

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<sup>۱</sup>

مریم رباطی<sup>۲\*</sup>

[m.robati@srbiau.ac.ir](mailto:m.robati@srbiau.ac.ir)

هانیه نیکومرام<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۱۱

#### 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 جمله 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 کاهش پتانسیل ریسک خط لوله می‌باشد.

۱- دانش‌آموخته 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.  
(مسئول مکاتبات)

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

**بحث و نتیجه گیری:** نتایج نشان می دهند که در هر دو روش مورد استفاده، فاز ساختمانی نسبت به فاز بهره برداری بیشترین ریسک را داشته که در فاز ساختمانی به ترتیب محیط های فیزیکی و شیمیایی و اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی و در فاز بهره برداری نیز با شدت کمتر نسبت به فاز ساختمانی؛ محیط های فیزیکی و شیمیایی و اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی بیشترین تأثیر را می پذیرند.

**واژه های کلیدی:** ارزیابی، ریسک محیط زیستی، خطوط لوله انتقال گاز، ویکور، انوید.

# **Environmental Risk Assessment for Gas Pipeline Construction Using the Multi-Index Compilation Decision Method (Case study: Gachsaran to Bidboland)**

**Shahab Ahmadzadeh<sup>1</sup>**

**Maryam Robati<sup>2\*</sup>**

[m.robati@srbiau.ac.ir](mailto:m.robati@srbiau.ac.ir)

**Hanieh Nikoomaram<sup>3</sup>**

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.

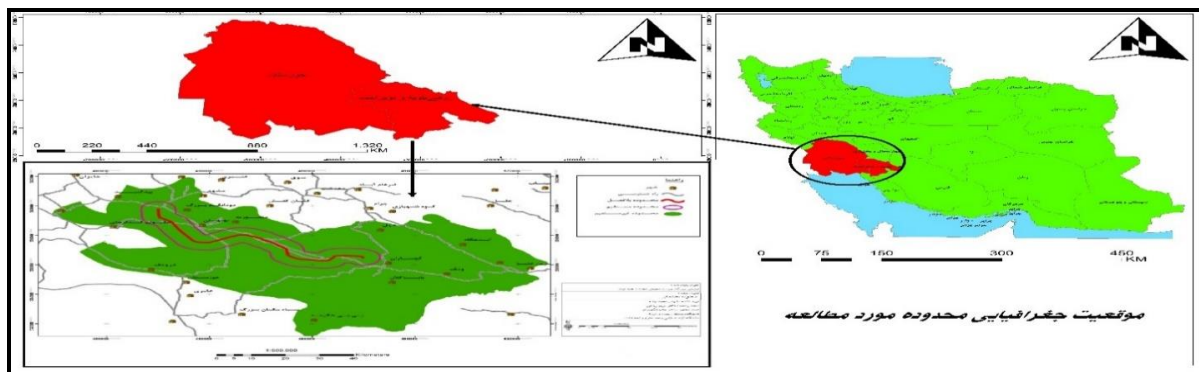
## مقدمه

امروزه بررسی ریسک پذیری 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 گرفتند 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، تطبیق پذیری 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).



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

Figure 1. Location of the study area

## روش تحقیق

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 روبه‌روست، می‌تواند استفاده گردد. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسه‌های زوجی نهفته است، به گونه‌ای که اگر عنصر  $A$  با عنصر  $B$  مقایسه شود، تصمیم‌گیرنده خواهد گفت که اهمیت  $A$  بر  $B$  یکی از حالت‌های مندرج در جدول ۱ است (۵).

## جدول ۱- قضاوت‌های نسبی

Table 1. Relative Judgments

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

## 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

این تحقیق از لحاظ هدف کاربردی است. با توجه به این که 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 - VIKOR<sup>۱</sup> AHP و ENVID<sup>۲</sup> 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 منافع 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)

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

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.

شکل ۲- 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														
واحد اقدام کننده	اقدامات کنترلی پیشنهادی		وضعیت ریسک		ریسک	احتمال وقوع	شدت پیامد	اقدامات کنترلی موجود		شرایط بروز		علت	پارامترها	فعالیت
	کاهش	پیشگیری	قابل قبول	غیر قابل قبول				کاهش	پیشگیری	عادی	غیر عادی			
														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 حفاظت شده
														د- سکونت گاهها
														ذ- جمعیت و مهاجرت
														ر- اشتغال و درآمد
														ز- آموزش و مهارت
														س- کشاورزی
														ش- راههای ارتباطی و ترافیک
														ص- کاربری اراضی
														ض- چشم انداز طبیعی
														ط- آثار تاریخی فرهنگی
														ظ- لرزش زمین و مستغلات

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

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

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 :

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 :

ریسک	۷ بالا	احتمال وقوع					
		۵ متوسط (مکرر) (بیشتر از ۱۰ مورد در سال)	۴ احتمال زیاد (بیشتر از ۱ مورد در سال)	۳ محتمل (بیشتر از ۱/۱۰ مورد در سال)	۲ احتمال کم (بیشتر از ۱-۱۰ مورد در سال)	۱ (فرد) (بیشتر از ۱۰۰۰۰ مورد در سال)	۰ (غیر محتمل) (کمتر از ۱۰۰۰۰ مورد در سال)
پایه	۵ فاجعه آبریز	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow
	۴ بهترین	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Green
	۳ خطی‌ناک	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green
	۲ کم خطر	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green
	۱ خطر ناچیز	Green	Green	Green	Green	Green	Green

شکل ۳- ماتریس توصیف ریسک هر فعالیت در روش انوید

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

### نتایج

#### مراحل اجرای تحقیق در فاز ساختمانی

#### ۱- تهیه ماتریس معیارهای محیط زیستی و فعالیت‌های

#### مرتبط با احداث خطوط لوله در فاز ساختمانی

برای پیشبرد روش ویکور، ماتریسی از معیارهای محیط زیستی 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 :

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).





## ۲- وزن دهی 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 وزن دهی می‌شوند. در ادامه پس از انجام تمامی مقایسات زوجی و چک نمودن نرخ ناسازگاری (معیارها:  $0/09040$ ، زیر معیارهای محیط فیزیکی:  $0/09984$ ، زیر معیارهای محیط اقتصادی:  $0/08440$ ، زیر معیارهای محیط بیولوژیکی:  $0/08247$ ) برای همه مقایسات، اوزان نهایی قابل مشاهده هستند.

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 ۱ تا ۹ 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 تاثیر را می‌پذیرند.

## جدول ۳- وزن نهایی معیارها و زیرمعیارها

Table3. The final weight of criteria and sub-criteria

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

## ۳- اولویت بندی و رتبه بندی معیارها و زیرمعیارها

جدول ۴- رتبه بندی معیارها

Table 4. 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

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

حداکثر مطلوبیت گروهی از اکثریت با S نشان داده می شود و حداقل تأسف فردی از طرف مقابل را با R نشان می دهند (۱۰). مقادیر  $R_j$  و  $S_j$ ،  $j=1, 2, \dots, k$  را از طریق معادلات زیر محاسبه می نماییم:

$$S_j = \sum_{i=1}^m w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (3)$$

$$R_j = \max_j [W_i (F_i^* - F_{ij}) / (F_i^* - F_i^-)] \quad (4)$$

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

## جدول ۵- 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 می شود و S و R را با وزن V به صورت معادله با هم یکی می کند.

$$Q_j = \frac{v(S_j - S^*)}{S^- - S^*} + (1 - v)(R_j - R^*) / (R^- - R^*) \quad (5)$$

$$S^* = \min_j S_j \quad S^- = \max_j S_j \quad (6)$$

$$R^* = \min_j R_j \quad R^- = \max_j R_j \quad (7)$$

مقدار V با توجه به میزان توافق گروه تصمیم گیرنده انتخاب می شود؛ 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 می گیریم.

## ۹- رتبه بندی گزینه ها (محاسبه شاخص ویکور)

همان طور که از جدول ۴ مشاهده می شود، محیط های فیزیکی و شیمیایی و محیط های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی بیشترین ریسک پذیری را در فاز ساختمانی دارند.

## ۴- تشکیل ماتریس تصمیم (روش ویکور)

با توجه به تعداد معیارها (m)، تعداد گزینه ها (n) و ارزیابی همه گزینه ها برای معیارهای مختلف، ماتریس تصمیم با نظر خبرگان تشکیل می شود. در این مرحله با استفاده از نرم افزار Vikor اقدام به تشکیل ماتریس تصمیم می نماییم.

## ۵- ماتریس نرمالیزه وزین شده

در این مرحله ماتریس نرمالیزه شده به روش خطی در ماتریس وزن های به دست آمده با استفاده از روش AHP، ضرب می شود.

## ۶- تعیین کمترین و بیشترین مقدار هر شاخص (تعیین

## راه حل بهینه مثبت و منفی)

بهترین و بدترین مقدار از میان مقادیر موجود برای هر معیار در ماتریس تصمیم را تعیین می کنیم (۹). به منظور تعیین بهترین و بدترین مقدار از ماتریس تصمیم اصلاح می شود، بدین صورت که بیشترین مقدار از هر یک از گزینه ها برای هر معیار مثبت ( $f_i^*$ ) و کمترین مقدار برای هر معیار منفی ( $f_i^-$ ) به عنوان بهترین مقدار انتخاب می شود. برای مثال  $f_i^*$  نشان دهنده بیشترین مقدار از  $i$  امین معیار مثبت در ماتریس تصمیم اصلاح شده است:  $i=1, 2, \dots, n$

$$f_i^- = \min_j f_{ij} \quad f_i^* = \max_j f_{ij} \quad \text{اگر معیار } i \text{ ام مثبت باشد} \quad (1)$$

$$f_i^- = \max_j f_{ij} \quad f_i^* = \min_j f_{ij} \quad \text{اگر معیار } i \text{ ام منفی باشد} \quad (2)$$

تمامی مقایسات زوجی و چک نمودن نرخ ناسازگاری (معیارها):  
 زیر معیارهای محیط فیزیکی: 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 تأثیر پذیری را به خود اختصاص دادند.

گزینه‌ها بر اساس مقادیر  $S$ ،  $R$  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 بهره‌برداری باید تهیه گردد که در جدول ۷، نمونه پر شده توسط کارشناسان ارائه گردیده است:

که به‌طور کلی در این ماتریس 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

#### جدول ۶- رتبه‌بندی گزینه‌ها

Table 6. Alternatives Ranking

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

## جدول ۷- 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

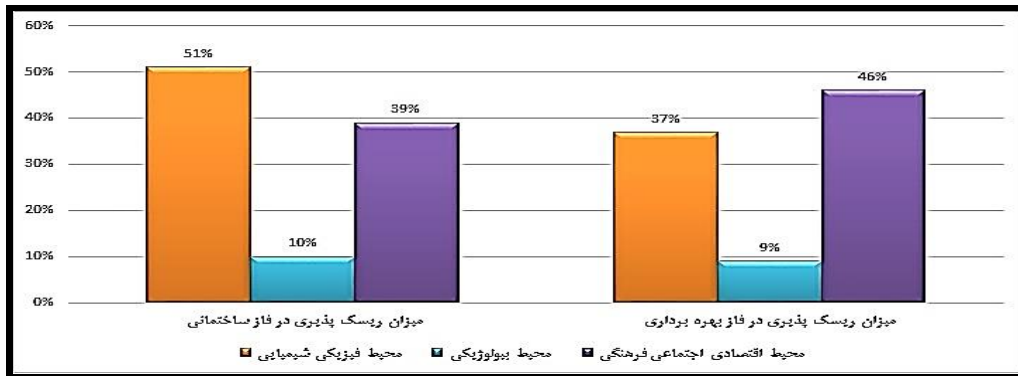
خطای انسانی	سوانح و خطرات متقابل	حفاظتی خطوط لوله	سیستم های کنترلی و خطوط لوله	نگهداری و بازرسی دوره ای	تعمیرات خط لوله	مخازن گاز مرده	فعالیت پمپ ها	عملیات تویک پرانی	انتقال گاز توسط خط لوله	پارامترها	محیط
۳	۳	۱	۱	۱	۳	۳	۲	۳	۴	کمیت و کیفیت مواد زائد	محیط فیزیکی شیمیایی
۳	۴	۱	۱	۱	۳	۵	۲	۳	۵	لرزه خیزی	
۱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

## جدول ۸- رتبه بندی معیارها

Table8. Criteria Ranking

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

مقایسه ریسک‌پذیری محیط‌ها در دو فاز ساختمانی و بهره‌برداری



شکل ۶- مقایسه ریسک‌پذیری محیط‌ها در دو فاز ساخت و بهره‌برداری

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

تجزیه و تحلیل مخاطرات در روش انوبد در فاز

احداث(فاز ساختمانی)

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

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

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

استقرار کمپ	فعالیت‌ها
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.

## عملیات لوله گذاری

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

Table 10. 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					

## بحث نتیجه گیری

ارزیابی ریسک محیط زیستی یکی از ملاحظات است که در امتداد با ارزیابی اثرات توسعه بر محیط زیست انجام می گیرد 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

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 نکرده اند، اما برای آشنایی با ریز فعالیت های مرتبط با طرح برای استفاده های احتمالی آتی، در جدول ذکر شده اند.

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. Vakilzad, 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)

به تدوین قوانین مدیریتی و اجرایی جهت ارزیابی ریسک محیط زیستی خطوط لوله در تمامی مراحل ساختمانی، بهره‌برداری و عملیاتی مبادرت نماید و مجریان پروژه‌های 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 ریسک‌های شناسایی شده در طول مسیر خط لوله پهنه بندی شدند. مهمترین عوامل مولد ریسک شناسایی شده در این پروژه به ریسک‌های ناشی از تخریب عوامل ثالث و پتانسیل‌های 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 پتانسیل‌های خطر استوار نمودند (۱۲). از همین رو علاوه بر صرف دقت و هزینه‌های 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

- 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 comparative analysis 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 outranking methods. *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.
  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*