ارزیابی ریسک در محیط کار با استفاده از آنالیز ایمنی شغل، روش گروه اسمی و تاپسیس فازی

علیرضا شهرکی[۱]، معصومه مرادی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۷/۱۱ تاریخ ویرایش: ۹۰/۱۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۱/۲۲

چکیده

زمینه و هدف: مهم‌ترین فعالیت در فرآیند مدیریت ریسک و ارزیابی ریسک، انجام ارزشیابی ریسک است. عدم وجود یک روش مناسب برای انجام این فعالیت باعث شده که سازمان‌ها به استفاده از روش‌های ساده روی آورند و این روش‌ها قادر به ارایه رتبه بندی دقیق از خطرات نیستند. این مقاله به توسعه یک روش تحقیق جدید جهت ارزشیابی ریسک با هدف فایق آمدن بر محدودیت‌های موجود در روش های ساده پایه‌ریزی شده است.

روش بررسی: برای شناسایی خطرات در این تحقیق از روش JSA استفاده شد. معیارهای ارزیابی ریسک با استفاده از روش گروه اسمی مشخص گردید و رتبه‌بندی خطرات با تاپسیس فازی تعیین شد. در نهایت رتبه خطرات به دست آمده از دو روش ویلیام فاین و روش پیشنهادی، با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفت.

یافته‌ها: بر اساس نتایج خاصل از این تحقیق مشخص گردید که در روش ویلیام فاین، خطرات گاز و تجهیزات در ارتفاع مشترکاً رتبه ۱، تردد رتبه ۲، استرس روانی رتبه ۳، حریق رتبه ۴، انفجار و الکتریسیته مشترکاً رتبه ۵ و ارتفاع رتبه ۶ را کسب نمودند. در صورتیکه در روش پیشنهادی استرس روانی رتبه ۱، حریق رتبه ۲، تردد رتبه ۳، الکتریسیته رتبه ۴، تجهیزات در ارتفاع رتبه ۵، گاز رتبه ۶، انفجار رتبه ۷ و ارتفاع رتبه ۸ را کسب نمودند.

نتیجه‌گیری: چون روش پیشنهادی با لحاظ نمودن نظر تیم ارزیابی باعث افزایش قدرت تشخیص خطرات شد و از طرفی با در نظر گرفتن شرایط واقعی منجر به تعیین صحیح معیارهای ارزیابی ریسک گردید؛ لذا کاربرد آن برای تعین رتبه بندی ریسک‌ها توصیه می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: ریسک، چند معیاره، گروه اسمی، تاپسیس فازی.

مقدمه

هر ساله میلیون‌ها حادثه و بیماری ناشی از کار در دنیا اتفاق افتاده که برخی از این حوادث باعث از کار افتادگی کلی یا جزیی و یا حتی مرگ شده است [۱].

یکی از عوامل اصلی در مدیریت سلامت و ایمنی، تدوین و اجرای ارزیابی ریسک می‌باشد که وضعیت سازمان را به منظور کسب اطمینان از موفقیت‌آمیز بودن برنامه‌های سلامت و ایمنی آزمون می‌نماید [۲].

مدیریت ریسک،ایجاد فرهنگ و زیرساخت به صورت منطقی و سیستماتیک است که سازمان را قادر به کمینه کردن خسارات و بیشینه کردن منافع می‌نماید [۳].

ارزیابی ریسک، بخشی از مدیریت ریسک است که بایستی در شروع آن، نسبت به شناسایی خطرات اقدام نمود [۴].

ارزیابی ریسک به طور سیستماتیک تعیین می‌کند که چه خطراتی در محیط کار هستند و احتمال رخ دادن خطر چقدر است و چه آسیبی و با چه شدتی ممکن است به وجود آید [۵].

مطالعات انجام شده نشان داده است که در حال حاضر بیش از ده‌ها نوع روش مختلف کیفی و کمی برای ارزیابی ریسک در دنیا وجود دارد [۲].

در تحقیقات کنونی ارزیابی ریسک توسط یک تیم ارزیابی انجام می‌شود؛ واضح است هر کدام از اعضای تیم، سطح دانش و تجربه متفاوتی دارند؛ لذا بایستی روش مناسبی جهت ارزیابی ریسک به کار گرفته شود که تمام نظرات اعضاء تیم را منعکس نماید. در روش‌های موجود به دلیل اینکه فقط از نظرات مبهم اعضای تیم استفاده می‌کنند و در عمل نظرات اعضای تیم فازی است و همچنین روش مشخصی برای شناسایی خطرات و ریسک‌ها استفاده نمی‌گردد و از آنجا که مکانیزمی برای اجماع نظرات اعضای تیم وجود ندارد و ریسک‌های شناسایی شده صحیح نمی‌باشند و

۱- (نویسنده مسئول) عضو هیات علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان. shahrakiar@hamoon.usb.ac.ir
۲- کارشناس ارشد مهندسی صنایع.

همچنین چون از روش ریاضی که این ریسک‌ها را رتبه‌بندی کند استفاده نمی‌گردد بر آن شدیم تا در روش ارائه شده در این مقاله، هر چهار نقص اصلی ذکر شده را بر طرف نماییم. ممکن است بعضی از تحقیقات پیشین جهت ارزیابی ریسک بعضی از روش‌ها را برای بخشی از روند ارزیابی ریسک به کار برده باشند ولی در این تحقیق هر چهار نقص گفته شده هم‌زمان رفع گردیده است.

با به کارگیری روش فازی می‌توان مشکل ابهام در نظرات اعضای تیم را حل کرد، با روش آنالیز ایمنی شغلی می‌توان خطرات را به درستی شناسایی کرد، با گروه اسمی به اجماع نظرات تصمیم گیرندگان پرداخت و با تاپسیس که از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است برای رتبه‌بندی ریسک‌ها استفاده کرد.

در روش عمومی ارزیابی ریسک، رتبه ریسک (R) بر اساس حاصلضرب دو عامل ریسک، یعنی شدت وقوع (S) و احتمال وقوع (P) محاسبه شده است؛ $R=S\times P$. اگر چه این روش ارزیابی به دلیل سادگی، کاربرد بسیاری دارد ولی دارای معایب زیر نیز می‌باشد:

- الف) عدم صراحت برآورد احتمال

- ب) عدم امکان یک مقدار کمی دقیق برای عامل‌های ریسک

- ج) عدم در نظر گرفتن وزن عامل‌های ریسک (که این سبب می شود تا ترکیب‌های مختلفی از شدت و احتمال وقوع به نتایج یکسان منجر شود برای مثال فرض کنید ۱۰X۰/۵= ۵ عدد ریسک خطر شماره ۱ و ۵۰X۰/۱= ۵ عدد ریسک خطر شماره ۲ می‌باشند. در اولویت‌بندی هر دو یک اولویت قرار گرفته که این امر موجب تلقی اشتباه از خطرات موجود خواهد شد.)

– د) عدم توجه به همه عوامل در ریسک، بجز شدت وقوع و احتمال وقوع.

در مدل ارائه شده‌ی این تحقیق، سعی شده است تا مشکلات اشاره شده تا حدود زیادی رفع گردد و روش ارزیابی ریسک اصلاح شود. در این تحقیق ابتدا خطرات، شناسایی شده و سپس معیارهای ارزیابی مورد بحث قرار گرفته و در نهایت نیز رتبه‌بندی خطرات با قوانین تصمیم‌گیری چند معیاره فازی انجام گرفته است.

اسلماویچ و جلزتاد (۲۰۰۲) اشاره کردند که چطور فاکتورهای ارزیابی ریسک، تحت تأثیر انواع مختلفی از عوامل مبهم و نامعین هستند و سپس با استفاده از مجموعه‌های فازی به رفع ابهام فرآیند ارزیابی پرداختند [۶]. شفیعی و همکاران (۱۳۸۹) حوادث شغلی در دکل‌های حفاری نفت و گاز را بررسی نمودند. این تحقیق بر اساس گزارش‌های حوادث دو سال از دکل‌های حفاری ارائه شده است [۷]. مور و همکاران (۲۰۰۹) در مقاله‌ای از روش فازی جهت ارزیابی ریسک حوادث شغلی در شرکت فولاد بهره بردند. ایشان در روش ارزیابی خود از قوانین فازی استفاده نمودند [۸]. تی و لیم رویکردی را جهت RPN فازی ارائه کردند که از قوانین فازی وزن‌دار استفاده کردند، به طوری که هر قانون فازی مرتبط با یک وزن جهانی باشد [۹]. علیزاده و همکاران (۱۳۹۰) مخاطرات عملیاتی مخازن ذخیره و نگهداری مواد شیمیایی یک شرکت پتروشیمی را ارزیابی نموده و آثار هرگونه نشتی، اشتعال و انفجار در هریک از تجهیزات را بر مناطق مسکونی و صنعتی مجاور مورد بررسی قرار دادند [۱۰].

در زمینه به کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در ارزیابی ریسک نیز تحقیقاتی شده است. گورکانلی و موگن (۲۰۰۹) در مقاله‌ای مجموعه قوانین فازی را جهت تجزیه و تحلیل ریسک ایمنی شغلی در سایت‌های ساختمانی به کار بردند. ایشان ابتدا ساختار سلسله مراتبی را جهت حوادث در سایت‌های ساخت و ساز تنظیم کردند و سپس با بهره‌گیری از روش AHP (Analytic hierarchy process) به وزن‌دهی شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها پرداختند. سپس برای تحلیل ایمنی و تعیین سطح ریسک از قوانین فازی استفاده کرده‌اند [۱۱]. برگلیا و همکاران روشی را جهت اولویت‌بندی حالات خرابی با استفاده از تاپسیس ارائه کردند [۱۲]. و در نیروگاهی در ایران ذگردی و همکاران ارزیابی ریسک پروژه را از طریق ارایه مدل بهینه سازی چند هدفه با رویکرد اولویت‌بندی فازی در نیروگاه سیکل ترکیبی انجام دادند [۱۳].

با توجه به مشکلات اشاره شده و تحقیقات انجام شده، ارائه یک روش جدید جهت بهبود نتایج حاصل از ارزیابی ریسک و متعاقباً مدیریت موفق ریسک‌های سلامت و ایمنی ضروری به نظر می‌رسد. در این مقاله، ابتدا خطرات حاد موجود در شغل اپراتور ارشد واحد شیرین‌سازی در شرکت بهره‌برداری نفت و گاز کاسپین، با استفاده از روش آنالیز ایمنی شغلی (*JSA*)، شناسایی شد. روش پیشنهادی تعداد معیارهای ارزیابی ریسک را با استفاده از روش گروه اسمی (NGT) (Group Technique Nominal) افزایش می‌دهد. روش گروه اسمی (NGT) فرآیند گروهی سازمان یافته‌ای است که در آن علاوه بر خلق ایده‌ها، ارجحیت ایده‌ها نسبت به هم نیز مشخص شده‌اند. با افزایش معیارهای ارزیابی، دقت برآورد احتمال وقوع با تکیه بر این عوامل افزایش یافته است. مرحله بعدی پس از تعیین معیارهای ارزیابی، ارائه روش ارزیابی ریسک بر

جدول ۱- میزان تماس (*C*) [۱۴]

طبقه بندی	مقدار یا درجه
به طور مداوم(چند بار در روز)	۱۰
به طور مکرر(یکبار در روز)	۶
گاه به گاه(یکبار در هفته یا ماه)	۳
یک‌بار در سال	۲
به ندرت(ممکن است در طول عمر سیستم رخ دهد)	۱
احتمال وقوع آن خیلی کم است	./۵

جدول۲- شدت پیامد (*E*) [۱۵]

طبقه بندی	رتبه
مرگ، چند نفر	۱۰
مرگ، یک نفر	۹
نقص عضو دائم، طول درمان بیش از ۴۵ روز	۸
آسیب دیدگی شدید باعوارض طولانی، شکستگی، بیماری حاد، طول درمان بین ۲۰ تا ۴۵روز	۷
مسمومیت، شکستگی جزئی، طول درمان بین ۷ تا ۲۰ روز	۵
آسیب جزئی، روزکاری از دست رفته بین ۲ تا ۷ روز	۴
درمان سرپایی، جراحت اندک، حداکثر روزکاری از دست رفته ۲ روز	۲
منجر به جراحت، بیماری و یا خسارت به تأسیسات نمی‌گردد	۱

جدول ۳- احتمال وقوع (*P*) [۱۶]

طبقه بندی	مقدار یا درجه
وقوع حادثه یا نقص بسیار بسیار محتمل است(هر روز یکبار یا بیشتر)	۱۰
وقوع حادثه یا نقص بسیار محتمل است(هر ۳ تا ۴روز یکبار)	۹
احتمال وقوع حادثه یا نقص بسیار بالاست(هر هفته یکبار)	۸
احتمال وقوع حادثه یا نقص بالاست(هر ماه یکبار)	۷
احتمال وقوع حادثه یا نقص متوسط است(هر۳ماه یکبار)	۶
احتمال وقوع حادثه یا نقص کم است(هر۶ماه تا یکسال یکبار)	۵
احتمال وقوع حادثه یا نقص خیلی کم است(هر سال یکبار)	۴
احتمال وقوع حادثه یا نقص نادر است(هر یک تا ۳سال یکبار)	۳
احتمال وقوع حادثه یا نقص خیلی نادر است(هر ۳ تا ۵سال یکبار)	۲
احتمال وقوع حادثه یا نقص بعید به نظر می‌رسد	۱

اساس معیارهای تعیین شده می باشد. رویکرد مورد نظر با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره، چارچوب ریاضی را جهت ارزشیابی ریسک ارائه داده است. از آنجایی که این مقاله با مسئله ارزیابی خطرات با توجه به معیارها روبرو شده است، لذا این امکان وجود دارد که آن را به مثابه یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره در نظر گرفت. روش تاپسیس یکی از روش‌های شناخته شده در تصمیم‌گیری چند معیاره جهت رتبه-بندی می باشد. همچنین بدلیل اینکه اساس کار بر نظرات کارشناسان است بنابراین با توجه به مواجه با پارامترهای نادقیق، به نظر می‌رسد نظریه فازی قادر است این مشکل را در تعیین مقدار کمی پارامترها رفع کرده و زمینه را برای اولیت‌بندی خطرات فراهم کند.این مقاله، با به کارگیری روش تصمیم گیری چند معیاره با رویکردی نوین به مسئله ارزیابی ریسک نگریسته است.

ارزیابی ریسک با روش ویلیام فاین (روش سنتی): از روش‌هایی که در طی دهه اخیر متداول شده است، روش ویلیام فاین می‌باشد. اساس این روش براساس محاسبه و ارزیابی نمره ریسک است، نمره ریسک (R) نیز از معادله زیر حاصل خواهد شد:

$$R = C \times E \times P$$

در این معادله C شدت پیامد خطر، E مقدار تماس (مواجهه) و P مقدار احتمال وقوع است. در جدول‌های ۱ الی ۳ نحوه امتیاز دهی به شدت وقوع، احتمال وقوع و میزان تماس در این روش نشان داده شده است.

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کاهش سطح ریسک، اقدامات کنترلی هستند [۱۴].

روش بررسی

این مطالعه در سه فاز به شرح زیر انجام شد:

فاز اول: شناسایی خطرات: برای این کار از روش JSA استفاده شد. در این روش هر شغل به بخش‌های مختلف آن تفکیک گردید و سپس خطرات مربوط به هر بخش تفکیک شده از شغل، مشخص شد.

روش آنالیز ایمنی شغل JSA: آنالیز ایمنی یک شغل، خطراتی که در طول انجام کار ممکن است اتفاق بیافتد را تشخیص می‌دهد [۱۷].

روش کار JSA: JSA شامل تفکیک یک شغل به مراحل مختلف، تشخیص خطرات و موقعیت‌های خطرناک در هر مرحله از کار، تعیین ابزار و کنترل لازم برای قسمت‌هایی که خطر آن شناسایی شده، و در نهایت خلاصه کردن و پیگیری نتایج حاصله است.

پیش نیازهای JSA: پیش‌نیازهای JSA شامل این موارد است: تشکیل تیم، انتخاب یک شغل برای آنالیز، جمع‌آوری پیش نیازهای لازم و ضروری، تعیین یک سرپرست تیم که صلاحیت و تجربه دراین روش را داشته باشد و تعیین یک منشی که موارد را ثبت نماید [۱۸].

فاز دوم: یافتن معیارهای ارزیابی: برای دستیابی به این هدف روش گروه اسمی به کار رفت.

روش گروه اسمی (NGT): فرض کنید تیمی متشکل از k ارزیاب، جهت ارزیابی ریسک خطرات ایمنی و بهداشتی محیط کار انتخاب شده‌اند. برای شروع ارزیابی ریسک، ابتدا باید معیارهای ارزیابی مشخص شود. روش‌های متعددی مانند دلفی، روش گروه اسمی (NGT)، گروه‌های تمرکز و طوفان ذهنی، روش‌های رسمی جهت خلق ایده و رسیدن به اجماع در میان کارشناسان خبره می‌باشند [۱۹]. روشNGT جهت یافتن معیارهای ارزیابی ریسک در این تحقیق در نظر گرفته شده است. در روش NGT، اعضاء گروه ابتدا به طور مستقل نظرات خود را درباره مسئله مورد بررسی بیان کرده و سپس ایده‌ها مطرح و به بحث گذاشته می‌شود. بعد از این مرحله ارجحیت ایده‌ها نسبت به یکدیگر بین اعضا به رأی گذاشته می‌شود. در انتها امتیاز هر ایده محاسبه شده و ایده‌ها از بالاترین امتیاز به پایین‌ترین امتیاز رتبه‌بندی شده‌اند. معیارهای به دست آمده از این مرحله به عنوان معیارهای ارزیابی ریسک معرفی شده‌اند.

فاز سوم: برآورد ریسک هر خطر، و رتبه‌بندی ریسک ها که با تاپسیس فازی انجام شد.

منطق فازی: تئوری منطق فازی، نظریه‌ای برای اقدام در شرایط عدم اطمینان است [۲۰]. هنگام تصمیم‌گیری در یک محیط غیرفازی، نتیجه تصمیم‌گیری تحت تأثیر قضاوت‌های ذهنی غیر دقیق و مبهم واقع می‌باشد [۲۱]. منطق فازی به هر عدد عضو مجموعه مورد نظر، یک درجه عضویت در بازه [۱ و ۰] اختصاص می‌دهد [۲۲].

تعریف۱: تابع عضویت $\mu_{\tilde{A}}(x)$ هر عضو x از X را به یک عدد حقیقی در بازه [۱ و ۰] مرتبط می سازد [۲۳].

تعریف۲: $\tilde{n}$عدد فازی مثلثی با (n_1, n_2, n_3) [۲۴]:

(۲):

$$f(x)=\begin{cases}0 & , x<n_1\\ \frac{x-n_1}{n_2-n_1}, & n_1\le x\le n_2\\ \frac{x-n_3}{n_2-n_3}, & n_2\le x\le n_3\\ 0 & , x>n_3\end{cases}$$

به طوری که n_1, n_2, n_3 اعداد حقیقی باشند و $n_3 \geq n_2 \geq n_1$

تعریف۳: اگر $\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$ و $\tilde{n}= (n_1, n_2, n_3)$ باشند، آنگاه:

(۳): عملگر ضرب

$$\tilde{m}(.)\tilde{n} = (m_1.n_1, m_2.n_2, m_3.n_3)$$

(۴): عملگر جمع

$$\tilde{m}(+)\tilde{n} = (m_1 + n_1, m_2 + n_2, m_3 + n_3)$$

تعریف۴:

(۵): فاصله دو عدد طبق روش ورتکس

$$d(\tilde{m},\tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(m_1-n_1)^2+(m_2-n_2)^2+((m_3-n_3)^2)]}$$

تعریف ۵: متغیرهای کلامی متغیرهایی هستند که مقادیرشان عبارات زبانی می‌باشد. همچنین مقادیر زبانی این واژه توسط اعداد فازی ارائه می‌شود [۲۵].

روش تاپسیس فازی

تاپسیس (TOPSIS) Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution) توسط هوانگ و یون (Hwang &Yoon) در سال ۱۹۸۱ مطرح گردید. در این روش m گزینه توسط n شاخص مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. این تکنیک بر این مفهوم بنا شده است که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را از راه حل ایده آل مثبت (راه حلی که در میان معیارهای مثبت، بیشترین و در میان معیارهای منفی، کمترین باشد، $A+i$) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی (راه حلی که در میان معیارهای منفی، بیشترین و در میان معیارهای مثبت، کمترین باشد، $A-i$) داشته باشد (Chen,2000). در روش تاپسیس نظرات تصمیم گیرندگان به صورت اعداد قطعی ارائه می‌شود، این در حالی است که به طور واقع تعیین وزن دقیق معیارها و امتیازدهی به گزینه‌ها با توجه به هر معیار برای تصمیم‌گیرندگان ممکن نمی‌باشد و با پاره‌ای از خطا و ابهام همراه می‌باشد. استفاده از رویکرد فازی در جهت تعیین وزن اهمیت معیارها و امتیازدهی گزینه‌ها با توجه به هر معیار با استفاده از اعداد فازی به جای اعداد قطعی جهت رفع مشکل ابهام پیشنهاد شده‌است. درروش تاپسیس فازی ضرایب اهمیت معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها به صورت متغیرهای کلامی لحاظ شده‌اند. مراحل این روش به شرح زیر است [۲۶]:

مرحله اول: تعیین ضرایب اهمیت معیارها:

ضرایب اهمیت را می‌توان به طور مستقیم یا غیرمستقیم با استفاده مقایسه‌های زوجی به دست آورد. ارزیابی اهمیت معیارها توسط متغیرهای کلامی صورت پذیرفته است. یک گروه تصمیم‌گیری، با k تصمیم‌گیرنده موجود است. بنابراین ضریب اهمیت هر معیار و رتبه‌بندی گزینه‌ها در ارتباط با هر معیار با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه می‌شود.

(۶): $\tilde{x}_{ij} = {}^1/_k\,[\tilde{x}_{ij}{}^1(+)\tilde{x}_{ij}{}^2(+)\dots(+)\tilde{x}_{ij}{}^k]$

(۷): $\tilde{w}_{ij} = {}^1/_k\,[\tilde{w}_{ij}{}^1(+)\tilde{w}_{ij}{}^2(+)\dots(+)\tilde{w}_{ij}{}^k]$

مرحله دوم: تشکیل ماتریس تصمیم

$$\tilde{D} = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_i \\ \dots \\ A_m \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} C_1 & C_2 & \dots & C_j & \dots & C_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1j} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2j} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \tilde{x}_{i1} & \tilde{x}_{i2} & \cdots & \tilde{x}_{ij} & \cdots & \tilde{x}_{in} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mj} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \end{array} \quad :(۸)$$

$$\tilde{W} = [\tilde{W}_1, \tilde{W}_2, \dots, \tilde{W}_j, \dots, \tilde{W}_n] \quad :(۹)$$

به طوریکه A_i گزینه iام ، C_j معیار jام، $\tilde{x}_{ij}$ متغیر زبانی است و نتیجه ارزیابی گزینه A_i با توجه به معیار C_j می‌باشد که بصورت عدد فازی (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}) بیان شده است. w_7 متغیر زبانی مرتبط با وزن معیار jام است که این نیز به صورت عدد فازی بیان شده است.

مرحله سوم: تشکیل ماتریس تصمیم نرمالیزه شده

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m\times n} \quad :(۱۰)$$

r_{ij} با توجه به نوع معیار از فرمول‌های(۱۱) (ازنوع سود) یا (۱۲) (از نوع زیان) محاسبه شده است.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*}\right), \quad j \in B \quad :(۱۱)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}}\right), \quad j \in B \quad :(۱۲)$$

$$c_j^* = max_i\{c_{ij}\} \quad j \in B \quad :(۱۳)$$

$$a_j^- = min_i\{a_{ij}\}, j \in C \quad :(۱۴)$$

مرحله چهارم: محاسبه ماتریس نرمالیزه شده وزین

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m\times n} \quad :(۱۵)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(.)\, \tilde{w}_j \quad :(۱۶)$$

مرحله پنجم: راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_j^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \quad :(۱۷)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_j^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad :(۱۸)$$

به طوریکه $v_j^* = (1, 1, 1)$ و $v_j^- = (0, 0, 0)$ برای $j=1,2\dots,n$

مرحله ششم: محاسبه فاصله هر گزینه از راه حل گزینه ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی

$$d_i^* = \sum_{j=1}^{n}(\tilde{v}_{ij} - \tilde{v}_j^*), i = 1,2,\dots,m \quad :(۱۹)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^{n}(\tilde{v}_{ij} - \tilde{v}_j^-), i = 1,2,\dots,m \quad :(۲۰)$$

مرحله هفتم: محاسبه شاخص نزدیکی نسبی

$$CC_i = \frac{d_i^-}{(d_i^* + d_i^-)} \quad :(۲۱)$$

مرحله هشتم: در این مرحله بر اساس ترتیب نزولی CC_i می‌توان گزینه‌های موجود را بر مبنای بیشترین اهمیت رتبه‌بندی نمود.

مطالعه موردی: در این بخش کاربرد روش پیشنهادی جهت ارزیابی ریسک شغلی در صنعت نشان داده شده است. مکان مورد بررسی در این تحقیق یکی از شرکت‌های بهره برداری نفت و گاز است. در این تحقیق خطرات حاد شغل اپراتور ارشد که در واحد شیرین‌سازی فعال می‌باشد، مورد بررسی قرار گرفته است.

یافته‌ها

ابتدا با استفاده از روش آنالیز ایمنی شغلی که در بخش ۳-۱ بحث شد، خطرات و رویدادهای مهم در هر مرحله از کار اپراتور ارشد در واحد شیرین سازی، بوسیله تفکیک فعالیت‌ها و اقدامات وی در هنگام کار شناسایی شدند. خطرات شناسایی شده با استفاده از

جدول۴- ارزیابی ریسک واحد شیرین‌سازی با روش ویلیام فاین برای اپراتور ارشد

ردیف	خطرات/رویداد	ارزیابی ریسک				رتبه ریسک
		شدت وقوع	میزان تماس	احتمال وقوع	ریسک	
۱	گاز	۸	۲	۷	۱۱۲	۱
۲	تجهیزات در ارتفاع	۷	۲	۸	۱۱۲	۱
۳	تردد	۹	۲	۶	۱۰۸	۲
۴	استرس روانی	۵	۲	۷	۷۰	۳
۵	حریق	۸	۱	۷	۵۶	۴
۶	انفجار	۱۰	۲	۱	۲۰	۵
۷	الکتریسیته	۵	۱	۴	۲۰	۵
۸	ارتفاع	۸	۲	۱	۱۶	۶

روش آنالیز ایمنی شغلی شامل این موارد گردید: گاز، تردد، تجهیزات در ارتفاع، انفجار، حریق، استرس روانی، ارتفاع و الکتریسیته. با روش ویلیام فاین که از روش های ارزیابی ریسک می باشد، محاسبات انجام و نتیجه نهایی ارزیابی و رتبه بندی ریسک ها درجدول (۴) آمده است.

حال با روش پیشنهادی ارایه شده در این تحقیق محاسبات را انجام می‌دهیم. طبق مراحل ذکر شده در بخش ۳-۲ با مشخص نمودن معیارهای ارزیابی و وزن هر معیار، کار آغاز شد. معیارهای ارزیابی و ارجحیت آنها نسبت به هم بوسیله روش NGT مشخص شد. یک گروه ۳ نفره متشکل از ۲ نفر متخصص ایمنی صنعتی و ۱ نفر متخصص بهداشت حرفه‌ای گردهم جمع آمدند، سپس از اعضاء گروه خواسته شد تا نظرشان را راجع به معیارهای ارزیابی ریسک بیان نمایند. پس از نقد نظرات یکدیگر و حذف برخی از معیارهای بیان شده، ارجحیت معیارها نسبت به هم مشخص شدند. معیارهای ارزیابی ریسک در این واحد صنعتی حاصل از روش NGT عبارتند از: اقدامات پیشگیرانه، شدت وقوع پیامد، میزان تماس، احتمال وقوع پیامد، اقدامات حفاظتی، عدم تشخیص ریسک.اعضای گروه به هر کدام از معیارهای ارزیابی وزنی را اختصاص دادند (جداول۶و۵).

با مشخص شدن معیارهای ارزیابی، هر کدام از اعضاء گروه سه نفره (Decision Maker) (DM)، خطرات را بر اساس این شش معیار ارزیابی کردند (جدول۷). سپس با استفاده از فرمول (۶)و(۷) میانگین نظرات سه تصمیم گیرنده درباره معیارهای ارزیابی و رتبه‌بندی خطرات حاصل شد. پس از میانگین‌گیری ماتریس تصمیم حاصل شد. در مرحله بعدی با استفاده از فرمول‌های (۱۱) الی (۱۴) به نرمالیزه کردن ماتریس تصمیم پرداخته شد. لازم به یادآوری است که معیارهای شدت وقوع پیامد، میزان تماس، احتمال وقوع پیامد، عدم تشخیص ریسک، از نوع معیار سود است؛ زیرا با افزایش این معیارها عدد ریسک افزایش می‌یابد و معیارهای اقدامات حفاظتی و اقدامات پیشگیرانه از نوع معیار زیان می‌باشند زیرا با افزایش

جدول ۵- متغیرهای کلامی جهت تعیین وزن هر معیار

Very low(VL)	(1,1,3)
Low(L)	(1,3,5)
Medium (M)	(3,5,7)
High(H)	(5,7,9)
Very high(VH)	(7,9,9)

جدول۶- وزن اختصاص داده شده به هر معیار توسط هر تصمیم گیرنده

تصمیم گیرنده / معیار	DM1	DM2	DM3
شدت وقوع پیامد	H	M	M
احتمال وقوع (فرکانس وقوع)	M	M	M
میزان تماس	M	M	M
اقدامات حفاظتی	L	L	M
اقدامات پیشگیرانه	VH	H	VH
عدم تشخیص	VL	VL	L

جدول۷- رتبه بندی خطرات با توجه به معیارها در واحد شیرین سازی برای اپراتور ارشد

تصمیم گیرنده	معیار خطر	شدت وقوع پیامد	احتمال وقوع (فرکانس وقوع)	میزان تماس	اقدامات حفاظتی	اقدامات پیشگیرانه	عدم تشخیص
DM1	انفجار	VH	VL	L	M	ML	VL
	گاز	VH	ML	VL	ML	M	VL
	تردد	H	MH	VL	L	MH	L
	حریق	VH	MH	L	MH	H	H
	الکتریسیته	H	M	VL	MH	MH	MH
	ارتفاع	MH	L	L	M	M	L
	تجهیزات در ارتفاع	MH	H	VL	M	M	ML
	استرس روانی	M	MH	H	ML	VL	H
DM2	انفجار	H	L	VL	ML	ML	VL
	گاز	VH	ML	VL	ML	ML	VL
	تردد	MH	MH	VL	VL	M	VL
	حریق	VH	MH	ML	H	H	VH
	الکتریسیته	VH	M	L	MH	H	H
	ارتفاع	H	ML	VL	M	M	L
	تجهیزات در ارتفاع	M	H	VL	ML	M	ML
	استرس روانی	M	M	H	L	L	VH
DM3	انفجار	VH	VL	L	M	L	VL
	گاز	VH	MH	VL	M	MH	VL
	تردد	H	MH	VL	L	M	L
	حریق	H	H	L	H	H	MH
	الکتریسیته	H	MH	L	MH	MH	MH
	ارتفاع	H	VL	L	M	ML	VL
	تجهیزات در ارتفاع	MH	VH	VL	ML	ML	M
	استرس روانی	M	MH	VH	ML	L	H

این معیارها عدد ریسک کاهش می‌یابد.

مرحله بعدی، تشکیل ماتریس نرمالیزه وزین با استفاده از فرمول(۱۵) و(۱۶) است. پس از این مرحله، راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی تعیین شده که طبق روش chen(2000) به صورت زیر تعیین شده است:

$$A^* = \{(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1)\}$$

$$A^- = \{(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0)\}$$

سپس فاصله هر گزینه با گزینه ایده‌آل و گزینه ایده‌آل منفی یعنی مقادیر d_i^* و d_i^- با استفاده از فرمول (۱۹) و (۲۰) بدست آمده است، سپس مقدار نزدیکی نسبی CC_i را طبق فرمول (۲۱) محاسبه می نمائیم (جدول ۸).

در این مقاله، با استفاده از روش آنالیز ایمنی شغلی (JSA) خطرات موجود در شغل اپراتور ارشد در واحد شیرین‌سازی، شناسایی شد که شامل این موارد گردید: گاز، تردد، تجهیزات در ارتفاع، انفجار، حریق، استرس روانی، ارتفاع و الکتریسیته.

سپس معیارهای لازم برای رتبه‌بندی خطرات با استفاده از روش گروه اسمی (NGT) شناسایی شدند. معیارهای شناسایی شده بشح زیر به دست آمدند: اقدامات پیشگیرانه، شدت وقوع پیامد، میزان تماس،

جدول ۸- شاخص نزدیکی نسبی هر خطر

خطر	CC_i	اولویت
استرس روانی	۰,۳۷۹	۱
حریق	۰,۳۳۰	۲
تردد	۰,۳۱۴	۳
الکتریسیته	۰,۲۹۶	۴
تجهیزات در ارتفاع	۰,۲۹۱	۵
گاز	۰,۲۹۰	۶
انفجار	۰,۲۸۷	۷
ارتفاع	۰,۲۷۷	۸

احتمال وقوع پیامد، اقدامات حفاظتی، عدم تشخیص ریسک.

اعضای گروه به هر کدام از معیارهای ارزیابی وزنی را اختصاص دادند. مرحله بعد، اولویت بندی خطرات با استفاده از روش ویلیام فاین بود که با توجه به معیارها اولویت‌بندی به ترتیب به این صورت انجام گرفت: گاز و تجهیزات، تردد، استرس روانی ، حریق ، انفجار و الکترسیته و ارتفاع.

در نهایت با استفاده از روش پیشنهادی، اولویت بندی خطرات با استفاده از روش پیشنهادی انجام شد که با توجه به معیارها اولویت بندی به ترتیب به این یافته ها دست یافتیم: استرس روانی، حریق، تردد، الکتریسیته، تجهیزات در ارتفاع، گاز، انفجار، ارتفاع.

بحث و نتیجه‌گیری

با مقایسه روش پیشنهادی و روش ویلیام فاین مشخص شد که با در نظر گرفتن سه معیار: اقدامات حفاظتی، اقدامات پیشگیرانه و عدم تشخیص و همچنین با به کارگیری روش تاپسیس فازی در روش پیشنهادی ، نتایج رتبه‌بندی ریسک‌ها تغییر یافته است (مقایسه جدول ۴ با جدول ۸). یعنی هر چقدر سیستم‌های تشخیص خطر، و بالتبع آن اقدامات حفاظتی و کنترلی به درستی پیاده‌سازی شوند؛ به میزان قابل توجهی ریسک، کاهش می‌یابد.

در روش پیشنهادی چون وزن معیارهای ارزیابی در محاسبات میزان ریسک لحاظ گردید (جداول شماره ۵،۶و۷)؛ دو خطر دارای رتبه یافت نشد ولی در روش ویلیام فاین ، این اتفاق افتاد و در آن خطرات گاز و تجهیزات در ارتفاع هر دو رتبه ۱ را کسب نمودند و خطرات انفجار و الکتریسیته نیز هم‌زمان رتبه ۵ را اخذ نمودند (جدول ۴).

این مطالعه نشان داد که خطر استرس روانی در روش پیشنهادی در رتبه ۱ قرار گرفت ولی این خطر در روش ویلیام فاین حائز رتبه ۳ گردید. دلیل اصلی تغییر در رتبه این خطر، مربوط به مشکل تشخیص آن در روش ویلیام فاین است. ضمن اینکه مشکل تشخیص آن منجر به فقدان برنامه ریزی منسجم جهت کاهش استرس روانی است.

در روش پیشنهادی خطر گاز رتبه ۶ و خطر تجهیزات در ارتفاع رتبه ۵ را کسب نمود؛ در صورتی که در روش ویلیام فاین هر دو خطر گاز و تجهیزات در ارتفاع، مشترکاً در رتبه ۱ قرار گرفتند. این موضوع بیانگر این است که تا چه اندازه، اقدامات حفاظتی و پیشگیرانه و سیستم‌های تشخیص در محاسبه ارزیابی ریسک تأثیرگذار هستند. خطر گاز به دلیل وجود سیستم‌های تشخیص گاز و سیستم‌های حفاظتی و پیشگیرانه بدرستی مهار شده و به همین دلیل، عدد ریسک آن کاهش یافته و در رتبه ۶ قرار گرفته است. خطر تجهیزات در ارتفاع در روش پیشنهادی رتبه ۵ را کسب نموده است، که این نیز حاکی از پیاده‌سازی اقدامات حفاظتی و پیشگیرانه در این واحد می‌باشد.

در روش پیشنهادی خطرهای انفجار و الکتریسته به ترتیب در رتبه ۷ و ۴ قرار گرفتند؛ در صورتی که در روش ویلیام فاین هر دو خطر به طور مشترک رتبه ۵ را کسب نمودند. این نتیجه نیز بر تأثیر وجود سیستم‌های حفاظتی و پیشگیرانه و سیستم تشخیص تأکید دارد.

حال با توجه به موارد بیان شده در این مطالعه و ذکر این نکته که روش ویلیام فاین، به دلیل نادیده گرفتن شرایط واقعی و از طرفی دقت و صحت به کارگیری روش پیشنهادی در ارزیابی ریسک، استفاده از روش ارایه شده برای ارزیابی ریسک توصیه می‌گردد.

ارزیابی ریسک بخش مهمی از فرآیند مدیریت ریسک محسوب می‌شود که به منظور به حداقل رسانیدن ریسک‌های موجود در محیط اجرا می‌گردد. هدف از این تحقیق ارایه روشی مناسب برای ارزیابی ریسک می‌باشد. بنابراین ضروری است جهت ارزیابی ریسک، متدولوژی به کار گرفته شود که کاستی‌های روش‌های سنتی از جمله: در نظر نگرفتن همه معیارهای ارزیابی ریسک، نادیده انگاشتن وزن معیارها در فرآیند ارزیابی، فقدان روش نظام‌مند جهت اجماع نظرات اعضای تیم ارزیابی و ... را پوشش دهد. روش پیشنهادی مقاله با هدف چیرگی بر محدودیت‌های موجود مطرح شد.

با به کارگیری روش گروه اسمی (NGT)، به عنوان روشی ساختار یافته جهت یافتن معیارهای جدید، امکان تخصیص وزن اهمیت به معیارهای ارزیابی برای گروه ارزیابی فراهم شد. تخصیص وزن اهمیت معیار ارزیابی به صورت فازی، موجب بر طرف شدن ابهام در قضاوت‌های اعضاء گروه گشت. و علاوه بر موارد ذکر شده، روش ارائه شده چارچوب ریاضی برای محاسبات رتبه ریسک با استفاده از روش تاپسیس ارائه نمود که این با روش سنتی حاصلضرب احتمال و شدت در محاسبه ریسک بسیار متفاوت است.

این روش در یک مطالعه موردی به کار گرفته شد. در این مطالعه با تکیه بر نظرات خبرگان و استفاده از آنالیر ایمنی شغل خطرات شناسایی، سپس با روش گروه اسمی جهت ارزیابی ریسک‌های محیط ، معیارهای: شدت وقوع، احتمال وقوع، میزان تماس، اقدامات حفاظتی، اقدامات پیشگیرانه و قابلیت عدم تشخیص خطر شناسایی شدند. شایان ذکر است داده-های کمی و قضاوت‌های کیفی ارائه شده توسط سه تصمیم گیرنده در ارزیابی خطرات، با منطق فازی تحلیل شد. در نهایت اولویت‌بندی خطرات تشخیص داده شد که از اولویت بالا به پایین به ترتیب به صورت زیر حاصل گردید: استرس روانی، حریق، تردد، الکتریسیته، تجهیزات در ارتفاع، گاز، انفجار، ارتفاع. این در حالی است که در روش سنتی نتایج بصورت دیگری به دست آمد.

نتایج حاصل از روش پیشنهادی حاکی از آن است که روش تاپسیس فازی روشی مؤثر و کارا جهت ارزیابی خطرات می‌باشد، زیرا اولویت خطرات را به درستی مشخص نموده است. انجام تحقیقات مشابه با استفاده از سایر روش‌های تصمیم گیری چند معیاره (به جای تاپسیس که در این تحقیق به کار گرفته شد)، نظیر AHP فازی و PROMETHEE فازی، از پیشنهادات ادامه تحقیق حاضر است.

منابع

1. International Labour Organization, Report on the Replies to the Questionnaire on the Updating of the "List of Occupational Diseases" Annexed to the List of Occupational Diseases Recommendation, 2002 (No. 194) and on the Amendments to the List of Occupational Diseases Submitted to the Committee on Occupational Accidents and Diseases of the 90th Session of the International Labour Conference in 2002, 2005.
2. Alizadeh M., Tayebi AM., Falah MS. HSEQ-R total management system, 1st edn. Tehran; I.R.T.C.I. publication, 2008, 154-156. [Persian].
3. AS/NZS. Risk Management Standard, AS/NZS 4360: 2004. Jointly published by Standards Australia International Ltd., Sydney and Standards New Zealand, Wellington, (2004).
4. ISO: 17776, Petroleum and natural gas industries-Offshore production installations-Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment, International Organization for Standardization, Geneva; 2000.
5. BS OHSAS 18001, Occupational Health and Safety Management Systems, British Standard Institution; 2007.
6. Emblemsvåg J., Kjølstad L.E. Strategic risk analysis – a field version, Management Decision; 2002, 40 (9): 842–852.
7. Shafiei B., Fouladifar R., Heidari A. Evaluation of occupational accidents in the oil and gas drilling towers, The 3th National Congress of HSE Mangers & Experts of Oil Ministry, 2&3 May 2010, Tabriz.
8. Mure, S., Demichela, M. Fuzzy application procedure (FAP) for risk assessment of

occupational accidents. Journal of Loss Prevention in the Process Industry; 2009, 22: 593–599.

9. Tay, K. M. & Lim, C. P. On the use of fuzzy inference techniques in assessment models: part II: industrial applications. Fuzzy Optimization and Decision Making; 2008, 7: 283-302.

10. Alizadeh, A., Mehdi Gholami, M.H., Ariyani J. Risk assessment and maintenance of storage tanks, Effects on adjacent residential and industrial areas chemical and petrochemical company, The 3th National Congress of HSE Mangers & Experts of Oil Ministry, 2&3 May 2010, Tabriz.

11. Gu¨rcanli G.E., Mu¨ngen U. An occupational safety risk analysis method at construction sites using fuzzy sets, International Journal of Industrial Ergonomics;2009, 39 (2): 371–387

12. Braglia M., Frosolini M., & Montanari R. Fuzzy TOPSIS approach for failure mode, effects and criticality analysis, Quality and Reliability Engineering International;2003,19: 425–443.

13-Sagardi S.H., Rezaei A., Nazari A., et al. Evaluation and selection of risk responses through a multi-objective optimization model and fuzzy prioritization approach (case study: combined cycle power plant in Abadan), journal of Research and Technology Development;2011,5(3). [Persian]

14. Brauer R.L. Safety and Health forengineering, 2nd edn. New Jersey: a John Wiley& Sons Inc. publication, 2006, 645-663.

15. Bagheishini V., Hosseini S.J. Risk assessment & management based on 3D methods and results on North Khorasan Electric Distribution Company, 13th Electric Power Distribution Conference, 30 April & 1 May 2008, Rasht.

16. Adl J., Ghahramani A., Nasle Seraji J. Risk assessment in a sweetening unitin an Iranian Gas Refinery, Scientific Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research, 2005;3(4): 1-2. [Persian]

17. Adapted from Five-Step JHA Model To Aim for Safety and Efficient Operation, Alexander C. S. Chan. The Hong Kong Polytechnic, Hong Kong, 1995.

18. Identification of training and emergency planningneeds through job safety analysis; Jane Veltrie; Solar Energy Research Institute, Golden, CO 80401 (U.S.A); 19 (1986-1987) 337-343;

19. Karimi Azari A.R., Mousavi N., Mousavi S.F., et al. Risk assessment model selection in construction industry, Expert Systems with Applications; 2011, 38(8): 9105-9111.

20. Momeni M. New investigations in operation research 1st edn. Tehran, management factually of Tehran University Press, 2003, 261-262. [Persian].

21. Chen S.J., Hwang C.L. Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, 1st edn. Heidelberg, Springer Verlag, 1992, 123.

22. Al-Najjar B., Alsyouf I. Selecting the most efficient maintenance approach using fuzzy multiple criteria decision making, Int. J. Production Economics; 2003,84: 85–100.

23. Zimmermann H.J. Fuzzy Set Theory and its Applications, 3thedn. Norwell, Kluwer Academic Publishers, 2007, 213-220.

24. Kaufmann A., Gupta M.M. Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications,1st edn. New York, Van Nostrand Reinhold Co., 1991, 187-194.

25. Roghanian E., Rahimi J., Ansari A. Comparison of first aggregation and last aggregation in fuzzy group TOPSIS, Applied Mathematical Modeling, 2010, 34:3754–3766.

26. Chen C.T. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment, Fuzzy Sets and Systems, 2000, 114: 1-9.

Risk evaluation in the workplace using JSA, NGT and Fuzzy TOPSIS

A.R Shahraki[1], M. Moradi[2]

Received: 2011/10/03 Revised: 2012/02/14 Accepted: 2012/04/10

Abstract

Background and aims: Risk assessment is the most important function in the risk management process. Because of the lack of a proper methodology in this filed, organizations prefer to use simple approaches. These approaches are not capable of presenting an accurate ranking of dangers. In this research we develop a new methodology to assess risk in order to overcome the existing limitation of the simple approaches.

Methods: for identification of hazads, JSA method was used. In this paper nominal group technique (NGT) and Fuzzy TOPSIS are utilized in order to determine evaluation criteria and rank hazards, respectively. Finnally the rank of identified hazards first by William Fine method and then by the proposed approach were compared.

Results: Based on the current results and also on William Fine method, the hazards of fume and instruments in highth contributely were placed at the first rank, crossing at the second, psychological stress at the third, fire at the fourth, explosion and electricity contributely at fifth, and highth at sixth rank. However, based on the proposed method, psychological stress gained first rank, fire the second, crossing the third, the electricity the fourth, instruments the fifth, fume the sixth, explosion the seventh, and the highth the eighth.

Conclusion: Since the proposed method accompanying with the analyzer team ideas provide an effective methodology for risk evaluation. With regard to evaluation of realistic situations caused to determine proper criteria of hazards, thus, our proposed method is recommended an effective risk evaluation method.

Keywords: Risk, Multi-Attribute, NGT, Fuzzy TOPSIS.

1. **(Corresponding author)** Faculty member, University of Sistan and Baluchestan, Sistan and Baluchestan, Iran. shahrakiar@hamoon.usb.ac.ir
2. MSc in Industrial Engineering, Sistan and Baluchestan, Iran.