



## A Comparative Analysis of Health, Safety, and Environmental Hazards in Educational and Administrative Buildings with a Control and Preventive Approach to Accidents.

Yersain Shadkam <sup>1</sup>, Seyed Alireza Hajiseyed Mirzahosseini <sup>2\*</sup>, Hanieh Nikoomaram<sup>1</sup>,  
Sadegh Motahari Kia<sup>1</sup>

1. Department of Natural Resources and Environment, SR.C. Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Environmental Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 2024/11/12

Accepted: 2025/05/19

### Abstract

**Background and Aim:** In administrative and educational buildings, various safety hazards exist that, if overlooked, could lead to irreparable accidents. The aim of this study was to conduct a comparative analysis of health, safety, and environmental (HSE) hazards in educational and administrative buildings and to provide control and preventive measures to increase awareness of the HSE status in these buildings.

**Methods:** In this study, all processes, activities, locations, and spaces within the two educational and administrative buildings (Buildings 1 and 2) were initially examined. Subsequently, HSE hazard identification worksheets were prepared using the HAZID technique. These worksheets were then evaluated and completed using a risk matrix, taking into account national and international HSE laws and regulations. Finally, specific guidelines were developed for each section. A Comparative Qualitative Analysis approach was employed in this study to explore the similarities and differences in health, safety, and environmental hazards between the two buildings. The research was conducted in accordance with ethical principles, and no specific ethical code was required.

**Results:** The findings of this study indicated that the total number of identified hazards in the educational-administrative building (1) was 61, and in building (2) was 48. Of these, 24 hazards in building (1) and 15 hazards in building (2) were in the acceptable range (low risk level). Furthermore, 31 hazards in building (1) and 28 hazards in building (2) were in the tolerable range (medium risk level), while 6 hazards in building (1) and 5 hazards in building (2) were in the unacceptable range (high risk level).

**Conclusion:** Based on the results of this study, using the HAZID technique, HSE hazards in educational-administrative buildings (1) and (2) were identifiable. Hazards in the acceptable range should be monitored to prevent them from entering the tolerable range. For hazards in the tolerable range, preventive measures should be considered to prevent them from entering the unacceptable range. Finally, for hazards in the unacceptable range, immediate actions should be taken to reduce the risk level to the tolerable level.

**Keywords:** HSE; Hazard; HAZID; Educational and Administrative Building.

### Please cite this article as:

Shadkam Y, Hajiseyed Mirzahosseini SA, Nikoomaram H, Motahtari Kia S, A. Comparative Analysis of Health, Safety, and Environmental Hazards in Educational and Administrative Buildings with a Control and Preventive Approach to Accidents Irtiqa Imini Pishgiri Masdumiyat 2024;12(3):175-188. <https://doi.org/10.22037/iipm.v11i3.46718>

\* Corresponding Author: [mirzahosseini@iau.ac.ir](mailto:mirzahosseini@iau.ac.ir)

## تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای مخاطرات بهداشت، ایمنی و محیط زیست در ساختمان‌های آموزشی و اداری با رویکرد کنترلی و پیشگیرانه از حوادث

یرساین شادکام<sup>۱</sup>، سیدعلیرضا حاجی‌سیدمیرزاحسینی<sup>۲\*</sup>، هانیه نیکومرام<sup>۱</sup>، صادق مطهری‌کیا<sup>۱</sup>

۱. گروه مدیریت محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲. گروه مهندسی محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۲۲

### چکیده

**سابقه و هدف:** در ساختمان‌های اداری و آموزشی، خطرات مختلف ایمنی وجود دارد که در صورت نادیده گرفتن، می‌تواند منجر به حوادث جبران‌ناپذیری شود. هدف از این مطالعه، تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای مخاطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در ساختمان‌های آموزشی و اداری و ارائه راهکارهای کنترلی و پیشگیرانه جهت افزایش آگاهی از وضعیت بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در این ساختمان‌ها بود.

**روش کار:** در این تحقیق، ابتدا تمامی فرآیندها و فعالیت‌ها، مکان‌ها و فضاهای دو ساختمان آموزشی و اداری (۱ و ۲) مورد بررسی قرار گرفت. سپس کاربرگ‌های شناسایی خطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست بر اساس تکنیک HAZID تهیه شد. در مرحله بعد، کاربرگ‌ها با استفاده از ماتریس خطر و با در نظر گرفتن قوانین و الزامات ملی و بین‌المللی در حوزه بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست رتبه‌بندی و تکمیل شدند. در نهایت، دستورالعمل‌های ویژه برای هر بخش تدوین گردید. در این مطالعه، از روش تحلیل کیفی مقایسه‌ای برای بررسی تفاوت‌ها و شباهت‌های میان خطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در دو ساختمان بهره گرفته شد. این تحقیق با رعایت اصول اخلاقی انجام شد و هیچ‌گونه کد اخلاقی خاصی برای آن ضروری نبوده است.

**یافته‌ها:** یافته‌های این تحقیق نشان داد که تعداد کل خطرات شناسایی شده در ساختمان آموزشی و اداری (۱) برابر با ۶۱ مورد و در ساختمان (۲) برابر با ۴۸ مورد بود. از این تعداد، ۲۴ خطر در ساختمان (۱) و ۱۵ خطر در ساختمان (۲) در محدوده قابل‌پذیرش (سطح ریسک پایین) قرار داشتند. همچنین، ۳۱ خطر در ساختمان (۱) و ۲۸ خطر در ساختمان (۲) در محدوده قابل‌تحمل (سطح ریسک متوسط) و ۶ خطر در ساختمان (۱) و ۵ خطر در ساختمان (۲) در محدوده غیرقابل‌پذیرش (سطح ریسک بالا) قرار داشتند.

**نتیجه‌گیری:** بر اساس نتایج این تحقیق، با استفاده از تکنیک HAZID، مخاطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در ساختمان‌های آموزشی و اداری ۱ و ۲ قابل‌شناسایی بودند. خطرات در محدوده قابل‌پذیرش باید پایش می‌شدند تا وارد محدوده قابل‌تحمل نشوند. برای خطراتی که در محدوده قابل‌تحمل بودند، می‌توان علاوه بر پایش و نظارت، اقدامات پیشگیرانه‌ای در نظر گرفت تا وارد محدوده غیرقابل‌پذیرش نشوند. نهایتاً برای خطرات در محدوده غیرقابل‌پذیرش، باید اقدامات فوری برای کاهش سطح ریسک تا حد قابل‌تحمل در نظر گرفته می‌شد.

**واژگان کلیدی:** بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست، خطر، HAZID، ساختمان آموزشی و اداری.

به این مقاله، به صورت زیر استناد کنید:

Shadkam Y, Hajiseyed Mirzahosseini SA, Nikoomaram H, Motahtari Kia S, A. Comparative Analysis of Health, Safety, and Environmental Hazards in Educational and Administrative Buildings with a Control and Preventive Approach to Accidents Irtiqa Imini Pishgiri Masdumiyat. 2024;12(3):175-188. <https://doi.org/10.22037/iipm.v11i3.46718>

\*نویسنده مسئول مکاتبات: mirzahosseini@iau.ac.ir

## مقدمه

امروزه با گسترش روزافزون فعالیت‌های آموزشی و اداری در مراکز دانشگاهی و سازمانی، ایمنی و سلامت افراد شاغل و مراجعه‌کنندگان در این محیط‌ها به یکی از دغدغه‌های اصلی مدیران، برنامه‌ریزان و مسئولین حوزه بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست تبدیل شده است (۱). مطالعات متعدد نشان داد که محیط‌های آموزشی و اداری نیز همانند محیط‌های صنعتی در معرض خطرات متنوعی از جمله خطرات فیزیکی، شیمیایی، زیست‌محیطی و روان‌شناختی قرار دارند که در صورت عدم شناسایی و کنترل مؤثر، می‌توانند منجر به بروز حوادث، آسیب‌های جسمی و روانی و نیز اختلال در فرآیندهای آموزشی و اداری شوند (۲).

بر اساس گزارش‌های سازمان بین‌المللی کار، حدود ۳۸۰'۰۰۰ کارگر، یا ۱۳ درصد از کل نیروی کار، هر سال به دلیل بیماری‌های ناشی از کار یا حوادث در محل کار جان خود را از دست می‌دهند و همچنین به دلیل کار، بیش از ۳۷۴ میلیون نفر هر سال بیمار، مجروح یا آسیب‌دیده می‌شوند که بخش قابل‌توجهی از آن‌ها در بخش‌های خدماتی و آموزشی رخ داده است (۳). در ایران نیز، حوادث ناشی از کار دومین عامل مرگ‌ومیر است. بر اساس گزارش رسمی سازمان تأمین اجتماعی در سال ۱۳۹۳، ۱۹۸۵۲ نفر بر اثر حوادث ناشی از کار در ایران مجروح شدند که منجر به فوت ۸۱۲ نفر و از کارافتادگی ۲۸۰ نفر شده است (۴).

در سال ۲۰۲۳، تحقیقی در مورد وضعیت ایمنی آزمایشگاه‌های دانشگاهی در چین انجام شد که در آن چالش‌ها و مشکلات موجود در این زمینه بررسی گردید. در این مطالعه، ۱۱۰ حادثه آزمایشگاهی گزارش شده در چین مورد تحلیل قرار گرفت. این حوادث شامل مواردی از قبیل انفجارها، آتش‌سوزی‌ها و دیگر حوادث جدی بودند که منجر به آسیب‌دیدگی و حتی مرگ برخی از دانشجویان و کارکنان شدند. تلاش‌های مختلفی که برای بهبود ایمنی و کاهش حوادث در این محیط‌ها انجام شده بود، مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، جهت‌گیری‌های آینده برای ارتقاء ایمنی آزمایشگاه‌ها و کاهش خطرات احتمالی در این محیط‌ها مطرح شد. این آمار دقیق از حوادث، ضرورت انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه و اتخاذ تدابیر ایمنی مناسب را نشان می‌دهد (۵). با توجه به هدف تحقیق که تمرکز بر تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای مخاطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست با استفاده از روش

نظام‌مند HAZID و با بهره‌گیری از راهنمای واژگان استاندارد ایزو ۱۷۷۷۶ در ساختمان‌های آموزشی و اداری با رویکرد کنترلی و پیشگیرانه از حوادث است، محدوده این مطالعه به‌طور دقیق به شرح زیر تعیین می‌گردد.

این تحقیق به شناسایی، ارزیابی و مقایسه طیف گسترده‌ای از مخاطرات در سه حوزه اصلی شامل بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست پرداخته است. مخاطرات شناسایی شده در این پژوهش عبارت‌اند از: مخاطرات ایمنی: شامل برق‌گرفتگی، سقوط از ارتفاع، سطوح داغ و لغزنده، تجهیزات در حال حرکت، نقص تجهیزات و شرایط اضطراری و بلایای طبیعی.

مخاطرات بهداشتی: شامل مواجهه با سروصدا، روشنایی نامناسب، ارگونومی ضعیف در طراحی ایستگاه‌های کاری، مایعات سمی و عوامل روان‌شناختی ناشی از محیط کار.

مخاطرات محیط زیستی: شامل آلودگی‌های زیستی ناشی از عوامل ویروسی و خطرات زیست‌محیطی مربوط به فعالیت‌های ساختمانی (۶). این دسته‌بندی جامع، زمینه‌ساز تحلیل هدفمند و ارائه مداخلات مؤثر برای کاهش خطرات شد (۷).

در این تحقیق تلاش شده است تا با یک رویکرد کنترلی و پیشگیرانه، راهکارهای مؤثر جهت کاهش یا حذف این مخاطرات در بخش‌هایی نظیر موتورخانه، آزمایشگاه و فضاهای عمومی ارائه شود. این تحقیق در پاسخ به شکاف دانشی موجود در حوزه ارزیابی خطر در ساختمان‌های غیر صنعتی طراحی شد، چراکه بیشتر مطالعات پیشین بر ارزیابی خطرات در محیط‌های صنعتی تمرکز داشتند و تحقیقات محدودی به‌صورت کاربردی به بررسی مخاطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در فضاهای آموزشی و اداری پرداختند (۸).

با توجه به شناسایی خطرات در محدوده‌های مختلف پذیرش پذیری، یافته‌های این پژوهش می‌توانند به‌عنوان مبنایی مؤثر برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی، طراحی برنامه‌های پیشگیرانه و ارتقای سطح ایمنی در محیط‌های آموزشی و اداری مورد استفاده قرار گیرند (۹).

در سال ۱۴۰۱، مقاله‌ای با عنوان ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های ایمنی و بهداشت حرفه‌ای بیمارستان شهید صدوقی یزد در سال ۱۳۹۸ منتشر شد. در این مطالعه، ابتدا ریسک‌های اساسی در بخش‌های بالینی، آزمایشگاه، تأسیسات، رادیولوژی و اداری شناسایی شدند.

شناسایی فرآیندها، فعالیت‌ها و مکان‌ها: در این مرحله، فرآیندها و فعالیت‌های کاری، اماکن و فضاهای ساختمان‌های آموزشی و اداری شناسایی شدند. همچنین برای شناسایی دقیق‌تر خطرات موجود، ویژگی‌های ساختمان‌ها مانند طراحی فضا، تعداد افراد حاضر و نوع فعالیت‌های در جریان در هر واحد، مورد ارزیابی قرار گرفت. بررسی قوانین، مقررات و الزامات: در این مرحله، قوانین، مقررات و الزامات ملی و بین‌المللی در حوزه ایمنی و بهداشت ساختمان‌های آموزشی و اداری مورد بررسی قرار گرفتند. به‌ویژه استانداردهای ISO 31000 و ISO 17776 به‌عنوان مبنای ارزیابی ریسک‌ها و طبقه‌بندی خطرات در نظر گرفته شدند (۱۶). در این فرآیند، معیارهای مربوط به شدت پیامدها و احتمال وقوع خطرات طبق این استانداردها تعریف شد و در ادامه برای هر واحد، دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشت تدوین گردید.

شناسایی خطرات با استفاده از تکنیک HAZID: در این مرحله، گره بندی یا Node بندی مکان‌هایی که دارای مخاطرات ایمنی و بهداشتی مشابه هستند، انجام شد. سپس برای شناسایی خطرات از تکنیک HAZID استفاده شد که یک روش سیستماتیک برای شناسایی خطرات است. این تکنیک نیاز به تیمی متخصص در کلیه زمینه‌های بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست دارد که شامل ۴ تا ۶ نفر از کارشناسان در این حوزه است (۱۷). گروه تحقیق این پژوهش متشکل از پنج نفر متخصص در زمینه‌های ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست بود.

پس از شناسایی خطرات با استفاده از کاربرگ‌های بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست، تجزیه و تحلیل خطرات با کمک ماتریس ریسک و استفاده از کلمات راهنما صورت گرفت. برای هر یک از خطرات شناسایی شده، پارامترهای احتمال وقوع و شدت پیامد مشخص گردید و از طریق فرمول زیر سطح ریسک محاسبه شد (۱۸).

$$\text{سطح ریسک} = \text{شدت پیامد} \times \text{احتمال وقوع}$$

در این مرحله، برای تعیین احتمال وقوع، از داده‌های تجربی و تاریخچه وقوع حوادث مشابه در ساختمان‌های مشابه استفاده شد. شدت پیامدها بر اساس معیارهایی همچون میزان خسارات جانی، مالی و زیست‌محیطی تعیین گردید.

رویکرد تحلیل کیفی مقایسه‌ای برای ارزیابی مخاطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در دو نوع ساختمان آموزشی و اداری به کار گرفته شد. این روش امکان بررسی دقیق و عمیق‌تری از تفاوت‌ها و

سپس، بر اساس منطق FMEA، برای هر ریسک سه شاخص شدت، احتمال و آسیب‌پذیری تعیین گردید. در مرحله بعد، مقیاس اولویت‌بندی مشخص شد و با استفاده از روش ANP، اولویت‌بندی ریسک‌ها انجام شد (۱۰).

در سال ۱۳۹۹، پژوهشی با عنوان شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های ایمنی در پروژه‌های ساختمانی با رویکرد ترکیبی FMEA و TOPSIS فازی انجام شد. در این مطالعه، ابتدا ریسک‌های ایمنی در پروژه‌های ساختمانی شناسایی شدند. سپس، با استفاده از رویکرد ترکیبی FMEA و TOPSIS فازی، ریسک‌ها شبیه‌سازی و رتبه‌بندی گردیدند (۱۱).

در سال ۱۳۹۹، مقاله‌ای با عنوان شناسایی و ارزیابی مخاطرات ایمنی کارگاه‌های آموزشی دانشگاه علم و صنعت ایران با روش Fuzzy FMEA انجام شد. این مطالعه باهدف شناسایی و کاهش ریسک‌های موجود در کارگاه‌های ریخته‌گری و ماشین‌افزار دانشگاه علم و صنعت ایران صورت گرفت (۱۲).

در سال ۱۳۹۷، پژوهشی با عنوان ارزیابی مخاطرات بهداشتی بر اساس روش تصمیم‌گیری چند شاخصه انجام شد. این پژوهش بیان کرد که بیمارستان‌ها از پرمخاطره‌ترین مکان‌ها برای کار می‌باشند (۱۳).

در سال ۱۳۹۶، تحقیقی تحت عنوان چالش‌ها و موانع موجود بر سر راه استقرار سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست با نگرش استاندارد بین‌المللی ISO 45001 انجام شد. روش بررسی نشان داد که نهادینه کردن سامانه ایمنی و بهداشت و محیط‌زیست به‌عنوان یک رویکرد جدید نیازمند همت و تلاش گروهی است (۱۴).

در سال ۲۰۲۳، مقاله‌ای با عنوان عوامل مؤثر بر شناخت ایمنی کارگران ساختمانی: یک مرور نظام‌مند انجام شد. در این مطالعه، رفتار غیر ایمن کارگران ساختمانی به‌عنوان یک چالش جهانی معرفی شد. رفتار، حاصل شناخت انسان است و پژوهش از دیدگاه شناختی می‌تواند به‌طور بالقوه رفتار غیر ایمن را در مبدأ آن مهار کند. از این‌رو، تحقیقات در زمینه شناخت ایمنی به‌سرعت در حال گسترش است (۱۵).

## روش کار

این پژوهش در سه مرحله اصلی انجام شد که در ادامه به‌تفصیل شرح داده می‌شود.

متنوع، نماینده مناسبی از سایر ساختمان‌های آموزشی دانشگاه محسوب می‌شوند. از سوی دیگر، شرایط فیزیکی، موقعیت مکانی و نوع فعالیت‌های جاری در این دو بلوک، فرصت مناسبی برای بررسی جامع ریسک‌های بالقوه و ارزیابی اثربخشی اقدامات کنترلی و پیشگیرانه فراهم می‌آورد.

پس از شناسایی و تحلیل خطرات، جمع‌بندی عدم انطباق‌ها با توجه به سطح ریسک‌ها صورت گرفت (۲۰). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، راهکارهای بهبود ایمنی و بهداشت برای کاهش خطرات و رفع عدم انطباق‌ها ارائه شد. این راهکارها شامل اقدامات پیشگیرانه، کاهش و اصلاحی با توجه به الزامات قانونی ملی و بین‌المللی بودند.

برای هر واحد یا سیستم، کاربرگ شناسایی خطر با توجه به استانداردهای ISO 17776 و مقررات ملی و بین‌المللی تهیه شد (۲۱). در این کاربرگ‌ها، خطرات شناسایی‌شده با جزئیات کامل وارد شده و برای هر یک از آنها اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه پیشنهاد شد. همچنین در این کاربرگ‌ها، معیارهای احتمال وقوع و شدت پیامد برای ارزیابی دقیق‌تر خطرات وارد شدند (۲۲).

### جدول ۱. نمونه کاربرگ شناسایی خطر با استفاده از تکنیک HAZID

شماره سیستم/ واحد:		عملکرد سیستم/ واحد:		نام سیستم/ واحد:		توضیحات:	
کد شناسایی خطر		کلمه راهنما	خطر	علت	پیامد	اقدام پیشگیرانه	اقدام کاهش
							ریسک شدت احتمال

به فرآیندها و فعالیت‌های مرتبط با هر سیستم پرداخته شد و نحوه عملکرد آن توضیح داده شد.

در قسمت کد شناسایی خطر، کد منحصر به فردی برای هر خطر وارد شد که به شناسایی سریع‌تر و دقیق‌تر خطرات کمک کرد. کلمه راهنما به‌عنوان کلماتی خاص، طبق استانداردها و متدولوژی‌های HAZID برای شفاف‌سازی فرآیند شناسایی انواع خطرات استفاده شد.

در ستون خطر، نوع خطر شناسایی‌شده مانند آسیب به کارکنان، تجهیزات یا محیط‌زیست ذکر شد. علت به توضیح اصلی وقوع خطر پرداخت و دلایل احتمالی مانند نقص در طراحی یا نادرستی در اجرای فرآیندها را بررسی کرد. در بخش پیامد، پیامدهای احتمالی وقوع خطرات مورد ارزیابی قرار گرفت که می‌توانست شامل آسیب‌های جسمی، مالی یا زیست‌محیطی باشد. ستون اقدام پیشگیرانه به معرفی

شباهت‌های موجود در وضعیت بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست این دو ساختمان را فراهم می‌سازد، به‌ویژه در مواردی که داده‌ها بیشتر کیفی و غیر عددی هستند. در همین راستا، مطالعه شیوه‌من و همکاران (۲۰۲۴) نیز با رویکردی جامع و مقایسه‌ای به بررسی مخاطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در پروژه‌های ساختمانی پرداخته است (۱۹). آن‌ها تلاش کرده‌اند تا با استفاده از تحلیل‌های مقایسه‌ای، تأثیر مخاطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست را در محیط‌های ساخت‌وساز ارزیابی کرده و درک بهتری از چالش‌های موجود در مدیریت ایمنی و بهداشت در پروژه‌های ساختمانی ارائه دهند. اشتراکات میان این دو مطالعه می‌تواند در تقویت چارچوب نظری تحقیق حاضر و همچنین اعتباربخشی به انتخاب روش تحلیل کیفی مقایسه‌ای مؤثر باشد.

انتخاب دو ساختمان به‌عنوان نمونه‌های مورد مطالعه، باهدف تحلیل دقیق و واقع‌گرایانه مخاطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در فضاهای آموزشی و اداری صورت گرفته است. این دو ساختمان به دلیل کاربری گسترده، تراکم بالای دانشجویان و کارکنان، وجود کلاس‌ها، دفاتر اداری و همچنین برخورداری از سیستم‌های تأسیساتی

در جدول ۱، کاربرگ شناسایی خطر با استفاده از تکنیک HAZID، ستون‌ها به‌طور دقیق به شناسایی و ارزیابی خطرات پرداخته بودند. ستون شماره سیستم/ واحد به شناسایی دقیق سیستم‌ها یا واحدهای مختلف اختصاص یافت و با شماره‌گذاری خاص، فرآیند شناسایی خطرات برای هر سیستم یا واحد مشخص شد.

در ستون عملکرد سیستم/ واحد، وظیفه یا عملکرد اصلی هر سیستم یا واحد شرح داده شد که نشان داد سیستم در چه زمینه‌ای فعالیت داشت و چگونه با سایر بخش‌ها ارتباط برقرار کرد.

نام سیستم/ واحد مشخصاً نام سیستم یا واحدی را که مخاطرات آن شناسایی شد، بیان کرد تا فرآیند شناسایی خطرات به‌طور واضح‌تری انجام گیرد. در ستون شرح عملکرد سیستم/ واحد، به‌طور دقیق‌تری

فراهم می‌آورند. جدول ۲ (ماتریس ریسک)، با ترکیب شدت پیامدها و احتمال وقوع، به شناسایی سطح ریسک هر خطر کمک می‌کند و امکان اولویت‌بندی اقدامات کنترلی را فراهم می‌سازد، به طوری که سطوح H نشان‌دهنده ریسک بالا، M ریسک متوسط و L ریسک پایین هستند. در این ماتریس، شدت حوادث در پنج سطح از خطر ناچیز تا فاجعه‌بار طبقه‌بندی شده و در ردیف‌ها قرار گرفته است، در حالی که احتمال وقوع نیز در پنج سطح از بعید تا مکرر در ستون‌ها تعریف شده است.

از سوی دیگر، جدول ۳ (طبقه‌بندی سطوح پیامدها)، تعریفی دقیق از هر سطح شدت پیامد ارائه می‌دهد که هم شامل خسارات مالی و تجهیزاتی است و هم تأثیرات بهداشتی، ایمنی و زیست‌محیطی را پوشش می‌دهد. این طبقه‌بندی با در نظر گرفتن ویژگی‌های خاص محیط‌های آموزشی و اداری (مانند دستگاه‌های تهویه، برق، آبرسانی و حضور جمعیت زیاد) تدوین شده و درک بهتری از ابعاد مختلف خطرات فراهم می‌کند. تلفیق این دو جدول، ابزاری دقیق برای تحلیل، مدیریت و کاهش ریسک‌ها در محیط‌های آموزشی و اداری محسوب می‌شود.

در بخش اقدام اصلاحی مورد نیاز، اقدامات اصلاحی برای کاهش یا رفع خطرات شناسایی شده بر اساس الزامات قانونی و استانداردهای بین‌المللی ارائه شد. توضیحات شامل اطلاعات تکمیلی یا توضیحات اضافی بود که می‌توانست به درک بهتر شرایط و خطرات کمک کند و به تجزیه و تحلیل دقیق‌تر فرآیند شناسایی خطرات یاری رساند.

اقداماتی پرداخت که می‌توانستند از وقوع خطرات جلوگیری کنند، نظیر اصلاحات در فرآیندها، نصب تجهیزات ایمنی یا آموزش کارکنان. در بخش اقدام کاهشی، اقداماتی که پس از وقوع خطر برای کاهش اثرات آن لازم بود، بیان شدند. این اقدامات شامل ارزیابی مجدد شرایط و کنترل‌های ایمنی بودند.

به منظور ارزیابی نظام‌مند و علمی خطرات شناسایی شده، از یک ماتریس ریسک پنج سطحی استفاده شد که ترکیبی از احتمال وقوع و شدت پیامد را لحاظ می‌نماید که در جدول ۲ آورده شده است. احتمال وقوع بر اساس تواتر تجربی یا پیش‌بینی شده در بازه‌های زمانی تعریف شده و شدت پیامدها با توجه به خسارات مالی، فنی، عملیاتی و تأثیرات بهداشتی و زیست‌محیطی طبقه‌بندی گردید که در جدول ۳ آورده شده است. این ساختار، چارچوبی دقیق و قابل استناد برای رتبه‌بندی ریسک‌ها فراهم می‌کند و امکان تمایز بین ریسک‌های قابل قبول، قابل تحمل و غیرقابل قبول را مهیا می‌سازد. استفاده از این سیستم طبقه‌بندی، نه تنها به تعیین اولویت اقدامات کنترلی کمک می‌کند، بلکه تضمین می‌نماید که منابع محدود ایمنی به طور هدفمند در حوزه‌هایی با بیشترین پتانسیل خسارت متمرکز شوند. چنین رویکردی، همسو با استانداردهای بین‌المللی مدیریت ریسک نظیر ISO 31000 و دستورالعمل‌های HSE-MS بوده و تضمینی برای ارتقاء تاب‌آوری سازمان در برابر حوادث و بحران‌های احتمالی محسوب می‌شود.

در نهایت جداول ۲ و ۳ در کنار یکدیگر چارچوبی جامع برای ارزیابی ریسک در محیط‌های آموزشی و اداری با رویکرد پیشگیرانه و کنترلی

## جدول ۲. ماتریس ریسک

احتمال شدت	بعید (۱)	احتمال کم (۲)	محتمل (۳)	احتمال زیاد (۴)	مکرر (۵)
	حداقل ۱ مورد در ۲۰ سال	حداقل ۱ مورد در ۱۰ سال	حداقل ۱ مورد در ۵ سال	بیش از ۱ تا ۱۰ مورد در ۲ سال	بیش از ۱۰ مورد در سال
E	H	H	H	H	H
D	M	M	H	H	H
C	L	M	M	M	H
B	L	L	M	M	M
A	L	L	L	L	L
E	H	H	H	H	H

## جدول ۳. طبقه‌بندی سطوح پیامدها

سطوح پیامد	طبقه‌بندی پیامد	خسارت بر اموال و تجهیزات	آسیب به افراد (بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست)	میزان خسارت (تومان)	شرح پیامد
E	فاجعه‌بار	از بین رفتن کامل سیستم	مرگ و میر چندین نفر، آسیب جدی به سلامتی، مشکلات زیست‌محیطی	بیش از ۱۰۰ میلیارد	از دست رفتن کامل سیستم‌های حیاتی مانند سیستم‌های تهویه، برق، آب‌رسانی، یا شبکه‌های ارتباطی در ساختمان‌های آموزشی و اداری که به مرگ چندین نفر یا آسیب‌های جدی به سلامت کارکنان و دانشجویان منجر می‌شود.
D	بحرانی	خسارت عمده به تجهیزات، از کار افتادن تجهیزات اصلی	یک مورد مرگ و میر، مسمومیت حاد، بستری طولانی مدت	بین ۱۰ تا ۵۰ میلیارد	خسارت‌های عمده به تجهیزات برقی، دستگاه‌های تهویه، تجهیزات ایمنی و یا از کار افتادن تجهیزات اصلی مانند آسانسور و پله‌های اضطراری. احتمال مرگ یک نفر یا مسمومیت حاد در نتیجه نقص ایمنی.
C	خطرناک	خسارت قابل توجه به تجهیزات، از دست دادن کیفیت عملیات	جراحت یا آسیب دائمی، بیماری‌های ناشی از کار	بین ۱ تا ۱۰ میلیارد	آسیب‌های جدی به تجهیزات، از دست دادن کیفیت عملکرد دستگاه‌های ایمنی یا محیطی، جراحات دائم ناشی از حوادثی مانند سقوط، برق‌گرفتگی، یا آسیب‌های ناشی از مواد شیمیایی.
B	کم خطر	آسیب جزئی به تجهیزات، حریق محدود	انتقال مصدوم به بیمارستان، درمان پزشکی، مسمومیت یک نفر	بین ۵۰۰ میلیون تا ۱ میلیارد	خسارت‌های جزئی به تجهیزات، انتشار مواد شیمیایی خطرناک به میزان کم و یا وقوع حریق‌های محدود که به آسیب جزئی به افراد منجر می‌شود. این حوادث ممکن است نیاز به اقدامات کمک‌های اولیه یا انتقال بیمار به بیمارستان داشته باشند.
A	خطر ناچیز	آسیب ناچیز به تجهیزات، انتشار ناچیز آلاینده‌ها	آسیب جزئی، اقدامات کمک‌های اولیه	کمتر از ۵۰۰ میلیون	آسیب‌های جزئی به تجهیزات مانند شکستگی یا آسیب‌های سطحی، بدون از دست دادن کیفیت عملکرد دستگاه‌ها. آسیب‌های کوچک به افراد مانند بریدگی‌ها، سوختگی‌های سطحی، یا کوفتگی‌ها که نیاز به اقدامات کمک‌های اولیه دارند.

## جدول ۴. طبقه‌بندی ریسک بر اساس ALARP

طبقه‌بندی سطح ریسک	رنگ	توضیح بر اساس رویکرد ALARP	اقدام توصیه‌شده
بالا	قرمز	غیرقابل پذیرش: ریسک باید به‌طور فوری حذف یا کنترل شود.	توقف فعالیت یا اصلاح فوری؛ بازنگری طراحی، فرآیند یا اقدامات مدیریتی.
متوسط	زرد	قابل تحمل: خطرات باید پایش شوند و برای آن‌ها پیشنهادها و راهکارهایی در نظر گرفته می‌شود.	اعمال اقدامات کنترلی معقول و نظارت مداوم؛ توجیه مداوم فعالیت.
پایین	سبز	قابل پذیرش: ریسک در سطح قابل‌پذیرش باید پایش شوند بدون نیاز به اقدام فوری.	نگهداری وضعیت موجود، مستندسازی و پایش دوره‌ای کفایت اقدامات.

(Low As Reasonably Practicable) ریسک‌هایی که بالاتر از حد قابل تحمل قرار دارند، باید به‌طور فعال کاهش یابند. در صورتی که امکان کاهش ریسک‌ها به سطح قابل قبول وجود نداشته باشد، ضروری است که اقدامات اصلاحی فوری انجام شود تا از وقوع حوادث و

در جدول ۴ خطرات بر اساس شدت پیامدها و احتمال وقوع آن‌ها به سه دسته اصلی تقسیم شدند که معمولاً بارنگ‌های سبز (ریسک قابل قبول)، زرد (ریسک قابل تحمل) و قرمز (ریسک غیرقابل پذیرش) نشان داده شدند (۲۳). در نتیجه در چارچوب رویکرد ALARP (As

واحد موتورخانه در هر دو ساختمان ۱ و ۲ دارای بیشترین سطح ریسک بود. مهم‌ترین علل این خطرات شامل وجود تجهیزات خطرناک در تأسیسات مکانیکی و الکتریکی، سروصدای ناشی از دستگاه‌ها و تجهیزات، گازهای سمی، تجهیزات در حال حرکت، شرایط محیط کار، سطوح داغ، شرایط اضطراری، برق، خطرات مرتبط با اختلاف ارتفاع، عوامل روان‌شناختی و مخاطرات ارگونومیک بود. در این بخش، سه مورد ریسک در محدوده غیرقابل پذیرش (سطح ریسک بالا) شناسایی شد. واحدهای آزمایشگاه و فضاهای عمومی در هر دو ساختمان شرایط مشابهی از نظر بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست داشتند و در اولویت دوم قرار گرفتند. این واحدها دارای ریسک‌های متوسط و پایین بودند که نیازمند پایش‌های مستمر بودند.

اتاق‌ها که شامل کلاس‌های آموزشی، اتاق اساتید، همکاران و بایگانی مستندات می‌شدند، کمترین سطح ریسک را داشتند. هیچ خطری در محدوده غیرقابل پذیرش در این بخش شناسایی نشد. در جداول زیر، خطرات شناسایی شده در هر بخش و سطح ریسک مربوطه ارائه شده است.

پیامدهای منفی جلوگیری گردد. این رویکرد با استانداردهای بین‌المللی مانند ISO 31000 (مدیریت ریسک) و ISO 45001 (مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی) مطابقت دارد و در بسیاری از سازمان‌ها به‌منظور کنترل و کاهش ریسک‌ها به‌ویژه در محیط‌های کاری پرخطر به کار می‌رود. هدف این استانداردها تضمین سلامت و ایمنی افراد و حفاظت از محیط‌زیست است و به‌طور خاص بر کاهش ریسک‌ها تا حد معقول تأکید دارد. این رنگ‌بندی در ارزیابی خطرات به کمک کارشناسان ایمنی و محیط‌زیست انجام شد تا اطمینان حاصل شود که تمامی خطرات به‌درستی شناسایی و اولویت‌بندی شده بودند و اقدامات مناسب در جهت کاهش آن‌ها اعمال گردید.

## یافته‌ها

بر اساس تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای خطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست موجود در دو ساختمان آموزشی و اداری ۱ و ۲، با استفاده از تکنیک HAZID، کلمات راهنمای ISO 17776 و استانداردهای ملی و بین‌المللی، نتایج زیر حاصل گردید:

جدول ۵. خطرات شناسایی شده در واحد اتاق‌ها در ساختمان‌های ۱ و ۲ آموزشی و اداری با استفاده از (ISO 17776)

سطح ریسک ساختمان (۱)	کد شناسایی خطر ساختمان (۱)	سطح ریسک ساختمان (۲)	کد شناسایی خطر ساختمان (۲)
	2	H-31	1
	2	H-40	1
	2	H-24	1
	2	H-06	1
پایین	10	H-25	4
	2	H-32	1
	1	-	-
	1	-	-
	2	H-43	2
متوسط	6	H-15	6
	3	H-24	1
	1	H-25	3
بالا	0	-	-
تعداد کل خطرات شناسایی شده در ساختمان (۱): ۱۶		تعداد کل خطرات شناسایی شده در ساختمان (۲): ۱۰	

## جدول ۶. خطرات شناسایی شده در واحد موتورخانه در ساختمان‌های ۱ و ۲ آموزشی و اداری با استفاده از (ISO 17776)

سطح ریسک ساختمان (۱)	کد شناسایی خطر ساختمان (۱)	سطح ریسک ساختمان (۲)	کد شناسایی خطر ساختمان (۲)
پایین	H-31	1	H-32
	H-26		H-10
	H-30		H-40
متوسط	H-10	6	H-25
	H-15		H-30
	H-06		H-06
	-		H-08
	H-20		H-43
	H-43		H-36
بالا	H-25	3	H-15
	H-25		H-15
تعداد کل خطرات شناسایی شده در ساختمان (۱): ۱۱		تعداد کل خطرات شناسایی شده در ساختمان (۲): ۱۰	

## جدول ۷. خطرات شناسایی شده در واحد آزمایشگاه در ساختمان‌های ۱ و ۲ آموزشی و اداری با استفاده از (ISO 17776)

سطح ریسک ساختمان (۱)	کد شناسایی خطر ساختمان (۱)	سطح ریسک ساختمان (۲)	کد شناسایی خطر ساختمان (۲)
پایین	H-08	1	H-25
	H-09		H-25
متوسط	H-15	5	H-38
	H-09		H-15
	H-09		H-40
بالا	H-24	1	H-36
	H-21		H-09
تعداد کل خطرات شناسایی شده در ساختمان (۱): ۷		تعداد کل خطرات شناسایی شده در ساختمان (۲): ۷	

## جدول ۸. خطرات شناسایی شده در واحد فضاهای عمومی در ساختمان‌های ۱ و ۲ آموزشی و اداری با استفاده از (ISO 17776)

سطح ریسک ساختمان (۱)	کد شناسایی خطر ساختمان (۱)	سطح ریسک ساختمان (۲)	کد شناسایی خطر ساختمان (۲)
پایین	H-06	9	H-33
	H-33		H-15
	H-33		H-36
	H-33		H-40
	H-33		H-24
	H-33		H-38
متوسط	H-24	11	H-43
	H-24		H-06
	H-24		H-43
	H-24		H-06
	H-24		H-43
	H-24		H-24
بالا	H-43	1	H-15
	H-15		H-39
	H-24		H-39
تعداد کل خطرات شناسایی شده در ساختمان (۱): ۲۷		تعداد کل خطرات شناسایی شده در ساختمان (۲): ۲۱	

مربوط به سطح ریسک متوسط است که نشان‌دهنده میزان بالای خطرات با احتمال وقوع متوسط و اثرات قابل توجه در این ساختمان

با توجه به جداول بالا تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای به شرح ذیل است؛ در ساختمان (۱)، به‌طور کلی تعداد خطرات شناسایی شده ۶۱ خطر بوده که در سطوح ریسک مختلف توزیع شده‌اند. بیشترین تعداد خطرات

در ساختمان ۱، تعداد کلی خطرات شناسایی شده بیشتر از ساختمان ۲ است (۶۱ در مقابل ۴۸). این به این معنی است که در ساختمان ۱، خطرات بیشتری به‌طور کلی شناسایی شده‌اند و ممکن است نیاز به ارزیابی و کنترل بیشتری داشته باشند.

تعداد خطرات در سطح ریسک پایین و متوسط در هر دو ساختمان قابل توجه است. در حالی که ساختمان ۱ تعداد خطرات سطح ریسک بالا بیشتری نسبت به ساختمان ۲ دارد، این نشان‌دهنده اهمیت بالاتر خطرات جدی در این ساختمان است.

به‌طور کلی از آنجاکه هر دو ساختمان دارای خطرات قابل توجهی در سطوح مختلف ریسک هستند، ساختمان ۱ نیاز به توجه بیشتری در زمینه کنترل خطرات با سطح ریسک متوسط و بالا دارد، به‌ویژه در واحدهای موتورخانه و فضاهای عمومی که خطرات بیشتری در این سطوح شناسایی شده است.

ساختمان ۲ نسبت به ساختمان ۱ خطرات کمتری با سطح ریسک بالا دارد، اما خطرات با سطح ریسک پایین و متوسط همچنان به‌ویژه در واحدهای فضاهای عمومی و آزمایشگاه قابل توجه هستند.

در مجموع، هر دو ساختمان نیاز به اقدامات پیشگیرانه و کنترلی در تمامی واحدها دارند تا از وقوع حوادث و آسیب‌های احتمالی جلوگیری شود. برای کاهش خطرات در هر دو ساختمان، اقدامات کنترلی در سطوح مختلف ریسک (پایین، متوسط و بالا) باید به‌طور ویژه پیگیری شوند. با استفاده از این تحلیل کیفی مقایسه‌ای، می‌توان توصیه‌های خاصی را برای بهبود شرایط بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در هر دو ساختمان ارائه داد. این تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که به‌ویژه در واحدهایی که خطرات بیشتری شناسایی شده‌اند، نیاز به آموزش‌های ایمنی و به‌روزرسانی تجهیزات ایمنی احساس می‌شود.

## بحث و نتیجه‌گیری

صیانت از جان انسان‌ها همواره یکی از اولویت‌های اصلی در هر محیط کاری بود (۲۴). همچنین، رویه‌ها و سیاست‌های سازمان‌ها می‌توانستند تأثیر چشمگیری در سلامتی و تندرستی کارکنان در محیط‌های کاری داشته باشند و به دستیابی به نتایج مطلوب در بلندمدت کمک کنند (۲۵). از این رو، مدیریت و ارزیابی خطر سازمانی به‌عنوان یک ابزار اصلی در شناسایی خطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست، می‌توانست سازمان‌ها را از خطرات و نقاط بحرانی

است. همچنین، ساختمان (۱) خطراتی با سطح ریسک پایین و بالا نیز دارد که نیاز به توجه و اقدامات پیشگیرانه دارند.

در ساختمان ۲، تعداد کل خطرات شناسایی شده ۴۸ خطر بوده که در مقایسه با ساختمان ۱ کمتر است. به‌طور مشابه، بیشترین تعداد خطرات مربوط به سطح ریسک متوسط است، اما تعداد خطرات با سطح ریسک پایین و بالا در این ساختمان نسبت به ساختمان ۱ کمتر است. این نشان‌دهنده احتمال کمتر وقوع خطرات شدید یا تهدیدهای جدی در این ساختمان است.

مقایسه واحد به واحد:

واحد اتاق‌ها:

در این واحد، ساختمان ۱ تعداد بیشتری خطرات (۱۶ خطر) در مقایسه با ساختمان ۲ (۱۰ خطر) شناسایی کرده است. این تفاوت می‌تواند به دلیل تفاوت‌های طراحی، نگهداری و شرایط فنی در هر ساختمان باشد. در هر دو ساختمان، خطرات سطح ریسک پایین غالب هستند و نیاز به اصلاحات یا کنترل‌های پیشگیرانه برای خطرات متوسط احساس می‌شود.

واحد موتورخانه:

تعداد خطرات شناسایی شده در این واحد در هر دو ساختمان به‌طور مشابه است. با این حال، در ساختمان ۱، خطرات سطح ریسک بالا (H) (43) بیشتری مشاهده شده‌اند که نشان‌دهنده تهدیدهای جدی‌تر در این واحد است. در ساختمان ۲ خطرات به‌طور عمده در سطح ریسک پایین و متوسط قرار دارند.

واحد آزمایشگاه:

در واحد آزمایشگاه، هر دو ساختمان خطرات مشابهی از نظر نوع و سطح ریسک دارند، با این حال، ساختمان ۱ خطرات بیشتری در سطح ریسک متوسط دارد. در این واحد، هر دو ساختمان نیاز به بررسی دقیق‌تر برای کنترل و کاهش خطرات دارند.

واحد فضاهای عمومی:

این واحد در ساختمان ۱ دارای بیشترین تعداد خطرات (۲۷ خطر) است که از آن جمله می‌توان به خطرات در سطح ریسک متوسط و پایین اشاره کرد. در مقابل، در ساختمان ۲ تعداد خطرات کمتری (۲۱ خطر) شناسایی شده‌اند، اما هنوز خطرات جدی در سطوح ریسک پایین و متوسط قابل مشاهده است.

مقایسه تعداد خطرات شناسایی شده:

راهکارهای کنترلی و پیشگیرانه برای خطرات غیرقابل پذیرش در این تحقیق به شرح زیر ارائه شدند:

کنترل خطرات موتورخانه: برای پیشگیری از خطرات گاز مونواکسید کربن، نصب حس‌گرهای آشکارساز و هشداردهنده، بازرسی و تعمیرات به‌موقع، استقرار سیستم تهویه هوا و استفاده از وسایل حفاظت فردی پیشنهاد شد.

مقابله با شرایط اضطراری: تدوین طرح مقابله با شرایط اضطراری، آموزش کارکنان، تعبیه درب‌های خروج اضطراری، نصب علائم راهنمای خروج اضطراری و تأمین امکانات و تجهیزات ضروری.

ایستگاه کاری نایمن در موتورخانه: جداسازی اتاق استراحت کارکنان از محیط موتورخانه.

کار با مواد شیمیایی در آزمایشگاه‌ها: استفاده از برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی (MSDS)، معاینات دوره‌ای کارکنان، برنامه‌های آلودگی‌زدایی و دستگاه‌های شستشو و حفاظت فردی.

کار در ارتفاع: فراهم کردن شرایط مناسب کاری (شرایط آب و هوایی، ابزار و وسایل مناسب)، استفاده از نردبان و کلاimer مناسب و تضمین استفاده از وسایل حفاظتی و شرایط ایمن.

مخاطرات برق: نصب سیستم اعلام حریق، تأمین خاموش‌کننده‌های دستی و بهبود دستگاه‌های جعبه‌های آتش‌نشانی.

آزمایشگاه‌ها: آموزش در شرایط اضطراری، استفاده از حداقل نفرات، نصب دستگاه‌های شستشو و چشم‌شویی اضطراری و تأمین تجهیزات اطفاء حریق.

مخاطرات تأسیسات مکانیکی و الکتریکی موتورخانه: استفاده از افراد ماهر، انجام تست اتصال به زمین، نصب کف‌پوش‌های عایق و تأمین تجهیزات ایمنی.

این پژوهش به‌طور قابل توجهی با مطالعات پیشین همسو بود. به‌طور مثال، محسن حسامی آرانی و همکاران در سال ۲۰۲۰ با استفاده از تکنیک HAZID، 41 نوع خطر ایمنی و ۳۵ نوع خطر بهداشتی را در استخرهای شنا شناسایی کردند که نتایج این تحقیق مشابه آن‌ها بود (۲۷). همچنین، محمد براتچی در سال ۲۰۲۰ در مطالعه‌ای در بیمارستان فارابی تهران، ۴۴ خطر را با استفاده از روش HAZID شناسایی کرد که نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق حاضر مشابه بود (۲۸). همچنین، نتایج تحقیق ایمن چهارده و همکاران درزمینه

خودآگاه ساخته و نقش بسیار مهمی در اقدامات کنترلی و پیشگیرانه ایفا کند (۲۶). هدف اصلی از ارزیابی خطرات ایمنی و بهداشتی ساختمان‌های آموزشی و اداری ۱ و ۲، تدوین دستورالعمل جامع و یکپارچه بود؛ بنابراین، این تحقیق به ارزیابی خطرات در حوزه بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست این ساختمان‌ها پرداخت. نتایج گردآوری اطلاعات، مقایسه مخاطرات شناسایی‌شده در حوزه بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست بر اساس استانداردهای ملی و بین‌المللی نظیر HSE-MS, NFPA, OSHA, NIOSH و قانون کار، با استفاده از کلمات راهنمای ISO 17776، به شرح زیر بود:

مقایسه مخاطرات شناسایی‌شده در ساختمان‌های آموزشی و اداری ۱ و ۲ نشان داد که تکنیک HAZID نقش قابل توجهی در رتبه‌بندی خطرات داشت و توانست سطح بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست را ارتقاء دهد. استفاده از تکنیک HAZID در ارزیابی خطر، به‌ویژه در شناسایی خطرات در واحدهای مختلف ساختمان‌های آموزشی و اداری و دیگر مراکز دولتی و خصوصی، تأثیر مثبتی داشت.

فراوانی خطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در ساختمان آموزشی و اداری ۱ نسبت به ساختمان آموزشی و اداری ۲ بیشتر بود. بر اساس نتایج تحقیق حاضر، با استفاده از تکنیک HAZID، مخاطرات ایمنی در ساختمان‌های آموزشی و اداری قابل‌شناسایی بود و برای هر خطر شناسایی‌شده، اقدامات مهندسی، مدیریتی و استفاده از وسایل حفاظت فردی پیشنهاد شد. همچنین، در صورت امکان، اقدامات اصلاحی برای رفع نواقص بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در نظر گرفته شد.

تحقیقات نشان دادند که بخش موتورخانه دارای بیشترین سطح ریسک بود. مهم‌ترین دلایل این امر عبارت بودند از: وجود تجهیزات خطرناک در تأسیسات مکانیکی و الکتریکی، سروصدای ناشی از دستگاه‌ها و تجهیزات، گازهای سمی، تجهیزات در حال حرکت، شرایط محیط کار، سطوح داغ، شرایط اضطراری، برق، خطرات مرتبط با اختلاف ارتفاع، روان‌شناختی و ارگونومیکی. در این بخش، ۳ مورد خطر در محدوده غیرقابل پذیرش شناسایی شد.

در مقابل، در هر دو ساختمان آموزشی و اداری ۱ و ۲، اتاق‌ها، شامل کلاس‌های آموزشی، اتاق اساتید و بایگانی مستندات، دارای کمترین سطح ریسک بودند و هیچ‌گونه خطری در محدوده غیرقابل پذیرش در این بخش‌ها شناسایی نشد.

تحقیقات مشابه به وجود آورد. با این حال، این تحقیق نیز محدودیت‌هایی داشت که باید مورد توجه قرار گیرد. از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به تطابق نتایج فقط در سطح ساختمان‌های آموزشی-اداری اشاره کرد که از این رو تعمیم نتایج به سایر انواع ساختمان‌ها ممکن است نیازمند تحقیقات اضافی باشد. همچنین، همان‌طور که در بسیاری از مطالعات خطر، تغییرات زمانی و محیطی در ارزیابی خطرات ممکن است به‌طور کامل پوشش داده نشده باشند، در این تحقیق نیز نیاز به بازنگری‌های دوره‌ای برای به‌روزرسانی داده‌ها و ارزیابی‌های به‌روز وجود داشت.

در راستای تحقیقات آتی، پیشنهاد شد که تحلیل‌های آینده به‌ویژه در حوزه تأثیرات روان‌شناختی و اجتماعی بر ارزیابی خطرات گسترش یابد، چراکه این ابعاد اغلب در ارزیابی‌های سنتی کمتر مورد توجه قرار می‌گرفتند. همچنین، به دلیل پیشرفت‌های نوین در زمینه تحلیل داده‌ها، به‌کارگیری مدل‌های پیشرفته تحلیل داده‌های کلان و هوش مصنوعی برای پیش‌بینی و کنترل خطرات، به‌ویژه در فضاهای پیچیده و چندگانه نظیر ساختمان‌های آموزشی و اداری، می‌توانست گام مؤثری در بهبود فرآیندهای پیشگیرانه و اصلاحی باشد. گنجاندن الگوریتم‌های مبتنی بر یادگیری ماشین و تحلیل داده‌های زمان‌بندی‌شده برای پیش‌بینی تغییرات در الگوهای خطر و شناسایی خطرات جدید، یک گام پیشرفته در ارزیابی خطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست به شمار می‌آید.

بنابراین، با توجه به ویژگی‌های نوآورانه، علمی و تخصصی این تحقیق، به‌ویژه در ترکیب تکنیک‌های ارزیابی خطر پیشرفته، استانداردهای بین‌المللی و راهکارهای عملیاتی، این تحقیق به‌عنوان یک مبنای علمی جامع برای مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست در ساختمان‌های آموزشی و اداری، قابلیت گسترش و بهره‌برداری در سایر فضاهای مشابه را داشت و می‌توانست به‌عنوان مرجعی معتبر برای تحقیقات آینده در این حوزه قرار گیرد.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مدیریت دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست واحد علوم و تحقیقات و کارشناسان و کارکنان محترم واحدها بابت زحمات و همکاری بی‌دریغ ایشان در مسیر اجرای پژوهش حاضر، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

ایمنی در برابر حریق در ساختمان‌های اداری نیز مشابه یافته‌های این پژوهش بود (۲۹).

در تحقیق حاضر، با استفاده از تکنیک HAZID، به‌طور سیستماتیک و جامع به شناسایی، تحلیل و ارزیابی مخاطرات بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در ساختمان‌های آموزشی و اداری پرداخته شد. این رویکرد علمی و روشمند، ضمن در نظر گرفتن پیچیدگی‌های زیست‌محیطی، فنی، انسانی و سازمانی، امکان تحلیل جامع‌تری از خطرات موجود در محیط‌های کاری فراهم آورد. به‌ویژه، در این مطالعه، تعامل دقیق میان رویکردهای مختلف ارزیابی خطر و تطابق آن با استانداردهای معتبر جهانی نظیر NFPA، OSHA، NIOSH و HSE-MS، برای بررسی و شناسایی پتانسیل‌های بحرانی و خطرات بالقوه، نقطه قوت اصلی این پژوهش به شمار می‌آمد.

مهم‌ترین نوآوری این تحقیق، نه‌تنها در اعمال تکنیک HAZID به‌عنوان ابزاری پیشرفته برای شناسایی و رتبه‌بندی مخاطرات، بلکه در ایجاد یک مدل تحلیلی چندبعدی بود که به‌طور ویژه بر روی ساختمان‌های آموزشی و اداری متمرکز شد. این مدل، برخلاف بسیاری از مطالعات مشابه که معمولاً به‌صورت تک‌بعدی و تنها بر اساس استانداردهای ایمنی کلی اقدام به ارزیابی خطرات می‌کردند، به‌طور دقیق‌تری به شبیه‌سازی و بررسی شرایط خاص این نوع ساختمان‌ها پرداخت و به‌طور خاص نیازهای ایمنی و بهداشتی آن‌ها را با در نظر گرفتن ویژگی‌های محیطی و کاربری منحصر به فردشان، تحلیل کرد. به این ترتیب، این تحقیق توانست یک الگوریتم پایه برای تحلیل و ارزیابی مخاطرات در سایر فضاهای مشابه به‌طور مؤثر و کارآمد ارائه دهد.

در زمینه راهکارهای پیشگیرانه و اصلاحی، این پژوهش به‌طور سیستماتیک اقدام به تدوین اقدامات کنترلی مبتنی بر روش‌های نوین و مبتنی بر داده‌های علمی کرد. به‌ویژه، برای مخاطرات غیرقابل پذیرش شناسایی‌شده، پیشنهادها اصلاحی که شامل استفاده از تجهیزات پیشرفته، فناوری‌های نوین مانند حس‌گرها و دستگاه‌های هشداردهنده و اعمال استانداردهای بسیار دقیق در زمینه مراقبت‌های ایمنی و بهداشت بود، به‌طور خاص با دقت و جزئیات به عمل درآمد. این نکته که در این تحقیق به‌طور هم‌زمان ارزیابی خطرات و همچنین پیاده‌سازی اقدامات کنترلی به‌صورت مستقیم و با استفاده از معیارهای معتبر ملی و بین‌المللی، صورت پذیرفت، یک تفاوت عمده با سایر

## ملاحظات اخلاقی

در این مطالعه، تمامی ملاحظات اخلاقی مربوط به انجام پژوهش رعایت شده است. با توجه به ماهیت مطالعه که شامل بررسی اسناد، مشاهدات و تحلیل مخاطرات محیطی بوده و مداخله‌ای انسانی نداشته است، دریافت کد اخلاقی خاص ضروری نبوده است.

## منابع مالی

برای اجرای این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از نهاد یا سازمانی دریافت نشده است.

## تضاد منافع

نویسندگان این مقاله، اعلام می‌کنند هیچ‌گونه تضاد منافع ندارند.

## نقش نویسندگان

تمامی نویسندگان این مقاله در تمامی مراحل مطالعه، از طراحی و اجرای تحقیق تا جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل، تفسیر و اعتبارسنجی داده‌ها و همچنین نگارش، ویرایش و نهایی کردن مقاله به‌طور فعال و مشترک مشارکت داشتند.

## References

- Dehdashti A, Fatemi F, Jannati M, Asadi F, Kangarloo MB. Applying health, safety, and environmental risk assessment at academic settings. *BMC Public Health*. 2020 Dec; 20:1-7. (In Persian) <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09419-5>
- Smith K, Fearnley CJ, Dixon D, Bird DK, Kelman I. *Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster*. Routledge; 2023 Nov 29. <https://doi.org/10.4324/9781351261647>
- Herawati C, Priliana A, Yulistiyana LN, Dhani AH, Kristanti I, Mutiah D. Unsafe action and incident accident work on workers fish and shrimp processing in Tempura Area. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 2025; 25(1):291-5. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.25.1.0013>
- Bai M, Liu Y, Qi M, Roy N, Shu CM, Khan F, Zhao D. Current status, challenges, and future directions of university laboratory safety in China. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2022 Jan 1; 74:104671. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2021.104671>
- Alboghobeish A, Komeili A, Ansari AM, Laal F. Analysis of accidents in a steel industry in 7 years in Iran: a case study. *Tosee Kargari J*. 2025; 17(1):38-48. (In Persian) Available from: <http://tkj.ssu.ac.ir/article-1-1351-en.html>
- Özbakır O. Occupational Health and Safety in Fuel Stations: Hazard Analysis and Risk Assessment. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2024; 13(3):1158-73. <https://doi.org/10.37989/gumussagbil.1459055>
- Benson C, Obasi IC, Akinwande DV, Ile C. The impact of interventions on health, safety and environment in the process industry. *Heliyon*. 2024 Jan 15; 10(1).
- Azad F, Mirzaebrahim Tehrani M, Jozi SA, Miri Lavasani SM. Identification and prioritization of criteria affecting the location of safe assembly points using the Best-Worst method. *TKJ*. 2024; 16(4):1-17. (In Persian) Available from: <http://tkj.ssu.ac.ir/article-1-1325-en.html>
- Idoko DO, Agaba JA, Ijeoma N, Badu SG, Ijiga AC, Okereke EK. The role of HSE risk assessments in mitigating occupational hazards and infectious disease spread: A public health review. *Open Access Research Journal of Biology and Pharmacy*. 2024; 11(2):011-30. <https://doi.org/10.53022/oarjbp.2024.11.2.0029>
- Zarezadeh M, Jafari H, Rahaii M. Evaluation and prioritization of occupational safety and health risks of Shahid Sadoughi Hospital in Yazd in 2019. *Occupational Medicine*. 2022 Jun 25. (In Persian) <https://doi.org/10.18502/tkj.v14i1.9858>
- Emamgholizadeh S, Hoseini SA. Safety risk assessment and ranking of the construction projects with combined approach of FMEA and fuzzy TOPSIS. *Occup Med*. 2020; 12(1):13-23. (In Persian) Available from: <https://sid.ir/paper/959094/en>
- Radmankian AH, Ghousi R, Jani Nasab M. Risk assessment of workshops at Iran University of Science and Technology using fuzzy FMEA. *OHHP*. 2020; 4(2):167-182. (In Persian) Available from: <http://ohhp.ssu.ac.ir/article-1-208-fa.html>
- Baratchi M, Mansouri N, Ahmadi A. An evaluation of health hazards based on multi criteria decision making process. *Paramed Sci Mil Health*. 2019; 13(4):1-9. (In Persian) <http://jps.ajaums.ac.ir/article-1-160-en.html>
- Nourian Gh. Challenges and obstacles on the way of establishing HSE Management System According to ISO45001. *Journal of New Approaches in Iranian Scientific Laboratories*, (2017); 1(1): 25-30. (In Persian) Available from: [https://jonaisl.maragheh.ac.ir/article\\_45013\\_bf02e9d81adf344dbfb92251abb5c1c.pdf](https://jonaisl.maragheh.ac.ir/article_45013_bf02e9d81adf344dbfb92251abb5c1c.pdf)

15. Liu Y, Ye G, Xiang Q, Yang J, Goh YM, Gan L. Antecedents of construction workers' safety cognition: A systematic review. *Safety science*. 2023 Jan 1; 157:105923. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105923>
16. Ersdal G. Risk-Informed Decision-Making for Assessment of Existing Structures. *Olympiad in Engineering Science*. 2023 May 23:146-65.
17. Domínguez CR, Mares JI, Hernández RG. Hazard identification and analysis in work areas within the Manufacturing Sector through the HAZID methodology. *Process Safety and Environmental Protection*. 2021 Jan 1; 145:23-38. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.07.049>
18. Kruzhilko O, Maystrenko V, Polukarov O, Kalinchyk VP, Shulha A, Vasyliov A, Kondratov D. Improvement of the approach to hazard identification and industrial risk management, taking into account the requirements of current legal and regulatory acts. *Archives of Materials Science and Engineering*. 2020; 105(2). <http://dx.doi.org/10.5604/01.3001.0014.5763>
19. Shihman A, Faghihi SV, Gholipour Y. Enhancing Health, Safety, and Environment (HSE) in Building Projects: a Comprehensive and Comparative Study. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*. 2024 Jun 1; 7(1). (In Persian) <https://oresta.org/menu-script/index.php/oresta/article/view/708>
20. De Oliveira Cavaignac AL, da Silva Alves AC, Ferreira VS. OS-FMEA and AI in occupational health: new strategies for risk assessment and mitigation in vaccination room. *Brazilian Journal of Production Engineering*. 2025 Feb 21; 11(1):254-74. <https://www.researchgate.net/publication/389846137>
21. Salimi FF, Safavi AA, Urbas L, Salimi F. A New Approach to HAZOP of Complex Chemical Processes. Elsevier; 2023 May 3.
22. Stoessel F. Thermal safety of chemical processes: risk assessment and process design. John Wiley & Sons; 2021 May 24.
23. Pascarella G, Rossi M, Montella E, Capasso A, De Feo G, Botti G, Nardone A, Montuori P, Triassi M, D'Auria S, Morabito A. Risk analysis in healthcare organizations: Methodological framework and critical variables. *Risk management and healthcare policy*. 2021 Jul 8:2897-911. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.2147/RMHP.S309098>
24. Zandi doulabi, R. Amirkardoost, A. Identifying and Prioritizing the Factors Affecting Safety, Health and Environment in Construction Projects using Multi-Criteria Decision-Making Technique. *Civil and Project*, 2022; 4(3): 26-42. (In Persian) doi: 10.22034/cpj.2022.04.03.1137.
25. Rokni M, Abadi MH, Saremi M, Mir Mohammadi MT. Prevalence of musculoskeletal disorders in nurses and its relationship with the knowledge of ergonomic and environmental factors. *J Gorgan Univ Med Sci* 2016; 18 (1):128-132. (In Persian) URL: <http://goums.ac.ir/journal/article1-2665-fa.html>
26. Jafarnia E, Soltanzadeh A, Ghiyasi S. A combined Health, Safety and Environment (HSE) Risk Assessment Model Based on PMBOK Project Management Guide; a Case Study: Development Plan of the Islamic Consultative Assembly of Iran. *Johe* 2018; 4 (4):47-58. (In Persian) URL: <http://johe.umsha.ac.ir/article-1-364-fa.html>
27. Hesami Arani M, Jaafarzadeh N, Khaleghi Dehabadi P, Mostafaii G, Tazik M, Karimi Z, et al. Health and safety hazards identification and risk assessment in the swimming pools using combined HAZID and ALARP. *Environ. Health Eng. Manag.* 2020; 7 (3):151-160. (In Persian) URL: <http://ehemj.com/article-1-639-en.html>
28. Baratchi Mohammad. A Two-phased Study to Rank the Hazards in the Healthcare System: A Case Study of the Operating Rooms of Farabi Hospital in Tehran, Iran. *JOURNAL OF HUMAN, ENVIRONMENT AND HEALTH PROMOTION* [Internet]. 2020; 6(3):121-127. (In Persian) Available from: <https://sid.ir/paper/768070/en>
29. Chahardeh Iman, NIKOOMARAM HANIEH, Miri Lavasani Seyed Mohammadreza. Analysis of Fire Safety in Office Buildings Applying Fire Safety Evaluation System. *JOURNAL OF OCCUPATIONAL HYGIENE ENGINEERING* [Internet]. 2021; 8(3):19-26. (In Persian) Available from: <https://sid.ir/paper/957007/en>.