Journal of Urban Management & Environmental Engineering

Journal homepage: https://jumee.kgut.ac.ir
Vol.1, No.1; 2023.pp: 37-56

Research paper

(Received May 4, 2023 Accepted June 11, 2023)

Analysis of Health, Safety and Environment (HSE) situation focusing on occupational accidents in oil fields, a case study of Yadavaran oil field

Morteza RiyaziNejad*[1], Gholam Reza Nabi BidHendi[2]

[1] *Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran.*
[2] *Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran.*

Abstract

Occupational incidents in the oil industry have difficulties and problems in the various phases of construction and operation. In this research, we tried to investigate the effect of oil industry risk in phase construction in one of the largest oilfields in the country, Yadavaran field in Khuzestan province. For this purpose, the FMEA model has been used that is typically used to assess the risk of occupational accidents. According to surveys, interviews and statistics, 47 job incidents were identified during the construction phase of this oil field and the details were collected. According to the obtained results, the value of the risk priority value is obtained by an average of 212. Also, based on the type of events classified, several corrections' suggestions were proposed, which is expected to decreased the RPN to 133.2 which shows a reduction of 37% of the risk priority number. Although changes have been made in the form of low-cost, continuous and periodic suggestions that showed the positive impact of the reform in this area.

Keywords: Occupational Accidents, Yadavaran Oil Field, FMEA, Risk Assessment.

* *Corresponding Author: Morteza RiyaziNejad*
Email: mriyazinejad@gmail.com
Phone:+989128914807

Doi: 10.48306/jumee.2023.395898.1003

نشریه علمی مدیریت شهری و مهندسی محیط زیست

آدرس نشریه:https://jumee.kgut.ac.ir

سال اول/شماره اول/بهار ۱۴۰۲/صفحه ۳۷-۵۶

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۲۱ تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۴/۱۴

تحلیل وضعیت بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE) با محوریت حوادث شغلی در میادین نفتی، مطالعه موردی میدان نفتی یادآوران

مرتضی ریاضی نژاد*[۱]، غلام رضا نبی بیدهندی[۲]

۱-دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران، mriyazinejad@gmail.com

۲- دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران، ghhendi@ut.ac.ir

چکیده

حوادث شغلی در صنعت نفت همواره یکی از دشواری‌ها و مشکلات فازهای مختلف ساخت و راه‌اندازی است. در این مطالعه سعی بر آن است تا ریسک حوادث شغلی صنعت نفت در فاز ساخت دریکی از بزرگ‌ترین میدان‌ها نفتی کشور، میدان نفتی یادآوران در استان خوزستان ارزیابی شود. برای این منظور از مدل FMEA استفاده شد که روشی متداول در ارزیابی ریسک حوادث شغلی است. طبق بازدیدها، مصاحبه‌ها و آمارهای گرفته‌شده تعداد ۴۷ حادثه شغلی در فاز ساخت این میدان نفتی شناسایی و اطلاعات آن جمع‌آوری شد. طبق نتایج به‌دست‌آمده، مقدار عدد اولویت ریسک به‌صورت میانگین برابر با مقدار ۲۱۲ به دست آمد. همچنین، بر اساس نوع حوادثی که دسته‌بندی شد چندین اقدام اصلاحی نیز پیشنهاد شد که بر اساس این اقدامات درنهایت عدد اول بعد از اقدامات اصلاحی ۱۳۳.۲ حاصل شد که درنتیجه آن مقدار کاهش معادل ۳۷ درصد عدد اولویت ریسک مشاهده گردید. بااینکه تغییرات انجام‌شده تغییراتی از نوع اقدامات کم‌هزینه ولی مداوم و دوره‌ای و کارآمد است می‌توان اثر مثبت اصلاحات را در این منطقه نفتی مشاهده نمود.

کلمات کلیدی: حوادث شغلی، میدان نفتی یادآوران، FMEA، ارزیابی ریسک.

* نویسنده مسئول: مرتضی ریاضی نژاد

ایمیل: mriyazinejad@gmail.com

شماره تماس: ۰۹۱۲۸۹۱۴۸۰۷

Doi: 10.48306/jumee.2023.395898.1003

۱- مقدمه

با توسعه صنایع و رشد تکنولوژی مسئله ریسک در صنعت و تنوع مخاطرات به‌طور چشمگیری افزایش‌یافته است. در چند دهه اخیر وقوع حوادث هولناکی مانند بوپال هند، سوسو ایتالیا، فلکسیبر انگلستان و همچنین شدت زیان‌های جانی و مالی سوانح در صنایع مختلف اهمیت شناسایی مخاطرات و کنترل ریسک‌های ایمنی و بهداشت شغلی را دوچندان نموده است. یک سیستم مدیریت ریسک ایمنی و بهداشت شغلی سازمان را در شناسایی، حذف و یا به حداقل رساندن ریسک‌های مرتبط با مسائل بهداشتی و ایمنی شغلی و حفظ سلامت کارکنان یاری می‌نماید.

رعایت و حفظ HSE[1] یکی از اصول توسعه پایدار کشورها می‌باشد؛ هدف نهایی هر یک از این سه موضوع، حفظ سلامت و زندگی انسان است و در نظر گرفتن توأم این سه موضوع منجر به بهره‌وری بیشتر می‌شود؛ یک سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست زمانی می‌تواند موفق باشد که رویکرد پیشگیرانه در مورد حوادث و بیماری‌های شغلی و خسارت‌های زیست‌محیطی باعث کارایی آن گردد [۱]؛ ازآنجایی‌که پیمانکاران نقش مهمی در انجام پروژه‌های عظیم نفت و گاز کشور دارند لازم است که به امور HSE این گروه توجه ویژه‌ای گردد؛ در تمام شرکت‌های نفتی دنیا توجه به موضوع HSE از اولویت‌های اجتناب‌ناپذیر می‌باشد به‌طوری‌که بدون اجرای این مدیریت، عملاً مشروعیت فعالیت‌های آن‌ها زیر سؤال می‌رود و ضروری است که در صنایع نفت و گاز کشور ما هم با الگوبرداری از این شرکت‌ها به این مهم توجهی بیش از گذشته گردد.

فاز ساخت یکی از مراحل بسیار پرمخاطره صنعتی است که همراه با آسیب‌های جزئی تا شـــدید جانـــی، مالی می‌باشد و بخش مهمی از زمان‌های کاری ازدست‌رفته را شامل می‌شود. به‌طورکلی فرد و آگاهی‌های فردی یک عامل مهم و مؤثر در بروز حادثه و عوامل مخاطره‌آمیز می‌باشد. در بررسی حوادث ناشی از کار می‌توان به این نتیجه رسید که علت اصلی بیش از ۹۰٪ حوادث در محیط‌های کاری ناشی از رفتار و خطاهای انسانی است، بنابراین وجود یک سیستم جامع ایمنی، بهداشت شغلی می‌تواند از زمینه‌های پیشگیری حوادث ناشی از کار و کمک مؤثری به کارکنان باشد. ازآنجاکه حادثه یکی از عوامل مهم در نابودی پتانسیل بالقوه در صنایع می‌باشد، بررسی آن به جهت ارتقای سیستم ایمنی و جلوگیری از تکرار حوادث مشابه از اصول برنامه‌های مدیریت HSE می‌باشد. بنا به بیان مطالعات اخیر حادثه دارای ۳ ویژگی می‌باشد: دور از انتظار است، گریزناپذیر است و بدون برنامه اتفاق می‌افتد [۲]. با توجه به اینکه روزانه به‌طور میانگین در حدود ۶۰۰۰ نفر در جهان جان خود را براثر حوادث شغلی از دست می‌دهند می‌بایست فاکتورهایی که باعث ایجاد حادثه می‌شوند اعم از مدیریتی، فنی و انسانی شناسایی شوند تا از بروز حوادث تکراری جلوگیری شود [۳].

روش FMEA[2] یک ابزار کارآمد جهت ارزیابی ریسک در طرح های صنعتی است که در بسیاری از مطالعات مورد استفاده قرار گرفته است و امکان استفاده از تکنیک های تکمیلی و ترکیبی مانند تئوری فازی یا روش های تصمیم گیری چند معیاره به صورت همزمان با آن در صورت نیاز وجود دارد [۴، ۵].

در مطالعه ای که توسط مته سالیمن[3] در سال ۲۰۱۹ انجام شد، رویکرد یکپارچه AHP[4]- MULTIMOORA مبتنی بر FMEA تحت مجموعه های فازی برای ارزیابی خطرات شغلی در یک پروژه ساخت خط لوله گاز طبیعی مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت [۶]. برای ارزیابی رویکرد ریسک جدید، یک مطالعه تطبیقی، تحلیل همبستگی و تحلیل حساسیت ارائه شده است. در نتیجه، یک رویکرد یکپارچه، نتایج قابل قبولی را برای ارزیابی خطرات شغلی در پروژه ساخت خط لوله با استفاده از مجموعه های فازی نشان می دهد که عدم اطمینان را در روش مناسب تر نشان می دهد.

جانسون و همکارش در سال ۲۰۰۰ نیاز استفاده از روشهای ممیزی مبتنی بر ارزیابی ریسک را به‌عنوان ابزاری برای انتخاب قطعی روشهای مهندسی ایمنی حریق اثبات کردند. همچنین با استفاده از ارزیابی ریسک در مطالعه موردی مقرون به صرفه بودن راه حل انتخابی برای ایمنی را به اثبات رساندند [7].

---

[1] Health, Safety & Environment
[2] Failure Modes and Effects Analysis
[3] Suleyman Mete
[4] Analytic Hierarchy Process

در مطالعه ای دیگر که پس از حادثه در مرکز پرستاری هارتفورد در سال ۲۰۰۳ انجام شد، سطح ریسک حریق با استفاده از روش فریم مورد ارزیابی قرار گرفت [۸]. در این مطالعه پارامترهایی نظیر نوع ساکنان، راههای خروجی، ابعاد ساختمان، بار حریق اشیای موجود در ساختمان، آبفشان و غیره در ارزیابی سطح ریسک در نظر گرفته‌شده بود. در نهایت سطح ریسک برای ساختمان و محتویات (R) برابر با ۲/۴۸، سطح ریسک برای افراد (R1) 50/3 و سطح ریسک برای فعالیتها (R3) برابر ۱/۳۸ به دست آمد و چنین نتیجه گیری شد که با این وضعیت وقوع فاجعه دور از انتظار نخواهد بود [۸].

در سال ۲۰۰۸، چو و همکارش مطالعه ای را انجام دادند که در آن چارچوبی را برای تصمیم گیری در مورد روشهای مختلف ایمنی حریق بر اساس ارزیابی ریسک برای افراد ارائه دادند و از روش تجزیه تحلیل درخت خطا برای ارزیابی ریسک حریق استفاده کردند [۹]. انجمن ملی تحقیقات کانادا مدل یک رایانه ای ارزیابی ریسک و هزینه حریق را تهیه کرده است. این مدل میتواند ریسک حریق مورد انتظار برای افراد همراه با هزینه حفاظت و خسارات ناشی از حریق را در یک ساختمان ارزیابی کند. این مدل[5]FIRECAMTM نام دارد که تا کنون مطالعات زیادی بر روی آن انجام‌شده است [۱۰].

با توجه به مطالعات تانسل در سال ۱۹۹۵ ارزیابی آسیب پذیری و ریسک می تواند به‌عنوان یک ابزار مفید برای کنترل خسارت و همچنین برای بهبود سطح ایمنی جامعه مورداستفاده قرار گیرد [۱۱]. دی[6] در سال ۲۰۰۲ از سازمان مطالعات مدیریت درهندوستان مطالعه ای تحت عنوان مدیریت کمّی خطر، کمکی برای احداث پالایشگاه ها انجام داده است که درآن به بررسی احتمال وقوع خطر قبل از شروع به کار پالایشگاه ها می پردازد. وی مطالعات خود را برروی یک پالایشگاه درهندوستان انجام داد. براساس این روش، ابتدا تمام عوامل خطر شناسایی شده و سپس اثرات این خطر براساس اندازه گیری احتمال و شدت خطر بصورت کمّی بیان شده است [۱۲].

در مطالعه ای که توسط نوری و همکاران در سال ۲۰۱۰ صورت گرفت، یک مدل بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثر منطق، با هدف تعیین عوامل موثر بر آسیب پذیری از یک مرکز آموزش عالی و درنهایت شاخص آسیب پذیری تدوین شد [۱۳]. این مدل عوامل موثر بر آسیب پذیری را به سه دسته تقسیم می کند: (۱) ساختار و طرح ساختمان ها، (۲) ویژگی های سرنشینان، (۳) سیستم های کنترلی و هشدار. تا به امروز، مدل های توسعه یافته برای ارزیابی آسیب پذیری جوامع تنها حساب از مشکلات اقتصادی در جوامع صورت گرفته است. یافته ها نشان داد که ارزش آسیب پذیری مربوط به بخش ها و ساختمان های دانشگاه های مختلف بالاتر از سطح قابل قبول است که مستلزم توجه مدیران بود. این یافته ها نشان داد که اگر برخی از بخش های ساختمان های بیمارستانی و اداری برای آزمایشگاه و همچنین برای ذخیره سازی مواد خطرناک و قابل اشتعال مورداستفاده قرار گرفت، سپس مقدار آسیب پذیری ۲۰۰ خواهد شد [۱۴].

در برخی مطالعات پیشین ارزیابی ریسک ناشی از آتش سوزی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[7] به‌منظور اندازه گیری وزن شاخص استفاده شده است [۱۵-۱۸]. کوبز و همکاران (۲۰۱۰) عوامل مؤثر در ایمنی ساختمان و مردم رفتار در زمان آتش از خروج به سه دسته خلاصه می کند [۱۹]:

۱- نوع ساختمان

۲-n ویژگی های افراد،

۳-n نوع از آتش.

طی مطالعات اخیر مشاهده شده که سالانه ۱۰۰ مورد آتش سوزي در اتاق عمل بیمارستانهاي آمریکا رخ می دهد که از این میان ۱۰ تا ۲۰ مورد منجر به جراحات شدید و ۱ تا ۲ مورد منجر به مرگ افراد شده است [۲۰، ۲۱]. در برخی موارد مشاهده شده که در بروز حریق اثرات آن می تواند باعث آسیب پرسنل اتاق عمل، بیمارستان خانواده هاي قربانیان نیز شود [۲۲].

در این تحقیق سعی بر آن است تا با استفاده از مدل‌های ارزیابی ریسک ایمنی شغلی مانند FMEA، بتوان مدل‌های ارزیابی ریسک مشاغل را بر اساس توزیع مکانی آن‌ها تجزیه‌وتحلیل کرد. این موضوع باعث می‌شود تا پارامتر جدیدی مانند مکان وقوع و اثرات آن بر نوع حادثه قابل

[5] Fire Risk Evaluation and Assessment Cost Model
[6] Dey
[7] AHP

لحاظ کردن در مدل ریسک باشد. این موضوع تاکنون در مطالعات HSE و ایمنی موردتوجه قرار نگرفته است. به‌عبارت‌دیگر توزیع مکانی حوادث و مخاطرات شغلی در پروژه‌هایی که وسعت مکانی قابل‌توجهی دارند (مانند میادین نفتی) می‌تواند به علل رخداد و ریسک خطرات شغلی ارتباط داشته باشد که در این مطالعه سعی بر بررسی این ارتباط و میزان اثرگذاری پراکنش مکانی مکان های وقوع حوادث بر نوع و شدت حوادث است.

۲-مواد و روش‌ها

در این پژوهش از تکنیک FMEA برای بررسی خطرات شغلی در صنعت ساختمان در فازهای ساخت و بهره‌برداری پروژه‌های عمرانی استفاده‌شده است. برای این منظور در ابتدا، حوادث شغلی منطقه نفتی یادآوران در فاز ساخت شناسایی و دسته‌بندی‌شده است. سپس این حوادث با استفاده از تکنیک ارزیابی ریسک FMEA برای هر فاز به‌صورت جداگانه ارزیابی‌شده است. جهت شناسایی حوادث شغلی از پایگاه داده‌های HSE، پرسشنامه، مصاحبه‌های حضوری و آمار و اطلاعات منطقه نفتی یادآوران استفاده‌شده است. در مرحله بعد، حوادثی که برحسب ماهیت خطر و ریسک آن به یکدیگر مرتبط هستند و بر حداقل یکی از پارامترهای SOD اثرگذارند، دسته‌بندی و اولویت‌بندی شده‌اند. سپس بر اساس اهمیت هر یک از حوادث شغلی مشترک و مؤثر در فعالیت فازها، اقدامات اصلاحی مختص برطرف کردن میزان اثرپذیری فازهای جدا از یکدیگر ارائه و پیشنهاد شده است. در ادامه به توضیح و معرفی روش‌ها و تکنیک‌های استفاده‌شده در این پژوهش پرداخته شده است.

۲-۱- روش ارزیابی ریسک FMEA

امروزه استفاده از روش‌های مختلف علمی جهت شناسایی ریسک‌ها؛ جهت جلوگیری از وقوع شکست‌ها در صنعت کاربرد روزافزونی دارد لذا یکی از معروف‌ترین روش‌های شناسایی ریسک FMEA[8] تجزیه‌وتحلیل عوامل شکست و آثار آن می‌باشد که در صنعت نقش مهمی را ایفاء می‌نماید. تکنیک FMEA یا تحلیل حالات خرابی و اثرات آن‌ها، یک روش پیشگیرانه و سیستماتیک است که هدف اصلی آن تعیین نقاط و مسیرهایی است که در آن‌ها فرآیند یا طراحی یک سیستم می‌تواند دچار مشکل شده و کارآیی کل سیستم را مختل نماید. در این تکنیک پس از یافتن این نقاط، به دلایل اتفاق افتادن این خرابی‌ها پرداخته می‌شود و سپس چگونگی پیشگیری از آن‌ها موردبررسی قرار می‌گیرد به‌طوری‌که خروجی تحلیل FMEA، یک طراحی مطمئن خواهد بود. درواقع این تکنیک جهت حفظ ایمنی سلامتی سیستم مورداستفاده قرار می‌گیرد [۲۳].

جهت انجام FMEA ده گام اجرایی ذیل لازم است [۲۳]:

۱) گام اول: دوره مرور فرآیند
۲) گام دوم: ایجاد طوفان ذهنی (برخورد افکار) برای تعیین الگوی شکست بالقوه
۳) گام سوم: فهرست کردن آثار شکست بالقوه
۴) گام چهارم: اختصاص یک درجه شدت برای هر اثر
۵) گام پنجم: اختصاص یک درجه وقوع برای هر الگوی شکست
۶) گام ششم: اختصاص یک درجه بازیابی برای هر الگوی شکست بالقوه و یا اثر آن
۷) گام هفتم: اختصاص نمره اولویت خطرپذیری برای هر الگوی شکست
۸) گام هشتم: تشخیص اولویت‌های الگوی شکست برای هر اقدام لازم
۹) گام نهم: اقدام لازم برای حذف یا کاهش الگوهای شکست بالقوه دارای خطرپذیری بالا
۱۰)گام دهم: محاسبه RPN[9] پس از کاهش و یا از بین بردن آثار الگوهای شکست بالقوه

[8] Failure Mode & Effect Analysis
[9] Risk Priority Number

وخامت خطر یا میزان جدید بودن «اثر خطر بالقوه» بر افراد است شدت یا وخامت خطر فقط در مورد «اثر» آن در نظر گرفته می‌شود، کاهش در وخامت خطر فقط از طریق اعمال تغییرات در فرایند و نحوه انجام فعالیت‌ها امکان‌پذیر است برای این وخامت خطر شاخص‌های کمّی وجود دارد که برحسب مقیاس ۱ تا ۱۰ بیان می‌گردد. در جدول (۱) وخامت خطر نشان داده‌شده است [۴].

جدول ۱- وخامت خطر

شرح	شدت اثر	رتبه
وخامت تأسف‌بار است مثل خطر مرگ، تخریب کامل	خطرناک- بدون هشدار	۱۰
وخامت تأسف‌بار است اما همراه با هشدار است	خطرناک- با هشدار	۹
وخامت جبران‌ناپذیر است- عدم توانایی انجام‌وظیفه اصلی از دست دادن یک عضو بدن	خیلی زیاد	۸
وخامت زیاد است همانند آتش گرفتن تجهیزات، سوختگی بدن	زیاد	۷
وخامت کم است مانند ضرب‌دیدگی، مسمومیت خفیف غذایی	متوسط	۶
وخامت خیلی کم است مانند ضرب‌دیدگی، مسمومیت خفیف غذایی	کم	۵
وخامت خیلی کم است ولی بیشتر افراد آن را احساس می‌کند- نشت جزئی گاز	خیلی کم	۴
اثرات جزئی بر جای می‌گذارد مثل خراش دست به هنگام تراشکاری	اثرات جزئی	۳
اثر خیلی جزئی دارد	خیلی جزئی	۲
بدون اثر	هیچ	۱

احتمال وقوع آن مشخص می‌کند که یک علت مکانیسم بالقوه خطر با چه تواتری رخ می‌دهد. تنها با از بین بردن یا کاهش علل یا مکانیسم هر خطر است که می‌توان به کاهش عدد رخداد امیدوار بود. احتمال رخداد بر مبنای ۱ تا ۱۰ سنجیده می‌شود (جدول ۲). بررسی سوابق و مدارک گذشته بسیار مفید است. بررسی فرایندهای کنترلی، استانداردها، الزامات و قوانین کار و نحوه اعمال آن‌ها برای دست یافتن به این عدد بسیار مفید است [۲۴].

جدول ۲- احتمال وقوع خطر

رتبه	نرخ‌های احتمالی خطر	احتمال رخداد خطر
۱۰	هرروز یک‌بار یا بیشتر	وقوع حادثه یا نقص اجتناب‌ناپذیر و بسیار محتمل است.
۹	هر ۳ تا ۴ روز یک‌بار	
۸	هر هفته یک‌بار	احتمال وقوع حادثه یا نقص بسیار بالاست
۷	هرماه یک‌بار	
۶	هر ۳ ماه یک‌بار	
۵	هر ۶ ماه تا یک سال یک‌بار	احتمال وقوع حادثه یا نقص متوسط، کم است.
۴		
۳	هر یک سال تا ۳ سال یک‌بار	احتمال وقوع حادثه یا نقص نادر یا خیلی نادر است.
۲	هر ۳ سال تا ۵ سال یک‌بار	
۱	خیلی بعید	احتمال وقوع حادثه یا نقص بعید- خطر نامحتمل است

احتمال کشف نوعی ارزیابی از میزان توانایی است که به‌منظور شناسایی یک علت / مکانیسم وقوع خطر وجود دارد؛ به‌عبارت‌دیگر احتمال کشف توانایی پی بردن به خطر قبل از رخداد آن است. بررسی فرایندهای کنترلی استانداردها الزامات و قوانین کار و نحوه اعمال آن‌ها برای دست یافتن به این عدد بسیار مفید است [۲۴]. مقادیر احتمال کشف مطابق با جدول (۳) ارائه شده است:

جدول ۳- احتمال کشف خطر

رتبه	قابلیت کشف	معیار: احتمال کشف خطر
۱۰	مطلقاً هیچ	هیچ کنترلی وجود ندارد و یا در صورت وجود قادر به کشف خطر بالقوه نیست
۹	خیلی ناچیز	احتمال خیلی ناچیزی دارد که با کنترل‌های موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۸	ناچیز	احتمال ناچیزی دارد که با کنترل‌های موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۷	خیلی کم	احتمال خیلی کمی دارد که با کنترل‌های موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۶	کم	احتمال کمی دارد که با کنترل‌های موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۵	متوسط	در نیمی از موارد محتمل است که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۴	نسبتاً زیاد	احتمال نسبتاً زیادی وجود دارد که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۳	زیاد	احتمال زیادی وجود دارد که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۲	خیلی زیاد	احتمال خیلی زیاد وجود دارد
۱	تقریباً حتمی	تقریباً به‌طور حتم با کنترل‌های موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود

عدد اولویت ریسک حاصل‌ضرب سه عدد وخامت (S) رخداد (O) و احتمال کشف (D) است [۲۳، ۲۴].

$$\text{Detection} \times \text{Occurrence} \times \text{Severity} = \text{RPN} \quad (1)$$

عدد اولویت ریسک عددی بین ۱ و ۱۰۰۰ خواهد بود.

برای اعداد ریسک بالا، کار گروهی باید جهت پائین آوردن این عدد از طریق اقلام اصلاحی صورت پذیرد.

اقدامات اصلاحی باید در جهت اهداف زیر وضع و انجام گردند:

- ❖ حذف علل ریشه‌ای خطر
- ❖ کاهش وخامت اثر خطا
- ❖ افزایش احتمال کشف خطر در فرایند
- ❖ افزایش رضایت کاری کارکنان از وضعیت ایمنی

سازمان باید مسئول هر یک از اقدامات اصلاحی را مشخص و ثبت نماید نتایج اقدامات انجام‌شده باید به گروه FMEA گزارش‌شده و صحه‌گذاری شوند. اقدامات باید به‌طور مؤثر پیاده شده و این نکته در نظر گرفته شود که با این اقدامات نیز ارزیابی شود. بعد از انجام اقدامات اصلاحی دوباره باید عدد RPN محاسبه می‌گردد. در محاسبه عدد RPN باید توجه داشت که تعیین اعداد نرخ رخداد، وخامت و کشف می‌بایست بر اساس نوع فعالیت سازمان تعیین و تثبیت شود عمدتاً برای خطراتی که نرخ وخامت و رخداد بالای ۷ دارند می‌بایست اقلام اصلاحی در نظر گرفته شود.

۲-۲- منطقه موردمطالعه

میدان یادآوران، از میدان‌های نفتی ایران است که در استان خوزستان در ۷۰ کیلومتری جنوب غربی شهر اهواز و شمال خرمشهر، واقع‌شده است (شکل ۱). میدان نفتی یادآوران در حدود ۷۰ کیلومتری جنوب غربی اهواز، شمال خرمشهر و در منطقه جغرافیایی کوشک و حسینیه و از

میدان‌های مشترک با کشور عراق می‌باشد. طول این میدان حدوداً ۴۵ کیلومتر و عرض آن ۱۵ کیلومتر بوده که به‌صورت شمالی- جنوبی در گستره نوار مرزی با کشور عراق واقع‌شده است. بر اساس آخرین مطالعات به‌عمل‌آمده و نتایج حاصل از آزمودن‌های چاه‌های توصیفی و مدل‌های دینامیک مخزن، میزان نفت در میدان بر اساس محتمل‌ترین حالت بالغبر ۳۴ میلیارد بشکه برآورد شده است. این طرح تلاش زیادی را در راستای استفاده از نیروهای داخلی به‌ویژه نیروهای بومی منطقه بکار بسته است به‌نحوی‌که از مجموع ۳۶۸۰ نفر نیروی شاغل در این طرح بخش عمده‌ای از ایشان نیروهای بومی منطقه بوده‌اند این امر، تلاشی برای اشتغال‌زایی در این منطقه عملیاتی بوده است. در حال حاضر حدود ۱۵۰۰ نفر در طرح مشغول بکار می‌باشند. همچنین میزان نفر ساعت کارشده از ابتدای شروع طرح تاکنون حدود ۶۴ میلیون نفر ساعت بوده است. ازاین‌رو حفظ نیروی انسانی متخصص در این پروژه بسیار لازم و ضروری است.

شکل ۱- میدان نفتی یادآوران

۳- نتایج و بحث

در این فصل به بررسی حوادث شغلی اتفاق افتاده در میدان نفتی یادآوران در سالهای ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۵ پرداخته‌شده است. برای این منظور از آمارها و اطلاعات موجود در منطقه استفاده‌شده همچنین مصاحبه‌هایی با مدیران و مسئول ایمنی سایت انجام‌شده که خلاصه این‌ها در ادامه مورد تجزیه‌وتحلیل قرارگرفته و با استفاده از تکنیک ارزیابی ریسک FMEA به بررسی وضعیت عدد اولویت ریسک حوادث شغلی در این منطقه نفتی پرداخته‌شده است.

حوادث شغلی در صنعت نفت با توجه به گستردگی و فعالیت‌های مختلف خدماتی و عملیاتی در فاز ساخت عموماً قابل‌توجه است. منطقه نفتی یادآوران که از سال ۲۰۱۰ فاز ساخت آن شروع‌شده و تا سال ۲۰۱۵ تکمیل‌شده است. هرسال شاهد حوادث قابل‌توجهی برای کارکنان تجهیزات و محیط‌زیست منطقه بوده است. قابل‌ذکر است در این مقاله تنها به بررسی حوادث مربوط به فاز ساخت پرداخته‌شده است.

همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود عمده حوادث شغلی اتفاق افتاده خسارت‌های مستقیم به کارکنان وارد نموده و در برخی از موارد خسارت‌هایی به تجهیزات و محیط‌زیست منطقه نیز واردشده است که عمدتاً این موارد مربوط به خسارت‌های ناشی از تصادفات جاده‌ای درون سایت است. قابل‌ذکر است بهره‌برداری در سایت‌های نفتی عموماً با آلودگی‌های محیط زیستی فراوانی همراه است. در فاز ساخت خسارات محیط زیستی عمدتاً به دلیل فعالیت‌های عمرانی بوده و به‌صورت غیرمستقیم و به تعداد بسیار محدود و کم ناشی از حوادث ایمنی شغلی ایجاد می‌شود همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود تعداد خسارات محیط زیستی ناشی از حوادث شغلی بسیار اندک است.

به‌طورکلی تعداد ۴۷ حادثه شغلی در این منطقه در سال‌های مربوط به فاز ساخت تجربه‌شده است. این موارد را می‌توان در جدول زیر به‌صورت دسته‌بندی‌شده و بر اساس این شدت خسارت هر یک از حادثه‌ها با توجه به نوع آن و نوع خسارتی که به وجود آمده و همچنین مکان و زمان حادثه را مشاهده نمود. از این اطلاعات در این مطالعه به‌منظور ایجاد لیست حوادث شغلی یک منطقه نفتی و همچنین تعیین شدت خسارت و احتمال رخداد آن در یک منطقه نفتی و همچنین احتمال کشف آن طبق گزارش‌های کارشناس‌های ایمنی و شاهد این حوادث می توان استفاده نمود.

در جدول (۴) حوادثی که تقریباً نزدیک به هم بوده مانند خسارات وارده به انگشت دست نسبت به بریدگی انگشت یا کبودی آن در یک دسته قرار می گیرد و حوادث مشابه که ازنظر نوع خسارت نزدیک به یکدیگر باشند به‌صورت یکجا و به‌صورت دسته‌های کلی دسته‌بندی و ارائه شده تا تجزیه‌وتحلیل آن‌ها امکان‌پذیر باشد. همچنین کار در ارتفاع بالای ۵۰ سانتی‌متر به بالا به‌عنوان کار در ارتفاع در نظر گرفته‌شده است.

جدول ۴- خلاصه حوادث شغلی فاز ساخت میدان نفتی یادآوران در سال‌های ۲۰۱۱ الی ۲۰۱۵

ردیف	فعالیت	نوع حادثه	نوع خسارت			تاریخ	مکان
			انسان	تجهیزات	محیط‌زیست		
1	عملیات پوشش لوله	له شدن دست و بریدگی انگشت	2			2010	F2 well site
2	گیرکردن بین تجهیزات در هنگام کار	رگ به رگ شدن مچ پا	1			2010	FATH-28 RIG SITE
3	-	مارگزیدگی	1			2010	F7 WELL SITE
4	حمل‌ونقل	انحراف از جاده و واژگونی	1	1	1	2010	T2 ROAD
5	تمیزکاری تجهیزات	له شدن دست	3			2010	F5 WELL SITE
6	کار با بالابر	له شدن و شکسته دست	2			2011	F8 WELL SITE
7	برخورد با سطح تیز در هنگام کار	پیچ خوردن مچ پا	1			2011	F8 WELL SITE
8	تعمیر تجهیزات	له شدن دست و بریدگی انگشت	1			2011	PILING UNIT
9	بازدید از ترانشه	افتادن / پرت شدن	2			2011	CTEP
10	گیرکردن بین تجهیزات در هنگام کار	له شدن و شکسته دست	2			2011	APP-1
11	برخورد با سطح تیز در هنگام کار	بریدگی دست	4			2011	F15 WELL SITE
12	انفجار مواد شیمیایی	سوختگی	3			2011	PERMANENT CAMP
13	کار با تجهیزات	بریدگی دست	2			2011	HOSEINIEH MANIFOLID

ردیف	فعالیت	نوع حادثه	نوع خسارت			تاریخ	مکان
			انسان	تجهیزات	محیط‌زیست		
14	کار با تجهیزات	له شدن دست	1			2012	S1 WELL SITE
15	عملیات پوشش لوله	بریدگی دست	2			2012	SITE PIPE YARD
16	کار با تجهیزات در ارتفاع	افتادن / پرت شدن	1			2012	CAMP
17	تمیزکاری تجهیزات	سوختگی	2			2012	RIG 210 SIPC
18	کار با تجهیزات	له شدن دست و بریدگی انگشت	1			2012	CTEP
19	بارگیری / تخلیه بار	له شدن و شکسته انگشت	2	1		2012	SIPC WAREHOUSE
20	کار با تجهیزات در ارتفاع	افتادن / پرت شدن	1			2012	F17 WELL SITE
21	عملیات پوشش لوله	افتادن / پرت شدن	1			2012	FATH-28 WELL S1
22	حمل‌ونقل	انحراف از جاده و واژگونی	2	1		2012	EKTESHAF ROAD
23	کار با تجهیزات در ارتفاع	افتادن / پرت شدن	3			2012	S2 WELL SITE
24	کار با تجهیزات در ارتفاع	افتادن / پرت شدن	1			2012	S21 WELL SITE
25	کار با تجهیزات	له شدن دست	1			2012	F10 WELL SITE
26	کار با تجهیزات	له شدن دست	2			2013	WELDING SHOP

ردیف	فعالیت	نوع حادثه	نوع خسارت			تاریخ	مکان
			انسان	تجهیزات	محیط‌زیست		
27	گیرکردن بین تجهیزات در هنگام کار	بریدگی و له شدن پا	2			2013	S25 WELL SITE
28	کار با تجهیزات	له شدن دست	2			2013	CTEP
29	کار با تجهیزات	برخورد با اجسام	3	1		2013	VEHICELS MAINTENANCE SHOP
30	حمل‌ونقل	انحراف از جاده و واژگونی	2	1		2013	T2 ROAD
31	حمل‌ونقل	انحراف از جاده و واژگونی	1	1		2013	EKTESHAF ROAD
32	کار با تجهیزات در ارتفاع	افتادن / پرت شدن	2			2013	CTEP
33	کار با تجهیزات در ارتفاع	افتادن / پرت شدن	2			2013	CTEP
34	افتادن اجسام بر روی افراد	مرگ	5			2013	CTEP
35	کار با تجهیزات	انفجار	5			2013	CTEP
36	کار با تجهیزات	بریدگی دست	2			2013	CTEP
37	کار با تجهیزات	بریدگی دست	2			2013	CTEP
38	برخورد با سطوح داغ	سوختگی	3			2014	CTEP
39	افتادن اجسام بر روی افراد	برخورد با اجسام / افتادن و پرت شدن	2			2014	CTEP

ردیف	فعالیت	نوع حادثه	نوع خسارت			تاریخ	مکان
			انسان	تجهیزات	محیط‌زیست		
40	گیرکردن بین تجهیزات در هنگام کار	پیچ خوردن مچ پا	2			2014	CTEP
41	کار با تجهیزات در ارتفاع	شکستگی دست‌وپا	4			2014	CTEP
42	کار با تجهیزات	بریدگی دست	2			2014	FPS CAMP
43	کار با تجهیزات	ضربه به‌صورت	1			2014	F7 WELL SITE
44	کار با تجهیزات در ارتفاع	افتادن / پرت شدن	3			2015	CTEP
45	کار با تجهیزات	برخورد با اجسام	1			2015	KUSHK MANIFOLD
46	بازدید از ترانشه	افتادن / پرت شدن	1			2015	S15 WELL SITE
47	حمل‌ونقل	انحراف از جاده و واژگونی	1	1		2015	AR1

توضیح: تکراری بودن برخی از فعالیتها و حوادث در جدول (۴)، نشان دهنده تکرار حادثه یکسان در شرایط و مکان مشابه است.

همان‌طور که از تجزیه‌وتحلیل فراوانی حوادث شغلی که در جدول (۵) نشان داده‌شده است، بر اساس مکان رخ داد می‌توان نتیجه گرفت که در حدود ۳۲ درصد از این حوادث در محوطه چاه‌های نفت اتفاق افتاده است. همچنین ۳۰ درصد از حوادث شغلی در سایت اصلی بهره‌برداری و فرایندی منطقه نفتی یادآوران که به CTEP معروف است اتفاق افتاده است. در این دو ناحیه بیش از ۶۰ درصد حوادث را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین حدود ۱۱ درصد از حوادث به دلیل حمل‌ونقل در مسیرهای عملیاتی درون سایتی اتفاق افتاده که می‌توان با تهدیدات ایمنی بیشتر این موارد را در حد قابل قبولی کاهش داد هرچند رویداد این تعداد حادثه در سال با توجه به تراکم ترافیک و ماشین‌آلات ساختمانی بسیار زیاد در حد قابل‌قبول است.

جدول ۵- فراوانی حوادث شغلی بر اساس مکان رخداد

مکان	تعداد حوادث شغلی	درصد از کل
WELL SITES	15	32%
CTEP	14	30%
TRAFFIC ACCIDENTS	5	11%
OTHERS	13	28%
TOTAL	47	100%

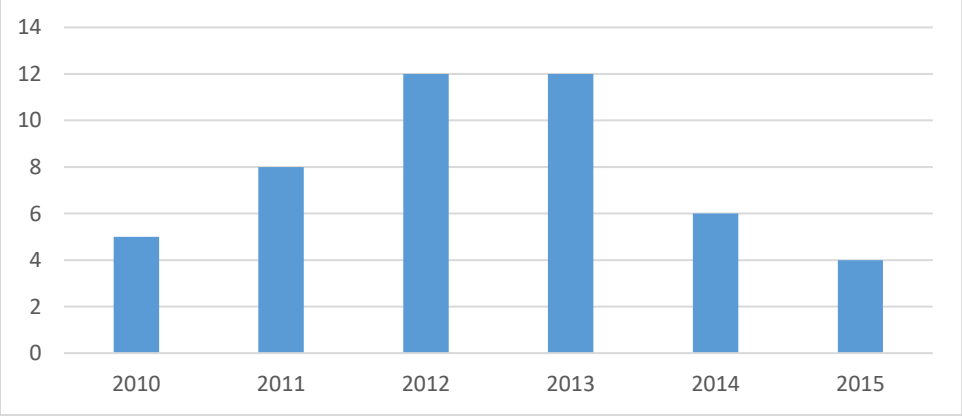
البته بایستی اشاره داشت که چاه‌های نفت به‌صورت پراکنده در سطح سایت پخش‌شده‌اند و هر یک ساختار مشابهی نسبت به یکدیگر ازنظر عملیاتی اجرایی تأسیساتی و سایر مباحث دارند. در جدول (۶) فراوانی حوادث شغلی بر اساس نوع حادثه دسته‌بندی‌شده است. لذا در این جدول حوادث شغلی در ۱۲ دسته ارائه‌شده که تعداد آن‌ها در شش سال فاز ساخت منطقه نفتی یادآوران و همچنین درصد فراوانی نسبت به‌کل حوادث محاسبه و ارائه‌شده است. همان‌طور که مشخص است افتادن، پرت شدن و همچنین آسیب‌های وارده به دست و انگشتان از فراوان‌ترین حوادث ایجادشده در این منطقه است. البته بایستی اشاره داشت که در طی ۶ سال فاز ساخت منطقه یک حادثه انفجار و یک حادثه افتادن اجسام بر روی افراد باعث مرگ دو تن از کارکنان شده که خسارات بسیاری برای این منطقه ازنظر سلامت کارکنان ایجاد نموده است.

جدول ۶- فراوانی حوادث شغلی بر اساس نوع حادثه

ردیف	نوع حادثه	تعداد حوادث شغلی	درصد فراوانی
1	افتادن / پرت شدن	10	21%
2	انحراف از جاده و واژگونی	5	11%
3	انفجار	1	2%
4	برخورد با اجسام	3	6%
5	بریدگی دست	6	13%
6	بریدگی و له شدن پا	2	4%
7	پیچ خوردن مچ پا	2	4%
8	سوختگی	3	6%
9	ضربه به‌صورت	1	2%
10	له شدن و آسیب به دست / انگشت	11	23%
11	مارگزیدگی	1	2%
12	افتادن اجسام بر روی افراد	2	4%
	مجموع	47	100%

حوادثی مانند ضربه به‌صورت ازجمله حوادثی هستند به‌صورت بسیار اتفاقی و برحسب خطاهای فردی به وجود آمدند. هرچند در بسیاری موارد که در سال‌های اخیر در این منطقه نفتی تجربه شده وجود تجهیزات حفاظت شخصی باعث کنترل و کاهش خسارات وارده به کارکنان شده است. همچنین حوادثی مانند مارگزیدگی به دلیل شرایط جوی و اقلیمی خاص منطقه نفتی یادآوران و وجود خزندگان و حیواناتی مانند مارها امری عادی و منطقی است. البته کارکنان آموزش‌های لازم برای مقابله با مارگزیدگی را دیده‌اند و همچنین علائم هشداردهنده و آموزش‌های نصب‌شده بر روی تابلو اعلانات و محوطه کارگاهی عواملی هستند که در آگاهی کارکنان نقش بسیار مؤثری برای این موضوع داشته است. در عمده حوادث ایجادشده در منطقه، ارسال سریع شخص حادثه‌دیده به درمانگاه و انجام اقدامات اولیه درمانی و در صورت نیاز ارسال شخص به بیمارستان اهواز به‌خوبی دیده می‌شود. یکی از ایراداتی که در سیستم ایمنی بهداشت و محیط‌زیست این منطقه وجود دارد و همچنین به‌صورت کلی در کلیه صنایع نفت و گاز کشور قابل‌رؤیت است، عدم وجود سامانه‌های هوشمند سامانمند برای چابک سازی سیستم نسبت به نظارت‌ها و آموزش‌ها و به اشتراک‌گذاری تجارب و به‌طورکلی اقدامات مرتبط با گروه‌های مختلف کاری و پیگیری اقدامات اصلاحی مرتبط با حوادث مختلف است. این موضوع می‌تواند خطای فردی را بسیار کاهش داده و همچنین از ناکارآمدی موردی که برای سیستم به‌صورت اتفاقی پیش می‌آید جلوگیری کند. همان‌طور که گفته شد یکی از مواردی که در این مطالعه موردبررسی قرارگرفته، بررسی خسارات وارده به محیط‌زیست و تجهیزات موجود در سایت ناشی از حوادث شغلی فردی است. در قسمت قبل ذکر شد که خسارت محیط زیستی به وجود آمده در منطقه عمدتاً در فاز بهره‌برداری بوده و در فاز ساخت نیز عمدتاً ناشی از فعالیت‌های عمرانی است که در این ارزیابی تنها به مواردی که درنتیجه حوادث شغلی فردی ایجادشده، توجه شده است.

فراوانی حوادث شغلی بر اساس زمان رخداد در شکل (۲) نشان داده شده است. بیشترین تعداد حوادث شغلی در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۲ ، بیش از ۵۰ درصد از کل حوادث را به خود اختصاص داده اند. افزایش یا کاهش تعداد حوادث بر اساس سال ارتباط مستقیمی با حجم فعالیت‌های خدماتی و اجرایی در فاز ساخت پروژه دارد. به‌عبارت‌دیگر در سال‌های میانی بیشترین درصد پیشرفت فیزیکی پروژه اتفاق افتاده به‌تناسب آن تعداد حوادث بیشتری را می توان مشاهده کرد. همچنین در سال‌های میانی که کار در ارتفاع خصوصا ساخت سازه‌های اسکلت فلزی و همچنین پایپینگ[10] منطقه در حال اجراست حوادثی با شدت خسارات بیشتر مانند مرگ‌ومیر مشاهده شده است.



شکل ۲- فراوانی حوادث شغلی بر اساس زمان رخداد

در ادامه با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده از منطقه عملیاتی و فاز ساخت میدان نفتی یادآوران و با تکیه‌بر مدل ارزیابی ریسک FMEA بررسی ریسک در این پروژه در بازه زمانی مشخص پرداخته‌شده است. منظور سه پارامتر شدت یا وخامت خطر و پارامتر میزان تکرار خطر و در انتها پارامتر احتمال کشف خطر به ترتیب پیشنهادشده است. وخامت خطر بر اساس گزارش‌های واحد ایمنی بهداشت و محیط‌زیست و گزارش‌های

[10] Piping

درمانگاه این منطقه جمع‌آوری و پیشنهادشده است. همان‌طور که مشخص است هر چه عدد خطر بیشتر باشد ضخامت و خسارات وارده به فرد نیز متعاقباً شدیدتر است. برای تخمین پارامتر میزان رخداد خطر از درصدهای فراوانی که در دوره شش‌ساله فاز ساخت به‌دست‌آمده استفاده‌شده است. پس می‌توان گفت که این دو پارامتر بر اساس اطلاعات واقعی تجربه‌شده در منطقه و در یک دوره ساخت کامل یک منطقه نفتی به‌دست‌آمده است. در انتها پارامتر احتمال شناسایی و کشف خطر بر اساس مصاحبه‌ها و نظرات کارشناس ایمنی و برخی از حادثه‌دیده‌ها به‌دست‌آمده است (جدول ۷). در انتها مقدار عدد اولویت ریسک یا RPN از حاصل‌ضرب سه پارامتر بالا به دست می‌آید این عدد مقداری بین عدد ۱ الی ۱۰۰۰ را به خود اختصاص می‌دهد که هر چه مقدار بیشتر باشد خطر بیشتر بوده و بایستی موردتوجه مسئولین و مدیران جهت اصلاح و پیش‌بینی اقدامات پیشگیرانه قرار گیرد. همان‌طور که طبق محاسبات مشخص است، میانگین شدت خطر در ۴۷ حادثه تجربه‌شده در منطقه نفتی یاوران برابر با مقدار ۶.۲ و مقدار میانگین تکرار رخداده حوادث مقدار ۵.۳ میانگین احتمال کشف حادثه توسط افراد و کارکنان مقدار ۶.۵ به‌دست‌آمده و همچنین مقدار عدد اولویت ریسک به‌صورت میانگین برابر با مقدار ۲۱۲ حاصل‌شده است.

جدول ۷- مدل FMEA حوادث شغلی در فاز ساخت منطقه نفتی یادآوران

ردیف	مکان	تعداد حوادث شغلی	درصد فراوانی	S	O	D	RPN
1	افتادن / پرت شدن	10	21%	6	9	6	324
2	انحراف از جاده و واژگونی	5	11%	4	7	3	84
3	انفجار	1	2%	9	4	8	288
4	برخورد با اجسام	3	6%	6	4	7	168
5	بریدگی دست	6	13%	6	7	6	252
6	بریدگی و له شدن پا	2	4%	7	4	6	168
7	پیچ خوردن مچ پا	2	4%	5	4	6	120
8	سوختگی	3	6%	7	5	7	245
9	ضربه به‌صورت	1	2%	4	3	8	96
10	له شدن و آسیب به دست / انگشت	11	23%	6	9	7	378
11	مارگزیدگی	1	2%	5	4	5	100
12	افتادن اجسام بر روی افراد	2	4%	9	4	9	324
	مجموع	47	100%	6.2	5.3	6.5	212.3

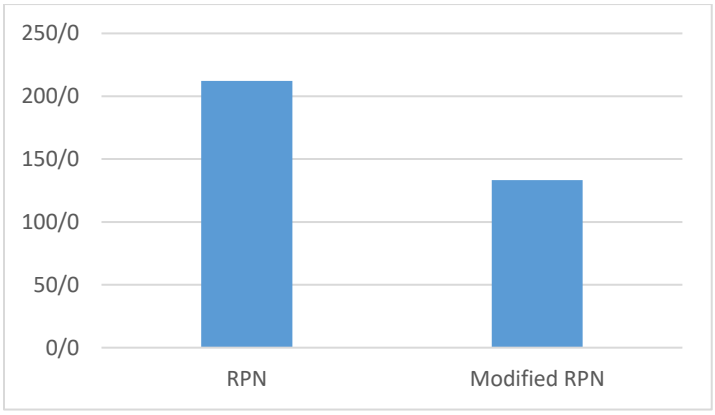
در ادامه عدد اولویت ریسک برای ۱۲ نوع حادثه تجربه‌شده به‌دست‌آمده و در شکل زیر نشان داده‌شده است. همان‌طور که مشخص است حادثه پرت شدن و آسیب به دست و انگشتان بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده که این موضوع ناشی از تکرر حادثه و آسیب نسبتاً قابل‌توجه به افراد حادثه‌دیده در این نوع خطر است درصورتی‌که حادثه افتادن و پرت شدن یا افتادن بر روی افراد بااینکه باعث ایجاد مرگ‌ومیر در این منطقه شده و نهایت شدت حادثه را ایجاد کرده، به علت تواتر رخداد کمتر، ریسک کمتری نسبت به له شدن و آسیب دیدن به دست و انگشتان را به دست آورده است. در جدول (۸)، به‌منظور بررسی اقدامات اصلاحی و میزان اثرگذاری آن‌ها بر عدد اولویت ریسک، اقدامات اصلاحی متناسب با هر حادثه پیشنهادشده است. انتظار می‌رود با انجام هر یک از این اقدامات اصلاحی حداقل یکی از پارامترهای احتمال کشف خطر یا شدت خطر، یک درجه کاهش یابد که درنهایت باعث کاهش عدد ریسک نهایی می‌شود. اعداد استفاده شده در این بخش بر اساس مصاحبه‌ها و بررسی‌های انجام‌شده از اقدامات اصلاحی پیشنهادی در زمان بعد از وقوع حادثه توسط گروه ایمنی مستقر در منطقه نفتی یادآوران به‌دست‌آمده و نتایج آن نشان می‌دهد که تلاش‌های این گروه چه مقدار توانسته است از حوادث و احتمال رخداده حوادث شغلی در این منطقه بکاهد. با در

نظر گرفتن اقدامات اصلاحی مدل ارزیابی ریسک طبق پارامترهای مطرح‌شده میانگین وخامت خطر مقدار ۵.۶ و پارامتر تکرر رخداد خطر ۵.۳ و مقدار احتمال کشف خطر مقدار ۴.۵ به‌دست‌آمده و درنهایت عدد اول بعد از اقدامات اصلاحی ۱۳۳.۲ حاصل‌شده است.

جدول ۸- ارزیابی ریسک حوادث شغلی بعد از اقدامات اصلاحی

ردیف	مکان	اقدام اصلاحی پیشنهادی	اصلاحیS	O	اصلاحیD	RPN
1	افتادن / پرت شدن	آموزش - بهبود تجهیزات ایمنی شخصی	5	9	4	180
2	انحراف از جاده و واژگونی	آموزش - بهبود علائم ترافیکی	4	7	1	28
3	انفجار	آموزش - بازدید دوره‌ای از مکان های نگهداری مواد قابل‌انفجار	9	4	6	216
4	برخورد با اجسام	آموزش	6	4	5	120
5	بریدگی دست	آموزش - بهبود تجهیزات ایمنی شخصی	5	7	4	140
6	بریدگی و له شدن پا	آموزش - بهبود تجهیزات ایمنی شخصی	6	4	4	96
7	پیچ خوردن مچ پا	آموزش - بهبود تجهیزات ایمنی شخصی	4	4	4	64
8	سوختگی	آموزش	7	5	5	175
9	ضربه به‌صورت	بهبود تجهیزات ایمنی شخصی	3	3	6	54
10	له شدن و آسیب به دست / انگشت	آموزش - بهبود تجهیزات ایمنی شخصی	5	9	5	225
11	مارگزیدگی	آموزش - در دسترس قرار دادن دارو در مکان‌های بیشتر	4	4	3	48
12	افتادن اجسام بر روی افراد	آموزش - بازدید دوره‌ای از تجهیزات مانند جرثقیل‌ها	9	4	7	252
		مجموع	5.6	5.3	4.5	133.2

طبق شکل (۳)، با اقدامات اصلاحی جدید عدد ریسک اصلاح‌شده به مقدار قابل‌توجهی کاهش پیداکرده و می‌توان اثر قابل‌توجه آن را در کاهش حوادثی مانند آسیب دیدن دست و انگشتان و همچنین سایر موارد مشاهده نمود. بر اساس نتایج بعد از اقدامات اصلاحی مقدار کاهش معادل ۳۷ درصد را از خود نشان داد. بااینکه تغییرات انجام‌شده تغییراتی از نوع اقدامات کم‌هزینه ولی مداوم و دوره‌ای و کار آمد است می‌توان اثر مثبت اصلاحات را در این منطقه نفتی مشاهده نمود.



شکل ۳- عدد اولویت ریسک قبل و بعد از اقدامات اصلاحی

۴- نتیجه‌گیری

در این مطالعه سعی بر آن شد تا ریسک حوادث شغلی صنعت نفت در فاز ساخت دریکی از بزرگ‌ترین میدان‌های نفتی کشور، میدان نفتی یادآوران در استان خوزستان ارزیابی شود. برای این منظور از مدل FMEA که روشی متداول در ارزیابی ریسک حوادث شغلی است استفاده شد. طبق بازدیدها، مصاحبه‌ها و آمارهای گرفته‌شده تعداد ۴۷ حادثه شغلی در فاز ساخت این میدان نفتی در دوره ساخت و توسعه، شناسایی و اطلاعات آن جمع‌آوری شد. عمده شاخص های شناسایی شده مربوط به موارد ایمنی است و تعداد کمتری با محیط زیست و بهداشت کارکنان ارتباط دارد.

میانگین شدت خطر در ۴۷ حادثه تجربه‌شده در منطقه نفتی یاوران برابر با مقدار ۶.۲ و مقدار میانگین تکرار رخداده حوادث مقدار ۵.۳ ، میانگین احتمال کشف حادثه توسط افراد و کارکنان مقدار ۶.۵ به‌دست‌آمده و همچنین مقدار عدد اولویت ریسک به‌صورت میانگین برابر با مقدار ۲۱۲ حاصل‌شده است. همچنین، بر اساس نوع حوادثی که دسته‌بندی شد چندین اقدام اصلاحی نیز پیشنهاد شد که انتظار می‌رود بر اساس این اقدامات میانگین وخامت خطر مقدار ۵.۶ و پارامتر تکرر رخداد خطر ۵.۳ و مقدار احتمال کشف خطر مقدار ۴.۵ به‌دست‌آمده و درنهایت عدد اول بعد از اقدامات اصلاحی ۱۳۳.۲ حاصل‌شود. طبق نتایج بعد از اقدامات اصلاحی مقدار کاهش معادل ۳۷ درصد را از خود نشان داد که مقدار قابل توجهی است. بااینکه تغییرات انجام‌شده تغییراتی از نوع اقدامات کم‌هزینه ولی مداوم و دوره‌ای و کار آمد است می‌توان اثر مثبت اصلاحات را در این منطقه نفتی مشاهده نمود.

در انتها پیشنهاد می‌شود که به دلیل مشابهت عمده فرایند کاری در فاز ساخت و توسعه میادین نفتی کشور، کارشناسان و مدیران به نتایج این مطالعه دقت کرده و در مرحله برنامه‌ریزی و فرایند سازی (خصوصاً در واحد HSE) الزامات و تمهیدات مربوطه جهت توجه بیشتر با شاخص‌های پیشنهادی در این مطالعه را در نظر بگیرند.

۵- منابع و مراجع

1. Ajmal, M., et al., *Safety management and safety outcomes in oil and gas industry in Malaysia: Safety compliance as a mediator*. Process Safety Progress, 2022. 41: p. S10-S16. DOI: 10.1002/prs.12345
2. Jarvis, R. and A.J.L.P.B. Goddard, *An analysis of common causes of major losses in the onshore oil, gas & petrochemical industries.* 2017 (255).
3. Hilal, M., et al., *Evaluation of radiation hazard potential of TENORM waste from oil and natural gas production*. 2014. 136: p. 121-126. https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2014.05.016

4. Fattahi, R. and M. Khalilzadeh, *Risk evaluation using a novel hybrid method based on FMEA, extended MULTIMOORA, and AHP methods under fuzzy environment.* Safety science, 2018. 102: p. 290-300. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.018
5. Fattahi, R., et al., *A novel FMEA model based on fuzzy multiple-criteria decision-making methods for risk assessment.* Journal of Enterprise Information Management, 2020. 33(5): p. 881-904. https://doi.org/10.1108/JEIM-09-2019-0282
6. Mete, S., *Assessing occupational risks in pipeline construction using FMEA-based AHP-MOORA integrated approach under Pythagorean fuzzy environment.* Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 2019. 25(7): p. 1645-1660. https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1546115
7. Jönsson, R. and J. Lundin, *Fire safety design based on risk assessment.* Fire Science and Technology, 2000. 20(1): p. 13-25. https://doi.org/10.3210/fst.20.13
8. Park, S.H., et al., *Smart home–digitally engineered domestic life.* Personal and Ubiquitous Computing, 2003. 7(3-4): p. 189-196. DOI: 10.1007/s00779-003-0228-9
9. Chu, G. and J. Sun, *Decision analysis on fire safety design based on evaluating building fire risk to life.* Safety science, 2008. 46(7): p. 1125-1136. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2007.06.011
10. Yung, D., et al. *Cost-effective fire-safety upgrade options for a Canadian government office building*. in *Proceedings of the International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, Ottawa, Canada*. 1996.
11. Tansel, B., *Natural and manmade disasters :accepting and managing risks.* Safety science, 1995. 20(1): p. 91-99. https://doi.org/10.1016/0925-7535(94)00070-J
12. Dey, P.K., *Project risk management: a combined analytic hierarchy process and decision tree approach.* Cost Engineering, 2002. 44(3): p. 13-27.
13. Nouri, J., M. Omidvari, and S. Tehrani, *Risk assessment and crisis management in gas stations.* International Journal of Environmental Research, 2010. 4(1): p. 137-142.
14. James, R.K. and B.E. Gilliland, *Crisis intervention strategies*. 2012: Nelson Education.
15. Cui, L., *Applying fuzzy comprehensive evaluation method to evaluate quality in crisis and emergency management.* Communications in Statistics-Theory and Methods, 2012. 41(21): p. 3942-3959. https://doi.org/10.1080/03610926.2012.691197
16. Jato-Espino, D., et al., *A review of application of multi-criteria decision making methods in construction.* Automation in Construction, 2014. 45: p. 151-162. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.05.013
17. Nouri, J., et al., *Designing a developed model for assessing the disaster induced vulnerability value in educational centers.* Safety science, 2011. 49(5): p. 679-685. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.01.002
18. Chandima Ratnayake, R. and T. Markeset, *Technical integrity management: measuring HSE awareness using AHP in selecting a maintenance strategy.* Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2010. 16(1): p. 44-63. https://doi.org/10.1108/13552511011030327

19. Kobes, M., et al., *Building safety and human behaviour in fire: A literature review.* Fire Safety Journal, 2010. 45(1): p. 1-11. https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2009.08.005
20. Paugh, D.H. and K.W. White, *Fire in the operating room during tracheotomy: A case report.* AANA J, 2005. 73(2): p. 97-100.
21. Salmon, L., *Fire in the OR—Prevention and preparedness.* AORN journal, 2004. 80(1): p. 41-54. https://doi.org/10.1016/S0001-2092(06)60842-9
22. Vidor, K.K., S. Puterbaugh, and C.J. Willis, *Fire safety training: a program for the Operating Room.* AORN journal, 1989. 49(4): p. 1045-1049. https://doi.org/10.1016/S0001-2092(07)66811-2
23. McDermott, R., R.J. Mikulak, and M. Beauregard, *The basics of FMEA*. 1996: SteinerBooks.
24. Chiozza, M.L. and C. Ponzetti, *FMEA: a model for reducing medical errors.* Clinica Chimica Acta, 2009. 404(1): p. 75-78. https://doi.org/10.1016/j.cca.2009.03.015