



Research paper

(Received 3 Feb. 2026

Accepted 1 Oct. 2026)

Occupational Risk Assessment of Fire Stations Using Hazard Analysis Technique

Azadeh Nekooi Esfahani¹, Nadia Abbaszadeh Tehrani², Behrouz Besharati^{3*}, Afrasiab Khairdast⁴,
Arash Safarirad⁵

¹ Department of Civil & Environmental Engineering, CT.C Islamic Azad University Tehran, Iran.

² Associate professor at aerospace applications for environment research group, Aerospace Research Institute (ARI), MSRT, Tehran, Iran

³ Master of Science in Safety, Health and Environment, Electronics Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

⁴ PhD in Environmental Management, Faculty of Marine Sciences and Technologies, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran

⁵ Master of Science in Public Administration, Faculty of Management, Payam Noor Vahd University, West Tehran, Tehran, Iran

Abstract

Studies have shown that firefighters can be exposed to various harmful factors in each mission. Comparing the professional conditions of the firefighting job in our country with other developed countries in the world, Iran has not paid enough attention to providing favorable economic and psychological facilities and conditions for firefighters. In developed countries, the firefighting job is considered a high-risk job. In this study, the risks of the firefighting job in the fire stations of District 19 of Tehran were examined, and then, according to the type and work environment, the types of risks in different sections were identified, including physiological, physical, body physique, biological hazards, electrical hazards, radiation hazards, flame/heat, environmental, and hazardous materials. The risk priority number in each section was evaluated and calculated based on three factors: severity of effect, probability of occurrence, and probability of detection. Control measures were provided for each assessed risk. The results obtained showed that a total of 60 risks were identified and evaluated. In the physiological section, three risk factors were identified, in the physical section, nine factors, in the body physics section, five factors were identified in the biological hazards section, three factors were identified in the electrical hazards section, 21 factors were identified in the radiation section, 11 factors were identified in the flame and heat section, 12 environmental factors, and 23 risk factors were identified in the hazardous materials section. In total, out of the 60 identified risks, one factor was classified as severe risks. Falling debris with a risk priority number of 60 as the most important occupational risk of firefighting is classified as severe risks. In the very high risks section, five factors were identified, including high voltage, molten metals, exposure to falling, explosive materials, and flammable liquids. In the third category in terms of the severity of the identified risks, seven factors were identified, with a total of 13 factors or risks identified as severe risks.

Keywords: Fire risk, occupational risk, hazard analysis, fire station

*Corresponding Author: Behrouz Besharati

Doi: 10.48306/juem.2026.573784.1143

Email: Behrozbesharati2@gmail.com

Phone: 02133741035



ارزیابی ریسک شغلی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از تکنیک آنالیز خطر

آزاده نکویی اصفهانی^۱، نادیا عباس‌زاده تهرانی^۲، بهروز بشارتی میدانجی^۳، افراسیاب خیردست^۴، آرش صفری‌راده^۵

^۱استادیار گروه عمران و محیط زیست، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲دانشیار گروه کاربرد هوافضا در محیط زیست، پژوهشگاه هوافضا، وزارت علوم تحقیقات و فناوری، تهران، ایران

^۳کارشناس ارشد ایمنی، بهداشت و محیط زیست، واحد الکترونیک، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۴دکتری مدیریت محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران

^۵کارشناس ارشد مدیریت دولتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه پیام‌نور واحد تهران غرب، تهران، ایران

چکیده

مطالعات نشان داده که، آتش‌نشانان در هر مأموریت می‌توانند در معرض عوامل زیان‌آور مختلفی قرار گیرند. با مقایسه شرایط حرفه‌ای شغل آتش‌نشانی در کشورمان با دیگر کشورهای پیشرفته دنیا، در ایران به اندازه کافی به فراهم آوردن امکانات و شرایط اقتصادی و روحی مساعد برای آتش‌نشانان توجه نشده است. در کشورهای پیشرفته شغل آتش‌نشانی در زمره مشاغل با ریسک خطر بالا محسوب می‌شود. در این تحقیق ریسک‌های شغل آتش‌نشانی در ایستگاه‌های آتش‌نشانی منطقه ۱۹ شهر تهران مورد بررسی قرار گرفته و سپس با توجه به نوع و محیط کار انواع ریسک‌های موجود در بخش‌های مختلف شامل فیزیولوژیکی، فیزیکی، فیزیک بدن، خطرات بیولوژیکی، خطرات الکتریکی، خطرات تشعشع، شعله/گرما، محیطی و مواد خطرناک شناسایی شدند. عدد اولویت ریسک در هر بخش بر اساس سه فاکتور شدت اثر، احتمال وقوع و احتمال کشف آنها ارزیابی و محاسبه شد. برای هر ریسک ارزیابی شده، اقدامات کنترلی ارائه شد. نتایج بدست آمده نشان داد که در مجموع ۶۰ ریسک شناسایی و ارزیابی شدند. در بخش فیزیولوژیکی سه عامل ریسک، در بخش فیزیکی ۹ عامل، در بخش فیزیک بدن سه عامل، در بخش خطرات بیولوژیکی، ۵ عامل، در بخش خطرات الکتریکی، ۳ عامل، در بخش تشعشع، ۲۱ عامل، در بخش شعله و گرما، ۱۱ عامل، عوامل محیطی، ۱۲ و در بخش مواد خطرناک، ۲۳ عامل ریسک شناسایی شدند. در کل از ۶۰ ریسک شناسایی شده، یک عامل در رده ریسک‌های شدید قرار گرفته است. ریزش آوار با عدد اولویت ریسک ۶۰ به عنوان مهم‌ترین ریسک شغلی آتش‌نشانی در رده ریسک‌های شدید قرار گرفته است. در بخش ریسک‌های خیلی زیاد ۵ عامل قرار گرفته‌اند که ولتاژ بالا، فلزات مذاب، در معرض ریزش قرار گرفتن، مواد قابل انفجار و مایع قابل اشتعال در این رده قرار گرفته‌اند. در رده سوم از نظر شدت ریسک‌های شناسایی شده ۷ عامل قرار گرفته‌اند که مجموعاً ۱۳ عامل یا ریسک شناسایی شده‌اند که جزء ریسک‌های شدید هستند.

واژه‌های کلیدی: آتش‌نشانی، ریسک شغلی، آنالیز خطر، ایستگاه آتش‌نشانی

۱- مقدمه و بیان مسئله

کلان‌شهر تهران به عنوان یکی از بزرگ‌ترین و پرجمعیت‌ترین شهرهای جهان، همواره با حوادث و رویدادهای مختلفی همراه است، حریق و حوادث رخ داده در سالیان اخیر بیانگر این موضوع است که سازمان‌ها به‌صورت فزاینده‌ای آسیب‌پذیر شده و ریسک‌های ناشی از حریق و حوادث نیز افزایش یافته‌اند. طرح مدیریت ریسک در سازمان آتش‌نشانی، قابلیت اجرایی شدن در تمامی حوادث را داراست و در عملیات‌های آتش‌نشانی می‌بایست به‌طور مستمر مورد ارزیابی قرار گیرد. کار و فعالیت در سازمان‌های امدادی به‌ویژه در سازمان آتش‌نشانی به لحاظ ماهیت و شرایط کاری می‌تواند استرس‌های ویژه ناشی از مواجهه با استرس‌های فیزیکی، روانی و هیجانی مانند مواجهه شدن با صحنه‌های مرگ، مواجهه با صحنه‌های طاقت‌فرسای درد و رنج ناشی از حوادث یا در تماس بودن با سایر عوامل تنش‌زای حرفه‌ای برای پرسنل عملیاتی به همراه داشته باشد. هدف از برنامه مدیریت ریسک باید حفاظت از دارائی‌ها و به حداقل رساندن مسئولیت بالقوه سازمان آتش‌نشانی از طریق پیشگیری از خسارات، دفاع از سازمان در برابر ادعای اشخاص ثالث، انتقال ریسک و دور کردن آن دسته از خطراتی که می‌توانند بستر هزینه‌های عملیاتی باشند. مدیریت ریسک یکی از مهم‌ترین وظایف هر سازمان می‌باشد. یکی از سیستم‌های مدیریت ریسک، سیستم HSE می‌باشد که با استقرار و اجرای این سیستم در هر سازمانی، می‌توان میزان مخاطرات ناشی از ریسک‌ها را کاهش داد و یا حذف کرد (فرخی‌زاده، ۱۴۰۲). آنالیز ایمنی شغلی یکی از مهم‌ترین ابزار مدیریتی است که قادر به شناسایی، حذف و کاهش سطح ریسک، کاهش آسیب ناشی از حوادث و افزایش کارآیی در صحنه عملیات می‌باشد (بلجی کنگرلو و همکاران، ۱۴۰۰).

آتش‌نشانان با بسیاری از شرایط شغلی خطرناک روبرو می‌شوند و در طولانی مدت مشغول انجام فعالیت‌های امداد و نجات می‌باشند. آنها براساس شغل ویژه خود بطور ۲۴ ساعته در معرض بسیاری از استرس‌های روحی و روانی و صدمات فیزیکی، شیمیایی و غیره قرار می‌گیرند. با توجه به مطالعات و بررسی‌ها، آتش‌نشانان در هر مأموریت می‌توانند در معرض عوامل زیان‌آور مختلفی قرار گیرند. در پژوهش حاضر ریسک‌های شغلی شغل آتش‌نشانی در ایستگاه‌های آتش‌نشانی منطقه ۱۹ شهر تهران مورد بررسی قرار گرفت و سپس با توجه به نوع و محیط کار انواع ریسک‌های موجود در بخش‌های مختلف شامل فیزیولوژیکی، فیزیکی، فیزیک بدن، خطرات بیولوژیکی، خطرات الکتریکی، خطرات تشعشع، شعله/گرما، محیطی و مواد خطرناک شناسایی شدند. آنالیز ایمنی شغلی به عنوان یک روش پیشگیرانه برای کسب اطمینان از شناسایی خطرات مرتبط با شغل و همچنین تعیین اقدامات کنترلی محسوب می‌شود. این فرآیند شامل آنالیز دقیق کلیه وظایف موجود در یک شغل، شناسایی خطرات بالقوه ایمنی و بهداشت در هر مرحله و تعیین مکانیسم‌های عملی و کاربردی برای حذف و یا کنترل خطرات شناسایی شده می‌باشد. ارزیابی ریسک یک روش سازمان یافته و سیستماتیک برای شناسایی خطرات و برآورد ریسک برای رتبه‌بندی تصمیمات، جهت کاهش ریسک به یک سطح قابل قبول است (جوزی و سلاتی، ۱۳۸۹).

بررسی عوامل و تشخیص نقاط حادثه خیز و خطرآفرین در سازمان به منظور پیشگیری از بروز حوادث از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ارزیابی ریسک دارای متدهای مختلف با طیفی از روش‌های کیفی تا کمی قابل انجام است. منطقه ۱۹ شهرداری تهران با توجه به میزان بافت‌های فرسوده و قدیمی که دارد و همچنین وضعیت شبکه معابر که در بخش‌های زیادی از منطقه با استانداردهای شهرسازی مطابقت ندارد و از عرض مناسبی برخوردار نیستند، ابنیه و ساختمان سازی دارای مشکلات عدیده‌ای است که می‌تواند آمار حوادث مختلف از جمله حوادثی که آتش‌نشانی وظیفه کنترل و مدیریت آن را بر عهده دارد، را بالا ببرد. نیروی انسانی هر سازمانی با ارزش‌ترین سرمایه آن سازمان تلقی می‌گردد. نیروهای آتش‌نشانی بنابر مسئولیتی که دارند به مراتب جایگاه حساس تری نسبت به نیروی انسانی سایر سازمان‌ها دارند. خطراتی که این نیروها با آنها مواجه می‌شوند هم از نظر تعداد و دفعات و هم از نظر شدت و خطر، نیازمند ارزیابی ریسک‌هایی است که با آن مواجه می‌شوند. در این تحقیق به منظور ارزیابی ریسک خطرات شغلی آتش‌نشانی منطقه ۱۹ تهران، از روش آنالیز خطر استفاده می‌شود. تحقیقات زیادی در زمینه ارزیابی ریسک‌های شغلی انجام شده است. نسبت به سایر شغل‌ها و سازمان‌ها تحقیقات کمتری در سازمان آتش‌نشانی در خصوص شغل آتش‌نشانی انجام شده است که در این تحقیق به طور جامع و ویژه ریسک‌های شغل آتش‌نشانی مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. در بیشتر تحقیقات ارزیابی ریسک‌های شغلی از روش آنالیز ایمنی شغلی استفاده شده در حالیکه در این تحقیق از روش آنالیز خطر استفاده می‌شود. در این تحقیق سعی بر این است که تمامی جنبه‌ها خطرات و ریسک‌های ممکن در چهارچوبی جامع مورد بررسی قرار بگیرند.

۲- پیشینه پژوهش

مهم‌ترین گام در مدیریت یک بحران، شناخت درست، دقیق و عالمانه از مخاطرات و تهدیدات بالقوه‌ای است که احتمال رخ دادن آنها وجود دارد (ظفری و زرین، ۱۳۹۹). نتایج نشان می‌دهد که بیشترین احتمال وقوع ریسک‌های غیرقابل قبول در محل عملیات است و از مهم‌ترین اقدامات کنترلی برای کاهش سطح ریسک: ارزیابی دقیق صحنه، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی و ایمن‌سازی صحنه حادثه است (حمصی و خدابنده‌لو و همکاران ۱۴۰۳). آتش‌نشانی یکی از شغل‌های پرمخاطره است. در این شغل عوامل مختلفی می‌توانند به آتش‌نشانان آسیب‌های زیادی وارد کنند (پاداش و همکاران، ۱۴۰۳). نتایج این مطالعه نشان داد که همبستگی متوسط و توافق معنی‌دار بین نتایج دو روش در ارزیابی احتمال خطای انسانی و به ویژه سطح ریسک خطای انسانی وجود دارد. با توجه به یافته‌های پژوهش می‌توان بیان کرد که افسردگی در بین کارکنان آتش‌نشانی بالا می‌باشد که افسردگی می‌تواند باعث ابتلا به انواع بیماری‌های جسمی و روانی شود (تیم، ۱۴۰۱). همه صنایع در پروژه‌های خود با ریسک مواجه هستند، لذا مدیریت ریسک یکی از مهم‌ترین وظایف هر سازمانی می‌باشد. یکی از سیستم‌های مدیریت ریسک، سیستم HSE می‌باشد که با استقرار و اجرای این سیستم در هر سازمانی، می‌توان میزان مخاطرات ناشی از ریسک‌ها را کاهش داد و یا حذف کرد (فرخی‌زاده و همکاران ۱۴۰۲). حرفه آتش‌نشانی یکی از پرمخاطره‌ترین مشاغل به حساب می‌آید. استرس شغلی به عنوان عامل تاثیرگذار در افزایش خطر مشکلات روانی و جسمانی در محیط کار شناخته شده است. (کریمی و همکاران ۱۴۰۱). امروزه مجتمع‌های تجاری از مهم‌ترین مراکز خرید شهرها و یکی از زیرساخت‌های مهم توسعه شهری، به شمار می‌روند. برای پیشگیری از بروز حوادث و بلاها از جمله آتش‌سوزی این مراکز، ارزیابی و مدیریت آتش، امری ضروری و حیاتی می‌باشد (نوری و همکاران ۱۳۹۹). مدیریت ریسک در بحث ایمنی و آتش‌نشانی، در واقع از اولین حرکت چرخ‌های وسائط نقلیه برای کمک به امنیت و مراقبت از خطرات مطرح می‌شود، در آتش‌نشانی به دلیل گستردگی، مدیریت ریسک ابزار مهمی است که مدیریت به عنوان بخشی از برنامه‌ریزی می‌تواند تاثیر مستقیمی در کاهش سوانح داشته (اسماعیلی و همکاران، ۱۴۰۱). بحران‌ها اجتناب‌ناپذیر هستند و سازمان‌ها باید از نظر راهبردی برای مقابله با آنها آماده باشند. در این راستا، قابلیت یادگیری و خلاقیت کارکنان سازمان آتش‌نشانی، عوامل مثبت به منظور کنترل بحران محسوب می‌شوند (جعفری و کیاکجوری ۱۴۰۰). بروز حوادث و سوانح در جهان پیامدها و مشکلات سلامتی، اقتصادی و اجتماعی برای مردم و دولت‌ها برجای می‌گذارد و نیازمند مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق است (احمدی و همکاران، ۱۴۰۳). پس از بررسی روش‌های مختلف ارزیابی ریسک، ابتدا دارایی‌های حوزه نفت و گاز استان‌های مرزی غربالگری شده، سپس بر مبنای تهدیدات مبنای به شناسایی و ارزیابی آسیب‌پذیری‌ها پرداخته و ریسک هریک از دارایی‌ها، محاسبه و در پایان با هدف مصون‌سازی زیرساخت‌ها، راهکارهایی برای کاهش خطر در زیرساخت‌های نفت و گاز استان‌های مرزی ارائه می‌شود (ابطحی و همکاران ۱۴۰۱). در این پژوهش که با استفاده از روش JHA بومی‌سازی شده می‌توان مخاطرات بهداشتی محیط کار را ارزیابی و متناسب با سطح ریسک طبقه‌بندی کرد. با توجه به اهمیت مخاطرات بهداشتی لازم است علاوه بر شناسایی و ارزیابی آن‌ها، اقدامات مدیریتی مناسبی به منظور کاهش و کنترل سطوح ریسک تعیین و اجرا نمود تا از حوادث و بیماری‌های شغلی مرتبط و هزینه‌های سنگین پیشگیری شود (مرادی و همکاران ۱۴۰۰). آموزش همواره به طور گسترده‌ای به عنوان یکی از اجزای مهم در برنامه‌های کنترل خطرات شغلی و مدیریت خطرات شناخته می‌شود. (حیدری و همکاران ۱۴۰۰). امروزه نقش حیاتی فرآیند مدیریت ریسک در کنترل خطرات برکسی پوشیده نیست. یکی از اهداف اصلی این فرآیند، کنترل خطرات با استفاده از راهکارهای کنترلی می‌باشد (پویاکیان و همکاران ۱۳۹۹). در این پژوهش از روش‌های متنوعی برای ارزیابی ریسک در صنایع مخاطره‌آمیز استفاده شده که انتخاب روش مناسب ارزیابی ریسک به فاکتورهای زیادی از جمله نوع مخاطرات، دسترسی به داده‌ها، منابع و نیروهای متخصص متناسب بستگی دارد (موسوی و کامیاب ۱۴۰۱).

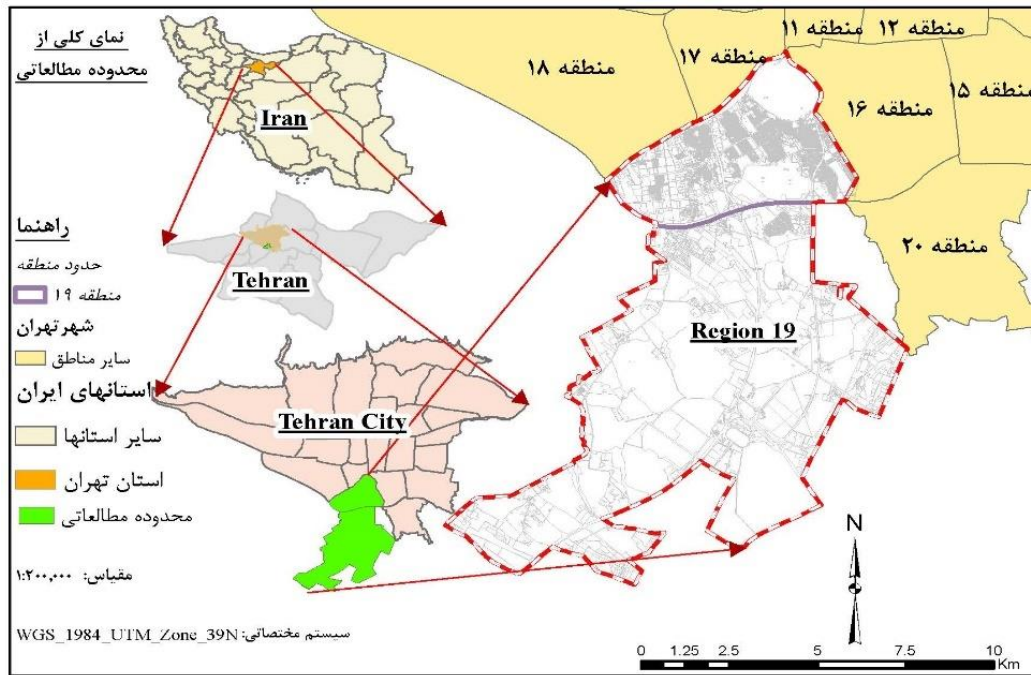
اکثر عوامل خطر ایجادکننده آتش‌سوزی به طور جدایی‌ناپذیری با زندگی انسان مرتبط هستند که فقط می‌توان آنها را کنترل کرد اما نمی‌توان آنها را از بین برد. ارزیابی ریسک آتش‌سوزی برای کنترل ریسک آتش‌سوزی و بهبود توانایی پیشگیری ضروری است. با استفاده از روش‌های علمی می‌توان با تعیین کمیت شاخص ریسک آتش‌سوزی ساختمان‌ها، ارزش ریسک آتش‌سوزی را به صورت علمی محاسبه کند (Wang, et al. 2021). در محیط‌های مملو از ریسک، اغلب تمرکز زیادی بر رعایت مقررات به جای جستجوی راه‌حل بهینه ایمنی در برابر آتش پیشنهاد می‌شود. (Cleef, et al. 2024). سوکویکا و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش که در شهر جاکارتای

اندونزی، درباره ریسک ایمنی شغلی آتش نشانان انجام داده بودند به این نتیجه رسیدند که کار آتش نشانان خطرات بالقوه آتش سوزی زیادی با شدت بالا و رتبه ریسک ۴۰٪ در دسته پرخطر، ۵۰٪ در دسته پرخطر متوسط و تا ۱۰٪ در دسته کم خطر قرار دارد. لذا در این پژوهش به آتش نشانان توصیه شده است که از تجهیزات حفاظت فردی (PPE) استفاده کنند (Sukwika, et al. 2024). استفاده از تجهیزات حفاظت فردی اگر چه معمولاً آخرین خط کنترل خطر ترجیحی است، اما برای محافظت از آتش نشانان حیاتی است. بسیار مهم است که، عوامل موثر بر رفتار ایمن آتش نشانان مرتبط با تجهیزات حفاظت فردی تأثیر، شناسایی شوند (Smith, et al. 2020). به طور سنتی، تحقیقات مرتبط با ایمنی در آتش نشانی بر آتش سوزی و دود ناشی از آتش سوزی به عنوان منبع اصلی آسیب های غیرکشنده آتش نشانان متمرکز بوده است. با این حال، تحقیقات اخیر نشان داده است که فشار بیش از حد و اختلالات اسکلتی-عضلانی ممکن است منبع اصلی آسیب های آتش نشانان باشد (Le, et al. 2020). واکنش فوری به حوادث آتش سوزی برای مدیریت اضطراری بسیار مهم است زیرا تأخیر در رسیدن به محل حادثه می تواند عواقب قابل توجهی از نظر آسیب، تخریب و مرگ داشته باشد (Shahparvari, et al. 2020).

مدیریت ریسک آتش سوزی در یک دوراهی قرار دارد. آتش سوزی اخیر در سراسر جهان، که با رفتارهای شدید آتش همراه بوده است، نیاز به یک ذهنیت در حال تغییر به سمت یک چارچوب جدید از ارزیابی ریسک یکپارچه، انعطاف پذیر، سازگار و پاسخگو به شرایط متغیر محیطی و اجتماعی را برجسته کرده است (Valentina et al. 2022). در بررسی ارزیابی ریسک مشاغل، خدمات پرستاری یک کار غیر روتین با بار فیزیکی بیش از حد و وظایف متنوع است، حجم بالای کار، فشار و استرس ناشی از بیمار باعث افزایش ریسک و خطر در بین شغل پرستاری شده است (Jang et al. 2020). استانداردهای ایمنی بین المللی بیان می کنند که ارزیابی ریسک اولین گام در درک و حذف محیط کار خطرناک است. روش سنتی ارزیابی ریسک با استفاده از تحلیل ایمنی شغلی، که در آن وظایف متوالی برای شناسایی خطرات احتمالی تجزیه و تحلیل می شوند، باید با کاربردهایی که در آن انسان ها و ربات ها برای انجام وظایفشان با هم همکاری می کنند، تطبیق داده شود (Varun & Kerstin, 2016). چارچوب ها و روش های ارزیابی ریسک به سمت ارزیابی ریسک تجمعی پیشرفت کرده اند و تشخیص می دهند که قرار گرفتن در معرض یک عامل استرس زا به ندرت به صورت جداگانه رخ می دهد (Mary et al. 2018). تجزیه و تحلیل و ارزیابی خطرات ناشی از فرآیندهای شغلی توسط تیم هایی انجام می شود که در آن ها معمولاً پرسنل در ارزیابی خطرات شغلی، حضور دارد. به همین دلیل است که دانش و آگاهی همه کارکنان در مورد خطرات موجود در محیط کارشان مورد ارزیابی قرار می گیرد (Patyk et al. 2022).

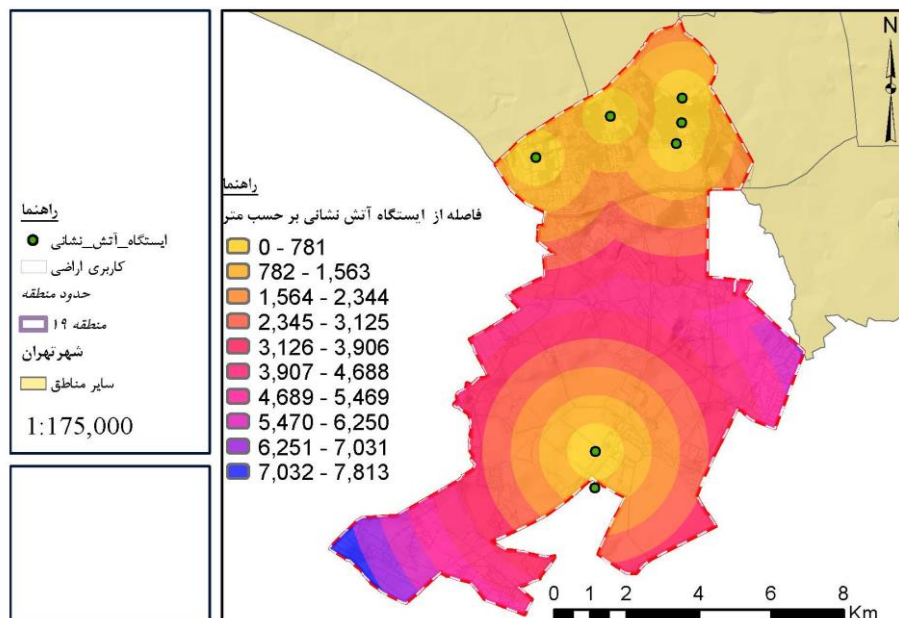
۳- منطقه مورد مطالعه

منطقه ۱۹ در منتهی الیه جنوبی شهر تهران واقع گردیده است و در مجاورت مناطق ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۲۰ می باشد. این منطقه با وسعتی برابر ۹۲ کیلومترمربع منطقه دارای ۵ ناحیه است؛ سه ناحیه (۱، ۲ و ۳) در حوزه ی بافت شهری است و در شمال بزرگراه آزادگان قرار دارند. نواحی ۴ و ۵ خارج از محدوده ی قانونی شهر تهران قرار دارند و جزء حریم منطقه ۱۹ به حساب می آیند. ناحیه ۴ دارای ۱۳ روستا و ناحیه ۵ نیز دارای ۱۳ روستا است. شکل (۱) موقعیت و محدوده ی منطقه ۱۹ را نشان می دهد (خیردست و همکاران، ۱۴۰۳).



شکل ۱- محدوده‌ی مطالعاتی منطقه‌ی ۱۹ تهران (خیردست و همکاران، ۱۴۰۳)

در منطقه‌ی ۱۹ شهر تهران ۸ ایستگاه آتش‌نشانی وجود دارد که وظیفه‌ی استقرار ایمنی پایدار در مدیریت بحران شهری و اطفاء حریق را بر عهده دارند. در حال حاضر مدیریت حریق در منطقه‌ی ۱۹ شهر تهران بر عهده این ۸ ایستگاه آتش‌نشانی بوده که در صورت نیاز و بروز حریق‌های گسترده از سایر مناطق عملیاتی کمک گرفته می‌شود. شکل ۲ موقعیت جانمایی ایستگاه‌های تحت پوشش منطقه ۱۹ شهر تهران را نشان می‌دهد (خیردست و همکاران، ۱۴۰۲).



شکل ۲- موقعیت مکانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در منطقه‌ی ۱۹ شهر تهران، ایران (خیردست و همکاران، ۱۴۰۳)

۴- روش شناسی تحقیق

ماهیت و روش پژوهش حاضر به علت استفاده در سازمان آتش‌نشانی، کاربردی و از نوع توصیفی-تحلیلی مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای و نیز روش‌های میدانی نظیر مصاحبه با کارشناسان است که با هدف ارزیابی ریسک شغلی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از تکنیک آنالیز خطر (PHA) تدوین گشته است. هدف اصلی پژوهش حاضر ارزیابی و تجزیه و تحلیل ریسک شغلی در ایستگاه‌های منطقه ۸ عملیات سازمان آتش‌نشانی تهران به روش PHA است. اهداف کاربردی پژوهش عبارتست از: شناسایی عوامل زیان‌آور در مشاغل آتش‌نشانی، تعیین میزان تاثیر هر یک از عوامل، اولویت‌بندی مخاطرات و ریسک‌ها در صحنه‌ی عملیات، تحلیل ریسک‌های موجود در محیط فعالیت آتش‌نشان و ارائه الگو و راهکارهای لازم جهت کاهش ریسک مواجهه با مخاطرات شغلی در صحنه عملیات. با نگاهی به مهم‌ترین حوادث چند ساله ی اخیر، اهمیت و ضرورت انجام این پژوهش جهت ارزیابی ریسک در کاهش خسارتهای مالی و جانی آتش‌نشانان در هنگام حریق و حوادث را دوچندان میکند. جامعه آماری از بین ۳۰ نفر از روسا، فرماندهان و آتش‌نشانان ایستگاه‌های تحت پوشش منطقه ۱۹ شهرداری تهران به منظور ارزیابی ریسک شغلی آنان از طریق توزیع کار برگ ارزیابی ریسک بین آنها بهره گرفته شده است. روش نمونه‌گیری به صورت ساده بوده و حجم نمونه‌گیری با استفاده از جدول مورگان ۱۹ بدست آمده است. هدف از انجام پژوهش حاضر شناسایی و ارزیابی ریسک‌های مربوط به شغل آتش‌نشانی در منطقه ۱۹ شهر تهران است. اهداف کاربردی پژوهش حاضر شناسایی مهم‌ترین ریسک‌های موجود در منطقه، رتبه‌بندی ریسک‌های موجود در شغل آتش‌نشانی و ارائه راهکار برای کاهش و از بین بردن ریسک‌های موجود در منطقه بوده است. فرضیه پژوهش براین است که با شناسایی ریسک‌های شغلی آتش‌نشانی می‌توان به فرایندی برای مدیریت این ریسک‌ها دست یافت و همچنین مهم‌ترین ریسک‌های شغلی می‌تواند در بخش تخریب و آوار به وجود بیاید. با بیان فرضیات پژوهش حال این سوال مطرح است که مهم‌ترین ریسک‌های موجود در شغل آتش‌نشانی کدامند؟ و نحوه مدیریت و کاهش این ریسک‌ها باید به چه شکلی صورت بگیرد؟

۴-۱- فرایند اجرای PHA

تکنیک آنالیز مقدماتی خطر (PHA) برای اولین بار در اوایل دهه ۵۰ میلادی در ایالات متحده آمریکا برای آنالیز ایمنی موشک‌های با پیش برنده مایع بکار گرفته شد. این روش توسط صنایع هوانوردی این کشور به صورت قانونمند در آمده و به وسیله شرکت بوئینگ تحت نام فعلی نامگذاری شد. آنالیز مقدماتی خطر یک روش آنالیز نیمه کمی است که به منظور اهداف زیر صورت می‌پذیرد: ۱. شناسایی خطرات بالقوه و رویدادهای اتفاقی که ممکن است به بروز حادثه ای منجر شود. ۲. رده بندی رویدادهای شناسایی شده بر حسب ریسک آنها، ۳. تعیین کنترل‌های لازم برای خطرات و شناسایی اقدامات اصلاحی. داده‌های بدست آمده از PHA یک ورودی مفید و موثر برای سایر فعالیتهای ایمنی در راستای شناسایی موارد ناایمن و مملو از ریسک است. با توجه به موارد فوق می‌توان گفت PHA یک آنالیز ایمنی سیستماتیک است که برای شناسایی مناطق ایمنی بحرانی جهت ارزیابی خطرات مهم و شناسایی الزامات طراحی ایمنی سیستم مورد استفاده واقع می‌شود. با انجام پژوهش حاضر لیستی از خطرات غیر قابل چشم پوشی و یک ارزیابی از ریسک‌های باقیمانده آتش‌نشانان پس از اعمال اقدامات پیشگیرانه فراهم می‌شود. این فهرست شامل ارزیابی کیفی و نه کمی از ریسک است که اغلب به صورت لیست جدول‌بندی شده از اقدامات پیشگیرانه با تعریف کیفی میزان اثربخشی قابل پیش بینی ارائه شده است. آنالیز مقدماتی خطر آتش‌نشانان معمولاً اولین تلاش در فرایند آنالیز ایمنی سازمان آتش‌نشانی به منظور شناسایی و طبقه بندی خطرات مرتبط با فعالیت یک آتش‌نشان است. مهم‌ترین ابزار مورد استفاده در انجام مطالعه آنالیز مقدماتی خطر؛ چک لیست‌های خطر است که در آنها انواع خطرات معمول در سیستم‌ها خلاصه شده است. در جدول شماره ۱ نمونه‌ای ساده از این نوع چک لیست‌ها ارائه شده است. در بعضی اوقات در راستای کمک به اجرای PHA، بجای چک لیست‌های ساده از ماتریس‌های دوبعدی و سه بعدی نیز استفاده می‌شود. ماتریس‌ها در واقع متشکل از دو و چند چک لیست بوده و از طریق آنها می‌توان بین خطرات موجود ارتباط مناسب برقرار کرد.

بطور کلی یکسری سوالات اساسی وجود دارند که باید در هنگام اجرای PHA پاسخ داده شوند. هرچند که ممکن است تعدادی از سوالات یاد شده بسیار ساده و آشکار به نظر برسند ولی با این وجود لازم است مورد توجه قرار گیرند زیرا در غیر این صورت پرسنل

¹ Preliminary Hazard Analysis

ارزیابی کننده ایمنی سیستم قادر به درک کامل و شناخت دقیق سیستم مورد مطالعه نخواهند بود. برای انجام راحت تر مطالعه لیست مقدماتی خطر می توان از ابزارهای نظیر چک لیست ارزیابی اجزاء خطر و چک لیست ارزیابی منابع انرژی استفاده کرد. ساده ترین دستورالعمل انجام PHA در پژوهش حاضر شامل مراحل زیر است:

- ۱- شناسایی منابع با ارزش (پرسنل و تجهیزات) برای محافظت
- ۲- تعریف سطوح ریسک قابل قبول و گستره مورد ارزیابی ایستگاه ها
- ۳- شناسایی و تأیید خطرات در ایستگاه ها، قبل، حین و بعد از هر عملیات
- ۴- بازنگری سوابق، فایل های حوادث، گزارشات شبه حوادث، نرخ فراوانی و شدت صدمات ثبت شده
- ۵- در نظر گرفتن تأثیرات خارجی نظیر آب و هوای محلی، محیط و غیره
- ۶- در نظر گرفتن نوع مأموریت (حریق، حادثه، خدمات ایمنی و غیره)
- ۷- ارزیابی احتمال و شدت بدترین مورد قابل درک برای هر خطر و هدف
- ۸- ارزیابی ریسک خطرات شناسایی شده با استفاده از ماتریس ارزیابی ریسک.
- ۹- طبقه بندی ریسک های شناسایی شده
- ۱۰- به کارگیری اقدامات کنترلی
- ۱۱- ارزیابی مجدد ریسک پس از اجرای اقدامات پیشگیرانه
- ۱۲- تعیین اینکه آیا اقدامات پیشگیرانه خطرات جدیدی را ایجاد می کنند؟

۲-۴ گزارش مطالعه آنالیز مقدماتی خطر

پس از ارزیابی تمامی داده ها و تکمیل برگه کار PHA، توسط خبرگان ایستگاه های تحت پوشش منطقه ۱۹ تهران، نتایج آنالیز بصورت مستند ارائه شد. گزارش ارزیابی ریسک شامل خلاصه ای از مهم ترین یافته های مرتبط با ریسک های عملیاتی، پیشنهاداتی در راستای حذف یا کنترل خطرات و همچنین توصیه هایی جهت ادامه آنالیز است. وجود برگه های کار PHL و PHA در گزارش نیز برای بررسی و ممیزی مندرجات گزارش ضروری است. روش مورد استفاده جهت ارزیابی ریسک مخاطرات شغلی شناسایی شده آتش نشانان، روش HAZAN است که مراحل آنالیز آن به ترتیب ذیل می باشد :

- نحوه امتیازدهی و اولویت بندی خطر ها :

در این روش امتیاز خطر بر اساس جداول رتبه بندی شدت اثر، احتمال وقوع و میزان تماس و از محاسبه حاصل ضرب آن ها محاسبه می گردد. در رابطه ذیل :

P: امتیاز حاصل از جدول رتبه بندی احتمال وقوع خطر یا احتمال تأثیر آن ها،

S: امتیاز حاصل از جدول رتبه بندی شدت پیامد خطر

C: امتیاز حاصل از جدول رتبه بندی میزان تماس یا عوامل بالقوه خطرناک است.

$$\text{نمره خطر} = P \times S \times C$$

جدول ۱- میزان تماس (C)

امتیاز	شرح میزان تماس و فرکانس
۱۰	به طور پیوسته (روزی چندین بار)- تماس بیش از ۸ ساعت
۸	غالباً (هفته ای چندین بار)- تماس ۸-۶ ساعت
۶	گاه به گاه (ماهی چندین بار)- تماس ۶-۴ ساعت
۴	به طور غیر معمول (سالی چندین بار)- تماس ۴-۲ ساعت
۲	به ندرت (چند سال یک بار) - تماس ۲-۱ ساعت
۱	به طور جزئی (کم)- تماس کمتر از یک ساعت
۰,۵	ناچیز - تماس ۱۵ دقیقه تا یک ساعت

جدول ۲- شدت پیامد (S)

رتبه	طبقه بندی
۱۰	مرگ چند نفر
۹	مرگ یک نفر
۸	نقص عضو دائم، طول درمان بیش از ۴۵ روز
۷	آسیب دیدگی شدید با عوارض طولانی، شکستگی، بیماری حاد، طول درمان بین ۲۰ تا ۴۵ روز
۵	مسمومیت، شکستگی جزئی، طول درمان بین ۷ تا ۲۰ روز
۴	آسیب جزئی، روز کاری از دست رفته بین ۲ تا ۷ روز
۲	درمان سرپایی، جراحات اندک، حداکثر روز کاری از دست رفته ۲ روز
۱	منجر به جراحات، بیماری و یا خسارت به تاسیسات نمی گردد

جدول ۳- احتمال وقوع (P)

مقدار یا درجه	طبقه بندی
۱۰	وقوع حادثه یا نقص بسیار بسیار محتمل است (هر روز یکبار یا بیشتر)
۹	وقوع حادثه یا نقص بسیار محتمل است (هر ۳ تا ۴ روز یکبار)
۸	احتمال وقوع حادثه یا نقص بسیار بالاست (هر هفته یکبار)
۷	احتمال وقوع حادثه یا نقص بالاست (هر ماه یکبار)
۶	احتمال وقوع حادثه یا نقص متوسط است (هر ۳ ماه یکبار)
۵	احتمال وقوع حادثه یا نقص کم است (هر ۶ ماه تا یکسال یکبار)
۴	احتمال وقوع حادثه یا نقص خیلی کم است (هر سال یکبار)
۳	احتمال وقوع حادثه یا نقص نادر است (هر یک تا ۳ سال یکبار)
۲	احتمال وقوع حادثه یا نقص خیلی نادر است (هر ۳ تا ۵ سال یکبار)
۱	احتمال وقوع حادثه یا نقص بعید به نظر می رسد

پس از محاسبه نمره خطر توسط ارزیاب شرکت مطابق با الگوی ارائه شده در جدول زیر، رتبه‌بندی سطوح خطر به انجام می‌رسد. این رتبه‌بندی تعیین کننده اقدامات اصلاحی مؤثری است که بایستی در مرحله مدیریت خطر انجام شود.

۴-۳- روش محاسبه سطح ریسک

مقدار RPN برای تمامی جنبه‌های ریسک از حاصل ضرب سه عامل شدت در احتمال وقوع در گستره آلودگی، و میزان تماس محاسبه شده است. پس از آن، حد اطمینان یا شاخص ریسک از طریق محاسبات آماری به دست آمد. با توجه به شاخص ریسک، گروهی از ریسک‌ها قابل اغماض بودند؛ اما برای گروهی از ریسک‌ها اقدام‌های کنترلی پیشنهاد شده است. به منظور تعیین حد اطمینان یا شاخص ریسک و حد بالا و پایین ریسک، ابتدا میانگین و انحراف معیار RPN ها به ترتیب با استفاده از رابطه‌های (۱ و ۲)، به دست آمد:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = \frac{(x_1 + x_2 + \dots + x_N)}{N} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{رابطه (۲)}$$

با استفاده از میانگین و انحراف معیار داده‌ها، میزان پخش شدگی داده‌ها به چپ و راست مورد محاسبه قرار گرفت؛ بدین صورت که مقدار میانگین داده‌ها، به عنوان حد اطمینان یا شاخص ریسک تعیین شد. مقدار انحراف معیار نیز به میانگین داده‌ها اضافه شد و میزان پخش شدگی به راست داده‌ها به دست آمد. همچنین، مقدار انحراف معیار از میانگین داده‌ها کم و میزان پخش شدگی به راست داده‌ها، حد بالای ریسک و میزان پخش شدگی به چپ داده‌ها، حد پایین ریسک است. بر این اساس، رتبه‌بندی داده‌ها صورت گرفت و سطح ریسک محیط زیستی هر یک از فعالیت‌ها تعیین شد.

۵- یافته‌ها

در ابتدا شغل آتش‌نشانی مورد بررسی قرار گرفته و سپس با توجه به نوع کار و محیط کار انواع ریسک‌های موجود در بخش‌های مختلف شناسایی و ارزیابی می‌شوند. عوامل بوجود آورنده ریسک در این تحقیق در ۹ بخش فیزیولوژیکی، فیزیکی، فیزیک بدن، خطرات بیولوژیکی، خطرات الکتریکی، خطرات تشعشع، شعله / گرما، محیطی و مواد خطرناک آورده شده است (Fire Department Structural PPE Risk Assessment Report, 2015). در هر بخش عوامل ایجاد ریسک شناسایی و بر اساس جداول ارائه شده شدت اثر، احتمال وقوع و احتمال کشف آنها ارزیابی شده و عدد اولویت ریسک برای آنها توسط تیم ارزیابی متشکل از کارشناسان بخش ایمنی سازمان آتش‌نشانی محاسبه شد. برای هر ریسک ارزیابی شده اقدامات کنترلی مناسب برای آنها ارائه شد (جدول ۴-۱).

جدول ۴- ریسک‌های شغلی آتش‌نشانی (منبع: یافته‌های پژوهش)

نوع	ریسک	شدت	احتمال	کشف	RPN	اقدام کنترلی
فیزیولوژیکی	۱. استرس فیزیکی	۳	۴	۲	۲۴	آموزش تخصصی به افراد بکارگیری نیروهای قوی و کارآمد استفاده از تجهیزات حفاظت فردی کامل و مناسب
	۲. خستگی	۲	۴	۲	۱۶	شرکت در تمرینات و مانورهای برگزار شده جهت تقویت استفاده از مواد نیروزای سالم و بهداشتی قبل از عملیات بکارگیری نیروهای قوی و کارآمد استفاده از تجهیزات حفاظت فردی کامل و مناسب
	۳. دمای مرکزی بدن	۲	۳	۲	۱۲	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد که قابلیت مقاومت در برابر گرمای نفوذی داشته باشد.
فیزیکی	۴. لبه‌های تیز	۲	۲	۳	۱۲	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر بررسی محل حادثه و نقشه‌ها و کروکی‌های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد
	۵. نقاط تیز	۲	۲	۳	۱۲	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر بررسی محل حادثه و نقشه‌ها و کروکی‌های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد
	۶. اشیای در حال سقوط	۴	۲	۴	۳۲	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر بررسی محل حادثه و نقشه‌ها و کروکی‌های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد
	۷. آوار در حال ریزش	۵	۳	۴	۶۰	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر

۸. پرتابه ها	۳	۱	۵	۱۵	بررسی محل حادثه و نقشه ها و کروکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد
	۴	۳	۴	۴۸	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر بررسی محل حادثه و نقشه ها و کروکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد
	۲	۲	۳	۱۲	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر بررسی محل حادثه و نقشه ها و کروکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد
	۱	۲	۳	۶	۱۱. لرزش
	۲	۳	۲	۱۲	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر بررسی محل حادثه و نقشه ها و کروکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد
فیزیک بدن	۲	۳	۳	۱۸	۱۳. انرژی گرمایی ذخیره شده
	۲	۳	۳	۱۸	۱۴. انتقال انرژی گرمایی
	۳	۳	۴	۳۶	۱۵. فشرده سازی انرژی

خطرات بیولوژیکی	۱۶. پاتوژن های منتقله از طریق خون	۳	۱	۴	۱۲	رعایت نکات بهداشتی و ایمنی در قبل - حین و بعد از عملیات عمل کردن طبق دستورالعمل های موجود در این زمینه ها
	۱۷. عفونت های خونی و غیره	۳	۱	۴	۱۲	رعایت نکات بهداشتی و ایمنی در قبل - حین و بعد از عملیات عمل کردن طبق دستورالعمل های موجود در این زمینه ها
	۱۸. پاتوژن های منتقل شده از راه هوا	۳	۱	۴	۱۲	رعایت نکات بهداشتی و ایمنی در قبل - حین و بعد از عملیات عمل کردن طبق دستورالعمل های موجود در این زمینه ها
	۱۹. مواد سمی بیولوژیکی	۳	۳	۴	۳۶	رعایت نکات بهداشتی و ایمنی در قبل - حین و بعد از عملیات عمل کردن طبق دستورالعمل های موجود در این زمینه ها استفاده از تجهیزات حفاظت فردی
	۲۰. آلرژی های بیولوژیکی	۳	۱	۴	۱۲	رعایت نکات بهداشتی و ایمنی در قبل - حین و بعد از عملیات عمل کردن طبق دستورالعمل های موجود در این زمینه ها استفاده از تجهیزات حفاظت فردی
خطرات الکتریکی	۲۱. ولتاژ بالا	۵	۳	۳	۴۵	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی شناسایی مناطق پر خطر و دوری کردن از آنها
	۲۲. قوس الکتریکی	۴	۲	۴	۳۲	
	۲۳. افزایش بار استاتیک	۳	۲	۴	۲۴	
خطرات تشعشع	۲۴. تشعشعات یونی	۴	۲	۵	۴۰	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر بررسی محل حادثه و نقشه ها و کروکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد
	۲۵. تشعشعات غیر یونی	۳	۲	۴	۲۴	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر بررسی محل حادثه و نقشه ها و کروکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد
شعله / گرما	۲۶. گرمای تابشی	۳	۴	۲	۲۴	

۲۷. گرمای همرفتی ۲۸. گرمای رسانشی ۲۹. برخورد شعله ۳۰. خاکسترهای سوزان ۳۱. بخار ۳۲. صاعقه ۳۳. آتش برگشتی ۳۴. آب سوزاننده	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر	۱۸	۲	۳	۳
	بررسی محل حادثه و نقشه ها و کرنکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد	۱۸	۲	۳	۳
	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر	۱۶	۱	۴	۴
	بررسی محل حادثه و نقشه ها و کروکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد	۱۶	۱	۴	۴
	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر	۲۴	۲	۴	۳
	بررسی محل حادثه و نقشه ها و کروکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد	۲۴	۲	۴	۳
	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر	۳۶	۳	۴	۳
	بررسی محل حادثه و نقشه ها و کروکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد	۳۶	۳	۴	۳
۳۳. آتش برگشتی	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر	۳۲	۲	۴	۴
	بررسی محل حادثه و نقشه ها و کروکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد	۳۲	۲	۴	۴
۳۴. آب سوزاننده	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر	۱۸	۲	۳	۳
	بررسی محل حادثه و نقشه ها و کروکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد	۱۸	۲	۳	۳

استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر	۴۵	۳	۳	۵	۳۵. فلزات مذاب	
استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر	۲۴	۲	۴	۳	۳۶. سطوح داغ	
	۱۶	۲	۴	۲	۳۷. زمان روز	
استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر	۱۸	۲	۳	۳	۳۸. دمای محیط	
استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر	۱۲	۲	۳	۲	۳۹. رطوبت	محیطی
	۱۲	۲	۳	۲	۴۰. رطوبت داخلی	
	۶	۲	۳	۱	۴۱. داخل عنصر حفاظتی	
	۶	۲	۳	۱	۴۲. رطوبت خارجی	
	۱۶	۲	۴	۲	۴۳. سطح بیرونی عنصر حفاظتی	
دوری کردن از مکان‌های پر خطر و استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر	۱۲	۲	۳	۲	۴۴. فضاهای محدود یا کوچک	
استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر	۱	۱	۱	۱	۴۵. باران	
	۱	۱	۱	۱	۴۶. برف	
	۱	۱	۱	۱	۴۷. یخ	
	۸	۲	۲	۲	۴۸. باد	
	۴۸	۴	۳	۴	۴۹. انفجاری	مواد خطرناک
در صورت بروز نشتی هیدروژن بایستی بلافاصله دستگاه‌های الکترولیزرها را از سرویس خارج نمود مسیرهای ورود و خروج مخزن صدمه‌دیده را بسته و بلافاصله گازهای داخل آن ونت داده شود جهت تخلیه سریع گاز هیدروژن می‌توان از گاز CO ₂ برای جایگزینی استفاده نمود بایستی مخزن صدمه‌دیده را از سایر مخازن جدا و مراقب آتش‌سوزی و انفجار بود	۳۶	۴	۳	۳	۵۰. گاز فشرده	

در صورت بروز نشتی هیدروژن بایستی بلافاصله دستگاههای الکترولیزرها را از سرویس خارج نمود مسیرهای ورود و خروج مخزن صدمه دیده را بسته و بلافاصله گازهای داخل آن ونت داده شود جهت تخلیه سریع گاز هیدروژن می توان از گاز CO2 برای جایگزینی استفاده نمود بایستی مخزن صدمه دیده را از سایر مخازن جدا و مراقب آتش سوزی و انفجار بود	۴۸	۴	۴	۳	۵۱. مایع قابل اشتعال
استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر بررسی محل حادثه و نقشه ها و کرئکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد	۳۶	۳	۴	۳	۵۲. مواد جامد قابل اشتعال
	۲۴	۴	۲	۳	۵۳. سموم
	۲۰	۵	۱	۴	۵۴. رادیواکتیو
	۲۴	۴	۲	۳	۵۵. خورنده
انتقال سریع مواد مخزن صدمه دیده به مخزن مجاور درین دادن مخزن صدمه دیده به حوضچه های تعبیه شده مسدود نمودن کلیه کانالهای عبور کابل جهت جلوگیری از ریخته شدن مواد به داخل آنها	۲۴	۲	۳	۴	۵۶. سوخت ها
انتقال سریع مواد مخزن صدمه دیده به مخزن مجاور درین دادن مخزن صدمه دیده به حوضچه های تعبیه شده مسدود نمودن کلیه کانالهای عبور کابل جهت جلوگیری از ریخته شدن مواد به داخل آنها	۲۴	۲	۳	۴	۵۷. سوخت موتور
انتقال سریع مواد مخزن صدمه دیده به مخزن مجاور درین دادن مخزن صدمه دیده به حوضچه های تعبیه شده مسدود نمودن کلیه کانالهای عبور کابل جهت جلوگیری از ریخته شدن مواد به داخل آنها	۱۸	۲	۳	۳	۵۸. سوخت دیزل
درین دادن مخزن صدمه دیده به حوضچه های تعبیه شده مسدود نمودن کلیه کانالهای عبور کابل جهت جلوگیری از ریخته شدن مواد به داخل آنها درین دادن مخزن صدمه دیده به حوضچه های تعبیه شده مسدود نمودن کلیه کانالهای عبور کابل جهت جلوگیری از ریخته شدن مواد به داخل آنها	۱۲	۲	۳	۲	۵۹. سیال های هیدرولیک
اگر حریق محدودی در کف سالن بوجود آمد از شن استفاده کنید	۱۲	۲	۳	۲	۶۰. روغن ها

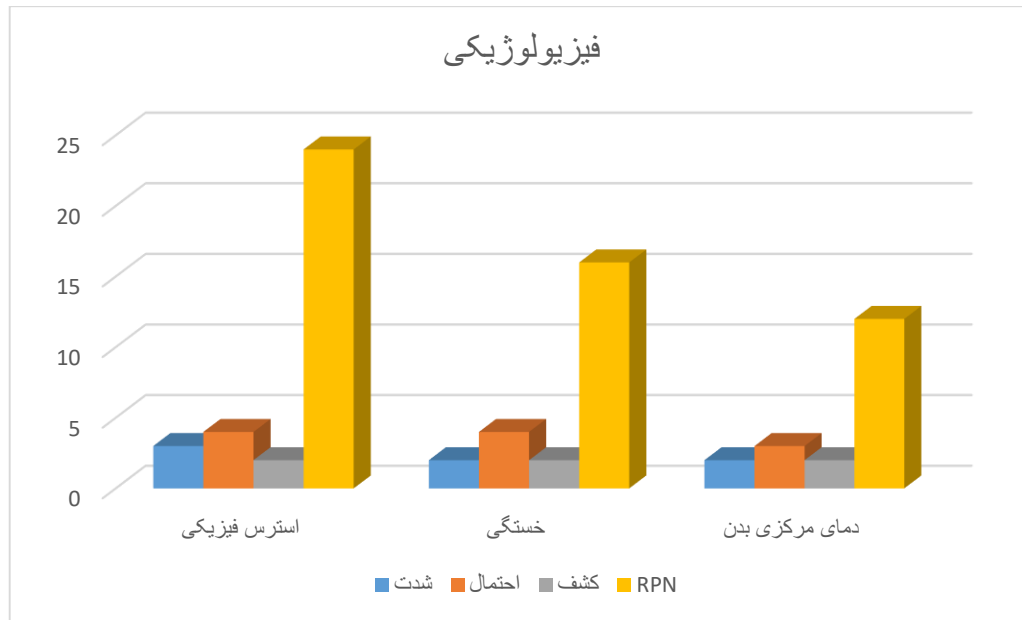
اگر حریق بزرگی بوجود آمد سیستم اتوماتیک آب و فوم را بکار بیندازید اطراف ساختمان را مهار کنید و اگر سیستم اتوماتیک عمل نکرد از طریق دریهای ورودی مخلوط آب و فوم از بالا به پائین بپاشید و تاسیسات بیرون ساختمان را خنک نگه دارید و کلیه مسیرهای ورود و خروج سوخت را ببندید					
استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر بررسی محل حادثه و نقشه ها و کروکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد	۸	۲	۲	۲	۶۱. عوامل آتش نشانی
در صورت بروز نشتی هیدروژن بایستی بلافاصله دستگاههای الکترولیزرها را از سرویس خارج نمود مسیرهای ورود و خروج مخزن صدمه دیده را بسته و بلافاصله گازهای داخل آن ونت داده شود جهت تخلیه سریع گاز هیدروژن می توان از گاز CO2 برای جایگزینی استفاده نمود بایستی مخزن صدمه دیده را از سایر مخازن جدا و مراقب آتش سوزی و انفجار بود	۲	۲	۱	۱	۶۲. کلر
دوری کردن از مواد عفونی استفاده از پاک کننده های قوی بهداشتی بعد از تماس استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر بررسی محل حادثه و نقشه ها و کروکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد	۹	۳	۱	۳	۶۳. خون و دیگر مواد عفونی بدن
در صورت بروز نشتی هیدروژن بایستی بلافاصله دستگاههای الکترولیزرها را از سرویس خارج نمود مسیرهای ورود و خروج مخزن صدمه دیده را بسته و بلافاصله گازهای داخل آن ونت داده شود جهت تخلیه سریع گاز هیدروژن می توان از گاز CO2 برای جایگزینی استفاده نمود بایستی مخزن صدمه دیده را از سایر مخازن جدا و مراقب آتش سوزی و انفجار بود	۸	۲	۲	۲	۶۴. الکالین
در نظر گرفتن تانک رزرو الزامی است که در صورت لزوم مواد از تانک صدمه دیده به تانک رزرو درین گردد *	۲۴	۳	۲	۴	۶۵. اسیدها
آماده نگهداشتن مسیرهای فاضلابی جهت هدایت مواد تانک صدمه دیده به آن مسیر پیش بینی لازم جهت رعایت مواد تانک های مختلف	۱۸	۳	۲	۳	۶۶. اسید باتری

در صورت شناسایی زود هنگام از آنها دوری شود استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و استاندارد مانند لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش و چیزهای دیگر بررسی محل حادثه و نقشه ها و کروکی های محل رعایت اصول احتیاطی و دوری از مناطق با خطر و ریسک زیاد	۱۶۷. اکسید کننده ها	۲	۲	۳	۱۲
	۱۶۸. اکسیژن مایع	۲	۲	۲	۸
	۱۶۹. گاز مایع پروپان	۲	۲	۲	۸
	۱۷۰. اکسیژن	۱	۲	۲	۴
	۱۷۱. نیتروژن	۱	۱	۲	۲
	۱۷۲. هلیوم	۲	۱	۲	۴
در صورت بروز نشتی هیدروژن بایستی بلافاصله دستگاههای الکترولیزرها را از سرویس خارج نمود مسیرهای ورود و خروج مخزن صدمه دیده را بسته و بلافاصله گازهای داخل آن ونت داده شود جهت تخلیه سریع گاز هیدروژن می توان از گاز CO₂ برای جایگزینی استفاده نمود بایستی مخزن صدمه دیده را از سایر مخازن جدا و مراقب آتش سوزی و انفجار بود					

۵-۱- تشریح ریسک‌های بخش‌های ۹ گانه

۱. بخش فیزیولوژیکی

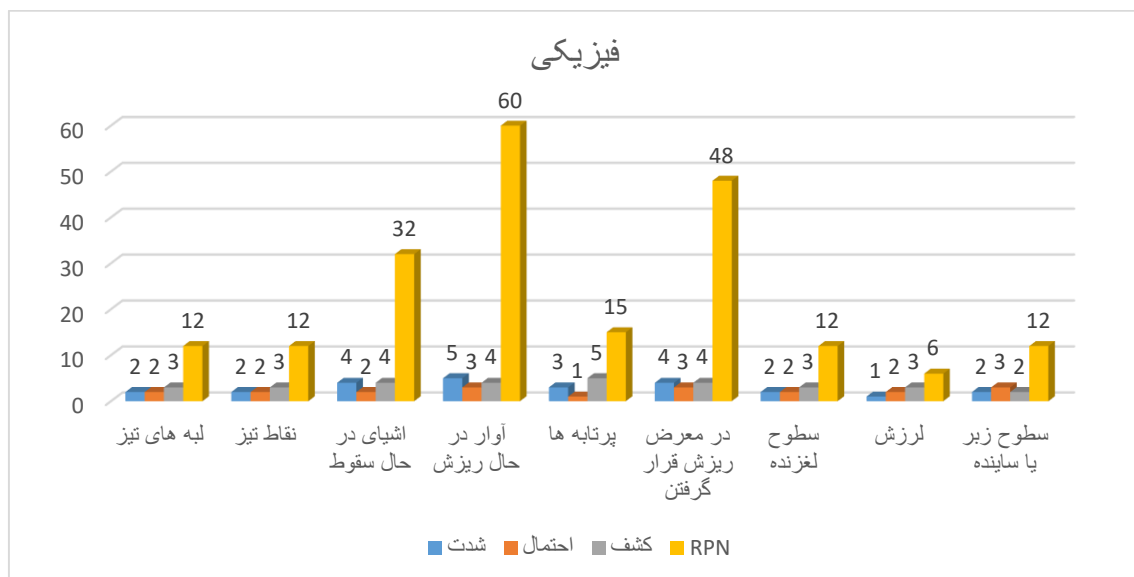
در بخش فیزیولوژیکی سه عامل ریسک شناسایی و ارزیابی شدند. این ریسک‌ها در طبقه متوسط به پایین قرار گرفته‌اند. در این بخش استرس فیزیکی مهم‌ترین ریسک است. (شکل ۳)



شکل ۳- ریسک‌های فیزیولوژیکی شغل آتش‌نشانی

۲. بخش فیزیکی

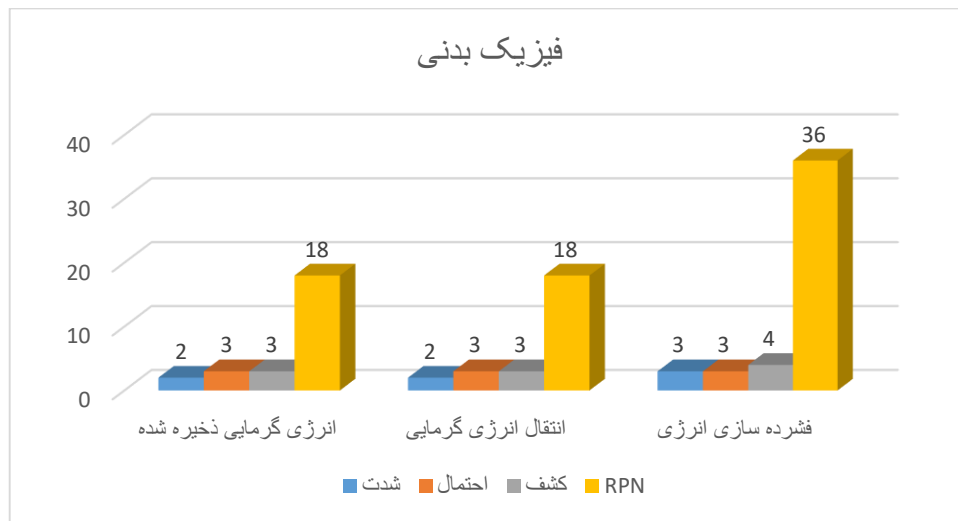
در بخش فیزیکی ۹ عامل ریسک شناسایی و ارزیابی شد که آوار در حال ریزش با بیشترین عدد ریسک در این بخش قرار گرفته است. (شکل ۴)



شکل ۴- ریسک‌های فیزیکی شغل آتش‌نشانی

۳. بخش فیزیک بدنی

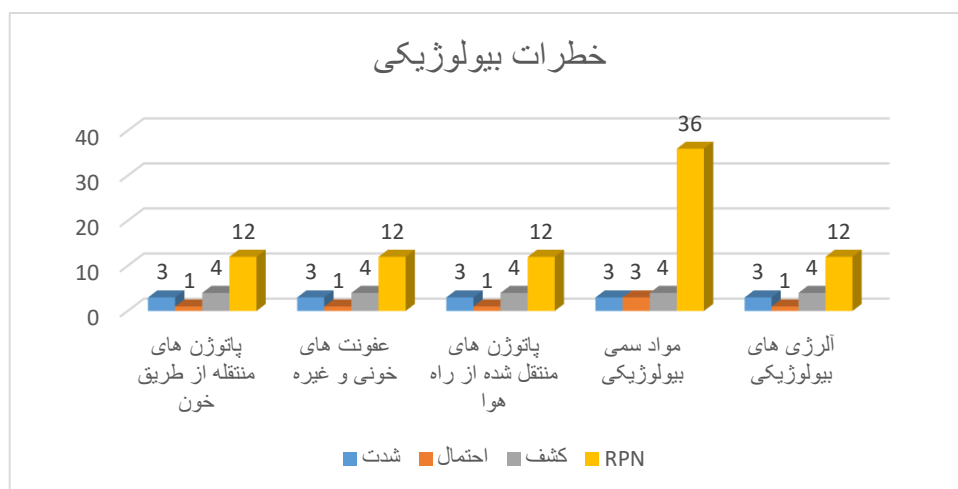
در بخش فیزیک بدنی سه عامل ریسک مورد شناسایی و ارزیابی قرار گرفتند که مربوط به بحث انرژی در زمان عملیات هستند. فشرده سازی انرژی مهم ترین ریسک این بخش است. (شکل ۵)



شکل ۵- ریسک های فیزیک بدنی شغل آتش نشانی

۴. بخش خطرات بیولوژیکی

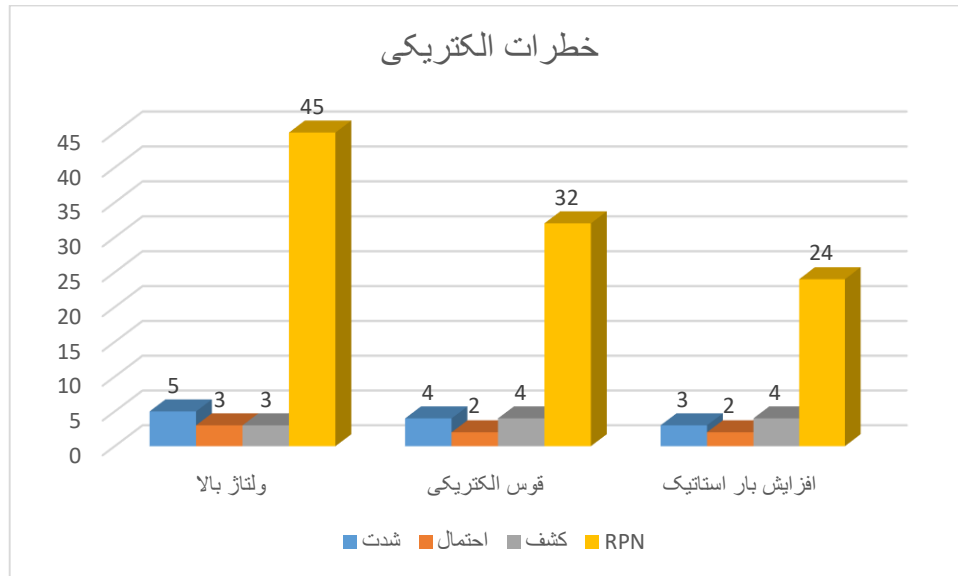
در بخش خطرات بیولوژیکی ۵ عامل ریسک شناسایی شده و مورد ارزیابی قرار گرفتند. مواد سمی بیولوژیکی مهم ترین ریسک این بخش می باشد. یکی از محصولات حریق، دود و گازهای سمی می باشد. آمار نشان می دهد ۸۵ درصد تلفات ناشی از حریق ها در اثر استنشاق دود و گازهای سمی است. هر چند که آتش نشانان مجهز به تجهیزات تنفسی می باشند، ولی در بسیاری موارد از جمله شناسایی محل، نوع حادثه، لکه گیری و... از آن استفاده نمی شود. (شکل ۶) بنابراین استنشاق دود و گازهایی که میزان کمی از آنها می تواند کشنده باشد خسارت جبران ناپذیری بر آتش نشانان وارد می نماید و این امر غیرقابل اجتناب می باشد. به طوری که بارها شاهد بیهوشی و یا مسمومیت آتش نشانان با انواع گازهای سمی و کشنده نظیر کلر، اکسیدهای نیتروژن، هیدروژن سیانید، اکرولین، ایزوسیانات، منواکسیدکربن، هیدروژن سولفور و... در حوادث مختلف بوده ایم. تحقیقات نشان می دهد که اکثر آتش نشانان با توجه به میزان جذب و مدت زمان قرارگیری در معرض گازهای سمی، دچار عوارض متعددی از قبیل اختلالات تنفسی، گوارشی، ضایعات عصبی، خونی، قلبی، بیماری های پوستی، نرمی استخوان و اختلالات روانی می شوند.



شکل ۶- ریسک های فیزیولوژیکی شغل آتش نشانی

۵. بخش خطرات الکتریکی

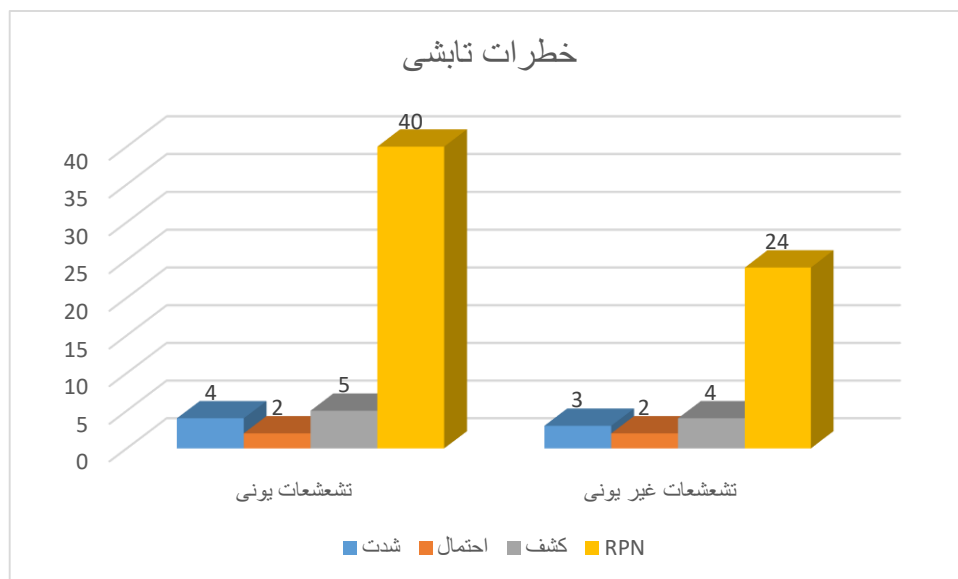
در بخش خطرات الکتریکی سه عامل شناسایی و ارزیابی شدند که مهم‌ترین آنها ولتاژ بالا می‌باشد. (شکل ۷).



شکل ۷- ریسک‌های بیولوژیکی شغل آتش‌نشانی

۶. بخش خطرات تابش

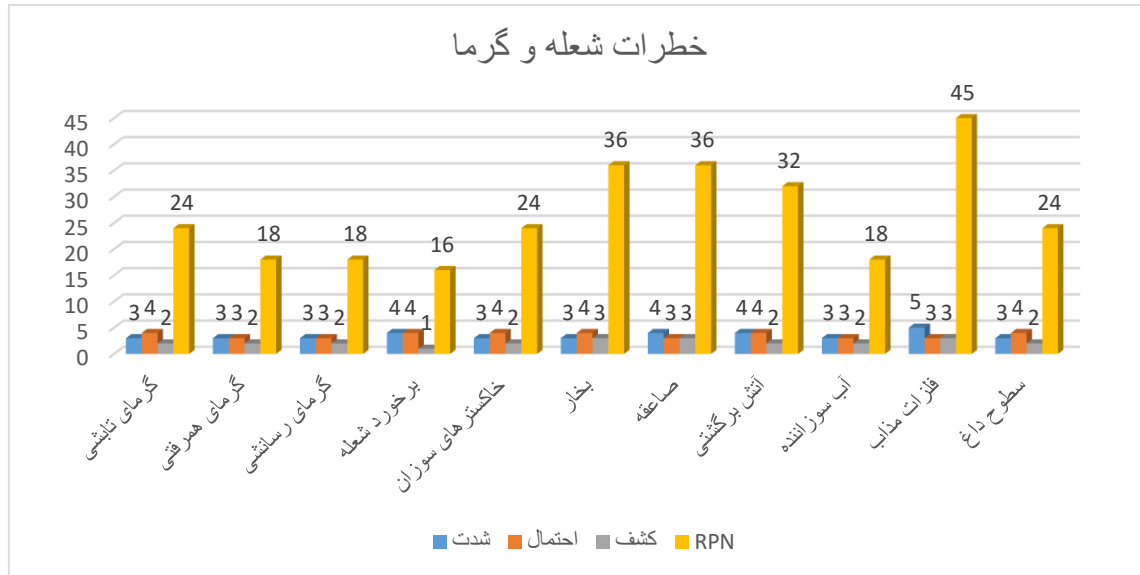
در بخش خطرات تابش و تشعشعات دو عامل ریسک شناسایی و ارزیابی شدند. تشعشعات یونی خطرناک‌تر از تشعشعات غیر یونی ارزیابی شده است. (شکل ۸).



شکل ۸- ریسک‌های تابشی شغل آتش‌نشانی

۷. بخش شعله و گرما

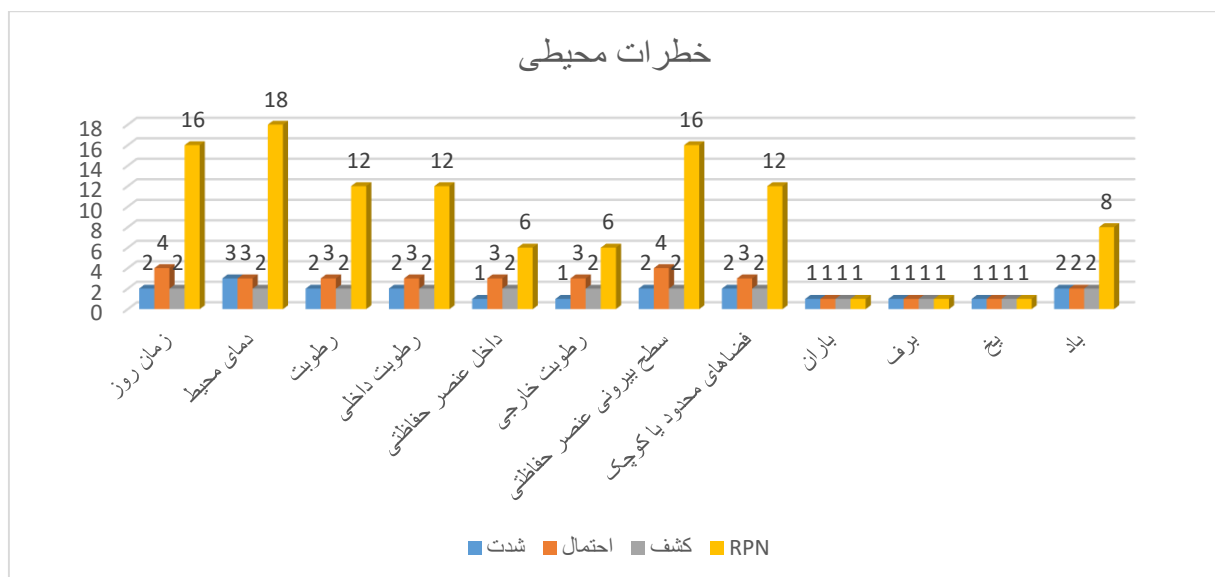
در بخش شعله و گرما ۱۱ عامل ریسک شناسایی و ارزیابی شده‌اند که فلزات مذاب مهم‌ترین عامل شناسایی شده می‌باشد. (شکل ۹)



شکل ۹- ریسک‌های شعله و گرمای شغل آتش‌نشانی

۸. بخش خطرات محیطی

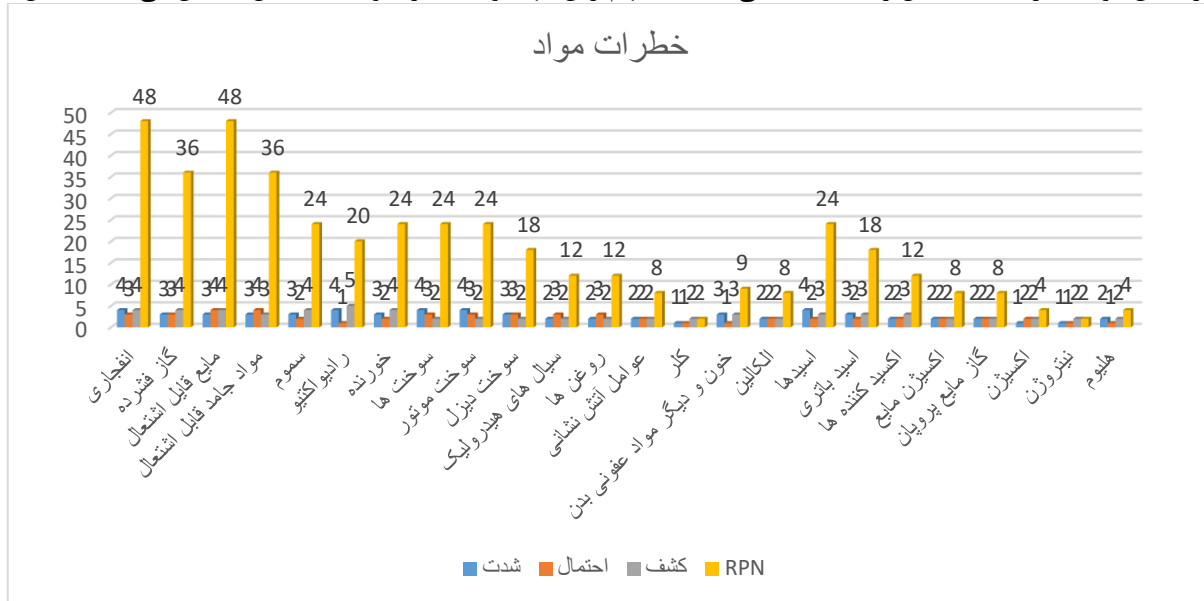
در بخش خطرات محیطی ۱۲ عامل ریسک شناسایی و ارزیابی شده‌اند. مهم‌ترین ریسک در این بخش شرایط دمای محیط می‌باشد. (شکل ۱۰). مهم‌ترین بخش خطرات محیطی، هوای فضای بسته، محیط‌های آلوده و محیط‌های مرطوب هستند.



شکل ۱۰- ریسک‌های خطرات محیطی شغل آتش‌نشانی

۹. بخش مواد خطرناک

در بخش مواد خطرناک ۲۴ عامل ریسک شناسایی شده که مهم‌ترین آنها مواد انفجاری و مایعات قابل اشتعال می‌باشد. (شکل ۱۱)



شکل ۱۱- ریسک‌های مواد خطرناک شغل آتش‌نشانی

❖ محاسبه و رده بندی ریسک‌ها

نحوه محاسبه رده بندی ریسک‌های شناسایی شده:

$$\text{تعداد رده} = 1 + 3/3 \log n$$

رابطه (۳)

در این رابطه تعداد ریسک‌های شناسایی شده (n) برای مشخص کردن تعداد رده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در رابطه ۲-۴ تفاضل بزرگترین عدد ریسک و کمترین عدد ریسک تقسیم بر تعداد رده‌ها می‌شود و طول رده بدست می‌آید.

$$\text{طول رده} = \frac{\text{کوچکترین RPN} - \text{بزرگترین RPN}}{\text{تعداد رده}}$$

رابطه (۴)

$$1 + 3.3 \log 60 = 7 \text{ تعداد رده}$$

$$۸ = ۶۰ - ۱/۷ \text{ طول رده}$$

جدول ۵- رده بندی ریسک‌ها (نگارنده)

ردیف	رده	شدت
۱	۸-۱	ناچیز و قابل چشم‌پوشی
۲	۱۶-۹	خیلی کم
۳	۲۴-۱۷	کم

متوسط	۳۲-۳۵	۴
زیاد	۴۰-۳۳	۵
خیلی زیاد	۴۸-۴۱	۶
شدید	۶۰-۴۹	۷

اعداد جدول زیر بر اساس جداول (۱) الی (۳) و بر اساس نظر کارشناسان مربوطه در ایستگاه‌های منطقه داده شده است.

جدول ۶- رده بندی ریسک‌های شغل آتش‌نشانی (منبع: یافته های پژوهش)

RPN	کشف	احتمال	شدت	ریسک
۱	۱	۱	۱	باران
۱	۱	۱	۱	برف
۱	۱	۱	۱	یخ
۲	۲	۱	۱	کلر
۲	۲	۱	۱	نیتروژن
۴	۲	۲	۱	اکسیژن
۴	۲	۱	۲	هلیوم
۶	۳	۲	۱	لرزش
۶	۲	۳	۱	داخل عنصر حفاظتی
۶	۲	۳	۱	رطوبت خارجی
۸	۲	۲	۲	باد
۸	۲	۲	۲	عوامل آتش‌نشانی
۸	۲	۲	۲	الکالین
۸	۲	۲	۲	اکسیژن مایع
۸	۲	۲	۲	گاز مایع پروپان
۹	۳	۱	۳	خون و دیگر مواد عفونی بدن
۱۲	۲	۳	۲	دمای مرکزی بدن
۱۲	۳	۲	۲	لبه های تیز
۱۲	۳	۲	۲	نقاط تیز
۱۲	۳	۲	۲	سطوح لغزنده
۱۲	۲	۳	۲	سطوح زبر یا ساینده
۱۲	۴	۱	۳	پاتوژن های منتقله از طریق خون
۱۲	۴	۱	۳	عفونت های خونی و غیره
۱۲	۴	۱	۳	پاتوژن های منتقل شده از راه هوا
۱۲	۴	۱	۳	آلرژی های بیولوژیکی
۱۲	۲	۳	۲	رطوبت
۱۲	۲	۳	۲	رطوبت داخلی

RPN	کشف	احتمال	شدت	ریسک
۱۲	۲	۳	۲	فضاهای محدود یا کوچک
۱۲	۲	۳	۲	سیال های هیدرولیک
۱۲	۲	۳	۲	روغن ها
۱۲	۳	۲	۲	اکسید کننده ها
۱۵	۵	۱	۳	پرتابه ها
۱۶	۲	۴	۲	خستگی
۱۶	۱	۴	۴	برخورد شعله
۱۶	۲	۴	۲	زمان روز
۱۶	۲	۴	۲	سطح بیرونی عنصر حفاظتی
۱۸	۳	۳	۲	انرژی گرمایی ذخیره شده
۱۸	۳	۳	۲	انتقال انرژی گرمایی
۱۸	۲	۳	۳	گرمای همرفتی
۱۸	۲	۳	۳	گرمای رسانشی
۱۸	۲	۳	۳	آب سوزاننده
۱۸	۲	۳	۳	دمای محیط
۱۸	۲	۳	۳	سوخت دیزل
۱۸	۳	۲	۳	اسید باتری
۲۰	۵	۱	۴	رادیواکتیو
۲۴	۲	۴	۳	استرس فیزیکی
۲۴	۴	۲	۳	افزایش بار استاتیک
۲۴	۴	۲	۳	تشعشعات غیر یونی
۲۴	۲	۴	۳	گرمای تابشی
۲۴	۲	۴	۳	خاکسترهای سوزان
۲۴	۲	۴	۳	سطوح داغ
۲۴	۴	۲	۳	سموم
۲۴	۴	۲	۳	خورنده
۲۴	۲	۳	۴	سوخت ها
۲۴	۲	۳	۴	سوخت موتور
۲۴	۳	۲	۴	اسیدها
۳۲	۴	۲	۴	اشیای در حال سقوط
۳۲	۴	۲	۴	قوس الکتریکی
۳۲	۲	۴	۴	آتش برگشتی
۳۶	۴	۳	۳	فشردگی سازی انرژی

RPN	کشف	احتمال	شدت	ریسک
۳۶	۴	۳	۳	مواد سمی بیولوژیکی
۳۶	۳	۴	۳	بخار
۳۶	۳	۳	۴	صاعقه
۳۶	۴	۳	۳	گاز فشرده
۳۶	۳	۴	۳	مواد جامد قابل اشتعال
۴۰	۵	۲	۴	تشعشعات یونی
۴۵	۳	۳	۵	ولتاژ بالا
۴۵	۳	۳	۵	فلزات مذاب
۴۸	۴	۳	۴	در معرض ریزش قرار گرفتن
۴۸	۴	۳	۴	انفجاری
۴۸	۴	۴	۳	مایع قابل اشتعال
۶۰	۴	۳	۵	آوار در حال ریزش

همانطور که در جدول (۶) مشاهده شد از ۶۰ ریسک شناسایی شده، یک عامل در رده ریسک‌های شدید قرار گرفته است. در بخش ریسک‌های خیلی زیاد ۵ عامل قرار گرفته‌اند که ولتاژ بالا، فلزات مذاب، در معرض ریزش قرار گرفتن، مواد قابل انفجار و مایع قابل اشتعال در این رده قرار گرفته‌اند. در رده سوم از نظر شدت ریسک‌های شناسایی شده ۷ عامل قرار گرفته‌اند که مجموعاً ۱۳ عامل یا ریسک شناسایی شده‌اند که جزء ریسک‌های شدید هستند.

۶- بحث

در تحقیق حاضر ریسک‌های شغلی شغل آتش‌نشانی در ایستگاه‌های آتش‌نشانی منطقه ۱۹ شهر تهران مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. در ابتدا شغل آتش‌نشانی مورد بررسی قرار گرفته و سپس با توجه به نوع کار و محیط کار انواع ریسک‌های موجود در بخش‌های مختلف شناسایی و ارزیابی شدند. عوامل بوجود آورنده ریسک در این تحقیق در ۹ بخش فیزیولوژیکی، فیزیکی، فیزیک بدن، خطرات بیولوژیکی، خطرات الکتریکی، خطرات تشعشع، شعله، گرما، محیطی و مواد خطرناک آورده شده است. در هر بخش عوامل ایجاد ریسک شناسایی و بر اساس جداول ارائه شده شدت اثر، احتمال وقوع و احتمال کشف آنها ارزیابی شده و عدد اولویت ریسک برای آنها محاسبه شد. برای هر ریسک ارزیابی شده اقدامات کنترلی مناسب برای آنها ارائه شد. در بخش فیزیولوژیکی سه عامل ریسک شناسایی و ارزیابی شدند. این ریسک‌ها در طبقه متوسط به پایین قرار گرفته‌اند. در این بخش استرس فیزیکی مهم‌ترین ریسک است. استرسی که آتش‌نشانان در هنگام عملیات به آنها وارد می‌شود می‌تواند بر فیزیولوژی بدن آنها و نیز عملکردشان تاثیر بگذارد. بنابراین این می‌تواند ریسک مهمی باشد که باید برای کنترل و مدیریت آن اقدام نمود. بدین منظور می‌توان برنامه‌های آموزشی و روان شناسی برای آتش‌نشانان در برنامه‌ریزی‌های سازمان آتش‌نشانی در نظر گرفت. در بخش فیزیکی ۹ عامل ریسک شناسایی و ارزیابی شد که آوار در حال ریزش با بیشترین عدد ریسک در این بخش قرار گرفته است. آوار که حاصل تخریب ساختمان‌ها بر اثر آتش‌سوزی یا زلزله و هر عامل دیگری می‌باشد، یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر عملکرد و فعالیت‌های آتش‌نشانان می‌باشد که می‌تواند هم باعث خسارات جانی و هم کاهش کارایی باشد. بنابراین برنامه‌ریزی به منظور مدیریت صحیح آوار و نحوه عملکرد آتش‌نشانان در هنگام وجود آوار، باید در برنامه‌ریزی‌های سازمان گنجانده شود. در بخش فیزیک بدنی سه عامل ریسک مورد شناسایی و ارزیابی قرار گرفتند که مربوط به بحث انرژی در زمان عملیات هستند. فشردگی مصرف انرژی مهم‌ترین ریسک این بخش است. در بخش خطرات بیولوژیکی ۵ عامل ریسک شناسایی شده و مورد ارزیابی قرار گرفتند. مواد سمی بیولوژیکی مهم‌ترین ریسک این بخش است. آمار نشان می‌دهد ۸۵ درصد تلفات ناشی از حریق‌ها در اثر استنشاق دود و گازهای سمی است. هر چند که آتش‌نشانان مجهز به تجهیزات تنفسی می‌باشند، ولی در بسیاری موارد از جمله

شناسایی محل، نوع حادثه، لکه گیری و... از آن استفاده نمی‌شود. در بخش خطرات الکتریکی سه عامل شناسایی و ارزیابی شدند که مهم‌ترین آنها ولتاژ بالا می‌باشد. در بخش خطرات تابش و تشعشعات دو عامل ریسک شناسایی و ارزیابی شدند. تشعشعات یونی خطرناک تر از تشعشعات غیر یونی ارزیابی شده است. در بخش شعله و گرما ۱۱ عامل ریسک شناسایی و ارزیابی شده‌اند که فلزات مذاب مهم‌ترین عامل شناسایی شده می‌باشد. در بخش خطرات محیطی ۱۲ عامل ریسک شناسایی و ارزیابی شده‌اند. مهم‌ترین ریسک در این بخش شرایط دمای محیط می‌باشد. در بخش مواد خطرناک ۲۴ عامل ریسک شناسایی شده که مهم‌ترین آنها مواد انفجاری و مایعات قابل اشتعال می‌باشد.

۷- نتیجه گیری

منطقه ۱۹ هشت ایستگاه آتش‌نشانی را در خود جای داده است که مسئولیت خدمات رسانی به این منطقه نسبتاً وسیع را دارند. بافت ساختمانی در این منطقه بر اساس آمارهای شهرداری شامل ۷۱ درصد تخریبی است که ریسک‌ها را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. شبکه خیابان‌های منطقه ۱۹ شهرداری تهران به خاطر بافت قدیمی و فرسوده از نظر دسترسی وضعیت خوبی ندارد و در زمان انجام عملیات ممکن است مشکل آفرین باشد. شبکه معابر منطقه در مناطقی که بافت قدیمی و متراکم دارند، خیلی نامناسب و در مواقع شدید و آتش‌سوزی دسترسی به محل را دچار مشکل می‌کنند. محدوده دسترسی ایستگاه‌های آتش‌نشانی طوری است که کل محدوده رو در زمانبندی استاندارد پشتیبانی نمی‌کند و دسترسی به محل برای آتش‌نشانی، ریسک‌های موجود را تشدید می‌کند. در پاسخ به سوالات پژوهش مهم‌ترین و اولین ریسک موجود در شغل آتش‌نشانی به ترتیب ریزش آوار به عنوان مهم‌ترین ریسک شغلی آتش‌نشانی در رده ریسک‌های شدید قرار گرفته است، سپس در بخش ریسک‌های خیلی زیاد ۵ عامل قرار گرفته‌اند که ولتاژ بالا، فلزات مذاب، در معرض ریزش قرار گرفتن، مواد قابل انفجار و مایع قابل اشتعال شناسایی شده است. در رده سوم از نظر شدت ریسک‌های شناسایی شده ۷ عامل قرار گرفته‌اند که مجموعاً ۱۳ عامل یا ریسک شناسایی شده‌اند که جزء ریسک‌های شدید هستند. همچنین در پاسخ به سوال نحوه مدیریت و کاهش ریسک‌ها در منطقه‌ی مورد مطالعه می‌توان عنوان کرد که با مطالعات جامع و میدانی و براساس سوابق و تجربیات باید کلیه ریسک‌های ممکن شناسایی و رتبه‌بندی بشوند و سپس برای هر کدام اقدامات کنترلی و کاهش‌ی ارائه شود. جهت تایید فرضیات پژوهش با شناسایی ریسک‌های شغلی آتش‌نشانی می‌توان به فرایندی برای مدیریت این ریسک‌ها دست یافت. در صورت شناسایی ریسک‌ها می‌توان در برنامه‌ای جامع و کاربردی و به صورت کارگاه‌ها و کلاس‌های آموزشی این ریسک‌ها را به کارکنان این بخش مهم آموزش داد و در جهت کاهش و مدیریت آنها گام برداشت. در کل از ۶۰ ریسک شناسایی شده، یک عامل در رده ریسک‌های شدید قرار گرفته است. در بخش ریسک‌های خیلی زیاد ۵ عامل قرار گرفته‌اند که ولتاژ بالا، فلزات مذاب، در معرض ریزش قرار گرفتن، مواد قابل انفجار و مایع قابل اشتعال در این رده قرار گرفته‌اند. در رده سوم از نظر شدت ریسک‌های شناسایی شده ۷ عامل قرار گرفته‌اند که مجموعاً ۱۳ عامل یا ریسک شناسایی شده‌اند که جزء ریسک‌های شدید هستند.

ایمنی آتش‌نشانان و نجات‌گران مستلزم عملکرد درست زنجیره‌ای از فعالیت‌ها نظیر شناخت، ارزیابی، پشتیبانی، تجهیزات، آموزش، پیشگیری و فرماندهی عملیات و بویژه تهیه و تدوین دستورالعمل در روش‌های اجرایی عملیات آتش‌نشانان و نجات‌گران می‌باشد و در حیطه دسته‌بندی حریق با لحاظ نمودن مکان و ماده سوختنی رویه‌های استاندارد عملیات (SOP) و رهنمودهای استاندارد عملیات (SOG) تعریف و تدوین می‌گردد و آتش‌نشانان و نجات‌گران و فرماندهی عملیات از ابتدای اعلام حریق و حادثه خود را بر اساس آن آمادگی ذهنی می‌کنند و پیش‌بینی و پیشگیری لازم را ملکه ذهن خود می‌نمایند و در شرایط بعضاً بسیار پیچیده حریق و حادثه، فرماندهی، تصمیم لازم را می‌گیرد. امروزه در صورت هر گونه آسیب و به خطر افتادن سلامت آتش‌نشانان و نجات‌گران در گام اول بایستی در پی شناسایی علل و نواقص موجود در مجموعه و شاخص‌های مؤثر بر آن بود. البته مواردی نیز هست که اجتناب ناپذیر است مثلاً حوادث قهریه که گریزی از آن نیست و یا حادثه‌ای که واقعاً پیش‌بینی آن در حین عملیات امکان پذیر نبوده است و لیکن آنچه مهم است ناجی باید ناجی باشد و بر اساس این باور تمام موضوعات مربوطه از طرف مدیریت، فرماندهی و آتش‌نشانان و نجات‌گران مدنظر قرار گیرد. در یک آتش‌سوزی یا یک حادثه عوامل مختلفی آتش‌نشانان را تهدید می‌نماید و بعضاً این عوامل همزمان نیز می‌باشد و لذا وحدت فرماندهی و فرماندهی واحد و همچنین کار گروهی منسجم و پیوسته با رعایت اصول مربوطه و دستورالعمل‌ها و روش‌های اجرایی مناسب آن حریق یا حادثه امکان کنترل بهتر را فراهم می‌سازد. صنعتی شدن شهرها، واکنش‌های شیمیایی ایجاد شده در حریق‌ها با توجه به نوع ماده سوختنی و ایجاد یک گاز سمی با درجه سمیت

خطرناک از جمله مسایلی است که ضرورت آگاهی و پشتیبانی آگاهانه از طرف فرماندهی و حضور تیم واکنش سریع و همچنین تجهیزات مورد نیاز را ایجاب می‌نماید. (ICS, 2005).

۸- پیشنهادات کاربردی و پژوهشی

توجه به آموزش تخصصی آتش‌نشانان و بین رشته‌ای بودن این علم، پیشنهاد می‌گردد سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور "نظام‌نامه‌ی جامع آموزش آتش‌نشانان" را تهیه و ابلاغ نمایند تا ریسک آتش‌نشانان به حداقل برسد. همچنین در راستای حفظ و آمادگی آتش‌نشانان پیشنهاد می‌گردد که در خصوص آزمونهای عملی استاندارد در بدو استخدام و پایش آمادگی جسمانی آتش‌نشانان کشور، دستورالعمل اجرایی تهیه و از سوی سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور اجرا شود. پیشنهاد می‌گردد که تمام پرسنل مجهز به سیستم اعلام خطر باشند که در صورت افتادن به صورت خودکار آژیر به صدا درآید. پیشنهاد می‌گردد آتش‌نشانان در حوادث مواد خطرناک از نرم افزارهای مرتبط جهت کاهش ریسک قبل از ورود به محیط استفاده کنند، امروزه این نرم‌افزارها بایستی در تمامی ایستگاه‌ها برقرار باشند تا در صورت لزوم بتوان از طریق لب‌تاپ و یا سایر وسایل به آن‌ها دسترسی یافت.

۹- پیشنهادات برای تحقیقات آتی

۱. بررسی ریسک‌های آتش‌نشانی با تکنیک‌های دیگر و ترکیب آن‌ها با روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره
۲. بررسی مکانی زمان دسترسی به محل حادثه و محدوده خدمات رسانی و تاثیر گذاری آن بر روی عملکرد آتش‌نشانان با استفاده از آنالیز شبکه
۳. شناسایی مناطق آسیب پذیر شهری در مناطق تحت خدمات رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و ارزیابی ریسک‌های آن

۱۰- فهرست منابع

۱. ظفری ج. زربین ج. شناسایی و اولویت‌بندی مخاطرات و تهدیدات، مبتنی بر الگوی ماتریس ریسک (مطالعه موردی: منطقه عسلویه). دانش پیشگیری و مدیریت بحران. ۱۳۹۹؛ ۱۰ (۱): ۳۷-۲۳
۲. خدابنده لو، ا.ع. حمصی، ا. لاهیجانیان ا. حسنی، ا.ح. محمدی، ع. (۱۴۰۴). شناسایی، آنالیز و رتبه‌بندی ریسک‌های موجود در حوادث شغلی آتش‌نشانان با استفاده از روش JSA و ANP مدیریت بحران، ۱۴(۱)، ۷۵-۳۵.
۳. خیردست ا. صدری دمیرچی ا. پاداش ا. خدابنده لو ا.ع. محمدی جاهدی ز. بررسی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری شغلی آتش‌نشانان تهران براساس جوّ ایمنی کار، حوادث شغلی و بدبینی سازمانی. دانش پیشگیری و مدیریت بحران. ۱۴۰۳؛ ۱۴ (۲): ۱۷۸-۱۹۱
۴. تیمان. بررسی سلامت روان و رابطه آن با متغیرهای سن، تحصیلات و سابقه خدمت در آتش‌نشان‌ها در شهرکرد سال ۱۳۹۸. بهداشت کار و ارتقاء سلامت. ۱۴۰۱؛ ۶ (۲): ۲۴۴-۲۵۵
۵. فرخی‌زاده، ف. اسکندری، ن. گمرکچی، ع. ۱۴۰۲. شناسایی و ارزیابی ریسک‌های HSE موجود در پروژه‌های عمرانی با استفاده از روش FMEA (مطالعه موردی: پروژه آبرسانی به پالایشگاه بیدبلند خلیج فارس)، پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست، دوره ۱، شماره ۲، صفحه ۱۰-۱
۶. حکم آبادی ر. صادقی ح. فصیح رامندی، ف. کریمی ع. استرس شغلی و تاثیر آن بر رفتارهای ناایمن در کارکنان آتش‌نشانی. Irtiga Imini Pishgiri Masdumiyat [اینترنت]. ۲۹ آوریل ۲۰۲۳ [ارجاع شده ۲۳ نوامبر ۲۰۲۵]؛ ۱۰(۴): ۳۲۴-۱.
۷. مقصودلو کمالی بیژن، جعفری ندوشن رضا، نوری محمد. تصمیم‌سازی راهبردی مدیریت ریسک حریق در مجتمع تجاری آفتاب گرگان با استفاده از مدل هوش مصنوعی. بهداشت کار و ارتقاء سلامت. ۱۳۹۹؛ ۴ (۳): ۱۹۶-۲۰۹
۸. فرید اسماعیلی، حمید کربلانی حسنی، ابراهیم کریمی، عباس عظیم پور. (۲۰۲۲). مدیریت بحران با ارزیابی ریسک سوانح در سازمان های آتش‌نشانی با استفاده از روش FMEA مطالعه موردی سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهرداری اراک. (نشریه علمی رویکردهای پژوهشی نوین مدیریت و حسابداری) ۶(۲۰): ۲۶۵-۲۸۱.
۹. جعفری، ا. کیاکجوری، ک. تأثیر بهداشت روان بر آمادگی استراتژیک برای بحران با توجه به نقش میانجی قابلیت یادگیری و خلاقیت سازمانی آتش‌نشانان استان گیلان. دانش پیشگیری و مدیریت بحران. ۱۴۰۰؛ ۱۱ (۴): ۴۲۸-۴۴۲

۱۰. عباس آبادی عرب، م.، احمدی، ش.، خانکه ح، ر. محمدی، ف. حق روستا، س. سیاست‌های کلی نظام در زمینه پیشگیری و کاهش خطر ناشی از سوانح طبیعی و حوادث غیرمترقبه. دانش پیشگیری و مدیریت بحران. ۱۴۰۳؛ ۱۴ (۴): ۴۰۶-۴۲۳
۱۱. ابطحی، سید ا. کلهر، ر. و صداقت شایگان، د. (۱۴۰۱). ارزیابی و مدیریت ریسک زیرساخت‌های نفت و گاز استان‌های مرزی با هدف کاهش اثرات تهدید. ۱۷ (۷۷): ۷۰-۹۰. doi: 10.22034/2022.556111.1874
۱۲. مجیدی، ع. زارعی محمودآبادی، ه. فتاحی بافقی، ح. احمدی، س. شریفی، م. مرادی، ب. شناسایی و ارزیابی مخاطرات بهداشتی صنعت پتروشیمی با استفاده از روش آنالیز مخاطرات شغلی بومی‌سازی شده. بهداشت کار و ارتقاء سلامت. ۵ (۴): ۳۷-۳۵۹
URL: <http://ohhp.ssu.ac.ir/article-1-376-fa.html>
۱۳. امید، س. جنت فریدونی، ق. ع. فرمانبر، ر. ا. حیدری، م. (۱۴۰۰). بررسی تاثیر مداخله آموزشی مبتنی بر نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده بر درک ریسک کارکنان آتش‌نشانی واحدهای عملیاتی. بهداشت و ایمنی کار، ۱۱ (۲)، ۲۳۷-۲۵۱. SID.
۱۴. خطابخش ا. پویاکیان م. جعفری م. (۲۰۲۱). به سوی بهبود مدیریت ریسک: مروری بر الگوهای اولویت بندی راهکارهای کنترل ریسک و ارائه یک چارچوب مفهومی جدید. فصلنامه علمی پژوهشی بهداشت در عرصه، ۸ (۳)، ۳۲-۴۳.
۱۵. موسوی، سید ا. کامیاب، ش. (۱۴۰۱). ارزیابی خطر عوامل انسانی در معدن کاری روباز با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی. مهندسی بهداشت حرفه ای، ۹ (۲)، ۱۱۱-۱۱۹. <https://sid.ir/paper/1080268/fa>.
۱۶. خیردست، ا. جوزی، س. ع. رضایان، س. میرزاابراهیم طهرانی، م. (۱۴۰۳). مکان‌یابی اسکان اضطراری در منطقه ۱۹ شهر تهران با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره. انسان و محیط زیست * شماره ۱ دوره ۲۲ بهار ۱۴۰۰.
۱۷. بلجی کنگرلو، م. نائبی طاهری، م. دهدشتی، ع. فاطمی ف و بشارت‌زاده ع. (۲۰۲۱). ارزیابی ریسک خطرات ایمنی و بهداشت شغلی با استفاده از روش آنالیز ایمنی شغلی: مطالعه موردی صنعت فولاد. طب پیشگیری. ۸ (۴): ۳۵-۲۵. URL: <http://jpm.hums.ac.ir/article-1-495-fa.html>
۱۸. جوزی، س. ع. سلاتی، پ. ۱۳۸۹، تجزیه و تحلیل مخاطرات زیست محیطی واحد پلی اتیلن مجتمع پلیمر آریاسول عسلویه به روش FMEA، اولین همایش ملی سلامت، محیط زیست و توسعه پایدار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس.
19. Luqi Wang, Wenxian Li, Weimin Feng, Ruiyin Yang, Fire risk assessment for building operation and maintenance based on BIM technology, Building and Environment, Volume 205, 2021 doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108188.
20. Cleef, L., Yang, M., Bouchaut, B., & Reniers, G. (2024). Fire risk assessment tools for the built environment-An explorative study through a developers' survey. Fire Safety Journal, 146, 104169. doi.org/10.1016/j.firesaf.2024.104169
21. Yuvendra, I., Sukwika, T., & Ramli, S. (2022). Occupational risks of firefighters in Jakarta: Job safety analysis approach. International Journal of Innovation in Engineering, 2(4), 60-65.
22. Smith, T. D., DeJoy, D. M., & Dyal, M. A. (2020). Safety specific transformational leadership, safety motivation and personal protective equipment use among firefighters. Safety science, 131, 104930. doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104930
23. B. Le, A., McNulty, L. A., Dyal, M. A., DeJoy, D. M., & Smith, T. D. (2020). Firefighter overexertion: a continuing problem found in an analysis of non-fatal injury among career firefighters. International journal of environmental research and public health, 17(21), 7906. doi.org/10.3390/ijerph17217906
24. Shahparvari, S., Fadaki, M., & Chhetri, P. (2020). Spatial accessibility of fire stations for enhancing operational response in Melbourne. Fire safety journal, 117, 103149. doi.org/10.1016/j.firesaf.2020.103149.

- 25.Valentina B, Costantino S, Donatella S, Towards a systemic approach to fire risk management, Environmental Science & Policy, Volume 129, 2022, Pages 37-44, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.12.015>.
- 26.Jang J. R, Kyung-S. L, Jung-W. K, A Taxonomy of the Common Tasks and the Development of a Risk Index for Physical Load Assessment in Nursing Job, Safety and Health at Work, Volume 11, Issue 3, 2020, Pages 335-346, <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.05.004>.
- 27.Varun G, Kerstin J, Risk Assessment Process for Collaborative Assembly – A Job Safety Analysis Approach, Procedia CIRP, Volume 44, 2016, Pages 199-203, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.02.334>.
- 28.Mary A. Fox, Kristen Spicer, L. Casey Chosewood, Pam Susi, Douglas O. Johns, G. Scott Dotson, Implications of applying cumulative risk assessment to the workplace, Environment International, Volume 115, 2018, Pages 230-238, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.03.026>.
- 29.Patyk, M., Nowak-Senderowska, D. Occupational risk assessment based on employees' knowledge and awareness of hazards in mining. *Int J Coal Sci Technol* 9, 75 (2022). <https://doi.org/10.1007/s40789-022-00554-5>