Journal of Health

Vol. 10, No. 4, Winter 2020, Pages 514-527

Assessment and analysis of Job Risk in Oil Drilling Rigs Using HAZAN Method (Case Study: Southern Yaran Oil Field)

Behvandi A[1], Dashti S*[2], Varshosaz K[3]

1. Department of Environmental Management (HSE), Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Environmental Management, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

**** Corresponding author.*** Tel: +989163162176, Fax: +986133201478, E-mail: Soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir, Solmazdashti@gmail.com

Received: Sep 27, 2018 Accepted: May 30, 2019

ABSTRACT

Background & objectives: Oil well drilling operations are subject to various occupational hazards because of their nature and type of activities, which causes illnesses, loss of workforce as well as a lot of financial losses to the economic system of the community. Therefore, it is essential for all employees to observe safety in order to protect manpower and equipment. The purpose of this study is to assess the occupational hazards of the drilling unit and provide the control measures to reduce the risk level of these hazards.

Methods: To this end, a list of probable safety and health risks was prepared and given to a number of drilling experts to confirm their accuracy. Then, considering the state of the risks, the overall risk options during the exploitation phase of drill rigs 28 and 101 were screened through the HAZAN form.

Results: The results showed that 48% of the total risks were in grade 1 (acceptable), 29% in grade 3, 22% in grade 2 and 2% in unacceptable rating.

Conclusion: The results showed that the acceptable risks were at the highest percentage, pointing the fact that using more engineering controls can lead to risk control, and also, within a reasonable time, the level of risk of 1 and 2 ratings can be reduced to 3 or 4. Furthermore, welding activities, drilling operations and drilling start-up were among the top three priorities of unacceptable risk-taking level which created the most occupational hazards for the industry.

Keywords: HAZAN; Drilling Rig; Job Risk Assessment

بررسی و ارزیابی مخاطرات شغلی در دکل‌های حفاری میدان نفتی با روش HAZAN (مطالعه موردی: میدان نفتی یاران جنوبی)

ابوذر بهوندی[۱]، سولماز دشتی[۲]*، کتایون ورشوساز[۳]

۱. گروه مدیریت محیط‌زیست (HSE)، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲. استادیار گروه محیط‌زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۳. استادیار گروه مدیریت محیط‌زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۶۳۱۶۲۱۷۶ فکس: ۳۳۲۰۱۴۷۸ ۰۶۱ ایمیل: Soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir و Solmazdashti@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: عملیات حفاری چاه‌های نفت به دلیل ماهیت و نوع فعالیت‌هایش با مخاطرات شغلی مختلفی سر و کار دارد، که باعث بروز بیماری‌ها، حذف نیرو و خسارات مالی زیادی به سیستم اقتصادی جامعه می شود. لذا رعایت ایمنی به منظور حفاظت از نیروی انسانی و صیانت از تجهیزات، برای همهٔ کارکنان امری ضروری است. هدف مطالعهٔ حاضر ارزیابی مخاطرات شغلی واحد عملیات حفاری و ارائه اقدامات کنترلی به منظور کاهش سطح ریسک این مخاطرات می‌باشد.

روش کار: بدین منظور فهرستی از لیست احتمالی ریسک‌های ایمنی و بهداشتی تهیه شده و برای تأیید درستی آن در اختیار تعدادی از کارشناسان حوزه حفاری قرار گرفت. سپس باتوجه به وضعیت ریسک‌ها، گزینه‌های کلی ریسک در فاز بهره‌برداری دکل‌های حفاری ۲۸ و ۱۰۱، از طریق فرم HAZAN مورد غربالگری قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند که ٤٨ درصد از مجموع ریسک‌های موجود در رتبه ۱ (قابل قبول)، ۲۹ درصد ریسک‌ها دارای رتبه ۳، ۲۲ درصد ریسک‌ها دارای رتبه ۲ و ۲ درصد از ریسک‌ها نیز در سطح غیرقابل قبول قرار داشتند.

نتیجه‌گیری: ریسک‌های قابل قبول بیشترین درصد را به خود اختصاص داده و بیان کننده این امر است که با استفاده از کنترل‌های مهندسی و نظارت بیشتر می‌توان خطرات را کنترل کرد و در مدت زمان معقولی سطح ریسک‌های رتبه ۱ و۲ را نیز به رتبه ۳ و یا ٤ کاهش داد. همچنین فعالیت‌های جوشکاری، عملیات سیال حفاری و شروع حفاری جزءِ سه اولویت اول سطح ریسک‌پذیری غیرقابل قبول هستند و بیشترین مخاطرات شغلی را برای کارکنان این صنعت ایجاد می‌کنند.

واژه های کلیدی: HAZAN، دکل حفاری، ارزیابی مخاطرات شغلی

دریافت: ۹۷/۷/۵ **پذیرش:** ۹۸/۳/۹

مقدمه

در اکثر اوقات در صنایع مختلف سلامت شغلی نادیده گرفته می‌شود و این امر به دلیل سطح ایمنی و بهداشت شغلی پایین در این صنایع و وجود ریسک‌های ایمنی و بهداشتی مختلف است (۱). لذا به منظور کاهش این ریسک‌ها و افزایش سلامت شغلی بررسی ایمنی و بهداشتی شغل جهت شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها انجام می‌شود (۲). به‌طور کلی می‌توان بیان داشت که ایمنی و بهداشت یک ارزش کلی و جهانی است که هر فرهنگی در جهت حفظ و اجرای آن باید نهایت تلاش خود را به خدمت گیرد. استراتژی‌های مدیریت ریسک ایمنی و بهداشتی بطور گسترده و همه جانبه بین سایر کشورها و سازمان‌ها بایستی به اجرا درآیند (۳). در نتیجه ارزیابی و بررسی ایمنی و بهداشت در محیط‌های کاری، روش دقیق و نظام‌مند و ابزاری برای مدیریت ریسک جهت شناسایی خطاها،

حذف خطرات و کاهش حوادث محیط کار و در نهایت افزایش بهره‌وری در فرآیند تولید می‌باشد (٤).
ارزیابی ریسک یکی از ارکان اصلی سیستم مدیریت ریسک می‌باشد و به‌عنوان اساسی برای توسعه استراتژی‌های مدیریت ریسک استفاده می‌شود. ارزیابی ریسک، فرآیند تحلیل کیفی و کمی پتانسیل‌های خطر و بالفعل شدن ریسک‌های بالقوه ناشی از اجرای پروژه و همچنین حساسیت یا آسیب‌پذیری محیط پیرامونی می‌باشد (۵). هدف اصلی آن تعیین درجه عدم قطعیت سیستم مورد مطالعه و هزینه آن و ارائه راه حل برای کاهش آن همچنین شناسایی، ارزیابی و کنترل عوامل مخاطره‌آمیزی است که سلامت و ایمنی کارکنان را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۶). صنعت نفت یکی از مهم‌ترین صنایع داخلی کشور بوده و نقش اساسی در توسعه کشور را بر عهده دارد که سیستم‌های ایمنی در آن از قدمت بیشتری نسبت به صنایع دیگر برخوردار است (۷). بخش حفاری را به‌عنوان کلید فتح مخازن نفتی، شاید بتوان مهم‌ترین و پرچالش‌ترین بخش از مراحل توسعه مخازن نفتی دانست، که بخش عمده‌ای از هزینه‌های توسعه مخازن را به خود اختصاص می‌دهد. کاهش هزینه‌های حفاری گامی مهم در جهت به حداقل رساندن هزینه‌های توسعه‌ای میدان است (۸) که با شناخت دقیق از ریسک‌های این فعالیت می‌توان به این مهم دست یافت. روش‌های متعددی برای ارزیابی ریسک وجود دارد، که بعضی از این روش‌ها کاربرد بیشتر و بعضی دیگر اختصاصی‌تر هستند و با توجه به ماهیت و خصوصیات پروژه و سایت روش ارزیابی مناسب انتخاب می‌گردد (۹). در این پژوهش با توجه به شرایط محیط مورد مطالعه از روش HAZAN استفاده گردید. که یک روش جامع برای درک و شناسایی خطرات شغلی است که می‌تواند با ارئه تصویر واضحی از خطرات شغلی و پیشگیری از حوادث شغلی بسیار موثر واقع شود (۱۰). در این زمینه می‌توان به نتایج حاصل از ارزیابی سلامت، ایمنی و محیط‌زیست واحد کارخانه تولید خودرو با استفاده از روش‌های مقایسه ETBA و HAZAN اشاره کرد که توسط جوزی و همکاران (۱۱) به انجام رسیده است، نتایج این پژوهش کارایی استفاده از هر دو روش به صورت مکمل را نشان داد. دحاسی و همکاران (۱۲) ارزیابی ریسک‌های زیست‌محیطی کارخانه بهره‌برداری نفت و گاز مجتمع مارون (۳) با روش HAZAN مورد بررسی قرار دادند. پس از ارزیابی به روش HAZAN، ۹ ریسک در سطح ۱ و غیرقابل قبول (معادل ۵/۱۲٪)، ۵ ریسک در سطح ۲ و نامطلوب (معادل ۶/۹۵٪)، ۵۸ ریسک در سطح ۳ و نامطلوب در صورت کنترل نشدن قرار گرفتند و در سطح ٤ و ۵ ریسکی دیده نشد. اشرفی و همکاران (۱۳) ارزیابی مخاطرات واحد تعمیرات ترابری ملی حفاری ایران را با استفاده از روش HAZAN انجام دادند. با توجه به نتایج ۲۵ ریسک ایمنی و ۳۰ ریسک بهداشتی شناسایی گردید. از ریسک‌های ایمنی شناسایی شده ۲۰ درصد در سطح غیرقابل‌قبول، ۳۲ درصد در سطح نامطلوب و از ریسک‌های بهداشتی ۱۳ درصد در سطح غیرقابل‌قبول و ٤۷ درصد در سطح نامطلوب قرار داشتند. تفضلی و همکاران (١٤) ریسک‌های زیست‌محیطی ایستگاه‌های تقویت فشار گاز بنگستان و آسماری را به روش HAZAN به انجام رساندند. سهرابی و همکاران (۱۰) نیز در پژوهش خود از روش HAZAN برای ارزیابی ریسک صنایع چوب و فلز استفاده کردند. ارزیابی خطر به روش HAZAN در یکی از واحدهای گروه صنعتی بارز که توسط هادی‌زاده و همکاران (۱۵) به انجام رسیده نمونه دیگر استفاده از این روش است. جعفری و همکاران (۱۶) ارزیابی ریسک خطرات کار در واحد تقطیر یکی از پالایشگاه‌های کشور با روشHAZAN را به انجام رساندند.
ارزیابی و تحلیل ریسک در بررسی خطرات سایت فرآوری آهن قراضه به روش HAZAN نیز در سال ۱۳۹۵ توسط دلیاک‌یگانه و همکاران به انجام رسیده

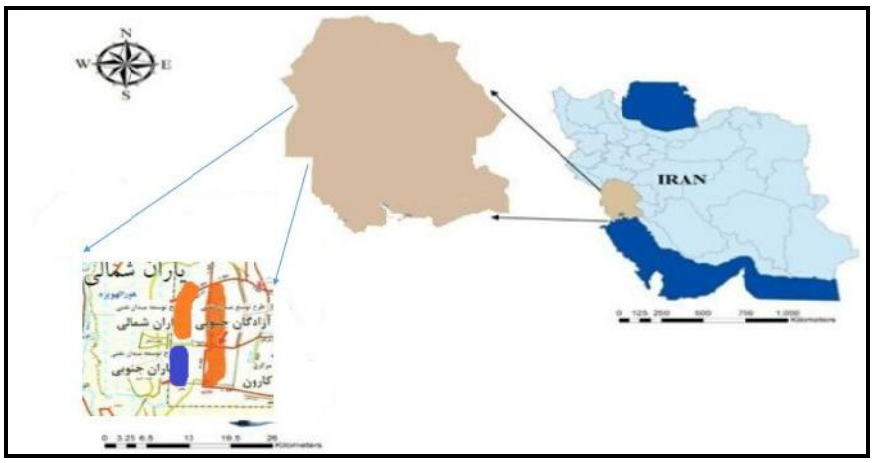
است (۱۷). چاکرابارتی[1] و همکاران (۱۸) برای ارزیابی خطر حمل و نقل از روش HAZAN استفاده کردند. پرز- مارین[2] و همکاران (۱۹) نیز در مطالعه خود معیارهای قابل قبول در آنالیز خطر صنایع نفت و گاز مکزیک را با روش HZAOP مورد بررسی قرار دادند. در تمام پژوهش‌های فوق به کارایی روش HAZAN اشاره شده است. با توجه به این امر و اهمیت حذف و کنترل مخاطرات محیط‌های شغلی که لازمه آن ارزیابی دقیق این مخاطرات است به نظر می‌رسد روش HAZAN می‌تواند گزینه مناسب و سختگیرانه‌تری برای این امر باشد، چرا که یک روش تکمیلی جهت شناسایی خطرات، تعیین اثرات عوامل بالقوه آسیب‌رسان با درنظرگرفتن احتمال وقوع و شدت اثرات بر کارکنان و سرمایه به منظور اتخاذ تصمیمات صحیح برای کنترل، کاهش و یا حذف مخاطرات و حوادث انسانی بکار گرفته شود. این روش معمولاً برای شناسایی، کنترل و کاهش پیامدهای خطرات بکار می‌رود. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند برای اقدامات کنترلی بسیار مفید واقع شود. همچنین به علت اهمیت صنعت حفاری در صنایع نفت و گاز نیز مطالعاتی چند به انجام رسیده است که می‌توان به پژوهش طهماسبی و همکاران (۸) اشاره کرد، در این پژوهش مدیریت ریسک در صنعت حفاری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دهنده اهمیت مدیریت ریسک در این صنعت هستند. دانش‌فر و همکاران (۲۰) شرایط مدیریت HSE را در دکل حفاری دریایی شرکت توسعه پتروایران مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در خصوص پتانسیل خطرات، بهداشت مواد غذایی و بهداشت کارکنان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. رعایت موارد مربوط به ایمنی کار با ماشین‌آلات در ارتفاع، پاک کردن سطح دکل از ضایعات، استفاده از کفپوش‌های ایمنی مناسب، شناسایی مواد و مکان‌های قابل اشتعال، جلوگیری از نشت دستگاه‌ها، رعایت مسائل مربوط به مواد غذایی و ایجاد شرایط مناسب رفاهی کارکنان جهت کاهش حوادث دکل‌های حفاری دریایی ضروری است. وو[3] و همکاران (۲۱) در پژوهش خود برای پیش‌بینی و تشخیص حوادث حفاری دریایی از ارزیابی ریسک استفاده نمودند و بیان داشتند که صنایع حفاری یکی از صنایع با مخاطرات بالای شغلی است. حفاری چاه‌های نفت به دلیل مواجهه با خطرها و مشکلات اجرایی، همواره خسارات زیادی به نیروی شاغل و تجهیزات وارد می‌کنند. به‌طوری‌که در زمان حفاری چالش‌های بسیاری به وقوع می‌پیوندد که باعث عقب‌افتادن برنامه حفاری از برنامه پیش‌بینی‌شده می‌شود. به همین دلیل این پژوهش با هدف ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشتی ناشی از عملیات حفاری، در دو دکل ۲۸ شرکت ملی حفاری ایران و ۱۰۱ شرکت نفت‌کاو به منظور شناسایی مخاطرات ایمنی و بهداشت حرفه‌ای و آنالیز ریسک با استفاده از روش HAZAN در میدان نفتی یاران جنوبی به انجام رسید تا با شناسایی ریسک‌های غیرقابل قبول و ارائه راهکار مدیریتی سعی در کاهش سطح این ریسک‌ها شود.

روش کار

میدان نفتی یاران جنوبی در استان خوزستان و در فاصله تقریبی ۱۳۰ کیلومتری از غرب شهر اهواز، در راستای مرز ایران و عراق قرار گرفته است. میدان نفتی یاران در مخزن نفتی با میدان مجنون عراق مشترک است. این میدان در جنوب غرب میدان آزادگان جنوبی و جنوب میدان یاران شمالی واقع گردیده (شکل ۱) و طول این میدان نفتی ٤٨ کیلومتر و عرض آن ۲/۵ کیلومتر است که محدوده‌ای به مساحت ۵۱ کیلومتر مربع را در برمی‌گیرد. مخزن

[1] Chakrabarti
[2] Pérez-Marín
[3] Wu

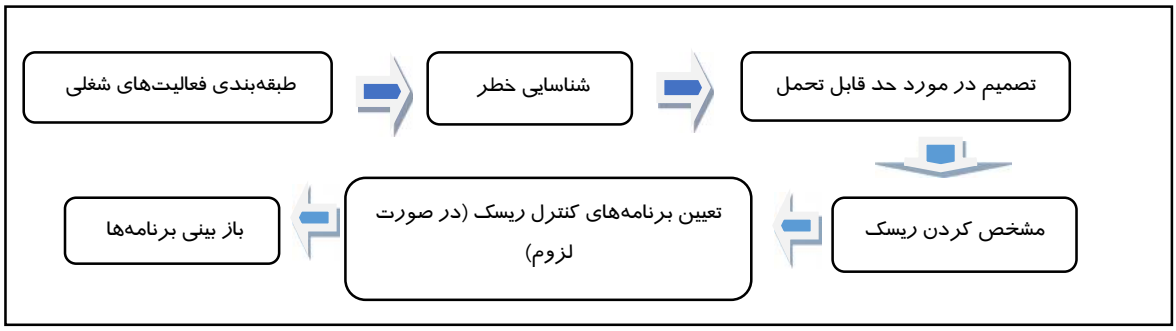
نفتی میدان یاران جنوبی نیز از سازند سروک تامین می‌شود (۲۲).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی

مطالعه توصیفی- تحلیلی حاضر در دو دکل حفاری خشکی ۲۸ فتح و ۱۰۱ نفت‌کاو ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. روش مورد استفاده در این پژوهش روش HAZAN (تحلیل خطر) بود. تکنیک HAZAN یک روش ساختاری و سیستماتیک برای ارزیابی فرآیندها یا عملیاتی برای شناسایی و ارزیابی خطرات احتمالی می‌باشد (۱۸) که شناسایی خطرات را با استفاده از گروه متخصصان و طوفان ذهنی شروع می‌کند و در پی کشف علل و اثرات خطرات بالقوه می‌باشد (۲۳). اولین اقدام در این مورد، شناخت و در نظر گرفتن کلیه خطاهای قریب الوقوعی است که می‌توانند منجر به حادثه شوند. در این پژوهش به منظور شناسایی خطرات ایمنی و بهداشت محیط کار در ابتدا بازدید میدانی از دستگاه‌های حفاری خشکی ۲۸ فتح و ۱۰۱ نفت کاو انجام گرفت و بطور مستقیم نحوه کار کارگران در حین انجام فرآیندها و فعالیت‌ها مشاهده گردید. برای کسب اطلاعات تکمیلی، با توجه به صنعتی‌بودن این پژوهش از کمک کارشناسان دستگاه حفاری و در نهایت برای تکمیل اطلاعات از نتایج و عملکرد مدیریت HSE استفاده شد. در ادامه اثرات حوادث بر روی ذینفعان و تجهیزات پیش‌بینی گردید. بهترین شیوه برای بررسی احتمال این حوادث، انجام مطالعات گذشته‌نگر در این باب و آثار ناشی از آنها است. در برخی مواقع که هیچ مدرک یا مستندی در دسترس نیست، بهره‌گیری از علم آمار و احتمالات به منظور پیش‌بینی‌های عالمانه راهگشا است. برای انجام گام دوم و پیش‌بینی اثرات از نتایج تحقیقات پیشین در زمینه حفاری و نظر کارشناسان و خبرگان HSE و مهندسین حفاری استفاده شد. در ادامه تواتر حوادث مربوط به هر فعالیت در دو کل حفاری خشکی ۲۸ فتح و ۱۰۱ نفت‌کاو مشخص گردید. سپس با نظر خبرگان و متخصصان امر، اقداماتی پیشگیرانه و کنترلی را که می‌توانستند مانع از وقوع حادثه گردیده و یا احتمال وقوع آن را کاهش دهند و یا حتی اثرات آنها را تخفیف دهند، مشخص شدند. این اقدامات باید با قوانین و مقررات ایمنی مقایسه گردیده، هماهنگی‌های لازم بین آنها ایجاد شود. شایان ذکر است برآورد هزینه‌ها و منابع مصروفه جهت امور کنترلی و مقایسه آن با پیش‌بینی خسارات و زیان‌های وارده از جمله اقدامات مهمی است که استعانت از این تکنیک را توجیه می‌کند. درصورتی که به‌کارگیری این شیوه به لحاظ اقتصادی موجه نباشد، باید روشی ساده و کارآمد جایگزین گردد (۲۵،۲٤)، که در این پژوهش روش HAZAN با نظر کارشناسان و تیم تحقیقات کاملاً توجیه اقتصادی داشت. در شکل ۲ مراحل ارزیابی به‌روش HAZAN نمایش داده شده است.

سپس برای به دست آوردن درجه خطرزایی که مبنا و اساس مقایسه خطرات و اولویت‌بندی آنها جهت ارائه اقدامات کنترلی است، دو عامل شدت و تواتر حوادث، محاسبه گردید (۱۱). در جدول ۱ طبقه‌بندی شدت و جدول ۲ طبقه‌بندی تواتر قابل مشاهده است.



شکل ۲. مراحل انجام ارزیابی ریسک به روش HAZAN (۱۰)

جدول ۱. نمایش طبقه‌بندی شدت ریسک (۲۶-۱۷)

رتبه	شرح شدت ریسک
A	مرگ و میر، نشت عمده مواد تحت کنترل انفجار یا آتش‌سوزی عمده و با کاهش تولید، خسارت بیش از ۱ میلیون دلار در روز
B	آسیب شدید یا ناتوانی دائمی، نشت متوسط مواد تحت کنترل، انفجار یا آتش‌سوزی متوسط و یا کاهش تولید خسارت بین ۵۰۰ هزار تا ۱ میلیون دلار در روز
C	آسیب طولانی‌مدت بدون ناتوانی دائمی، نشت جزئی مواد تحت کنترل کاهش جزئی تولید، خسارت بین ۵۰۰ تا ۲۵ هزار دلار در روز
D	آسیب نیازمند کمک‌های اولیه، نشت بسیار جرئی مواد، کم‌ترین آسیب به تجهیزات یا کم‌ترین کاهش تولید، خسارت کمتر از ۲۵ هزار دلار در روز
E	بی خطر، نیازی به بررسی بیشتر نیست، مشکل وجود ندارد، تاثیر اقتصادی قابل صرف نظر

جدول ۲. نمایش طبقه‌بندی احتمال وقوع ریسک (۲۶-۱۷)

رتبه	شرح احتمال وقوع
۱	ممکن است در هر هفته یک بار یا بیشتر اتفاق افتد.
۲	ممکن است در هر ماه حداقل یک بار اتفاق افتد یا در بین ۱۰ سازمان مشابه یک مورد در ماه اتفاق افتد.
۳	ممکن است یک بار در سال یا در بین ۱۰ سازمان مشابه یک مورد در سال اتفاق افتد.
٤	انتظار میرود در طول فعالیت سازمان حداقل یکبار اتفاق بیفتد.
۵	به طور کلی وقوع آن انتظار نمی‌رود.

سپس برای تعیین کردن درجه خطرزایی[1] (رابطه۱) معیار شدت[2] و تواتر[3] در هم ضرب شدند (۲۷).

رابطه (۱) (۲۷،۲۸) $R.R = F \times S$

سپس داده‌های ثبت شده در فرم‌های HAZAN برای هر شغل، وارد کامپیوتر شده و پس از تجزیه و تحلیل با استفاده از نرم‌افزار Excel-14، رتبه ریسک‌ها مشخص گردید. لازم به ذکر است که در این پژوهش به علت تعداد بسیار زیاد ریسک‌ها (تعداد کل ریسک ۱٤٦٤) جدول فراوانی تفکیکی رتبه ریسک‌ها با توجه به سطح ریسک که دارای سطح ریسک ٤ (قابل قبول)، ۳ (قابل قبول به شرط کنترل شدن)، ۲ (نامطلوب) و ۱ (غیرقابل قبول) می‌باشند ارائه شده است.

[1] Risk Rating
[2] Severity
[3] Frequency

یافته ها

با توجه به جدول ۳، ٤۲ فعالیت مربوط به فرآیندهای دستگاه حفاری با توجه به نظر کارشناسان متخصص و مطالعه کتب مربوطه که سبب ایجاد ریسک‌های ایمنی و بهداشت حرفه‌ای می‌شوند، شناسایی گردیدند که شامل ریسک اسیدکاری، آزمایش شیرهای فوران‌گیر، عملیات سیمان‌کاری، لوله مغزی سیار، عملیات رشته تکمیلی، مغزه‌گیری، لایه آزمایی، برپایی شیرهای فوران‌گیر، سیال حفاری، برپایی دکل، Wire-line، Mud Logging، تست لوله جداری، بریدن و اضافه‌کردن کابل حفاری، پیمایش چاه، حفاری زیر فشار تعادلی مخزن، مدیریت پسماند، جوشکاری، اردوگاه حفاری، آزمایش و بهره‌دهی چاه، شروع به کار دکل حفاری، اقامت در اردوگاه، انبار نگهداری کپسول، تامین برق دستگاه، تحویل محل چاه، تعمیرات، حمل و نقل نفر با بسکت، خوابگاه، درمانگاه سرچاهی، عملیات راندن لوله‌های جداری، سرویس خودروهای جانبی، سیمان و مواد شیمیایی، شروع حفاری، طبخ و توزیع مواد غذایی، عملیات بارگیری دستگاه حفاری خشکی، عملیات باز نمودن دستگاه، عملیات پایین‌انداختن شیرهای فوران‌گیر[1]، عملیات جابجایی، عملیات چیدمان مانورها، مشبک‌کاری و نمودارگیری هستند. این فعالیت‌ها به علت خطاهای انسانی و نقص در تجهیزات سبب سقوط بار به روی افراد، برخورد اجسام به افراد، محصورشدن و گیرکردن افراد بین تجهیزات، لیزخوردن و تماس با وسایل دوار، ایجاد سر و صدا، هدایت اسید به درون چاه، پاشیدن سیال به افراد و تجهیزات، تماس با مواد شیمیایی و اسیدی، نفوذ گل و مایعات به چشم افراد، برخورد الیویتور به افراد، رهاشدن پلاک تستر از قلاب بالابر هوایی، برخورد آچارهای دکل به افراد، افزایش فشار و عمل‌کردن شیرهای ترخیص فشار پمپ‌های گل، برخورد آچارهای لوله و پلاک تستر به افراد، برخورد الیویتور و لوله حفاری به افراد، برخورد لوله و الیویتور به افراد افتادن افراد درون ماس هول، خطر زمین‌خوردن افراد هنگام بازکردن شیرهای چندراهه، ارتعاش، استرس‌های حرارتی، کار در ارتفاع، تصادف خودرو حامل با افراد، کابل برق پاور شیکرها، جابجایی مواد گل که این عوامل به پرسنل آسیب وارد می‌کند. این آسیب‌ها هم شامل نقص عضو، بروز مشکلات شنوایی و سایر عوارض مربوطه، آتش‌سوزی، از دست دادن چشم و یا صدمه به بینایی، صدمه به افراد و در موارد نادر منجر به مرگ، شکستگی اعضای بدن، تخریب سیستم عضلانی و اسکلتی و تخریب سیستم عروقی، بروز ناراحتی‌های عمومی، جراحت شدید- نقص عضو، اثرات روانی واثرات اجتماعی، شوک الکتریکی و غیره می‌شوند.

نتایج حاصل از بررسی به عمل آمده در منطقه مورد مطالعه نشان‌دهنده این موضوع می‌باشد که بیشترین درصد ریسک‌های شناسایی شده (٤۸٪) مربوط ریسک‌های دارای رتبه ٤ می‌باشند که نشان‌دهنده سطح قابل قبول ریسک است. ۲۹ درصد ریسک‌ها دارای رتبه ۳ و سطح قابل قبول به شرط کنترل‌شدن، ۲۲ درصد ریسک‌ها دارای رتبه ۲ و سطح نامطلوب وکمترین درصد ریسک نیز متعلق است به ریسک‌های غیرقابل قبول، که ۲ درصد از این ریسک‌ها را تشکیل می‌دهند (جدول ٤). همچنین با توجه به جدول ۳، فعالیت‌های جوشکاری با ۱۱ عدد ریسک در سطح غیرقابل قبول، عملیات سیال حفاری با ۶ عدد ریسک در سطح غیرقابل قبول و شروع حفاری و خوابگاه با ٤ عدد ریسک در سطح غیرقابل قبول جزءِ سه اولویت اول سطح ریسک‌پذیری غیرقابل قبول هستند و بیشترین مخاطرات شغلی را برای کارکنان این صنعت ایجاد می‌کنند.

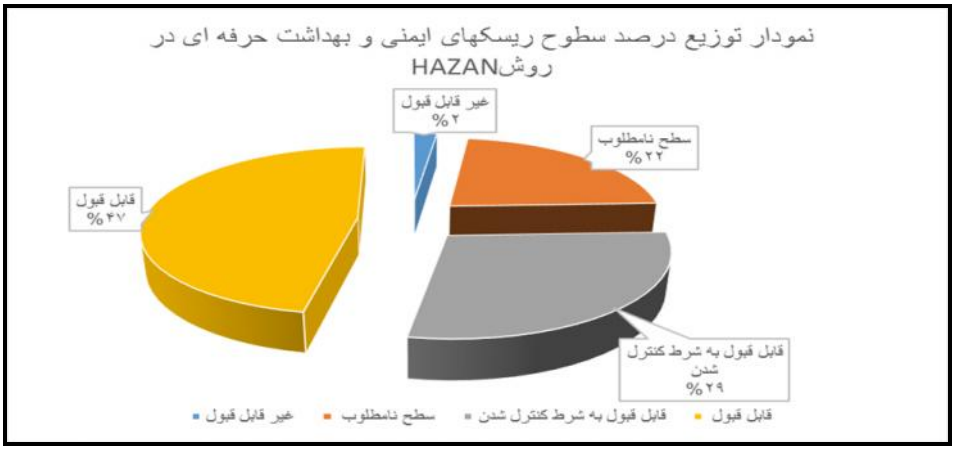
[1] Nippel Down

جدول ۳. ریسک‌های ایمنی و بهداشت حرفه‌ای

فعالیت	فراوانی تفکیکی رتبه ریسک‌ها با توجه به سطح ریسک				جمع
	٤ (قابل قبول)	۳ (قابل قبول به شرط کنترل شدن)	۲ (نامطلوب)	۱ (غیرقابل‌قبول)	
اسید کاری	۰	۱۶	۰	۰	۱۶
آزمایش شیرهای فوران‌گیر	۸	۲۰	۱۱	۱	٤۰
عملیات سیمانکاری	٤	۸	٤	۱	۱۷
لوله مغزی سیار	۱۵	۱۲	۱۸	۰	٤۵
عملیات رشته تکمیلی	۵	۵	۲	۰	۱۲
مغزه‌گیری	۲	٤	۳	۰	۹
SLIP AND CUT	۳۶	۱	۸	۰	٤۵
پیمایش چاه	۵	۶۰	۱۶	۲	۸۳
UBD	۵٤	۱٤	۷	۰	۷۵
مدیریت پسماند	۵	۶	۳	۰	۱٤
جوشکاری	۹	۲۱	۱	۱۱	٤۲
Wire-line	۹	۱۱	۱	۰	۲۱
Casing	۶۳	۹	۳۸	۰	۱۱۰
آزمایش و بهره‌دهی چاه	۱۳	٤	۶	۰	۲۳
شروع به کار دکل حفاری	۹	۵	۱	۰	۱۵
اقامت در اردوگاه	۱	۷	۱	۰	۹
انبار نگه‌داری کپسول	۲	۵	۲	۰	۹
تامین برق دستگاه	۰	٤	۳	۰	۷
تحویل محل چاه	۶	۰	۰	۰	۶
تعمیرات	۱۰۱	۱۲	۱٤	۰	۱۲۷
حمل وتقل نفر با بسکت	۰	۰	۱	۰	۱
لایه آزمایی	۱۷	۱۲	۱۸	۰	٤۷
برپایی شیرهای فوران‌گیر	۰	۱٤	۲	۱	۱۷
سیال حفاری	۲۱	۲۱	۱۰	۶	۵۸
Mud Logging	٤	۹	۱	۰	۱٤
برپایی دکل	۲۵	۱۰	۶۵	۰	۱۰۰
تست لوله جداری	٤۷	۱۶	۱	۰	۶٤
سرویس خودروهای جانبی	۸	۰	۰	۰	۰
سیمان و مواد شیمیایی	٤۳	۳	۲۰	۰	۶۶
شروع حفاری	۲	۱۵	۲۵	٤	٤۶
طبخ و توزیع مواد غذایی	۱۲	۲۱	۵	۰	۳۸
Loading	۵	۱	۱	۰	۷
عملیات باز نمودن دستگاه	۱۹	٤	۵	۰	۲۸
Nippel Down	٤۹	۱۵	۱۵	۰	۷۹
عملیات جابجایی	۱۵	۱٤	۰	۰	۲۹
عملیات چیدمان	۲٤	۹	۱۲	۰	٤۵
مانورها	٤	۱۶	۶	۰	۲۶
مشبک کاری	۲۰	۰	۰	۰	۲۰
نمودارگیری	۱۳	۶	۰	۰	۱۹
خوابگاه	۰	۰	۰	٤	٤
درمانگاه سر چاهی	۱	۰	۲	۰	۳۳
اردوگاه حفاری	۱٤	۷	۹	۰	۳۳۰

جدول ٤. نتایج نهایی مربوط به رتبه ریسک‌های ایمنی و بهداشت حرفه‌ای

فراوانی تفکیکی رتبه ریسک‌ها با توجه به سطح ریسک	٤ (قابل قبول)	۳ (قابل قبول به شرط کنترل شدن)	۲ (نامطلوب)	۱ (غیرقابل‌قبول)	جمع کل
جمع	۶۹۰	٤۱۷	۳۲۷	۳۰	۱٤۶٤
درصد	٤۸	۲۹	۲۲	۲	۱۰۰



شکل ۲. نمایش توزیع درصد سطوح ریسک‌های ایمنی و بهداشت حرفه‌ای

بحث

مهم‌ترین بخش از برنامه ایمنی و بهداشت حرفه‌ای در صنایع بالادستی نفت و گاز از جمله صنعت حفاری شناسایی خطرات و حوادث است که در واقع موتور سیستم محسوب می‌شود (۲۰). روش‌های متفاوتی برای شناسایی خطرات در صنایع نفت پیشنهاد شده است که در این پژوهش با توجه به شرایط محیط مورد مطالعه از روش HAZAN برای شناسایی و ارزیابی ریسک استفاده گردید. در ابتدا ٤۲ فعالیت شناسایی شد و با توجه به نظر کارشناسان و خبرگان ۱٤۶٤ ریسک برای این دو فعالیت شناسایی شد.

تنها محدودیت این پژوهش را با توجه به تعداد بسیار زیاد ریسک‌ها می‌توان محدودت زمان انجام پروژه دانست، چرا که شناسایی و تجزیه و تحلیل این حجم از داده به زمان زیادی نیاز دارد، که با کمک تیم تحقیقات تا جایی که امکان داشت این محدودیت برطرف گردید. با توجه به نتایج حاصله، ریسک‌های غیرقابل قبول تنها ۲ درصد از کل ریسک‌های ایمنی و بهداشت حرفه‌ای میدان نفت یاران جنوبی را به خود اختصاص داده است، اما مدیریت ریسک این خطرات بسیار مهم و ضروری می‌باشد و باید در وهله اول ریسک غیرقابل قبول مدیریت و اصلاح شود، زیرا این ریسک‌ها آسیب‌های زیادی به پرسنل و تجهیزات وارد می‌کنند و خود این ریسک‌ها مسبب ایجاد ریسک‌های دیگر در این صنعت می‌باشند.

با توجه به نتایج به دست آمده ٤۸ درصد ریسک‌ها دارای رتبه ٤ می‌باشند که نشان‌دهنده سطح قابل قبول ریسک است. ۲۹ درصد ریسک‌ها دارای رتبه ۳ و سطح قابل قبول به شرط کنترل‌شدن، ۲۲ درصد ریسک‌ها دارای رتبه ۲ و سطح نامطلوب وکم‌ترین درصد ریسک نیز متعلق است به ریسک‌های غیرقابل قبول که ۲ درصد از این ریسک‌ها را تشکیل می‌دهند و لازم است با استفاده از کنترل‌های مهندسی ریسک‌های گروه ۱ و ۲ را در مدت زمان معقولی به گروه‌های پایین کاهش داد. گروه ٤ پذیرفتنی هستند و ریسک‌های گروه ۳ بعد از حصول اطمینان از برقراری کنترل‌های موجود قابل قبول است که این نتایج با نتایج تحقیقات دحاسی و همکاران (۱۲) همسو است.

یکی از اعمالی که به صورت روزانه و معمول در دستگاه‌های حفاری انجام می‌شود، جوشکاری است که یکی از روش‌های تولید می‌باشد و هدف آن اتصال دائمی مواد مهندسی به یکدیگر است، به گونه‌ای که خواص اتصال برابر با خواص ماده پایه باشد (۳۰). عملیات جوشکاری در پژوهش حاضر با ۱۱ عدد ریسک که در سطح ریسک‌پذیری غیرقابل‌قبول است، در اولویت اول از نظر درجه ریسک‌پذیری و اقدامات اصلاحی قرار دارد. این فعالیت‌ها شامل بازدید از تجهیزات و ابزار کار در هنگام استفاده از جرثقیل برای جابجایی دیزل است که سبب ایجاد ریسک بریدن کابل کرن و سقوط دستگاه و اصابت به پرسنل می‌شود که با نتایج پژوهش نوذری و همکاران (۳۱) در ارزیابی ریسک عملیات حفاری میدان نفتی اهواز همسو می‌باشد. فعالیت نظارت بر جابجایی دستگاه هوا برش ذخیره سیلندرهای استیلن در یک وضعیت نادرست که به علت بریدن زنجیر مهار کپسول‌ها اتفاق می‌افتد سبب سقوط کپسول‌ها و انفجارات و همچنین جراحت شدید و مرگ پرسنل می‌شود. نتایج این پژوهش همسو با تحقیقات حسینی و همکاران (۳۲) مبنی بر قرارگرفتن ریسک بریدن زنجیر مهار کپسول‌ها در سطح ریسک‌پذیری بالا می‌باشد. نظارت بر جابجایی موتور جوش نیز یکی دیگر از عوامل ایجاد ریسک‌های غیرقابل قبول در عملیات جوشکاری است، چرا که استفاده از جرثقیل برای جابجایی دیزل امکان سقوط بار بر اثر خاموش شدن کرن (off) را ایجاد می‌کند که نتایج این پژوهش همسو با نتایج قلی‌پور و همکاران (۳۳) مبنی بر سقوط از ارتفاع است. بررسی مکان جوشکاری می‌تواند به علت اتصال کوتاه در تجهیزات برقی دستگاه (برق گرفتگی) سبب مرگ پرسنل شود. همچنین دیگر فعالیت این عملیات که شامل انفجار کپسول‌های هوا یا استیلن می‌باشد و به علت عدم رعایت نکات ایمنی، عدم استفاده از وسائل استحفاظی فردی، خرابی نازل برشکاری، بی‌دقتی فرد برشکار، آلودگی مواد چوبی با مشتقات نفتی، عدم نظارت سرپرستی، پوسیدگی و فرسودگی شیلنگ‌های حامل گاز استیلن و اکسیژن ایجاد می‌شود که پژوهش حسینی و همکاران (۳۲) این موضوع را تایید می‌کند. کارکردن با سنگ جت که امکان برق‌گرفتی با این دستگاه به علت عدم رعایت مقررات ایمنی، بی‌توجهی به تابلوهای هشداردهنده، عدم بازرسی دوره‌ای از کابل‌های برق سنگ جت، عدم استفاده از وسایل استحفاظی فردی به وجود می‌آید نیز دلیل دیگر مرگ پرسنل است. روشن کردن موتورجوش به علت استفاده از دستگاه هوا برش به دلیل خطر برگشت شعله به کپسول و انفجار نیز سبب خسارت به تجهیزات، آسیب شدید و مرگ می‌شود. استفاده از دستگاه هوا برش در عملیات جوشکاری و برشکاری که به علت کاربرد اسباب معیوب نظیر رگلاتور، لوله، مشعل (انفجار) و کاربرد روغن یا گریس نزدیک اکسیژن است سبب جراحت شدید و مرگ می‌شود. بالا رفتن از پمپ‌ها در عملیات جوشکاری و برشکاری به علت روشن کردن تجهیزات هنگام عملیات جوشکاری عامل ایجاد جراحت شدید و مرگ در پرسنل می‌باشد.

دومین فعالیتی که در جایگاه دوم ریسک‌های غیرقابل قبول قرار دارد، عملیات سیال حفاری است که تصادف خودرو حامل با افراد و سقوط کارکنان از کفی تریلر به علت عدم رعایت مقررات ایمنی، بی‌توجهی به تابلوهای هشداردهنده، نقص فنی خودرو، عدم شرایط احراز راننده، نامساعد بودن محل تردد خودرو، عدم استفاده از وسایل استحفاظی فردی، عدم نظارت سرپرستی سبب مرگ پرسنل و ایجاد این ریسک می‌شود. دریافت مواد شیمیایی در عملیات سیال حفاری به علت تصادف خودرو حامل با افراد و سقوط کارکنان از روی تانکر مواد شیمیایی سبب به‌وجودآمدن ریسک مرگ در پرسنل می‌شود. همچنین در فعالیت مراقبت از توری‌های شیکرها، نظارت بر گل برگشتی به علت زدگی کابل پاور شیکرها و اتصال کوتاه سبب شوک الکتریکی،

برق‌گرفتگی و مرگ می‌شود که با نتایج حیدری و همکاران (۳٤) و جهانگیری و همکاران (۳۵) مبنی بر قرارگیری این ریسک در سطح ریسک‌های بحرانی همسو است.

تنها فعالیتی که در زمره ریسک‌ها با سطح غیرقابل قبول قرار دارد و باعث مرگ پرسنل نمی‌شود، ولی شکستگی و نقص عضو را سبب می‌شود تخلیه مواد در هپرکه به علت سقوط بار بر اثر پاره شدن کابل به‌وجود می‌آید.

شروع حفاری شامل آماده‌کردن و اتصال متعلقات رشته حفاری و مته می‌باشد، پس از آماده نمودن رشته حفاری اقدام به پمپاژ سیال حفاری (گل حفاری) و اعمال چرخش دورانی به رشته و مته حفاری نموده که همزمان عملیات حفاری آغاز می‌گردد (۳۶). در این عملیات ٤ ریسک جزءِ ریسک‌های غیرقابل قبول است، که شامل ریسک استفاده از دستگاه استیم واش برای تمیزکاری تردهای لوله که به علت عدم نصب حفاظت جان، عدم بازرسی تجهیز قبل از شروع به کار استفاده می‌شود. وجود ناخالصی در سیال حفاری (سنگ و آهن‌آلات)، عدم استفاده از پایپ اسکرین، عدم استفاده از گل استاندارد سبب ایجاد ریسک پلاک‌شدن مته می‌شود که این عامل باعث افزایش فشار و ترکیدن خطوط تحت فشار و مرگ پرسنل است. یکی دیگر از ریسک‌های عملیات حفاری که به‌علت مهارنکردن تجهیزات به وجود می‌آید، افتادن وسایل بر روی افراد است. ریسک خطر سقوط دکل‌بان از روی سکوی دکل‌بان به پایین که به علت استفاده نکردن از کمربند نگهدارنده، کابل ایمنی ١٤ فوتی و کمربند بالابرنده ایجاد می‌شود که نتایج پژوهش نوذری و همکاران (۳۱) مبنی بر قرارگرفتن عملیات شروع حفاری در ریسک‌های غیرقابل قبول در تایید این موضوع است.

در مورد ریسک خوابگاه هر دو فعالیت سالن غذاخوری و اتاق‌های خواب و استراحت سبب ایجاد ریسک برق‌گرفتی و آتش‌سوزی می‌شوند که آن هم به علت وصل نبودن سیم ارتینگ، اتصال در لوازم الکتریکی و نشر گاز است که با نتایج پژوهش پنینگتون[1] و همکاران (۳۶) همسو می‌باشد. به طور کلی می‌توان بیان داشت عامل پتانسیل خطر سقوط بار یا ابزار بیشترین ضریب تکرار را داشته است که این خطر علاوه بر خسارت به تجهزات، سبب آسیب به پرسنل می‌شود (۲۰) که از اقدامات اصلاحی در این باره می‌توان به صدور مجوز کار توسط واحد ایمنی، استفاده از کلاه ایمنی، توجه به تابلوهای هشدار و اعمال قوانین و نظارت سختگیرانه اشاره کرد. با توجه به این نکته و این که عامل بیش از ۸۰ درصد حوادث در صنایع نفت و صنایع وابسته به آن به علت خطاهای انسانی است (۳۷)، می‌توان بیان داشت که تمام ریسک‌های غیرقابل قبول به نحوی به علت خطاهای انسانی ایجاد شده‌اند و می‌توان با نظارت بیشتر و اعمال قوانین سختگیرانه عامل خطای انسانی را کاهش داد که نتایج پژوهش‌های قاسمی و همکاران (۳۷)، حلوانی و همکاران (۳۸)، امیرحیدری و همکاران (۳۹) و ورشوساز و همکاران (٤۰) این موضوع را تایید می‌کند.

نتیجه‌گیری

توجه دقیق و پیوسته به سلامت شاغلین به‌خصوص در مشاغل سنگین لازمه داشتن یک صنعت پویا و سالم است. شناسایی انواع مختلفی از خطرات در مطالعه حاضر به خوبی نمایانگر وجود ریسک‌های گوناگون برای سلامت شاغلین در محیط‌های صنعتی همچون صنایع حفاری است. با بررسی نتایج مندرج در جداول و نمودار، مشاهده گردید که ریسک‌های قابل قبول بیشترین درصد را به خود اختصاص داده اند و این مطلب گویای این است که با بکارگیری کنترل‌های مهندسی و نظارت بیشتر و همچنین اقدامات اصلاحی و بهسازی، بخصوص در مورد برخی از ریسک‌هایی که

[1] Pennington

در این پژوهش همان ۲ درصد ریسک غیرقابل‌قبول هستند و اثر مستقیم بر ایمنی و بهداشت کارکنان دارند، می‌توان حدود نیمی از خطرات را کنترل کرد. سه اولویت اول سطح ریسک‌پذیری غیرقابل‌قبول شامل فعالیت‌های جوشکاری با ۱۱ عدد ریسک، عملیات سیال حفاری با ۶ عدد ریسک و شروع حفاری و خوابگاه با ٤ عدد ریسک می‌باشند، که بیشترین مخاطرات شغلی را برای کارکنان این صنعت ایجاد می‌کنند.

کنترل و کاهش این ریسک‌ها به این علت حائز اهمیت است، که مسبب ایجاد ریسک‌های دیگر و مرگ پرسنل می‌باشند که بار مالی بسیار زیادی برای درمان و کاهش خطرات ایجاد می‌کنند. لذا ارائه استراتژی که کامل و جامع باشد و طیفی از استراتژی‌های کنترل‌های فنی- مهندسی، مدیریتی، الگوهای رفتاری و وسایل حفاظت فردی را در نظر بگیرد بسیار ارزشمند می‌باشد، تا بتواند در مدت زمان معقولی سطح این ریسک‌ها را به ریسک‌های سطح ۳ یا ٤ کاهش دهد. با توجه به محدودیت هزینه‌ها برای صنایع باید در ارائه راهکارهای کنترلی همواره به دنبال یافتن راهی بود که با کمترین هزینه ممکن، بیشترین میزان کاهش سطح ریسک را در پی داشته باشد. با توجه به اهمیت حذف و کنترل مخاطرات محیط‌های شغلی که لازمه آن ارزیابی دقیق این مخاطرات است به نظر می‌رسد روش آنالیز HAZAN می‌تواند گزینه مناسب و سختگیرانه‌تری برای این امر باشد.

References

1-Eyayo F. Evaluation of Occupational Health Hazards among Oil Industry Workers: A Case Study of Refinery Workers IOSR. Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT). 2014; 8 (12): 22-53.

2-Hosseini G, Teymouri P, Giahi O, Maleki A. Health Risk Assessment of Heavy Metals in Atmospheric PM10 in Kurdistan University of Medical Sciences Campus. J Mazandaran Univ Med Sci. 2016; 5 (13): 136-146 (Persian).

3-Shin S, Lee G, Ahmed U, LeeY, NaJ, Han Ch. Risk-based underground pipeline safety management considering corrosion effect. Journal of Hazardous Materials. 2018; 342:279-289

4-Darvishi E, Maleki A, Dehestaniathar S, Ebrahemzadih M. Effect of STOP Technique on Safety Climate in a Construction Company. J Res Health Sci. 2015; 15 (2): 109-112.

5-Alam Tabriz A, Hamzehi A. Project Risk Evaluation and Analysis Using Risk Management Based on PMBOK Standard and RFMEA Technique. Industrial Management Studies. 2011; 23(6): 1-19.

6-Vazdani S, Sabzghabaei G, Dashti S, Cheraghi M, Alizadeh R, Hemmati A. Fmea Techniques Used in Environmental Risk Assessment. Environment & Ecosystem Science. 2017; 1 (2): 16-18 .

7-Ebrahimzadeh K, Zamani A, Qasamipour M. Principles of drilling engineering. Tehran. Sanei Shahmirzadi Publishing. 2008: 210.

8-Tahmasebi A, Ayatollahi SH, Dashti N, Kharrat R. Improving drilling speed and cost reduction through risk management and well-trajectory design. Journal of Petroleum Geomech anics. 2017; 1(1): 29-39.

9-Vakel Azad GR, Pourstoodeh N. Environmental risk assessment methods in oil and gas transmission. Oil, gas and energy projects. 2017; 42: 12-20.

10-Sohrabi Y, Rahdar S, Baneshi MM, Biglari H. Risk detection and assessment in wood and metal products industries using HAZAN method. Journal of Global Pharma Technology. 2017; 2(9): 1-6 .

11-Jozi SA, Shaker Mirhmadi N. Health, safety and environmental risk assessment of a press unit of a car manufacturing plant using the comparative methods of ETBA and HAZAN. Journal of Environmental Science and Technology. 2015; 17 (4): 117-130.

12- Dahasi N, Orak N. Environmental risk assessment of plant operation Maroun Oil and Gas Complex (3) using risk analysis (HAZAN). Scientific & Research Journals Management System. 2018; 20 (1): 29-40.

13-Ashrafi L, Orak N. Risk Assessment of National Iranian Drilling Transportation Repairs Department Using the HAZAN. Scientific & Research Journals Management System. 2018; 21(1): 1-12.
14-Tafazoli L, Orak N. Environmental risk assessment Bangestan gas compressor stations and Asmar HAZAN method of operation in the oil and gas complex Maroon. Scientific & Research Journals Management System. 2018; 20 (1): 15-31.
15-Hadizadeh H, Nasrabadi T, Nasri A, Zangi Abadi M.A. Evaluation of the results of HAZAN risk assessment in one of the industrial units of Barez, 2nd Conference on Environmental Planning and Management. 2012: 1-1.
16-Ja'fari AR, Razi Tabari MR. Risk assessment of work hazards in a distillery unit in one of the refineries of the country using the HAZN method. The second inspection and safety conference in the oil and gas industry. 2011: 1-7.
17-Delia yganeh M, Khalili B, Adebi M, Slahshore R. Assessment and analysis in study of scrap metal processing site by HAZAN method. International Conference on Industrial Engineering and Management. 2016; 1-9.
18-Chakrabarti K, Parikh J. Applying HAZAN methodology to hazmat transportation risk assessment. Process Safety and Environmental Protection. 2012; 90(5): 368-375.
19-Perez-Marin M, Rodriguez Toral MA. Hazop- Local approach in the Mexican oil & gas industry. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2013; 26(5): 936–940.
20-Daneshfar MA, Iman Zadeh H, Hosseini AM, Arjmand M. Application of the reporting system of unsafe conditions in health management 2. Safety and Environment (Case Study: Marine Drilling Rig, Petroiran Development). Exploration and production of oil and gas. 2014; 116: 42-48.
21-Wu S, Zhang L, Zhang W, Liu Y, Lundteigen MA. A DBN-based risk assessment model for prediction and diagnosis of offshore drilling incidents. Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2016; 34: 139-158
22- Shah Hosseini M. Comprehensive Pattern of West Karun Oil Fields development. Oil and Gas Exploration and Production Journal. 2014; 93 (112): 4-10.
23-Research and Training Center for Technical and Health Protection Work. Identification of Risks and Risk Assessment for Workshop Safety Officers. First Printing, Ministry of Cooperatives. Labor and Social Welfare. Labor Relations Officer. 2017: 1-52.
24-Jozi SA. Evaluation and Risk Management, First Edition. Tehran, Islamic Azad University Press. 2008:344.
25-Habibi A, Alizadeh M. Applied Safety and Performance Indicators in Industry. 4th edition. Technologists. 2013; 332.
26-Mosaddegh SL, Rezaian S. Identification and Evaluation of Environmental Risk of Drilling Operations by HAZAN (Case Study: Iran's National Drilling Rig No. 21 and No. 83). First Scientific Research Conference on the Development and Promotion of Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment of Iran [Serial online]. 2015: 1-7.
27-Jozzi SA, Respondent SA, Heidari Pirbulat SA. Environmental risk assessment of the exploitation phase of Alefine unit in Bandar Imam Khomeini Petrochemical Company HAZAN and Frank & Morgan Comparative Approach. Journal of Environmental Sciences. 2015; 13(10): 95-104.
28-Hakrabarti UK, Parikh JK. Applying HAZAN methodology to hazmat transportation risk assessment. Process Safety and Environmental Protection. 2015; 90 (5): 368-375.
29-Dethlefs J, Chastain B. Assessing Well-Integrity Risk: A Qualitative Model. SPE Drilling & Completion. 2012; 27(02):294-302.
30-Doroux A. Simple drilling technology. Translator: Seyyed Vahid Salehi. Ava book. First Edition. 2015: 342.
31-Nozari A, Yousefi H, Jafarzadeh N. Evaluation and Risk Management of FMEA Drilling Operations Case Study of Ahwaz Oil Field. First National Conference on Environmental Protection and Planning Hamedan, Islamic Azad University, Hamedan, Iran. 2012: 1-15.
32- Hosseini H, Dana T, Arjmandi R, Shirianpour I. Safety and Occupational Health Risk Management in construction phase of oil field and presenting Management strategies improve (Case

study construction phase of platform's Reheat oil field). Journal Management System. 2012; 10(22): 39-67.
33-Gholi Pour M, Feyzi V, Khammar A. Identification and Assessment of Dangers' Risk in Production Hall of Radiator Parts a Metal Industry with JSA Method. Occupational Hygiene and Health Promotion Journal. 2017; 1(1):42-51.
34-Heydari M, Omidvari M, Fam IM. Presenting of a material exposure health risk assessment model in Oil and Gas Industries (case study: Pars Economic and Energy Region). Health and Safety at Work. 2014; 3(4):11-22.
35-Jahangiri M, Motovagheh M. Health Risk Assessment of Harmful Chemicals: Case Study in a Petrochemical Industry. Iran Occupational Health. 2011; 7(4):4-0.
36-Pennington J, Pennington P, Bennett J. Oil and Gas Drilling Rig Hazards. Occupational Health & Safety. 2009; 25: 1-7.
37-Ghasemi M, Nasl saraji G, Zakerian A, Azhdari M. Control of Human Error and comparison Level risk after correction action with the SHERPA Method in a control Room of petrochemical industry. Iran Occupational Health. 2011; 8 (3): 124-135.
38-Halvani G, Mehrparvar AH, Shamsi F, Rafieenia R, Khani Mouseloo B, Ebrahimi G. Risk assessment of human error among Mohr City, Parsian Gas refinery company control room operators using systematic human error reduction and prediction approach SHERPA in 2016. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2017; 9 (3):32-44.
39-Amir-Heidari P, Maknoon R, Taheri B, Bazyari M. Identification of strategies to reduce accidents and losses in drilling industry by comprehensive HSE risk assessment-A case study in Iranian drilling industry. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2016; 44 (2016): 405-413.
40-Varshosaz K, Zanganeh J, Dinan N, Mousavipour S. Evaluation and risk management of human errors in the control room of desalination units and strengthening the pressure of the Maroon gas using the human HAZOP method. Journal of Environmental Sciences. 2015; 4: 125-136 .