University of Qom

Engineering Management and Soft Computing

JEMSC.QOM
Online ISSN: 2538-2675

Risk evaluation of occupational health risks with COHRA approach using data envelopment analysis

Nazila Adabavazeh[1] and Mehrdad Nikbakht[2]✉

1. M.Sc., Department of Industrial Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran. Email: nazilaadabavazeh@yahoo.com
2. Corresponding author, Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran. Email: nikbakht2020@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 2022 October 8
Received in revised form 2022 November 12
Accepted 2022 November 17
Published online 2023 March 16

Keywords:
risk evaluation,
occupational health risks,
date envelopment analysis.

ABSTRACT

With the increase of industrial activities, the development of technology and the increasing use of machinery, the trend of accidents has significantly increased.All industrial operations and activities need requirements, the neglect of which can lead to unintended consequences.By identifying and evaluating the risks, it is possible to identify accident-prone and critical points and to prevent accidents and control them.Identifying the risks and theirevaluation is an organized and systematic way of ranking and prioritizing themand also, making decisions to reduce the risks. Nowadays, risk evaluation is largely important in order to control them to maintain the employee's health.In order to make decisions about controlling measures and reduce the level of risk to an acceptable level, it is necessary to evaluate the health risk of occupational exposure specifically.The aim of this study is to evaluate the occupational health risks with a Comprehensive Occupational Health Risk Assessment (COHRA) byemploying data envelopment analysis technique. The current descriptive-analytical research has been carried outon operational occupationsin one of the petrochemical company in Iran. Indicators of Exposure Rate (ER), Hazard Rate (HR) and Risk Degree are the outputs of the presented model. . Based on the results, it is expected to reduce the level of risks significantly by providing controlling measures. The most important controlling solutions are: providing training, raising the awareness, continuous monitoring of work and improving the occupational safety and health management system.

Cite this article: Adabavazeh, N. & Nikbakht, M. (2022). Risk evaluation of occupational health risks with COHRA approach using data envelopment analysis. *Enginiiring Management and Soft Computing, 8* (2). 110-124. **DOI**: https://doi.org/10.22091/jemsc.2020.5414.1130

© The Author(s)
DOI: https://doi.org/10.22091/jemsc.2020.5414.1130

Publisher: University of Qom

JEMSC.QOM
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۵-۲۵۳۸

مدیریت مهندسی و رایانش نرم

دانشگاه قم

ارزیابی ریسک خطرات بهداشت شغلی با رویکرد COHRA با استفاده از تحلیل پوششی داده ها

نازیلا ادب آوازه[1] و مهرداد نیکبخت[2]✉

۱. کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران. رایانامه: nazilaadabavazeh@yahoo.com

۲. نویسنده مسئول، استادیار، گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران. رایانامه: nikbakht2020@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۱/۰۷/۱۶

تاریخ بازنگری:
۱۴۰۱/۰۸/۲۱

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۱/۰۸/۲۶

تاریخ انتشار:
۱۴۰۱/۱۲/۲۵

کلیدواژه‌ها:
ارزیابی ریسک، مخاطرات بهداشت حرفه‌ای، تحلیل پوششی داده‌ها.

چکیده

با افزایش فعالیت‌های صنعتی، گسترش فناوری و افزایش کاربرد ماشین‌آلات روند بروز حوادث نیز فزونی یافته است. کلیه عملیات و فعالیت‌های صنعتی نیازمند الزاماتی است که قصور از آن‌ها می‌تواند به بروز پیامدهای ناخواسته‌ای بیانجامد. با شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک می‌توان نقاط حادثه خیز و بحرانی را مشخص نمود و نسبت به پیشگیری از وقوع حوادث و کنترل آن‌ها اقدام نمود. شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک روشی سازمان‌یافته و نظام‌مند برای رتبه‌بندی و اولویت ریسک‌ها و تصمیم‌گیری در راستای کاهش ریسک به میزان قابل قبول است. امروزه ارزیابی خطرات به منظور کنترل مخاطرات برای حفظ سلامت شاغلین از اهمیت بالایی برخوردار است. برای تصمیم‌گیری در مورد اقدامات کنترلی و کاهش سطح ریسک به سطح قابل قبول، لازم است ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه شغلی به طور اختصاصی نسبت به دیگر مخاطرات شغلی مورد ارزیابی قرار گیرد. هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی ریسک خطرات بهداشت شغلی با رویکرد جامع بهداشت حرفه‌ای[1] به کمک تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها است. پژوهش توصیفی تحلیلی حاضر درخصوص مشاغل عملیاتی یکی از پتروشیمی‌های جنوب کشور صورت گرفته است. مولفه‌های «درجه مواجهه[2] و درجه خطر[3]» نهاده و «درجه ریسک» ستاده مدل مذکور را تشکیل داده‌اند. بر اساس نتایج مطالعه انتظار می‌رود با فراهم نمودن اقدامات کنترلی بتوان سطح ریسک‌های موجود را به‌طور چشمگیری کاهش داد. مهمترین راه‌حل‌های کنترلی ارائه آموزش، بالا بردن سطح آگاهی از خطرات ، نظارت مستمر بر کار و بهبود سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی می‌باشد.

استناد: ادب‌آوازه، نازیلا و نیکبخت، مهرداد. (۱۴۰۱). «ارزیابی ریسک خطرات بهداشت شغلی با رویکرد COHRA با استفاده از تحلیل پوششی داده ها». *مدیریت مهندسی و رایانش نرم، دوره ۸* (۲). صص: ۱۲۴-۱۱۰. https://doi.org/10.22091/jemsc.2020.5414.1130

ناشر: دانشگاه قم

© نویسندگان.

[1] - Comprehensive Occupational Health Risk Assessment -COHRA
[2] - Exposure Rating - ER
[3] - Hazard Rate - HR

۱) مقدمه

در عصر توسعه و پیشرفت تکنولوژی، صنایع نقش مهمی در فرایند چرخه اقتصادی کشورها بر عهده دارند و عوامل انسانی جهت بهره‌گیری از تکنولوژی برتر از سرمایه‌های با ارزش محسوب می‌شوند. لذا حفظ و ارتقا توانایی‌های جسمانی و روانی شاغلین به عنوان نیروی مولد محور توسعه جامعه از ضرورت‌های حتمی می‌باشند (زراعی و همکاران،۱۳۹۳). شرایط کاری نامساعد و پیچیده، پیشرفت فناوری و افزایش کاربرد ماشین‌آلات متنوع و وجود انواع عوامل زیان‌آور بهداشتی روند خطرزایی و احتمال بروز حوادث در محیط‌های کاری را افزایش داده است (شهرکی و مرادی،۱۳۹۱).

آنالیز حوادث شغلی می‌تواند در شناسایی و کاهش خطرات محیط کار موثر بوده و باعث ایجاد محیطی ایمن و افزایش بهره‌وری در کارگران شود (رزنفلد و همکاران،۲۰۱۰) و همچنین در آموزش انجام صحیح روش‌های کاری، ارزشمند می‌باشد (آرزس و میگوئل،۲۰۰۸). ارزیابی ریسک به عنوان روشی نظام‌مند در شناسایی خطرات محیط کار تلقی شده و از عوامل اصلی در مدیریت سلامت و ایمنی محیط کار می‌باشد (علیزاده و همکاران،۱۳۸۹). اجرای صحیح ارزیابی ریسک در محیط کار، سازمان‌ها را در رسیدن به اهدافشان یاری می‌نماید (پاردی،۲۰۱۰). ارزیابی ریسک به طور سیستماتیک می‌تواند نوع خطر، احتمال رخ دادن، نوع آسیب و مقدار شدت آن را تعیین کند (OHSAS 18001:2007).

شناسایی عوامل ریسک و ارزیابی ریسک یکی از اقدامات مهم سازمان‌ها محسوب می شود (شفیعا و همکاران،۱۳۹۲). شناسایی منابع ریسک و کمی‌سازی ریسک به وفور مورد توجه قرار گرفته است (وو و نات،۲۰۰۶) (چوپرا و همکاران،۲۰۰۴). محققان استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، برنامه‌ریزی خطی و تصمیم‌گیری چند معیاره و نظایر آن را در شرایط عدم اطمینان و ریسک را پیشنهاد نموده‌اند (هو و همکاران،۲۰۱۰) (وانانی،۲۰۰۷) (آزاده و عالم،۲۰۱۰). در ارزیابی تحت شرایط ریسک، رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها به مراتب مورد بهره‌برداری قرار گرفته است (منگ و همکاران،۲۰۰۸). تحلیل پوششی داده‌ها در شکل کلاسیک مبتنی بر مفهوم مرز تولید کارا است، بهترین نمره کارایی ممکن را تعیین می‌کند که می توان آن را به هر یک از اعضای مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری اختصاص داد . تحلیل پوششی داده‌ها کلاسیک را می‌توان برای شناسایی واحدهای دارای عملکرد مناسب (کارا) در مطلوب ترین سناریو استفاده نمود (عزیزی و همکاران،۱۳۹۱).

چند مورد از مطالعاتی که در زمینه ارزیابی ریسک خطرات شغلی انجام گرفته است، به این شرح است:

- برانچی و همکاران (۱۳۹۷) مخاطرات بهداشتی را بر اساس روش تصمیم‌گیری چند شاخصه ارزیابی نمودند. در این مطالعه ابتدا کلیه مخاطرات واحدهای مختلف مرکز درمانی بررسی شد و سپس یکی از بخش‌ها که دارای بیشترین مخاطرات بود جهت تعیین سطح با کمک چک لیست‌های شناسایی مخاطرات انتخاب گردید. در نهایت مهمترین مخاطرات بطور دقیق‌تر با کمک روش تحلیل شبکه‌ای رتبه‌بندی شدند. نتایج نشان داد که مخاطره مرتبط با ایمنی پرسنل در مواجهه با فرمالدئید دارای بیشترین اهمیت بودند.
- جهانگیری و همکاران (۱۳۹۷) روش ارزیابی ریسک جامع مخاطرات بهداشت حرفه‌ای را ارایه نمودند. خطرات مشاغل عملیاتی و اداری یکی از پتروشیمی‌های جنوب کشور براساس مواجهه و خطرات بهداشتی

تعیین گردید. سطح ریسک مخاطرات بهداشت حرفه ای در ۱۳/۶ درصد از مشاغل مورد بررسی در سطح بالا ارزیابی شد. یافته‌ها نشان داد ریسک مخاطرات بهداشت حرفه‌ای به غیر از عوامل ارگونومیک در مشاغل عملیاتی بیشتر از مشاغل اداری بود.

- قلی‌پور و همکاران (۱۳۹۶) ریسک خطرات سالن تولید قطعات رادیاتور یکی از صنایع فلزی را شناسایی و ارزیابی نموده‌اند. خطرات بالقوه و ارزیابی سطح ریسک فعالیت‌ها با استفاده از تکنیک آنالیز ایمنی شغلی شناسایی شده است. سطح ریسک با توجه به دو پارامتر شدت و احتمال خطرزایی محاسبه گردیده است و در نهایت با توجه به کدارزیابی ریسک و اولویت‌بندی آن‌ها، اقدامات کنترلی پیشنهاد شده است.
- قلع جهی و نمرودی (۱۳۹۶) ریسک خطرات یک کارخانه آرد استان گلستان را به روش JSA[1] و FMEA[2] شناسایی و ارزیابی نمودند. شناسایی خطرات بالقوه با تکنیک آنالیز ایمنی شغلی و تکنیک تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن انجام شد و در نهایت باتوجه به کد ارزیابی ریسک هر روش، اولویت‌بندی خطرات صورت پذیرفت و راه حل کنترلی ارایه گردید.
- شهبا و همکاران (۱۳۹۶) مخاطرات شغلی را با رویکرد ایمنی در واحد تغلیظ معدن سنگ آهن گل گهر سیرجان با استفاده از روش JSA بررسی نموده است. این تحقیق با استفاده از روش JSA ابتدا به شناسایی و مشخص نمودن خطرات مرتبط با هرکدام از شغل‌ها با توجه به وظایف موجود در هر شغل پرداخته و سپس به ارزیابی میزان مواجهه کارکنان با خطرات شناسایی شده، احتمال وقوع حوادث و شدت پیامد حوادث می‌پردازد . نتایج حاصله مشخص نمود که تکنسین بخش تعمیرات و نگهداری لاینرها با دارا بودن ۱۸ریسک دارای رتبه نخست و تکنسین تعمیرات و نگهداری دیسک فیلترها با داشتن ۷ ریسک دارای کمترین میزان ریسک می‌باشند.
- سوری لکی و همکاران (۱۳۹۵) ریسک‌های ایمنی و بهداشت شغلی را با استفاده از روش آنالیز ایمنی شغلی ویلیام فاین ارزیابی نمودند. در این پژوهش، سه شغل پرخطر صنعت مورد مطالعه که دارای بالاترین نرخ حوادث و آسیب‌های شغلی بودند، انتخاب شد. سپس هر وظیفه به زیر وظایف تشکیل دهنده شکسته شد و در نهایت با استفاده از روش‌های آنالیز ایمنی شغلی ویلیام فاین فرایند ارزیابی ریسک صورت گرفت و نتایج با استفاده از شیوه‌های آمار توصیفی و تحلیلی، بررسی و راهکارهای کنترلی پیشنهاد گردیده است.
- حلوانی و همکاران (۱۳۹۵) تاثیر آموزش بر ارزیابی ریسک به روش تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی کمی شده در واحد بارگیری شرکت تولید سیمان آبیک را بررسی نمودند. در این پژوهش مشاغل شناسایی شده، خطرات به وسیله آنالیز ایمنی شغلی دسته‌بندی گردیده، شدت و احتمال ریسک از جدول مخصوص استاندارد استخراج گردیده و کد ارزیابی ریسک اولیه محاسبه شد. نیازسنجی آموزشی مشاغل انجام و برنامه آموزشی ارایه شد.

[1] -Job Safety Analyze
[2]- Failure Modes and Effects Analysis - FMEA

سپس کد ارزیابی ریسک ثانویه محاسبه گردید. در ده شغل مورد بررسی بعد از انجام مداخله به ۶۹ درصد محدوده ریسک قابل قبول و ۳۱ درصد در محدوده پایین‌ترین حد ریسک قابل قبول تغییر یافت.

- روستایی و جزایری مقدس (۱۳۹۵) ریسک مخاطرات شغلی در احداث سازه‌ها با روش ویلیام فاین ارزیابی نمودند. در این تحقیق که بر روی احداث سازه ایستگاه زندیه قطارشهری شیراز انجام گرفته شده است، تعداد ۲۳۸ عدد فعالیت توأم با خطر شناسایی شده است که پس از تجزیه و تحلیل با روش ویلیام فاین ٪۹۰.۹ از فعالیت‌ها در محدوده ریسک پایین،٪۱۲.۲ از فعالیت‌ها در محدوده ریسک متوسط و ٪۲۶.۹ از فعالیت‌ها در محدوده ریسک بالا قرار داشتند. آمار مربوط به سطح‌بندی ریسک فعالیت‌ها نشان می‌دهد، ضعف در سیستم نظارت ایمنی، ضعف در تأمین وسایل حفاظت فردی، عدم وجود سیستم آموزش و آگاهی از مهمترین عوامل بالا بودن نرخ ریسک در پروژه مورد مطالعه بوده است.
- یار احمدی و مریدی (۱۳۹۱) ریسک بهداشت، ایمنی و محیط زیست در سایت‌های آزمایشگاهی تحقیقاتی را ارزیابی نمودند. در این پژوهش با تعیین اولویت اقدامات اصلاحی در هر فضا و دانشکده با کمک روش ISO 14121موضوعات بهداشتی، ایمنی و زیست محیطی مورد مطالعه و تحلیل قرار گرفته است. نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد از کل ریسک‌های اصلی و ذاتی در سایت‌های آزمایشگاهی در محدوده ۸۶-۳۸ درصد کاهش یافته است.
- علی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) خطرات بالقوه یک شرکت تولیدی با استفاده از روش آنالیز ایمنی شغل شناسایی و ارزیابی نمودند. در این پژوهش خطرات بالقوه هر مرحله از شغل شناسایی شده و بهترین راه حل کنترل جهت حذف یا کاهش خطرات، ارایه گردید. در این تحقیق ۴۵ خطر شناسایی و ارزیابی شد که ۱۴ مورد غیرقابل قبول، ۲۸ مورد نامناسب و ۳ مورد قابل قبول با تجدیدنظر بود.
- زیوکای و دیونگ (۲۰۱۸) طی پژوهشی به ارزیابی و مدیریت ریسک عوامل انسانی پرداختند. هدف این مقاله معرفی روشی جدید برای شناسایی و مدیریت عوامل انسانی است. ابتدا مدل علت و معلولی حادثه براساس مدل پنیر سوییسی[3] اصلاح و سپس با سیستم طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل فاکتورهای انسانی[4] ترکیب گردید تا مدل ارزیابی ریسک عوامل انسانی را به وجود آورد. مدل ارزیابی پژوهش شامل ۵ سطح و ۲۵ عامل انسانی است. تجزیه و تحلیل[5] ABC، برای کاهش ریسک انسانی و مدل S-O-R[6] برای مدیریت ریسک انسانی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که این روش اثر معنی‌داری بر بهبود فاکتورهای ایمنی انسانی دارد. با توجه به سطح سازمانی و فردی عوامل انسانی، انواع مختلفی از روش‌های مدیریت عوامل انسانی پیشنهاد گردید.
- متیوس(۲۰۱۸) به ارایه چارچوب شبکه تحلیل پوششی داده‌ها جهت مدیریت ریسک و بهره‌وری مدیریتی بانک‌های چینی پرداختند.. این مقاله مدیریت ریسک بانک‌های چینی را مورد بررسی قرار می‌دهد و

[3] - Swiss - Cheese
[4] - Human Factor Analysis and Classification System - HFACS
[5] - Antecedent -Behaviour -Consequences (ABC)
[6] - Stimulate –Organism -Reaction (S-O-R)

معیارهایی را برای فعالیت‌های مدیریت ریسک و سازمان مدیریت ریسک ایجاد می‌نماید. این معیارها به عنوان ورودی های میانی در یک چارچوب شبکه تحلیل پوششی داده‌ها برای اندازه‌گیری بهره‌وری درآمد مورد استفاده قرار می‌گیرند. آزمون آماری برای بررسی اهمیت معیارهای ریسک در ارزیابی بهره‌وری درآمد بانک انجام شده است.

- بوری و همکاران (۲۰۱۸) ریسک دستگاه‌های انرژی محور جراحی در اتاق عمل را بررسی نمودند. هدف این تحقیق ارزیابی ریسک‌ها و عواقب مربوط به استفاده از منابع انرژی در اتاق عمل است. بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۵ تعداد ۸۷۶ رویداد مضر مربوط به مراقبت درمانی[۷] (AERHC) مربوط به منابع انرژی در اتاق عمل در مرکز داده‌های بازخورد تجربه فرانسه «رکس» اعلام گردیده است. تحلیل توصیفی AERHC را اجرا گردید. دلایل اصلی این رویدادها و شاخص‌های عملیاتی برای هر منبع انرژی را تحلیل گردید. ریسک‌های مربوط به استفاده از منابع انرژی و عواقبش را نشان می‌دهد. اغلب موارد مربوط به عدم کاربرد مناسب در تیم‌های پزشکی و پیراپزشکی بازمی‌گشت.
- سیگا و همکاران (۲۰۱۷) یک ابزار شبیه‌سازی مدیریت ریسک اجرا نموده است. در این پژوهش یک ابزار جدید برای پیاده‌سازی فرایند مدیریت ریسک در پروژه‌ها ارایه گردیده است. ابزاری که به مشارکت‌کنندگان اجازه می دهد تا پروژه را خوب بفهمند و ریسک‌های پروژه را با استفاده از روش‌های مختلف مانند آشکارسازی ریسک و روش مونت کارلو تجزیه و تحلیل نمایند. نتایج این پژوهش به بهبود درک و پیاده‌سازی مدیریت ریسک در پروژه‌ها کمک می‌نماید.
- لاتروپ و ازل (۲۰۱۷) طی پژوهشی رویکرد سیستمی جهت اعتبارسنجی تحلیل ریسک ارایه نمودند. رویکرد این پژوهش مبتنی بر نمودار است که همه عناصر را از ورودی‌ها از طریق تجزیه و تحلیل ریسک، گزارش ریسک و شفافیت به هم پیوند می‌دهد. براساس نمودار استخراج شده، شانزده عنصر بحرانی مشخص گردید. سپس یک آزمایش اعتبار سنجی برای هر یک از این عناصر مشخص گردید. اعتبار سنجی ، شامل ارائه تحلیل ریسک در آن ۱۶ آزمایش است. این آزمایشات ، در کنار هم ، تجزیه و تحلیل ریسک را برای اثربخشی پشتیبانی از مدیریت ریسک اجرا شده آزمایش می کنند.
- گادیکس و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای، استراتژی جهت مدیریت ریسک روانی در تولید ارایه نموده‌اند. خطر روانی اجتماعی یک نگرانی برای کارفرمایان در سراسر اروپا است. کنترل ریسک روانی اجتماعی از حوادث و غیبت جلوگیری می‌کند. این مطالعه به بررسی استراتژی‌های مدیریت ریسک روانی اجتماعی در سازمان‌های تولیدی می‌پردازد. این مطالعه مدل معادلات ساختاری را برای تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از بررسی اروپایی شرکت‌ها در مورد خطرات در حال ظهور و جدید[۸] (ESENER) به کار می‌برد. نظرسنجی، شکاف اطلاعاتی سلامت و ایمنی محل کار را تکمیل می‌نماید. این تجزیه و تحلیل سه متغیر

[7] - Adverse Events Related to Health Care - AERHC
[8] - Enterprises on New and Emerging Risks - ESENER

پنهان « مدیریت ایمنی روانی، فعالیت‌های بهداشتی و ایمنی و عملکرد روانی اجتماعی» ارائه می‌دهند. این مطالعه مزایای اتخاذ سیستم مدیریت ایمنی روانی به منظور بهبود عملکرد خطر روانی را نشان می‌دهد. فعالیت‌های پیشگیرانه روانی اجتماعی رابطه بین مدیریت ایمنی روانی و عملکرد روانی اجتماعی را مرتبط می‌کند. مزایای مدیریت خطر روانی موثرآنقدر زیاد است که سیاست‌گذاران باید به طور خاص مدیریت ریسک روانی را ترویج دهند. ترویج سیستم‌های مدیریت روانی اجتماعی و فعالیت‌های پیشگیرانه روانی به احتمال زیاد به طور موثر عملکرد روانی اجتماعی کلی را در کشورهای اروپایی بهبود می‌بخشد.

- مندونکا و همکاران (۲۰۱۴) رویکرد چندوجهی برای مدیریت ریسک امنیت اطلاعات با استفاده از نظریه فازی و FMEA ارایه نمودند. به دلیل تکامل و گسترش کاربرد اینترنت، آسیب‌پذیری سازمان‌ها در برابر حملات به سیستم‌های فناوری اطلاعات بیشتر شده است. این حملات منتج به از بین‌رفتن و جایگزینی داده‌ها می‌شود و بر خدمات و عملیات کسب و کار تاثیرگذار است. برای حداقل‌سازی این شکست‌های بالقوه، رویکردی برای مدیریت ریسک امنیت اطلاعات ارائه گردیده است. این رویکرد شامل تحلیل تاثیرات و حالت شکست (FMEA) و نظریه فازی است. این رویکرد به تحلیل پنج وجه امنیت اطلاعات «دسترسی به اطلاعات و سیستم‌ها، امنیت ارتباطات، زیرساخت، مدیریت امنیت و توسعه سیستم‌های اطلاعاتی ایمن» می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهند مهمترین ابعاد «ریسک امنیت اطلاعات، امنیت ارتباطات و زیرساخت» هستند.

امروزه استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک در صنایع مختلف رو به گسترش است. این روش‌ها معمولا برای شناسایی، کنترل و کاهش پیامدهای خطرات به کار می‌رود. همه روش‌های موجود ارزیابی ریسک، روش‌های مناسب جهت ارزیابی خطرات بوده و نتایج آن‌ها را می‌توان جهت مدیریت و تصمیم‌گیری در خصوص کنترل و کاهش پیامدها بدون نگرانی به کار برد. هر یک از صنایع بسته به نیاز خود می‌تواند از روش‌های مذکور بهره لازم را کسب کند. این روش‌ها نسبت به یکدیگر دارای مزایا و معایب مختلف می‌باشند. معمولا سطح ریسک قابل قبول برای هر سازمان متفاوت بوده و بسته به منابع مالی و اقتصادی، محدودیت‌های تکنولوژیکی، عوامل انسانی مجرب، صلاحدید و تصمیم مدیریت و ریسک‌های زمینه‌ای مثل ریسک‌های مخفی دارد. نوع روش استفاده شده در ازیابی ریسک و عمق ارزیابی به توانایی سیستم ایمنی موجود و نحوه مدیریت امینی صنعت مذکور بستگی دارد [۴].

دو مقوله مهم و بنیادی در صنعت، کارایی و ریسک می‌باشد هرگونه اقدامی در جهت بهبود و ارتقا کارایی موجب خواهد شد که جریان سرمایه‌گذاری و تخصیص منابع بهبود یابد و امکانات بالقوه، پراکنده و نهفته برای پیشرفت و رفاه عمومی به کار گرفته شود. از سویی، مدیران ارشد صنایع نیازمند مدلی کارا و توانمند جهت ارزیابی عملکرد، سنجش کارایی هستند. لذا تحقیق حاضر با درک این مهم، درصدد ارزیابی کارایی و انتخاب مدل بهینه و همچنین شناسایی تاثیر ریسک‌های مخاطرات شغلی بر کارایی می‌باشد. شناخت ریسک مخاطرات شغلی به عنوان یک ضرورت مهم باید در اولویت فعالیت‌های مدیران سازمان‌ها قرار گیرد. با مدیریت ریسک صحیح، امکان رویارویی با بازار سرشار از تحول و رقابت میسر می‌شود.

نوآوری این پژوهش ارایه مدل نوین تحلیل پوشش داده‌ها بر مبنای ارزیابی ریسک خطرات بهداشت شغلی با رویکرد COHRA است. مدل ارایه شده قابلیت تعمیم دارد. با استفاده از این روش، می‌توان عوامل زیان‌آور کارا و ناکارا را تعیین نمود، مرجعی برای عوامل زیان‌آور ناکارا جهت رسیدن به مرز کارآیی مشخص نمود. همچنین می‌توان میزان تاثیر هر یک از متغیرها را در میزان کارآیی عوامل زیان‌آور مشخص نمود.

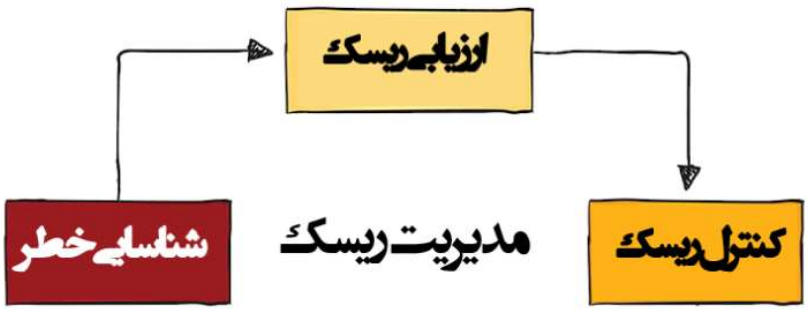
۱-۱) ارزیابی ریسک جامع مخاطرات بهداشت حرفه ای (COHRA)

رویکرد COHRA برگرفته از پژوهش چاکلینگ و همکاران [۱۶] است که پس از توسعه و بومی‌سازی براساس الزامات بهداشت حرفه‌ای ایران از جمله آخرین ویرایش کتاب حدود مواجهه شغلی[9] (OEL) تحت عنوان COHRA ارایه گردید. درجه ریسک هر عامل در این رویکرد با رابطه (۱) و تعیین درجه مواجهه (ER) و درجه خطر (HR) برآورد می‌شود. درجه مواجهه هر یک از عوامل زیان‌آور شغلی براساس دو عامل میزان مواجهه فرد و حدود مجاز شغلی محاسبه می‌گردد. درجه خطر تمامی عوامل زیان آور با توجه به ماهیت و نوع عامل مشخص می‌گردد که می‌توان از خطر مندرج در برگه اطلاعات ایمنی[10](SDS) مواد براساس طبقه‌بندی[11] GHS و یا عبارت ریسک مندرج در برگه اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی[12](MSDS) استفاده نمود. نمرات ۱تا۵ سطح ریسک به ترتیب بیانگر سطح پایین تا سطح بسیار بالاست (جهانگیری و همکاران،۱۳۹۷).

$$Risk\ Level = \sqrt{ER \times HR}) \quad (۱)$$

سیستم موثر برای کنترل و پیشگیری از مخاطرات شغلی دارای سه عنصر اصلی است که این عناصر در واقع ستون تمام سیستم‌های مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی می‌باشند، این عناصر عبارتند از:

- شناسایی خطر
- ارزیابی ریسک
- کنترل ریسک



نگاره۱-عناصر مدیریت ریسک

[9]- Occupational Exposure Limit
[10]- Safety Data Sheet
[11]- Globally Harmonized System
[12]- Material Safety Data Sheet

رتبه‌بندی سطوح ریسک بهداشتی با رویکرد COHRA به شرح جدول(۱) ارایه می‌شود.

جدول ۱- رتبه بندی سطوح ریسک بهداشتی با رویکرد COHRA

نمره ریسک	سطح ریسک	توصیف
۵	بسیار بالا	اقدام فوری برای دور نمودن شاغلین از منبع الزامی است.
٤	بالا	انجام کنترل‌های مهندسی، اندازه‌گیری مواجهه حداقل یک بار در سال و انجام اقدامات کنترلی موقت.
۳	متوسط	ریسک نیازمند توجه اضطراری است. ممکن است ریسک کنترل شده باشد اما به دلیل احتمال رخداد، نیاز به بازبینی‌های منظم دارد.
۲-۱	پایین	هیچ گونه اقدام فوری نیاز نمی‌باشد. در حال حاضر خطر کنترل شده است.

۱-۲) مدل CCR ورودی محور

مدل CCR[۱۳] برای تعیین بالاترین نسبت کارایی و دخالت دادن میزان نهاده‌ها و ستاده‌های سایر واحدهای تصمیم‌گیرنده درتعیین اوزان بهینه برای واحد تحت بررسی مطابق مدل پایه (۲) پیشنهاد می‌شود:

$$
\begin{aligned}
&\text{Min } \theta \\
&\text{St:} \\
&\theta x_{i0} - \textstyle\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \geq 0 && \text{, i=1..m} \\
&\textstyle\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro} && \text{, r=1..s} \\
&\lambda_j \geq 0 && \text{, } (j = 1,..,n) \quad \text{, } \theta \text{علامت در آزاد}
\end{aligned}
\qquad (۲)
$$

o اندیس واحد تصمیم‌گیرنده تحت بررسی است. y_{ij} و x_{ij} نیز به ترتیب، مقادیر ستاده r ام و نهاده i ام برای واحد تحت بررسی (واحدo) است و همچنین به ترتیب مقادیر ستاده r ام و مقدار نهاده i ام برای واحدj ام است. s تعداد ستاده‌ها m تعداد نهاده‌ها و n بیانگر تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده است. از آنجا که حل مسایل ثانویه یا مدل پوششی به دلیل محدودیت‌های کمتر نیازمند حجم عملیات کمتری است، در این پژوهش از مدل پوششیCCR ورودی محور استفاده می‌شود. یکسان بودن نسبت افزایش خروجی به ازای افزایش در ورودی‌ها نیز دلیل بازده به مقیاس ثابت است.

۲) روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و توسعه‌ای است. چارچوب نظری پژوهش از رویکرد COHRA برگرفته شده است. پژوهش حاضر جهت ارزیابی کارایی و انتخاب مدل بهینه و همچنین شناسایی تاثیر ریسک ها بر کارایی صورت گرفته است. در این راستا داده‌های مطالعه موردی یک صنعت پتروشیمی[۲] به عنوان جامعه آماری مورد مطالعه قرار گرفت. در مدل تحقیق برای برآورد کارایی عوامل زیان‌آور از مولفه‌های«درجه مواجهه (ER) و درجه خطر (HR)» به عنوان نهاده و همچنین مولفه «درجه ریسک» به عنوان ستاده استفاده شد. برای تعیین بالاترین نسبت کارایی و دخالت دادن میزان نهاده‌ها و ستاده‌های سایر واحدهای تصمیم‌گیرنده درتعیین اوزان بهینه برای واحد تحت بررسی، مدل پایه CCR ورودی محور پیشنهاد می‌شود. از آنجا که مدل‌های ثانویه می‌توانند میزان بهبود بهینه (مجموعه مرجع) ورودی و خروجی‌های ناکارا را

[13] -Charnes, Cooper, Rhodes -CCR

تعیین کنند، در این پژوهش از مدل پوششی CCR ورودی محور استفاده می‌شود. در این الگوخروجی ثابت نگهداشته شده و ورودی‌ها را کاهش می‌دهیم. ۱۵ عامل زیان آور در سه مخاطره «شیمیایی، فیزیکی و ارگونومیک» ارزیابی شدند.

در تحلیل پوششی داده‌ها تولید بیشتر خروجی نسبت به ورودی کمتر ملاک کارا بودن واحد های تصمیم‌گیرنده است. این در حالی است که در صورت وجود خروجی نامطلوب تولید کمتر خروجی نامطلوب نسبت به مقدار مصرف کمتر ورودی باعث کارا شدن واحدهای تصمیم‌گیرنده خواهد شد. رویکرد متفاوتی برای متغیرهای نامطلوب به کار گرفته شده است که در این پژوهش به صورت تعریف(۲-۱) ارایه شده است.

تعریف ۲-۱- از آنجاییکه درجه ریسک بالا نشانه عدم کارایی و درجه ریسک پایین نشانه کارایی است،از این‌رو، رابطه (۳) جهت ارزش‌گذاری صحیح درجه ریسک ارایه و پیشنهاد می‌شود. زیرا کارایی شاخصی است که توانایی مدیریت یک واحد تصمیم‌گیرنده را در استفاده بهینه از ورودی‌ها در جهت تولید خروجی‌ها می‌سنجد. هر چه یک واحد بتواند با مصرف ورودی کمتر خروجی بیشتری را تولید کند کاراتر است. با اعمال رابطه (۳) درجه ریسک ۵، عدد ۱ و درجه ریسک ۱، عدد ۵ را دریافت خواهد نمود.

درجه ریسک=(درجه ریسک-6) (۳)

مدل(۴) از افزودن دو قید تعاریف (۲-۱) و رابطه (۱) به مدل(۲) جهت ارزیابی خطرات بهداشت شغلی پیشنهاد می‌شود.

$$\begin{aligned}
&\text{Min } \theta \\
&\text{St:} \\
&\theta_{\lfloor\sqrt{x_{10}\times x_{20}}\rfloor} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j \lfloor\sqrt{x_{1j}\times x_{2j}}\rfloor \geq 0 && (۴)\\
&\sum_{j=1}^{n} \lambda_j (6 - y_{rj}) \geq (6 - y_{ro}) && \text{, r=1..s} \\
&\lambda_j \geq 0 && \text{, } (j = 1,..,n) \quad \text{علامت در آزاد } \theta
\end{aligned}$$

چون الگوی مدل ثانویه ورودی محور است، تابع هدف سعی در کاهش میزان سطح ورودی‌ها (θ) با ثابت نگه داشتن سطح خروجی‌ها دارد. در واقع θ یک متغیر واقعی تصمیم و λ یک بردار غیرمنفی متغیرهای تصمیم می‌باشد که در این مدل انتخاب هر بردار λ_j مجاز، یک حد بالا برای ستاده‌ها و یک حد پایین برای داده‌های DMU_0 ایجاد می‌کند و در مقابل این محدودیت‌های θمرتبط با $\lambda\geq 0$ گزینه بهتر برای مرتبط شدن با $\min \theta^{=}\theta^{*}$ ارایه می‌دهد، این امر موجب می‌شود که θ^{*} به عنوان الگوی هدف سایر واحدهای ناکارا میزان بهبود بهینه را بیان دارد.

تعریف ۲-۲- در مدل (۴) یک واحد تصمیم گیرنده وقتی کارا است که:

$$\theta^{*}=1$$

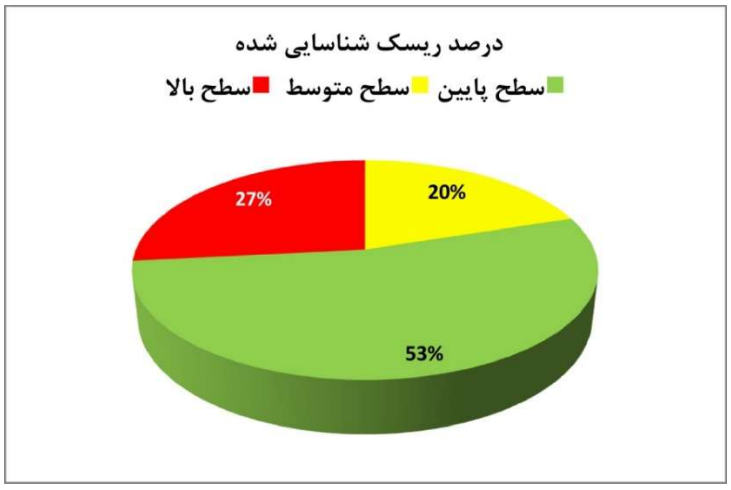
۳) یافته‌ها

داده‌های جمع‌آوری شده از نتایج ارزیابی کاربرگ ریسک مخاطرات شغلی مشاغل عملیاتی اپراتور LDPE یک پتروشیمی جنوب کشور[۲] در سال۱۳۹۷ است که در جدول(۲) ارایه شده است. یافته‌های جدول(۲) نشان می‌دهد که نرخ بروز حوادث شغلی در مشاغل عملیاتی در خصوص عوامل « صدا،روشنایی،ارتعاش،ارزیابی کار جسمانی » بالا بوده و مهمترین

علت بروز این حوادث شرایط محیطی نا ایمن و رفتارهای شخصی است. به منظور دست‌یابی به محیطی ایمن و عاری از هر گونه خطر در محیط کار لازم است تا با برگزاری آموزش، سطح مسئولیت‌پذیری تمام افراد را ارتقا داد. بدین منظور باید تمام مشاغل، تجهیزات، ماشین‌آلات و رفتار پرسنل با استفاده از روش ارزیابی تحت بررسی قرار گیرد. فراهم نمودن ابزار کار و وسایل حفاظت فردی نیز می‌تواند سطح ریسک‌های موجود را به طور چشم‌گیری کاهش دهد.

جدول۲- کاربرگ نتایج ارزیابی ریسک عوامل زیان اور شغلی در یکی از مشاغل عملیاتی (اپراتور LDPE)[۲]

	عوامل زیان آور		میزان مواجهه	OEL	درجه مواجهه	درجه شدت خطر	نمره ریسک	سطح ریسک
عوامل شیمیایی	بنزن(بخش در میلیون)	DMU_1	۰/۰۹۹	۰/۵	۲	۵	۳	متوسط
	اتیل بنزن (بخش در میلیون)	DMU_2	۰/۰۰٤	۲۰	۱	٤	۲	پایین
	تولوئن (بخش در میلیون)	DMU_3	۰/۰۰۸	۲۰	۱	٤	۲	پایین
	استایرن (بخش در میلیون)	DMU_4	ND	۲۰	۱	۵	۲	پایین
	پلی اتیلن(میلی گرم بر متر مکعب)	DMU_5	۰/۰۸	۱۰	۱	۳	۲	پایین
عوامل فیزیکی	صدا (دسی بل)	DMU_6	۸٦	۸۵	۵	٤	٤	بالا
	روشنایی (لوکس)	DMU_7	۳۰	۵۰	۵	٤	٤	بالا
	ارتعاش(m/s2)	DMU_8	٦/۸	۱/۸۵	۵	۳	٤	بالا
	میدان های مغناطیسی(μT)	DMU_9	٤٦	۱۲۰۰	۱	۳	۲	پایین
	میدان های الکتریکی(kv/m)	DMU_{10}	۰/۰۳۹	۱۰	۱	۳	۲	پایین
	استرس حرارتی(سانتی گراد)	DMU_{11}	۳۳	۲۹	۵	۲	۳	متوسط
مخاطرات ارگونومیک	پوسچر نامناسب(RULA)	DMU_{12}	–	–	۳	۳	۳	متوسط
	حمل بار با استفاده از روش WISHA	DMU_{13}	–	–	۳	۳	۲	پایین
	هل دادن، کشیدن و حمل بار	DMU_{14}	–	–	۳	۳	۲	پایین
	ارزیابی کار جسمانی	DMU_{15}	–	–	۵	۳	٤	بالا

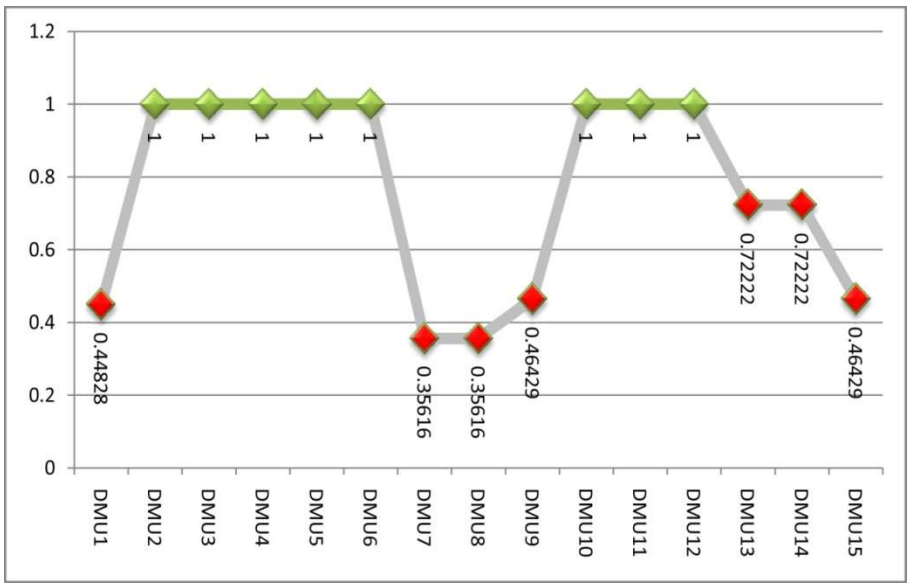


نگاره۲- درصد ریسک شناسایی شده عوامل زیان آور مشاغل عملیاتی

مدل پژوهش با استفاده از نرم‌افزار LINGO 12.0 اجرا گردید و نتایج در جدول(۲) ارایه شده است. مقادیر کارایی حاصل از اجرای مدل که در جدول(۳) آمده است، بهترین مقدار کارایی ممکن برای هر واحد تصمیم‌گیرنده به ازای نهاده‌ها و ستاده‌ها در مقایسه با سایر واحدهای تصمیم‌گیرنده است. همانگونه در جدول(۳) مشاهده می شود ۸ عامل زیان آور کارا و ۷ عامل زیان آور ناکارا هستند. متوسط مقدار ناکارایی۰.۵۰۴۸ است.

جدول۳- میزان کارایی محاسبه شده با نرم افزار لینگو مطابق مدل (٤)

واحد تصمیم گیرنده	کارایی	شماره ایستگاه مرجع و میزان تغییر ورودی ها متناسب با ورودی های ایستگاه مرجع	
DMU_1	۰.٤٤٨٢٨	۰.۷۲٤ پلی اتیلن	۰.۰۳٤ استرس حرارتی
DMU_2	۱.۰۰۰۰		
DMU_3	۱.۰۰۰۰		
DMU_4	۱.۰۰۰۰		
DMU_5	۱.۰۰۰۰		
DMU_6	۱.۰۰۰۰		
DMU_7	۰.۳٥٦۱٦	۰.۲۷٤ پلی اتیلن	۰.۳۰۱ استرس حرارتی
DMU_8	۰.۳٥٦۱٦	۰.۲۷٤ پلی اتیلن	۰.۳۰۱ استرس حرارتی
DMU_9	۰.٤٦٤۲۹	۰.۱۷۹ پلی اتیلن	۰.٤۲۹ استرس حرارتی
DMU_{10}	۱.۰۰۰۰		
DMU_{11}	۱.۰۰۰۰		
DMU_{12}	۱.۰۰۰۰		
DMU_{13}	۰.۷۲۲۲۲	۰.٥۰۰ پلی اتیلن	۰.۳۳۳ استرس حرارتی
DMU_{14}	۰.۷۲۲۲۲	۰.٥۰۰ پلی اتیلن	۰.۳۳۳ استرس حرارتی
DMU_{15}	۰.٤٦٤۲۹	۰.۱۷۹ پلی اتیلن	۰.٤۲۹ استرس حرارتی



نگاره۳- نمودار پراکندگی کارایی محاسبه شده عوامل زیان آور مشاغل عملیاتی

۴) بحث و نتیجه گیری

ارزیابی عملکرد و تشخیص نقاط ضعف و قوت هر سازمان از ملزومات مدیریتی است. یکی از ابزارهای مناسب و کارآمد در این زمینه تحلیل پوششی داده‌ها است که به عنوان یک روش ناپارامتریک به منظور محاسبه کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده استفاده می‌شود. استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها علاوه بر تعیین میزان کارایی نسبی، نقاط ضعف سازمان را در شاخص‌های مختلف تعیین نموده و با ارایه میزان مطلوب، خط مشی سازمان را به سوی ارتقای کارایی و بهره‌وری و کاهش مخاطرات شغلی مشخص می‌کند. هدف از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، شناسایی و بهبود واحدهای ناکارا است. بی توجهی به واحدهای ناکارا به بدنه اقتصادی سازمان ضرر وارد می‌نماید. در این مقاله مدلی جدید برای اندازه‌گیری ریسک مخاطرات شغلی با استفاده از DEA ارایه گردیده است.

نتایج مطالعات نشان داد که ۸ عامل زیان آور کارا و سایر عوامل زیان‌آور ناکارا و با سطح ریسک بالاتر از حد مجاز ارزیابی شده است. عوامل فیزیکی «روشنایی و ارتعاش» بالاترین سطح ناکارایی را به خود اختصاص دادند. برای کاهش تاثیرات احتمالی ناشی از مخاطرات شغلی در ایستگاه‌های ناکارا باید سطح ریسک را حذف، کاهش یا کنترل نمود. مهمترین راه‌حل‌های کنترلی ارائه آموزش، بالا بردن سطح آگاهی از خطرات ، نظارت مستمر بر کار و بهبود سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی می‌باشد. در پایان انتظار می‌رود متصدیان ایمنی و بهداشت شغلی، ضمن برگزاری دوره‌های بازآموزی و آموزش پرسنل برای انجام کار به روش ایمن، در جهت کاهش میزان حوادث و کنترل خطرات گام بردارند.

روش پیشنهادی ابزاری مفید در واکاوی ایمنی سامانه بوده و ابزار مدیریت ریسکی مناسب برای کلیه صنایع مشابه می‌باشد. الگوریتم ارایه شده این قابلیت را دارا می‌باشد که وضعیت ریسک خطرات بهداشت شغلی را به خوبی مورد بررسی قرار دهد. پس از ارایه نتایج حاصل از آن، می‌توان با توجه به سیاست‌ها و استراتژی‌های سازمان اقدام به برنامه‌ریزی و تدوین روش اجرا نمود.

محدودیت‌های تحقیق و در نتیجه پیشنهادها برای تحقیقات آینده را می‌توان در موارد زیر بیان نمود:

- پژوهش حاضر در صنعت خاصی انجام شده و از لحاظ زمانی مقطعی است. لذا در تعمیم نتایج باید دقت نظر نمود و این محدودیت را در نظر داشت.
- با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، پیشنهاد می‌شود ارزیابی ریسک خطرات بهداشت شغلی با رویکرد COHRA با استفاده از مدل‌های کمی دیگر نیز ارزیابی گردد و در مورد نتایج حاصل با نتیجه این تحقیق بحث و تبادل نظر گردد.
- این احتمال وجود دارد که تعیین درجه مواجهه با عوامل زیان آور با میزانی از عدم قطعیت همراه باشد، از این رو ضروری است تعداد دفعات اندازه گیری عوامل زیان آور براساس استراتژی های بهداشت حرفه ای به صورت دقیق تر تعیین گردد

مراجع

برانچی، محمد، منصوری، نبی اله، احمدی، آیدا (۱۳۹۷). ارزیابی مخاطرات بهداشتی براساس روش تصمیم‌گیری چندشاخصه، مجله علوم پیراپزشکی و بهداشت نظامی، سال۱۳، شماره۴، ص۹-۱.

جهانگیری، مهدی، عباسپور، سیامک، درخشان جزری، میلاد، بهادری، تهمینه، ملکوتی خواه، مهدی (۱۳۹۷). ارائه روش ارزیابی ریسک جامع مخاطرات بهداشت حرفه ای (COHRA) – مطالعه موردی در یک صنعت پتروشیمی، مجله مهندسی بهداشت حرفه ای، دوره۵، شماره۳،ص۵۳-۶۲.

حلوانی، غلامحسین، رادپور، جواد، شجاع، اسماعیل، غلامی، صالح، خلیفه، یحیی (۱۳۹۵). بررسی تاثیر آموزش بر کد ارزیابی ریسک به روش تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی کمی شده در واحد بارگیری شرکت تولید سیمان آبیک، فصلنامه علمی تخصصی طب کار، دوره۸، شماره۱، ص۳۳-۲۰.

حیدریان، محمد(۱۳۹۵). بررسی و تحلیل روش‌های نوین در ارزیابی ریسک و شناسایی خطر، اولین کنفرانس بین المللی مخاطرات طبیعی و بحران های زیست محیطی ایران، راهکارها و چالش ها، اردبیل.

روستائی، بهنام،جزایری مقدس، سیدمحمود (۱۳۹۵). ارزیابی ریسک مخاطرات شغلی در احداث سازه‌ها با روش ویلیام فاین، سومین کنفرانس ملی مدیریت بحران و HSE در شریان‌های حیاتی، صنایع و مدیریت شهری، تهران.

زارعی، اسماعیل، سرسنگی، ولی، فلاح، حسین، غلامی، عبدالله، میری، سمیرا سادات، مرتضوی، اکرم السادات، رحیمی‌زاده، عزیز (۱۳۹۳). ارزیابی ریسک واحدهای مختلف یک شرکت تولید لنت ترمز با استفاده از روش فرانک مورگان. مجله دانشکده علوم پزشکی نیشابور، دوره۲، شماره۲،ص۳۶-۳۲.

سوری لکی، محسن، حبیبی، احسان، رحمانی، نگار، پارسازاده، بهار، چرخ انداز یگانه، رضا (۱۳۹۵). ارزیابی ریسک‌های ایمنی و بهداشت شغلی در یکی از شرکت‌های صنایع فلزی با استفاده از روش‌های آنالیز ایمنی شغلی و ویلیام فاین، مجله ره آورد سلامت، دوره۲، شماره۲، ص ۳۰-۱۸.

شفیعا، محمدعلی، مهدوی مزده، محمد، پورنادر، مهردخت، باقرپور، مرتضی (۱۳۹۲). ارایه مدل تحلیل پوششی داده های دوسطحی در مدیریت ریسک زنجیره تامین به منظور انتخاب تامین کننده، نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید،شماره۳، جلد۲۴،صص۳۲۶-۳۱۶.

شهبا، سودابه، نوری، جعفر، بارانی، سیما، شهبا، سمیه، نوربخش، سیده زهرا (۱۳۹۶). بررسی مخاطرات شغلی با رویکرد ایمنی در واحد تغلیظ معدن سنگ آهن گل گهر سیرجان با استفاده از روش آنالیز ایمنی شغلی (JSA)، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست, ۱۹،ص.۱۱۰-۱۰۳.

شهرکی، علیرضا، مرادی، معصومه (۱۳۹۱). ارزیابی ریسک در محیط کار با استفاده از آنالیز ایمنی شغل، روش گروه اسمی و تاپسیس فازی، دو ماهنامه سلامت کار ایران، دوره۱۰، شماره۴، ص۵۴-۴۳.

عزیزی،حسین، جاهد، رسول، فرخی، لیلا (۱۳۹۱). مدل های تحلیل پوششی داده های بدترین عملکرد برای اندازه گیری کارآیی فازی، مدیریت صنعتی، دوره۷،شماره۲۱،صص۳۵-۲۳.

علی زاده، سیدشمس الدین، نصیری، پروین، گل بابایی، فریده، شاه طاهری، سیدجمال الدین (۱۳۸۵). شناسایی و ارزیابی خطرات موجود یا بالقوه در یک شرکت تولیدی با استفاده از روش آنالیز ایمنی شغل، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۸،شماره ۴، ص۸۷-۷۷.

علیزاده، مجید، طیبی، امیرحسین، فلاح، محد سعید (۱۳۸۹). سیستم مدیریت جامع HSEQ-R، انتشارات مرکز تحقیقات صنعتی ایران.

قلع جهی، مریم، نمرودی، شیرین (۱۳۹۶). شناسایی و ارزیابی ریسک خطرات در یک کارخانه آرد به روش JSA و FMEA در استان گلستان، مجله تحقیقات سلامت در جامعه، دوره۳،ص۸۹-۸۲.

قلی‌پور، مهران، فیضی، وفا، خمر، علیرضا (۱۳۹۶). شناسایی و ارزیابی ریسک خطرات در سالن تولید قطعات رادیاتور یکی از صنایع فلزی به روشJSA، بهداشت کار و ارتقای سلامت، سال اول، شماره۱،ص ۵۱-۴۲.

یاراحمدی، رسوال، مریدی، پروین (۱۳۹۱). ارزیابی و مدیریت ریسک بهداشت، ایمنی و محیط زیست در سایت‌های آزمایشگاهی – تحقیقاتی، فصلنامه بهداشت و ایمنی کار، شماره۳،ص۲۶-۱۱.

Arezes, PM, Miguel, AS (2008). Risk Perception and Safety Behavior, a Study in an Occupational. Environment, Safety Science, Vol.46, Issue6, pp. 900-907. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ssci.2007.11.008

Azadeh, A.,Alem,S.,A Flexible Deterministic, Stochastic and Fuzzy Data Envelopment Analysis Approach for Supply Chain Risk and Vendor Selection Problem:Simulation analysis. Expert Systems With Applications. 37(12): pp. 7438-7448. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.04.022

Borie, F., Mathonnet, M.,Deleuze, A. , Millat, B. ,Gravié, J.F. , Johanet, H. , Lesage, J.P., Gugenheim, J.(2017).Risk management for surgical energy-drivendevices used in the operating room, Journal of Visceral Surgery, Inpress. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jviscsurg.2017.12.003

Chaiklieng, S, Suggaravetsiri, P, Autrup, HN. (2018). Benzene exposure and human health risk assessment via biological monitoring among workers at gasoline stations, BMJ, Vol.75, Issue 2,pp. A398- 399 DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph16142545

Chopra, S.,Sodhi,M.M.S.,Managing Risk to Avoid Supply-Chain Breakdown.MIT Sloan Management Review, 2004. 46(1): pp. 53-61 DOI: https://doi.org/10.4236/jfrm.2020.93013

Guadix, José, Carrillo-Castrillo, Jesús,Onieva,Luis, Lucena, David(2015). Strategies for psychosocial risk management in manufacturing,Journal of Business Research,Vol. 68, Issue 7, pp. 1475-1480. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.01.037

Ho, W., Xu,X.,Dey, P.K., Multi-Criteria Decision Making Approaches for Supplier Evaluation and Selection: A Literature Review. European Journal of Operational Research. 202(1): pp. 16-24. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.05.009

Lathrop, John ,Ezell, Barry, A systems approach to risk analysis validation for risk management, Safety Science, Vol. 99, Part B, November 2017, pp.187-195. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.04.006

Matthews, Kent(2013) Risk management and managerial efficiency in Chinese banks: A network DEA framework, Omega Vol.41, pp.207–215. DOI: https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.06.003

Mendonca Silva,Maisa,Henriques de Gusmão, Ana Paula,Poleto, Thiago ,Camara e Silva, Lúcio ,Cabral Seixas Costa, Ana Paula (2014).A Multidimensional approach to information security risk management using FMEA and fuzzy theory, International Journal of Information Management, Vol.34,pp.733–740. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.07.005

Meng, W., et al., Two-Level DEA Approaches in Research Evaluation. Omega, 2008. 36(6): pp. 950-957. DOI: https://doi.org/10.1016/j.omega.2007.12.005

OHSAS B. 18001:2007- Occupational health and safety management systems– Requirements, British Standards, OHSAS Project Group. ISBN 978 0 580 50802 8

Purdy, G. (2010). ISO 31000: 2009- Setting a new standard for risk management, Risk Analysis, Vol. 30, Issue 6,pp.881-886 DOI: https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2010.01442.x

Rozenfeld, O, Sacks, R, Rosenfeld, Y, Baum, H. (2010). Construction job safety analysis, Safety Science,Vol.48, Issue4, pp.491-498. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ssci.2009.12.017

Tsiga, Zakari ,Emes, Michael,Smith, Alan (2017).Implementation of a risk management simulation tool, Procedia Computer Science,Vol.121,pp.218-223. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.030

Vanany, I., Zailani,S.,Pujawan,N.,Supply Chain Risk Management: Literature Review and Future Research. Supply Chain Risk Management: Literature Review and Future Research, 2007(0). DOI: https://doi.org/10.3390/risks9010016

Wu, B.,Knott,A.M.,Entrepreneurial Risk and Market Entry.Management Science, 2006. 52(9): pp. 1315. DOI: https://doi.org/10.1287/mnsc.1050.0543

Xuecai,Xie,Deyong,Guo (2018).Human factors risk assessment and management: Process safety in engineering, Process Safety and Environmental Protection , Vol.113, pp.467-482 DOI: https://doi.org/10.1016/j.psep.2017.11.018