

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^{۱*}

j.balist@ut.ac.ir

بهرام ملک محمدی^۲

فائزه چهرآذر^۳

یاسر معرب^۴

تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۸

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۱۴

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 تصمیم‌گیری 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 رایج 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^۳ (EFMEA) با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی^۴ (AHP) و روش ترجیح بر اساس مشابهت به راه حل ایده‌آل^۵ (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 محیط‌زیست، 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^۱ است.

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

Archive of SID

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 mohammadi²

Faeze Chehrzar³

Yasser Moarab⁴

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 is 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

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 می‌توان به ^۱FMEA، 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 می‌توان به FMEA مربوط به محیط‌زیست، معادل ^۲EFMEA 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 بهره‌جسته‌اند (۱۱). جوزی و همکاران (۱۳۸۹) در تجزیه و تحلیل ریسک‌های فیزیکی سد بالارود خوزستان در مرحله ساختمانی از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه TOPSIS و AHP بهره‌برده‌اند (۱۲). رحیمی-بلوچی و ملک‌محمدی (۱۳۹۰) در ارزیابی ریسک محیط-زیستی تالاب بین‌المللی شادگان از روش‌های ویلیام‌فاین و AHP استفاده کرده‌اند (۱۳). ونگ و همکاران (2011) با استفاده از روش یکپارچه DEA-AHP در ارزیابی ریسک ۲۰ ساختار پل و رتبه‌بندی آن‌ها استفاده کردند (۱۴). در مطالعه‌های 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 کرده‌اند (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

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 تأثیر گذاشته و از آن تأثیر می‌پذیرد (۱). پیشرفت‌های صنعتی، برنامه‌های توسعه و پروژه‌های زیربنایی با وجود تمام مزایا و منافع که برای انسان به همراه داشته است سرمنشاء بسیاری از مخاطرات، ریسک‌ها و نارسایی‌های قابل‌توجهی نیز بوده‌اند (۲). در صنایع فرآیندی، به خصوص صنایع شیمیایی، معمولاً ماهیت مواد شیمیایی، اعم از سمیت، خوردندگی 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 آن‌ها تصورناپذیر است (۴). با توسعه صنایع نفت، خطرات زیادی موجب محیط زیست می‌شود. به هر حال در این صنعت خطرات محیطی بالقوه‌ای ناشی از فعالیت‌های نفتی، محله‌ها و زیستگاه‌های مجاور یا نزدیک به آن‌ها را تهدید می‌کند (۵). لذا ضروری است که در جهت کاهش مخاطرات و پیامدهای سوء ناشی از آن‌ها از روش‌های ارزیابی ریسک استفاده نمود. نتایج حاصل از این ارزیابی‌ها می‌تواند جهت مدیریت و تصمیم‌گیری در خصوص کنترل و کاهش ریسک‌ها و پیامدهای آن‌ها 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 نگه‌داری در تاسیسات صنعتی و موارد دیگر فراهم می‌شود (۶).

ارزیابی ریسک فرآیندی است که نتایج آنالیز ریسک را با رتبه‌بندی و یا مقایسه آن‌ها با مقادیر برای تصمیم‌گیری به کار می‌برد (۷). ارزیابی ریسک محیط‌زیستی علاوه بر بررسی و تحلیل جنبه‌های مختلف ریسک، ضمن شناخت کامل از

1- Failure-Mode and Effects Analysis

2-Environmental Failure-Mode and Effects Analysis

مدل بهینه برای ارزیابی ریسک های محیط زیستی استفاده شده- است.

روش بررسی

۱. منطقه مورد مطالعه

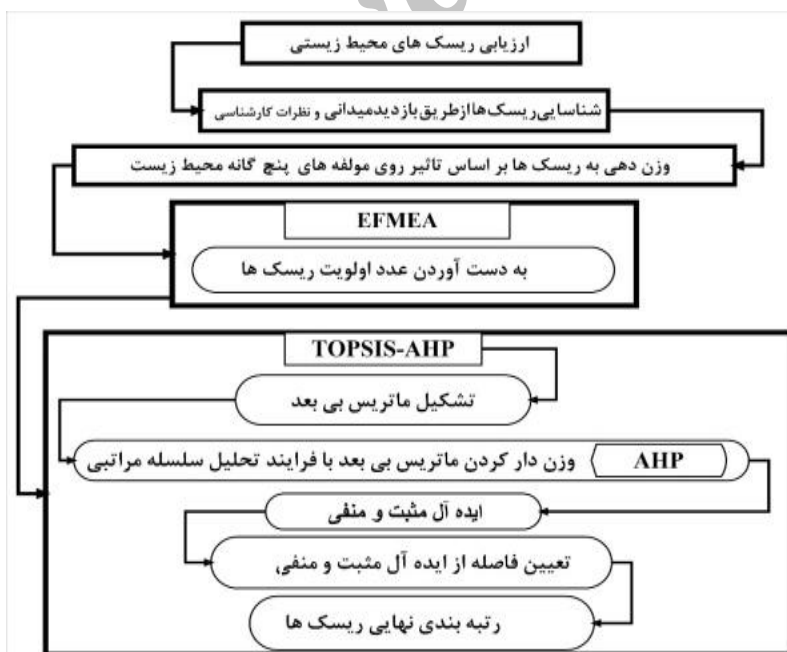
شرکت بهره برداری نفت و گاز گچساران، شرکت نفت و گاز ایرانی است و یکی از شرکت های تابعه شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب می باشد. اداره مرکزی این شرکت در شهر گچساران، استان کهگیلویه و بویراحمد واقع شده ولی تاسیسات شرکت در چهار استان خوزستان، بوشهر، کهگیلویه و بویراحمد و فارس قرار دارد (۱۸). در پالایش گاه های موجود در گچساران وقایع آلوده کننده و ناگواری در سال های اخیر اتفاق افتاده است که با ارزیابی و مدیریت ریسک می توان از تکرار آن ها جلوگیری نمود. در سال های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ دو مورد ترکیدگی و نشتی در منطقه «دره مرگ» و «رودخانه کمبل» باعث تخریب و آلودگی های 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.

اقدام به ارزیابی ریسک های محیط زیستی اکوسیستم های تالابی با تلفیق روش های آنالیز درخت خطا و تجزیه و تحلیل حالات خرابی بالقوه محیط زیستی نمودند (۱۷).

در این تحقیق به منظور ارزیابی ریسک های محیط زیستی واحد بهره برداری پالایش گاه نفت خام گچساران از ترکیب روش های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، EFMEA و TOPSIS استفاده شد. برای دست یابی به یک روش بهینه برای شناسایی و ارزیابی ریسک های محیط زیستی این واحد، در ابتدا اقدام به شناسایی ریسک های موجود از طریق بازدید، تقسیم بندی واحد به بخش های مجزا و اخذ نظرات کارشناسان شد و با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ریسک ها اولویت بندی شدند. سپس با استفاده از EFMEA عدد اولویت بندی ریسک ها تعیین و با روش TOPSIS اولویت بندی نهایی صورت پذیرفت. در مطالعات پیشین EFMEA به تنهایی و یا در ترکیب با TOPSIS استفاده شده است. در این تحقیق علاوه بر این روش ها از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نیز به منظور تدوین یک



شکل ۱- نمودار روند تحقیق

Fig 1. Research approach flow chart

۲-۲ تاپسیس

مدل مذکور توسط هوانگ و یون پیشنهاد گردید که به منظور حل مسایل مدیریتی و اولویت بندی مشکلات مورد استفاده قرار می گیرد. در این مدل m گزینه با n شاخص ارزیابی می شود. اساس این روش بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت و بیشترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی داشته باشد (۲۴ و ۲۵).

۳-۲ روش EFMEA

به منظور ارزیابی ریسک جنبه های محیط زیستی شناسایی شده از روش EFMEA استفاده می گردد. در این روش ابتدا مطالعاتی در مورد وضعیت موجود در قالب چک لیست ها و بازدیدهای میدانی صورت می گیرد و با استفاده از نتایج به دست آمده 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 می گیرند (۲۶).

نحوه امتیازدهی و اولویت بندی خطرها: در این روش امتیاز خطر جنبه ها و آثار محیط زیستی آن ها بر اساس جداول رتبه بندی شدت اثر، رتبه بندی احتمال وقوع و رتبه بندی میزان تماس و از محاسبه حاصل ضرب آن ها محاسبه می گردد.

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

در رابطه ذیل :

P: امتیاز حاصل از جدول رتبه بندی احتمال وقوع خطر یا احتمال تأثیر آن ها
S: امتیاز حاصل از جدول رتبه بندی شدت پیامد خطر و
C: امتیاز حاصل از جدول رتبه بندی میزان تماس یا عوامل بالقوه خطرناک است.

جداول سه گانه مربوط به روش EFMEA بر اساس منابع اطلاعاتی و با بومی سازی برای واحد مذکور بر اساس نظریات کارشناسان محیط زیست و HSE شرکت مذکور گردآوری شده اند.

در این تحقیق ابتدا با بررسی روش ها و شیوه های مختلف مورد استفاده در ارزیابی ریسک های محیط زیستی، ترکیبی از روش ها و روش های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به همراه EFMEA و TOPSIS به منظور بهینه نمودن فرآیند ارزیابی به کار گرفته شد. در زیر هر کدام از این روش ها و نحوه ترکیب آن ها تشریح شده است. در ابتدا ریسک ها توسط تیم ارزیاب شناسایی می شوند و سپس اثراتی که این ریسک ها روی محیط زیست می گذارند تعیین می شوند. بر اساس نظریات کارشناسی اثر هر کدام از ریسک ها بر محیط زیست امتیازدهی می شود و از امتیاز صفر (اثر ندارد) تا امتیاز ۵ (بیشترین اثرگذاری) به ریسک ها داده می شود. سپس RPN هایی که از روش EFMEA به دست آمده است در نظریات کارشناسی ضرب شده و ماتریس بی بعد TOPSIS تشکیل می شود. این ماتریس باید وزن دار شود. برای وزندهی از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. در مراحل بعدی این وزن ها در ماتریس بی بعد ضرب شده و ماتریس بی بعد وزن دار تشکیل می شود. سپس طبق روابط موجود در روش TOPSIS فاصله از ایده آل مثبت و منفی محاسبه شده و CL نیز محاسبه می شود. بدین ترتیب اولویت ریسک ها مشخص می گردد. در ادامه کلیات سه روش AHP، TOPSIS و EFMEA ارایه می شود. نحوه ترکیب روش ها در شکل (۱) آورده شده است.

۱-۲ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

این فرآیند در سال ۱۹۸۰ به وسیله توماس ساعتی (Saaty) ارایه شده است (۲۰ و ۲۱). روش AHP یکی از شناخته شده ترین روش های تصمیم گیری چندشاخصه است که در حوزه های مختلف کاربردی مورد استقبال قرار گرفته است. با تحقیقاتی که توسط Saaty و Vargas (۱۹۹۱) انجام گرفت، یک دامنه برای مقایسه معیارها پیشنهاد شد که شامل مقادیر عددی ۱ تا ۹ می شود (۲۳).

جدول ۱- احتمال وقوع پیامد محیط زیستی

Table 1. The possibility of environmental consequences

نام طبقه	رتبه	شرح
خیلی زیاد	۱۰	در منطقه مورد مطالعه به طور مکرر رخ می دهد (مداوم)
نسبتاً زیاد	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 هر چند کم ولی وجود دارد (یک بار در ماه یا کم تر)
نسبتاً کم	۱	در منطقه مورد مطالعه چند بار در سال رخ می دهد
خیلی کم	۰/۵	در منطقه مورد مطالعه یک بار در سال یا کم تر رخ می دهد

(۲۷ و ۲۸)

جدول ۲- شدت اثر پیامد محیط زیستی

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

شده، سپس بر اساس جدول های (۱، ۲ و ۳) احتمال وقوع، شدت اثر و احتمال کشف هر کدام محاسبه شده است و با ضرب این سه شاخص عدد اولویت ریسک در این مرحله به دست آمده است.

در ابتدا ریسک های 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 ریسک ها نیز بر محیط زیست در این جدول آورده-

جدول ۴- ریسک های شناسایی شده و عدد اولویت ریسک آن ها

Table 4. Identified risks and their priority number

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

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

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

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 کم‌ترین اثر (یا بدون اثر) را بر محیط پذیرنده دارند، ارزش صفر و به ریسک‌هایی که بیش‌ترین 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.

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 خواهد شد. 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 داده شود، بنابراین تک‌تک عوامل ماتریس در نظریات کارشناسی ضرب و ماتریس

جدول ۵- ماتریس بی بعد ریسک‌های محیط‌زیستی و محل پذیرنده آن‌ها

Table 5. Normal matrix of environmental risks and their receptors

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

در محیط نرم افزار Expert choice اوزان هر کدام از ریسک-

ها طبق جدول (۶) تعیین شد.

در این مرحله با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به

هر کدام از ریسک‌ها وزن داده می‌شود. پس از مقایسات زوجی

جدول ۶- وزن ریسک‌های شناسایی شده با استفاده از AHP

Table 6. Identified risks weight by AHP

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

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.

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 گزینه‌ها 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-

جدول ۷- رتبه‌بندی گزینه‌ها

Table 7. Options ranking

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

بحث و نتیجه گیری

وزن مربوط به هر ریسک که از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به دست آمده بود در درایه‌های ماتریس ضرب شده و در ادامه، ریسک‌ها اولویت‌بندی شدند. نتیجه این کار مشخص کردن 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 هر کدام از این ریسک‌ها راه کارهایی به منظور کاهش و مدیریت این ریسک‌ها ارائه 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 هم‌زمان در دو مرحله فرآیند ارزیابی و مدیریت ریسک به کار گرفته شدند. روش‌های تصمیم‌گیری از به وجود آمدن خطاهای تصمیم‌گیری انسانی جلوگیری نموده و سعی در مدیریت و هم‌راستایی آن‌ها 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.

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،

- 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 deaghani, m and khademi mal miri, m,a, 2010, *risk assessment and prioritization of water treatment of Ahvaz by HAZOP and MCDM with TOPSIS, 5th Iran 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*
- 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*

- 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).*
- 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*