Original article

Hazard Identification and Risk Assessment Using Hazard Analysis Method in Facilities Zone of a Steel Industry in Khuzestan, Iran

Zeinab Nezamodini[1]
Behnoush Jafari[2*]
Hanan Sari[3]
Amin Jazayeri[4]

1- Instructor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
2- MSc Student of Occupational Health Engineering, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
3- Bachelor of Occupational Health Engineering, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
4- Masters in Health, Safety, and Environment, Head of Safety and Technical Protection of Auxin Khuzestan Steel Company, Ahvaz, Iran

***Corresponding author:** Behnoush Jafari, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

Email: behnoosh.jafari@yahoo.com

Received: 20 September 2020
Accepted: 15 November 2020

ABSTRACT

Introduction and purpose: Industries face different risks and dangers depending on the type of their activity. To reduce the level of risks in the workplace, the application of standard methods of risk identification and assessment is highly beneficial. This study aimed to identify hazards and assess risks using the hazard analysis (HAZAN) method in one of the steel industries in Khuzestan Province, Iran.

Methods: This descriptive study was conducted with a cross-sectional qualitative design in the facilities zone of one of the steel companies in the south of Iran within 4 months in 2018. The hazard analysis risk assessment technique was used to assess the risk of occupations in units. In this study, direct observation of jobs, workers' experiences, and interviews with officials and supervisors were used to collect the required data. Risk levels were classified as unacceptable, undesirable, acceptable if controlled, and acceptable represented by ranks of 1, 2, 3, and 4, respectively.

Results: According to the results of this study, 1,763 hazards were identified in the whole facilities zone with water treatment plant 1, Makeup, and water treatment plant 2 areas as the most dangerous facilities areas with 644, 410, and 395 hazards, respectively. Moreover, out of the total identified risks in the 7 investigated units in the facilities zone, 4.6, 6.5, 28.9, and 60% areas were identified in the ranks of 1, 2, 3, and 4, respectively.

Conclusion: The implementation of the HAZAN method in the studied industry determined systematically what dangers existed in the steel facilities zone and which areas were involved in more risks. Furthermore, it was possible for the relevant officials and supervisors to properly prioritize the implementation of control strategies. Therefore, the HAZAN method can be well applied to increase staff awareness of existing risks and assess the available risks of the steel industry.

Keywords: HAZAN, Hazard identification, Risk assessment, Steel industry

▶ **Citation:** Nezamodini Z, Jafari B, Sari H, Jazayeri A. Hazard Identification and Risk Assessment Using Hazard Analysis Method in Facilities Zone of a Steel Industry in Khuzestan, Iran. Journal of Health Research in Community. Autumn 2020;6(3): 33-42.

مقاله پژوهشی

شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک با استفاده از روش HAZAN در واحد تأسیسات یکی از صنایع فولاد خوزستان

زینب نظام‌الدینی[1]
بهنوش جعفری[2*]
حنان ساری[3]
سید امین جزایری[4]

۱. مربی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران
۳. کارشناس مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران
۴. کارشناس ارشد HSE، سرپرست ایمنی و حفاظت فنی شرکت فولاد اکسین خوزستان، اهواز، ایران

* نویسنده مسئول: بهنوش جعفری، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران

Email: behnoosh.jafari@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۵

چکیده

مقدمه و هدف: صنایع برحسب نوع فعالیت با خطرات و ریسک‌های متفاوتی مواجه هستند. به‌منظور کاهش سطح خطرات در محیط کار، استفاده از روش‌های استاندارد شناسایی و ارزیابی خطرات بسیار مفید است. لذا هدف از این تحقیق، شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک با استفاده از روش HAZAN در یکی از صنایع فولاد استان خوزستان است.

روش کار: مطالعه حاضر توصیفی-مقطعی از نوع کیفی است که در سال ۱۳۹۷ در ناحیه تأسیسات یکی از شرکت‌های فولاد جنوب کشور طی مدت ۴ ماه اجرا شده است. به‌منظور ارزیابی ریسک مشاغل واحدها از تکنیک ارزیابی ریسک HAZAN استفاده شد. در این تحقیق از روش‌های مشاهده مستقیم مشاغل، تجربیات کارگران و مصاحبه با مسئولان و سرپرستان استفاده شد. ریسک‌ها به‌صورت رتبه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب به مفهوم غیرقابل‌قبول، نامطلوب، قابل‌قبول به شرط کنترل‌شدن و قابل‌قبول طبقه‌بندی شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد ۱۷۶۳ خطر در کل واحد تأسیسات شناسایی شد که نواحی WTP1، Make UP و WTP2 به ترتیب با داشتن ۶۴۴، ۴۱۰ و ۳۹۵ خطر، پرخطرترین نواحی تأسیسات به‌شمار می‌روند. همچنین از مجموع ریسک‌های شناسایی‌شده در ۷ واحد بررسی‌شده ناحیه تأسیسات، ۴/۶، ۶/۵، ۲۸/۹ و ۶۰ درصد به ترتیب در رتبه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ قرار داشتند.

نتیجه‌گیری: با اجرای روش HAZAN در صنعت مطالعه‌شده به‌طور سیستماتیک مشخص شد چه خطراتی در واحد تأسیسات فولاد وجود دارد و کدام نواحی خطرات بیشتری دارد. همچنین این امکان فراهم شد که مسئولان و سرپرستان مربوطه بتوانند برای اجرای راهکارهای کنترلی اولویت‌بندی مناسب انجام دهند. ازاین‌رو می‌توان نتیجه گرفت روش HAZAN به‌خوبی می‌تواند در افزایش آگاهی کارکنان از خطرات موجود و ارزیابی ریسک خطرات صنعت فولاد استفاده شود.

کلمات کلیدی: ارزیابی ریسک، شناسایی خطرات، صنعت فولاد، HAZAN

◄ **استناد:** نظام‌الدینی، زینب؛ جعفری، بهنوش؛ ساری، حنان؛ جزایری، سید امین. شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک با استفاده از روش HAZAN در واحد تأسیسات یکی از صنایع فولاد خوزستان. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، پاییز ۱۳۹۹؛۶(۳): ۴۲-۳۳.

مقدمه

امروزه یکی از مهم‌ترین مشکلات در صنایع مختلف که هزینه‌های زیادی را بر صنعت وارد می‌کند، حوادث ناشی از کار

است. تحلیل حوادث شغلی در شناسایی و کاهش خطرات محیط کار مؤثر است و باعث ایجاد محیطی ایمن و افزایش بهره‌وری در کارگران می‌شود. همچنین آموزش کارگران جدید در انجام صحیح روش‌های کاری ارزشمند است [۱].

در ایران به دلیل وارداتی‌بودن دستگاه‌های مورد استفاده در بیشتر صنایع، نبود شناخت کامل نسبت به مسائل جانبی آن، کارکرد بیش‌ازحد دستگاه‌ها و تجهیزات صنعتی و استفاده‌نکردن از دستگاه‌های جدید و استاندارد، خطرات و ریسک‌های قابل‌تأملی به جامعه، صنعت و افراد وارد می‌شود. برای جلوگیری از حوادث لازم است تمامی ریسک‌های مختلف در فرایند کار شناسایی و سپس با ارزیابی دقیق و درست نسبت به کنترل آن اقدام شود. یکی از شاخص‌های ارزیابی عملکرد یک سازمان، تعداد و شدت حوادث به‌وقوع‌پیوسته در آن سازمان است. لذا هر مدیر شایسته‌ای سریعاً به فکر کاهش تعداد و شدت حوادث می‌افتد و در این زمینه اقدامات لازم را انجام می‌دهد.

ارزیابی ریسک یکی از مراحل پایه و اصلی در تمامی سیستم‌های مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه‌ای است که با هدف شناسایی، ارزیابی و اولویت‌بندی مخاطرات شغلی به‌منظور کنترل آن‌ها انجام می‌شود. برای ارزیابی ریسک مخاطرات در محیط‌های کاری روش‌های مختلفی وجود دارد که به‌طور عمده بر مخاطرات ایمنی متمرکز هستند [۲]. ارزیابی ریسک به‌طور سیستماتیک تعیین می‌کند که چه خطراتی در محیط کار وجود دارد و احتمال رخ‌دادن خطر چقدر است و چه آسیبی و با چه شدتی ممکن است به وجود آید [۳]. درحقیقت، ارزیابی ریسک فرایندی سه‌مرحله‌ای است؛ مرحله اول: شناسایی کل خطرات، مرحله دوم: محاسبه ریسک‌ها و مرحله سوم: ارائه اقدامات کنترلی. برای کاهش سطح خطر، تجزیه‌وتحلیل خطر با استفاده از روش‌های استاندارد بسیار مفید است [۴]. شناسایی خطرات یکی از اولین اهداف در تجزیه‌وتحلیل ریسک است [۵].

مطالعات انجام‌شده نشان داده است در حال حاضر بیش از ده‌ها نوع روش مختلف کیفی و کمّی برای ارزیابی ریسک در دنیا وجود دارد [۶]. ارزیابی ریسک با روش HAZAN (Hazard Analysis) یکی از روش‌های ارزیابی ریسک به شمار می‌آید که در سطح بسیار محدودی انجام شده است. علت این موضوع، زمان‌بربودن پروژه و متکی‌بودن به دانش افراد و عدم طبقه‌بندی ریسک است که بیشتر با روش‌های دیگر ارزیابی ریسک ادغام می‌شود [۷]. در HAZAN باید تشخیص داد که در حالت‌های مختلف چه رویدادهایی محتمل است. اولین کار در این مورد شناخت و درنظرگرفتن تمام خطاهایی است که ممکن است اتفاق بیفتند و منجر به حادثه شوند یا مشکلاتی را در فرایند تولید ایجاد کنند [۸].

صنعت فولاد به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین شاخه‌های صنعت کشور طیف وسیعی از فرایندها را دارد که بررسی کارکرد تجهیزات و دستگاه‌های مختلف موجود در آن نشان‌دهنده توان زیاد این تجهیزات در ایجاد خطرات و آسیب‌هاست [۹]. یکی از واحدهای مهم صنعت فولاد، واحد تأسیسات فولاد است که کار آن تأمین آب‌وهوای تصفیه‌شده در کل صنعت است. در محیط‌های کاری این صنعت، مخاطرات زیادی وجود دارد که شناسایی و ارزیابی نشده‌اند و مدیریت ریسک مستلزم شناسایی و ارزیابی ریسک تمامی خطرات است. به‌منظور پیشگیری از وقوع حوادث و خطرات در این واحد، شناسایی خطرات ضروری‌ترین اقدام محسوب می‌شود. بر این اساس، مطالعه حاضر با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک خطرات به روش HAZAN در واحد تأسیسات صنعت فولاد انجام شد.

روش کار

مطالعه حاضر توصیفی-مقطعی از نوع کیفی است که در سال ۱۳۹۷ در ناحیه تأسیسات یکی از شرکت‌های فولاد جنوب کشور طی مدت ۴ ماه اجرا شد. جامعه آماری شامل تمام واحدهای ناحیه تأسیسات فولاد است که برای ارزیابی ریسک مشاغل واحدها از تکنیک ارزیابی ریسک HAZAN استفاده شد. یکی از مهم‌ترین

نقاط قوت این روش امکان تجزیه‌وتحلیل هر شغل به وظایف تشکیل‌دهنده‌اش و شناسایی خطرات در هر شغل به‌طور جداگانه است (مانند روش JSA). همچنین علاوه بر ارزیابی دقیق شغل به پژوهشگر این امکان را می‌دهد که تحلیل آماری دقیقی از مشاغل و دیدی کلی از کل کارگاه به‌دست آورد. به عبارت ساده‌تر، پس از پایان اجرای روش HAZAN می‌توان به این نتیجه دست یافت که چند درصد از خطرات محیط کاری در چه رتبه‌هایی هستند و امکان مقایسه سطح ریسک خطرات واحدهای مختلف فراهم است. بر اساس مشاهدات میدانی و بازدیدهای ارزیابان، برای شناسایی بهتر و دقیق‌تر خطرات تأسیسات شرکت فولاد تصمیم گرفته شد بخش تأسیسات شرکت به ۷ ناحیه (اتاقک تأمین‌کننده هوای فشرده کارخانه (کمپرسورخانه :Compressor Room)، اتاقک سردکننده (چیلرخانه :Chiller Room)، کارگاه تعمیرات کولر (کارگاه کولرشاپ :Cooler Shop)، کارگاه مکانیک و سه تصفیه‌خانه به نام‌های WTP_1 (Water Treatment Plant 1)، WTP_2 (Water Treatment Plant 2)، WTP_3 (Water Treatment Plant 3) و (Make UP) تقسیم شود.

در ناحیه تأسیسات تا پیش از اجرای این تحقیق، مطالعه‌ای در زمینه ارزیابی خطر بدین روش انجام نشده است. در همین راستا به‌منظور شناسایی فعالیت‌ها و فرایند کاری و خطرات و عوامل بالقوه آسیب‌رسان در هر یک از واحدهای مطالعه‌شده، از روش‌های مشاهده مستقیم مشاغل، بررسی تجربیات کارگران و مصاحبه با مسئولان و سرپرستان استفاده شد. بدین ترتیب جمع‌آوری داده‌ها با هماهنگی مدیریت ناحیه و همکاری سرپرستان قسمت‌ها، کارکنان و مهندس ایمنی محیط کار با تیم تحقیقاتی (متشکل از سه نفر از کارشناسان مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار) صورت گرفت. برای تهیه داده‌ها از اطلاعات و تجربیات ارزشمند سرپرستان و کارکنان در کنار مشاهدات و ارزیابی‌های تیم تحقیقاتی استفاده شد.

از نقاط قوت روش دوبعدی HAZAN در برآورد ارزیابی ریسک این است که برای تعیین دو پارامتر میزان شدت و احتمال وقوع، جداول رتبه‌بندی مشخصی ارائه شده است. ازاین‌رو پس از لیست‌کردن خطرات مشاغل هر یک از هفت واحد مذکور، به‌منظور تعیین درجه هر یک از دو پارامتر احتمال وقوع و شدت ریسک، از نظرات سرپرستان واحدها استفاده شد. با توجه به جدول ۱، شدت پیامد ناشی از خطر و جدول ۲، احتمال پیامد

جدول ۱: طبقه‌بندی شدت ریسک [۱۰]

شاخص	شرح شدت ریسک
A	مرگ‌ومیر یا آسیب شدید
B	آسیب شدید یا ناتوانی دائمی
C	آسیب طولانی‌مدت بدون ناتوانی دائمی
D	آسیب نیازمند کمک‌های اولیه بدون ناتوانی
E	بی‌خطر، نیاز به بررسی بیشتر نیست، مشکلی وجود ندارد.

جدول ۲: طبقه‌بندی احتمال وقوع ریسک [۱۰]

شاخص	شرح احتمال وقوع ریسک
۱	ممکن است در هر هفته یک بار یا بیشتر اتفاق افتد.
۲	ممکن است در هر ماه حداقل یک بار اتفاق افتد یا در بین ۱۰ سازمان مشابه یک مورد در ماه اتفاق افتد.
۳	ممکن است یک بار در سال اتفاق افتد یا در بین ۱۰ سازمان مشابه یک مورد در سال اتفاق افتد.
۴	انتظار می‌رود در طول فعالیت سازمان حداقل یک بار اتفاق افتد.
۵	به‌طورکلی وقوع آن انتظار نمی‌رود.

جدول ۳: رتبه‌بندی ریسک [۱۰]

		احتمال وقوع				
		۱	۲	۳	۴	۵
شدت وقوع	A	۱	۱	۲	۳	غیرمحتمل
	B	۱	۲	۳	۴	غیرمحتمل
	C	۳	۳	۴	۴	غیرمحتمل
	D	۴	۴	۴	۴	غیرمحتمل
	E	بی‌خطر	بی‌خطر	بی‌خطر	بی‌خطر	بی‌خطر

جدول ۴: نمونه از فرم تکمیل‌شده ارزیابی ریسک به روش HAZAN در فعالیت مکانیک تأسیسات

حوادث یا خطرات احتمالی	پیامدهای ناشی از آن	میزان شدت	احتمال وقوع	رتبه ریسک	سطح ریسک
تماس با حرارت زیاد	گرمازدگی-استرس حرارتی	D	۲	۴	قابل‌قبول
تماس با سروصدا	آسیب شنوایی	C	۱	۳	قابل‌قبول به شرط کنترل
استنشاق آلاینده‌های هوا	آسیب ریوی	C	۱	۳	قابل‌قبول به شرط کنترل
محدودیت فضای تردد و برخورد به تجهیزات	آسیب به بدن	D	۲	۴	قابل‌قبول
کمبود روشنایی	تاری دید، خستگی، آسیب بینایی	C	۳	۴	قابل‌قبول

ناشی از خطر تعیین شد. پس از تعیین شدت خطرات و احتمال وقوع، ضمن مراجعه به جدول ۳، رتبه ریسک هر خطر تعیین شد و اولویت‌بندی خطرات صورت گرفت [۱۰]. جدول ۴ نمونه‌ای از فرم تکمیل‌شده ارزیابی ریسک به روش HAZAN در فعالیت مکانیک است.

یافته‌ها

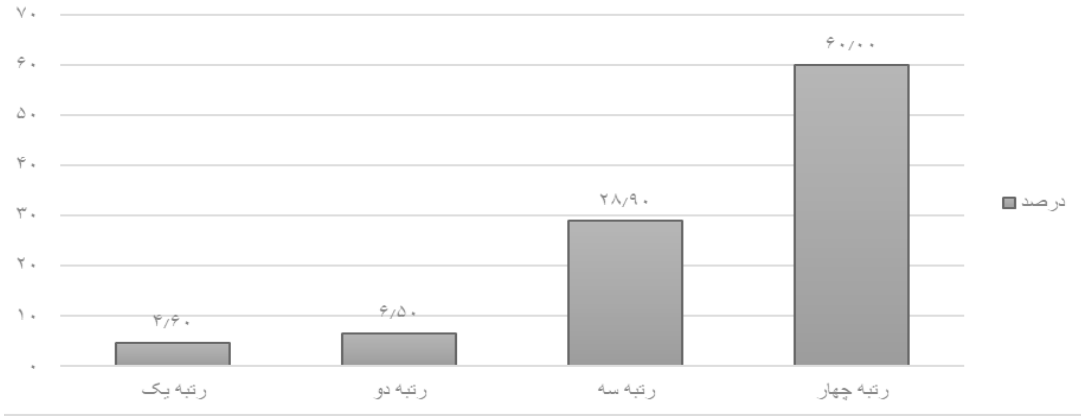
خطرات موجود با استفاده از روش HAZAN ارزیابی شد و نتایج آن در جدول ۵ و نمودارهای ۱ و ۲ آمده است.

طبق جدول ۵ و نمودار ۱، از مجموع ریسک‌های بررسی‌شده موجود در تأسیسات ۶۰ درصد در گروه ۴ (قابل‌قبول)، ۲۸/۹ درصد در گروه ۳ (قابل‌قبول به شرط کنترل‌شدن)، ۶/۵ درصد در گروه ۲ (نامطلوب) و ۴/۶ درصد در گروه ۱ یعنی گروه (غیرقابل‌قبول) قرار دارند.

با توجه به نمودار ۲، نواحی WTP1، Make UP و WTP2 به ترتیب با درصدهای ۳۶/۶، ۲۳/۳ و ۲۲/۶ جزء پرخطرترین نواحی تأسیسات به‌شمار می‌روند. ازجمله مهم‌ترین ریسک‌های غیرقابل‌قبول و نامطلوب شناسایی‌شده در این مطالعه می‌توان به مواجهه با سروصدا، برق‌گرفتگی، جرقه تابلوی برق، شوک الکتریکی ناشی از جوشکاری، معیوب‌بودن سیم دستگاه جوشکاری، نقاط گیر دستگاه‌ها، مواجهه با حرارت زیاد، سقوط از ارتفاع، سقوط اشیا، انفجار لوله و کپسول‌های گاز، نشت کلر، استنشاق بخارات مواد شیمیایی و تماس پوستی با مواد شیمیایی

جدول ۵: تعداد خطرات شناسایی‌شده بر اساس رتبه ریسک به تفکیک واحدها

ردیف	واحد	رتبه ریسک‌ها				جمع
		۴	۳	۲	۱	
۱	چیلرخانه	۵۶	۴۲	۹	۸	۱۱۵
۲	کمپرسورخانه	۶۵	۳۷	۷	۱۵	۱۲۴
۳	کارگاه مکانیک	۱۸	۱۹	۹	۰	۴۶
۴	کارگاه کولرشاپ	۱۲	۱۱	۱	۵	۲۹
۵	WTP1	۴۱۲	۱۷۶	۳۵	۲۱	۶۴۴
۶	WTP_2	۲۴۰	۱۰۹	۲۸	۱۸	۳۹۵
۷	Make UP	۲۵۵	۱۱۵	۲۶	۱۴	۴۱۰
	جمع	۱۰۵۸	۵۰۹	۱۱۵	۸۱	۱۷۶۳
	درصد	۶۰	۲۸/۹	۶/۵	۴/۶	۱۰۰

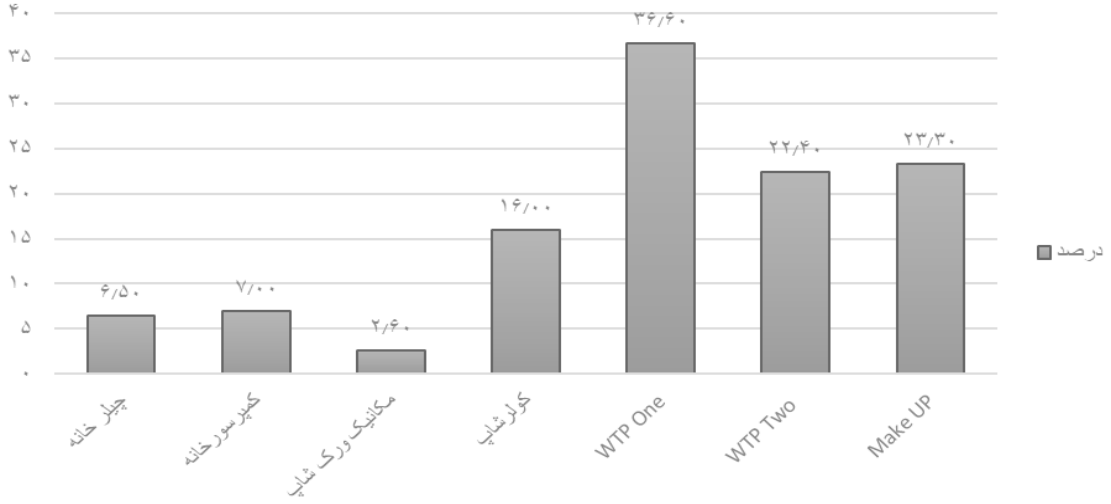


نمودار ۱: درصد رتبه ریسک‌های موجود در تأسیسات

اشاره کرد.

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر که در واحد تأسیسات یکی از صنایع فولاد جنوب کشور صورت گرفت، ۲۱۰ فعالیت مشخص و مخاطرات آن‌ها شناسایی شد. سپس نمره ریسک بر اساس جداول تعیین‌شده در روش، مشخص و نتایج و درصد ریسک‌های قرارگرفته در سطوح مختلف تعیین شد. با توجه به تعداد فعالیت‌ها، درمجموع ۱۷۶۳ خطر شناسایی شد که پس از تحلیل خطرات و ارزیابی ریسک آن‌ها، ۶۰ درصد از خطرات شناسایی‌شده در سطح ۴ (قابل‌قبول)، ۲۸/۹ درصد در سطح ۳ (قابل‌قبول به شرط کنترل)، ۶/۵ درصد



نمودار ۲: درصد ریسک‌های موجود در واحدهای مختلف تأسیسات

در سطح ۲ (نامطلوب) و ۴/۶ درصد در سطح ۱ (غیرقابل‌قبول) قرارگرفتند. نواحی WTP1، Make UP و WTP2 به ترتیب با درصدهای ۳۶/۶، ۲۳/۳ و ۲۲/۶ جزء پرخطرترین نواحی تأسیسات به شمار می‌روند. آب رودخانه کارون پس از تصفیه مقدماتی در خارج از صنعت، وارد WTP3 (Make Up) می‌شود و پس از عبور از دو مرحله صافی کربنی و صافی شنی وارد قسمتی به نام Ro (اسمز معکوس) می‌شود که خروجی این قسمت آب صنعتی خام است و با پمپ‌ها به قسمت‌های آب‌رسانی WTP1، WTP2 هدایت می‌شود. آب در این دو بخش پس از آماده‌سازی به‌منظور خنک‌سازی تجهیزات و قسمت‌هایی پمپاژ می‌شود که در دمای بالا کار می‌کنند و این سیکل به این صورت فعال است. به‌بیان‌دیگر، اگر هر کدام از این مراحل انجام نشود، نه‌تنها نتیجه مطلوب حاصل نخواهد شد، بلکه اختلالاتی در تأمین آب مورد نیاز سازمان، آب آشامیدنی، آتش‌نشانی و ... رخ خواهد داد یا اینکه تولید آب در همان بخش متوقف خواهد شد. در چنین حالتی علاوه بر هدررفت مواد، انرژی و زمان زیادی صرف می‌شود.

در مطالعه شاکری اسکی و همکاران که ریسک‌های ایمنی و بهداشتی را به روش HAZAN ارزیابی کردند، به این نتیجه رسیدند که در حدود ۳ درصد از ریسک‌ها در سطح قابل‌قبول، ۳ درصد در سطح نامطلوب، ۴۰ درصد در سطح قابل‌قبول به شرط کنترل و ۵۳ درصد در سطح قابل‌قبول قرار دارند [۱۱]. قره‌گوزلو و همکاران نیز در مطالعه‌ای به‌منظور شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک با استفاده از روش HAZAN در یکی از شرکت‌های نفتی غرب کشور، به این نتیجه دست یافتند که در ۹ واحد بررسی‌شده، تنها ۰/۸ درصد از مجموع ریسک‌های موجود در رتبه ۱ (غیرقابل‌قبول)، ۱۲/۷ درصد در رتبه ۲ (نامطلوب)، ۲۹/۳۶ درصد در رتبه ۳ (قابل‌قبول به شرط کنترل) و ۵۷/۱۴ درصد در رتبه ۴ (قابل‌قبول) قرار دارند که این پژوهش‌ها با نتایج مطالعه حاضر همخوانی نزدیکی دارند [۱۲].

سیامکی و همکاران در مطالعه خود با هدف بهره‌گیری از روش HAZAN به‌منظور تحلیل ریسک خطرات به این نتیجه رسیدند که ۷۹ درصد از حوادث سطح ریسک بالا دارند [۱۳]. در مطالعه بیگلاری و همکاران که به شناسایی و ارزیابی خطرات با استفاده از روش HAZAN پرداخته‌اند، نتایج بیانگر این واقعیت است که ۲/۹۲ درصد از ریسک‌ها در سطح ۱ (غیر قابل‌قبول)، ۲/۹۲ درصد در سطح ۲ (نامطلوب)، ۸۵/۳ درصد در سطح ۳ (قابل‌قبول به شرط کنترل) و ۸/۷۶ درصد در سطح

۴ (قابل‌قبول) قرار دارند [۸]. حریرفروش و روزبهانی در ارزیابی ریسک زیست‌محیطی با روش‌های HAZAN و Frank Morgan بیان کردند که ۳۸ درصد از ریسک‌ها غیرقابل‌قبول، ۱۶ درصد نامطلوب، ۲۰ درصد قابل‌قبول با تجدیدنظر مدیریت و ۲۶ درصد قابل‌قبول بدون تجدیدنظر است [۱۴]. جانی‌زاده و همکاران با استفاده از روش ارزیابی ریسک HAZAN در یک صنعت نساجی دریافتند که ۶۲/۷۴ درصد از خطرات در رتبه ۴، ۱۶/۶۷ درصد در رتبه ۳ و ۲۰/۵۹ درصد در رتبه ۲ قرار دارند که این مطالعات با یافته‌های پژوهش حاضر همسویی و هماهنگی لازم را ندارند و دلیل اصلی آن ماهیت شغلی متفاوت صنعت مطالعه‌شده با صنایع مذکور است [۱۵].

در مطالعه ارزیابی و تحلیل ریسک در بررسی خطرات به روش HAZAN که یگانه و همکاران انجام دادند، مشخص شد که از ۳۴۲ ریسک شناسایی‌شده، ۷۴ درصد قابل‌قبول، ۱/۵ درصد غیرقابل‌قبول و ۲۴/۴ درصد قابل‌تحمل هستند [۱۶]. در تحقیقی دیگر که مصدق و رضاییان در زمینه شناسایی و ارزیابی ریسک به روش HAZAN انجام دادند، مشخص شد که ۴۲/۵۵ درصد از ریسک‌های شناسایی‌شده رتبه ۴ دارند که نشان‌دهنده سطح قابل‌قبول ریسک است. همچنین ۴۶/۸ درصد از ریسک‌ها رتبه ۳ و سطح قابل‌قبول به شرط کنترل‌شدن، ۷/۸ درصد رتبه ۲ و سطح نامطلوب و ۴/۹۶ درصد رتبه ۱ و سطح غیرقابل‌قبول دارند [۱۷]. در مطالعه بهوندی و همکاران نشان داده شد ۴۸ درصد از مجموع ریسک‌های موجود در رتبه ۱، ۲۹ درصد در رتبه ۳، ۲۲ درصد در رتبه ۲ و ۲ درصد نیز در رتبه ۱ قرار داشتند [۱۸]. برای افزایش اعتبار نتایج می‌توان به نتایج مطالعه دحاسی و اورک نیز اشاره کرد که این یافته‌ها با نتایج بیشتر مطالعات قبلی همخوانی دارد و در پژوهش حاضر نیز مورد تأیید بود [۱۹].

با اجرای روش HAZAN در صنعت مطالعه‌شده به‌طور سیستماتیک مشخص شد که چه خطراتی در واحد تأسیسات فولاد وجود دارد و کدام نواحی خطرات بیشتری دارد و این امکان فراهم شد که مسئولان و سرپرستان مربوطه بتوانند به‌منظور اجرای راهکارهای کنترلی اولویت‌بندی مناسب انجام دهند. ازاین‌رو می‌توان نتیجه گرفت که روش HAZAN به‌خوبی می‌تواند برای افزایش آگاهی کارکنان از خطرات موجود و ارزیابی ریسک خطرات صنعت فولاد استفاده شود.

ارزیابی ریسک یکی از مهم‌ترین برنامه‌ها برای کاهش جراحات و مرگ شغلی در صنایع است و درنتیجه نقش بسزایی در افزایش سود و بهره‌وری دارد. با توجه به نتایج تحلیل ریسک، اقدامات اصلاحی پیشنهادی زیر به‌منظور کاهش سطح ریسک‌های غیرقابل‌قبول و نامطلوب، مناسب با شرایط موجود و ... در موضوع مطالعه‌شده به شرح زیر ارائه می‌شود: ۱. رعایت اصول ایمنی، ۲. حذف یا نرم کردن (استفاده از لایی نرم) ضربه‌های اتصالات و محکم نگه‌داشتن بخش‌های لرزشی به‌منظور کاهش صدای تجهیزات، ۳. استفاده از گوشی‌های عایق صدای مناسب، ۴. استفاده از لوازم حفاظت فردی مناسب هنگام کار با برق، ۵. بازبینی و بازرسی دوره‌ای و در صورت لزوم تعمیر خرابی دستگاه‌ها و تأسیسات، ۶. حفاظ‌گذاری مناسب دستگاه‌ها، ۷. استفاده از کاورهای محافظ، ۸. استفاده از کلاهک شیر، ۹. نصب سایبان در محوطه تجهیز، ۱۰. ایجاد محیطی سرپوشیده برای تجهیزات، ۱۱. استفاده از تجهیزات ایمنی و روشنایی کامل محوطه، ۱۲. بازرسی روزانه از تجهیزات برقی دستگاه، ۱۳. استفاده از دوربین مداربسته، ۱۴. انتقال کپسول‌ها به انبار مواد شیمیایی، ۱۵. لزوم تست سالیانه کپسول‌ها، ۱۶. تقویت سیستم مکنده موضعی و تهویه عمومی، ۱۷. استفاده از تجهیزات حفاظت فردی هنگام کار در ارتفاع ازجمله کمربند ایمنی (هارنس)، ۱۸. استفاده از ماسک مخصوص مواد شیمیایی، ۱۹. استفاده از ماسک مخصوص گاز کلر، ۲۰. استفاده از لوازم حفاظت فردی مخصوص گاز کلر، ۲۱. استفاده از لوازم حفاظت فردی مخصوص مواد شیمیایی، ۲۲. شست‌وشوی روزانه محوطه تجهیز، ۲۳. تهیه دستورالعمل محلول‌سازی مواد شیمیایی و ۲۴.آموزش‌های لازم در زمینه علائم و تابلوهای نصب‌شده.

درحقیقت با فراهم‌کردن ابزار کاری مناسب و وسایل حفاظت فردی و همچنین با اجرای اقدامات پیشنهادی می‌توان سطح ریسک‌های موجود را به‌طور چشمگیری کاهش داد. به‌منظور دستیابی به محیطی ایمن و عاری از هرگونه خطر در محیط کار، لازم است با برنامه‌ریزی و برگزاری کلاس‌های آموزشی به‌منظور افزایش سطح آگاهی کارکنان از خطرات، سطح مسئولیت‌پذیری تمام افراد اعم از کارفرما، مسئولان ارشد، مدیران و ناظران را ارتقا داد.

قدردانی

این مقاله از طرح پژوهشی به شماره ۳۳۰۰۹۶۹۵۵ گرفته شده است که معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز آن را تصویب و با شناسه اخلاقی IR.AJUMS.REC.1399.273 تأیید کرده است. بدین‌وسیله نویسندگان این مقاله از همکاری مسئولان و کارکنان واحد تأسیسات صنعت فولاد مطالعه‌شده تشکر و قدردانی می‌کنند.

تعارض در منافع

انجام این پژوهش با منافع هیچ شخص یا سازمانی در تضاد نیست.

References

1. Omidvari M. Safety risk assessment in motor vehicle industries by using William fine and ANP-DEMATEL. Iran Occup Health 2017; 14(1): 57-70 [In Persian].
2. Aven T. Risk assessment and risk management: review of recent advances on their foundation. Eur J Operat Res 2016; 253(1): 1-13.
3. Fuentes-Bargues JL, González-Gaya C, González-Cruz MC, Cabrelles-Ramírez V. Risk assessment of a compound feed process based on HAZOP analysis and linguistic terms. J Loss Prev Proc Ind 2016; 44: 44-52.
4. Reason J. Managing the risks of organizational accidents. London: Routledge; 2016.
5. Dash AK, Pradhan MK, Singh R. Application of computational analysis for risk assessment of chlorine gas from tank in chlorine production unit: a case study. Adv Fire Proc Saf 2018; 2: 13-20.
6. Kandel A. Engineering risk and hazard assessment. Ohio, United States: CRC Press; 2018.
7. Biglari H. Risk detection and assessment in wood and metal products industries using HAZAN method. J Global Pharma Technol 2017; 9(2): 1-6 [In Persian].
8. Kletz TA. Hazop & Hazan: identifying and assessing process industry hazards. Ohio, United States: CRC Press; 2018.
9. Mousavian NA, Mansouri N, Nezhadkurki F. Estimation of heavy metal exposure in workplace and health risk exposure assessment in steel industries in Iran. Measurement 2017; 102: 286-90 [In Persian].
10. Habibi E, Alizadeh M. Applied safety and performance indicators in industry. 2nd ed. Tehran: Fanavaran; 2013 [In Persian].
11. Shakeri Eski F, Alinezhad B, Movafagh S. Hazard assessment of construction workers using the HAZAN method. National Conference on Health, Safety and Environment in the Construction Industry, Mahmoodabad, Mazandaran; 2016 [In Persian].
12. Ghare Gozlou F, Ziai M, Zarini H, Mohammadi Z, Izadpanah S. Hazard identification and risk assessment using the HAZAN method in one of the Western oil companies. 8th Conference on Occupational Health and Safety, Tehran, Iran; 2013 [In Persian].
13. Siamaki A, Khorasani E, Bakhshandeh A. Using HAZAN method for risk analysis of explosion operation risks. International Mining Congress and Expo 2010, Tehran, Iran; 201. [In Persian].
14. Harirfourosh A, Mohammadi Roozbahani M. Environmental risk assessment of Hakim Farabi Agro-Industry company of Khuzestan by HAZAN and Frank & Morgan methods. Third Conference and Exhibition of Environment and Upcoming Crises,

Tehran, Iran; 2016 [In Persian].
15. Janizadeh R, Kakaei P, Nickdel T, Khalil Tahmasbi M, Tamoradi N, Mohamadi Nezhad A. Textile industry hazard identification and risk assessment by using HAZAN method. Arch Occup Health 2019; 3(4): 438-42.
16. Delpak Yeganeh M, Salahshouri R, Khalili Sedeh B, Adibi Sedeh M. Risk assessment and analysis in hazard analysis of hazardous iron processing site by HAZAN method. International Conference on Industrial Engineering and Management, Tehran, Iran; 2016 [In Persian].
17. Mosaddegh SL, Rezaian S. Identification and evaluation of environmental risk of drilling operations by HAZAN (Case study: Iran's National Drilling Rig No. 21 and No. 83). First Scientific Research Conference on the Development and Promotion of Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment of Iran, Tehran, Iran; 2015 [In Persian].
18. Behvandi A, Dashti S, Varshosaz K. Assessment and analysis of job risk in oil drilling rigs using HAZAN method (Case study: southern Yaran oil field). J Health 2019; 10(4): 514-27 [In Persian].
19. Dahasi N, Orak N. Environmental risk assessment of plant operation Maroun Oil and Gas Complex (3) using risk analysis (HAZAN). Sci Res J Manag Syst 2018; 20(1): 29-40 [In Persian].