجام گرفت. با استفاده از تکنیک **FRAME**، سه حالت مختلف ریسک حریق برای ساختمان، محتویات، افراد و فعالیت‌های داخل ساختمان به طور جداگانه در دو نوبت قبل و بعد از اقدامات کنترلی حریق) محاسبه شد. داده‌های مورد نیاز از طریق بررسی میدانی، مستندات بیمارستان، اندازه‌گیری پارامترها، پرسش‌نامه‌های نظارتی و چک‌لیست‌ها جمع‌آوری گردید و با نرم‌افزار **Excel** محاسبه شد.

یافته‌ها: یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد با اعمال اقدامات کنترلی پیشنهادی مبتنی بر ارزیابی ریسک می‌توان کاهش قابل‌توجهی در خطر آتش‌سوزی بیمارستان موردمطالعه اعمال کرد به‌طوری‌که میانگین سطح خطر از ۰.۲۱ قبل از اجرای اقدامات کنترلی به سطح ۰.۰۵ پس از این مداخلات کاهش خواهد یافت.

نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان می‌دهد که بیشترین خطر آتش‌سوزی عمدتاً به عوامل انسانی مرتبط است که بر نیاز حیاتی برای مداخلات هدفمند تأکید می‌کند. برای کاهش مؤثر این خطرات، پیاده‌سازی سیستم‌های تشخیص و اطفای خودکار حریق نه‌تنها توصیه می‌شود، بلکه برای حفاظت از جان و دارایی‌ها در مراکز بهداشتی درمانی ضروری است. علاوه بر این، آموزش ایمنی آتش‌نشانی به کارکنان برای افزایش آمادگی و قابلیت پاسخگویی آنها در مواقع اضطراری ضروری است.

کلمات کلیدی: ارزیابی ریسک، حریق، بیمارستان

۱. عضو کمیته تحقیقات و فناوری دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۲. گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۳. مرکز تحقیقات بهداشت، ایمنی و محیط، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

* نویسنده مسئول:
narminhasanzadeh@yahoo.com

مقدمه

رشد سریع جمعیت شهری منجر به افزایش ساختمان‌های بلند شده است که نیازهای زندگی مدرن را برآورده می‌کند اما همچنین خطرات ناشی از بلایای طبیعی و انسانی را افزایش می‌دهد. عملیات امداد و نجات اضطراری در این سازه‌ها به دلیل چالش‌هایی مانند دسترسی محدود به طبقات فوقانی، دود و خطر آتش‌سوزی پیچیده است [۱]. برای افزایش ایمنی و استراتژی‌های موثر نجات، برنامه‌ریزان شهری باید پروتکل‌های تخصصی را در طراحی ساختمان‌های بلند ادغام کنند و مقرراتی مانند مقررات ملی ساختمان را رعایت کنند [۲]. حوادث آتش‌سوزی، به ویژه در بیمارستان‌ها، به دلیل آسیب‌پذیری بیماران و وجود تجهیزات حساس، تهدیدی جدی محسوب می‌شوند. با هزاران مورد آتش‌سوزی در سال، که منجر به تلفات و خسارات مالی قابل توجهی می‌شود، نیاز فوری به اقدامات ایمنی آتش‌نشانی و توانایی‌های پاسخ اضطراری در امکانات بهداشتی وجود دارد [۳]. گزارش‌ها نشان می‌دهد که بیش از ۲۰ درصد آتش‌سوزی‌ها در بیمارستان‌ها منجر به خسارات مالی قابل توجهی، با حدود ۵۰۰۰ مورد در سال می‌شود [۴،۵]. این آتش‌سوزی‌ها خطرات جدی، از جمله جراحات، تاخیر در خدمات پزشکی و ناراحتی روانی برای بیماران، کارکنان و خانواده‌ها را به همراه دارند [۶]. تأثیر عاطفی می‌تواند ماندگار باشد و بر ضرورت اقدامات ایمنی آتش‌نشانی قوی و فناوری‌های پیشرفته برای کاهش خطرات تأکید می‌کند [۷]. انجام ارزیابی‌های جامع خطر آتش‌سوزی برای شناسایی آسیب‌پذیری‌ها در امکانات پزشکی و توسعه استراتژی‌های پیشگیرانه متناسب برای افزایش ایمنی ضروری است [۸]. ابزارهایی مانند PHAST (ابزار تحلیل خطر فرآیند) [۹] و ALOHA (مکان‌های منطقه‌ای جوهای خطرناک) [۱۰] نقش حیاتی در ارزیابی و مدیریت خطرات آتش‌سوزی ایفا می‌کنند، در حالی که CFSES (سیستم ارزیابی ایمنی آتش‌نشانی جامعه) [۱۱] بر خطرات آتش‌نشانی جامعه محلی تمرکز دارد. به طور کلی، این روش‌ها چارچوبی را برای درک و کاهش خطرات آتش‌سوزی فراهم می‌کنند و ایمنی را در محیط‌های صنعتی و جامعه تضمین می‌کنند .ادغام ارزیابی‌ها درک خطاهای ایمنی را افزایش می‌دهد و امکان اتخاذ اقدامات پیشگیرانه را فراهم می‌کند. دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) ابزاری کلیدی برای شبیه‌سازی جریان‌های سیال و انتقال حرارت، به ویژه در تجزیه و تحلیل دینامیک آتش و پخش دود در ساختمان‌ها است[۱۲،۱۳]. این ابزار بینش‌هایی را در مورد سیستم‌های تهویه و پروتکل‌های ایمنی ارائه می‌دهد و استراتژی‌های طراحی را برای ایمنی ساکنان در هنگام آتش‌سوزی بهینه می‌کند. روشFRAME، که مخفف روش ارزیابی خطر آتش برای مهندسی است، رویکرد جامعی را برای ارزیابی ایمنی آتش در سازه‌ها ارائه می‌دهد، با در نظر گرفتن عواملی مانند عملکرد ساختمان و جداسازی آتش. ماهیت جامع آن به ذینفعان اجازه می‌دهد تا پیچیدگی‌های خطر آتش را به وضوح درک کنند. با این حال، روش FRAME فاقد نرم‌افزار اختصاصی است این تحقیق بر ارزیابی خطر آتش در بیمارستان امام علی کرج با استفاده از تکنیک FRAME با هدف بهبود مقررات ایـــمنی حریق در محیط‌های خدمات بهداشتی درمانی، متمرکز است.

مواد و روش‌ها

روش FRAME روش توسعه یافته مهندسی ارزیابی ریسک حریق است که با استفاده از چک‌لیست‌های طراحی شده در اکسل اطلاعات فاکتورهای الزام جهت محاسبه سطح ریسک بالقوه، سطح پذیرش ریسک حریق، سطح حفاظت ریسک حریق به روش مشاهده و مصاحبه و بررسی اسناد استخراج شد. در برآورد تخمین ریسک از مدل پنج سطحی حفاظت و ریسک استفاده گردید و ازآنجایی‌که فاکتورهای تأثیرگذار زیادی (نظیر سیستم تهویه، میزان گسترش حریق، فاکتور تخلیه، نوع فعالیت، زمان تخلیه، ارزش تجهیزات، حجم ذخیره آب) وجود دارد در ارزیابی خطر آتش‌سوزی در نظر گرفته شدند و چک‌لیست‌های سنجش و ارزیابی از محاسبات فرعی FRAME مشتق شدند. این چک‌لیست‌ها امکان ارزیابی متوازن چندین پارامتر را فراهم کرد که متعاقباً در فرایند درخت تصمیم استفاده شد.

برای ارزیابی ریسک حریق، مراحل زیر به کار گرفته شد:

جمع‌آوری داده‌ها: اطلاعات لازم از طریق بررسی‌های میدانی، مستندات بیمارستان و چک‌لیست‌ها جمع‌آوری و آماده‌سازی شد.

محاسبه ریسک: مقادیر R برای هر بخش با استفاده از فرمول‌های FRAME محاسبه شد:

برای ساختمان و محتویات آن:

$$R = \frac{P}{A * D}$$

برای افراد:

$$R = \frac{P1}{A1 * D1}$$

برای فعالیت‌ها:

$$R = \frac{P2}{A2 * D2}$$

ایـــن مطالعه باهدف ارزیابی ریسک حریق در مراکز بهداشتی به‌طور مقطعی در سال ۱۴۰۳ انجام شد. محیط پژوهش این مطالعه بیمارستان امام علی بود که شامل ۱۰ طبقه و ۲۰۰ نفر پرسنل فعال است. این بیمارستان به دلیل تنوع بخش‌ها و گستردگی ساختاری، زمینه‌ای مناسب برای بررسی و ارزیابی ریسک حریق فراهم می‌آورد.

کلیه واحدها و فضاهای بیمارستان از جمله آزمایشگاه‌ها آزمایشگاه‌ها، انبارها، واحدهای تأسیساتی، اتاقهای بستری، بخش تصویربرداری 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 نیازمنددادههای کافی و مستندات از فضای مورد ارزیابی بودیم تا سطح ریسک مشخص گردد. جهت جمعآوری دادههای مورد نیازز، پرسش‌نامه وچک‌لیست باتوجه‌به اطلاعات مورد نیاز در دستورالعمل اجرایی روش FRAME تدوین گردید. اطلاعات مورد نیاز در سه حیطه مرتبط با ساختمان، فعالیت‌ها و ساکنین شامل شده که هر یک دارای زیرمجموعه می باشند. اطلاعات چک لیست مرتبط با ساختمان شامل نوع کاربری ساختمان، موقعیت ساختمان (ازلحاظ جغرافیایی) و وضعیت ساختمان های مجاور، زیر بنای ساختمان، ارتفاع ساختمان، سیستم گرمایشی از نظر بار ثابت حریق منبع انرژی، وضعیت تأسیسات الکتریکی(کابل‌ها) ، راه های خروجی و ... تعیین شد. اطلاعات مورد نیاز مرتبط با فعالیت های اصلی، فرعی، موقت، دائم و نوع فعالیت ها در نظر گرفته شد. داده‌های مرتبط با ساکنین در چک لیست های FRAME به خصوصیات افراد ساکن در فضای مورد ارزیابی ازجمله قابلیت تحرک افراد، تعداد افراد موجود در واحد (نفر)، تشکیلات آتش نشانی و ... اشاره دارد. که فاکتورهای زیادی به عنوان داده های مطالعه و ارزیابی در محاسبه سطح ریسک جمع آوری گردید. داده ها با حضور ، بررسی و با استفاده از چک لیست های FRAME از طریق مشاهده، مصاحبه، مراجعه به مستندات و اندازه گیری بعضی از پارامترها در بخش های مورد مطالعه جمع آوری گردید. پس از جمع آوری و ثبت داده های مرتبط با ارزیابی ریسک حریق واکاوی داده ها با استفاده از نرم افزار FRAME انجام شد. جهت محاسبه ریسک کلی حریق برای ساختمان، افراد و فعالیت ها با توجه به قابلیت نرم افزار، سه عامل ریسک بالقوه، سطح پذیرش ریسک و سطح حفاظت به صورت جداگانه محاسبه گردید.

جدول ۱- جدول راهنمای فرمول‌های محاسباتی در ارزیابی ریسک حریق FRAME

فعالیت ها	افراد	ساختمان و تجهیزات آن
فرمول محاسباتی ریسک حریق (R)		
R2 = P2 / (A2 × D2)	R1 = P1/ (A1 × D1)	R = P/ (A × D)
فرمول محاسباتی پتانسیل ریسک (P)		
P2 = q × i × g × e × v × z	P1 = q × i × g × e × v × z	P = q × i × g × e × v × 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 × N × S × Y	D1 = N × U	D = W × N × S × F

q = بار حریق
e = فاکتورسطح
a = فاکتور فعالی
W = ذخیره آب
s = حفاظت ویژه
d = فاکتور وابستگی
i = فاکتور گسترش
v = فاکتور تخلیه
t = فاکتور زمان تخلیه
n = حفاظت نرمال
f = تحمل حریق
Y = فاکتور بازیافت
g = فاکتور مساحت
z = فاکتور دستیابی
c = فاکتور مقدار)حجم(
U = فاکتور فرار
r = فاکتور محیط
N = فاکتور حفاظتی طبیعی

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 ریسک حریق (تهدید) و روش کمی بوده و نتایج به صورت عدد ارائه شد و 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 ریـــسک بالقوه موجود می باشد و در نتیجه سطح ریسک قابل قبول و مطلوب می باشد. اگراین نسبت به سمت صفر نزدیک شود ($R\leq1$) نشان می‌دهد بخش مورد مطالعه از لحاظ ایمنی حریق دارای وضعیت مطلوب تری می باشد. همچنین، مقادیر بالاتر ($R>1$)نشان می دهد 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 می باشد

یافته‌ها

جزئیات یافته‌های مربوط به فاکتورهای ریسک بالقوه، پذیرش ریسک، سطح حفاظت و ریسک آتش‌سوزی به تفکیک ساختمان، محتویات، کارکنان و فعالیت‌ها در جدول ۱ و ۲ پیوست آمده است. این اطلاعات برای درک بهتر خطرات آتش‌سوزی در بیمارستان و اولویت‌بندی اقدامات لازم برای کاهش این خطرات ضروری است.

در طبقه همکف بیمارستان، تحلیل فاکتورهای ریسک و سطح حفاظت نشان می‌دهد که بخش‌های مختلف نیاز به توجه و بهبود متفاوتی دارند. بخش اورژانس بزرگسال و اورژانس اطفال دارای فاکتورهای ریسک بالقوه نسبتاً پایین هستند، اما فاکتور پذیرش ریسک در آن‌ها بالاست و سطح حفاظت نیاز به بهبود دارد. اورژانس مامایی نیز با فاکتور ریسک بالقوه بالاتر و پذیرش ریسک بالا مواجه است و به تقویت تدابیر حفاظتی نیاز دارد. در داروخانه، فاکتور پذیرش ریسک بالا و سطح حفاظت پایین، نیاز به افزایش اقدامات حفاظتی را نمایان می‌کند. بخش‌های تزریقات و پانسمان و تحت‌نظر با فاکتور ریسک بالقوه و پذیرش ریسک پایین، نیاز به تقویت سطح حفاظت را نشان می‌دهند. به‌طورکلی، بهبود در سطح حفاظت و مدیریت بهتر ریسک‌ها در تمامی بخش‌ها برای افزایش ایمنی و کاهش خطرات ضروری است.

تحلیل داده‌های طبقه اول بیمارستان نشان می‌دهد که هر یک از بخش‌های این طبقه با چالش‌های خاصی در زمینه ایمنی و مدیریت ریسک مواجه‌اند. بخش PICU دارای فاکتور ریسک بالقوه و پذیرش ریسک نسبتاً بالا است و این مسئله نیاز به توجه ویژه به افزایش سطح حفاظت را در این بخش برجسته می‌کند. فاکتور سطح حفاظت در PICU نسبتاً پایین است که نشان می‌دهد اقدامات حفاظتی بیشتری برای کاهش ریسک‌های بالقوه ضروری است. ICU داخلی نیز با فاکتورهای ریسک بالقوه و پذیرش ریسک بالا مواجه است که لزوم تقویت تدابیر حفاظتی را نمایان می‌کند. فاکتور سطح حفاظت در این بخش مشابه PICU است و به بهبود نیاز دارد. بخش بستری اطفال ۳ نیز با فاکتورهای ریسک و پذیرش ریسک بالا و سطح حفاظت متوسط روبرو است که نشان‌دهنده ضرورت اقدامات بیشتر در جهت کاهش خطرات و ارتقای ایمنی است. به‌طورکلی، این تحلیل حاکی از نیاز به تقویت سطح حفاظت و مدیریت ریسک در تمامی بخش‌های طبقه اول بیمارستان است تا ایمنی کلی بهبود یابد و ریسک‌های بالقوه کاهش یابد.

تحلیل داده‌های طبقه دوم بیمارستان نشان می‌دهد که بخش‌های این طبقه با سطوح مختلفی از ریسک و حفاظت روبه‌رو هستند. در بخش جراحی زنان، فاکتور ریسک بالقوه و پذیرش ریسک به طور نسبی بالا است که نشان می‌دهد این بخش با تهدیدات بالقوه قابل‌توجهی مواجه است. بااین‌حال، فاکتور سطح حفاظت در این بخش به نسبت مناسب به نظر می‌رسد، اگرچه بهبود بیشتر در این زمینه همچنان ضروری است. در بخش بستری اطفال ۲، فاکتور ریسک بالقوه بالاتر از بخش جراحی زنان است که نشان‌دهنده خطرات بیشتری در این بخش است. فاکتور پذیرش ریسک نیز بالا است و نیاز به بررسی و تقویت اقدامات حفاظتی را مطرح می‌کند. باوجود این، سطح حفاظت در این بخش مشابه جراحی زنان است و در سطح مناسبی قرار دارد. به‌طورکلی، تحلیل نشان‌دهنده نیاز به تقویت تدابیر ایمنی در هر دو بخش است تا بتوان به طور مؤثرتری با ریسک‌ها مقابله کرده و ایمنی کلی را افزایش داد.

تحلیل داده‌های طبقه سوم بیمارستان نشان‌دهنده وجود تفاوت‌های مهم در سطح ریسک و حفاظت در بخش‌های مختلف این طبقه است. در بخش NICU ۱، فاکتور ریسک بالقوه و فاکتور پذیرش ریسک به ترتیب در سطح نسبتاً بالایی قرار دارند که حاکی از وجود تهدیدات جدی و پذیرش ریسک قابل‌توجه در این بخش است. بااین‌حال، فاکتور سطح حفاظت به میزان مناسبی حفظ شده است که نشان‌دهنده تلاش‌های مؤثر در کاهش ریسک‌ها است. در بخش NICU ۲، فاکتور ریسک بالقوه به بالاترین میزان در مقایسه

با سایر بخش‌ها در این طبقه رسیده است و فاکتور پذیرش ریسک نیز بالا است که بیانگر نیاز به بهبود قابل‌توجه در تدابیر حفاظتی برای مدیریت بهتر خطرات موجود است. فاکتور سطح حفاظت در این بخش مشابه با NICU ۱ است که به نظر می‌رسد کافی نباشد و نیاز به توجه بیشتری داشته باشد. در نهایت، بلوک زایمان نیز دارای فاکتورهای ریسک بالقوه و پذیرش ریسک نسبتاً بالا است، اما فاکتور سطح حفاظت در این بخش به‌خوبی حفظ شده است. به‌طورکلی، هر سه بخش در طبقه سوم نیاز به بررسی و تقویت اقدامات حفاظتی دارند تا بتوان به طور مؤثرتری با ریسک‌های بالقوه مقابله کرده و سطح ایمنی را بهبود بخشید.

تحلیل داده‌های مربوط به طبقه چهارم بیمارستان نشان‌دهنده وضعیت‌های مختلف ریسک و حفاظت در بخش‌های این طبقه است. در اتاق عمل، فاکتور ریسک بالقوه و فاکتور پذیرش ریسک نسبتاً بالا هستند که نشان‌دهنده چالش‌های جدی در این بخش است. بااین‌حال، فاکتور سطح حفاظت به‌خوبی حفظ شده است که بهبود قابل‌توجهی در مدیریت ریسک‌ها را می‌رساند. در بخش جراحی مردان، فاکتور ریسک بالقوه کمتر از اتاق عمل است و فاکتور پذیرش ریسک در حد متوسطی قرار دارد. فاکتور سطح حفاظت در این بخش مشابه با اتاق عمل است و به‌خوبی حفظ شده است، اما نسبت به ریسک بالقوه باید دقت بیشتری اعمال شود. در جراحی نوزادان، فاکتورهای ریسک بالقوه و پذیرش ریسک پایین‌تر از دیگر بخش‌های طبقه چهارم هستند و فاکتور سطح حفاظت مشابه با دیگر بخش‌ها است. این نشان‌دهنده این است که حفاظت در این بخش نیز به‌خوبی انجام می‌شود، اما باتوجه‌به حساسیت بالای این بخش، نظارت و بهبودهای مستمر در اقدامات حفاظتی توصیه می‌شود.

در نهایت، در ICU جراحی، فاکتور ریسک بالقوه و فاکتور پذیرش ریسک نشان‌دهنده وجود خطرات قابل‌توجه است، درحالی‌که فاکتور سطح حفاظت به‌اندازه‌ای مناسب است که نیاز به بررسی و نظارت مستمر دارد. به‌طورکلی، در طبقه چهارم، نیاز به بهبود نظارت و تقویت اقدامات حفاظتی در تمامی بخش‌ها احساس می‌شود تا باتوجه‌به خطرات بالقوه و پذیرش ریسک، ایمنی و کیفیت مراقبت‌ها بهبود یابد.

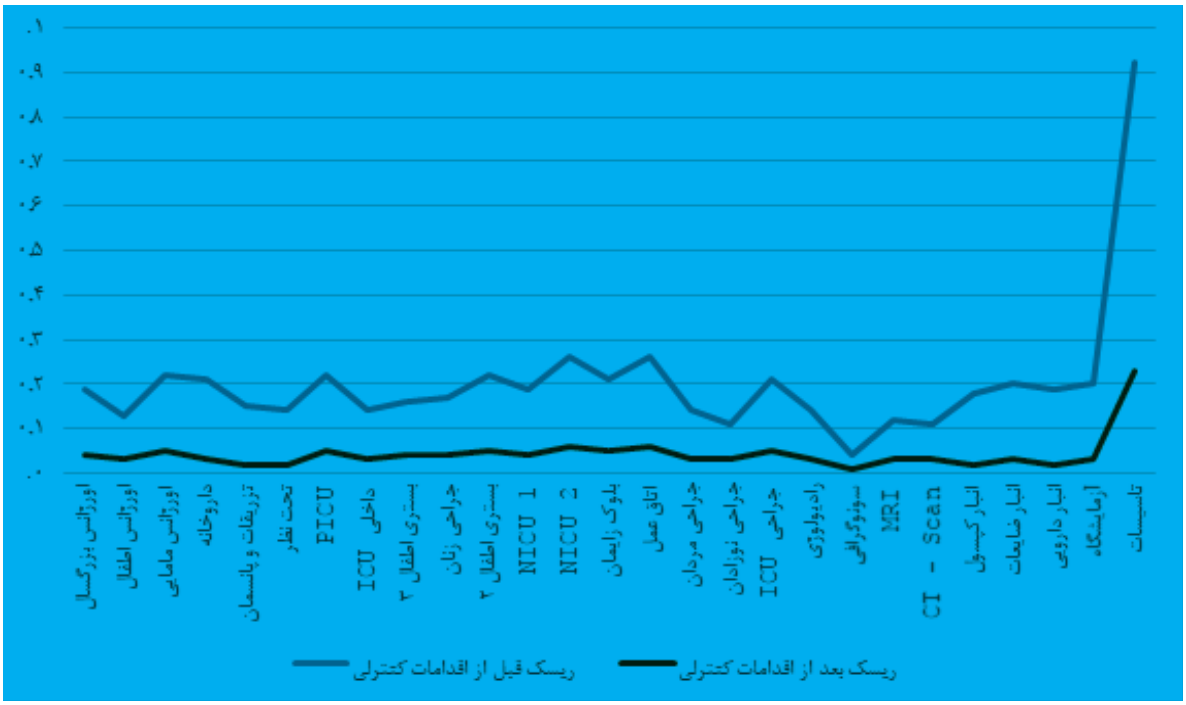
تحلیل داده‌های مربوط به طبقه منفی یک بیمارستان نشان‌دهنده وضعیت‌های مختلف ریسک و حفاظت در بخش‌های تصویربرداری است. در ایـــن طبقه، چهار بخش اصلی شامل رادیولوژی، سونوگرافی، MRI، و CT-Scan قرار دارند. رادیولوژی به‌عنوان بخش اصلی تصویربرداری، فاکتور ریسک بالقوه نسبتاً بالایی دارد (۰,۱۵)، که نشان‌دهنده وجود خطرات قابل توجه است. فاکتور پذیرش ریسک در این بخش به میزان ۱,۱۸ است که نشان‌دهنده پذیرش نسبتا بالای ریسک است. فاکتور سطح حفاظت نیز ۰,۸۸ است، که نشان‌دهنده اقدامات حفاظتی مناسبی است، اما هنوز هم نیاز به تقویت دارد. سونوگرافی به طور کلی دارای فاکتورهای ریسک بالقوه و پذیرش ریسک پایین‌تری نسبت به دیگر بخش‌های تصویربرداری است. فاکتور ریسک بالقوه تنها ۰,۰٤ است و فاکتور پذیرش ریسک به میزان ۱,۲٤ می‌رسد، که نشان‌دهنده کنترل و پذیرش مناسب ریسک در این بخش است. فاکتور سطح حفاظت نیز مشابه سایر بخش‌ها (۰,۸۸) است، که به معنای اقدامات حفاظتی استاندارد می‌باشد. MRI، با فاکتور ریسک بالقوه ۰,۱۳ و فاکتور پذیرش ریسک ۱,۲۲، دارای وضعیت مشابهی با رادیولوژی از نظر ریسک است. فاکتور سطح حفاظت در این بخش نیز ۰,۸۸ است، که نشان‌دهنده نیاز به توجه بیشتر به اقدامات حفاظتی است. CT-Scan، به عنوان بخش با بالاترین فاکتور ریسک بالقوه (۰,۱۲) و فاکتور پذیرش ریـــسک (۱,۱۸) ، نشان‌دهنده وجود خطرات و نیاز به پذیرش ریسک بالا است. با این حال، فاکتور سطح حفاظت در این بخش بالاترین مقدار (۱,٤۲) را دارد که به معنای اقدامات حفاظتی قوی است. به طور کلی، در طبقه منفی یک، هر چهار بخش تصویربرداری نیازمند نظارت و تقویت اقدامات حفاظتی هستند، به ویژه در رادیولوژی و MRI که فاکتورهای ریـــسک و پذیرش ریسک بیشتری دارند. تقویت سطح حفاظت در این بخش‌ها می‌تواند به کاهش ریسک‌ها و بهبود کیفیت خدمات تصویربرداری کمک کند.

در سطح همکف بیمارستان، پنج بخش کلیدی شامل انبار کپسول، انبار ضایعات، انبار دارویی، آزمایشگاه، و تأسیسات قرار دارند. انبار کپسول، انبار ضایعات و انبار دارویی به‌طورکلی از نظر فاکتورهای ریسک بالقوه و پذیرش ریسک مشابه هستند. فاکتور ریسک بالقوه برای این بخش‌ها به ترتیب ۰,۱۵، ۰,۱۳، و ۰,۱۳ است که نشان‌دهنده سطح نسبتا پایین ریسک بالقوه است. فاکتور پذیرش ریسک در این بخش‌ها به ترتیب ۱,۲٤، ۱,۲٤، ۱,۲٤، و ۱,۲۵ بوده که نشان‌دهنده پذیرش ریسک بالا است. فاکتور سطح حفاظت در این سه بخش به طور متوسط ۰,۵۸ است که به معنای اقدامات حفاظتی ضعیف است. در بخش افراد، فاکتورهای ریسک بالاتر است که نشان‌دهنده وجود خطرات در نحوه تعامل و مدیریت افراد با این منابع می‌باشد.

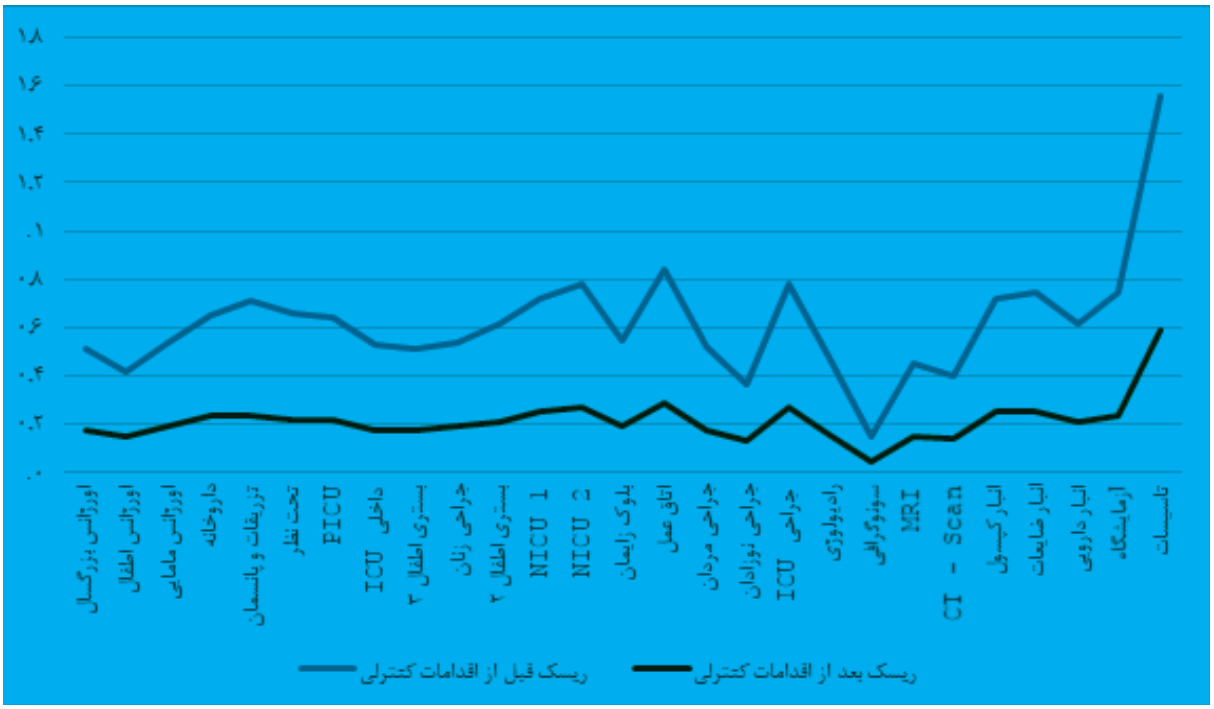
آزمایشگاه دارای فاکتور ریسک بالقوه ۰,۱۵ است که مشابه با دیگر

بخش‌های انبار می‌باشد، اما فاکتور پذیرش ریسک به میزان ۰,۹۷ پایین‌تر از انبارها است، و فاکتور سطح حفاظت بالاتر از انبارها با مقدار ۰,۷۹ است. این نشان‌دهنده کنترل و حفاظت بهتر در آزمایشگاه نسبت به انبارها است. تاسیسات، با فاکتور ریسک بالقوه ۰,۳۸، بالاترین مقدار ریسک بالقوه را در میان بخش‌های همکف دارد. فاکتور پذیرش ریسک در این بخش ۰,۸۷ است که نشان‌دهنده پذیرش ریسک نسبتاً پایین است. همچنین، فاکتور سطح حفاظت با مقدار ۰,٤۷ کمترین میزان را در بین بخش‌های همکف دارد، که به معنای نیاز به تقویت قابل توجه در اقدامات حفاظتی است. در مجموع، بخش‌های انبار به دلیل پذیرش ریسک بالا و سطح حفاظتی ضعیف، نیاز به توجه ویژه برای بهبود اقدامات حفاظتی دارند. آزمایشگاه وضعیت بهتری در حفاظت دارد اما همچنان باید مراقب باشد. تاسیسات به دلیل بالاترین فاکتور ریسک بالقوه و کمترین فاکتور سطح حفاظت، نیازمند اقدام فوری برای افزایش سطح حفاظت است. تقویت اقدامات حفاظتی در ایـــن بخش‌ها می‌تواند به کاهش ریسک‌ها و بهبود ایمنی کلی در طبقه همکف کمک کند.

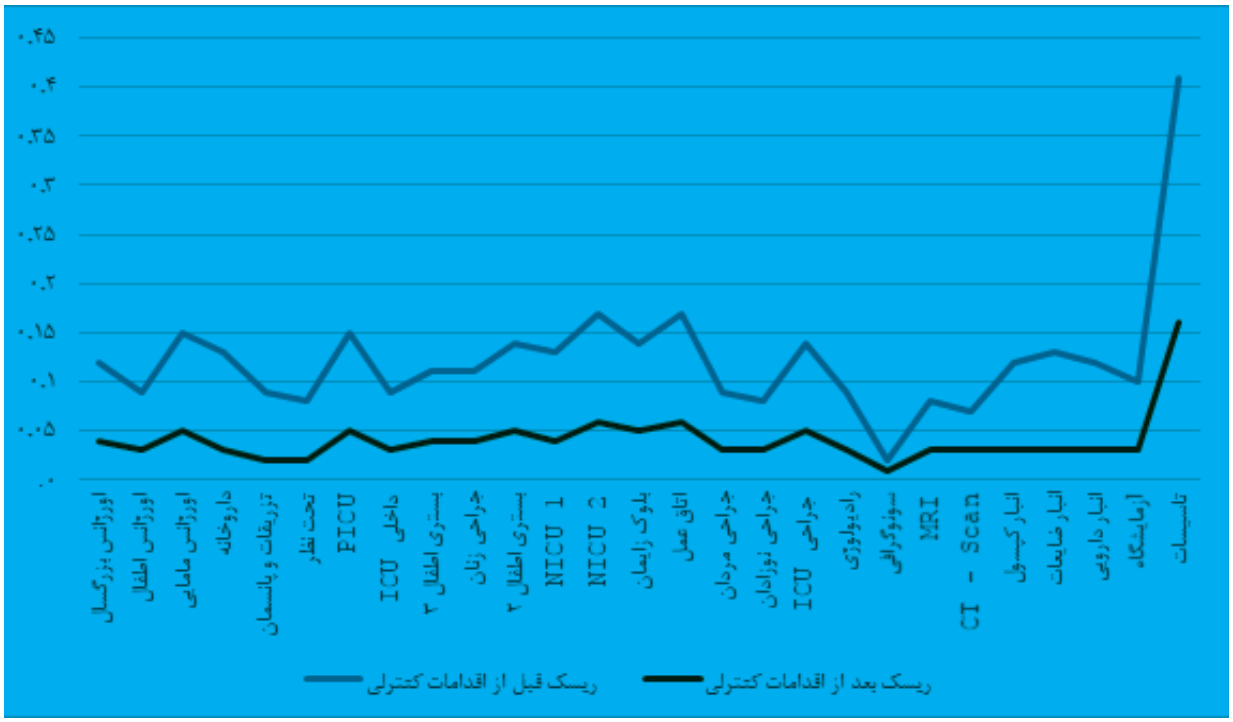
مطابق شکل ۱ الی ۳ تحلیل فاکتورهای ریسک و سطح حفاظت در بخش‌های مختلف بیمارستان نشان می‌دهد که بهبود قابل‌توجهی در استراتژی‌های حفاظتی و مدیریت ریسک مورد نیاز است. در طبقه همکف، بخش‌هایی مانند داروخانه، تزریقات و پانسمان، و انبارها به دلیل فاکتورهای سطح حفاظت پایین، نیاز به تقویت فوری دارند. در طبقات بالاتر، بهبود اقدامات حفاظتی در ICU، PICU داخلی، و بخش‌های جراحی، باتوجه‌به فاکتورهای ریسک و پذیرش ریسک بالا، ضروری است. همچنین، بخش‌های رادیولوژی و سونوگرافی که دارای فاکتورهای ریسک بالقوه پایین‌تری هستند، همچنان به تقویت سطح حفاظت نیاز دارند. به‌طورکلی، تقویت استراتژی‌های حفاظتی و نظارتی در تمامی بخش‌ها، به‌ویژه در بخش‌های با ریسک‌های بالا، برای ارتقای ایمنی بیماران و بهبود کیفیت خدمات درمانی اهمیت دارد.



شکل ۱- نمودار نتایج ریسک حریق (دارایی (R))



شکل ۲- نمودار نتایج ریسک حریق (کارکنان (R۱))

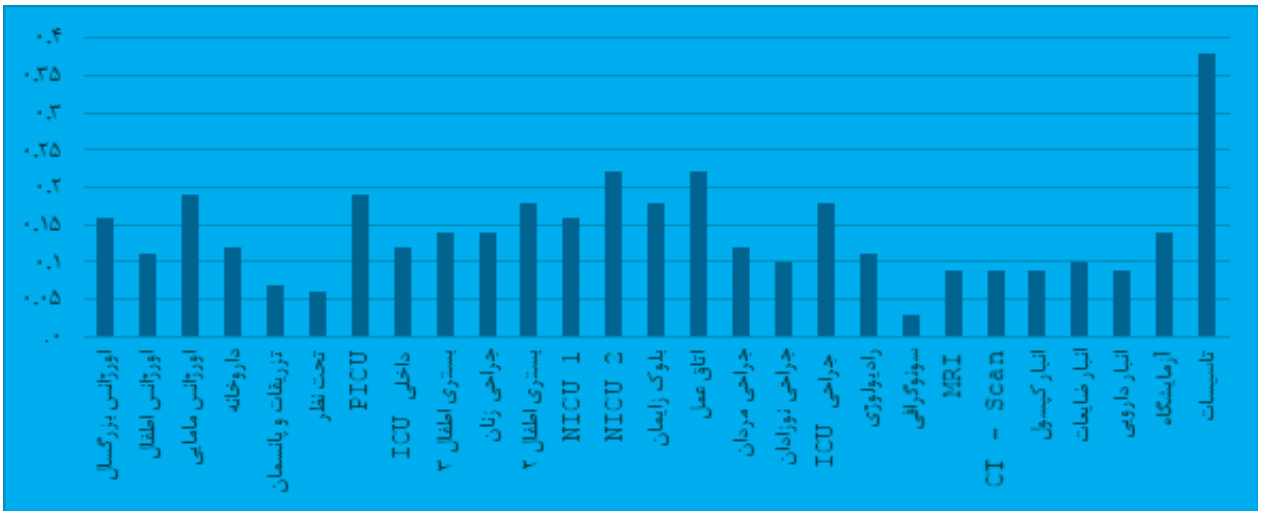


شکل ۳- نمودار نتایج ریسک حریق (فعالیت (R۲))

همان‌طور که شکل ۲ نشان می‌دهد تحلیل دقیق ریسک‌ها قبل و بعد از اقدامات کنترلی نشان‌دهنده تأثیرات قابل‌توجهی بر بهبود ایمنی در بخش‌های مختلف بیمارستان است. مقادیر داده‌های ارائه‌شده حاکی از کاهش در سطح ریسک پس از اجرای اقدامات کنترلی است، با تفاوت‌های مشخص بین بخش‌ها و نیاز به توجه به موارد خاص. در اورژانس بزرگسال، اورژانس اطفال و PICU، ریسک‌های اولیه به طور قابل‌توجهی کاهش‌یافته است. این بخش‌ها با کاهش مقادیر ریسک از ۰.۱۹ به ۰.۰٤، از ۰.۱۳ به ۰.۰۳، و از ۰.۲۲ به ۰.۰۵ به ترتیب، نشان‌دهنده اثربخشی بالای اقدامات کنترلی هستند. این کاهش‌ها تأثیر مثبت اقدامات بر کاهش ریسک‌های بالقوه و بهبود ایمنی بیماران را نشان می‌دهند. در اتاق عمل و NICU، باوجود کاهش قابل‌توجه در مقادیر ریسک، میزان ریسک بعد از اقدامات کنترلی همچنان نسبتاً بالا باقی‌مانده است (۰.۲٦ به ۰.۰٦ در اتاق عمل و ۰.۱۹ به ۰.۰٤ در NICU ۱). این نکته حاکی از این است که ممکن است نیاز به بررسی و اجرای اقدامات کنترلی اضافی برای کاهش بیشتر ریسک‌ها در این بخش‌ها وجود داشته باشد. بخش‌هایی نظیر تأسیسات و آزمایشگاه با ریسک‌های بالاتری مواجه هستند که کاهش ریسک در این بخش‌ها نسبت به سایر بخش‌ها کمتر محسوس است. به‌عنوان‌مثال، ریسک در تأسیسات از ۰.۹۲ به ۰.۲۳ کاهش‌یافته است، اما مقدار نهایی هنوز نسبت به سایر بخش‌ها بالاتر است. این نشان می‌دهد که اقدامات کنترلی در این بخش نیاز به بهبود بیشتری دارند تا به سطح ایمنی مطلوب برسند. بخش‌های رادیولوژی، سونوگرافی، و MRI با کاهش قابل‌توجهی در مقادیر ریسک مواجه شده‌اند که حاکی از تأثیر مثبت اقدامات کنترلی است. به‌عنوان‌مثال، ریسک در رادیولوژی از ۰.۱٤ به ۰.۰۳ و در MRI از ۰.۱۲ به ۰.۰۳ کاهش‌یافته است. در نهایت، انبارها (کپسول، ضایعات، دارویی) به‌طورکلی کاهش قابل‌توجهی در مقادیر ریسک نشان داده‌اند، اما همچنان نیاز به توجه ویژه برای کاهش بیشتر ریسک‌ها در این بخش‌ها احساس می‌شود. به‌عنوان‌مثال، ریسک در انبار کپسول از ۰.۱۸ به ۰.۰۲ کاهش‌یافته است. به‌طورکلی، اقدامات کنترلی در اکثر بخش‌ها به طور مؤثر به کاهش ریسک‌ها و بهبود ایمنی کمک کرده‌اند، اما بخش‌هایی با ریسک‌های بالاتر یا کاهش کمتر نیازمند توجه و بهبود بیشتر هستند. این تحلیل ضرورت ادامه نظارت و ارزیابی مداوم برای بهینه‌سازی ایمنی بیمارستان و کاهش ریسک‌های بالقوه را تأکید می‌کند.

با استناد بر داده‌های ارائه شده، تحلیل اثرگذاری اقدامات کنترلی بر کاهش ریسک‌های موجود در بخش‌های مختلف بیمارستانی با استفاده از مدل‌های ریاضی نشان‌دهنده تأثیر قابل‌توجه این اقدامات است. نسبت کاهش ریسک (RRR) که بر اساس داده‌های قبل و بعد از اقدامات کنترلی محاسبه شده، به طور میانگین حدود ۷۵٪ تا ۷۹٪ است که نشان‌دهنده کاهش چشمگیر ریسک‌ها در اکثر بخش‌هاست. به‌عنوان‌مثال، در بخش‌های اورژانس بزرگسال و ICU داخلی، کاهش ریسک به ترتیب ۷۵٪ و ۷۱٪ محاسبه شده است. همچنین، نسبت جهت‌گیری ریسک (Ro) که به تغییرات در میزان ریسک پس از اعمال کنترل‌ها پرداخته، نشان می‌دهد که برخی بخش‌ها، مانند اتاق عمل و تأسیسات، همچنان نیاز به بهینه‌سازی بیشتر دارند، زیرا مقدار Ro در این بخش‌ها به‌مراتب کمتر از حد مطلوب است. این تحلیل تأکید می‌کند که باوجود پیشرفت‌های قابل‌توجه در کاهش ریسک‌ها، نظارت مداوم و بازنگری منظم در اقدامات کنترلی برای دستیابی به سطوح ریسک بهینه و حفظ استانداردهای ایمنی همچنان ضروری است

بررسی مقادیر ریسک وقوع (RO) مطابق شکل ٤ نشان‌دهنده ریسک‌های قابل‌توجه در حوزه‌های مختلف بود، به‌طوری که حوزه تأسیسات با RO برابر ۰,۹۲ بالاترین ریسک را داشت و حوزه سونوگرافی با RO برابر ۰,۰٤ کمترین ریسک را به خود اختصاص داد. پس از اجرای اقدامات کنترلی، مقادیر RO کاهش یافتند که مؤثر بودن این مداخلات را نشان می‌دهد؛ با این حال، حوزه تأسیسات همچنان دارای RO بالا بود که نیاز به بهبودهای بیشتری در پروتکل‌های ایمنی دارد. ارزیابی شامل کاهش‌های متوسط RO و تغییرات درصدی به‌منظور شناسایی حوزه‌های با تأثیر قابل توجه بود، در حالی که واحدهای اضطراری و حوزه‌های کم‌خطر کاهش‌های قابل توجهی را نشان دادند، حوزه‌هایی نظیر تأسیسات و اتاق‌های عمل نیاز به اقدامات ایمنی اضافی دارند. توصیه‌ها شامل مداخلات هدفمند برای حوزه‌های پرخطر، نظارت مستمر بر بخش‌های با ریسک متوسط و حسابرسی‌های منظم به‌منظور حفظ سطوح ریسک کم است. در مجموع، اگرچه اقدامات کنترلی مؤثر واقع شدند، تلاش‌های مداوم برای بهبود ایمنی در تمامی حوزه‌ها ضروری است.



شکل ٤- نمودار مقدار جهت‌گیری (Ro) (برای ریسک اولیه)

اجرای اقدامات کنترل ایمنی آتش در مرکز بهداشتی منجر به کاهش قابل‌توجه شاخص‌های خطر آتش‌سوزی شد. میانگین ارزش خطر از ۰,۲۰ به ۰,۰٤ کاهش یافت که نشان دهنده کاهش ۸۰ درصدی است، شاخص‌های ثانویه (R۱ و R۲) نیز(مطابق شکل ۲ و ۳) بهبود قابل توجهی نشان دادند. با اینکه بخش امکانات بالاترین خطر (R=۰,۹۲) را نشان داد. پس از مداخله، بیشترین کاهش خطر در مناطق ذخیره سازی کپسول (۸۹٪)، داروسازی (۸٦٪) و بخش امکانات (۷۵٪) مشاهده شد. اگرچه بخش تاسیسات تنها منطقه‌ای بود که دارای ارزش خطر بالاتر از (R = ۰,۲۰ ۰,۲۳) بود، سایر بخش‌ها به مقادیر خطر کمتر یا مساوی ۰,۰٦ دست یافتند

واحدهای مراقبت‌های ویژه، از جمله NICU و PICU، درحالی‌که بهبود نشان دادند، خطرات باقیمانده نسبتاً بالاتری را نسبت به بخش‌های عمومی حفظ کردند. مناطق تشخیصی به طور مداوم نمایه‌های خطر کمتری را نشان دادند. به‌طورکلی، مقادیر خطر از محدوده ۰,۹۲-۰,۰٤ قبل از مداخله به محدوده ۰,۲۳-۰,۰۱ پس از مداخله کاهش پیدا کرد که نشان دهنده اثربخشی اقدامات کنترل اجرا شده در تمام بخش‌ها است.

بحث

یافته‌های حاصل از این تحقیق به طور خاص به شناسایی نقاط با ریسک بارز، پیشنهاد اقدامات کنترلی و ارزیابی میزان کاهش ریسک‌ها پرداخته است. نقاط با ریسک بارز شامل بخش‌های ایزوله، اتاق‌های نگهداری مواد قابل‌اشتعال و تجهیزات الکتریکی حساس بودند. مطالعه سپهر پروین و همکاران (۲۰۲۲) نیز نشان داد که برخی واحدها (تأسیسات و آزمایشگاه) دارای ریسک بالا بودند که نتایج تحقیق حاضر این هم‌راستایی را تا کرد[۱٤].

بر اساس یافته های این مطالعه، اقدامات کنترلی پیشنهادی شامل استفاده از سیستم‌های خودکار تشخیص و اطفاء حریق، استفاده از مواد نسوز در ساخت و ساز و بهبود آموزش‌های ایمنی برای پرسنل بود. بر اساس نتایج، اعمال این اقدامات منجر به کاهش میانگین ریسک‌ها به میزان ۵۰ ٪ شد. مطالعه طالب عسکری پور و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که اقدامات کنترلی نظیر استفاده از مصالح نسوز و سیستم‌های خودکار تشخیص حریق به کاهش ٦۳ ٪ ریسک حریق کمک کرده است [۷]. مطالعه مصطفی میرزایی علی آبادی و همکاران (۲۰۱۹) نیز به این نتیجه رسید که کارایی اقدامات حفاظتی تنها برای درصد محدودی از فعالیت‌ها و ساختمان‌ها کافی بود [۱۵]. همچنین مطالعه مطالعه هژیر کرد و همکاران (۲۰۲٤) بر لزوم بهبود سیستم‌های تشخیص و اطفاء حریق تأکید کرده است [۱٦].

تحقیق حاضر با استفاده از نرم‌افزارهای پیشرفته پایتون و سوییفت و انجام شده است. استفاده از پایتون و سوییفت در این تحقیق به تحلیل‌های دقیق‌تری منجر شد و کاهش ریسک‌ها به میزان ۵۰ ٪ را بهبود بخشید. مزیت اصلی این تحقیق در بهره‌گیری از ابزارهای نرم‌افزاری پیشرفته است که تحلیل‌های جوامع‌تر و سریع‌تری را فراهم کرده است. به عبارتی، با بهره‌گیری از مدل‌های پیشرفته و نرم‌افزارهای تحلیلی، به‌دقت بیشتری در ارزیـــابی و بهبود عملکرد حفاظتی پرداخته و کاهش ریسک‌ها را به طور قابل‌توجهی افزایش داده است. این امر نشان‌دهنده بهبود دقت در ارزیابی ریـــسک‌ها با استفاده از ابزارهای نرم‌افزاری پیشرفته است. مطالعه علیرضا

کوهپایه و همکاران (۲۰۲۲) به توانایی بالای نرم‌افزار MATLAB در محاسبه دقیق ریسک‌ها اشاره کرد [۱۷].

نتایج این بررسی با یافته‌های مطالعه فیورنتی (۲۰۱۲) و روش FLAME همخوانی دارد[۱۸]. روش FLAME نیز از رویکرد شاخص‌محور و نیمه‌کمی برای ارزیابی ریسک استفاده می‌کند که با ترکیب عوامل مختلف و الگوریتم‌های پیچیده، به ارزیابی دقیق‌تری از ریسک‌ها می‌پردازد. همچنین، این تحقیق با مطالعه حسینی (۲۰۲۱) هم‌راستا است که از محاسبات عددی و تکنیک‌های پیشرفته برای ارزیابی ریسک آتش‌سوزی در سایت‌های ساختمانی استفاده کرد و کاهش ریسک‌ها را به طور مؤثر تحلیل کرد[۱۹].

در مقایسه با مطالعه ژانگ و همکاران (۲۰۲۲) که از مدل‌سازی CFD برای ارزیابی ریسک حریق در روستاهای چوبی استفاده کرد، نتایج تحقیق حاضر نیز بر اهمیت ارزیابی دقیق داده‌های محیطی و استفاده از ابزارهای نوین برای کاهش ریسک‌ها تأکید دارد [۱۳]. ژانگ با استفاده از مدلسازی‌های دقیق، توانست به بهبود ایمنی و کاهش خسارات جانی و مالی در روستاها کمک کند، که با رویکرد تحقیق ما برای بهبود ایمنی در بیمارستان‌ها تطابق دارد.

مطالعه یاترلیس و همکاران (۲۰۲٤) که با استفاده از داده‌های پیچیده برای مدیریت واکنش‌های اضطراری و پیش‌بینی تحلیل‌های پس از حوادث طبیعی انجام شد، نیز بر اهمیت هماهنگی بین سازمان‌های مختلف تأکید داشت [۲۰]. مشابه این رویکرد، در تحقیق حاضر نیز هماهنگی و بهبود سیستم‌های ایمنی، به ویژه از طریق آموزش و فناوری‌های نوین، به کاهش ریسک منجر شد.

روش‌های پیشرفته‌ای نظیر سیستم رتبه‌بندی جدید حریق که برای پیش‌بینی انتشار آتش در محیط‌های جنگلی طراحی شده‌اند نیز بر تحلیل دقیق داده‌های محیطی و فیزیکی تأکید دارند. این مطالعات، مشابه تحقیق ما، نشان می‌دهند که استفاده از مدل‌های عددی و فناوری‌های نوین می‌تواند منجر به کاهش ریسک‌های آتش‌سوزی شود. نتایج تحقیق حاضر که از تحلیل‌های سیستماتیک و داده‌های محیطی بهره گرفته است، هم‌راستا با ایـــن مطالعات بوده و کاهش ۵۰ ٪ ریسک‌ها را به دنبال داشته است. این نتایج بر اهمیت استفاده از فناوری‌های پیشرفته و تحلیل‌های دقیق برای بهبود عملکرد حفاظتی و کاهش ریسک‌های مرتبط با آتش‌سوزی تأکید می‌کنند [۱۳]. ایـــن نتایج نشان‌دهنده کارایی روش‌های نوین در ارزیابی و مدیریت ریسک‌ها در محیط‌های پیچیده است و بر لزوم بهبود مستمر و بهره‌گیری از ابزارهای پیشرفته برای دستیابی به نتایج مطلوب تأکید دارد.

محدودیت‌های اصلی این مطالعه شامل تمرکز آن بر یک بیمارستان خاص بود. برای اعتبارسنجی و بهبود بیشتر، پیشنهاد می‌شود که این روش و نرم‌افزار طراحی شده در سایر محیط‌های کاری نیز ارزیابی و بررسی شود. همچنین، تحقیق بر تأثیرات بلندمدت اقدامات کنترلی و بهبود مستمر سیستم‌های ایمنی حریق نیز توصیه می‌شود. پیشنهاد می‌شود که تحقیقات آینده به بررسی کاربرد نرم‌افزارهای پیشرفته در محیط‌های کاری مختلف مانند ادارات، مدارس و کارخانه‌ها پرداخته و تأثیرات بلندمدت اقدامات کنترلی را تحلیل کنند. این بررسی‌ها می‌توانند به ارتقای دقت و کاربرد نرم‌افزار کمک کرده و پایه‌گذار مطالعات گسترده‌تر در زمینه ایمنی حریق شوند. میزان ریسک‌ها نقاط با ریسک بارز شناسایی شده پس از اعمال اقدامات کنترلی پیشنهادی، به طور میانگین ۵۰ ٪ می‌تواند کاهش یابد.

استفاده از روش FRAME در بستر نرم‌افزارهای برنامه‌نویسی نظیر پایتون و سوییفت می‌تواند در ارزیابی و مدیریت ریسک حریق در یک بیمارستان، به‌دقت و جامعیت تحلیل‌ها بیفزاید. استفاده از نتایج ارزیابی ریسک حریق با استفاده از ابزارهای پیشرفته، تحلیل‌های جامع‌تری نسبت به مطالعات پیشین ارائه خواهد داد و به بهبود ایمنی حریق در محیط‌های کاری مختلف کمک می‌کند.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه نشان داد با اعمال اقدامات کنترلی پیشنهادی مبتنی بر ارزیابی ریسک می توان کاهش قابل‌توجهی در خطر آتش‌سوزی بیمارستان انتظار داشت. بیشترین خطر آتش‌سوزی عمدتاً به عوامل انسانی مرتبط است که بر نیاز حیاتی برای مداخلات هدفمند تأکید می‌کند. برای کاهش مؤثر این خطرات، پیاده‌سازی سیستم‌های تشخیص و اطفای خودکار حریق برای حفاظت از جان و دارایی در مراکز بهداشتی درمانی ضروری است. علاوه بر این، آموزش ایمنی آتش‌نشانی به کارکنان برای افزایش آمادگی و قابلیت پاسخگویی آنها در مواقع اضطراری ضروری است. استفاده از نتایج ارزیابی ریسک حریق با استفاده از ابزارهای پیشرفته می‌تواند قابلیت اعتماد و اثربخشی اقدامات کنترلی و در نتیجه بهبود ایمنی حریق مراکز بهداشتی درمانی کمک کند.

تقدیر و تشکر

این مطالعه توسط کمیته تحقیقات و فناوری دانشجوی معاونت تحقیقات

و فناوری دانشگاه علوم پزشکی البرز (کد ۵۱۲۸) حمایت مالی شده است.

تعارض منافع

تعارض منافعی در این تحقیق وجود ندارد.

ملاحظات اخلاقی

ملاحظات اخلاقی مطالعه به تأیید کمیته اخلاق معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی البرز رسیده است (کد IR.ABZUMS.REC.۱۴۰۱,۲٦٤).

مشارکت نویسندگان

سیامک زینلی: در جمع‌آوری و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و نگارش پیش‌نویس و ویرایش مقاله

نرمین حسن‌زاده رنگی: طراحی تحقیق، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، ویرایش مقاله

References

1.Guang-wang Y, Hua-li Q. Fuzzy Comprehensive Evaluation of Fire Risk on High-Rise Buildings. Procedia Engineering 2011;11: 620-4.

2.Ma Q, Guo W. Discussion on the Fire Safety Design of a High-Rise Building. Procedia Engineering 2012;45: 685-9.

3.NFPA | The National Fire Protection Association.

4.Kermani Hesarshahabi A, Mirzaei R, Gholamnia R. Fire risk assessment in selected commercial buildings in Mashhad based on NFPA 101 standard in 2018. Journal of Rescue Relief 2019;11(3).

5.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 Journal 2016;13(1).

6.Sarsangi V, Saberi HR, Malakutikhah M, et al., editors. Analyzing the Risk of Fire in a Hospital Complex by "Fire Risk Assessment Method for Engineering"(FRAME)2014.

7.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. 2018.

8.Soltanzadeh A, Alaghmandan M, Soltanzadeh H. Performance evaluation of refuge floors in combination with egress components in high-rise buildings. Journal of Building Engineering 2018;19: 519-29.

9.Witlox HWM, Harper M, Oke A, Stene J. Phast validation of discharge and atmospheric dispersion for pressurised carbon dioxide releases. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 2014;30: 243-55.

10.Tseng JM, Su TS, Kuo CY. Consequence evaluation of toxic chemical releases by ALOHA. Procedia Engineering 2012;45: 384-9.

11.Khakkar S, Ranjbarian M, Pouyakian M. Study of CFSES software compliance with Iranian national standards for fire safety assessment of commercial complexes. 2019.

12.Eslahpazir M, Wittmann C, Krull R. Computational Fluid Dynamics. Comprehensive Biotechnology, Second Edition 2011;2: 1027-38.

13.Zhang F, Shi L, Liu S, et al. CFD-based framework for fire risk assessment of contiguous wood-frame villages in the western Hunan region. Journal of Building Engineering 2022;54: 104607.

14.Parvin S, Hadi A, Ali P, Mahboobeh E. Fire Risk Assessment in an Educational Environment using the Fire Risk Assessment Method for Engineers. Journal of ccupational Hygiene and Health Promotion 2020;4(2): 130-42.

15.Abadi M, Rostami F, mosafer A, et al. Analyzing the Risk of Fire in Laboratories University of Medical Sciences Used FRAME Method. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences 2020;27.

16.Kurd H, Zaroushani V, Akbari Shahrestanaki Y, Safari Variani A. Determining Factors Affecting Fire Risk in a Hospital in Qazvin, Iran. hdqir 2021;6(2): 115-22.

17.Mahdinia M, Yarahmadi R, Jafari MJ, et al. Fire Risk Assessment and the Effect of Emergency Planning on Risk Reduction in a Hospital. Qom University of Medical

Sciences Journal 2011;5: 71-8.

18.Danzi E, Fiorentini L, Marmo L. FLAME: A Parametric Fire Risk Assessment Method Supporting Performance Based Approaches. Fire Technology 2020;57.

19.Hosseini O, & Maghrebi, M. (2021). Risk of fire emergency evacuation in complex construction sites: Integration of 4D-BIM, social force modeling, and fire quantitative risk assessment. Advanced Engineering Informatics, 49, 101378. https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101378.

20.Iatrellis O, Bania, A., Samaras, N., & Panagiotakopoulos, T. (2024). FiReS: A semantic model for advanced querying and prediction analysis for first responders in post-disaster response plans. International Journal of Disaster Risk Reduction, 104592. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104592.

پیوست

جدول ۱- فاکتور ریسک بالقوه، فاکتور پذیرش ریسک، فاکتور سطح حفاظت طبقات و بخش‌های مختلف ساختمان

طبقه	نام بخش		فاکتور ریسک بالقوه	فاکتور پذیرش ریسک	فاکتور سطح حفاظت
همکف	اورژانس بزرگسال	ساختمان	۰.۲۲	۱.۲۱	۰.۹۷
		افراد	۰.۶۲	۰.۸۱	۱.۵۱
		فعالیت	۰.۲	۱.۰	۱.۵۷
	اورژانس اطفال	ساختمان	۰.۱۵	۱.۲۱	۰.۹۷
		افراد	۰.۵۱	۰.۸۱	۱.۵۱
		فعالیت	۰.۱۳	۱.۰	۱.۵۷
	اورژانس مامایی	ساختمان	۰.۲۶	۱.۲	۰.۹۷
		افراد	۰.۶۶	۰.۸	۱.۵۱
		فعالیت	۰.۲۳	۱.۰	۱.۵۷
	داروخانه	ساختمان	۰.۱۷	۱.۳	۰.۶۴
		افراد	۰.۸۷	۰.۸	۱.۶۷
		فعالیت	۰.۱۵	۱.۱	۱.۰۴
	تزریقات و پانسمان	ساختمان	۰.۱	۱.۲۱	۰.۵۲
		افراد	۰.۶۹	۰.۷۱	۱.۳۶
		فعالیت	۰.۰۸	۱.۱	۰.۸۵
	تحت نظر	ساختمان	۰.۰۹	۱.۲۳	۰.۵۲
		افراد	۰.۶۵	۰.۷۳	۱.۳۶
		فعالیت	۰.۰۸	۱.۱	۰.۸۵
طبقه اول	PICU	ساختمان	۰.۲۶	۱.۲۱	۰.۹۷
		افراد	۰.۷۹	۰.۸	۱.۵۱
		فعالیت	۰.۲۳	۱.۰	۱.۵۷
	ICU داخلی	ساختمان	۰.۱۷	۱.۲۲	۰.۹۷
		افراد	۰.۶۶	۰.۸۲	۱.۵۱
		فعالیت	۰.۱۵	۱.۰	۱.۵۷
	بستری اطفال ۳	ساختمان	۰.۱۹	۱.۲۳	۰.۹۷
		افراد	۰.۶۴	۰.۸۳	۱.۵۱

طبقه دوم	جراحی زنان	ساختمان	۰.۱۹	۱.۲۱	۰.۹۷
		افراد	۰.۶۶	۰.۸۱	۱.۵۱
		فعالیت	۰.۱۷	۱.۰	۱.۵۷
	بستری اطفال ۲	ساختمان	۰.۲۶	۱.۲۲	۰.۹۷
		افراد	۰.۷۷	۰.۸۲	۱.۵۱
		فعالیت	۰.۲۳	۱.۰	۱.۵۷
طبقه سوم	NICU 1	ساختمان	۰.۲۳	۱.۲۳	۰.۹۷
		افراد	۰.۹	۰.۸۳	۱.۵۱
		فعالیت	۰.۲	۱.۰	۱.۵۷
	NICU 2	ساختمان	۰.۳	۱.۲۳	۰.۹۷
		افراد	۰.۹۶	۰.۸۲	۱.۵۱
		فعالیت	۰.۲۶	۱.۰	۱.۵۷
	بلوک زایمان	ساختمان	۰.۲۵	۱.۲۱	۰.۹۷
		افراد	۰.۶۷	۰.۸۱	۱.۵۱
		فعالیت	۰.۲۲	۱.۰	۱.۵۷
طبقه چهارم	اتاق عمل	ساختمان	۰.۳۱	۱.۲۲	۰.۹۷
		افراد	۱.۰۴	۰.۸۲	۱.۵۱
		فعالیت	۰.۲۷	۱.۰	۱.۵۷
	جراحی مردان	ساختمان	۰.۱۶	۱.۲۲	۰.۹۷
		افراد	۰.۶۵	۰.۸۲	۱.۵۱
		فعالیت	۰.۱۴	۱.۰	۱.۵۷
	جراحی نوزادان	ساختمان	۰.۱۴	۱.۲۳	۰.۹۷
		افراد	۰.۴۷	۰.۸۳	۱.۵۱
		فعالیت	۰.۱۲	۱.۰	۱.۵۷
	ICU جراحی	ساختمان	۰.۲۵	۱.۲۴	۰.۹۷
		افراد	۰.۹۸	۰.۸۳	۱.۵۱
		فعالیت	۰.۲۲	۱.۰	۱.۵۷

طبقه منفی یک	رادیولوژی	ساختمان	۰.۱۵	۱.۱۸	۰.۸۸
		افراد	۰.۵۷	۰.۸۸	۱.۳۶
		فعالیت	۰.۱۳	۱.۰	۱.۴۲
	سونوگرافی	ساختمان	۰.۰۴	۱.۲۴	۰.۸۸
		افراد	۰.۱۹	۰.۹۴	۱.۳۶
		فعالیت	۰.۰۳	۱.۰	۱.۴۲
	MRI	ساختمان	۰.۱۳	۱.۲۲	۰.۸۸
		افراد	۰.۵۶	۰.۹۲	۱.۳۶
		فعالیت	۰.۱۱	۱.۰	۱.۴۲
	CT - Scan	ساختمان	۰.۱۲	۱.۱۸	۰.۸۸
		افراد	۰.۴۸	۰.۸۸	۱.۳۶
		فعالیت	۱.۰	۱.۰	۱.۴۲

جدول ۲- فاکتور ریسک بالقوه، فاکتور پذیرش ریسک، فاکتور سطح حفاظت بخش های خارج از ساختمان اصلی

نام بخش		فاکتور ریسک بالقوه	فاکتور پذیرش ریسک	فاکتور سطح حفاظت
انبار کپسول	ساختمان	۰.۱۳	۱.۲۴	۰.۵۸
	افراد	۰.۸۱	۰.۷۴	۱.۵۱
	فعالیت	۰.۱۱	۱.۰	۰.۹۴
انبار ضایعات	ساختمان	۰.۱۵	۱.۲۴	۰.۵۸
	افراد	۰.۸۳	۰.۷۴	۱.۵۱
	فعالیت	۰.۱۳	۱.۰	۰.۹۴
انبار دارویی	ساختمان	۰.۱۳	۱.۲۵	۰.۵۸
	افراد	۰.۷	۰.۷۵	۱.۵۱
	فعالیت	۰.۱۲	۱.۰	۰.۹۴
آزمایشگاه	ساختمان	۰.۱۵	۰.۹۷	۰.۷۹
	افراد	۰.۶۴	۰.۵۷	۱.۵۱
	فعالیت	۰.۱۳	۱.۰	۱.۲۸
تاسیسات	ساختمان	۰.۳۸	۰.۸۷	۰.۴۷
	افراد	۰.۹۶	۰.۳۷	۱.۶۷
	فعالیت	۰.۲۸	۰.۶	۱.۱۳