



Analyzing the Causes of Safety and Environmental Risks in Petrochemical Industries and Providing Human Resources Management Solutions to Adjust Potential Risks

Samaneh Rahimi¹ , Gholamreza Nabibidhandi² , Hassan Hoveidi³ , Mohammad Javad Amiri^{4*}

1. Ph.D. Student of Environmen-Planning, Alborz Campus Faculty, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Prof., Dept. of Environmental Engineering, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
3. Assoc. Prof., Dept. of Environmental Planning, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
4. Assoc. Prof., Dept. of Environmental Planning, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran (Corresponding Author) mjamiri@ut.ac.ir



<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23453915.1404.14.3.6.8>

Original Paper

The present study aims to present a safety and environmental risk management model in petrochemical industries(case study:Assaluyeh Special Economic Zone) by meta-analyzing the causes of safety and environmental risks in petrochemical industries and providing a human resources management (HSE) strategy to mitigate potential risks.This study examines the question of what are the underlying causes of safety and environmental risks in petrochemical industries? The research hypothesis is that there is a significant relationship between human resources HSE management and the occurrence of safety and environmental risks in petrochemical industries.The research method of the present study is a quantitative field study. The data collection tool is a researcher-made questionnaire that was confirmed using content validity and expert opinions and its reliability with a Cronbach's alpha statistic of about 0.7.The statistical population in this study is health experts, fire fighters, safety officers, safety supervisors, control room operators, safety and environmental culture experts working in petrochemical companies, about 420 people. The sampling method in this study is simple random classification.The statistical sample size in this study was 200 people using the Cochran formula.The analysis tools in this study were SPSS,LISREL and TOPSIS Fuzzy software.The analysis results showed that fire risk and falling from a height have the first and second priority in assessing safety risks, and air pollution and soil pollution have the first and second priority in assessing environmental risks. Also, the results of the structural equation model showed that the human error factor has a significant effect on the level of safety and environmental risks in petrochemical industries with%99 confidence. Therefore in order to manage the safety and environmental risks of petrochemical industries, HSE management of human resources should be implemented through the correction of unsafe conditions, prevention of unsafe practices,safe supervision of HSE officials, and safe management of human resources.

Keywords:

Risk Management,
Safety, Environment
And Petrochemical
Industries.



Received: Jan. 20, 2025
Revised: Apr. 15, 2025
Accepted: Apr. 28, 2025

To cite this article:

Rahimi, S., Nabibidhandi, Gh. R., Hoveidi, H., Amiri, M. J., 2025. Analyzing the causes of safety and environmental risks in petrochemical industries and providing human resources management solutions to adjust potential risks. *Emergency Management*, 14(3), 102-130. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23453915.1404.14.3.6.8>.

Use your device to scan and read the article online



© The Author(s).

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



فرا تحلیل علل بروز ریسک ایمنی و محیط زیست در صنایع پتروشیمی و ارائه راهکار مدیریت منابع انسانی HSE به منظور تعدیل ریسک های بالقوه

سمانه رحیمی^۱، غلامرضا نبی بیدهندی^۲، حسن هویدی^۳، محمد جواد امیری^{۴*}

- ۱- دانشجوی دکترای محیط زیست برنامه ریزی، دانشکده پردیس البرز، دانشگاه تهران، تهران، ایران
- ۲- استاد، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران
- ۳- دانشیار، گروه برنامه ریزی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران
- ۴- دانشیار، گروه برنامه ریزی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

(نویسنده مسئول) mjamiri@ut.ac.ir



<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23453915.1404.14.3.6.8>

مقاله پژوهشی

چکیده

واژه های کلیدی:
مدیریت ریسک، ایمنی،
محیط زیست و صنایع
پتروشیمی

پژوهش حاضر باهدف ارائه الگوی مدیریت ریسک ایمنی و محیط زیست در صنایع پتروشیمی (مطالعه موردی: منطقه ویژه اقتصادی عسلویه) به واسطه فرا تحلیل علل بروز ریسک ایمنی و محیط زیست در صنایع پتروشیمی و ارائه راهکار مدیریت منابع انسانی HSE به منظور تعدیل ریسک های بالقوه طراحی شده است. این پژوهش با مدنظر قرار دادن این سؤال که علل زیربنایی بروز ریسک ایمنی و محیط زیست در صنایع پتروشیمی چه هستند؟ فرضیه پژوهشی بین مدیریت HSE منابع انسانی و بروز ریسک ایمنی و محیط زیست صنایع پتروشیمی رابطه معنی دار وجود دارد را مورد آزمون قرار می دهد. روش تحقیق پژوهش حاضر کمی از نوع میدانی است. ابزار جمع آوری اطلاعات پرسشنامه محقق ساخته که با استفاده از روایی محتوایی و نظرات متخصصان و پایایی آن با آماره الفای کرونباخ در حدود ۰/۷ تأیید شد، است. جامعه آماری در این پژوهش کارشناسان بهداشت، مأموران آتش نشانی، افسران ایمنی، سرپرست ایمنی، اپراتور اتاق کنترل، کارشناسان فرهنگ ساز ایمنی و محیط زیست شاغل در شرکت های پتروشیمی در حدود ۴۲۰ نفر می باشند. روش نمونه گیری در این پژوهش طبقه بندی تصادفی ساده است. حجم نمونه آماری در این پژوهش با استفاده از فرمول کوکران ۲۰۰ نفر به دست آمده است. ابزار تجزیه و تحلیل در این پژوهش نرم افزار اسپاس، لیزرل و تاپسیس فازی بوده است. نتایج تحلیل نشان داد ریسک حریق و سقوط از ارتفاع اولویت اول و دوم را در ارزیابی ریسک ایمنی و آلودگی هوا و آلودگی خاک اولویت اول و دوم را در ارزیابی ریسک های محیط زیستی دارند. همچنین نتایج مربوط به مدل معادلات ساختاری نشان داد عامل خطای انسانی با ۹۹ درصد اطمینان تأثیر معنی داری در بروز سطح ریسک های ایمنی و محیط زیست صنایع پتروشیمی دارند. لذا به منظور مدیریت ریسک ایمنی و محیط زیست صنایع پتروشیمی می بایستی مدیریت HSE منابع انسانی را از طریق اصلاح شرایط نایمن، جلوگیری از بروز اعمال نایمن، نظارت ایمن مسئولین HSE و مدیریت ایمن منابع انسانی اعمال نمود.



دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱
اصلاح: ۱۴۰۴/۰۱/۲۶
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۰۸

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله
به صورت آنلاین استفاده کنید



برای ارجاع به این مقاله به صورت زیر اقدام فرمایید:

رحیمی، س.، نبی بیدهندی، غ.، ر.، هویدی، ح.، امیری، م.، ج.، ۱۴۰۴، فرا تحلیل علل بروز ریسک ایمنی و محیط زیست در صنایع پتروشیمی و ارائه راهکار مدیریت منابع انسانی HSE به منظور تعدیل ریسک های بالقوه، مدیریت بحران،

۱۴ (۳)، ۱۰۲-۱۳۰. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23453915.1404.14.3.6.8>



© The Author(s).

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

۱- مقدمه و بیان مسئله

امروزه دیگر نمی‌توان تصور کرد که زندگی اقتصادی و اجتماعی ملل مختلف بدون پذیرش فناوری مناسب و داشتن صنعتی پویا امکان‌پذیر باشد و بایستی پذیرفت که حیات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی ملت‌ها با رشد و پویایی صنعتی آن‌ها ارتباط مستقیم دارد؛ اما بدیهی است که با وجود تمام مزایا و منافع که توسعه صنعت برای نسل بشر به دنبال داشته است، همواره سرمنشأ خطرات و نارسایی‌های مختلفی نیز بوده است [۱].

به عبارتی پیشرفت علم، فناوری و توسعه، همه صنایع را با ریسک‌های متعددی مواجه نموده است که موفقیت آن‌ها را تهدید می‌نمایند. ریسک، احتمال وقوع یک رویداد و پیامدهای آن است و مدیریت ریسک عملی است که با استفاده از فرآیندها، روش‌ها و ابزارهای علمی، مدیریت (شناسایی، تجزیه و تحلیل، مقابله) این ریسک‌ها را به انجام می‌رساند. موضوع مدیریت ریسک و نحوه مواجه شدن با ریسک‌های مختلف، همواره یکی از دغدغه‌های اصلی صاحب‌نظران حوزه‌ی تخصصی مدیریت بوده است. اگر ما با دیدی راهبردی در راستای استقرار صحیح فرایندها بتوانیم به‌گونه‌ای عمل نماییم که منجر به کاهش و یا کنترل ریسک شود، تا اندازه زیادی در راستای کاهش دغدغه‌های مربوط به امنیت سرمایه‌گذاری در فضای کسب‌وکار به موفقیت دست پیدا کرده‌ایم [۲].

فرآیند مدیریت ریسک بر شناسایی ریسک‌های موجود، ارزیابی و اجرای راهبردهای مقابله با آن‌ها تمرکز دارد [۳]. همان‌طور که مریت (۲۰۰۲) معتقد است، مدیریت ریسک، کل فرآیند شناسایی، اندازه‌گیری و به حداقل رساندن رویدادهای نامشخص در منابع است. شایان‌ذکر است صنایعی که ریسک‌ها را شناسایی می‌کنند برای مقابله با آنها بهتر آماده می‌شوند و روشی

مقرون به‌صرفه‌تر دارند [۴]. نکته‌ای که قابل توجه است اینکه ریسک‌ها به‌طور کامل در صنایع از بین نمی‌روند [۵].

در میان صنایع مختلف صنعت پتروشیمی یکی از مهم‌ترین قدرت‌های اقتصادی در مقیاس جهانی، محلی و فراهم‌کننده مواد برای بسیاری از صنایع دیگر از جمله خودروسازی، کشاورزی و پزشکی است. به‌هرحال صنعت پتروشیمی به‌عنوان یک صنعت مادر شامل فرایندهای بسیار متغیری از حمل‌ونقل، ذخیره و استفاده از مواد خطرناک است که این صنعت را به یکی از پرخطرترین و ریسک‌پذیرترین صنایع تبدیل کرده است. سوانح در داخل صنعت پتروشیمی معمولاً به علت نشت از طریق حمل‌ونقل، نشت لوله حاوی مواد سمی، انفجار و آتش‌سوزی اتفاق می‌افتد [۶].

در نتیجه مقادیر زیادی از آلاینده‌ها می‌تواند به‌طور ناگهانی به محیط‌زیست (آب، هوا و خاک) منتشر شود که می‌تواند اثرات منفی بر روی کیفیت محیط‌زیست محلی و سلامت انسان داشته باشد. درجه خسارت به‌وسیله میزان و نوع مواد آزادشده و آسیب‌پذیری گیرنده‌ها و دریافت‌کننده‌های خطر تعیین می‌شود [۷].

شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران (NPC^۱) به‌عنوان یک شرکت تابعه وزارت نفت ایران مسئولیت توسعه و بهره‌برداری از صنایع پتروشیمی ایران را بر عهده دارد. یک برنامه اثربخش در دهه گذشته شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران را در شرایطی قرارداد که امروزه به‌عنوان دومین تولیدکننده و صادرکننده بزرگ پتروشیمی در خاورمیانه شناخته می‌شود [۸].

در این پژوهش سعی بر این است با ارائه الگویی در راستای مدیریت ریسک ایمنی و محیط‌زیست صنایع پتروشیمی ایران گامی هرچند کوچک در راستای موفقیت بیشتر این

¹ National Petrochemical Company



صنعت در راه رسیدن به هدف تولید بیشتر و صادرات بیشتر، برداشته شود. آمار ارائه شده از تحقیقات مختلف با محوریت جلوگیری از بروز حوادث، ضرورت توجه به جلوگیری از بروز حوادث در صنایع پتروشیمی را از طریق مدیریت ریسک این صنایع با تأکید بر کاهش خطاهای انسانی بیش از پیش ضروری می سازد. این فرض وجود دارد که درک از تعهد مدیریت به ایمنی و حفظ محیط زیست با تعهد کارکنان نسبت به عملکرد ایمن و سازگار با محیط زیست مرتبط است و در نتیجه تعهد مدیریت، کاهش در تمایل کارگران در اعمال رفتار ناایمن و ناسازگار با محیط زیست به وجود می آید. شیوه ای که مدیران راهنمایی می کنند، پاداش می دهند، توجه می کنند و تحت شرایط فشار رفتار می کنند در شکل دادن فرهنگ یک سازمان برای اجرای رفتارهای ایمن و سازگار با محیط زیست مهم خواهد بود [۹]. برای اساس پژوهش حاضر به دنبال فراتحلیل علل بروز ریسک ایمنی و محیط زیست در صنایع پتروشیمی و ارائه راهکار مدیریت منابع انسانی برای تعدیل ریسک های بالقوه (مطالعه موردی: منطقه ویژه اقتصادی عسلویه) است.

۱-۱- مدیریت ریسک^۱

مدیریت ریسک در ۵ مرحله خلاصه می شود. استاندارد ISO 31000 که توسط سازمان بین المللی استاندارد (ISO) ایجاد شده است این ۵ مرحله را توصیف می کند. هر نهادی می تواند رویکرد مدیریت ریسک پنج مرحله ای ISO را اعمال کند. مراحل مدیریت کردن ریسک شامل موارد زیر است [۱۰]:

❖ شناسایی ریسک: شناسایی ریسک های موجود و احتمالی است. انواع ریسک های رایج عبارتند از: ریسک مالی، ریسک

انطباق، ریسک شهرت، خطر امنیت سایبری، ریسک رقابتی، ریسک قانونی، ریسک اقتصادی، ریسک عملیاتی، خطرات فیزیکی و محیطی و ریسک کیفیت. در این پژوهش منظور شناسایی ریسک های ایمنی و محیط زیستی فرآیندی در صنایع پتروشیمی است.

❖ تحلیل ریسک: پس از شناسایی خطرات مربوطه، باید آسیب احتمالی ریسک های تجزیه و تحلیل شوند. در این پژوهش با استفاده از روش تاپسیس فازی تحلیل ریسک پرداخته شد.

❖ ارزیابی / اولویت بندی ریسک: برخی از خطرات بالقوه آسیب رسان تر از دیگر خطرات هستند؛ بنابراین باید بیشتر مورد توجه قرار گیرند. برخی خطرات ممکن است ضرر کمی داشته باشند و می توان آن ها را پذیرفت. یک استراتژی مدیریت ریسک مؤثر مستلزم اولویت بندی ریسک بر اساس سطوح ریسک است. در این پژوهش این بخش نیز با استفاده از روش تاپسیس فازی انجام شد.

❖ درمان / کاهش ریسک: مجموعه ای از کنترل هایی است که برای کاهش آسیب یک خطر بکار گرفته می شود. برای این منظور ابتدا در این پژوهش علل مؤثر بر بروز ریسک را مورد توجه قرار داد. در پژوهش حاضر مدیریت منابع انسانی مستقر به عنوان راهکار کاهش ریسک شناسایی شد [۵].

❖ نظارت / بررسی ریسک: شرایط در طول زمان تغییر می کند. مقررات و استانداردهای صنعت به روز می شوند. مجرمان سایبری تکنیک های جدیدی را برای نفوذ به سیستم ها اتخاذ می کنند. در نتیجه، حفظ ریسک یک فرآیند ثابت است و می تواند چالش برانگیز باشد. خوشبختانه، راه حل های دیجیتالی می توانند بسیاری از کارهای

¹ Risk Management

مدیریت ریسک را خودکار کنند. در این پژوهش الگوی مدیریت ریسک با محوریت مدیریت منابع انسانی در صنایع پتروشیمی ارائه شد [۲۵].

۱-۲- مدیریت منابع انسانی^۱

مدیریت منابع انسانی کلیه فعالیت‌های است که در زمینه جذب و استخدام، آموزش و توسعه، حقوق و دستمزد، مدیریت عملکرد کارکنان و... انجام می‌شود به گونه‌ای که منجر به اثربخشی کارکنان در راستای اهداف راهبردی سازمان شود.

۱-۳- نقش مدیریت منابع انسانی در مدیریت ریسک

در موضوع مدیریت ریسک، منابع انسانی دو نقش عمده دارد:

- ❖ افراد، منبع ریسک هستند. مثلاً، کسری تعداد کارکنان، انجام نامنظم وظایف محوله، امتناع از پذیرش مسئولیت‌های بیشتر و یا ترک خدمت یکی از آن‌ها پس از گذراندن یک دوره آموزشی یک‌ساله.
- ❖ افراد در مواجهه با مقوله ریسک، نقش بسیار مهمی دارند. مثلاً از هوش و استعداد خود در برخورد با مسائل و مشکلات غیرمنتظره استفاده می‌کنند و یا در راستای عملکرد بهتر سازمان و منفعت رسانی به آن، حاضرند انرژی بیشتری صرف کنند. کارمند کلیدی این نوع سازمان، ممکن است نسبت به وظایفی که انجام می‌دهد بازنگری مجدد کند تا از ایجاد تأخیر در انجام وظایف محوله جلوگیری کند یا یکی از دوستان بااستعداد خود را برای دستیابی به موقعیتی بهتر در کسب و کار، تشویق کند. منابع انسانی، عمدتاً شامل کارکنان تمام‌وقت یک سازمان است

که مدیریت و کارکنان زیرمجموعه، اعضای خانواده، کارکنان تمام‌وقت و پاره‌وقت و کارکنان فصلی را شامل می‌شود [۱۱].
برزینگر و جلیلی [۱۲] در پژوهشی باهدف ارزیابی ریسک‌های مختلف صنایع پتروشیمی اعلام نمودند ریسک نامطلوب بازدهی سهام پرتفوی شرکت‌های پتروشیمی بیشتر از ریسک بازدهی سهام پرتفوی در بورس اوراق بهادار تهران بوده است؛ که مهم‌ترین علل این ریسک اقتصادی عوامل سیاسی، اقتصادی، فناورانه و فرهنگی بوده است.

ابطحی و همکاران [۱۳] در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی و مدیریت ریسک زیرساخت‌های نفت و گاز استان‌های مرزی باهدف کاهش اثرات تهدید، اعلام کردند، نقاط ضعف دارایی‌های حوزه نفت و گاز شامل ضعف در ساختار و تشکیلات موجود با نیازهای حوزه نفت و گاز، ضعف در کنترل فیزیکی تأسیسات گازی، ذخیره پایین سوخت در شرایط بحران و... نقاط قوت عبارت‌اند از: وجود نیروهای جوان و باانگیزه در شبکه گازرسانی، وجود شبکه گازرسانی در اکثر شهرها و... تهدیدها شامل بروز و تشدید تهدیدات مردم محور (افزایش ناراضی‌های عمومی) به‌واسطه عدم تکمیل به‌موقع طرح‌های گازرسانی به مناطق مسکونی، امکان بروز تهدیدات خرابکارانه، اعمال فشار سیاسی- حاکمیتی از سوی استکبار جهانی با محوریت آمریکا برای کاهش مبادلات نفت و گاز با کشورهای همسایه و فرصت‌ها شامل امکان استفاده از فناوری‌های نوین در صنعت نفت و گاز، امکان فرآوری نفت و گاز و تولید مشتقات حاصله از طریق احداث پالایشگاه و صادرات محصولات پتروشیمی، وجود مرزهای آبی و خاکی در نزدیکی بازارهای بزرگ صادرات و...
نظام‌الدینی و همکاران [۱۴] در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی ریسک پروژه تعمیرات در صنعت پتروشیمی به روش FMEA در صنایع

¹ Human Resource Management



پتروشیمی جنوب غرب ایران، اعلام نمودند فعالیت تکنسین ابزار دقیق بیشترین درصد ریسک و فعالیت نفر خدماتی کمترین درصد ریسک را در پروژه تعمیرات دارا است.

قائد شرف و جباری [۱۵] در پژوهشی تحت عنوان شناسایی خطرات و ارائه برنامه مدیریت ریسک های HSE در واحد اوره مجتمع پتروشیمی شیراز با استفاده از روش BOW Tie و SWOT-ANP به این نتیجه رسیدند رویدادهای اصلی شامل نشت مواد شیمیایی، سقوط از ارتفاع و لیز خوردن است و مهم ترین عوامل وقوع این رویدادها نقص در تجهیزات کنترلی، عدم توجه به دستورالعملها، عدم رعایت اصول ایمنی و خطای انسانی است.

کازمی و همکاران [۱۶] در مطالعه ای با عنوان ارزیابی عوامل ریسک منابع انسانی در پروژه های نفت و گاز: مطالعه موردی شرکت نفت و گاز پارس، به این نتیجه رسیدند عوامل خطر برق گرفتگی، خطر نشتی هنگام راه اندازی به دلیل گیرافتادن لباس و اعضای بدن فرد تعمیرکار بین تجهیزات دوار و ثابت به ترتیب به عنوان بحرانی ترین عوامل ریسک در پروژه های نفت و گاز شرکت پارس انتخاب شدند.

قرائی آشتیانی و ادبی فیروزجائی [۱۷] در مطالعه ای تحت عنوان بررسی گزینه های طراحی و پیاده سازی تغییر در بخش سلامت (مورد مطالعه: بیمارستان شهید دکتر چمران)، نشان دادند بیش از ۷۰٪ تغییرات طراحی شده در سازمانها، عملاً با شکست مواجه می شوند. دلایل مختلفی برای این شکست وجود دارد ولی مهم ترین دلیل آن، عدم توجه به موضوع مدیریت تغییر به عنوان یک شایستگی مدیریتی و ابزار عمومی در مدیریت است. لذا سبک مدیریت در تغییر از نوع مشارکت منابع انسانی، اهرم تغییر از نوع سیستم های سازمانی و کنترل بوده و در نهایت مهم ترین نقش در طراحی و پیاده سازی این تغییر

از نوع گروه اقدام تغییر (کمیته راهبری سازمان) بوده است.

جوهری و همکاران [۱۸] در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی ریسک زیست محیطی شرکت پتروشیمی ایلام با استفاده از روش های TOPSIS و ANP در سال ۱۳۹۵ نشان دادند که مهم ترین ریسک های پتروشیمی مورد مطالعه، آلودگی هوا، کاهش کیفیت آب و به خطر افتادن سلامت عمومی منطقه است؛ بنابراین به منظور کاهش یا حذف خطرات و عوامل به وجود آورنده ریسک های محیط زیستی پیشنهاد می شود دوره های بازرسی و پایش، متناسب با ریسک های شناسایی شده، جزء مهم ترین اهداف برنامه های مدیریتی قرار گیرد.

بهرامی و همکاران [۱۹] در مطالعه ای تحت عنوان ارزیابی ریسک های محیط زیستی مجتمع پتروشیمی کرمانشاه با روش FMEA، نشان دادند از تعداد ۳۸ ریسک شناسایی شده با روش FMEA سنتی، بالاترین رتبه مربوط به ریسک انتشار گازهای هیدروژن و آمونیاک در زمان از سرویس خارج شدن واحد آمونیاک و کمترین رتبه متعلق به ریسک پساب های آمونیاکی است. همچنین بیشترین فراوانی تأثیر ریسکها مربوط به آلودگی هوا و نیز بیشترین دلیل ریسکها مربوط به نقص در شبکه و اتصالها هستند. نتایج فازی سازی ورودیها و خروجی روش FMEA نشان می دهد که از مجموع ۱۵ ریسک که به صورت کلی در مجتمع پتروشیمی با نظرهای خبرگان شناسایی شده بیشترین عدد اولویت فازی در بخش بهداشتی مربوط به آلودگی صوتی (۰/۷۵)، در بخش ایمنی مربوط به سقوط از ارتفاع (۰/۷۵) و در بخش محیط زیست مربوط به کاهش منابع اکولوژیکی (۰/۶۱۳) است.

ساجدیان و همکاران [۸] در گزارشی تحت عنوان ارزیابی ریسک بهداشتی مواجهه با بخارات آکریلونیتریل در یک صنعت پتروشیمی به روش

سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا نشان دادند توجه به اینکه شاخص کمی بهداشتی مواجهه با بخارات آکریلونیتریل در مجتمع پتروشیمی مطالعه شده بیشتر از حدود توصیه شده (۲) پی پی ام یا ۴/۳۴ میلی گرم بر مترمکعب) توسط سازمان های ذی ربط است، اقدامات مهندسی و کنترل مدیریتی لازم برای کنترل و مدیریت سطح ریسک تا حد قابل قبول، از جمله بازنگری در سیستم های تهویه موضعی و عمومی که از عمده ترین دلایل مواجهه افراد است، برای بهبود اوضاع ضروری است.

خدابنده لو و همکاران [۲۰] در پژوهشی تحت عنوان شناسایی، آنالیز و رتبه بندی ریسک های موجود در حوادث شغلی آتش نشانان با استفاده از روش JSA و ANP، نشان دادند رتبه بندی ریسک ها در نرم افزار سوپردسیژن به ترتیب اوزان نهایی شامل: استرس کمبود نیرو (A5) با وزن ۰/۲۴، برخورد خودروهای عبوری با آتش نشانان (A2) با وزن ۰/۱۶ و دودگرفتگی (A1) با وزن ۰/۱۱ تعیین شد. در این بخش نیز اولویت ایجاد ریسک منابع انسانی تلقی شده است.

واکار و همکاران [۲۱] در پژوهشی با عنوان ارزیابی عوامل ایمنی بحرانی باعث بروز حوادث در پروژه های ساخت و ساز پایین دستی نفت و گاز در مالزی، اظهار داشتند ناکافی بودن آموزش ایمنی، کمبود پروتکل های ایمنی و عدم وجود فرهنگ ایمنی از عوامل مهم بروز ریسک هستند؛ و متغیرهای مهم اضافی شامل خرابی در ارتباطات، تجهیزات ناکارآمد و تعهد ناکافی به ایمنی از سوی مدیریت است.

تانگ و همکاران [۲۲] در پژوهشی با عنوان ارزیابی ریسک محیط سرمایه گذاری نفت و گاز در کشورهایی که در امتداد طرح کمربند و جاده قرار دارند، اظهار کردند در نتیجه، فعالیت های نفت و

گاز و عوامل سیاسی کشورهای بیشترین تأثیر را بر بروز ریسک محیط دارند.

ماربینی و همکاران [۲۳] در پژوهشی تحت عنوان چارچوب مدیریت ریسک مبتنی بر DEA برای زنجیره تأمین نفت، نشان دادند که جنایت کاری و حملات تروریستی مهم ترین عوامل ریسک زنجیره تأمین نفت نیجریه هستند. علاوه بر این، این تحقیق استراتژی های کاهش عملی مانند انتقال ریسک، برنامه ریزی ایمنی، حامل های انرژی جایگزین، بهبود بهره وری انرژی، طرح های نجات اضطراری، کمبودهای مورد انتظار و روابط دیپلماتیک را در راستای تعدیل ریسک های شناسایی شده، معرفی نموده است.

وو و همکاران [۲۴] در پژوهشی با عنوان یک روش نوین ارزیابی ریسک پویا برای صنعت پتروشیمی با استفاده از تحلیل پاپیونی و روش تحلیل شبکه بیسی بر اساس چارچوب روش شناختی پروژه، اظهار داشتند که نه تنها ارزیابی دینامیکی سطح خطر برای موانع ایمنی در حالت های مختلف قابل اجرا است، بلکه همچنین می توان قضاوت کرد که آیا قابلیت حفاظت ایمنی کلی فعلی سیستم کافی است یا خیر.

اولوریا و هاتاچو [۲۵] در پژوهشی تحت عنوان عملکرد مدیریت ریسک یکپارچه و قابلیت های تولید در بخش انرژی، نشان دادند که مدیران نوآوری را در پشت استراتژی های مدیریتی خود مؤثر دانسته و متعهد به ادامه پذیرش پارادایم های فناورانه برای بهبود مدیریت ریسک در بخش انرژی هستند.

کاسم [۲۶] در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی مدیریت ریسک در پروژه های ساختمانی نفت و گاز با استفاده از مدل سازی معادلات ساختاری

³ Marbini et.al

⁴ Wu et.al

⁵ Oliveira and Huatuco

⁶ Kassem

¹ Waqara et.al

² Tang et.al



(PLS-SEM) نشان داد که شاخص نیکویی برازش مدل ۰/۶۳۸ است. مدل توسعه یافته برازش تلقی شد زیرا نتیجه تحلیل آزمون ضریب تعیین (R^2) مدل ۰/۷۲۰ بود که نشان دهنده توضیح معنادار مدل توسعه یافته برای رابطه بین علل خطرات و تأثیر آنها بر موفقیت است. دسته بندی ریسک داخلی پروژه ها که بیشترین تأثیر را بر موفقیت پروژه دارد شامل ریسک های مدیریت پروژه، طراحی مطالعات امکان سنجی و در دسترس بودن مواد منابع است. عناصر اصلی خطر خارجی شامل ملاحظات سیاسی، اقتصادی و امنیتی است.

موسینا و همکاران^۱ [۲۷] در پژوهشی تحت عنوان بهبود سیستم مدیریت ریسک در تولید نفت، نشان دادند شرکت ها می توانند ریسک های پروژه توسعه میدان نفت و گاز را بر اساس مراحل چرخه حیات یک پروژه سرمایه گذاری تعیین کنند.

الجوهانی و اسکلینگ^۲ [۲۸] در پژوهشی تحت عنوان ایمنی فرآیند و مدیریت ریسک در صنعت پتروشیمی: دیدگاه فرهنگی، نشان دادند در سال های اخیر بحث های زیادی در مورد چگونگی توسعه فرهنگ های جدید و بهبود یافته برای حفاظت و برقراری ایمنی فرآیند و مسائل مدیریت ریسک در صنایع پتروشیمی صورت گرفته است. این مقاله ایمنی فرآیند و مدیریت ریسک در صنعت پتروشیمی در عربستان سعودی را از طریق یک لنز فرهنگی بر اساس تجربیات ارائه دهنده، بررسی می کند. در حالی که برخی از شرکت ها دستورالعمل های خوبی دارند، اما این جایگزینی برای فرهنگ ملی نیست. پاسخ اینکه چگونه سازمان ها در فرهنگ ملی که به اندازه کافی خوب به نظر نمی رسد، فرهنگ های محل کار خوبی ایجاد می کنند؟ عبارت است از تدوین

قوانین و دستورالعمل های قوی تر برای شرکت ها و حصول اطمینان از اجرای این قوانین برای شرکت های بعدی.

رودینا و سینیاوتز^۳ [۲۹] در پژوهشی تحت عنوان مدیریت ریسک شرکت های صنایع پتروشیمی، اعلام نمودند امروزه مدیریت ریسک در صنعت پتروشیمی جزء حیاتی مدیریت صنعتی است. با توجه به این موضوع، نویسندگان نتایج علمی ذیل را به دست می آورند: شناسایی مهم ترین ریسک ها برای شرکت های پتروشیمی، تشکیل شاخص های شاخصی که امکان شناسایی سریع علائم خطرات مهم را فراهم می کند و ایجاد الگوریتم واکنش به سیگنال های ریسک در صنعت پتروشیمی.

مکهود و همکاران^۴ [۳۰] در مطالعه ای تحت عنوان ابزاری جدید برای تحلیل و ارزیابی ریسک در کارخانه های پتروشیمی نشان دادند هدف از مطالعه، پیاده سازی یک ابزار خودکار جدید اختصاص داده شده به تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک در کارخانه های پتروشیمی بود که بر اساس ترکیبی از دو روش آنالیز HAZOP (خطر و عملکرد) تحلیل FMEA (حالت شکست و اثر آن) است. ارزیابی سناریوهای تصادف نیز در نظر گرفته شده است. مزیت اصلی ترکیب دو روش تجزیه و تحلیل، سرعت بخشیدن به شناسایی خطر و ارزیابی ریسک و پیش بینی ماهیت و تأثیر چنین حوادثی است. پارامترهای کارخانه تحت یک رابط گرافیکی برای تسهیل بهره برداری از رویکرد توسعه یافته ما تجزیه و تحلیل می شوند.

اویاچی و ادهم^۵ [۳۱] در پژوهشی تحت عنوان پايایی ارزیابی ریسک در صنایع پتروشیمی، به این نتیجه رسیدند که ادغام بین روش های کلاسیک، رویکرد فازی و شبیه سازی بهترین مدل

³ Rodina and Sinyavets

⁴ Mechhoud et. al

⁵ Ouache and Adham

¹ Musina et.al

² Aljohani and Skilling

برای اطمینان بیشتر ارزیابی کمی ریسک در صنایع است.

محیط‌زیست در صنایع پتروشیمی می‌پردازد.

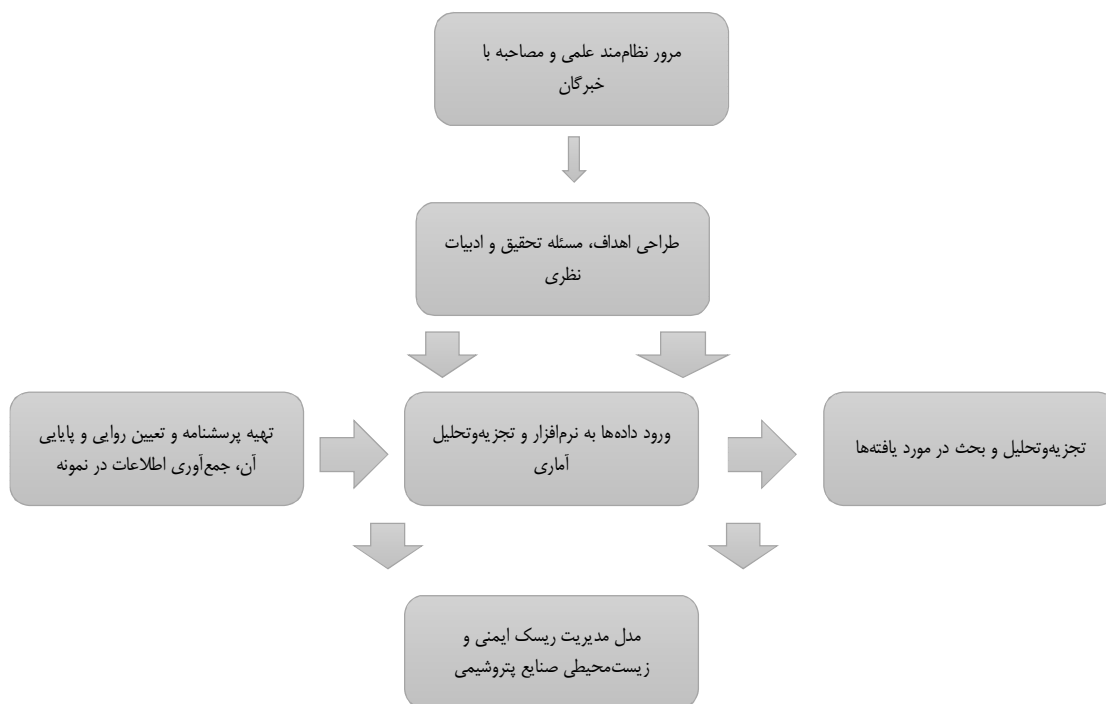
۲- روش تحقیق و ابزارها

روش تحقیق مورد استفاده در این مطالعه آمیخته (کیفی-کمی) است چراکه پژوهش حاضر از نظر هدف بنیادی است زیرا با فراتحلیل اسناد موجود علمی و مصاحبه با خبرگان به تبیین علل بروز ریسک‌های ایمنی و محیط‌زیست در صنایع پتروشیمی، پرداخته است، از طرف دیگر این پژوهش از لحاظ میزان و درجه کنترل، کمی از نوع میدانی است زیرا که کلیه متغیرهای مربوط به علل اصلی بروز حوادث و ریسک‌های ایمنی و محیط‌زیست در صنعت پتروشیمی در وضعیت طبیعی، مورد بررسی قرار داده است. به عبارت دیگر این پژوهش با استفاده از روش فراتحلیل پیمایش و ابزاری مانند پرسشنامه و مصاحبه و ... و تکنیک‌های آماری مناسب و تدوین نتایج آنها به ارائه الگویی برای مدیریت ریسک ایمنی و

۲-۱- روش اجرای تحقیق

مراحل اجرای این تحقیق به شرح شکل (۱) است:

مرحله اول: در برنامه‌ریزی برای مدیریت ریسک ایمنی و محیط‌زیست صنایع پتروشیمی در فاز اول می‌بایستی به ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی و ایمنی در این صنایع پرداخت. در این بخش با استفاده از تحلیل محققین به شناسایی ریسک‌ها و با استفاده از روش تاپسیس و نرم‌افزار Topsis Fuzzy نسخه ۳/۱ اقدام به ارزیابی ریسک محیط‌زیست و ایمنی صنایع پتروشیمی پرداخته می‌شود. تاپسیس از مهم‌ترین مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است. اساس این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی بایستی کمترین فاصله را با ایده‌ال مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با ایده‌ال منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد



شکل ۱- مراحل اجرای تحقیق

(یزدانی^۱، ۲۰۱۱).

$$n = \frac{\frac{z^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{z^2 pq}{d^2} - 1 \right)} \quad (1)$$

n = حجم نمونه: ۲۰۰/۸۹ نفر است که از طریق فرمول کوکران به دست آمده است؛ و در این پژوهش حجم نمونه آماری ۲۰۰ نفر در نظر گرفته می شود.

N = حجم جمعیت آماری که همان کارکنان واحد HSE در شرکت های پتروشیمی منطقه ویژه عسلویه در حدود ۴۲۰ نفر می باشند.

t یا z = درصد خطای معیار ضریب اطمینان قابل قبول

p = نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین

q = نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین

d = درجه اطمینان یا دقت احتمالی مطلوب

۲-۳- روش و ابزار جمع آوری اطلاعات

روش گردآوری اطلاعات در این پژوهش در بخش کیفی مرور نظام مند و تحلیل مضمون با استفاده از ابزار فیش برداری است و در بخش کمی این پژوهش ابزار گردآوری اطلاعات پرسشنامه محقق ساخته در بخش های مختلف نظیر خصوصیات فردی پاسخگویان با ۳ سؤال، میزان بروز ریسک های ایمنی (۴ سؤال با پاسخ های طیف لیکرت شامل بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد) و محیط زیست (۳ سؤال با پاسخ های طیف لیکرت شامل بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد)، تعیین علل اصلی حوادث در صنایع پتروشیمی (۱۰ سؤال با پاسخ های طیف لیکرت شامل بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد) و تعیین مؤلفه های مدیریت بهداشت ایمنی و محیط زیست منابع انسانی در صنایع پتروشیمی (۱۳ سؤال با پاسخ های طیف لیکرت شامل بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد) بوده است. در

مرحله دوم: در این بخش با استفاده از روش مرور نظام مند و مصاحبه با خبرگان با اجرای تکنیک مدل معادلات ساختاری (کمی) اقدام به تعیین علل زیربنایی ریسک های ایمنی و محیط زیست در صنایع پتروشیمی پرداخته می شود.

مرحله سوم: در نهایت بر اساس علل وقوع ریسک با استفاده از روش تحلیل عاملی اکتشافی اقدام به ارائه برنامه مدیریت ریسک برای برنامه ریزی برای مدیریت بحران قبل از وقوع، می شود.

۲-۲- جامعه آماری و نمونه گیری

واحد تحلیل بخش کیفی مطالعات، مقالات، پایان نامه، گزارش های علمی مرتبط با موضوع پژوهش (داخلی و خارجی) است و واحد تحلیل در بخش کمی پژوهش حاضر، شرکت های پتروشیمی در منطقه ویژه اقتصادی عسلویه می باشند. جامعه آماری بخش کمی پژوهش به منظور نظرسنجی در بخش های مختلف پژوهش کارکنان خبره واحد HSE در شرکت های پتروشیمی در حدود ۴۲۰ نفر شامل کارشناسان بهداشت، مأموران آتش نشانی، افسران ایمنی، سرپرست ایمنی، اپراتور اتاق کنترل، کارشناسان فرهنگ ساز ایمنی و محیط زیست هستند.

روش نمونه گیری در این پژوهش طبقه بندی تصادفی ساده است. طبقات نمونه در این پژوهش شرکت های پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه که به لحاظ نوع تولیدات پتروشیمی در داخل شرکت ها همگن می باشند. حجم نمونه آماری در این پژوهش با استفاده از رابطه (۱) فرمول کوکران ۲۰۰/۸۹ نفر به دست آمده است. فرمول کوکران به صورت زیر است؛

۱۱۱

شماره ۳۱

پاییز ۱۴۰۴

فصلنامه علمی و پژوهشی



فرا تحلیل علل بروز ریسک ایمنی و محیط زیست در صنایع پتروشیمی و راهکار مدیریت منابع انسانی HSE به منظور تعدیل ریسک های پالوئه / شهلا مدینه سمانه رحیمی، غلامرضا نبی پیدهندی، حسن هودی، محمدجواد امیری

¹ Yazdani

تحقیق حاضر برای تعیین روایی پرسشنامه مربوطه از روایی محتوایی و استفاده از نظرات متخصصین و اساتید مربوطه استفاده شد. میانگین شاخص CVR برای روایی پرسشنامه پژوهش ۰/۹۲ محاسبه شد.

$$CVR = \frac{ne-n/2}{n/2} = 0/92 = \frac{192-100}{100} \quad (۲)$$

CVR = نسبت روایی محتوایی

N = تعداد کل متخصصین

Ne = تعداد متخصصینی که گزینه‌های ضروری را انتخاب کردند.

به منظور پایایی از آماره آلفای کرونباخ برای متغیرها استفاده شد. جدول (۱) میزان آلفای کرونباخ برای متغیرهای هر بخش را نشان می‌دهد.

۲-۴- سوالات تحقیق

سوالات تحقیق حاضر به شرح ذیل است:

- ❖ اولویت ریسک‌های ایمنی و محیط‌زیستی فرآیندی در صنایع پتروشیمی چگونه

هستند؟

- ❖ علل زیربنایی بروز ریسک‌های ایمنی و محیط‌زیستی فرآیندی در صنایع پتروشیمی چگونه هستند؟
- ❖ الگوی مدیریت ریسک ایمنی و محیط‌زیست صنایع پتروشیمی بر مبنای مدیریت منابع انسانی چگونه است؟

۲-۵- ابزار تجزیه و تحلیل اطلاعات

در این پژوهش از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳، Lisrel نسخه ۸/۵ و Topsis Fuzzy نسخه ۳/۱ برای تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شده است. برای ارائه اطلاعات توصیفی پژوهش از آزمون‌های توصیفی میانگین رتبه‌ای، فراوانی و درصد معتبر استفاده شده است. همچنین برای رسیدن به هدف اصلی پژوهش ارائه الگوی مدیریت ریسک ایمنی و محیط‌زیست صنایع پتروشیمی با استفاده از روش تاپسیس و مدل معادلات ساختاری استفاده شد.

جدول ۱- میزان آلفای کرونباخ متغیرهای پژوهش (منبع: یافته‌های پژوهش، نویسنده و همکاران، ۱۴۰۳)

متغیر	آلفای کرونباخ
میزان بروز ریسک‌های ایمنی	۰/۸۹
میزان بروز ریسک‌های محیط‌زیست	۰/۷۳
علل اصلی حوادث در صنایع پتروشیمی	۰/۷۷
مؤلفه‌های مدیریت بهداشت ایمنی و محیط‌زیست منابع انسانی در صنایع پتروشیمی	۰/۸۱

۳- یافته‌ها

۳-۱- بخش اول: آمار توصیفی

۳-۱-۱- بررسی خصوصیات فردی پاسخگویان پژوهش (کارکنان واحد HSE در منطقه ویژه اقتصادی عسلویه)

جدول (۲) نشان می‌دهد اکثریت پاسخگویان پژوهش حاضر (کارکنان واحد HSE در منطقه ویژه اقتصادی عسلویه) دارای سن ۳۰ تا ۴۰ سال

(۶۱ درصد)، با سابقه کار (۵۲/۵ درصد) و مرد (۸۷/۵ درصد) می‌باشند.

۳-۱-۲- منطقه مورد مطالعه

منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس (عسلویه) در جنوب شرقی استان بوشهر در حاشیه خلیج فارس در ۳۰۰ کیلومتری جنوب شرقی بندر بوشهر و واقع در گستره جغرافیایی شهرستان

۳-۱-۳- شناسایی ریسک در صنایع پتروشیمی سازمان منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس به نمایندگی از وزارت نفت و شرکت ملی نفت ایران وظیفه اداره و راهبری حوزه عملیاتی پارس جنوبی، پارس کنگان و پارس شمالی را بر عهده دارد؛ فعالیت‌های اصلی شامل تعریف، تصویب (طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری) ایجاد و احداث زیرساخت‌های عمومی است. در این پژوهش مدیریت ریسک در زمان بهره‌برداری مدنظر است. براین اساس مدیریت ریسک در زمان تولید به تفکیک واحدهای تولیدی صورت می‌گیرد. از آنجایی که پتروشیمی‌های موجود در منطقه ویژه اقتصادی تولیدکننده محصولات از قبیل اتیلن، اوره، آمونیاک و مشتقات آنها می‌باشند. لذا برای شناسایی ریسک‌های واحدهای پتروشیمی در منطقه ویژه از واحدهای تولیدی تمامی شرکت‌ها بازدید به عمل آمده شد؛ و در نهایت محقق زیر نظر اساتید به این نتیجه رسیدند که در میان محصولات، واحدهای تولیدی دو محصول اتیلن و آمونیاک به عنوان مواد اصلی و ورودی شرکت‌های دیگر در نظر گرفته شود؛ که تولیدات مشتقات این دو ماده از واحدهایی مشابه به واحدهای تولیدی مواد اصلی تولید می‌شوند. لذا واحدهایی که به منظور تعیین و شناسایی ریسک‌های آنها مورد بررسی قرار می‌گیرند در

کنگان قرار دارد و حدود ۱۰۵ کیلومتر از میدان گازی پارس جنوبی که در میان خلیج فارس واقع شده (دنباله حوزه گنبد شمالی قطر) فاصله دارد. این منطقه اقتصادی در سال ۱۳۷۷ طبق مصوبه شورای عالی مناطق آزاد تجاری-صنعتی برای بهره‌برداری از منابع نفت و گاز حوزه پارس جنوبی و انجام فعالیت‌های اقتصادی در زمینه نفت و گاز و پتروشیمی در محدوده نوار ساحلی عسلویه و خلیج نابیند به وسعت ۳۰ هزار هکتار تأسیس شد [۳۲].

جدول ۲- بررسی خصوصیات فردی کارکنان واحد HSE در منطقه ویژه اقتصادی عسلویه (پاسخگویان پژوهش)

منبع: یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳

متغیر	طبقات	فراوانی	درصد معتبر
سن (سال)	زیر ۳۰	۲۹	۱۴/۵
	۳۰-۴۰	۱۲۲	۶۱
	بالای ۴۰	۴۹	۲۴/۵
	کل	۲۰۰	۱۰۰
سابقه کار در واحد HSE (سال)	زیر ۱۰	۳۰	۱۵
	۱۰-۲۰	۱۰۵	۵۲/۵
	بالای ۲۰	۶۵	۳۲/۵
	کل	۲۰۰	۱۰۰
جنسیت	زن	۲۵	۱۲/۵
	مرد	۱۷۵	۸۷/۵
	کل	۲۰۰	۱۰۰

۱۱۳
شماره ۳۱
پاییز ۱۴۰۴
فصلنامه علمی
و پژوهشی



شکل ۲- منطقه ویژه اقتصادی عسلویه

فرا تظیل علل بروز ریسک ایمنی و محیط زیست در صنایع پتروشیمی و راهکار راهکار مدیریت منابع انسانی HSE به منظور تعدیل ریسک‌های بالقوه / شهلا مدینه سمانه رحیمی، غلامرضا نبی پیدهندی، حسن هودی، محمدجواد امیری

فرآیند تولید اتیلن عبارت‌اند از:

۱. واحد جداسازی اتیلن از اتان
 ۲. برج دی‌اتانایزر
 ۳. عملیات احیاء کاتالیست
 ۴. عملیات خنثی‌سازی یا اسپنت کاستیک
 ۵. کمپرسور فشرده‌سازی
 ۶. واحد کراکینگ اتان در کوره‌ها
 ۷. برج خنک‌کننده
 ۸. بسترهای جذب رطوبت
 ۹. برج متان‌زا
 ۱۰. سرماسازی
 ۱۱. راکتور هیدروژناسیون
- همچنین واحدهایی که به‌منظور تعیین و شناسایی ریسک‌های آنها در فرآیند تولید آمونیاک و اوره مورد بررسی قرار می‌گیرند عبارت‌اند از:
۱. واحد گوگردزائی
 ۲. واحد ریفرورمینگ
 ۳. واحد فرعی تبدیل CO به CO₂
 ۴. واحد سنتز (آمونیاک، اوره و ...)
 ۵. واحد افزایش خوراک
 ۶. واحد تبخیر و خالص‌سازی
 ۷. واحد دانه‌بندی
 ۸. واحد ذخیره
 ۹. واحد تقطیر
 ۱۰. واحد ایزومراسیون (تبدیل مواد به مشتقات)
 ۱۱. واحد ترانس آلکیلاسیون (تبدیل هیدروکربن‌های ۹ کربنه به مخلوط زایلین‌ها)
 ۱۲. واحد تولید آب بدون املاح
 ۱۳. واحد آب خنک‌کن
۱۴. واحد فلر
۱۵. واحد برق اضطراری
۱۶. واحد اطفاء حریق
- در مراحل بعدی تمامی این واحدها به‌منظور ارزیابی ریسک آنها باهم در نظر گرفته می‌شوند.
- طبقه‌بندی ریسک‌های ایمنی در صنایع پتروشیمی**
- در این بخش به طبقه‌بندی، اثرات ریسک‌های ایمنی مربوط به فرآیندهای تولید اتیلن و آمونیاک در صنایع پتروشیمی پرداخته می‌شود. جدول (۳) ریسک‌های ایمنی صنایع پتروشیمی به همراه حالت‌های بالقوه خرابی، عامل بالقوه خرابی و اثرات خرابی را نشان می‌دهد. این جدول ریسک‌های ایمنی صنایع پتروشیمی را در تولید دو محصول آمونیاک و اتیلن در سه بخش احتراق (آتش‌سوزی)، انفجار، برق‌گرفتگی، سقوط از ارتفاع مطرح می‌نماید.
- طبقه‌بندی ریسک‌های محیط‌زیستی در صنایع پتروشیمی**
- در این بخش به طبقه‌بندی، اثرات ریسک‌های محیط‌زیستی مربوط به فرآیندهای تولید اتیلن و آمونیاک در صنایع پتروشیمی پرداخته شده است. جدول (۴) شامل معرفی ریسک‌های محیط‌زیستی صنایع پتروشیمی به همراه حالت‌های بالقوه خرابی، عامل بالقوه خرابی و اثرات خرابی است. در این جدول ریسک‌های محیط‌زیستی صنایع پتروشیمی را در تولید دو محصول آمونیاک و اتیلن در سه بخش آلودگی هوا، خاک و آب مطرح شده است.

۱۱۴

شماره ۳۱

پاییز ۱۴۰۴
فصلنامه علمی
و پژوهشی



جدول ۳- طبقه‌بندی ریسک‌های ایمنی فرآیند تولید اتیلن و آمونیاک در صنایع پتروشیمی
(منبع یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

اثرات خرابی	فعالیت	عامل خرابی	حالت‌های خرابی بالقوه
انفجار و احتراق	فشرده‌سازی گاز طبیعی در کمپرسور	نقص در سیستم و اتصال‌ها	مرگ، جراحت جدی، مشکلات ریوی و تنفسی، آسیب به تجهیزات
	تبدیل گاز طبیعی به گاز سنتز در فرآیند ریفرمینگ	فرآیند احتراق در کوره و خروج از دودکش	مرگ، جراحت جدی، مشکلات ریوی و تنفسی، آسیب به تجهیزات
	جذب و دفع CO ₂ توسط محلول aMDEA	ونت برج دفع در مواقعی که به واحد اوره فرستاده نمی‌شود.	مرگ، جراحت جدی، مشکلات ریوی و تنفسی، آسیب به تجهیزات
	فشرده‌سازی گاز طبیعی در کمپرسور	لود نامناسب روغن و جمع‌آوری نکردن به موقع شبکه‌ها	مرگ، جراحت جدی، مشکلات ریوی و تنفسی، آسیب به تجهیزات
	هیدروژناسیون و گوگردزایی از گاز	تعویض و تخلیه کاتالیست‌ها	مرگ، جراحت جدی، مشکلات ریوی و تنفسی، آسیب به تجهیزات
	جذب و دفع CO ₂ توسط محلول aMDEA	نقص در سیستم اتصال‌ها	مرگ، جراحت جدی، مشکلات ریوی و تنفسی، آسیب به تجهیزات
	برق گرفتگی	کار با تجهیزات برقی / تجهیزات الکتریکی قابل حمل (دریل‌ها، چرخ‌های ...) / تعمیر تجهیزات الکتریکی در پست‌ها / ترانسفورماتورهایی با ولتاژ بالا (< ۲۲۰ ولت) / تابلو برق / برق استاتیک / لوازم DC (باتری‌ها، ژنراتور دیزل، موتورها، UPS ...)، رعدوبرق	کار روی کابل‌های برق‌دار، استفاده نایمن از کابل‌های برق و دستگاه‌های برقی، ضعف در یکپارچگی تعمیر تجهیزات برقی، رعدوبرق، نقص در سیستم اتصال‌ها و گاهی خطای انسانی به دلیل قفسه‌بندی تجهیزات برقی توسط افراد غیر مطلع و ...
سقوط اشیاء از ارتفاع (دهانه، چکش، پیچ و مهره) در واحدهای پشتیبانی / قفسه / تجهیزات بالابری و درگیری در فضای محدود و خاک‌برداری		خطای انسانی و کمبود تجهیزات و زمان کافی	مرگ، جراحت جدی، آسیب به تجهیزات

جدول ۴- طبقه‌بندی ریسک‌های محیط‌زیستی فرآیند تولید اتیلن و آمونیاک در صنایع پتروشیمی
(منبع یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

اثرات خرابی	فعالیت	عامل خرابی	حالت‌های خرابی بالقوه
آلودگی هوا	فشرده‌سازی گاز طبیعی در کمپرسور	نقص در سیستم و اتصال‌ها	انتشار آلاینده‌های CO ₂ ، CO و CH ₄
	تبدیل گاز طبیعی به گاز سنتز در فرآیند ریفرمینگ	فرآیند احتراق در کوره و خروج از دودکش	انتشار گازهای آلاینده SO _x و NO _x
	جذب و دفع CO ₂ توسط محلول aMDEA	ونت برج دفع در مواقعی که به واحد اوره فرستاده نمی‌شود.	انتشار گاز CO ₂
آلودگی خاک	فشرده‌سازی گاز طبیعی در کمپرسور	لود نامناسب روغن و جمع‌آوری نکردن به‌موقع شبکه‌ها	ریزش و نشت روغن از فلنج‌ها، اتصال‌ها، لوپ روغن
آلودگی آب	هیدروژناسیون و گوگردزایی از گاز	تعویض و تخلیه کاتالیست‌ها	تولید پسماند
	جذب و دفع CO ₂ توسط محلول aMDEA	نقص در سیستم اتصال‌ها	ریزش و نشت روغن از فلنج‌ها، اتصال‌ها، لوپ روغن
	جذب و دفع CO ₂ توسط محلول aMDEA	لود نامناسب روغن و جمع‌آوری نکردن به‌موقع شبکه‌ها	نشت aMDEA و آنتی‌فوم از فلنج‌ها، اتصال‌ها و دستگاه‌ها
آلودگی آب	شستشوی عقب فیلترها	فرآیند سیستم	تولید پساب
	جمع‌آوری آب پروسس	در سرویس نبودن و تخلیه آب پروسس جداشده از گاز	تولید پساب آمونیاکی
	فرآیند گرم‌سازی محلول aMDEA در زمان راه‌اندازی	دورریز کندانس	تولید پساب آمونیاکی

۳-۲- بخش دوم آمار استنباطی

۳-۲-۱- ارزیابی ریسک‌های ایمنی (انفجار، احتراق، سقوط از ارتفاع، برق‌گرفتگی) و محیط‌زیستی (آلودگی، هوا، خاک، آب) به روش تاپسیس (Topsis)
- ارزیابی ریسک‌های ایمنی (انفجار، احتراق، سقوط از ارتفاع، برق‌گرفتگی)
به‌منظور ارزیابی ریسک‌های ایمنی، بر اساس ۳

معیار تعیین‌شده که عبارت‌اند از مرگ، آسیب جسمانی و آسیب تجهیزات از روش تاپسیس فازی (Topsis) استفاده شده است.
آنالیز نظر کارشناسان در خصوص ارزیابی ریسک ایمنی واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه و اعداد ضرایب نزدیکی نسبی ریسک نشان داد ریسک حریق و سقوط از ارتفاع در واحدهای تولید اتیلن

۱۱۶

شماره ۳۱

پاییز ۱۴۰۴

فصلنامه علمی

و پژوهشی



و آمونیاک اولویت اول و دوم را در ارزیابی ریسک ایمنی دارند. همچنین ریسک‌های انفجار و برق‌گرفتگی در اولویت سوم و چهارم هستند.

۳-۲-۲- ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی (آلودگی، هوا، خاک، آب)

به‌منظور ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی ۳ معیار تعیین شده که عبارت‌اند از انتشار آلاینده‌های گازی CO_2 , SO_2 , CH_4 , ... CO ، تولید پساب (آمونیاک، نشت روغن و ...)، تولید پسماند از

روش تاپسیس فازی (Topsis) استفاده شد. آنالیز نظر کارشناسان در خصوص ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه و اعداد ضرایب نزدیکی نسبی ریسک نشان می‌دهد ریسک آلودگی هوا و آلودگی خاک در واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک، اولویت اول و دوم دارند. همچنین ریسک آلودگی آب در اولویت سوم است.

جدول ۵- نتایج ماتریس تصمیم‌گیری ریسک‌های ایمنی واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه (منبع یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

ماتریس واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه	مرگ	آسیب جسمانی	آسیب به تجهیزات
انفجار	۳	۵	۵
احتراق	۴	۴	۴
سقوط از ارتفاع	۵	۳	۴
برق‌گرفتگی	۳	۲	۳
نوع معیار	-	-	-
وزن معیار	۰/۰۱۶۵	۰/۱۳۳۲	۰/۰۸۴۴

جدول ۶- نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس کردن ماتریس ریسک‌های ایمنی (منبع یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

ماتریس واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه	مرگ	آسیب‌های جسمانی	خرابی‌های تجهیزاتی
انفجار	۰/۷۴۲۸	۰/۱۵۴۳	۰/۴۲۴۳
احتراق	۰/۳۷۱۴	۰/۷۷۱۵	۰/۷۰۷۱
سقوط از ارتفاع	۰/۵۵۷۱	۰/۶۱۷۲	۰/۵۶۵۷
برق‌گرفتگی	۰/۸۱۱۱	۰/۶۶۶۷	۰/۸۱۱۱



جدول ۷- وزن دهی به ماتریس نرمال شده ریسک ایمنی واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه (منبع یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

خرابی‌های تجهیزاتی	آسیب‌های جسمانی	مرگ	ماتریس واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه
۰/۱۷۳	۰/۰۴۶۳	۰/۰۵۴۲	انفجار
۰/۴۶۳	۰/۰۵۶۳	۰/۱۰۸	احتراق
۰/۴۲۰	۰/۰۵۲۴	۰/۱۷۳	سقوط از ارتفاع
۰/۱۰۸	۰/۱۷۳	۰/۰۵۶۳	برق گرفتگی

جدول ۸- شاخص نزدیکی نسبی ریسک ایمنی (منبع یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

اولویت	Cc_i	ماتریس واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه
۱	۰/۳۷۹	احتراق
۲	۰/۳۲۹	سقوط از ارتفاع
۳	۰/۳۱۴	انفجار
۴	۰/۳۰۵	برق گرفتگی

۱۱۸

شماره ۳۱

پاییز ۱۴۰۴

فصلنامه علمی

و پژوهشی



جدول ۹- نتایج ماتریس تصمیم‌گیری ریسک‌های محیط‌زیستی واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه (منبع یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

تولید پسماند	تولید پساب	انتشار آلاینده‌های گازی	ماتریس واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه
۳	۳	۵	آلودگی هوا
۵	۴	۲	آلودگی خاک
۴	۵	۲	آلودگی آب
-	-	-	نوع معیار
۰/۰۱۸۸	۰/۲۰۰۲	۰/۰۴۰۷	وزن معیار

جدول ۱۰- نرمال سازی یا بی‌مقیاس کردن ماتریس ریسک‌های محیط‌زیستی

(منبع یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

تولید پسماند	تولید پساب	انتشار آلاینده‌های گازی	ماتریس واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه
۰/۶۲۴۷	۰/۳۲۴۴	۰/۳۳۳۳	آلودگی هوا
۰/۶۲۴۱	۰/۴۸۶۷	۰/۶۶۶۷	آلودگی خاک
۰/۳۴۸۴	۰/۳۴۸۰	۰/۵۱۴۴	آلودگی آب

جدول ۱۱- وزن‌دهی به ماتریس نرمال شده ریسک‌های محیط‌زیستی واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی

منطقه ویژه اقتصادی عسلویه (منبع یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

تولید پسماند	تولید پساب	انتشار آلاینده‌های گازی	ماتریس واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه
۰/۰۱۷۳	۰/۰۵۶۳	۰/۱۰۸	آلودگی هوا
۰/۰۲۸۸	۰/۰۲۸۱	۰/۰۴۳۲	آلودگی خاک
۰/۰۲۳	۰/۰۵۶۳	۰/۰۶۴۸	آلودگی آب

جدول (۱۲): شاخص نزدیکی نسبی ریسک (منبع یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

اولویت	Cc_i	ماتریس واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه
۱	۰/۴۲۱	آلودگی هوا
۲	۰/۳۷۰	آلودگی خاک
۳	۰/۲۹۰	آلودگی آب

نتایج تحلیل مضمون مطالعات مرتبط با موضوع پژوهش نشان داد مهم‌ترین علل بروز ریسک در صنایع پتروشیمی علل انسانی نظیر عدم آگاهی پرسنل از اقدامات ایمنی در شرایط ناایمن، مدیریت ناکارآمد تجهیزات ایمنی و... علل طبیعی نظیر کمبود ظرفیت برد منابع محیطی برای جذب آلاینده‌های ایجاد شده از فعالیت صنایع پتروشیمی و علل فنی نظیر استهلاک تجهیزات فنی، عدم دارا بودن جنس خوب تجهیزات تولیدی، خرابی ماشین آلات فرآیند و ... است.

۳-۲-۳- تعیین علل زیربنایی بروز ریسک‌های ایمنی و محیط‌زیست در صنایع پتروشیمی

این بخش با استفاده از روش تحلیل مضمون و مرور نظام‌مند علل اصلی بروز ریسک‌های ایمنی و محیط‌زیست در صنایع پتروشیمی، استخراج شده و در نهایت با استفاده از روش کمی معادلات ساختاری عوامل استخراج شده، آزمون و تحلیل حساسیت شده‌اند.

۳-۲-۴- تحلیل مضمون علل زیربنایی ریسک‌های ایمنی و محیط‌زیست در صنایع پتروشیمی



۳-۳-۳- ارائه الگوی مدیریت ریسک صنایع پتروشیمی از طریق تعیین عوامل اصلی تأثیرگذار بر بروز ریسک‌های ایمنی و تخریب محیط‌زیست بر مبنای مدیریت HSE منابع انسانی

۳-۳-۱- تعیین علل بروز ریسک‌های ایمنی و تخریب محیط‌زیست در صنعت پتروشیمی در این بخش علل اصلی تأثیرگذار بر بروز ریسک‌های ایمنی و تخریب محیط‌زیست در صنعت پتروشیمی منتج از تحلیل مضمون از طریق مدل آماری معادلات ساختاری مورد آزمون قرار گرفت.

بر اساس پیاده‌سازی مدل معادلات ساختاری علل اصلی تأثیرگذار بر بروز حادثه در صنایع پتروشیمی در نرم‌افزار لیزرل نسخه ۸/۵ جدول (۱۴) شاخص‌های برازندگی مدل را نشان می‌دهد که تمامی معیارها حاکی از تناسب مدل پیاده‌سازی شده را دارد.

شکل (۴) نشان می‌دهد در بین سه عامل خطای انسانی، خطای فنی و علل طبیعی، عامل خطای انسانی چون مقدار t آن از ۱/۹۶ بیشتر است تأثیر معنی‌داری در بروز سطح ریسک‌های ایمنی و محیط‌زیست صنایع پتروشیمی دارند.

۳-۳-۲- مدیریت HSE منابع انسانی در راستای جلوگیری از بروز ریسک‌های ایمنی و محیط‌زیست صنایع پتروشیمی با توجه به اینکه علت اصلی بروز حوادث در

صنایع پتروشیمی علل انسانی (بر اساس مدل معادلات ساختاری مرحله قبل) اعلام شد، در این بخش به ارائه مؤلفه‌های مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست منابع انسانی در صنایع پتروشیمی پرداخته شده است. چراکه مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در صنایع پتروشیمی به‌عنوان یک اقدام برنامه‌ریزی مدیریت بحران (قبل از وقوع بحران) است.

برای رسیدن به این هدف از تکنیک تحلیل عاملی اکتشافی استفاده شد. جدول (۱۵) نشان داد با ۹۹ درصد اطمینان مقادیر جمع‌آوری شده برای تحلیل مؤلفه‌های مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست منابع انسانی در صنایع پتروشیمی مناسب است.

۳-۳-۲- مدیریت HSE منابع انسانی در راستای جلوگیری از بروز ریسک‌های ایمنی و محیط‌زیست صنایع پتروشیمی

با توجه به اینکه علت اصلی بروز حوادث در صنایع پتروشیمی علل انسانی (بر اساس مدل معادلات ساختاری مرحله قبل) اعلام شد، در این بخش به ارائه مؤلفه‌های مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست منابع انسانی در صنایع پتروشیمی پرداخته شده است. چراکه مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست در صنایع پتروشیمی به‌عنوان یک اقدام برنامه‌ریزی مدیریت بحران (قبل از وقوع بحران) است.

جدول ۱۳- تحلیل مضمون تحقیقات در خصوص تبیین علل بروز ریسک‌های ایمنی و محیط‌زیستی صنایع پتروشیمی (منبع یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

تحلیل محقق از تبیین علل بروز ریسک‌های ایمنی و محیط‌زیستی صنایع پتروشیمی	متن استخراجی	عنوان تحقیق	نام خانوادگی نویسنده (نویسندگان)
علت اصلی بروز ریسک‌های ایمنی و محیط‌زیستی صنایع پتروشیمی، فنی است.	نتایج نشان می‌دهد که بیشترین عدد اولویت ریسک مربوط به مؤلفه از سرویس خارج شدن واحد پلی‌اتیلن و انتشار حجم زیادی از گازهای هیدروژن و دی‌اکسید کربن به دلیل هر نوع مشکل فرآیندی و ایجاد آلودگی هوا با عدد اولویت ریسک ۴۹۰ است و پس از آن عملیات فلر اسیون با عدد اولویت ریسک ۴۴۱ که حالت بالقوه خرابی آن، انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا است که به دلیل احتراق گاز در فلر صورت می‌گیرد.	بررسی و ارزیابی ریسک‌های ایمنی و زیست‌محیطی پتروشیمی سیلان عسلویه با تکنیک FMEA	انصاری و انصاری [۳۳]
علت اصلی بروز ریسک ایمنی و محیط‌زیستی صنایع پتروشیمی، خطای انسانی است.	با اصلاح دو عامل اصلی مسئولیت‌پذیری و آموزش می‌توان بیش از ۸۰٪ از حوادث شغلی منجر به فوت را کنترل نمود؛ بنابراین پیاده‌سازی سیستم نظارت مؤثر بر کار کارکنان، به‌کارگیری کارکنان دارای دانش و مهارت کافی و ارتقاء شاخص‌های آموزش باعث بالا رفتن درک و شناخت منابع خطر، بهبود ایمنی و کاهش بروز حوادث می‌شود.	تجزیه و تحلیل علل ریشه‌ای حوادث ناشی از کار منجر به فوت در یک پالایشگاه گازی با استفاده از روش-Tripod-Beta	مشروفه و همکاران [۳۴]
علت اصلی بروز ریسک ایمنی و محیط‌زیستی صنایع پتروشیمی، بنا به تحقیق مذکور در بخش ایمنی انسانی فنی، در بخش محیط‌زیست علل طبیعی در بخش بهداشت نیز خطای انسانی است.	بنابر نتایج به‌دست‌آمده از تعداد ۳۸ ریسک شناسایی‌شده با روش FMEA سنتی، بالاترین رتبه مربوط به ریسک انتشار گازهای هیدروژن و آمونیاک در زمان از سرویس خارج شدن واحد آمونیاک و کمترین رتبه متعلق به ریسک پساب‌های آمونیاکی است. همچنین بیشترین فراوانی تأثیر ریسک‌ها مربوط به آلودگی هوا و نیز بیشترین دلیل ریسک‌ها مربوط به نقص در شبکه و اتصال‌ها هستند. نتایج فازی سازی ورودی‌ها و خروجی روش FMEA نشان می‌دهد که از مجموع ۱۵ ریسک که به‌صورت کلی در مجتمع پتروشیمی با نظرهای خبرگان شناسایی‌شده بیشترین عدد اولویت فازی در بخش بهداشتی مربوط به آلودگی صوتی (۰/۷۵)، در بخش ایمنی مربوط به سقوط از ارتفاع (۰/۷۵) و در بخش محیط‌زیست مربوط به کاهش منابع اکولوژیکی (۰/۶۱۳) است.	ارزیابی ریسک‌های محیط زیستی مجتمع پتروشیمی کرمانشاه با روش (FMEA)	بهرامی و همکاران [۱۹]

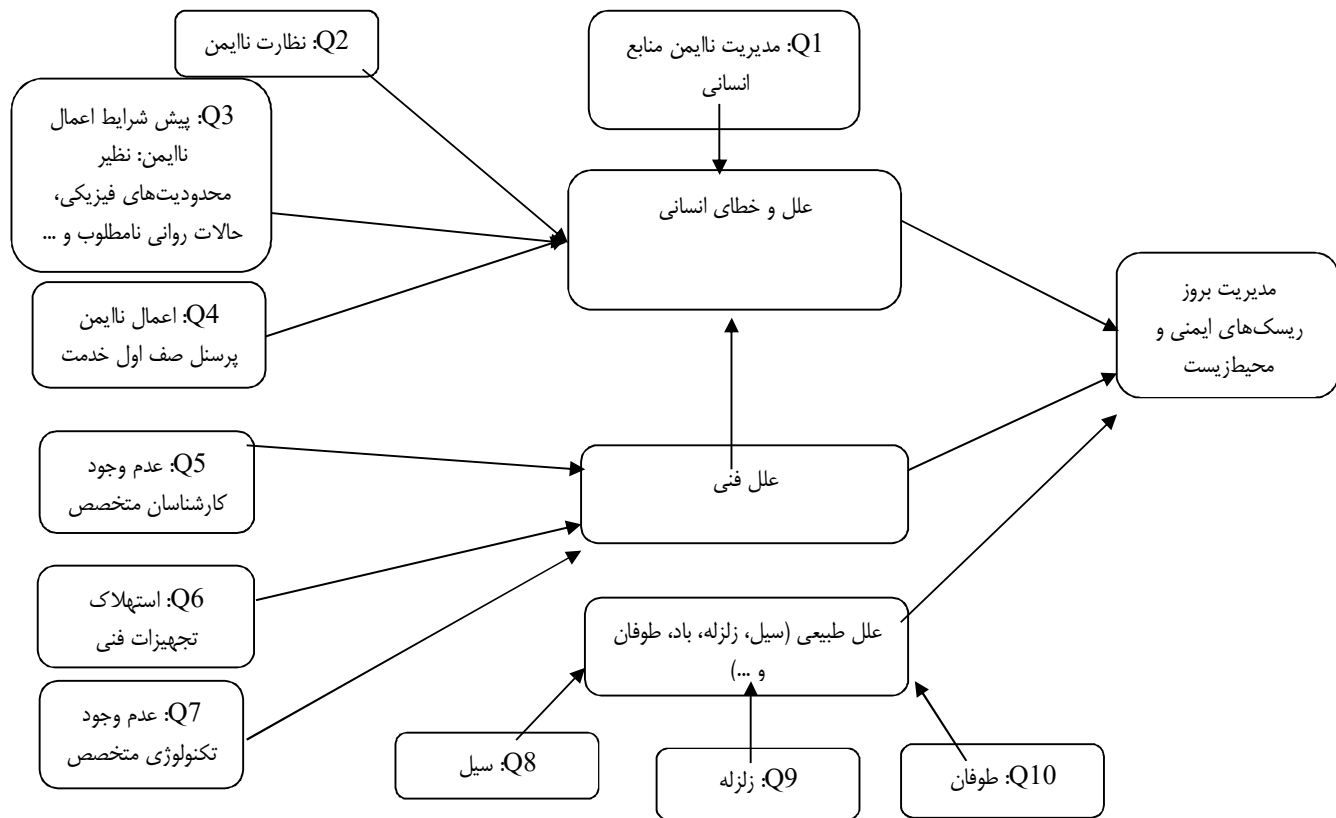
ادامه جدول ۱۳- تحلیل مضمون تحقیقات در خصوص تبیین علل بروز ریسک‌های ایمنی و محیط‌زیستی صنایع پتروشیمی (منبع یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

نام خانوادگی نویسنده (نویسندگان)	عنوان تحقیق	متن استخراجی	تحلیل محقق از تبیین علل بروز ریسک‌های ایمنی و محیط‌زیستی صنایع پتروشیمی
وزدانی و همکاران [۳۵]	کاربرد مدل FMEA به منظور ارزیابی ریسک‌های زیست‌محیطی، ایمنی و بهداشتی مخازن ذخیره‌سازی میعانات گازی شرکت پالایش گاز پارسین در سال ۱۳۹۵	بالاترین ریسک زیست‌محیطی مربوط به آتش‌سوزی بر اثر عوامل تروریستی بود که به دلیل موقعیت حساس کشور ما در منطقه، است. در بخش ایمنی و بهداشتی نیز بالاترین ریسک مربوط به استنشاق بخارات حین تعمیرات به دلیل عدم رعایت نکات ایمنی و عدم استفاده از وسایل استحضافی فردی است.	بر اساس نتیجه حاصله مهم‌ترین علل بروز ریسک در مخازن علت انسانی بوده است.
یانگ و همکاران ^۱ [۳۶]	تجزیه و تحلیل علل بروز حادثه صنایع شیمیایی از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ در چین: یک رویکرد نظریه شبکه پیچیده	مدیریت ناکارآمد، عدم آگاهی ایمنی پرسنل، نقض قوانین عملیات ایمنی از مهم‌ترین علل بروز حوادث است.	بر اساس نتیجه حاصله مهم‌ترین علل بروز ریسک در صنایع شیمیایی علت انسانی بوده است.
ردی و یاراکولا ^۲ [۳۷]	تجزیه و تحلیل حوادث در صنایع فرآیندهای شیمیایی در بازه زمانی ۱۹۹۸-۲۰۱۵	مشخص شده است که بیشترین حوادث مربوط به هیدروکربن‌ها و مواد شیمیایی سمی به ترتیب ۵۵ درصد و ۳۰ درصد است. علاوه بر این، حدود ۶۳ و ۲۵ درصد از حوادث مربوط به انفجار و آتش‌سوزی ناشی از اشتعال‌پذیری و ماهیت انفجاری هیدروکربن‌ها است.	بر اساس نتیجه حاصله مهم‌ترین علل بروز ریسک در صنایع شیمیایی علل طبیعی و انسانی بوده است.
کیدام و همکاران ^۳ [۳۸]	تجزیه و تحلیل فنی علل بروز حوادث در صنایع شیمیایی	علل بروز اکثر حوادث ناشی از نقص فنی (۷۳٪) و پس‌از آن سازمانی (۲۳٪) و ناشناخته (۴٪) است. در این پژوهش، توجه ویژه‌ای به «خطای مهندسی انسانی» برای حوادث ناشی از خرابی‌های انسانی با طرح سؤالاتی مانند «چرا اپراتور اشتباه کرد» داده شده است.	بر اساس نتیجه حاصله مهم‌ترین علل بروز ریسک در صنایع شیمیایی علل انسانی و فنی بوده است.

¹ Yang et.al

² Reddy and Yarrakolla

³ Kidam et.al

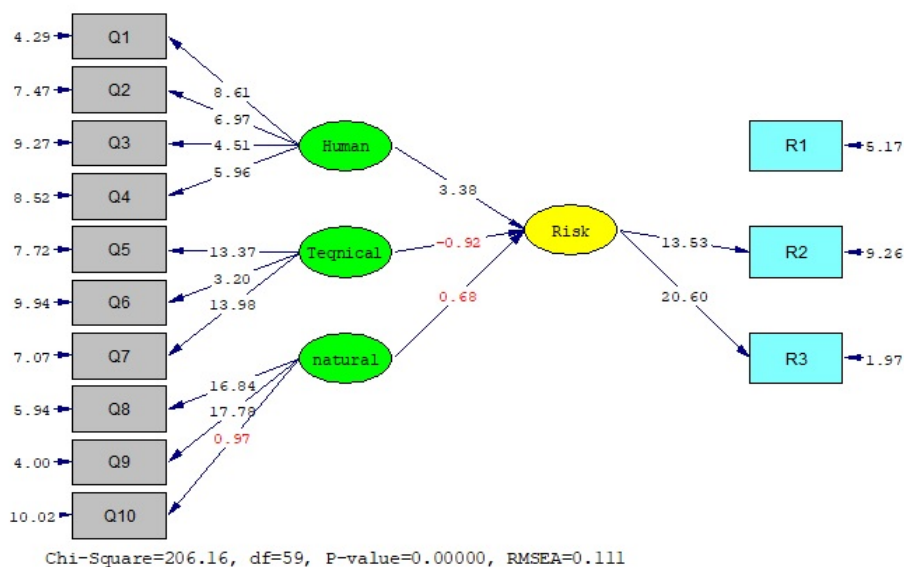


شکل ۳- مدل مفهومی علل اصلی تأثیرگذار بر بروز ریسک‌های ایمنی و تخریب محیط‌زیست در صنعت پتروشیمی (منبع یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

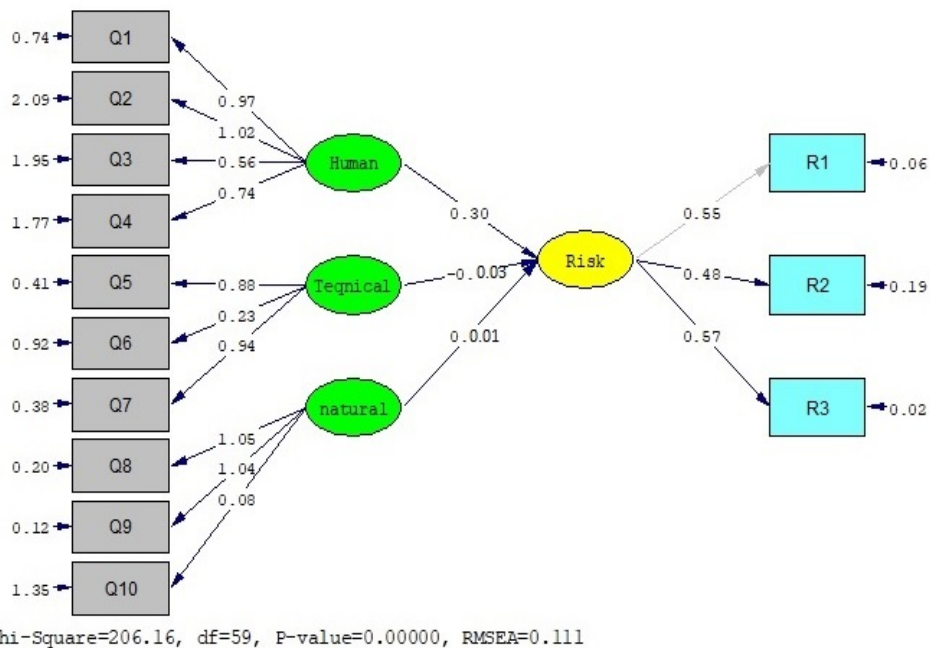
جدول ۱۴- شاخص‌های برازندگی مدل ساختاری، (منبع: یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

مقدار گزارش شده	معیار قابل قبول	شاخص برازش
۱/۹۲	≤ 3	$\frac{x^2}{df}$ مجذور کای به درجه آزادی
۰/۹۱	$0/90 \leq$	NFI شاخص نرم شده برازندگی
۰/۹۳	$0/90 \leq$	NNFI شاخص نرم نشده برازندگی
۰/۹۵	$0/90 \leq$	CFI شاخص برازندگی تطبیقی
۰/۹۰	$0/90 \leq$	GFI شاخص میزان انطباق
۰/۹۵	$0/90 \leq$	IFI شاخص برازندگی فزاینده
۰/۰۴۷	$\leq 0/05$	RMR میانگین مجذور پس مانده‌ها
۰/۰۷۹	$\leq 0/08$	RMSEA ریشه دوم برآورد واریانس خطای تقریب

متغیر	CR	AVE
خطای انسانی	۰/۷۱۴	۰/۵۵۵
علل فنی	۰/۶۲۷	۰/۴۵۸
علل طبیعی	۰/۶۷۰	۰/۳۴۸
بروز ریسک	۰/۷۳۹	۰/۴۱۵



شکل ۴- مقادیر t در مدل ساختاری برازش یافته مربوط به تحلیل مسیر علل اصلی تأثیرگذار بر بروز ریسک‌های ایمنی و تخریب محیط‌زیست در صنعت پتروشیمی (منبع: یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)



شکل ۵- مقادیر بار عاملی غیراستاندارد در مدل ساختاری برازش یافته مربوط به تحلیل مسیر علل اصلی تأثیرگذار بر بروز ریسک‌های ایمنی و تخریب محیط‌زیست در صنعت پتروشیمی (منبع: یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

جدول ۱۵ - نتایج چرخش واریمکس تحلیل
مؤلفه‌های مدیریت منابع انسانی در صنایع پتروشیمی
(منبع یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

شاخص KMO	آزمون بارتلت	سطح معناداری
۰/۹۳	۲۵۸	۰/۰۰۰۰۱**

** معناداری در سطح یک درصد خطا

انسانی را باعث می‌شوند به عبارتی مؤلفه‌های مطرح شده در حدود ۵۴/۱۷ درصد از واریانس مدیریت HSE منابع انسانی را تبیین می‌نماید.

برای رسیدن به این هدف از تکنیک تحلیل عاملی اکتشافی استفاده شد. جدول (۱۵) نشان داد با ۹۹ درصد اطمینان مقادیر جمع‌آوری شده برای تحلیل مؤلفه‌های مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست منابع انسانی در صنایع پتروشیمی مناسب است.

جدول (۱۶) نشان می‌دهد عامل‌های اصلاح شرایط نایمن، جلوگیری از بروز اعمال نایمن، نظارت ایمن مسئولین HSE و مدیریت ایمن منابع انسانی به ترتیب ۱۸/۹ درصد، ۱۴/۴۲، ۱۰/۹۹ و ۹/۸۶ درصد از مدیریت HSE منابع

جدول ۱۶ - نتایج تحلیل عاملی مؤلفه‌های مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست منابع انسانی در صنایع

پتروشیمی (منبع یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

ردیف	عامل‌ها	گویه‌ها	ارزش ویژه عاملی	درصد واریانس تبیین شده	واریانس جمعی
۱	اصلاح شرایط نایمن	اصلاح محدودیت‌های فیزیکی (نظیر پرتگاه‌ها، ارگونومی و...)	۰/۷۰	۱۸/۹	۱۸/۹
		رفع شرایط نامساعد محیطی نظیر بارندگی شدید و... که مانع از عملکرد تولید می‌شود.	۰/۶۸		
		تعطیلی کار در زمان‌های پیش‌بینی شرایط غیرقابل کنترل جوی نامساعد	۰/۴۴		
۲	جلوگیری از بروز اعمال نایمن	اعمال سیستم تشویق و تنبیه برای کارکنان	۰/۷۱	۱۴/۴۲	۳۳/۳۲
		اعمال قوانین و مقررات HSE	۰/۷۲		
		برگزاری کلاس‌های آموزشی HSE برای آگاه‌سازی کارکنان از اعمال نایمن	۰/۴۵		
۳	نظارت ایمن مسئولین HSE	نظارت مستمر مسئول ایمنی	۰/۶۷	۱۰/۹۹	۴۴/۳۱
		استخدام کارشناسان و افسران باتجربه با زمینه علمی مرتبط برای رعایت جدی قوانین HSE توسط تیم HSE مستقر	۰/۶۶		
		تهیه فرم‌های آنومالی به صورت مستمر به منظور برنامه‌ریزی برای رفع عدم انطباق‌ها	۰/۸۶		
۴	مدیریت ایمن منابع انسانی	همکاری مدیران بالادست به منظور اجرای قوانین HSE	۰/۴۵	۹/۸۶	۵۴/۱۷
		هزینه نمودن برای برقراری HSE در سایت‌ها	۰/۶۸		
		توسعه نظام شایسته‌سالاری HSE در بین کارکنان	۰/۴۵		
		اعمال قوانین آگاهی از قوانین HSE در بدو استخدام	۰/۷۸		

۱۲۵
شماره ۳۱
پاییز ۱۴۰۴
فصلنامه علمی و پژوهشی
میراث

فرا تخطیل عمل بروز ریسک ایمنی و محیط زیست در صنایع پتروشیمی و راه راهکار مدیریت منابع انسانی HSE به منظور تعدیل ریسک‌های پالتوه / شهلا مدینه سمانه رحیمی، غلامرضا نبی پیدهندی، حسن هودی، محمدجواد امیری

۴- نتیجه گیری

ارزیابی ریسک ایمنی واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه و اعداد ضرایب نزدیکی نسبی ریسک نشان داد ریسک حریق و سقوط از ارتفاع در واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک، به ترتیب با ضریب نسبی ۰/۳۷۹ و ۰/۳۲۹ اولویت اول و دوم دارند. همچنین در نتایج مطالعات قائد شرف و جباری (۱۳۹۹)، کاظمی و همکاران (۱۳۹۹)، جوهری همکاران (۱۳۹۷) و بهرامی و همکاران (۱۳۹۷) نیز ریسک سقوط از ارتفاع در صنایع پتروشیمی، مهم ترین نشان داده شد. همچنین ریسک های انفجار و برق گرفتگی به ترتیب با ضریب نسبی ۰/۳۱۴ و ۰/۳۰۵ در اولویت سوم و چهارم هستند.

ارزیابی ریسک های محیط زیستی واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه نشان داد ریسک آلودگی هوا و آلودگی خاک در واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک، به ترتیب با ضریب نسبی ۰/۴۲۱ و ۰/۳۷۰ اولویت اول و دوم را دارند. همچنین ریسک آلودگی آب با ضریب نسبی ۰/۲۹۰ در اولویت سوم ارزیابی ریسک محیط زیستی واحدهای تولید اتیلن و آمونیاک پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه، تخمین زده شده است.

نتایج مطالعه جوهری و همکاران (۱۳۹۷) نیز ریسک آلودگی هوای ناشی از صنعت پتروشیمی را در اولویت اول (در راستای پژوهش حاضر) و ریسک آلودگی آب را در اولویت دوم (مخالف پژوهش حاضر) نشان داد. در مطالعه بهرامی و همکاران (۱۳۹۷) نیز فعالیت های صنایع پتروشیمی مسبب کاهش منابع اکولوژیکی مطرح شده است. این بدین معنی است که با اجرای فعالیت های فرآیندی صنایع پتروشیمی و ایجاد آلودگی هوا، خاک و آب ظرفیت برد منابع

محیطی کاهش می یابد که براین اساس در راستای مطالعه حاضر است.

نتایج مربوط به مدل معادلات ساختاری علل اصلی تأثیرگذار بر بروز حادثه در صنایع پتروشیمی در بین سه عامل خطای انسانی، خطای فنی و علل طبیعی، نشان داد عامل خطای انسانی (با بار عاملی ۰/۳ و مقدار t استاندارد ۳/۳۸) با ۹۹ درصد اطمینان تأثیر معنی داری در بروز سطح ریسک های ایمنی و محیط زیست صنایع پتروشیمی دارند. در مطالعات مشروقه و همکاران (۱۴۰۱)، بهرامی و همکاران (۱۳۹۷)، وزدانی و همکاران (۱۳۹۷)، یانگ و همکاران (۲۰۲۳)، ردی و یاراکولا (۲۰۱۶) و کیدام و همکاران (۲۰۱۵) نیز عامل خطای انسانی، از زیربنایی ترین علل بروز ریسک های ایمنی و به تبع آن محیط زیست در صنایع پتروشیمی شناخته شده است.

تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک یکی از ابزارهای اساسی برای ایجاد مدیریت بحران است که اولویت های فعالیت ها را برای برنامه ریزی قبل از بروز بحران را هدایت می کند. براین اساس، لازم است تا ریسک ها به درستی تعیین شوند. به طور کلی با پیش بینی صحیح ریسک های بالقوه در صنایع فرآیندی و علل بروز آنها است که می توان تعیین کرد، چه منابعی برای ارائه کمک برای برنامه ریزی قبل از وقوع بحران های حریق، مرگ و میر، کاهش ظرفیت برد منابع محیطی نظیر هوا، آب و خاک که در نتیجه بروز بحران آلودگی ها اتفاق می افتد، مورد نیاز خواهد بود (چروزیک، ۲۰۱۹).

در این پژوهش نیز بر اساس تجزیه و تحلیل ریسک های ایمنی و محیط زیست و علل بروز آنها در صنایع پتروشیمی، مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست منابع انسانی به عنوان یکی از اقدامات مناسب، برای برنامه ریزی مدیریت بحران در این صنعت قبل از بروز بحران های ایمنی و

۱۲۶

شماره ۳۱

پاییز ۱۴۰۴
فصلنامه علمی

و پژوهشی



محیط‌زیست، معرفی شده است.

لذا نتایج تحلیل عاملی اکتشافی برای مدیریت HSE منابع انسانی در صنایع پتروشیمی نشان داد عامل‌های اصلاح شرایط نایمن (با درصد واریانس تبیین شده ۱۸/۹ درصد)، جلوگیری از بروز اعمال نایمن (با درصد واریانس تبیین شده ۱۴/۴۲ درصد)، نظارت ایمن مسئولین (HSE) با درصد واریانس تبیین شده ۱۰/۹۹ درصد) و مدیریت ایمن منابع انسانی (با درصد واریانس تبیین شده ۹/۸۶ درصد) به ترتیب بیشترین اثر مثبت را در اعمال مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست (HSE) منابع انسانی صنایع پتروشیمی منطقه ویژه اقتصادی عسلویه خواهند داشت.

پیشنهادهای ذیل برای تأمین شرایط ایمن در محیط کاری در صنعت پتروشیمی ارائه می‌شود:

- اصلاح محدودیت‌های فیزیکی (نظیر پرنگاه‌ها، ارگونومی و...)

- حداقل‌سازی ریسک شرایط نامساعد محیطی از طریق ایجاد سازه‌های مهندسی و... که مانع از عملکرد تولید می‌شود.

- تعطیلی کار در زمان‌های پیش‌بینی شرایط غیرقابل کنترل جوی نامساعد

پیشنهادهای ذیل برای جلوگیری از بروز اعمال نایمن در صنعت پتروشیمی ارائه می‌شود:

- برقرار و اعمال سیستم تشویق و تنبیه برای کارکنان

- اعمال مناسب قوانین و مقررات HSE

- برگزاری کلاس‌های آموزشی HSE برای

آگاه‌سازی کارکنان از اعمال نایمن و آشنایی با اقدامات ایمن در شرایط نایمن

پیشنهادهای ذیل برای نظارت ایمن مسئولین HSE در صنعت پتروشیمی ارائه می‌شود:

- استخدام کارشناسان و افسران باتجربه با زمینه علمی مرتبط برای رعایت جدی قوانین HSE توسط تیم HSE مستقر

- نظارت مستمر مسئول ایمنی

- تهیه فرم‌های آنومالی به‌صورت مستمر به‌منظور برنامه‌ریزی برای رفع عدم انطباق‌ها

پیشنهادهای ذیل برای مدیریت ایمن منابع انسانی در صنعت پتروشیمی ارائه می‌شود:

- همکاری مدیران بالادست به‌منظور اجرای قوانین HSE

- هزینه نمودن برای برقراری HSE در سایت‌ها
- توسعه نظام شایسته‌سالاری HSE در بین کارکنان

- اعمال قوانین آگاهی از قوانین HSE در بدو استخدام

درنهایت پیشنهاد می‌شود نتایج به‌دست آمده از این پژوهش در اختیار مدیران پتروشیمی در منطقه ویژه اقتصادی عسلویه قرار بگیرد تا راهنما و شروعی برای مدیریت HSE منابع انسانی به‌منظور برنامه‌ریزی برای اعمال مدیریت بحران قبل از وقوع، در این مناطق باشد. لذا الگوی مدیریت ریسک ایمنی و محیط‌زیست در صنایع پتروشیمی از مراحل زیر تبعیت می‌نماید.

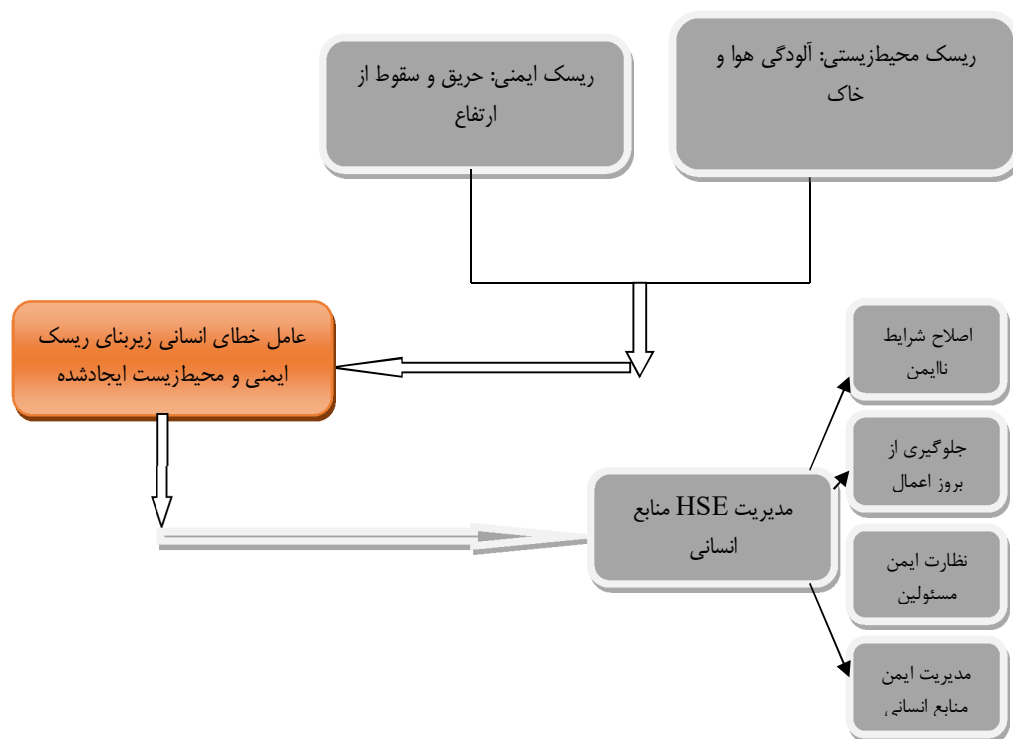
۱۲۷

شماره ۳۱

پاییز ۱۴۰۴

فصلنامه علمی و پژوهشی





شکل ۶- الگوی مدیریت ریسک ایمنی و محیط‌زیست صنایع پتروشیمی بر مبنای مدیریت منابع انسانی
(منبع: یافته‌های پژوهش، رحیمی و همکاران، ۱۴۰۳)

۵- ق‌دردانی

از کارشناسان محترم شاغل در منطقه ویژه اقتصادی عسلویه، به دلیل همکاری در نظرسنجی و مصاحبه که با تخصیص زمان و به اشتراک‌گذاری دانش و تجربه‌شان به غنی‌سازی پژوهش کمک ویژه‌ای نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

۶- منابع

1. Chruzikm K. (2019). Risk management in Crisiss. Journal of KONBiN, 49(4), Pp: 245-264. DOI 10.2478/jok-2019-0085
- ۲- تقوی فرد، محمدتقی، مهرداد خداوردیان و ایمان رئیسی وانانی. (۱۴۰۱). مدل مدیریت ریسک مبتنی بر مدیریت دانش مطالعه موردی: شرکت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات عضو سازمان نظام صنفی رایانه‌ای کشور. مجله مدیریت بحران، ۱۱(۲)، صص: ۱-۲۵.
- ۳- کرمی، شاهو، غلامرضا نبی‌بهدندی، ح.ر. جعفری، حسن هویدی و امیر هدایتی. (۱۳۹۸). ارزیابی ریسک مواجهه با مواد شیمیایی با استفاده از روش‌های

تصمیم‌گیری چند معیاره مطالعه موردی: پتروشیمی اراک. فصلنامه سلامت و محیط‌زیست، ۷(۲)، صص: ۲۲۹-۲۳۸.

4. Huang, Y. T., D. J. Lowe, G. J. Churchman, L. A. Schipper, N. J. Rawlence and A. Cooper. (2016). Carbon Storage and DNA Adsorption in Allophanic Soils and Paleosols. Springer International Publishing Switzerland.

5. Chruzikm K. (2019). Risk management in Crisiss. Journal of KONBiN, 49(4), Pp: 245-264. DOI 10.2478/jok-2019-0085

6. Yang, J.Feng., P.C.Wang, X.Y. Liu, M.C. Bian, Liang-Chao Chen, Si-Yun Lv, Jin-Fu Tao, Guan-Yu Suo, Shen-Qing Xuan, Ru Li, Jian-Wen Zhang, Chi-Min Shu, Zhan Dou. (2023). Analysis on causes of chemical industry accident from 2015 to 2020 in Chinese mainland: A complex network theory approach. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 83(105061).

7. Ebrahimi, H. R., Saeidi rezvani, N. & Maani manjili, A. (2016). Investigating the development of design principles of playground areas for children by focusing on age group (5-12) (case study: Rasht). journal of Bagh-e-Nazar, 8(19), Pp:49-60.

۸- ساجدیان، علی‌اصغر، علی کریمی. محسن صادقی‌پارندی و وحید احمدی‌مشیران. (۱۳۹۹). ارزیابی



ریسک بهداشتی مواجهه با بخارات آکریلونیتریل در یک صنعت پتروشیمی به روش سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا. مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای دانشگاه علوم پزشکی همدان، ۳۷(۳)، صص: ۹-۱۷.

9. Kassrm, M. (2022). Risk Management Assessment in Oil and Gas Construction Projects Using Structural Equation Modeling (PLS-SEM). *Gases*; 2(2), Pp: 33-60.

10. Mizrak, K. (2024). Crisis Management and Risk Mitigation: Strategies for Effective Response and Resilience. In book: *Trends, Challenges, and Practices in Contemporary Strategic Management* (pp.254-278). DOI:10.4018/979-8-3693-1155-4.ch013

۱۱- جانعلی زاده قزوینی، مهدی، کفاش پور، آذر، رحیم پور، امیر و سامانین، مصیب. (۱۴۰۰). رتبه بندی مؤلفه های مدیریت منابع انسانی سبز مؤثر بر عملکرد محیطی شهرداری مشهد (رویکرد تحلیل سلسله مراتبی). مجله ختمشی گذاری عمومی در مدیریت (رسالت مدیریت دولتی)، ۱۲(۴۱)، صص: ۱۶۳-۱۷۷.

۱۲- برزیگر، جهاد و محمد جلیلی. (۱۴۰۲). ارزیابی ریسک های مختلف صنایع پتروشیمی ایران. فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه گذاری، ۱۲(۳)، صص: ۳۳۵-۳۵۴.

۱۳- ابطحی، سید احسان، رضا کلهر و داوود صداقت شایگان. (۱۴۰۱). ارزیابی و مدیریت ریسک زیرساخت های نفت و گاز استان های مرزی با هدف کاهش اثرات تهدید. نشریه علمی فرآیند نو، ۱۷(۷۹)، صص: ۷۰-۹۰.

Doi:
10.22034/FARAYANDNO.2022.556111.1
87

۱۴- نظام الدینی، زینب السادات، آلا فتاحی و امیرحسین صادقی رونیزی. (۱۴۰۰). ارزیابی ریسک پروژه تعمیرات در صنعت پتروشیمی به روش FMEA: یک مطالعه موردی در صنایع پتروشیمی جنوب غرب ایران. کنفرانس بین المللی مدیریت و صنعت. SID. <https://sid.ir/paper/901661/fa>

۱۵- قائدشرف، زهره و جباری، موسی. (۱۳۹۹). شناسایی خطرات و ارائه برنامه مدیریت ریسک های HSE در واحد اوره مجتمع پتروشیمی شیراز با استفاده از روش Bow Tie و ANP-SWOT. بهداشت و ایمنی کار، ۱۰(۱)، صص: ۴۶-۵۷.

<http://jhs.w.tums.ac.ir/article-۶۲۵۱-۱-۱-fa.html>

۱۶- کاظمی، مهدی علی، رضا احتشام راثی و مسعود علی

حسینی. (۱۳۹۹). ارزیابی عوامل ریسک انسانی در پروژه های نفت و گاز: مطالعه موردی شرکت نفت و گاز پارس. پژوهش های سیاست گذاری و برنامه ریزی انرژی، ۱۸(۱)، صص: ۳۹-۶۶.

<https://sid.ir/paper/372305/fa>

۱۷- قرایی آشتیانی، محمدرضا و محسن ادبی فیروز جاتی. (۱۴۰۳). بررسی گزینه های طراحی و پیاده سازی تغییر در بخش سلامت (مورد مطالعه: بیمارستان شهید دکتر چمران. مجله مدیریت بحران، ۱۱(۱)، صص: ۱-۲۱.

۱۸- جوهری، زهرا، مهرداد چراغی و سهیل سبحان اردکانی. (۱۳۹۷). ارزیابی ریسک زیست محیطی شرکت پتروشیمی ایلام با استفاده از روش های TOPSIS و ANP در سال ۱۳۹۵. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ۲۶(۵)، صص: ۷۹-۸۸.

۱۹- بهرامی، سجاد. احد ستوده، ناصر جمشیدی، محمدرضا علمی. (۱۳۹۷). ارزیابی ریسک های محیط زیستی مجتمع پتروشیمی کرمانشاه با روش FMEA. مجله علوم محیطی، ۱۶(۳)، صص: ۱-۲۴.

۲۰- خدابنده لو، اسلام علی، امیرهومن حمصی، اکرم الملوک لاهیجانیان، امیرحسام حسنی و علی محمدی، علی. (۱۴۰۴). شناسایی، آنالیز و رتبه بندی ریسک های موجود در حوادث شغلی آتش نشانان با استفاده از روش ANP و JSA. مجله مدیریت بحران، ۱۴(۱)، صص: ۵۳-۷۵.

21. Waqar, A. I. Othman, N. Shafiq and M. Mansoor. (2024). Evaluating the critical safety factors causing accidents in downstream oil and gas construction projects in Malaysia. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(1), Pp: 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102300>

22. Tang, B., J. Chang-Jing, Y. A. Zheng, Kang-Ning Liu, A. Yi-Fei Ma, J. Yu Chen. (2024). Risk assessment of oil and gas investment environment in countries along the Belt and Road Initiative. *Petroleum Science*, 24(2), Pp: 1429-1443. <https://doi.org/10.1016/j.petsci.2023.10.009>

23 Marbini, A., J. Asu, K. Hafeez and P. Khoshnevis. (2024). DEA-driven risk management framework for oil supply chains. *Socio-Economic Planning Sciences*, 95, Pp:1-14. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2024.101996>.

24. Wu, X. H. Huang, J. Xie, M. Lu, S. H. Wang, W. Li, Y. Huang, W. Yu and X. Sun. (2023). A novel dynamic risk assessment method for the petrochemical industry using bow-tie analysis and Bayesian network analysis method based on the methodological framework of ARAMIS project. *Journal of Reliability Engineering & System Safety*, 237,

میعانات گازی شرکت پالایش گاز پارسین در سال ۱۳۹۵. مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، ۱۷(۴)، ۳۴۵-۳۵۸.
<https://sid.ir/paper/71435/fa>

36. Yang, J.Feng., P.C.Wang, X.Y. Liu, M.C. Bian, Liang-Chao Chen, Si-Yun Lv, Jin-Fu Tao, Guan-Yu Suo, Shen-Qing Xuan, Ru Li, Jian-Wen Zhang, Chi-Min Shu, Zhan Dou. (2023). Analysis on causes of chemical industry accident from 2015 to 2020 in Chinese mainland: A complex network theory approach. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 83(105061).

37. Reddy, K. and K. Yarrakula. (2016). Analysis of Accidents in Chemical Process Industries in the period 1998-2015. *International Journal of ChemTech Research*, 9(4), Pp: 177-192.

38. Kiddam, K., M. Hurme and M. Hassimi. (2016). University of Technology, Plant Design, Department of Biotechnology and Chemical Technology.

Pp:

25. Oliveira, R. and L. H.Huatuco. (2023). Integrated risk management performance and manufacturing capabilities in the energy sector. *Journal of Business Research*, 104(1), pp. 541-551.

26. Kassrm, M. (2022). Risk Management Assessment in Oil and Gas Construction Projects Using Structural Equation Modeling (PLS-SEM). *Gases*; 2(2), Pp: 33-60. <https://doi.org/10.3390/gases2020003>

27. Musina, D.R., A. V. Yangirov, V. V. Biryukova, Z. A. Gareeva and S. I. Nasyrova. (2020). Improving the Risk Management System in Oil Production. *International science and technology conference "EarthScience."*

28. Aljohani, M. and J. Skilling. (2018). Process safety and risk management in the petrochemical industry: A cultural perspective. *SYMPOSIUM SERIES*, 163, Pp: 1-4.

29. Rodina, L. and T. Sinyavets. (2017). Risk Management of Petrochemical Industry Enterprises. *Machines. Technologies. Materials*, 11(9), Pp: 450-452.

30. Mechhoud, E., M. Rouainia and M. Rodriguez. (2016). A new tool for risk analysis and assessment in petrochemical plants. *AEJ - Alexandria Engineering Journal*, 55(3), Pp: 1-13.

31. Ouache, R. and A. J. Adham. (2016). Reliability of Risk Assessment in Petrochemical Industries. *International Journal of Industrial Management*, ISSN (Print): 2289-9286; Pp: 1-12.

۳۲- خبرنامه الکترونیکی سازمان منطقه ویژه انرژی پارس. (۱۳۹۸). چشم‌انداز منطقه ویژه پارس شکوفایی اقتصادی مبتنی بر تولید و اشتغال است. بامداد پارس، (۱)، صص: ۱-۱۰.

۳۳- انصاری، امیر مسعود و امیر منصور انصاری. (۱۴۰۱). بررسی و ارزیابی ریسک‌های ایمنی و زیست‌محیطی پتروشیمی سبلان عسلویه با تکنیک FMEA. فصلنامه رهیافتی در مدیریت نفت و گاز، ۳(۳)، صص: ۱-۹.

۳۴- مشروفه، عبدالرضا، محمدعلی بلبلی، علی پورباندی، حسن شروفه و سعید کریمی. (۱۴۰۱). تجزیه و تحلیل علل ریشه‌ای حوادث ناشی از کار منجر به فوت در یک پالایشگاه گازی با استفاده از روش Tripod-Beta. فصلنامه علمی-تخصصی طب کار، ۱۴(۱)، صص: ۴۰-۵۶.

۳۵- وزدانی، صغری، غلامرضا سبزیقایی، سولماز دشتی، میترا چراغی، رضا علیزاده، رضا و اعظم همتی. (۱۳۹۷). کاربرد مدل FMEA جهت ارزیابی ریسک‌های زیست‌محیطی، ایمنی و بهداشتی مخازن ذخیره‌سازی