Journal of Environmental Studies

Vol. 47, No. 3, Autumn 2021

Journal Homepage: www.Jes.ut.ac.ir

Print ISSN: 1025-8620Online ISSN 2345-6922

Landfill Site-Selection and Environmental Impact Assessment Using GIS and RIAM / Iranian Leopold Matrix Methods

Himan Ramazani, Mehdi Ghanbarzadeh Lak*

School of Engineering, Civil Engineering Department; Urmia University, Urmia, Iran

DOI: 10.22059/JES.2021.327673.1008216

Document Type
Research Paper

Received
July 27, 2021

Accepted
November 3, 2021

Abstract:
Focusing on the technical criteria in conventional process of landfill site selection may lead to a lack of satisfaction of social, cultural, economic and environmental needs. In order to investigate these factors and also to create a balance between construction / operation activities with the surrounding environment, in this paper, matrix methods of environmental impact assessment have been used. The Mahabad landfill have been selected as a case study. By adjusting the same input factors, the reasons for the similarity / difference between the results of the two matrix methods were investigated. The obtained results based on the rapid impact assessment matrix method in the construction phase showed that 9.5% of this project's effects are in the range of moderate to significant negative effects, which reached 38.1% in the operation phase. Furthermore, the average project effects in the construction phase based on the results of the Iranian Leopold matrix method showed -0.93 and in the operation phase, the results were -0.56. The results of both methods showed that the implementation and operation of the project are acceptable by carrying out improvement projects. The Leopold method has a reasoned structure compared to the RIAM matrix method due to considering different micro-activities for each parameter, but the way of scoring parameters in the RIAM method is assessed better than the Leopold method due to the criteria of stability, reversibility, and aggregation.

Keywords
Landfill; GIS; Iranian Leopold Matrix; Rapid Impact Assessment Matrix; Mahabad

* Corresponding Author: Email: m.ghanbarzadehlak@urmia.ac.ir.

Introduction

Disposal of wastes in landfills is the last step considered in a solid waste management plan. Landfilling is the final fate of all unwanted products which are considered insignificant from the producer's point of view. In other words, landfilling is a mandatory component in the structure of the waste management hierarchy. The current waste landfill of Mahabad, due to its proximity to rural areas as well as Maskan-e-Mehr apartments with impressive dwellers, an average distance of 620 meters from waterways, being located in a fault adjacency, and completing 70% of its capacity, cannot be considered as a good option for the future development, to handle wastes generated in Mahabad city in the next 20 years. In addition, the short distance from the current landfill to Mahabad Dam Lake, caused the accumulation of a significant number of large birds (mainly storks) to invade the current waste landfill and feed on food scraps. This unprecedented phenomenon has made animal wildlife extremely vulnerable. Therefore, finding a suitable place for burying solid waste in Mahabad is essential.

The process of selecting a suitable place for burying municipal waste depends on various technical, economic, social, cultural, and environmental factors, and in most cases, urban communities face a lack of space to determine the appropriate location. Therefore, identifying regional constraints, assessing the extent of damage to affected communities, investigating possible damage to the environment, and anticipating practical actions to reduce the damage are part of the requirements of the process of locating, designing, implementing, and operating landfills.

The tools available in the Geographic Information System (GIS) can be used to solve the problems and complexities of the process of determining the appropriate location for the construction of a waste landfill. In the location process using GIS, only technical factors are considered, however, a suitable place for waste landfill, in addition to technical criteria, must also satisfy social, cultural, economic, and environmental criteria. To study these factors and also to create compatibility and balance between the activities of a project and the surrounding environment, the proposed method can be used to assess the environmental impact.

The matrix technique is one of the most popular methods used in most construction projects to assess environmental impacts. The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) is one of the most widely used matrices developed by Pastakia and Jensen. This matrix has become an ideal process to provide a clear and fast assessment of the environmental impact of a construction project due to its ability to integrate all components and parameters of the environment. Another matrix that has been considered by many researchers to assess the environmental impact of landfills due to its simple operating system and multi-criteria assessment, is the Leopold matrix. One of the main advantages of this matrix is the summation of the negative and positive effects of a project in two stages of construction and operation.

The main purpose of this paper is to provide a comprehensive model for site selection and assessing the environmental impact of waste landfills by GIS software and RIAM and Leopold matrix methods. Furthermore, by setting the same input parameters for the two mentioned matrices, an attempt has been made to examine the reasons for the similarities/differences of the obtained results in detail.

Material and method

In the first step, by overlaying the existing information layers (16 layers in the elimination phase and 13 layers in the phase of identifying susceptible areas) using GIS software, a suitable place for the construction of a landfill in Mahabad city has been determined. Then, by reviewing the technical literature, 21 parameters were selected to assess the environmental effects by two matrix methods, RIAM and Iranian Leopold. Finally, the results obtained from these two methods are presented and compared. It should be noted that in the Leopold method, unlike the RIAM matrix, which presents the project assessment in general, two phases of construction and operation are considered. Therefore, to analyze the causes of differences/similarities in the results of the two methods, The RIAM matrix, like the Leopold matrix, was examined in two phases of construction and operation. Also, the same input parameters were defined for the two mentioned matrices.

Discussion and result

After overlaying information layers in two elimination and identifying the susceptible area phases on the GIS space, as well as taking over the area for 20 years (35 hectares), a suitable place for burying waste of Mahabad city was obtained. The results of the RIAM matrix in the construction phase showed that the most negative effects of the selected site for construction of the landfill occurred in Physico-chemical, biological and socio-economic environments. Furthermore, the most positive effects occurred in the socio-economic environment. So that the most negative effect in the construction phase is related to the greenhouse gas production parameter, and the employment parameter has the most positive effect. The results of the Leopold matrix in the construction phase showed that the most negative effects belong to Physico-chemical and biological environments, and the most positive effects belong to the socio-economic environment. The parameters of adverse effects on traffic flow, noise pollution, dust production, greenhouse gas emission, and threat to animal habitats have the most

negative effects, and employment has the most positive effects. The results of the RIAM matrix in the operation phase show the Physico-chemical, biological and socio-economic environments with the most negative effects and the cultural and socio-economic environments with the most positive effects. The parameters of greenhouse gas emission, soil pollution, dust production, unpleasant odors, increase in carriers, and population and migration have the largest share of negative effects and the parameters of health indicators and employment have the largest share of positive effects of this phase. The results of the Leopold matrix in the operation phase also show the Physico-chemical environment with the most negative effects and the biological environment with the most positive effects. The parameters of unpleasant odors, greenhouse gas emission, noise pollution, adverse effects on traffic flow, land use, and surrounding land acquisition costs have the most negative effects and the parameters of employment, soil erosion, and plant habitats have the most positive effects.
The results obtained from both methods indicate that the design by making the necessary improvements, especially in the parameters that have received significant negative points in both methods (dust production, unpleasant odors, greenhouse gas emission, noise pollution, animal habitats) is applicable.

Conclusion

Most of the natural parameters considered in both methods have similar scores, but in some of the parameters, the results obtained from the two methods were different, (such as the parameters of plant habitats and soil erosion) or had significant differences (such as the parameters of plant habitats, soil erosion and health indicators in the operation phase). The reason for these differences and the inconsistency of the two methods can be explained by the fact that in the RIAM matrix the impact radius (importance of the effect), magnitude and intensity of the effect, stability, reversibility, and accumulation of the effect on the parameters are investigated but in Leopold matrix, only intensity and importance of the effect on the determined micro-activities on natural parameters is investigated. In other words, the Leopold matrix has a reasoned structure compared to the RIAM matrix due to the consideration of different micro-activities for each parameter, but the way the scores identified based on the parameters in the RIAM matrix are better than the Leopold matrix due to considering the stability, reversibility, and aggregation.

محیط‌شناسی، دورهٔ ٤٧، شمارهٔ ٣، پاییز ١٤٠٠، صفحهٔ ٢٦٧- ٢٩١

مکانیابی و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مراکز دفن پسماند با استفاده از GIS و روش‌های ماتریسی RIAM و لئوپولد ایرانی

هیمن رمضانی[1]، مهدی قنبرزاده لک*[2]

۱ دانشجوی کارشناسی ارشد عمران – محیط‌زیست، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه ارومیه، ایران.
۲ استادیار گروه عمران، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه ارومیه، ایران.

تاریخ وصول مقاله: ١٤٠٠/٥/٥ تاریخ پذیرش مقاله:١٤٠٠/٨/١٢

چکیده

تمرکز بر معیارهای فنی در فرآیند متداول مکانیابی مراکز دفن پسماند، ممکن است عدم اقناع ضرورت‌های اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و زیست‌محیطی را به دنبال داشته باشد. جهت بررسی این عوامل و همچنین ایجاد تعادل میان فعالیت‌های مراحل ساختمانی/بهره‌برداری با محیط‌زیست اطراف، در مقاله حاضر از روش‌های ماتریسی ارزیابی آثار زیست‌محیطی بهره‌گیری شده است. شرایط مرکز دفن پسماند شهرستان مهاباد بعنوان مطالعه موردی، انتخاب و با تنظیم عوامل ورودی یکسان، دلایل تشابه/تفاوت نتایج دو روش ماتریسی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله براساس ماتریس ارزیابی اثرات سریع در فاز ساختمانی نشان داد ۹/۵٪ اثرات طرح در محدوده اثرات منفی متوسط و منفی معنی‌دار قرار دارد، که این مقدار در فاز بهره‌برداری به ۳۸/۱٪ رسید. همچنین میانگین اثرات طرح در فاز ساختمانی براساس نتایج ماتریس لئوپولد ایرانی عدد ۰/۹۳- و در فاز بهره‌برداری عدد ۰/۵۶- را نشان داد. نتایج هر دو روش حاکی از آن است که اجرا و بهره‌برداری طرح با انجام اقدامات بهسازی، قابل قبول است. روش ماتریسی لئوپولد بدلیل درنظر گرفتن ریزفعالیت‌های مختلف برای هر پارامتر نسبت به روش ماتریسی RIAM از ساختار مستدلی برخوردار بوده، لیکن نحوه امتیازدهی به پارامترها در روش RIAM بدلیل درنظر گرفتن پایداری، برگشت‌پذیری و تجمع‌پذیری اثر، نسبت‌به روش لئوپولد، بهتر ارزیابی می‌گردد.

کلید واژه

مرکز دفن پسماند، GIS، ماتریس ارزیابی لئوپولد ایرانی، ماتریس ارزیابی اثرات سریع، شهرستان مهاباد.

سرآغاز

دفع پسماند در مراکز دفن آخرین عنصر موظف در سیستم مدیریت مواد زاید جامد و سرنوشت نهایی تمام مواد ناخواسته‌ای است که از دیدگاه تولیدکننده کم ارزش تلقی گردیده و باید دور ریخته شوند. به عبارت دیگر دفن یک گزینه حتمی و اجباری در ساختار سلسله مراتب مدیریت پسماند بشمار می‌رود. امروزه در اکثر شهرهای کشور، مراکز دفن موجود به دلایلی همچون کمبود فضا برای قبول پسماند در سال‌های آتی و معضلات بهداشتی انباشت شده طی سالیان بهره‌برداری، دچار مشکل شده‌اند (اسدی‌شیرین و غلامعلی‌فرد، ۱۳۹۴؛ هواسی‌تک و سعیدی‌جم، ۱۳۹۵). فرآیند انتخاب مکان مناسب جهت دفن پسماند شهری وابسته به عوامل مختلف فنی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و زیست‌محیطی بوده (خان پوراقدم و همکاران، ۱۳۹۸؛ قنبرزاده لک و همکاران، ۱۳۹۲؛ قنبرزاده لک و صبور، ۱۳۸۹؛ Nouri et al., 2018) و در اکثر مواقع، جوامع شهری با کمبود فضا بمنظور تعیین محل مناسب مواجه می‌باشند. بگونه‌ای که استفاده از زمین‌های مناطق اطراف شهرها جهت احداث مـرکز دفن جدید ممکن است با مخالفت جدی ساکنین همجوار

* نویسنده مسئول: Email:m.ghanbarzadehlak@urmia.ac.ir

DOI: 10.22059/JES.2021.327673.1008216
DOR: 20.1001.1.10258620.1400.47.3.2.2

روبه‌رو گردد. از این‌رو شناسایی محدودیت‌های منطقه‌ای، ارزیابی میزان خسارات وارد شده بر جوامع تحت تاثیر، بررسی آسیب‌های محتمل بر محیط‌زیست و پیش‌بینی اقدامات عملی در راستای کاهش خسارات، جزء الزامات فرآیند مکان‌یابی، طراحی، اجرا و بهره‌برداری مراکز دفن قلمداد می‌گردد (راینر و همکاران، ۱۳۹۰).

برای رفع مشکلات و پیچیدگی‌های فرآیند تعیین مکان مناسب احداث مرکز دفن پسماند می‌توان از ابزارهای موجود در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS[1]) بهره گرفت. این سیستم امکان تلفیق نقشه‌های ورودی را فراهم آورده و قادر به تجزیه و تحلیل حجم عظیمی از لایه‌های اطلاعاتی می‌باشد (Hendrix and Buckley, 1992). از جمله مطالعاتی که در آنها GIS در مکان‌یابی مراکز دفن مورد استفاده قرار گرفته است می‌توان به مطالعه رحمانی اصل و همکاران در سال ۱۳۹۵ برای شهر رودبار جنوب، مطالعه سیدصفویان و همکاران در سال ۱۳۹۱ در شهرستان نیر از استان اردبیل، مطالعه هواسی‌تک و سعیدی‌جم در سال ۱۳۹۵ در شهر ایلام، مطالعه زارعی و همکاران در سال ۱۳۹۳ در شهرستان قرچک و مطالعه اسکندری و همکاران در سال ۱۳۹۰ در ایران مرکزی، اشاره نمود. شعبانی و حیدریه (۱۳۹۸) از معیارهای نقاط ارتفاعی، فاصله از چاه، زمین‌شناسی، شیب، فاصله از رودخانه، بارش، دما، فاصله از گسل، فاصله از راه، فاصله از سکونتگاه‌ها و کاربری اراضی، به منظور مکان‌یابی مرکز دفن شهر رینه لاریجان، بهره گرفتند. در مطالعه سروری‌نیا و همکاران (۱۳۹۹) در شهر کنگاور، معیارهای عمق آب زیرزمینی، فاصله از رودخانه، بارش، جهت باد غالب، سنگ شناسی، گسل، لرزه‌خیزی، بافت خاک، فرسایش‌پذیری خاک، فاصله از جاده، فاصله از مناطق مسکونی، کاربری اراضی، شیب و توپوگرافی، بدین منظور استفاده شد. همچنین غلامی و همکاران (۱۴۰۰) در شهر عسلویه با بکار بردن معیارهای شیب، فاصله از سطح آب‌های زیرزمینی، پوشش گیاهی و تراکم آن، فاصله از آثار باستانی، تاریخی و فرهنگی، فاصله از جاده، فاصله از آب‌های سطحی، فاصله از عرصه‌های در معرض خطر، فاصله از فرودگاه، فاصله از خطوط انتقال نیرو، فاصله از مناطق زیستی حساس، فاصله از مناطق صنعتی، فاصله از زمین‌های کشاورزی، نفوذپذیری خاک، کاربری اراضی، خاک‌شناسی، زمین‌شناسی و اقلیم، اقدام به مکانیابی مرکز دفن پسماند شهری نمودند. در جدول (۳)، معیارهای مورد عمل توسط محققان دیگر در مکانیابی مراکز دفن پسماند خلاصه شده است.

در فرآیند مکانیابی با استفاده از GIS صرفا فاکتورهای فنی مورد بررسی قرار می‌گیرد، با این حال مکان مناسب جهت دفن پسماند، غیراز معیارهای فنی، باید معیارهای اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و زیست‌محیطی را نیز اقناع نماید. جهت بررسی این عوامل و همچنین ایجاد سازگاری و تعادل میان فعالیت‌های یک طرح و محیط‌زیست اطراف، می‌توان از روش‌های مطرح در ارزیابی آثار زیست‌محیطی بهره‌گیری نمود. ارزیابی اثرات محیط‌زیستی (EIA[2])، با شناسایی عناصر محیط‌زیستی منطقه مورد مطالعه و درک اهمیت آن، آثار بخش‌ها و فعالیت‌های گوناگون یک طرح را بر اجزاء محیط‌زیست (فیزیکی–شیمیایی، بیولوژیکی–اکولوژیکی، اقتصادی–اجتماعی و فرهنگی) تعیین نموده و راهکارهایی جهت ایجاد سازگاری در اختیار استفاده‌کنندگان قرار خواهد داد (رودگرمی و همکاران، ۱۳۸۶). بمنظور تهیه EIA از روش‌های مختلفی می‌توان بهره گرفت و کارایی این روش‌ها با توجه به اینکه هر روش دارای منابع اطلاعاتی مربوط به خود است، متفاوت خواهد بود (اسدی شیرین و غلامعلی‌فرد، ۱۳۹۴).

تکنیک ماتریس‌ها از جمله مشهورترین روش‌هایی هستند که با توجه به مزایایی چون انعطاف‌پذیری و قابلیت تغییر بُعد براساس نیازهای پروژه، توانایی مشخص نمودن ماهیت اثرات (مثبت یا منفی بودن)، تشخیص اثرات متقابل و قابلیت کمی و یکپارچه نمودن اثرات، در اکثر طرح‌های عمرانی، جهت ارزیابی اثرات محیط‌زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ماتریس ارزیابی اثرات سریع (RIAM[3]) یکی از پُرکاربردترین ماتریس‌ها است که توسط Pastakia و Jensen ابداع شد (Pastakia and Jensen, 1998). این ماتریس به دلیل توانا بودن در عمل یکپارچه‌سازی تمامی اجزاء و پارامترهای محیط‌زیست، به یک فرآیند ایده‌آل جهت ارائه ارزیابی روشن و سریع از اثرات محیط‌زیستی یک پروژه عمرانی تبدیل شده است (طاهری و همکاران، ۱۳۹۶). در ماتریس RIAM، هر سلول دربرگیرنده اطلاعات درباره میزان و اهمیت اثر است و کارشناس در پایان می‌تواند به یک نتیجه‌گیری کلی دست یابد. ماتریس RIAM شامل ستون‌هایی است که معیارهای پروژه در آن گنجانده شده است و در سطرهای آن، فاکتورهایی که توسط کارشناس تعریف

می‌شوند، قرار می‌گیرند (Pastakia and Jensen, 1998). تاکنون مطالعات چندی درخصوص استفاده از روش ماتریسی RIAM جهت ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مراکز دفن پسماند منتشر شده است که از این بین می‌توان به مطالعات Suthar و Sajwan در سال ۲۰۱۴ در کشور هندوستان، Rawal و همکاران در سال ۲۰۱۹ در کشور هندوستان و El-Naqa در سال ۲۰۰۵ در کشور اردن، کاکایی و ریاحی‌بختیاری در سال ۱۳۹۵ در شهر همدان، عابدین‌زاده و همکاران در سال ۱۳۹۲ در شهر سمنان، صفر در سال ۱۳۹۶ در شهر خوی و فروتن و همکاران در سال ۱۴۰۰ در آزادشهر، اشاره داشت.

ماتریس دیگری که به دلیل سیستم اجرایی ساده و ارزیابی چندمعیاره، جهت ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مراکز دفن پسماند مورد توجه محققان بسیاری قرار گرفته است، ماتریس لئوپولد است. از عمده‌ترین مزایای این ماتریس می‌توان به جمع‌بندی اثرات منفی و مثبت یک پروژه در دو مرحله اجرا و بهره‌برداری اشاره نمود (غلامعلی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۳). امتیازگذاری در این ماتریس با پیشنهاد دکتر مخدوم به دلیل نا آشنا بودن اغلب معادل‌های خارجی، از ۱۰+ تا ۱۰-، به ۵+ تا ۵- تغییر پیدا کرد و به ماتریس لئوپولد ایرانی شهرت یافت (مخدوم، ۱۳۸۷؛ غلامعلی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۳). از جمله مطالعات منتشر شده‌ای که از روش ماتریس لئوپولد ایرانی جهت ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مراکز دفن پسماند استفاده شده است می‌توان به مواردی همچون، گیلوری و همکاران (۱۳۹۴) در شهر یزد، جعفری و همکاران (۱۳۹۴) در شهر اردبیل، ولی‌زاده و شکری (۱۳۹۴) در شهر بیرجند، خوش‌منش و رضویان (۱۳۹۶) در شهر دماوند و برزگری و همکاران (۱۳۹۹) در شهر ملکان، اشاره نمود.

با این وجود، در مطالعات اندکی نتایج بدست آمده از دو روش ماتریسی RIAM و لئوپولد بصورت همزمان مورد مقایسه قرار گرفته است. در سال۱۳۹۳، غلامعلی‌فرد و همکاران کاربرد ماتریس RIAM و لئوپولد را در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی محل دفن پسماند جامد شهرکرد مورد بررسی قرار دادند که نتایج بدست آمده از دو روش باهم تفاوت داشتند. ایشان دلیل اختلاف در نتایج را تفاوت در گستره امتیازدهی، اجزای محیط‌زیستی در نظر گرفته شده برای هر روش و همچنین نحوه عملکرد این دو ماتریس، گزارش کرده‌اند. در مطالعه‌ای دیگر، طاهری و همکاران (۱۳۹۶) مرکز دفن پسماندهای جامد شهر تبریز را با استفاده از ماتریس‌های RIAM و لئوپولد مورد ارزیابی قرار دادند، که نتایج بدست آمده حاکی از همسو بودن این دو روش می‌باشد. اسدی‌شیرین و غلامعلی‌فرد (۱۳۹۴) روش‌های RIAM و لئوپولد را جهت ارزیابی پیامدهای محیط‌زیستی مرکز دفن پسماند قائم‌شهر مورد استفاده قرار داده‌اند. نتایج بدست آمده از هر دو روش مشابه گزارش شده است. رهنما برگرد و همکاران (۱۳۹۸) جهت ارزیابی اثرات زیست‌محیطی معدن گرانیت و مرمریت خراسان رضوی از روش‌های RIAM و لئوپولد استفاده کردند که نتایج بدست آمده از این دو روش مشابه بوده است. کماسی و بیرانوند (۱۳۹۸) برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی سد ایشوان و ایمانی و همکاران (۱۳۹۸) جهت ارزیابی اثرات زیست‌محیطی کارخانه سیمان یاسوج همزمان از دو روش ماتریسی RIAM و لئوپولد ایرانی استفاده کردند ولی مقایسه‌ای صورت نگرفته است. متاسفانه در مطالعات اخیر جزئیات مربوط به تشکیل و تکمیل ماتریس‌ها از جمله پارامترهای مورد مطالعه و نحوه امتیازدهی به آن‌ها بصورت کامل آورده نشده‌اند تا بتوان دلیل شباهت و یا تفاوت نتایج در این دو روش را مورد بررسی قرار داد. براین اساس، هدف اصلی از مقاله حاضر، ارائه مدلی جامع بمنظور مکانیابی و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مراکز دفن پسماند توسط نرم‌افزار GIS و روش‌های ماتریسی RIAM و لئوپولد می‌باشد. همچنین با تنظیم پارامترهای ورودی یکسان برای دو ماتریس مورد اشاره، سعی شده است دلایل تشابه/تفاوت نتایج حاصله با جزئیات مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

معرفی محدوده مورد مطالعه

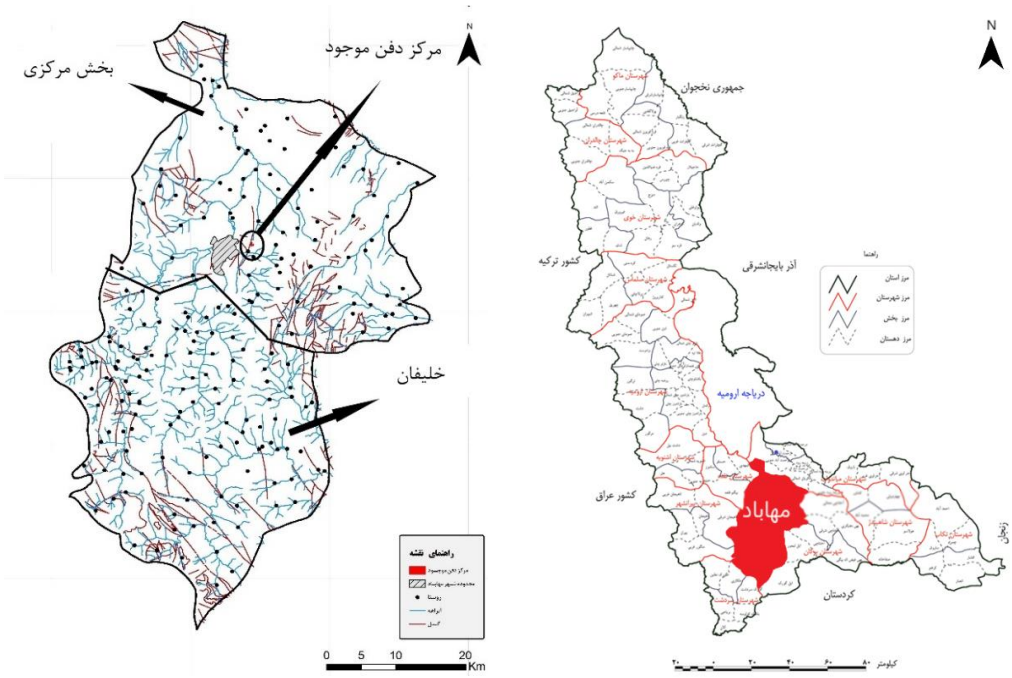
محل اجرای تحقیق از نظر تقسیمات سیاسی کشور ایران در شهرستان مهاباد واقع در استان آذربایجان غربی است. شهرستان مهاباد با وسعت ۲۶۳۲ کیلومتر مربع، در منطقه جنوبی استان آذربایجان غربی با فاصله ۱۱۶ کیلومتری از مرکز استان و در ارتفاع متوسط ۱۳۵۲ متری از سطح دریا قرار گرفته است (شکل ۱).

این مطالعه دربرگیرنده محدوده شهرستان مهاباد و روستاهای اطراف آن می‌باشد. شهرستان مهاباد بین ۴۵ دقیقه و ۲۷ درجه تا

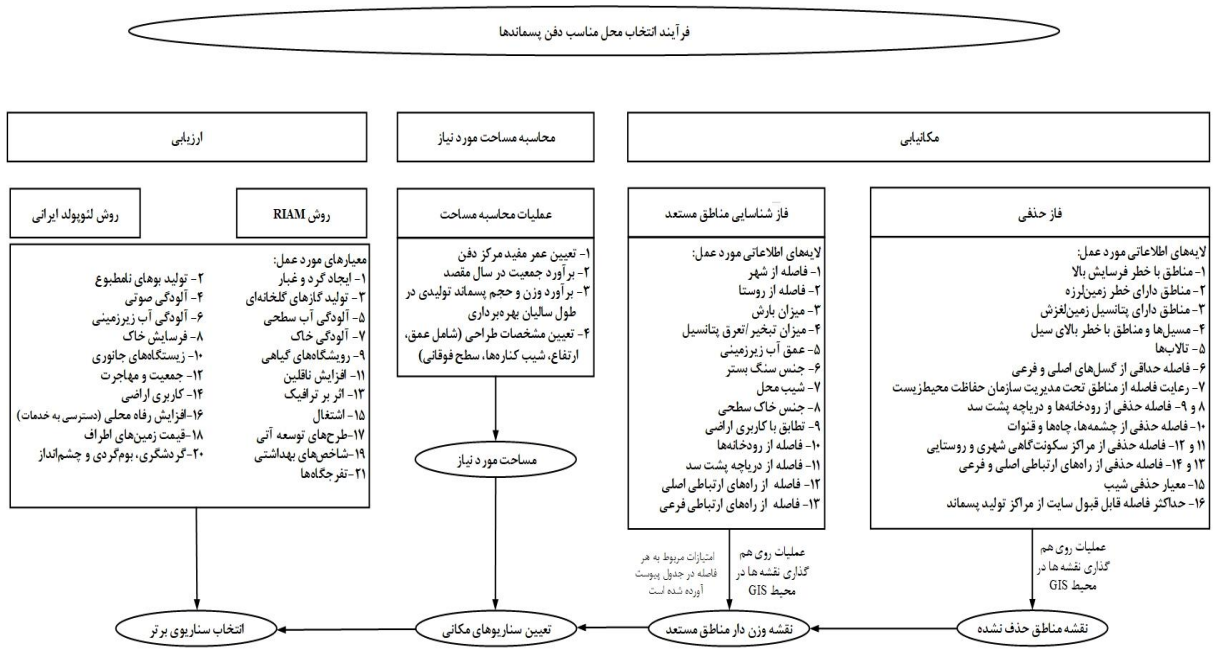
۴۶ درجه و ۴ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی واقع شده است و با ۲ بخش (مرکزی و خلیفان) دارای ۵ دهستان بوده و شامل ۲۲۵ آبادی (۲۰۳ آبادی دارای سکنه و ۲۲ آبادی خالی از سکنه) است. بررسی جمعیت شهرستان مهاباد نشان می‌دهد که طی سال‌های گذشته میزان رشد جمعیت مثبت بوده اما آهنگ این افزایش در دوره‌های مختلف، متفاوت بوده است. بگونه‌ای که طبق سرشماری سال ۱۳۹۵، جمعیت شهرستان مهاباد ۲۳۶۸۴۹ نفر در ۶۵۵۶۲ خانوار می‌باشد (سالنامه آماری استان آذربایجان غربی، ۱۳۹۵)، که نسبت به سال ۱۳۹۰ (با جمعیت ۲۰۱۰۴۹ نفر)، ۳/۳۳ درصد رشد داشته است.

روش انجام تحقیق

در این مقاله ابتدا با استفاده از روی‌هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی موجود (۱۶ لایه در فاز حذفی و ۱۳ لایه در فاز شناسایی مناطق مستعد مطابق شکل ۲) توسط نرم‌افزار GIS، مکان مناسب جهت احداث مرکزدفن پسماند در محدوده شهرستان مهاباد تعیین گردیده است. سپس با بررسی ادبیات فنی، ۲۱ پارامتر برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی توسط دو روش ماتریسی RIAM و لئوپولد انتخاب شدند (شکل ۲)، و سرانجام نتایج بدست آمده از این دو روش ارائه و مورد مقایسه قرار گرفته است. در توضیح لازم بذکر است، در روش لئوپولد برخلاف ماتریس RIAM که ارزیابی پروژه را بصورت کلی ارائه می‌نماید، دو فاز ساختمانی و بهره‌برداری مد نظر است. فلذا بمنظور تحلیل علل تفاوت/شباهت نتایج دو روش، ماتریس RIAM نیز همانند ماتریس لئوپولد در دو فاز ساختمانی و بهره‌برداری مورد بررسی قرار گرفت. همچنین پارامترهای ورودی یکسان برای دو ماتریس مورد اشاره تعریف گردید. در شکل (۲) شمایی کلی از مراحل تحقیق بصورت خلاصه آورده شده است.



شکل ۱. تقسیمات سیاسی استان آذربایجان غربی (راست) و موقعیت مکانی شهر مهاباد، مرکز دفن موجود، روستاها، آبراهه‌ها و گسل‌های منطقه (چپ)



شکل ۲. فرآیند پیشنهادی انتخاب محل مناسب دفن پسماندها

روش انجام مکان‌یابی مرکز دفن

در مطالعه حاضر، مکانیابی در دو فاز حذفی و شناسایی منطقه مستعد انجام گرفت. به منظور تهیه نقشه مناطق مستعد، براساس شیوه‌نامه اجرایی احداث و راهبری محل دفن بهداشتی پسماندهای عادی شهری (سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، ۱۳۹۴) وسعت مورد نیاز برای مدیریت زایدات تولیدی در منطقه مورد مطالعه طی ۲۰ سال آتی محاسبه گردید. در فاز حذفی تعداد ۱۶ لایه اطلاعاتی مورد بررسی قرار گرفته است. خروجی این فاز شامل مناطق حذف نشده بود که در فاز شناسایی منطقه مستعد براساس سیزده لایه اطلاعاتی، وزن‌دهی شدند. لایه‌های اطلاعاتی مراکز سکونت‌گاهی شهری و روستایی از بنیاد مسکن استان آذربایجان غربی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰؛ اطلاعات مربوط به ویژگی‌های اقلیمی محدوده مورد مطالعه (باد، بارش، درجه حرارت و تعداد روزهای یخبندان) از سازمان هواشناسی استان آذربایجان غربی (ایستگاه‌های باران‌سنجی – سینوپتیک در سطح شهرستان‌های ارومیه، سردشت، نقده، میاندوآب، پیرانشهر، بوکان و مهاباد)؛ اطلاعات قرائت شده تراز آب زیرزمینی سال آبی ۹۳-۱۳۹۴ و موقعیت جغرافیایی و کد ارتفاعی پیزومترهای موجود در سطح شهرستان مهاباد بهمراه لایه آبراهه‌ها با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ از سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان غربی؛ لایه لیتولوژی منطقه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و لایه گسل با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ از سازمان زمین‌شناسی استان آذربایجان غربی؛ لایه کاربری اراضی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ از سازمان منابع طبیعی استان آذربایجان غربی؛ لایه تالاب‌ها با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ از سازمان محیط‌زیست استان آذربایجان غربی و لایه دریاچه مربوط به سد مهاباد از گوگل مپ؛ و لایه راه‌های ارتباطی اصلی و فرعی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ از اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان غربی؛ تهیه گردید. با توجه به اینکه تبخیر در ایستگاه‌های هواشناسی به روش تشت تبخیر اندازه‌گیری می‌گردد و از طرفی هدف از مطالعه حاضر محاسبه میزان نفوذ آب به داخل خاک می‌باشد، میزان تبخیر/تعرق پتانسیل به روش ترنت وایت محاسبه گردید. مطابق با نقشه زمین‌شناسی ایران، تشکیلات زمین‌ساختی این منطقه عموما مربوط به دوران دوم و چهارم بوده و فقط قسمت‌های کوچکی از دوران سوم مربوط به دوره الگیومیوسن می‌باشد و همچنین سنگ‌های آذرین بیرونی و درونی پراکنده در آن دیده می‌شود.

با توجه به جمعیت شهرستان مهاباد (۲۳۶۸۴۹ نفر) و نرخ رشد متوسط ۱/۶ درصدی (متوسط ده ساله) و با احتساب سرانه تولید پسماند در مناطق شهری (۸۴۴ گرم) و در مناطق روستایی (۶۳۷ گرم) به ازای هر نفر در روز، همچنین چگالی پسماند در این شهرستان (۵/ تن بر مترمکعب) و شکل هندسی مرکز دفن بصورت دو هرم ناقص که از قاعده روی هم قرارگرفته‌اند و محاسبات لازم، مساحت زمین مورد نیاز حدود ۳۵ هکتار بدست

آمد. این محدودیت نیز در پیدا کردن مکان مناسب احداث مرکز دفن جدید درنظر گرفته شد.

لازم بذکر است در فاز دوم مکانیابی (شناسایی منطقه مستعد)، ابتدا محدوده مطالعاتی از نقطه نظر هرکدام از سیزده لایه اطلاعاتی کلاسه‌بندی گردید (جزئیات مربوطه در بخش ۴-۱ آورده شده است). سپس با تشکیل ۲۲ ماتریس مقایسات زوجی (ماتریس‌های مربعی با بُعد ۱۳) و نظرسنجی از کارشناسان و متخصصین (شامل ۵ نفر از متخصصین مدیریت پسماند، ۲ نفر از کارشناسان آب منطقه‌ای، ۵ نفر از کارشناسان محیط‌زیست، ۵ نفر از اساتید دانشگاهی و ۵ نفر از پیمانکاران شاغل در این زمینه و همچنین متخصصین GIS)، اوزان شاخص‌ها با استفاده از روش دلفی و میانگین‌گیری هندسی (براساس سابقه فعالیت اعضای گروه تصمیم‌گیری) و به کمک رابطه (۱) محاسبه گردید. در این رابطه a_{ij} درآیه سطر i اُم و ستون j اُم در ماتریس تلفیق نظرات، $a_{i,j,k}$ درآیه سطر i اُم و ستون j اُم در ماتریس مقایسات زوجی تکمیل شده توسط فرد k و β_k معرف میزان اهمیت و تاثیرگذاری تصمیم‌گیرنده k اُم در تعیین وزن شاخص‌ها می‌باشد.

$$a_{ij}=\left[\prod_{k=1}^{22}\left(a_{i,j,k}\right)^{\beta_k}\right]^{\frac{1}{\sum\beta_k}} \qquad (۱)$$

روش ماتریسی RIAM در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مرکز دفن

به طـور کلـی مـاتـریس RIAM در چهـار طبقـه یا محیـط جداگانه، اجزای محیط‌زیستی تعریف شده را بررسی می‌نماید (Pastakia and Jensen, 1998)، که عبارتند از : (۱) فیزیکی/شیمیایی (PC[۴])؛ (۲) زیستی/اکولوژیکی (BE[۵])؛ (۳) اجتماعی/فرهنگی (SC[۶])؛ و (۴) اقتصادی/اجرایی (EO[۷]). دو نوع معیار برای فعالیت ارزیابی در ماتریس RIAM مورد استفاده قرار می‌گیرند: (A) معیارهایی که از اهمیت وضعیت برخوردارند و به طور مستقل می‌توانند امتیاز به دست آمده را تغییر دهند؛ و (B) معیارهایی که از ارزش موقعیت برخوردارند اما به طور مستقل نمی‌توانند امتیاز به دست آمده را تغییر دهند. برای به دست آوردن امتیاز نهایی ارزیابی اثرات محیط‌زیستی (ES)، حاصل‌جمع امتیازهای گروه B (BT) در حاصل‌ضرب امتیازهای گروهA (AT)، ضرب می‌شوند. در جدول (۱) مقیاس‌ها و توصیف هر کدام از معیارهای دو گروه A و B به صورت جداگانه آورده شده است.

امتیازهای محیط‌زیستی (ES) بدست آمده جهت بالا بردن صحت فرآیند ارزیابی و ساده‌سازی مقایسه بین آنها، طبقه‌بندی می‌شوند. جدول (۲) محدوده تغییراتی که در ماتریس RIAM مورد استفاده قرار می‌گیرند را نشان می‌دهد. پس از آنکه امتیازهای محیط‌زیستی طبقه‌بندی شدند، نتایج حاصل بصورت نمودار و گراف ارائه می‌شوند و در نهایت امتیاز کلی هر کدام از گزینه‌ها از طریق جمع جبری مجموع ارزش‌های محاسبه شده در هر محدوده تغییرات (RB)، به دست می‌آید.

جدول ۱. معیارهای ماتریس ارزیابی اثرات سریع (RIAM)

معیارها	مقیاس	توصیف	معیارها	مقیاس	توصیف
A_1 (شعاع اثرگذاری)	۴	دارای اهمیت ملی و بین المللی	B_1 (پایداری)	۱	بدون تغییر
	۳	دارای اهمیت منطقه‌ای و ملی		۲	موقتی
	۲	دارای اهمیت برای مناطق حاشیه‌ای		۳	دائمی
	۱	فقط دارای اهمیت محلی			
	۰	بدون اهمیت	B_2 (برگشت‌پذیری)	۱	بدون تغییر
				۲	برگشت پذیر
A_2 (بزرگی اثر)	+۳	اثر بسیار زیاد		۳	برگشت ناپذیر
	+۲	اثر معنی‌دار مثبت			
	+۱	اثر مثبت	B_3 (تجمع‌پذیری)	۱	بدون اثر
	۰	بی اثر		۲	اثر غیرتجمعی
	−۱	اثر منفی		۳	اثرات تجمعی و تشدید شونده
	−۲	اثر منفی معنی‌دار			
	−۳	اثر بسیار منفی			

(Rawal et al., 2019 ؛Pastakia and Jensen, 1998)

جدول ۲. تبدیل امتیازات محیط‌زیستی به محدوده تغییرات

توصیف محدوده تغییرات	امتیاز محیط‌زیستی (ES)	محدوده تغییرات (RB)
اثرات بسیار مثبت	+۷۲ تا +۱۰۸	+E
اثرات مثبت معنی‌دار	+۳۶ تا +۷۱	+D
اثرات مثبت متوسط	+۱۹ تا +۳۵	+C
اثرات مثبت	+۱۰ تا +۱۸	+B
اثرات مثبت اندک	+۱ تا +۹	+A
بدون تغییر	۰	N
اثرات منفی اندک	−۱ تا −۹	-A
اثرات منفی	−۱۰ تا −۱۸	-B
اثرات منفی متوسط	−۱۹ تا −۳۵	-C
اثرات منفی معنی‌دار	−۳۶ تا −۷۱	-D
اثرات بسیار منفی	−۷۲ تا −۱۰۸	-E

(Rawal et al., 2019 ؛Pastakia and Jensen, 1998)

روش لئوپولد (ایرانی) در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مرکز دفن

در این روش، ماتریسی تشکیل می‌شود که ریز فعالیت‌های پروژه در مراحل اجرا و پیاده‌سازی و بهره‌برداری، در ستون‌های آن و فاکتورهای مختلف محیط‌زیست، در سطرهای آن قرار می‌گیرند. در ماتریس لئوپولد برای هر سلول دو عدد در نظر گرفته می‌شود که یکی به دامنه یا شدت اثر و دیگری به اهمیت یا بزرگی اثر اشاره می‌نماید. دسته‌بندی شدت و دامنه اثرات بر هر یک از پارامترهای محیطی به این نحو خواهد بود که سودمندی (تخریب) بسیار زیاد تا کم به ترتیب معادل ۵ (۵–) تا ۱ (۱–) در نظر گرفته می‌شود (مخدوم، ۱۳۸۷). در جمع‌بندی اثرات، میانگین اثرات مثبت و منفی برای هر فعالیت و هر فاکتور محیط‌زیستی به صورتی که اثرات منفی (مخرب، شدید، متوسط، ضعیف و ناچیز) به ترتیب معادل (۵– تا ۴/۱–، ۴– تا ۳/۱–، ۳– تا ۲/۱–، ۲– تا ۱/۱– و ۱– تا۰) و اثرات مثبت (عالی، خوب، متوسط، ضعیف و ناچیز) به ترتیب معادل (۴/۱ تا ۵، ۳/۱ تا ۴، ۲/۱ تا ۳، ۱ تا ۲ و ۰ تا ۱) درنظر گرفته می‌شود (مخدوم، ۱۳۸۷)، محاسبه گردیده و در نهایت برای هر یک از اجزای محیط‌زیستی و برای هر یک از مراحل ساختمانی و بهره‌برداری، عددی محاسبه خواهد شد. در این مرحله میانگین امتیاز مثبت بیانگر مقبولیت محیط‌زیستی پروژه است، اما در صورتی که میانگین رده‌بندی بین ۱/۳– تا ۱/۵– باشد، پروژه از لحاظ مطالعات محیط‌زیستی مورد پذیرش قرار نمی‌گیرد. اگر میانگین رده‌بندی از ۱/۲– تا ۱/۳– باشد، پروژه صرفا با انجام موارد اصلاحی قابل اجرا بوده و چنانچه میانگین رده‌بندی بین ۱/۲– تا ۰ باشد، پروژه با انجام بهسازی قابل اجرا خواهد بود (مخدوم، ۱۳۸۷).

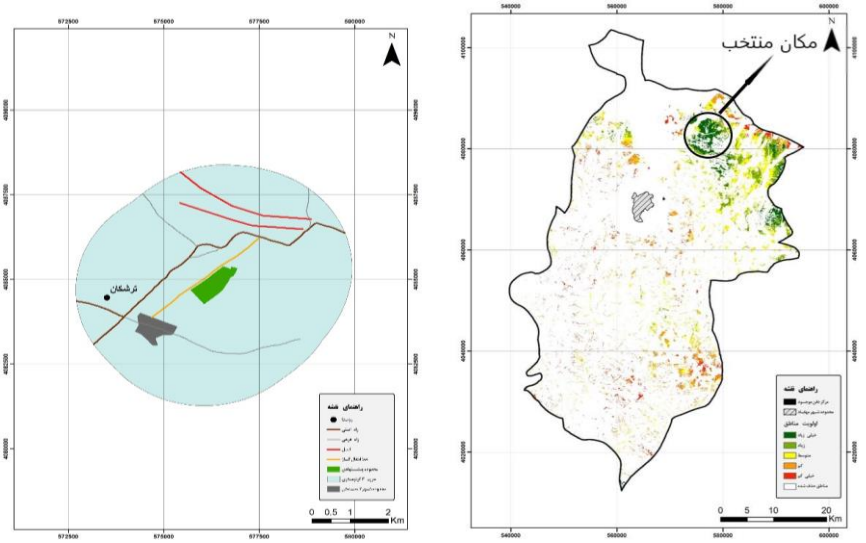
کارآمدترین شیوه استفاده از ماتریس لئوپولد این است که هر فعالیت (لیست افقی بالا) از نقطه نظر اثرگذاری بر هرکدام از فاکتورهای زیست‌محیطی (لیست عمودی)، مورد بررسی قرار گیرد (جداول ۶–الف و ۶–ب). درصورتیکه اثر مذکور از درجه اهمیت بالایی برخوردار بود، یک خط مورب از سمت راست بالا به سمت چپ پایین در سلول مربوطه رسم می‌گردد (وجود خط مورب نشان دهنده تعامل قابل توجه بین فعالیت و فاکتور زیست‌محیطی است). بدین ترتیب، در هرکدام از سلول‌های علامت‌گذاری شده دو عدد نوشته خواهد شد. عدد فوقانی نشان دهنده شدت اثرات زیست‌محیطی بوده و در بازه ۵– تا ۵+ متغیر است. عدد تحتانی نیز بیانگر اهمیت محلی اثرات بین ۱ تا ۵ می‌باشد.

نتایج

نتایج مرحله مکانیابی

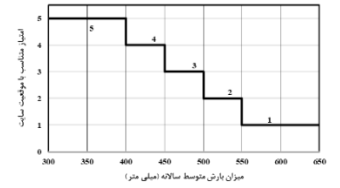
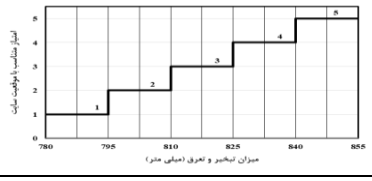
پس از روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی در دو فاز حذفی و شناسایی منطقه مستعد در محیط GIS و همچنین با در نظر گرفتن وسعت مورد نیاز احداث مرکز دفن با طول عمر ۲۰ سال (۳۵ هکتار)، مکان مناسب جهت دفن پسماند شهرستان مهاباد بدست آمد (شکل ۳). همانطور که در شکل ۲ آورده شده است، خروجی فاز اول مکانیابی شامل مناطق حذف نشده بود که در

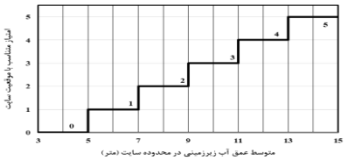
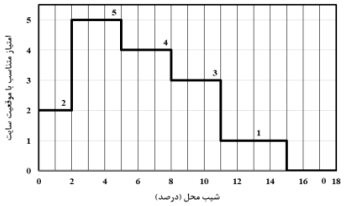
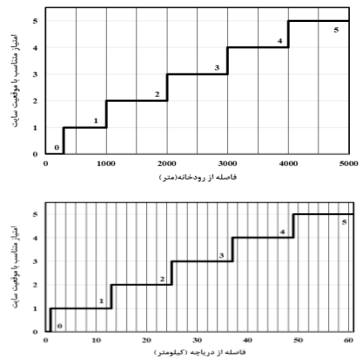
فاز شناسایی منطقه مستعد براساس سیزده لایه اطلاعاتی وزن‌دهی شدند. شیوه کلاسه‌بندی منطقه مطالعاتی از نقطه نظر هرکدام از لایه‌های اطلاعاتی در مطالعات پیشین بسیار متفاوت بوده است (جدول ۳).

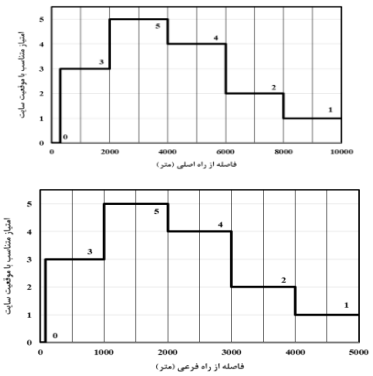
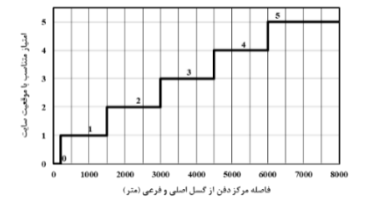


شکل ۳. نقشه تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS (راست) و جزئیات محدوده ۲ کیلومتری محل منتخب (چپ)

جدول ۳. نحوه کلاسه‌بندی منطقه در مکانیابی مراکز دفن در تحقیقات پیشین و مطالعه حاضر

معیار	محدودیت‌ها/نحوه کلاسه‌بندی منطقه براساس مطالعات پیشین	نحوه امتیازدهی در مطالعه حاضر
فاصله از مراکز سکونت‌گاهی شهری	حداقل فاصله مرکز دفن به میزان ۰/۳۵، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۱۰ و حتی ۲۰ کیلومتر از شهرها در مراجع مختلف عنوان شده است. همچنین بدلیل مسائل اقتصادی حمل پسماند، حداکثر فاصله مرکز دفن از شهرها ۱۵، ۲۰، ۳۰ یا ۳۵ کیلومتر در نظر گرفته می‌شود (شایسته عظیمیان و همکاران، ۱۳۹۰؛ صیحانی پرشکوه و همکاران، ۱۳۹۰؛ نیرآبادی و حاجی میررحیمی، ۱۳۸۷؛ متکان و همکاران، ۱۳۸۷؛ Ahmadi et al., 2014؛ Kara & Doratli, 2012؛ Ramjeawon & Beerachee, 2008).	
فاصله از مراکز سکونت‌گاهی روستایی	حداقل فاصله مرکز دفن از مراکز روستایی معادل اعداد ۳۰۰، ۳۰۵، ۵۰۰ متر و حتی فواصل بیش از ۱ تا ۳ کیلومتر در مراجع مختلف ذکر شده است (آبادی و ساقی، ۱۳۹۰؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۶؛ خراسانی و همکاران، ۱۳۸۳؛ دوامی و همکاران، ۱۳۹۳؛ فتائی و آل شیخ، ۱۳۸۸؛ متکان و همکاران، ۱۳۸۷؛ معین الدینی و همکاران، ۱۳۹۰ (الف)؛ Moeinaddini et al., 2010؛ Ramjeawon & Beerachee, 2008).	
جنس سنگ بستر	نحوه کلاسه‌بندی منطقه براساس جنس سنگ بستر در مراجع مختلفی مورد اشاره قرار گرفته است (آبادی و ساقی، ۱۳۹۰؛ پناهنده و همکاران، ۱۳۸۸؛ خراسانی و همکاران، ۱۳۸۳؛ رضایی و همکاران، ۱۳۸۶؛ شایسته عظیمیان و همکاران، ۱۳۹۰؛ شیخی نارانی و حافظی مقدسی، ۱۳۸۶؛ صیحانی پرشکوه و همکاران، ۱۳۹۰؛ فتائی و آل شیخ، ۱۳۸۸؛ فرهودی و همکاران، ۱۳۸۴؛ منوری و همکاران، ۱۳۹۲؛ نیرآبادی و حاجی میررحیمی، ۱۳۸۷؛ Şener et al., 2011).	در مقاله حاضر لایه سنگ بستر با توجه به جنس و میزان نفوذپذیری آن مورد بررسی قرار گرفته است. چراکه نفوذپذیری بالای سنگ بستر احتمال آلودگی منابع آب تحت الارضی را بالا خواهد برد. امتیازات به این صورت خواهند بود که جنس سنگ بستر با درجه نفوذپذیری خیلی زیاد (رسوبات عصر حاضر)، زیاد، متوسط، کم و نفوذپذیری خیلی کم (سنگ آذرین) به ترتیب امتیاز ۱ تا ۵ را به خود اختصاص داده اند.
میزان بارش متوسط سالانه	مرکز دفن نباید در مناطق پر باران احداث گردد. در این خصوص منابع مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی محدوده طرح، وزن‌هایی مطرح کرده اند (خورشید دوست و عادلی، ۱۳۸۸؛ فرهودی و همکاران، ۱۳۸۴؛ معین الدینی و همکاران، ۱۳۹۰ (ب)؛ منوری و ارباب، ۱۳۸۴؛ Abesi & Ramjeawon & Beerachee, 2008؛ Moeinaddini et al., 2010؛ Saeidi, 2009).	
تبخیر/تعرق پتانسیل سالانه	برآورد این پارامتر در محاسبات میزان شیرابه تولیدی در مرکز دفن موثر است (شیخی نارانی و حافظی مقدس، ۱۳۸۶).	

معیار	محدودیت‌ها/نحوه کلاسه‌بندی منطقه براساس مطالعات پیشین	نحوه امتیازدهی در مطالعه حاظر
عمق آب زیر زمینی	حداقل عمق کف مرکز دفن از سطح ایستابی آب زیرزمینی معادل ۵، ۶، ۱۰، ۱۵، ۱۶، ۲۰ و ۳۰ متر، اعلام شده است (آبادی و ساقی، ۱۳۹۰؛ شایسته عظیمیان و همکاران، ۱۳۹۰؛ منوری و ارباب، ۱۳۸۴؛ فرجی سبکبار و همکاران، ۱۳۸۹؛ معین الدین و همکاران، ۱۳۹۰ (الف و ب)؛ نیرآبادی و حاجی میررحیمی، ۱۳۸۷؛ دوامی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Ramjeawon & Beerachee, 2008؛ Şener et al., 2011؛ Sumathi et al., 2008).	
تطابق با کاربری اراضی	اراضی منتخب جهت احداث مرکز دفن می‌بایست دارای کاربری‌های با ارزش همچون کشاورزی، جنگل، تالاب و مرتع نباشد. بهترین کاربری از دیدگاه احداث مرکز دفن، زمین بایر و بدترین آن زمین زراعی است (آبادی و ساقی، ۱۳۹۰؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۶؛ رضایی و همکاران، ۱۳۸۶؛ فتائی و آل شیخ، ۱۳۸۸؛ فرجی سبکبار و همکاران، ۱۳۸۹؛ فرهودی و همکاران، ۱۳۸۴؛ منوری و همکاران، ۱۳۹۲؛ نیرآبادی و حاجی میررحیمی، ۱۳۸۷؛ Moeinaddini et al., 2010؛ Şener et al., 2011).	اراضی با کاربری (دریا–تالاب–جزیره–شهر–روستا) امتیاز ۰، اراضی با کاربری (باغ–باغ کشاورزی–باغ مرتع عالی) امتیاز ۱، اراضی با کاربری (باغ زراعت دیم–باغ مرتع متوسط–کشاورزی زراعت دیم) امتیاز ۲، اراضی با کاربری (زراعت دیم–مرتع عالی باغ–مرتع عالی–مرتع متوسط باغ) امتیاز ۳، اراضی با کاربری (زراعت دیم مرتع فقیر–مرتع متوسط–مرتع متوسط زراعت دیم–مرتع فقیر باغ) امتیاز ۴ و اراضی با کاربری (زمین بایر–مرتع فقیر) امتیاز ۵ را به خود اختصاص خواهند داد.
شیب محل	حداکثر شیب محل از ۹ تا ۴۰ ٪ گزارش شده است. برخی مراجع برای حداقل شیب نیز اعدادی ارائه نموده اند (مثلا ۳ ٪) (بدو، ۱۳۹۲؛ شیخی نارانی و حافظی مقدسی، ۱۳۸۶؛ فتائی و آل شیخ، ۱۳۸۸؛ متکان و همکاران، ۱۳۸۷؛ معین الدین و همکاران، ۱۳۹۰ (الف و ب)؛ نیرآبادی و حاجی میررحیمی، ۱۳۸۷؛ Moeinaddini et al., 2010 ؛ Şener et al., 2011؛ Sumathi et al., 2008).	
جنس خاک سطحی	جنس مناسب خاک سطحی از منظر احداث مرکز دفن، رس سیلتی و پس از آن شن سیلتی می‌باشد. لندفیل نباید در زمین‌های با بافت شنی کم عمق و زهکشی بالا اجرا گردد (آبادی و ساقی، ۱۳۹۰؛ بدو، ۱۳۹۲؛ خورشید دوست و عادلی، ۱۳۸۸؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۶؛ رضایی و همکاران، ۱۳۸۶؛ شایسته عظیمیان و همکاران، ۱۳۹۰؛ فرهودی و همکاران، ۱۳۸۴؛ منوری و ارباب، ۱۳۸۴؛ منوری و همکاران، ۱۳۹۲؛ Abesi & Saeidi, 2009؛ Şener et al., 2011).	نحوه امتیازدهی براساس جنس خاک سطحی بصورت جدول زیر پیشنهاد می‌گردد. جنس خاک سطحی / امتیاز CL (رس) / ۵ CL-ML (رس لای دار) / ۴ ML (لای یا سیلت و لای ماسه دار) / ۳ SM (ماسه و شن) / ۲ GM (شن) / ۱
فاصله از چاه‌ها	حداقل فاصله ۳۰۰ و ۴۰۰ متر و یک کیلومتر، از چاه‌ها و چشمه‌ها در تعدادی از مراجع ملاک مکانیابی بوده است. حتی برخی منابع رعایت فاصله را از چاه‌ها الزامی ندانسته و صرفا ارزش زمین انتخابی را براساس فاصله از چاه، چشمه یا قنات موجود، ذکر نموده اند (آبادی و ساقی، ۱۳۹۰؛ دوامی و همکاران، ۱۳۹۳؛ شایسته عظیمیان و همکاران، ۱۳۹۰؛ صیحانی پرشکوه و همکاران، ۱۳۹۰؛ فتائی و آل شیخ، ۱۳۸۸؛ فرهودی و همکاران، ۱۳۸۴؛ متکان و همکاران، ۱۳۸۷؛ معین الدین و همکاران، ۱۳۹۰ (الف و ب)؛ منوری و همکاران، ۱۳۹۲؛ نیرآبادی و حاجی میررحیمی، ۱۳۸۷؛ Abesi & Saeidi, 2009؛ Kara & Doratli, 2012؛ Ramjeawon & Beerachee, 2008؛ Sumathi et al., 2008).	فاصله حذفی ۴۰۰ متری از چاه‌ها مورد عمل قرار گرفت.
فاصله از رودخانه‌ها و دریاچه‌ها	مرکز دفن نباید در بستر خشک رودخانه‌ها و مسیل‌ها اجرا گردد. در برخی منابع برای رده‌های مختلف رودخانه‌ها حداقل فاصله ذکر شده است (۳۰۰ متر از رده ۵ و ۲۰۰ متر از رده ۴). در بعضی منابع حداقل فاصله برای آبراهه‌های اصلی ۸۰ متر، برای فاصله از ۸۰ تا ۱۶۰ متر امتیاز افزایشی و پس از آن امتیاز ثابت در نظر گرفته شده است. از دیگر محدودیت‌های ذکر شده برای فاصله از رودخانه‌ها می‌توان به حداقل ۹۲، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۷۰۰ متر اشاره داشت. حداقل فاصله از دریاچه‌ها ۳۰۰ و ۳۰۵ متر در مراجع ذکر شده است. حداقل ۱۰۰۰ متر فاصله از سدها، تالاب‌ها، رودخانه‌ها و خطوط ساحلی و برای فواصل بیشتر امتیازات افزایشی، در یکی از مراجع آورده شده است (صیحانی پرشکوه و همکاران، ۱۳۹۰؛ فرجی سبکبار و همکاران، ۱۳۸۹؛ میرآبادی و حسین عبدی قلعه، ۱۳۹۶؛ نیرآبادی و حاجی میررحیمی، ۱۳۸۷؛ Ahmadi et al., 2014؛ Ramjeawon & Beerachee, 2008).	فاصله حذفی از رودخانه‌ها در مقاله حاضر معادل ۳۰۰ متر و فاصله حذفی از دریاچه‌ها معادل ۱ کیلومتر در نظر گرفته شد. 

معیار	محدودیت‌ها/نحوه کلاسه‌بندی منطقه براساس مطالعات پیشین	نحوه امتیازدهی در مطالعه حاظر
فاصله از راه‌های ارتباطی	رعایت فاصله مناسب از جاده‌های دسترسی محلی، عامل مهمی در کاهش هزینه‌های جانی بوده و می‌تواند اثرات محیط‌زیستی طرح را بهبود بخشد. حداقل فاصله از راه‌های اصلی و فرعی در مراجع مختلف بصورت ۸۰، ۱۰۰، ۱۶۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۳۰۵ و ۴۰۰ متر و یا حتی ۲ کیلومتر، اعلام شده است. اکثر منابع حداکثر فاصله از راه‌ها را عددی بین ۱ تا ۵ کیلومتر بیان نموده اند. عموما محدودیت فاصله از بزرگراه‌ها بین ۲۵۰ متر تا ۱ کیلومتر بیان شده است (آبادی و ساقی، ۱۳۹۰؛ پناهنده و همکاران، ۱۳۸۸؛ خراسانی و همکاران، ۱۳۸۳؛ نیرآبادی و حاجی میررحیمی، ۱۳۸۷؛ Ramjeawon & Beerachee, 2008؛ Kara & Doratli, 2012).	فاصله حذفی از راه‌های اصلی معادل ۳۰۰ متر و از راه‌های فرعی معادل ۸۰ متر در نظر گرفته شد. 
فاصله از گسل	محدودیت فاصله از گسل در مواردی ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ متر و حتی ۲ کیلومتر ذکر شده است. (پناهنده و همکاران، ۱۳۸۸؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۶؛ خورشید دوست و عادلی، ۱۳۸۸؛ دوامی و همکاران، ۱۳۹۳؛ رضایی و همکاران، ۱۳۸۶؛ شایسته عظیمیان و همکاران، ۱۳۹۰؛ صیحانی پرشکوه و همکاران، ۱۳۹۰؛ فتائی و آل شیخ، ۱۳۸۸؛ فرجی سبکبار و همکاران، ۱۳۸۹؛ فرهودی و همکاران، ۱۳۸۴؛ معین الدین و همکاران، ۱۳۹۰ (الف و ب)؛ منوری و همکاران، ۱۳۹۲؛ میرآبادی و حسین عبدی قلعه، ۱۳۹۶؛ نیرآبادی و حاجی میررحیمی، ۱۳۸۷؛ Moeinaddini et al., 2010).	فاصله حذفی ۲۰۰ متری از گسل‌ها مورد عمل قرار گرفت. 

پس از کلاسه‌بندی محدوده شهرستان مهاباد براساس لایه‌های سیزده‌گانه مورد عمل در فاز شناسایی منطقه مستعد، لازم است وزن هر لایه نیز تعیین و در محاسبه امتیاز نهایی هر پیکسل در نقشه‌های GIS ای (تلفیق لایه‌ها) لحاظ گردد. در جدول (۴) مقادیر وزن لایه‌های سیزده‌گانه آورده شده است.

جدول ۴. وزن و تاثیرگذاری معیارها در فاز دوم مکانیابی

معیار	وزن	معیار	وزن
فاصله از مراکز سکونتگاهی شهری	۰/۱۲۱	جنس خاک سطحی	۰/۰۵۷
فاصله از مراکز سکونتگاهی روستایی	۰/۰۲۵	تطابق با کاربری اراضی	۰/۰۹۸
میزان بارش	۰/۰۹۳	فاصله از رودخانه‌ها	۰/۰۹۷
میزان تبخیر / تعرق پتانسیل	۰/۰۳۱	فاصله از دریاچه پشت سد	۰/۰۹۷
عمق آب زیرزمینی	۰/۲۱۹	فاصله از راه‌های ارتباطی اصلی	۰/۰۲۴
جنس سنگ بستر	۰/۰۵۷	فاصله از راه‌های ارتباطی فرعی	۰/۰۲۴
شیب محل	۰/۰۵۷		

نتایج ارزیابی‌ها در فاز ساختمانی

نتایج ماتریس RIAM در این فاز (جدول ۵-الف) نشان داد که بیشترین اثرات منفی مکان منتخب جهت احداث مرکز دفن پسماند در محیط‌های فیزیکی-شیمیایی (یک مورد با امتیاز منفی معنی‌دار و دو مورد با امتیاز منفی)، بیولوژیکی (یک مورد با امتیاز منفی متوسط) و اجتماعی-اقتصادی (یک مورد با امتیاز منفی) و بیشترین اثرات مثبت در محیط اجتماعی-اقتصادی (یک مورد با امتیاز مثبت) اتفاق افتاده است. به نحوی که بیشترین اثر منفی در این فاز مربوط به پارامتر تولید گازهای گلخانه‌ای بوده و فاکتور اشتغال بیشترین اثر مثبت را به خود اختصاص داده است.

نتایج ماتریس لئوپولد در این فاز (جدول ۶-الف) نشانگر آن بود که بیشترین اثرات منفی به محیط‌های فیزیکی-شیمیایی (۲/۴۱-) و بیولوژیکی (۱/۷-) و بیشترین اثرات مثبت به محیط اجتماعی-اقتصادی (۱/۰۶+) تعلق دارد. فاکتورهای ایجاد

ترافیک، آلودگی صوتی، تولید گرد و غبار، تولید گازهای گلخانه‌ای و تهدید زیستگاه‌های جانوری بیشترین اثرات منفی و اشتغال‌زایی بیشترین اثر مثبت را دارند.

نتایج ارزیابی‌ها در فاز بهره‌برداری

نتایج ماتریس RIAM در این فاز (جدول ۵–ب)، محیط‌های فیزیکی–شیمیایی (دو مورد امتیاز منفی معنی‌دار و سه مورد امتیاز منفی متوسط)، بیولوژیکی (یک مورد امتیاز منفی متوسط) و اجتماعی–اقتصادی (دو مورد امتیاز منفی متوسط) را دارای بیشترین اثرات منفی و محیط‌های فرهنگی (یک مورد امتیاز مثبت متوسط) و اجتماعی–اقتصادی (یک مورد امتیاز مثبت متوسط) را دارای بیشترین اثرات مثبت نشان می‌دهد. فاکتورهای تولید گازهای گلخانه‌ای، آلودگی خاک، تولید گرد و غبار، تولید بوهای نامطبوع، افزایش ناقلین و جمعیت و مهاجرت بیشترین سهم از اثرات منفی و فاکتورهای شاخص‌های بهداشتی و اشتغال بیشترین سهم از اثرات مثبت این فاز را به خود اختصاص داده‌اند.

نتایج ماتریس لئوپولد در این فاز (جدول ۶–ب) نیز محیط فیزیکی–شیمیایی را دارای بیشترین اثرات منفی (۱/۵–) و محیط بیولوژیکی را دارای بیشترین اثرات مثبت (۰/۲۸+) نشان می‌دهد. فاکتورهای تولید بوهای نامطبوع، تولید گازهای گلخانه‌ای، آلودگی صوتی، ایجاد ترافیک، کاربری اراضی و قیمت زمین‌های اطراف، دارای بیشترین اثرات منفی و فاکتورهای اشتغال، فرسایش خاک و رویشگاه‌های گیاهی دارای بیشترین اثرات مثبت هستند.

مقایسه نتایج ارزیابی‌های RIAM و لئوپولد

در شکل (۴) جمع‌بندی نتایج ارزیابی محل منتخب براساس روش ماتریسی RIAM آورده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود، حدود ۴۰/۴۷٪ از اثرات طرح در محدوده اثرات منفی اندک و منفی قرار گرفته‌اند و ۲۳/۸٪ اثرات را محدوده اثرات منفی متوسط و منفی معنی‌دار به خود اختصاص داده‌اند، که از این بین پارامتر تولید گازهای گلخانه‌ای در هر دو فـاز و پارامتـر زیستگاه جانوری در فاز ساختمانی و پارامتـرهای

جدول ۵.الف. امتیاز زیست‌محیطی عوامل مختلف محیط‌زیست در مرحله ساختمانی (RIAM)

محیط		معیارهای ارزیابی	A_1	A_2	B_1	B_2	B_3	AT	BT	ES	RB
فیزیکی–شیمیایی	هوا	تولید گرد و غبار	۱	−۱	۲	۲	۲	−۱	۶	−۶	-A
		تولید بوهای نامطبوع	۱	۰	۲	۲	۲	۰	۶	۰	N
		تولید گازهای گلخانه‌ای	۴	−۱	۳	۳	۳	−۴	۹	−۳۶	-D
		آلودگی صوتی	۱	−۲	۲	۲	۲	−۲	۶	−۱۲	-B
	آب	آلودگی آب سطحی	۲	۰	۲	۲	۳	۰	۷	۰	N
		آلودگی آب زیرزمینی	۲	۰	۲	۳	۳	۰	۸	۰	N
	خاک	آلودگی خاک	۳	۰	۲	۳	۳	۰	۸	۰	N
		فرسایش خاک	۱	−۲	۳	۳	۲	−۲	۸	−۱۶	-B
بیولوژیکی		رویشگاه‌های گیاهی	۱	−۱	۳	۳	۲	−۱	۸	−۸	-A
		زیستگاه‌های جانوری	۲	−۲	۲	۳	۳	−۴	۸	−۳۲	-C
		افزایش ناقلین	۲	۰	۲	۲	۲	۰	۶	۰	N
اجتماعی–اقتصادی		جمعیت و مهاجرت	۲	۱	۲	۱	۱	۲	۴	۸	+A
		ایجاد ترافیک	۲	−۱	۲	۱	۳	−۲	۶	−۱۲	-B
		کاربری اراضی	۱	−۱	۳	۱	۱	−۱	۵	−۵	-A
		اشتغال	۲	۲	۲	۱	۱	۴	۴	۱۶	+B
		افزایش رفاه محلی (دسترسی به خدمات)	۱	۱	۳	۱	۱	۱	۵	۵	+A
		طرح‌های توسعه آتی	۲	۰	۳	۱	۱	۰	۵	۰	N
		قیمت زمین‌های اطراف	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۴	۴	+A
فرهنگی		شاخص‌های بهداشتی	۱	−۱	۲	۱	۱	−۱	۴	−۴	-A
		گردشگری، بوم‌گردی و چشم‌انداز	۳	۰	۳	۱	۱	۰	۵	۰	N
		تفرجگاه‌ها	۲	−۱	۲	۱	۱	−۲	۴	−۸	-A

جدول ۵.ب. امتیاز زیست‌محیطی عوامل مختلف محیط‌زیست در مرحله بهره‌برداری (RIAM)

محیط		معیارهای ارزیابی	A_1	A_2	B_1	B_2	B_3	AT	BT	ES	RB
فیزیکی-شیمیایی	هوا	تولید گرد و غبار	۲	-۲	۳	۲	۲	-۴	۷	-۲۸	-C
		تولید بوهای نامطبوع	۲	-۲	۳	۲	۲	-۴	۷	-۲۸	-C
		تولید گازهای گلخانه‌ای	۴	-۱	۳	۳	۳	-۴	۹	-۳۶	-D
		آلودگی صوتی	۲	-۲	۲	۲	۲	-۴	۶	-۲۴	-C
	آب	آلودگی آب سطحی	۲	۰	۳	۳	۳	۰	۹	۰	N
		آلودگی آب زیرزمینی	۲	-۱	۳	۳	۳	-۲	۹	-۱۸	-B
	خاک	آلودگی خاک	۲	-۲	۳	۳	۳	-۴	۹	-۳۶	-D
		فرسایش خاک	۱	-۱	۳	۳	۲	-۱	۸	-۸	-A
بیولوژیکی		رویشگاه‌های گیاهی	۱	-۱	۳	۲	۱	-۱	۶	-۶	-A
		زیستگاه‌های جانوری	۲	-۱	۳	۳	۳	-۲	۹	-۱۸	-B
		افزایش ناقلین	۲	-۲	۳	۲	۳	-۴	۸	-۳۲	-C
اجتماعی-اقتصادی		جمعیت و مهاجرت	۲	-۲	۳	۱	۱	-۴	۵	-۲۰	-C
		ایجاد ترافیک	۲	-۱	۲	۱	۳	-۲	۶	-۱۲	-B
		کاربری اراضی	۱	-۳	۳	۳	۱	-۳	۷	-۲۱	-C
		اشتغال	۲	۲	۳	۱	۱	۴	۵	۲۰	+C
		افزایش رفاه محلی (دسترسی به خدمات)	۲	۱	۳	۱	۱	۲	۵	۱۰	+B
		طرح‌های توسعه آتی	۲	-۱	۳	۱	۱	-۲	۵	-۱۰	-B
		قیمت زمین‌های اطراف	۱	-۳	۳	۱	۱	-۳	۵	-۱۵	-B
فرهنگی		شاخص‌های بهداشتی	۲	۲	۳	۱	۱	۴	۵	۲۰	+C
		گردشگری، بوم‌گردی و چشم‌انداز	۲	-۱	۳	۱	۱	-۲	۵	-۱۰	-B
		تفرجگاه‌ها	۱	-۲	۳	۱	۱	-۲	۵	-۱۰	-B

تولید گرد و غبار، تولید بوهای نامطبوع، آلودگی صوتی، افزایش ناقلین، جمعیت و مهاجرت و کاربری اراضی در فاز بهره‌برداری بیشترین سهم از اثرات منفی طرح را دارا هستند، همچنین ۱۶/۶۷٪ از اثرات طرح بر محیط‌زیست شامل اثرات مثبت می‌باشد که در این بین پارامتر اشتغال در هر دو فاز و پارامتر شاخص‌های بهداشتی در فاز بهره‌برداری بیشترین نقش را ایفا می‌کنند. در جدول (۷) جمع‌بندی نتایج ارزیابی محل منتخب براساس روش ماتریسی لئوپولد ایرانی آورده شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود میانگین اثرات در فاز ساختمانی طرح پیشنهادی ۰/۹۳- و در فاز بهره‌برداری معادل ۰/۵۶- بدست آمده است، بیشترین اثرات منفی طرح مربوط به محیط فیزیکی-شیمیایی در هر دو فاز و محیط بیولوژیکی در فاز ساختمانی است و بیشترین اثرات مثبت در محیط اجتماعی-اقتصادی در فاز ساختمانی و محیط بیولوژیکی در فاز بهره‌برداری رخ داده‌اند، که از این بین پارامترهای تولید گرد و غبار و زیستگاه‌های جانوری در فاز ساختمانی و پارامترهای تولید بوهای نامطبوع و قیمت زمین‌های اطراف در فاز بهره‌برداری و همچنین پارامترهای تولید گازهای گلخانه‌ای، آلودگی صوتی و ایجاد ترافیک در هر دو فاز بیشترین سهم را به عنوان اثرات منفی طرح دارند، درحالی که پارامتر جمعیت و مهاجرت در فاز ساختمانی و پارامترهای فرسایش خاک و رویشگاه‌های گیاهی در فاز بهره‌برداری و پارامتر اشتغال در هر دو فاز دارای بیشترین اثر مثبت بر محیط‌زیست هستند.

جدول ۶.الف. ماتریس ارزیابی گزینه پیشنهادی در فاز ساختمانی (لئوپولد ایرانی)

پارامترهای طبیعی / فاکتورهای فاز ساختمانی			س۱	س۲	س۳	س۴	س۵	س۶	س۷	س۸	س۹	س۱۰	س۱۱	س۱۲	س۱۳	س۱۴	س۱۵	س۱۶
محیط فیزیکی - شیمیایی	هوا	تولید گرد و غبار			-۱/۱	-۲/۲		-۱/۱	-۴/۱	-۴/۴	-۲/۲	-۲/۲	-۲/۱					
		تولید بوی نامطبوع															-۱/۱	
		تولید گازهای گلخانه‌ای								-۱/۵								
		آلودگی صوتی				-۱/۱			-۱/۱	-۴/۳		-۳/۳	-۲/۳					
	آب	آلودگی آب سطحی												۱/۱				
		آلودگی آب زیرزمینی															۱/۱	
	خاک	آلودگی خاک															-۱/۱	
		فرسایش خاک				-۲/۱			-۳/۱	-۴/۱				۱/۱				
محیط بیولوژیکی		رویشگاه‌های گیاهی							-۲/۱	-۲/۱								۱/۱
		زیستگاه‌های جانوری				-۲/۱			-۳/۱	-۳/۱	-۳/۱							-۱/۱
		افزایش ناقلین																
محیط اجتماعی - اقتصادی		جمعیت و مهاجرت		۲/۲		۱/۱												
		ایجاد ترافیک						-۱/۱			-۳/۲							
		کاربری اراضی				-۱/۱	-۱/۱											
		اشتغال		۳/۲														
		افزایش رفاه محلی (دسترسی به خدمات)				۲/۲	۱/۱			-۱/۱								
		طرح‌های توسعه آتی																
		قیمت زمین‌های اطراف				۱/۱	۱/۱											
محیط فرهنگی		شاخص‌های بهداشتی								-۱/۱	-۱/۱							
		گردشگری، بوم‌گری و چشم‌انداز				۱/۱				-۱/۱								
		تفرجگاه‌ها							-۱/۱	-۱/۱	-۱/۱							

س۱: خرید زمین
س۲: استخدام پرسنل
س۳: تامین و انتقال آب
س۴: ایجاد راه دسترسی محلی
س۵: انتقال برق
س۶: حمل و نقل پرسنل
س۷: پاکتراشی و تسطیح
س۸: عملیات خاکبرداری
س۹: حمل مواد و مصالح
س۱۰: عملیات خاکریزی
س۱۱: اجرای لاینر کف و تاسیسات جمع‌آوری شیرابه
س۱۲: ساخت کانال زهکشی
س۱۳: احداث ساختمان‌های جانبی و خدماتی
س۱۴: اجرای تاسیسات تصفیه شیرابه
س۱۵: دفع پساب بهداشتی و زایدات تولیدی پرسنل
س۱۶: حصارکشی، محوطه‌سازی و اجرای زیرساخت‌های فضای سبز

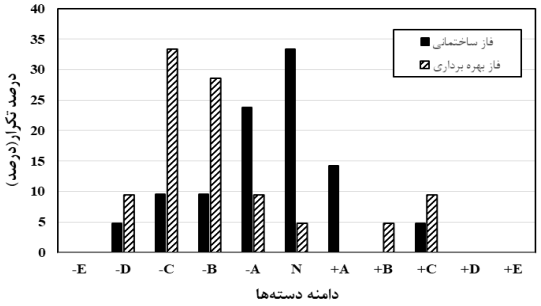
جدول ۶. ب. ماتریس ارزیابی گزینه پیشنهادی در فاز بهره‌برداری (لئوپولد ایرانی)

پارامترهای طبیعی / فاکتورهای فاز بهره‌برداری			ب۱۰	ب۲۰	ب۳۰	ب۴۰	ب۵۰	ب۶۰	ب۷۰	ب۸۰	ب۹۰	ب۱۰۰	ب۱۱۰	ب۱۲۰
محیط فیزیکی - شیمیایی	هوا	تولید گرد و غبار		-۱ / ۱		-۲ / ۲		-۲ / ۲	-۲ / ۱			۱ / ۱		
		تولید بوی نامطبوع				-۱ / ۱	-۳ / ۲				-۳ / ۲			
		تولید گازهای گلخانه‌ای				-۱ / ۱	-۴ / ۵	-۱ / ۱		۲ / ۲		۱ / ۱		
		آلودگی صوتی				-۲ / ۳	-۵ / ۱	-۳ / ۱	-۱ / ۱					
	آب	آلودگی آب سطحی									۱ / ۱			
		آلودگی آب زیرزمینی			-۱ / ۱		-۴ / ۳				۳ / ۳			
	خاک	آلودگی خاک				-۱ / ۱	-۳ / ۴				۲ / ۴			
		فرسایش خاک				-۱ / ۱						۲ / ۴		
محیط بیولوژیکی		رویشگاه‌های گیاهی					-۳ / ۱			۱ / ۱	۱ / ۱	۳ / ۳	۲ / ۲	۱ / ۳
		زیستگاه‌های جانوری					-۱ / ۱	-۱ / ۱	-۱ / ۱			۱ / ۱	۱ / ۱	۱ / ۱
		افزایش ناقلین					-۵ / ۳		۲ / ۳		۲ / ۲			
محیط اجتماعی - اقتصادی		جمعیت و مهاجرت		۱ / ۱		-۱ / ۱	-۳ / ۴					۱ / ۱		۱ / ۱
		ایجاد ترافیک		-۱ / ۱		-۳ / ۳			-۳ / ۱					
		کاربری اراضی					-۴ / ۴					۱ / ۱	۱ / ۱	۱ / ۱
		اشتغال		۳ / ۴										
		افزایش رفاه محلی (دسترسی به خدمات)												۱ / ۱
		طرح‌های توسعه آتی					-۲ / ۱					۱ / ۱		
		قیمت زمین‌های اطراف				-۱ / ۳	-۵ / ۵					۲ / ۲		۱ / ۱
محیط فرهنگی		شاخص‌های بهداشتی				-۱ / ۱	-۴ / ۴	۱ / ۳	۲ / ۳	۱ / ۱	۳ / ۳			
		گردشگری، بوم‌گری و چشم‌انداز				-۲ / ۱	-۵ / ۱					۱ / ۱		
		تفرجگاه‌ها				-۲ / ۱	-۵ / ۱	-۱ / ۱	۲ / ۲			۱ / ۱		۱ / ۱

ب۱: استخدام پرسنل ب۲: حمل و نقل پرسنل ب۳: خدمات موتوری (تعمیرگاه، کارواش و ...) ب۴: حمل پسماند
ب۵: عملیات دفن (تسطیح و فشرده‌سازی) ب۶: تهیه مصالح، حمل و اجرای پوشش روزانه
ب۷: تهیه مصالح، حمل و اجرای پوشش نهایی ب۸: اجرای سیستم جمع‌آوری گاز لندفیل ب۹: جمع‌آوری و تصفیه شیرابه
ب۱۰: کاشت فضای سبز ب۱۱: نگهداری فضای سبز ب۱۲: ایمنی و آتش‌نشانی

نتایج بدست آمده از هر دو روش، بیانگر این موضوع است که طرح با انجام بهسازی‌های لازمه بخصوص در پارامترهایی که در هر دو روش امتیاز منفی معنی‌داری گرفته‌اند (تولید گرد و غبار، تولید بوهای نامطبوع، تولید گازهای گلخانه‌ای، آلودگی صوتی، زیستگاه‌های جانوری) قابل اجرا است. اکثر پارامترهای طبیعی درنظر گرفته شده در هر دو روش، امتیازات مشابهی به خود اختصاص داده‌اند، اما در برخی از پارامترها نتایج بدست آمده از دو روش دارای اختلاف چشم‌گیری بودند مانند پارامترهای رویشگاه‌های گیاهی، فرسایش خاک و شاخص‌های بهداشتی در فاز بهره‌برداری. دلیل این اختلافات و همسو نبودن دو روش را می‌توان به این نحو توجیه کرد که در ماتریس RIAM شعاع اثرگذاری (اهمیت اثر)، بزرگی و شدت اثر، پایداری، برگشت‌پذیری و تجمع‌پذیری اثر بر روی پارامترها بررسی می‌شود اما در ماتریس لئوپولد فقط شدت و اهمیت اثر در ریزفعالیت‌های تعیین شده بر روی پارامترهای طبیعی بررسی می‌گردد.

به بیان دیگر، ماتریس لئوپولد بدلیل درنظر گرفتن ریزفعالیت‌های مختلف برای هر پارامتر نسبت به ماتریس RIAM از ساختار مستدل برخوردار است اما نحوه امتیازدهی به پارامترها در ماتریس RIAM بدلیل درنظر گرفتن پایداری، برگشت‌پذیری و تجمع‌پذیری اثر نسبت به ماتریس لئوپولد بهتر است.



شکل ۴. جمع‌بندی نتایج ارزیابی محل منتخب براساس روش ماتریسی RIAM

بحث و نتیجه‌گیری

مرکز دفن کنونی مهاباد (شکل ۱-چپ) بدلیل نزدیکی به مناطق روستایی، فاصله متوسط ۶۲۰ متری از آبراهه‌ها و قرار گرفتن در فاصله ۲۲۰ متری گسل و همچنین تکمیل شدن ۷۰ درصد ظرفیت آن (طرح جامع مهاباد)، نمی‌تواند گزینه مناسبی برای توسعه و دریافت زایدات شهرستان مهاباد در بازه بیست ساله آتی قلمداد گردد. علاوه بر آن، مجاورت با مساکن مهر و تحت تاثیر قرار گرفتن جمعیت قابل توجه و همچنین فاصله اندک مرکز دفن کنونی با دریاچه سد مهاباد، باعث هجوم تعداد قابل ملاحظه‌ای پرنده بزرگ جثه (عمدتا لک لک) به مرکز دفن کنونی و تغذیه از باقی‌مانده‌های غذایی شده و این پدیده که در نوع خود بی‌سابقه است، حیات‌وحش جانوری را به شدت آسیب‌پذیر نموده است. بنابراین پیدا کردن مکانی مناسب جهت دفن پسماند جامد شهر مهاباد امری ضروری است.

نتایج بدست آمده از ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، با استفاده از دو روش ماتریسی RIAM و لئوپولد ایرانی در مکان جدیدی که با کمک گرفتن از نرم‌افزار GIS و با روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی و اعمال وسعت مورد نیاز (۳۵ هکتار) برای ۲۰ سال آتی شهرستان مهاباد بدست آمد، نشان داد که اثرات منفی محیط‌زیستی ناشی از احداث مرکزدفن در مکان منتخب در محدوده بسیار کم و کم قرار می‌گیرد و می‌توان با اجرای گزینه‌های اصلاحی و طرح‌های بهسازی بخصوص در پارامترهایی که در هر دو روش بالاترین نمره منفی را به خود اختصاص داده‌اند (تولید گرد و غبار، تولید بوهای نامطبوع، تولید گازهای گلخانه‌ای، آلودگی صوتی، زیستگاه‌های جانوری)، مرکز دفن را در مکان منتخب پیاده‌سازی نمود.

نتایج ارزیابی به روش RIAM: بررسی مجموع اثرات زیست‌محیطی مرکزدفن در محل منتخب در فاز ساختمانی نشانگر آن است که ۴۷/۶۲٪ اثر منفی دارد که از این مقدار ۸۰٪ در محدوده اثرات منفی و منفی اندک قرار می‌گیرد و ۲۰٪ دیگر سهم اثرات منفی متوسط و منفی معنی‌دار است که می‌توان با اقدامات لازم در پارامترهای تولید گازهای گلخانه‌ای، آلودگی صوتی، فرسایش خاک، زیستگاه‌های جانوری و ایجاد ترافیک، آثار منفی پروژه را در این فاز کاهش داد. همچنین در فاز بهره‌برداری حدودا ۸۱٪ فعالیت‌ها دارای اثر منفی هستند که از این مقدار ۵۳٪ در محدوده اثرات منفی و منفی اندک قرار می‌گیرند و ۸/۵٪ در محدوده اثرات منفی معنی‌دار است. به منظور کاهش اثرات منفی در این فاز باید به پارامترهای تولید گازهای گلخانه‌ای و آلودگی خاک توجه بیشتری صورت گیرد.

جدول ۷. جمع‌بندی نتایج ارزیابی محل منتخب براساس روش ماتریسی لئوپولد ایرانی

فاز / فاکتورهای محیطی			فاز ساختمانی			فاز بهره‌برداری			
			تعداد اثرات	جمع جبری اثرات	میانگین	میانگین اثرات بر محیط	تعداد اثرات	جمع جبری اثرات	میانگین	میانگین اثرات بر محیط
محیط فیزیکی - شیمیایی	هوا	تولید گرد و غبار	۸	-۳۶	-۴/۵۰	-۲/۴۱	۵	-۱۰	-۲	-۱/۵۰
		تولید بوی نامطبوع	۱	-۱	-۱		۳	-۱۳	-۴/۳۳	
		تولید گازهای گلخانه‌ای	۱	-۵	-۵		۵	-۱۷	-۳/۴۰	
		آلودگی صوتی	۵	-۲۹	-۵/۸۰		۴	-۱۵	-۳/۷۵	
	آب	آلودگی آب سطحی	۱	+۱	+۱		۱	+۱	+۱	
		آلودگی آب زیرزمینی	۱	-۱	-۱		۳	-۴	-۱/۳۳	
	خاک	آلودگی خاک	۱	-۱	-۱		۳	-۵	-۱/۶۷	
		فرسایش خاک	۴	-۸	-۲		۲	+۷	+۳/۵۰	
محیط بیولوژیکی		رویشگاه‌های گیاهی	۳	-۳	-۱	-۱/۷۰	۶	+۱۵	+۲/۵۰	+۰/۲۸
		زیستگاه‌های جانوری	۵	-۱۲	-۲/۴۰		۶	۰	۰	
		افزایش ناقلین	۰	۰	۰		۳	-۵	-۱/۶۷	
محیط اجتماعی - اقتصادی		جمعیت و مهاجرت	۲	+۵	+۲/۵۰	+۱/۰۶	۵	-۱۰	-۲	-۰/۴۸
		ایجاد ترافیک	۲	-۷	-۳/۵۰		۳	-۱۳	-۴/۳۳	
		کاربری اراضی	۲	-۲	-۱		۴	-۱۳	-۳/۲۵	
		اشتغال	۱	+۶	+۶		۱	+۱۲	+۱۲	
		افزایش رفاه محلی (دسترسی به خدمات)	۳	+۴	+۱/۳۳		۱	+۱	+۱	
		طرح‌های توسعه آتی	۰	۰	۰		۲	-۲	-۱	
		قیمت زمین‌های اطراف	۲	+۲	+۱		۴	-۲۳	-۵/۷۵	
محیط فرهنگی		شاخص‌های بهداشتی	۲	-۲	-۱	-۰/۶۷	۶	+۲	+۰/۳۳	-۰/۵۶
		گردشگری، بوم‌گری و چشم‌انداز	۲	۰	۰		۳	-۶	-۲	
		تفرجگاه‌ها	۳	-۳	-۱		۶	۰	۰	
میانگین					-۰/۹۳				-۰/۵۶	

نتایج ارزیابی به روش لئوپولد: در فاز ساختمانی، پارامترهای زیستگاه‌های جانوری (۰/۳۰-)، آلودگی صوتی (۰/۱۸-)، تولید گازهای گلخانه‌ای (۰/۱۶-)، ایجاد ترافیک (۰/۱۵-) و تولید گرد و غبار (۰/۱۴-) و در فاز بهره‌برداری پارامترهای، قیمت زمین‌های اطراف (۰/۲۱-)، گردشگری، بوم‌گردی و چشم‌انداز (۰/۱۷-)، ایجاد ترافیک (۰/۱۵-)، افزایش ناقلین (۰/۱۴-) و تولید بوهای نامطبوع (۰/۱۴-)، بیشترین اثرات منفی طرح را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین در فاز ساختمانی پارامتر اشتغال (۰/۲۵+) و در فاز بهره‌برداری پارامترهای اشتغال (۰/۴۳+) و رویشگاه‌های گیاهی (۰/۲۱+) بیشترین اثرات مثبت طرح را دارند. براساس نتایج حاصله، میانگین اثرات در فاز ساختمانی طرح پیشنهادی ۰/۹۳- و در فاز بهره‌برداری معادل ۰/۵۶- بدست آمد. این اعداد بیانگر اثر منفی با پیامد ناچیز بوده و بنابراین اجرا و بهره‌برداری طرح صرفاً با انجام گزینه‌های اصلاحی و طرح‌های بهسازی قابل قبول می‌باشد.

با مقایسه نتایج بدست آمده از دو روش RIAM و لئوپولد ایرانی می‌توان به این نتیجه رسید که ماتریس لئوپولد ایرانی با توجه به درنظر گرفتن ریزفعالیت‌های مختلف برای هر پارامتر و تعیین نوع و شدت اثر پارامتر، برروی محیط براساس ریزفعالیت‌ها، دارای ساختاری بهتر نسبت به ماتریس RIAM است، اما با توجه به درنظر گرفتن پایداری، برگشت‌پذیری و تجمع‌پذیری اثر در امتیازدهی به پارامترها در ماتریس RIAM، نحوه امتیازدهی به پارامترها در این ماتریس نسبت به ماتریس

لئوپولد ایرانی بهتر است.

لازم به ذکر است استفاده از سایر لایه‌های اطلاعاتی GIS ای نظیر جهت و سرعت باد و فاصله از محدوده‌های حساس نظیر باند فرودگاه (درصورت وجود)، می‌تواند مدل ارائه شده در این مقاله را تکمیل نماید. علاوه بر آن، محاسبه شیرابه تولیدی با استفاده از مدل‌های موجود همچون HELP[8] و محاسبه میزان تبخیر/تعرق پتانسیل با استفاده از مدل پنمن و استفاده از نتایج حاصله در مدل ارزیابی پیشنهاد شده در این مقاله، در افزایش دقت نتایج حاصله مؤثر خواهد بود.

یادداشت‌ها

1. Geographic Information System
2. Environmental Impact Assessment
3. Rapid Impact Assessment Matrix
4. Physical / Chemical
5. Biological / Ecological
6. Sociological / Cultural
7. Economic / Operational
8. Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP) Model

فهرست منابع

آبادی، ا.ا؛ ساقی، م.ح، (۱۳۹۰). مکان یابی و طراحی محل دفن زباله های روستایی بخش روداب سبزوار، *مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی*، ۳(۱)، صفحات ۲۹-۳۴.

اسدی‌شیرین، گ؛ غلامعلی‌فرد، م، (۱۳۹۴). تطبیق ضوابط و ارزیابی پیامدهای محیط زیستی محل دفن پسماند قائم شهر با استفاده از ماتریس Leopold و RIAM. *مجله پژوهش در بهداشت محیط*، ۱(۳)، صفحات ۱۹۳-۲۰۶.

اسکندری، ر؛ حافظی مقدس، ن؛ قاسمی، ح؛ مرادآبادی، ا، (شهریور ۱۳۹۰). مکان یابی محل دفن پسماندهای خطرناک با استفاده از GIS و تحلیل چند متغیره MCDM در ایران مرکزی، *هفتمین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط‌زیست ایران*، شاهرود.

ایمانی، ب؛ یارمحمدی، ک؛ اسدپور، ز، (۱۳۹۸). ارزیابی اثرات زیست محیطی کارخانه سیمان یاسوج با استفاده از ماتریس RIAM و لئوپولد ایرانی (مطالعه موردی: روستای تنگاری شهر یاسوج)، *مخاطرات محیط طبیعی*، ۸(۲۱)، صفحات ۲۶۶-۲۴۷.

بدو، ک، (۱۳۹۳). اصول مهندسی دفن زباله. چاپ اول، *انتشارات دانشگاه ارومیه*.

برزگری، ق؛ اسماعیلی، ع؛ اصغری کلجاهی، ا، (۱۳۹۹). تعیین محل مناسب برای دفن پسماندهای شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و ماتریس لئوپولد (مطالعه موردی: ملکان، ایران)، *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲۲(۱۲)، صفحات ۳۷-۲۷.

پناهنده، م؛ ارسطو، ب؛ قویدل، آ؛ قنبری، ف، (۱۳۸۸). کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در مکان یابی جایگاه دفن پسماند شهر سمنان، *سلامت و محیط‌زیست*، ۲(۴)، صفحات ۲۸۳-۲۷۶.

پوراحمد، ا؛ حبیبی، ک؛ محمد زهرایی، س؛ نظری علوی، س، (۱۳۸۶). استفاده از الگوریتم های فازی و GIS برای مکانیابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی بابلسر)، *محیط شناسی*، ۳۳(۴۲)، صفحات ۴۲-۳۱.

جعفری، ک؛ حافظی مقدس، ن؛ مظلومی، ع؛ قزی، ا، (۱۳۹۴). انتخاب گزینه نهایی محل دفن پسماندهای شهری در اردبیل بر اساس روش‌های شبیه به گزینه ایده آل و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، *سلامت و بهداشت*، ۶(۴)، صفحات ۴۰۴-۴۲۰.

خان پوراقدم، س؛ قنبرزاده لک، م؛ مهتدی، م؛ صبور، م.ر، (۱۳۹۸). ارزیابی گزینه‌های دفع نهایی پسماند جامد شهری با استفاده از تلفیق روش‌های ارزیابی چرخه عمر و تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: شهر تهران)، *علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، ۲۱(۲)، صفحات ۵۷-۶۹.

خراسانی، ن.ا؛ شکرایی، ع؛ مهردادی، ن؛ درویش صفت، ع.ا، (۱۳۸۳). مطالعات زیست‌محیطی در جهت انتخاب محل مناسب برای دفن زباله های شهر ساری، *مجله منابع طبیعی ایران*، ۵۷(۱)، صفحات ۲۸۴-۲۷۵.

خورشید دوست، ع.م؛ عادلی، ز، (۱۳۸۸). استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP برای یافتن مکان بهینه دفن زباله (مطالعه موردی شهر بناب)، *محیط‌شناسی*، ۳۵(۵۱)، صفحات ۲۷-۳۲.

خوش‌منش، ب؛ رضویان، ف، (۱۳۹۶). مکانیابی بهینه محل دفن پسماند جامد شهری با استفاده از GIS و ماتریس لئوپولد (مطالعه موردی: گندک دماوند)، *فصلنامه زمین‌شناسی محیط‌زیست*، ۱۱(۴۰)، صفحات ۲۷-۳۷.

دوامی، ا.ح؛ محمدنژاد، ن؛ منوری، س.م؛ شریعت، م، (۱۳۹۳). ارزشیابی مکان دفن پسماندهای شهری در محیط‌های تالابی- مطالعه موردی: شهر شادگان، *اکوبیولوژی تالاب*، ۶(۱)، صفحات ۵۷-۷۲.

راینر، چ.ر؛ شوارتز، ل.ج؛ ونگر، ر.ب؛ کوهرل، ک.گ، (۱۳۹۰). مدیریت پسماند و بازیافت منابع، مترجمین: صبور، م.ر؛ قنبرزاده لک، م؛ قربان، ا، *انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی*.

رحمانی اصل، م؛ شیخزاده، م؛ حسینی‌زاده، ص؛ میجانی، ن، (۱۳۹۵). مکانیابی اراضی مناسب جهت دفن پسماندهای شهری با استفاده از مدل AHP و منطق بولین در محیط GIS مطالعه موردی: شهر رودبار جنوب در استان کرمان، *دومین کنگره بین المللی علوم زمین و توسعه شهری*، تبریز.

رضایی، آ؛ دهزاد، ب؛ عمرانی، ق.ع؛ هاشم‌پور، ی، (۱۳۸۶). مطالعات مکان‌یابی و مدیریت دفع بهینه مواد زاید جامد شهر هشتگرد، *دهمین همایش ملی بهداشت محیط*، همدان.

رودگرمی، پ؛ خراسانی، ن؛ منوری، س.م؛ نوری، ج، (۱۳۸۶). ارزشیابی گزینه‌های توسعه در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی به روش ارزشیابی چند معیاره مکانمند، *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، ۹(۴)، صفحات ۷۳-۸۴.

رهنما برگرد، ز؛ سجادی، ع؛ نداف، ح؛ خرقانی، م، (۱۳۹۸). ارزیابی اثرات زیست‌محیطی معدن سنگ گرانیت و مرمریت به روش ماتریس لئوپولد ایرانی و RIAM، *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*، ۵(۴)، صفحات ۳۳۰-۳۴۰.

زارعی، م؛ عزتی، م؛ احمدی، م، (اسفند ۱۳۹۳). مکان یابی محل دفن زباله های شهری با استفاده از GIS و عملگرهای فازی نمونه موردی: بخش مرکزی شهرستان قرچک، *اولین کنفرانس ملی شهرسازی، مدیریت شهری و توسعه پایدار*، تهران.

سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور، (۱۳۹۴). شیوه‌نامه اجرایی احداث و راهبری محل دفن بهداشتی پسماندهای عادی شهری، قابل دسترس در (تاریخ مشاهده ۱۴۰۰/۰۲):

https://imo.org.ir/files/rimo-ir/PDF/manabeazmoon/%D8%B4%DB%8C%D9%88%D9%87%20%D9%86%D8%A7%D9%85%D9%87%20%D8%AF%D9%81%D9%86%20%D9%BE%D8%B3%D9%85%D8%A7%D9%86%D8%AF-%D8%AC%D8%AF%DB%8C%D8%AF.pdf

سالنامه آماری استان آذربایجان غربی، (۱۳۹۵). قابل دسترس در (تاریخ مشاهده ۱۴۰۰/۰۲):

https://azgharbi.mporg.ir/Portal/View/Page.aspx?PageId=d705062c-f71c-4798-b416-d51f78cac236

سروری‌نیا، س؛ فرقانی تهرانی، گ؛ باقری، ر؛ گنجی نوروزی، ز، (۱۳۹۹). مکان یابی محل دفن پسماندهای جامد شهری به روش GIS و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در شهر کنگاور، استان کرمانشاه، *یافته‌های نوین زمین‌شناسی کاربردی*، ۱۴(۲۷)، صفحات ۱۱۱-۱۰۰.

سیدصفویان، س.ت؛ خانزاده، ن؛ فتایی، ا؛ سیدصفویان، ر، (اسفند ۱۳۹۱). مکان یابی محل دفن زباله با استفاده از نرم افزار GIS و روش AHP مطالعه موردی شهرستان نیر استان اردبیل، *اولین همایش ملی حفاظت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست*، همدان.

شیخی نارانی، ط؛ حافظی، مقدس ن، (شهریور ۱۳۸۶). پهنه‌بندی مناطق مستعد دفن پسماندها با کمک GIS (مطالعه موردی استان قم)، *اولین همایش GIS شهری*، آمل.

شایسته عظیمیان، ح؛ غفوری، م؛ حافظی مقدس، ن، (آذر ۱۳۹۰). مکانیابی محل دفن زباله شهری با استفاده تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیط GIS مطالعه موردی شهرستان (نیشابور)، *پانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران*، تهران.

شعبانی، م؛ حیدریه، س.ع، (۱۳۹۸). ارائه الگویی برای مکانیابی امحاء پسماند شهری (مطالعه موردی: شهر رینه لاریجان)، *کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در برنامه ریزی*، ۱۰(۴)، صفحات ۸۹-۷۵.

صفر، ب، (خرداد ۱۳۹۶). ارزیابی اثرات زیست‌محیطی محل دفن پسماند (پسماند شهری، شهر خوی)، *چهارمین کنفرانس بین المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست*، تهران.

صیحانی پرشکوه، ر؛ دهقانی، م؛ قادری، ح، (۱۳۹۰). مکانیابی محل دفن بهداشتی زباله‌های شهر حاجی آباد به روش AHP و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، *جغرافیایی طبیعی*، ۴(۱۲)، صفحات ۷۴-۶۳.

طاهری، م؛ غلامعلی‌فرد، م؛ جلیلی قاضی‌زاده، م؛ ثاقبیان، م، (۱۳۹۶). ارزیابی اثرات محیط زیستی محل دفن پسماندهای جامد شهری تبریز با استفاده از ماتریس‌های RIAM و LEOPLD، *نشریه مهندسی عمران و محیط‌زیست دانشگاه تبریز*، ۴۷-۲ (۸۷)، صفحات ۷۷-۸۷.

عابدین‌زاده، ن؛ روانبخش، م؛ عابدی، ط، (۱۳۹۲). ارزیابی اثرات زیست محیطی محل دفن بهداشتی - مهندسی پسماندهای شهری شهرستان سمنان، *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، ۱۵(۲)، صفحات ۱۰۵-۱۱۷.

غلامعلی‌فرد، م؛ میرزایی، م؛ حاتمی‌منش، م؛ ریاحی‌بختیاری، ع؛ صادقی، م، (۱۳۹۳). کاربرد ماتریس ارزیابی اثرات سریع و ماتریس ایرانی (اصلاح شده لئوپولد) در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی محل دفن پسماند جامد شهرکرد، *مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد*، ۱۶(۱)، صفحات ۳۱-۴۶.

غلامی، م؛ نظری، و؛ رضاعلی، م، (۱۴۰۰). مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری با استفاده از GIS و AHP (مطالعهٔ موردی: شهر ساحلی- صنعتی عسلویه)، *فصلنامه علمی و پژوهشی نگرش های نو در جغرافیای انسانی*، ۱۳(۲)، صفحات ۲۱۰-۱۹۳.

فتائی، ا؛ آل شیخ، ع، (۱۳۸۸). مکان یابی مواد زاید جامد شهری با استفاده از GIS و فرایند تحلیل سلسله مراتی (AHP) (مطالعه موردی شهر گیوی)، *علوم محیطی*، ۶(۳)، صفحات ۱۴۵-۱۵۸.

فرجی سبکبار، ح.ع؛ سلمانی، م؛ فریدونی، ف؛ کریم زاده، ح؛ رحیمی، ح، (۱۳۸۹). مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله روستایی با استفاده از مدل فرایند شبکه‌ای تحلیل (ANP): مطالعه موردی نواحی روستایی شهرستان قوچان، *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، ۱۴(۱)، صفحات ۱۲۷-۱۴۹.

فروتن، س؛ رشیدی، ح؛ جندقی، ن، (خرداد ۱۴۰۰). بررسی اثرات زیست محیطی مرکز دفن پسماند (آزادشهر) استان گلستان با استفاده از روش ماتریس اثرات سریع (RIAM)، *اولین کنفرانس ملی مدیریت سبز پسماند*، اردبیل.

فرهودی، ر؛ حبیبی، ک؛ زندی بختیاری، پ، (۱۳۸۴). مکانیابی محل دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از منطق فازی (Fuzzy Logic) در محیط GIS (مطالعه موردی شهر سنندج)، *هنرهای زیبا*، ۲۳، صفحات ۲۴-۱۵.

قنبرزاده لک، م؛ شریعتمداری، ن؛ صبور، م.ر؛ قناتیان نجف آبادی، ر؛ حیدری، م، (۱۳۹۲). تهیه مدل ارزیابی فنی، زیست‌محیطی و اقتصادی سناریوهای مدیریت پسماند جامد شهری با استفاده از GIS و ANP، (مطالعه موردی: شهر تهران)، *فصلنامه علوم محیطی*، ۱۱(۲)، صفحات ۹-۲۲.

قنبرزاده لک، م؛ صبور، م.ر، (۱۳۸۹). ارزیابی چرخه عمر سناریوهای دفع پسماند جامد شهری از نظر انتشار گازهای گلخانه‌ای و مصرف انرژی - مطالعه موردی: جزیره سیری، *محیط‌شناسی*، ۳۶(۵۵)، صفحات ۶۷-۷۸.

کاکایی، ک؛ ریاحی‌بختیاری، ع، (۱۳۹۵). بررسی وضعیت محل دفن پسماند همدان با روش ماتریس ارزیابی اثرات سریع محیط زیستی (RIAM)، *مجله پژوهش در بهداشت محیط*، ۲(۲)، صفحات ۱۷۳-۱۸۲.

کماسی، م؛ بیرانوند، ب، (۱۳۹۸). ارزیابی اثرات زیست محیطی سد ایوشان با استفاده از روش ماتریس لئوپولد و ماتریس ارزیابی سریع، *مطالعات علوم محیط زیست*، ۴(۲)، صفحات ۱۴۴۲-۱۴۲۷.

گیلوری، س؛ حافظی مقدس، ن؛ مظلومی بجستانی، ع؛ مظهری، س.ع، (۱۳۹۴). ارزیابی زیست‌محیطی (EIA) و مکان‌یابی بهینه محل دفن پسماند جامد شهری با استفاده از روشSAW، GIS و ماتریس لئوپولد (مطالعه موردی شهر یزد)، *طلوع بهداشت*، ۱۴(۶)، صفحات ۱۴۹-۱۶۲.

متکان، ع.ا؛ شکیبا، ع؛ پور علی، س.ح؛ نظم فر، ح، (۱۳۸۷). مکانیابی مناطق مناسب جهت دفن پسماند با استفاده از GIS (شهر تبریز)، *فصلنامه علوم محیطی*، ۶(۲)، صفحات ۱۲۱-۱۳۱.

مخدوم، م، (۱۳۸۷). چهار نکته در ارزیابی اثرات توسعه، *نشریه علمی محیط و توسعه*، (۳)۲، صفحات ۹-۱۲.

معین الدینی، م؛ طحاری مهرجردی، م.ح؛ خراسانی، ن.ا؛ دانه کار، ا؛ دروزش صفت، ع.ا، شاکری، ف، (۱۳۹۰) (الف). مکانیابی محل دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی فازی و تحلیل پوششی داده‌ها (مطالعه موردی: استان البرز)، *سلامت و محیط‌زیست*، ۴(۴)، صفحات ۴۹۲-۴۸۳.

معین الدینی، م؛ خراسانی، ن.ا؛ دانه کار، ا؛ درویش صفت، ع.ا، (۱۳۹۰) (ب). مکانیابی محل دفن پسماند شهر کرج با استفاده از تاپسیس فازی سلسله مراتبی؛ (مطالعه موردی شهر کرج)، *نشریه محیط‌زیست طبیعی*، ۶۴(۲)، صفحات ۱۵۵-۱۶۷.

منوری، م؛ عمرانی، ق.ع؛ علی اوسطی، ف، (۱۳۹۲). ارزشیابی محل دفن مواد زاید جامد کرج به روش غربال منطقه ای و محلی، *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، ۱۵(۴)، صفحات ۸۵-۹۶.

منوری، م؛ ارباب، پ، (۱۳۸۴). ارزشیابی زیست‌محیطی محل‌های دفن پسماندهای شهری استان تهران، *فصلنامه علوم محیطی*، ۸(۲)، صفحات ۱-۸.

میرآبادی، م؛ حسین عبدی قلعه، ع، (۱۳۹۶). مکانیابی محل دفن پسماند شهرستان بوکان با استفاده از منطق بولین و مدل AHP، *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۱۹(۱)، صفحات ۱۴۹-۱۶۸.

نیرآبادی، ه؛ حاجی میررحیمی، س.م، (۱۳۸۷). بکارگیری روشهای سلسله مراتبی و فازی در مکانیابی دفن زباله، *همایش ژئوماتیک ۸۷ و چهارمین همایش یکسان سازی نامهای جغرافیایی*، تهران.

ولی‌زاده، س؛ شکری، ز، (۱۳۹۴). بررسی کاربرد ماتریس لئوپولد ایرانی در ارزیابی اثرات محیطزیستی (EIA) گزینه‌های مدیریت پسماند جامد در شهر بیرجند، *سلامت و محیط‌زیست*، ۸(۲)، صفحات ۲۴۹-۲۶۲.

هواسی‌تک، ر؛ سعیدی‌جم، س، (بهمن ۱۳۹۵). مکان یابی مرکز دفن زباله شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرفیایی GIS (مطالعه موردی شهر ایلام)، *کنفرانس دو سالانه جامعه و معماری معاصر*، اصفهان.

Abesi, A., & Saeidi, M., (2009). Site selection of a hazardous waste landfill using GIS technique and priority processing, a power plant waste in Qazvin province case example, *Environmental Sciences*, 6(4), PP 121-134.

Ahmadi, M., Teymouri, P., Dinarvand, F., Hoseinzadeh, M., Babaei, A.A., & Jaafarzadeh, N. (2014). Municipal solid waste landfill site selection using analytical hierarchy process method and geographic information system in Abadan. *Iran J Health Sci*. 2(1), PP 37-50.

El-Naqa, A. (2005). Environmental impact assessment using rapid impact assessment matrix (RIAM) for Russeifa landfill, Jordan. *Environmental Geology*, 47(5), PP 632-639.

Hendrix, W.G., & Buckley, D.J. (1992). Use of a geographic information system for selection of sites for land application of sewage waste. *Journal of Soil and Water Conservation*, 47(3), PP 271-275.

Kara, C., & Doratli, N. (2012). Application of GIS/AHP in siting sanitary landfill: a case study in Northern Cyprus. *Waste Management & Research*, 30(9), PP. 966-980.

Moeinaddini, M., Khorasani, N., Danehkar, A., & Darvishsefat, A.A. (2010). Siting MSW landfill using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study: Karaj). *Waste management* 30(5), PP. 912-920.

Nouri, D., Sabour, M.R., & Ghanbarzadeh Lak, M. (2018). Industrial solid waste management through the application of multi-criteria decision-making analysis: a case study of Shamsabad industrial complexes. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 20, PP 43–58.

Pastakia, C.M., & Jensen, A. (1998). The rapid impact assessment matrix (RIAM) for EIA. *Environmental Impact Assessment Review*, 18(5), PP 461-482.

Ramjeawon, T., & Beerachee, B. (2008). Site selection of sanitary landfills on the small island of Mauritius using the analytical hierarchy process multi-criteria method. *Waste Management & Research*, 26(5), PP. 439-447.

Rawal, N., Nidhi, C., & Pandey, H.K. (2019). Rapid impact assessment matrix (RIAM)-based approach for selection of solid waste disposal site. *National Academy Science Letters*, 42(5), PP 395-400.

Şener, Ş., Sener, E., & Karagüzel, R. (2011). Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: a case study in Senirkent–Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 173(1), PP. 533-554.

Sumathi, V.R., Natesan, U., & Sarkar, C. (2008). GIS-based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill. *Waste management*, 28(11), PP. 2146-2160.

Suthar, S., & Sajwan, A. (2014). Rapid impact assessment matrix (RIAM) analysis as decision tool to select new site for municipal solid waste disposal: A case study of Dehradun city, India. *Sustainable Cities and Society*, 13, PP 12-19.