علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیستم، شماره یک، بهار ۹۷

ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی واحد بهره‌برداری پالایش گاه نفت خام گچساران با تلفیق روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و تجزیه و تحلیل حالات خرابی و شکست محیط‌زیستی

جهانبخش بالیست [1*]

j.balist@ut.ac.ir

بهرام ملک محمدی [2]

فائزه چهرآذر [3]

یاسر معرب [4]

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۱۴ **تاریخ پذیرش:۹۵/۲/۸**

چکیده

زمینه و هدف: ارزیابی ریسک روشی برای تعیین اندازه کمی و کیفی خطرات و پیامدهای ناشی از حوادث احتمالی بر روی افراد، مواد، تجهیزات و محیط‌زیست است. با انجام این کار میزان کارآمدی روش‌های کنترلی موجود مشخص شده و داده‌های با ارزشی برای تصمیم-گیری در زمینه کاهش ریسک فراهم می‌آید.

روش بررسی: در این تحقیق واحد بهره‌برداری پالایش گاه نفت گچساران مورد ارزیابی قرار گرفته‌است. هدف از این تحقیق ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی این واحد با روش‌ها و فنون به روز و ارایه راه‌کارهای کنترلی به منظور مدیریت این ریسک‌ها است. به کارگیری هم‌زمان روش‌های مختلف ارزیابی ریسک و فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند به ارزیابی و مدیریت بهینه ریسک‌ها کمک نماید. برای دست‌یابی به این هدف از ترکیب فنون تجزیه و تحلیل حالات خرابی بالقوه محیط‌زیستی [3] (EFMEA) با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی [4] (AHP) و روش ترجیح بر اساس مشابهت به راه حل ایده‌آل [5] (TOPSIS) استفاده شده است.

یافته‌ها: در ابتدا از طریق بازدید و اخذ نظرات کارشناسان از واحد مذکور ریسک‌ها شناسایی و بر اساس تاثیر روی مولفه‌های پنج‌گانه محیط‌زیست ارزش‌گذاری شدند. در ادامه عدد اولویت ریسک‌ها تعیین و وارد TOPSIS شد و رتبه‌بندی صورت گرفت.

۱- دانشجوی دکتری برنامه ریزی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران، ایران [*](مسوول مکاتبات)

۲- دانشیار گروه برنامه ریزی و مدیریت محیط‌زیست ، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران

۳-کارشناس ارشد آموزش محیط زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران

۴-دانشجوی دکتری برنامه ریزی محیط زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران

3- Environmental Failure-Mode and Effects Analysis

4- Analytical hierarchy process

5- Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج حاصل نشان می‌دهند که مهم‌ترین ریسک‌ها شامل آلاینده‌های خروجی از دودکش‌ها و بار اضافی منتقل به مشعل[1] است.

کلمات کلیدی: ارزیابی ریسک محیط‌زیستی، AHP، EFMEA، TOPSIS، پالایش گاه نفت خام گچساران

1- Flare

J.Env. Sci. Tech., Vol 20, No.1, Spring, 2018

Environmental Risk Assessment of Gachsaran Oil Refinery Production Unit by Integrating Multi Criteria Decision Making and Environmental Failure-Mode and Effects Analysis

Jahanbakhsh Balist [1 *]
J.balist@ut.ac.ir
Bahram Malek mohammadi[2]
Faeze Chehrzar [3]
Yasser Moarab [4]

Admission Date:April 27, 2016 Date Received: December 5, 2015

Abstract

Background and Objective: Risk assessment is a method to determine risk quantitative and qualitative and probable accident consequence on people, materials, equipment and environment. By doing so, existence controlling methods effectiveness are specified and valuable data for decision making in risk mitigating is produced.

Method: In this study, GACHSARAN oil refinery production unit is assessed. The purpose of this study is environmental risk assessment of this unit by updating methods and techniques and representing controlling strategies to manage these risks. Simultaneously use of several risk assessment and multi criteria decision making can lead to optimum risk management. To achieve this goal, the Environmental Failure-Mode and Effects Analysis (EFMEA), analytic hierarchy process (AHP) and Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) are used.

Findings: At first by site visiting and obtaining expert opinions of the unit, risks are identified and evaluated according to their effects on environmental of five components. In the following, risk priority number in specified and enter to TOPSIS and prioritized.

Discussion and Conclusion: The results showed that important risks are exhausted pollutant from stack and carry over to flare.

Keywords: Environmental Risk Assessment, AHP, TOPSIS, EFMEA, Gachsaran Oil Refinery.

1- Ph.D. student of environmental planning, faculty of environment, university of Tehran*****(*Corresponding Author)*
2- Associated professor of environment planning and management, faculty of environment, university of Tehran.
3- M.sc of environmental education, faculty of environment, university of Tehran
4- Ph.D. student of environmental planning, faculty of environment, university of Tehran

مقدمه

رابطه آدمی با محیط‌زیست در طول تاریخ بشری همواره به صورت تابعی از رفتار او با محیط‌زیستش بوده است. محیط-زیست مجموعه‌ای بسیار گسترده و درهم پیچیده از عوامل گوناگون است که بر اثر یک فرآیند و تکامل تدریجی موجودات زنده و اجزای سازنده سطح زمین به وجود آمده است بنابراین در فعالیت‌های انسان تاثیر گذاشته و از آن تاثیر می پذیرد (۱). پیشرفت‌های صنعتی، برنامه‌های توسعه و پروژه های زیربنایی با وجود تمام مزایا و منافعی که برای انسان به همراه داشته است سرمنشاء بسیاری از مخاطرات، ریسک‌ها و نارسایی های قابل‌توجهی نیز بوده‌اند (۲). در صنایع فرآیندی، به خصوص صنایع شیمیایی، معمولاً ماهیت مواد شیمیایی، اعم از سمیت، خورندگی و قابلیت انفجار می‌تواند وضعیت مخاطره‌آمیز ایجاد کند(۳).

امروزه فرآورده‌های مصرفی صنعت نفت چنان با زندگی روزمره آحاد مردم عجین شده‌است که در عمل، زندگی بدون استفاده از آن ها تصورناپذیر است (۴). با توسعه صنایع نفت، خطرات زیادی موجب محیط زیست می شود. به هر حال در این صنعت خطرات محیطی بالقوه‌ای ناشی از فعالیت‌های نفتی، محله‌ها و زیستگاه‌های مجاور یا نزدیک به آن ها را تهدید می کند (۵). لذا ضروری است که در جهت کاهش مخاطرات و پیامدهای سوء ناشی از آن ها از روش‌های ارزیابی ریسک استفاده نمود. نتایج حاصل از این ارزیابی‌ها می‌تواند جهت مدیریت و تصمیم-گیری در خصوص کنترل و کاهش ریسک‌ها و پیامدهای آن ها بدون نگرانی به کار رود (۲).

با استفاده از ارزیابی ریسک داده‌های بسیار با ارزشی برای تصمیم‌گیری در زمینه کاهش ریسک خطرات، به سازی محیط اطراف تاسیسات خطرناک، برنامه‌ریزی برای شرایط اضطراری، سطح ریسک قابل‌قبول، خط‌مشی‌های بازرسی و نگه داری در تاسیسات صنعتی و موارد دیگر فراهم می‌شود(۶).

ارزیابی ریسک فرآیندی است که نتایج آنالیز ریسک را با رتبه-بندی و یا مقایسه آن ها با مقادیر برای تصمیم‌گیری به کار می‌برد (۷). ارزیابی ریسک محیط‌زیستی علاوه بر بررسی و تحلیل جنبه‌های مختلف ریسک، ضمن شناخت کامل از محیط‌زیست منطقه تحت اثر، میزان حساسیت محیط-زیست متأثر و نیز ارزش‌های خاص محیط‌زیستی منطقه در نظر گرفته می‌شود (۸). روش‌های متنوعی برای ارزیابی ریسک محیط‌زیستی وجود دارد، از جمله این روش‌ها می توان به FMEA[1]، HAZAN و William Fine اشاره کرد که هر یک دارای مزایا و معایبی وابسته به محیط مورد مطالعه‌اند (۹). روش FMEA دارای کاربردهای بسیاری می‌باشد و متناسب با کاربردهای متنوع، FMEA های مختلفی وجود دارد که از آن جمله می توان به FMEA مربوط به محیط‌زیست، معادل EFMEA[2] اشاره نمود (۱۰).

ابراهیمیان دهاقانی و خادمی مال امیری (۱۳۸۹) در ارزیابی و الویت‌بندی ریسک واحد مصارف صنعتی تصفیه‌خانه آب اهواز از روش تطبیقی تصمیم‌گیری چند شاخصه (TOPSIS) با روش HAZOP بهره جسته‌اند (۱۱). جوزی و همکاران (۱۳۸۹) در تجزیه و تحلیل ریسک‌های فیزیکی سد بالارود خوزستان در مرحله ساختمانی از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه TOPSIS و AHP بهره برده اند (۱۲). رحیمی-بلوچی و ملک‌محمدی (۱۳۹۰) در ارزیابی ریسک محیط-زیستی تالاب بین‌المللی شادگان از روش‌های ویلیام‌فاین و AHP استفاده کرده اند (۱۳). ونگ و همکاران (2011) با استفاده از روش یکپارچه DEA-AHP در ارزیابی ریسک ۲۰ ساختار پل و رتبه‌بندی آن ها استفاده کردند (۱۴). در مطالعه‌ای Allen و همکاران (2009) برای تجزیه و تحلیل خطرات ناشی از اجزا جهت کنترل کیفیت و جلوگیری از مصرف مولد خطرناک الکترونیکی در تایوان از روش FMEA و در محاسبه عدد ریسک از روش AHP استفاده کرده اند (۱۵). جوزی و همکاران در سال (۲۰۱۲) مطالعه‌ای را با عنوان ارزیابی ریسک محیط‌زیستی نیروگاه گازی در جنوب ایران انجام دادند (۹). کانیا و همکاران در سال (۲۰۱۴) تحقیقی تحت عنوان ارزیابی کاربرد روش FMEA در مدیریت محیط زیست انجام دادند (۱۶). مقدم و همکاران در سال (۲۰۱۵) در تحقیقی

1- Failure-Mode and Effects Analysis
2-Environmental Failure-Mode and Effects Analysis

اقدام به ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی اکوسیستم‌های تالابی با تلفیق روش‌های آنالیز درخت خطا و تجزیه و تحلیل حالات خرابی بالقوه محیط‌زیستی نمودند (۱۷).

در این تحقیق به منظور ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی واحد بهره‌برداری پالایش گاه نفت خام گچساران از ترکیب روش‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، EFMEA و TOPSIS استفاده شد. برای دست یابی به یک روش بهینه برای شناسایی و ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی این واحد، در ابتدا اقدام به شناسایی ریسک‌های موجود از طریق بازدید، تقسیم‌بندی واحد به بخش‌های مجزا و اخذ نظرات کارشناسان شد و با فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی ریسک‌ها اولویت‌بندی شدند. سپس با استفاده از EFMEA عدد اولویت‌بندی ریسک‌ها تعیین و با روش TOPSIS اولویت‌بندی نهایی صورت پذیرفت. در مطالعات پیشین EFMEA به تنهایی و یا در ترکیب با TOPSIS استفاده شده‌است. در این تحقیق علاوه بر این روش‌ها از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی نیز به منظور تدوین یک مدل بهینه برای ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی استفاده شده-است.

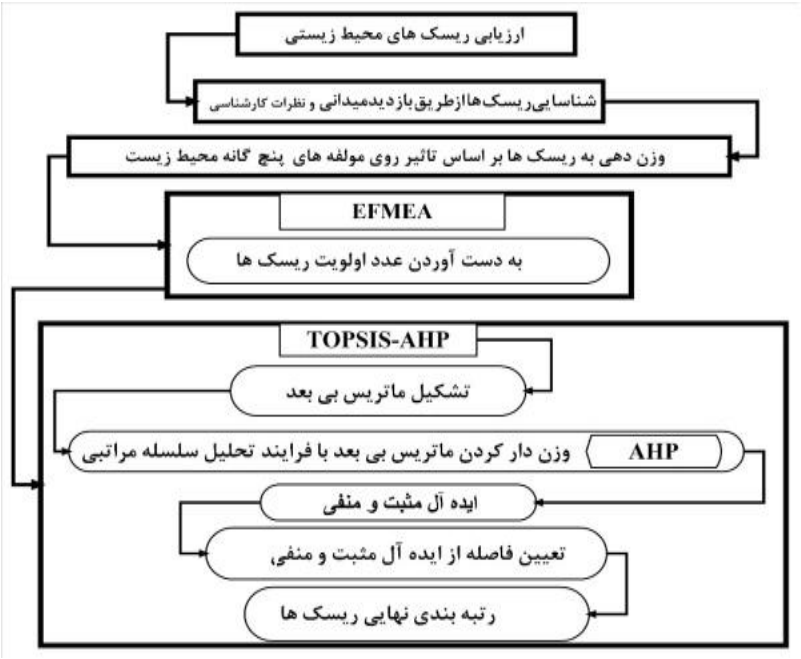
روش بررسی

۱. منطقه مورد مطالعه

شرکت بهره‌برداری نفت و گاز گچساران، شرکت نفت و گاز ایرانی است و یکی از شرکت‌های تابعه شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب می‌باشد. اداره مرکزی این شرکت در شهر گچساران، استان کهگیلویه و بویراحمد واقع شده ولی تاسیسات شرکت در چهار استان خوزستان، بوشهر، کهگیلویه و بویراحمد و فارس قراردارد (۱۸). در پالایش گاه‌های موجود در گچساران وقایع آلوده‌کننده و ناگواری در سال‌های اخیر اتفاق افتاده است که با ارزیابی و مدیریت ریسک می‌توان از تکرار آن ها جلوگیری نمود. در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ دو مورد ترکیدگی و نشتی در منطقه «دره‌مرگ» و «رودخانه کمبل» باعث تخریب و آلودگی‌های جبران ناپذیری شده است (۱۹ و ۲۰).

۲. روش تحقیق

این پژوهش بر مبنای چارچوب کلی که در شکل (۱) آورده شده، به انجام رسیده است.



شکل ۱- نمودار روند تحقیق

Fig 1. Research approach flow chart

در این تحقیق ابتدا با بررسی روش‌ها و شیوه های مختلف مورد استفاده در ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی، ترکیبی از روش‌ها و روش‌های فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به همراه EFMEA و TOPSIS به منظور بهینه‌نمودن فرآیند ارزیابی به کار گرفته-شد. در زیر هر کدام از این روش‌ها و نحوه ترکیب آن ها تشریح شده‌است. در ابتدا ریسک‌ها توسط تیم ارزیاب شناسایی می-شوند و سپس اثراتی که این ریسک ها روی محیط‌زیست می-گذارند تعیین می‌شوند. بر اساس نظریات کارشناسی اثر هر کدام از ریسک‌ها بر محیط‌زیست امتیازدهی می‌شود و از امتیاز صفر (اثر ندارد) تا امتیاز ۵ (بیش ترین اثرگذاری) به ریسک‌ها داده می‌شود. سپس RPN هایی که از روش EFMEA به دست آمده‌است در نظریات کارشناسی ضرب شده و ماتریس بی‌بعد TOPSIS تشکیل می‌شود. این ماتریس باید وزن‌دار شود. برای وزن‌دهی از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شده‌است. در مراحل بعدی این وزن‌ها در ماتریس بی-بعد ضرب شده و ماتریس بی‌بعد وزن‌دار تشکیل می‌شود. سپس طبق روابط موجود در روش TOPSIS فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی محاسبه شده و CL نیز محاسبه می‌شود. بدین ترتیب اولویت ریسک‌ها مشخص می‌گردد. در ادامه کلیات سه روش AHP، TOPSIS و EFMEA ارایه می‌شود. نحوه ترکیب روش‌ها در شکل (۱) آورده شده‌است.

۲-۱ فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)

این فرآیند در سال ۱۹۸۰ به وسیله توماس ساعتی (Saaty) ارایه شده است (۲۰ و ۲۱). روش AHP یکی از شناخته‌شده-ترین روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است که در حوزه‌های مختلف کاربردی مورد استقبال قرار گرفته‌است. با تحقیقاتی که توسط Saaty و Vargas (۱۹۹۱) انجام گرفت، یک دامنه برای مقایسه معیارها پیشنهاد شد که شامل مقادیر عددی ۱ تا ۹ می‌شود (۲۳).

۲-۲ تاپسیس

مدل مذکور توسط هوانگ ویون پیشنهاد گردید که به منظور حل مسایل مدیریتی و اولویت‌بندی مشکلات مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مدل m گزینه با n شاخص ارزیابی می‌شود. اساس این روش بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کم‌ترین فاصله را با راه حل ایده‌آل مثبت و بیش ترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی داشته‌باشد(۲۴ و ۲۵).

۲-۳ روش EFMEA

به منظور ارزیابی ریسک جنبه‌های محیط‌زیستی شناسایی شده از روش EFMEA استفاده می‌گردد. در این روش ابتدا مطالعاتی در مورد وضعیت موجود در قالب چک لیست‌ها و بازدیدهای میدانی صورت می‌گیرد و با استفاده از نتایج به دست‌آمده از وضعیت موجود، جنبه های مثبت و منفی محیط-زیستی در شرایط نرمال، غیرنرمال و اضطراری مورد شناسایی قرار گرفته و شدت اثر، احتمال وقوع و احتمال کشف مورد آنالیز قرار می‌گیرند (۲۶).

نحوه امتیازدهی و اولویت‌بندی خطرها: در این روش امتیاز خطر جنبه‌ها و آثار محیط‌زیستی آن ها بر اساس جداول رتبه‌بندی شدت اثر، رتبه‌بندی احتمال وقوع و رتبه‌بندی میزان تماس و از محاسبه خاصل ضرب آن ها محاسبه می‌گردد.

$$RPN = P*S*C \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه ذیل :

P: امتیاز حاصل از جدول رتبه‌بندی احتمال وقوع خطر یا احتمال تأثیر آن ها

S: امتیاز حاصل از جدول رتبه‌بندی شدت پیامد خطر و

C: امتیاز حاصل ازجدول رتبه‌بندی میزان تماس یا عوامل بالقوّه خطرناک است.

جداول سه‌گانه مربوط به روش EFMEA بر اساس منابع اطلاعاتی و با بومی‌سازی برای واحد مذکور بر اساس نظریات کارشناسان محیط‌زیست و HSE شرکت مذکور گردآوری شده‌اند.

جدول ۱- احتمال وقوع پیامد محیط‌زیستی

Table 1.The possibility of environmental consequences

نام طبقه	رتبه	شرح
خیلی‌زیاد	۱۰	در منطقه مورد مطالعه به طور مکرر رخ می دهد (مداوم)
نسبتاًزیاد	۸	در منطقه مورد مطالعه چندین بار رخ می دهد (روزی یک بار)
زیاد	۶	در منطقه مورد مطالعه به طور متوسط رخ می دهد (چند بار در هفته)
متوسط	۴	در منطقه مورد مطالعه کم و بیش (گاه به گاه) رخ می دهد (چند بار در ماه)
کم	۲	احتمال رخداد آن در طول عمر فرد یا فعالیت های منطقه مورد مطالعه هرچند کم ولی وجود دارد (یک بار در ماه یا کم تر)
نسبتاًکم	۱	در منطقه مورد مطالعه چند بار در سال رخ می دهد
خیلی‌کم	۰/۵	در منطقه مورد مطالعه یک بار در سال یا کم تر رخ می دهد

(۲۷ و ۲۸)

جدول ۲- شدت اثر پیامد محیط‌زیستی

Table 2. The severity of environmental consequences

نام طبقه	رتبه	شرح
فاجعه بار	۱۰	تخریب غیر قابل جبران منابع و عدم انجام اقدامات موثر در زمینه کاهش و کنترل آن، انتشار وسیع آلودگی در خارج از سایت، اثر بین المللی روی شهرت سازمان، مصرف بیش از حد منابع و انرژی، خسارت مالی خیلی زیاد (بیش از ۳ میلیارد تومان)
بحرانی	۸	تخریب منابع به شکل قابل جبران همراه با اقدامات کنترلی، انتشار آلاینده ها در داخل و خارج سایت، به همراه تاثیر حادثه در کل محیط سازمان، مصرف منابع طبیعی، اثر ملی روی شهرت سازمان، مصرف نسبتاً زیاد منابع و انرژی، خسارات مالی نسبتاً زیاد (۲ تا ۳ میلیارد تومان)
زیاد	۶	تخریب منابع به شکل قابل جبران همراه با اقدامات کنترلی، مصرف منابع طبیعی همراه با کمی صرفه جویی و تولید آلاینده ها در داخل سایت، اثر منطقه ای روی شهرت سازمان، مصرف زیاد منابع و انرژی، خسارت مالی زیاد (۱ تا ۲ میلیارد تومان)
متوسط	۴	مصرف متوسط منابع طبیعی و تولید آلاینده ها در بخش یا قسمتی از سایت، اثر استانی روی شهرت سازمان، مصرف متوسط منابع و انرژی، خسارت مالی متوسط (۱۰۰ میلیون تا ۱ میلیارد تومان)
کم	۲	مصرف محدود منابع طبیعی و تولید آلاینده به میزان نه چندان قابل توجه، محدوده تاثیر در محل وقوع حادثه، اثر درون سازمانی روی شهرت سازمان، خسارت مالی کم (۲۰ تا ۱۰۰ میلیون تومان)
خیلی کم	۱	مصرف خیلی کم منابع طبیعی و تولید آلاینده در حد استاندارد، اثر درون واحدی روی شهرت سازمان، خسارت مالی خیلی کم (کم تر از ۲۰ میلیون تومان)
ناچیز	۰/۵	بدون نیاز به بررسی های بیش تر، بدون مصرف منابع و غلظت آلاینده کم تر از حد استاندارد، بدون اثر روی شهرت سازمان، بدون خسارت مالی

(۲۷ و ۲۸)

جدول ۳- احتمال کشف (شناسایی) پیامد محیط‌زیستی

Table 3.The identify of environmental consequences

نام طبقه	رتبه	شرح
غیر ممکن	۱۰	با استفاده از کنترل ها و دستورالعمل های موجود غیر ممکن است که بتوان جنبه/ خطر یا پیامد/ حادثه ناشی از آن را شناسایی و کنترل کرد.
خیلی کم	۸	با استفاده از کنترل ها و دستورالعمل های موجود احتمال خیلی کمی برای تشخیص و کنترل جنبه/ خطر یا پیامد/ حادثه ناشی از آن وجود دارد.
کم	۶	با استفاده از کنترل ها و دستورالعمل های موجود احتمال کمی برای تشخیص و کنترل جنبه/ خطر یا پیامد/ حادثه ناشی از آن وجود دارد.
نسبی	۴	با استفاده از کنترل ها و دستورالعمل های موجود احتمال نسبی برای تشخیص و کنترل جنبه/ خطر یا پیامد/ حادثه ناشی از آن وجود دارد.
زیاد	۲	با استفاده از کنترل ها و دستورالعمل های موجود احتمال زیاد برای تشخیص و کنترل جنبه/ خطر یا پیامد/ حادثه ناشی از آن وجود دارد.
خیلی زیاد	۱	با استفاده از کنترل ها و دستورالعمل های موجود احتمال خیلی زیادی برای تشخیص و کنترل جنبه/ خطر یا پیامد/ حادثه ناشی از آن وجود دارد.
اطمینان بالا	۰/۵	با استفاده از کنترل ها و دستورالعمل های موجود حتماً می توان جنبه/ خطر یا پیامد/ حادثه ناشی از آن را شناسایی و کنترل کرد.

(۲۷ و ۲۸)

یافته ها

در ابتدا ریسک‌های موجود در منطقه مورد مطالعه توسط تیم ارزیاب و اخذ نظرات کارشناسان شناسایی شدند. همان طور که در جدول (۴) آورده شده، ۱۸ مورد ریسک شناسایی شدند. آثار هر کدام از ریسک‌ها نیز بر محیط‌زیست در این جدول آورده‌شده، سپس بر اساس جدول‌های (۱، ۲ و ۳) احتمال‌وقوع، شدت اثر و احتمال‌کشف هر کدام محاسبه شده‌است و با ضرب این سه شاخص عدد اولویت ریسک در این مرحله به دست آمده‌است.

جدول ۴- ریسک‌های شناسایی‌شده و عدد اولویت ریسک آن ها

Table 4. Identified risks and their priority number

فعالیت	ریسک محیط‌زیستی	آثار محیط‌زیستی *	احتمال وقوع	شدت اثر	احتمال کشف	RPN
خطوط لوله از چاه تا واحد بهره‌برداری	نشت و ترکیدگی نفت تحت فشار	۵-۳-۱	۴	۴	۶	۹۶
	نشتی خطوط	۵-۳-۱	۴	۴	۴	۶۴
شیر نمونه‌گیری	شن و خاک آلوده	۳-۱	۶	۴	۴	۶۴
	ضایعات مکانیکی	۵-۳-۱	۶	۴	۴	۹۶
تلمبه تزریق تعلیق‌شکن	ریخت و پاش ماده تعلیق‌شکن	۳-۱	۴	۴	۴	۶۴

توربین	نشت روغن از توربین	۵-۳-۱	۶	۴	۴	۹۶
	پساب شست و شو	۳-۱	۶	۴	۴	۹۶
دیزل ژنراتور	سوخت دیزل	۵-۳-۱	۶	۴	۴	۹۶
	آلاینده‌های خروجی از دودکش	۳	۴	۶	۶	۱۴۴
	صدای بالای ۷۵ دسی بل	۴	۴	۴	۴	۶۴
مشعل	انتشار هیدروکربن‌های گازی	۲	۶	۴	۶	۱۴۴
	نشت و ترکیدگی نفت در فشار پایین	۵-۳-۱	۲	۴	۶	۴۸
	بار اضافی انتقال داده شده به مشعل	۵-۲	۴	۴	۶	۹۶
گودال تبخیر	انتشار مواد هیدروکربنی به هوا	۲	۴	۶	۲	۴۸
	انتشار به آب و خاک	۳-۱	۲	۴	۶	۴۸
گودال آب و نفت	لجن نفتی	۳-۱	۴	۴	۴	۶۴
سیستم انبارش مواد	پساب صنعتی	۳-۱	۶	۴	۴	۹۶
	بشکه	۵-۳-۱	۲	۴	۴	۳۲

*۱. آلودگی آب ۲. آلودگی هوا ۳. آلودگی خاک ۴. آلودگی صوتی ۵. تباهی منابع

پس از به دست آوردن عدد اولویت ریسک، باید ماتریس بی‌بعد برای وارد نمودن در روش TOPSIS ایجاد شود. برای این منظور اعداد اولویت ریسک در میانگین نظرات کارشناسی ضرب می‌شود و ماتریس تشکیل خواهدشد. برای وزن‌دار کردن ماتریس بی‌بعد از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بهره گرفته می‌شود و ادامه مراحل TOPSIS برای رتبه‌بندی ریسک‌ها انجام می‌گردد. به منظور مقایسه عوامل ریسک محیط‌زیستی بحرانی، باید ماتریس به یک ماتریس بدون بعد انتقال داده‌شود، بنابراین تک‌تک عوامل ماتریس در نظریات کارشناسی ضرب و ماتریس بی‌بعد تشکیل می‌شود. در مرحله بعد عدد اولویت هر ریسک باید در نظر کارشناس بر اساس محیط پذیرنده ریسک ضرب شود. نظریات کارشناسی به ریسک‌هایی که کم ترین اثر (یا بدون اثر) را بر محیط پذیرنده دارند، ارزش صفر و به ریسک‌هایی که بیش ترین اثر را دارند، ارزش ۵ می‌دهد. محیط‌های پذیرنده شامل آلودگی هوا، آلودگی آب، آلودگی خاک، آلودگی صوتی و اتلاف منابع است که در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول ۵- ماتریس بی‌بعد ریسک‌های محیط‌زیستی و محل پذیرنده آن ها

Table 5. Normal matrix of environmental risks and their receptors

ریسک‌های محیط‌زیستی		RPN	اثرات محیط‌زیستی									
			آلودگی هوا		آلودگی خاک		آاودگی آب		آلودگی صوتی		اتلاف منابع	
			نظر کارشناس	حاصل ضرب	نظر کارشناس	حاصل ضرب	نظر کارشناس	حاصل ضرب	نظر کارشناس	حاصل ضرب	نظر کارشناس	حاصل ضرب
نشت و ترکیدگی نفت تحت فشار	A1	۹۶	۱	۹۶	۵	۴۸۰	۴	۳۹۶	۱	۹۶	۳	۲۸۸
نشتی خطوط	A2	۶۴	۱	۶۴	۴	۲۵۶	۴	۲۵۶	۱	۶۴	۲	۱۲۸
شن و خاک آلوده	A3	۶۴	۱	۶۴	۴	۲۵۶	۴	۲۵۶	۰	۰	۱	۶۴
ضایعات مکانیکی	A4	۹۶	۱	۹۶	۳	۲۸۸	۲	۱۹۲	۱	۹۶	۳	۲۸۸
ریخت و پاش ماده تعلیق‌شکن	A5	۶۴	۲	۱۲۸	۳	۱۹۶	۲	۱۲۸	۰	۰	۲	۱۲۸
نشت روغن از توربین	A6	۹۶	۲	۱۹۲	۲	۱۹۲	۲	۱۹۲	۰	۰	۲	۱۹۲
پساب شست و شو	A7	۹۶	۱	۹۶	۳	۲۸۸	۳	۲۸۸	۱	۹۶	۲	۱۹۲
سوخت دیزل	A8	۹۶	۲	۱۹۲	۲	۱۹۲	۲	۱۹۲	۰	۰	۲	۱۹۲
آلاینده های خروجی از دودکش	A9	۱۴۴	۳	۴۳۲	۱	۱۴۴	۱	۱۴۴	۲	۲۸۸	۲	۲۸۸
صدای بالای ۷۵ دسی بل	A10	۶۴	۱	۶۴	۱	۶۴	۱	۶۴	۴	۲۵۶	۱	۶۴
انتشار هیدروکربن‌های گازی	A11	۱۴۴	۳	۴۳۲	۲	۲۸۸	۱	۱۴۴	۰	۰	۲	۲۸۸
نشت و ترکیدگی نفت در فشار پایین	A12	۴۸	۱	۴۸	۳	۱۴۴	۳	۱۴۴	۰	۰	۳	۱۴۴
بار اضافی انتقال داده شده به مشعل	A13	۹۶	۴	۳۸۴	۱	۹۶	۱	۹۶	۲	۱۹۲	۴	۳۸۴
انتشار مواد هیدروکربنی به هوا	A14	۴۸	۴	۱۹۲	۱	۴۸	۱	۴۸	۱	۴۸	۲	۹۶
انتشار به آب و خاک	A15	۴۸	۰	۰	۴	۱۹۲	۴	۱۹۲	۰	۰	۳	۱۴۴
لجن نفتی	A16	۶۴	۱	۶۴	۳	۱۹۲	۳	۱۹۲	۰	۰	۳	۱۹۲
پساب صنعتی	A17	۹۶	۱	۹۶	۲	۱۹۲	۲	۱۹۲	۰	۰	۳	۲۸۸
بشکه	A18	۳۲	۰	۰	۲	۶۴	۲	۶۴	۲	۶۴	۳	۹۶

در این مرحله با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به هر کدام از ریسک‌ها وزن داده می‌شود. پس از مقایسات زوجی در محیط نرم افزار Expert choice اوزان هر کدام از ریسک-ها طبق جدول (۶) تعیین شد.

جدول ۶- وزن ریسک‌های شناسایی شده با استفاده از AHP

Table 6. Identified risks weight by AHP

ردیف	ریسک	وزن	ردیف	ریسک	وزن	ردیف	ریسک	وزن
۱	نشت و ترکیدگی نفت تحت فشار	۰/۰۶	۷	پساب شست و شو	۰/۰۶	۱۳	بار اضافی انتقال داده شده به مشعل	۰/۰۹
۲	نشتی خطوط	۰/۰۵	۸	سوخت دیزل	۰/۰۴	۱۴	انتشار مواد هیدروکربنی به هوا	۰/۰۵
۳	شن و خاک آلوده	۰/۰۴	۹	آلاینده های خروجی از دودکش	۰/۰۸	۱۵	انتشار به آب و خاک	۰/۰۷
۴	ضایعات مکانیکی	۰/۰۲	۱۰	صدای بالای ۷۵ دسی بل	۰/۰۷	۱۶	لجن نفتی	۰/۰۸
۵	ریخت و پاش ماده تعلیق‌شکن	۰/۰۳	۱۱	انتشار هیدروکربن‌های گازی	۰/۰۵	۱۷	پساب صنعتی	۰/۰۷
۶	نشت روغن از توربین	۰/۰۵	۱۲	نشت و ترکیدگی نفت در فشار پایین	۰/۰۶	۱۸	بشکه	۰/۰۳

در این مرحله، ماتریس بی‌مقیاس شده (N) در گام قبل در وزن شاخص‌های به دست آمده در روش فرآیند تحلیل سلسله-مراتبی ضرب می‌شود. در انتخاب عوامل ریسک محیط‌زیستی در این پژوهش، هر ۵ شاخص محیط‌زیستی دارای جنبه منفی می-باشند اما با توجه به این که می‌خواهیم ریسک‌های بالا به ترتیب بحرانی‌بودن مورد الویت‌بندی قرار بگیرد (یعنی گزینه ها منفی می‌باشند) لذا بر این اساس، بهترین مقادیر برای شاخص، بزرگ ترین عدد ماتریس و بدترین مقادیر برای شاخص، کم ترین عدد ماتریس در نظر گرفته شده است.

ایده‌آل مثبت: هر چه قدر مقدار شاخص افزایش یابد، میزان بحرانی‌بودن عامل ریسک محیط‌زیستی افزایش خواهد یافت.

ایده‌آل منفی:هر چه قدر مقدار شاخص کاهش یابد، میزان بحرانی‌بودن عامل ریسک محیط‌زیستی کاهش خواهد یافت.

در مرحله محاسبه اندازه جدایی (فاصله) و محاسبه نزدیکی نسبی به راه‌حل ایده‌آل فاصله اقلیدسی هر عامل ریسک محیط-زیستی از جواب‌های کانون مثبت و منفی مربوط به شاخص‌های مساله و نزدیکی نسبی به راه‌حل ایده‌آل، محاسبه گردید و رتبه‌بندی گزینه‌ها صورت گرفت. هر گزینه‌ای که CL آن بزرگ تر باشد، ارجحیت دارد و بهتر است.

نتایج به دست آمده از روش TOPSIS در جدول (۸)، نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن ۵ شاخص محیط‌زیستی و ۱۸ عامل ریسک محیط‌زیستی بار اضافی انتقال داده شده به مشعل و آلاینده‌های خروجی از دودکش با ۰/۵۷ مهم ترین ریسک‌ها بودند. سایر ریسک‌ها به ترتیب اولویت در جدول (۷) آمده است.

جدول ۷- رتبه‌بندی گزینه‌ها

Table 7.Options ranking

علامت اختصاری ریسک	ریسک	ارزش ریسک	علامت اختصاری ریسک	ریسک	ارزش ریسک
A13	بار اضافی انتقال داده شده به مشعل	۰/۵۷۳	A10	صدای بالای ۷۵ دسی بل	۰/۵
A9	آلاینده های خروجی از دودکش	۰/۵۷۳	A12	نشت و ترکیدگی نفت در فشار پایین	۰/۵
A1	نشت و ترکیدگی نفت تحت فشار	۰/۵۳۴	A14	انتشار مواد هیدروکربنی به هوا	۰/۵
A11	انتشار هیدروکربن‌های گازی	۰/۵۰۳	A16	لجن نفتی	۰/۵
A7	پساب شست و شو	۰/۵۰۳	A18	بشکه	۰/۵
A2	نشتی خطوط	۰/۵	A17	پساب صنعتی	۰/۴۹۵
A4	ضایعات مکانیکی	۰/۵	A15	انتشار به آب و خاک	۰/۴۵۲
A6	نشت روغن از توربین	۰/۵	A3	شن و خاک آلوده	۰/۴۱۲
A8	سوخت دیزل	۰/۵	A5	ریخت و پاش ماده تعلیق‌شکن	۰/۳۷۳

بحث و نتیجه گیری

روش‌های متنوعی برای ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی وجود دارد که هر کدام دارای نقاط قوت و ضعف خاص خود با توجه به محیط و نمونه مورد بررسی هستند. انتخاب یک روش برای ارزیابی ریسک یک اقدام نسبی است و نمی‌توان به طور قطع در مورد تناسب یک روش برای ارزیابی ریسک تصمیم گرفت. با ترکیب روش‌های موجود و نوین ارزیابی می‌توان ریسک‌های محیط‌زیستی در محیط‌های مختلف را در راستای نیل به توسعه پایدار تا حد قابل‌ملاحظه‌ای کاهش و مدیریت نمود. در این تحقیق با هدف ارزیابی و مدیریت ریسک‌های واحد بهره‌برداری پالایش گاه نفت خام گچساران از ترکیب روش‌های فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی با EFMEA و TOPSIS به منظور دست‌یابی به روشی بهینه استفاده شد. در ابتدا ریسک‌های مربوط به واحد مذکور از طریق بازدید و بررسی واحد و اخذ نظرات کارشناسان شناسایی شدند و سپس شاخص‌های محیط-زیستی که شامل ۵ مورد آب، خاک، هوا، صوت و مصرف منابع هستند، تعیین و اثرات ریسک‌ها بر هر کدام از این شاخص‌ها با نظرات کارشناسی امتیازدهی شدند. سپس برای وارد نمودن ریسک‌ها به روش TOPSIS، عدد اولویت ریسک‌ها که از روش EFMEA به دست آمده، با نظریات کارشناسی مرحله قبل به صورت ماتریس درآمدند. پس از آن برای وزن‌دار کردن ماتریس، وزن مربوط به هر ریسک که از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به دست آمده‌بود در درایه‌های ماتریس ضرب‌شده و در ادامه، ریسک‌ها اولویت‌بندی شدند. نتیجه این کار مشخص‌کردن ریسک‌های بار اضافی انتقال داده شده به مشعل و آلاینده‌های خروجی از دودکش به عنوان ریسک‌های مهم بود و سایر ریسک‌ها نیز به ترتیب اولویت مشخص شده‌اند. در نهایت برای هرکدام از این ریسک‌ها راه کارهایی به منظور کاهش و مدیریت این ریسک‌ها ارایه شدند. به کارگیری هم‌زمان روش‌های تصمیم‌گیری با روش‌های ارزیابی ریسک می‌تواند کمک شایانی به مدیریت بهینه ریسک‌ها نماید. در این راستا و در این پژوهش دو روش تصمیم‌گیری به صورت هم زمان در دو مرحله فرآیند ارزیابی و مدیریت ریسک به کار گرفته شدند. روش‌های تصمیم-گیری از به وجود آمدن خطاهای تصمیم‌گیری انسانی جلوگیری نموده و سعی در مدیریت و هم‌راستایی آن ها دارد. در فرآیند ارزیابی ریسک در این تحقیق از دخالت تصمیم‌گیری‌های انسانی خودسر و بدون نظم با به کارگیری این روش‌ها جلوگیری شده است. به کارگیری درست و به جای روش‌های تصمیم‌گیری در مراحل مختلف فرآیند ارزیابی ریسک می‌تواند نقش مهمی در بهینه‌بودن و کارایی فرآیند داشته باشد.

Reference

1. Farshidnezhad, mohammad reza, 2004, *Familiarity with Environmental Pollutions, 1th Edition, Tehran, Adineh publication (In Persian).*
2. Mirjalili, alireza, mirjalili, aliasghar, 2009, *fundamental of environmental risk assessment and management, 1th Edition, Yazd, Andishmandan Yazad publication, Volume II (In Persian).*
3. Rashtchian, davood and, hashemi, vahid, 2007, *Hazop study in izeromax unit of bandar abas oil refinery, 2th national conference on safety and HSE, Tehran, Iran. (In Persian).*
4. Jafarianmoghadam, elahe, 2007, *environmental impact assessment of petrochemical industry PET-PTA in Mahshahr economic region, Ahvaz, master thesis, science and research university of KHouzestan (In Persian).*
5. Ka'b zadeh, shahla, 2009, *Ahvaz pipe company risk assessment by viliam fine method in order to present management way to reduce the risks, Ahvaz, master thesis, science and research university of KHouzestan (In Persian).*
6. Nivolianitou Z. 2002, *Risk Analysis and Risk Management: A European in sight Law, Probability and Risk.*
7. *Allahyari, t, 2005, hazard analysis and risk assessment in chemical process, Fanavaran publication (In Persian).*
8. Heller, S., 2006. *Managing Industrial Risk-having a Tasted and Proven System to Prevent and Assess Risk. Hazardous Material. Vol. 130(17): pp. 58-63.*
9. Safarian, sh and Jozi , S.A, 2011, *environmental risk assessment of Abadan power plant by using of TOPSIS method, environment journal, V 58, 55-63pp (In Persian).*
10. Reza zadeh niavarani, m, 2004, *FMEA application in environmental identification and evaluation and EFMEA introduction, Ravesh journal, p 20 (In Persian).*
11. Ebrahimian dehaghani, m and khademi mal miri, m,a, 2010, *risk assessment and prioritization of water treatment of Ahvaz by HAZOP and MCDM with TOPSIS, 5th Irans environmental crisis, Ahvaz (In Persian).*
12. Jozi, S.A, Hosseini, h, khayatzadeh, A, tabib shushtari, M, 2010, *Balaroud Dam physical risk assessment in Khuzestan by MCDM, environmental study journal, V 56, 25-38pp (In Persian).*
13. Rahimi balouchi, l and malek mohamadi, b, 2011, *Shadegan international wetland environmental risk assessment, Master thesis in environmental planning and management, university of Tehran (In Persian).*
14. Wang, Y.M., Liu, J. and Taha, M.S., 2008. *An integrated AHP-DEA methodology for bridge risk assessment.*
15. Allen, H.H., Chia-Wei, H., Tsai-Chi, K., Wei-Cheng, W., 2009. *Risk evaluation of green components to hazardous substance using FMEA and FAHP. Expert system with application. Vol. 36:pp. 7142-7147.*
16. Kania, M. Roszak, M. Spilka., 2014.*Evaluation of FMEA methods used in the environmental management, Archives of Materials*

Science and Engineering vol. 65/1,pp. 37-44.

17. N .T. Moqadam, B. Malekmohammadi, E. Salehi., 2015. *An Integration of Fault Tree Analysis and Environmental Failure Mode and Effect Analysis in Risk Assessment of Wetland Ecosystems: A Case Study of Anzali Wetland, Iran. International Bulletin of Water Resources & Development. Vol. (II) – No. (05)- S.N. (08).*
18. http://gsogpc.nisoc.ir/HomePage.aspx?TabID=4120&Site=gsogpc.nisoc&Lang=fa-IR
19. New life news magazine, 2000 (In Persian).
20. Iran News magazine, 2001 (In persian).
21. Saaty, T.L., 1995. *Transport planning with multiple criteria: The analytic hierarchy process application and progress review. Advanced Transportation. Vol. 29:pp. 81-126.*
22. Saaty, T.L, and Vargas, L.G., 1991. *Prediction, Projection and Forecasting. Kluwer Academic Publishers.*
23. Effat H. A., 2010. *Identifying Potential Sites for Wind Farms in South Sinai Governorate Using Spatial Multi Criteria Evaluation, 3rd International Conference on Cartography and GIS, 15-20 June, Nessebar, Bulgaria.*
24. Momeni, m, 2008, *operation research new issues, 2th edition, Tehran University (In Persian).*
25. Makondi, R, astani, s and anooshe, z, 2012, *wetlands environmental risk assessment by TOPSIS and EFMEA (hmedan shirinsu wetland), wetland ecobiology journal, 3th yaer, 12th number (In Persian).*
26. Jozi, S.A, and Salati, P., 2012. *Environmental risk assessment of low density polyethylene unit using the method of failure mode and effect analysis. Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly. 18 (1): pp. 103−113.*
27. Bandarja, m and Jozi, S.A, 2013, *HSE risk assessment of hidrokraker unit of oil refinery of bandar abas, environmental study journal, v 4 (In Persian).*
28. Noori, J, Aabaspour, M, and torabinia, M, 2010, *educational unit risk assessment by FMEA method, environment science and technology journal, V 3 (In Persian).*