مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و پنجم، شماره دو، اردیبهشت ماه ۱۴۰۲(۹۸-۸۷)

ارائه الگوی ریسک‌های HSE در خطوط انتقال شرکت گاز با ترکیب روش‌های فراترکیب و دیمتل فازی

سهیلا فتح‌اللهی‌چالشتری [۱]

میثم بابایی فارسانی [۲]

فرهاد فرهادی [۳*]

farhad.farhadi90@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰//۲۱**

چکیده

زمینه و هدف: امروزه مسائل مربوط به بهداشت، ایمنی، محیط‌زیست به جزئی جدایی‌ناپذیر در هر تجارت و سازمانی تبدیل شده است. بنابراین هدف پژوهش، شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های HSE در خطوط انتقال شرکت گاز استان چهارمحال و بختیاری با ترکیب روش‌های فراترکیب و دیمتل فازی بوده است.

روش بررسی: در بخش کیفی با استفاده از روش هفت مرحله‌ای «بارسو و ساندلوسکی» فراترکیب، داده‌ها جمع‌آوری شد. جامعه آماری کیفی شامل مقاله‌ها و پژوهش‌هایی در حیطه موضوع پژوهش بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ بود، در نهایت ۲۶ پژوهش مرتبط با استفاده از نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شد. این پژوهش در سال ۱۴۰۱ پژوهش انجام گرفت.

یافته‌ها: پس از بررسی اسنادی این مطالعات، ۶۲۷ کد باز در قالب سه معیار اصلی و یازده زیرمعیار مورد شناسایی قرار گرفت که شامل: معیار ایمنی (عملکرد و فقدان تجهیزات، نشتی‌ها و سرریزشدن‌ها، سقوط‌ها و ریزش‌ها، کیفیت حرفه‌ای عوامل انسانی، فاکتورهای محیطی، سطوح و مواد آسیب‌زا و عوامل محترقه و شوک‌ها)، بهداشت (صدمات فیزیکی و انسانی و چالش‌های محیط کار) و محیط‌زیست (آلودگی هوا، آلودگی خاک و آلودگی آب) می‌باشد و کیفیت پژوهش نیز از طریق روش‌های روایی لاوشه با مقدار ۰/۸۱و شاخص تکرارپذیری با مقدار ۰/۸۱ مورد سنجش قرار گرفت و نهایتاً مدل تحقیق با استفاده از نرم‌افزار مکس‌کیودی ای طراحی گردید.

بحث و نتیجه گیری: نتایج نشان داد، کیفیت حرفه‌ای عوامل انسانی، صدمات فیزیکی و انسانی و عملکرد و فقدان تجهیزات به ترتیب بیشترین اولویت را داشتند و همچنین کیفیت حرفه‌ای از عوامل انسانی بیشترین تاثیر گذاری(علت) و صدمات فیزیکی و انسانی بیشترین تاثیر پذیری (معلول) را دارا بودند.

واژه‌های کلیدی: ریسک‌های HSE، شاخص‌های HSE، فراترکیب، دیمتل فازی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، موسسه آموزش عالی نورهدایت شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۲ - دکتری مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، موسسه آموزش عالی نور هدایت شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۳- استادیار، گروه مدیریت صنعتی، موسسه آموزش عالی نور هدایت شهرکرد، شهرکرد، ایران. *(مسوول مکاتبات)

J. Env. Sci. Tech., Vol 25, No. 2, May, 2023

The Model of HSE risks in gas transmission lines by combining Meta-synthesis and fuzzy DEMATEL methods

Soheila Fathollahi Chaleshtori [1]
Meysam Babaee Farsani [2]
Farhad Farhadi [3*]
farhad.farhadi90@yahoo.com

Admission Date:January 11, 2023 Date Received: December 22, 2021

Abstract

Background and Objective: Today, issues related to health, safety, and the environment have become an integral part of every business and organization. Therefore, the purpose of this study was to identify and prioritize HSE risks in the transmission lines of Chaharmahal and Bakhtiari Province Gas Company by Meta-Synthesis and fuzzy dimethyl methods.

Material and Methodology: In the qualitative section, data were collected using the seven-step "Barso and Sandlowski" meta-Synthesis method. The qualitative statistical population included articles and researches in the field of research between 2000 and 2021. Finally, 26 researches related to purposive sampling were selected. This research was conducted in 2023.

Findings: After documenting these studies, 627 open source codes were identified in the form of three main criteria and eleven sub-criteria, including: safety criteria (performance and lack of equipment, leaks and overflows, falls and falls, Professional quality of human factors, environmental factors, levels and harmful substances and incendiary agents and shocks), health (physical and human injuries and workplace challenges) and environment (air pollution, pollution Soil and water pollution) and The quality of the research was measured by Laosheh methods with a value of 0.81 and the reproducibility index with a value of 0.81 and finally the research model was designed using MAXDA software.

Discussion and Conclusion: The results showed that the professional quality of human factors, physical and human injuries, and performance and lack of equipment had the highest priority, respectively and Also, the professional quality of human factors was the most influential(Cause)and physical and human injuries were the most influential (Effect).

Key words: HSE risks, Indicators HSE Meta-synthesis, fuzzy DEMATEL.

1- Master of industrial Management, Noorhedayat Institute of Higher Education, Shahrekord, Iran.
2- Department of Industrial Management, Noorhedayat Institute of Higher Education, Shahrekord, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Industrial Management, Noore Hedayat Institute of Higher Education, Shahrekord, Iran. *(*Correspondence Author*)

مقدمه

نیاز به امنیت و دور بودن از خطر در تمام طول تاریخ به عنوان امری ذاتی در سرنوشت انسان بوده است. با پیشرفت بشر در زمینه ابداع ابزارهای جدید علاوه بر تامین نیازهای او باعث بروز تغییرات پیش‌بینی نشده و آسیب به بخش‌هایی از جامعه شده است. بعد از انقلاب صنعتی با پیشرفت تجهیزات و ورود ماشین آلات در فعالیت‌های روزانه انسان، مسائل مربوط به ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست و محیط‌های صنعتی اهمیت خاصی پیدا کرد (۱). آخرین آمار جهانی ILO نشان می‌دهد که سالانه ۲/۳میلیون نفر بر اثر جراحات ناشی از کار جان خود را از دست می‌دهند(۲). همچنین بر اساس داده‌های انجمن بین‌المللی ایمنی ایالت متحده آمریکا، در هر سال حدود ۲۲۰۰ مرگ و ۲۲۰۰۰۰ جراحت ناتوان بر اثر حوادث شغلی اتفاق می‌افتد که موجب تحمیل هزینه قابل ملاحظه‌ای می‌گردد(۳). خطرات مختلف در محل کار دارای سطوح مختلفی از خطر است و به عنوان یک اصل پذیرفته‌شده، حذف خطرات در صنعت تقریباً غیرممکن است. در عوض، راه‌حل کاهش تصادفات و خسارات مدیریت و کنترل خطر خطرات است؛ بنابراین مدیریت ریسک قلب بسیاری از سیستم-های جدید مدیریت HSE قلمداد می‌شود(۴).

از سویی دیگر حوادث مرتبط با کار را می‌توان جزئی جدایی ناپذیر از صنعت دانست که این موضوع از منظر ایمنی و بهداشت در سطح دنیا مورد توجه قرار گرفته‌است. بر همین اساس، این نیاز مبرم احساس شد که طرح‌ها و استانداردهای مدونی در زمینه ایمنی، بهداشت و محیط زیست ایجاد گردد(۵). تعریف و استفاده از شاخص‌های عملکرد بهداشت، ایمنی و محیط زیست سابقه طولانی دارد و می‌توان آن را در سال ۱۹۵۹ جستجو کرد(۶).

با توجه به مطالعات متعدد، مشخص شده است که بیشترین میزان حوادث در بین مشاغل مختلف، مربوط به مشاغل ساختمانی و سپس تولیدی می‌باشد. صنعت پتروشیمی، نفت و گاز یکی از صنایعی است که در بردارنده هر دو نوع فعالیت پرخطر ساختمانی و تولیدی می‌باشد که مخاطرات زیاد و مشکلات ایمنی فراوانی در کل دنیا دارد. با توجه به این امر مهم، کشورهای منطقه خاورمیانه از اصلی‌ترین کشورهای تولید کننده نفت و گاز دنیا هستند که کشور ایران یکی از آن‌ها می‌باشد و دارای تعداد زیاد پروژه‌های استخراج و پالایش نفت و گاز می‌باشد(۵).

صنعت خطوط انتقال به دلیل ماهیت منحصر به فرد آن از پر حادثه‌ترین صنایع در جهان محسوب می‌شودکه این حوادث علاوه بر هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم پیامدهای اجتماعی ناگواری در پی خواهند داشت. در این راستا ارزیابی ریسک جهت شناسایی تمامی ریسک‌های HSE می‌تواند نقش موثری در کشف نقاط بحرانی و سطح‌بندی آن‌ها در دنیا و ایران ایفا کند. به دلیل مشکلات مربوط به عدم استقرار سیستم‌های مدیریت HSE و نبود مطالعات جامع و کارآمد در کشورهای درحال توسعه مانند ایران، مطالعه در زمینه اثرات شناسایی مولفه‌های تأثیرگذار بر ریسک‌های HSE در صنعت گاز استان چهارمحال و بختیاری، بیش از پیش مورد نیاز می باشد، از سوی دیگر، به دلیل یافته‌های پراکنده و گاهی متناقضی که هر ساله توسط محققان انجام می-شود و این‌که هر پژوهشی از زاویه دید خود به موضوع نگاه می-کند؛ بنابراین فراترکیب با رویکرد سیستمی اقدام به یکپارچه-نمودن تحقیقات انجام‌شده می‌نماید و از این طریق هم امکان فهم عمیق از موضوع مورد مطالعه را فراهم می‌نماید و هم تناقضات یافته‌های پراکنده را نیز رفع می‌نماید و نهایتاً شکاف‌های تحقیقاتی جدیدی را فراهم می‌نماید؛با توجه به جدول پیشینه حکیمی‌خواه (۲۰۱۶)(۶)، بسطامی(۲۰۱۷)(۷)، وزدانی (۲۰۱۸) (۸)، فلخ و ستیانی(۲۰۱۸)(۹)، جعفرنیا و همکاران (۲۰۱۷)(۱۰) و رالف و همکاران (۲۰۲۰)(۱۱) هر کدام با روش‌هایی به ارزیابی و شناسایی ریسک‌های HSE و ارائه مدل پرداخته‌اند. اما هیچکدام با روش فراترکیب که روشی نوین به شمار می‌رود، این موضوع را مورد بررسی قرار نداده‌اند، بنابراین در این تحقیق این شکاف تحقیقاتی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

بنابراین مساله اصلی تحقیق حاضر، این است که مؤلفه‌های تأثیرگذار بر ریسک‌های HSE شرکت گاز استان چهارمحال و بختیاری کدامند؟ و اولویت‌بندی آن‌ها چگونه است؟

روش پژوهش

از نظر جهت‌گیری پژوهش، توسعه‌ای- کاربردی، از نظر راهبرد پژوهش، متوالی اکتشافی، از نظر رویکرد پژوهش، قیاسی- استقرایی، از منظر روش گردآوری اطلاعات، کتابخانه‌ای میدانی، از نظر ابزار گردآوری داده‌ها، اسناد و مدارک و پرسش‌نامه و نهایتاً از منظر روش‌شناسی پژوهش به دلیل استفاده از روش فراترکیب، در ردیف پژوهش‌های کیفی قرار می‌گیرد.

فراترکیب

روش فراترکیب، به عنوان یکی از اجزای چهارگانه فرا مطالعه (۱۲)، نوعی مطالعه کیفی است(۱۳)، که اطلاعات و یافته‌های مستخرج از مطالعات کیفی دیگر با موضوع مرتبط و مشابه را بررسی می‌کند(۱۴). در نتیجه، نمونه مورد نظر برای فراترکیب، از مطالعات کیفی منتخب و براساس ارتباط آنها با سوال پژوهش تشکیل می‌شود(۱۵). هدف این روش توسعه تئوری، خلاصه‌سازی و تعمیم در سطح بالا برای دسترسی بیشتر به داده‌های کیفی به منظور کاربرد عملی آن‌ها(۱۶). در این پژوهش از روش هفت مرحله‌ای فراترکیب سندلوسکی و بارسو[1](۲۰۰۷) استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

بخش کیفی (فراترکیب)

گام اول: تنظیم سؤال یا سؤال‌های پژوهش

گام اول انجام فراترکیب تنظیم سؤال پژوهش است. دست‌یابی به سوال خوب، بخش مهمی از مسیر را روشن می‌کند.(۱۲) که سوال این پژوهش"شناسایی و اولویت بندی ریسک‌های ایمنی، بهداشت و محیط زیست در خطوط انتقال شرکت گاز استان چهار محال و بختیاری چگونه صورت می‌گیرد؟" می‌باشد.

گام دوم: مرور ادبیات به شکل نظام‌مند

جامعه آماری پژوهش را تمام اسناد علمی، گزارش‌های پژوهشی، پایگاه‌های داده و نشریه‌های داخلی و خارجی در زمینه ریسک-های سیستم ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ با کلید واژه‌هایی نظیر ۱. ایمنی، بهداشت و محیط زیست،۲. ریسک‌های ایمنی، بهداشت و محیط زیست، ۳.مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست، ۴.شاخص‌های ایمنی، بهداشت و محیط زیست،۵. سیستم ایمنی، بهداشت و محیط زیست،۶. عملکرد ایمنی، بهداشت و محیط زیست، ۷.وظایف ایمنی، بهداشت و محیط زیست، ۸.مدل ایمنی، بهداشت و محیط زیست تشکیل دادند. همچنین نوع نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند بوده است.

گام سوم: جستجو و انتخاب مقاله‌ها و متون مناسب

در این مرحله غربالگری پژوهش‌ها انجام می شود. برای انتخاب پژوهش‌های مناسب، پارامترهای مختلفی مانند عنوان، چکیده، محتوای مرتبط با حوزه مورد نظر ارزیابی شده است و در نهایت از ۶۲۷ پژوهش، ۲۶ پژوهش انتخاب گردید.

گام چهارم: استخراج اطلاعات از مقالات

در این مرحله با بررسی و مطالعه منابع نهایی شده و منطبق با اهداف و سوالات پژوهش یافته‌های مرتبط از هر کدام از منابع استخراج شد که شامل ۶۲۷ کد باز می‌باشد.

گام پنجم: تجزیه و تحلیل تلفیق داده‌ها کیفی

در این مرحله ابتدا برای تمامی عوامل استخراج شده ازمطالعات پیشین، کدی در نظر گرفته شده است (کدگذاری باز) سپس با در نظر گرفتن مفهوم هر یک از این کدها، هر یک در مفهومی مشابه دسته‌بندی شده (کدگذاری محوری) و بدین ترتیب، شاخص‌های پژوهش مشخص شد، که شامل سه معیار اصلی و یازده زیرمعیار می‌باشد. معیار ایمنی (عملکرد و فقدان تجهیزات، نشتی‌ها و سرریز شدن‌ها، سقوط‌ها و ریزش‌ها، کیفیت حرفه‌ای عوامل انسانی، فاکتورهای محیطی، سطوح و مواد آسیب‌زا و عوامل محترقه و شوک‌ها)، بهداشت (صدمات فیزیکی و انسانی و چالش‌های محیط کار) و محیط‌زیست (آلودگی هوا، آلودگی خاک و آلودگی آب). و بدین ترتیب، شاخص های پژوهش مشخص شد.

گام ششم: کنترل و ارزیابی کیفیت

از نظر کرسول[2](۱۷)پژوهشگران کیفی به منظور افزایش اعتبار پژوهش‌های خود باید در هر پژوهش حداقل از دو راهبرد استفاده کنند. در تحقیق کنونی جهت اطمینان از کیفیت پژوهش، در

1- Sandelowski and Barroso

2- Creswell

بخش روایی، از روایی محتوایی لاوشه و در بخش پایایی از روش-های پایایی بین دو کد گذار استفاده شده است.

الف-روایی محتوایی لاوشه

یکی از روش‌های سنجش روایی محتوا، روش لاوشه[1]می‌باشد که توسط اونوگ‌بوزی و همکاران[2](۱۸) ارائه شد

برای تعیین روایی محتوایی کدهای احصا شده، بین ۱۰ نفر صاحب‌نظر، که متشکل از اساتید دانشگاهی و مدیران شرکت گاز می‌باشند، توزیع شد. پس از تکمیل و جمع‌آوری پرسش‌نامه‌ها (ازمیان ۱۰ پرسش‌نامه ارسالی ۸ نفر آن را تکمیل و عودت دادند) با توجه به این‌که تعداد خبرگانی که پرسشنامه را مورد بررسی قرار دادند، ۸ نفر بودند و بر اساس جدول استاندارد، نسبت روایی محتوا برای ۸ نفر ۰/۷۸ می‌باشد، همچنین، نسبت روایی محتوایی کل پرسش‌نامه نیز با استفاده از فرمول لاوشه ۰/۸۱ به‌دست آمد؛ بنابراین این درصد تأییدشده از سوی خبرگان، نشان‌دهنده این مطلب است که کدگذاری‌ها از روایی مناسبی برخوردار است.

ب-محاسبه پایایی بین دو کدگذار[3](شاخص تکرارپذیری)

برای محاسبه پایایی پژوهش‌ها با روش توافق درون موضوعی دو کدگذار، یکی از اساتید مدیریت صنعتی آشنا به تحلیل تم درخواست شد تا به عنوان کدگذار ثانویه در پژوهش مشارکت نماید و در ادامه، محقق به همراه این همکار پژوهش، تعداد سه پژوهش را کدگذاری نموده و درصد توافق درون موضوعی که به عنوان شاخص پایایی تحلیل به کار می‌رود، نتایج حاصل از این کدگذاری‌ها در جدول ۱ آمده است

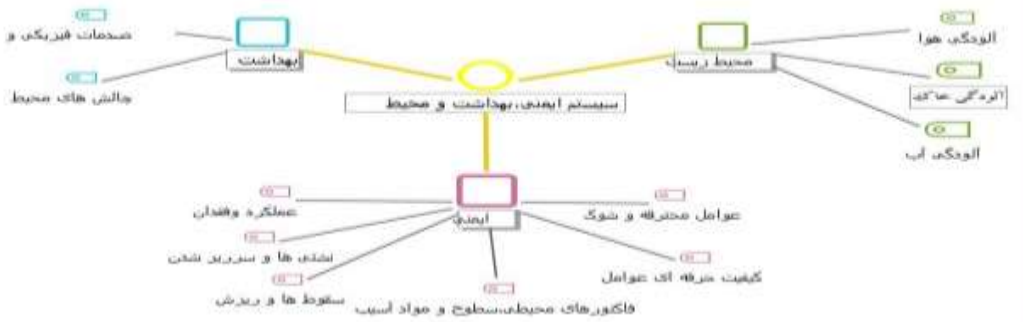
جدول۱- محاسبه پایایی بین دو کدگذار

Table 1.Calculate the reliability between two encoders

ردیف	عنوان مصاحبه	تعداد کل کدها	تعداد توافقات	تعداد عدم توافقات	پایایی بازآزمون
۱	مقاله یازدهم	۲۲	۱۰	۲	۹۰٪
۲	مقاله اول	۴۱	۱۵	۱۱	۷۳٪
۳	رساله بیست و پنجم	۱۵	۶	۳	۸۰٪
کل		۷۸	۳۱	۱۶	۸۱٪

گام هفتم: ارائه یافته‌ها و تدوین چارچوب نهایی

در این مرحله از روش فرا ترکیب، یافته‌های حاصل از مراحل قبل با توجه به سؤال پژوهش ارائه می‌شود. دراین مرحله می‌توان با توجه به سؤال پژوهش و با استفاده از نتایجی که ارائه‌شده است، مدلی طراحی کرد، چارچوبی ارائه نمود، که بر اساس آن، مدل نهایی تحقیق که با استفاده از نرم‌افزار مکس کیودی‌ای احصا شده است، در نمودار ۱ نمایش داده می‌شود:



نمودار۱- مدل HSE با خروجی نرم افزار مکس‌کیودی‌ای

Figure 1. HSE model by MAXQDA software

1- Lavshe
2- Onwuegbuzie
3- Intercoder reliability (ICR)

همان‌طور که ذکر شد، الگوی ارائه‌شده بر مبنای روش کیفی فراترکیب در تحقیق حاضر، منجر به شناسایی معیار ایمنی (عملکرد و فقدان تجهیزات، نشتی‌ها و سرریزشدن‌ها، سقوط‌ها و ریزش‌ها، کیفیت حرفه‌ای عوامل انسانی، فاکتورهای محیطی، سطوح و مواد آسیب‌زا و عوامل محترقه و شوک‌ها)، بهداشت (صدمات فیزیکی و انسانی و چالش‌های محیط کار) و محیط-زیست (آلودگی هوا، آلودگی خاک و آلودگی آب) می‌باشد.

یافته‌های بخش کمی (دیمتل فازی)

محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم در این گام از پاسخ دهندگان خواسته شد تا میزان تأثیرگذاری معیار i بر معیار j را نشان دهند. برای در نظر گرفتن نظر همه خبرگان طبق فرمول (۱)، از آن‌ها میانگین حسابی گرفته می‌شود.

$$\tilde{z} = \frac{\tilde{x}^1 \oplus \tilde{x}^2 \oplus \tilde{x}^3 \oplus \dots \oplus x^p}{p} \qquad (۱)$$

در این فرمول p تعداد خبرگان و $\tilde{x}^1$ ، $\tilde{x}^2$ ، $\tilde{x}^p$ به ترتیب ماتریس مقایسه زوجی خبره ۱، خبره ۲ و خبره p می‌باشد و $\tilde{z}$ عدد فازی مثلثی به صورت $\tilde{z}_{ij} = (l'_{ij}, m'_{ij}, u'_{ij})$ است.

در این بخش ماتریس دیمتل در اختیار ۱۰ نفر از خبرگان قرار داده شد تا بر اساس طیف ۰ تا ۴ تاثیرگذاری هر معیار بر روی دیگر معیارها مشخص شود. سپس با استفاده از رابطه ۲ نظرات پاسخ دهندگان ادغام شد.

نرمال‌سازی ماتریس ارتباط مستقیم

مطابق با رابطه (۱) ماتریس میانگین را نرمال کرده و آن را ماتریس H می‌نامیم. برای نرمالایز کردن ماتریس به‌دست آمده از فرمول‌های (۲) و (۳) استفاده می‌شود.

$$\tilde{H}_{ij} = \frac{\tilde{z}_{ij}}{r} = \left(\frac{l'_{ij}}{r}, \frac{m'_{ij}}{r}, \frac{u'_{ij}}{r}\right) = (l''_{ij}, m''_{ij}, u''_{ij}) \qquad (۲)$$

که r از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$r = \max_{1\le i\le n}\left(\sum_{j=1}^{n} u'_{ij}\right) \qquad (۳)$$

در این گام با استفاده از رابطه ۲ و ۳ ماتریس ارتباط مستقیم را نرمال می‌کنیم جهت نرمال سازی باید ماکزیمم مجموع سطری حدهای بالای ماتریس ارتباطات مستقیم را به‌دست آورد که در این بخش برابر با عدد ۹/۹ می‌باشد. سپس تمامی اعداد ماتریس ارتباطات مستقیم را بر عدد ۹/۹ تقسیم می‌کنیم.

محاسبه ماتریس ارتباط کامل معیارها

پس از محاسبه ماتریس‌های فوق، ماتریس روابط کل فازی با توجه به فرمول‌های (۴) تا (۷) به‌دست می‌آید.

$$T = \lim_{k\to+\infty}(\tilde{H}^1 \oplus \tilde{H}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{H}^k) \qquad (۴)$$

که هر درایه آن عدد فازی به صورت است $\tilde{t}_{ij} = \left(l^t_{ij}, m^t_{ij}, u^t_{ij}\right)$ است و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$[l^t_{ij}] = H_l \times (I - H_l)^{-1} \qquad (۵)$$

$$[m^t_{ij}] = H_m \times (I - H_m)^{-1} \qquad (۶)$$

$$[u^t_{ij}] = H_u \times (I - H_u)^{-1} \qquad (۷)$$

در این فرمول ها I ماتریس یکه و H_l، H_m و H_u هر کدام ماتریس $n\times n$ هستند که درایه‌های آن را به ترتیب عدد پایین، عدد میانی و عدد بالاییِ اعداد فازیِ مثلثیِ ماتریسِ H تشکیل می‌دهد.

در این گام با استفاده از رابطه ۵ و ۶ و ۷ ماتریس ارتباطات کامل (T) را تشکیل می‌دهیم برای محاسبه ماتریس ارتباط کامل ابتدا ماتریس همانی (I_{11*11}) تشکیل می شود. سپس ماتریس همانی را منهای ماتریس نرمال کرده و ماتریس حاصل را معکوس می‌کنیم. در نهایت ماتریس نرمال را در ماتریس معکوس ضرب می‌کنیم.

محاسبه شدت و جهت تأثیر

مطابق با رابطه (۸) و (۹) میزان شاخص ri و cj را محاسبه می‌نماییم. شاخص ri بیانگر مجموع سطر i ام و شاخص cj بیانگر مجموع ستون j ام از ماتریس ارتباطات کامل (T) می‌باشد. جهت ترسیم و تحلیل نمودار نیاز به ۲ شاخص شدت اثرگذاری و اثرپذیری و جهت تأثیر می‌باشیم که با استفاده از ri و cj به دست می‌آیند. برای هر i=j خواهیم داشت:

$$\tilde{D} = (\tilde{D}_i)_{n\times 1} = \left[\sum_{j=1}^{n} \tilde{T}_{ij}\right]_{n\times 1} \qquad (۸)$$

$$\tilde{R} = (\tilde{R}_i)_{1\times n} = \left[\sum_{j=1}^{n} \tilde{T}_{ij}\right]_{1\times n} \qquad (۹)$$

که $\widetilde{D}$ و $\widetilde{R}$ به ترتیب ماتریس $n \times 1$ و $1 \times n$ هستند.

مرحله بعدی میزان اهمیت شاخص‌ها ($\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$) و رابطه بین معیارها ($\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$) مشخص می‌شود. اگر $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i > 0$ باشد معیار مربوطه اثرگذار و اگر $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i < 0$ باشد معیار مربوطه اثرپذیر است.

- $ri + dj$ = شدت اثرگذاری و اثرپذیری (به عبارت دیگر هرچه مقدار ri+dj، عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد.)
- $ri - dj$ = جهت تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری (بدین صورت که اگر $ri - dj > 0$ با شد معیار مربوطه اثرگذار و اگر $ri - dj < 0$ باشد معیار مربوطه اثرپذیر است).

با توجه به مقادیر محاسبه شده در فوق، مقدار شاخص $ri + dj$ و $ri - dj$ را برای معیار ها و همچنین شاخص $\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$ و $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$ را برای ابعاد بد ست می آوریم و سپس با استفاده از فرمول زیر فازی زدایی می‌شود:

$$\text{defuuzy} = \frac{\big((u-l)+(m-l)\big)}{3} + l \qquad (۱۰)$$

در این گام جمع سطر (D) و جمع ستون (R) ماتریس ارتباطات کامل محاسبه می‌گردد. و سپس مقدار D+R و D-R را محاسبه می‌کنیم. در این فاز جهت دیفازی کردن مقادیر از رابطه ۱۰ استفاده می‌شود. نتایج در جدول ۲ آورده شده است.

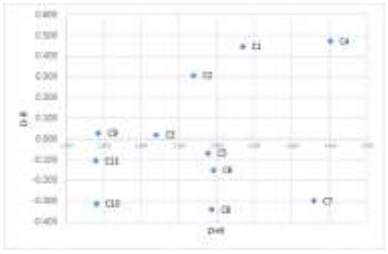
جدول۲- جدول مقادیر D وR معیارها

Table 2. Table of values of D and R criteria

نوع معیار	Di-Ri	Di+Ri	$(Ri)^{defuzzy}$	$(Di)^{defuzzy}$	Ri	Di	
علت	۰/۴۴۷	۳/۰۳۹	۱/۲۹۶	۱/۷۴۳	(۰/۲۹۸ ،۰/۸۴۳ ،۰/۷۴۷)	(۰/۵۲۶ ،۱/۲۴۳ ،۳/۴۶۲)	**C1**
علت	۰/۳۰۸	۲/۷۷۶	۱/۲۳۴	۱/۵۴۲	(۰/۲۹۱ ،۰/۷۸۸ ،۲/۶۲۳)	(۰/۴۴۶ ، ۱/۰۷، ۳/۱۰۹)	**C2**
علت	۰/۰۱۹	۲/۵۷۸	۱/۲۸۰	۱/۲۹۹	(۰/۳۰۸ ،۰/۸۲۹ ،۲/۷۰۱)	(۰/۲۸۶ ، ۰/۸۶۷، ۲/۷۴۳)	**C3**
علت	۰/۴۷۲	۳/۵۰۴	۱/۵۱۶	۱/۹۸۸	(۰/۴۰۶ ،۱/۰۴۷ ،۳/۰۹۵)	(۰/۶۷۷ ، ۱/۴۵۴، ۳/۸۳۳)	**C4**
معلول	-۰/۰۶۷	۲/۸۵۴	۱/۴۶۰	۱/۳۹۳	(۰/۳۵۷ ،۰/۹۹ ،۳/۰۳۴)	(۰/۳۰۹ ، ۰/۹۳۷، ۲/۹۳۴)	**C5**
معلول	-۰/۱۴۹	۲/۸۸۵	۱/۵۱۷	۱/۳۶۸	(۰/۴۰۸ ،۱/۰۵۲ ،۳/۰۹۱)	(۰/۲۹۹ ، ۰/۹۲۵، ۲/۸۷۹)	**C6**
معلول	-۰/۲۹۹	۳/۴۱۶	۱/۸۵۸	۱/۵۵۹	(۰/۶۳ ،۱/۳۷۵ ،۳/۵۶۸)	(۰/۴۱۳ ، ۱/۰۸۹، ۳/۱۷۴)	**C7**
معلول	-۰/۳۴۱	۲/۸۷۵	۱/۶۰۸	۱/۲۶۷	(۰/۴۵ ،۱/۱۰۷ ،۳/۲۶۸)	(۰/۲۷۳ ، ۰/۸۲۹، ۲/۶۹۹)	**C8**
علت	۰,۰۲۷	۲/۲۷۳	۱/۱۲۳	۱/۱۵۰	(۰/۱۷۶ ،۰/۷ ،۲/۴۹۳)	(۰/۲۳۴ ، ۰/۷۰۸، ۲/۵۰۸)	**C9**
معلول	-۰/۳۱۱	۲/۲۶۴	۱/۲۸۷	۰/۹۷۶	(۰/۲۶۵ ،۰/۸۵۲ ،۲/۷۴۵)	(۰/۱۱۹ ، ۰/۵۷۲، ۲/۲۳۸)	**C10**
معلول	-۰/۱۰۶	۲/۲۵۷	۱/۱۸۱	۱/۰۷۶	(۰/۲۰۱ ،۰/۷۵۷ ،۲/۵۸۷)	(۰/۲۰۸ ، ۰/۶۴۸، ۲/۳۷۱)	**C11**

در جدول ۳ جمع عناصر هر سطر (D) نشانگر میزان تاثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم است. براین اساس کیفیت حرفه‌ای عوامل انسانی (C4) از تاثیرگذاری بسیار بالایی برخوردار است. جمع عناصر ستون (R) برای هر عامل نشانگر میزان تاثیرپذیری آن عامل از سایر عامل‌های سیستم است. براین اساس تعداد تولید کننده داخلی (C7) از میزان تاثیرپذیری بسیار زیادی برخوردار است. بردار افقی (D+R)، میزان تاثیر و تاثر عامل مورد نظر در سیستم است. به عبارت دیگر هرچه مقدار D+R عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد. براین اساس صدمات فیزیکی و انسانی (C7) بیشترین تعامل را با دیگر عوامل مورد مطالعه دارند. بردار عمودی (D-R)، قدرت تاثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. به‌طور کلی اگر D-R

مثبت باشد، متغیر یک متغیر علت محسوب می‌شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود. که در جدول ۳، علت و معلول بودن معیارها مشخص شده است. همچنین در نمودار ۲ نیز به وضوح دیده می‌شود.



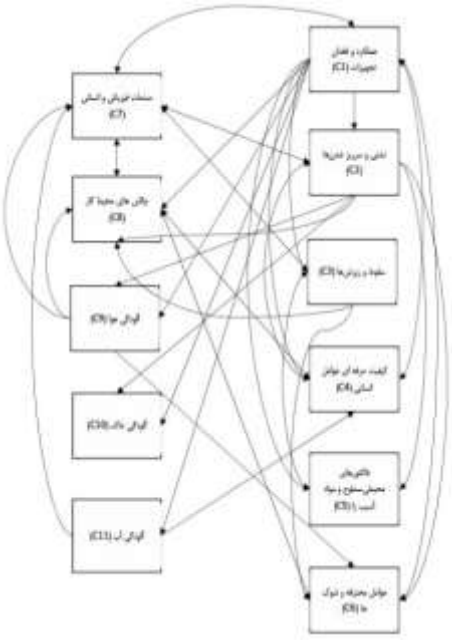
نمودار۲- نمودار علی معیارها

Figure 2. Criteria chart

ترسیم نقشه روابط شبکه

جهت تعیین نقشه روابط شبکه[1] باید ارزش آستانه محاسبه شود. با این روش می‌توان از روابط جزئی صرف‌نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتنا را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آنها در ماتریس T از مقدار آستانه بزرگتر باشد در NRM نمایش داده خواهد شد. برای محاسبه مقدار آستانه روابط، کافی است میانگین مقادیر دیفازی‌شده ماتریس T به‌دست آید. بعد از آنکه شدت آستانه تعیین شد، تمامی مقادیری که کوچکتر ازآستانه باشد صفر شده یعنی آن رابطه علی، در نظر گرفته نمی‌شود.

در این گام برای ترسیم روابط قابل اعتنا، ماتریس فازی ارتباطات کل را دیفازی می‌کنیم و سپس حدآستانه (میانگین حسابی درایه‌ها) را مشخص می‌نماییم و هر کدام از اعداد از حد کمتر بود مقدار صفر و در غیر این صورت مقدار یک اخذ می‌کند مقدار آستانه معیارها ۰/۱۲۷ است. اعدادی که بزرگتر از ۰/۱۲۷ است به‌عنوان رابطه بین معیار سطر با ستون در نظر گرفته می‌شود.



نمودار۳- روابط درونی بین عوامل

Figure 3. Internal relationships between factors

1- Network relations map (NRM)

محاسبه وزن و اولویت معیارها

دالالا[1] و همکاران (۲۰۱۱) طی پژوهشی بیان کردند که می‌توان از ماتریس ارتباطات مستقیم وزن معیارها را محاسبه کرد، که با توجه به نتایج بخش کمی و روش دالالا و همکاران، کیفیت حرفه-ای عوامل انسانی رتبه اول را کسب کرده است. صدمات فیزیکی و انسانی رتبه دوم و عملکرد و فقدان تجهیزات رتبه سوم را کسب کرده است.

بحث و نتیجه‌گیری

به دلیل مشکلات مربوط به عدم استقرار سیستم‌های مدیریت HSE و نبود مطالعات جامع و کارآمد در کشورهای درحال توسعه مانند ایران و بالاخص و استان چهارمحال و بختیاری، مطالعه در زمینه اثرات شناسایی و اولویت‌بندی مولفه‌های تأثیرگذار بر ریسک‌های HSE در صنایع مختلف مورد نیاز است. بر همین اساس در این پژوهش، با ارائه مدل ریسک‌های سیستم ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست، تلاشی در جهت استخراج مؤلفه-های موجود ریسک‌های HSE نموده است.

بر اساس نتایج پژوهش کیفیت حرفه‌ای پرسنل (۱۳۵کد)، صدمات فیزیکی و انسانی و عملکرد و فقدان تجهیزت نیز بیشترین اولویت را برای خطوط انتقال گاز استان دارا بودند. با توجه به این که کیفیت حرفه‌ای پرسنل به عنوان کلیدی‌ترین فاکتور در اولویت‌بندی ریسک‌های HSE شناسایی گردید و همچنین مشخص شد که تاثیرگذارترین فاکتور نیز می‌باشد.

یکی از اهداف تحقیق، اولویت‌بندی ریسک‌های HSE می‌باشد، بر اساس نتایج این تحقیق، معیار ایمنی دارای بیشترین اولویت (دارای ۴۲۴کد باز) می‌باشد، که با نتایج تحقیقات بابایی فارسانی و اصغریان (۱۴۰۰)(۱۹) همخوانی دارد.

یکی از مؤلفه‌های معیار ایمنی، عملکرد تجهیزات انتقال گاز می-باشد که در تحقیق حاضر احصا گردید و با نتایج تحقیقات پورقدیری و همکاران (۱۳۹۲)(۲۰) همخوانی دارد.

یکی از مؤلفه‌های معیار ایمنی، نشتی‌ها و سرریزشدن ها است که در تحقیق حاضر احصا گردید و با نتایج تحقیقات وزدانی و همکاران (۱۳۹۷)(۲۱) همخوانی دارد. این پژوهش، به واسطه بهره‌گیری از فراترکیب کیفی، مدل مفهومی جامعی را ارائه نمود که در حوزه ریسک‌های سیستم ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست در داخل و خارج از کشور، منحصر به فرد است. در واقع روش فراترکیب در این پژوهش این امکان را به وجود آورده است که با ادغام و ترکیب معیارهای پیشین و ادبیات موضوع در این زمینه، به مدلی جامع دست یابیم. مدل پیشنهادی به واسطه ماهیت جامع و کل نگرانه، علاوه بر صنعت گاز، در صنعت نفت و پتروشیمی نیز قابلیت کاربرد دارد.

با توجه به نتایج پژوهش پیشنهاد می‌شود اداره گاز استان توجه بیشتری را در بالا بردن کیفیت فنی پرسنل، کاهش خطاها و اشتباهات پرسنل، تعیین زمان آموزش حرفه‌ای، تخصیص هزینه برای جذب سرپرست به تناسب فازهای HSE، آگاهی از توانایی پرسنل، پرداخت به موقع حقوق پرسنل عملیاتی، تشکیل تیم واکنش سریع در پروژه داشته باشد. همچنین با توجه به این که صدمات فیزیکی و انسانی در اولویت دوم قرار گرفت؛ لذا پیشنهاد می‌گردد اداره گاز استان اختصاص بودجه بیشتری برای تهیه تجهیزات حفاظتی در نظرگرفته و همچنین در اختیار قراردادن اطلاعات کافی به پرسنل، اجرای فعالیت‌های فرهنگ ایمنی، ایجاد نظم و ربط بیشتر در محیط کار، بازرسی‌های روزانه ایمنی از محیط کار، ایجاد بیمه‌نامه‌های مسئولیت مدنی و شخص ثالث، ایجاد بهداشت محیط کار در نظر داشته باشد. در نهایت نیز با توجه به این که عملکرد و فقدان تجهیزت در اولویت سوم ریسک-های شناسایی شده قرار گرفت، از این رو پیشنهاد می‌شود در زمینه تجهیزات توجه بیشتری مبذول گردد، از جمله تأمین ماشین‌آلات با استاندارد بین‌المللی، خرید قطعات با کیفیت بالا، استفاده از دستگاه‌های مناسب و مرتبط، تامین وسایل حمل و نقل مناسب برای جابه‌جایی تجهیزات و آموزش صحیح استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات.

در این پژوهش محدودیت‌هایی نیز وجود دارد. پژوهش کیفی با تمامی فواید خود، همراه با ضعف‌هایی از جمله تعمیم‌پذیری و

1- Dalalah

اعتبار است. از این رو، در جهت افزایش قابلیت تعمیم این پژوهش، لازم است محققان مدل فوق را در دیگر صنایع پرخطر مورد ارزیابی قرار دهند، همچنین پیشنهاد می‌شود، اعتبارسنجی مدل، از طریق مدل معادلات ساختاری نیز به بوته آزمون قرار گیرد. از سوی دیگر، با توجه به این‌که از شاخص‌هایی برای کنترل کیفیت در روش فراترکیب استفاده شد ولی بازهم امکان این محدودیت وجود دارد که مقاله‌ای به اشتباه وارد پژوهش شده یا خارج شده باشد.

References

1. Rahimi, Masoumeh. Provide HSE risk management evaluation model in petrochemical industry (Maroon Petrochemical). Master Thesis, Ivanovki University, Faculty of Civil Engineering and Architecture, 2019. (In Persian)
2. Hajipour, V., Amouzegar, H., Gharaei, A., Gholami Abarghoei, M.S, & Ghajari, S. An integrated process-based HSE management system: A case study, Safety Science, 133 (2021).
3. Poursoliman, Mohammad Saeed; Kazemi Moghaddam, Vahid; Derakhshanjazri, Milad. *Study of the effect of establishing health, safety and environmental management system on improving the safety performance indicators of Kermanshah hoUrea and Ammonia Petrochemical Company*, Occupational Health and Safety Quarterly, Volume 5, Number 3, 2016, 75-85. (In Persian)
4. Amir-Heidari, P., Maknoon, R., Taheri, B., & Bazyari, M. (2016). *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, 44, 2016: 405-413.
5. Babaei Farsani, Meysam; Asgharian, Rahmatullah. *Identification and Prioritization of Components Affecting HSE Risks Using a Mixed Approach in Dorahan Transmission Line Gas Company*, Industrial Management Quarterly, Year 16, No. 55, 2021, 117-137. (In Persian)
6. Hakimi, Razia; Jozi, Seyed Ali. Environmental risk and safety assessment of Maroon 2 desalination unit of start-up oil and gas exploitation company by HAZOP, JHA methods, the first national conference on environmental management and management evaluation in Iran, Hamedan, Hegmataneh Association of Environmental Assessors, Aria Hegmatan Conference Development Center, 2014, 1-16. (In Persian)
7. Baesmat, S., Ghotbi Ravandi, M., & Abbasi, F. Identifying, Assessment and Prioritization of the Existing or Potential Hazards in the Automotive Industry by Combining Three Methods: FMEA, Wiliam Fine and AHP, Health Education and Health Promotion (HEHP), 5 (1). 5, no. 1, 2017.
8. Vazdani Soghari, Sabzeqbaei Gholamreza, Dashti Solmaz, Cheraghi Mitra, Alizadeh Reza, Hemmat Azam. *Application of FMEA model to assess environmental, safety and health risks of gas condensate storage tanks of Parsian Gas Refining Company*, Rafsanjan University of Medical Sciences 17 (4), 2018: 345-358. (In Persian)
9. Falakh, F., & Setiani, O. Hazard Identification and Risk Assessment in Water Treatment Plant considering Environmental Health and Safety

Practice. E3S Web of Conferences 31, 2018.

10. Jafarnia, Ehsan, Sultanzadeh, Ahmad, Ghiyasi, Samira. *Integrated model of health, safety and environmental risk assessment based on the project management guide standard*, Journal of Occupational Health Engineering, 4 (4), 2017, 47-58. (In Persian)
11. Rolf, J.B, Asbjørn, L.A, & Jens, O. What we talk about when we talk about HSE and culture – A mapping and analysis of the academic discourses. Safety Science, 2020.
12. Deghati, Adeleh; Yaqubi, NoorMohammad; Kamalian, AminReza; Dehghani, Massoud. *Presenting a model of step-by-step development of network governance using a Meta-Synthesis approach*, Public Management Quarterly, Volume 11, Number 2, 2019, 203-230. (In Persian)
13. ShamiZanjani, Narges; Kundari, Farzaneh. "Identification of structural factors for the realization of knowledge governance by combining Meta-Synthesis method", Quarterly Journal of Iran Information Science and Technology Research Institute (Iran Doc), Volume 34, Number 3, 2018, 1123-1153. (In Persian)
14. Soltani, Farzaneh; Shahin, Arash and ShaimiBozorgi, Ali. *Designing a model of talent excellence using a systematic review approach and qualitative Meta-Synthesis in Isfahan Gas Company*, Scientific-Research Quarterly of Human Resource Management in the Oil Industry, Year 8, No. 32, 2017, 51-83. (In Persian)
15. Zimmer, Lela. Qualitative meta-synthesis: a question of dialoguing with texts: Journal of Advanced Nurising, 53, no. 3, (2006): 311-317.
16. Behbudi**,** Motahhareh. Meta-Synthesis of Factors Affecting Learning in Joint Venture Collaborations, Master Thesis in Technology Management, Allameh Tabatabaei University, Tehran, 2016. (In Persian)
17. Creswell JW. Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches. London: sage publications, 2007.
18. Onwuegbuzie AJ, Collins KMT, Leech NL, Dellinger AB, Jiao QG. 2010. A meta framework for conducting mixed research syntheses for stress and coping researchers and beyond. In G. S. Gates, W. H. Gmelch, & M. Wolverton (Series Eds.) & K. M. T. Collins, A. J. Onwuegbuzie, & Q. G. Jiao (Vol. Eds.). Toward a broader understanding of stress and coping: Mixed methods approaches (pp. 169-211). The Research on Stress and Coping in Education Series (Vol. 5). Charlotte, NC: Information Age.
19. Maysam Babaei Farsani*, Rahmatullah Asgharian. 1400. Identifying and prioritizing components affecting HSE risks using a mixed approach (Case Study: Gas Company Durrahan Transmission Lines). Industrial Management 55. 117-136.
20. Pourghadiri, E., Ashrafi, F., & Farhadian Esfahani, M, (2013). "Safety, Health and Environment in Pressure Reducing Stations and Gas Transmission Lines", The First National HSE Conference with the Approach of Upstream Oil and Gas Industries, Abadan. (In Persian)
21. Vazdani, S., Sabzeqbaei, G., Dashti, S., Cheraghi, M., Alizadeh, R., &

Hemmati, A. (2018). "Application of FMEA model to assess the environmental, safety and health risks of gas condensate storage tanks of Parsian Gas Refining Company in 2016". *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*, 17 (4), 345-358. (In Persian)