Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره هشت، آبان ماه ۹۹

ارزیابی ریسک‌های محیط زیستی احداث خط لوله گاز، با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه تلفیقی (مطالعه موردی: گچساران به بیدبلند)

شهاب احمدزاده[۱]

مریم رباطی[۲*]

m.robati@srbiau.ac.ir

هانیه نیکومرام[۳]

تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۱۱ **تاریخ پذیرش:۹۷/۱۱/۱۰**

چکیده

زمینه و هدف: ارزیابی ریسک محیط زیستی به عنوان یک ابزار کارآمد مدیریتی در مطالعات محیط زیست، روشی است که در آن ریسک ناشی از انجام یک پروژه یا عملیات آن بر محیط زیست بررسی و پیش‌بینی می‌شود، تا در هنگام انجام پروژه، با توجه به شناخت وضعیت موجود و نوع اثرات، عملیات به صورتی انجام پذیرد تا کمترین اثر بر محیط زیست وارد گردد. این پژوهش با آگاهی از ضرورت اطمینان یافتن از اجرای مناسب و صحیح پروژه‌ها و در نهایت ارائه راهکارهای کاهش و تقلیل اثرات سوء بر محیط زیست، ارزیابی ریسک طرح احداث خط لوله ۲۰ اینچی انتقال اتان پتروشیمی گچساران را به عنوان یکی از طرح‌های مهم پتروشیمی کشور، تحلیل می‌کند.

روش بررسی: روش‌های ویکور(VIKOR) و انوید(ENVID) از جمله‌ی روش‌های شناسایی ریسک‌های زیست‌محیطی هستند که برای تخمین میزان ریسک‌های پروژه‌ها کارایی لازم را از خود نشان داده‌اند.

یافته‌ها: در این تحقیق به بررسی فرآیند تحلیل نسبی پتانسیل‌های ایجاد خرابی در خط لوله و میزان بالفعل شدن ریسک‌های موجود در پروژه و همچنین حساسیت‌سنجی و بررسی آسیب‌پذیری محیط پیرامون پرداخته می‌شود. این روش شامل شناسایی محیط زیست تحت تأثیر نشت گاز، بررسی و ارزیابی اجزای مهم اکولوژیک با در نظر گرفتن حساسیت‌های محیط‌زیستی، تضمین کمیت ریسک بر طبق استانداردهای موجود و شناسایی اقدامات پیشگیرانه و اقدامات کاهشی پتانسیل ریسک خط لوله می‌باشد.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی محیط زیست ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.
*(مسوول مکاتبات)

۳- استادیار، گروه HSE، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهند که در هر دو روش مورد استفاده، فاز ساختمانی نسبت به فاز بهره‌برداری بیشترین ریسک را داشته که در فاز ساختمانی به ترتیب محیط‌های فیزیکی و شیمیایی و اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی و در فاز بهره‌برداری نیز با شدت کمتر نسبت به فاز ساختمانی؛ محیط‌های فیزیکی و شیمیایی و اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی بیشترین تأثیر را می‌پذیرند.

واژه های کلیدی: ارزیابی، ریسک محیط‌زیستی، خطوط لوله انتقال گاز، ویکور، انوید.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.8, October, 2020

Environmental Risk Assessment for Gas Pipeline Construction Using the Multi-Index Compilation Decision Method

(Case study: Gachsaran to Bidboland)

Shahab Ahmadzadeh[1]

Maryam Robati[2*]

m.robati@srbiau.ac.ir

Hanieh Nikoomaram[3]

Admission Date:January 30, 2019 Date Received: September 2, 2018

Abstract

Background and Objective: This study analyzes the risk assessment of Gachsaran petrochemical Ethan transformation 20 inch pipeline implementation design as one of the most important petrochemical designs of the country, with the knowledge of assuring necessity of proper and right implementation of projects and finally presenting solutions for adverse effects reduction on environment.

Method: VIKOR and ENVID methods are types of environmental risk identification methods that show necessary applicability for projects' risk amount assessment.

Findings: In this research, relative analysis process of failure existence potentials is discussed and also sensitivity assessment and vulnerability detection of environment around us is done. This method conclude recognition of environment affected by gas leakage, important ecologic compartments checked and assessed considering environmental sensitivities, risk amount guaranty according to existing standards and identification of preventive actions and potential pipeline risk reduction actions.

Discussion and Conclusions: The results show that in both mentioned methods, construction phase has more risk in comparison to application phase as in construction phase, physical and chemical and economical, social and cultural environments respectively get the most influence and in application phase with less severity comparing to construction phase Economical, social and cultural and physical and chemical receive the most influence.

Keywords: Assessment, Environmental Risk, Gas Pipelines, Vikor, Envid

1- M.Sc., Environmental Natural Resources Engineering, Department of Natural Resources and the Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resource and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.* (Corresponding Author)

3- Assistant Professor, Department of HSE, Faculty of Natural Resource and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

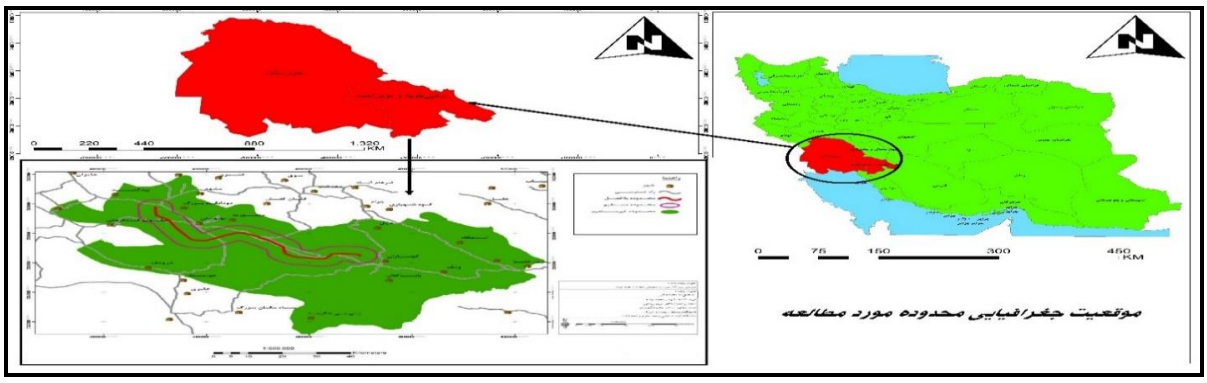
www.SID.ir

مقدمه

امروزه بررسی ریسک‌پذیری خطر در پروژه‌ها با استفاده از مدل‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به گسترش روزافزون تکنولوژی، مباحث مرتبط با ایمنی و ریسک‌پذیری مورد توجه بیشتری قرار گرفته‌اند، به طوری که در پروژه‌ها مباحثی نظیر پارامترهای اجتماعی، سازمانی و محیط زیستی نیز به عنوان پارامترهای مؤثر در ریسک‌پذیری خطر مد نظر قرار گرفته‌اند که می‌توانند در فرآیند بررسی تحلیل ریسک بسیار مؤثر باشند(۱). خطوط لوله به عنوان یکی از راه‌های مؤثر، کاربردی و اقتصادی برای انتقال مواد خطرناک و قابل اشتعال از قبیل گازهای طبیعی، نفت خام و مشتقات آن که از طریق خط انتقال راه یا راه‌آهن قابل انتقال نمی‌باشند، به نظر می‌رسند(۲). پروژه احداث خط لوله‌ی انتقال اتان پتروشیمی گچساران به طول تقریبی ۸۷ کیلومتر از پالایشگاه بیدبلند ۲ واقع در شمال غرب شهرستان بهبهان (استان خوزستان) شروع شده و در نهایت در زمین‌های زراعی جنوب پالایشگاه در شمال شهر گچساران خاتمه می‌یابد. هدف از اجرای طرح پتروشیمی گچساران، انتقال خوراک اتان به مجتمع پتروشیمی گچساران است. در مجاورت این خط لوله، مناطق حفاظت شده‌ی کوه خیز و سرخ قرار دارد، که به لحاظ رعایت قوانین زیست‌محیطی می‌تواند حائز اهمیت باشد و به لحاظ عدم رعایت حریم‌های ایمنی و کاربری‌های اراضی در آن منطقه می‌تواند باعث بروز مشکلاتی گردد. به منظور ارزیابی ریسک در خط لوله از روش‌های معمول در دنیا استفاده می‌شود که این روش‌ها شامل تجزیه و تحلیل درخت خطا، روش مطالعه خطر و عملیات، روش ارزیابی ریسک کمی، روش ارزیابی ریسک گزینه‌ای و روش کنت مولبایر به وسیله فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با هم مورد مقایسه قرار می‌گیرد. در مورد فاکتورهای انتخابی روش ارزیابی ریسک می‌توان فاکتورهای قابلیت استفاده، قابلیت اعتماد، سطح پیچیدگی، تکامل روش، هزینه کم، در دسترس بودن، تطبیق‌پذیری و زمان کم برای ارزیابی ریسک را به عنوان فاکتورهای اولیه مبنایی در تحقیق در نظر گرفت(۳). مسائل و مشکلات و ابهامات موجود در داده‌ها یا غیردقیق بودن آنها جزء جدا نشدنی مسائل مهندسی و بخصوص در ارزیابی ریسک است. بنابراین استفاده از روش‌های نوین مانند ویکور و انوید می‌تواند به نوعی راه‌حل تعیین‌کننده در غلبه بر این مشکلات باشد. در این روش‌ها با استفاده از فرم‌های شناسایی و تجزیه و تحلیل ریسک‌ها، مخاطرات مشخص می‌گردند، سپس در روش تصمیم‌گیری ویکور مورد آنالیز و تحلیل سلسله مراتبی قرار می‌گیرند. این مطالعه در صدد انتخاب روش و الگوی مناسب جهت ارزیابی ریسک در مسیر خط لوله انتقال گاز اتان(مطالعه موردی خط لوله گچساران) می‌باشد.

۲- معرفی محدوده مورد مطالعه

این محدوده با در نظر گرفتن نظر کارشناسان مرتبط با پژوهش و به کارگیری نیروی انسانی بومی و همچنین در نظر گرفتن حداکثر خطرات احتمالی خط لوله(انفجار لوله‌ها) موجود در کنار این خط(در برخی مناطق) در محدوده مطالعاتی، لزوم بررسی محدوده در شعاع ۵ کیلومتر از هر طرف خط لوله به علت جامعیت و در بر گرفتن اثرات ناشی از احداث خط لوله، در نظر گرفته شده است(این شعاع ۵ کیلومتر با در نظر کارشناسان مرتبط و همچنین بکارگیری فضاهای پیرامونی و نیروی انسانی محدوده طرح تعیین گردیده است).



شکل۱- محدوده مورد مطالعه

Figure1. Location of the study area

www.SID.ir

Archive of SID

روش تحقیق

این تحقیق از لحاظ هدف کاربردی است. با توجه به این‌که روش جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش از طریق پرسشنامه و توزیع آن مقدور می‌گردد، از لحاظ ماهیت جزء پژوهش‌های پیمایشی است. در مطالعات کتابخانه‌ای از کتاب‌ها و مقاله‌های متعددی استفاده شده است. روش مورد استفاده در این پژوهش روش تلفیقی - AHP[1] VIKOR[2] و ENVID[3] می‌باشد که روش نسبتاً جامع در این زمینه هست. این روش با در برگیری تمام شرایط(فیزیکی - شیمیایی؛ بیولوژیکی و اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی) روشی با مناسبت نسبی را فراهم آورده است. بدیهی است یکی از ضعف‌های عمده تکنیک ویکور، علاوه بر عدم توانایی تعیین وزن معیارها(در پرتو اهداف)، عدم کنترل بر سازگاری قضاوت‌های کیفی است. لذا در وهله‌ی اول، بهره‌برداری مکانیسمی(سازوکاری) برای تعیین وزن و کاربرد در آن، که در میان سایر روش‌های تعیین وزن از سهولت و دقت مناسب برخوردار باشد، حیاتی خواهد بود. با مراجعه به متون عملکرد روش‌های تعیین وزن، رویکرد AHP مقبولیت بیشتری در زمینه تعیین وزن‌ها دارد. در این مورد تکنیک ویکور، توانایی برآورده-سازی احتیاجات مقایسه‌های زوجی را دارد و در نتیجه محدودیت ظرفیتی در فرآیند تحلیل آشکار نمی‌گردد. قدر مسلم دانش و شناختی که از محیط پیرامون در دنیای واقع موجود است، ممکن است بی دقت و مبهم باشد. این ابهامات که از منابع متنوعی همچون اطلاعات ناقص، غیر قابل اندازه‌گیری و یا حتی غیرقابل حصول ناشی می‌شوند، تکنیک ویکور را به بهره‌گیری از متغیرهای زبانی در استدلال‌های تقریبی مورد استفاده در قضاوت‌ها راغب می‌کند تا دستیابی به نیازمندی‌های تصمیم‌گیران میسر شود. بدین ترتیب در رویکرد ترکیبی، ضعف‌های AHP با مزایای روش ویکور و از طرق دیگر ضعف‌های ویکور با مزایای AHP در فضای تصمیم‌گیری جبران خواهد شد(۴).

۱- روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه است که برای اولین بار توسط توماس ال‌ساعتی عراقی- الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید این روش در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه و معیار(کمی و کیفی) تصمیم‌گیری رو به روست، می‌تواند استفاده گردد اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسه‌های زوجی نهفته است، به گونه‌ای که اگر عنصر i با عنصر j مقایسه شود، تصمیم‌گیرنده خواهد گفت که اهمیت i بر j یکی از حالت‌های مندرج در جدول ۱ است(۵).

جدول۱- قضاوت‌های نسبی

Table1. Relative Judgments

ترجیحات(قضاوت های ذهنی)	مقدار عددی
کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر	۹
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی‌تر	۷
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر	۳
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
قضاوت‌های میانه برای حالات بالا	۲ و ۴ و ۶ و ۸

۲- روش VIKOR

مدل ویکور از طریق ارزیابی گزینه‌ها بر اساس معیارها، گزینه‌ها را اولویت‌بندی یا رتبه‌بندی می‌کند. در این مدل معیارها وزن-دهی نمی‌شوند، بلکه معیارها از طریق روش‌های دیگر(مانند روش AHP) ارزیابی می‌شود و سپس گزینه‌ها بر اساس معیارها و با ترکیب در ارزش معیارها، ارزیابی شده و رتبه‌بندی می‌شوند(۶). روش VIKOR برای حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره با معیارهای متضاد و یا غیر قابل اندازه‌گیری ایجاد شده است. در مواقعی که تصمیم‌گیرنده قادر به بیان ترجیحات خود نیست، کارایی این روش آشکارتر می‌شود. (۷).

۳- روش ENVID

اساس این روش استفاده از فرم‌های شناسایی و تجزیه و تحلیل جنبه‌های محیط‌زیستی، با استفاده از نظر کارشناسان و متخصصان مرتبط با پروژه و محیط‌زیست، می‌باشد که میزان ریسک ایجاد شده توسط هر فعالیت بر روی هر معیار سنجیده

1- Analytical Hierarchy process (AHP)
2- VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR)
3- Environmental Impact Identification (ENVID)

www.SID.ir

Arch

می‌شود. سپس با استفاده از راهنمای توصیفی فرم، دامنه ریسک هر فعالیت مشخص می‌گردد و راهکارهای پیشگیرانه و یا کنترلی این مخاطرات(در صورت بودن) ارائه می‌گردد.

شکل۲- نمونه فرم روش ENVID

Figure2. Sample Envid Method Form

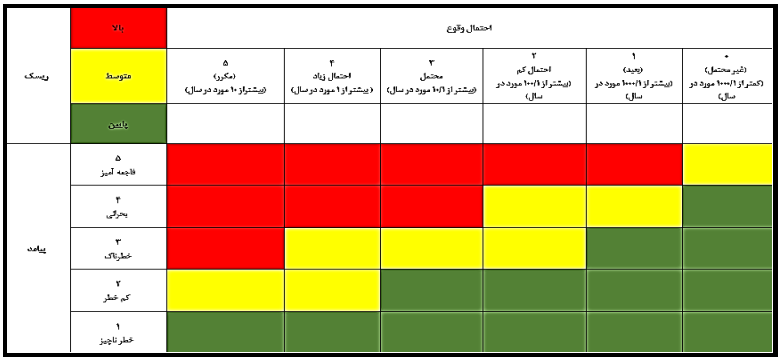
فرم شناسایی و تجزیه و تحلیل جنبه‌های محیط زیستی به روش ENVID																
احداث خط لوله انتقال گاز اتان																
فعالیت	پارامترها	علت	پیامدهای محیط دریافت کننده	شرایط بروز		اقدامات کنترلی موجود		شدت پیامد	احتمال وقوع	ریسک	وضعیت ریسک		اقدامات کنترلی پیشنهادی		واحد اقدام‌کننده
				عادی	غیرعادی	پیشگیری	کاهشی				قابل‌قبول	غیرقابل‌قبول	پیشگیری	کاهشی	
عایق کاری	الف-هوا														
	ب- صدا														
	پ-کیفیت آبهای سطحی														
	ت-کیفیت آبهای زیرزمینی														
	ث-فرسایش خاک														
	ج-توپوگرافی و شکل زمین														
	چ-پوشش گیاهی														
	ح- پوشش جانوری														
	خ-مناطق حفاظت‌شده														
	د- سکونت‌گاهها														
	ذ-جمعیت و مهاجرت														
	ر-اشتغال و درآمد														
	ز-آموزش و مهارت														
	س-کشاورزی														
	ش-راههای ارتباطی و ترافیک														
	ص-کاربری اراضی														
	ض-چشم‌انداز طبیعی														
	ط-آثار تاریخی فرهنگی														
	ظ-ارزش زمین و مستغلات														

پارامترهای محیط‌زیستی نیز با توجه به نوع پروژه و بازدیدهای میدانی و همچنین نظر کارشناسان و متخصصان امر و تطابق آنها با استانداردهای موجود، صورت گرفته است تا به بهترین طریق بتوان میزان ریسک هر فعالیت بر روی هر پارامتر را شناسایی و تحلیل نمود. طریقه‌ی امتیاز دادن به میزان ریسک هر فعالیت بر روی هر پارامتر بین اعداد یک تا پنج تقسیم‌بندی

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود، به طوری که هر چه مقدار عدد بیشتر باشد(به پنج نزدیک‌تر باشد) میزان ریسک و خطرات و همچنین خسارات بیشتر خواهد بود و هر چه مقدار عدد کمتر باشد (به یک یا صفر نزدیک‌تر باشد) میزان ریسک و خطرات و بعضاً میزان خسارات نیز کاهش خواهد یافت. در شکل ۳ نمونه ماتریس توصیف ریسک و مشخصه‌ی هر عدد نشان داده شده است :



شکل ۳- ماتریس توصیف ریسک هر فعالیت در روش انوید

Figure3.The Matrix Describes the Risk of each Activity in Envid Method

در شکل ۳ تفکیک رنگ‌ها نشان‌گر دامنه ریسک‌ها می‌باشد که در نهایت با استخراج میزان هر ریسک، طبق این رنگ‌بندی تعریف می‌شوند، به طوری که رنگ قرمز بیانگر ریسک بالا، رنگ زرد نشانگر ریسک متوسط با در نظر گرفتن شرایط خاص و رنگ سبز نیز نشانگر ریسک پایین و به نوعی شرایط نرمال می‌باشد که در نهایت دامنه ریسک هر فعالیت مشخص می‌گردد(۸).

نتایج

مراحل اجرای تحقیق در فاز ساختمانی

۱- تهیه ماتریس معیارهای محیط‌زیستی و فعالیت‌های مرتبط با احداث خطوط لوله در فاز ساختمانی

برای پیشبرد روش ویکور، ماتریسی از معیارهای محیط‌زیستی و فعالیت‌های مرتبط با احداث خطوط لوله در فاز ساختمانی باید تهیه گردد که در جدول ۲ نمونه پر شده توسط کارشناسان ارائه شده است :

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- ماتریس مرتبط با اثر هر فعالیت بر روی محیطها در فاز ساختمانی

Table2. Matrix related to the effect of each activity on the environments in the construction phase

محیط	پارامترها	استقرار کمپ کارگاهی	احداث ایستگاه تقویت فشار	جوشکاری	تست هیدرواستاتیک	حمل و نقل کارکنان	تامین و مصرف آب	تامین و مصرف سوخت	دفع پساب و بسماند	حفاری و گود برداری	تامین و مصرف انرژی	انتقال لوله به محل بروزه	عایق کاری	عملیات لوله گذاری
محیط طبیعی	کمیت و کیفیت مواد زائد	۳	۱	۱	۲	۲	۱	۱	۵	۱	۱	۱	۱	۱
	ارزه خیزی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	هوا	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۲
	صدا	۳	۱	۱	۱	۳	۱	۱	۱	۳	۱	۳	۱	۳
	کیفیت آبهای سطحی	۲	۱	۱	۳	۱	۱	۱	۳	۳	۱	۱	۱	۱
	کیفیت آبهای زیرزمینی	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۳	۳	۱	۱	۱	۱
	فرسایش خاک	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۳	۲	۱	۲	۱	۱
	توپوگرافی و شکل زمین	۲	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۳	۲	۳	۱	۱
	رویشگاه ها و پوشش گیاهی	۲	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۳	۳	۳	۲	۱	۱
	مناطق حفاظت شده	۱	۱	۱	۱	۳	۱	۱	۲	۲	۱	۲	۱	۱
محیط اجتماعی و اقتصادی	سکونتگاهها	۳	۱	۱	۱	۳	۲	۲	۴	۳	۲	۳	۲	۱
	جمعیت و مهاجرت	۳	۱	۳	۳	۲	۱	۱	۳	۱	۱	۲	۱	۱
	اشتغال و درآمد	۶	۱	۶	۶	۶	۲	۱	۱	۶	۱	۲	۲	۶
	آموزش و مهارت	۵	۴	۵	۵	۲	۱	۱	۲	۳	۱	۳	۱	۲
	راههای ارتباطی و ترافیک	۴	۱	۳	۳	۳	۱	۱	۱	۵	۱	۳	۳	۱
	چشم انداز طبیعی	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۴	۳	۱	۲	۱	۱
	ارزش زمین و مستغلات	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۴	۱	۲	۱	۱

www.SID.ir

Archive of SID

که به‌طور کل این ماتریس نیز با استفاده از نظر کارشناسان مرتبط و همچنین استفاده از استانداردهای موجود و تجربیات پروژه‌های مشابه تکمیل گردید و دامنه‌ی اهمیت هر فعالیت نسبت به محیط‌های یاد شده در ماتریس مشخص شد. این دامنه بین اعداد ۱تا۹ تعریف می‌شود که هر چه به عدد ۹ نزدیک‌تر باشد از اهمیت بیشتری برخوردار است و میزان تاثیر-پذیری هر محیط را نسبت به فعالیت‌های پروژه نشان می‌دهد، که در فاز ساختمانی محیط‌های اقتصادی - اجتماعی - فرهنگی و فیزیکی - شیمیایی بیشترین تأثیر را می‌پذیرند.

۲- وزن‌دهی به معیارها و زیرمعیارها

پس از شناسایی معیارها و زیرمعیارهای مرتبط با موضوع مسئله، این معیارها و زیرمعیارها با استفاده از روش AHP و با میانگین هندسی وزن‌دهی می‌شوند. در ادامه پس از انجام تمامی مقایسات زوجی و چک نمودن نرخ ناسازگاری(معیارها : ۰/۰۹۰۴۰ ، زیر معیارهای محیط فیزیکی : ۰/۰۹۹۸۴، زیر معیارهای محیط اقتصادی : ۰/۰۸۴۴۰، زیر معیارهای محیط بیولوژیکی : ۰/۰۸۲۴۷) برای همه مقایسات، اوزان نهایی قابل مشاهده هستند.

جدول۳- وزن نهایی معیارها و زیرمعیارها

Table3. The final weight of criteria and sub-criteria

	وزن نرمال شده	نام معیار و زیر معیار
معیارها	۰/۱۱۴۳۵	محیط بیولوژیکی
	۰/۴۵۷۰۴	محیط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی
	۰/۵۹۸۶۱	محیط فیزیکی شیمیایی
زیر معیارهای معیار محیط فیزیکی شیمیایی	۰/۳۱۸۳۴	هوا
	۰/۰۱۹۶۸	کیفیت آبهای زیرزمینی
	۰/۱۵۰۷۱	کمیت و کیفیت مواد زائد
	۰/۰۷۳۰۴	لرزه خیزی
	۰/۰۳۶۷۹	فرسایش خاک
	۰/۲۶۹۰۲	کیفیت آبهای سطحی
	۰/۰۲۴۳۲	توپوگرافی و شکل زمین
	۰/۱۰۸۱	صدا
زیر معیارهای معیار محیط بیولوژیکی	۰/۶۲۶۶۹	رویشگاه ها و حیات جانوری
	۰/۲۷۹۶۹	رویشگاه ها و پوشش گیاهی
	۰/۰۹۳۶۲	مناطق حفاظت شده
زیر معیارهای معیار محیط اقتصادی ، اجتماعی و فرهنگی	۰/۲۲۲۸۶	راههای ارتباطی و ترافیک
	۰/۲۲۱۶۸	اشتغال و درآمد
	۰/۰۴۸۹۷	ارزش زمین و مستغلات
	۰/۰۲۴۰۸	چشم انداز طبیعی
	۰/۰۶۴۳۹	جمعیت و مهاجرت
	۰/۱۰۳۷۳	سکونتگاهها
	۰/۳۱۴۲۹	آموزش و مهارت

www.SID.ir

۳- اولویت‌بندی و رتبه‌بندی معیارها و زیرمعیارها

جدول۴- رتبه‌بندی معیارها

Table4. Criteria Ranking

رتبه	وزن نرمال شده	نام معیار
۱	۰/۵۹۸۶۱	محیط فیزیکی شیمیایی
۲	۰/۴۵۷۰۴	محیط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی
۳	۰/۱۱۴۳۵	محیط بیولوژیکی

همان‌طور که از جدول ۴ مشاهده می‌شود، محیط‌های فیزیکی و شیمیایی و محیط‌های اقتصادی،اجتماعی و فرهنگی بیشترین ریسک‌پذیری را در فاز ساختمانی دارند.

۴- تشکیل ماتریس تصمیم(روش ویکور)

با توجه به تعداد معیارها(m)، تعداد گزینه‌ها(n) و ارزیابی همه گزینه‌ها برای معیارهای مختلف، ماتریس تصمیم با نظر خبرگان تشکیل می‌شود. در این مرحله با استفاده از نرم افزار Vikor اقدام به تشکیل ماتریس تصمیم می‌نماییم.

۵- ماتریس نرمالیزه وزین شده

در این مرحله ماتریس نرمالیزه شده به روش خطی در ماتریس وزن‌های به دست آمده با استفاده از روش AHP، ضرب می‌شود.

۶- تعیین کمترین و بیشترین مقدار هر شاخص(تعیین راه‌حل بهینه مثبت و منفی)

بهترین و بدترین مقدار از میان مقادیر موجود برای هر معیار در ماتریس تصمیم را تعیین می‌کنیم(۹). به منظور تعیین بهترین و بدترین مقدار از ماتریس تصمیم اصلاح می‌شود، بدین صورت که بیشترین مقدار از هر یک از گزینه‌ها برای هر معیار مثبت(fi^*) و کمترین مقدار برای هر معیار منفی(fi^-)به عنوان بهترین مقدار انتخاب می‌شود. برای مثال fi^* نشان‌دهنده بیشترین مقدار از i امین معیار مثبت در ماتریس تصمیم اصلاح شده است: i=1, 2… n

$$f_i^- = \min_j f_{ij} \quad f_i^* = \max_j f_{ij} \quad \text{اگر معیار } i \text{ ام مثبت باشد} \qquad (۱)$$

$$f_i^- = \max_j f_{ij} \quad f_i^* = \min_j f_{ij} \quad \text{اگر معیار } i \text{ ام منفی باشد} \qquad (۲)$$

۷- محاسبه مقدار R و S(تعیین مقدار سودمندی و تأسف)

حداکثر مطلوبیت گروهی از اکثریت با S نشان داده می‌شود و حداقل تأسف فردی از طرف مقابل را با R نشان می‌دهند(۱۰). مقادیر R_j و S_j ، j=1, 2… k,J را از طریق معادلات زیر محاسبه می‌نماییم :

$$S_j = \sum_{i=1}^{m} w_i (f_i^* - f_{ij})/(f_i^* - f_i^-) \qquad (۳)$$

$$R_j = \max_j [W_i(F_i^* - F_{ij})/(F_i^* - F_i^-)] \qquad (۴)$$

با استفاده از معادلات ۳ و ۴، مقدار سودمندی و تأسف در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول۵- تعیین مقدار سودمندی و تأسف

Table 5. Determine the amount of usefulness and regret

تأسف(R)	سودمندی(S)	سودمندی و تأسف
۰/۳۱۴۳	۰/۹۲۷	فاز ساختمانی
۰/۶۲۶۷	۱/۸۸۶۷	فاز بهره برداری

۸- محاسبه مقدار Q_s

Q تابع ترکیبی که تابع مزیت نامیده می‌شود و S و R را با وزن V به صورت معادله با هم یکی می‌کند.

$$Q_j = \frac{v(S_j - S^*)}{S^- - S^*} + (1-v)(R_j - R^*)/(R^- - R^*) \qquad (۵)$$

$$S^* = \min_j S_j \qquad S^- = \max_j S_j \qquad (۶)$$

$$R^* = \min_j R_j \qquad R^- = \max_j R_j \qquad (۷)$$

مقدار V با توجه به میزان توافق گروه تصمیم‌گیرنده انتخاب می‌شود؛ به طوری که در صورت توافق بالا مقدار آن بیش از ۰/۵، در صورت توافق با اکثریت آرا مقدار آن مساوی ۰/۵ و در صورت توافق پایین مقدار آن کمتر از ۰/۵ خواهد بود که اغلب برابر با ۰/۵ در نظر می‌گیریم.

۹- رتبه‌بندی گزینه‌ها(محاسبه شاخص ویکور)

www.SID.ir

Archive of SID

گزینه‌ها بر اساس مقادیر R، S، و Q به ترتیب نزولی در سه گروه مرتب می‌شوند. رتبه‌بندی گزینه‌ها در جدول ۶ نشان داده شده است.

مراحل اجرای تحقیق در فاز بهره‌برداری

۱- تهیه ماتریس معیارهای محیط‌زیستی و فعالیت‌های مرتبط با احداث خطوط لوله در فاز بهره‌برداری

برای پیشبرد روش ویکور، ماتریسی از معیارهای محیط‌زیستی و فعالیت‌های مرتبط با احداث خطوط لوله در فاز بهره برداری باید تهیه گردد که در جدول ۷، نمونه پر شده توسط کارشناسان ارائه گردیده است:

که به‌طور کلی در این ماتریس نیز نیز با شدت کمتر نسبت به فاز ساختمانی محیط‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و فیزیکی، شیمیایی بیشترین تأثیر را می‌پذیرند.

۲- اولویت‌بندی و رتبه‌بندی معیارها و زیرمعیارها

پس از شناسایی معیارها و زیرمعیارهای مرتبط با موضوع مسئله، این معیارها و زیرمعیارها با استفاده از روش AHP و با میانگین هندسی وزن‌دهی می‌شوند. در ادامه پس از انجام تمامی مقایسات زوجی و چک نمودن نرخ ناسازگاری(معیارها : ۰/۰۸۲۴۷، زیر معیارهای محیط فیزیکی: ۰/۰۷۲۰۳، زیر معیارهای محیط اقتصادی : ۰/۰۹۸۲۹ ، زیر معیارهای محیط بیولوژیکی : ۰/۰۷۰۶۹) برای همه مقایسات، اوزان نهایی قابل مشاهده هستند که در جدول ۸ نشان داده شده است.

همانطور که مشاهده می‌شود محیط‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی ، فیزیکی و شیمیایی بیشترین ریسک‌پذیری را در فاز بهره برداری دارند. همچنین نتایج نشان دادند که در محیط فیزیکی و شیمیایی زیر معیارهای هوا و کیفیت آبهای سطحی، در محیط بیولوژیکی زیر معیار رویشگاه‌ها و حیات جانوری و در محیط اقتصادی اجتماعی و فرهنگی، آموزش و مهارت و ارتباطات و راه‌های ارتباطی بیشترین تاثیر پذیری را به خود اختصاص دادند.

جدول۶- رتبه بندی گزینه ها

Table6. Alternatives Ranking

شاخص ویکور(Q)	تأسف(R)	سودمندی(S)	نتیجه
۰	۰/۳۱۴۳	۰/۹۲۷	فاز ساختمانی
۱	۰/۶۲۶۷	۱/۸۸۶۷	فاز بهره برداری

www.SID.ir

جدول۷- ماتریس مرتبط با اثر هر فعالیت بر روی محیط‌ها در فاز بهره برداری

Table7. Matrix related to the effect of each activity on the environments in the Application phase

محیط	پارامترها	انتقال گاز توسط خط لوله	عملیات توپک پرانی	فعالیت پمپ ها	مخازن گاز مرده	تعمیرات خط لوله	نگهداری و بازرسی دوره ای خطوط لوله	سیستم های کنترلی و حفاظتی خطوط لوله	سوانح و خطرات متقابل	خطای انسانی
محیط فیزیکی شیمیایی	کمیت و کیفیت مواد زائد	۴	۳	۲	۳	۴	۱	۱	۳	۳
	لرزه خیزی	۵	۳	۳	۵	۳	۱	۱	۴	۳
	هوا	۱	۱	۱	۱	۴	۱	۱	۳	۱
	صدا	۱	۲	۴	۱	۳	۱	۱	۴	۱
	کیفیت ابهای سطی	۱	۳	۲	۱	۲	۱	۱	۳	۳
	کیفیت آبهای زیرزمینی	۲	۴	۱	۴	۱	۱	۱	۴	۵
	فرسایش خاک	۱	۴	۱	۳	۲	۱	۱	۲	۳
	توپوگرافی و شکل زمین	۱	۱	۳	۱	۲	۱	۱	۱	۱
محیط بیولوژیکی	رویشگاه ها و پوشش گیاهی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۱
	رویشگاه ها و حیات جانوری	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	مناطق حفاظت شده	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
محیط اقتصادی اجتماعی و فرهنگی	سکونتگاهها	۱	۱	۲	۴	۲	۱	۱	۵	۳
	جمعیت و مهاجرت	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۱
	اشتغال و درآمد	۲	۳	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۵
	آموزش و مهارت	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۱	۵	۵
	راههای ارتباطی و ترافیک	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۴	۳
	چشم انداز طبیعی	۱	۱	۲	۱	۲	۱	۱	۲	۱
	ارزش زمین و مستغلات	۱	۱	۲	۲	۱	۱	۱	۲	۱

جدول۸- رتبه بندی معیارها

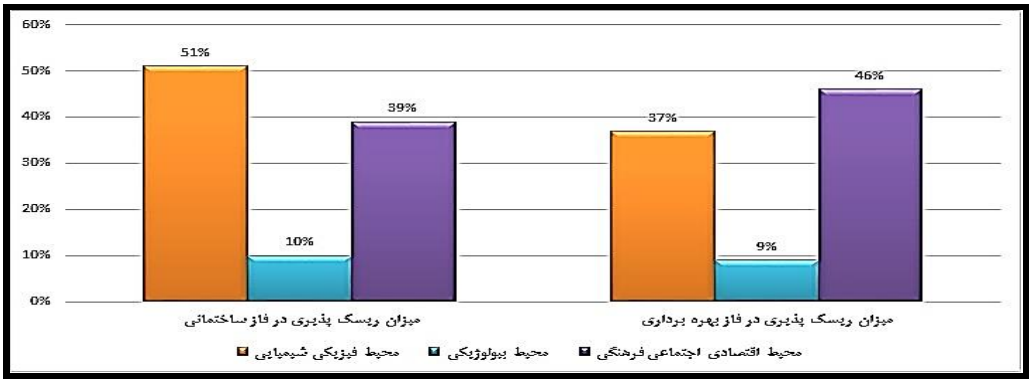
Table8. Criteria Ranking

رتبه	وزن نرمال شده	نام معیار
۱	۰/۵۰۶۷	محیط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی
۲	۰/۴۸۶۹۶	محیط فیزیکی شیمیایی
۳	۰/۱۰۳۶۲	محیط بیولوژیکی

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه ریسک‌پذیری محیط‌ها در دو فاز ساختمانی و بهره‌برداری



شکل ۶- مقایسه ریسک‌پذیری محیط‌ها در دو فاز ساخت و بهره برداری

Figure6. Comparison of environment risk factors in two phases of construction and Application

تجزیــه و تحلیــل مخــاطرات در روش انویــد در فــاز احداث(فاز ساختمانی)

در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری، هر پروژه‌ای فعالیت‌های مختص به خود را دارد که در جدول ۹ فعالیت‌های مرتبط با طرح مورد مطالعه در فاز ساختمانی ارائه گردیده است:

جدول ۹- فعالیت های طرح احداث (فاز ساختمانی) خط لوله انتقال گاز اتان (۱۱)

Table 9. Construction activities (construction phase) of the Ethan gas pipeline

فعالیت ها	استقرار کمپ
	احداث ایستگاه تقویت فشار
	جوشکاری
	تست هیدرو استاتیک
	حمل و نقل کارکنان
	تامین و مصرف آب
	تامین و مصرف سوخت
	دفع پسماند و پساب
	حفاری و گودبرداری
	تامین و مصرف انرژی
	انتقال لوله به محل پروژه
	عایق کاری
	لوله گذاری

در جدول ۱۰ نمونه‌ای از فرم ریسک‌پذیری در یکی از فعالیت‌ها (عملیات لوله‌گذاری) نشان داده است.

www.SID.ir

عملیات لوله‌گذاری

جدول ۱۰- دامنه ریسک پارامترهای احداث خط لوله نسبت به فعالیت عملیات لوله گذاری(۱۱)

Table10. Risk Domain the parameters of the pipeline construction relative to the Intubation operation activity

فرم شناسایی و تجزیه و تحلیل جنبه های محیط زیستی به روش انوید						
فعالیت	پارامترها	شدت پیامد	احتمال وقوع	ریسک	وضعیت ریسک	
					قابل قبول	غیر قابل قبول
عملیات لوله گذاری	الف- هوا	۱	۱	۱	*	
	ب- صدا	۵	۴	۲۰		*
	پ- کیفیت آبهای سطحی	۲	۲	۴	*	
	ت- کیفیت آبهای زیرزمینی					
	ث- فرسایش خاک					
	ج- توپوگرافی و شکل زمین					
	چ- پوشش گیاهی					
	ح-پوشش جانوری					
	خ- مناطق حفاظت شده					
	د- سکونتگاهها					
	ذ- جمعیت و مهاجرت					
	ر- اشتغال و در آمد					
	ز- آموزش و مهارت					
	س- کشاورزی					
	ش- راههای ارتباطی و ترافیک	۳	۵	۱۵		*
	ص- کاربری اراضی					
	ض- چشم انداز طبیعی					
	ط- آثار تاریخی فرهنگی					
	ظ- ارزش زمین و مستغلات					

خالی بودن مقادیر شدت پیامد، احتمال وقوع و ریسک و . . . در برخی از معیارها در جدول شماره ۱۰ بیانگر آن است که فعالیت مورد نظر با توجه به نوع پروژه، ریسک محیط زیستی حائز اهمیتی ایجاد نکرده‌اند، اما برای آشنایی با ریز فعالیت‌های مرتبط با طرح برای استفاده‌های احتمالی آتی، در جدول ذکر شده‌اند.

بحث نتیجه‌گیری

ارزیابی ریسک محیط زیستی یکی از ملاحظاتی است که در امتداد با ارزیابی اثرات توسعه بر محیط زیست انجام می‌گیرد و آثار توسعه بر محیط زیست را به صورت کمی، با بیان شدت و احتمال آشکار می سازد. با توجه به مورد یاد شده، کشور ایران نیز مانند سایر کشورهای پیشگام در صنایع فرآیندی به خصوص خطوط لوله گاز و نفت گسترده، باید هر چه سریع تر

www.SID.ir

Archive of SID

به تدوین قوانین مدیریتی و اجرایی جهت ارزیابی ریسک محیط زیستی خطوط لوله در تمامی مراحل ساختمانی، بهره برداری و عملیاتی مبادرت نماید و مجریان پروژه های خطوط لوله حاوی مواد خطرناک ملزم به رعایت آن شوند. روش‌های کمی در ارزیابی ریسک بازده بالاتری نسبت به روش‌های کیفی و کلاً غیر کمی دارند. در پژوهشی ارزیابی ریسک محیط زیستی خطوط لوله انتقال گاز به روش تلفیقی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی صورت پذیرفت(۱). در این مطالعه به منظور ارزیابی ریسک محیط زیستی خطوط انتقال گاز تلفیقی از روش سامانه شاخص گذاری و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. ارزیابی ریسک بر روی خط لوله انتقال گاز ۲۴ اینچ تسوج – سلماس به طول تقریبی ۴۲ کیلومتر به عنوان مطالعه موردی به انجام رسید و ریسک های شناسایی شده در طول مسیر خط لوله پهنه بندی شدند. مهمترین عوامل مولد ریسک شناسایی شده در این پروژه به ریسک های ناشی از تخریب عوامل ثالث و پتانسیل های طبیعی(جابه‌جایی خاک) مربوط می‌شود. در مطالعه‌ای که برای ارزیابی ریسک مجتمع گاز پارس جنوبی در فازهای ۶، ۷ و ۸ در ایران، به انجام رسید نحوه انجام مطالعات ارزیابی ریسک در این پروژه را بر اساس بررسی جزء به جزء پتانسیل های خطر استوار نمودند (۱۲). از همین رو علاوه بر صرف دقت و هزینه های زیاد، شناسایی کامل فرآیندهای انجام عملیات در پروژه صورت گرفت و راه‌کارهای کاهش خطرات احتمالی موجود بر انسان مورد بررسی قرار گرفت. از این رو، در کنار نتایج دقیق و قابل استفاده تحصیل شده، عدم نظام‌مند بودن آن و رهیافت کمرنگ آن به مسایل محیط زیستی مشکل اساسی می‌باشد که تحقیق حاضر این ضعف را مرتفع نموده است. در ارزیابی ریسک محیط زیستی خطوط انتقالی گاز باس در استرالیا در سال ۲۰۰۱ نیز هر چند در ابتدا شناسایی خطرات پروژه مورد بررسی قرار گرفت، ولی شناسایی فاکتورهای محیط زیستی و حتی فاکتورهای مربوط به مخاطرات ناشی از خود پروژه خط لوله نیز به میزان کافی صورت نپذیرفت. در حالی که تحقیق حاضر، تمام فاکتورهای اثرگذار را در رویکردی کل نگرانه در کنار یکدیگر قرار داده و تجزیه و تحلیل نموده است.

برای بدست آوردن میزان اثرات محیط زیستی در مطالعه حاضر، ابتدا هر یک از محیط‌ها(معیارها) و پارامترهای هر محیط (زیرمعیارها) با استفاده از روش AHP در دو فاز ساختمانی و بهره‌برداری، توسط نظرات کارشناسان این پژوهش، دو به دو با هم مقایسه شدند و وزن‌های شاخص‌های مؤثر در برآورد سطح ریسک بدست آمدند. همان‌طور در بخش نتایج ملاحظه شد در هر دو فاز، محیط‌های اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، فیزیکی و شیمیایی از بیشترین میزان ریسک‌پذیری را داشتند. سپس جهت رتبه‌بندی گزینه‌های پژوهش که همان ۲ فاز ساختمانی و بهره‌برداری بودند، از روش رتبه‌بندی ویکور استفاده شد و نتایج نشان دادند که فاز ساختمانی رتبه اول یعنی بیشترین میزان ریسک‌پذیری را شامل می‌شود. سپس به بررسی جزئی‌تر فاز ساختمانی و میزان اثرگذاری ریز فعالیت‌های مربوط به فاز ساختمانی بر روی شاخص‌ها و پارامترها و قابل قبول و غیر قابل بودن میزان ریسک در هر شاخص پرداختیم. در نهایت مقرر شد با اقدامات اصلاحی و کنترلی در جهت کاهش اثرات ریسک در موارد غیر قابل قبول و دارای ریسک نمود.

Reference

1. Jozi, S.A., and Irankhahi, M. 2010. Environmental risk assessment of gas pipelines by Compiled AHP Method, Journal of Ecology science (JES). 36(53), 107-120. (In Persian)
2. Izadi, Ali., and Chavoshian, A. 2014. Qualitative and quantitative assessment of the risks of oil pipelines (National Iranian Oil Engineering and Construction), Journal of scientific advancement of new process. 10(52), 200-209. (In Persian)
3. Vakilazad, Gh., and Poursotoudeh, N. 2017. Environmental risk assessment methods in oil and gas transmission projects, Journal of Oil, Gas and Energy. 42, 12-20. (In Persian)

www.SID.ir

4. Daneshshakib, M., and Fazli, S. 2008. Separation of successful and unsuccessful companies using a hybrid approach (FAHP – TOPSIS) in Tehran Stock Exchange, Iranian journal of management sciences.4 (15), 87-117. (In Persian)
5. Adelazar, M., and Memariani, A. 1995. AHP a New Technique for Group Decision Making, Iranian journal of Management knowledge. No. 27-28, 22-32. (In Persian)
6. Habibi, A., Izadyar, S., and Sarafrazi, A. Fuzzy Multi-criteria Decision Making, Gil's Inscription Publishing; 2014
7. Ebrahimzadeh Pezeshki, R., Saeida Ardakani, S., Tabatabayi Nasab, S.M., Jalilian, N., and Noori, A. 2014. An Analysis of EQ by Combining Two Approaches of AHP and VIKOR at Fuzzy Environment (Case Study: Faculties of Yazd University), journal of Higher Education. 7(27), 115-139. (In Persian)
8. Brito, A.J., and de Almeida, A.T. 2008. Multi attribute risk assessment for risk ranking of natural gas pipelines. Reliability engineering & System safety; 2008.p. 187-198.
9. Opricovic, S., & Tzeng, G. 2004. Compromise solution by MCDM methods: A comparativeanalysis of VIKOR and TOPSIS, European. Journal of Operational Research, 156(2), 445-455.
10. Opricovic, S., & Tzeng, G. 2007. Extended VIKOR method in comparison with outrankingmethods. European Journal of Operational Research, 178(2), 514-529.
11. EPA Guidline for Ecological Risk Assessment/630/R-95/002F
12. Foster. Wheeler. 2001. Risk assessment by AHP Method With reference to potential expect for risk.

www.SID.ir