

Original Article

Evaluation and comparison of waste disposal methods as pollutants in Khorramabad city using the Rapid Assessment Matrix (RIAM) method

Sara Derikvandi¹, Noushin Birjandi^{2*}, Morteza Ghobadi²

1. M.SC student of Environment, Institute of Environmental Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor of Environment, Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran
3. Associate Professor of Environment, Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran

* Email: birjandi.n@lu.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Waste management is a fundamental challenge in urban communities, particularly in developing cities. Khorramabad, like many other cities in developing regions, faces the issue of improper waste disposal, leading to significant negative impacts on both the environment and public health. The aim of this research was to assess the environmental impacts of various waste disposal methods and identify the most appropriate option for waste management in Khorramabad.

Materials and Methods: In this study, four waste disposal methods were evaluated: sanitary landfilling, unhygienic landfilling, recycling, and composting. The evaluation was conducted using the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM), which allows for a structured and comprehensive analysis of the environmental, economic, and social impacts of each method. This tool facilitates the identification of the strengths and weaknesses of each waste disposal method, providing valuable insights for decision-makers in choosing the most suitable waste management strategy based on local conditions.

Results and Discussion: The results indicated that composting, with a score of -182 in the RIAM matrix, emerged as the most sustainable and efficient waste management solution. Composting offers significant environmental and economic benefits, particularly in cities with a high proportion of biodegradable waste. This method not only reduces the volume of waste sent to landfills but also transforms organic waste into valuable products for agriculture or green spaces, thus contributing to local economic development. Additionally, composting reduces the environmental burden associated with waste disposal, such as greenhouse gas emissions and contamination of soil, water, and air, which are commonly associated with unhygienic landfilling. When compared to other waste management methods, particularly unhygienic landfilling, composting demonstrated a clear advantage. Unhygienic landfilling, which received the lowest score of -620, was found to have detrimental environmental and economic impacts. This method contributes to pollution in the form of greenhouse gases, hazardous pollutants, and leachate, posing significant risks to public health and the environment. Moreover, unhygienic landfilling is economically inefficient due to the high costs

associated with land acquisition, long-term waste management, and environmental monitoring. In contrast, composting offers a more cost-effective solution by reducing landfill reliance and creating new opportunities in the green economy. The study also highlighted the value of the RIAM matrix as an effective analytical tool for assessing the environmental and economic impacts of different waste management strategies. This matrix provides a comprehensive framework for decision-makers to systematically compare the trade-offs between various waste management methods. It proved particularly useful in providing a rapid and systematic evaluation of the environmental and economic implications of each method, aiding in the selection of the most appropriate strategy for the specific needs of Khorramabad.

Conclusion: In conclusion, the findings of this research suggest that composting is the most viable and sustainable waste management option for Khorramabad. By reducing landfill waste, minimizing environmental pollution, and creating economic opportunities, composting presents a highly effective solution for managing biodegradable waste. Although the implementation of composting requires significant initial investment, its long-term benefits, including reduced environmental impacts and enhanced economic growth, justify the investment. This study provides valuable insights for urban managers to make informed and optimal decisions regarding sustainable waste management strategies for the future of Khorramabad.

Keywords: Municipal waste, Environmental impact assessment, RIAM matrix, Waste disposal methods, Khorramabad City.

مقاله پژوهشی

ارزیابی اثرات محیط زیستی روش‌های دفع پسماند در شهر خرم آباد با استفاده از ماتریس

RIAM

سارا دریکوندی^۱، نوشین بیرجندی^{۲*}، مرتضی قبادی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۲ استادیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

^۳ دانشیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

چکیده

سابقه و هدف: مدیریت پسماند یکی از چالش‌های اساسی در جوامع شهری، به‌ویژه در شهرهای در حال توسعه است. شهر خرم‌آباد با مشکل دفن غیربهداشتی پسماندهای شهری مواجه بوده که تأثیرات منفی گسترده‌ای بر محیط زیست و سلامت عمومی دارد. این پژوهش با هدف ارزیابی اثرات محیط زیستی روش‌های مختلف دفع پسماند و شناسایی مناسب‌ترین گزینه برای مدیریت پسماند در خرم‌آباد انجام شد.

مواد و روش: در این تحقیق، چهار روش دفع پسماند شامل دفن بهداشتی، دفن غیر بهداشتی، بازیافت و تولید کمپوست با استفاده از ماتریس ارزیابی اثرات محیط زیستی سریع (RIAM) مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. این ابزار به دلیل ساختار نظام‌مند و قابلیت تحلیل چندجانبه، امکان شناسایی نقاط قوت و ضعف هر روش را فراهم می‌کند.

نتایج و بحث: نتایج این مطالعه نشان داد که روش تولید کمپوست با کسب امتیاز ۱۸۲- در ماتریس RIAM به عنوان یک راه‌حل پایدار و کارآمد در مدیریت پسماندهای شهری، دارای مزایای قابل توجه محیط زیستی و اقتصادی است. با توجه به سهم بالای مواد فسادپذیر در ترکیب پسماندهای شهری، فرآیند تولید کمپوست نه تنها می‌تواند حجم پسماندهای ارسالی به محل‌های دفن را به طور معناداری کاهش دهد، بلکه از طریق تبدیل این مواد به محصولی مفید و قابل استفاده در کشاورزی یا فضای سبز، به ایجاد

* نویسنده مسئول. تلفن تماس: ۰۶۶۳۳۴۳۰۱۶۰ - ایمیل: birjandi.n@lu.ac.ir

ارزش افزوده و تقویت اقتصاد محلی کمک کند. این روش در مقایسه با سایر روش‌های مدیریت پسماند، به‌ویژه دفن غیربهداشتی، که با چالش‌های جدی مانند آلودگی خاک، آب و هوا و همچنین هزینه‌های بالای کنترل و نظارت همراه است، از برتری قابل توجهی برخوردار است. در این تحقیق، روش دفن غیربهداشتی به دلیل پیامدهای منفی محیط زیستی و اقتصادی، با امتیاز ۶۲۰- کمترین امتیاز را در میان گزینه‌های مورد بررسی کسب کرد. این روش نه تنها باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های خطرناک می‌شود، بلکه به دلیل نیاز به زمین‌های وسیع و هزینه‌های بالای مدیریت، از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه نیست. در مقابل، تولید کمپوست به‌عنوان یک روش سازگار با محیط زیست، می‌تواند به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، حفظ منابع طبیعی و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید منجر شود. همچنین نتایج نشان داد که استفاده از ماتریس RIAM به‌عنوان ابزاری مؤثر برای ارزیابی و مقایسه تأثیرات محیط زیستی و اقتصادی روش‌های مختلف مدیریت پسماند و یک ابزار تحلیلی جامع، می‌تواند به تصمیم‌گیرندگان و مدیران در انتخاب بهترین روش مدیریت پسماند بر اساس شرایط محلی و نیازهای خاص هر منطقه کمک کند. کاربرد این ماتریس به ویژه در شرایطی که نیاز به ارزیابی سریع و سیستماتیک تأثیرات محیط زیستی و اقتصادی وجود دارد، بسیار ارزشمند است.

نتیجه‌گیری: در مجموع، یافته‌های این تحقیق حاکی از آن است که تولید کمپوست نه تنها به عنوان یک روش دوستدار محیط زیست، بلکه به عنوان یک راه‌حل اقتصادی پایدار، می‌تواند نقش مهمی در بهبود سیستم‌های مدیریت پسماند در شهر خرم‌آباد ایفا نماید. این روش با کاهش حجم پسماندهای دفنی، کاهش آلودگی‌های محیط زیستی و ایجاد فرصت‌های اقتصادی، گزینه‌ای ایده‌آل برای شهرها و مناطق با حجم بالای پسماندهای فسادپذیر محسوب می‌شود. اگرچه اجرای این روش نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه قابل توجهی است، اما مزایای محیط زیستی و اقتصادی آن در بلندمدت این هزینه را توجیه می‌کند. این مطالعه به مدیران شهری کمک می‌کند تا بر اساس تحلیل‌های جامع، تصمیم‌گیری‌های بهینه‌ای برای مدیریت پایدار پسماند اتخاذ کنند.

واژه‌های کلیدی: پسماند شهری، ارزیابی اثرات محیط زیست، ماتریس RIAM، روش دفع پسماند، شهر خرم‌آباد.

مقدمه

مدیریت پسماند یکی از موضوعات مهم و حیاتی در حوزه محیط زیست شهری به شمار می‌رود که نقش به سزایی در حفظ سلامت عمومی، بهبود کیفیت زندگی، و کاهش اثرات منفی محیط زیستی دارد (Ghobadi, 2023). با افزایش جمعیت، گسترش شهرنشینی، و تغییر در الگوهای مصرف، حجم تولید پسماندها به طور چشمگیری افزایش یافته و این امر چالش‌های متعددی در زمینه مدیریت و دفع آن‌ها ایجاد کرده است (Gheybi et al., 2022). روش‌های مختلفی برای دفع پسماند شامل دفن بهداشتی، سوزاندن، کمپوست و بازیافت وجود دارد که هر کدام با اثرات محیط زیستی و اجتماعی متنوعی همراه هستند (Chakraborty et al., 2022). از این رو، انتخاب روش مناسب برای مدیریت پسماند

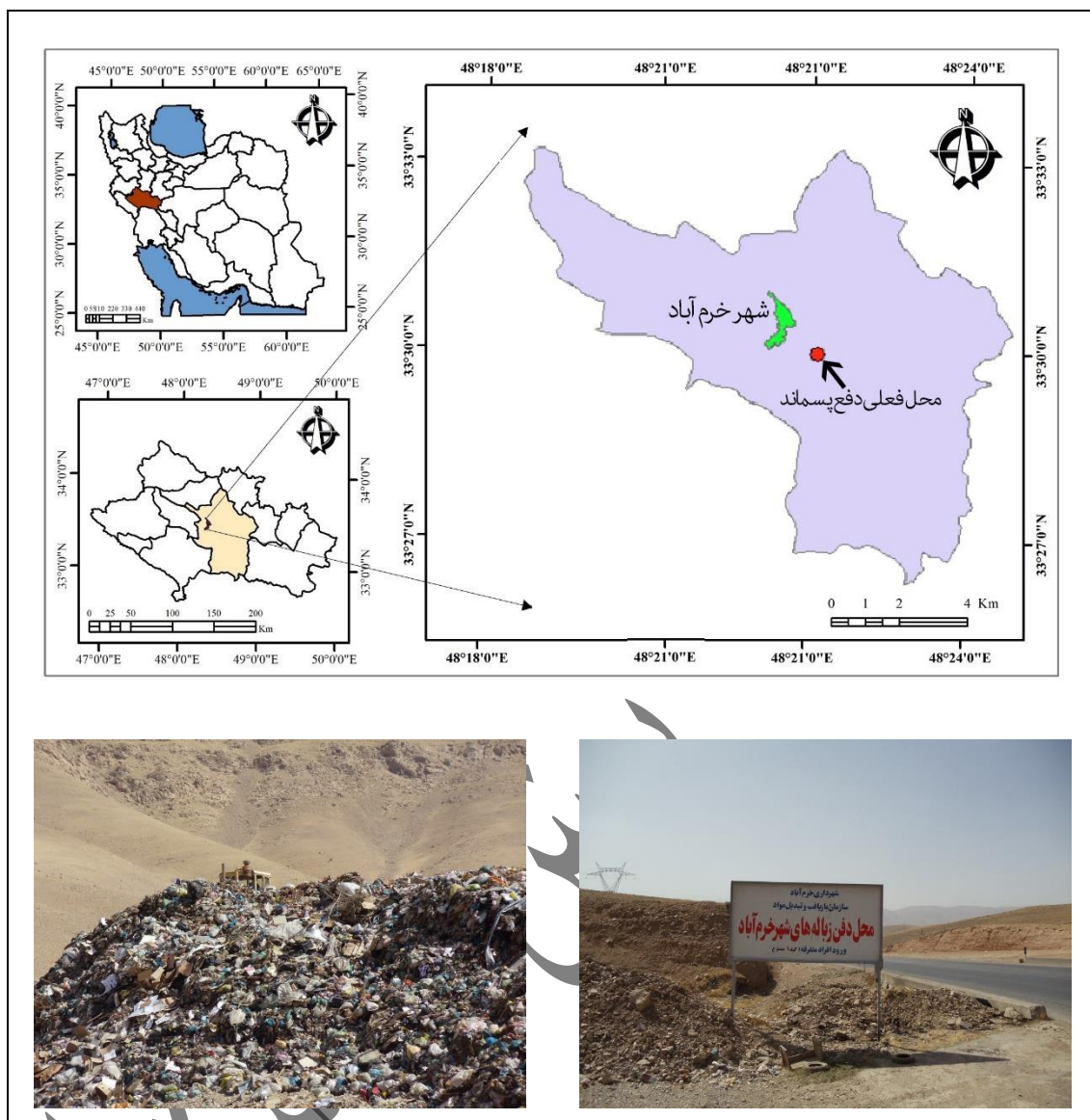
نیازمند رویکردی علمی و جامع است که تمام جنبه‌های محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی را در نظر گیرد (Abbasi et al., 2024). یکی از راهبردهای کلیدی برای انتخاب بهترین روش دفع پسماند، ارزیابی اثرات محیط زیستی روش‌های مختلف است (Khalili et al., 2021). اثرات محیط زیستی دفع پسماند می‌تواند شامل آلودگی آب، خاک، و هوا، انتشار گازهای گلخانه‌ای، و تأثیرات منفی بر اکوسیستم‌های محلی باشد. این اثرات بسته به روش دفع متفاوت است (Rawal et al., 2019). دفن پسماند ممکن است منجر به نشت شیرابه و آلودگی منابع آبی شود، در حالی که سوزاندن آن می‌تواند انتشار گازهای سمی و آلاینده را افزایش دهد. از این رو، تحلیل و ارزیابی این اثرات می‌تواند نقش مهمی در شناسایی و انتخاب گزینه‌های پایدار و کم‌اثرتر ایفا کند (Drayabeigi Zand and Vaezi Heir, 2019). شهر خرم‌آباد، به عنوان مرکز استان لرستان و یکی از شهرهای مهم ایران، با چالش‌های جدی در زمینه مدیریت پسماند مواجه است. افزایش جمعیت شهری، کمبود زیرساخت‌های مناسب، و مدیریت سنتی پسماند از جمله عواملی هستند که این موضوع را پیچیده‌تر کرده‌اند (Fazelnejad et al., 2019). در حال حاضر، بخش عمده‌ای از پسماندهای شهری این منطقه به صورت دفن در محل‌های نامناسب دفع می‌شوند که این امر منجر به بروز مشکلات محیط زیستی و بهداشتی متعددی شده است. با توجه به موقعیت جغرافیایی خاص و حساسیت‌های محیط زیستی منطقه، اتخاذ یک رویکرد علمی برای مدیریت پسماند ضروری به نظر می‌رسد (Abbasi, 2022). ماتریس ارزیابی اثرات محیط زیستی سریع (RIAM)¹ به عنوان یک ابزار کاربردی و جامع، قابلیت تحلیل چندجانبه اثرات محیط زیستی، اجتماعی، اقتصادی، و فنی را به طور همزمان دارد (Srivastava and Rawal, 2021). این روش با بهره‌گیری از یک چارچوب ساختار یافته و قابلیت مقایسه بین گزینه‌های مختلف، به تصمیم‌گیران و مدیران کمک می‌کند تا بهترین راهکار را برای مدیریت پسماند انتخاب کنند (Abbasi et al., 2024). از مزایای این روش می‌توان به سادگی اجرا، قابلیت انعطاف‌پذیری بالا، و دقت در تحلیل اثرات اشاره کرد (Chakraborty et al., 2022). پیشینه پژوهش در زمینه ارزیابی اثرات محیط زیستی دفع پسماند نشان‌دهنده استفاده گسترده از روش ماتریس ارزیابی سریع اثرات محیط زیستی در مطالعات مختلف، چه در داخل و چه در خارج از کشور است. در ایران، نیز این روش در سال‌های اخیر به طور فزاینده‌ای برای بررسی اثرات محیط زیستی محل دفن پسماندهای شهری و صنعتی به کار گرفته شده است. (Gheybi et al., 2022) از روش RIAM به منظور ارزیابی اثرات محیط زیستی استفاده کردند و از مزایای این روش را ارزیابی در زمان کم و قابلیت مقایسه گزینه‌ها بیان کردند. (Srivastava and Rawal, 2021) از ماتریس ارزیابی سریع RIAM برای ارزیابی مدیریت پسماند بیمارستان‌های شهر پریاگراج، هند استفاده کردند و ابزار ارزیابی RIAM را برای ارزیابی هرگونه فعالیت توسعه‌ای پیشنهادی و بخصوص برای مطالعات دقیق پروژه‌های بزرگ مفید دانستند. (Bahador et al., 2020) تأثیرات محیط زیستی محل دفن پسماند

شهرستان یزد را با استفاده از ماتریس RIAM بررسی کردند و با تحلیل نتایج، اثرات مخرب دفن غیر بهداشتی پسماندها بر آب، خاک و بهداشت عمومی را شناسایی کرده و بر لزوم بازنگری در شیوه‌های دفع تأکید کردند. Taheri *et al.* (2017) با استفاده از این روش، تأثیرات محیط زیستی دفن پسماندهای جامد در شهر تبریز را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که تولید کمپوست به عنوان بهترین اولویت باید مدنظر قرار گیرد. Kakaei *et al.* (2016) در مطالعه ای محل دفن پسماند شهر همدان از جنبه‌های گوناگون محیط زیستی ارزیابی کردند و نشان دادند که ادامه روند فعلی دفن پسماند غیر قابل قبول است و نیاز به تغییرات اساسی در مدیریت پسماند دارد. EI_Naqa (2015) در پژوهشی در شهر روستیفا، اردن، سه گزینه برای محل دفن زباله پیشنهاد کرد و با استفاده از این روش آن‌ها را ارزیابی نمود که نتایج پژوهش نشان داد انتقال پسماند کمترین اثرات منفی را به دنبال دارد، در حالی که آلودگی آب‌های زیرزمینی، هوا و مسائل بهداشتی، بیشترین اثرات منفی را ایجاد می‌کنند. Sajwan and Suthar (2014) از روش RIAM برای تحلیل محل دفن زباله‌های شهری استفاده کردند و به نتایجی مشابه دست یافتند. Hoveidi *et al.* (2013) با استفاده از روش RIAM نشان دادند که دفن بهداشتی، در اولویت اول برای مدیریت پسماند قرار دارد. مطالعات خارجی نیز نشان‌دهنده تأثیر مثبت استفاده از روش RIAM در ارزیابی اثرات محیط زیستی محل‌های دفن پسماند است. Mondal and Dasgupta (2010) در مطالعه‌ای گزینه‌های مختلف دفع زباله را در شهر بناراس هند مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که دفن بهداشتی مناسب‌ترین گزینه برای مدیریت پسماند است. برخی مطالعات سعی کرده‌اند تا روش RIAM را از جنبه‌های مختلف توسعه دهند. برای مثال، مطالعه Ijäs *et al.* (2010) تأثیرات اقتصادی و اجتماعی استفاده از این روش را بررسی کرد و پیشنهادهایی برای بهبود کارایی آن ارائه داد. نتایج این مطالعه نشان داد که می‌توان با گسترش کاربرد RIAM به ابعاد اجتماعی و اقتصادی، آن را به ابزاری جامع‌تر برای ارزیابی اثرات محیط زیستی پروژه‌های مختلف تبدیل کرد. به طور کلی، پژوهش‌های انجام‌شده در داخل و خارج از کشور نشان می‌دهد که استفاده از ماتریس RIAM، رویکردی کارآمد برای ارزیابی اثرات محیط زیستی و شناسایی بهترین گزینه‌ها برای مدیریت پسماند است. این روش نه تنها به تحلیل جامع اثرات کمک می‌کند، بلکه می‌تواند زمینه‌ساز تصمیم‌گیری‌های بهینه در حوزه مدیریت پسماند و کاهش اثرات منفی محیط زیستی شود. در ایران، بهره‌گیری از این روش در سال‌های اخیر افزایش یافته و همچنان یکی از ابزارهای کلیدی در مدیریت پایدار پسماند محسوب می‌شود. این مقاله با هدف تحلیل و مقایسه روش‌های دفع پسماند در شهر خرم‌آباد با رویکرد RIAM، گامی در جهت کاهش اثرات منفی محیط زیستی و بهبود مدیریت پسماند در این شهر می‌باشد. نتایج حاصل می‌تواند به عنوان مدلی کارآمد در برنامه‌ریزی‌های آینده برای سایر شهرهای مشابه مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

خرم‌آباد، مرکز استان لرستان و یکی از شهرهای تاریخی، فرهنگی و راهبردی ایران، در غرب کشور واقع شده است. این شهر با جمعیت ۳۷۳,۴۱۶ نفر بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ و ارتفاع ۱۱۴۷,۸ متر از سطح دریا، در میان دره‌های زیبای زاگرس قرار دارد و با فاصله ۴۹۰ کیلومتری از تهران، به واسطه قرارگیری در مسیر ارتباطی تهران-جنوب و عبور آزادراه شماره پنج ایران، از اهمیت ارتباطی و اقتصادی بالایی برخوردار است. خرم‌آباد به دلیل توسعه شهری سریع و افزایش جمعیت، با چالش‌های جدی در حوزه مدیریت پسماند مواجه شده است. این شهر روزانه ۴۰۰ تن زباله تولید می‌کند که معادل سرانه ۷۵۰ گرم به ازای هر نفر است (Ghobadi et al. 2020). پسماندهای تولیدی شامل انواع زباله‌های خانگی، صنعتی، کشاورزی و بیمارستانی است که به دلیل کمبود زیرساخت‌های لازم برای جمع‌آوری و پردازش، عمدتاً به مراکز دفن زباله منتقل می‌شوند. نبود فرهنگ تفکیک زباله در مبدا و آگاهی عمومی ناکافی، مشکلات محیط‌زیستی قابل توجهی مانند انباشت زباله در معابر عمومی، ایجاد بوی نامطبوع، آلودگی‌های آب و خاک و از دست رفتن فرصت‌های اقتصادی مرتبط با بازیافت را به همراه داشته است. علاوه بر این، عدم وجود مراکز بازیافت مناسب و ناکارآمدی سیستم‌های جمع‌آوری زباله در بسیاری از مناطق، فشار بیشتری بر مدیریت پسماند وارد کرده است. با این حال، اقداماتی نظیر برگزاری کمپین‌های آموزشی توسط شهرداری خرم‌آباد و سازمان‌های غیردولتی برای افزایش آگاهی عمومی در زمینه اهمیت تفکیک زباله و بازیافت، و همچنین تلاش برای راه‌اندازی ایستگاه‌های بازیافت، از جمله گام‌های مثبت برای بهبود وضعیت بوده است. با توجه به موقعیت ویژه خرم‌آباد و اهمیت محیط‌زیستی این منطقه، بررسی روش‌های نوین و علمی مدیریت پسماند، از جمله ارزیابی اثرات محیط‌زیستی روش‌های دفع پسماند با استفاده از ماتریس ارزیابی سریع، می‌تواند نقش مهمی در شناسایی و پیاده‌سازی راهکارهای مؤثر و پایدار ایفا کند. این رویکردها نه تنها به کاهش مشکلات ناشی از پسماند در این شهر کمک می‌کند، بلکه کیفیت زندگی شهروندان را ارتقا داده و محیط زیست و منابع طبیعی منطقه را حفظ خواهد کرد. دستیابی به یک سیستم مدیریت پسماند کارآمد، نیازمند همکاری هماهنگ دولت، شهرداری، سازمان‌های مردم‌نهاد و مشارکت فعال شهروندان است. از این رو، با بهره‌گیری از ابزارهای علمی مانند RIAM و اتخاذ برنامه‌ریزی‌های جامع، می‌توان گامی مؤثر برای آینده‌ای پاک‌تر و پایدارتر برای خرم‌آباد برداشت.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهر خرم آباد

Fig 1- Geographical location of Khorramabad city

روش تحقیق

مفهوم ماتریس سریع، نخستین بار توسط پاستاکیا در سال ۱۹۹۸ ابداع گردید، این روش بر اساس امتیاز دهی به اثرات فعالیت های پروژه بر روی فاکتور های محیط زیست میباشد، این امتیاز دهی با استفاده از معیار های تعیین شده صورت می گیرد. فرآیند EIA شامل چندین مرحله اصلی و شامل غربال گری، دامنه یابی، شناخت وضعیت محیط زیست، پیش بینی اثرات، ارزیابی اثرات، پایش و برنامه مدیریت نتایج می باشد. طی این فرآیند اجزای محیط زیستی به

چهار دسته کلی شامل: فیزیکی-شیمیایی (PC)، بیولوژیکی-اکولوژی (BE)، اجتماعی- فرهنگی (SC) و اقتصادی- عملیاتی (EO) تقسیم شدند (Ghobadi and Ahmadipari, 2022). در RIAM اجزای محیط زیستی (چهار گروه BE، SC، EO و PC) در ردیف ها و معیارها در ستون ها ماتریس قرار می گیرند. فیزیکی- شیمیایی: این مؤلفه پوشش دهنده تمام خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و محیط زیستی است که شامل منابع طبیعی محدود شونده و از بین رفتن محیط زیست به وسیله آلودگی ها است. بیولوژیکی- اکولوژیکی: این مؤلفه پوشش دهنده تمام اجزای زیستی محیط زیست و شامل منابع طبیعی تجدید شونده، حفاظت و تنوع زیستی، تداخل بین گونه ای و آلودگی های زیست کره است. اجتماعی- فرهنگی: پوشش دهنده تمام جنبه های انسانی محیط زیست بوده و شامل جنبه های اجتماعی تحت تأثیر انسان ها و جوامع به همراه جنبه های فرهنگی شامل حفاظت از میراث فرهنگی و توسعه بشری است. اقتصادی- عملیاتی: شناسایی کیفی پیامدهای اقتصادی تغییرات محیط زیستی چه به صورت موقت و یا دائم است. معیارها در RIAM به دو دسته کلی تقسیم می شوند (Ghobadi et al., 2020): معیارهای A که نشان دهنده بزرگی اثر هستند و قادرند به طور مستقل بر امتیاز نهایی تأثیر گذار باشند. معیارهای B که نشان دهنده ارزش موقعیت هستند و به تنهایی قادر به تغییر امتیاز نهایی نیستند، (جدول ۱).

جدول ۱- معیارهای ارزیابی

Table 1- Evaluation criteria

معیارها	مقیاس	توصیف
---------	-------	-------

اهمیت ملی و بین المللی	۴	A1
اهمیت منطقه ای و محلی	۳	(شعاع اثرگذاری)
اهمیت برای مناطق حاشیه محل	۲	
فقط دارای اهمیت برای شرایط محلی	۱	
بدون اهمیت	۰	
اثر بسیار زیاد	۳	A2
اثر معنی دار مثبت	۲	(بزرگی اثر)
اثر مثبت	۱	
بی اثر	۰	
اثر منفی	-۱	
اثر معنی دار منفی	-۲	
اثر بسیار منفی	-۳	
بدون تغییر	۱	B1
موقتی	۲	(پایداری)
دائمی	۳	
بدون تغییر	۱	B2
برگشت پذیر	۲	(برگشت پذیری)
برگشت ناپذیر	۳	
بدون اثر	۱	B3
اثر غیر تجمعی (منفرد)	۲	(تجمع پذیری)
اثرات تجمعی و تشدید شونده	۳	

بعد از آنکه اجزای محیط زیستی متأثر از گزینه های موجود تشکیل داده شد، امتیازدهی صورت می گیرد و در نهایت امتیاز محیط زیستی که نشان دهنده وضعیت محیط زیستی فعالیت های پروژه است مطابق معادله ۱ تا ۳ محاسبه شده است (Ghobadi and Ahmadipari, 2022).

$$A1 \times A2 = TA \quad (۱)$$

$$B1 \times B2 \times B3 = TB \quad (۲)$$

که در آن A1 شعاع اثرگذاری، A2 بزرگی اثر، TA حاصل ضرب A1 و B1 پایداری، B2 برگشت پذیری، B3 تجمع پذیری و TB حاصل جمع کل B می باشد.

$$TA \times TB = ES \quad (3)$$

و در نهایت ES که همان امتیاز محیط زیستی است محاسبه می شود، برای تأمین یک سیستم دقیق تر ارزیابی، امتیازهای ES در محدوده هایی (RB) که قابل محاسبه باشند قرار میگیرند (جدول ۲). در این مطالعه برای دستیابی به مقیاس کمی، فراوانی کلاس های RB از (+E تا -E) در میانگین رده ها ضرب شده و ارزش نهایی هر گزینه محاسبه شد.

جدول ۲- تبدیل امتیازات محیط زیستی به دامنه ها

Table 2- Converting environmental points to domains

امتیاز محیط زیستی	محدوده تغییرات	توصیف محدود تغییرات
+۷۲ تا +۱۰۸	+E	اثر بسیار مثبت
+۳۶ تا +۷۱	+D	اثرات مثبت معنی دار
+۱۹ تا +۳۵	+C	اثرات مثبت متوسط
+۱۰ تا +۱۸	+B	اثرات مثبت
+۱ تا +۹	+A	اثرات مثبت اندک
۰	N	بدون تغییر
-۱ تا -۹	-A	اثرات منفی اندک
-۱۰ تا -۱۸	-B	اثرات منفی
-۱۹ تا -۳۵	-C	اثرات منفی متوسط
-۳۶ تا -۷۱	-D	اثرات منفی معنی دار
-۷۲ تا -۱۰۸	-E	اثرات بسیار منفی

نتایج و بحث

نتایج حاصل از ارزیابی اثرات محیط زیستی برای روش های مختلف دفع پسماند شهری در خرم آباد، نشان دهنده تفاوت های قابل توجهی در تأثیرات محیط زیستی و اقتصادی آنها بود. براساس ماتریس RIAM، روش دفن غیر بهداشتی پسماندها که در حال حاضر در این شهر اعمال می شود، کمترین امتیاز را دریافت کرد. این روش با امتیاز ۶۲۰- در ماتریس RIAM، براساس جدول ۳، از نظر اثرات منفی محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی در وضعیت

نامناسبی قرار دارد. یکی از بزرگترین مشکلات دفن غیر بهداشتی، عدم تفکیک و پیش‌پردازش مناسب پسماندها است که موجب تخلیه مستقیم شیرابه‌ها به منابع آبی سطحی و زیرزمینی می‌شود و به این ترتیب به شدت کیفیت آب‌های مصرفی را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، بوی نامطبوع و آلودگی‌های میکروبی ناشی از پسماندها، تهدیدی برای سلامت عمومی به شمار می‌آید. از نظر اقتصادی نیز، این روش هزینه‌های بالایی برای حمل و نقل پسماندها به محل دفن دارد و به جز زباله‌یاب‌ها هیچ سود اقتصادی دیگری حاصل نمی‌شود. علاوه بر این، خطرانی نظیر انفجار یا خودسوزی پسماندها نیز تهدیدات جدی برای محل دفن به شمار می‌آید (Chakraborty *et al.*, 2022). بنابراین، این روش تنها می‌تواند برای پسماندهایی که تجزیه زیستی ندارند یا قابلیت بازیافت در آن‌ها وجود ندارد، پیشنهاد گردد. با توجه به نتایج این مطالعه، واضح است که ادامه روش فعلی دفن غیر بهداشتی پسماندها در مقایسه با سایر گزینه‌های پیشنهادی، رویکردی غیر منطقی است و اثرات منفی بسیار شدیدی را به همراه دارد.

جدول ۳- نتایج امتیازدهی و آنالیز RIAM برای گزینه دفن غیر بهداشتی

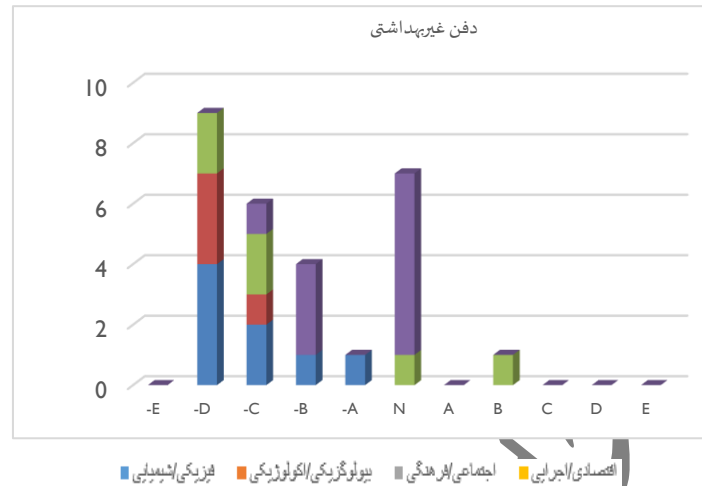
Table 3- RIAM scoring and analysis results for the unsanitary burial option

اجزا						
B ₃	B ₂	B ₁	A ₂	A ₁	محدوده تغییرات	محیط زیستی / شیمیایی امتیاز محیط زیستی
3	1	3	-2	4	-D	-56
3	1	3	-2	3	-D	-42
3	1	3	-3	3	-D	-63
3	1	3	-1	1	-A	-7
2	1	3	-2	2	-C	-24
2	1	3	-3	2	-D	-36
1	3	1	-2	1	-B	-80
2	1	3	-2	2	-C	-24
محیط زیستی / اکولوژیکی						
3	3	1	-3	2	-D	-42
3	3	1	-2	2	-C	-28
3	3	1	-2	3	-D	-42
3	3	1	-3	2	-D	-42

محیط اجتماعی / فرهنگی							
1	1	3	-3	2	-C	-30	زیبایی شناسی
1	2	3	-3	2	-D	-36	جوامع انسانی نزدیک محل دفن (مقبولیت عمومی)
3	3	1	-3	3	-D	-63	بهداشت عمومی
1	1	3	-2	2	-C	-20	توسعه و اجرای پروژه های خانه سازی
1	1	3	1	2	B	10	مشکل بیکاری و ایجاد فرصت های شغلی
1	3	1	0	2	N	0	سطح مهارتی
محیط اقتصادی / اجرایی							
1	1	3	0	2	N	0	پیچیدگی های تکنولوژی
1	1	3	0	2	N	0	عملیات تخصصی
1	1	3	-1	3	-B	-15	ضرورت تامین انرژی
1	1	3	-2	2	-C	-20	ضرورت تامین زمین
1	1	3	0	2	N	0	ضرورت تامین زمین برای دفن باقیمانده
1	1	3	0	2	N	0	ضرورت تامین آب
1	1	3	0	3	N	0	ضرورت تامین مواد شیمیایی
1	1	3	-1	3	-B	-15	هزینه های رایج
1	1	3	0	3	N	0	بازاریابی برای محصول بازیافتی
1	1	3	-1	3	-B	-15	هزینه های سرمایه گذاری
						-620	جمع

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می شود این روش نشان دهنده وضعیت بسیار نامناسب آن از نظر محیط زیستی است. دفن غیر بهداشتی پسماندها علاوه بر آلودگی های محیط زیستی و تهدیدات جدی برای منابع آب به دلیل عدم کنترل شیرابه ها و گازهای سمی تولیدی، منجر به تخریب محیط زیست به ویژه اکوسیستم های طبیعی می شود. این روش به دلیل عدم تفکیک و پیش پردازش مناسب پسماندها، شیرابه ها به صورت مستقیم وارد منابع آب سطحی و زیرزمینی می شوند و می توانند کیفیت آب های مصرفی را به طرز قابل توجهی کاهش دهند. این وضعیت به طور غیرمستقیم سلامت عمومی را به خطر می اندازد و باعث گسترش بیماری ها و آلودگی های میکروبی در جامعه خواهد شد. به علاوه، در حالی که تاثیرات اقتصادی این روش نسبت به سایر گزینه ها کمتر به نظر می رسد، اما عدم نیاز به سرمایه گذاری های

سنگین و هزینه‌های پایین‌تر از عوامل جذابیت آن است، اما این صرفه‌جویی‌ها نمی‌توانند به تنهایی جبران اثرات منفی آن بر محیط زیست و سلامت عمومی شوند (Drayabeigi Zand and Vaezi Heir, 2019).



شکل ۲- نمودار نتایج امتیازات حاصل از روش RIAM برای روش دفع غیر بهداشتی پسماند

Fig 2- Graph of the results of the RIAM method scores for the unsanitary waste disposal method

در مقابل، گزینه دفن بهداشتی با امتیاز ۴۳۲- از نظر اثرات محیط زیستی در جایگاه بهتری نسبت به دفن غیر بهداشتی قرار دارد (جدول ۴ و شکل ۳). اگرچه این روش هزینه‌های سرمایه‌گذاری، عملیاتی و نگهداری بسیار بالاتری دارد، اما تاثیرات مثبت آن از جمله جلوگیری از انتشار بوی نامطبوع، آلودگی‌های خاک و آب‌های زیرزمینی و همچنین جلوگیری از تجمع جوندگان و حشرات موذی قابل توجه است. همچنین، طراحی سیستم جمع‌آوری شیرابه و تهویه گازهای تولیدی در این روش می‌تواند به کاهش آلودگی‌های ناشی از این منابع کمک کند. با این حال، به دلیل هزینه‌های بالای اجرای این روش، ممکن است برخی از مسئولان از آن به عنوان یک گزینه هزینه‌بر صرف نظر کنند (Gheybi et al., 2022).

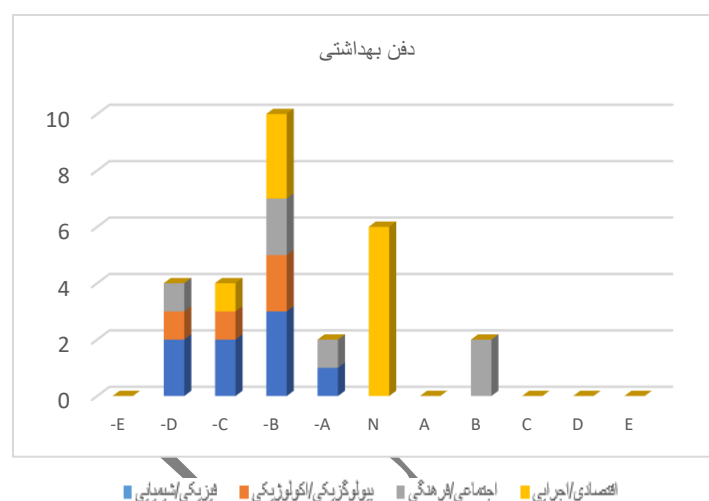
جدول ۴- نتایج امتیازدهی و آنالیز RIAM برای گزینه دفن بهداشتی

Table 4- RIAM scoring and analysis results for the sanitary landfill option

اجزا						
B ₃	B ₂	B ₁	A ₂	A ₁	محدوده	محیط زیستی / شیمیایی
					امتیاز محیط	
					زیستی	
					تغییرات	

3	1	3	-2	3	-D	-42	آلودگی هوا و انتشار گازهای گلخانه ای	1
2	1	2	-2	3	-C	-30	آلودگی آب های سطحی	2
3	1	3	-3	3	-D	-63	ناخالصی آب های زیرزمینی	3
2	1	2	-1	1	-A	-5	آلودگی صوتی	4
2	1	2	-1	2	-B	-10	انتشار بوهای نامطبوع	5
2	1	3	-2	2	-C	-28	ناپایداری خاک و فرسایش	6
1	3	1	-2	1	-B	-10	توپوگرافی و سیمای سرزمین	7
3	1	3	-2	1	-B	-14	حاصل خیزی و کیفیت خاک	8
محیط زیستی / اکولوژیکی								
3	3	1	-2	2	-B	-28	فلور و پوشش گیاهی	1
3	3	1	-1	2	-B	-14	جمعیت جانوری	2
3	3	1	-2	3	-D	-42	تنوع زیستی	3
3	3	1	-2	2	-C	-28	زیستگاه های گیاهی و جانوری	4
محیط اجتماعی / فرهنگی								
2	3	1	-1	2	-B	-12	زیبایی شناسی	1
2	2	3	-1	2	-B	-14	جوامع انسانی نزدیک محل دفن (مقبولیت عمومی)	2
3	3	1	-2	3	-D	-42	بهداشت عمومی	3
1	1	3	-1	1	-A	-5	توسعه و اجرای پروژه های خانه سازی	4
1	1	3	1	2	B	10	مشکل بیکاری و ایجاد فرصت های شغلی	5
1	3	1	1	2	B	10	سطح مهارتی	6
محیط اقتصادی / اجرایی								
1	1	3	0	2	N	0	پیچیدگی های تکنولوژی	1
1	1	3	0	2	N	0	عملیات تخصصی	2
1	1	3	-1	2	-B	-10	ضرورت تامین انرژی	3
1	1	3	-2	3	-C	-30	ضرورت تامین زمین	4
1	1	3	0	2	N	0	ضرورت تامین زمین برای دفن باقیمانده	5
1	1	3	0	1	N	0	ضرورت تامین آب	6

7	ضرورت تامین مواد شیمیایی	0	N	3	0	3	1	1
8	هزینه های رایج	-10	-B	2	-1	3	1	1
9	بازاریابی برای محصول بازیافتی	0	N	3	0	3	1	1
10	هزینه های سرمایه گذاری	-15	-B	3	-1	3	1	1
جمع		-432						



شکل ۳- نمودار نتایج امتیازات حاصل از روش RIAM برای روش دفن بهداشتی پسماند

Fig 3- Graph of the results of the RIAM method scores for the sanitary landfill method

گزینه سوم، بازیافت پسماندها، به دلیل قابلیت جلوگیری از هدررفت انرژی و منابع طبیعی و کاهش مصرف مواد خام اولیه، در اولویت دوم قرار گرفت. بر اساس نتایج ماتریس RIAM، این گزینه امتیاز ۲۶۹- را کسب کرد (جدول ۵). با توجه به شکل ۴ اگرچه بازیافت می‌تواند از نظر محیط زیستی و اقتصادی بسیار مفید باشد، اما باید به این نکته توجه کرد که احداث کارخانه‌های بازیافت نیز می‌تواند تأثیرات منفی بر محیط زیست داشته باشد، زیرا ممکن است فرآیند ساخت و ساز و فعالیت‌های صنعتی مرتبط با آن به محیط زیست آسیب برساند. همچنین، آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های کارخانه بازیافت ممکن است مقبولیت اجتماعی این روش را کاهش دهد، اما از سوی دیگر، تأثیرات مثبت اقتصادی آن در ایجاد اشتغال و تولید منابع جدید، می‌تواند به مقبولیت عمومی کمک کند (Ghobadi et al., 2020).

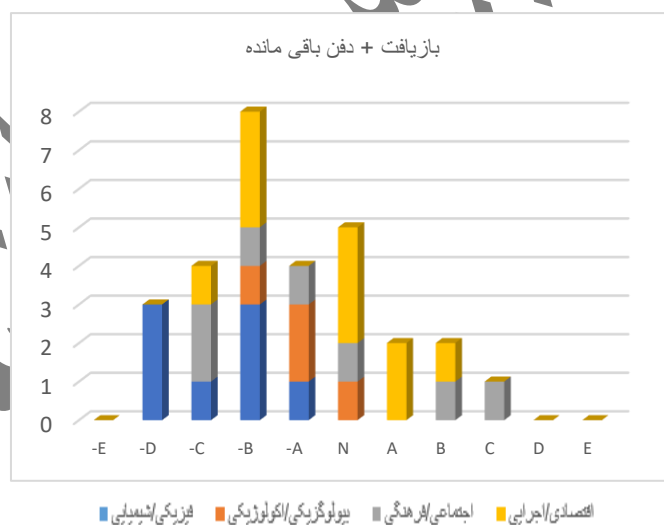
جدول ۵- نتایج امتیازدهی و آنالیز RIAM برای گزینه بازیافت پسماند

Table 5- RIAM scoring and analysis results for waste recycling option

اجزا								
B ₃	B ₂	B ₁	A ₂	A ₁	محدوده	امتیاز محیط زیستی	محیط زیستی / شیمیایی	
					تغییرات			
2	1	3	-2	3	-D	-36	آلودگی هوا و انتشار گازهای گلخانه ای	1
3	1	2	-2	2	-C	-24	آلودگی آب های سطحی	2
3	2	3	-2	3	-D	-48	ناخالصی آب های زیرزمینی	3
2	2	2	-1	2	-B	-12	آلودگی صوتی	4
2	2	2	-2	2	-D	-24	انتشار بوهای نامطبوع	5
3	3	3	-1	1	-A	-9	ناپایداری خاک و فرسایش	6
1	3	1	-2	1	-B	-10	توپوگرافی و سیمای سرزمین	7
2	1	3	-2	1	-B	-12	حاصل خیزی و کیفیت خاک	8
محیط زیستی / اکولوژیکی								
1	1	1	-1	2	-A	-6	فلور و پوشش گیاهی	1
1	1	1	0	2	N	0	جمعیت جانوری	2
1	1	1	-1	2	-A	-6	تنوع زیستی	3
1	1	1	-2	2	-B	-12	زیستگاه های گیاهی و جانوری	4
محیط اجتماعی / فرهنگی								
1	2	3	-2	2	-C	-24	زیبایی شناسی	1
2	2	2	-2	1	-B	-12	جوامع انسانی نزدیک محل دفن (مقبولیت عمومی)	2
1	1	3	-2	3	-C	-30	بهداشت عمومی	3
1	1	2	0	1	N	0	توسعه و اجرای پروژه های خانه سازی	4
1	1	3	2	2	C	20	مشکل بیکاری و ایجاد فرصت های شغلی	5
1	1	3	1	2	B	10	سطح مهارتی	6

محیط اقتصادی / اجرایی

1	2	1	1	1	A	4	پیچیدگی های تکنولوژی	1
1	1	3	0	2	N	0	عملیات تخصصی	2
1	1	3	-1	2	-B	-10	ضرورت تامین انرژی	3
1	1	3	-2	2	-C	-20	ضرورت تامین زمین	4
1	1	1	1	2	A	6	ضرورت تامین زمین برای دفن باقیمانده	5
1	1	3	0	1	N	0	ضرورت تامین آب	6
1	1	3	0	3	N	0	ضرورت تامین مواد شیمیایی	7
1	1	3	-1	2	-B	-10	هزینه های رایج	8
1	1	3	1	3	B	15	بازاریابی برای محصول بازیافتی	9
1	1	3	-1	3	-B	-15	هزینه های سرمایه گذاری	10
						-269	جمع	



شکل ۴- نمودار نتایج امتیازات حاصل از روش RIAM برای روش بازیافت پسماند

Fig 4- Graph of RIAM score results for waste recycling method

در نهایت، گزینه تولید کمپوست از پسماندها، به عنوان بهترین گزینه برای مدیریت پسماندها در خرم آباد شناخته شد. این گزینه با امتیاز ۱۸۲- در ماتریس RIAM، نسبت به سایر گزینه ها امتیاز بالاتری را کسب کرد و بالاترین اولویت را برای اجرایی شدن به خود اختصاص داد (جدول ۶ و شکل ۵). این گزینه به دلیل درصد بالای مواد فسادپذیر در

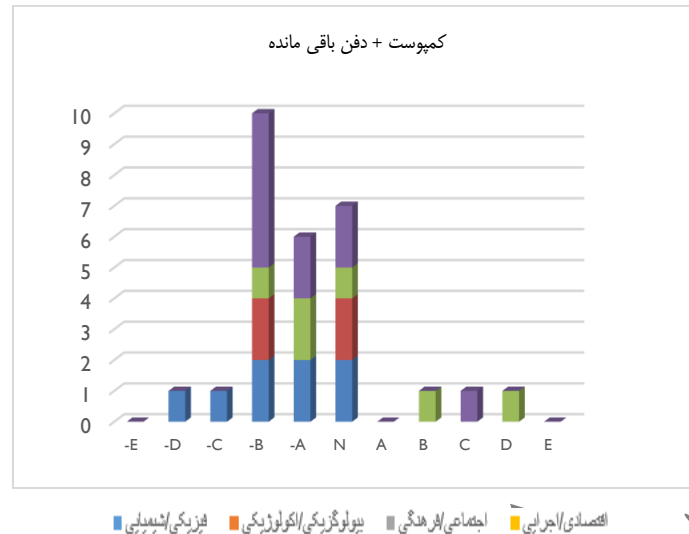
پسماندهای شهری، می‌تواند به عنوان کود برای کشاورزان محلی استفاده شود و علاوه بر کاهش پسماندهای دفنی، به افزایش بهره‌وری در کشاورزی و کاهش هزینه‌های جمع‌آوری و دفع زباله کمک کند. تولید کمپوست از پسماندها با توجه به مزایای محیط زیستی و اقتصادی، گزینه‌ای پایدار و موثر به شمار می‌آید که می‌تواند در بلندمدت بسیاری از مشکلات محیط زیستی و اقتصادی شهر خرم‌آباد را حل کند. هرچند هزینه‌های اولیه برای احداث کارخانه کمپوست می‌تواند اثرات منفی کوتاه‌مدتی ایجاد کند، اما سود حاصل از تولید کمپوست و استفاده از آن در کشاورزی، این هزینه‌ها را در بلندمدت جبران خواهد کرد (Taheri *et al.*, 2017). به طور کلی، تولید کمپوست به عنوان یک راهکار پایدار و اقتصادی برای مدیریت پسماندها در خرم‌آباد توصیه می‌شود.

جدول ۶- نتایج امتیازدهی و آنالیز RIAM برای گزینه تولید کمپوست

Table 6- RIAM scoring and analysis results for the compost production option

اجزا							
محیط زیستی / شیمیایی							
امتیاز محیط زیستی							
محدوده تغییرات							
B ₃	B ₂	B ₁	A ₂	A ₁			
1	1	2	-1	1	-A	-4	1
2	3	3	0	1	N	0	2
2	2	3	-1	2	-B	-14	3
2	2	2	0	2	N	0	4
2	1	3	-2	3	-D	-36	5
2	3	2	-1	1	-A	-7	6
1	3	1	-2	1	-B	-10	7
2	3	3	-2	2	-C	-32	8
محیط زیستی / اکولوژیکی							

1	1	1	-2	3	-B	-18	فلور و پوشش گیاهی	1
1	1	2	0	2	N	0	جمعیت جانوری	2
1	1	2	-2	2	-B	-16	تنوع زیستی	3
1	1	3	0	2	N	0	زیستگاه های گیاهی و جانوری	4
محیط اجتماعی / فرهنگی								
1	2	2	-1	1	-A	-5	زیبایی شناسی	1
1	1	2	-1	1	-A	-4	جوامع انسانی نزدیک محل دفن (مقبولیت عمومی)	2
1	1	1	-2	3	-B	-18	بهداشت عمومی	3
1	1	1	0	1	N	0	توسعه و اجرای پروژه های خانه سازی	4
2	1	3	2	3	D	36	مشکل بیکاری و ایجاد فرصت های شغلی	5
2	2	2	1	2	B	12	سطح مهارتی	6
محیط اقتصادی / اجرایی								
1	1	1	-1	3	-A	-9	پیچیدگی های تکنولوژی	1
1	1	2	-1	3	-B	-12	عملیات تخصصی	2
1	1	2	-1	3	-B	-12	ضرورت تامین انرژی	3
1	1	2	-1	2	-A	-8	ضرورت تامین زمین	4
1	1	2	0	2	N	0	ضرورت تامین زمین برای دفن باقیمانده	5
2	2	2	-2	1	-B	-12	ضرورت تامین آب	6
1	1	2	-2	2	-B	-16	ضرورت تامین مواد شیمیایی	7
1	1	1	-2	3	-B	-18	هزینه های رایج	8
1	1	2	0	1	N	0	بازاریابی برای محصول بازیافتی	9
2	2	3	1	3	C	21	هزینه های سرمایه گذاری	10
						-182	جمع	



شکل ۵- نمودار نتایج امتیازات حاصل از روش RIAM برای روش کمپوست پسماند

Fig 5- Graph of RIAM score results for the waste composting method

مقایسه نتایج برای تعیین اولویت و انتخاب بهترین جایگزین در قالب ماتریس RIAM در جدول ۷ نشان داده شده است. سه گزینه پیشنهادی دیگر شامل دفن بهداشتی، بازیافت و تولید کمپوست نسبت به گزینه دفن غیر بهداشتی دارای اولویت بالاتری بودند و به وضوح نشان می‌دهند که این روش‌ها می‌توانند اثرات مثبت قابل توجهی بر محیط زیست و اقتصاد شهری داشته باشند. تولید کمپوست، به عنوان گزینه‌ای با اولویت بالاتر، در این مطالعه توانست بیشترین امتیاز را در ماتریس RIAM کسب کند. با توجه به اینکه بیش از ۷۰ درصد پسماندهای تولیدی در شهر خرم‌آباد فسادپذیر و قابل تجزیه زیستی هستند، تولید کمپوست می‌تواند به عنوان یک راهکار پایدار و کم‌هزینه برای مدیریت پسماندها در نظر گرفته شود. این روش به ویژه با توجه به ویژگی‌های کشاورزی و باغداری اراضی اطراف شهر، می‌تواند علاوه بر کاهش پسماندهای دفنی، موجب تولید کود آلی برای استفاده در بخش کشاورزی شود که این خود به نوبه خود مزایای اقتصادی و محیط زیستی قابل توجهی به همراه دارد. تولید کمپوست نه تنها می‌تواند در کاهش آلودگی‌های ناشی از پسماندها موثر باشد، بلکه با کاهش نیاز به دفن پسماند و همچنین جلوگیری از آلودگی خاک و منابع آب، تأثیرات مثبتی بر حفظ کیفیت محیط زیست دارد. علاوه بر این، تولید کود از پسماندهای شهری می‌تواند به عنوان یک منبع درآمد جدید برای شهر و کشاورزان محلی عمل کند و به توسعه اقتصادی پایدار منطقه کمک کند. در واقع، با توجه به حجم بالای مواد فسادپذیر در پسماندهای شهری، تولید کمپوست گزینه‌ای بسیار مناسب‌تر از بازیافت سایر پسماندها است، زیرا این روش نیاز به انرژی و منابع کمتری دارد و با توجه به ویژگی‌های زیستی مواد اولیه، بهره‌برداری از آن بسیار ساده‌تر است (Abbasi et al., 2024). در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت که انتخاب روش‌های صحیح برای مدیریت

پسماند، به ویژه در شهرهایی مانند خرم‌آباد که با حجم بالای پسماند و مشکلات محیط زیستی مواجه هستند، مستلزم ارزیابی دقیق و جامع اثرات مختلف این روش‌ها است. استفاده از ماتریس RIAM در این مطالعه نشان داد که با توجه به مزایای محیط زیستی و اقتصادی، تولید کمپوست بهترین گزینه برای جایگزینی روش‌های فعلی مدیریت پسماند است و می‌تواند به عنوان یک راهکار پایدار برای توسعه مدیریت پسماند در خرم‌آباد مطرح شود. با این حال، لازم است که سیاست‌گذاران و مسئولان شهری برای اجرایی کردن این روش‌ها برنامه‌ریزی دقیق و سرمایه‌گذاری مناسب را در نظر بگیرند تا از مزایای بلندمدت آن بهره‌برداری شود. تحقیقات مشابه در شهرهای مشابه با خرم‌آباد نشان داده‌اند که تولید کمپوست، به دلیل محتوای بالای مواد فسادپذیر در پسماندهای شهری، گزینه‌ای مناسب برای کاهش پسماندهای دفنی و تولید کود آلی است. (Ayilara *et al.*, 2020) نیز اثبات کرده است که تولید کمپوست می‌تواند موجب کاهش آلودگی و تولید ارزش افزوده برای محیط زیست شود. مطالعه حاضر استفاده از ماتریس RIAM را برای ارزیابی اثرات محیط زیستی برجسته کرده است. این رویکرد، در مقایسه با روش‌های سنتی ارزیابی، مزایای قابل توجهی در ارائه نتایج سریع و دقیق دارد. در پژوهش‌های انجام‌شده (Pazoki, and Dalaei, 2017; Ghobadi and Ahmadipari, 2022; Abbasi *et al.*, 2024) نیز RIAM به عنوان ابزاری موثر برای انتخاب روش‌های بهینه مدیریت پسماند تأیید شده است. نتایج این تحقیق با سایر مطالعات، می‌توان استدلال کرد که تولید کمپوست نه تنها برای خرم‌آباد، بلکه برای سایر شهرهای مشابه با ویژگی‌های محیط زیستی و اقتصادی مشابه نیز یک راهکار پایدار و عملی است. با این حال، اجرای موفق این روش نیازمند حمایت قوی سیاست‌گذاران، سرمایه‌گذاری کافی، و آموزش عمومی است تا بتوان از تمامی مزایای آن بهره‌برداری کرد. همچنین در خصوص محدودیت‌های تحقیق می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- در این تحقیق تنها چهار روش اصلی (دفن بهداشتی، دفن غیربهداشتی، بازیافت و کمپوست) بررسی شده‌اند، در حالی که روش‌های دیگری مانند زباله‌سوزی، تولید انرژی از پسماند و فناوری‌های نوین ممکن است کاربرد داشته باشند.
- ماتریس RIAM ابزاری کارآمد است، اما نمی‌تواند تمام پیچیدگی‌های محیط زیستی و اجتماعی روش‌های مدیریت پسماند را پوشش دهد. همچنین، این روش تا حدی ذهنی است و به قضاوت کارشناسان وابسته است.
- در این تحقیق، اگرچه مزایای اقتصادی تولید کمپوست اشاره شده، اما تحلیل دقیق هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه، عملیاتی و نگهداری به صورت جزئی انجام نشده است.
- این پژوهش نظر تمام ذینفعان از جمله بخش خصوصی، سازمان‌های مردم‌نهاد و شهروندان را به طور کامل در نظر نگرفته باشد، در حالی که مشارکت آن‌ها در اجرای موفق سیستم مدیریت پسماند حیاتی است.

- عوامل غیرقابل پیش‌بینی از قبیل تغییرات اقلیمی، تحولات اقتصادی و سیاست‌های ملی می‌توانند بر اجرای روش‌های مدیریت پسماند تأثیر بگذارند، اما در این مطالعه به آن‌ها پرداخته نشده است.

جدول ۷- الویت بندی گزینه های مورد بررسی بر مبنای ماتریس ارزیابی اثرات سریع RIAM

Table 7- Prioritizing the options under consideration based on the RIAM Rapid Impact Assessment Matrix

ارزش نهایی	دامنه تغییرات										
	72	36	19	10	1	0	-9	-18	-35	-71	-108
	108	71	35	18	9	0	-1	-10	-19	-36	-72
	E	D	C	B	A	N	-A	-B	-C	-D	-E
	دامنه تغییرات										
	محدوده تغییرات										
	دفن غیر بهداشتی										
	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0
	0	0	0	1	0	1	0	0	2	2	0
	0	0	0	0	0	6	0	3	1	0	0
-620	0	0	0	10	0	0	-7	-55	-146	-422	0
	دفن بهداشتی										
	0	0	0	0	0	0	1	3	2	2	0
	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0
	0	0	0	2	0	0	1	2	0	1	0
	0	0	0	0	0	6	0	3	1	0	0
-432	0	0	0	20	0	0	-10	-137	-116	-189	0
	باز یافت پسماند										
	0	0	0	0	0	0	1	3	1	3	0
	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0
	0	0	1	1	0	1	1	1	2	0	0
	0	0	0	1	2	3	0	3	1	0	0
-269	0	0	20	25	10	0	-25	-93	-98	-108	0

تولید کمپوست											
0	0	0	0	0	2	2	2	1	1	0	فیزیکی / شیمیایی
0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	بیولوژیکی / اکولوژیکی
0	1	0	1	0	1	2	1	2	0	0	اجتماعی / فرهنگی
0	0	1	0	0	2	2	5	1	0	0	اقتصادی / اجرایی
-182	0	36	21	12	0	0	-37	-146	-32	-36	جمع

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهند که انتخاب روش‌های مناسب برای دفع پسماند در شهر خرم‌آباد، نیازمند ارزیابی دقیق اثرات محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی هر گزینه است. تحلیل و مقایسه روش‌های مختلف دفع پسماند با استفاده از ماتریس ارزیابی سریع RIAM نشان داد که روش تولید کمپوست، به دلیل حجم بالای مواد آلی در پسماندهای شهری خرم‌آباد، بهترین گزینه از نظر مزایای محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی است. این روش نه تنها باعث کاهش حجم پسماندهای دفنی می‌شود، بلکه با تولید کود آلی، امکان ایجاد درآمد برای کشاورزان و کاهش هزینه‌های مدیریت پسماند را فراهم می‌کند. اگرچه اجرای این روش نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه قابل توجهی است، اما مزایای بلندمدت آن، از جمله کاهش آلودگی خاک و آب و بهبود سلامت عمومی، این هزینه‌ها را توجیه می‌کند. در مقابل، روش دفن غیربهداشتی که در حال حاضر در خرم‌آباد اجرا می‌شود، کمترین امتیاز را در ارزیابی RIAM کسب کرد. این روش به دلیل نبود سیستم مدیریت شیرابه و گازهای زباله، منجر به آلودگی آب‌های زیرزمینی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و ایجاد مخاطرات بهداشتی می‌شود. همچنین، از نظر اقتصادی، این روش به دلیل هزینه‌های بالای حمل‌ونقل و عدم بازدهی مالی، گزینه‌ای ناکارآمد است. روش دفن بهداشتی اگرچه نسبت به دفن غیربهداشتی اثرات منفی کمتری دارد، اما همچنان در مقایسه با تولید کمپوست و بازیافت، کارایی کمتری نشان می‌دهد. روش بازیافت نیز با وجود مزایای محیط زیستی و اقتصادی، به دلیل نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه بالا و چالش‌های فنی در جداسازی و پردازش مواد، به عنوان گزینه دوم مطرح شد. با این حال، تلفیق بازیافت با تولید کمپوست می‌تواند به یک سیستم مدیریت پسماند پایدار و کارآمد منجر شود. در نهایت، این مطالعه نشان می‌دهد که روش RIAM ابزاری مؤثر برای ارزیابی جامع روش‌های دفع پسماند است و می‌تواند به سیاست‌گذاران کمک کند تا با در نظر گرفتن معیارهای محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی، بهترین روش را برای شهرهایی با شرایط مشابه خرم‌آباد انتخاب کنند. برای دستیابی به مدیریت بهینه پسماند در خرم‌آباد، پیشنهاد می‌شود روش تولید کمپوست به عنوان راهکار اصلی در نظر گرفته شود و در کنار آن، برنامه‌هایی برای افزایش آگاهی عمومی و

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند که از حمایت‌های دانشگاه لرستان در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی به عمل آورد.

پی‌نوشت‌ها

¹ Rapid Assessment Matrix

Reference

Abbasi, H. (2022). Investigation of city prosperity indicators in Khorramabad city. *Human Geography Research*, 54(2), 599-615.

Abbasi, S., Modibbo, U. M., Jafari Kolashlou, H., Ali, I., & Kavousi, N. (2024). Environmental impact assessment with rapid impact assessment matrix method: during disaster conditions. *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, 10, 1344158.

Ayilara, M. S., Olanrewaju, O. S., Babalola, O. O., & Odeyemi, O. (2020). Waste management through composting: Challenges and potentials. *Sustainability*, 12(11), 4456.

Bahadori Amjaz, F., Morovati, M. and Bemani, A., 2020. Assessing the environmental effects of urban waste landfill and its interaction with the environment: A case study of Yazd city in 2017. *Health and Development Journal*. 9, 1.

Chakraborty, S., Majumdar, K., Pal, M., & Roy, P. K. (2022). Rapid impact assessment matrix for municipal material disposal for Agartala City-a case study. *Materials Today: Proceedings*, 65, 3293-3299.

Drayabeigi Zand, A., & Vaezi Heir, A. (2019). Environmental impact assessment of solid waste disposal options in touristic islands. *Advances in environmental technology*, 5(2), 115-125.

El-Naqa, A., 2015. Environmental impact assessment using rapid impact assessment matrix (RIAM) for Russeifa landfill. *Jordan. Journal of Environmental Geology*. 47(5), 632-39.

- Fazelnejad, N., Mirzaei, R., & Heidari, R. (2017). Application of Electre model in locating of municipal solid waste landfill (case study: the city of Khorramabad). *Journal of Research in Environmental Health*, 3(1), 56-66.
- Gheybi, M. J., Chehreghani, S., Azimi Youshanlouie, M., & Darvishi Qulunji, Z. (2022). Environmental Impact Assessment EIA of Landfill of municipal waste in Urmia city using rapid assessment matrix method (RIAM). *Environmental Sciences*, 20(3), 117-136.
- Ghobadi, M. (2023). Environmental Monitoring and Assessment for Landfill Site Selection Using GIS-Based SWARA and Rapid Impact Assessment Matrix. *Avicenna Journal of Environmental Health Engineering*, 10(1), 57-64.
- Ghobadi, M., & Ahmadipari, M. (2022). A hybrid model for assessing the effects of industrial complexes on the environment using a fuzzy expert system. *Jundishapur journal of health sciences*, 14(3).
- Ghobadi, M., Ahmadipari, M., & Pazoki, M. (2020). Assessment of Disposal Scenarios for Solid Waste Management Using Fuzzy Rapid Impact Assessment Matrix; a Case Study of Khorramabad Industrial Estate. *Pollution*, 6(3), 531-541.
- Hoveidi, H., Ahmadi pari, M., Vahidi, H., Pazoki, M. and Koulacian, T., 2013. Industrial waste management with application of RIAM Environmental Assessment: A case study on Toos industrial State, Mashhad. *Iranian (Iranica) Journal of Energy and Environment*. 4(2), 142-49.
- Ijäs, A., Kuitunen, M. T., & Jalava, K. (2010). Developing the RIAM method (rapid impact assessment matrix) in the context of impact significance assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 30(2), 82-89.
- Kakaei, K. and Riyahi Bakhtjari, A., 2016. Investigation status of solid waste landfill by method of rapid impacts assessment matrix in environmental impact (RIAM) in Hamadan. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. 2(2), 173-182.
- Khalili, S., Tavakolinia, J., Mobarghei Dinan, N., & Soltaninejad, H. (2021). Environmental Impact Assessment of Large Commercial Complexes in Metropolises Using RIAM and EMP, Case Study of Arg Commercial Center. *Motaleate Shahri*, 10(39), 99-112.
- Mondal, M.R. and Dasgupta, BV., 2010. EIA of municipal solid waste disposal site in Varanasi using RIAM analysis. *Journal of Resource, Conservation and Recycling*. 54(9), 541-46.
- Pazoki, M., & Dalaei, P. (2017). The assessment of waste source-separated system in Tehran and comparative analysis between collection systems by RIAM method. *International Journal of Environment and Waste Management*, 19(3), 233-247.

Rawal, N. (2019). An approach for selection of solid waste disposal sites by rapid impact assessment matrix and environmental performance index analysis. *International Journal of Environment and Pollution*, 66(1-3), 127-142.

Srivastava, R. R., & Rawal, N. (2021). Approach for the Assessment and ranking of hospitals based on waste management practices using RIAM, sustainability, and EPI techniques. *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*, 25(2), 04020076.

Suthar, S., Sajwan, P., & Kumar, K. (2014). Vermiremediation of heavy metals in wastewater sludge from paper and pulp industry using earthworm *Eisenia fetida*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 109, 177-184.

Taheri, M., Gholamalifard, M., JALILI, G. M., & Saghebian, M. (2017). Environmental impact assessment of Tabriz's municipal solid waste disposal site using rapid impact assessment Matrix (RIAM) and Leopold matrix.