



فصلنامه علوم محیطی، دوره سیزدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴

۶۷-۷۴

ارزیابی ریسک محیط‌زیستی پروژه‌های انتقال گاز (مطالعه موردی: خط لوله ۲۴ اینچ تسوج - سلماس)

سحر رضایان^{۱*}، سیدعلی جوزی^۲ و مهدی ایران‌خواهی^۳

استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود
^۲دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
^۳دانشجوی دکتری محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۲۲

تاریخ دریافت: ۹۳/۴/۱۶

The Presentation of Environmental Risk Assessment Pattern for Gas Pipeline Project by Using of Indexing System and AHP Methods (Case Study: Transportation Pipelines 24 inches, Tasuj-Salmas Project)

Sahar Rezaian^{1*}, Seyed Ali Jozi² & Mehdi Irankhahi³

¹Assistant Prof., Department of Environment, Islamic Azad University, Shahrud Branch

²Associate Prof., Department of Environment, Faculty of Technical and Engineering, Islamic Azad University, North Tehran Branch

³PhD. Student in Environmental Science, Faculty of Environment and Energy, Tehran Sciences & Researches University

Abstract

In this study for purpose of environmental risk assessment for gas transportation pipelines, combined the indexing system method and AHP. Indexing System is a compulsive and applicable method that was based at the basis of characterizing index effect and ranking. For the purpose of weighting the criteria's, the AHP was used and for the purpose of weighting the digital layers of information's related to the criteria's, Ordered Weight Analysis method was used. Via usage of GIS abilities, the identified risks and risk zonation in the path of pipelines. Results showed that 46% of gas pipeline, has a high risk (5467- 6054 grade), 48% of it, has a medium risk (6055- 6641 grade), 2% of it, has a low risk (6642- 7228 grade) and 4% of it, has a little risk (7228< grade). Adjacency of southern zone of pipelines path with Orumieh lake national park, is an important ecological sensitivity that is under investigation. 15 kilometer of pipeline path (kilometer 18+220 to 33+220) is aligned with 5 kilometer of biosphere reserved.

Keywords: Environmental Risk Assessment, Indexing System, Analytical Hierarchy Process, Gas Pipelines.

چکیده

به منظور ارزیابی ریسک محیط‌زیستی خطوط انتقال گاز، تلفیقی از روش سامانه شاخص‌گذاری و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در این تحقیق پیشنهاد شد. با استفاده روش ادغام شده انواع خطرهای زیست‌محیطی موجود در خطوط لوله براساس شاخص‌ها و معیارهای تعیین شده طبقه‌بندی، کمی و اولویت‌بندی گردید. در این بین از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی جهت تعیین وزن یا درجه اهمیت مولفه‌های تاثیرگذار در ارزیابی ریسک زیست‌محیطی خطوط انتقال گاز استفاده گردید. با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، خطرهای شناسایی شده در طول مسیر خط لوله مورد نظر شناسایی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که ۴۶٪ از طول مسیر دارای سطح ریسک بالا (۶۰۵۴-۵۴۶۷ امتیاز)، ۴۸٪ از طول مسیر واجد سطح ریسک متوسط (۶۰۵۵-۶۶۴۱ امتیاز)، ۲٪ با پتانسیل ریسک کم (۷۲۲۸-۶۶۴۲ امتیاز) و ریسک ناچیز با امتیاز (<۷۲۲۸)، ۴٪ می‌باشد. نزدیکی بخش جنوبی مسیر خط لوله با پارک ملی دریاچه ارومیه مهم‌ترین حساسیت این مسیر معرفی گردید.

کلمات کلیدی: ارزیابی ریسک محیط‌زیستی، سامانه شاخص‌گذاری، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، خطوط لوله انتقال گاز.

* Corresponding Author. E-mail Address: s_rezaian@yahoo.com

۱- مقدمه

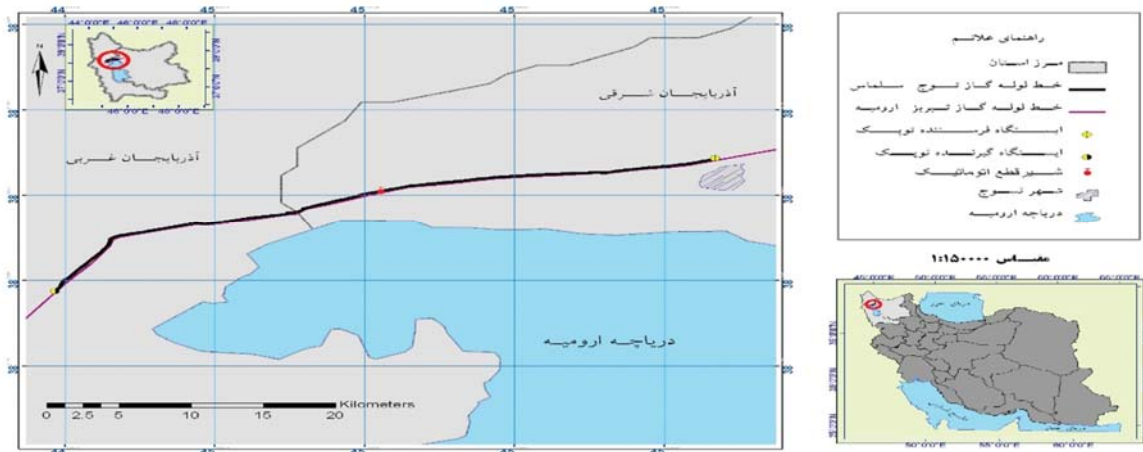
علی‌رغم اینکه احداث خطوط انتقال گاز غالباً بهترین گزینه انتقال این مواد همراه با توجه فنی و اقتصادی است، لیکن با توجه به ریسک‌پذیری بالا اثرات قابل توجه‌ای بر محیط تحت تاثیر دارد [۱] در زمینه ارزیابی ریسک محیط‌زیستی خطوط لوله انتقال نفت و گاز مطالعات مختلفی در دنیا به انجام رسیده است که از آن جمله می‌توان به مطالعات ارزیابی ریسک محیط‌زیستی خط لوله انتقال گاز باس (Bass) در سال ۲۰۰۱ در استرالیا اشاره نمود. در این مطالعات که در قالب گزارش ارزیابی اثرات محیط‌زیستی به انجام رسیده، ابتدا فرآیند شناسایی خطرات (HAZID)^۱ پروژه بررسی و ریسک محیط‌زیستی به روش کمی (QRA)^۲ ارزیابی قرار گرفته است [۲]. ارزیابی ریسک خطوط لوله انتقال گاز طبیعی در سال ۲۰۰۰ در جنوب مکزیک از دیگر مطالعات انجام شده در این زمینه می‌باشد. در این پروژه ریسک‌های ناشی از فعالیت احداث این خطوط لوله بر محدوده اجرای پروژه همچون خوردگی محیطی، وجود مناطق با خطر لرزه‌خیزی و لغزش به عنوان شاخص‌های واجد پتانسیل بالا مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی پتانسیل ریسک در مسیر خط لوله پهنه‌بندی گردیده است [۳]. مطالعات دیگری با عنوان ارزیابی و مدیریت ریسک‌های محیطی برای خطوط لوله انتقال گاز طبیعی ۲۰ اینچ شمال آرژانتین- سواحل شیلی در حد فاصل سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶ انجام رسیده است. در این مطالعات به منظور شناسایی مخاطرات طبیعی از تفسیر عکس‌های هوایی و بازدیدهای میدانی استفاده شده و طول مسیر خط لوله با استفاده از برآوردهای نیمه کمی ریسک به طور ابتدایی رتبه‌بندی شده است. در این تحقیق با استفاده از تحلیل‌های هزینه-منفعت، مطلوب‌ترین اقدامات کنترل ریسک (نسبت به انتخاب برنامه‌های پایش، نوسازی تقاطع‌ها با رودخانه‌ها و احتراز از زمین لغزش با استفاده از عملیات HDD^۳ در اماکن با سطح ریسک بالا)، اقدام شده است [۴]. از دیگر روش‌های متداول در ارزیابی و مدیریت ریسک‌های محیط‌زیستی ناشی از خطوط انتقال حامل‌های انرژی رویکرد ماتریسی ارزیابی ریسک^۴ است. این شیوه شامل طرح‌ریزی ماتریسی است که هر قطعه ۱۰۰ متری از خط لوله را همراه ۳۰ فاکتور مولد ریسک محیط پذیرنده آن حوزه جغرافیایی نشان می‌دهد. این فاکتورها از حالات شکست^۵، پیامدهای متعاقب یک شکست، آسیب‌های فردی، تاثیرات جغرافیایی ریسک و اثر بر ساختارهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی ریسک ناشی می

گردد. این رویکرد روشی نرم افزاری، دقیق و با حداقل خطای انسانی بوده لیکن نیازمند نظر کارشناسی خبره است [۵]. بطور کلی روش‌های ارزیابی ریسک پروژه‌های طولی را می‌توان به سه گروه عمده ذیل طبقه‌بندی نمود: الف) روش‌های کیفی: روش‌های HAZOP، تجزیه و تحلیل درخت خطا FTA^۶ و ارزیابی ریسک گزینه‌ای^۷، ب) روش‌های کمی: تئوری مطلوبیت چندگزینه‌ای (MAUT)^۸ و روش ارزیابی کمی ریسک موسوم به روش QRA و ج) روش‌های نیمه کمی: روش شاخص‌گذاری داده‌ها. در انتخاب روش مناسب باید توجه داشت که عوامل مختلفی از جمله میزان و اطلاعات مورد نیاز، پیچیدگی فرآیند مورد سنجش، قابلیت دسترسی به اطلاعات و تخصص مورد نیاز نقش مهمی ایفا می‌نماید [۶].

خط لوله انتقال گاز ۲۴ اینچ تسوج- سلماس در شمال شهر تسوج واقع در استان آذربایجان شرقی به مختصات جغرافیایی ۲۰°۱۵' ۳۸° عرض شمالی و ۴۵°۲۰' طول شرقی از خط لوله گاز موجود تبریز- ارومیه منشعب شده و پس از ۴۲ کیلومتر طی مسیر به موازات آن، در جنوب شرقی شهر سلماس واقع در استان آذربایجان غربی به مختصات ۴۵°۱۱' ۳۸° عرض شمالی و ۴۴°۵۶'۲۵' طول شرقی قرار دارد. قطر خط لوله در تمام طول مسیر ۲۴ اینچ است ولی ضخامت آن در حوزه استحفاظی شهرها یا در مجاورت با مناطق مسکونی، مجاورت ایستگاه‌ها و در تقاطع با جاده آسفالتی و ریل راه آهن، حصول به ضریب ایمنی استاندارد متفاوت است. خط لوله مذکور دارای یک ایستگاه فرستنده توپک در ابتدا و یک ایستگاه گیرنده توپک در انتهای مسیر و همچنین یک ایستگاه شیر قطع اتوماتیک در ۲۰ کیلومتر خط لوله می‌باشد [۷]. در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی خط لوله تسوج- سلماس نمایش داده شده است:

۲- مواد و روش‌ها

با توجه به روش مورد استفاده و ویژگی‌های محیط‌زیست منطقه مطالعاتی، محدوده ارزیابی ریسک محیط‌زیست مشخص و سپس تحقیق در قالب این محدوده‌ها به انجام رسید. جهت تلفیق داده‌های مکانی و توصیفی، تجزیه و تحلیل و پهنه‌بندی ریسک محیط‌زیست در طول مسیر خط لوله از نرم افزار Arc GIS 9.2 استفاده شد. به منظور وزن‌دهی شاخص‌های مؤثر در برآورد سطح ریسک از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و نرم افزار Expert Choice 9 بهره‌گیری شد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی خط لوله ۲۴ اینچ تسوج - سلماس

و در نتیجه پهنه‌بندی ریسک در طول مسیر خط لوله انجام شد. با تلفیق نقشه‌های زیر شاخص‌های مؤلفه مخاطرات کل و شاخص اثرات و با لحاظ کردن اهمیت وزنی هر یک و امتیازات کسب شده، نقشه نهایی شاخص مخاطرات کل که مبین احتمال وقوع خطر و نقشه نهایی شاخص اثرات که معرف شدت اثر است تولید گردید. لازم به ذکر است در مواردی که زیرشاخص مورد بررسی قابلیت نمایش و پهنه‌بندی نداشت (مانند کارکرد اپراتور و یا خطر محصول) امتیاز محاسبه شده در این مرحله به صورت عدد ثابت در طول مسیر خط لوله لحاظ شد. در جدول ۱ معیار امتیازدهی و کمی‌سازی شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مورد بررسی مطابق با روش سامانه شاخص‌گذاری ارائه شده است. به منظور تعیین میزان اهمیت و تأثیر هر یک از زیرشاخص‌های این دو مؤلفه، زیرشاخص‌ها به صورت دو به دو مورد مقایسه قرار گرفته و بر این اساس ارجحیت هر یک بر دیگری تعیین گردید. در ماتریس‌های مقایسه‌ی زوجی، عدد "n" نشان دهنده‌ی اهمیت گزینه A نسبت به گزینه B و عدد "1/n" نیز گویای اهمیت گزینه B نسبت به گزینه A می‌باشد بنابراین اگر اهمیت یک عامل در مقابل دیگری مشخص باشد، عکس این رابطه نیز قابل تشخیص خواهد بود [۸]. در شکل ۲ ساختار سلسله‌مراتبی تعیین وزن عوامل مورد ارزیابی بر اساس سامانه شاخص‌گذاری ارائه شده است.

در مرحله شناسایی این تحقیق ریسک‌های محتمل در قالب اثرات پروژه بر محیط و نیز محیط بر پروژه مطالعه گردیدند. مواردی چون: پتانسیل‌های طبیعی منطقه تحت بررسی مانند: گسل، لرزه‌خیزی، روانگرایی، لغزش و رانش از جمله عوامل محیطی هستند که می‌توانند باعث افزایش احتمال وقوع مخاطرات بر خط لوله و تحمیل ریسک از جانب محیط‌زیست بر پروژه و سرمایه‌گذاری انجام شده، گردند. شاخص‌هایی چون: خوردگی لوله‌ها ناشی از گاز عبوری، از بین رفتن عایق‌های بیرونی یا درونی و انفجار از جمله مخاطرات احتمالی هستند که از جانب سامانه انتقال گاز، محیط‌زیست تحت تأثیر را تهدید می‌کنند. این مخاطرات در صورت وقوع می‌توانند خسارات زیادی بر محیط‌زیست تحت اثر تحمیل نمایند. در ادامه تخمین و کمی‌سازی ریسک‌های شناسایی شده در دو محور اصلی شاخص مخاطرات کل و شاخص اثرات به انجام رسید. شاخص مخاطرات کل شامل کلیه عواملی است که در افزایش احتمال بروز حادثه یا خطر در مسیر خط لوله مؤثرند. این شاخص دارای چهار زیر شاخص: پتانسیل تخریب عوامل ثالث، خوردگی، طراحی و کارکرد ناصحیح اپراتور است. شاخص اثرات نیز به کلیه عواملی که در شدت یا ضعف وقوع ریسک محیط‌زیستی مؤثرند اتلاق می‌شود. این شاخص نیز دارای سه زیر شاخص: خطر محصول، حساسیت پراکنش و حساسیت اکولوژیک است. در ادامه، کار رویهم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی (شاخص‌های ارزیابی)

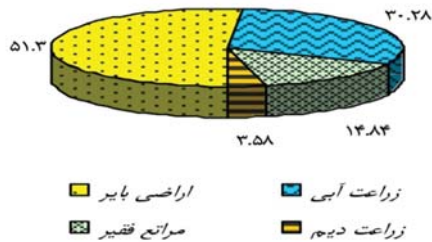
جدول ۱- شاخص‌ها و زیر شاخص‌های مورد بررسی و معیارهای امتیازدهی در روش سامانه شاخص‌گذاری

شاخص	زیر شاخص‌ها	محدوده امتیازات	معیارهای امتیازدهی		
شاخص مخاطر کل	پتانسیل تخریب عوامل ثالث	۰-۲۴	۳ / ارتفاع پوشش بر حسب اینچ		
		۰-۲۵	مرکز جمعیتی، خطوط ارتباطی، پروژه‌های در حال احداث، فعالیت‌های حساس و خطرزا، خطوط انتقال آب و پروژه‌های در حال احداث عالی، خوب، متوسط، زیر متوسط، ضعیف		
		۰-۱۱	عدم وجود تأسیسات زیربنایی سطحی امتیاز ۱۱ در غیر این صورت امتیاز ۰		
	بردارد	۰-۱۷	تواتر گشت و بازرسی	روزانه-۴، ۳، ۲ یا ۱ روز در هفته- کمتر از ۴ بار در ماه، کمتر از یکبار در ماه، هیچ وقت	
		۰-۱۷	برنامه آموزش همگانی	آموزش غیر حضوری، ملاقات با نمایندگان رسمی مردم و پیمانکاران، انتشار آگهی، برخورد مستقیم و برنامه‌های آموزش منظم گروهی	
		۰-۱۰	خوردگی ناشی از عوامل جوی	در معرض هوا قرار داشتن، شرایط جوی، عایق خوردگی محصول، موانع	
	شاخص مخاطر کل	ضریب ایمنی لوله	۰-۲۰	محیط زیرزمینی	خوردگی خاک، خوردگی مکانیکی
			۰-۲۵	حفاظت کاتدیک	کارایی، قابلیت درونی
			۰-۲۵	عایقکاری	قابلیت، شرایط
		فشار Surge (فشار مکانیکی)	۰-۲۵	ضریب ایمنی لوله	نسبت میزان فشار قابل تحمل به فشار طراحی (فاکتور ریسک)
۰-۲۵			ضریب ایمنی سامانه انتقال گاز	مقاوم به فشارهای مکانیکی	
۰-۲۰			فشار Surge (فشار مکانیکی)	احتمال بالای ایجاد فشار surge (۰)، احتمال متوسط (۱۰) و غیر ممکن (۲۰)	
کارکرد ناصحیح ایترنر		فاز طراحی	۰-۷	لغزش	فاقد پتانسیل (۷)، پتانسیل کم (۵)، پتانسیل متوسط (۳)، پتانسیل زیاد (۰)
			۰-۷	روانگرایی	فاقد پتانسیل (۷)، پتانسیل کم (۵)، پتانسیل متوسط (۳)، پتانسیل زیاد (۰)
			۰-۹	لرزه خیزی	فاقد پتانسیل (۹)، پتانسیل کم (۶)، پتانسیل متوسط (۴)، پتانسیل زیاد (۰)
		فاز ساختمانی	۰-۷	نشست زمین	فاقد پتانسیل (۷)، سایر موارد (۰)
	۰-۳۵		شناسایی خطر (۵)، حداکثر فشار قابل تحمل (۱۵)، سامانه‌های ایمنی (۱۲)، کنترل (۳)		
	۰-۲۵		بازرسی کیفی (۱۲)، بررسی اتصالات (۳)، استفاده از پوشش مناسب (۲)، مواد و تجهیزات مصرفی (۲)، حفاری (۲)، کارگزاری لوله (۲)، بررسی عایق لوله (۲)		
	۰-۴۰		برنامه‌های ایمنی (۴)، سیستم‌های کنترل از راه دور (SCADA)؛ (۶) امتیاز، برنامه‌های تعمیر و بازرسی (۸)، آموزش (۱۲)، تجهیزات جلوگیری از خطاهای مکانیکی (۱۰)		
شاخص اثرات	خطر محصول	۰-۱۲	خطرات حاد	قابلیت اشتعال (۰-۴)، واکنش پذیری (۰-۴)، میزان سمیت (۰-۴)	
		۰-۱۰	خطرات مزمن	سمیت در محیط آبی، سمیت برای پستانداران، قابلیت آتش‌گیری و واکنش پذیری، پتانسیل سرطانزایی، اسیدیته و خوردگی	
	پراکنش	۰-۶	میزان نشت	حجم نشت و مدل انتشار	
		۰-۴	تراکم جمعیت	امتیاز نهایی شاخص حساسیت پراکنش: تا شعاع ۲ کیلومتر از خط لوله (۰-۶) حاصل تقسیم امتیاز میزان نشت به تراکم جمعیت می‌باشد.	
	اکولوژیک	۰-۴	رودخانه‌های با اهمیت	تقاطع یا مجاورت با رودخانه‌های مهم از نظر اکولوژیکی (۰) و در غیر این صورت (۴)	
		۰-۴	مناطق چهارگانه تحت مدیریت	تا شعاع ۵ کیلومتر؛ حضور مناطق در طول مسیر (۰) و در غیر این صورت (۴)	
سطح ریسک	۰-۴	زیستگاه‌ها و رویشگاه‌های ویژه	حضور در طول مسیر (۰) و در غیر این صورت (۴)		

امتیاز نهایی شاخص مخاطر کل (مجموع زیر شاخص‌ها) * امتیاز نهایی شاخص اثرات (مجموع زیر شاخص‌ها)

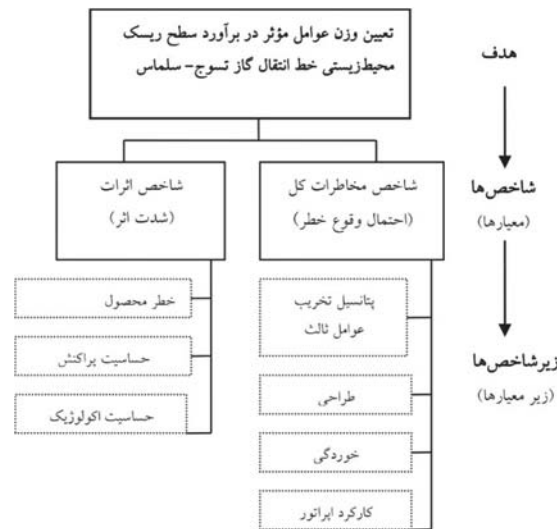
نحوه محاسبه (امتیاز) سطح ریسک

تقاطع با راه شوسه و ۱ تقاطع با راه آهن را طی می‌کند. همچنین در طول مسیر ۶ تقاطع با مسیل و آبراهه (بیشتر در دشت تسوج) و ۱ تقاطع با رودخانه فصلی زولاچای با عرض بستر ۶۱ متر در دشت سلماس وجود دارد. از کل مسیر ۵۱/۳۰٪ خط لوله مورد بررسی از اراضی بایر، ۱۴/۸۴٪ آن مراتع فقیر، ۳۰/۲۸٪ اراضی با کاربری زراعت آبی و ۳/۵۸٪ اراضی با کاربری زراعت دیم عبور می‌کند (شکل ۳).



شکل ۳- انواع و نسبت کاربری‌های اراضی موجود در مسیر خط لوله تسوج-سلماس

جنس گیاهی غالب مراتع مسیر خط لوله از جنس گون می‌باشد. نزدیکی به مراکز جمعیتی، تقاطع با راه‌های ارتباطی و گذر از اراضی کشاورزی از جمله عواملی هستند که باعث بالا رفتن سطح پتانسیل ریسک حاصل از عوامل ثالث می‌شوند. همچنین مجاورت و تقاطع با خطوط انتقال برق فشار قوی و مجاورت با خط لوله انتقال گاز تبریز-ارومیه به‌عنوان فعالیت‌های حساس و خطرناکی است که در زمان وقوع حوادث احتمالی می‌توانند اثر تشدیدکننده بر سامانه انتقال گاز برجای گذارند. دو گسل در نزدیکی خط لوله واقع است. گسل اول، گسل فعال تسوج، از انواع گسل‌های اصلی با روند تقریبی شرقی-غربی است که به موازات خط لوله (با حداقل فاصله ۷۰۰ متر و حداکثر ۴ کیلومتر) در شمال خط لوله واقع شده است. در ادامه، این گسل به سمت شمال غربی کشیده شده و به انتهای گسل دوم یعنی گسل شکریازی-مافی کندی می‌پیوندد. ادامه گسل شمال تبریز از ۱۶ کیلومتری شمال شهرستان سلماس عبور کرده و عامل اصلی تشکیل دریاچه تکتونیک ارومیه می‌باشد. پدیده لغزش و ریزش نیز در کیلومترهای ۰+۰ تا ۱+۲۸۰، ۳۰+۰ تا ۸+۱۵۰، ۱۳+۲۸۰ تا ۲۱+۳۴۰ و ۴۱+۷۴۰ با توجه به نزدیکی به گسل تسوج و واقع شدن در مناطق بین کوه و دشت و مجاورت با رسوبات رسی و ماری دارای پتانسیل متوسط تا زیاد می‌باشد. در قسمت انتهایی مسیر نیز، گذر از شورزارها با رسوبات سست ماری، برپتانسیل نشست زمین را افزایش داده است. در



شکل ۲- ساختار سلسله مراتبی تعیین وزن عوامل مورد ارزیابی

۳- نتایج و بحث

جهت وزن‌دهی هر یک از عوامل که به صورت لایه‌های رقومی تهیه شده بودند از روش OWA بهره‌گیری شد. روش مذکور این قدرت را به تصمیم‌گیرنده می‌دهد که عوامل مهم‌تری که از نظر او سطح ریسک پروژه را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهند را با همان درجه از اهمیت در مسأله قرار دهد [۹]. استخراج این اوزان می‌تواند از طریق نظرات کارشناسی منتج شود [۱۰]. با استفاده از تجربیات متخصصین امر و نظرات خبرگی برای هر یک از عوامل مورد ارزیابی ضریب وزنی در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که نقشه‌های هر یک از زیرشاخص‌های مورد بررسی در نتیجه تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مربوطه و با لحاظ کردن ضرایب وزنی مشخص شده به دست آمد. در جدول ۲ اوزان نهایی شاخص‌ها، زیرشاخص‌ها و لایه‌های اطلاعاتی مورد ارزیابی در این مطالعه ارائه شده است.

غالب مسیر خط لوله انتقال گاز تسوج-سلماس در مسیر خود از دشت‌های واقع در شهرستان شبستر عبور کرده و در قسمت انتهایی آن از شوره زارهای استان آذربایجان غربی می‌گذرد. همچنین خط لوله مذکور از محدوده شمال غربی شهر تسوج و ۱۷ آبادی در طول مسیر عبور می‌کند. از میان مراکز جمعیتی محدوده مورد مطالعه، شهر تسوج با جمعیتی بالغ بر ۷۳۳۲ نفر و روستای قره قشلاق با ۲۱۲۶ نفر جمعیت، پرجمعیت‌ترین و همچنین آبادی چوپانلوی سفلی با ۱۵۹ نفر و قزلجه با ۲۳۱ نفر، کم جمعیت‌ترین آبادی محدوده مسیر محسوب می‌شوند [۱۱]. این خط لوله در طول مسیر، ۱۰ تقاطع با جاده آسفالت، ۱

امتیازدهی و کمی سازی شاخص‌ها و زیرشاخص‌های ارزیابی با استفاده از معیارهای موجود اقدام گردید. در سامانه انتقال مورد بررسی، سیال از نوع گاز طبیعی شیرین با ترکیب ۸۸ درصد متان و ۱۲ درصد اتان است. وضعیت خط لوله مذکور از نظر این شاخص در تمام طول مسیر یکسان ارزیابی و در نتیجه امتیاز محاسبه شده به صورت عدد ثابت برای کل مسیر لحاظ گردید.

پس از مشخص شدن امتیاز شاخص‌های ارزیابی و برآورد میزان اهمیت هر یک از آن‌ها (بر حسب ضریب وزنی) نقشه‌های لایه‌های مورد ارزیابی تولید و استاندارد گردید. سپس در محیط GIS نقشه‌های پتانسیل تخریب عوامل ثالث، شاخص خوردگی (پتانسیل خوردگی خاک) و شاخص طراحی با اعمال ضرایب وزنی و بهره‌گیری از تابع Raster Calculator، از سری توابع تحلیل‌گرفضایی، به صورت WLC با یکدیگر تلفیق و نقشه نهایی شاخص مخاطرات کل تولید گردید. نقشه نهایی شاخص اثرات نیز از تلفیق نقشه‌های تراکم جمعیت و حساسیت اکولوژیک حاصل شد.

خصوص حساسیت زیست‌محیطی محدوده پذیرنده تنها حساسیت مورد بررسی، پارک ملی دریاچه ارومیه می‌باشد که در جنوب مسیر خط لوله واقع شده و کمترین فاصله خط لوله از حاشیه شمالی دریاچه ارومیه ۱/۸۳۰ کیلومتر پیش‌بینی می‌شود. با توجه به روش منتخب، حریم ۵ کیلومتری از دریاچه ارومیه به عنوان شعاع ریسک در نظر گرفته شد. نتیجه بررسی‌های مکانی حاکی از آن است که ۱۵ کیلومتر از مسیر خط لوله (از کیلومتر ۱۸+۲۲۰ تا ۳۳+۲۲۰) در این شعاع واقع شده و در نتیجه در صورت وقوع حادثه در فاز بهره‌برداری پیش‌بینی می‌شود که در محدوده مذکور بسته به نوع و وسعت حادثه دریاچه ارومیه را تحت تأثیر قرار دهد. لذا این محدوده از لحاظ حساسیت اکولوژیک، محدوده با ریسک زیاد در نظر گرفته شد. مهم‌ترین عوامل تحت تأثیر شناسایی شده، جمعیت، فعالیت‌های انسانی مرتبط با اراضی و دریاچه ارومیه پیش‌بینی گردید، هم‌چنین بیشترین میزان ریسک پروژه نیز ناشی از ریسک‌های پتانسیل تخریب عوامل ثالث و پتانسیل‌های طبیعی (جابجایی خاک) می‌باشد. پس از شناسایی مخاطرات احتمالی در گام اول،

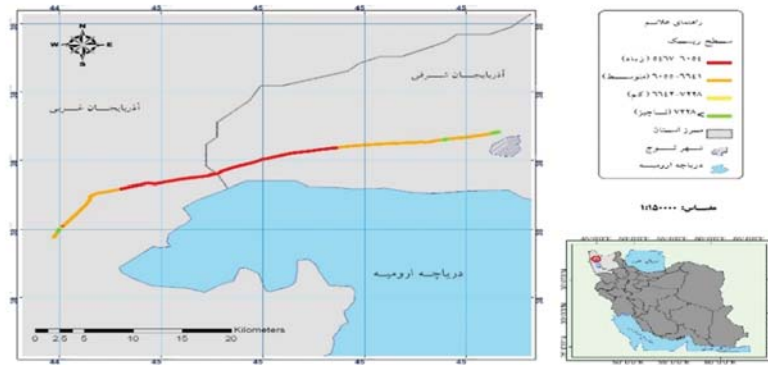
جدول ۲- اوزان نهایی شاخص‌ها، زیر شاخص‌ها و عوامل ریسک مورد بررسی خط انتقال گاز تسوج- سلماس

شاخص‌های ارزیابی	درصد اهمیت	زیر شاخص‌های ارزیابی	وزن نهایی	لایه‌های اطلاعاتی مورد ارزیابی (عوامل ریسک)	ضریب وزنی
				مراکز جمعیتی (تا شعاع ۲ کیلومتر)	۰/۱۴
				خطوط ارتباطی (تا شعاع ۱ کیلومتر)	۰/۱۸
				خط لوله انتقال گاز موجود	۰/۲۱
		پتانسیل تخریب عوامل ثالث	۰/۵۳۱	خطوط انتقال برق فشار قوی	۰/۱۷
شاخص مخاطرات کل	۵۰٪ (۰/۵۰)			کاربری اراضی (فعالیت‌های زراعی و کشاورزی)	۰/۲۰
				تأسیسات روزمینی	۰/۱۰
		کارکرد ناصحیح اپراتور	۰/۱۲۳۰	*	
		طراحی	۰/۲۶۹۰	جابجایی خاک (حاصل تلفیق لایه‌های: لرزه‌خیزی، روان‌گرایی، لغزش و نشست زمین)	۱
		خوردگی	۰/۰۷۷۰	پتانسیل خوردگی خاک	۱
حاصل تلفیق لایه‌های فوق نقشه شاخص مخاطرات کل می باشد					
		خطر محصول	۰/۱۱	*	
شاخص اثرات	۵۰٪ (۰/۵۰)	حساسیت پراکنش	۰/۳۰۹	تراکم جمعیت (تا شعاع ۲ کیلومتر)	۱
		حساسیت اکولوژیک	۰/۵۸۱	پارک ملی دریاچه ارومیه (تا شعاع ۵ کیلومتر)	۱

حاصل تلفیق لایه‌های فوق نقشه شاخص اثرات می باشد

جدول ۳- نتایج کمی سازی شاخص های ارزیابی در مطالعه ارزیابی ریسک محیط زیستی خط انتقال گاز تسوج- سلماس

شاخص ها	زیر شاخص ها	محدوده امتیازات	معیارهای امتیازدهی
شاخص مخاطرات کل	حداقل ارتفاع پوشش	۱۶	حداقل ارتفاع پوشش خاک روی لوله بر حسب اینج ۴۸ می باشد در نتیجه امتیاز این قسمت (۱۶ = ۳ / ۴۸) برآورد شده است.
	سطح فعالیت های منطقه	۰-۲۵	در بازه های مختلف بسته به تراکم نقاط جمعیتی، تقاطع با راه های ارتباطی، عبور از داخل اراضی کشاورزی، مجاورت و تقاطع با خط لوله انتقال گاز موجود و خطوط انتقال برق فشار قوی امتیازات متفاوت می باشد.
	پتانسیل تخریب عوامل ثالث	۰-۶	در محل تأسیسات سیستم انتقال گاز ۵ (عالی) و در سایر نقاط مسیر، امتیاز ۲ (متوسط).
	تأسیسات روزمینی	۰-۱۱	در نقاط ابتدا و انتهای مسیر و کیلومتر ۲۰، امتیاز (۰) و سایر نقاط (۱۱).
	تواتر گشت و بازرسی	۲	با توجه به معیارها و بررسی های صورت گرفته.
	برنامه آموزش همگانی	۱۵	با توجه به معیارها و بررسی های صورت گرفته.
	خوردگی ناشی از عوامل جوی	۱۰	خط لوله در زیر زمین مدفون بوده و در معرض عوامل اتمسفری قرار نمی گیرد.
	خوردگی درونی	۲۰	گاز طبیعی فاقد پتانسیل خوردگی بوده بعلاوه تمهیدات مناسب در نظر گرفته شده است.
	محیط زیرزمینی	۰-۲۰	در بازه های مختلف بسته به مقاومت الکتریکی خاک امتیاز دهی متفاوت می باشد (کمتر از ۵۰۰ (امتیاز صفر)، بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰ (امتیاز ۱۰) و بیش از ۱۰۰۰۰ (امتیاز ۲۰).
	شاخص مخاطرات کل	حفاظت کاتدیک	۲۵
عایقکاری		۲۵	طبق استانداردهای مهندسی و در حد مناسب.
ضریب ایمنی لوله و سامانه انتقال گاز		۱۰	نسبت میزان فشار قابل تحمل به فشار طراحی (فاکتور ریسک) = ۱/۴۰ (با توجه به معیار در حد متوسط است)
فشار Surge		۱۰	احتمال متوسط ایجاد فشار surge
لغزش			نقشه پتانسیل جابجایی خاک در نتیجه روی هم گذاری لایه های لغزش، روانگرایی، لرزه خیزی و نشست زمین در طول مسیر خط لوله، به دست می آید.
روانگرایی خاک		۰-۳۰	امتیاز این شاخص در نقاط مختلف بسته به امتیاز عوامل مؤثر مذکور، متفاوت است.
لرزه خیزی			دامنه امتیازات در مورد خط لوله گاز تسوج- سلماس ۱۷-۱۰ (پتانسیل متوسط) بوده است.
نشست زمین			با توجه به معیارها و بررسی های صورت گرفته
روانگرایی خاک و نشست زمین			(امتیاز این شاخص برای کل مسیر خط لوله لحاظ شده است).
خطر محصول		خطرات مزمن	۲
شاخص مخاطرات کل	فاز طراحی	۲۳	بر اساس جرم مولکولی و نرخ نشست گاز طبیعی (متان و اتان).
	فاز ساختمانی	۲۵	تا شعاع ۲ کیلومتر از محور خط لوله؛ تراکم ۱۰۴-۲۶ (۴ امتیاز)، ۱۸۳-۱۰۵ (۳ امتیاز)، ۲۶۲-۱۸۴ (۲ امتیاز)، ۳۴۰-۲۶۳ (۱ امتیاز).
	فاز بهره برداری	۳۴	تراکم جمعیت
	خطرات حاد	۷	خطرات مزمن
	خطرات مزمن	۲	خطرات مزمن
	میزان نشست	۵	میزان نشست
	تراکم جمعیت	۰-۴	تراکم جمعیت
	حساسیت پراکنش	۰-۶	امتیاز نهایی حساسیت پراکنش (امتیاز تراکم جمعیت/ امتیاز میزان نشست)
	حساسیت اکولوژیک	۴	عدم تقاطع یا مجاورت با رودخانه های مهم از نظر اکولوژیکی در کل مسیر.
	زیستگاهها و رویشگاههای ویژه	۴	مسیرهایی از خط لوله که در شعاع ۵ کیلومتری از پارک ملی دریاچه ارومیه واقع شده اند (صفر امتیاز) و فواصل بیشتر (۴ امتیاز). عدم وجود زیستگاه و رویشگاه ویژه در طول مسیر.



شکل ۴- نقشه پهنه‌بندی ریسک محیط‌زیستی خط لوله انتقال گاز تسوج- سلماس

۴- نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که غالب طول مسیر خط لوله واجد دو سطح ریسک متوسط و زیاد می‌باشد. به‌طوری که ۴۶٪ از طول مسیر دارای ریسک بالا (۶۰۵۴-۵۴۶۷ امتیاز)، ۴۸٪ ریسک متوسط (۶۶۴۱-۶۰۵۵ امتیاز)، ۲٪ ریسک کم (۷۲۲۸-۶۶۴۲ امتیاز) و ریسک ناچیز با امتیاز (<۷۲۲۸)، ۴٪ از طول مسیر را به خود اختصاص داده‌اند. نقشه نهایی پهنه‌بندی ریسک محیط‌زیستی در طول مسیر خط لوله تسوج- سلماس در شکل ۴ نمایش داده شده است. با توجه به این که نتایج حاصل از این مطالعه مکان‌یابی ریسک‌های شناسایی شده در طول مسیر خط لوله می‌باشد، لذا به منظور تهیه برنامه کنترل ریسک می‌توان با مراجعه به نقشه‌های ریسک تولید شده، مخاطرات و پیامدهای حاصله را شناسایی و برحسب موقعیت جغرافیایی و مکانی آن‌ها در طول مسیر، برنامه کنترلی ارائه داد. همان‌طور که در نقشه پهنه‌بندی ریسک (شکل ۴) مشاهده می‌شود؛ امتیاز پایین نشان‌دهنده ریسک زیاد بوده و با افزایش امتیاز، سطح ریسک کاهش می‌یابد.

پی‌نوشت‌ها

- ¹ Hazard Identification
- ² Quantitative Risk Assessment
- ³ Horizontal Direct Drilling
- ⁴ Matrix-Based Risk Assessment Approach
- ⁵ Failure Mode
- ⁶ Fault Tree Analysis
- ⁷ Scenario Based
- ⁸ Multi Attribute Utility Theory

منابع

- [2] Bass gas pipeline . Environmental impact statement, Southeast Australia;2002,p. 753.
- [3] Lina HB. Pipeline risk assessment assist safe transportation of energy resources. Southeastern Mexico; 2000.p. 154-168.
- [4] Porter M, Marcuz G, Reale R, Savigny K W. Geohazard risk management for the Norandino gas pipeline, Proceedings of IPC, 6th International Pipeline Conference, Canada; 2006.
- [5] Henselwood F, Phillips G. A matrix based risk assessment approach for addressing linear hazards such as pipelines; 2004.p.67-92.
- [6] Monavari S M. Impact Assessment, Mitra, Inc.; 2005. [In Persian]
- [7] Consulting Engineers Geo-minded inquiry . technical reports and studies, geotechnical soil gas pipeline Tasuj – Salamas; 2008. [In Persian]
- [8] Sarkis J, Talluri S. Evaluating and Selecting e-Commerce Software and Communication Systems for a Supply Chain, European Journal of Operational Research; 2004.
- [9] Malczewski J. GIS and multi criteria decision analysis, Newyork, John wiley & Sons Inc.; 1999.p.392.
- [10] Motakan A A, Shakib AR, PourAli SH, Nazmfar H. locating suitable sites for landfill using GIS (study area: the city of Tabriz). Journal of Environmental Sciences ; 2008;6 (2):65-76 . [In Persian]
- [11] Statistical Center of Iran. Population and Housing Census, National Statistical Center of Iran port, Inc.; 2005. [In Persian]
- [1] Brito A J, de Almeida A T. Multi attribute risk assessment for risk ranking of natural gas pipelines. Reliability engineering & System safety; 2008.p. 187-198.