مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره دوازدهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۸، صفحات ۶۳۹ تا ۶۵۰

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشت پالایشگاه گاز ایلام با استفاده از تکنیک ارزیابی چند معیاره و روش تاپسیس

محمد رضوانی[۱]، سحر طبیبیان[۲]، عطاءاله ویسی[۱،*]
۱- گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه پیام نور، واحد تهران شرق، تهران، ایران
۲- گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه پیام نور، واحد دماوند، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۹/۱۸
تاریخ ویرایش: ۹۸/۱۲/۰۷
تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۱۲
تاریخ انتشار: ۹۸/۱۲/۲۸

واژگان کلیدی: ارزیابی ریسک، پالایشگاه گاز ایلام، ایمنی، بهداشت، تاپسیس

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
vaisiaa_il2005@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: این مطالعه به‌منظور ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشتی پالایشگاه گاز ایلام و بررسی کارایی روش تاپسیس در ارزیابی ریسک انجام گردیده است.

روش بررسی: پس از شناسایی ۹۵۵ مورد خطر، با بهره‌گیری از معیارهای میزان مواجهه، شدت و احتمال وقوع و استفاده از روش تاپسیس، ریسک‌های محاسبه شده به تفکیک در بخش‌های ایمنی و بهداشت رتبه بندی گردیدند. نظر به عدم امکان تعیین سطح ریسک با استفاده از روش تاپسیس، به این منظور از روش FMEA استفاده و عدد ریسک (RPN) گزینه‌ها محاسبه گردید.

یافته‌ها: در ارزیابی ریسک ایمنی، آسیب‌های جانی، مالی، سوختگی و مرگ ناشی از آتش سوزی در اثر نگهداری مواد قابل اشتعال در انبار، با عدد مشابهت به راه حل ایده آل (Cli) به میزان ۰/۵۶ به‌عنوان بالاترین ریسک ایمنی مشخص گردید. در ارزیابی ریسک بهداشتی، مسمومیت و تاثیر بر سلامت کارکنان ناشی از عوامل میکروبی در اثر استفاده از مواد غذایی منقضی در طبخ غذا در واحد رستوران و همچنین آسیب‌های تنفسی رانندگان در اثر استنشاق و نشت گاز در ناحیه فرایندی و تردد رانندگان واحد نقلیه در سایت با Cli برابر با ۰/۶۶ به عنوان بالاترین ریسک‌ها مشخص گردیدند.

نتیجه‌گیری: تاپسیس به‌عنوان یک روش نوین، قابلیت به‌کارگیری در رتبه بندی و ارزیابی ریسک صنایع را داراست. کلیه ریسک‌ها در سطح متوسط و پایین قرار گرفته و علیرغم ضرورت تعیین اقدامات کنترلی، در وضعیت اضطراری قرار ندارند.

Please cite this article as: Rezvani M, Tabibian S, Veisi A. The assessment of safety and health risk using multi-criteria evaluation technique and TOPSIS method in Ilam gas refinery. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;12(4):639-50.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-11]

مقدمه

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 گرفته است. حوادث علاوه بر سلامت جسمانی، سلامت روانی فرد را نیز تحت تاثیر قرار داده و خسارت‌هایی را به کارگر و کارفرما وارد می‌کنند. با توجه به مطالعات انجام شده، میزان حوادث با رشد صنایع افزایش می‌یابد (۱). سیستم مدیریت یکپارچه بهداشت، ایمنی و محیط زیست (Health, Safety and Environment Management System (or in short (MS-HSE) برای جلوگیری و کاهش آسیب‌ها و خسارات وارده بر کارگر، کارفرما و محیط زیست، در سال ۱۹۹۷ توسعه یافت (۲). MS-HSE جزئی از سیستم مدیریت کلی سازمان است که مدیریت ریسک‌های سلامتی را در کنار فعالیت‌های تجاری سازمان (تولیدی و خدماتی) تسهیل می‌بخشد (۳).

ارزیابی ریسک به‌عنوان مهمترین عنصر سیستم مدیریت HSE محسوب گردیده و شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک‌ها برای تمامی فعالیت‌ها و توسعه اقدامات برای کاهش این خطرات را بیان می‌کند (۴). ارزیابی ریسک یک روش منطقی برای بررسی خطرات است که به شناسایی خطرات و پیامدهای بالقوه آنها بر روی افراد، مواد، تجهیزات و محیط می‌پردازد (۵).

در حال حاضر بیش از ۷۰ روش کیفی و کمی ارزیابی در دنیا وجود دارد که نتایج آنها را می‌توان جهت مدیریت و تصمیم‌گیری در خصوص کنترل ریسک و کاهش پیامدهای آن بکار برد. AHP, HAZOP, WHAT IF و FMEA (Failure Modes and Effect Analysis) از جمله روش‌های متداول شناسایی و ارزیابی خطرات محسوب می‌گردند. با توجه به توسعه روش‌های تصمیم گیری چند معیاره (Multi-criteria decision making or in short (MCDM)، در دهه‌های اخیر شاهد ابداع شیوه‌های نوین ارزیابی از جمله تاپسیس (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) و ... در حوزه تصمیم‌گیری هستیم که براساس تحقیقات به‌عمل آمده توسط Heydarian (۶) استفاده از روش‌های نوین، کاربردی‌تر و دارای نتایج دقیق‌تری است.

صنایع نفت و گاز با توجه به ماهیت فعالیت و پیچیدگی فرایند همواره از نظر محیط کاری به‌عنوان پرخطرترین صنایع به لحاظ ایمنی و بهداشت تلقی می‌گردند. آمار تلفات ناشی از حوادث نفتی در کشورهای مختلف جهان از جمله حادثه آتش سوزی در پالایشگاه گاز SAID UMM قطر در سال ۱۹۷۷ و حادثه انفجار توده گاز در پالایشگاه ABQAIQ عربستان سعودی در سال ۱۹۷۸ که پیامد آنها مرگ کارگران و خسارت قابل توجه مالی بوده است، موجب توجه هر چه بیشتر کارفرمایان به ایمنی و اجرای برنامه‌های ارزیابی ریسک به منظور پیشگیری از وقوع حوادث هولناک گردیده است (۷).

پالایشگاه گاز ایلام با پالایش و تولید گاز طبیعی، اتان، گاز مایع خام، میعانات گازی و گوگرد نقش به سزایی در تامین گاز مصرفی استان و غرب کشور و همچنین تامین خوراک پتروشیمی ایلام را دارد. این واحد جزء بزرگ‌ترین صنایع استان ایلام تلقی گردیده و با بیش از ۱۰۰۰ نفر پرسنل به لحاظ کارآفرینی نقش بسزایی در اشتغال استان دارد. لذا بحث ایمنی در این واحد دارای اهمیت است. هدف از این مطالعه شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشتی پالایشگاه گاز ایلام به‌منظور مدیریت ریسک و بررسی قابلیت و میزان کارایی روش TOPSIS در ارزیابی ریسک ایمنی صنایع بوده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت توصیفی- تحلیلی با تلفیقی از تکنیک تصمیم‌گیری TOPSIS و روش ارزیابی چند معیاره تجزیه و تحلیل شکست و آثار آن (FMEA) انجام گردیده است. جامعه هدف در این مطالعه کلیه واحدهای کاری مستقر در مجموعه پالایشگاه گاز ایلام مشتمل بر واحدهای فرایندی، تاسیساتی، پشتیبانی و ذخیره سازی بوده است. در این تحقیق با بهره گیری از معیارهای میزان مواجهه (Exposure)، شدت و پیامد (Consequence) و احتمال وقوع (Probability)، مطابق روش FMEA نسبت به شناسایی خطرات و تعیین

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-11]

سطح ریسک اقدام و در نهایت ارزیابی ریسک و رتبه بندی گزینه‌ها بوسیله روش TOPSIS صورت گرفته است.

TOPSIS به معنی روش ترجیح براساس مشابهت به راه حل ایده‌آل است. این مدل توسط Hwang و Yoon در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد شد. در این روش گزینه بهینه، گزینه‌ای است که کمترین فاصله از راه حل ایده‌آل مثبت و در عین حال دورترین فاصله از ایده‌آل منفی را دارد (۸).

FMEA روشی سیستماتیک برای شناسایی و پیشگیری از وقوع مشکل در محصول و فرایند آن است. FMEA یک روش سنتی برای تجزیه و تحلیل ایمنی است که در طول دهه‌های مختلف با کاربردهای زیادی در صنایع مختلف وارد شده است. این فن اساسا تجزیه و تحلیل کیفی سیستم با بهره گیری از معیارهای مشخص، برای شناسایی نقص‌های احتمالی از طریق کار تیمی است. رتبه بندی در این روش براساس محاسبه عدد ریسک ((Risk Priority Number (RPN) است (۷).

- مراحل انجام تحقیق (شکل ۱)

- **تشکیل تیم شناسایی خطرات:** این تیم متشکل از رئیس واحد HSE، کارشناس ایمنی، کارشناس محیط زیست، کارشناس بهداشت، مسئولین فنی واحدهای فرایندی پالایشگاه و محققین بوده است.

- **شناسایی و تقسیم واحدهای کاری:** پالایشگاه گاز ایلام مجموعه‌ای از واحدهای فرایندی، تاسیساتی، پشتیبانی و ذخیره‌سازی است. در این مطالعه براساس ماهیت کار و به‌منظور ساده سازی و مطالعه منسجم، پالایشگاه به ۲۶ حوزه کاری تقسیم، ریسک‌های هر واحد به‌صورت مجزا مطالعه و در نهایت جمع بندی گردید.

- **تهیه فهرست فعالیت و شناسایی خطرات:** بدین منظور ضمن بازدید میدانی و مصاحبه با شاغلین و کارشناسان فنی شاغل در واحدهای مختلف پالایشگاهی، اسناد بایگانی مربوط به حوادث گذشته و همچنین دفتر گزارش روزانه واحدها بررسی و با بهره گیری از جدول ۱ فهرست فعالیت‌ها و خطرات بالقوه شناسایی گردیدند.

- **تعیین رویدادها و پیامدهای متناسب با خطرات:** پس از تهیه فهرست خطرات، رویدادها، دلایل بروز و پیامدهای متناسب با هر خطر براساس نظر تیم کارشناسی و به‌صورت عبارات توصیفی تعیین گردیدند.

- **تعیین امتیاز و کمی سازی معیارها:** در این مرحله عبارات توصیفی متناسب با اثر خطرات پیش بینی شده در مرحله قبل با استفاده از جدول ۲ به مقادیر کمی تبدیل گردیدند.

- **رتبه بندی ریسک از طریق روش TOPSIS:** پس از تشکیل ماتریس تصمیم گیری و کمی سازی معیارها، رتبه بندی خطرات به روش TOPSIS در حوزه‌های ایمنی و بهداشت در برگیرنده مراحل زیر است (۱۱-۸):

- **بی وزن سازی (نرمالیزه کردن) معیارها:** این مرحله با بکارگیری روش نرم و براساس معادله ۱ انجام گردید.

$$Nij = \frac{xij}{\sqrt{\sum_{1}^{m} x_{ij^2}}} \qquad (1)$$

درایه نرمال شده: N_{ij}، درایه خام: X_{ij} (i: سطر و j: ستون)

- **وزن دهی معیارها:** به‌منظور تعیین اهمیت نسبی هر معیار لازم است پس از مقایسه، به هر یک از این معیارها متناسب با میزان اهمیت، وزن اختصاص داده شود به‌طوری‌که مجموع این اوزان برابر یک شود. در این تحقیق به‌منظور بهره‌گیری از

جدول ۱- شناسایی خطرات ایمنی و بهداشتی (۴)

ردیف	فعالیت	شرایط		خطر	رویداد	علت بروز	اثر/خسارت	شدت	احتمال	میزان مواجهه
		روتین	غیر روتین							

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-11]

نظرات خبرگان در تعیین وزن معیارها، ضمن تهیه پرسشنامه (ضمائم) به روش Delphi تعداد ۳۰ مورد پرسشنامه در بین کارشناسان HSE شاغل در واحدهای صنعتی استان و همچنین دانشجویان و اساتید رشته بهداشت حرفه‌ای دانشگاه علوم پزشکی توزیع گردید. سطح تحصیلات این ترکیب مشتمل بر ۸ نفر کارشناس، ۱۶ نفر کارشناس ارشد و ۶ نفر دکترا بوده است. درنهایت ضمن میانگین‌گیری نمرات (Averaging) درجه اهمیت معیارها مشخص و با بهره گیری از نرم افزار Expert choice و روش مقایسه زوجیAHP، وزن معیارها مطابق جدول ۳ تعیین و طبق معادله ۲ اعمال گردید.

$$Vij = W \times Nij \qquad (۲)$$

درایه نرمال وزن دهی شده: V_{ij}، وزن معیار: W، درایه نرمال شده: N_{ij}

- **محاسبه ایده آل‌های مثبت و منفی:** در این گام برای هر معیار یک ایده آل مثبت (V_j^+) و یک ایده آل منفی(V_j^-)

جدول ۲- امتیازدهی معیارهای ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشت (۴)

معیار	وضعیت	نرخ
احتمال وقوع (Probability)	عملا یک پیامد غیر محتمل است (هرگز رخ نداده است)	۰/۱
	پس از چندین سال مواجهه رخ نمی‌دهد ولی گاهگاهی ممکن است به وقوع بپیوندد	۰/۵
	یک تصادف و امری غیر معمول خواهد بود	۳
	کاملا ممکن است غیرمعمول نیست، شانس وقوع۵۰-۵۰ دارد	۶
	پیامدهای کل حادثه، در صورت وقوع رویداد خطر کاملا محتمل و موردانتظار است	۱۰
شدت پیامد (Consequence)	جراحات یاخسارات اندک	۱
	جراحات ناتوان کننده، خسارت تا ۱۰ میلیون ریال	۵
	جراحات فوق العاده شدید (قطع عضو، ناتوانی دائمی، خسارت ده میلیون تا یک میلیارد ریال)	۱۵
	مرگ و میر، خسارت بین یک میلیارد ریال تا ۴ میلیارد ریال	۲۵
	چندین مورد مرگ و میر، خسارت بین ۴ میلیارد ریال تا ده میلیارد ریال	۵۰
	فاجعه مرگ بار، مرگ و میرهای متعدد، خسارات بیش از ده میلیارد ریال	۱۰۰
میزان مواجهه (Exposure)	بطور مداوم (چندین بار در روز)	۱۰
	بطور مکرر (حدود یکبار در روز)	۶
	گاه به گاه (یکبار در هفته یا ماه)	۳
	بطور غیرمعمول (یکبار در سال)	۲
	به ندرت (ممکن است در طول عمر سیستم رخ ندهد)	۱
	احتمال وقوع آن فوق العاده اندک است (به نظر غیر قابل وقوع می‌آید)	۰/۵

جدول ۳- وزن معیارهای ایمنی و بهداشت براساس نتایج نظرسنجی و نرم افزار Expert choice

ردیف	نام معیار	نمره میانگین نظرسنجی خبرگان (۹-۱)	وزن معیار بر اساس مقایسه زوجی
۱	نتیجه و پیامد	۷	۰/۴۱۳
۲	احتمال وقوع	۵	۰/۲۶۰
۳	میزان مواجهه	۶	۰/۳۲۷

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-11]

تعیین گردید. بدین صورت که در هر ستون، بیشترین و کمترین مقادیر معیارهای وزین شده به ترتیب به‌عنوان مقادیر ایده آل مثبت و ایده آل منفی طبق معادلات ۳ و ۴ تعیین گردیدند. با توجه به اینکه کلیه معیارهای مورد استفاده در این ارزیابی دارای جنبه منفی هستند لذا معکوس کردن هیچ یک از مقادیر ضرورت ندارد.

$$V_j^+ = Max\, V_j \quad (۳)$$

$$V_j^- = Min\, V_j \quad (۴)$$

درایه نرمال وزن دهی شده ستون: V_j، ایده آل مثبت: V_j^+، ایده آل منفی: V_j^-

- محاسبه فاصله از ایده آل‌های مثبت و منفی: در این گام نزدیکی نسبی هر گزینه به راه‌حل های ایده آل (مثبت) و ضد ایده آل (منفی) محاسبه گردید. فاصله اقلیدسی هر گزینه از ایده آل مثبت و منفی از طریق معادلات ۵ و ۶ محاسبه گردید.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{m}(Vij - V_j^+)^2} \quad (۵)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{m}(Vij - V_j^-)^2} \quad (۶)$$

فاصله ایده آل مثبت: d_i^+، فاصله ایده آل منفی: d_i^-، ایده آل مثبت: V_j^+، ایده آل منفی: V_j^-

- تعیین میزان مشابهت به راه حل ایده آل (Cli): در این مرحله با استفاده از معادله ۷ میزان مشابهت گزینه‌ها به راه حل ایده آل (Calculate the likely to ideal) محاسبه گردید. مقدار Cliعددی بین صفر و یک است.

$$Cli = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad (۷)$$

مشابهت به راه حل ایده آل: Cli، فاصله از ایده آل مثبت: d_i^+، فاصله از ایده آل منفی: d_i^-

- رتبه بندی گزینه‌ها و انتخاب جواب ایده آل: رتبه بندی گزینه‌ها براساس مقادیر Cli صورت می‌گیرد به این صورت که این مقادیر با روند نزولی مرتب شده و نزدیک‌ترین گزینه به عدد ۱ به‌عنوان با اهمیت‌ترین ریسک تعیین می‌گردد.

در این تحقیق، ابتدا ریسک‌های شناسایی شده در بخش‌های فرایندی و غیر فرایندی پالایشگاه بصورت جداگانه در ۲۶ بخش کاری بررسی و رتبه بندی گردیدند که این نتایج جهت اجرای برنامه‌های ایمنی در واحد قابل استفاده هستند. در ادامه و بمنظور جمع بندی و اظهار نظر درخصوص وضعیت کلی ریسک، بالاترین ریسک‌های مربوط به واحدهای کاری پالایشگاه استخراج، مجددا رتبه بندی و به‌عنوان ریسک‌های اولویت‌دار مجموعه پالایشگاه گاز ایلام گزارش گردیدند.

- تعیین سطح ریسک و ارائه راهکارهای کنترل: TOPSIS یک روش تصمیم گیری با قابلیت بسیار بالا در تعیین اولویت‌ها و انتخاب بهترین گزینه ممکن در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی محسوب گردیده و فاقد کارایی در تعیین سطح ریسک است. لذا با توجه به ضرورت تعیین سطح ریسک جهت اعمال اقدامات کنترلی (Risk control)، در تحقیق حاضر از طریق محاسبه RPN(معادله ۸)، سطح ریسک گزینه‌ها تعیین گردید. RPN در حقیقت شاخص اصلی ارزیابی ریسک در روش FMEA و حاصلضرب مقادیر کمی شده معیارهای ارزیابی است. براساس دستورالعمل، تفسیر مقادیر RPN به شرح زیر است (۴):

۰/۰۵ ≤ RPN≤ ۹۰ (سطح ریسک پایین و خطر بایستی بدون تاخیر برطرف شود ولی وضعیت اضطراری نیست)

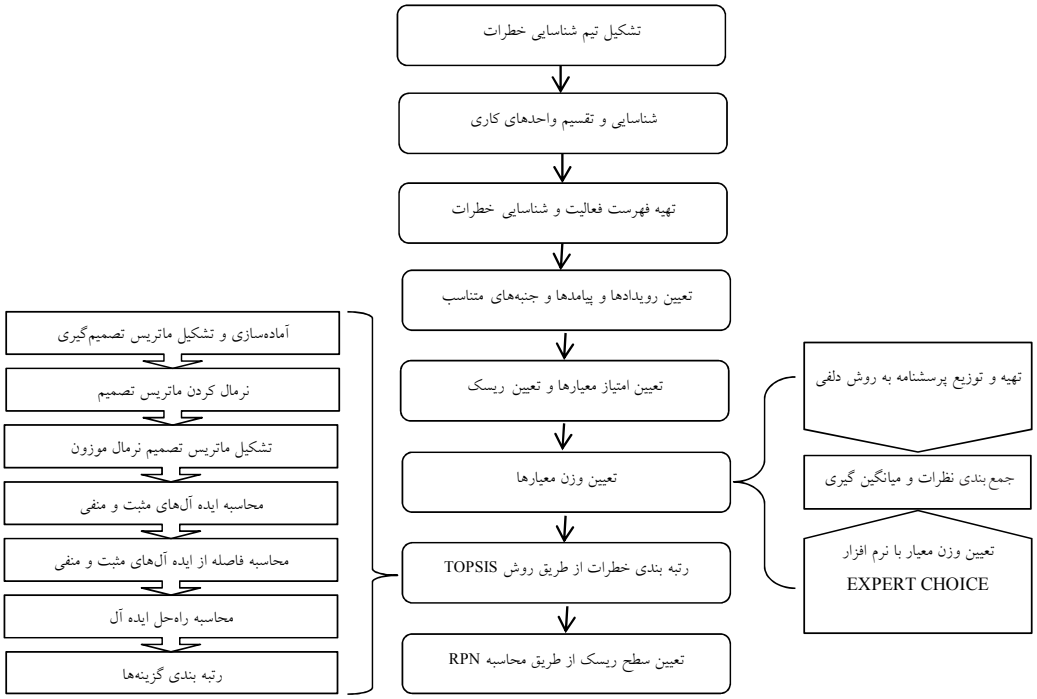
۹۱ ≤ RPN≤ ۱۹۹ (سطح ریسک متوسط و نیاز به بررسی و توجه هر چه سریع‌تر به ریسک است)

۲۰۰ ≤ RPN≤ ۱۵۰۰ (سطح ریسک بالا و اقدام فوری اصلاحی و توقف پروسه تا زمان کاهش خطر لازم است)

$$RPN = P*C*E \quad (۸)$$

عدد ریسک: RPN، نرخ میزان مواجهه: E، نرخ شدت پیامد: C، نرخ احتمال وقوع:P

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-11]



شکل ۱- فلوچارت مراحل انجام ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشت

یافته‌ها

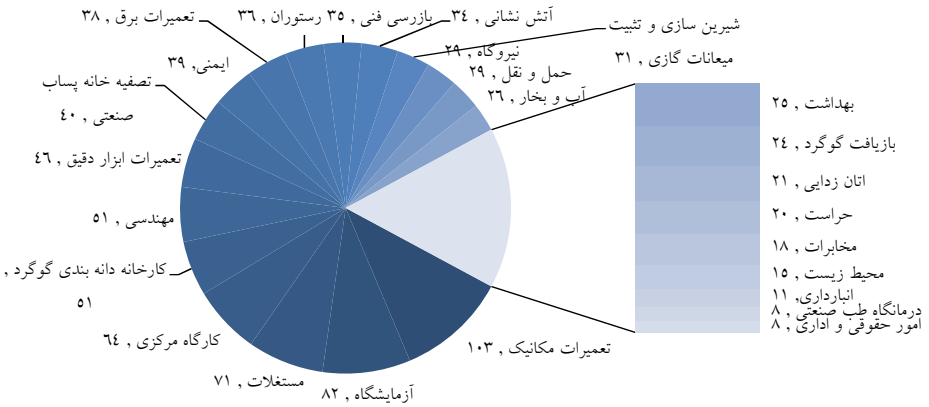
- **خطرات شناسایی شده:** در بخش ارزیابی ریسک ایمنی پالایشگاه گاز از مجموع ۳۴۷ فعالیت مرتبط، تعداد ۷۳۲ خطر و در بخش ارزیابی ریسک بهداشتی از مجموع ۱۵۴ فعالیت مرتبط، تعداد ۲۲۳ خطر (در مجموع ۹۵۵ مورد خطر) در بخش‌های مختلف کاری پالایشگاه گاز ایلام مطابق نمودارهای ۱ و ۲ شناسایی گردید.
- **ارزیابی ریسک ایمنی:** ۵ ریسک نخست پالایشگاه گاز در حوزه ایمنی به شرح جدول ۴ است.
- **ارزیابی ریسک بهداشتی:** ۶ ریسک نخست پالایشگاه گاز در حوزه بهداشتی به شرح جدول ۵ است.

بحث

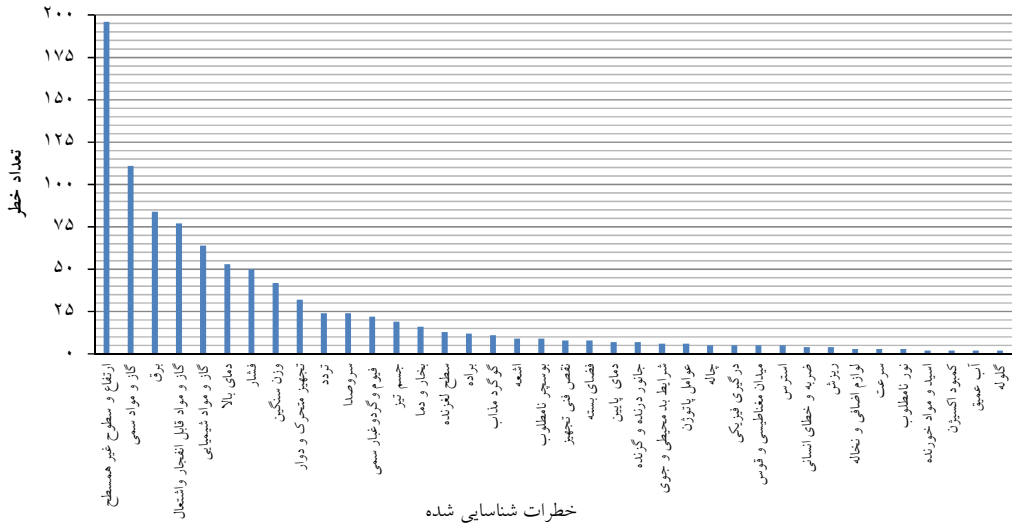
بیشترین خطرات در واحدهای تعمیرات مکانیک به تعداد ۱۰۳ خطر (معادل ۱۱ درصد)، آزمایشگاه به تعداد ۸۲ خطر (معادل ۹ درصد) و مستغلات به تعداد ۷۱ خطر (معادل ۷ درصد) شناسایی گردیدند. با توجه به اینکه ماهیت فعالیت این واحدها پشتیبانی و تاسیساتی است لذا این یافته با نتایج حاصل از مطالعه Hakimikhah (۷) که بیشترین تعداد خطرات را در واحدهای فرایندی شناسایی نموده است مغایرت دارد. اما با توجه به شناسایی بیشترین تعداد فعالیت در واحدهای مذکور (به ترتیب ۴۲، ۵۰ و ۲۸ عنوان فعالیت)، بالاتر بودن تعداد ریسک و خطر در این واحدها نیز کاملا منطقی و مورد انتظار است.

براساس یافته‌ها، تعداد ۱۹۶ مورد از خطرات شناسایی شده (معادل ۲۱ درصد) مربوط به ارتفاع و سطوح غیر همسطح، تعداد ۱۱۱ مورد از کل خطرات شناسایی شده (معادل ۱۲ درصد) مربوط به گاز و مواد سمی، تعداد ۸۴ مورد (معادل ۹ درصد) مربوط به برق و تعداد ۷۷ مورد (معادل ۸ درصد) نیز مربوط به گاز و مواد قابل انفجار است. لذا در این مطالعه سقوط از ارتفاع، برق گرفتگی، تماس با گاز سمی و مواد شیمیایی و قابل انفجار به‌عنوان مهمترین خطرات ایمنی و بهداشت شناخته شدند. این خطرات با ماهیت فعالیت، فرایندها، مواد اولیه و تاسیسات مورد استفاده در پالایش گاز مطابقت دارد. همچنین یافته‌ها با

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-11]



نمودار ۱- توزیع فراوانی خطرات شناسایی شده در بخش‌های مختلف کاری پالایشگاه



نمودار ۲- ماهیت خطرات شناسایی شده در ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشتی

نتایج مطالعات انجام شده توسط Hakimikhah (۷)، Hao و همکاران (۱۱) و Zeng و همکاران (۱۲) همخوانی دارد.

براساس روش TOPSIS در ارزیابی ریسک ایمنی، آسیب‌های جانی، مالی، سوختگی و مرگ ناشی از آتش سوزی در اثر نگهداری مواد قابل اشتعال در انبار، با Cli به میزان ۰/۵۶ به‌عنوان بالاترین ریسک ایمنی مشخص گردید. در ارزیابی ریسک بهداشتی نیز، مسمومیت و تاثیر بر سلامت کارکنان ناشی از عوامل میکروبی در اثر استفاده از مواد غذایی منقضی در طبخ غذا در واحد رستوران و همچنین آسیب‌های تنفسی رانندگان در اثر استنشاق و نشت گاز در ناحیه فرایندی و تردد رانندگان واحد نقلیه در سایت با Cli برابر ۰/۶۶ به‌عنوان بالاترین ریسک‌ها مشخص گردیدند.

مطابق روش FMEA بالاترین میزان عدد ریسک (RPN) محاسبه شده در ارزیابی ریسک ایمنی برابر با ۱۵۰ (مربوط به ریسک آسیب به چشم در اثر برخورد جسم تیز و براده ناشی از ماشین کاری در کارگاه مرکزی) و در ارزیابی ریسک بهداشتی برابر با ۱۸۰ (مربوط به ریسک اختلالات شدید شنوایی در اثر مواجهه با سر و صدای ناشی از بهره برداری از نیروگاه) محاسبه

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-11]

جدول ۴- بخشی از جدول جمع‌بندی ریسک‌های ایمنی واحدهای کاری پالایشگاه گاز ایلام

ریسک	نرخ معیار(جدول۲)			Cli		RPN	
	پیامد	احتمال	مواجهه	مقدار (فرمول۷)	رتبه	مقدار (فرمول۸)	رتبه
آسیب‌های جانی، مالی، سوختگی و مرگ ناشی از آتش سوزی بدلیل نگهداری مواد قابل اشتعال در انبار	۵۰	۰/۵	۱	۰/۵۶	۱	۲۵	۵
مرگ ناشی از استنشاق گاز سمی بدلیل نگهبانی در ناحیه فرایندی	۲۵	۰/۱	۱۰	۰/۵۱	۲	۲۵	۵
مرگ ناشی از سقوط از ارتفاع بدلیل باز و بسته کردن ولوهای واحد آب و بخار	۲۵	۰/۱	۱۰	۰/۴۴	۳	۲۵	۵
آسیب به چشم در اثر برخورد براده و یا جسم تیز ناشی از ماشین کاری در واحد کارگاه مرکزی	۵	۳	۱۰	۰/۴۴	۳	۱۵۰	۱
آسیب و سوختگی ناشی از انفجار و آتش سوزی ناشی از طبخ غذا با استفاده از سیلندر گاز مایع در آشپزخانه	۱۵	۳	۲	۰/۴۳	۴	۹۰	۲

جدول ۵- بخشی از جدول جمع‌بندی ریسک‌های بهداشتی واحدهای کاری پالایشگاه گاز ایلام

ریسک	نرخ معیار(جدول۲)			Cli		RPN	
	پیامد	احتمال	مواجهه	مقدار (فرمول۷)	رتبه	مقدار (فرمول۸)	رتبه
مسمومیت کارکنان ناشی از عوامل میکروبی بدلیل استفاده از مواد غذایی منقضی در طبخ غذای واحد رستوران	۱۵	۰/۵	۱۰	۰/۶۶	۱	۷۵	۳
آسیب‌های تنفسی رانندگان بدلیل استنشاق و نشت گاز در ناحیه فرایندی بدلیل تردد رانندگان در سایت	۱۵	۰/۵	۶	۰/۶۶	۱	۴۵	۵
حساسیت‌های پوستی و ریوی ناشی از استنشاق گاز سمی در کالیبراسیون تجهیزات سکوی بارگیری LPG	۱۵	۰/۵	۳	۰/۵۷	۲	۲۲/۵	۸
ابتلا به سرطان در اثر مواجهه با اشعه ایکس ناشی از کار با دستگاه Metal Analyser در واحد بازرسی فنی	۱۵	۰/۵	۳	۰/۵۷	۲	۲۲/۵	۸
آسیب‌های شدید تنفسی در اثر استنشاق گاز سمی ناشی از نمونه گیری از گاز فلر از طریق کارشناسان آزمایشگاه	۱۵	۰/۵	۳	۰/۵۷	۲	۲۲/۵	۸
اختلالات شدید شنوایی در اثر از مواجهه با سر و صدای ناشی از بهره برداری از نیروگاه	۵	۶	۶	۰/۵۶	۳	۱۸۰	۱

گردید. این ریسک‌ها براساس دستورالعمل شرکت ملی نفت ایران (۴) در محدوده ریسک متوسط قرار داشته و با مطالعات انجام شده در صنایع نفت گاز از جمله Hakimikhah (۷) و Adl و همکاران (۱۳) همخوانی دارد. با عنایت به اقدامات کنترلی اعمال شده از طریق واحد HSE، این ریسک‌ها در سطح ریسک پایین قرار گرفتند.

تفاسیر فوق حاکی از عدم همخوانی نتایج حاصل از رتبه بندی ریسک با استفاده از دو روش TOPSIS و FMEA است. اما نتایج حاصل از ارزیابی ریسک در ۲۶ واحد کاری پالایشگاه (به تفکیک واحد) نشان داد تعیین بالاترین ریسک با استفاده از روش‌های TOPSIS و FMEA به میزان ۶۵ درصد در بخش بهداشت و ۵۰ درصد در بخش ایمنی همخوانی دارد.

علیرغم بکارگیری روش TOPSIS در بخشی از مطالعه ارزیابی انجام شده توسط Karami و همکاران (۱۴)، بررسی

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-11]

تحقیقات گذشته حاکی از نوپدید بودن بکارگیری این روش در ارزیابی ریسک صنایع است. TOPSIS در زمره روش‌های دارای قابلیت جبرانی در فرایند MCDM طبقه‌بندی می‌گردد. شاخص‌ترین خصوصیت این روش که موجب مطلوبیت آن در ارزیابی و رتبه بندی ریسک‌ها گردیده است توان بسیار بالای این متد در انتخاب ایده آل‌ترین گزینه است که این برتری ناشی از خصوصیت جبرانی این روش و قابلیت معیارها در همپوشانی یکدیگر است به‌طوری‌که بر خلاف سایر روش‌های کاربردی در ارزیابی ریسک، از جمله FMEA، که هر گزینه را بطور مجزا مورد ارزشیابی قرار می‌دهند، در این روش ارزش گزاری گزینه‌ها بصورت توام و براساس تمامی داده‌ها صورت می‌گیرد و کوچکترین تغییر در مقادیر درایه‌های ماتریس تصمیم گیری بر روی کل نتایج ارزیابی تاثیرگذار است. قابلیت بکارگیری صفحه گسترده Excel و سایر نرم افزارهای کامپیوتری در انجام محاسبات روش TOPSIS، انعطاف پذیری، عدم محدودیت در تعداد گزینه‌ها و معیارها، توان استفاده از نظرات خبرگان و صاحب نظران در وزن دهی گزینه‌ها و همچنین قابلیت تلفیق این شیوه با سایر روش‌های تصمیم گیری را می‌توان از جمله مهمترین محاسن این روش برشمرد به‌طوری‌که مطالعات Saati و همکاران (۱۰) نیز بر کارایی این روش در تصمیم گیری‌های مدیریتی تاکید دارد.

محدودیت روش TOPSIS در مطالعه حاضر، ناشی از عدم برخورداری این روش از معیارهای مشخص جهت ارزیابی ریسک و همچنین عدم امکان تعیین سطح ریسک با استفاده از این روش است که این عامل موجب ضرورت تلفیق این روش با سایر روش‌های ارزیابی گردیده است به‌طوری‌که Makvandi و همکاران (۱۵) و همچنین Rezaiean و همکاران (۱۶) نیز در مطالعات ارزیابی ریسک از تلفیق این روش با روش‌های (Environmental Failure Modes and Effect Analysis) EFMEA و (Risk Assessment Method of Dam) RAM-D استفاده نموده‌اند. پیچیدگی، تنوع و تعدد فرایندها در واحدهای پالایشگاهی، ضرورت بهره گیری از تخصص‌های مختلف در شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک را گریز ناپذیر می‌سازد. این عامل به نوبه خود گسترده شدن تیم تحقیقاتی و مشکلات مدیریت و هماهنگی تیم را در پی داشت.

نتیجه‌گیری

TOPSIS به‌عنوان یک روش نوین، در صورت تلفیق با سایر روش‌های ارزیابی، قابلیت بکارگیری در امر رتبه بندی و ارزیابی ریسک صنایع را داراست. با توجه به اینکه در این روش ارزش گزاری گزینه‌ها به‌صورت توام و براساس امتیاز اختصاص یافته به تمامی معیارها صورت می‌گیرد لذا هنگام استفاده از این روش می‌توان اطمینان داشت در امر ارزیابی، مطلوب‌ترین گزینه انتخاب گردیده است. براساس ارزیابی صورت گرفته کلیه ریسک‌ها در سطح متوسط و پایین قرار گرفتند و علیرغم ضرورت تعیین اقدامات لازم جهت کنترل ریسک‌ها، این ریسک‌ها در وضعیت اضطراری قرار ندارند. نتایج حاصل از ارزیابی ریسک در واحدهای کاری پالایشگاه نشان‌دهنده همخوانی نتایج در تعیین بالاترین ریسک واحدها به میزان حداقل ۵۰ درصد در بخش ایمنی و بهداشت براساس مقادیر Cli و RPN به‌عنوان پارامترهای مورد استفاده در رتبه بندی گزینه‌ها در روش‌های TOPSIS و FMEA است.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

این مقاله با عنوان "ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشت زیست محیطی پالایشگاه گاز ایلام با استفاده از شیوه تصمیم گیری چند معیاره و روش TOPSIS" در سال ۹۸ است که با همکاری اساتید گروه محیط زیست دانشگاه پیام نور مرکز تهران شرق و کارکنان شرکت پالایش گاز ایلام اجرا شده است. بدین‌وسیله از اساتید بزرگوار، مسئولین و کارکنان محترم پالایشگاه گاز ایلام که در به نتیجه رساندن این تحقیق یاریگرم بوده‌اند صمیمانه تقدیر و تشکر می‌نمایم.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-11]

ضمائم

پرسشنامه بررسی اولویت بندی معیارهای ارزیابی ریسک

در راستای ارزیابی ریسک صنایع نفت گاز

نام پرسش شونده(اختیاری):

میزان تحصیلات و رشته تحصیلی:

با سلام و احترام

کارشناس گرامی؛

پرسشنامه ای که پیش رو دارید در راستای ارزیابی ریسک ایمنی یکی از صنایع نفت و گاز استان ایلام می باشد که بمنظور دریافت نظرات شما در خصوص اولویت بندی معیارهای ارزیابی مورد بحث تهیه شده است. لذا معیارها در یک جدول در جهت اولویت بندی معیارها با استفاده از روش TOPSIS ارائه شده و برای تعیین درجه اهمیت این معیارها با کمک روش DELPHI، این پرسشنامه طراحی شده است.

پیشاپیش، از لطف و مساعدت شما سپاسگزاریم.

نتیجه و پیامد(Consequence): منظور از نتیجه و پیامد، عواقبی است که بر اثر بروز یک حادثه و یا وجود عامل زیان آور در محیط کار ایجاد می شود.

احتمال وقوع (Probability): منظور از احتمال وقوع، احتمال بروز حادثه یا عوارض ناشی از عوامل زیان آور محیط کار است.

میزان مواجهه(Exposure): مدت زمانی است که فرد در معرض خطر خاصی قرار گرفته و احتمال بروز حادثه یا بیماری ناشی از کار برای وی وجود دارد.

راهنمای تکمیل پرسشنامه:

لطفاً به هریک از معیارهای مورد نظر بر حسب اولویت با انتخاب عددی بین ۱ – ۹ نمره دهید. نمره بالاتر نشان دهنده میزان اهمیت بیشتر معیار است.

معیار	سلسله مراتب اهمیت
نتیجه و پیامد	
احتمال وقوع	
میزان مواجهه	

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-11]

References

1. HajarTabar M. Risk Assessment and Control of Health and Safety at Work. Tehran: Farahmand University Press; 2011 (in Persian).
2. Poursoleiman M, Kazemimoghaddam V, Derakhshanjazeer M. The effect of establishment of health, safety and environmental management system on improvement of safety performance indices of Kermanshah ammonia and urea petrochemical company. Occupational Health and Safety Journal. 2015;5(3):75-84 (in Persian).
3. Ministry of Labour and Social Affair. Regulations for the establishment of the labor, worker and workplace health management system. Tehran: Ministry of Labour and Social Affair Publication; 2007 (in Persian).
4. Petroleum M. HSE Management System Deployment Handbook. Tehran: Ministry of Petroleum Publication; 2002 (in Persian).
5. Nivolianitou Z. Risk analysis and risk management: a european in sight. Law, Prohability and Risk. 2002;1(2):161-74.
6. Heidarian M. Investigation and analysis of new methods in risk assessment and risk identification. The First International Conference on Iran's Natural Hazards and Environmental Hazards, Solutions and Challenges; 14 Sep 2015; Ardebil, Iran (in Persian).
7. Hakimikhah A. Occupational and environmental health and safety risk assessment of construction and installation of distillation unit of Persian gulf gas condensate refinery Bandar abbas by FMEA Method [dissertation]. Tehran: Islamic Azad University, Tehran East Branch; 2015 (in Persian).
8. Hwang C, Yoon K. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 1981.
9. Habibi A, Izdiyar S, Sarafrazi A. Fuzzy Multi-Criteria Decision Making. Rasht: Gilles Inscription Publication; 2014 (in Persian).
10. Saati S, Hatami Marbini A, Makui A. Fuzzy TOPSIS group decision making. Journal of Operations Research, Islamic Azad University of Lahijan. 2007;4(13):21-34.
11. Liu H-T, Tsai Y-l. A fuzzy risk assessment approach for occupational hazards in the construction industry. Safety Science. 2012;50(4):1067-78.
12. Zeng SX, Tam VWY, Tam CM. Towards occupational health and safety systems in the construction industry of China. Safety Science. 2008;46(8):1155-68.
13. Adl J, Ghahramani A, Naslseraji J. Risk assessment in the sweetening section of the gas refinery by FMEA and HAZOP. Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research. 2004;3(4):41-50 (in Persian).
14. Karami S, Nabi Bidhendi G, Jafari Hr, Hoveidi H, Hedayati A. risk assessment of chemical exposures using multi criteria decision making case study: Arak Petrochemical Plant. Iranian Journal of Health and Environment. 2014;7(2):. 2014;7(2):229-38 (in Persian).
15. Makvandi R, Astani S, Lorestani B. Environmental risk assessment of wetlands using TOPSIS and EFMEA methods (Case study: Gavkhuni international wetland). Environmental Research. 2015;6)11):85-98 (in Persian).
16. Rezaean S, Jozi SA, Ataie S. Environmental risk assessment of Pavehroud dam in Zanjan at construction stage by combining TOPSIS and RAM-D methods. Journal of Engineering Geology. 2016;10(2):3445-64 (in Persian).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-11]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

The assessment of safety and health risk using multi-criteria evaluation technique and TOPSIS method in Ilam gas refinery

M Rezvani[1], S Tabibian[2], A Veisi[1,*]

1- Department of The Environment, Faculty of Agriculture And Natural Resources, Payame Noor University, Tehran East Branch, Tehran, Iran

2- Department of The Environment, Faculty of Agriculture And Natural Resources, Payame Noor University, Damavand Branch, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 9 December 2019
Revised: 26 February 2020
Accepted: 2 March 2020
Published: 18 March 2020

Keywords: Risk assessment, Ilam gas refinery, Safety, Health, TOPSIS

***Corresponding Author:**
vaisiaa_il2005@yahoo.com

ABSTRACT

Background and Objective: This study was designed to assess the safety and health risk in Ilam gas refinery and evaluation of TOPSIS method performance in risk assessment.

Materials and Methods: After identifying 955 hazards case, the risks were ranked separately in the health and safety sectors using criteria such as exposure level, severity and probability of the occurrence and use TOPSIS multi-criteria evaluation method. Due to the impossibility of determining the level of risk using TOPSIS method, the FEMA method was used for this purpose, and the risk number (RPN) options was calculated.

Results: In the field of safety assessment, personal injury, financial, burns and death from fire due to storage flammable materials in the warehouse, with a similarity to the ideal solution (Cli) of 0.56 was identified as the highest risk. In assessing the health risk, poisoning and impact on the health of employees caused by microbial agents due to the use of expired food in cooking in the restaurant unit as well as respiratory injuries of drivers due to inhalation and gas leakage in the process area and traffic of drivers in the site Cli = 0.66 was identified as the highest risk.

Conclusion: TOPSIS, as a new approach, is capable of being used in the industry's risk ranking and assessment. All the risks were placed at a moderate to low level. Despite the necessity of determining the measures to control the risks, these risks were not an emergency.

Please cite this article as: Rezvani M, Tabibian S, Veisi A. The assessment of safety and health risk using multi-criteria evaluation technique and TOPSIS method in Ilam gas refinery. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;12(4):639-50.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-11]