Journal of Structural and Construction Engineering, 9(4), 2022, pp. 221-244

Journal of Structural and Construction Engineering

www.jsce.ir

Assessing and prioritizing the risks of urban waste landfill projects in Guilan province using ANP network analysis method, TOPSIS and Bow-tie software

Talieh Abdolkhaninejad [1], Seyed Massoud Manavari [2]*, Nematullah Khorasani [3], Maryam Robati [4], Forough Farsad [4]

1- PhD Student in Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

3- Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

4- Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

ABSTRACT

Often the decision to choose an appropriate technology for landfill management is one of the main problems in multi-criteria decision analysis. Assessing and prioritizing risks in various projects is a logical way to quantify the quantitative and qualitative risks and to examine the potential consequences of potential accidents on people, materials, equipment and the environment. In fact, this determines the efficiency of multi-criteria decision-making models and provides valuable data for decision-making in risk management, risk identification, control, improvement and modification of control systems and planning to respond to them. In addition, there are significant internal relationships and feedback between different dimensions and criteria. Therefore, it is necessary to conduct environmental risk assessment studies in order to identify the destructive factors and their effects on the environment, and provide a solution for proper control and management. In the present study, using Delphi techniques, network analysis process (ANP) and using TOPSIS technique, the most important risks of landfill projects in the construction and operation phases have been identified. The obtained results show that in the construction and operation phases, the highest probability of risk is related to the environmental sector and the lowest probability of risk is related to the socio-economic and cultural sector. Adverse events have been reported. Also, the results showed that the proposed model is effective in risk assessment in urban waste landfill projects. The results of this study provide new and significant concepts in the design and engineering of municipal landfills.

All rights reserved to Iranian Society of Structural Engineering.

ARTICLE INFO

Receive Date: 28 November 2021
Revise Date: 25 December 2021
Accept Date: 20 March 2022

Keywords: *Assessment*
Landfill risks
Construction phase
Operation phase
Gilan Province

doi: 10.22065/JSCE.2022.317163.2656

*Corresponding author: Massoud Manavari
Email address: m-monavari@srbiau.ac.ir

نشریه مهندسی سازه و ساخت
(علمی - پژوهشی)
www.jsce.ir

ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه‌های مکان‌های دفن پسماندهای شهری استان گیلان با استفاده از روش تحلیل شبکه ANP، TOPSIS و نرم‌افزار Bow-tie

طلیعه عبدالخانی نژاد[۱]، سید مسعود منوری[۲*]، نعمت الله خراسانی[۳]، مریم رباطی[۴]، فروغ فرساد[۴]

۱-دانشجوی دکترای محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۲- دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۳- استاد گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۴- استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

چکیده

اغلب تصمیم برای انتخاب یک فناوری مناسب در مدیریت دفن پسماندهای شهری یکی از مشکلات اساسی در تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره است. ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌ها در پروژه‌های مختلف روش منطقی برای تعیین اندازه کمی و کیفی خطرات و بررسی پیامدهای بالقوه ناشی از حوادث احتمالی برروی افراد، مواد، تجهیزات و محیط پیرامون است. در حقیقت از این طریق میزان کارآمدی مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مشخص شده و داده‌های باارزشی برای تصمیم گیری در زمینه مدیریت ریسک، شناسایی ریسک، کنترل، بهبود و اصلاح سیستم‌های کنترلی و برنامه ریزی برای واکنش به آن‌ها فراهم می‌شود. علاوه بر این وابستگی‌های درونی و بازخوردهای قابل توجهی بین ابعاد و معیارهای مختلف وجود دارد. لذا انجام مطالعات ارزیابی ریسک محیط‌زیستی در جهت شناخت عوامل مخرب و اثرات ناشی از آن‌ها بر محیط، و ارائه راهکار برای کنترل و مدیریت صحیح ضروری است. در مطالعه حاضر، با بهره‌گیری از تکنیک‌های دلفی (Delphi)، فرآیند تحلیل شبکه (ANP) و با بهره‌گیری از تکنیک TOPSIS اقدام به شناسایی مهم‌ترین ریسک‌های پروژه‌های مکان‌های دفن در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری نموده است. نتایج به‌دست‌آمده نشانگر آن است که در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری، بیشترین احتمال وقوع ریسک مربوط به بخش محیط‌زیستی و کمترین میزان احتمال ریسک مربوط به بخش اقتصادی –اجتماعی و فرهنگی است که در همین راستا با استفاده از روش پاپیونی راهکارهایی جهت کاهش یا حذف نتایج و وقایع نامطلوب ارائه گردیده است. همچنین، نتایج نشان داد که الگوی پیشنهادی در ارزیابی ریسک در پروژه‌های مکان‌های دفن پسماند شهری مؤثر است. نتایج این تحقیق مفاهیم جدید و معنی‌داری را در طراحی و مهندسی محل‌های دفن پسماند شهری ارائه می‌کند.

کلمات کلیدی: ارزیابی، ریسک‌های محل دفن، فاز ساختمانی، فاز بهره‌برداری، استان گیلان

سابقه مقاله:					شناسه دیجیتال:
دریافت	بازنگری	پذیرش	انتشار آنلاین	چاپ	https://doi.org/10.22065/JSCE.2022.317163.2656
۱۴۰۰/۹/۰۷	۱۴۰۰/۱۰/۰۴	۱۴۰۰/۱۲/۲۹	۱۴۰۰/۱۲/۱۹	۱۴۰۱/۴/۰۱	doi: 10.22065/JSCE.2022.317163.2656

*نویسنده مسئول: سید مسعود منوری
پست الکترونیکی: m-monavari@srbiau.ac.ir

۱- مقدمه

مکان‌های دفن پسماند از ضروریات طرح‌ها در توسعه شهری است. توسعه را می‌توان به معنای شناسایی ویژگی‌ها و دارایی‌های منحصربه فرد هر منطقه دانست که مزیت‌های هر منطقه را برجسته نموده و ذی‌نفع‌های منطقه و منابع را حول چشم انداز برخاسته از آمایش سرزمین سوق می‌دهد. توسعه‌ی فضایی لندفیل‌های شهری در پهنه‌ی سرزمین مجموعه مخاطرات و تهدیداتی است که از منابع مختلف انسانی به محیط زیست وارد می‌شود [۱]. مدیریت ریسک زیست محیطی فرآیندی سیستماتیک در راستای دستیابی به اطمینان کامل از اجرای مناسب و صحیح یک پروژه نظیر محل دفن پسماند و رعایت ضوابط مرتبط با کاهش مخاطرات احتمالی می‌باشد. هدف مدیریت ریسک زیست محیطی محل دفن پسماندهای بررسی پتانسیل ریسک محل دفن و اثرات احتمالی آن برپارامترهای محیطزیست منطقه است [۲]. دفن پسماند یک روش رایج دفع است که هدف آن به حداقل رساندن خطرات مربوط به‌سلامتی و خطرات زیست‌محیطی است [۳]، [۴]، [۵]). یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در فرآیند ارزیابی ریسک، تأثیر قضاوت کارشناسان درنتیجه ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک است. جهت به حداقل رساندن تأثیر قضاوت کارشناسان می‌توان از تلفیق روش‌های تصمیم‌گیری با روش‌های ارزیابی ریسک استفاده کرد [۶]، [۷]. استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM-Multi Criteria Decision Making) می‌تواند در اهمیت پارامترهای و اولویت‌بندی آن‌ها کاربرد داشته و تأثیر قضاوت‌های شخصی ارزیاب‌ها را به حداقل برساند [۸]. توپوز[1]و همکاران [۹] معتقدند، ترکیب روش‌های ارزیابی ریسک و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی این فرصت را ایجاد می‌کند که در تصمیم‌گیری برای حفاظت از محیطزیست ریسک‌های بهداشتی را نیز مدنظر قرار داده و یا در ریسک‌های بهداشتی پارامترهای مؤثر بر اثرات زیست‌محیطی را لحاظ نمود. نتایج بررسی وینتلی[2]و همکاران [۱۰] نشان می‌دهد که ارزیابی ریسک‌ها در مکان‌های دفن باعث کاهش اثرات ایمنی-بهداشتی می‌شود. همچنین مرگ‌ومیرهای غیرطبیعی، شیوع انواع سرطان‌ها، بیماری‌های تنفسی، بیماری‌های منتقله از راه حمل‌ونقل پسماندها، کاهش بهداشت و سلامت روانی و افزایش بیماری‌های قلبی عروقی از پیامدهای نامطلوب در مکان‌های دفن است. شهبازی و امیدواری [۱۱] در تحقیق خود از روش fuzzy ANP جهت اولویت‌بندی ریسک‌های ایمنی، بهداشت و محیطزیست استفاده کردند. نتایج مطالعات نشان داد که از نظر اولویت ریسک بالاترین میزان ریسک مربوط به عوامل بیولوژیکی مؤثر بر انسان و کمترین عدد اولویت ریسک مربوط به عوامل فیزیکی مؤثر بر انسان بود. نتایج تحقیق کریمیان و همکاران [۱۱] نشان داد تفاوت معنی‌داری بین غلظت فلزات سنگین و میزان بارندگی وجود دارد. همچنین ضریب همبستگی پیرسون ارتباط قوی و مثبت بین میانگین غلظت مس-سرب، مس-روی و سرب-روی را نشان دادند. بنابراین با توجه به ریسک اکولوژیکی متوسط تا شدید فلزات در منطقه مورد بررسی می‌توان دریافت که تغییرات فلزات و آلودگی خاک متأثر از فعالیت‌های صورت گرفته در لندفیل است.

نتایج تحقیق سالوراجی[3]و همکاران [۱۳] نشان می‌دهد که جمع‌آوری پسماندها به‌طور هم‌زمان خطر قرار گرفتن در معرض مواد خطرناک را افزایش می‌دهد. کارگران جمع‌آوری و حمل‌ونقل پسماندها یکی از خطرناک‌ترین گروه‌های در معرض خطر هستند و تا زمانی که اقدامات پیشگیرانه اتخاذ نشود عوامل بیولوژیکی همچنان یک عامل خطر برای کارکنان هستند. سی[4]و همکاران [۱۴] در پژوهش خود به درجه بالای ریسک در مسمومیت ساکنین در نشتی‌های مواد اشاره کردند. صادقی و همکاران [۱۵] در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که اقدامات پیشگیرانه در مدیریت پسماند بالاترین کارایی، بیشترین اولویت و کمترین هزینه را دارد. اجرای اقدامات مدیریتی می‌تواند باعث کاهش آلودگی، کاهش مواد محیطی خطرناک و بهبود وضعیت سلامت کارکنان در محل دفن پسماند شوند. نتایج تحقیق منوری و همکاران [۱۶] نشان می‌دهد مهم‌ترین ریسک‌های محیطزیستی در منطقه تهدید سلامت ساکنین محل، آلودگی خاک اطراف محل دفن و کاهش امنیت زیستگاه‌ها است. آدینی[5]و همکاران، [۱۲] کنترل حوادث را یکی از چالش‌هایی می‌داند که امروزه ذهن اکثر مدیران را به خود اختصاص داده است. او معتقد است که با بررسی علل و ریشه‌های حوادث می‌توان آن‌ها را کنترل نموده و از بروز دوباره آن جلوگیری کرد.

1 Topuz
2 Vinti
3 Salvaraji
4 Si
5 Adini

مدل پاپیونی تکنیک ساختاریافته‌ای در جهت ارزیابی ریسک، در مواردی است که رویکردهای کیفی به لحاظ عملکرد، نامناسب به نظر برسد. با توجه به ماهیت محل دفن پسماندها شناسایی خطرات در ریسک و تعیین راهکار برای کنترل آنان در قالب فرایند ارزیابی ریسک اجتناب‌ناپذیر است؛ بنابراین استفاده از نرم‌افزار Bow-tie این مزیت را دارد که نتایج حاصله را به‌صورت اعداد استخراج شوند. در این پژوهش به‌منظور افزایش دقت در شناسایی ریسک‌های محل‌های دفن پسماند و کاهش خطرات وارده بر محیط‌زیست از مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) استفاده شده است. روش ANP در مسائلی که وابستگی بین آن‌ها دوطرفه باشند، تشکیل یک شبکه یا سیستم غیرخطی می‌دهد. با توجه به اینکه در ریسک عوامل اثرگذار دارای روابط داخلی است بنابراین استفاده از روش ANP می‌تواند بسیار اثربخش و مفید باشد [۱۷].

مراکز جمعیتی بزرگ مانند استان گیلان با ویژگی‌های خاص اقلیمی، فرهنگی، جغرافیایی خاص و نیز به دلیل وجود محدودیت‌های طبیعی مانند بالا بودن سطح ایستایی آب‌های زیرزمینی، موقعیت‌های اقتصادی اجتماعی- فرهنگی و نیز عدم برنامه‌ریزی‌های اصولی با معضل بزرگ دفن پسماندهای شهری روبرو هستند. با توجه به اینکه پروژه دفن بهداشتی پسماندها در دو فاز، انجام می‌شود انجام این مطالعه می‌تواند به شناسایی ریسک‌های موجود در مراحل ساخت و بهره‌برداری کمک شایانی کند. دفع پسماند در استان گیلان به روش دفن بهداشتی انجام می‌پذیرد. در این استان ۲۶ محل دفن پسماند وجود دارد که مساحت آن‌ها ۱۲۶ هکتار است. این مراکز دفن پذیرای روزانه بیش از ۱۵۰۰ تن پسماند هستند. بزرگ‌ترین مرکز دفن استان گیلان سراوان رشت است که ظرفیت دفن پسماند آن روزانه بیش از ۸۰۰ تن می‌باشد. بررسی‌ها از محل دفن پسماندهای جنگلی سراوان نشان می‌دهد که محل انتخابی برای دفن پسماند ازلحاظ زیست‌محیطی نامناسب بوده، همچنین به علت افزایش تولید شیرابه و با توجه به توپوگرافی محل و مجاورت با آبراهه‌های منطقه، این شیرابه‌ها در جهت شیب زمین به سمت رودخانه سیاهرود (زرجوب) انتقال می‌یابد که این امر باعث آلودگی سطح وسیعی از منطقه شده است. حدوداً ۲۵ هکتار از اراضی جنگلی این منطقه تاکنون نابودی شده‌اند که در صورت ادامه روند فعلی و با در نظر گرفتن رشد جمعیت مقدار مساحت مکان‌های دفن در ۲۵ سال آینده به حدود ۴۵ هکتار خواهد رسید که به معنی نابودی حدود ۲۰ هکتار دیگر از اراضی جنگلی سراوان در آینده نه‌چندان دور است. یکی از اهداف اصلی در این تحقیق شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه‌های مکان‌های دفن پسماند شهری در فاز بهره‌برداری و ساختمانی است. به‌گونه‌ای که درک آن آسان شده و بتوان ریسک را به‌طور مؤثرتری مدیریت کرد. ازآنجایی‌که یکی از مشکلات مدیران پروژه‌های مکان‌های دفن شناسایی و نحوه برخورد با ریسک‌های احتمالی است، بنابراین فاز شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌ها مسئله مهمی در مدیریت است. با نتایج این تحقیق می‌توان ریسک‌های پروژه‌های دفن پسماند را در مرحله ساختمانی و بهره‌برداری کاهش داده و علاوه بر استفاده مؤثر از منابع و حفظ سلامت و بهبود بهره‌وری ساکنین اثرات مخرب محیط‌زیستی، ایمنی- بهداشتی کمتری را دارا می‌باشند.

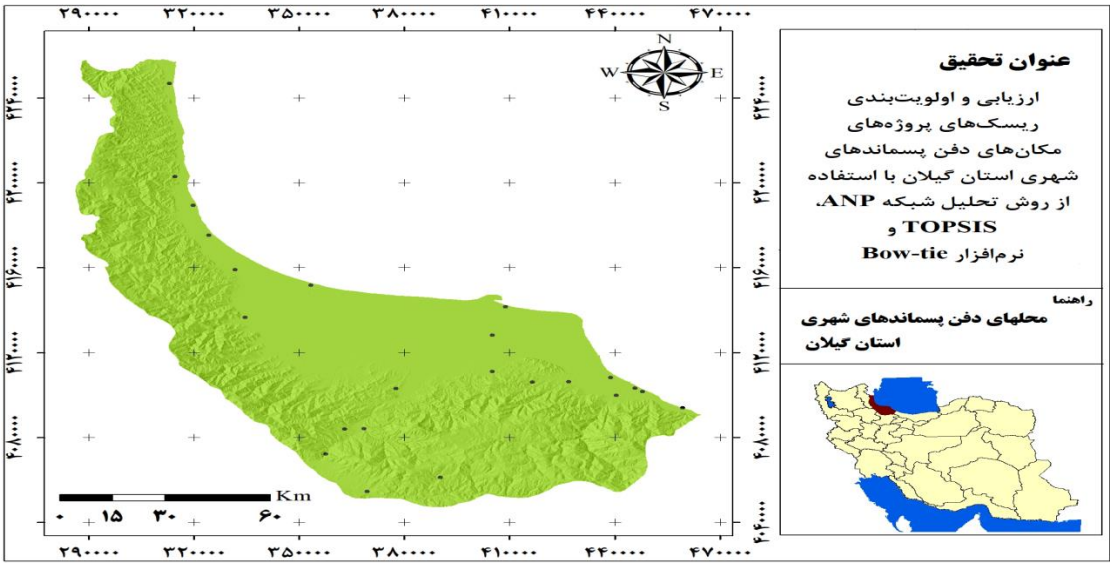
۲- روش‌شناسی تحقیق

۲-۱ شناخت و معرفی منطقه موردمطالعه

اولین گام جهت شناخت دقیق و میزان تأثیرگذاری فعالیت‌ها در هر پروژه، تعیین محدوده مطالعاتی است. محدوده مطالعاتی در این پژوهش به دو منطقه محل اجرا و محدوده محیط‌زیستی طبقه‌بندی می‌شوند که محدوده‌ای از اجرای پروژه که تحت اثر مستقیم عملیات اجرایی و پیامدهای آن قرار می‌گیرد محل اجرا است. کلیه عملیات ساختمانی، نصب تأسیسات و تجهیزات، تردد ماشین‌آلات و سایر عملیات مربوط به پروژه در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری در محل اجرا صورت می‌گیرد. محدوده محیط‌زیستی به محدوده‌ای اطلاق می‌گردد که از اثرات اجرای پروژه به‌صورت مستقیم و بدون واسطه متأثر می‌گردد. محل اجرای طرح‌های مذکور در جدول (۱) ارائه‌شده است. نقشه (۱) موقعیت محل‌های دفن پسماند در استان گیلان نشان می‌دهد.

جدول (۱): میزان و مشخصات مراکز دفن پسماند استان گیلان

ردیف	شهرستان	موقعیت استقرار محل دفن پسماند	میزان دفن (تن در روز)	مساحت (هکتار)
۱	رشت	سراوان	۸۰۰	۲۰
۲	اسالم	منطقه الالان کنار ساحل رودخانه خزر	۱۰	۲
۳	آستارا	منطقه داداش اباد-کنار ساحل منطقه حفاظت‌شده لوندویل	۵۰	۱۵
۴	استان اشرفیه	روستای کشل آزادسر	۴۰	۱۵
۵	رانکوه	ضلع غرب رودخانه کیارود	۵	۲
۶	بندر کیاشهر	در فاصله حدود ۵۰۰ متری حاشیه ساحل دریا- چسبیده به حریم پارک ملی بوجاق	۲۰	۴
۷	لنگرود	آلمان لنگه	۷۵	۵
۸	جیرنده	جنوب غربی شهر در فاصله ۵۰۰ متری از ورودی شهر	۵	۱
۹	منجیل	جاده بین منجیل تا لوشان	۱۰	۱
۱۰	رحیم‌آباد	پایین‌تر از پل ماچیان	۱۲	۴
۱۱	لوشان	شمال شرقی لوشان	۲۰	۴
۱۲	رضوانشهر	منطقه هفت دغنان	۳۵	۸
۱۳	انزلی	منطقه خمیران-کمپوست	۵۰	۴
۱۴	سیاهکل- لاهیجان	روستای جوشل در بین راه سیاهکل- لاهیجان	۱۷۰	۱۰
۱۵	تالش	ساحل قروق	۶۰	۸
۱۶	املش	جنب رودخانه شلمان رود در بستر فعال رودخانه	۲۰	۱
۱۷	رودبار	شعاع ۷ کیلومتری رودبار (جاده قدیم رودبار- منجیل)	۲۰	۱
۱۸	لیسار	کنار رودخانه هره دشت	۸	۱
۱۹	چوبر	ساحل یک کیلومتری شهر چوبر	۶	۱
۲۰	حویق	ساحل محدوده حویق	۷	۱
۲۱	رودسر	ساحل شهر رودسر	۸۰	۲
۲۲	کلاچای	پشت آتش‌نشانی ساحل دریا	۱۵	۲
۲۳	واجارگاه	سه‌راهی واجارگاه-جنب مجتمع تفریحی نگین شمال	۸	۱
۲۴	چابکسر	جنب کارخانه خزرنوش	۱۰	۵
۲۵	بره سر	جنوب شهر بره سر	۶	۳
۲۶	رستم‌آباد	ضلع جنوب شرق شهر رستم‌آباد	۸	۵



نقشه (۱): موقعیت محل‌های دفن پسماند در استان گیلان

این تحقیق ازنظر نوع هدف، کاربردی و بر اساس نوع روش، توصیفی - تحلیلی به شمار می‌آید. در این پژوهش از روش پاپیونی به‌عنوان روش اصلی و از روش‌های (دلفی)، فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و تکنیک TOPSIS به‌عنوان روش‌های مکمل بهره گرفته‌شده است. به‌منظور تعیین تعداد خبره‌های موردنیاز به‌صورت پیش‌آزمون تعداد ۱۰ پرسشنامه توسط ده خبره تکمیل گردید که با توجه به انحراف معیار به‌دست‌آمده و درجه آزادی ۱ و حدود اطمینان ۰/۹۴ توسط رابطه کوکران ۹/۴ به دست آمد که جهت افزایش دقت ۱۰ نفر را به‌عنوان خبره (تعداد نمونه) منظور گردید. پایایی پرسشنامه‌ها توسط ضریب آلفای کرونباخ ۰/۹۶ محاسبه‌شده است، لذا می‌توان آن را پایا قلمداد کرد.

۲-۲ فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

- با بررسی مقالات و پژوهش‌های مشابه، انجام بازدید میدانی از منطقه و با بهره‌گیری از گزارش‌های ارزیابی و آمایش سرزمین اطلاعات موردنیاز جمع‌آوری و محدوده‌های مطالعاتی مشخص شد. سپس با استفاده از تکنیک دلفی اقدام به شناسایی ریسک‌های پرخطر شد.

- در جهت مشخص شدن فعالیت‌ها و اثرات مهم عملیات دفن پسماندها نیاز به تشکیل گروه کارشناسی (خبره) جهت تکمیل پرسشنامه مدل ANP و اعلام نظر در مورد فعالیت‌ها و همچنین مخاطرات احتمالی در فرآیند دفن پسماندها است.

- ساخت مدل شبکه: به‌منظور به دست آوردن وزن‌های و اهمیت فاکتورها با استفاده از رابطه (۱) تعیین می‌شود. در این رابطه n بیانگر تعداد معیارها/گزینه‌ها و N_c بیانگر تعداد مقایسات زوجی است. در تکمیل پرسشنامه مقایسات زوجی از طیف ۹ گانه پیشنهادی توسط ساعتی در جدول (۲) استفاده‌شده است. در این مرحله یک ساختار شبکه و لیست رابطه وابستگی متقابل میان اجزای آن‌ها رسم می‌شود.

$$N_c = n.(n-1)/2 \qquad (۱)$$

- تشکیل ماتریس مقایسات زوجی و محاسبه بردارهای وزن مربوط به هر معیار و گزینه: در این مرحله بردار هریک از معیارها و گزینه‌ها از طریق مقایسات زوجی مطابق رابطه (۲) برای هر متخصص محاسبه شد.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ a_{n1} & a_{1n} & \dots & 1 \end{bmatrix} = [a_{ij}]\,,\ ij = 1,2,3,\dots \qquad (۲)$$

جدول (۲): طیف‌بندی ۹ گانه درجه ارجحیت معیارها در مقایسات زوجی [۱۸]

عبارت کلامی	درجه اهمیت
اهمیت یکسان	۱
اهمیت ضعیف	۳
اهمیت قوی	۵
اهمیت خیلی قوی	۷
اهمیت مطلق	۹
درجه اهمیت بین دو ترجیح	۲،۴،۶،۸

در این پژوهش به‌منظور کامل و جامع بودن نتایج، لازم است از تمام درایه‌های ماتریس‌های به‌دست‌آمده از دلفی خبرگان میانگین هندسی مطابق با رابطه (۳) گرفته شود. در این رابطه A_{ij} بیانگر درایه حاصل از میانگین هندسی، n بیانگر تعداد افراد که قضاوت زوجی انجام دادند و k نشانگر کد شخصی است که مقایسه را انجام داده است.

$$A_{ij} = \prod_{k=1}^{n} (a_{ij}^{k})^{1/n} \qquad (۳)$$

در ادامه با استفاده از رابطه (۴) نرمال‌سازی برای معیارها، گزینه‌ها و بردار وزن محاسبه شد. سپس با گرفتن میانگین حسابی هریک از سطرهای ماتریس گروهی، وزن نرمال‌شده به دست آمد. در این رابطه r_{ij} بیانگر درایه نرمال شده است که هر درایه متناظر با یک سطر از ماتریس مقایسات زوجی است [۱۹]

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=0}^{m} a_{ij}} \qquad (۴)$$

- تشکیل سوپر ماتریس غیر موزون: سوپر ماتریس نشانگر روابط بین اجزای شبکه بر اساس بردارهای وزن به‌دست‌آمده از مرحله پیش مطابق با رابطه (۵) است.

$$w = \begin{matrix} \\ \text{Goal} \\ \text{Criteria} \\ \text{Alternative} \end{matrix} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} \\ 0 & w_{32} & 1 \end{bmatrix} \qquad (۵)$$

در این رابطه w_{21} بیانگر برداری است که اثر هدف را بر روی هریک از معیارها مشخص می‌کند. بردار w_{22} بیانگر رابطه داخلی معیارها و بردار وزن w_{32} نشانگر اثر هریک از معیارها بر روی گزینه‌ها است. ازآنجایی‌که که امکان تأثیرپذیر بودن عوامل از یکدیگر در یک سطح نیز وجود دارد، جمع وزن‌ها در ستون‌ها برابر با یک نخواهد بود. برای حل این مشکل ماتریس به‌صورت موزون شده مطابق مرحله به دست آورده می‌شود.

- محاسبه سوپر ماتریس موزون: سوپر ماتریس موزون از حاصل‌ضرب هریک از پارامترهای خوشه‌های ستونی سوپر ماتریس ناموزون در بردار وزن نسبی آن خوشه به دست آورده شد.

محاسبه سوپر ماتریس حدی: با توان رساندن تمامی عناصر سوپر ماتریس، سوپر ماتریس موزون به دست می‌آید. این عمل آن‌قدر تکرار می‌شود تا تمامی عناصر سوپر ماتریس‌ها شبیه هم شوند و عناصر ماتریس همگرا شده و مقادیر سطری آن‌ها باهم برابر شوند. وزن‌های نهایی سه پارامتر شدت پیامد (C) میزان مواجهه (E) و احتمال وقوع (P) محاسبه شد. وزن‌های نهایی را جهت به دست آوردن نمره ریسک (R) هر یک از منابع خطرآفرین (واحدها یا فعالیت‌های موردبررسی در مکان‌های دفن پسماند که ریسک زا هستند، در نظر گرفته شد تا رتبه‌بندی حاصل شود؛ با استفاده از رابطه (۶) نمره ریسک محاسبه شد.

$$R = W_C * C * W_E * E * W_P * P \qquad (۶)$$

۳-۲ اولویت‌بندی ریسک‌ها با استفاده از تکنیک TOPSIS

- تشکیل ماتریس داده‌ها بر اساس m گزینه به‌وسیله n شاخص:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ . & . & & . \\ . & . & & . \\ . & . & & . \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \qquad (۷)$$

- بی‌مقیاس سازی ماتریس تصمیم‌گیری (N) رابطه (۸): برای بی مقیاس سازی از توزیع نرمال استفاده می‌شود. توزیع احتمال هر عنصر (n_{ij}) از ماتریس تصمیم محاسبه می‌شود.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}{}^2}} \qquad (۸)$$

- به دست آوردن ماتریس بی مقیاس موزون (V) رابطه (۹): ماتریس بی‌مقیاس شده را در ماتریس مربعی ($w_{n\times n}$) که عناصر قطر اصلی آن اوزان شاخص‌ها و دیگر عناصر آن صفر است، ضرب می‌شود.

$$\mathrm{V} = \mathrm{N} \times w_{n\times n} \qquad (۹)$$

- تعیین راه‌حل ایده آل مثبت و راه‌حل ایده آل منفی

در این تحقیق، برای ایده آل مثبت بیشترین مقدار عددی هر ستون و برای ایده آل منفی کمترین مقدار عددی هر ستون مربوط به ماتریس بی‌مقیاس موزون در نظر گرفته شد.

به دست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی

فاصله اقلیدسی هر گزینه ایده آل مثبت ($\mathrm{d_j^+}$) و فاصله هر گزینه تا ایده آل منفی ($\mathrm{d_j^-}$)، بر اساس رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود.

$$\mathrm{d_i^-} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (\mathrm{V_{ij}} - \mathrm{V_j^-})^2}\ \mathrm{i} = 1,2,\ldots.\ \mathrm{d_i^+} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (\mathrm{V_{ij}} - \mathrm{V_j^+})^2}\ \mathrm{i} = 1,2,\ldots.\ \mathrm{m} \qquad (۱۰)$$

تعیین نزدیکی نسبی (CL*) هر گزینه (ریسک) به راه‌حل ایده آل: نزدیکی نسبی Ai به راه‌حل ایده آل با استفاده از رابطه (۱۱) محاسبه گردید. رتبه‌بندی گزینه‌ها (ریسک‌ها): هر گزینه‌ای که CL آن بزرگ‌تر باشد، بهتر است.

$$Cl = \frac{di^-}{di^- + di^+} \quad (\mathrm{i}= 1,2,\ldots, \mathrm{n}) \qquad (۱۱)$$

چنانچه $A_i = A_i^+$ باشد، آنگاه $d_i^+ = 0$ و $Cl_i^+ = 1$ می‌شود و درصورتی‌که $A_i = A_i^-$ باشد، آنگاه $d_i^- = 0$ و $Cl_i^+ = 0$ خواهد شد، بنابراین هر ریسک Ai به راه‌حل ایده آل نزدیک‌تر باشد، مقدار Cl_i^+ آن به یک نزدیک‌تر خواهد بود.

۲-۴ اجرای فرآیند روش Bow-Tie

- شناخت کامل منطقه موردمطالعه (محل‌های دفن پسماند)

در این مرحله تمام اطلاعات مکان‌های دفن پسماند موردنظر جهت شناسایی و ارزیابی ریسک‌های بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست جمع‌آوری گردید.

- شناسایی خطرات

در این مرحله با مشاهده، مصاحبه حضوری، بررسی گزارش حوادث فردی که در مراکز دفن پسماند به وقوع پیوسته، بررسی و انجام شد. با استفاده از ماتریس ریسک پیشنهادی Bow-Tie خطرات شناسایی‌شده آنالیز، رتبه‌بندی و سطح ریسک آن‌ها تعیین گردید. لازم به ذکر است که این مرحله از اهمیت بسیاری برخوردار است؛ چراکه عدم شناسایی مخاطرات بالقوه به معنی نادیده گرفتن پیامدها و اثرات آن می‌باشد.

- تعیین رویداد اصلی

در این مرحله با در نظر گرفتن ضرورت در مکان‌های دفن پسماند و گستره پیامدهای ناشی از وقوع از جنبه ایمنی، بهداشتی، زیست‌محیطی، اقتصادی اجتماعی و فرهنگی از میان خطرات با سطح ریسک بالا، پنج خطر در قسمت‌های پرمخاطره در مکان‌های دفن به‌عنوان رویداد اصلی جهت اجرای روش Bow-Tie در نظر گرفته شد. پس از تعیین رویدادهای اصلی به‌عنوان ورودی نرم‌افزار،Bow-Tie جهت هر رویداد مراحل زیر به ترتیب انجام گردید:

۱) شناسایی تهدیدها: این فرایند تا تعیین تمامی تهدیدهای رویداد اصلی ادامه داده شد. برای هر رویداد، یک یا چند تهدید که باعث انتشار خطر اصلی می‌گردد مشخص شد.

۲) شناسایی کنترل‌ها: در این مرحله تمامی کنترل‌هایی که جهت هر تهدید و پیامد وجود داشت، مشخص گردید.

۳) شناسایی عوامل تشدیدکننده در شکست کنترل‌ها: ممکن است هریک از کنترل‌ها به دلایل مختلف با شکست مواجه گردد. در این قسمت تمامی عوامل شکست کنترل‌ها مشخص گردید که ممکن است یک یا چند عامل شکست جهت هر کنترل وجود داشته باشد. درواقع عوامل تشدیدکننده با شکست کنترل‌ها منجر به افزایش سطح ریسک می‌گردند.

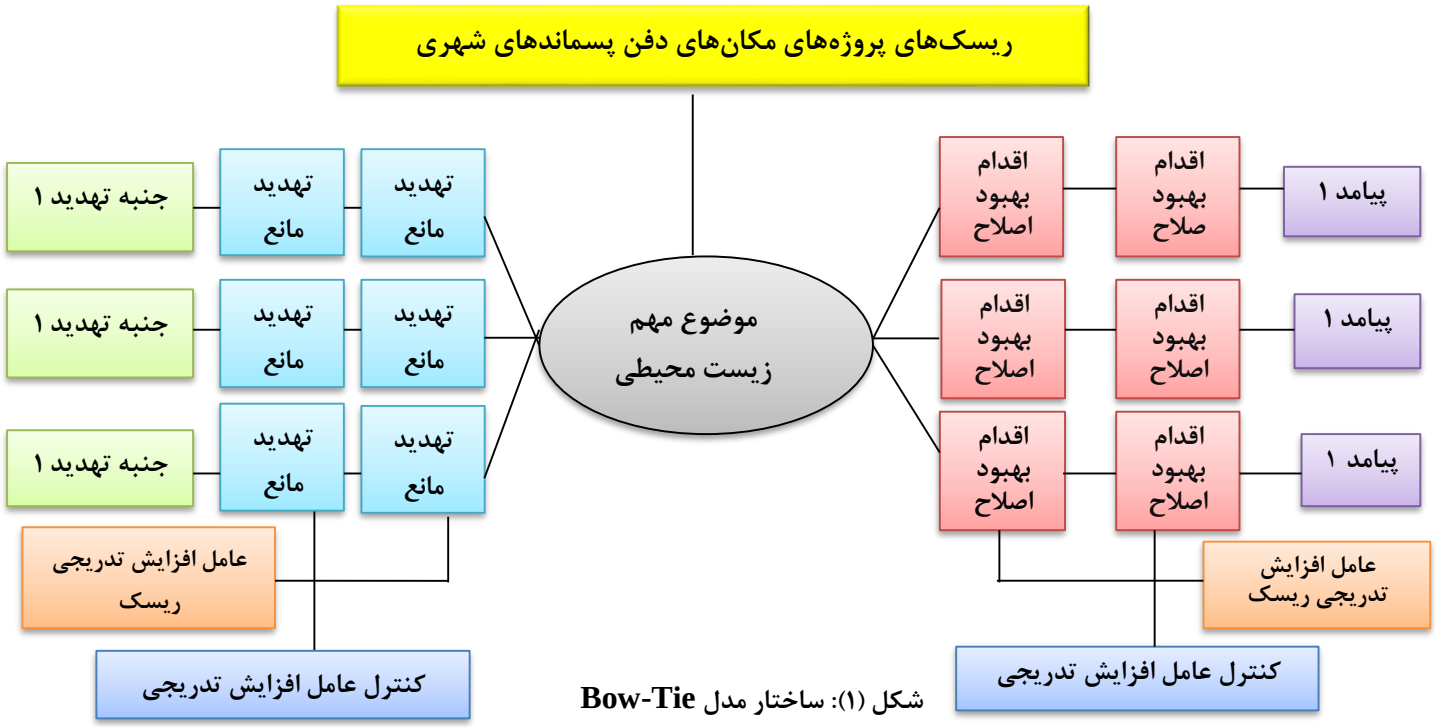
۴) شناسایی پیامدها: در این مرحله تمامی پیامدهای مرتبط یا رویداد اصلی که در اثر وجود هر تهدید ایجاد می‌شود شناسایی گردید. هر تهدید ممکن است یک یا چند پیامد داشته باشد.

۵) شناسایی اقدامات بازیابی: در این مرحله نسبت به شناسایی اقدامات بازیابی به‌منظور کاهش اثرات هر پیامد اقدام شد. برای هر پیامد یک یا چند اقدام بازیابی و فرد یا گروهی که مسئولیت انجام یا پیگیری آن را بر عهده‌دارند، مشخص گردید.

۶) شناسایی شکست اقدامات بازیابی: هر یک از اقدامات بازیابی شناسایی‌شده ممکن است به دلایل مختلف با شکست مواجه گردند که در این مرحله تمامی عوامل شکست مشخص گردید. هر اقدام بازیابی ممکن است یک یا چند عامل شکست داشته باشد.

۷) شناسایی کنترل شکست اقدامات بازیابی: در این مرحله جهت هرکدام از عوامل شکست اقدامات بازیابی، یک یا چند کنترل مشخص گردید.

۹) ورود تمامی موارد فوق در نرم‌افزار Bow-Tie ProTM و ترسیم نمودارهای مربوطه انجام شد. شکل (۱): ساختار مدل Bow-Tie را نشان می‌دهد.



شکل (۱): ساختار مدل Bow-Tie

۳-یافته‌های تحقیق

۳-۱ نتایج پرسشنامه دلفی

به‌منظور تعیین عوامل و طبقه‌بندی ریسک‌های پروژه‌های مکان‌های دفن پسماندهای شهری استان گیلان در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری، با استفاده از پرسشنامه دلفی ریسک‌های مهم شناسایی‌شده به تفکیک در جدول (۳) مشخص گردیده است.

جدول (۳) فعالیت‌هایی که در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری محل دفن پسماند منجر به بروز ریسک می‌شوند

ردیف	فعالیت‌ها و تجهیزات در فاز ساختمانی	فعالیت‌ها و تجهیزات در فاز بهره‌برداری
۱	کارکرد ماشین‌آلات	کارکرد ماشین‌آلات
۲	نصب لوله‌های هدایت شیرابه	عملیات خاک‌ریزی دیواره‌های سلول
۳	پوشش لوله‌های هدایت شیرابه با قلوه‌سنگ	فعالیت کارکنان در فضای باز و زیر آفتاب و گرما
۴	نصب لوله‌های عمودی بازچرخش شیرابه و هوادهی	ایجاد فضای سبز جهت پوشش نهایی
۵	عملیات نقشه‌برداری	استخدام و به‌کارگیری نیروهای بومی و غیربومی
۶	نصب لایه‌های ژئوسنتتیک و ژئوممبران	برداشت خاک از منابع قرضه
۷	ساخت اتاقک کنترل برق	عدم کارکرد پمپ بازچرخش شیرابه
۸	ساخت منهول‌های هدایت شیرابه	عملکرد ناقص لوله‌های جمع‌آوری و هدایت شیرابه
۹	تعمیرات و نگهداری ماشین‌آلات	متراکم کردن پسماندها
۱۰	عملیات خاک‌برداری کف سلول	روکش روزانه پسماندها با خاک
۱۱	عملیات خاک‌ریزی کف و دیواره‌های سلول	روکش پایانی لیفت‌ها با خاک
۱۲	عملیات تخلیه و جانمایی لوله‌های بتونی	تعمیرات و نگهداری ماشین‌آلات
۱۳	عملیات محصورسازی محل دفن	بازچرخش شیرابه روی محل دفن
۱۴	تأمین برق و احداث شبکه برق محل دفن	حفاظت و حراست از محل دفن
۱۵	ساخت باسکول ۶۰ تنی محل دفن	انحلال، تعلیق مواد و فرآورده‌های حاصل از تغییرات بیولوژیکی در شیرابه
۱۶	بازچرخش شیرابه روی محل دفن	تبخیر و بخار شدن ترکیبات شیمیایی و آب در گازهای حاصل از پسماندهای شهری
۱۷	نصب پایک‌های روشنایی	جذب ترکیبات آلی فرار و نیمه فرار به درون پسماندها
۱۸	ساخت مسیرهای عبور ماشین‌آلات	خروج هالوژن‌ها و تجزیه‌ی مواد آلی و واکنش‌های اکسیداسیون-احیا بر روی فلزات و نمک‌های فلزات
۱۹	جدول‌کشی کنار مسیرهای عبوری	نشست مکان‌های دفن پسماند که موجب شکاف و پارگی در سطح و پوشش
۲۰	نصب پمپ و لوله‌های بازچرخش شیرابه	شکستگی و به هم خوردن تنظیمات تأسیسات و تجهیزات
۲۱	ساخت مسیر دسترسی به سایت دفن	انحلال، تعلیق مواد و فرآورده‌های حاصل از تغییرات بیولوژیکی در شیرابه
۲۲	ساخت مسیرهای دسترسی درون سایت	هزینه‌های بالای کنترل و توسعه محل دفن مهندسی- بهداشتی
۲۳	تملک زمین	عدم پوشش مناسب مدیریت تغییرات مدیریتی، دشواری‌ها و تبعات جایگزینی
۲۴	برداشت خاک از منابع قرضه	کاهش محدودیت‌های مکانی
۲۵	استخدام و به‌کارگیری نیروهای بومی و غیربومی	بروز درگیری‌های محلی
۲۶	حفاظت و حراست از محل دفن	شکست طرح
۲۷	خوردگی ناشی از محیط اسیدی	ایجاد تنش‌های روحی و روانی بین کارگران و کارکنان
۲۸	خوردگی خاک	
۲۹	حوادث جغرافیایی (سیل، زلزله و رانش زمین)	
۳۰	افزایش ذرات معلق در هوا	
۳۱	کاهش تنوع زیستی	
۳۲	آلودگی صوتی	

از ریسک‌های شناسایی‌شده در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری به‌عنوان ریسک‌های شاخص شناخته (جدول ۴)، دو ریسک انباشته پسماندهای بهداشتی و صنعتی در محل و ایجاد ترافیک جاده‌ای فاقد اثرات شاخص شناسایی گردیدند.

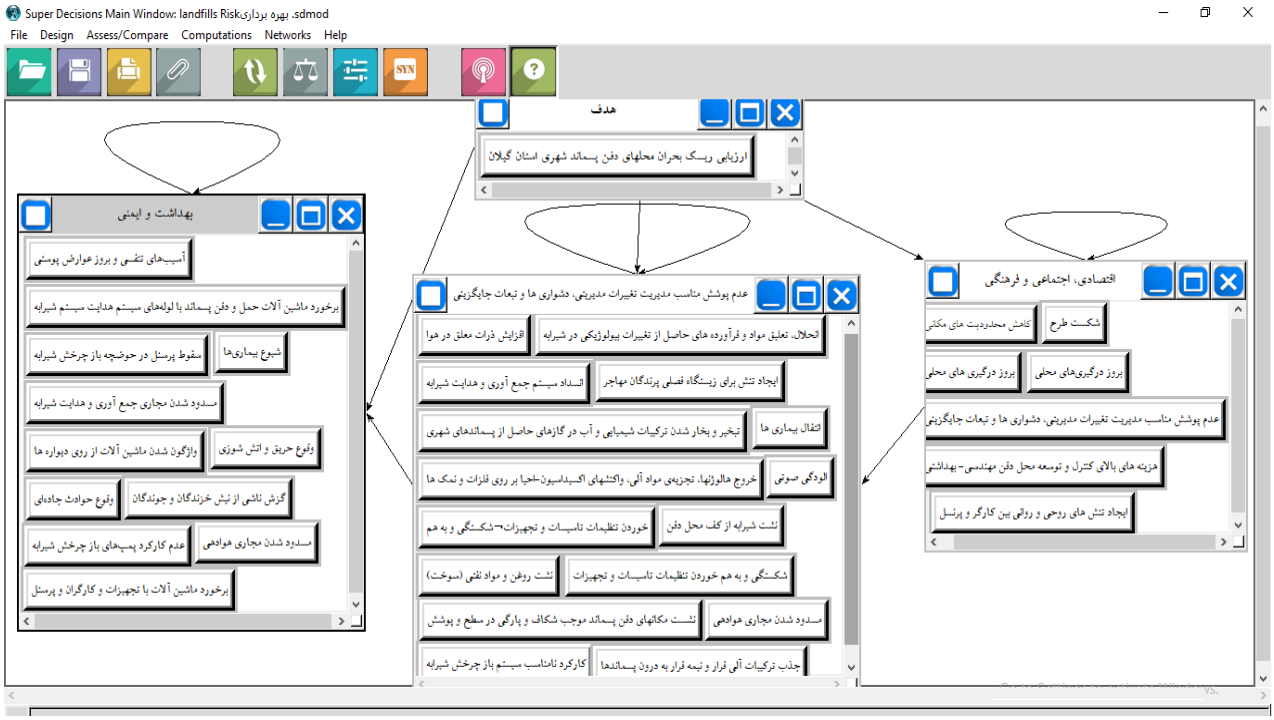
جدول (۴): نتایج نهایی شناسایی ریسک‌ها محل دفن پسماند توسط روش دلفی

ردیف	شناسایی ریسک فاز ساختمانی	شناسایی ریسک فاز بهره‌برداری
	ایمنی-بهداشتی	
۱	برخورد قطعات فلزی با نیروی انسانی	واژگون شدن ماشین‌آلات از روی دیواره‌ها
۲	برخورد ماشین‌آلات با تجهیزات	سقوط کارکنان در حوضچه بازچرخش شیرابه
۳	واژگون شدن ماشین‌آلات از روی دیواره‌ها	مسدود شدن مجاری جمع‌آوری و هدایت شیرابه
۴	سقوط از ارتفاع	وقوع حریق و آتش‌سوزی
۵	بروز حریق در محل‌های دفن‌ها، کارگاه، ماشین‌آلات و تجهیزات	برخورد ماشین‌آلات حمل و دفن پسماند با لوله‌های سیستم هدایت شیرابه
۶	برخورد ماشین‌آلات با نیروی انسانی	شیوع بیماری‌ها
۷	برخورد ماشین‌آلات ساختمانی با لوله‌های سیستم هدایت شیرابه	وقوع حوادث جاده‌ای
۸	بروز انواع بیماری‌ها	گزش ناشی از نیش خزندگان و جوندگان
۹	بریدن کابل و تسمه‌های مهار جرثقیل	عدم کارکرد پمپ‌های بازچرخش شیرابه
۱۰	سقوط لوله‌های بتونی، تیرک‌های برق، دیوارهای بتونی هنگام جابجایی و نصب	آسیب‌های تنفسی و بروز عوارض پوستی
۱۱	وقوع تصادف‌های جاده‌ای	مسدود شدن مجاری هوادهی
۱۲	بروز عوارض پوستی و آسیب‌های تنفسی	برخورد ماشین‌آلات با تجهیزات و کارگران و کارکنان
	محیط‌زیستی	
۱۳	ایجاد تنش برای زیستگاه فصلی پرندگان مهاجر	نشت روغن و مواد نفتی (سوخت)
۱۴	انتقال بیماری‌ها	نشت شیرابه از کف محل دفن
۱۵	افزایش ذرات معلق در هوا	ایجاد تنش برای زیستگاه فصلی پرندگان مهاجر
۱۶	کاهش تنوع زیستی	انتقال بیماری‌ها
۱۷	آلودگی صوتی	انحلال، تعلیق مواد و فرآورده‌های حاصل از تغییرات بیولوژیکی در شیرابه
۱۸	ایجاد تنش برای احشام	تبخیر و بخار شدن ترکیبات شیمیایی و آب در گازهای حاصل از پسماندهای شهری
۱۹	خوردگی ناشی از محیط اسیدی	جذب ترکیبات آلی فرار و نیمه فرار به درون پسماندها
۲۰	خوردگی خاک	خروج هالوژن‌ها و تجزیه‌ی مواد آلی و واکنش‌های اکسیداسیون-احیا بر روی فلزات و نمک‌های فلزات
۲۱	حوادث جغرافیایی (سیل، زلزله و رانش زمین)	انسداد سیستم جمع‌آوری و هدایت شیرابه
۲۲	نشت روغن و مواد نفتی (سوخت) از ماشین‌آلات و مخازن نگهداری سوخت	نشست مکان‌های دفن پسماند موجب شکاف و پارگی در سطح و پوشش
۲۳		شکستگی و به هم خوردن تنظیمات تأسیسات و تجهیزات
۲۴		مسدود شدن مجاری هوادهی
۲۵		افزایش ذرات معلق در هوا
۲۶		کارگر نامناسب سیستم بازچرخش شیرابه
	اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی	
۲۷	هزینه‌های بالای اجرای پروژه دفن	هزینه‌های بالای کنترل و توسعه محل دفن مهندسی- بهداشتی
۲۸	شکست پروژه دفن	عدم پوشش مناسب مدیریت تغییرات مدیریتی، دشواری‌ها و تبعات جایگزینی
۲۹	ایجاد تنش‌های روحی و روانی بین نیروی انسانی	کاهش محدودیت‌های مکانی
۳۰	بروز درگیری‌های محلی	بروز درگیری‌های محلی
۳۱		شکست طرح
۳۲		ایجاد تنش‌های روحی و روانی بین کارگران و کارکنان

۳-۱ نتایج پرسشنامه دلفی

۳-۲ فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

با در نظر گرفتن ویژگی‌های مکانی دفن، محیط پیرامون تحت تأثیر و انواع ریسک‌های ناشی از پروژه ساختار شبکه‌ای بر اساس هدف تحقیق رسم گردید. شکل (۲) ساخت مدل مربوط به شاخص‌های مؤثر در ارزیابی ریسک دفن پسماندها در فاز بهره‌برداری نشان داده است..



شکل (۲): ساخت مدل مربوط به شاخص‌های مؤثر در ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه‌های مکان‌های دفن پسماندهای شهری استان گیلان در فاز بهره‌برداری

وزن نهایی معیارها و زیر معیارهای به‌دست‌آمده فازهای ساختمانی و بهره‌برداری در جداول (۵) و (۶) نشان داده است.

جدول (۵): وزن و اولویت ریسک‌های محل دفن پسماند شهری استان گیلان در فاز ساختمانی

وزن و رتبه عوامل اصلی ریسک‌ها	زیر عوامل ریسک‌ها	وزن نسبی	وزن نهایی
ایمنی و بهداشتی	برخورد قطعات فلزی با نیروی انسانی	۰/۰۹۸۴۷۱۰	۰/۰۳۲۴۴۴
۰/۳۲۹۴۸۲	برخورد ماشین‌آلات با تجهیزات	۰/۱۰۹۸۰۰۵	۰/۰۳۶۱۷۷
	واژگون شدن ماشین‌آلات از روی دیواره‌ها	۰/۰۸۱۱۸۴۰	۰/۰۲۶۷۴۸
	سقوط از ارتفاع	۰/۱۰۴۸۴۱۰	۰/۰۳۵۸۶۱
	بروز حریق در محل‌های دفن، کارگاه، ماشین‌آلات و تجهیزات	۰/۱۶۸۹۲۰۱	۰/۰۵۵۶۵۶
	برخورد ماشین‌آلات با نیروی انسانی	۰/۱۰۹۶۲۵۹	۰/۰۳۶۱۱۹
	برخورد ماشین‌آلات ساختمانی با لوله‌های سیستم هدایت شیرابه	۰/۱۲۹۸۴۹۵	۰/۰۴۲۷۸۳
	بروز انواع بیماری‌ها	۰/۱۳۹۵۰۱۲	۰/۰۴۵۹۶۳
	بریدن کابل و تسمه‌های مهار جرثقیل	۰/۱۰۸۴۳۱۲	۰/۰۳۵۷۲۶
	سقوط لوله‌های بتونی، تیرک‌های برق، دیوارهای بتونی هنگام جابجایی و نصب	۰/۰۸۹۸۷۰۵	۰/۰۲۹۶۱۰
	وقوع تصادف‌های جاده‌ای	۰/۱۱۰۶۵۸۸	۰/۰۳۶۴۶۰
	بروز عوارض پوستی و آسیب‌های تنفسی	۰/۱۰۶۸۴۵۰	۰/۰۳۵۲۰۳
محیط‌زیستی	ایجاد تنش برای زیستگاه فصلی پرندگان مهاجر	۰/۱۴۰۸۶۷	۰/۰۵۴۳۲۳

۰/۳۸۵۶۳۴	انتقال بیماری‌ها	۰/۱۰۷۸۵۴	۰/۰۴۱۵۵۹۲
	افزایش ذرات معلق در هوا	۰/۱۰۹۵۷۴	۰/۰۴۲۲۵۵
	کاهش تنوع زیستی	۰/۰۹۷۱۱۸	۰/۰۳۷۴۵۲
	آلودگی صوتی	۰/۰۹۸۶۴۱	۰/۰۳۸۰۳۹
	ایجاد تنش برای احشام	۰/۰۹۵۰۰۵	۰/۰۳۶۶۳۷
	خوردگی ناشی از محیط اسیدی	۰/۱۴۸۷۵۲	۰/۰۵۷۳۶۳
	خوردگی خاک	۰/۱۱۰۸۹۷	۰/۰۴۲۷۶۵
	حوادث جغرافیایی (سیل، زلزله و رانش زمین)	۰/۱۳۴۵۸۲	۰/۰۵۱۸۹۹
	نشت روغن و مواد نفتی (سوخت) از ماشین‌آلات و مخازن نگهداری سوخت	۰/۱۰۲۷۵۷	۰/۰۳۹۶۲۶
اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی	هزینه‌های بالای اجرای پروژه دفن	۰/۱۲۴۳۱۲	۰/۰۳۵۴۱۴۴
۰/۲۸۴۸۸۴	شکست پروژه دفن	۰/۱۱۸۱۳۲	۰/۰۳۳۶۵۳۸
	ایجاد تنش‌های روحی و روانی بین نیروی انسانی	۰/۰۸۳۲۱۲	۰/۰۲۳۷۰۵۶
	بروز درگیری‌های محلی	۰/۰۷۸۲۴۱	۰/۰۲۲۲۸۹۵
	هزینه‌های بالای بهداشتی و درمانی ناشی حوادث عملیات دفن	۰/۰۹۳۷۷	۰/۰۲۶۷۱۲۵

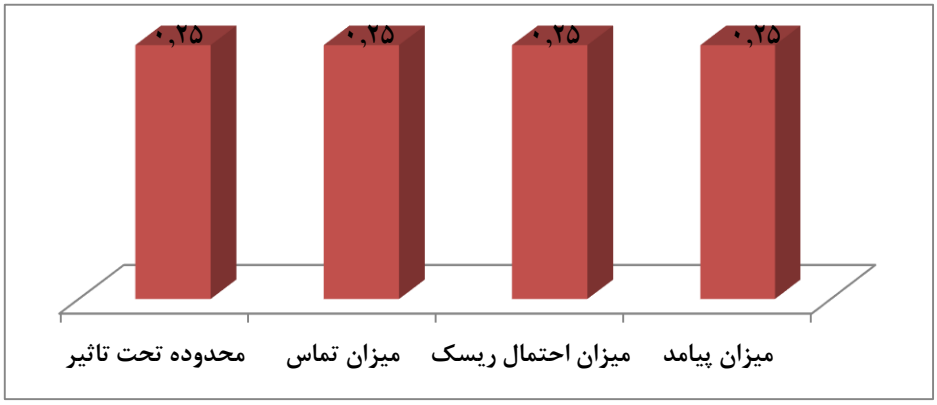
نتیجه فرآیند تحلیل شبکه (ANP) نشان می‌دهد در فاز ساختمانی عامل ایمنی و بهداشتی بروز حریق در محل‌های دفن، کارگاه، ماشین‌آلات و تجهیزات با وزن ۰/۰۵۵۶ اولویت اول، بروز انواع بیماری‌ها با وزن ۰/۰۴۵۹ اولویت دوم است. همچنین اولویت‌بندی ریسک‌ها در فاز ساختمانی عامل محیط‌زیستی خوردگی ناشی از محیط اسیدی با وزن ۰/۰۵۷۳ اولویت اول، ایجاد تنش برای زیستگاه فصلی پرندگان مهاجر با وزن ۰/۰۵۴۳ اولویت دوم است. نتایج اولویت‌بندی در فاز ساختمانی عامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی نشان می‌دهد که هزینه‌های بالای اجرای پروژه دفن با وزن ۰/۰۳۹۷ اولویت اول، شکست پروژه دفن با وزن ۰/۰۳۸۷ اولویت دوم است.

جدول (۶): وزن و اولویت ریسک‌های محل دفن پسماند شهری استان گیلان در فاز بهره‌برداری

زیر عوامل ریسک‌ها	وزن نسبی	وزن نهایی
وقوع حریق و آتش‌سوزی	0/1327502	0/0391427
مسدود شدن مجاری جمع‌آوری و هدایت شیرابه	0/1104502	0/0325673
مسدود شدن مجاری هوادهی	0/0986520	0/0290885
شیوع بیماری‌ها	0/1001234	0/0295223
برخورد ماشین‌آلات حمل و دفن پسماند با لوله‌های سیستم هدایت سیستم شیرابه	0/0993113	0/0292829
وقوع حوادث جاده‌ای	0/0753145	0/0222072
واژگون شدن ماشین‌آلات از روی دیواره‌ها	0/0632350	0/0186454
عدم کارکرد پمپ‌های بازچرخش شیرابه	0/0817218	0/0240964
آسیب‌های تنفسی و بروز عوارض پوستی	0/0855430	0/0252232
سقوط کارکنان در حوضچه بازچرخش شیرابه	0/0684225	0/0201750
برخورد ماشین‌آلات با تجهیزات و کارگران و کارکنان	0/0729153	0/0214998
گزش ناشی از نیش خزندگان و جوندگان	0/0614200	0/0181103
انحلال، تعلیق مواد و فرآورده‌های حاصل از تغییرات بیولوژیکی در شیرابه	0/1029031	0/0455222
نشت شیرابه از کف محل دفن	0/1071304	0/0473923
تبخیر و بخار شدن ترکیبات شیمیایی و آب در گازهای حاصل از پسماندهای شهری	0/092910	0/0411015
انتقال بیماری‌ها	0/096232	0/0425711
نشت روغن و مواد نفتی (سوخت)	0/088101	0/0389741
کارکرد نامناسب سیستم بازچرخش شیرابه	0/105123	0/0465043
جذب ترکیبات آلی فرار و نیمه فرار به درون پسماندها	0/083531	0/0369524
خروج هالوژن‌ها، تجزیه مواد آلی، واکنش‌های اکسیداسیون-احیا بر روی فلزات و نمک‌ها	0/093143	0/0412046
انسداد سیستم جمع‌آوری و هدایت شیرابه	0/082314	0/0364140
نشست مکان‌های دفن پسماند موجب شکاف و پارگی در سطح و پوشش	0/082241	0/0363818

شکستگی و به هم خوردن تنظیمات تأسیسات و تجهیزات	0/065201	0/0288436
مسدود شدن مجاری هوادهی	0/074213	0/0328303
افزایش ذرات معلق در هوا	0/101175	0/0447577
ایجاد تنش برای زیستگاه فصلی پرندگان مهاجر	0/089123	0/0394262
هزینه‌های بالای کنترل و توسعه محل دفن مهندسی- بهداشتی	0/104885	0/0275595
عدم پوشش مناسب مدیریت (تغییرات مدیریتی، دشواری‌ها و تبعات جایگزینی)	0/095223	0/0250207
کاهش محدودیت‌های مکانی	0/089329	0/0234720
بروز درگیری‌های محلی	0/066871	0.0175710
شکست طرح	0.089454	0/0235049
ایجاد تنش‌های روحی و روانی بین کارگران و کارکنان	0/0549356	0/0144348

نتایج عامل بهره‌برداری مشخص شد وقوع حریق و آتش‌سوزی با وزن ۰/۰۳۹۱ اولویت اول، مسدود شدن مجاری جمع‌آوری و هدایت شیرابه با وزن ۰/۰۳۲۵ اولویت دوم است. اولویت‌بندی ریسک‌ها در فاز بهره‌برداری عامل محیط‌زیستی کارکرد نامناسب سیستم بازچرخش شیرابه با وزن ۰/۰۴۶۵ اولویت اول، نشت شیرابه از کف محل دفن با وزن ۰/۰۴۷۳ اولویت دوم است. در عامل بهره‌برداری مشخص شد هزینه‌های بالای کنترل و توسعه محل دفن مهندسی- بهداشتی با وزن ۰/۰۲۷۵ اولویت اول، عدم پوشش مناسب مدیریت (تغییرات مدیریتی، دشواری‌ها و تبعات جایگزینی) با وزن ۰/۰۲۵۰ اولویت دوم است. قبل از اجرا باید اطلاعات واقعی هزینه‌های را گردآوری کرد. بیشترین هزینه‌ها در پروژه‌های دفن پسماند اغلب در قالب هزینه‌های نیروی کار، هزینه‌های مواد و هزینه‌های سربار می‌شوند.



نمودار (۱): اولویت‌بندی ریسک‌های فازهای ساختمانی و بهره‌برداری با توجه به هدف تحقیق

این چهار عوامل از شاخص‌های اصلی ریسک هستند که از اهمیت یکسانی برخوردارند. هر چهار شاخص اولویت ۱ و وزن ۰/۲۵ را دریافت می‌کنند.

۳-۲-۱ اولویت‌بندی شاخص‌های فاز ساختمانی نسبت به میزان احتمال ریسک و میزان پیامد

جدول (۷): اولویت‌بندی شاخص‌های ایمنی–بهداشتی، زیست‌محیطی، اقتصادی–اجتماعی و فرهنگی

اولویت‌بندی	شاخص‌ها	ریسک‌ها	مرحله
۰/۳۲۸	ایمنی -بهداشتی	میزان پیامد	ساختمانی
۰/۵۳۴	زیست‌محیطی		
۰/۱۳۸	اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی		
۰/۳۱۳	ایمنی -بهداشتی	میزان احتمال ریسک	
۰/۵۱۱	زیست‌محیطی		
۰/۱۷۶	اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی		
۰/۳۵۳	ایمنی -بهداشتی	میزان پیامد	بهره‌برداری
۰/۵۰۸	زیست‌محیطی		

۰/۱۳۹	اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی	
۰/۱۶۳	ایمنی -بهداشتی	میزان احتمال ریسک
۰/۷۲۱	زیست‌محیطی	
۰/۱۱۶	اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی	

در محل دفن پسماند استان گیلان بیشترین ریسک‌ها جزء ریسک‌های محیط‌زیستی است. اساس نتایج جدول (۷) میزان پیامد و احتمال ریسک در فاز بهره‌برداری بالاتر از فاز ساختمانی است. میزان پیامد شاخص زیست‌محیطی با وزن ۰/۵۰۸ از شاخص ایمنی و بهداشتی با وزن ۰/۳۵۳ بالاتر است. احتمال ریسک در شاخص زیست‌محیطی با وزن ۰/۷۲۱ از شاخص ایمنی و بهداشتی با وزن ۰/۱۶۳ بالاتر است.

۳-۲-۲ اولویت‌بندی ریسک‌های ایمنی بهداشتی فاز ساختمانی ازنظر میزان پیامد، میزان احتمال ریسک، میزان مواجهه و محدوده تحت تأثیر:

جدول (۸): اولویت‌بندی ریسک‌های ایمنی-بهداشتی فاز ساختمانی

ریسک‌های ایمنی بهداشتی	میزان پیامد	میزان احتمال ریسک	میزان مواجهه	محدوده تحت تأثیر
بروز حریق در محل‌های دفن، کارگاه، ماشین‌آلات و تجهیزات	۰/۱۲۱۳	۰/۱۲۲۱	۰/۰۷۳۱	۰/۱۰۹۵
برخورد ماشین‌آلات ساختمانی با لوله‌های سیستم هدایت شیرابه	۰/۱۱۳۰	۰/۲۱۰۱	۰/۱۲۱۱	۰/۱۴۲۵
بروز انواع بیماری‌ها	۰/۱۱۰۹	۰/۱۵۲۲	۰/۰۶۲۵	۰/۱۱۶۵
وقوع تصادف‌های جاده‌ای	۰/۱۰۵۲	۰/۱۱۱۳	۰/۲۱۲۱	۰/۰۵۴۲
برخورد ماشین‌آلات با تجهیزات	۰/۱۰۱۱	۰/۰۸۱	۰/۲۰۲۱	۰/۰۸۴۱
برخورد ماشین‌آلات با نیروی انسانی	۰/۰۹۴۷	۰/۰۷۲۱	۰/۰۲۳۲	۰/۰۶۲۲
بریدن کابل و تسمه‌های مهار جرثقیل	۰/۰۸۴۲	۰/۰۶۲۵	۰/۰۶۰۱	۰/۰۶۵۱
بروز عوارض پوستی و آسیب‌های تنفسی	۰/۰۸۱۲	۰/۰۵۳۱	۰/۰۷۲۵	۰/۱۱۳۲
سقوط از ارتفاع	۰/۰۶۲۰	۰/۰۴۲۳	۰/۰۵۳۱	۰/۰۸۰۲
سقوط لوله‌های بتونی و تیرک‌های برق و دیوارهای بتونی هنگام جابجایی و نصب	۰/۰۵۲۳	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۲۳	۰/۰۳۶۴
برخورد قطعات فلزی با نیروی انسانی	۰/۰۳۹۵	۰/۰۳۳۵	۰/۰۶۴۵	۰/۰۸۲۷
واژگون شدن ماشین‌آلات از روی دیواره‌ها	۰/۰۳۵۳	۰/۰۲۵۳	۰/۰۲۳۴	۰/۰۵۶۴

بروز حریق در محل‌های دفن کارگاه، ماشین‌آلات و تجهیزات در حین کار پیامدهایی چون استنشاق مواد مضر، این عوامل ممکن است در کارگران ایجاد بیماری‌های حاد و مزمن نموده یا باعث مسمومیت شوند. این آتش‌سوزی‌ها در مکان‌های دفن پسماند می‌توانند حساسیت‌زا و سرطان‌زا باشند. ازآنجاکه ۷۵ درصد مکان‌های دفن استان گیلان در جنگل‌ها واقع‌شده‌اند این امر باعث از بین رفتن جنگل‌ها می‌شوند که می‌تواند برای سلامتی بسیار خطرناک باشد. کادمیوم، سرب، آزبست موجود در پسماندها، گردوغبار چوب‌های جنگلی سخت ممکن است باعث التهابات پوستی، اگزما و آسم و یا سایر بیماری‌های مزمن شوند. دود ناشی از آتش‌سوزی در مقادیر زیاد باعث تحریکات ریوی می‌شود. در میان ریسک‌های ایمنی- بهداشتی فاز ساختمانی ازنظر میزان پیامد ریسک حریق در محل‌های دفن، کارگاه، ماشین‌آلات و تجهیزات با وزن ۰/۱۲۱ اثر تخریبی بیشتری را نسبت به بقیه ریسک‌ها به دنبال دارد، در اولویت اول قرار می‌گیرد. در ماتریس مقایسه ریسک‌های ایمنی بهداشتی نسبت به شاخص میزان احتمال، ریسک برخورد ماشین‌آلات ساختمانی با لوله‌های سیستم هدایت شیرابه با وزن ۰/۲۱۰ در درجه اول اولویت قرار می‌گیرد و بقیه موارد در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند. از بزرگ‌ترین معضلاتی که در مکان دفن وجود دارد، برخورد ماشین‌آلات با لوله‌های هدایت شیرابه است که این خود پیامدهای مختلفی را به دنبال خواهد داشت و در کارخانه هیچ کنترلی وجود ندارد. در عوامل ایمنی بهداشتی ریسک وقوع تصادف‌های جاده‌ای ازنظر میزان مواجهه با وزن ۰/۲۱۲ در اولویت اول قرار می‌گیرد.

جدول (۹): اولویت‌بندی ریسک‌های محیط‌زیستی فاز ساختمانی

ریسک‌های محیط‌زیستی	میزان پیامد	میزان احتمال ریسک	میزان مواجهه	محدوده تحت تأثیر
حوادث جغرافیایی (سیل، زلزله و رانش زمین)	۰/۱۵۳۳	۰/۱۳۴۳	۰/۰۴۶۶	۰/۰۴۲۶
نشت روغن و مواد نفتی (سوخت) از ماشین‌آلات و مخازن نگهداری سوخت	۰/۱۳۳۱	۰/۲۴۵۲	۰/۰۹۲۵	۰/۰۸۶۴
خوردگی خاک	۰/۱۱۳۲	۰/۱۳۷۲	۰/۰۶۸۶	۰/۱۲۲۵

کاهش تنوع زیستی	۰/۱۰۵۱	۰/۱۱۵۷	۰/۰۶۸۴	۰/۰۸۶۴
ایجاد تنش برای زیستگاه فصلی پرندگان مهاجر	۰/۱۰۲۰	۰/۰۷۲۴	۰/۱۸۵۳	۰/۰۹۴۷
افزایش ذرات معلق در هوا	۰/۰۹۵۲	۰/۰۹۴۱	۰/۲۴۷۵	۰/۲۴۰۶
آلودگی صوتی	۰/۰۷۵۲	۰/۰۶۲۵	۰/۰۶۰۱	۰/۰۶۵۱
انتقال بیماری‌ها	۰/۰۸۶۳	۰/۰۵۳۱	۰/۱۴۵۶	۰/۱۱۳۲
خوردگی ناشی از محیط اسیدی	۰/۰۶۳۴	۰/۰۶۲۳	۰/۰۵۳۱	۰/۰۸۰۲
ایجاد تنش برای احشام	۰/۰۷۳۲	۰/۰۲۳۲	۰/۰۳۲۳	۰/۰۶۸۳

با توجه به اینکه شدت تخریبی ریسک حوادث جغرافیایی (سیل، زلزله و رانش زمین) بالاتر از دیگر عوامل است بنابراین با وزن ۰/۱۵۳۳ در اولویت اول قرار می‌گیرند و بقیه عوامل به ترتیب در اولویت‌های بعدی جای می‌گیرند.

ازآنجایی‌که لوله‌های انتقال از قابلیت انعطاف‌پذیری کمی برخوردار هستند، در شاخص طراحی عواملی که موجب جابجایی‌های زمین (براثر زمین‌لغزش، نشست زمین، روانگرایی، زلزله و ...) می‌گردند، باید موردبررسی قرار گیرد. رعایت مواردی که پتانسیل ایجاد عوامل جابه‌جایی را کاهش می‌دهد الزامی است. ریسک نشت روغن و مواد در سطح سایت‌های محل دفن در مرحله ساختمانی با وزن ۰/۲۴۵ در اولویت اول و خوردگی خاک با وزن ۰/۱۳۴ در اولویت دوم قرار می‌گیرند. افزایش ذرات معلق در هوا در مرحله ساختمانی آلودگی گسترده‌ای در حد منطقه به دنبال داشته است. در عوامل محیط‌زیستی ریسک وقوع افزایش ذرات معلق ازنظر میزان مواجهه با وزن ۰/۲۴۰ اولویت اول و خوردگی خاک با وزن ۰/۱۲۲ اولویت دوم را در میان سایر ریسک‌ها به خود اختصاص می‌دهد. شاخص خوردگی تحت تأثیر عوامل داخلی و خارجی قرار دارد. عوامل داخلی (بر اساس نوع سیال انتقالی و جنس لوله) و عوامل خارجی (جنس خاک، میزان رطوبت و عوامل اتمسفری) بر میزان خوردگی لوله‌های انتقال مؤثر هستند.

جدول (۱۰): اولویت‌بندی ریسک‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی فاز ساختمانی

ریسک‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی	میزان پیامد	میزان احتمال ریسک
هزینه‌های بالای اجرای پروژه دفن	۰/۱۵۴۲	۰/۴۶۷۵
هزینه‌های بالای بهداشتی ناشی حوادث عملیات دفن	۰/۱۷۶۲	۰/۲۴۳۲
بروز درگیری‌های محلی	۰/۰۷۷۳	۰/۱۳۵۶
ایجاد تنش‌های روحی و روانی بین نیروی انسانی	۰/۱۹۶۱	۰/۰۸۸۹
شکست پروژه دفن	۰/۳۹۶۲	۰/۰۶۴۸

از ۵ ریسک اقتصادی– اجتماعی و فرهنگی در فاز ساختمانی، ریسک شکست پروژه دفن با وزن ۰/۳۹۶ از نرخ تخریبی بیشتری برخوردار است، بنابراین نسبت به میزان پیامد اولویت اول را در مقایسه با سایر ریسک‌ها به خود اختصاص داده است. در ماتریس مقایسه ریسک‌های اقتصادی– اجتماعی و فرهنگی نسبت به شاخص میزان احتمال، ریسک وارد آمدن هزینه‌های بالای اجرای پروژه دفن با وزن ۰/۴۶۷۵ در اولویت اول بقیه موارد در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند.

جدول (۱۱): اولویت‌بندی ریسک‌های ایمنی-بهداشتی فاز بهره‌برداری

ریسک‌های ایمنی بهداشتی	میزان پیامد	میزان احتمال ریسک	میزان مواجهه	محدوده تحت تأثیر
وقوع حریق و آتش‌سوزی	۰/۲۷۲	۰/۱۷۸	۰/۰۳۶	۰/۱۳۴
مسدود شدن مجاری جمع‌آوری و هدایت شیرابه	۰/۱۴۹	۰/۰۸۵	۰/۲۴۹	۰/۱۵۷
مسدود شدن مجاری هوادهی	۰/۱۱۲	۰/۰۵۸	۰/۱۱۲	۰/۰۴۷
شیوع بیماری‌ها	۰/۰۹۱	۰/۰۶۷	۰/۱۷۵	۰/۰۸۷
برخورد ماشین‌آلات حمل و دفن پسماند با لوله‌های سیستم هدایت سیستم شیرابه	۰/۰۷۴	۰/۰۹۴	۰/۱۱۷	۰/۰۷۴
وقوع حوادث جاده‌ای	۰/۰۶۵	۰/۰۷۶	۰/۰۲۲	۰/۰۴۱
واژگون شدن ماشین‌آلات از روی دیواره‌ها	۰/۰۵۷	۰/۰۵۸	۰/۰۳۱	۰/۰۴۹
عدم کارکرد پمپ‌های بازچرخش شیرابه	۰/۰۴۷	۰/۱۵۸	۰/۱۲۳	۰/۰۷۵
آسیب‌های تنفسی و بروز عوارض پوستی	۰/۰۴۳	۰/۰۵۹	۰/۰۵۷	۰/۰۸۰
سقوط کارکنان در حوضچه بازچرخش شیرابه	۰/۰۱۶	۰/۰۷۵	۰/۰۲۸	۰/۰۵۸
برخورد ماشین‌آلات با تجهیزات و کارگران و کارکنان	۰/۰۵۳	۰/۰۵۵	۰/۰۲۷	۰/۰۸۳
گزش ناشی از نیش خزندگان و جوندگان	۰/۰۲۱	۰/۰۳۸	۰/۰۲۳	۰/۱۱۶

در ماتریس مقایسه ریسک‌های ایمنی بهداشتی نسبت به شاخص میزان پیامد، ریسک وقوع حریق و آتش‌سوزی با وزن ۰/۲۷۲ در اولویت اول و بقیه موارد در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند. ریسک‌های ایمنی بهداشتی فاز بهره‌برداری نسبت به شاخص میزان احتمال ریسک، وقوع حریق و آتش‌سوزی به دلیل آنکه رخدادی بسیار شایع و حتمی است و امکان دارد هرروز اتفاق بیافتد، با وزن ۰/۱۷۸ در اولویت اول قرار می‌گیرند. ریسک‌های ایمنی بهداشتی نسبت به شاخص میزان مواجهه، مسدود شدن مجاری جمع‌آوری و هدایت شیرابه با وزن ۰/۲۴۹ در اولویت اول و بقیه موارد در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند. ریسک‌های ایمنی بهداشتی نسبت به شاخص محدوده تحت تأثیر، مسدود شدن مجاری جمع‌آوری و هدایت شیرابه با وزن ۰/۱۵۷ در اولویت اول و بقیه موارد در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند.

جدول (۱۲): اولویت‌بندی ریسک‌های محیط‌زیستی فاز بهره‌برداری

ریسک‌های محیط‌زیستی	میزان پیامد	میزان احتمال ریسک	محدوده تحت تأثیر
نشت شیرابه از کف محل دفن	۰/۱۹۳	۰/۰۸۴	۰/۱۵۵
انحلال، تعلیق مواد و فرآورده‌های حاصل از تغییرات بیولوژیکی در شیرابه	۰/۱۵۲	۰/۰۵۲	۰/۰۷۶
تبخیر و بخار شدن ترکیبات شیمیایی و آب در گازهای حاصل از پسماندهای شهری	۰/۰۷۵	۰/۰۵۵	۰/۰۸۱
انتقال بیماری‌ها	۰/۰۶۵	۰/۰۷۸	۰/۱۲۲
نشت روغن و مواد نفتی (سوخت)	۰/۰۵۳	۰/۰۴۲	۰/۰۶۴
کارکرد نامناسب سیستم بازچرخش شیرابه	۰/۰۶۳	۰/۱۴۸	۰/۰۶۵
جذب ترکیبات آلی فرار و نیمه فرار به درون پسماندها	۰/۰۲۷	۰/۰۵۷	۰/۰۵۷
خروج هالوژن‌ها، تجزیه‌ی مواد آلی، واکنش‌های اکسیداسیون-احیا بر روی فلزات و نمک‌ها	۰/۰۲۹	۰/۰۴۷	۰/۰۴۷
انسداد سیستم جمع‌آوری و هدایت شیرابه	۰/۰۱۹	۰/۰۱۳	۰/۰۴۳
نشست مکان‌های دفن پسماند موجب شکاف و پارگی در سطح و پوشش	۰/۰۸۳	۰/۰۳۷	۰/۰۱۶
شکستگی و به هم خوردن تنظیمات تأسیسات و تجهیزات	۰/۰۲۳	۰/۰۲۸	۰/۰۵۳
مسدود شدن مجاری هوادهی	۰/۰۲۵	۰/۰۱۵	۰/۰۲۱
افزایش ذرات معلق در هوا	۰/۱۰۱	۰/۱۰۳	۰/۱۶۵
ایجاد تنش برای احشام و زیستگاه‌های فصلی پرندگان مهاجر	۰/۰۹۲	۰/۲۴۱	۰/۰۳۵

ریسک‌های محیط‌زیستی نسبت به شاخص میزان پیامد، ریسک نشت شیرابه از کف محل دفن با وزن ۰/۱۹۳ در اولویت اول قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه، مکان‌های دفن پسماند برای احشام و زیستگاه‌های فصلی پرندگان مهاجر ایجاد تنش و آلودگی می‌کند. این عامل با وزن ۰/۲۴۱ در میان سایر ریسک‌ها اولویت اول را ازنظر میزان احتمال به خود اختصاص داده است. افزایش ذرات معلق با وزن ۰/۱۶۵ در میان سایر ریسک‌ها اولویت اول را ازنظر محدوده تحت اثر به خود اختصاص داده است.

جدول (۱۳): اولویت‌بندی ریسک‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی فاز بهره‌برداری

ریسک‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی	میزان پیامد	میزان احتمال ریسک
هزینه‌های بالای کنترل و توسعه محل دفن مهندسی- بهداشتی	۰/۰۸۴	۰/۴۷۶
عدم پوشش مناسب مدیریت تغییرات مدیریتی، دشواری‌ها و تبعات جایگزینی	۰/۰۷۵	۰/۰۷۵
کاهش محدودیت‌های مکانی	۰/۰۵۵	۰/۱۸۴
شکست طرح	۰/۴۷۲	۰/۱۲۵
بروز درگیری‌های محلی	۰/۰۷۲	۰/۰۷۵
ایجاد تنش‌های روحی و روانی بین کارگران و کارکنان	۰/۲۴۲	۰/۰۶۵

همان‌طور که مشاهده می‌شود از ۶ ریسک اقتصادی– اجتماعی و فرهنگی در فاز بهره‌برداری، ریسک شکست طرح با وزن ۰/۴۷۲ از نرخ تخریبی بالاتری برخوردار است بنابراین نسبت به میزان پیامد اولویت اول به خود اختصاص داده است. ریسک‌های اقتصادی– اجتماعی و فرهنگی نسبت به شاخص میزان احتمال، افزایش هزینه‌های بالای کنترل و توسعه محل دفن با وزن ۰/۴۷۶ در اولویت اول قرار می‌گیرند.

۳-۳ نتایج اولویت‌بندی ریسک‌ها با استفاده از تکنیک TOPSIS

جدول (۶): فاصله هر گزینه تا راهکار ایده آل مثبت و منفی و ضریب نزدیکی هر گزینه در فاز ساختمانی

ردیف	ریسک‌های بحرانی محل دفن پسماند شهری	(d_i^+)	(d_i^-)	(CL^*)	رتبه
	ایمنی بهداشتی				
۱	بروز حریق در محل‌های دفن‌ها، کارگاه، ماشین‌آلات و تجهیزات	۰/۰۰۰	۰/۱۹۳۸	۱	۱
۲	وقوع تصادف‌های جاده‌ای	۰/۰۷۸۳	۰/۱۳۰۹	۰/۶۲۵۸	۲
۳	واژگون شدن ماشین‌آلات از روی دیواره‌ها	۰/۱۱۲۰	۰/۱۲۵۰	۰/۵۲۷۳	۳
۴	سقوط از ارتفاع	۰/۱۳۳۷	۰/۱۲۳۰	۰/۴۷۹۲	۴
۵	برخورد ماشین‌آلات با تجهیزات	۰/۱۱۸۶	۰/۱۰۰۹	۰/۴۵۹۶	۵
۶	برخورد ماشین‌آلات با نیروی انسانی	۰/۱۵۷۵	۰/۰۶۵۳	۰/۴۱۸۹	۶
۷	برخورد ماشین‌آلات ساختمانی با لوله‌های سیستم هدایت شیرابه	۰/۱۳۷۲	۰/۰۹۵۵	۰/۴۱۰۵	۷
۸	بروز آسیب‌های تنفسی	۰/۱۳۰۶	۰/۰۷۳۶	۰/۳۶۰۶	۸
۹	بریدن کابل و تسمه‌های مهار جرثقیل	۰/۱۴۷۱	۰/۰۸۰۸	۰/۳۵۴۵	۹
۱۰	سقوط لوله‌های بتونی و تیرک‌های برق و دیوارهای بتونی هنگام جابجایی و نصب	۰/۱۳۹۶	۰/۰۶۸۹	۰/۳۳۰۶	۱۰
۱۱	برخورد قطعات فلزی با نیروی انسانی	۰/۱۲۷۱	۰/۰۹۱۷	۰/۲۹۳۲	۱۱
۱۲	بروز عوارض پوستی	۰/۱۵۱۳	۰/۰۴۸۹	۰/۲۴۴۰	۱۲
	ریسک‌های محیط‌زیستی				
۱۳	حوادث جغرافیایی (سیل، زلزله و رانش زمین)	۰/۰۵۱۵	۰/۱۵۸۴	۰/۷۵۴۵	۱
۱۴	نشت روغن و مواد نفتی (سوخت) از ماشین‌آلات و مخازن نگهداری سوخت	۰/۱۱۳۹	۰/۱۲۱۵	۰/۵۱۶۱	۲
۱۵	خوردگی خاک	۰/۳۴۷۸	۰/۹۹۸۸	۰/۵۰۹۰	۳
۱۶	کاهش تنوع زیستی	۰/۴۰۸۱	۰/۸۲۳۷	۰/۴۶۹۰	۴
۱۷	ایجاد تنش برای زیستگاه فصلی پرندگان مهاجر	۰/۱۴۷۱	۰/۰۹۵۸	۰/۴۵۹۰	۵
۱۸	افزایش ذرات معلق در هوا	۰/۳۴۸۲	۰/۰۷۴۸	۰/۴۳۷۹	۶
۱۹	آلودگی صوتی	۰/۶۲۸۱	۰/۶۳۸۷	۰/۴۳۱۵	۷
۲۰	انتقال بیماری‌ها	۰/۴۶۰۶	۰/۹۱۷۲	۰/۳۸۷۸	۸
۲۱	خوردگی ناشی از محیط اسیدی	۰/۰۱۵۷	۰/۰۹۰۲	۰/۳۸۴۰	۹
۲۲	ایجاد تنش برای احشام	۰/۱۴۴۲	۰/۰۵۵۵	۰/۲۷۷۹	۱۰
	اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی				
۲۳	هزینه‌های بالای اجرای پروژه دفن	۰/۰۷۳۸	۰/۲۴۰۷	۰/۷۶۵۷	۱
۲۴	هزینه‌های بالای بهداشتی ناشی حوادث عملیات دفن	۰/۱۸۴۴	۰/۰۷۰۷	۰/۲۷۶۸	۲
۲۵	شکست پروژه دفن	۰/۱۹۴۷	۰/۰۶۰۶	۰/۲۳۷۱	۳
۲۶	ایجاد تنش‌های روحی و روانی بین نیروی انسانی	۰/۲۴۰۹	۰/۰۷۳۸	۰/۲۳۴۵	۴
۲۷	بروز درگیری‌های محلی	۰/۲۴۰۷	۰/۰۷۳۷	۰/۲۳۴۴	۵

جدول (۷): فاصله هر گزینه تا راهکار ایده آل مثبت و منفی و ضریب نزدیکی هر گزینه در فاز بهره‌برداری

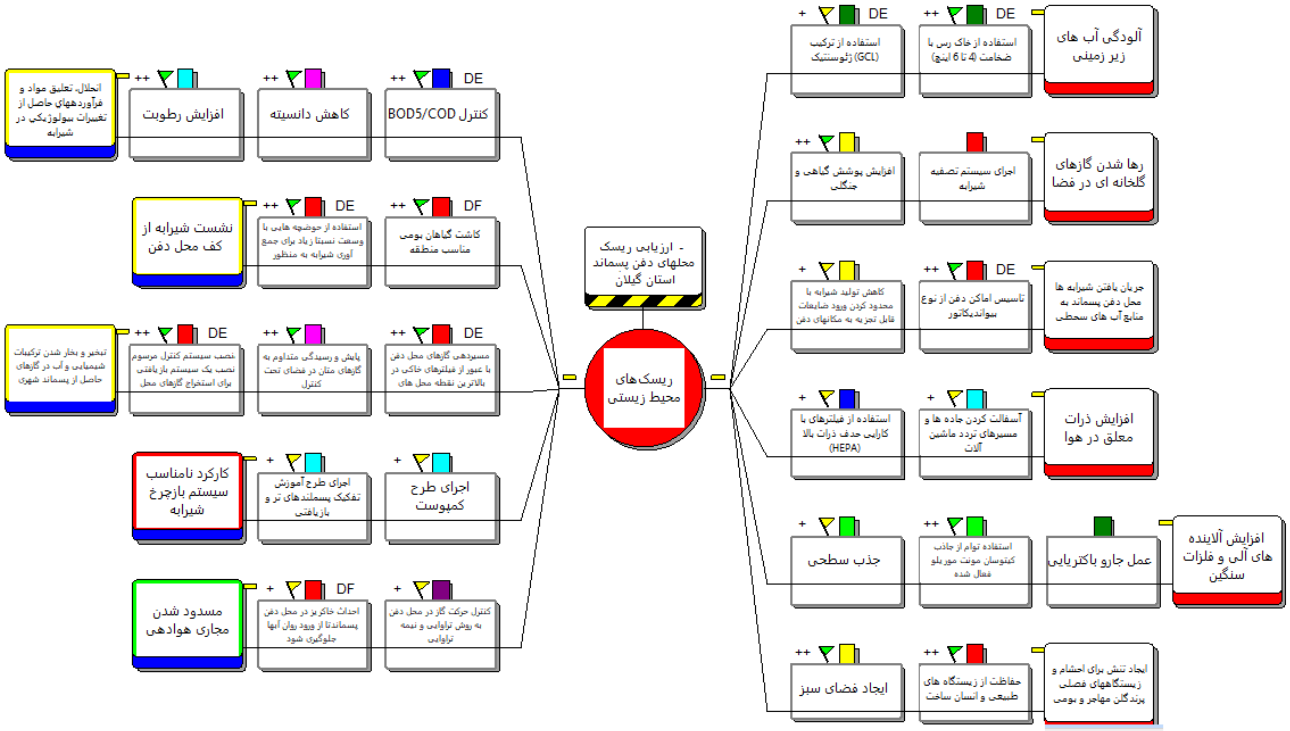
ردیف	ریسک‌های بحرانی محل دفن پسماند شهری	(d_i^+)	(d_i^-)	(CL^*)	رتبه
	ایمنی بهداشتی				
۱	وقوع حریق و آتش‌سوزی	۰/۰۲۱۰	۰/۱۶۳۳	۰/۸۶۰۶	۱
۲	مسدود شدن مجاری جمع‌آوری و هدایت شیرابه	۰/۰۸۹۲	۰/۱۳۰۷	۰/۵۹۴۳	۲
۳	مسدود شدن مجاری هوادهی	۰/۰۸۳۶	۰/۱۰۵۱	۰/۵۵۷۰	۳
۴	شیوع بیماری‌ها	۰/۱۰۹۱	۰/۱۰۶۲	۰/۴۹۳۲	۴
۵	برخورد ماشین‌آلات حمل و دفن پسماند با لوله‌های سیستم هدایت سیستم شیرابه	۰/۱۰۱۵	۰/۰۸۶۵	۰/۴۶۰۱	۵
۶	وقوع حوادث جاده‌ای	۰/۱۱۳۶	۰/۰۹۱۳	۰/۴۴۵۷	۶
۷	واژگون شدن ماشین‌آلات از روی دیواره‌ها	۰/۱۳۰۱	۰/۰۹۶۳	۰/۴۲۵۳	۷

۸	عدم کارکرد پمپ‌های بازچرخش شیرابه	۰/۱۲۱۸	۰/۰۸۹۰	۰/۴۲۲۳	۸
۹	آسیب‌های تنفسی و بروز عوارض پوستی	۰/۱۳۲۸	۰/۰۸۳۷	۰/۳۸۶۶	۹
۱۰	سقوط کارکنان در حوضچه بازچرخش شیرابه	۰/۱۳۰۶	۰/۰۷۵۵	۰/۳۶۶۳	۱۰
۱۱	برخورد ماشین‌آلات با تجهیزات و کارگران و کارکنان	۰/۱۴۴۹	۰/۰۶۴۱	۰/۳۰۶۸	۱۱
۱۲	گزش ناشی از نیش خزندگان و جوندگان	۰/۱۵۴۷	۰/۰۵۶۰	۰/۲۶۵۹	۱۲
	ریسک‌های محیط‌زیستی				
۱۳	انحلال، تعلیق مواد و فرآورده‌های حاصل از تغییرات بیولوژیکی در شیرابه	۰/۱۲۵۴	۰/۱۷۴۱	۰/۵۸۱۴	۱
۱۴	نشت شیرابه از کف محل دفن	۰/۱۴۸۲	۰/۱۷۵۰	۰/۵۴۱۴	۲
۱۵	تبخیر و بخار شدن ترکیبات شیمیایی و آب در گازهای حاصل از پسماندهای شهری	۰/۱۵۲۸	۰/۱۴۶۰	۰/۴۵۸۵	۳
۱۶	انتقال بیماری‌ها	۰/۱۸۱۶	۰/۱۴۴۳	۰/۴۴۲۸	۴
۱۷	نشت روغن و مواد نفتی (سوخت)	۰/۱۸۳۵	۰/۱۲۹۳	۰/۴۱۳۴	۵
۱۸	کارکرد نامناسب سیستم بازچرخش شیرابه	۰/۱۵۱۱	۰/۰۹۵۲	۰/۳۸۶۵	۶
۱۹	جذب ترکیبات آلی فرار و نیمه فرار به درون پسماندها	۰/۱۷۹۱	۰/۰۹۶۳	۰/۳۴۹۷	۷
۲۰	خروج هالوژن‌ها، تجزیه‌ی مواد آلی، واکنش‌های اکسیداسیون-احیا بر روی فلزات و نمک‌ها	۰/۱۸۴۵	۰/۰۸۳۲	۰/۳۱۰۹	۸
۲۱	انسداد سیستم جمع‌آوری و هدایت شیرابه	۰/۱۹۷۵	۰/۰۷۳۲	۰/۲۷۰۴	۹
۲۲	نشست مکان‌های دفن پسماند موجب شکاف و پارگی در سطح و پوشش	۰/۲۱۷۵	۰/۰۴۴۰	۰/۲۴۹۱	۱۰
۲۳	شکستگی و به هم خوردن تنظیمات تأسیسات و تجهیزات	۰/۱۹۹۷	۰/۰۶۵۹	۰/۲۲۶۱	۱۱
۲۴	مسدود شدن مجاری هوادهی	۰/۱۵۶۵	۰/۰۸۱۵	۰/۱۹۵۲	۱۲
۲۵	افزایش ذرات معلق در هوا	۰/۱۴۴۳	۰/۰۴۷۹	۰/۱۶۸۴	۱۳
۲۶	ایجاد تنش برای احشام و زیستگاه فصلی پرندگان مهاجر	۰/۱۷۵۶	۰/۰۱۸۹	۰/۰۹۷۳	۱۴
	ریسک‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی				
۲۴	هزینه‌های بالای کنترل و توسعه محل دفن مهندسی- بهداشتی	۰/۰۵۱۷	۰/۱۵۶۲	۰/۷۵۱۷	۱
۲۶	عدم پوشش مناسب مدیریتی (تغییرات مدیریتی، دشواری‌ها و تبعات جایگزینی)	۰/۱۱۷۶	۰/۱۵۴۸	۰/۵۶۸۴	۲
۲۷	کاهش محدودیت‌های مکانی	۰/۱۴۰۴	۰/۰۷۷۶	۰/۳۵۶۲	۳
۲۸	بروز درگیری‌های محلی	۰/۱۵۹۵	۰/۰۷۸۵	۰/۳۲۹۳	۴
۲۹	شکست طرح	۰/۱۴۴۳	۰/۰۴۷۹	۰/۲۴۹۱	۵
۳۰	ایجاد تنش‌های روحی و روانی بین کارگران و کارکنان	۰/۱۶۵۵	۰/۰۱۷۸	۰/۰۹۷۳	۶

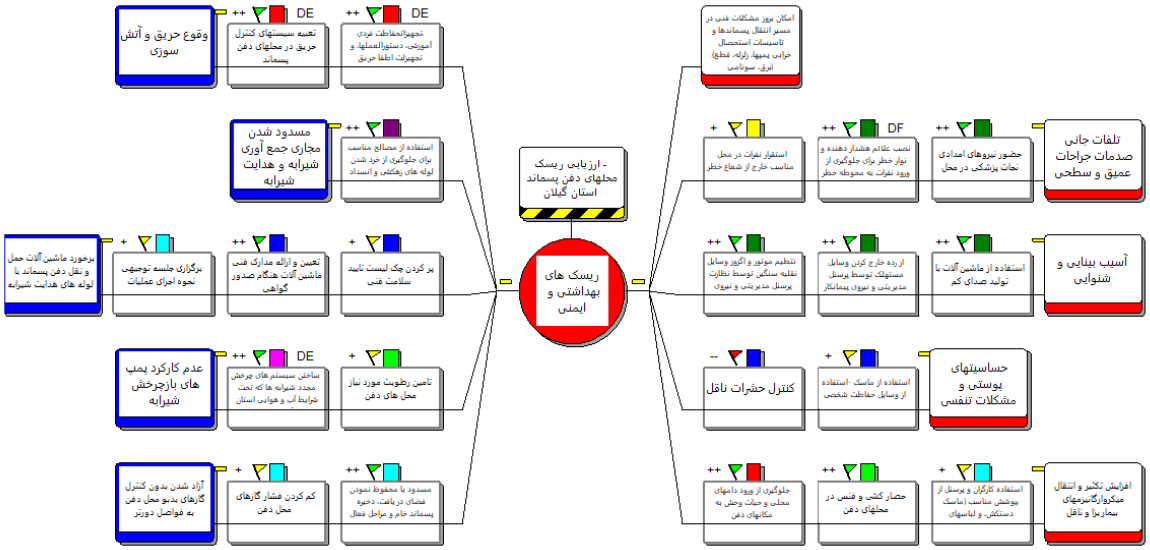
در جدول (۴ و ۵) ضریب نزدیکی هر گزینه در فاز ساختمانی و بهره‌برداری محاسبه‌شده است. هر گزینه که ضریب نزدیکی بیشتری داشته باشد از اولویت بالاتری نیز برخوردار است.

۴-۳ نتایج تجزیه‌وتحلیل ریسک با تکنیک Bow-Tie

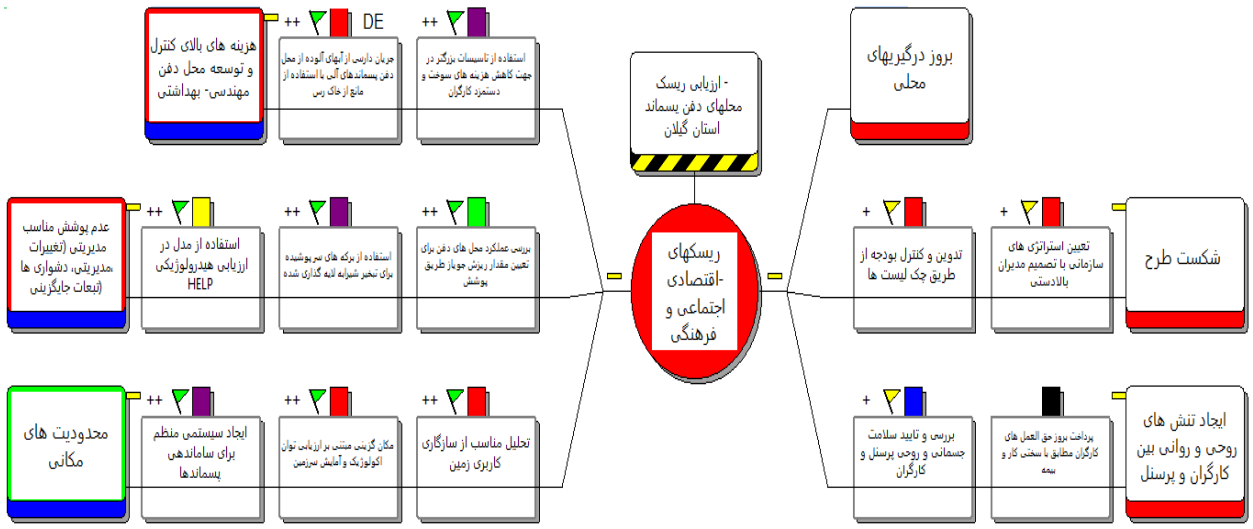
پس از شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه‌های مکان‌های دفن پسماندهای شهری استان گیلان در مرحله‌ی فازی و ساختمانی از مطالعات، لازم است که استراتژی‌های مناسب برای کاهش و کنترل آن‌ها ایجاد شود. نتایج بررسی علل پایه بر اساس تهیه و تنظیم چک لیست و نظرسنجس از متخصصین واحدهای مربوط به مدیریت پسماند علت‌ها مشخص شده در محل‌های دفن شهری به عنوان رخداد نامطلوب ارائه شده است. نمودار پاپیونی عملیات محل‌های دفن پسماند در شکل‌های (۲،۳، ۴) ارائه‌شده است همان‌طور که در این نمودارها مشاهده می‌شود، دایره قرمزرنگ منابع خطر (محیط‌زیستی، ایمنی-بهداشتی و اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی) است.



شکل (۲): ریسک‌های محیط‌زیستی محل‌های دفن استان گیلان در محیط نرم‌افزار Bow-Tie



شکل (۳): ریسک‌های بهداشتی –ایمنی محل‌های دفن استان گیلان در محیط نرم‌افزار Bow-Tie



شکل (۴): ریسک‌های اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی محل‌های دفن استان گیلان در محیط نرم‌افزار Bow-Tie

۴- بحث و نتیجه‌گیری

یکی از ابتدایی‌ترین و بارزترین عوامل که باعث خسارات جبران‌ناپذیر چه در فاز ساختمانی و چه در فاز بهره‌برداری می‌شود وقوع حریق و آتش‌سوزی است، آتش‌سوزی مخصوصاً در جنگل علاوه بر اینکه به‌صورت طبیعی اتفاق می‌افتد با عوامل انسانی نیز پتانسیل آن نیز بالا می‌رود. این امر در جنگل‌های شمال سابقه داشته و در هر برنامه‌ریزی بایستی به آن توجه شود. از دیگر خسارات که در بخش ایمنی-بهداشتی قابل‌توجه است بروز عوارض پوستی، اختلال در زندگی روزمره، تحمیل هزینه‌های بهداشتی و درمان سنگین، وقوع تصادفات جاده‌ای، سقوط از ارتفاع، ایجاد مشکل در امرارمعاش افراد درگیر و در مواردی سبب مرگ خواهد شد. از خسارات محیط‌زیستی قابل‌ذکر در روند انجام این پروژه می‌توان به برهم زدن سیمای سرزمین، افزایش آلودگی و ذرات معلق هوا، تبخیر و بخار شدن ترکیبات شیمیایی و آب در گازهای حاصل از پسماندهای شهری، نشت روغن و مواد نفتی (سوخت)، جذب ترکیبات آلی فرار و نیمه فرار به درون پسماندها، انسداد سیستم جمع‌آوری و هدایت شیرابه، مسدود شدن مجاری هوادهی، ایجاد مشکل در تغذیه احشام محلی، ایجاد مشکل برای زیستگاه فصلی پرندگان مهاجری و بومی، آلودگی آب‌وخاک و تخریب ساختمان و بافت خاک و غیره اشاره نمود. میزان خسارات وارده با توجه به شرایط دفن که به‌صورت بهداشتی و نیمه هوازی بوده و همچنین با توجه به شرایط اکولوژیک و بیولوژیک استان گیلان، به حداکثر رسیده و بیشترین تأثیرپذیری را از پروژه حاضر خواهند داشت. محصورسازی محل‌های دفن پسماند برهم زدن سیمای محیط را تا حد چشم‌گیری کاهش می‌دهد. استفاده از لایه‌های متراکم خاک رس در کف محل دفن موجب جلوگیری از نشت شیرابه به لایه‌های زیرین می‌شود و مانع آلودگی آب‌های زیرزمینی و خاک منطقه می‌گردد. ایجاد تنش در احشام محلی و زیستگاه پرندگان مهاجر و بومی (پرندگان مهاجر و بومی فراوانی در استان گیلان زمستان گذرانی و یا زندگی می‌کنند) با در نظر گرفتن تنوع گونه‌ای بالا و فراوانی تعداد جمعیتی، این خسارات نیز چشم‌گیر خواهد بود. استان گیلان به لحاظ ویژگی‌های زیست‌محیطی، گونه‌های نادری از گیاهان، درختان جنگلی و حیات‌وحش را در خود جای‌داده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که سالانه حدود ۵۰ هزار هکتار بر وسعت جنگل‌های مخروبه این منطقه افزوده می‌شود. در این روند اکوسیستم‌های مرتعی منطقه (مراتع جنگلی، مراتع ساحلی، مرتع ییلاقی و مراتع جلگه‌ای) نیز در معرض ضایعات جدی قرارگرفته‌اند؛ اما در خصوص تخریب ساختمان و بافت خاک که دلیل آن برداشت بی‌رویه، استفاده از خاک به‌عنوان روکش روزانه و ساخت دیواره‌ای سلول است امری است اجتناب‌ناپذیر در اجرای پروژه که با توجه به منابع کمبود خاک، فرسایش و خورندگی این موضوع نیز باعث مشکلات عدیده‌ای شده است. گاز خروجی از دفن گاه پسماندها، مهم‌ترین پارامترهای زیست‌محیطی مراکز دفن است. نوع خاک تأثیر بسیار مهمی بر

فرایندهای شیمیایی در دفن پسماند دارد. وجود مواد با بافت ریزدانه نظیر سیلت و رس تراوایی نسبی خاک‌ها را کاهش داده و مهاجرت و حرکت آلاینده‌ها را محدود می‌سازند. فعالیت نسبتاً بالای میکروبی در مکان‌های دفن، وجود مواد آلی و ریشه گیاهان باعث افزایش ظرفیت میرایی لایه خاک نسبت به بخش‌های زیرین منطقه غیراشباع می‌شود. علاوه بر این‌جایی که افق خاک ضخیم باشد فرایندهای میرایی نفوذ، جذب و فرار گازها از اهمیت خاصی برخوردار است. اثر نمایان منطقه اشباع در ریسک‌های محیط‌زیستی دفن پسماندها بر کسی پوشیده نیست؛ زیرا منطقه غیراشباع با نگهداشت، جذب و حذف ویروس‌های بیماری‌زا و باکتری‌ها، جذب و کاهش بسیاری از مواد شیمیایی و آلی و مصنوعی، رقیق کردن غلظت فلزات سنگین و مواد شیمیایی غیر آلی دیگر از طریق جذب و واکنش با سطح کانی‌ها، در جلوگیری از آلودگی آب زیرزمینی نقش مهمی ایفا می‌کند. عواملی که در تعیین اثر منطقه غیراشباع در حوضه موردتوجه قرار می‌گیرند عبارت‌اند از تراوایی خاک و عمق آب زیرزمینی، در استان گیلان سطح آب‌های زیرزمینی بسیار بالا بوده و بیشترین تأثیرپذیری را در مطالعه حاضر خواهد داشت. در مقاله‌ای که سی و همکاران [۱۴] ارائه نموده‌اند به میزان درجه ریسک بالا در خصوص مسمومیت ساکنین در نشتی‌های مواد اشاره کردند. در تحقیق حاضر نیز ریسک نشت شیرابه، روغن و مواد نفتی (سوخت) بالا بوده که خرابی سیستم‌های جمع‌آوری و هدایت شیرابه و تأسیسات تا حدی در افزایش سطح این ریسک مؤثر بوده است. مطالعات در خصوص ارزیابی ریسک نشان می‌دهد که در ارزیابی‌های ریسک قضاوت افراد می‌تواند در نتایج ریسک بسیار مؤثر باشد، به‌طوری‌که نوری و همکاران [۲۰] در مقاله خود اشاره نموده‌اند که در ارزیابی‌های ریسک یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که در این رابطه وجود دارد تأثیر قضاوت‌های ارزیابی‌ها در نتایج ریسک است که لازم است این مشکل را به حداقل رساند.

از ۶ ریسک شناسایی شده اقتصادی– اجتماعی و فرهنگی در فاز بهره‌برداری، ریسک شکست طرح از نرخ تخریبی بالاتری برخوردار بوده و اولویت اول است. ریسک‌های اقتصادی– اجتماعی و فرهنگی نسبت به شاخص میزان احتمال، افزایش هزینه‌های بالای کنترل و توسعه محل دفن در اولویت اول قرار است. در تبیین این یافته تحقیق بیان می‌شود که کنترل بودجه عاملی است که به‌طور خودکار باعث کنترل هزینه‌ها می‌شود. اگر پروژه محل دفن دچار کمبود نیروی انسانی، منابع مالی و تجهیزات باشد، احتمال شکست پروژه بالا می‌رود. امروزه به دلیل گسترش شهرها و مناطق صنعتی مقادیر زیادی از مواد صنعتی و خطرناک تولید می‌شود که به منظور جلوگیری از اثرات دراز مدت و خطرناک آن بر جوامع انسانی و محیط زیست، انتخاب بهترین محل برای این پسماندها را به عنوان مهمترین اقدام مدیریتی تبدیل به یکی از مهمترین و پیچیده‌ترین تصمیم گیری‌ها در مدیریت شهری کرده است [۲۱]. رشد جمعیت و افزایش تنوع نیازهای جوامع انسانی، در پیامد خود تولید روزافزون پسماند را به دنبال داشته است. با افزایش تولید پسماند و کاهش روزافزون ظرفیت پذیرش محل‌های دفن لزوم تعیین مکانی برای دفن بهداشتی پسماندها بیش از بیش آشکار شده است. جهت احداث محل دفن زباله طبق مصوبات شورای عالی محیط زیست کشور می‌بایست در مرحله امکان سنجی و مکان یابی نسبت به تهیه گزارش ارزیابی اثرات زیست محیطی آن اقدام گردد [۲۰،۱۷]

با مقایسه نتایج به‌دست‌آمده از روش TOPSIS و ANP می‌توان چنین نتیجه گرفت، تعیین وزن پارامترهای ریسک و یکسان نبودن میزان اهمیت این پارامترها با توجه به نوع شاخص‌های موردبررسی میزان اولویت‌های به‌دست‌آمده از شرایط بهتری برخوردار هستند. عدم منظور نمودن وزن یکسان به پارامترهای ریسک می‌تواند ارزیابی واقعی‌تری از ریسک را در برداشته باشد [۱۷]. درحالی‌که در روش تاپسیس، مقایسه‌ای بین گزینه‌ها صورت نمی‌گیرد و وزن گزینه‌ها بدون مقایسه با سایر گزینه‌ها محاسبه می‌شود، از طرفی وزن معیارها به‌صورت متمایز و بدون انجام مقایسه زوجی با سایر معیارها محاسبه‌شده، به این دلیل به نظر می‌رسد که نتایج روش ANP، از دقت و اطمینان بالاتری برخوردار است چراکه وزن و اهمیت هر معیار در هر مسئله موردبررسی در ارتباط با سایر معیارها تعیین می‌شود. به‌عنوان یک روش مکمل مدیریتی در تحقیق حاضر و به‌منظور ارائه راهکارهایی برای کاهش یا حذف ریسک‌های حائز اهمیت از مدل پاپیونی استفاده شد.

در محل دفن پسماند استان گیلان بیشترین ریسک‌ها جزء ریسک‌های محیط‌زیستی است. در ابتدا این تصور می‌رفت که ریسک‌های بخش ایمنی-بهداشت نسبت به سایر ریسک‌ها چه به لحاظ تعداد و چه به لحاظ شدت و اهمیت دارای برتری باشند اما با نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه مشخص شد که در استان گیلان تمام عوامل اکولوژیک، بیولوژیک و محیط‌های فیزیکی دارای ارزش خاص محیط‌زیستی بوده و با توجه به این موضوع در این مکان‌های دفن صدمات وارده به محیط، در بخش آب، خاک و هوا به حداکثر می‌رسد،

بنابراین خسارات بیشتری به محیط‌زیست وارد می‌گردد. بر اساس نتایج جداول مقایسه زوجی احتمال وقوع حوادث بخش ایمنی و بهداشتی به بخش محیط‌زیستی توسط گروه کارشناسی در فاز ساختمانی با وزن ۰/۳۱۳ به ۰/۵۱۱ و در فاز بهره‌برداری با وزن ۰/۱۶۳ به ۰/۷۲۱ در نظر گرفته‌شده است باید به این جمع‌بندی رسید که فرضیه این تحقیق مبنی بر اینکه در محل‌های دفن پسماند بیشترین ریسک‌ها، مربوط به ریسک‌های محیط‌زیستی است مورد تأیید است.

با توجه به آنچه بیان شد، ضرورت شناسایی ریسک‌های پروژه‌های مکان‌های دفن پسماند شهری آشکار گردید. از آنجا که تقریباً اجرای تمام پروژه‌ها در یک بستر ایمنی- بهداشتی، اجتماعی- اقتصادی، فرهنگی و زیست‌محیطی می‌باشد، بحث پایداری در مورد پروژه‌ها به میان کشیده می‌شود که بیان می‌کند علاوه بر بعد اقتصادی پروژه‌ها باید ابعاد دیگر یعنی اجتماعی، زیستمحیطی و ایمنی- بهداشتی را در اجرای پروژه‌ها مدنظر قرار داد و در بهترین حالت میان پنج بعد تعادل برقرار کرد به‌طوری که در هر پروژه مزایای اقتصادی، اجتماعی، ایمنی- بهداشتی و زیستمحیطی را به حداکثر و به طور همزمان هزینه‌های هر پنج بعد را به حداقل رساند.

با بهبود کیفی و کمی در محل‌های دفن پسماند شهری پیشنهادهایی ارائه می‌شود: با توجه به این که یکی از عمده‌ترین پیامدهای زیست‌محیطی نشت شیرابه از کف محل دفن و انحلال و تعلیق مواد و فرآورده‌های حاصل از تغییرات بیولوژیکی در شیرابه برمی‌گردد، پیشنهاد می‌شود مطالعات بیشتری در زمینه کنترل کف محل‌های دفن، حفاظت و پایش آن‌ها صورت بگیرد. با توجه به آلودگی-های منابع آب‌های سطحی و بالا بودن سطح ایسابی آب‌های زیر زمینی در استان گیلان و با در نطر گرفتن نقش مهم ارزیابی ریسک در کاهش و حدف مخاطرات زیست‌محیطی پیشنهاد می‌شود تحقیقات وسیع‌تری در این زمینه‌ها صورت بگیرد و از روش‌های دیگر ارزیابی ریسک در راستای اهداف زیست محیطی، امایش سرزمین و توسعه پایدار بهره گیرد.

مراجع

[1] Abdolkhani Nejad, T, Munavari, M, S., Zarei, Saeed, (2017). *The need to select the optimal model for locating urban landfills in order to land management and sustainable development*. Journal of Environmental Science and Technology 19, 341-351.

[2] Monvari, S.M, Malmasi, S, Parsai, D, (2012), Environmental risk management of Kish Island landfill using RASCL and Entropy AHP, the sixth national conference and the first international, *conference on waste management*, Mashhad, https://civilica.com / doc / 146518.

[3] Yousefian, F. Hassanvand, M. S. Nodehi, R. N. Amini, H. Rastkari, N. Aghaei, M. & Yaghmaeian, K. (2020). *The concentration of BTEX compounds and health risk assessment in municipal solid waste facilities and urban areas*. Environmental Research, 191, 110068.

[4] Paul, K. Chattopadhyay, S. Dutta, A. Krishna, A. P. & Ray, S. (2019). *A comprehensive optimization model for integrated solid waste management system: A case study. Environmental Engineering Research*, 24(2), 220-237.

[5] Ahluwalia, I. J. & Patel, U. (2018). *Solid waste management in india: an assessment of resource recovery and environmental impact.*

[6] Omidvari M, Mansouri N. *Fire and Spillage Risk Assessment Pattern in Scientific Laboratories*, Int. J. Occupational Hygiene. 2014; 6:68-74.

[7] Fazlollah A, Mohammadfam I, HadgiParvaneh MJ, Omidvari M. *Introducing a method for Health, Safety and Environmental (HSE) risk assessment, using multi-criteria decision making (MCDM) techniques: a case study in power plant construction*. jhsw. 2014; 4(1):55-64.

[8] Mohammad Adli J, Omidvari M. *Assessing the risk of crisis in gas distribution networks using the FAH PPROMETHEE II method (Case study of Qazvin Province Gas Company).*Iran Occupational Health. 2020 (24Jun);17:16.

.Aydin E. (2011), ***Integration of environmental and human health risk assessment for industries*** **I, Talinli [9] Topuz. E.** ***using hazardous materials: A quantitative multi criteria approach for environmental decision makers,*** **Environment International, Volume 37, Issue 2, February 2011, Pages 393-403. https://doi.org/10.1016/j.envint.2010.10.013.**

[10] Vinti, G. Bauza, V. Clasen, T. Medlicott, K. Tudor, T. Zurbrügg, C. Vaccari, M. *Municipal SolidWaste Management and Adverse Health Outcomes: A Systematic Review*. Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 4331. https://doi.org/10.3390/ijerph18084331.

[11] Omidvari m, Shahbazi D. *Assessing and Prioritizing Health Safety and Environment Risk in Hospitals (Case Study: Shahid Beheshti University of Medical Sciences)*. medilam. 2016;24 (1):43-54.

[12] Karimian S, Shekoohiyan S, Moussavi G. (2021). *Ecological risk assessment of heavy metals in landfill soil of Tehran and its adjacent residential area*. ijhe. 13 (4) :621-638

[13] Salvaraji L, Saffree Jeffree M, Avoi R, Atil A, Mohd Akhir H, Bahari Bin Shamsudin S, Awang Lukman Kh, (2020). *Exposure risk assessment of the municipal waste collection activities during COVID-19 pandemic*, Journal of Public Health Research, volume 9:1994, DOI: 10.4081/jphr.2020.1994.
[14] Si, H. Ji, H. Zeng, X. (2012), Quantitative risk assessment model of hazardous chemicals leakage and application, safety science, 50(7), 1452-1461.
[15] Sadeghi, B. Sodagari, M. Nematollahi, H & Alikhani, H. (2021). FMEA and AHP Methods in Managing Environmental Risks in Landfills: A Case Study of Kahrizak, Iran. Environmental Energy and Economic Research 2021 5(2): S07. DOI 10.22097/eeer.2020.253735.1172.
[16] Monavari, M; Sadeghi, B; Isa, M.Reza; Nazar Foumani, A. (2021). *Assessing the environmental effects of the proposed landfill project in Tehran on the biological environment.*
[17] Monvari, M., Sadeghi Benis, M., Isa Nazarfoumani, A. (2011). *Assessing the environmental effects of the proposed landfill project in Tehran on the biological environment.* Environmental Science and Technology, 13 (3 (Serial 50)), 61-70.
[18] Navaei A.Z, Omidvari M. (2015), *Development of Failure Mode Effects Analysis Using DEMATEL and ANP Models*, Inter. Conference on management Economics and humanities, Istanbul, Turkey.
[19] Saaty T.L. (1999), *Fundamentals of the Analytical Network Process*. Processings of ISAHP. Kobe. Japan. 12-14 August:448-63.
[20] Nouri J, Omidvari M, Tehrani S.M.(2010), *Risk Assessment and Crisis Management in Gas Stations*, Int. J. Environ. Res. 4(1):143-152.
[21] Danesh, G, Monavari, S.M, Omrani, Q.A, Karbasi, A.R, Farsad, F. (2021). Use of multi-criteria decision models based on GIS in locating hazardous waste disposal (Case study: Bushehr province). Journal of Environmental Science and Technology, 23 (3), 87-101. doi: 10.22034 / jest.2021.40769.4500.