Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 17:19 IRST on Wednesday October 16th 2019

سایت تخصصی دانشجویان بهداشت حرفه ای
WWW.ACGIH.IR

فصلنامه بهداشت و ایمنی کار جلد ۹/ شماره ۳/ پاییز ۱۳۹۸ صفحات ۲۰۰-۲۱۱

ارزیابی و اولویت بندی ریسک های محیط زیستی مبتنی بر رویکرد فازی و تصمیم گیری چند شاخصه: مطالعه موردی در یک منطقه بهره برداری نفت و گاز

هدایت نوری[۱]، مرتضی چراغی[۲،*]، علی اکبر اسلامی بلده[۳]

[۱] گروه ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE)، شرکت ملی نفت ایران، تهران، ایران
[۲] گروه ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE)، دانشکده محیط زیست، دانشکده فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
[۳] دانشکده مهندسی صنایع و سیستم های مدیریت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۱۶، تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۶

چکیده

مقدمه: ارزیابی ریسک های محیط زیستی در صنایع نفت و گاز برای پیش گیری از آسیب های جبران ناپذیر به محیط زیست بسیار ضروری می باشد. اولویت بندی ریسک های محیط زیستی با استفاده از روش های کلاسیک، نتایجی با قابلیت اعتماد بالا را به دست نمی آورند. لذا این مطالعه با هدف به حداقل رساندن محدودیت های روش های کلاسیک، با استفاده از رویکرد فازی و تصمیم گیری چند شاخصه در یک منطقه بهره برداری نفت و گاز انجام گرفت.

روش کار: پس از تشکیل تیم مطالعه در یک منطقه بهره برداری نفت و گاز، برای مقایسه اهمیت عوامل ریسک (احتمال وقوع، شدت اثر و قابلیت کشف) و هم چنین برای تعیین مقدار هر یک از این عوامل برای هر کدام از جنبه های زیست محیطی شناسایی شده، نظر کارشناسان به صورت کیفی با استفاده از متغیرهای زبانی، جمع آوری گردید. سپس برای تعیین وزن نسبی عوامل ریسک از AHP گروهی در محیط فازی استفاده شد. ریسک فازی جنبه ها، با استفاده از مدل خطی و جمع وزنی، تخمین زده شد و در نهایت برای تعیین اولویت ریسک های فازی محیط زیستی محاسبه شده، از روشی بر پایه رتبه بندی مرکز ثقل استفاده گردید.

یافته ها: در این مطالعه در بین عوامل ریسک (احتمال وقوع، شدت اثر و قابلیت کشف)، عامل شدت اثر به دلیل دارا بودن بالاترین وزن نسبی، بیش ترین اهمیت را در محاسبه ریسک داشت. تولید فاضلاب خانگی به علت عدم وجود سیستم دفع فاضلاب مناسب، بالاترین اولویت و جنبه محیط زیستی ریخت و پاش اسید به خاطر فعالیت شست شوی چیلر رتبه دوم اولویت بندی را در بین جنبه های محیط زیستی شناسایی شده به خود اختصاص داد.

نتیجه گیری: نتایج نشان داد اگر چه محاسبات روش پیشنهادی نسبت به روش های کلاسیک به زمان بیش تری نیاز دارد اما با توجه به حداقل رساندن محدودیت های روش های کلاسیک از جمله حساسیت به خطاهای کوچک قضاوت، یکسان شدن شاخص ریسک گروهی از جنبه ها و در نظر نگرفتن عدم قطعیت در نظر کارشناسان، این روش می تواند جایگزین مناسبی برای روش های کلاسیک ارزیابی ریسک باشد به گونه ای که قادر است رتبه واقعی تر ریسک ها را تعیین کند. شایان ذکر است این روش، توان مندی های ذکر شده برای ارزیابی و اولویت بندی ریسک های ایمنی و بهداشت را نیز دارا می باشد.

کلمات کلیدی: *ارزیابی ریسک، جنبه های محیط زیستی، تصمیم گیری چند شاخصه، AHP، منطق فازی*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *cheraqi@ut.ac.ir*

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 17:19 IRST on Wednesday October 16th 2019

مقدمه

صنایع نفت و گاز ظرفیت بالقوه بالایی برای آسیب به محیط زیست دارند. در راستای منافع اقتصادی حاصل از صنایع نفت و گاز، ریسک های محیط زیستی این صنایع از جمله آلودگی هوا، آلودگی آب، از بین رفتن پوشش گیاهی منطقه و آلودگی خاک اجتناب ناپذیر است. از این رو امروزه با توجه به کلیدی بودن نقش صنایع نفت و گاز در شریان حیاتی توسعه و تولید، آسیب های وارده به محیط زیست اهمیت بیش تری به خود می گیرند، به گونه ای که این موضوع به یکی از مهم ترین دغدغه ها در جهان امروزی بدل گشته است (۱). در نتیجه، ارزیابی ریسک های محیط زیستی در صنایع نفت و گاز برای پیش گیری از آسیب های جبران ناپذیر به محیط زیست بسیار ضروری می باشد. مدیریت و ارزیابی ریسک، قلب سیستم‌های مدیریتی مرتبط با ایمنی، بهداشت و محیط زیست به شمار رفته و با استفاده از آن، ضمن شناسایی خطرات محیط کار می‌توان نسبت به اولویت‌بندی ریسک ها و در نتیجه آن، اولویت بندی اقدامات اصلاحی و اختصاص منابع لازم برای این کار اقدام نمود (۲). رتبه بندی ریسک ها، بخش کلیدی فرآیند ارزیابی ریسک را تشکیل می دهد که این امکان را فراهم می آورد تا در فرایند برخورد با ریسک ها، اولویت هر ریسک را تعیین کرده و در نتیجه منابع لازم را جهت حذف یا کاهش آن ها، تخصیص داد (۳). در بیش تر مطالعات به دلیل سادگی و سرعت بالا، از روش های سنتی مانند روش ضربی و یا ماتریس ریسک جهت تخمین و اولویت بندی ریسک استفاده می شود. هر چند این روش ها دارای مزایایی از جمله سادگی و سرعت محاسبات بالا می باشند، اما اغلب از آن ها نتایجی با قابلیت اعتماد بالا به دست نمی آید (۴). تخمین و اولویت بندی ریسک به روش های سنتی، محدودیت هایی دارد که از جمله می توان به حساسیت به خطاهای کوچک قضاوت به علت ضربی بودن شاخص ریسک، عدم تشخیص وزن بین معیارهای ریسک، یکسان شدن شاخص ریسک گروهی از ریسک ها و یا نزدیک بودن عدد ریسک آن ها به گونه ای که اولویت بندی آن ها را با تردید مواجه کند، در نظر گرفتن شدت آسیب به محیط زیست و احتمال وقوع آن با استفاده از مقیاس های قطعی و در نظر نگرفتن عدم قطعیت در نظر کارشناسان اشاره کرد. در این زمینه، مطالعات زیادی در سال‌های اخیر انجام شده است تا متدولوژی‌هایی را گسترش دهد که قادر به چیره شدن بر محدودیت‌های فوق الذکر باشند (۵, ۶).

با توجه به محدودیت هایی که استفاده از مقیاس های قطعی برای قضاوت های کارشناسان جهت تخمین ریسک به وجود می آورد، Nilsen و Aven در سال ۲۰۰۳ (۷) با استفاده از آنالیز عدم قطعیت، تناقض در نظر کارشناسان را بررسی کردند. یکی از راه های برخورد با این نوع عدم قطعیت استفاده از منطق فازی می باشد (۸). منطق فازی برای بهبود کارایی و افزایش اعتبار ارزیابی ریسک به طور موثری تا کنون استفاده شده است (۹, ۱۰). Alidoosti و همکاران (۱۱) در مقاله خود تحت عنوان ارزیابی ریسک خطوط لوله با منطق فازی در سال ۲۰۱۲ اذعان داشتند که اکثر مشکلات چالش‌برانگیز در این رویکردها از عدم قطعیت ناشی می شود و لذا برای رفع این محدودیت از رویکرد فازی جهت مدل‌سازی عدم قطعیت استفاده کردند.

یکی از مهم ترین چالش ها در فرآیند ارزیابی ریسک تاثیر زیاد قضاوت کارشناسان در نتیجه ارزیابی و اولویت بندی ریسک می باشد و جهت به حداقل رساندن تاثیر قضاوت کارشناسان می توان از تلفیق روش های تصمیم‌گیری با روش های ارزیابی ریسک استفاده کرد (۱۲, ۱۳). در همین راستا Fazlollah و همکاران (۱۴) در سال ۲۰۱۴ و هم چنین Heydari و همکاران (۱۵) در همین سال از روش های تصمیم گیری چند شاخصه (MADM) در مدل ارزیابی ریسک خود بهره جستند. روش های MADM از جمله روش تجزیه تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (۱۶) می تواند جهت وزن دهی بین فاکتورهای ریسک استفاده شود (۱۷). استفاده از روش های MADM در محیط فازی کارایی تصمیم گیری را بهبود می بخشد (۱۸)، به طور مثال FAHP برای وزن دهی بین فاکتورهای

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 17:19 IRST on Wednesday October 16th 2019

ریسک در مطالعاتی استفاده شده است (۱۹, ۲۰). Kaya و Kahraman در سال ۲۰۱۱ در تحقیق خود با استفاده از fuzzy AHP-ELECTRE تعدادی منطقه صنعتی را از نظر میزان ریسک زیست محیطی اولویت بندی کردند (۲۱). در سال ۲۰۱۶، Omidvari و Shahbazi با استفاده از fuzzy ANP نسبت به اولویت بندی ریسک های ایمنی، بهداشت و محیط زیست اقدام کردند (۲۲). هم چنین، Cheraghi و همکاران در سال ۲۰۱۸ در مطالعه خود از ارزیابی ریسک بر مبنای fuzzy TOPSIS بهره بردند (۲۳).

در روش هایی که در آن ها از منطق فازی برای ارزیابی ریسک استفاده می شوند، غالبا ریسک های به دست آمده به صورت فازی می باشند. برای مقایسه اعداد فازی و در نتیجه اولویت بندی آن ها در ارزیابی ریسک مطالعات زیادی انجام شده است (۲۴). در سال ۱۹۷۸،Yager (۲۵) برای اولویت بندی اعداد فازی، روش مرکز ثقل را ارایه داد. در سال ۱۹۹۷، Chen (۲۶) روش میانگین را برای قطعی سازی و درنتیجه اولویت بندی اعداد فازی پیشنهاد داد. در همین راستا Chen و Chen (۲۷) درسال ۲۰۰۳، برای اولویت بندی اعداد فازی روشی بر پایه رتبه بندی مرکز ثقل، جهت برطرف کردن نقاط ضعف روش Cheng (۲۸) پیشنهاد داد.

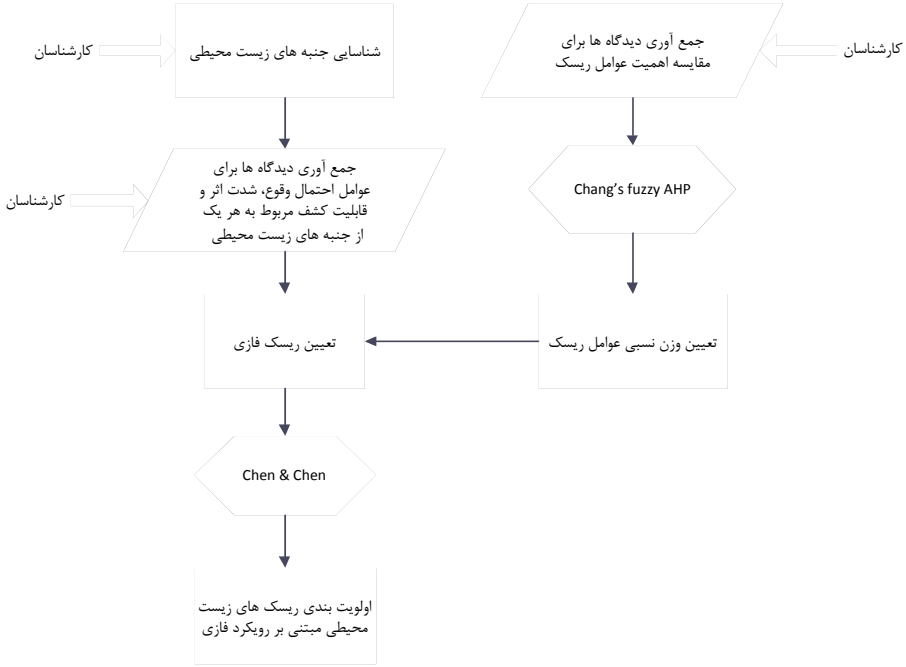
در این مطالعه سعی بر آن شده است تا برای ارزیابی و اولویت بندی ریسک های محیط زیستی یک منطقه بهره برداری نفت و گاز، روشی جدید مبتنی بر رویکرد فازی و تصمیم گیری چند شاخصه پیشنهاد گردد که در آن برای وزن دهی بین عوامل ریسک از FAHP استفاده می شود، سپس با استفاده از منطق فازی، ریسک جنبه های محیط زیستی محاسبه و در انتها برای اولویت بندی ریسک های فازی به دست آمده از روش Chen و Chen استفاده می گردد.

روش کار

در این مطالعه بنیادی از مدل های ذهنی، زبانی، ریاضی (معادلات ساختاری) و کاربردی بهره برده شده است. بدین طریق که ابتدا تیمی از کارشناسان تشکیل گردید.این کارشناسان، عضو تیم ارزیابی ریسک منطقه مورد مطالعه بودند، لذا همگی آشنا به محیط زیست و فرآیند منطقه مورد مطالعه بوده و بیش از ۵ سال سابقه کار و تحصیلات حداقل کارشناسی داشتند. با توجه به تعداد محدود اعضای تیم ارزیابی ریسک منطقه مورد مطالعه، تعداد کل جامعه آماری (روش سرشماری) شامل ۱۶ کارشناس، در تیم ارزیابی این مطالعه حاضر بوده و مورد نظرخواهی قرار گرفتند. پس از تشکیل تیم، جنبه های محیط زیستی از طریق بررسی و مطالعه بر روی فرآیند، نوع مواد اولیه و جانبی مورد استفاده، تجهیزات و ماشین آلات، فضا و شرایط محیط کار، حوادث و مستندات گذشته، استفاده از مشاهدات و مصاحبه با افراد آگاه و آشنا به مشاغل مربوطه و طی شش جلسه تیم ارزیابی، شناسایی گردیدند. در گام بعدی، برای مقایسه اهمیت عوامل ریسک (احتمال وقوع، شدت اثر و قابلیت کشف) و هم چنین برای تعیین مقدار هر یک از عوامل ریسک هر کدام از جنبه های شناسایی شده، نظر کارشناسان به صورت کیفی با استفاده از متغیرهای زبانی، جمع آوری گردید. سپس برای تعیین وزن نسبی عوامل ریسک از AHP در محیط فازی (آنالیز توسعه Chang)، به منظور رفع عدم قطعیت نظر کارشناسان در مقایسات زوجی، استفاده شد. ریسک فازی جنبه ها، با استفاده از مدل خطی و جمع وزنی، تخمین زده شد. در انتها جهت اولویت بندی ریسک های فازی محاسبه شده، روش Chen & Chen، مورد استفاده قرار گرفت. شکل (۱)، نمایش گر مدل مفهومی مراحل انجام ارزیابی و اولویت بندی ریسک های محیط زیستی مبتنی بر رویکرد فازی می باشد.

به منظور اخذ نظر کارشناسان برای انجام مقایسات زوجی، نیاز به عبارات زبانی برای تعیین ارجحیت ها و دامنه اعداد فازی متناظر با آن ها بود که این موارد در جدول (۱)، به همراه نماد های مربوطه آن ها نشان داده شده اند. کارشناسان با استفاده از عبارات زبانی، نظر خود را در ارتباط با اهمیت هر یک از معیارهای ریسک، نسبت به معیار های دیگر اعلام نمودند.

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 17:19 IRST on Wednesday October 16th 2019



شکل(۱)-مدل مفهومی مراحل انجام ارزیابی و اولویت بندی ریسک های محیطزیستی مبتنی بر رویکرد فازی

جدول (۱)- اعداد فازی متناظر با ارجحیت‌ها در مقایسات زوجی

عبارات زبانی برای تعیین ارجحیت در مقایسات زوجی	نماد	عدد فازی مثلثی
اهمیت کامل و مطلق	AM	$(\frac{5}{2},3,\frac{7}{2})$
اهمیت خیلی قوی تر	VS	$(2,\frac{5}{2},3)$
اهمیت قوی تر	SM	$(\frac{3}{2},2,\frac{5}{2})$
اهمیت کم	WM	$(1,\frac{3}{2},2)$
اهمیت تقریباً برابر	EQ	$(1,1,\frac{3}{2})$
اهمیت دقیقاً برابر	JE	$(1,1,1)$

از بین انواع مختلف اعداد فازی، در این مقاله از عدد فازی مثلثی استفاده شده است. اگر $\tilde{A}=(a_1,a_2,a_3)$ و $\tilde{B}=(b_1,b_2,b_3)$ دو عدد فازی مثلثی باشند آنگاه داریم (۲۹):

$$(a_1,a_2,a_3)\oplus(b_1,b_2,b_3)=(a_1+b_1,a_2+b_2,a_3+b_3)\cdot \quad (۱)$$

$$(a_1,a_2,a_3)\odot(b_1,b_2,b_3)\approx(a_1b_1,a_2b_2,a_3b_3)\cdot \quad (۲)$$

$$(\lambda,\lambda,\lambda)\odot(a_1,a_2,a_3)=(\lambda a_1,\lambda a_2,\lambda a_3)\;;\;\lambda>0,\lambda\in R. \quad (۳)$$

$$(a_1,a_2,a_3)^{-1}=\left(1/a_3,1/a_2,1/a_1\right) \quad (۴)$$

تمام اعداد بر روی قطر اصلی ماتریس مقایسات زوجی برابر با $(1,1,1)$ و درایه سطر i ام و ستون j ام برابر با $(a_{1ij},a_{2ij},a_{3ij})$ و درایه سطر j ام و ستون i ام برابر با $\left(\frac{1}{a_{3ij}},\frac{1}{a_{2ij}},\frac{1}{a_{1ij}}\right)$ می باشند که یک عدد فازی مثلثی هستند. برای به دست آوردن میزان ناسازگاری (CR) ماتریس مقایسات زوجی، ابتدا اعداد فازی با فرمول (۵) به اعداد قطعی تبدیل شده سپس با استفاده از فرمول (۶) مقدار ناسازگاری به دست می آید (۳۰):

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 17:19 IRST on Wednesday October 16th 2019

$$M = \frac{a_1 + 4a_2 + a_3}{6} \quad (۵)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (۶)$$

که شاخص سازگاری (CI) از فرمول (7) و شاخص سازگاری تصادفی (RI) از جدول (2) حاصل می شود.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (۷)$$

که λ_{max} بزرگ ترین مقدار ویژه ماتریس می باشد و n تعداد عوامل ریسک می باشد که با یک دیگر در ماتریس مقایسه می شوند.

اگر CR بیش تر از ۰,۱ به دست آید ناسازگاری ماتریس، قابل قبول نبوده و قضاوت کارشناسان و در نتیجه ماتریس مقایسات زوجی، باید مجددا انجام گردد.

بعد از این که ماتریس مقایسات زوجی، با توجه به نظر کارشناسان، تشکیل و مقدار ناسازگاری آن تایید شد، وزن نسبی عوامل، با استفاده از آنالیز توسعه Chang (۳۱) به دست می آید. قابل‌ذکر است که وزن‌های به دست آمده به صورت اعداد قطعی و غیر فازی می باشند.

جهت تخمین ریسک، هر یک از عوامل ریسک (احتمال وقوع، شدت اثر و قابلیت کشف) باید تعیین شوند که در این مقاله به جای استفاده از مقیاس های قطعی از متغیر های زبانی و اعداد فازی متناظر با آن ها، به منظور در نظر گرفتن عدم قطعیت در قضاوت کارشناسان، استفاده شد (جدول ۳).

در این مطالعه به جای محاسبه ریسک هر یک از جنبه های محیط زیستی با استفاده از ضرب عوامل ریسک یا استفاده از ماتریس ریسک، از حالت خطی و جمع وزنی این عوامل جهت تخمین ریسک استفاده شده است (۳۲).

(۸) (وزن قابلیت کشف × قابلیت کشف) + (وزن شدت اثر × شدت اثر) + (وزن احتمال وقوع × احتمال وقوع) = عدد ریسک فازی

با توجه به فازی بودن عوامل هر جنبه، لذا ریسک آن نیز به صورت فازی به دست خواهد آمد. برای تعیین اولویت و ارزیابی بهتر جنبه های محیط زیستی ، با استفاده از روش پیشنهادی Chen و Chen (۲۷) بر پایه رتبه بندی مرکز ثقل، اقدام به رتبه بندی ریسک ها نموده ایم:

ابتدا با استفاده از فرمول (۹) عدد فازی غیر نرمال، به حالت استاندارد تبدیل می شود، سپس با به کارگیری

جدول (۲)- شاخص سازگاری تصادفی (۳۰)

تعداد عوامل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
شاخص سازگاری تصادفی	۰	۰	۰,۵۲	۰,۸۹	۱,۱۱	۱,۲۵	۱,۳۵	۱,۴۰	۱,۴۵	۱,۴۹

جدول (۳)- متغیر زبانی و مقادیر فازی متناظر برای تعیین عوامل ریسک

متغیر زبانی	نشانه	عدد فازی مثلثی
ناچیز	N	(0,0,1)
خیلی کم	VL	(0,1,2)
کم	L	(1,2,3)
کم تر از متوسط	ML	(2,3,4)
متوسط	M	(3,4,5)
بیش تر از متوسط	MH	(4,5,6)
زیاد	H	(5,6,7)
خیلی زیاد	VH	(6,7,8)
مطلقا زیاد	AH	(7,8,9)
بیشینه	Max	(8,9,9)

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 17:19 IRST on Wednesday October 16th 2019

فرمول های (۱۰) و (۱۱) مرکز ثقل هر عدد فازی استاندارد $\left(x_{\tilde{A}_i^*}, y_{\tilde{A}_i^*}\right)$ به دست می آید. لازم به ذکر است هنگامی که $\tilde{A}=(a_1,a_2,a_3,a_4,w_{\tilde{A}})$ نمایشی از عدد فازی باشد، آن گاه اگر $a_2=a_3$ و $w_{\tilde{A}}=1$ باشد، $\tilde{A}$ یک عدد فازی مثلثی نرمال می باشد.

$$\tilde{A}_i^*=\left(a_{i1}/k, a_{i2}/k, a_{i3}/k, a_{i4}/k; w_{\tilde{A}_i}\right)= \left(a_{i1}^*, a_{i2}^*, a_{i3}^*, a_{i4}^*; w_{\tilde{A}_i}\right);$$
$$k=max\left(a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, a_{i4}, 1\right); i=1,2,\ldots,n \quad (۹)$$

$$x_{\tilde{A}_i^*}=\frac{y_{\tilde{A}_i^*}\left(a_{i3}^*+a_{i2}^*\right)+\left(a_{i4}^*+a_{i1}^*\right)\left(w_{\tilde{A}_i}-y_{\tilde{A}_i^*}\right)}{2w_{\tilde{A}_i}} \quad (۱۰)$$

$$y_{\tilde{A}_i^*}=\begin{cases}\dfrac{w_{\tilde{A}_i}\left(\dfrac{\left(a_{i3}^*-a_{i2}^*\right)}{\left(a_{i4}^*-a_{i1}^*\right)}+2\right)}{6} & if\ a_{i1}^*\neq a_{i4}^*;\\ \dfrac{w_{\tilde{A}_i}}{2} & if\ a_{i1}^*=a_{i4}^*;\end{cases} \quad (۱۱)$$

در گام بعدی باید میانگین و انحراف معیار هر عدد فازی استاندارد به دست آید (فرمول های (۱۲) و (۱۳)).

$$\bar{x}_{\tilde{A}_i^*}=\frac{a_{i1}^*+a_{i2}^*+a_{i3}^*+a_{i4}^*}{4} \quad (۱۲)$$

$$STD_{\tilde{A}_i^*}=\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{4}\left(a_{ij}^*-\bar{x}_{\tilde{A}_i^*}\right)^2}{4-1}} \quad (۱۳)$$

در آخر با استفاده از فرمول (۱۴) ارزش رتبه بندی، برای هر عدد فازی به دست می آید.

$$Score\left(\tilde{A}_i^*\right)=x_{\tilde{A}_i^*}+\left(w_{\tilde{A}_i}-y_{\tilde{A}_i^*}\right)^{STD_{\tilde{A}_i^*}}\times\left(y_{\tilde{A}_i^*}+0.5\right)^{1-w_{\tilde{A}_i}} \quad (۱۴)$$

جنبه های محیط زیستی شناسایی شده با توجه به مقدار به دست آمده از فرمول (۱۴) رتبه بندی می شوند، به گونه ای که بزرگ ترین مقدار در رتبه بندی، دارای بالاترین ارزش می باشد.

جدول (۴)- جنبه های محیط زیستی شناسایی شده

شماره جنبه	فعالیت	جنبه محیط زیستی	پیامد
۱	سرویس ادوات برقی	ریزش روغن و گریس	آلودگی خاک
۲	تعویض لامپ و فیوز های سوخته	ایجاد ضایعات	آلودگی خاک و هوا - اتلاف منابع
۳	تخلیه یا سر ریز کردن روغن ترانسفورمرها	پاشش روغن ترانسفورمر	آلودگی خاک
۴	تعمیر کارت های الکترونیکی	پخش گازهای مضر سرب در هوا	آلودگی هوا
۵	ساخت الکترولیت جهت باطری های اسیدی و بازی	ریختن الکترولیت	آلودگی خاک و آب - اتلاف منابع
۶	اسکان کارکنان	تولید فاضلاب خانگی	آلودگی خاک و آب
۷	نقاشی	تولید قوطی و ضایعات	آلودگی خاک
۸	نمونه گیری جهت آزمایشات	ریختن مایعات گازی و نشت گاز	آلودگی خاک و هوا - اتلاف منابع
۹	انجام آزمایشات	متصاعد شدن بخارات سمی و ریختن مواد در محوطه	آلودگی هوا
۱۰	نگه داری مواد شیمیایی در آزمایش گاه	متصاعد شدن بخارات سمی	آلودگی هوا
۱۱	دفع مواد شیمیایی باقی مانده از انجام آزمایشات	متصاعد شدن بخارات سمی و ریختن مواد در محوطه	آلودگی خاک و هوا - اتلاف منابع
۱۲	نگه داری مواد شیمیایی در آنبار آزمایش گاه	سقوط مواد از طبقات - تاثیر گذاری مواد بر یک دیگر - متصاعد شدن بخارات	آلودگی خاک و هوا
۱۳	تعویض آب دستگاه تراش	ریختن آب آلوده روی زمین	آلودگی خاک و آب های زیرزمینی
۱۴	شست شوی شیرهای ایمنی و قطعات آن ها	ریختن مواد روی زمین	آلودگی خاک و آب
۱۵	نگه داری بشکه های روغن و آب Z1	نشت و ریزش مواد	آلودگی خاک و اتلاف منابع
۱۶	تراش کاری	ریزش آب صابون	آلودگی آب و خاک
۱۷	تراش کاری	ایجاد ضایعات فلزی	آلودگی خاک
۱۸	شست شوی شیرهای ایمنی و قطعات آن ها	مصرف آب	کاهش منابع آب
۱۹	تعویض آب دستگاه تراش	مصرف آب	کاهش منابع آب
۲۰	نگه داری کپسول های اکسیژن و گاز	نشت گاز	اتلاف منابع
۲۱	تردد افراد با خودرو	مصرف سوخت	اتلاف انرژی - آلودگی هوا
۲۲	گریس کاری و روان کاری شیرآلات سرچاهی	ریزش روغن و گریس	آلودگی خاک - اتلاف منابع
۲۳	گریس کاری و روان کاری شیرآلات سرچاهی	نشت گریس از محل گریس خور	آلودگی خاک - اتلاف منابع
۲۴	رفع نشتی از اتصالات و شیرآلات سرچاهی	نشت گاز	آلودگی هوا - اتلاف منابع
۲۵	تزریق ناپیوسته و پیوسته مواد ضد خوردگی به درون چاه	ریزش مواد شیمیایی	آلودگی خاک - اتلاف منابع
۲۶	تعویض کاهنده چاه ها	نشت گاز	آلودگی هوا - اتلاف منابع
۲۷	نوار پیچی لوله ها	به جا گذاشتن پسماند	آلودگی خاک
۲۸	تعمیر انواع کولر گازی	آزاد شدن گاز فرئون ۲۲-۱۲ به محیط	آلودگی هوا - تخریب لایه اوزن
۲۹	تعمیر انواع یخچال	آزاد شدن گاز فرئون -۱۲ به محیط	آلودگی هوا - تخریب لایه اوزن
۳۰	تعمیر انواع آب سرد کن	رها نمودن مخازن حاوی گازهای مخرب در طبیعت	تخریب لایه اوزن
۳۱	شست شوی اسیدی چیلر	ریخت و پاش اسید	آلودگی آب و خاک
۳۲	تامین روغن سیستم های هیدرولیک	نشت روغن هیدرولیک	آلودگی خاک - اتلاف منابع
۳۳	تعمیر ادوات ابزاردقیق مرتبط با گاز تولیدی	نشت گاز	آلودگی هوا - اتلاف منابع
۳۴	شارژ انباره های سیستم هیدرولیک سر چاه ها	نشت روغن هیدرولیک	آلودگی خاک - اتلاف منابع
۳۵	امور درمانی	تولید زباله های عفونی	آلودگی آب و خاک

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 17:19 IRST on Wednesday October 16th 2019

یافته ها

پس از شناسایی جنبه های محیط زیستی (جدول ۴) توسط تیم کارشناسان ارزیابی ریسک، نظر ایشان برای تعیین عوامل ریسک هر یک از جنبه های محیط زیستی در حالت قطعی و به روش ارزیابی کلاسیک، جمع آوری و سپس عدد ریسک کلاسیک (قابلیت کشف × شدت اثر × احتمال وقوع = عدد ریسک کلاسیک) متناظر با آن ها محاسبه گردید که این عدد برای تمامی جنبه های محیط زیستی ، در جدول (۵) قابل مشاهده می باشد.

برای اولویت بندی جنبه های شناسایی شده به کمک روش پیشنهادی، ابتدا از کارشناسان خواسته شد تا با استفاده از جدول (۱) نظر خود را در خصوص مقایسه نسبی بین اهمیت عوامل ریسک بیان کنند که در جدول (۶) نمایش داده شده است.

با توجه به نظر کارشناسان در مقایسه عوامل ریسک (جدول ۶) ماتریس مقایسات زوجی تشکیل و میزان ناسازگاری آن ($CR = 0.006$) تایید شد، در نتیجه وزن نسبی عوامل ریسک محاسبه گردید که در جدول (۷) قابل مشاهده می باشد.

پس از تعیین وزن نسبی عوامل ریسک، برای تعیین عوامل ریسک هر یک از جنبه ها در حالت فازی، از کارگروه متخصصین ارزیابی ریسک خواسته شد تا با استفاده از جدول (۳) نظر خود را در خصوص هریک از عوامل ریسک برای ۳۵ جنبه محیط زیستی شناسایی شده بیان کنند که در جدول شماره (۸) قابل مشاهده است. در مرحله بعد ریسک فازی هر یک از جنبه ها محاسبه و سپس آن ها اولویت بندی گردیدند که در جدول (۸) آمده است.

بحث

تا کنون مطالعات زیادی بر محدودیت‌های روش های اولویت بندی کلاسیک ریسک ها اذعان دارند (۵, ۶). همان طور که در بخش مقدمه این مقاله ذکر گردید از جمله مهم ترین این محدودیت ها حساسیت به خطاهای

جدول(۵)- رتبه بندی کلاسیک جنبه های محیط زیستی

شماره جنبه	شدت اثر	احتمال وقوع	قابلیت کشف	عدد ریسک کلاسیک	رتبه	شماره جنبه	شدت اثر	احتمال وقوع	قابلیت کشف	عدد ریسک کلاسیک	رتبه
۲۱	۵	۶	۴	۱۲۰	۱	۵	۴	۴	۳	۴۸	۱۹
۳۱	۵	۸	۳	۱۲۰	۱	۱۲	۳	۵	۳	۴۵	۲۰
۶	۶	۸	۲	۹۶	۳	۳۲	۴	۵	۲	۴۰	۲۱
۱۵	۶	۵	۳	۹۰	۴	۱۴	۷	۵	۱	۳۵	۲۲
۱۶	۶	۵	۳	۹۰	۴	۷	۴	۸	۱	۳۲	۲۳
۴	۴	۵	۴	۸۰	۶	۲۲	۶	۵	۱	۳۰	۲۴
۲۴	۸	۵	۲	۸۰	۶	۳۳	۵	۳	۲	۳۰	۲۴
۲۸	۸	۵	۲	۸۰	۶	۲۷	۴	۷	۱	۲۸	۲۶
۳۰	۸	۵	۲	۸۰	۶	۱	۴	۳	۲	۲۴	۲۷
۱۸	۵	۵	۳	۷۵	۱۰	۳	۴	۳	۲	۲۴	۲۷
۱۷	۶	۶	۲	۷۲	۱۱	۱۰	۲	۴	۳	۲۴	۲۷
۱۹	۶	۶	۲	۷۲	۱۱	۳۴	۴	۳	۲	۲۴	۲۷
۲۹	۸	۳	۳	۷۲	۱۱	۸	۳	۷	۱	۲۱	۳۱
۲۵	۷	۳	۳	۶۳	۱۴	۱۱	۲	۵	۲	۲۰	۳۲
۲	۴	۵	۳	۶۰	۱۵	۲۳	۴	۲	۲	۱۶	۳۳
۱۳	۷	۴	۲	۵۶	۱۶	۳۵	۴	۲	۲	۱۶	۳۳
۲۶	۷	۴	۲	۵۶	۱۶	۹	۳	۵	۱	۱۵	۳۵
۲۰	۳	۳	۶	۵۴	۱۸						

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 17:19 IRST on Wednesday October 16th 2019

جدول (۶)- دیدگاه کارشناسان در مقایسه عوامل ریسک

شماره کارشناس	شدت اثر به احتمال وقوع	احتمال وقوع به قابلیت کشف	شدت اثر به قابلیت کشف
۱	JE	WM	WM
۲	EQ	WM	SM
۳	JE	SM	SM
۴	JE	JE	JE
۵	EQ	EQ	WM
۶	JE	JE	JE
۷	JE	JE	JE
۸	WM	JE	SM
۹	JE	JE	JE
۱۰	EQ	EQ	WM
۱۱	JE	EQ	WM
۱۲	JE	WM	WM
۱۳	JE	JE	JE
۱۴	WM	EQ	WM
۱۵	EQ	WM	SM
۱۶	JE	EQ	EQ

جدول (۷)- وزن نسبی عوامل ریسک

عامل	شدت اثر	احتمال وقوع	قابلیت کشف
وزن نسبی	۰,۴۲۵	۰,۳۹۴	۰,۱۸۱

کوچک قضاوت به علت ضربی بودن شاخص ریسک کلاسیک، عدم تشخیص وزن بین معیارهای ریسک، یکسان شدن شاخص ریسک گروهی از ریسک ها و یا نزدیک بودن عدد ریسک آن ها به گونه ای که اولویت بندی آن ها را با تردید مواجه کند، در نظر گرفتن شدت آسیب به محیط زیست و احتمال وقوع آن با استفاده از مقیاس های قطعی و در نظر نگرفتن عدم قطعیت در نظر کارشناسان می باشد. در این مطالعه به منظور برطرف نمودن این محدودیت ها، از روش ارزیابی ریسک پیشنهادی مبتنی بر رویکرد فازی و تصمیم گیری چند شاخصه استفاده شد.

مطالعات پیشین در زمینه ارزیابی ریسک نشان می دهد که قضاوت کارشناسان، در نتیجه ارزیابی و اولویت بندی ریسک، تاثیر زیادی دارد به طوری که Nouri و همکاران (۱۲) در مقاله ای که در سال ۲۰۱۰ ارایه نمودند، این موضوع را یکی از مهم ترین چالش ها در فرایند ارزیابی ریسک معرفی کردند و جهت مرتفع شدن این موضوع، تلفیق روش های تصمیم گیری مانند AHP با روش های ارزیابی ریسک را توصیه کردند. در مطالعه حاضر نیز علاوه بر این که از روش AHP برای وزن دهی بین عوامل ریسک در فرایند ارزیابی ریسک استفاده شد، جهت در نظر گرفتن عدم قطعیت در نظر کارشناسان نیز در مقایسات زوجی بین عوامل ریسک و هم چنین در تعیین هر یک از عوامل ریسک، از تئوری فازی بهره گرفته شده است.

جهت برطرف کردن محدودیت حساسیت به خطاهای کوچک قضاوت به علت ضربی بودن شاخص ریسک کلاسیک، در روش پیشنهادی به جای محاسبه عدد ریسک به صورت ضرب بین عوامل، از حالت خطی و جمع وزنی عوامل ریسک استفاده شد. همان طور که Hu

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 17:19 IRST on Wednesday October 16th 2019

جدول (۸)- رتبه بندی فازی جنبه های محیط زیستی

شماره جنبه	شدت اثر	احتمال وقوع	قابلیت کشف	عدد ریسک فازی $(\tilde{R}_i)$	ارزش رتبه بندی $(Score(\tilde{R}_i))$	رتبه
6	MH	VH	VL	(4.06,5.06,6.06)	1.782	1
31	M	VH	L	(3.82,4.82,5.82)	1.7729	2
24	VH	M	VL	(3.73,4.73,5.73)	1.7694	3
28	VH	M	VL	(3.73,4.73,5.73)	1.7694	3
30	VH	M	VL	(3.73,4.73,5.73)	1.7694	3
14	H	M	N	(3.30,4.12,5.12)	1.7595	6
7	ML	VH	N	(3.21,4.03,5.03)	1.7551	7
17	MH	MH	VL	(3.27,4.27,5.27)	1.7497	8
19	MH	MH	VL	(3.27,4.27,5.27)	1.7497	8
21	M	MH	ML	(3.21,4.21,5.21)	1.7466	10
29	VH	L	L	(3.12,4.12,5.12)	1.7424	11
15	MH	M	L	(3.06,4.06,5.06)	1.7392	12
16	MH	M	L	(3.06,4.06,5.06)	1.7392	12
22	MH	M	N	(2.88,3.70,4.70)	1.7379	14
27	ML	H	N	(2.82,3.64,4.64)	1.7344	15
13	H	ML	VL	(2.91,3.91,4.91)	1.7313	16
26	H	ML	VL	(2.91,3.91,4.91)	1.7313	16
25	H	L	L	(2.70,3.70,4.70)	1.7192	18
18	M	M	L	(2.63,3.63,4.63)	1.7155	19
8	L	H	N	(2.39,3.21,4.21)	1.7078	20
4	ML	M	ML	(2.39,3.39,4.39)	1.6998	21
2	ML	M	L	(2.21,3.21,4.21)	1.687	22
32	ML	M	VL	(2.03,3.03,4.03)	1.6732	23
5	ML	ML	L	(1.81,2.81,3.81)	1.6551	24
12	L	M	L	(1.78,2.78,3.78)	1.6523	25
9	L	M	N	(1.60,2.42,3.42)	1.6414	26
33	M	L	VL	(1.66,2.66,3.66)	1.6412	27
20	L	L	MH	(1.54,2.54,3.54)	1.6284	28
1	ML	L	VL	(1.24,2.24,3.24)	1.5947	29
3	ML	L	VL	(1.24,2.24,3.24)	1.5947	29
34	ML	L	VL	(1.24,2.24,3.24)	1.5947	29
11	VL	M	VL	(1.18,2.18,3.18)	1.5869	32
10	VL	ML	L	(0.96,1.96,2.96)	1.5576	33
23	ML	VL	VL	(0.85,1.85,2.85)	1.5395	34
35	ML	VL	VL	(0.85,1.85,2.85)	1.5395	34

و همکاران (۳۲) نیز در سال ۲۰۰۹، از روش جمع وزنی عوامل ریسک، برای مطالعه خود استفاده کردند.

برای برطرف کردن محدودیت عدم تشخیص وزن بین معیارهای ریسک، در روش پیشنهادی از FAHP برای وزن دهی بین معیارهای ریسک استفاده شد. از جمله روش های FAHP می توان به روش Buckley (۳۳) و آنالیز توسعه Chang (۳۱) اشاره کرد. هر دو روش، روش های پرکاربردی می باشند که در مطالعات زیادی استفاده گردیده اند. در این مطالعه و مطالعاتی همانند Omidvar و Nirumand (۳۴) در سال ۲۰۱۷ و Rahmani و Omidvari (۳۵) که در سال ۲۰۱۶ انجام شده است از روش آنالیز توسعه Chang برای وزن دهی بین عوامل ریسک استفاده گردید. اما در مطالعاتی مشابه، از جمله Hu و همکاران (۳۲) از روش Buckley هم بهره برده اند. در این مطالعه، عامل شدت اثر با وزن نسبی ۰,۴۲۵ همانند مطالعات Kutlu و Ekmekçioglu (۳۶) در سال ۲۰۱۲، Gul و Guneri(۱۹) در سال ۲۰۱۶ و Omidvar و Nirumand (۳۴) در سال ۲۰۱۷، بیش ترین وزن نسبی را به خود اختصاص داد. قابل ذکر است که در مطالعه Hu و همکاران (۳۲) در سال ۲۰۰۹ و مطالعه Rahmani و

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 17:19 IRST on Wednesday October 16th 2019

Omidvari (۳۵) در سال ۲۰۱۶، بیش ترین وزن نسبی بین عوامل ریسک به عامل احتمال وقوع، اختصاص یافت، اما در این مطالعه این عامل با وزن نسبی ۰,۳۹۴ بعد از عامل شدت، رتبه دوم را به خود اختصاص داد.

در مطالعات Hosseini و همکاران (۳۷) در سال ۲۰۱۲ و هم چنین Ghaderi و همکاران (۳۸) در سال ۲۰۱۵، که اولویت بندی ریسک با استفاده از روش کلاسیک انجام شد، تولید فاضلاب خانگی که سبب بروز پیامد های محیط زیستی از جمله آلودگی آب های زیر زمینی و خاک می گردد در بالاترین اولویت جنبه های محیط زیستی قرار گرفت. *در این مطالعه نیز تولید فاضلاب خانگی به علت عدم وجود سیستم دفع فاضلاب مناسب*، در روش پیشنهادی با ارزش رتبه بندی ۱,۷۸۲۰، بالاترین اولویت را در بین ۳۵ جنبه شناسایی شده به خود اختصاص داد .در نتیجه باید در صدر اولویت برای کاهش ریسک در نظر مدیریت قرار گیرد. از جمله اقدامات پیشنهادی جهت کاهش ریسک این جنبه محیط زیستی ، می توان به طراحی سیستم تصفیه فاضلاب مناسب و انجام آزمایشات منظم آب و فاضلاب اشاره کرد. شایان توجه است که در روش کلاسیک، جنبه های محیط زیستی مصرف سوخت به خاطر فعالیت تردد خودرو ها و هم چنین ریخت و پاش اسید به دلیل فعالیت شست شوی چیلر، دارای شاخص ریسک کلاسیک یکسان و بالاترین اولویت شدند. همان طور که واضح است به علت برابر بودن شاخص ریسک کلاسیک این دو جنبه محیط زیستی ، اولویت بندی بین این دو با استفاده از روش کلاسیک امکان پذیر نمی باشد؛ اما با استفاده از روش پیشنهادی که قادر است رتبه واقعی تر ریسک های محیط زیستی را تعیین کند، این دو جنبه دارای ارزش اولویت بندی متفاوت شدند به گونه ای که جنبه محیط زیستی ریخت و پاش اسید به خاطر فعالیت شست شوی چیلر، رتبه دوم اولویت بندی را به خود اختصاص داد اما جنبه مصرف سوخت به خاطر فعالیت تردد خودرو ها، در رتبه دهم اولویت بندی قرار گرفت.

نتیجه گیری

در این مطالعه، روشی برای ارزیابی و اولویت بندی ریسک های محیط زیستی به منظور روشی جایگزین روش های کلاسیک، پیشنهاد گردیده است. به منظور نشان دادن برتری روش پیشنهادی نسبت به روش های کلاسیک، ریسک های محیط زیستی یک منطقه بهره برداری نفت و گاز توسط روش کلاسیک و روش پیشنهادی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که جهت به حداقل رساندن محدودیت های روش های کلاسیک از جمله حساسیت به خطاهای کوچک قضاوت، یکسان شدن شاخص ریسک گروهی از ریسک ها و در نظر نگرفتن عدم قطعیت در نظر کارشناسان، روش ارزیابی ریسک پیشنهادی مناسب می باشد. اگر چه محاسبات روش پیشنهادی نسبت به روش های کلاسیک زمان بیش تری نیاز دارد اما قادر است رتبه واقعی تر ریسک های محیط زیستی را تعیین کند. شایان ذکر است این روش، توان مندی های ذکر شده برای ارزیابی و اولویت بندی ریسک های ایمنی و بهداشت را نیز دارا می باشد.

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 17:19 IRST on Wednesday October 16th 2019

REFERENCES

1. Jozi S, Esmat Saatloo S, Javan Z. Environmental Risk Assessment of the Olefin plant in Arya Sasol Petrochemical Complex using Fault Tree Analysis Method. Iranian Journal of Health and Environment. 2014;7(3):385-98. [Persian]
2. Brauer RL, Mohammadfam (Trans.) I, Mirzaei Aliabadi (Trans.) M. Safety and health for engineers: Fanavaran; 2016. [Persian]
3. Ghosh S, Jintanapakanont J. Identifying and assessing the critical risk factors in an underground rail project in Thailand: a factor analysis approach. International Journal of Project Management. 2004;22(8):633-43.
4. Chapman C, Ward S. Project risk management: processes, techniques, and insights: Wiley; 2003.
5. Braglia M, Bevilacqua M. Fuzzy modelling and analytical hierarchy processing as a means of quantifying risk levels associated with failure modes in production systems. Technology, Law and Insurance. 2000;5(3-4):125-34.
6. Grassi A, Gamberini R, Mora C, Rimini B. A fuzzy multi-attribute model for risk evaluation in workplaces. Safety Science. 2009;47(5):707-16.
7. Nilsen T, Aven T. Models and model uncertainty in the context of risk analysis. Reliability Engineering & System Safety. 2003;79(3):309-17.
8. Zadeh LA. Fuzzy sets. Information and Control. 1965;8(3):338-53.
9. Kang J, Liang W, Zhang L, Lu Z, Liu D, Yin W, et al. A new risk evaluation method for oil storage tank zones based on the theory of two types of hazards. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2014;29:267-76.
10. Lavasani SM, Ramzali N, Sabzalipour F, Akyuz E. Utilisation of Fuzzy Fault Tree Analysis (FFTA) for quantified risk analysis of leakage in abandoned oil and natural-gas wells. Ocean Engineering. 2015;108:729-37.
11. Alidoosti A, Jamshidi A, Yakhchali S, Basiri M, Azizi R, Yazdani-Chamzini A. Fuzzy logic for pipelines risk assessment. Management Science Letters. 2012;2(5):1707-16.
12. Nouri J, Omidvari M, Tehrani S. Risk Assessment and Crisis Management in Gas Stations. International Journal of Environmental Research. 2010;4(1):143-52.
13. Omidvari M, Mansouri N. Fire and spillage risk assessment pattern in scientific laboratories. International Journal of Occupational Hygiene. 2015;6(2):68-74.
14. Fazlollah A, Mohammadfam I, HadgiParvaneh MJ, Omidvari M. Introducing a method for Health, Safety and Environmental (HSE) risk assessment, using multi-criteria decision making (MCDM) techniques: a case study in power plant construction. jhsw. 2014;4(1):55-64. [Persian]
15. Heydari M, Omidvari M, Fam IM. Presenting of a material exposure health risk assessment model in Oil and Gas Industries (case study: Pars Economic and Energy Region). jhsw. 2014;3(4):11-22. [Persian]
16. Saaty TL. A scaling method for priorities in hierarchical structures. Journal of Mathematical Psychology. 1977;15(3):234-81.
17. Othman MR, Idris R, Hassim MH, Ibrahim WHW. Prioritizing HAZOP analysis using analytic hierarchy process (AHP). Clean Technologies and Environmental Policy. 2016;18(5):1345-60.
18. Lavasani SMM, Wang J, Yang Z, Finlay J. Application of MADM in a fuzzy environment for selecting the best barrier for offshore wells. Expert Systems with Applications. 2012;39(3):2466-78.
19. Gul M, Guneri AF. A fuzzy multi criteria risk assessment based on decision matrix technique: A case study for aluminum industry. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2016;40:89-100.
20. Cheraghi M, Eslami Baladeh A, Khakzad N. A fuzzy multi-attribute HAZOP technique (FMA-HAZOP): Application to gas wellhead facilities. Safety Science. 2019;114:12-22.
21. Kaya T, Kahraman C. An integrated fuzzy AHP–ELECTRE methodology for environmental impact assessment. Expert Systems with Applications. 2011;38(7):8553-62.
22. Omidvari m, Shahbazi D. Assessing and Prioritizing Health Safety and Environment Risk in Hospitals (Case Study: Shahid Beheshti University of Medical Sciences). medilam. 2016;24(1):43-54. [Persian]
23. Cheraghi M, Omidvar B, Eslami-Baladeh AA, Jafari HR, Younesi AM. Corrective Actions Selection in the Safety Risk Management Process Using Mathematical

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 17:19 IRST on Wednesday October 16th 2019

Modeling. jhsw. 2018;8(3):283-98. [Persian]

24. Chen S-M, Chen J-H. Fuzzy risk analysis based on ranking generalized fuzzy numbers with different heights and different spreads. Expert Systems with Applications. 2009;36(3, Part 2):6833-42.
25. Yager RR, editor Ranking fuzzy subsets over the unit interval. Decision and Control including the 17th Symposium on Adaptive Processes, 1978 IEEE Conference on; 1979: IEEE.
26. Chen S-M. A Knowledge-Based Method for Fuzzy Query Processing for Document Retrieval. Cybernetics and Systems. 1997;28(1):99-119.
27. Chen S-J, Chen S-M. A New Method for Handling Multicriteria Fuzzy Decision-Making Problems Using Fn-Iowa Operators. Cybernetics and Systems. 2003;34(2):109-37.
28. Cheng C-H. A new approach for ranking fuzzy numbers by distance method. Fuzzy Sets and Systems. 1998;95(3):307-17.
29. Pedrycz W, Gomide F. An introduction to fuzzy sets: analysis and design: Mit Press; 1998.
30. Saaty TL. The analytic hierarchy process. New York: MacGraw-Hill; 1980.
31. Chang D-Y. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. European journal of operational research. 1996;95(3):649-55.
32. Hu AH, Hsu C-W, Kuo T-C, Wu W-C. Risk evaluation of green components to hazardous substance using FMEA and FAHP. Expert Systems with Applications. 2009;36(3):7142-7.
33. Buckley JJ. Fuzzy hierarchical analysis. Fuzzy Sets and Systems. 1985;17(3):233-47.
34. Omidvar M, Nirumand F. Risk assessment using FMEA method and on the basis of MCDM, fuzzy logic and grey theory: A case study of overhead cranes. jhsw. 2017;7(1):63-76. [Persian]
35. Rahmani S, Omidvari M. Assessing safety risk in electricity distribution processes using ET & BA improved technique and its ranking by VIKOR and TOPSIS models in fuzzy environment. jhsw. 2016;6(1):1-12. [Persian]
36. Kutlu AC, Ekmekçioğlu M. Fuzzy failure modes and effects analysis by using fuzzy TOPSIS-based fuzzy AHP. Expert Systems with Applications. 2012;39(1):61-7.
37. Hosseini H, Dana T, Arjmandi R, Shirianpour I. Environmental Risk management For Construction phase of Oil Fields Platforms (Case study construction phase of Reshadat oil field). Human & Environment. 2012;10(22):33-53. [Persian]
38. Ghaderi S, Rahimi A, Hedayatifar M, Arab Najafi SM. Environmental risk management and assessment of Tehran urban & suburban metro by using EFMEA method (Case study: Sadeghieh terminal). Journal of Environmental Science and Technology. 2015;17(2):61-71. [Persian]

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 17:19 IRST on Wednesday October 16th 2019

Journal of Health and Safety at Work *Volume 9, Issue 3, Autumn 2019*

A hybrid fuzzy MADM model for environmental risk assessment: A case of an oil and gas exploitation area

Hedayat Noori[1], Morteza Cheraghi[2,*], Aliakbar Eslami Baladeh[3]

[1] *Department of Health, Safety and Environment (HSE), National Iranian Oil Company (NIOC), Tehran, Iran.*

[2] *Department of Health, Safety and Environment (HSE), School of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.*

[3] *Department of Industrial Engineering and Management System, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran.*

*Corresponding Author Email: *cheraqi@ut.ac.ir*

Received: 2018-09-07, accepted: 2018-11-27

ABSTRACT

Introduction: Evaluating environmental risks in the oil and gas industry is essential to prevent irreparable damage to the environment. Using classical methods for prioritizing environmental risks does not achieve high-reliable results. Therefore, the aim of this study is to minimize the limitations of classical methods in a typical oil and gas production zone, by using fuzzy logic and Multi Attribute Decision Making (MADM) approach.

Material and Methods: After forming an identification and assessment team including experienced experts from different organizational units in a region of exploitation of oil and gas, values of each risk factor (likelihood of occurrence, severity and detectability) related to identified environmental risks are determined according to their qualitative opinions represented by linguistic variables. Relative weights of the risk factors are calculated by applying the group Analytic Hierarchy Process (AHP) in a fuzzy environment on expert opinions. Then, fuzzy aggregation in the linear form by considering the weight of the risk factors and a method that is developed based on the center of gravity are employed in evaluation and ranking of the risks.

Results: In this study, the severity factor has the most important contribution in risk assessment compared to the other risk factors, since it has the highest relative weight. Raw sewage aspect resulted from absence of appropriate treatment system has the highest priority and spilling over of acid that is caused by chiller cleaning stands at the second position in the identified environmental risks.

Conclusion: The results demonstrate that although the proposed methodology requires greater time than classical methods, it is able to determine the risk ranking more practically because of minimizing the limitations of classical methods: high sensitivity to judgmental errors, considering some risks in the same index group and ignoring uncertainty in experts' opinions. Proposed method is a proper alternative for classical environmental risk assessment technique, and capable of prioritization and evaluation risks in terms of safety and health.

Keywords: *Environmental Aspect, Risk Assessment, MADM, AHP, Fuzzy Logic*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Noori H, Cheraghi M, Eslami Baladeh A. (2019). A hybrid fuzzy MADM model for environmental risk assessment: a case of an oil and gas exploitation area. Journal of Health and Safety at Work, 9(3): 200-211.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Journal of Health and Safety at Work. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution. License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).