



<https://gеп.ui.ac.ir/?lang=en>  
Geography and Environmental Planning  
E-ISSN: 2252- 0910  
Document Type: Research Paper  
Vol. 35, Issue 4, No.96, Winter 2024, pp. 47- 82  
Received: 28/07/2024 Accepted: 07/12/2024

## Landfill Site Selection for Construction and Demolition Waste in Plain and Desert Cities Using Spatial Information System and TOPSIS (Case Study: Yazd City)

Mohammad Sharifi<sup>1</sup> \*, Mohsen Ebrahimi<sup>2</sup>, Fatemeh Seifollahi<sup>3</sup>

1- Associate professor in Geomorphology, Department of Geography, University of Yazd, Yazd, Iran  
mscharifi@yahoo.com

2- Assistant professor in Remote Sensing, Department of Geography, University of Yazd, Yazd, Iran  
mohsen.ebrahimi@yazd.ac.ir

3- M.A. in Geomorphology, Department of Geography, University of Yazd, Yazd, Iran  
fateme.af2961@gmail.com

### Abstract

Construction and Demolition (C&D) waste is a significant urban solid waste issue arising from the construction, renovation, and demolition of buildings and infrastructure. This study focused on the optimal location for C&D waste disposal in Yazd, a rapidly developing city facing challenges related to urban waste management. The flat desert landscape of the area had become a common site for both legal and illegal dumping, leading to unsightly scenes and environmental consequences, including the influx of fine-grained materials into the city from floods and winds.

Through a combination of library and field studies, we identified 20 critical criteria for locating C&D waste disposal sites, including distance from residential areas, water sources, land use, and soil conditions. These criteria were processed using Geographic Information Systems (GIS) to create layered information for analysis. The TOPSIS multi-criteria decision-making technique was then applied to prioritize potential landfill sites.

Findings indicated that proximity to residential centers and water sources were crucial in the short term, while long-term considerations included the impact of wind and drainage patterns. The northeastern areas of Yazd were identified as the most suitable places for C&D waste disposal, with 4 legal sites—Shehneh, Kholdebarin, Gawd-e-Mahmoudi, and Kouhistan park area—scoring the highest based on the evaluation. The results underscored the need for effective waste management strategies to minimize environmental pollution and enhance urban aesthetics. Future research could explore the application of this model in other regions facing similar challenges.

**Keywords:** Siting, Construction & Demolition (C&D) Wastes, Landfill, Yazd, Environment.

\*Corresponding Author

Sharifi, M. , Ebrahimi, M. and Seifollahi, F. (2024). Landfill site selection for construction and demolition waste in plain and desert cities using spatial information system and TOPSIS (case study: Yazd city). *Geography and Environmental Planning*, 35 (4), 47 - 82 .

2252-0910 © University of Isfahan

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>).



10.22108/gеп.2024.142139.1656

## **Introduction**

Construction and Demolition (C&D) waste is classified as urban solid waste generated from the construction, renovation, and demolition of both residential and non-residential buildings, as well as infrastructure, such as roads and bridges. This issue is recognized as a significant global concern that requires careful consideration from economic, environmental, and technological perspectives. The purpose of this study was to identify optimal locations for C&D waste disposal in Yazd, a rapidly developing city that was simultaneously undertaking the renovation of its older structures. The flat terrain surrounding Yazd had made it a common site for landfilling urban solid waste, particularly C&D waste. The presence of local industries, including tile, ceramic, and brick manufacturing, along with numerous sand and stone quarries, had contributed to a significant increase in urban construction waste in recent years. Unfortunately, this waste was often dumped both legally and illegally in the areas surrounding Yazd, resulting in unsightly landscapes and various environmental repercussions. One notable consequence was the infiltration of fine-grained materials into the city due to floods and strong winds, which posed additional challenges for urban management and environmental sustainability.

## **Materials & Methods**

This research involved a comprehensive approach that included both library and field studies, as well as direct observations of various construction waste landfill sites. In the initial phase, we identified key criteria for locating urban solid waste, specifically focusing on plain and desert cities, drawing on the insights of experts and existing research. We established 20 critical indicators, which included elevation, slope, vegetation, pasture, surface water sources, underground water sources (such as springs, wells, and Qanats), soil type, urban and rural land use, cultural centers, airports, railways, and the locations of water, gas, and electricity transmission lines, as well as communication roads, industrial areas, and mines. These data were then transformed into informational layers using Geographic Information Systems (GIS) for processing. Each indicator was analyzed and standardized based on expert opinions. The layers were subsequently overlaid to create a map indicating optimal locations for the landfill of construction and demolition waste. To combine the maps, we assigned weights to each layer, determined their boundaries in the GIS, and then overlaid the boundary layers. Following this, we evaluated the areas surrounding Yazd that had been designated by the municipality as legal disposal sites for construction waste using the TOPSIS multi-criteria decision-making technique. This process allowed us to prioritize the most suitable locations for waste disposal.

## **Research Findings**

The findings indicated that all 20 parameters evaluated in this study played a crucial role in determining the optimal locations for urban C&D waste disposal. However, some parameters were particularly significant and warranted greater attention. For instance, the distance to residential centers—both urban and rural—as well as the proximity to surface and underground water sources, land use, geology, soil type, and suburban communication roads were more favorable in the short term. In contrast, factors, such as the direction of the dry river network and the orientation of both primary and secondary winds were more critical for long-term site selection. C&D waste could weather relatively quickly and was susceptible to wind and heavy rainfall, especially during monsoon seasons, leading to flooding in dry riverbeds. As a result, substantial amounts of this material could be transported back into the city. Based on the analysis of various human and natural factors influencing the siting of C&D waste disposal and the results obtained using the TOPSIS method, 4 legally designated areas identified by the municipality—Shehneh, Kholdebarin, Gawd-e-Mahmoudi, and Kouhistan Park—were evaluated, yielding scores of 0.402, 0.612, 0.403, and 0.443, respectively. Consequently, the northeastern areas of Yazd City emerged as the most suitable locations for the disposal of urban construction waste, considering the environmental, economic, and aesthetic indicators.

## **Discussion of Results & Conclusion**

The significant production of Construction and Demolition (C&D) waste in Yazd City could be attributed to rapid urban development, extensive reconstruction and renovation of old buildings and infrastructure, and the presence of nearby tile, ceramic, and brick factories. Additionally, most of the surrounding land was flat and

desert-like, encouraging residents and factory owners to dispose their construction waste in the nearest available locations. This tendency was further exacerbated by the desire to reduce transportation costs. Consequently, both legal and illegal dumping of construction waste had marred the aesthetics of the city's surroundings, particularly along the main access roads.

Dumping C&D waste in natural environments leads to significant alterations in the landscape and geomorphological features. These changes disrupt natural processes, including drainage systems, soil permeability, and vegetation levels, while also increasing erosion rates and affecting wind patterns and land subsidence. Such alterations pose risks to environmental stability, including changes to ecosystems, increased vulnerability of aquifers, heightened flood risks, and exacerbated dust production. Therefore, selecting suitable locations for landfill sites is crucial to mitigate environmental degradation and pollution (Paz et al., 2020). Failure to address the environmental impacts of construction waste can lead to severe air, water, and land pollution (Chen et al., 2018; Moustakas et al., 2023).

To identify optimal locations for burying C&D waste, all areas surrounding Yazd City were evaluated, including those legally designated by the municipality for waste disposal, as well as those used illegally by residents. While the land around Yazd was predominantly desert and deemed unsuitable for many uses, numerous areas were found to be unfavorable for landfilling C&D waste. According to the results obtained through the TOPSIS technique, which guided the creation of a final location map, the central urban areas were unsuitable for waste disposal due to the presence of residential buildings, surface and underground water sources, and power transmission lines. Greater emphasis was placed on factors, such as proximity to urban and rural areas, water resources, and power transmission lines when determining suitable sites for C&D waste. Additionally, other influencing factors, including the presence of mines, industrial sites, roads, topography, vegetation, rural settlements, soil type, and sediment characteristics, ruled out the western, eastern, and southern regions of Yazd as viable landfill sites. For instance, the west and southwest areas were characterized by numerous suburban roads, an airport, and both urban and rural residential zones, alongside mining and industrial facilities. These regions were also subject to prevailing winds from the west and northwest, as well as the drainage patterns of several dry rivers oriented south-north and southeast-northwest. Consequently, the northeastern parts of Yazd emerged as the preferred locations for C&D waste landfilling. The findings of this research highlight the effectiveness of multi-indicator evaluation techniques in identifying suitable sites for urban solid waste disposal, a strategy supported by similar studies conducted in various regions worldwide (Banias et al., 2010; Aragonés et al., 2010; Araiza et al., 2019; Yuan et al., 2022).



## مقاله پژوهشی

# تعیین مکان‌های بهینه دفن نخاله‌های ساختمانی در شهرهای هموار و بیابانی با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و تکنیک شباهت به گزینه ایدئال (مورد مطالعه: شهر یزد)

محمد شریفی پیچون\*<sup>id</sup>، دانشیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، یزد، ایران  
mscharifi@yahoo.com  
محسن ابراهیمی خوسفی، استادیار سنجش از دور، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، یزد، ایران  
mohsen.ebrahimi@yazd.ac.ir  
فاطمه سیف‌اللهی، کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، یزد، ایران  
fateme.af2961@gmail.com

## چکیده

نخاله‌های ساختمانی یا زباله‌های ساخت‌وساز و تخریب به‌عنوان زباله‌های جامد تعریف می‌شود که بر اثر ساختمان‌سازی، بازسازی، تخریب ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی و زیرساخت‌هایی از قبیل جاده‌ها، پل‌ها و غیره به وجود آمده و به‌عنوان یکی از موضوعات مهم و حیاتی در سطح جهانی شناخته شده است. این نخاله‌ها از وجوه مختلف اقتصادی، محیط زیستی و تکنولوژیکی نیازمند ملاحظات بیشتری است. هدف از پژوهش حاضر مکان‌یابی دفن ضایعات ساختمانی در شهر هموار و بیابانی یزد (شهری که با سرعت در حال توسعه کالبدی و بازسازی و نوسازی بافت‌های قدیمی آن است) با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و تکنیک شباهت به گزینه ایدئال است. به‌علاوه، وجود صنایع کاشی و سرامیک، کوره‌های آجرپزی و سفال‌سازی، معادن متعدّد شن و ماسه، سنگ‌های ساختمانی و موارد متعدّد دیگر سبب تولید حجم انبوهی از ضایعات ساختمانی شهری در سال‌های اخیر شده است که این ضایعات به شکل قانونی و غیرقانونی در مناطق پیرامونی شهر یزد تخلیه و رها شده و علاوه بر ایجاد مناظر بسیار زشت و ناپسند در حومه شهر آثار و پیامدهای زیست‌محیطی زیادی را بر جای گذاشته است. از جمله پیامدهای زیست‌محیطی می‌توان به وارد شدن حجم زیادی از این رسوبات به معابر شهری پس از بارندگی‌های رگباری دو-سه سال اخیر و یا ایجاد گردوغبار و آلودگی هوا اشاره کرد. برای انجام‌دادن این پژوهش در ابتدا شاخص‌های بیست‌گانه‌ای بر پایه نظرهای کارشناسان (ارتفاع، شیب، پوشش گیاهی، مرتع، منابع آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی چشمه، چاه، قنات، خاک، مناطق شهری و روستایی، مراکز فرهنگی، فرودگاه، راه‌آهن، خطوط انتقال آب، گاز و برق، راه‌های ارتباطی و مناطق صنعتی و معادن) انتخاب و سپس این داده‌ها در سامانه اطلاعات جغرافیایی به شکل لایه‌های اطلاعاتی درآمد و در نهایت، هریک از این شاخص‌ها بر پایه نظر متخصصان حریم و چارچوب لحاظ شد. در پایان، همه لایه‌ها روی هم گذاری شد تا نقشه مکان‌های بهینه برای دفن ضایعات ساختمانی مشخص شود. در ادامه، مناطق پیرامونی شهر یزد که شهرداری آنها را به‌عنوان مکان‌های مجاز دفن نخاله‌ها معین کرده بود، بر اساس تکنیک چندشاخصه تاپسیس ارزیابی و به‌دنبال آن مکان‌های بهینه دفن ضایعات ساختمانی اولویت‌بندی شد. بر اساس نتایج حاصل از روش شباهت به گزینه ایدئال چهار منطقه مجاز تعیین شده شهرداری شامل شحنه، خلدبرین، گود محمودی و محدوده پارک کوهستان به ترتیب ۰/۴۰۲، ۰/۶۱۲، ۰/۴۰۳ و ۰/۴۴۳ امتیاز گرفتند. بدین ترتیب، بر مبنای همه شاخص‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و زیبایی‌شناسی منظر مناطق شمال شرق شهر یزد برای دفن نخاله‌های ساختمانی شهری بر سایر گزینه‌ها ارجحیت دارد.

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی، نخاله‌های ساختمانی، ساخت‌وساز، محیط زیست، یزد

\*نویسنده مسؤول

شریفی، محمد، ابراهیمی، محسن و سیف‌اللهی، فاطمه. (۱۴۰۳). تعیین مکان‌های بهینه دفن نخاله‌های ساختمانی در شهرهای هموار و بیابانی با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و تکنیک شباهت به گزینه ایده‌آل (مورد مطالعه: شهر یزد). *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۳۵ (۴)، ۸۲-۴۷.



## مقدمه

نخاله‌های ساختمانی یا به عبارت دقیق‌تر زباله‌های ساخت‌وساز و تخریب (Construction and demolition waste) به‌عنوان زباله‌های جامد تعریف می‌شود که بر اثر ساختمان‌سازی، بازسازی و تخریب ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی و زیرساخت‌هایی (Kofoworola & Gheewala, 2009; Shen et al., 2004; Marzouk & Azab, 2014) از قبیل جاده‌ها، پل‌ها و ... و یا در اثر مخاطره‌های محیطی از قبیل زلزله، طوفان، سیلاب، گردباد، سونامی و غیره تولید می‌شود. اینگونه زباله‌ها به‌عنوان یکی از موضوعات مهم و حیاتی در سطح جهانی شناخته شده است (Hao & Ma, 2023) که از وجوه مختلف اقتصادی، محیط زیستی و تکنولوژیکی نیازمند ملاحظات بیشتر و جدی‌تر است؛ زیرا حجم زیاد و ترکیب پیچیده آنها سبب ایجاد چالش‌های زیادی در زمینه مدیریتش شده است (Gao et al., 2024). به‌ویژه آنکه رشد سریع صنعت ساختمان در دهه‌های گذشته منجر به افزایش بسیار زیاد زباله‌های ساخت‌وساز و تخریب شده است؛ در نتیجه نخاله‌های ساختمانی بار چشمگیری را بر محیط زیست تحمیل کرده است (Banias et al., 2010). برای مثال، بخش ساخت‌وساز، مسئول مصرف ۴۰ درصد از منابع طبیعی و انرژی اولیه در سطح جهان است که ۳۶ درصد از گازهای گلخانه‌ای را تولید می‌کند. همچنین، حدود ۱ میلیارد تن زباله جامد را در سطح جهان در سال به وجود می‌آورد (Mercader-Moyano et al., 2022). اینگونه از زباله‌ها حدود ۲۵-۳۴ درصد کل زباله‌های جامد شهری را در کشورهای توسعه‌یافته و نسبت بیشتری را در کشورهای در حال توسعه تشکیل می‌دهد (Xu et al., 2024). مصالح ساختمانی تا حدودی نصف مصالح به کار رفته و پسماند ساختمانی نصف پسماندهای جامد کره زمین را تشکیل می‌دهد (Pashaie et al., 2014). براساس تحقیقات جهانی به‌طور معمول، حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد نخاله‌های ساختمانی را بتن، آسفالت، آجر، بلوک، سنگ و خاک، ۲۰ تا ۳۰ درصد آن را چوب و محصولات مرتبط با آن و ۲۰ تا ۳۰ درصد را پسماندهای متفرقه مانند فلزات، گچ، شیشه، آزیست و سایر مواد عایق و پلیمری و نیز اجرای تأسیسات آب و فاضلاب و برق تشکیل می‌دهد. در این میان، بعضی از انواع مصالح ساختمانی مانند بتن و آسفالت نسبت به برخی دیگر ضایعات بیشتری تولید می‌کنند. حدود ۵۰ درصد اجزای زباله‌های ساختمانی از نظر وزن درصد بیشتری از نظر حجم را دارند؛ برای مثال، مصالح چوبی حدود ۲۵ درصد از کل نخاله‌های ساختمانی و فلزاتی مانند فولاد، آلومینیوم، شیشه، اجزای سقف، گچ، پلاستیک و ... ۲۵ درصد بعدی را شامل می‌شود (Laadila et al., 2021; Abina et al., 2022). حجم نخاله‌های ساختمانی به حدی است که اکنون این مسئله نه تنها در ایران، در کشورهای توسعه‌یافته نیز یک مشکل اجتماعی و محیط زیستی است که اثرهای تخریبی زیادی را بر محیط زیست (آلوده کردن آب و خاک و هوا، اثرهای زیانبار بر پوشش گیاهی و گونه‌های جانوری)، اقتصاد (تخریب و تخلیه منابع معدنی اولیه، اثرهای تخریبی حمل‌ونقل آن و مصرف زیاد انرژی حمل‌ونقل و ساخت)، بهداشت (اثر بر آلودگی‌های آب و خاک و هوا و به تبع آن گسترش بیماری‌های عفونی و میکروبی و باکتریایی)، زیبایی‌شناختی (تغییر منظر و چشم‌اندازهای شهری و روستایی و پیرامون آن و اثرهای منفی بر گردشگری) برجای می‌گذارد (Yeheyis et al., 2013).

از این رو، مدیریت اینگونه از پسماندها به دلیل حجم زیاد و تنوع و ترکیب آنها پیچیده و مشکل بوده است. همچنین، اینگونه از پسماندها مانند سایر پسماندهای دیگر به شکل جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، حمل‌ونقل، بازیافت،

پردازش، دفع و دفن و غیره از سوی شهرداری‌ها ضرورت دارد (سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، ۱۳۹۱). به سخن دیگر، مدیریت آنها به یکسری از فعالیت‌ها و اقدام‌های جوامع انسانی از قبیل تولید و حجم تولید آنها، جمع‌آوری، ذخیره و انباشت، انتقال و فرآیند دفن آنها بستگی دارد (Hemmelmayer et al., 2014). هزینه جمع‌آوری و انتقال، بیش از ۷۰-۸۰ درصد هزینه‌های مدیریت ضایعات ساختمانی را پوشش می‌دهد (Tavares et al., 2021) که این امر منجر به عدم حمایت مالی کافی برای فعالیت‌های کلیدی و اساسی بعدی مانند تصفیه و دفع می‌شود. از سوی دیگر، در دسترس نبودن زمین موضع‌گیری و مخالفت با ایجاد تأسیسات دفع در نزدیک سکونتگاه‌های انسانی سبب دور شدن این تأسیسات از محدوده‌های شهری می‌شود (Bosompem et al., 2016) که همین امر هزینه‌های انتقال آنها را از مناطق مرکزی شهری به سایت‌های دفن بالا می‌برد؛ در نتیجه پیمانکاران بیشتر اینگونه از ضایعات ساختمانی را در نزدیکی مناطق شهری و حومه‌های آن دفن می‌کنند (Lin et al., 2020).

مطالعات نشان داده است که سالانه بیش از ۸۴۰ تن نخاله‌های ساختمانی در اروپا تولید می‌شود که آسفالت و موزاییک حدود ۸۵ درصد ترکیب وزنی این نخاله‌ها را در برمی‌گیرد. در اغلب کشورهای اروپایی بیش از ۷۰ درصد این نخاله‌های ساختمانی بازیافت و مجدد به چرخه مصرف بازمی‌گردد و ۳۰ درصد باقی‌مانده با رعایت اصول بهداشتی و محیط زیستی دفن می‌شود. حتی در برخی از این کشورها از جمله هلند، آلمان و دانمارک مقدار بیشتری از این ضایعات (حدود ۸۰ درصد) بازیافت می‌شود (Arm et al., 2017). در کل کشور ایران نیز روزانه حدود ۲۰۰ تا ۲۵۰ هزار تن (سالانه ۷۰ تا ۹۰ میلیون تن) نخاله ساختمانی تولید می‌شود که در حال حاضر این مقدار پسماند ساختمانی تولیدی پنج برابر پسماند شهری است (Past et al., 2017). با وجود این، مقدارهای بسیار کمی از آن بازیافت می‌شود؛ برای مثال، منصوریان و همکاران (۱۳۸۷) میزان تولید، چگونگی جمع‌آوری، حمل، بازیافت و تخلیه نخاله‌های ساختمانی را در شهر کرمان با روش گردآوری آمار و اطلاعات شهرداری و مشاهده‌های میدانی و نمونه‌برداری از محل موقت و محل تخلیه ضایعات ساختمانی بررسی و برآورد کردند. نتایج نشان داد که میزان زائدات ساختمانی این شهر حدود ۲۴۰۰ تن در روز است که قریب ۹۵ درصد آن دفن و فقط حدود ۵ درصد از این مقدار بازیافت می‌شود. شهبازی و همکاران (۱۳۹۹) کمیّت و کیفیت نخاله‌های ساختمانی و برآورد مقدار کمی این نوع از زباله‌های جامد شهر گرگان را با استفاده از سه پارامتر حجم تخلیه، چگالی نخاله و بار ماشین مطالعه کردند. نتایج نشان داد که به‌طور متوسط روزانه ۲۶۴ تن نخاله ساختمانی در این شهر تولید می‌شود. از سوی دیگر، برخلاف اینکه عمر مفید ساختمان‌ها در کشورهای جهان حدود ۶۰ سال است، عمر مفید آنها در ایران در حدود ۳۰ برآورد شده است. همین امر روند افزایش اینگونه از ضایعات ساختمانی را در آینده نزدیک تسریع می‌کند و بر دامنه مشکلات دفع آن خواهد افزود. نخاله‌های ساختمانی در ایران علاوه بر هزینه دفع، تخریب محیط زیست را نیز در پی دارد (نصری و رنجبر، ۱۳۹۷).

در حال حاضر، رایج‌ترین کار در زمینه ضایعات ساختمانی در بسیاری از کشورهای توسعه‌نیافته دفن آنها به شکل سایر زباله‌های جامد شهری است (Ding et al., 2018). بنابراین انتخاب مکان مناسب برای دفن آنها در راستای کاهش تخریب و آلودگی محیط زیستی حیاتی است (Paz et al., 2020). در غیر این صورت، اثرهای محیط زیستی اینگونه از زباله‌ها باعث

آلودگی جدی هوا، آب و زمین می‌شود (Moustakas et al., 2023; Chen et al., 2018). در نقطه مقابل، دفن یا بازیافت مناسب و علمی این ضایعات فواید اقتصادی و زیست محیطی زیاد و توسعه شهری پایدار را به دنبال دارد (Zheng et al., 2017). از همین رو، مطالعات به نسبت زیادی در سال‌های اخیر درباره نحوه دفن و انتخاب مکان یا مکان‌های مناسب مبتنی بر معیارهای علمی و اغلب شاخص‌های چندگانه تصمیم‌گیری برای دفن اینگونه از ضایعات در سطح جهان و ایران انجام گرفته که در زیر برخی از مهم‌ترین آنها در سطح جهان و ایران اشاره شده است.

### پیشینه پژوهش

رسادو و همکاران پژوهشی با عنوان «ارزیابی چرخه زندگی مدیریت زباله‌های ساخت‌وساز و تخریب در منطقه وسیعی از ایالت سائوپائولو، برزیل» انجام دادند. نتایج نشان داد که انتقال و دفن این نوع پسماند در کنترل انباشت غیرقانونی اینگونه زباله‌ها کارآمد نیست. محققان بیان کردند که با وجود اینکه دفن یک گزینه مناسب در شهرهای کوچک است، در شهرهای بزرگ گزینه بازیافت روشی مناسب‌تر است (Rosado et al., 2019).

سنر و همکاران پژوهشی با عنوان «انتخاب محل دفن زباله با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی: مطالعه موردی در حوضه یالواچ، ایسپارتا، ترکیه» انجام دادند. محققان در این مطالعه برای مکان‌یابی محل دفن مواد زائد ساختمانی در کشور ترکیه از روش چندمعیاره سلسله‌مراتبی (AHP) در بستر سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده کردند. آنها نشان دادند که این روش کارآمدی زیادی در انتخاب مکان مناسب برای دفن زباله‌های جامد ساختمانی دارد (Sener et al., 2010).

بانیا و همکاران پژوهشی با عنوان «ارزیابی معیارهای چندگانه برای مکان‌یابی بهینه یک تأسیسات مدیریت پسماند ساخت‌وساز و تخریب» انجام دادند. محققان پیشنهادهایی را برای استفاده توان پذیرش محلی، توان مالی و سطح کیفیت محیط زیستی ارائه کردند که مسئله‌ای حیاتی برای کارایی مدیریت نخاله‌های ساختمانی است (Banias et al., 2010).

آراگونس و همکاران پژوهشی با عنوان «یک رویکرد فرآیند شبکه‌تحلیلی برای مکان‌یابی یک کارخانه زباله جامد شهری در منطقه شهری والنسیا» انجام دادند. محققان در این مطالعه مکان‌های تصفیه پسماند شهری را با توجه به معیارهای پایداری و با استفاده از ابزار تحلیل سلسله‌مراتبی در شهر والنسیای اسپانیا رتبه‌بندی کردند. یافته‌های اصلی این پژوهش نشان داد که ANP ابزاری مفید برای کمک به تکنیسین‌ها در فرآیند تصمیم‌گیری مطمئن در مکان‌یابی نخاله‌های ساختمانی است (Aragones et al., 2010).

دوسال و همکاران پژوهشی با عنوان «معرفی معیارهای اجتماعی برای مکان‌یابی بهینه تأسیسات مدیریت زباله ساخت‌وساز و تخریب در کانتابریا» انجام دادند. نتایج نشان داد که در مکان‌یابی محل دفن اینگونه از زباله‌ها باید علاوه بر معیارهای اقتصادی و زیست‌محیطی جنبه‌های اجتماعی منطقه را در نظر گرفت (Dosal et al., 2013).

آرایزا و همکاران پژوهشی با عنوان «انتخاب مکان‌هایی برای تصفیه و دفع نهایی زباله‌های ساختمانی و تخریب با استفاده از دو رویکرد: تجزیه و تحلیل برای مکزیکوسیتی» انجام دادند. نتایج نشان داد که برای انتخاب مکان مناسب جهت دفع و دفن این نوع از زباله‌ها استفاده از تکنیک‌های چندمعیاره اهمیت فراوانی دارد (Araiza-Aguilar et al., 2019).



لی و همکاران پژوهشی با عنوان «بهینه‌سازی قوی محل تأسیسات دفع زباله‌های ساختمانی با در نظر گرفتن عوامل نامشخص» انجام دادند. آنها دو عامل میزان تولید نخاله و هزینه حمل و نقل را به‌عنوان دو فاکتور اصلی و غیرقطعی در مکان‌یابی دفن ضایعات ساختمانی مطرح کردند. نتایج نشان داد که هزینه‌های ایجاد ایستگاه‌های انتقال زباله‌های ساختمانی و حمل و نقل از طرفی، بر هزینه‌های کلی دفع اینگونه از زباله‌های جامد شهری اثر می‌گذارد و از طرف دیگر، هزینه‌های مکان‌یابی و تخصیص سایت‌های مناسب را برای دفن نخاله‌های ساختمانی تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Li et al., 2022).

یوان و همکاران پژوهشی با عنوان «بررسی مبتنی بر تئوری ساختار اتلاف یک سیستم به حداقل رساندن زباله‌های ساخت‌وساز و تخریب در چین» انجام دادند. محققان در این مطالعه از مدل بهینه‌سازی چندشاخصه با استفاده از الگوریتم ژنتیک برای انتخاب مکان بهینه استفاده کردند. یافته‌های آنها نشان داد که سیستم دکنونی کاهش ضایعات ساختمانی چین یک ساختار متمرکز است؛ در نتیجه توسعه این سیستم نمی‌تواند یک ساختار کلان باثبات و منظم را با خودساماندهی تشکیل دهد؛ بنابراین آنها پیشنهاد کردند که برای انتخاب مکان‌های بهینه جهت دفن نخاله‌های ساختمانی از ساختار غیرمتمرکز و مبتنی بر ویژگی‌های محیطی در هر منطقه‌ای استفاده شود (Yuan et al., 2022).

در ایران نیز مطالعاتی در سال‌های اخیر در زمینه زباله‌ها و ضایعات ساختمانی و نحوه مدیریت و به‌ویژه دفن آنها انجام گرفته است که در زیر برخی از مهم‌ترین اینگونه پژوهش‌ها که درباره مکان‌یابی بهینه دفع و دفن اینگونه از زباله‌ها بوده، آورده شده است.

**تقی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲)** پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی چندمعیاری محل دفن مواد زاید ساختمانی با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل سلسله‌مراتبی فازی: مطالعه موردی شهر گرگان» انجام دادند. محققان در این مطالعه برای مکان‌یابی محل دفن مواد زائد ساختمانی در شهر گرگان از رویکرد ترکیبی تحلیل سلسله‌مراتب فازی و روش تصمیم‌گیری چندمعیاره از جمله معیارهای اکولوژیکی (خاک، سنگ بستر و زمین‌شناسی)، فاصله از منابع آب‌های سطحی، شیب، ارتفاع) و برخی معیارهای اقتصادی و اجتماعی استفاده کردند. براساس نتایج حاصل‌شده از مطالعات آنها و برپایه روش شایستگی ناحیه‌ای سرزمین، ۴ منطقه مناسب برای احداث دفن نخاله‌های ساختمانی مشخص شد که همه آنها در بخش شمال شرقی محدوده مطالعه شده قرار داشت.

**رحیمی و همکاران (۱۳۹۴)** پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی محل دفع نخاله‌های ساختمانی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در شهر تبریز» انجام دادند. براساس یافته‌های حاصل‌شده از مطالعات آنها قسمت‌های شمالی و جنوبی شهر تبریز از پتانسیل بیشتری را برای دفن نخاله‌های ساختمانی در مقایسه با دیگر بخش‌ها دارد؛ اما بخش‌های غربی شهر به دلیل محدودیت مروط به کاربری فعلی اراضی که بیشتر شامل باغ‌ها و اراضی کشاورزی است، برای دفن نخاله‌ها نامناسب است.

**یاست و همکاران (۱۳۹۶)** پژوهشی با عنوان «انتخاب بهترین روش مدیریتی دفع نخاله‌های ساختمانی شهر تهران با دیدگاه توسعه پایدار براساس تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی» انجام دادند. محققان در این مطالعه به روش‌های مدیریتی دفع نخاله‌های ساختمانی شهر تهران پرداختند. در نهایت، بهترین گزینه، دفع و گزینه بازیافت دومین ارجحیت و گزینه

دفن در زمین به‌عنوان گزینه بعدی انتخاب شد. در این مطالعه مشخص شد که روزانه بیش از ۴۰ هزار تن نخاله ساختمانی در شهر تهران تولید و به محدوده آبدی منتقل می‌شود. براساس مطالعه آنها میزان تولید نخاله‌های ساختمانی در شهر تهران ۴ تا ۵ برابر تولید زباله‌های خانگی است.

**قانع اردکانی و کشفی (۱۳۹۶)** پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی محل دفن پسماندهای ساختمانی شهر یزد با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی» انجام دادند. نتایج نشان داد که بخش‌های شمال شرقی در حومه یزد شرایط مناسبی برای دفن اینگونه از ضایعات ساختمانی دارد.

**بشارتی فر و درخشنده (۱۳۹۸)** پژوهشی با عنوان «سازماندهی و انتخاب مکان بهینه نخاله‌های ساختمانی: مطالعه موردی شهر یاسوج» انجام دادند و بیان داشتند که مناطق واقع در جنوب شهر با مساحت ۶۰ هکتار و با عمر ۳۰ سال می‌تواند به‌عنوان مکان مناسبی برای دفن زباله‌های ساختمانی انتخاب شود.

**موسوی و همکاران (۱۳۹۸)** پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی محل دفن نخاله‌های ساختمانی شهر کرج با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره» انجام دادند. براساس یافته‌های مطالعات پارامترهای زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، توپوگرافی، منابع آب، راه‌های دسترسی و فاصله تا منابع مسکونی در انتخاب مکان مناسب برای دفن نخاله‌های ساختمانی اهمیت زیادی دارد. براساس این پارامترها محققان دو مکان را جهت دفن نخاله‌های ساختمانی برای شهر کرج پیشنهاد کردند.

**جعفری نوبخت و همکاران (۱۳۹۹)** پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی محل دفن نخاله‌های ساختمانی با استفاده از GIS و روش AHP: مطالعه موردی: شهر همدان» انجام دادند. نتایج نشان داد که اینگونه از زباله‌ها به‌دلیل رشد جمعیت و گسترش شهرنشینی در حال افزایش است؛ بنابراین باید مکان‌های مناسبی را برای دفن آنها جهت جلوگیری از آثار تخریبی محیط زیستی شان انتخاب کرد. محققان برای این مقصود از سامانه GIS به‌منظور تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مختلف با در نظر گرفتن معیارهای محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی بهره‌گرفتند.

**خادمی شیراز و همکاران (۱۴۰۰)** پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی محل دفن پسماند ساختمانی با استفاده از ترکیب فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و سیستم اطلاعات مکانی: مطالعه موردی شهر قزوین» انجام دادند. نتایج نشان داد که محدوده شمال غربی شهر قزوین به‌دلیل جنس خوب خاک، کاربری اراضی مناسب، فاصله از رودخانه و گسل، دسترسی به جاده ارتباطی و اقلیم خشک می‌تواند به‌عنوان مکان مناسب و بهینه برای دفن ضایعات ساختمانی مورد استفاده قرار بگیرد.

**فلاحی و همکاران (۱۴۰۱)** پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی اصولی دفع نخاله‌های ساختمانی شهر تبریز با تأکید بر عوامل زمین‌شناسی زیست‌محیطی» انجام دادند. نتایج نشان داد که پهنه‌های شمال و جنوب شهر مکان‌های مناسبی از نظر زیست‌محیطی و سایر پارامترها برای دفن نخاله‌های ساختمانی است.

**نرگسی و خطیبی‌نیا (۱۴۰۱)** پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی محل دفن نخاله‌های ساختمانی با استفاده از منطق فازی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی: مطالعه موردی شهر ایلام» انجام دادند. نتایج نشان داد که متغیرهای فاصله از شهر، شیب و فاصله از جاده‌های اصلی مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر بر مکان‌یابی اینگونه از ضایعات در شهر مذکور بوده است.

**خداوردی ازغندی و کلاهی (۱۳۹۲)** پژوهشی با عنوان «افق پیشروی سیاست‌گذاری و مدیریت پسماند» انجام دادند. محققان در این مطالعه از روش ANP فازی برای ارزیابی گزینه‌های مدیریت پسماندهای بتنی بهره گرفتند. آنها بیان داشتند که قانون مدیریت پسماند در ایران در مسیر رشد خود بوده و تکامل آن در گرو بررسی بیشتر حقوق‌دانان، متخصصان و حمایت تمام نهادهاست و ضروری است که در کنار سیستم قانونی و سیاست‌گذاری سیستم‌های مدیریتی، اقتصادی، محیط زیستی، فرهنگی و اجتماعی پسماند نیز تقویت شود.

هدف از پژوهش حاضر بررسی مکان یا محدوده‌های بهینه برای دفع ضایعات ساختمانی شهر یزد است. شهری که از یکسو به دلیل مهاجرپذیری زیاد و به‌طور کلی افزایش شتابان جمعیت شهری در حال گسترش سریع کالبدی بوده و از سوی دیگر، بافت‌های قدیمی آن به شکل پیوسته در حال تخریب و بازسازی است. به‌علاوه، بازسازی و نوسازی معابر عمومی و خیابان‌های شهری بر تولید حجم زیادهای جامد شهری افزوده است. فعالیت‌های خاکبرداری و آماده‌سازی توسعه فیزیکی شهری نیز همراه با حجم زیادی از تولید نخاله‌ها و ضایعات ساختمانی بوده است. از سوی دیگر، وجود صنایع خاصی چون صنایع کاشی و سرامیک و کوره‌های آجرپزی و سفال‌سازی، معادن متعدّد شن و ماسه و سنگ‌های ساختمانی و موارد زیاد دیگر سبب تولید حجم انبوهی از ضایعات ساختمانی شهری در سال‌های اخیر (۲ دهه اخیر) بوده است که این ضایعات به شکل مجاز و غیرمجاز در مناطق پیرامونی شهر یزد تخلیه و رها شده (شکل ۱) و علاوه بر ایجاد مناظر بسیار زشت و ناپسند در حومه شهر آثار و پیامدهای زیست‌محیطی زیادی را برجای گذاشته است. بررسی و تحلیل روند سطح زیرپوشش ضایعات و پسماندهای ساختمانی در دو دهه اخیر بسیار نگران‌کننده است و آثار سوء آن از قبیل افزایش گردوغبار و ورود بخشی از این مواد به داخل مناطق مسکونی از جمله شهرهای پرجمعیت، ورود بخشی از این مواد همراه با جریان آب و به‌ویژه سیلاب‌ها به داخل شهر از جمله سیل ۱۴۰۰ شهر یزد، ورود حجم زیاد گل و لای و سیمان و مواد آلاینده شیمیایی به داخل خیابان‌ها، ایجاد شیرابه‌های آلاینده و نفوذ آن به داخل آب‌های سطحی و زیرزمینی، آلوده کردن خاک و ایجاد چهره و چشم‌انداز زشت پیرامون شهر از جمله مخاطره‌های این نوع ضایعات است (شریفی پیچون و همکاران، ۱۴۰۳). اگرچه تنها راه کاهش آثار و پیامدهای زیانبار متعدّد محیط زیستی، اقتصادی، اجتماعی و بهداشتی اینگونه ضایعات بازیافت آنهاست، به‌دلیل نبود تکنولوژی و سرمایه‌گذاری‌های اولیه در این زمینه برای کوتاه‌مدت دفن آنها به شکل علمی و اصولی امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است که محققان در پژوهش حاضر این مهم را دنبال کرده‌اند.



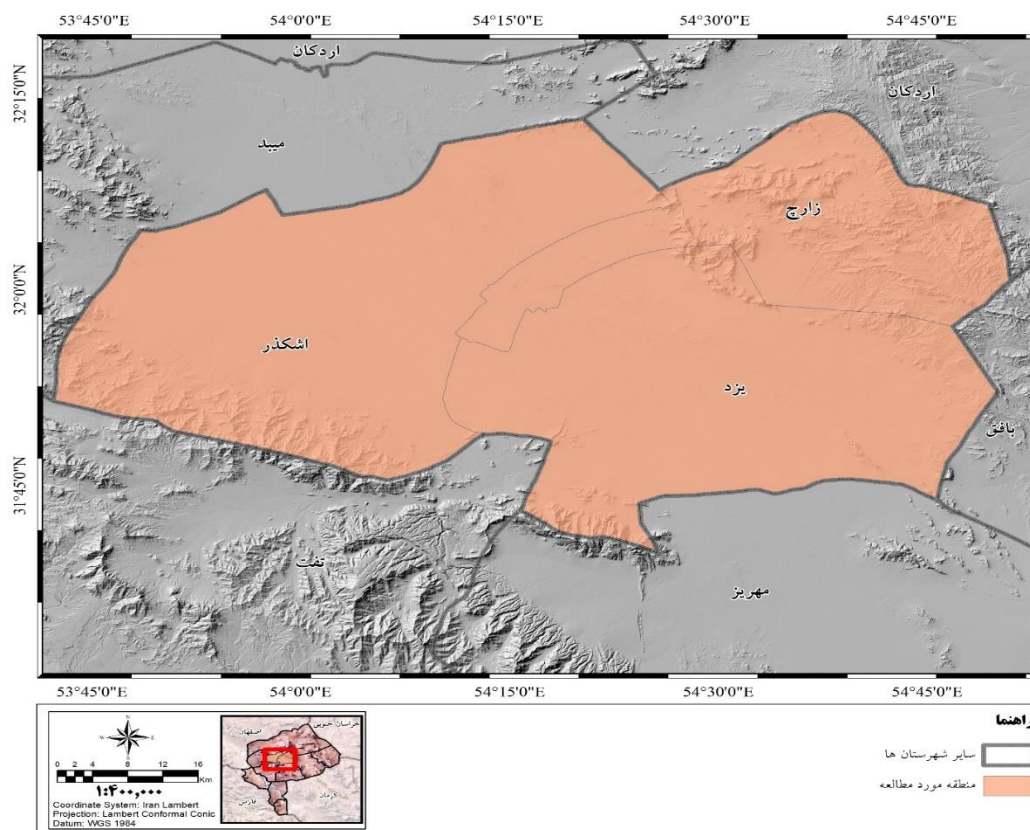
شکل ۱: تصاویری از تخلیه و دفع غیرمجاز نخاله‌های ساختمانی (منبع: نویسندگان ۱۴۰۳)

Fig 1: Photos of illegal disposal of construction waste

#### منطقه مطالعه شده

با توجه به اینکه اصلی‌ترین کانون‌های جمعیتی استان یزد در مرکز استان و چند شهر مجاور آن واقع شده است، برای انجام دادن این پژوهش شهرستان‌های یزد، زارچ و اشکذر که اصلی‌ترین کانون‌های تخلیه نخاله‌های ساختمانی استان یزد است، انتخاب شد. این مناطق از نظر موقعیت جغرافیایی در طول جغرافیایی حدود  $۵۳^{\circ} ۴۵'$  تا  $۵۴^{\circ} ۴۵'$  شرقی و در عرض جغرافیایی حدود  $۳۱^{\circ} ۳۰'$  تا  $۳۲^{\circ} ۱۵'$  شمالی قرار گرفته است (شکل ۲). بیشتر نخاله‌های ساختمانی تولیدشده در محدوده مطالعه شده مربوط به نخاله‌ها و ضایعات ساخت‌وسازهای شهر یزد بوده (در حدود ۹۰۰ تن در روز) که در محیط‌های پیرامونی همین شهر نیز ریخته شده و سطح‌های زیادی را به خود اختصاص داده است. این نخاله‌های ساختمانی علاوه بر اینکه چشم‌انداز بسیار نامناسبی به شهر یزد و مناطق پیرامونی بخشیده است (شکل ۱)، مشکلات عدیده زیست‌محیطی را در حال حاضر برای شهروندان به وجود آورده است که این مشکلات در آینده نزدیک بسیار بیشتر خواهد شد. شهر یزد و بخش زیادی از سکونتگاه‌های شهری و روستایی پیرامون آن در داخل و حاشیه جنوبی و جنوب شرقی چاله ساختمانی (کویری) یزد- اردکان واقع شده که ارتفاع متوسط آن از سطح دریا در حدود ۱۳۰۰ متر است. این چاله از جنوب با کوه‌های شیرکوه و از شمال با کوه‌های خرانق محدود و محصور شده است. بخش‌های شمالی شهر یزد به تپه‌های ماسه‌ای و گنبد‌های نمکی محدود شده که همین امر مانع توسعه شهری به این سو شده است؛ اما در بخش‌های جنوبی نزدیکی به کوه‌های شیرکوه و وجود بستر آبرفتی و شیب به نسبت مطلوب برای شهرسازی فضای مناسبی را برای توسعه فیزیکی شهر به وجود آورده است. در سال‌های اخیر از طرفی، به دلیل افزایش جمعیت شهری در شهر یزد و مناطق پیرامونی آن و از طرف دیگر، افزایش توان اقتصادی شهروندان یزدی

علاوه بر ساخت و سازهای جدید و گسترش فیزیکی شهر تخریب، بازسازی و نوسازی بافت‌های قدیمی شهری با سرعت و شتاب زیادی انجام گرفته است که این خود حجم زیادی از نخاله‌ها و ضایعات ساختمانی را به وجود آورده است. به علاوه، شیب کم و هموار بودن محدوده‌های پیرامون شهری و وجود جاده‌های مختلف بین شهری و دسترسی آسان سبب شده که سطح‌های زیادی از زمین‌های اغلب بیابانی و بدون استفاده پیرامون شهر یزد و حتی شهرهای مجاور آن برای تخلیه و رهاسازی نخاله‌ها و ضایعات ساختمانی شهروندان و صاحبان صنایع کاشی و سرامیک و آجرپزی مورد استفاده قرار بگیرد.



شکل ۲: موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعه شده (منبع: نویسندگان ۱۴۰۳)

Fig 2: Geographical location of the study area

## روش‌شناسی پژوهش

### • مکان‌یابی تخلیه نخاله‌های ساختمانی

در پژوهش حاضر پس از انجام دادن مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی و مشاهده مکان‌های متعدّد محل دفن و انباشت ضایعات ساختمانی و بررسی و تحلیل این مکان‌ها در مرحله اول معیارهای مهم و مؤثر بر مکان‌یابی اینگونه از زباله‌های جامد شهری به‌ویژه برای شهرهای هموار و بیابانی (از قبیل شهر یزد) براساس مطالعات و تجربه پژوهشگران مشخص شد. سپس این عوامل در سامانه اطلاعات جغرافیایی به شکل لایه‌های اطلاعاتی آماده و پردازش شد. در گام



بعدی با استانداردسازی لایه‌ها با استفاده از ۲ رابطه زیر، یعنی  $DN-MIN \div MAX-MIN=1$  به‌عنوان شاخص + و  $MAX-DN \div MAX-MIN=0$  به‌عنوان شاخص - محدوده‌های مناسب و بسیار نامناسب در هرکدام از لایه‌های اطلاعاتی مشخص شد. بدین ترتیب، هرکدام از لایه‌ها عدد بین ۰ تا ۱ می‌گیرد که عدد صفر نشان‌دهنده مکان مناسب و عدد ۱ نمایانگر مکان و محدوده نامناسب است. در مجموع، لایه‌های حریم‌گذاری شده روی هم گذاشته شد. در ادامه، برای تصمیم‌گیری درباره محدوده‌های مناسب و نامناسب و اولویت‌بندی آنها از تکنیک چندمعیاره تاپسیس (TOPSIS) بهره گرفته شد. در این روش برای وزن‌دهی به لایه‌ها در این تکنیک از روش وزن‌دهی شانون استفاده و در نهایت، براساس لایه‌های اطلاعاتی و تکنیک تصمیم‌گیری چندشاخصه تاپسیس محدوده‌های مناسب با آثار و پیامدهای کمتر مخرب به‌لحاظ زیست‌محیطی تعیین شد.

### معیارهای مکان‌یابی نخاله‌های ساختمانی

در این مطالعه برای کاهش اثرهای زیست‌محیطی و هزینه تسهیلات و خطرهای بهداشت عمومی از بین عوامل گوناگون و تأثیرگذار معیارهای زیست‌محیطی، زمین‌شناسی، اقلیمی، ژئومورفولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی در نظر گرفته می‌شود (Gorsevski et al., 2012). در این پژوهش برای مکان‌یابی تخلیه نخاله‌های ساختمانی از روش تصمیم‌گیری چندشاخصه TOPSIS و از ۲۰ لایه اطلاعاتی شامل شیب، ارتفاع، زمین‌زراعتی، خطوط آب، خطوط گاز، خطوط برق، چشمه، چاه، قنات، رودخانه‌ها، مراکز فرهنگی، مناطق صنعتی، محدوده شهر، روستا، راه‌آهن، فرودگاه، جاده، مرتع و خاک استفاده شده که در زیر نحوه استفاده از این لایه‌ها به شکل جداگانه تحلیل شده است (جدول ۱).

جدول ۱: پارامترهای مکان‌یابی نخاله‌های ساختمانی

Tab 1: Location parameters of construction waste

منبع	مرز محدوده	پارامتر
ضوابط معیارهای محیط زیست ایران ۱۳۹۱	۲۰۰۰	محدوده شهر
رحیمی ۱۳۹۴	۳۰۰	روستا
تقی‌زاده و دیوا ۱۳۹۲	۳۰۰۰	فرودگاه
GEMITIZ 1996	۵۰۰	راه آهن
BASAK 2005	۱۰۰۰	منطقه صنعتی
	۳۰۰۰	مرکز فرهنگی
NAS 2010	۳۰۰	قنات
شکوهیان ۱۳۹۰	۱۵۰	رودخانه
		زمین زراعتی تا حد امکان دارای کاربری باارزشی مانند کشاورزی، جنگل، تالاب و دریاچه نباشد.
		خاک حاصلخیزی و فرسایش کمتر خاک مناسبتر
جعفری و همکاران ۱۳۹۱	۱۸۰۰	ارتفاع
تقی‌زاده و دیوا ۱۳۹۲	۲۰	شیب

منبع	مرز محدوده	پرامتر
سازمان حفاظت محیط زیست ۱۳۸۳	۵۰۰	مرتع
NAS 2010	۳۰۰	چشمه
GANTWELL 1991	۱۰۰۰	چاه
	۱۰۰	معدن
ALLEN 2003	۱۰۰۰	جاده
رحیمی ۱۳۹۴	۵۰۰	خطوط آب
رحیمی ۱۳۹۴	۵۰۰	خطوط برق
رحیمی ۱۳۹۴	۵۰۰	خطوط گاز

منبع: نویسندگان ۱۴۰۳

### روش TOPSIS

به دلیل اثرگذاری عوامل متعدّد در مکان‌یابی بهینه سایت‌های دفن ضایعات ساختمانی و استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در تهیه، تحلیل و ترکیب داده‌ها و لایه‌های اطلاعات مکانی تعیین دقیق و بهینه سایت‌ها امری دشوار است؛ از این رو در این پژوهش از تکنیک تاپسیس به عنوان یکی از تکنیک‌های مؤثر و ارزشمند جهت تصمیم‌گیری چندشاخصه به منظور اولویت‌بندی محدوده‌های ارائه‌شده در سامانه اطلاعات جغرافیایی و مشخص کردن مکان‌های مناسب و نامناسب استفاده شد. در واقع، در این روش گزینه‌های ایدئال مثبت (بهترین حالت ممکن) و ایدئال منفی (بدترین حالت‌های ممکن) در نظر گرفته می‌شود. معیار محاسبه نمره‌ها در روش تاپسیس این است که گزینه‌ها تا حد امکان به گزینه ایدئال مثبت نزدیک و از گزینه ایدئال منفی دور باشد. این تکنیک شامل ۶ گام به شرح زیر است (شکل ۳).

الف) تشکیل ماتریس تصمیم: گام اولیه این روش تشکیل ماتریس تصمیم است. ماتریس تصمیم این روش شامل یکسری معیار و گزینه است. یک ماتریسی که معیارها در ستون‌ها قرار می‌گیرد و گزینه‌ها در سطر است. هر سلول ماتریس ارزیابی هر گزینه نسبت به هر معیار است که در بهترین حالت با استفاده از نظرهای نخبگان تکمیل می‌شود. در بیشتر موارد معیار کیفی باید به معیار کمی و عددی تبدیل شود. همچنین، جنبه مثبت و منفی معیارها باید مشخص شود. هرچه مقدار منفی بیشتر شود از ارزش آن کاسته می‌شود و هرچقدر مقدار مثبت بیشتر شود، ارزش آن نیز افزایش می‌یابد.

ب) نرمال کردن ماتریس تصمیم‌گیری (بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم): بی‌مقیاس کردن در روش تاپسیس با استفاده از روش نرم صورت می‌گیرد (رابطه ۱) و به این صورت انجام می‌شود که هر لایه بر جذر مجموع مربعات لایه‌های آن ستون معیار تقسیم می‌شود. در این صورت، ماتریس تصمیم تبدیل به یک ماتریس بی‌بعد می‌شود.

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_i r_{ij}^2}}$$

ج) تعیین ماتریس بی‌مقیاس وزن‌دار: در این گام باید وزن معیارها که از روش‌های دیگر به دست آمده است، در ماتریس نرمال ضرب شود تا ماتریس وزن‌دار حاصل شود (روش تاپسیس به‌تنهایی قادر به محاسبه وزن معیارها نیست)؛ بنابراین باید از روش‌های دیگر مانند آنتروپی شانون، روش تحلیل سلسله‌مراتبی و غیره وزن معیارها را محاسبه کرد و به‌عنوان ورودی به این روش داد که در این صورت:

$$V=nd*wn*n$$

در این پژوهش برای وزن‌دهی به ماتریس از روش آنتروپی شانون براساس رابطه زیر استفاده شده است:

$$E_i = -K \sum_{i=1}^n [P_i \times \ln P_i]$$

د) به دست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایدئال‌های مثبت و منفی: در اینجا باید وزن معیارها مشخص شود. معیارها جنبه مثبت و یا منفی دارد. معیار مثبت معیارهایی است که افزایش آنها باعث بهبود در سیستم می‌شود و حل ایدئال آن برابر با بزرگ‌ترین لایه ستون معیار و ضد ایدئال برابر با کوچک‌ترین لایه سلول برای معیار منفی است و برعکس. (و) محاسبه فاصله از ایدئال مثبت و ایدئال منفی: در این گام براساس رابطه زیر فاصله هر گزینه تا ایدئال مثبت و منفی محاسبه می‌شود.

$$D_{i+} = \sum (V_{ij} - V_j^+) / 2$$

$$D_{i-} = \sum (V_{ij} - V_j^-) / 2$$

ی) شاخص شباهت و رتبه‌بندی گزینه‌ها: شاخص شباهت نشان‌دهنده امتیاز هر گزینه است و براساس رابطه زیر محاسبه می‌شود. هرچقدر مقدار این شاخص به عدد یک نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده برتری آن گزینه است.

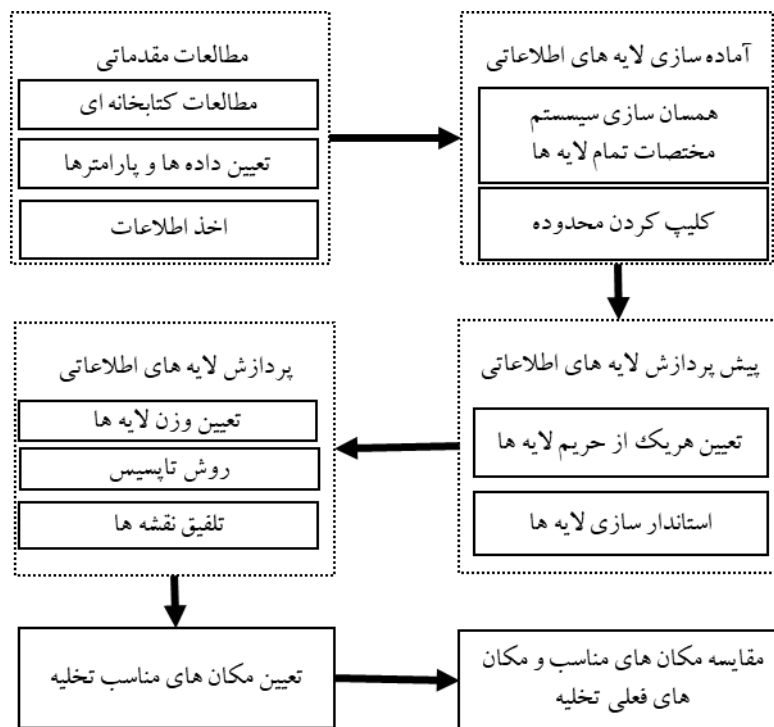
$$CL_i = d_{-i} / d_{-i} + d_{+i}$$

ه) محاسبه نمره‌ها (نسبت نزدیکی به گزینه ایدئال): نسبت نزدیکی به گزینه ایدئال که با نماد (CL<sub>i</sub>) نمایش داده می‌شود، برابر است با:

$$CL_i = d_{-i} / d_{-i} + d_{+i}$$

درنهایت، باید گزینه‌ها با توجه به مقدار CL<sub>i</sub> رتبه‌بندی شود. هرچقدر مقدار CL<sub>i</sub> بیشتر باشد، گزینه مدظر مطلوب‌تر است.





شکل ۳: فرآیند انجام‌داند پژوهش و تعیین مکان‌های مناسب تخلیه نخاله (منبع: نویسندگان ۱۴۰۳)

Fig 3: The process of conducting research and determining suitable places for construction waste landfill

### یافته‌های پژوهش و تجزیه و تحلیل

برای تعیین مکان یا مکان‌های بهینه جهت دفن ضایعات ساختمانی در شهر یزد عوامل و پارامترهای متعددی در نظر گرفته شد که در ادامه، هر یک از این پارامترها، ویژگی‌های آنها و نحوه استفاده و لحاظ کردن آنها به شکل لایه اطلاعات مکانی همراه با نقشه‌های آنها بررسی شده است. سپس، با در نظر گرفتن مکان‌های انتخاب‌شده بهینه در سامانه اطلاعات جغرافیایی از روش تاپسیس به عنوان تکنیکی مناسب برای اولویت‌بندی این مکان‌ها و انتخاب مکان بهینه و مطلوب استفاده و نقشه نهایی مبتنی بر عوامل متعدد مؤثر بر مکان‌یابی و روش تاپسیس تهیه شد که در ادامه، موارد ذکر شده به تفصیل آورده شده است.

**شیب:** ریخت‌شناسی سطح زمین یک پارامتر پایه در احداث محل دفن است. ریخت‌شناسی سطح زمین بیشتر با شیب توپوگرافی ارزیابی می‌شود. درباره شیب مناسب در مکان‌یابی‌ها نظرهای متفاوتی وجود دارد. بالارفتن شیب منجر به ایجاد هزینه‌های زیاد برای ساختن مدفن و دشواری نقل و انتقال شده است که این خود نیازمند خاکبرداری و خاک‌ریزی بیشتری است (Roy, 2023). بنابراین مناطق پرشیب برای دفن نخاله‌های ساختمانی از لحاظ اقتصادی به صرفه نیست. از سوی دیگر، به دلیل سرعت زیاد حرکت آب، انتقال شیرابه‌ها در سطح وسیع و با سرعت زیاد انجام می‌گیرد. همچنین، در شیب‌های زیاد احتمال ایجاد مخاطره‌هایی از قبیل ریزش، لغزش دامنه‌ها و سقوط ضایعات ساختمانی و فرسایش زیاد خواهد بود (تقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). از این رو، به طور کلی مناطقی که شیب زیادی دارد، برای دفن پسماندها مناسب نیست؛ بنابراین مناطق با شیب تند (بیش از ۱۵٪) امتیاز کمتری برای مکان‌یابی

می‌گیرد. برای تهیه نقشه شیب منطقه در این بخش از نقشه توپوگرافی استفاده شده است. مطابق ضوابط وزارت نیرو مناطق با توپوگرافی پرشیب باید از مکان‌یابی حذف شود (شکل ۵).

**ارتفاع:** ارتفاع نیز به دلیل آنکه نقش مهمی را در فرآیندهای سطح زمین و فرآیندهای جوی دارد باید در انتخاب مکان مناسب برای دفع و دفن زباله لحاظ شود. ارتفاعات بالاتر مشکلات اقتصادی و مخاطره‌های محیطی (مانند آنچه درباره شیب بیان شد) و ارتفاعات پایین‌تر نیز مخاطره‌های دیگری از قبیل در معرض سیل قرار گرفتن و انتقال این ضایعات (مانند آنچه در سیل ۱۴۰۰ برای شهر یزد رخ داد)، در معرض فرآیندهای بادی و انتقال مواد ریزدانه آنها به داخل شهرها و سکونتگاه‌های انسانی را دارد. برای تهیه نقشه شیب و ارتفاع منطقه مطالعه شده از نقشه‌های توپوگرافی (۱:۵۰۰۰۰) منطقه و نقشه رقومی ارتفاعی (DEM) با قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر استفاده شده است. براساس نقشه‌های تهیه شده قسمت‌های مرکزی، شمال و جنوب شهر یزد مکان‌های محدود شده مناسب را برای تخلیه ضایعات ساختمانی به لحاظ شیب و ارتفاع دارد؛ ولی در قسمت‌های غرب و شرق چنین مکان‌هایی دیده نمی‌شود (شکل ۴).

**راه ارتباطی:** جاده‌ها در زمینه مکان‌یابی سایت‌های دفن ضایعات ساختمانی می‌توانند نقش دوگانه مثبت و منفی داشته باشند. از یکسو، از مهم‌ترین مسئله اقتصادی برای انتقال زباله‌های شهری جاده و راه ارتباطی است. راه‌های ارتباطی انتقال اینگونه از ضایعات را که حجم و وزن بالایی دارند، تسهیل می‌کند؛ از این رو جاده‌های مناسب که اغلب شامل جاده‌های ارتباطی بین شهری می‌شود، برای حمل و نقل مناسب هستند. با در نظر گرفتن حریم خطوط ارتباطی هرچه فاصله کمتر باشد، هزینه اجرایی و انتقال نخاله‌ها کمتر خواهد بود. از سوی دیگر، قرارگیری این سایت‌ها در امتداد راه‌های ارتباطی منظر و چشم‌انداز بسیار نامناسب و زشتی را برای شهر و هویت شهر به وجود می‌آورد. به علاوه، تجمع حشرات و میکروب‌ها در مجاورت این جاده‌ها می‌تواند زمینه خطر بیماری‌های زیادی را به وجود بیاورد. بدین ترتیب، باید حریم جاده‌های شهری و ارتباطی در مکان‌یابی سایت‌های زباله‌های ساختمانی رعایت شود. این حریم در حدود ۱۰۰۰ متر در نظر گرفته می‌شود (Allen, 2001). همچنین، استان یزد یک خط راه‌آهن دارد که از تهران به سمت جنوب کشیده شده است و از بخش‌هایی از شهر یزد عبور می‌کند. این خط آهن یک خط پرتراffic و به نسبت خط شلوغ و پرتراfficی بوده است. وجود نخاله‌های ساختمانی و زباله‌ها در حاشیه امتداد خط راه‌آهن چالش بزرگی را برای هویت شهر و زیبایی‌شناسی منظر حومه آن به وجود آورده است؛ از این رو در این پژوهش این مهم نیز به عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی مکان‌یابی سایت‌های ضایعات ساختمانی در نظر گرفته شده که حریم آن ۵۰۰ متر لحاظ شده است (شکل ۴).

**زمین‌شناسی و خاک:** سنگ‌شناسی محدوده‌های زمینی در مکان‌یابی به دلیل داشتن پتانسیل طبیعی در جلوگیری از گسترش آلودگی و انتقال آن مورد توجه قرار می‌گیرد. در صورتی که جنس سنگ از پهنه‌های رسی و گلی (شیل و مارن) تشکیل شده باشد، از نظر عدم نفوذ شیرابه بسیار مناسب است (Alexakis & Sarris, 2014). سنگی که درزه‌ها و شکاف‌های زیادی و تراوایی بالایی داشته باشد، از لحاظ قابلیت برای دفن هر نوع پسماند جامد شهری مناسب نیست. خاک نیز مانند عامل لیتولوژی نقش اصلی در نفوذ شیرابه‌های این مواد به داخل زمین و آلودگی آب‌های

زیرزمینی در سطح گسترده دارد. لایه خاکی که بافت درشتی داشته باشد، تراوایی بالایی نیز دارد که این خود پیامدهای زیست‌محیطی مخرب بیشتری برجای می‌گذارد (ماجدی، ۱۳۸۴). اما با افزایش رس در خاک میزان نفوذپذیری کاهش پیدا می‌کند. باید توجه داشت که بسیاری از مواد سمی و آلاینده که به خاک افزوده می‌شود، ممکن است از نظر چگالی افزایش و در نهایت، تهدید جدی برای محیط زیست باشد و قرن‌ها در خاک باقی بماند (غضبان، ۱۳۸۱). برحسب نقشه‌های زمین‌شناسی و خاک‌شناسی منطقه می‌توان گفت که در محدوده پیرامون یزد صخره‌های سنگی برون‌زدگی ندارد و اغلب رسوبات و خاک‌ها با بافت درشت هستند که بر سطح زمین شکل گرفته‌اند. از این نظر، بخش عمده زمین و خاک روی سطح آن برای دفن ضایعات ساختمانی مناسب نیست (شکل ۴).

**آب‌های زیرزمینی:** مکان‌های نزدیک محل‌های دفن زباله پتانسیل زیادی برای آلودگی آب‌های زیرزمینی (چشمه‌ها، چاه‌ها و قنات) دارند؛ زیرا در اینگونه مناطق امکان آلودگی با شیرابه زیاد است (Nixon et al., 1997). حریم مکان دفن نخاله‌های ساختمانی مانند سایر زباله‌های جامد شهر براساس ویژگی‌های توپوگرافی و لیتولوژی منطقه تعیین می‌شود. به‌طور کلی، برای حفاظت از منابع آب زیرزمینی محل دفن پسماند نباید در مناطقی واقع شود که آبخوان‌هایی با کیفیت مناسب دارد (Uyan, 2014). محل‌های دفن نخاله و پسماندهای شهری به‌منزله یکی از تهدیدهای عمده برای آب‌های زیرزمینی شناسایی شده است (Nagarajan, 2012). در صورتی که آلودگی آب‌های زیرزمینی با شیرابه‌های خروجی از محل دفن پسماند خسارت‌های جبران‌ناپذیری را به این منابع ارزشمند آبی وارد کند (Erosy & Bulut, 2009)، فاصله حریم چشمه و قنات را در حدود ۳۰۰ متر و فاصله از چاه‌ها را در حدود ۱۰۰۰ در نظر می‌گیرند (شکل ۴). با توجه به آب‌وهوای یزد و کمبود آب در این شهر قنات یکی از منابع اصلی آب مصرفی و شرب یزد بوده است. در بخش‌های مختلف شهر و استان یزد قنات‌های متعددی ایجاد شده که بیشترین آنها در قسمت‌های غربی و جنوب غرب احداث شده است. این قنات‌ها در مکان‌یابی نخاله‌های ساختمانی مورد توجه بوده است (شکل ۵). به‌علاوه، در سال‌های اخیر با افزایش جمعیت شهر یزد و بالارفتن نیاز مصرفی این جمعیت چاه‌های متعددی در داخل و پیرامون شهر یزد حفر شده است؛ (شکل ۴) بنابراین سایت‌های دفن نخاله باید در مناطقی دور از حریم این چاه‌ها ایجاد شود.

**کاربری اراضی و زمین زراعتی:** مناطق براساس نوع پوشش گیاهی امتیازهای متفاوتی می‌گیرد. بسته به منطقه مطالعه‌شده زمین‌های با درجه اهمیت پایین‌تر (بی‌ثمر) مانند مراتع با تراکم پایین و زمین‌های زراعتی نه‌چندان مطلوب و مرغوب بهترین کاربری را برای مکان دفن پسماند در نظر می‌گیرند. مناطقی که زمین‌های کشاورزی، مسکونی، مراتع مرغوب و مناطقی که جاذبه گردشگری بالا داشته باشند، به دلیل آسیب‌پذیری و اثرهای زیست‌محیطی که مکان دفن ضایعات ساختمانی بر اینگونه زمین‌ها دارند، از مکان‌های نامناسب برای دفن قلمداد می‌شوند (Zamorano et al., 2009). در منطقه مطالعه‌شده بخش زیادی از زمین‌ها بایر بوده و به شکل بیابان‌های غیر قابل استفاده قابل مشاهده است. بدین روی، از نظر این پارامتر، بخش چشمگیری از محدوده‌های پیرامون شهر یزد برای دفن و تخلیه ضایعات ساختمانی مناسب است. در این پژوهش بیشتر بر اراضی زراعی و باغی مانند بخش‌های غربی منطقه مطالعه‌شده تأکید شده است تا این سایت‌ها در قلمرو اینگونه از زمین‌ها قرار نگیرد (شکل ۵).

**مرتع:** مراتع و پوشش گیاهی مرتعی نیز به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های مهم در مکان‌یابی نخاله‌های ساختمانی باید لحاظ شود که براساس پروتکل‌های سازمان حفاظت محیط زیست حریم مراتع ۵۰۰ متر در نظر گرفته شده است؛ بنابراین نقشه حریم مراتع پیرامون شهر یزد تهیه شده است که بر مبنای آن بیشتر مراتع در قسمت‌های شرقی و غربی یزد شهر قرار دارد. جایی که براساس این فاکتور برای دفن ضایعات ساختمانی مناسب نیست.

**آب‌های سطحی:** محل دفن پسماندها به‌هیچ‌وجه نباید در مجاورت آب‌های سطحی اعم از رودخانه‌ها، آبراهه‌های اصلی، سدها و دریاچه‌ها واقع شود؛ زیرا سبب آلوده کردن آب‌ها به شیوه‌های مختلف از جمله راه‌یابی شیرابه این ضایعات به داخل آنها می‌شود؛ حتی در بسیاری موارد بخشی از این ضایعات با باد و یا عوامل دیگر از جمله عامل انسانی به تدریج وارد منابع آب‌های سطحی می‌شود. پس رعایت فاصله استاندارد از آب‌های سطحی اعم از منابع آب آشامیدنی مانند رودخانه‌ها و سدها یا حتی موارد دیگری از قبیل دریاچه‌ها، مرداب‌ها و تالاب‌ها ضروری است و دست کم باید ۱۵۰ متر از این منابع آبی دورتر جایابی شود. به هر شکل، ریختن و قراردادن هرگونه زباله و ضایعاتی اعم از زباله‌های جامد شهری و یا نخاله‌های ساختمانی در داخل بخشی از حوضه‌های آبریز سبب می‌شود که بخشی از مواد زباله‌ها و نخاله‌ها به هنگام بارندگی‌ها شسته و وارد رواناب‌ها و سپس وارد سایر منابع آب‌های سطحی شود. در گذشته، حجم زیادی از نخاله ساختمانی شهر یزد در حاشیه شهر و در رودخانه موقتی (مسیل‌ها) یزد تخلیه شده است. بر اثر همین فعالیت‌ها بسیاری از شبکه‌های زهکشی خارج از محدوده شهری مسدود شده است. بر همین اساس، این شبکه ترسیم و به‌عنوان لایه اطلاعات مکانی در امر مکان‌یابی دفن زباله شهر یزد در نظر گرفته شده است (شکل ۵).

**مراکز شهری و روستایی:** مناطق سکونتگاهی به‌ویژه شهرها با تراکم جمعیتی زیاد از سه جنبه متفاوت در ارتباط با مکان‌های دفن زباله‌ها اهمیت دارد: الف) محل دفن زباله‌ها از جمله نخاله‌های ساختمانی به دلیل مسائل بهداشتی و سلامتی نباید در نزدیکی شهرها واقع شود و باید حریم لازم برای آنها در نظر گرفته شود؛ ب) شهرها خود به‌عنوان یک منبع تولیدکننده پسماندها هستند؛ بنابراین از جنبه اقتصادی، یعنی هزینه انتقال اینگونه از زباله‌ها و مواد دورریختنی اهمیت زیادی دارند؛ ج) دفن زباله‌ها در مجاورت جاده‌های ورودی و خروجی شهرها از نظر منظره شهری و زیبایی‌شناسی اهمیت بسیار زیادی دارد. در شهر یزد همواربودن زمین‌های پیرامون محله‌های محدوده شهری سبب شده که سطح‌های زیادی از پیرامون شهر زیر پوشش نخاله‌های ساخت‌وسازهای شهری برود. حریم محدوده شهری در این پژوهش دست کم ۲۰۰۰ متر در نظر گرفته شده است. براساس این پارامتر سطح‌های زیادی از اراضی اطراف شهر یزد و اشکدر مکان مناسبی برای دفن نخاله ساختمانی است. همچنین، رحیمی و همکاران (۱۳۹۴) فاصله از مراکز سکونتگاهی روستایی را بیشتر در حدود ۳۰۰ متر در نظر می‌گیرند که در این پژوهش نیز بر همین مبنای عمل شده و این فاصله در نظر گرفته شده است (شکل ۵).

**مراکز فرهنگی:** مرکز فرهنگی به نهادی گفته می‌شود که در زمینه فرهنگ و هنر فعالیت دارد. همزمان با افزایش سریع جمعیت و گسترش شهرنشینی شهرهای بزرگ نیازمند مراکز فرهنگی و تفریحی ویژه‌ای هستند که بتوانند بخشی از اوقات فراغت مردم را پر کنند. این مراکز اعم از مجتمع‌های تجاری، سالن‌های سینما، کتابخانه‌ها، مدرسه‌ها،

دانشگاه‌ها، زندان‌ها و مکان‌های دیدنی و تفرجگاهی بوده که در یزد اغلب در مرکز استان یزد قرار گرفته است و جاذبه‌های گردشگری دارد. حریم مراکز فرهنگی اغلب ۳۰۰۰ متر در نظر گرفته می‌شود (هاشم‌پور و همکاران، ۱۳۹۶). بر این اساس، تعیین محل دفن و تخلیه نخاله در مجاورت مناطق باستانی و یا محل‌های شناخته شده به‌عنوان میراث فرهنگی یکی از ابعاد مهم در مطالعات مکان‌یابی است. در شهر یزد تعدادی از مراکز فرهنگی در داخل شهر و یا در حومه شهر قرار دارد که در مکان‌یابی سایت‌های دفن زباله ساختمانی مورد توجه واقع شده است.

**خطوط انتقال آب و انرژی:** یکی از مواردی که باید در مطالعات مربوط به مکان‌یابی محل دفن نخاله‌های ساختمانی رعایت شود، فاصله کافی از خطوط انتقال نیرو و مخابرات و لوله‌های نفت و گاز و خطوط انتقال آب است که باید حریم این خطوط را رعایت کرد (فتحی و سلاجقه، ۱۳۸۸). در این پژوهش حریم این خطوط بر مبنای ضوابط نیرو ۵۰۰ متر در نظر گرفته شده است (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۴) (شکل ۴).

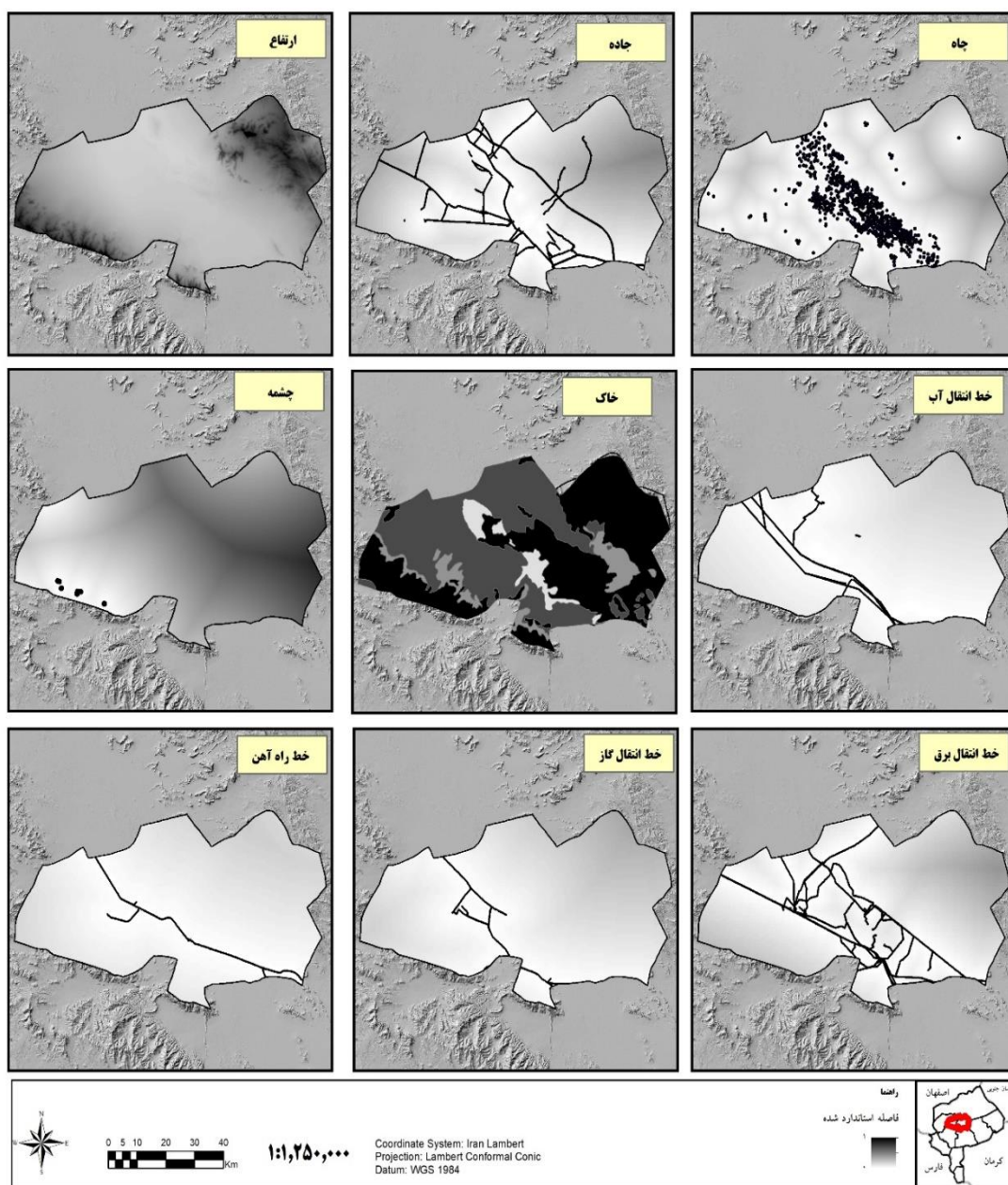
**فرودگاه:** فرودگاه یکی از زیرساخت‌های اصلی شهرهای مدرن حتی در کشورهای کمتر توسعه یافته است که محل رفت و آمد صدها مسافر داخل استانی، مسافران خارج استانی و یا مسافران خارجی در طول روز است؛ بنابراین از نظر ایمنی و مخاطره‌های محیطی (از قبیل ایجاد گردوغبار ناشی از این ضایعات)، از نظر بهداشتی و از نظر زیبایی‌شناختی در نظر گرفتن حریم مناسبی برای سایت دفن هرگونه زباله شهری (از جمله ضایعات ساختمانی) در مجاورت فرودگاه‌ها امری ضروری و پراهمیت است. در شهر یزد فقط یک فرودگاه وجود دارد که در ارتفاع ۱۲۳۰ متری از سطح دریا و در زمین مسطحی به مساحت ۵۷۵ هکتار قرار گرفته است. این فرودگاه در سمت غرب شهر واقع شده است و حدود ۱۰ کیلومتر از مرکز آن فاصله دارد که در این پژوهش حریم فرودگاه و باندهای آن بر اساس نظر تقی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) ۳۰۰۰ متر در نظر گرفته شده است (شکل ۵).

**معدن:** احداث محل دفن و تخلیه نخاله‌های ساختمانی بر یک ذخیره معدنی باعث از بین رفتن آن ثروت معدنی می‌شود. به‌علاوه، ممکن است بعدتر در هنگام بهره‌برداری از منابع معدنی و وجود ضایعات چالش‌های بیشتری را به وجود بیاورد. باید در نظر داشت که خود معادن حجم زیادی از نخاله‌های ساختمانی را تولید می‌کنند؛ بنابراین به مکان مناسب برای تخلیه و دفن نیاز است. به همین دلیل، در این پژوهش حریم معادن برای مکان‌یابی بهینه تخلیه نخاله‌های ساختمانی در حدود ۱۰۰۰ متر محاسبه و در تهیه لایه اطلاعاتی لحاظ شده است. اگرچه یزد ۵۴۵ معدن بزرگ و کوچک دارد که ۵ مورد در مقیاس بزرگ ملی قرار دارد، اغلب معادن واقع در پیرامون شهر یزد معادن کوچکی است که اغلب در قسمت‌های شمال شرقی و جنوب غربی شهر یزد قرار گرفته است (شکل ۵).

**منطقه صنعتی:** مراکز کارخانه‌ها و کارگاه‌های سطح شهر و پیرامون شهر از جمله مراکز آلوده‌کننده منابع محیطی است. هر واحد صنعتی بسته به نوع فعالیت پسماندهای مخصوص به خود را دارد؛ بنابراین ایجاد سایت دفن زباله‌های جامد در مجاورت این مناطق می‌تواند در ترکیب با آلاینده‌های صنعتی ترکیبات آلوده‌کننده و مضرتری را به وجود بیاورد. همچنین، برخی از این کارگاه‌های صنعتی تولیدکننده مواد غذایی و خوراکی انسان و یا دام است که این مواد زائد می‌تواند در آلوده کردن و مسائل بهداشتی آنها تأثیر بگذارد؛ از این رو رعایت فاصله از این مناطق برای مکان‌یابی ضایعات ساختمانی بسیار حائز اهمیت است. مناطق صنعتی و شهرک صنعتی در محدوده غرب شهر یزد قرار گرفته

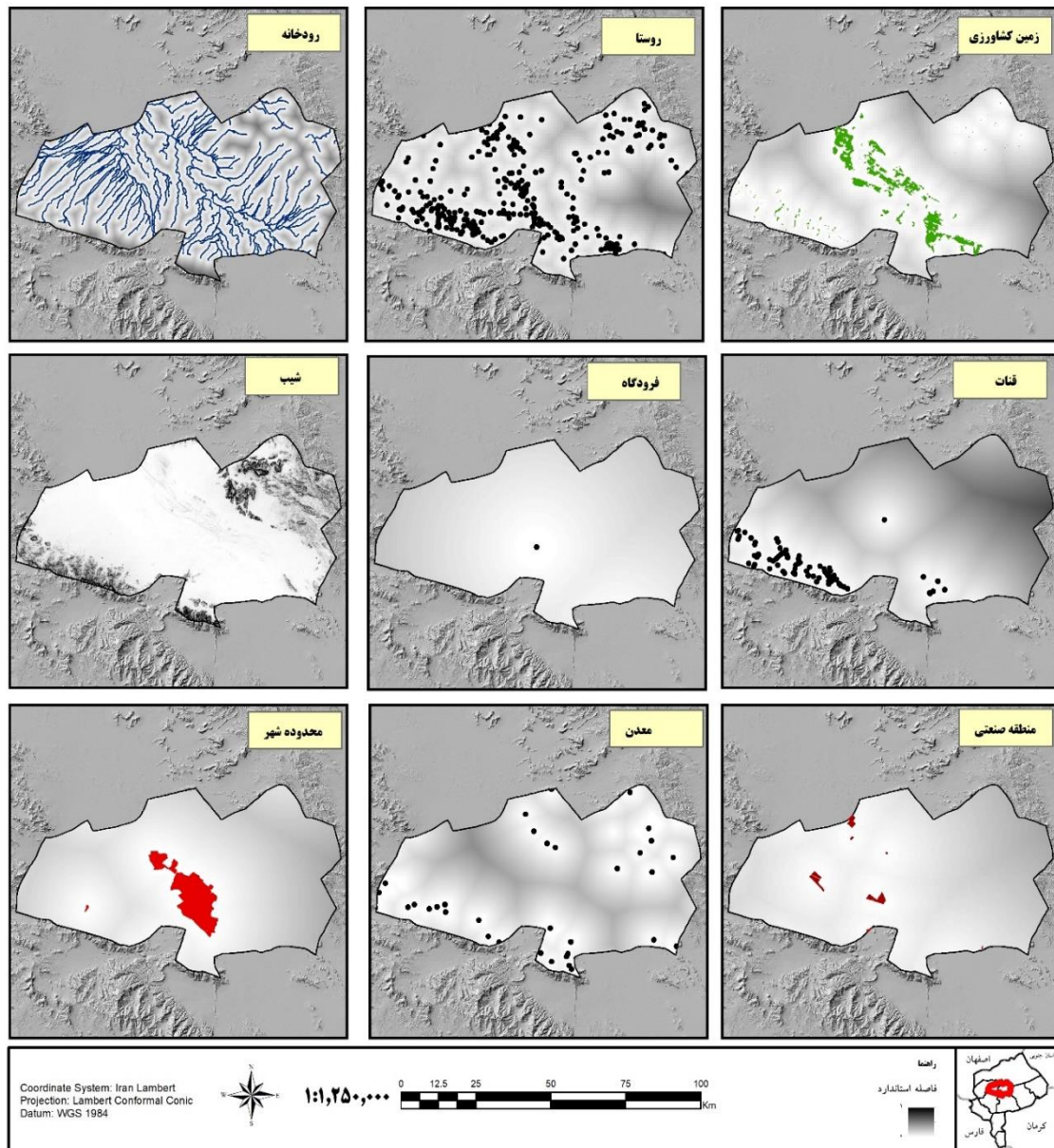


است (شکل ۵). در مجاورت این منطقه متأسفانه تخلیه نخاله ساختمانی به صورت غیرمجاز و به شکل گسترده صورت گرفته است. همچنین، در مجاورت شهر اشکذر مناطق صنعتی وجود دارد که در آنجا هم حجم زیادی از نخاله‌های ساختمانی ریخته شده است. در این پژوهش برای مکان‌یابی اینگونه از زباله‌ها به حریم آنها که برپایه نظر پژوهشگران ۱۰۰۰ متر است، توجه شده است (Banias, 2010). در واقع، در ابتدا پراکنش جغرافیایی این صنایع و شهرک‌های صنعتی مشخص و سپس حریم یک کیلومتر برای آنها در نظر گرفته شده است (شکل ۵).



شکل ۴: فاصله استاندارد از لایه‌های اطلاعاتی استفاده‌شده در پژوهش (۱) (منبع: نویسندگان ۱۴۰۳)

Fig 4: Standard distance from the information layers used in the research (1)



شکل 5: فاصله استاندارد از لایه‌های اطلاعاتی استفاده‌شده در پژوهش (2) (منبع: نویسندگان 1403)

Fig 5: Standard distance from the information layers used in the research (2)

### تعیین نقشه نهایی مکان‌های بهینه دفن زباله‌های ساختمانی در شهر یزد

پس از مشخص کردن عوامل مؤثر بر مکان‌یابی دفن زباله‌های ساختمانی در شهر یزد هر یک این عوامل به شکل لایه اطلاعاتی درآمد. سپس این لایه‌ها در سامانه اطلاعات جغرافیایی روی هم گذاشته و نقشه نهایی مکان‌یابی دفن ضایعات ساختمانی تهیه شد. براساس نقشه حاصل مشاهده شد که بیشتر مناطقی که در حال حاضر به شکل قانونی و غیرقانونی برای تخلیه و انباشت اینگونه از ضایعات ساختمانی مورد استفاده قرار گرفته است، مکان‌های نامناسبی بوده و قابلیت توجیه محیط زیستی نداشته است.

### استفاده از روش تاپسیس برای تعیین مکان بهینه دفن نخاله‌های ساختمانی

پس از تهیه نقشه اولیه مکان‌های بهینه و مناسب برای تخلیه و دفن ضایعات ساختمانی و نیز با استفاده از نتایج حاصل شده از این نقشه اولیه که حاصل در نظر گرفتن ۲۰ عوامل مهم و مؤثر بر مکان‌یابی ضایعات جامد شهری بود، برای اولویت‌بندی مکان‌های مشخص شده در نقشه مذکور از روش تاپسیس به‌عنوان روشی مؤثر و کارآمد در تصمیم‌گیری‌های چندشاخصه استفاده شد؛ بدین روی ۴ منطقه در ۴ منطقه مجاور شهر یزد براساس نقشه مکان‌یابی قبلی و براساس سایت‌هایی که شهرداری در حال حاضر برای دفع و دفن این نوع زباله‌ها در نظر گرفته است، به‌عنوان مکان‌های مناسب تخلیه نخاله‌های ساختمانی در نظر گرفته شد. در واقع، برای اینکه اولویت این عناصر براساس پارامترهای ذکر شده در این پژوهش مشخص و مطلوب‌ترین گزینه براساس شاخص‌های شباهت به این گزینه معرفی شود، از تکنیک شباهت به گزینه ایدئال، یعنی روش تاپسیس استفاده شد. برای انجام دادن این کار ابتدا امتیاز هر یک از پارامترهای مؤثر بر مکان‌یابی نخاله‌های ساختمانی براساس پژوهش‌های قبلی و با استفاده از نظرهای نخبگان لحاظ و در یک جدول به شکل ماتریسی قرار داده شد. سپس، این امتیازها بی‌مقیاس شد (جدول ۲). در ادامه، به دلیل تفاوت در اثرگذاری هر یک از این پارامترها بر تعیین مکان بهینه دفن ضایعات ساختمانی بر مبنای روش آنتروپی شانون، ماتریس اولیه بی‌مقیاس شده وزین شد (جدول ۳). در مرحله بعد گزینه‌های ایدئال مثبت و منفی براساس نقش هر یک از عوامل مشخص و سپس جدول شباهت و مشخص کردن گزینه‌های نزدیک به ایدئال مثبت و منفی مشخص شد (جدول ۴) (جدول ۵) (جدول ۶). در نهایت، بهینه‌ترین و نامطلوب‌ترین گزینه‌ها برای دفن ضایعات ساختمانی به‌طور موقت مشخص شد تا در ادامه، بستر و شرایطی برای بازیافت آنها فراهم شود. بر مبنای این روش نقشه مکان‌های بهینه دفن ضایعات ساختمانی شهر یزد در محیط نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه شد (شکل ۶). بر پایه نقشه نهایی که مبتنی بر تکنیک شباهت به گزینه ایدئال بود، مشخص شد که بهترین گزینه برای دفن ضایعات ساختمانی محدوده خلدبرین در شمال شرقی شهر یزد است که از نظر اقلیمی و به‌ویژه جهت بادها، هیدرولوژی، توپوگرافی و سایر پارامترهای مؤثر معرفی شده در این پژوهش شرایط بهینه‌تر و مطلوب‌تری را دارد (شکل ۶).

جدول ۲: ماتریس داده‌های بی‌مقیاس شده پارامترهای مؤثر بر مکان‌یابی بهینه دفن نخاله‌های ساختمانی

Tab 2: Unscaled data matrix of parameters affecting the optimal location of construction waste

گزینه‌ها	شاخص‌ها	محدوده شهر	روستا	مراکز فرهنگی	فرودگاه	راه‌آهن	منطقه صنعتی	شیب	ارتفاع	رودخانه	خاک
شحنه		۰,۱۱	۰,۰۷۱	۰,۱۰	۰,۱۵	۰,۱۸	۰,۲۰	۰,۱۸	۰,۱۸	۰,۱۵	۰,۰۵
خلدبرین		۰,۴۴	۰,۵۰	۰,۴۵	۰,۳۵	۰,۳۶	۰,۴۰	۰,۳۶	۰,۳۶	۰,۵۴	۰,۵۳
گودمحمودی		۰,۱۶	۰,۱۴۲	۰,۱۵	۰,۲۰	۰,۱۴	۰,۰۷	۰,۲۷	۰,۱۸	۰,۲۳	۰,۱۸
محدوده پارک کوهستان		۰,۲۸	۰,۲۸۵	۰,۳۰	۰,۳۰	۰,۳۲	۰,۳۳	۰,۱۸	۰,۲۷	۰,۰۷	۰,۲۳



شاخص‌ها گزینه‌ها	زمین زراعی	مرتع	چاه	قنات	چشمه	معدن	جاده	خط آب	خط برق	خط گاز
شحنه	۰,۰۷	۰,۰۷	۰,۲۳	۰,۱۸	۰,۲۷	۰,۳۵	۰,۱۱	۰,۱۳	۰,۱۸	۰,۱۶
خلدبرین	۰,۶۰	۰,۵۷	۰,۳۵	۰,۴۱	۰,۳۰	۰,۱۰	۰,۵۵	۰,۵۶	۰,۳۶	۰,۴۲
گودمحمودی	۰,۱۳	۰,۲۱	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۳۰	۰,۲۲	۰,۱۲	۰,۲۷	۰,۲۵
محدوده پارک کوهستان	۰,۲۰	۰,۱۴	۰,۱۸	۰,۱۸	۰,۲۰	۰,۲۵	۰,۱۱	۰,۱۹	۰,۱۸	۰,۱۶

منبع: نویسندگان ۱۴۰۳

جدول ۳: ماتریس داده‌های وزن پارامترهای مؤثر بر مکان‌یابی بهینه دفن نخاله‌های ساختمانی با استفاده از آنتروپی شانون

**Tab 3: Weighted data matrix of parameters affecting the optimal locating of construction waste using Shannon entropy**

محدوده شهر	روستا	مراکز فرهنگی	فرودگاه	راه آهن	منطقه صنعتی	شیب	ارتفاع	رودخانه	خاک
۰,۹۰۳	۰,۸۴۱	۰,۸۸۹	۰,۹۶۲	۰,۹۴۸	۰,۸۹۴	۰,۹۶۴	۰,۹۶۴	۰,۸۲۲	۰,۸۱۵
خط گاز	خط برق	خط آب	جاده	معدن	چشمه	قنات	چاه	مرتع	زمین زراعی
۰,۹۳۴	۰,۹۶۴۴	۰,۸۳۶	۰,۸۲۸	۰,۹۴۰	۰,۹۸۹	۰,۹۷۱	۰,۹۷۴	۰,۷۹۸	۰,۷۷۸

منبع: نویسندگان ۱۴۰۳

جدول ۴: مشخص کردن فاصله گزینه‌ها تا ایدئال مثبت (مکان‌های بهینه برای دفن نخاله) بر اساس تکنیک تاپسیس

**Tab 4: Determining the distance between the options and the positive ideal based on the TOPSIS technique.**

شاخص‌ها گزینه‌ها	محدوده شهر	روستا	مراکز فرهنگی	فرودگاه	راه آهن	منطقه صنعتی	شیب	ارتفاع	رودخانه	خاک
شحنه	۰,۰۸۸۸	۰,۱۳۱	۰,۰۹۶۷	۰,۰۳۷۲	۰,۰۲۸۹	۰,۰۳۲۰	۰	۰	۰,۱۱۸۳	۰,۱۵۲۸
خلدبرین	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۳۰۲	۰,۰۳۰۲	۰	۰
گودمحمودی	۰,۰۶۴	۰,۰۹۱۲	۰,۰۷۱۲	۰,۰۲۱۰	۰,۰۴۳۲	۰,۰۸۷۰	۰,۰۰۷۵	۰	۰,۰۷۴۵	۰,۰۸۱۲
محدوده پارک کوهستان	۰,۰۲۰۷	۰,۰۳۳۱	۰,۰۱۷۶	۰,۰۰۲۳	۰,۰۰۱۴	۰,۰۰۳۹	۰	۰,۰۰۷۵	۰,۱۷۵۵	۰,۰۵۲۴
شاخص‌ها گزینه‌ها	زمین زراعی	مرتع	چاه	قنات	چشمه	معدن	جاده	خط آب	خط برق	خط گاز
شحنه	۰	۰	۰	۰,۰۴۵۷	۰,۰۰۰۹	۰	۰,۱۳۲	۰,۰۷۷۲	۰,۰۲۹۹	۰,۰۵۹
خلدبرین	۰,۱۷۰۵	۰,۱۵۸	۰	۰	۰	۰,۰۵۵	۰	۰	۰	۰
گودمحمودی	۰,۰۰۲۲	۰,۰۱۲۳	۰,۰۱۳۶	۰,۰۳۰۶	۰,۰۰۴۹	۰,۰۰۲۲	۰,۷۴۵	۰,۱۳۳	۰,۰۰۷۵	۰,۰۲۵۲
محدوده پارک کوهستان	۰,۰۱۰۴	۰,۰۰۳	۰,۰۲۷۵	۰,۰۴۹۷	۰,۰۰۹۸	۰,۰۰۸۸	۰,۱۳۲	۰,۰۹۶۱	۰,۰۲۹۹	۰,۰۵۹

منبع: نویسندگان ۱۴۰۳

جدول ۵: مشخص کردن فاصله گزینه‌ها تا ایدئال منفی (مکان‌های نامطلوب برای دفن نخاله) براساس تکنیک تاپسیس

Tab 5: Determining the distance between the options and the negative ideal based on the TOPSIS technique.

شاخص‌ها گزینه‌ها	محدوده شهر	روستا	مراکز فرهنگی	فرودگاه	راه‌آهن	منطقه صنعتی	شیب	ارتفاع	رودخانه	خاک
شحنه	۰	۰	۰	۰	۰,۰۰۱۴	۰,۰۱۳۴	۰,۰۳۰۳	۰,۰۳۰۲	۰,۰۰۵۶	۰
خلدبرین	۰,۰۸۸۸	۰,۱۳۱	۰,۰۹۶	۰,۰۲۷	۰,۰۴۳	۰,۰۸۷	۰	۰	۰,۱۷۵	۰,۱۵۲
گودمحمودی	۰,۰۰۹۸	۰,۰۰۳۶	۰,۰۰۱۹	۰,۰۰۲۳	۰	۰	۰,۰۰۷۵	۰,۰۳۰	۰,۰۲۱	۰,۰۱۱
محدوده پارک کوهستان	۰,۰۲۳۷	۰,۰۳۲۴	۰,۰۳۱	۰,۰۲۱	۰,۰۲۸۹	۰,۰۵۳۸	۰,۰۳۰	۰,۰۰۷۵	۰	۰,۰۲۶
شاخص‌ها گزینه‌ها	زمین زراعی	مرتع	چاه	قنات	چشمه	معدن	جاده	خط آب	خط برق	خط گاز
شحنه	۰,۱۷۰۵	۰,۱۵۸	۰,۰۰۲۴	۰	۰,۰۰۴۷	۰,۰۵۵	۰	۰,۰۰۰۰۳	۰	۰
خلدبرین	۰	۰	۰,۰۲۷۵	۰,۰۴۹	۰,۰۰۴۷	۰	۰,۱۳۲	۰,۰۰۰۰۳	۰,۰۲۹۹	۰,۰۵۹
گودمحمودی	۰,۱۳۳	۰,۰۸۲	۰,۰۰۲۴	۰,۰۰۲۳	۰,۰۰۰۸	۰,۰۳۵	۰,۰۰۸۲	۰	۰,۰۳۰	۰,۰۰۷
محدوده پارک کوهستان	۰,۰۹۶	۰,۱۱۷	۰	۰	۰	۰,۰۱۹۸	۰	۰,۰۰۳	۰	۰

منبع: نویسندگان ۱۴۰۳

جدول ۶: نتایج فاصله گزینه‌ها تا ایدئال مثبت (مکان‌های بهینه) و ایدئال منفی (مکان‌های نامطلوب) و مشخص کردن ترتیب گزینه‌ها

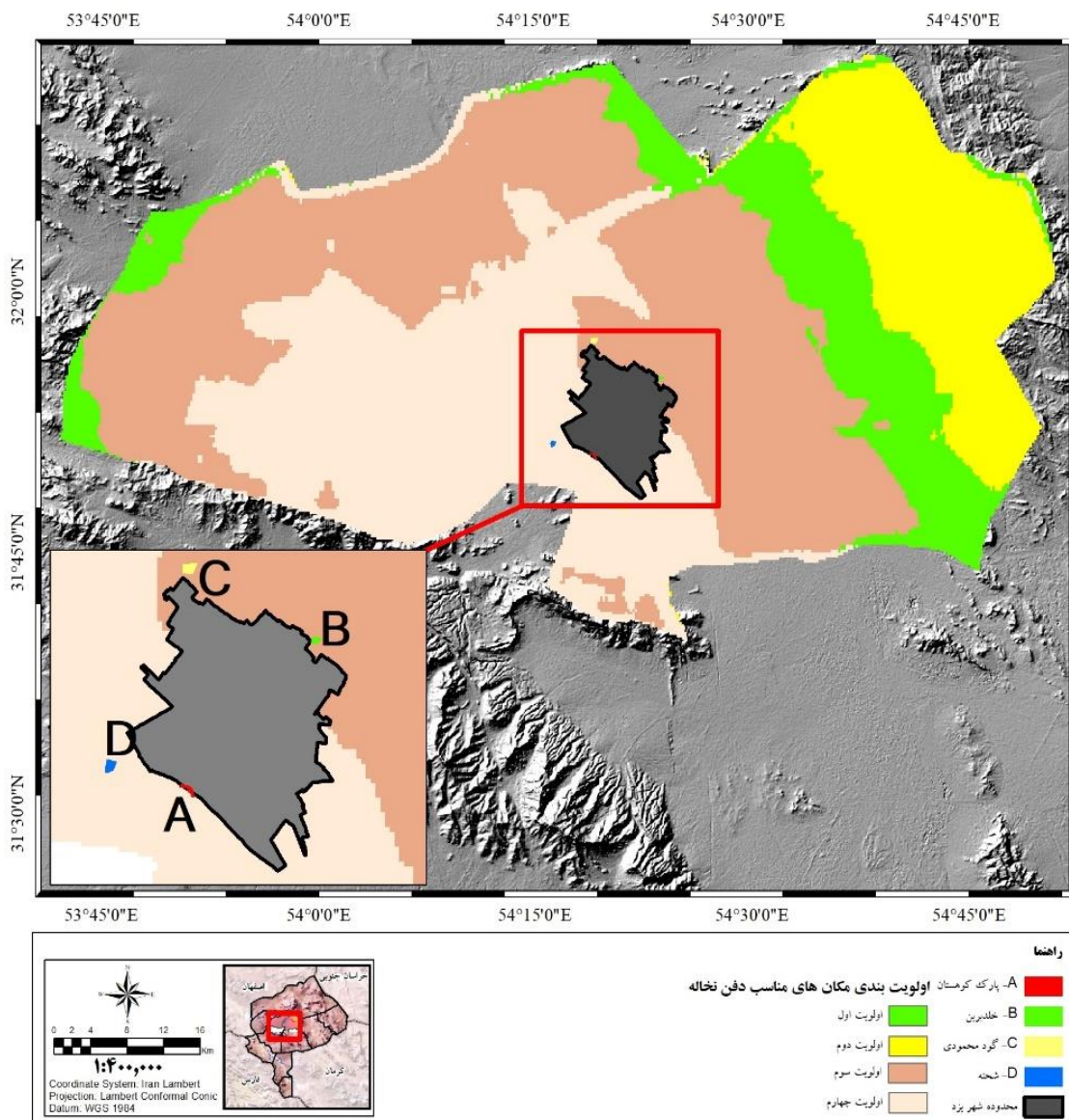
Tab 6: The distance of the options to the positive ideal (optimal places) and the negative ideal as well as specifying the order of the options

گزینه‌ها	شاخص	فاصله تا ایدئال مثبت	فاصله تا ایدئال منفی	ترتیب گزینه‌ها برای دفن نخاله‌ها
شحنه		۱,۰۲۱	۰,۶۱۶۶	۰,۴۰۲
خلدبرین		۰,۶۶۵	۱,۰۴۹	۰,۶۱۲
گودمحمودی		۰,۹۲۰۲	۰,۶۲۲۷	۰,۴۰۳۵
محدوده پارک کوهستان		۰,۸۷۹۷	۰,۷۰۰۰۷	۰,۴۴۳۱

منبع: نویسندگان ۱۴۰۳

نتایج حاصل شده از روش تاپسیس (جدول ۶) که به تعیین اولویت مکان‌های بهینه برای دفن زباله‌های ساختمانی شهر یزد منجر شد، در سامانه اطلاعات جغرافیایی وارد و به‌عنوان ضرایب ترجیحی و مؤثر بر مکان‌یابی لحاظ و بر این اساس، نقشه نهایی مکان‌یابی دفن زباله‌های ساختمانی که با تعدیل نقشه قبلی همراه بود، در پیرامون شهر یزد تهیه شد (شکل ۶). با توجه به این نقشه قسمت‌های مرکزی محدوده شهری به دلیل وجود ساختمان‌های مسکونی، وجود آب‌های سطحی و زیرزمینی و خطوط انتقال نیرو مکان مناسبی برای تخلیه نخاله ساختمانی نیست. در واقع، اولویت و ارجحیت بیشتر در مکان‌یابی سایت دفن نخاله‌های ساختمانی بر محدوده‌های شهری و روستایی و سپس منابع آبی و

خطوط انتقال نیرو گذاشته شد. اثرگذاری سایر عوامل مؤثر بر مکان‌یابی از قبیل وجود معادن، مکان‌های صنعتی، مسیل‌ها، توپوگرافی، پوشش گیاهی، وجود سکونتگاه‌های روستایی، جنس خاک و ویژگی رسوبات سبب شد که محدوده‌های غربی، شرقی و جنوبی شهر یزد به‌عنوان مکان دفن زباله قابل توجه نباشد. براساس همه عوامل و پارامترهای مؤثر بر مکان‌یابی ضایعات ساختمانی چهار بخش و محدوده پیرامون شهر یزد در قسمت‌های غربی، جنوب غربی، شمال غربی و شمال شرقی شهر یزد به‌عنوان مکان‌های به‌نسبت مناسب برای ایجاد سایت دفن نخاله‌های ساختمانی انتخاب شد که براساس روش تاپسیس قسمت‌های شمال و شمال شرق یزد بهترین مکان برای تخلیه نخاله‌های ساختمانی است.



شکل ۶: نقشه نهایی مکان‌یابی نخاله ساختمانی با استفاده از روش TOPSIS (منبع: نویسندگان ۱۴۰۳)

Fig 6: Final location map of construction waste using TOPSIS method

## نتیجه‌گیری

امروزه نخاله‌ها و ضایعات ساختمانی یکی از معضلات بزرگ و اساسی شهرها در سراسر جهان به‌ویژه کشورهای توسعه‌نیافته از نظر محیط زیستی، اقتصادی، بهداشتی و زیبایی‌شناسی منظر و به تبع آن هویت شهری مطلوب و پایدار است. شهر یزد نیز از اینگونه مخاطره‌ها و معضلات ناشی از تخلیه، رهاسازی و انباشت حجم عظیمی از نخاله‌های ساختمانی در محدوده‌های پیرامون شهر نه‌تنها مستثنی نیست، وضعیت به مراتب بدتری نیز دارد؛ زیرا حجم زیادی از نخاله‌ها در همهٔ محدوده‌های مجاور شهری و در مناطق دور و نزدیک ریخته و رها شده است. تولید حجم زیاد اینگونه از زباله‌های جامد شهری به دلیل توسعهٔ شتابان شهری، بازسازی و نوسازی سریع بافت‌های قدیمی شهر و وجود کارخانه‌های کاشی و سرامیک و کوره‌های آجرپزی در مجاورت شهر و ضایعات ناشی از آنهاست. از سوی دیگر، بیابانی و بایر بودن بیشتر زمین‌های پیرامون شهر و هموار بودن آنها باعث شده است که شهروندان و صاحبان کارگاه‌های آجر، سفال، کاشی و سرامیک ضایعات ساختمانی خود را برای کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل آنها در نزدیک‌ترین محل تخلیه و رها کنند. بر همین اساس، در حال حاضر تخلیهٔ نخاله‌های ساختمانی در مکان‌های مجاز و غیرمجاز پیرامون شهر یزد چهرهٔ زشتی را به محدوده‌های مجاور شهری به‌ویژه حاشیه‌های ورودی شهر داده است. به‌طور کلی، دفع غیراصولی انواع زباله‌ها مشکلات زیادی را برای شهرها از نظر زیست‌محیطی (از جمله نیاز به سطح‌های گسترده برای دفن آنها) به وجود آورده است. به‌ویژه آنکه به دلیل گسترش افقی شهر از یکسو و هموار و بیابانی بودن زمین‌های پیرامون شهر از دیگر سو سبب شده است که شهروندان زباله را به شکل گسترده در سایت‌های مجاز و غیرمجاز تخلیه کنند که براساس مطالعات جدید طی دو دههٔ اخیر سطح‌های زیرپوشش این نخاله‌ها در برخی مکان‌های پیرامون شهر بین ۴ تا ۷ برابر افزایش پیدا کرده است (شریفی پیچون و همکاران، ۱۴۰۳). بنابراین یافتن مکان یا مکان‌های مناسب براساس عوامل محیط زیستی، اقتصادی، اجتماعی و بهداشتی در سال‌های اخیر ضرورتی اجتناب‌ناپذیر پیدا کرده است. اگرچه ممکن است سایت‌های دفن زباله اعم از زباله‌های خانگی روزمره و انواع آنها تا زباله و ضایعات ساختمانی در طولانی‌مدت اثرهای ناگوار و نامناسبی را بر اقتصاد، محیط زیست و جامعه و هریک به شکلی پیامدهایی بر آلوده کردن منابع آب، خاک، هوا و ... داشته باشد، در کوتاه‌مدت و به‌ویژه برای کشورهای توسعه‌نیافته شاید تنها راه‌حل باشد. با وجود این، تعیین و در نظر گرفتن مکان‌های بهینه با آثار زیانبار کمتر خود امری غامض، پیچیده و سخت است؛ از این رو باید فاکتورها و عوامل متعددی را برای تعیین و مشخص کردن این معیارها در نظر گرفت.

شهرداری یزد در سال‌های اخیر چهار مکان مشخص را در سه سمت شهر شامل گود محمودی، گود خلدبرین، گود مقابل روستای شحنه و جادهٔ تفت بعد از پل شهید تقوی جنب کارخانهٔ آهک شکوفه به‌عنوان مکان دفن ضایعات ساختمانی شهری مشخص کرده است. محققان در نتایج حاصل‌شده از پژوهش حاضر بیشتر این مکان‌ها را به‌عنوان مکان‌های دفن مناسب و بهینه نشان نمی‌دهند و حتی برخی از آنها را براساس مؤلفه‌ها و شاخص‌های متعدّد نامناسب تشخیص دادند. شاخص‌هایی که در آنها اغلب بر وجوه آثار زیست محیطی ناشی از دفن و دفع اینگونه از زباله‌های جامد شهری تأکید شده است. با وجود این و برخلاف نصب تابلوهای متعدّد در مسیر بلوارها و مسیرهای منتهی به مکان تخلیهٔ نخاله‌های ساختمانی و تعیین سایت‌های مجاز دفن زباله در چند گوشه از شهر و پیرامون آن باز هم تخلیه

در مسیر جاده‌ها و راه‌های ارتباطی اصلی و فرعی به شکل غیرمجاز صورت گرفته است که علاوه بر ایجاد سیمای زشت از نظر بهداشتی نیز سلامت عابران و ساکنان مناطق را تهدید می‌کند. به‌ویژه آنکه بادهای در دشت هموار یزد- اردکان که شهرها و سکونتگاه‌های زیادی از جمله شهر یزد، اشکذر، رضوان‌شهر، زارچ، میبد، اردکان و چندین روستای دیگر در بستر آن به وجود آمده است، شدت به نسبت زیادی دارد. اگرچه جهت غالب این بادهای شمال غربی و غربی است، در طول فصل‌های مختلف تغییر مسیر می‌دهد. در واقع، بادهای با همه جهات در اطراف شهر یزد و سایر شهرها و سکونتگاه‌های دشت مذکور می‌وزد. در این شرایط وجود حجم زیاد نخاله‌های ساختمانی که مواد ریزدانه زیادی دارد و یا در کوتاه‌مدت تخریب و هوازده شده است، در معرض این بادهای قرار می‌گیرد و به شکل گردوغبارهای اغلب سمی وارد شهرهای مذکور می‌شود؛ بنابراین مشکلات و مخاطره‌های جدی زیست‌محیطی را به همراه دارد. از سوی دیگر، تخلیه و رهاسازی حجم زیادی از این نخاله در بستر رودها و یا در مجاورت آنها سبب مسدود شدن مسیر خشک‌رودها و تغییر مسیر و انحراف مسیر آب‌های موقتی حاصل از بارندگی‌ها می‌شود و بدین ترتیب، بخش زیادی از این مواد نخاله‌ها شسته و همراه جریان آب‌ها وارد شهر می‌شود که این خود از طرفی، سیلاب‌ها و تخریب‌های حاصل از آنها را تشدید می‌کند و از طرف دیگر، حجم زیادی از رسوبات و شیرابه‌های این زباله‌های ساختمانی را مجدد وارد معابر و سکونتگاه‌های شهری می‌کند. این روند آب‌های سطحی و زیرزمینی را آلوده و مشکلات بهداشتی فراوانی را به شهروندان تحمیل می‌کند؛ برای مثال، گچ و آهک می‌تواند یکی از نخاله‌های خطرناک باشد؛ چون شیرابه آنها به مقدار خیلی زیادی وارد آب‌های سطحی و حتی آب‌های زیرزمینی می‌شود که این نه تنها قلیایی شدن آب را افزایش می‌دهد، طعم بد و تلخی به آب می‌دهد که برای سلامتی انسان نیز بسیار مضر است. به‌طور خلاصه، از مسائل بسیار مهم و کلی درباره نخاله‌های ساختمانی تغییر در چشم‌اندازهای سطح زمین به‌طور عام و تغییر در عوارض ژئومورفولوژیکی و لندفرم‌های سطح زمین به‌طور خاص است که به تبع این تغییرات فرایندها و مکانیسم‌های تحول ناهمواری‌های سطح زمین از جمله تغییر در مسیر شبکه آبراه‌های سطح زمین، تغییر در میزان نفوذپذیری، فرسایش خاک و تغییر در بافت آن، تغییر در سطح‌های پوشش گیاهی، تغییر در مکانیسم و عملکرد باد و حتی فرونشست زمین را به وجود می‌آورد. این امر خود منجر به ایجاد مخاطره‌ها و ناپایداری و ناعادلی محیطی از قبیل تغییر در اکوسیستم‌ها، آسیب‌پذیری آبخوان‌ها، ایجاد خطر سیلاب، ایجاد و تولید شدید گردوغبار و موارد متعددی دیگر از این دست می‌شود.

## منابع

بشارتی‌فر، صادق، و درخشنده، حسین (۱۳۹۸). سازماندهی و انتخاب مکان بهینه نخاله‌های ساختمانی (مطالعه موردی: شهر یاسوج). *فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، ۱۰(۱)، ۹۵۸-۹۷۳.

[https://www.jgeoqeshm.ir/article\\_186136.html?lang=fa](https://www.jgeoqeshm.ir/article_186136.html?lang=fa)

بیگللو، سعیده، موسوی، سیدحسن، معین‌الدینی، مظاهر، و عمرانی، قاسمعلی (۱۳۹۸). مکان‌یابی محل دفن نخاله‌های ساختمانی شهر کرج با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره. *فصلنامه مطالعات علوم محیط زیست*، ۴(۶)، ۱۹۹۳-

۲۰۰۲. [https://www.jess.ir/article\\_97285\\_0e4d1bc2194bce69ef0b235d6ce62689.pdf](https://www.jess.ir/article_97285_0e4d1bc2194bce69ef0b235d6ce62689.pdf)

پاست، ویدا، یغماییان، کامیار، نبی‌زاده نودهی، رامین، دهقانی، محمدهادی، مؤمنی، منصور، و نادری، مازیار (۱۳۹۶). انتخاب بهترین روش مدیریتی دفع نخاله‌های ساختمانی شهر تهران با دیدگاه توسعه پایدار براساس تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی. نشریه سلامت و محیط زیست، ۱۰(۲). ۲۷۰-۲۵۹.

<http://ijhe.tums.ac.ir/article-1-5844-fa.html>

پاشایی، رضا، جدیری ایران، کیوان، قلی‌زاده، مرتضی، و حنیفی، احمد (۱۳۹۳). استفاده زیست‌محیطی از پسماندهای ساختمانی با استفاده از روش‌های بازیافت و MSW. اولین همایش ملی ارزیابی مدیریت و آمایش محیط زیستی در ایران، همدان. <https://civilica.com/doc/330169>

تقی‌زاده دیوا، سید علی، سلمان ماهینی، عبدالرسول، و خیرخواه زرکش، میرمسعود (۱۳۹۲). مکان‌یابی چندمعیاری محل دفن مواد زاید ساختمانی با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (مطالعه موردی شهر

گرگان). آمایش جغرافیایی فضا، ۳(۱۰)، ۱۲۱-۱۳۷. [https://gps.gu.ac.ir/article\\_7387.html?lang=en](https://gps.gu.ac.ir/article_7387.html?lang=en)

جعفری نوبخت، فاطمه، چراغی، مهرداد، و لرستانی، بهاره (۱۳۹۹). مکان‌یابی محل دفن نخاله‌های ساختمانی با استفاده از GIS و روش AHP (مطالعه موردی: شهر همدان). نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۲(۹)،

۲۱۵-۲۳۹. <https://doi.org/10.22034/jest.2018.12897.2151>

خادمی شیراز مظفر، رواناشادینا، مهدی، خشنده، افشین، و عباسیان جهرمی، حمیدرضا (۱۴۰۰). مکان‌یابی محل دفن پسماند ساختمانی با استفاده از ترکیب فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و سیستم اطلاعات مکانی (مطالعه موردی: شهر قزوین). نشریه مهندسی عمران/میرکبیر، ۵۳(۷)، ۲۹۰۹-۲۹۲۰.

<https://doi.org/10.22060/ceej.2020.17555.6599>

خداوردی ازغندی، زینب، و کلاهی، مهدی (۱۳۹۲). افق پیشروی سیاست‌گذاری و مدیریت پسماند. فصلنامه رهیافت، ۲۹(۱)، ۶۸-۷۷. <https://doi.org/10.22034/rahyaft.2019.13752>

رحیمی، امین، صائب، کیوان، و رفیعیان، امید (۱۳۹۴). مکان‌یابی محل دفع نخاله‌های ساختمانی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در شهر تبریز. اولین کنفرانس ملی علوم و مدیریت زیست اردبیل، اردبیل.

<https://civilica.com/doc/417781>

سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور: پایگاه اطلاع‌رسانی قوانین و مقررات کشور (۱۳۹۱). [وبسایت].

<https://dotic.ir/cat/176>

شریفی پیچون، محمد، ابراهیمی خوسفی، محسن، و سیف‌اللهی، فاطمه (۱۴۰۳). ارزیابی روند تغییرات سطوح زیر پوشش نخاله‌های ساختمانی و اثرات آن بر محیط زیست شهری (مورد مطالعه: شهر یزد). جغرافیا و پایداری

محیط، ۱۴(۳)، ۹۷-۱۱۸. <https://doi.org/10.22126/ges.2024.10838.2769>

شکوهیان، محمد، و نجفیان رضوی، علی (۱۳۹۰). مدیریت و راهکارهای کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ضایعات ساختمانی و بازیافت آنها. ششمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه سمنان.

<https://civilica.com/doc/121386>

شهبازی، علی، حسنی، علی محمد، رضایی، حسن، و قائمی، علی (۱۳۹۹). بررسی و شناخت خصوصیات کمی و کیفی نخاله‌های ساختمانی و عمرانی شهرستان گرگان و امکان‌سنجی مالی بازیافت آن. نشریه علمی محیط زیست

و توسعه، ۱۱(۲۲)، ۵-۱۵. [https://www.iraneiat.ir/article\\_138308.html](https://www.iraneiat.ir/article_138308.html)



- غضبان، فریدون (۱۳۸۱). زمین‌شناسی زیست محیطی. انتشارات دانشگاه تهران،
- فتحی، گلاویژ، و سلاجقه، علی (۱۳۸۸). مکان‌یابی صحیح احداث مخازن و سازه‌های آبی. پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران (مدیریت پایدار بلایای طبیعی)، گرگان. <https://civilica.com/doc/87037>
- فلاحی، لیلا، برزگری، قدرت، و ندیری، عطاالله (۱۴۰۱). مکان‌یابی اصولی دفع نخاله‌های ساختمانی شهر تبریز با تأکید بر عوامل زمین‌شناسی زیست محیطی. زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته، ۱۲(۴)، ۶۸۲-۷۰۸. <https://doi.org/10.22055/aag.2021.37877.2236>
- قانع اردکانی، جواد، و کشفی، سید ابوالفضل (۱۳۹۶). مکان‌یابی محل دفن پسماندهای ساختمانی شهر یزد با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی. فصلنامه علمی پژوهشی زمین‌شناسی محیط زیست، ۱۱(۳۹)، ۵۱-۶۴. [https://journals.iau.ir/article\\_535668.html](https://journals.iau.ir/article_535668.html)
- ماجدی اردکانی، محمدحسین (۱۳۸۴). مدیریت کیفیت در صنعت ساختمان، سنگ زیربنای استحکام بخشی با تأکید بر ساختمان‌های بنایی غیرمسلح بافت‌های قدیم شهری. نخستین همایش ملی استحکام بخشی ساختمان‌های بنایی غیرمسلح و بناهای تاریخی، شیراز. <https://civilica.com/doc/4006>
- موسوی، محمد جواد، و حافظی مقدس، ناصر (۱۳۹۰). ساماندهی زیست محیطی نخاله‌های ساختمانی شاهرود. هفتمین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران. دانشگاه صنعتی شاهرود. <https://profdoc.um.ac.ir/articles/a/1028636.pdf>
- منصوریان، حسین، رجبی‌زاده، احمد، و دولتشاهی، شیدوش (۱۳۸۷). ارزیابی وضعیت مدیریت مواد زائد ساختمانی (مطالعه موردی: شهر کرمان). فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۵(۲)، ۱۳۳-۱۴۲. <https://civilica.com/doc/1289335/>
- نرگسی، سارا، و خطیبی‌نیا، مریم (۱۴۰۱). مکان‌یابی محل دفن نخاله‌های ساختمانی با استفاده از منطق فازی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (مطالعه موردی: شهر ایلام). نشریه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در علوم محیطی، ۲(۴)، ۷۹-۵۷. <https://doi.org/10.22034/rsgi.2023.15838>
- نصری، کیان، و رنجبر، عنایت‌الله (۱۳۹۷). مدیریت پسماندهای ساختمانی و نقش آن در تخریب مناظر طبیعی پیرامون شهرها در ایران. کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و مدیریت توسعه شهری در ایران، تهران. <https://civilica.com/doc/846466>
- هاشم‌پور، رحیم، ستارزاد فتحی، مانی، و حیدری، فردین (۱۳۹۶). ارزیابی، ساماندهی و ارتقا وضعیت مؤلفه عملکردی با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی: شواهدی از محله گلشهر کرج. سومین کنفرانس بین‌المللی معماری و شهرسازی معاصر خاورمیانه، تهران. <https://civilica.com/doc/669258>

## References

- Abina, A., Puc, U., & Zidanšek, A. (2022). Challenges and opportunities of terahertz technology in construction and demolition waste management. *Journal of Environmental Management*, 315, 115118. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115118>.
- Alexakis, D. D., & Sarris, A. (2014). Integrated GIS and remote sensing analysis for landfill sitting in western crete greece. *Environmental Earth Sciences*, 72, 467-482. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2966-y>
- Allen, A. (2001). Containment landfills: The myth of sustainability. *Engineering Geology*, 60(1-4), 3-19. [https://doi.org/10.1016/S0013-7952\(00\)00084-3](https://doi.org/10.1016/S0013-7952(00)00084-3)

- Aragonés-Beltrán, P., Pastor-Ferrando, J. P., García-García, F., & Pascual-Agulló, A. (2010). An analytic network process approach for siting a municipal solid waste plant in the metropolitan area of Valencia (Spain). *Journal of Environmental Management*, 91(5), 1071-1086. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.12.007>
- Araiza-Aguilar, J. A., Gutiérrez-Palacios, C., Rojas-Valencia, M. N., Nájera-Aguilar, H. A., Gutiérrez-Hernández, R. F., & Aguilar-Vera, R. A. (2019). Selection of sites for the treatment and the final disposal of construction and demolition waste, using two approaches: An analysis for Mexico City. *Sustainability*, 11(15), 4077. <https://doi.org/10.3390/su11154077>
- Arm, M., Wik, O., Engelsen, C. J., Erlandsson, M., Hjelm, O., & Wahlström, M. (2017). How does the European recovery target for construction & demolition waste affect resource management?. *Waste and Biomass Valorization*, 8, 1491-1504. <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9661-7>
- Banias, G., Achillas, C., Vlachokostas, C., Moussiopoulos, N., & Tarsenis, S. (2010). Assessing multiple criteria for the optimal location of a construction and demolition waste management facility. *Building and Environment*, 45(10), 2317-2326. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.04.016>
- Besharatifar, S., Derakhshandeh, H., (2019) Select the optimal location of construction debris (Case study: Yasouj city). *Quarterly of Geography and Regional Planning*, 10(1), 958-973. [https://www.jgeoqeshm.ir/article\\_186136.html?lang=fa](https://www.jgeoqeshm.ir/article_186136.html?lang=fa) [In Persian].
- Bigdelo, S., Mousavi, S. H., Moenadini, M., Omrani, G., & Mirzahoseini, A. (2019). Study of the amount and composition of construction and demolition wastes in the Karaj city. *Journal of Environmental Research and Technology*, 4(6), 21-30. [https://www.jess.ir/article\\_97285\\_0e4d1bc2194bce69ef0b235d6ce62689.pdf](https://www.jess.ir/article_97285_0e4d1bc2194bce69ef0b235d6ce62689.pdf) [In Persian].
- Bosompem, C., Stemm, E., & Fei-Baffoe, B. (2016). Multi-criteria GIS-based siting of transfer station for municipal solid waste: The case of Kumasi metropolitan area Ghana. *Waste Management & Research*, 34(10), 1054-1063. <https://doi.org/10.1177/0734242X16658363>
- Chen, J., Su, Y., Si, H., & Chen, J. (2018). Managerial areas of construction and demolition waste: A scientometric review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(11), 2350. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112350>
- Ding, Z., Zhu, M., Wu, Z., Fu, Y., & Liu, X. (2018). Combining AHP-entropy approach with GIS for construction waste landfill selection a case study of Shenzhen. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(10), 2254. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102254>
- Dosal, E., Galán, B., Andrés, A., & Viguri, J. (2013). Introduction of social criteria for the optimal location of construction and demolition waste management facilities in Cantabria (Spain). *In Computer Aided Chemical Engineering*, 32, 1027-1032. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63234-0.50172-X>
- Ersoy, H., & Bulut, F. (2009). Spatial and multi-criteria decision analysis-based methodology for landfill site selection in growing urban regions. *Waste Management & Research*, 27(5), 489-500. <https://doi.org/10.1177/0734242X08098430>
- Fallahi, L., Barzegari, G., & Nadiri, A. (2023). Landfill site selection for construction waste of the Tabriz city with special reference to the Geo-environmental criteria. *Advanced Applied Geology*, 12(4), 682-708. <https://doi.org/10.22055/aag.2021.37877.2236> [In Persian].
- Fathi, G., & Salajegheh, A., (2009) *Correct location of construction of reservoirs and water structures*. The 5th National Conference Of Iran Watershed Science And Engineering, Gorgan. <https://civilica.com/doc/87037> [In Persian].
- Gao, Y., Wang, J., & Xu, X. (2024). Machine learning in construction and demolition waste management: Progress challenges and future directions. *Automation in Construction*, 162, 105380. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105380>
- Ghanei Ardakani, J., & Kashfi, A. (2017). Landfill location construction waste Yazd using Analytical hierarchy methods. *Journal of Environmental Geology*, 11(39), 51-64. [https://journals.iau.ir/article\\_535668.html](https://journals.iau.ir/article_535668.html) [In Persian].
- Ghazban, F. (2002). *Environmental geology*. Tehran university press. [In Persian].
- Gorsevski, P.V., Donevska, K.R., Mitrovski, C.D., & Frizado, J.P. (2012). Integrating multi-criteria



- evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: A case study using ordered weighted average. *Waste Management*, 32(2), 287- 296. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.09.023>
- Hao, J. L., & Ma, W. (2023). Evaluating carbon emissions of construction and demolition waste in building energy retrofit projects. *Energy*, 281, 128201. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.128201>
- Hashempour, R., & Satarzad Fathi, M., & Heydari, F. (2016) *Evaluating, organizing and improving the state of the functional component using the hierarchical analysis process method evidence from Golshahr Karaj*. The Third International Congress of Contemporary Architecture and Urban Planning of The Middle East, Tehran. <https://civilica.com/doc/669258> [In Persian].
- Hemmelmayr, V. C., Doerner, K. F., Hartl, R. F., & Vigo, D. (2014). Models and algorithms for the integrated planning of bin allocation and vehicle routing in solid waste management. *Transportation Science*, 48(1), 103-120. <https://doi.org/10.1287/trsc.2013.0459>
- Jafari Nobukht, F., Cheraghi, M., & Lorestani, B. (2019). Locating the landfill site of construction waste using GIS and AHP method (Case study: Hamadan city). *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(9), 215-239. <https://doi.org/10.22034/jest.2018.12897.2151> [In Persian].
- Khademi Shiraz, M., Ravanshadnia, M., Khashand, A., & Abbasian, H. R. (2021). Site selection of construction waste landfill based on combination of fuzzy AHP and Geospatial information system (GIS) (Case study: Qazvin, Iran). *Amirkabir Civil Engineering Journal*, 53(7), 637-640. <https://doi.org/10.22060/ceej.2020.17555.6599> [In Persian].
- Khodaverdi Azghandi, Z., & Kolahi, M. (2019). The progressive horizon of waste policy making and management. *Rahyaft Quarterly*, 29(73), 68-77. <https://doi.org/10.22034/rahyaft.2019.13752> [In Persian].
- Kofoworola, O. F., & Gheewala, S. H. (2009). Estimation of construction waste generation and management in Thailand. *Waste Management*, 29(2), 731-738. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.07.004>
- Laadila, M. A., LeBihan, Y., Caron, R. F., & Vaneekhaute, C. (2021). Construction, renovation and demolition (CRD) wastes contaminated by gypsum residues: Characterization treatment and valorization. *Waste Management*, 120, 125-135. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.11.031>
- Li, G., Liu, J., & Giordano, A. (2022). Robust optimization of construction waste disposal facility location considering uncertain factors. *Journal of Cleaner Production*, 353, 131455. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131455>
- Lin, Z., Xie, Q., Feng, Y., Zhang, P., & Yao, P. (2020). Towards a robust facility location model for construction and demolition waste transfer stations under uncertain environment: The case of Chongqing. *Waste Management*, 105, 73-83. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.01.037>
- Majedi Ardakani, M. H. (2004). *Quality management in the construction industry, the cornerstone of strengthening with an emphasis on unreinforced masonry buildings of old urban structures*. The First National Conference On The Strengthening Of Non-Reinforced Masonry Buildings And Historical Monuments, Shiraz. <https://civilica.com/doc/4006> [In Persian].
- Mansourian, H., Rajabzadeh, A., & Dowlatshahi, S. (2007). Evaluation of construction waste management (Case study of Kerman city). *Journal of Environmental Science and Technology*, 25(2), 133-142. <https://civilica.com/doc/1289335/> [In Persian].
- Marzouk, M., & Azab, S. (2014). Environmental and economic impact assessment of construction and demolition waste disposal using system dynamics. *Resourcesconservation and Recycling*, 82, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.10.015>
- Mercader-Moyano, P., Camporeale, P. E., & López-López, J. (2022). A construction and demolition waste management model applied to social housing to trigger post-pandemic economic recovery in Mexico. *Waste Management & Research*, 40(7), 1027-1038. <https://doi.org/10.1177/0734242X211052856>
- Mousavi, M.J., & Hafezi Moghads, N. (2012). *Environmental organization of construction wastes of Shahroud*. 7th Conference pf Engineering Geology And Environment Of Iran, Shahroud, Shahroud University of Technology <https://profdoc.um.ac.ir/articles/a/1028636.pdf> [In Persian].

- Moustakas, K., Loizidou, M., Klemes, J., Hao, J. L., & Varbanov, P. (2023). New developments in sustainable waste-to-energy systems. *Energy*, 284, 129270. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111581>
- Nagarajan, R., Thirumalaisamy, S., & Lakshumanan, E. (2012). Impact of leachate on groundwater pollution due to non-engineered municipal solid waste landfill sites of erode city Tamil Nadu India. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 9, 1-12. <https://doi.org/10.1186/1735-2746-9-35>
- Nargasi, S., & Bayati Khatibi, M. (2023). Locating construction waste landfills using fuzzy logic and hierarchical analysis process (Case study: Ilam city). *Remote Sensing and GIS Applications In Environmental Sciences*, 2(4), 57-79. <https://doi.org/10.22034/rsgi.2023.15838> [In Persian].
- Nasri, K., & Ranjbar, A. A. (2018). *Construction waste management and its role in the destruction of natural landscapes around cities in Iran*. International Conference On Civil Engineering, Architecture And Urban Development Management In Iran <https://civilica.com/doc/846466> [In Persian].
- Nixon, W. B., Murphy, R. J., & Stessel, R. I. (1997). An empirical approach to the performance assessment of solid waste landfills. *Waste Management & Research*, 15(6), 607-626. <https://doi.org/10.1006/wmre.1996.0115>
- Organizations of municipalities and rural districts of the country: Information base of laws and regulations of the country*. (2011). [Website]. <https://dotic.ir/cat/176> [In Persian].
- Pashaie, R., Jadiry, I., Gholizadeh, M., & Hanifi, A. (2014). *Environmental use of construction waste using recycling and MSW methods*. The First National Conference on Environmental Management and Assessment In Iran, Hamadan. <https://civilica.com/doc/330169/> [In Persian].
- Past, V., Yaghmaeian, K., Nabizadeh Nodehi, R., Dehghani, M. H., Momeni, M., & Naderi, M. (2017). Selection of the best management method for construction and demolition waste disposal in Tehran with the view of sustainable development based on analytical hierarchy process (AHP). *Iranian Journal of Health and Environment*, 10(2) 259-270. <http://ijhe.tums.ac.ir/article-1-5844-fa.html> [In Persian].
- Paz, D. H. F., Lafayette, K. P. V., & Sobral, M. C. M. (2020). *Management of construction and demolition waste using GIS tools: In advances in construction and demolition waste recycling*. Woodhead publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819055-5.00008-5>
- Rahimi, A., Saeb, K., & Rafiyan, O. (2014). *Locating construction waste disposal site using geographic information system (GIS) in Tabriz city*. The First National Conference of New Achievements in Biological and Agricultural Sciences, Ardabil. <https://civilica.com/doc/417781> [In Persian].
- Rosado, L. P., Vitale, P., Penteado, C. S., & Arena, U. (2019). Life cycle assessment of construction and demolition waste management in a large area of São Paulo State Brazil. *Waste Management*, 85, 477-489. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.01.011>
- Roy, S., Bose, A., Basak, D., & Chowdhury, I. R. (2023). *Open landfill site and threat to the proximity resident's: Addressing perceived consequences of unscientific solid waste dumping using GIS techniques: In urban environment and smart cities in Asian countries: Insights for social, ecological, and technological sustainability*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1231009/v1>
- Sener, S., Sener, E., & Davraz, A. (2010). Landfill site selection using analytical hierarchy process and geographic information systems: A case study in yalvaç basin, Isparta Turkey. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 2(643), 643-650. [Bib-69087b79-208e-436c-81a7-2acffc69b3ef.txt](https://www.scribd.com/document/81a7-2acffc69b3ef.txt)
- Shahbazi, A., Hasani, A. M., Rezaee, H., & Ghaemi, A. (2021). Investigation of quantitative and qualitative characteristics of construction and civil waste in gorgan and its financial feasibility of recycling. *Environmental And Development Journal*, 11(22), 5-15. [https://www.iraneiat.ir/article\\_138308.html](https://www.iraneiat.ir/article_138308.html) [In Persian].
- Sharifi Paichoon, M., Ebrahimi Khosefi, M., & Sefollahi, F. (2024). Evaluation of the trend changes in the area covered by construction and demolition wastes and its effects on the urban environment (Case study: Yazd city). *Geography And Environmental Sustainability*, 14(52), 97-118. <https://doi.org/10.22126/ges.2024.10838.2769> [In Persian].

- Shen, L. Y., Tam, V. W., Tam, C. M., & Drew, D. (2004). Mapping approach for examining waste management on construction sites. *Journal of construction engineering and management*, 130(4), 472-481. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2004\)130:4\(472\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130:4(472))
- Shokouhian, M., & Najafian Razavi, A. (2012). *Management and solutions to reduce environmental pollution of construction waste and their recycling*. The 6th National Congress of Civil Engineering. Semnan university. <https://elmnet.ir/doc/20170847-21532> [In Persian].
- Taghizadeh Diva1, A., Salmanmahiny, A.R., & Kheirkhah Zarkesh, M. M. (2014). Multiple-Criteria selection of the construction waste disposal site using the combined approach of fuzzy analytic hierarchy process. *Geographical Planning of Space*, 3(10), 122-139. [https://gps.gu.ac.ir/article\\_7387.html?lang=en](https://gps.gu.ac.ir/article_7387.html?lang=en) [In Persian].
- Tavares, V., Gregory, J., Kirchain, R., & Freire, F. (2021). What is the potential for prefabricated buildings to decrease costs and contribute to meeting EU environmental targets?. *Building and Environment*, 206, 108382. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108382>
- Uyan, M. (2014). MSW landfill site selection by combining AHP with GIS for Konya Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 71, 1629-1639. <http://dx.doi.org/10.1007%2Fs12665-013-2567-9>
- Xu, Y., Lin, T., Du, P., & Wang, J. (2024). An innovative interval grey model for construction waste forecasting. *Applied Mathematical Modelling*, 126, 22-51. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2023.10.013>
- Yeheyis, M., Hewage, K., Alam, M. S., Eskicioglu, C., & Sadiq, R. (2013). An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. *Clean technologies and environmental policy*, 15, 81-91. <https://doi.org/10.1007/s10098-012-0481-6>
- Yuan, H., Wang, Z., Shi, Y., & Hao, J. (2022). A dissipative structure theory-based investigation of a construction and demolition waste minimization system in China. *Journal of Environmental Planning and Management*, 65(3), 514-535. <https://doi.org/10.1080/09640568.2021.1889484>
- Zamorano, M., Molero, E., Grindlay, A., Rodríguez, M. L., Hurtado, A., & Calvo, F. J. (2009). A planning scenario for the application of geographical information systems in municipal waste collection: A case of Churriana de la Vega (Granada Spain). *Resources, Conservation and Recycling*, 54(2), 123-133. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.07.001>
- Zheng, L., Wu, H., Zhang, H., Duan, H., Wang, J., Jiang, W., & Song, Q. (2017). Characterizing the generation and flows of construction and demolition waste in China. *Construction and Building Materials*, 136, 405-413. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.01.055>

