

ارزیابی ریسک زیست‌محیطی خط انتقال سراسری گاز به روش مالباير در استان لرستان

مریم خالقیان^{۱*}، افشین دانه‌کار^۱، نعمت‌الله خراسانی^۱، سید علی جوزی^۲،

جهانگیر فقهی^۱ و سیدرضا نوابی قمصری^۳

^۱ گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

^۲ گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

^۳ شرکت مهندسی و توسعه گاز ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۹/۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۲/۱۲)

چکیده

هدف این مطالعه ارزیابی ریسک زیست‌محیطی خطوط لوله در قالب یک مطالعه موردی واقع در خط لوله گاز سراسری نهم در استان لرستان می‌باشد. در این مطالعه ضمن استفاده از روش نمایه‌سازی برای ارزیابی ریسک از سامانه اطلاعات جغرافیایی برای تولید نقشه‌های مورد نیاز مربوط به ریسک‌های محیطی و نقشه‌سازی نمره‌های ریسک نسبی و همچنین تشریح وضعیت موجود منابع زیست‌محیطی منطقه مورد مطالعه استفاده شد. با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی زیرنمایه‌های مختلف مورد مقایسه و اولویت‌بندی قرار گرفت. از میان لایه‌های مورد ارزیابی زیرنمایه کلی تخریب عوامل ثالث، لایه کاربری اراضی بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داد و نشان داد کاربری اراضی وزن بیشتری نسبت به سایر لایه‌ها در محاسبه ریسک خط لوله دارد. از میان امتیازات به دست آمده مخاطرات کل، امتیاز زیرنمایه کلی تخریب عوامل ثالث از سایر امتیازات کمتر و معرف مخاطرات بالاتری بود. همچنین زیرنمایه خوردگی امتیاز بیشتر و مخاطرات کمتری را نشان داد. روش نمایه‌سازی یک روش نسبتاً جامعی در این زمینه می‌باشد، این روش با در برگیری تمام شرایط، روشی با مناسبت نسبی را فراهم آورده است، که نتایج مناسبی را نیز در این تحقیق به دست آورد. در مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود با انتخاب مقاطع مناسب، اثرات خط لوله گاز در حد میکروکلیمای بررسی گردد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی ریسک محیط زیستی، خط لوله گاز، نمایه‌سازی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، روش مالباير

مقدمه

انتقال کارآمد و مؤثر گاز طبیعی از نواحی تولیدی به نواحی مصرف‌نیازمند یک سیستم حمل و نقل گسترده، وسیع و مفصل است. در بسیاری موارد، گاز طبیعی تولید شده از یک چاه معین، باید مسافت زیادی منتقل شود تا به دست مصرف‌کننده برسد. سیستم حمل و نقل گاز طبیعی شامل یک شبکه پیچیده از خط لوله است که برای انتقال سریع و مؤثر گاز طبیعی از سرچشمه تا نواحی متقاضی گاز طبیعی طراحی شده است. حمل و نقل گاز طبیعی با ذخیره‌سازی آن پیوند و رابطه نزدیکی دارد؛ زیرا زمانی که نیاز به انتقال گاز طبیعی نباشد، به طور طبیعی باید برای مصارف بعدی ذخیره شود (Journal of Nedaye Gas, 2004a). پروژه‌های خطوط نفت و گاز بر حسب مکان استقرار، دارای پیامدهای مهمی بر ویژگی‌های فرهنگی، اجتماعی، محیط زیستی مانند اثر بر قبایل و عشایر، تنوع زیستی، پوشش گیاهی، آبخیزها، زیستگاه‌های حیات وحش و مناطق بکر و دست نخورده است. نصب خطوط لوله با مسیرهای طولانی موجب تجاوز به طبیعت بکر و دست نخورده می‌شود و گاه زمینه را برای توسعه برخی فعالیت‌های انسانی (کشاورزی، شکار، تفرج و غیره) بدون امکان‌سنجی زیست‌محیطی هموار می‌سازد. پیامدهای زیانبار فعالیت‌های فوق با توجه به توان و تحمل‌پذیری منابع اکولوژیک ناحیه و ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی منطقه، متغیر خواهد بود (Majnonian et al., 2007). خطرات احتمالی ناشی از استقرار و اجرای پروژه‌های خطوط لوله، مجامع علمی را به تحقیق و بررسی در این زمینه واداشته است. ریسک و مخاطرات ناشی از خطوط لوله در راستای اهداف توسعه پایدار بایستی به روش صحیحی مدیریت شود که جهت مدیریت آنها، شناخت کامل ارتباطات بین اجزاء محیط زیست و فرایندهای پروژه ضروری است (Rao, 2002).

ارزیابی ریسک محیط زیستی، فرایند تحلیل کیفی پتانسیل‌های خطر و ضریب بالفعل شدن ریسک‌های بالقوه موجود در پروژه و همچنین حساسیت یا

آسیب‌پذیری محیط پیرامونی می‌باشد. ارزیابی ریسک زیست‌محیطی به طور عمده با ارزیابی عدم قطعیت‌ها به منظور تضمین قابلیت اطمینان در دامنه گسترده‌ای از مسائل زیست‌محیطی شامل بهره‌برداری از منابع طبیعی (هم بر حسب کیفیت و هم کمیت)، حفاظت اکولوژیک و ملاحظات بهداشت عمومی سروکار دارد (Ganoulis and Simpson, 2006). به طور کلی هر گونه فعالیت عمرانی، مخاطراتی را بر محیط زیست طبیعی تحمیل می‌نماید که ابعاد این خطرات احتمالی با توجه به ماهیت پروژه و حساسیت‌های محیط زیستی متفاوت خواهد بود. بر این اساس علاوه بر بررسی و تحلیل جنبه‌های مختلف ریسک با شناخت کامل از محیط زیست منطقه، میزان حساسیت محیط زیست متأثر، همچنین ارزش‌های محیط زیستی منطقه نیز در تجزیه و تحلیل ریسک به کار گرفته می‌شود (Muhlbaue, 2004). ارزیابی ریسک محیط زیستی خطوط انتقال گاز شامل شناسایی محیط زیست تحت تأثیر، مدل‌سازی زمانی و مکانی انتشار و نشت، ارزیابی اجزاء مهم اکولوژیک با در نظر گرفتن حساسیت‌های محیط زیستی، تضمین کمیت ریسک در مقایسه با معیارهای موجود و شناسایی اقدامات کاهش ریسک می‌باشد (Torms, 2004). روش سامانه نمایه‌ای به دلایل رسیدن سریع به جواب، کم هزینه بودن و مناسب بودن جهت حمایت از تصمیم‌گیری‌ها، روشی جامع و کامل تلقی می‌شود. روش مذکور از جمله روش‌هایی است که در سطح دنیا برای ارزیابی ریسک محیط زیستی پروژه‌های خطوط انتقال نفت و گاز به کار گرفته شده و از نظر دقت و اطلاعات مورد نیاز با شرایط پروژه خط لوله مورد مطالعه سازگاری بیشتری دارد (Muhlbaue, 2004). در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۱ برای ارزیابی ریسک مجتمع گاز پارس جنوبی در فازهای ۶، ۷ و ۸ در ایران توسط مهندسان Foster-Wheeler جزء به جزء پتانسیل‌های خطر مورد ارزیابی قرار گرفت (Foster Wheeler, 2001). مطالعه ارزیابی ریسک خط لوله گاز کرمانشاه- سنندج از روش نمایه‌سازی با تعیین سطح ریسک نمایه‌های عوامل ثالث، خوردگی، طراحی و

غرب و غرب اجرا می‌گردد. خطوط انتقال گاز مورد مطالعه در مختصات جغرافیایی $48^{\circ} 59' 46''$ طول شرقی و $13^{\circ} 15' 31''$ عرض شمالی در ارتفاع تقریبی ۱۵۰۰ متر از سطح دریا، از جنوب شرقی شهر اهواز واقع در خوزستان آغاز می‌گردد. نقطه پایانی خطوط لوله انتقال گاز مورد مطالعه دارای مختصات جغرافیایی $30^{\circ} 13' 46''$ طول شرقی و $53^{\circ} 02' 36''$ عرض شمالی و ارتفاع تقریبی ۱۳۰۰ متر نسبت به سطح دریا است. مجموع طول پروژه مورد مطالعه حدود ۸۸۶ کیلومتر می‌باشد. محدوده مورد مطالعه در این تحقیق بخشی از خط لوله گاز نهم سراسری در استان لرستان به طول حدود ۹۸ کیلومتر می‌باشد. لوله انتقال گاز مورد بررسی ۵۶ اینچ (۱/۴ متر) طراحی شده است. حجم گاز انتقالی توسط خط ۵۶ اینچ برابر با ۱۱۰ میلیون مترمکعب روزانه با فشار ۱۳۰۵ پوند بر اینچمربع (۱۸۶۴۲/۸۵ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) خواهد بود. سایر اجزای پروژه عبارت از ایستگاه‌های فرستنده و گیرنده توپک، ایستگاه‌های حفاظت کاتودیک، ایستگاه‌های شیر قطع اتوماتیک و ایستگاه‌های تقویت فشار می‌باشد.

حریم خط لوله و تعیین محدوده مطالعاتی و شعاع تأثیرپذیری ناشی از پروژه

در صورتی‌که حریم هر فعالیت در اجرای پروژه‌های عمرانی مشخص و حریم محیط زیست حفاظت شود، می‌توان در پیش‌گویی و ارائه راهکار جهت کاهش اثرات منفی آن فعالیت‌ها برنامه‌ریزی نمود. با توجه به ماهیت پروژه و فعالیت‌های جانبی آن و همچنین در نظر گرفتن شرایط محیطی منطقه نظیر وضعیت توپوگرافی، شرایط بوم‌شناختی، حساسیت اکولوژیک، نظام هیدرولوژیک و ساختار اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی آن محدوده مطالعاتی هر پروژه تعیین می‌گردد.

محدوده تحت اثر مستقیم

هر گونه تخریب، دست‌اندازی و یا تجاوز به حریم‌های طبیعی دارای تبعات سوء بر روی تمامی مناطق اطراف بوده و عامل تهدیدکننده در جهت تداوم توازن بوم‌شناختی محسوب می‌شود. لذا با توجه به مراتب فوق،

بهره‌برداری نادرست و مقایسه قسمت‌های مختلف خط لوله، مهمترین علل مرتبط با سطوح ریسک به دست آمده استفاده شد. نتایج نشان داد که از نظر میزان ریسک، نمایه خسارت شخص ثالث و طراحی، کمترین امتیاز را به دست آورد. همچنین فاکتور اثر نشت در برخی قطعات خط لوله تحت مطالعه دارای ریسک بالاتری نسبت به سایر قطعات بود. در یافته‌های مطالعه مذکور بر انجام بازرسی‌های دوره‌ای منظم، طراحی بر مبنای اطلاعات و مشخصات دقیق جاری و آینده نگری، نظارت صحیح بر اجرای دقیق پروژه توسط پیمانکار و آموزش و اطلاع‌رسانی به ساکنان حوالی خط لوله تأکید شد (Abdoli et al., 2007). در مطالعه‌ای روی خط لوله کلر از روش نمایه‌سازی برای تعیین میزان ریسک استفاده شده است (Jabari et al., 2008). در پژوهشی که در سال ۱۳۸۹ صورت گرفت ارزیابی ریسک محیط زیستی خطوط لوله انتقال گاز به روش تلفیقی فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی^۱ صورت پذیرفت. در این مطالعه به منظور ارزیابی ریسک محیط زیستی خطوط انتقال گاز تلفیقی از روش سامانه شاخص گذاری و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی 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 پهنه‌بندی شدند. مهمترین عوامل مولد ریسک شناسایی شده در این پروژه به ریسک‌های ناشی از تخریب عوامل ثالث و پتانسیل‌های طبیعی (جابجایی خاک) مربوط می‌شد (Jozi and Irankhahi, 2010). در ارزیابی ریسک ایمنی، بهداشت و محیط زیست روی خط گاز اتیلن در خوزستان با روش نمایه‌سازی مقدار ریسک مشخص شد و شاخص‌های ایمنی، بهداشت و محیط زیست مورد ملاحظه قرار گرفت (Malmasi et al., 2010).

منطقه مورد مطالعه

پروژه خط انتقال گاز نهم (ادامه خط ششم سراسری) قطعه اهواز - میان‌واب در جهت تأمین گاز مصرفی شمال

کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی ابزار اصلی مورد استفاده در این روش است. سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی به عنوان ابزاری جهت تصمیم‌گیری بهینه در مدیریت بحران و ریسک نقش عمده‌ای ایفا می‌نمایند (Al Sheykh and Totonchian, 2006).

جهت اعمال قابلیت سامانه اطلاعات جغرافیایی در ارزیابی ریسک منطقه مورد مطالعه، پارامترهای مؤثر در ارزیابی ریسک تعیین، تعریف، طبقه‌بندی و میزان اثرگذاری آنها مشخص گردید. داده‌های مورد نیاز گردآوری، آماده‌سازی و مورد پردازش قرار گرفت و مناطق بحرانی ناشی از هر پارامتر در سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه و ارائه شد. از قابلیت روی هم‌گذاری سامانه استفاده گردید تا مناطقی که بیشترین احتمال بروز ریسک در آنها وجود دارد مشخص گردد. با شناخت کامل طرح مورد مطالعه و محیط زیست منطقه تحت تأثیر، روش نمایه‌سازی به شرح زیر اجرا گردید.

در این روش ارزیابی ریسک در طول خط لوله در دو بخش مورد بررسی قرار گرفت. بخش اول شامل شناسایی نمایه‌های ارزیابی و بخش دوم شامل بررسی و تحلیل محیط پذیرنده بود. بدیهی است بدون شناخت کامل طرح مورد مطالعه و محیط پیرامون آن نمی‌توان در مورد قدرت و یا ضعف پروژه در قبال ریسک محیط زیستی اظهار نظر کرد.

شناسایی نمایه‌های ارزیابی

این کار با تهیه فهرستی از پتانسیل‌های ریسک در پروژه، و تعیین ارزش عددی هر عامل طبق نظر کارشناس ریسک محیط زیستی صورت می‌گیرد. شناسایی پتانسیل ریسک وابسته به ویژگی‌های پروژه، مشتمل بر تأسیسات به کار گرفته در طول خط و مشخصات طراحی خط لوله و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ماده مورد انتقال است. بر اساس این بررسی نمایه‌های ارزیابی قابل شناسایی و استخراج است. ماهیت فعالیت، ماهیت ماده انتقالی، نوع فناوری به کار رفته، ساختار لوله انتقال، از جمله موضوعاتی است که بر پتانسیل ریسک محیط زیستی این فعالیت اثرگذار است که با توجه به سوابق حوادث و

۲۰۰ متر از هر طرف از خط لوله به عنوان محدوده بروز خطرات بالقوه زیست محیطی و تحت اثر مستقیم در نظر گرفته شد (Muhlbauer, 2004; Jozi and Irankhahi, 2010).

محدوده تحت اثر غیر مستقیم

این بخش از محدوده مورد مطالعه به طور عمده در بر گیرنده مناطقی می‌باشد که به طور غیرمستقیم از فعالیت‌های پروژه تأثیر می‌پذیرد. شعاع تأثیر این محدوده نسبت به محدوده اثر مستقیم وسیع‌تر بوده و دارای ابعاد منطقه‌ای است. در منطقه مورد مطالعه، جهت بررسی احتمال وقوع خطر و شدت اثر، مراکز جمعیتی و برای مناطق تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست تا شعاع ۵ کیلومتر جهت تحلیل داده‌های مکانی در سامانه اطلاعات جغرافیایی^۱ مورد تحلیل قرار گرفته است. مزارع کشاورزی، خطوط ارتباطی و تقاطع با جاده‌ها و رودخانه‌ها نیز تا یک کیلومتر (۱۰۰۰ متر) مورد ملاحظه قرار گرفته است (Muhlbauer, 2004; Jozi and Irankhahi, 2010).

روش بررسی

در این مطالعه برای انجام ارزیابی ریسک محیط زیستی، با توجه به مزایای روش نمایه‌سازی^۲ (مالبایر^۳)، از این روش استفاده شد. روش نمایه‌سازی علاوه بر دارا بودن ویژگی‌هایی نظیر دسترسی آسان، انعطاف‌پذیری، ارزان بودن، رسیدن سریع به جواب و قابلیت غربال‌سازی، می‌تواند انواع ریسک‌های موجود در خط لوله را بر اساس شاخص‌ها و معیارهای تعیین شده طبقه‌بندی، کمی‌سازی و نسبت به هم اولویت‌بندی نماید (JRMPST, 1996)^۴. بایستی توجه داشت در انتخاب روش مناسب، عوامل مختلفی از جمله وسعت اطلاعات مورد نیاز، پیچیدگی فرایند مورد تجزیه و تحلیل، قابلیت دسترسی به اطلاعات و میزان تخصص مورد نیاز نقش مهمی ایفا می‌کند.

1. GIS (Geographic Information System)
2. The Indexing System
3. Muhlbauer
4. The Joint Risk Management Program Standard Team

قرار گرفت.

وزن‌دهی به زیر شاخص‌ها و لایه‌های اطلاعاتی

از آنجایی که در این مطالعه هر یک از دو مؤلفه نمایه مخاطرات کل و شاخص آثار دارای اهمیت یکسانی از نظر برآورد میزان ریسک هستند، میزان اهمیت هر یک ۵۰ درصد در نظر گرفته شد. به منظور تعیین میزان اهمیت و تأثیر هر یک از زیرنمایه‌های این دو مؤلفه، زیر شاخص‌ها به صورت دو به دو مورد مقایسه قرار گرفته و ارجحیت هر یک بر دیگری تعیین شد. به منظور وزن‌دهی به شاخص‌های مؤثر در برآورد سطح ریسک از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و از نرم‌افزار Expert choice 11 بهره‌گیری شد.

نمره‌دهی نمایه‌ها و معیارها

بر طبق روش پیشنهادی (Muhlbauer 2005)، جهت ارزیابی ریسک محیط زیستی خط لوله نمره‌دهی به شرح زیر صورت گرفت.

نمایه مخاطرات کل

محور اول ارزیابی ریسک محیط زیستی با استفاده از این روش بوده و شامل کلیه عواملی است که در افزایش احتمال بالفعل شدن بروز حادثه یا خطر در مسیر خط لوله مؤثر می‌باشند. این عوامل در چهار بخش اصلی تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱. زیرنمایه کلی پتانسیل تخریب عوامل ثالث
۲. زیرنمایه کلی خوردگی
۳. زیرنمایه کلی طراحی
۴. زیرنمایه کلی عملیات ناصحیح

نمایه اثرات

زیرنمایه کلی فاکتور اثر نشت

فاکتور اثر نشت پی آمد مخاطراتی است که احتمال وقوع آنها در حوادث خط لوله وجود داشته و بر سلامت افراد و محیط زیست تأثیر گذار است و شامل موارد زیر می‌باشد. امتیاز ریسک نهایی برابر با حاصل تقسیم شاخص مخاطرات کل بر فاکتور اثر نشت می‌باشد.

۱. زیرنمایه جزئی خطر محصول
۲. زیرنمایه جزئی نشت/حجم رها شدن

گزارش‌های موجود قابل رهگیری است. در این ارتباط می‌توان به مراجع (Ahn (2005)، Brito et al. (2009) و Crowl (2008) اشاره نمود. ارزش عددی در نظر گرفته شده برای پتانسیل‌های ریسک، با توجه به جدول برگرفته از تحقیقات (Muhlbauer 2004) تعیین شد.

بررسی و تحلیل محیط پذیرنده اثر

بررسی و تحلیل محیط پذیرنده اثر، مشتمل بر پارامترهای آب‌شناختی و اقلیم، پارامترهای خاک‌شناسی و زمین‌شناختی، پارامترهای زیست‌شناختی، زیستگاهها و گونه‌های حساس و مطالعات اقتصادی، اجتماعی، و تعیین کاربری‌های موجود و فعالیت‌های ساخت و ساز در منطقه است. برای این منظور، لایه گسل‌ها از نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد بررسی استخراج شد. از نقشه خاک منطقه، تیپ و دانه‌بندی خاک سطحی استخراج گردید. لایه‌های زمین‌شناسی و خاک‌شناسی برای قضاوت پایداری زمین‌شناسی در ارتباط با روان‌گرایی، لغزش و ریزش زمین و حساسیت به فرسایش ارزیابی شد. نقشه پهنه‌بندی لرزه‌خیزی ایران نیز از سازمان زمین‌شناسی تهیه شد. نقشه تیپ و تراکم پوشش گیاهی به منظور ارزیابی حساسیت‌های زیستی، ارزیابی پایداری و فرسودگی خاک استفاده گردید. همچنین نقشه آب سطحی و زیرزمینی از سازمان آب منطقه‌ای و نقشه توپوگرافی استخراج و بر روی زمین کنترل شد. نقشه کاربری اراضی با استفاده از اطلاعات موجود در طرح‌های کالبدی استان و طرح مدیریت یکپارچه مناطق کشور تهیه و در ارتباط با نظم مکانی سکونتگاه‌های انسانی، تقاطع خط لوله با خطوط انتقال نیرو، راههای مواصلاتی، فاصله خط لوله با حریم سکونتگاه‌ها، زمین‌های کشاورزی، پارک‌های جنگلی و تفرجگاهها و کاربری‌های صنعتی مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین نقشه زیستگاههای حساس مشتمل بر مناطق چهارگانه، شکار ممنوع، تالاب‌های حائز اهمیت و ذخیره‌گاه‌های جنگلی با استفاده از اسناد موجود در سازمان حفاظت محیط زیست و سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری تهیه و تقاطع و فاصله خط لوله برای سنجش میزان ریسک مورد استفاده

۳. زیرنمایه جزئی پراکنش

۴. زیرنمایه جزئی پذیرنده‌ها

تلفیق نمایه‌های ارزیابی و محیط پذیرنده اثر و ارزیابی ریسک

با تلفیق نقشه‌های دو بخش پیشین با یکدیگر از طریق روی هم‌گذاری نقشه‌ها در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی، امتیاز نهایی برای ریسک محیط زیستی تعیین شد. در این مطالعه ابتدا نمایه‌های ریسک در دو بخش نمایه مخاطرات کل و نمایه اثرات نشت شناسایی و سپس با استفاده از معیارهای تعریف شده در این روش کلیه نمایه‌ها تحلیل و کمی‌سازی شده است. نمایه مخاطرات کل، محور اول ارزیابی ریسک محیط زیستی با استفاده از این روش می‌باشد. به منظور ارزیابی ریسک خط لوله گاز، ویژگی‌های طرح در پنج زیرنمایه پتانسیل ریسک عوامل ثالث، نمایه خوردگی، نمایه طراحی، و نمایه کارکرد اپراتور، ارزیابی و سپس با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، در طول مسیر مکان‌دار شده است. در این نمایه هر چه درجه ریسک بالاتر باشد امتیاز کمتری لحاظ می‌گردد. امتیاز نهایی این نمایه حاصل جمع امتیازات اختصاص یافته به هر یک از نمایه‌های یاد شده می‌باشد. دومین بخش یا محور اصلی مطالعه‌های ارزیابی ریسک محیط زیستی در این تحقیق، تعیین فاکتور اثرات می‌باشد. امتیازهای ریسک این نمایه مربوط به پیامدهای ناشی از یک نقص می‌باشد نمره بیشتر در این فاکتور به پیامدهای زیاده‌تر و ریسک‌های بالاتر اختصاص یافت. پس از مشخص شدن نمره نمایه‌های ارزیابی و برآورد میزان اهمیت هر نمایه (برحسب ضریب وزنی)، نقشه‌های فاکتورهای مورد ارزیابی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی تولید گردید. سپس لایه‌های اطلاعاتی مربوط به نمایه‌های تشکیل‌دهنده نمایه مخاطرات کل، با استفاده از تابع همپوشانی سری توابع تجزیه و تحلیل فضایی و با استفاده از فن همپوشانی وزن‌دهی شده و در نرم افزار مذکور با یکدیگر تلفیق و نقشه نهایی مخاطرات کل تهیه شد. به همین ترتیب نقشه فاکتور اثرات نشت (نمایه اثرات) با تلفیق لایه‌های

مربوط تهیه گردید. نمره مربوط در هر پهنه در شعاع مطالعات ارزیابی ریسک در محدوده اولیه به شعاع ۲۰۰ متر مورد تحلیل قرار گرفته و به صورت مکان دار نمایش داده شد. از تقسیم نقشه مخاطرات کل بر نقشه فاکتور اثرات نشت، نقشه ریسک در محدوده مورد نظر به دست آمد. نمودار ۱ مدل مفهومی فرآیند ارزیابی را نشان می‌دهد.

نتایج

وزن‌دهی به زیر شاخص‌ها و لایه‌های اطلاعاتی

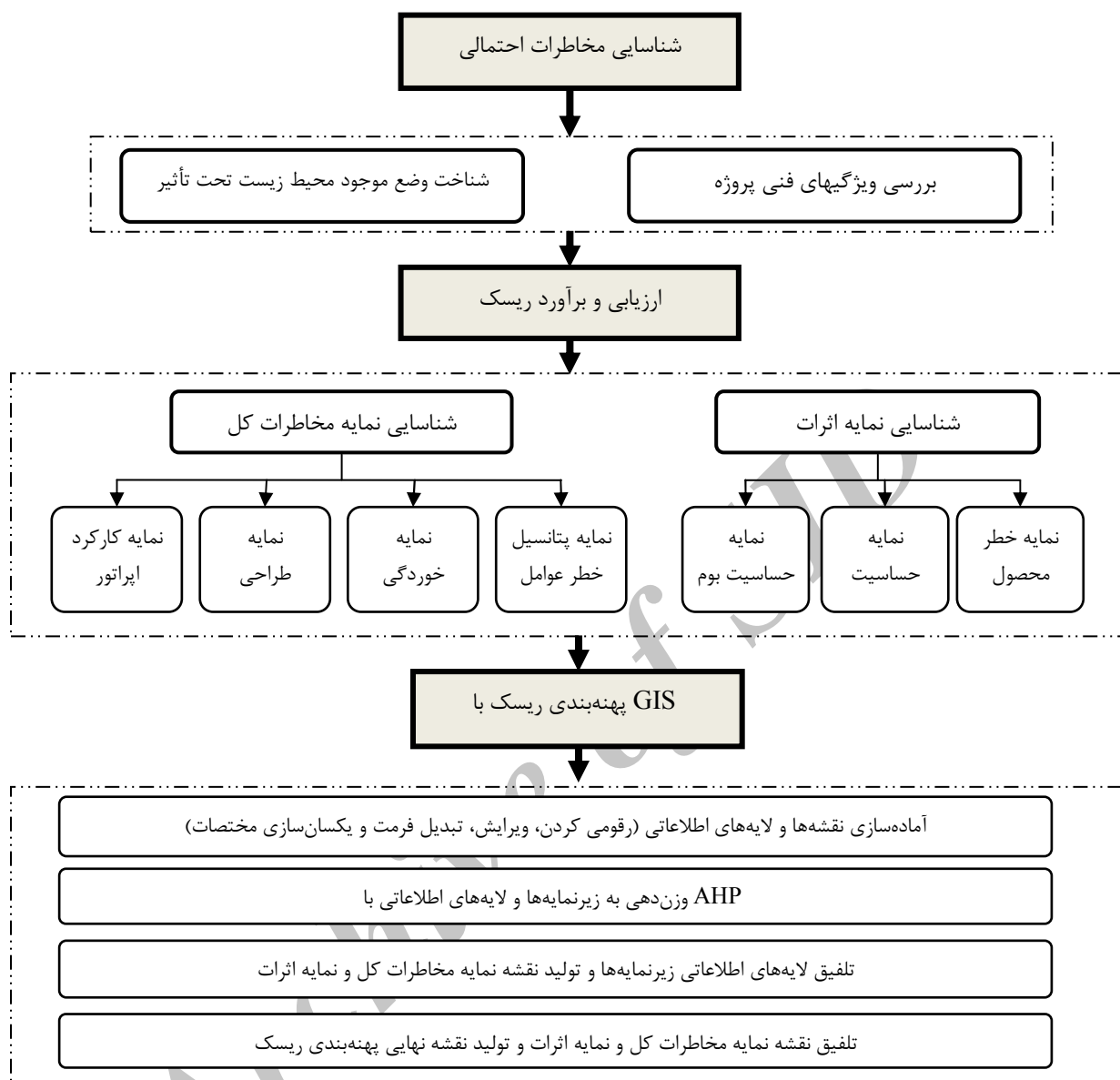
پس از بررسی نمایه‌های کلی و جزئی و نظرات کارشناسی و مقایسه دو به دوی نمایه‌ها در روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی، وزن‌های هر کدام از نمایه‌های کلی و جزئی به دست آمد. در جدول ۱ وزن نهایی نمایه‌های کلی و نمایه‌های جزئی و عوامل ریسک مورد بررسی در مطالعه ارزیابی ریسک خط لوله مورد مطالعه آمده است. در مواردی که زیرنمایه‌های مورد بررسی توانایی نمایش پهنه‌بندی نداشت (مانند کارکرد اپراتور و خطر محصول) امتیاز محاسبه شده در این مرحله به صورت عدد ثابت در طول مسیر خط لوله لحاظ شد. از تقسیم نمایه مخاطرات کل به نمایه آثار نشت، ریسک نهایی به دست می‌آید.

نمره‌دهی به روش نمایه‌سازی

در جدول ۲ خلاصه نمره‌دهی نیمه کمی به روش نمایه‌سازی مشاهده می‌شود. نمایه‌ها شامل مخاطرات کل و آثار نشت می‌باشند که هر کدام به زیرنمایه‌های کلی و جزئی، معیار و زیر معیار کلی و جزئی تقسیم می‌شود.

نتایج حاصل از نقشه مخاطرات کل

همانطور که در نمودار ۲ دیده می‌شود بیشترین مساحت (۷۴/۵۶٪) محدوده مورد مطالعه را مخاطرات کم (با نمره ۱۷) به خود اختصاص می‌دهد (۲۸۵۳/۱۸ هکتار) و بعد از آن مخاطرات متوسط (با نمره ۱۶) بیشترین مساحت یعنی ۷۵۱ هکتار (۱۹/۶۲٪) محدوده مورد مطالعه قرار دارد. پس از این دو مخاطره به ترتیب مخاطرات خیلی کم (با نمره ۱۸)، زیاد (با نمره ۱۵) و خیلی زیاد (با نمره



نمودار ۱- مدل مفهومی فرایند ارزیابی

نتایج و تجزیه و تحلیل‌های ریسک مورد مطالعه نشان می‌دهد که میزان نمره ریسک در هر یک از زیرنمایه‌های کلی پتانسیل تخریب عوامل ثالث، خوردگی، طراحی و عملیات ناصحیح در سراسر مسیر به ترتیب برابر با ۴۸ از ۱۰۰، ۸۷ از ۱۰۰، ۶۸ از ۱۰۰ و ۸۳ از ۱۰۰ بود. این مورد حاکی از آن است که بالاترین ریسک در نمایه مخاطرات کل مربوط به پتانسیل تخریب عوامل ثالث می‌باشد. همچنین همان گونه که در نمودار ۴ آمده است، این میزان برای خوردگی از زیرنمایه‌های کلی دیگر کمتر می‌باشد.

(۱۴) با وسعت ۲۲۱/۹۴ هکتار (۵/۷۹٪ محدوده مورد مطالعه)، ۰/۶۸ هکتار (۰/۰۲٪ محدوده مورد مطالعه) و ۰/۳۴ هکتار (۰/۰۱٪ محدوده مورد مطالعه) قرار دارد.

نتایج حاصل از نقشه آثار نشت

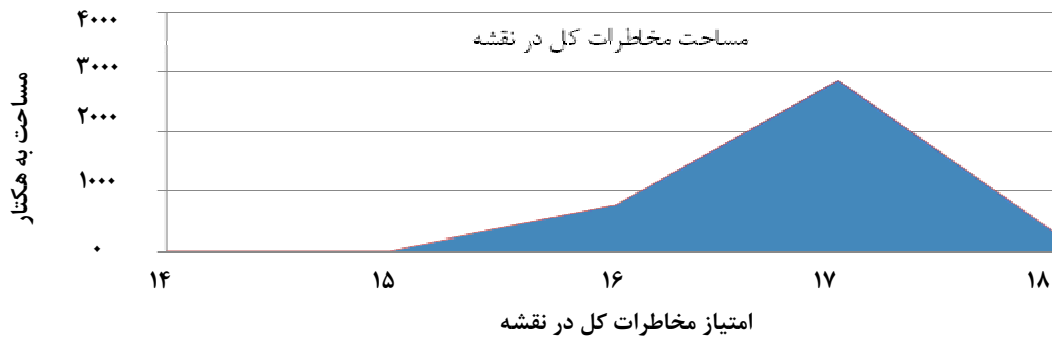
همانطور که در نمودار ۳ مشاهده می‌شود، بیشترین مساحت (۳۲۵۰/۶۳ هکتار) به آثار متوسط (نمره ۴) اختصاص دارد (۸۴/۸۴٪ محدوده مورد مطالعه). پس از آن به ترتیب آثار کم (نمره ۲) و آثار زیاد (نمره ۵) با مساحت‌های ۵۶۹/۲۸ هکتار (۱۴/۸۶٪) و ۱۱/۴۴ هکتار (۰/۳۰٪) قرار دارد.

جدول ۱- اوزان نهایی نمایه‌ها و عوامل ریسک مورد بررسی در مطالعه ارزیابی ریسک خط لوله گاز

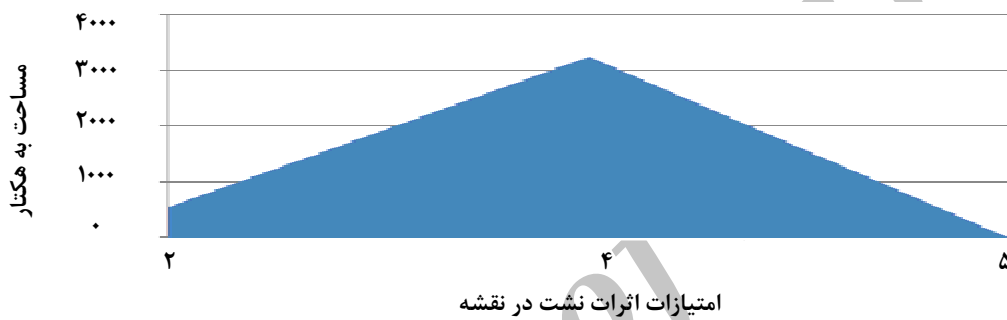
ضریب وزنی	لایه‌های اطلاعاتی مورد ارزیابی (عوامل ریسک)	وزن نهایی	زیرنمایه‌های کلی	درصد اهمیت	نمایه‌های ارزیابی
۰/۱۴۶	مراکز جمعیتی (تا شعاع ۲ کیلومتر)	۰/۵۷۸	پتانسیل تخریب		
۰/۰۵۱	خطوط ارتباطی (تا شعاع ۱ کیلومتر)		عوامل ثالث		
۰/۰۹۷	خط لوله انتقال گاز موجود				
۰/۰۳۵	خطوط انتقال برق فشار قوی				
۰/۴۲۶	کاربری اراضی (فعالیت زراعی و کشاورزی)			۵۰٪	مخاطرات کل
۰/۲۴۵	تأسیسات روزمینی				
۱	×	۰/۱۳۴	کارکرد ناصحیح اپراتور		
۱	جابجایی خاک (حاصل تلفیق لایه‌های: لرزه خیزی، روانگرایی، لغزش و نشست زمین)	۰/۲۲۸	طراحی		
۱	نیروی خوردندگی خاک	۰/۰۶	خوردگی		
			حاصل تلفیق لایه‌های فوق نقشه نمایه مخاطرات کل است		
۱	×	۰/۳۳۳	خطر محصول		
۱	تراکم جمعیت (تا شعاع ۲ کیلومتر)	۰/۰۹۷	حساسیت پراکنش	۵۰٪	آثار نشت
۱	رودخانه‌های اصلی و فرعی	۰/۵۷۰	حساسیت اکولوژیک		
			حاصل تلفیق لایه‌های فوق نقشه نمایه آثار نشت است		

جدول ۲- نتایج نمره‌دهی پارامترها در ارزیابی ریسک محیط زیستی خط لوله گاز محدوده مورد مطالعه

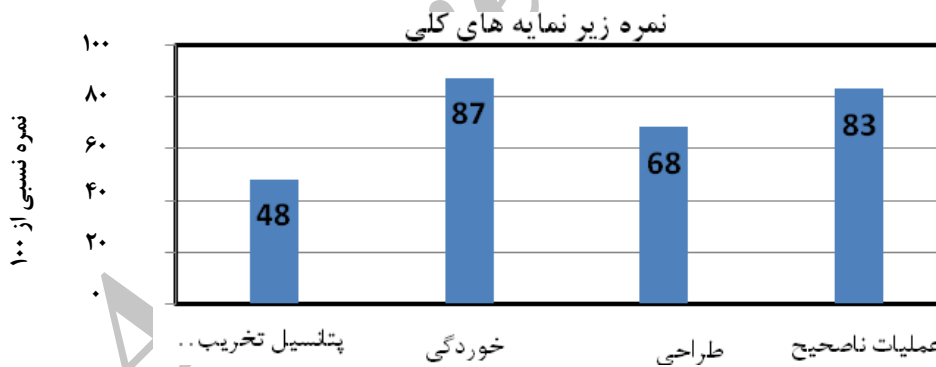
نمراه	زیرنمایه‌های جزئی	زیرنمایه‌های کلی	نمایه‌ها
۱۴	حداقل عمق پوشش (وزن دهی: ۲۰٪، محدوده نمرات ۰-۲۰)	پتانسیل تخریب	
۱۵	سطح فعالیت‌های منطقه (وزن دهی: ۲۰٪، محدوده نمرات ۰-۲۰)	عوامل ثالث محدوده	
۳	تسهیلات روزمینی مربوط به خط لوله (وزن دهی: ۱۰٪، محدوده نمرات ۰-۱۰)	نمرات (۰-۱۰۰)	
۵	برنامه (اجرایی) شناسایی موقعیت خط لوله (وزن دهی: ۱۵٪، محدوده نمرات ۰-۱۵)		
۶	برنامه (اجرایی) آموزش همگانی (وزن دهی: ۱۵٪، محدوده نمرات ۰-۱۵)		
۳	شرایط حریم (ROW) (وزن دهی: ۵٪، محدوده نمرات ۰-۵)		
۲	فراوانی گشت زنی (وزن دهی: ۱۵٪، محدوده نمرات ۰-۱۵)		
۱۰	خوردگی جوی (وزن دهی: ۱۰٪، محدوده نمرات: ۰-۱۰)	خوردگی محدوده	
۲۰	خوردگی داخلی (وزن دهی: ۲۰٪، محدوده نمرات: ۰-۲۰)	نمرات (۰-۱۰۰)	۳
۵۷	خوردگی زیر سطحی (وزن دهی: ۷۰٪، محدوده نمرات: ۰-۷۰)		۳
۲۰	فاکتور ایمنی (محدوده نمرات: ۰-۳۵)	طراحی محدوده	
۹	فرسودگی (محدوده نمرات: ۰-۱۵)	نمرات	
۱۰	پتانسیل سرج (محدوده نمرات: ۰-۱۰)	(۰-۱۰۰)	
۲۰	تأییدیه های یکپارچگی (محدوده نمرات: ۰-۲۵)		
۹	تحركات زمین (محدوده نمرات: ۰-۱۵)		
۲۹	مرحله طراحی (محدوده نمرات: ۰-۳۰)	عملیات ناصحیح	
۱۶	مرحله ساختمانی (محدوده نمرات: ۰-۲۰)	محدوده نمرات	
۲۹	مرحله عملیاتی (محدوده نمرات: ۰-۳۵)	(۰-۱۰۰)	
۹	مرحله نگهداری (محدوده نمرات: ۰-۱۵)		
۴	خطر محصول (PH) بر اساس NFPA (محدوده نمرات: ۱-۲۲)	فاکتور اثر نشت	
۳	خطر محصول (PH) بر اساس NFPA (محدوده نمرات: ۱-۲۲)		
۳	نشست/ حجم رها شدن (LV)		۳
۳	پراکنش		۳
۳/۴	پذیرنده‌ها (R)		۳/۴



نمودار ۲- مساحت امتیازات مختلف مخاطرات کل در طول محدوده اثر مستقیم



نمودار ۳- مساحت امتیازات مختلف آثار نشت در طول محدوده اثر مستقیم



نمودار ۴- نتایج تجزیه و تحلیل ریسک نمره های نمایه مخاطرات کل (نمره پایین تر = ریسک بالاتر)

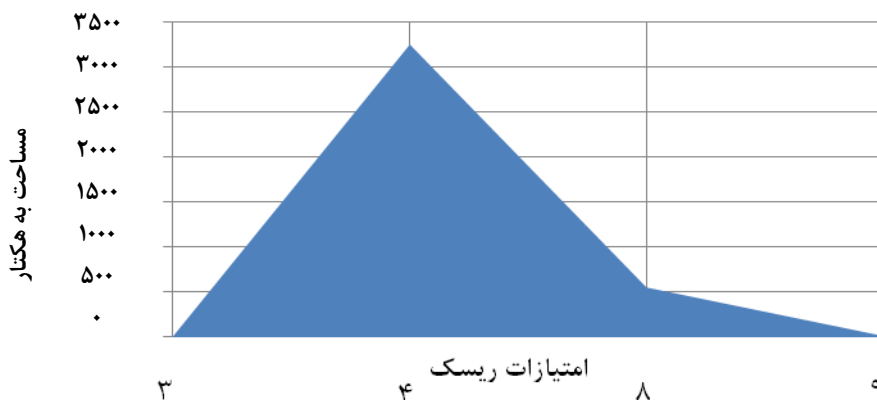
جدول ۳- وزن مساحت امتیازات مختلف ریسک زیست محیطی در

نمره ریسک	محدوده اثر مستقیم خط لوله		
	مساحت هر نمره ریسک (هکتار)	نمره ریسک وزن دار (با وزن مساحت)	نمره نسبی ریسک وزن دار
۳	۱۲/۴۷	۳۷/۴۱	۰/۰۰۲۱
۴	۳۲۴۹/۶۰	۱۲۹۹۸/۴	۰/۷۳
۸	۵۵۳/۶۹	۴۴۲۹/۵۲	۰/۲۵
۹	۱۵/۳۷	۳۳۴/۳۵	۰/۰۱۹
مجموع	۳۸۳۱/۱۳	۱۷۷۹۹/۶۸	۱

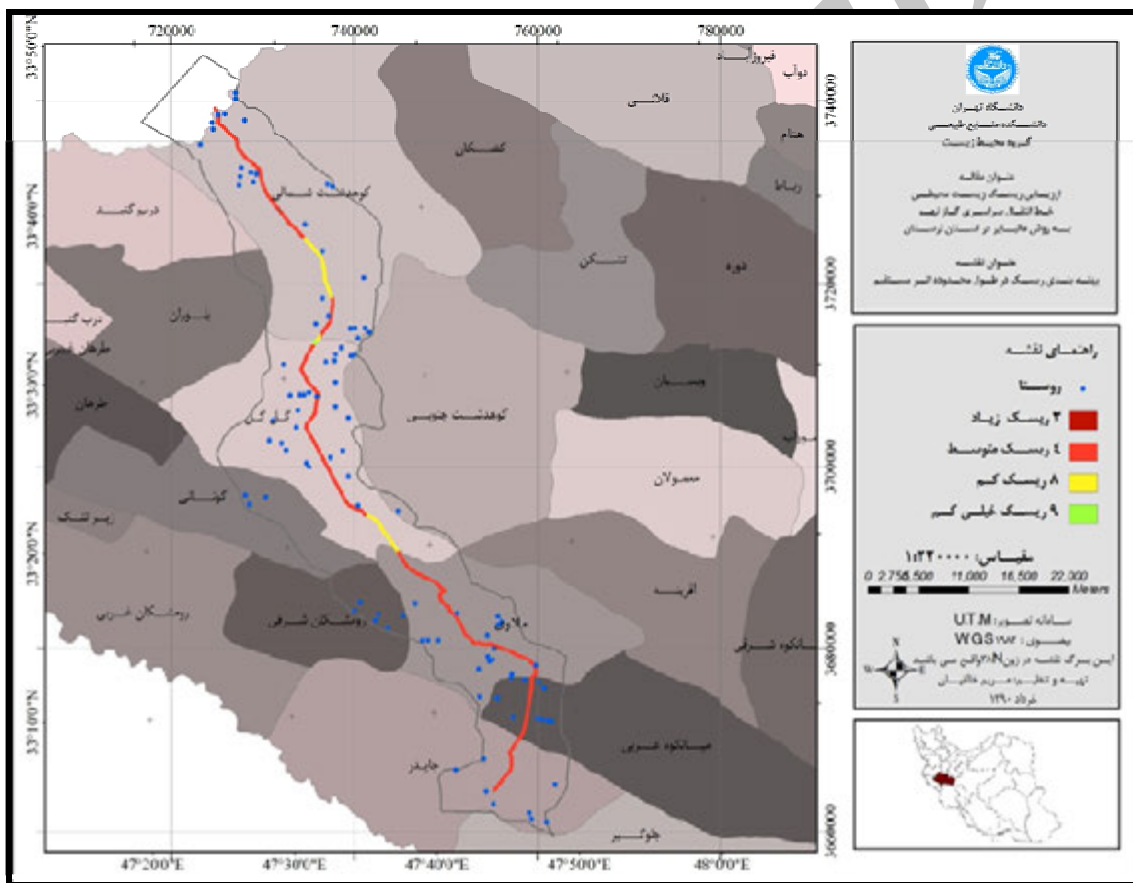
ریسک محیط زیستی در طول محدوده اثر مستقیم

با تقسیم مخاطرات کل بر آثار نشت، پهنه بندی ریسک محیط زیستی در محدوده اثر مستقیم با چهار امتیاز مختلف از نظر شدت ریسک به دست می آید (شکل ۱).

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می شود، وزن امتیاز ۴ که ریسک متوسط می باشد از نظر مساحت نسبت به سایر امتیازات ریسک بیشتر است. بعد از آن به ترتیب ریسک کم، خیلی کم و زیاد بیشترین وزن را به خود اختصاص دادند (نمودار ۵).



نمودار ۵- مساحت امتیازات مختلف ریسک زیست محیطی در طول محدوده اثر مستقیم



شکل ۱- پهنه بندی ریسک محیط زیستی در طول محدوده اثر مستقیم خط لوله محدوده مورد مطالعه

بحث و نتیجه گیری

صنایع فرآیندی به خصوص خطوط لوله گاز و نفت گسترده، باید هرچه سریع تر 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. روش های کمی

ارزیابی ریسک محیط زیستی یکی از ملاحظات است که در امتداد با ارزیابی اثرات توسعه بر محیط زیست انجام می شود و آثار توسعه بر محیط زیست را به صورت کمی، با بیان شدت و احتمال آشکار می سازد. با توجه به مورد مذکور، کشور ایران نیز مانند سایر کشورهای پیشگام در

مسایل محیط زیستی مشکل اساسی می‌باشد که تحقیق حاضر توسط نگارنده 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.

نتایج مطالعه (Abdoli et al. (2007) در ارزیابی ریسک خط لوله نفت کرمانشاه- سنندج از روش نمایه‌سازی نمایه خسارت عوامل ثالث و طراحی، کمترین امتیازات را به دست آورد که از نظر کلی با نتایج حاصل در مطالعه حاضر مطابقت دارد، اما در این تحقیق از سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده نشده است.

نتایج تحقیق انجام گرفته توسط (Jabbari et al. (2010) نشان داد در خط لوله‌ی کلر، نمایه تخریب عوامل ثالث، بالاترین ریسک و نمایه طراحی، پایین‌ترین ریسک را در بر دارد که در تطابق کامل با نتایج حاصل از این مطالعه نمی‌باشد. زیرا همانگونه که ذکر شد بیشترین ریسک در مطالعه حاضر به تخریب عوامل ثالث و کمترین ریسک به خوردگی مربوط می‌شود. در ارزیابی ریسک روی خط لوله اتیلن در اهواز (مهاباد تا عسلویه) که توسط (Malmasi et al. (2010) صورت گرفت، به منظور بهبود شاخص ایمنی، بهداشت و محیط زیست، برنامه جامعی توصیه شد. بیشترین ریسک در این مطالعه مربوط به نشت گاز و انفجار خط لوله می‌باشد. شاخص‌های ایمنی، بهداشت و محیط زیست مورد ملاحظه قرار گرفته و این پژوهش یک روش توسعه یافته با بکارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی برای تعیین شاخص‌ها می‌باشد.

از آنجا که ارزیابی ریسک محیط زیستی نه تنها از نظر کلان بلکه از لحاظ خرد نیز به بررسی فرآیندها و پدیده‌ها می‌پردازد، مطالعه‌ای که در آینده می‌تواند در زمینه ارزیابی ریسک محیط زیستی خطوط لوله به عمل آید، به

در ارزیابی ریسک بازده بالاتری نسبت به روش‌های کیفی و کلاً غیر کمی دارند. روش مورد استفاده در این پژوهش که برگرفته از تحقیقات (Muhlbauer (2004) است، روش نسبتاً جامع در این زمینه می‌باشد. این روش با دربرگیری تمام شرایط، روشی با مناسبت نسبی را فراهم آورده است که نتایج مناسبی را نیز در این تحقیق به دست داد. برای به دست آوردن پهنه‌بندی ریسک در این مطالعه ابتدا هر یک از زیرنمایه‌های دو مؤلفه مخاطرات کل و اثرات نشت دو به دو با یکدیگر مقایسه و ارجحیت آنها نسبت به هم مشخص شد. به منظور وزن‌دهی به شاخص‌های مؤثر در برآورد سطح ریسک از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و از نرم‌افزار Expert choice 11 بهره‌گیری شد. در پژوهشی که توسط (Jozi and Irankhahi (2011) صورت گرفت ارزیابی ریسک محیط زیستی خطوط لوله انتقال گاز به روش تلفیقی فرایند تحلیل سلسله مراتبی صورت پذیرفت. در این مطالعه به منظور ارزیابی ریسک محیط زیستی خطوط انتقال گاز تلفیقی از روش سامانه شاخص‌گذاری و فرایند 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 پهنه‌بندی شدند. مهمترین عوامل مولد ریسک شناسایی شده در این پروژه به ریسک‌های ناشی از تخریب عوامل ثالث و پتانسیل‌های طبیعی (جابجایی خاک) مربوط می‌شود. در مطالعه‌ای که برای ارزیابی ریسک مجتمع گاز پارس جنوبی در فازهای ۶، ۷ و ۸ در ایران، به انجام رسید مهندسان مشاور (Foster-Wheeler (2001 نحوه انجام مطالعات ارزیابی ریسک در این پروژه را بر اساس بررسی جزء به جزء پتانسیل‌های خطر استوار نمودند. از همین رو علاوه بر صرف دقت و هزینه‌های زیاد، شناسایی کامل فرایندهای 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

محیط زیستی بر منطقه مورد مطالعه وارد خواهد آمد.

این صورت خواهد بود که با انتخاب مقاطع مناسب، به اثرات خرد این توسعه و به عبارت دیگر به اثرات آن در حد میکروکلیمای پرداخته شود. به عنوان مثال عبور خط لوله، چه عواقبی را بر محیط بوم‌شناختی، کالبدی و زیست‌شناختی به دنبال دارد و در نتیجه چه ریسک‌های

سپاسگزاری

این مقاله با حمایت شرکت مهندسی و توسعه گاز اجرا شده است.

References

- Abdoli, M., Motamedzadeh, M., Mohamadfam, I., 2007. Risk assessment of pipeline with using the technique of Kent Muhlbauer. Second National Conference of Safety Engineering and Management. Tehran, 2007.
- Ahn, B.J., Jo, Y., 2005. A method of quantitative risk assessment for transmission pipeline carrying natural gas. *Journal of Hazardous Materials*, 123, 1-12
- Al Sheykh, A., Totonchian, S., 2006. GIS in Disaster Management. Case study: use of GIS in Disaster Management of Assaluye in: Proceedings of Geomatics, 2005.
- Brito, A.J., Mota, C.M.M., Texeira de Almeida, A., 2009. A multicriteria model for risk sorting of natural gas pipeline based on ELECTRE TRI integrating Utility Theory. *European Journal of Operational Research*, 200, 812-821.
- Brito, A.J., de Almeida, A.T., 2009. Multi- attribute risk assessment for risk ranking of natural gas pipelines. *Reliability Engineering and System Safety*, 94, 187-198.
- Crawl, D.A., Jo, Y., 2008. Individual risk analysis of high pressure natural gas pipelines. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 21, 589-595.
- Foster Wheeler, Consultants, 2001. Statement of "HAZOP Study" for South Pars Gas Fields Phases, 6, 7 & 8.
- Ganoulis, J., Simpson, I., 2006. Environmental Risk Assessment and Management: Promoting Security in the Middle East and the Mediterranean Region. Springer.
- Journal of Nedaye Gas. 2004/a. Natural gas transportation with pipelines, 6, 21-25.
- Journal of Nedaye Gas. 2004/b. Accident of Gas mainlines transport, 8, 39- 43.
- Jozi, S., Irankhahi, M., 2010. Environmental Risk Assessment of Pipeline with fusion method of AHP. *Mohit Shenasi*, 53, 107-120.
- Majnonian, H., Mirabzadeh, P., Danesh, M., 2007. Environmental Assessment Sourcebook. Guidelines for Environmental Assessment of Energy, Industry & Sectoral Projects. Oil and gas pipeline. 279-286. Department of Environment Press.
- Malmasi, S., Mohammad Fam, I., Mohebbi, N., 2010. Health, Safety and Environment risk assessment in gas pipelines. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 69, 662-666.
- Muhlbauer, W.K., 2004. Pipeline risk management Manual, Gulf professional publishing, United State of America, 3rd Ed. 572 PP.
- Rao., 2002. Sustainable Development Policies and Economics. Willy and son LTB int.
- Reese, K., Ratti, J., 1988. Edge effects: a concept under scrutiny. Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference, 53, 127-136.
- The Joint Risk Management Program Standard Team. 1996. Risk Management Program Standard. The Office of Pipeline Safety. American Petroleum Institute.
- Torms, M., 2004. Environmental Risk Analysis. Norway (www.akvaplan.niva.no).

Environmental Risk Assessment of Gas Pipeline with Method of Muhlbauer (Case Study: Lorestan Province)

M. Khaleghian^{1*}, A. Danehkar¹, N. Khorasani¹, S. A. Jozi², J. Feghi¹
and S. R. Navabi Ghamsari³

¹Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R. Iran

²Department of Environment, North- Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, I.R. Iran

³Iranian Gas Engineering & Development Company

(Received: 29-11-2011 – Accepted: 01-05-2012)

Abstract

The purpose of this study is environmental risk assessment of pipelines in case study conducted in the 9th National Gas Pipeline in Lorestan province (Iran). The study employed the indexing method for investigating the risk through the Muhlbauer method. Geographic Information System is also used to develop the maps corresponding to the environmental risks and to map the relative risk scores and also to delineate the current status of environmental resources in the study area. The different sub-indices were compared and prioritized using a hierarchical analysis. Among the layers under investigation, the land use layer gained the highest score. Accordingly, the land use layer proved to have more weight, compared to other layers, in calculating pipeline risk. Among the obtained scores, the sub-index of third-party damage scored lower than the others, indicating more risks. The sub-index of corrosion scored higher, indicating fewer risks. Indexing System is a comprehensive method. This method includes all of qualifications and in this study earned appropriate results. In the future study it is proposed the by selecting suitable sections the effects of gas pipelines in limit of microclimate.

Keywords: Environmental risk assessment, Gas pipeline, Indexing system, Geographic Information Systems, Muhlbauer