Geographical planning of space quarterly journal

Online ISSN: 2538-4821

Journal Homepage: gps.gu.ac.ir

Research Paper

Optimal site selection for sanitary landfill city the Case study of Bardaskan city, Khorasan Razavi province

Hadi Memarian [1], Somayeh Galdavi [2] ✉, Ataolah Joodavi [3], Marzieh Sobhani [4], Mehdi Jomeh Pour [5]

1- *Department of Range Land and Watershed Management, University of Birjand, Birjand, Iran*
Email: hadi_memarian@birjand.ac.ir
2- (Corresponding Author) *Department of Water Sciences and Engineering, Kashmar Higher Education Institute, Kashmar, Iran*
Email: s.galdavi@kashmar.ac.ir
3- *Department of Management, Faculty of Management, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran*
Email: atajoodavi@gmail.com
4- *Department of Natural Resources Engineering in Watershed Management, University of Birjand, Birjand, Iran*
Email: mr.sobhani70@gmail.com
5- *Department of Natural Geography, Torbat Heydarieh Branch, Azad Torbat Heydarieh University, Torbat Heydarieh, Iran*
Email: mahdijomepoor7@gmail.com

ARTICLEINFO

Keywords:
Landfill,
Multi-Criteria Evaluation (MCE),
Environmental Impact Assessment,
Iranian Leopold Matrix.

Article History:
Received:
23 December 2023
Received in revised form:
23 February 2024
Accepted:
4 April 2024
Available online:
28 April 2024
pp. 57-75

ABSTRACT

Landfill development in a place can potentially affect the physical, biological, economic and social factors of the place. This study aims to identify the appropriate landfill in Bardaskan city located in the west of Khorasan Razavi province and also to investigate the suitability of existing landfill for this use. To do this, first, environmental criteria affecting the selection of suitable landfill development site were identified, mapped, and weighed using the AHP process. Weighing results showed that geological criteria, distance from drinking wells, and distance from Bardaskan city with weights of 0.173, 0.172, and 0.124, respectively, are the most important in identifying suitable site. Aftertaht, landfill site selection was performed using Multi-Criteria Evaluation by WLC method. The WLC suitability map was classified into five categories, including very low to very high suitability, and based on this, potential landfill sites were identified. According to the results, 5% of the basin had very high suitability and 32% had high suitability for developing landfill site. Also, the existing landfill site based on the suitability map indicates that it is in a good category. In the next step, in order to choose the best site for the landfill, the Iranian Leopold matrix was prepared and completed for each of the selected zones. The evaluation results showed that among the investigated areas, the current landfill - with remedial measures - is the best place for landfill site in this basin. The proximity of water resources (rivers and aqueducts), a long distance to the city of Bardaskan, and unsuitable soil were the most important reasons for removing of other areas.

Citation: Memarian, H., Galdavi, S., Joodavi, A., Sobhani, M., & Jomeh Pour, M. (2024). Optimal site selection for sanitary landfill the Case study of Bardaskan city, Khorasan Razavi province. *Geographical planning of space quarterly journal, 14* (1), 57-75.
http://doi.org/10.30488/GPS.2024.437829.3725

© The Author (s)
This is an open access article under the CC BY license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Publisher: Golestan University Press

Extended Abstract

Introduction

Landfill development can affect the place's physical, biological, economic, and social factors. Among its effects on the physical factors affecting the quality of surface and groundwater are the quality and quantity of soil (pollution and erosion) and air during the construction and operation of landfills. Direct spreading of solid waste materials on the soil and leachate leakage also causes soil pollution. Therefore, the selection of landfill sites requires great care due to many factors such as the environment, health risks for people and the cost of transportation and the variety of social, environmental, and technical factors should be considered to solve the complex problem of growing urban solid waste and minimize its harmful impact on the environment. In the study area of this research, urban expansion and population growth caused increased waste production and led to health risks for communities. Therefore, considering the importance of proper waste management and the importance of selecting a suitable site for sanitary waste disposal - as one of the most common waste management methods - the present research aims to identify the suitable site for waste disposal in the city of Bardskan. Also, this study investigates existing landfills according to their ecological capability.

Methodology

This research was done in the Bardaskan basin in Khorasan Razavi province. After a comprehensive study of the area, the effective environmental criteria for determining the suitable places for landfill development in the area were identified. These criteria include land use, geology, depth of groundwater, distance to the aqueduct, distance to non-drinking water wells, distance to drinking water wells, distance to minor fault, distance to main fault, distance to rivers, rainfall, distance to historical areas, distance to road, slope, distance to residential areas and distance to Bardskan city. Next, their maps were prepared and Weighted by AHP method in Idisi TerrSet software. Then, the Fuzzy layers were used to perform a multi-criteria evaluation, and a land suitability map was prepared. This map was classified based on the natural breaks method into five classes from very low to very high suitability. Then, the condition of the existing landfill was investigated using a classified map. In the next step, the Iranian Leopold matrix was prepared and completed for the existing landfill and selected areas. In this matrix, the activities of the project in the stages of execution, implementation, and exploitation (depending on the purpose of the research and the nature of the work) are placed in its columns, and various factors affecting the environment are placed in the rows. A number was calculated to sum up the positive and negative effects of each activity and each environmental factor.

Results and discussion

The weighting results showed that the criteria, including geology, distance to the drinking water wells, and distance to Bardskan city with 0.173, 0.172, and 0.124, respectively, have the most importance in identifying suitable areas for developing landfills. So, landfill site selection was performed using a multi-criteria evaluation method through WLC. The suitability map obtained from WLC was classified into five classes, including very low to very high ability, and based on the suitable areas of landfill site were identified. According to the results, about 5% of the basin had very high suitability, and about 32% of the area was highly suitable for landfill site development. This part of the research results is consistent with other researchers, such as Malik (2021), who used this method to select suitable areas for developing landfill sites. Based on the results, 23.91% and 3.67% of the area were in the very good and good classes for landfill area, respectively. Also, the location of the existing landfill was investigated using a suitability map to determine its capability. The result showed it is in a good category. After choosing the areas with the most suitability, extensive field operations were conducted to investigate and select the best option using the Iranian Leopold matrix method. The evaluation results showed that the current landfill is the best among the investigated options. Proximity to water

resources (rivers and aqueducts), long distance from Bardskan city, and unsuitability of the soil were the most important reasons for excluding other areas.

Conclusion

In this research, the multi-criteria evaluation method (MCE) was used through WLC to select a suitable landfill site in the study area. According to the suitability map, three areas were selected as suitable places for developing landfills. Next, field studies were conducted on the selected areas, and the Iranian Leopold matrix was prepared and completed to evaluate each area. According to the results, the average ranking of criteria values for the existing landfill is equal to -2.53; for the selected area of East Bardscan, it is equal to -3.4; and for the selected area of West Bardscan is equal to -3.29. These values show that the existing landfill is more suitable for a landfill site than the other areas. However, the continuation of the landfill process in this place requires improvement. In addition, due to the location of the landfill area and its surroundings in the high suitability class, it is possible to expand the landfill area for about 150 meters to the south, southeast, and southwest. Also, if it needs to choose a new landfill site in the future, the other two areas identified will be able to replace the current location.

unding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved thecontent of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

مجله آمایش جغرافیایی فضا

شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۱-۲۵۳۸

Journal Homepage: gps.gu.ac.ir

مقاله پژوهشی

به‌گزینی محل دفن بهداشتی پسماندهای شهری
مطالعه موردی: شهر بردسکن استان خراسان رضوی

هادی معماریان خلیل‌آباد[۱]، سمیه گلدوی[۲]، عطاءاله جودوی[۳]، مرضیه سبحانی[۴]، مهدی جمعه پور[۵]

۱- گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. **Email:** hadi_memarian@birjand.ac.ir

۲- نویسنده مسئول، گروه علوم و مهندسی آب، مرکز آموزش عالی کاشمر، کاشمر، ایران. **Email:** s.galdavi@kashmar.ac.ir

۳- گروه علوم و مهندسی آب، مرکز آموزش عالی کاشمر، کاشمر، ایران. **Email:** atajoodavi@gmail.com

۴- گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. **Email:** mr.sobhani70@gmail.com

۵- گروه جغرافیای طبیعی، واحد تربت حیدریه، دانشگاه آزاد، تربت حیدریه، ایران. **Email:** mahdijomepoor7@gmail.com

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:
محل دفن پسماند،
ارزیابی چند معیاره (MCE)،
ارزیابی اثرات محیط‌زیستی،
ماتریس لئوپولد ایرانی.

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۱۰/۰۲
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۲/۱۲/۰۴
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۱/۱۶
تاریخ چاپ:
۱۴۰۳/۰۲/۰۹
صص. ۷۵-۵۷

چکیده

پژوهش حاضر با هدف شناسایی محل مناسب دفن زباله شهر بردسکن واقع در غرب استان خراسان رضوی و نیز بررسی میزان تناسب لندفیل موجود با توان محیط است. به این منظور ابتدا معیارهای محیط‌زیستی مؤثر بر انتخاب مکان مناسب توسعه لندفیل شناسایی، نقشه‌سازی و با استفاده از فرآیند AHP وزن دهی شدند. نتایج وزن دهی نشان داد معیارهای زمین‌شناسی، فاصله از چاه شرب و فاصله از شهر بردسکن به ترتیب با وزن‌های ۰/۱۷۳ و ۰/۱۷۲ و ۰/۱۲۴ دارای بیشترین میزان اهمیت در شناسایی مناطق مناسب دفن زباله هستند. بعد از اعمال وزن‌های به‌دست‌آمده، مکان‌یابی محل دفن، با استفاده از ارزیابی چندمعیاره به شیوه WLC انجام گردید. نقشه قابلیت حاصل از WLC، در پنج طبقه شامل قابلیت خیلی کم تا خیلی زیاد طبقه‌بندی و بر این اساس پهنه‌های مستعد محل دفن شناسایی شدند. مطابق نتایج، حدود پنج درصد از حوضه از تناسب خیلی زیاد و حدود ۳۲ درصد از سطح منطقه قابلیت زیادی برای توسعه سایت لندفیل برخوردار بودند. همچنین، بررسی انطباق اکولوژیکی لندفیل موجود بر مبنای نقشه تناسب حاصل از اجرای MCE نشان‌دهنده قرارگیری آن در طبقه خوب هست. در مرحله بعد، به‌منظور به‌گزینی محل دفن پسماند، ماتریس لئوپولد ایرانی تهیه و برای هر یک از پهنه‌ها تکمیل شد. نتایج ارزیابی نشان داد، از میان گزینه‌های موردبررسی، لندفیل فعلی- با انجام اقدامات اصلاحی- بهترین تناسب را برای دفن پسماند در این حوضه دارد. مجاورت با منابع آبی (آبراهه‌ها و قنات)، فاصله زیاد از شهر بردسکن، نامناسب بودن خاک منطقه از مهم‌ترین دلایل حذف سایر پهنه‌ها بود.

استناد: معماریان خلیل‌آباد، هادی؛ گلدوی، سمیه؛ جودوی، عطاءاله؛ سبحانی، مرضیه و جمعه‌پور، مهدی. (۱۴۰۳). به‌گزینی محل دفن بهداشتی پسماندهای شهری مطالعه موردی: شهر بردسکن استان خراسان رضوی. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۴ (۱)، ۷۵-۵۷.

http://doi.org/10.30488/GPS.2024.437829.3725

© نویسندگان

ناشر: انتشارات دانشگاه گلستان

مقدمه

افزایش جمعیت شهری و تغییر الگوی مصرف در دهه‌های اخیر منجر به افزایش چشمگیر حجم زباله سرانه زباله تولیدی شده است (Barakat et al., 2017: 1; Abdo et al., 2023: 1; Elkhrachy et al., 2023: 1). به‌گونه‌ای که امروزه یکی از مهم‌ترین تهدیدهای سلامت محیطزیست جهانی تولید پسماندهای شهری است (Arshad et al., 2023: 1; Mainul et al., 2020: 163). به‌طورکلی، در کشورهای درحال‌توسعه به دلیل تغییر در الگوی مصرف خانوارها و بخش‌های تجاری میزان زباله جامد تولیدشده در سال در سطح جهانی افزایش‌یافته (Osra et al., 2021:2) و مدیریت نادرست این زباله‌ها منجر به بسیاری از مشکلات محیطزیستی مانند آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و آلودگی هوا شده است (Osra et al., 2021:2; Roy et al., 2022: 1; Mitab et al., 2023: 643). از رایج‌ترین مشکلات مرتبط با پسماندهای شهری می‌توان به شیوع بیماری‌ها (Ali & Ahmad, 2018: 449)، خطر آتش‌سوزی، بوی نامطبوع، آلودگی منابع آب، آلودگی خاک، آلودگی هوا، افزایش جوندگان، حشرات، سگ‌های ولگرد و زشتی منظره اشاره نمود (جعفری و همکاران، ۱۳۹۴: ۴۰۵؛ Dar et al., 2019:1501). با توجه به این اثرات، مدیریت پسماندها به لحاظ حفاظت محیطزیست و سلامت عمومی از اهمیت به سزایی برخوردار است (Mainul et al., 2020: 163; Roy et al., 2022: 1).

روش‌های مختلفی برای دفع پسماندها وجود دارد مانند سوزاندن، دفن، تصفیه بیولوژیکی یا کمپوست و دفن زباله که از میان آن‌ها، «دفن پسماندها» یکی از روش‌های رایج دفن پسماندهای تولیدشده توسط جوامع مختلف در سراسر جهان است (Idowu et al., 2019: 761; Hereher et al., 2020: 355; Abdo et al., 2023: 1). از سویی، یافتن مکان‌های مناسب دفن زباله به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین موضوعات مدیریت زباله جامد مطرح است؛ چراکه اقدامات غیرعلمی و نامناسب دفن تأثیرات منفی بسیاری بر محیطزیست و کیفیت زندگی دارد (Barakat et al., 2017: 1; Mallick, 2021:2; Durlevic et al., 2023: 1; Mohamed et al., 2023: 1). انتخاب محل دفن مناسب تأثیرات قابل‌توجهی در به حداقل رساندن پتانسیل آلودگی و همچنین کاهش هزینه‌های پایش محیطزیستی خواهد داشت (Abdo et al., 2023: 1; Mainul et al., 2020: 164; Christian & MacWan, 2017: 10). توسعه لندفیل در یک محل به‌طور بالقوه می‌تواند بر فاکتورهای فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی محل تأثیرگذار باشد (Barakat et al., 2017: 1; Mitab et al., 2023: 644). از جمله اثرات آن بر فاکتورهای فیزیکی اثر بر کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی، کیفیت و کمیت خاک (آلودگی و فرسایش) و هوا در زمان ساخت و بهره‌برداری از لندفیل‌ها تأثیر بگذارد. پخش مستقیم مواد زائد جامد بر روی خاک و نشت شیرابه نیز باعث آلودگی خاک می‌شود (Arshad et al., 2023: 2; Mainul et al., 2020: 164). بنابراین، انتخاب مکان‌های دفن زباله با توجه به بسیاری از عوامل مانند محیطزیست، خطرات بهداشتی برای مردم و هزینه حمل‌ونقل نیاز به‌دقت زیادی دارد (Elkhrachy et al., 2023: 1; Mitab et al., 2023: 643) و باید عوامل مختلف اجتماعی، محیطزیستی و فنی را برای حل مشکل پیچیده زباله‌های جامد شهری در حال رشد و به حداقل رساندن تأثیر منفی آن بر محیطزیست استفاده نمود (Arshad et al., 2023; Abdo et al., 2023: 1; Zewdie & Yeshanew, 2023; Durlevic et al., 2023: 1). همچنین، پس‌ازآنتخاب محل و قبل از توسعه لندفیل، بایستی اثرات محیطزیستی حاصل از توسعه آن در محل ارزیابی و تحلیل گردد (Christian & MacWan, 2017: 10).

در ایران، موضوع دفن بهداشتی مبحث جدیدی بوده و در اکثر مناطق ایران زباله‌ها عموماً به شکل تلنبار، سوزاندن و در بهترین شرایط به‌صورت غیربهداشتی دفن می‌شوند و از حدود ۹۲ درصد مواد زائدی که در کشور تولید می‌شوند، حدود ۲۵ درصد به‌صورت اصولی و بهداشتی دفن می‌شوند. در این راستا توسعه مراکز دفن پسماند و نیز انتخاب محل مناسب برای

لندفیل می‌تواند به‌عنوان ایده‌های اولیه برای رفع مشکل مدیریت پسماند ارائه شود (نعیمی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۵۲).

در محدوده موردمطالعه در پژوهش حاضر نیز با گسترش جغرافیایی شهر بردسکن و افزایش جمعیت آن، رشد روزافزون تولید زباله نیز مشاهده می‌شود، مشکلی که به شکل یک تهدید جدی و بالقوه سلامت جوامع را به خطر انداخته است. بنابراین، با توجه به اهمیت و ضرورت مدیریت صحیح پسماند و نیز اهمیت انتخاب محل مناسب برای دفن بهداشتی پسماند – به‌عنوان یکی از رایج‌ترین روش‌های مدیریت پسماند – پژوهش حاضر با هدف شناسایی محل مناسب دفن زباله شهر بردسکن در محدوده حوضه آبریز بردسکن و نیز بررسی میزان تناسب لندفیل موجود با توان محیط انجام گردید. لندفیل موجود در محدوده شمال غربی شهر فعال هست. از جمله مشکلات مکان دفن فعلی تلنبار کردن زباله در توپوگرافی طبیعی، دفع نخاله‌های ساختمانی در نزدیکی و در مسیر دسترسی به سایت لندفیل، دفن زباله عفونی و بیمارستانی در نزدیکی محل دفن پسماند جامد، عدم حصارکشی محدوده لندفیل، تفکیک غیرقانونی زباله، وجود جانورانی همچون حشرات، جوندگان مانند موش‌ها، پرندگانی نظیر کلاغ و حیواناتی همچون سگ‌ها که از زباله و شیرابه آن تغذیه می‌کنند و می‌توانند باعث شیوع بیماری‌ها و تهدیدی برای سلامت جامعه باشند، عدم وجود تأسیساتی برای جمع‌آوری گاز و شیرابه در طی حداقل ۳۸ سال دفن در منطقه، عدم پوشش کافی و با خاک مناسب پسماندها در طول روز را می‌توان نام برد. به‌این‌ترتیب، با توجه به مشکلات محیط‌زیستی که لندفیل فعلی با آن مواجه بوده، بازبینی موقعیت لندفیل و انتخاب مکان بهینه برای توسعه لندفیل بر مبنای ویژگی‌های محیط‌زیستی امری ضروری است.

مبانی نظری

معیارهای مختلفی در مکان‌یابی محل دفن زباله دخالت دارند، بنابراین نیاز به یک سیستم و تکنیکی است که به بهترین نحو داده‌های مختلف را جمع‌آوری، کمی‌سازی و تحلیل نماید و در نهایت نتایج آن برای تعیین محل مناسب لندفیل استفاده شود. سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) – با داشتن توانایی‌های گسترده در زمینه دریافت داده‌ها، تهیه بانک اطلاعاتی، تجزیه‌وتحلیل آن‌ها، وزن دهی و تلفیق معیارها، تحلیل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و بسیاری از تحلیل‌های مکانی دیگر می‌تواند در انتخاب مناسب‌ترین مکان برای توسعه سایت دفن لندفیل استفاده شود (Hereher et al., 2020: 355; Majid & Mir, 2021: 1; Mitab et al., 2023: 644). هدف از تحلیل چند معیاری، انتخاب بهترین گزینه (مکان یا پیکسل) بر مبنای رتبه‌بندی آن‌ها از طریق ارزیابی چند معیار اصلی است. روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) رایج‌ترین فن در تحلیل ارزیابی و تصمیم‌گیری چند معیاره است (گلدوی، ۱۴۰۱: ۱۲۰) که در این پژوهش به‌منظور شناسایی مناطق مناسب لندفیل در منطقه موردمطالعه استفاده می‌شود. همچنین، از جمله روش‌های ارزیابی اثرات محیط زیستی، ماتریس‌ها هستند که به دلیل سادگی اما جامع بودن می‌توانند در انتخاب گزینه‌ها و بررسی ارزیابی زیست‌محیطی بسیار کارگشا باشند (Tianliang et al., 2023). ماتریس‌ها درجه حساسیت و مقاومت هر گزینه را در مقابل ریز فعالیت‌های پروژه موردنظر تعیین می‌نمایند (جعفری و همکاران، ۱۳۹۴: ۴۱۰) و قادرند با بهره‌گیری از اطلاعات میدانی، پرسشنامه، دانش کارشناسی و سایر منابع اطلاعاتی در دسترس، وضعیت محیط‌زیستی گزینه‌ها و فعالیت‌های توسعه‌ای را با صرف زمان اندک به‌صورت کمی و مقایسه‌پذیر نمایش دهند (نعیمی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۵۲). ماتریس لئوپولد یکی از انواع ماتریس‌ها است که از مزایای آن می‌توان به جمع‌بندی اثرات منفی و مثبت پروژه در دو مرحله اجرا و پیاده‌سازی و بهره‌برداری و نیز ساختار ساده و قابلیت اجرای ارزیابی چند معیاره با این روش اشاره نمود (ملازاده و یوسفی، ۱۴۰۲: ۵۸۴). در این ماتریس، هر واحد سلول از دو جزء تشکیل‌شده است، شدت و اهمیت اثرات محیط‌زیستی در بالای کسر و دامنه اثرات محیط‌زیستی در پایین

کسر آورده شده است. محدوده تغییرات برای شدت اثرات از ۵+ تا ۵− و دامنه اثرات از ۱ تا ۵ تغییر می‌نماید (جعفری و همکاران، ۱۳۹۴). در این پژوهش، از ماتریس لئوپولد ایرانی برای انتخاب مکان بهینه برای توسعه لندفیل استفاده شد. ماتریس ایرانی توسط دکتر مخدوم در دهه هفتاد و در تکمیل ماتریس لئوپولد ارائه شد. نسخه اصلی این ماتریس به دلیل ارزش‌گذاری ۱۰+ تا ۱۰− نتوانست جایگاه مناسبی در ارزیابی اثرات در ایران کسب نماید. بنابراین نسخه اصلاح‌شده این ماتریس به دلیل مطابقت بهتر با صفت‌های موجود در زبان فارسی، گستره ارزش‌گذاری به ۵+ تا ۵− تغییر یافت (نعیمی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۵۶).

در این زمینه پژوهش‌هایی توسط سایر محققین انجام‌شده است (مطالعات داخلی همچون گیلوری و همکاران، ۱۳۹۴؛ جعفری و همکاران، ۱۳۹۴؛ ولایی و همکاران، ۱۳۹۶؛ کریمی و همکاران، ۱۳۹۷؛ نعیمی و همکاران، ۱۴۰۰ و مطالعات خارجی نظیر Gorsevski et al., 2012; Christian & MacWan, 2017; Dar et al., 2019; Hereher et al., 2020; Mainul et al., 2020; Majid & Mir, 2021; Kareem et al., 2021; Mallick, 2021; Roy et al., 2022; Elkhrachy et al., 2023; Abdo et al., 2023; Mitab et al., 2023; Durlevic et al., 2023; Zewdie & Yeshanew, 2023). از جمله کریمی و همکاران (۱۳۹۷) مکان‌یابی محل مناسب دفن پسماند شهر جوانرود را با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره (MCE) انجام دادند. آن‌ها از فاکتورهای فاصله از منابع آب زیرزمینی، فاصله از منابع آب سطحی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از گسل، وضعیت زمین‌شناسی منطقه، فاصله از مناطق حفاظت‌شده، کاربری اراضی، جهت غالب باد و فاصله از جاده به‌منظور شناسایی محل مناسب دفن زباله استفاده نمودند. نتایج پژوهش نشان داد از کل منطقه تنها ۱۵ درصد توان متوسط به بالایی برای دفن زباله دارد و پس از بازدید میدانی در نهایت دو محدوده به‌عنوان مناطق نهایی، جهت دفن بهداشتی زباله انتخاب شدند. نعیمی و همکاران (۱۴۰۰) اثرات خاکچال بر محیط‌زیست را با به‌کارگیری فاکتورهای ژئوتکنیکی در خاکچال قوچان با استفاده از روش ماتریس ایرانی ارزیابی نمودند. نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل ماتریس ایرانی نشان داد تعداد اثرات و پیامدهای میانگین جبری منفی به ترتیب برابر با ارزش ۳ و ۵ است. در این میان، اثر و پیامد منفی کمتر از ۳/۱− در ستون و سطر به ترتیب مربوط به تسطیح و آماده‌سازی زمین، گسیختگی بستر و پایداری دیواره است. با توجه به بررسی‌های ژئوتکنیکی، فاکتور پایداری دیواره‌های خاکچال نیاز به بهسازی دارد. ضمن اینکه، در صورت خاک‌برداری با شیب کمتر از ۳۵ درجه و ارتفاع خاک‌برداری حدود ۴ متر، ترانشه‌های موجود دچار لغزش نمی‌شوند.

ماینل و همکاران (۲۰۲۰) برای انتخاب بهینه محل دفن بهداشتی دفن زباله‌های جامد در شهر دورگاپور از سیستم اطلاعات جغرافیایی، فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) و روش ارزیابی چند معیاره استفاده نمودند. آن‌ها یازده معیار شامل ارتفاع، شیب، خاک، زمین‌شناسی، پوشش و کاربری زمین، فاصله تا آب‌های سطحی، فاصله تا چاه‌های، فاصله تا جاده‌ها، فاصله تا مناطق صنعتی، فاصله تا مکان‌های حساس محیط‌زیستی و ارزش زمین را انتخاب، نقشه‌های و وزن دهی نمودند. سپس ارزیابی چند معیاره انجام و مطابق نتایج، سه منطقه به‌طور بالقوه برای دفن زباله شناسایی شدند. همچنین، نتایج نشان داد که ارزش زمین با وزن ۰ ۲۵۲۵۸. مهم‌ترین معیار در مدل است و پس‌ازآن مکان‌های حساس و جاده‌ها به ترتیب با ارزش وزنی ۰ ۱۴۰۹. و ۰ ۱۲۳۳. دومین و سومین معیار مهم بودند (Mainul et al., 2020). مجید و میر (۲۰۲۱) برای مکان‌یابی سایت دفن زباله در شهر سریناگر هند از روش ارزیابی چند معیاره مبتنی بر GIS و با استفاده از تکنیک MCE استفاده نمودند. آن‌ها پارامترهای محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی مؤثر در تعیین محل مناسب دفن زباله را شناسایی و با استفاده از روش AHP وزن دهی نمودند. سپس، تکنیک MCE برای تعیین مکان‌های مناسب سایت لندفیل اجرا کردند. در نهایت ۵ محل مناسب برای توسعه لندفیل شناسایی شد. نتایج نشان داد ۹۸ درصد منطقه مطالعاتی برای

توسعه لندفیل نامناسب است. انتخاب پهنه نهایی بر مبنای فاصله از شهر (دسترسی) که معیار اقتصادی است انجام شد. آن‌ها اظهار نمودند با توجه به حضور پارامترهای گوناگون محیط‌زیستی و اقتصادی و اجتماعی در شناسایی و انتخاب پهنه‌های مناسب توسعه لندفیل، استفاده از فرآیند ارزیابی چند معیاره می‌تواند نقش مؤثر و کارآمدی در انتخاب مکان مناسب لندفیل داشته باشد (Majid & Mir, 2021). مالک (۲۰۲۱) از روش ارزیابی چند معیاره برای مکان‌یابی مناطق مستعد توسعه لندفیل استفاده نمود. وی با مطالعه و بررسی جامع منطقه ۱۰ معیار شامل تراکم زهکشی، کاربری و پوشش زمین، شیب، ارتفاع، تراکم خطی[1] شاخص پوشش گیاهی (NDVI)، بارندگی، فاصله از فرودگاه، فاصله از جاده و زمین‌شناسی را تعیین، نقشه‌سازی و با استفاده از AHP وزن دهی نمود. سپس، ارزیابی چند معیاره انجام و محل‌های مناسب دفن زباله شناسایی و به پنج کلاس شامل تناسب بسیار کم، تناسب کم، تناسب متوسط، تناسب خوب و بسیار خوب تقسیم شدند. طبق تحلیل آماری، ۲۳/۹۱٪ و ۳/۶۷٪ از کل منطقه در منطقه بسیار خوب دفن زباله و خوب بود. انتخاب محل نهایی توسعه لندفیل توسط متخصصان علوم آب، برنامه‌ریزان منطقه‌ای و تصمیم‌گیرندگان می‌تواند انجام شود (Mallick, 2021). کریم و همکاران (۲۰۲۱) به‌منظور انتخاب مکان بهینه برای دفن زباله در شهر نجف از روش ارزیابی چند معیاره استفاده نمودند. آن‌ها هشت معیار شامل محدوده شهر، رودخانه‌ها، جاده‌ها، خاک، ارتفاع، باد، شیب و اماکن باستانی، تاریخی و مذهبی را انتخاب، نقشه‌سازی و وزن دهی کردند. سپس، ارزیابی چند معیاره را جهت مکان‌یابی مناطق مستعد توسعه لندفیل اجرا نمودند. نتایج نشان داد ۷ سایت برای توسعه لندفیل مناسب است (Kareem et al., 2021). الکراچی و همکاران (۲۰۲۳) نیز از روش ارزیابی چند معیاره برای ارزیابی مکان‌های دفن زباله در نجران استفاده نمودند. آن‌ها برای ارزیابی وزن دهی لایه‌ها، از فرآیند AHP استفاده و سپس روش ارزیابی چند معیاره را اجرا کردند. نتایج نشان داد ۱۸ درصد از کل مساحت مناسب مناطق دفن زباله است (Elkhrachy et al., 2023). میتاب و همکاران (۲۰۲۳) از این روش جهت شناسایی محل مناسب دفن زباله در شهر کرکوک استفاده کردند. هدف آن‌ها ارزیابی تناسب اکولوژیکی محل دفن زباله فعلی این شهر بود و نتایج نشان داد که محل فعلی –با کمترین تأثیر منفی بر جنبه‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی– تناسب خوبی برای دفن زباله دارد (Mitab et al., 2023).

بررسی منابع گوناگون نیز نشان‌دهنده اهمیت بسیار زیاد انتخاب مکان‌های توسعه لندفیل بر مبنای توان محیط‌زیستی سرزمین به‌منظور به حداقل رساندن آثار و پیامدهای منفی حاصل از توسعه آن در منطقه است. به‌این‌ترتیب، با توجه به‌مرور منابع و مشکلات محیط‌زیستی که لندفیل فعلی با آن مواجه بوده، بازبینی موقعیت لندفیل و مکان‌یابی محل مناسب توسعه لندفیل بر مبنای ویژگی‌ها و توان محیط‌زیستی به‌عنوان یک ضرورت شناسایی و در پژوهش حاضر موردبررسی قرارگرفته است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف شناسایی محل مناسب دفن زباله شهر بردسکن در محدوده حوضه آبریز بردسکن و بررسی میزان تناسب لندفیل موجود با توان محیط انجام گردید.

روش پژوهش

برای مکان‌یابی محل‌های مستعد توسعه لندفیل از روش ارزیابی چندمعیاره به شیوه WLC استفاده شد که یکی از متداول‌ترین روش‌ها در ارزیابی توان سرزمین است (Galdavi et al., 2023: 44). به این منظور ابتدا شناخت کاملی از منطقه مطالعاتی با بررسی ویژگی‌های محیط‌زیستی منطقه کسب و سپس معیارهای مؤثر بر تعیین مکان‌های مستعد توسعه لندفیل در منطقه، شناسایی شدند. این معیارها شامل کاربری اراضی، زمین‌شناسی، عمق آب زیرزمینی، فاصله از قنات،

1. lineament density

فاصله از چاه غیر شرب، فاصله از چاه شرب، فاصله از گسل فرعی، فاصله از گسل اصلی، فاصله از آبراهه، بارندگی، فاصله از مناطق تاریخی، فاصله از جاده، شیب، فاصله از آبادی‌ها و فاصله از شهر بردسکن بود. در مرحله بعد نقشه‌های هر یک از معیارها تهیه شد. قبل از اجرای ارزیابی چندمعیاره لازم است تمامی لایه‌ها استاندارد شوند. برای این منظور از توابع عضویت فازی در نرم‌افزار Idisi Terrset استفاده شد. برای وزن دهی به معیارها، پرسشنامه‌ای به روش AHP تهیه و توسط متخصصین مربوطه تکمیل شد. وزن دهی معیارها نیز در نرم‌افزار Idisi Terrset انجام شد. سپس، از لایه‌های فازی شده برای اجرای ارزیابی چند معیاره استفاده شد. در نتیجه این مرحله، نقشه تناسب اراضی برای ایجاد لندفیل تهیه شد. این نقشه بر مبنای روش شکست‌های طبیعی[1] در پنج طبقه بین تناسب خیلی کم تا خیلی زیاد طبقه‌بندی گردید. سپس وضعیت لندفیل موجود با نقشه طبقه‌بندی‌شده موردبررسی قرار گرفت. همچنین، پهنه‌های با توان خیلی خوب تعیین شدند. در مرحله بعد، ماتریس لئوپولد تهیه و برای لندفیل موجود و پهنه‌های پیشنهادی تکمیل گردید.

فرآیند AHP

تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از جامع‌ترین فرآیندهای طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری در ارزیابی چند معیاره است. از مزایای ممتاز این روش، تعیین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم است. این روش بر پایه مقایسات زوجی عوامل مختلف استوار است (ولایی و همکاران، ۱۳۹۶: ۷۸). به این منظور، ابتدا به‌منظور رتبه‌دهی معیارهای مختلف و تبدیل آن به مقادیر کمی، پرسشنامه‌ای با ساختار مقایسه زوجی معیارها تهیه می‌شود. سپس، پرسشنامه در اختیار کارشناسان و متخصصین مربوطه قرار می‌گیرد تا بر اساس مقایسه زوجی معیارها امتیازی برای هر یک اختصاص دهند. تخصیص امتیازات عددی مربوط به مقایسه زوجی اهمیت دو شاخص و یا معیار، بر اساس جدول (۱) انجام می‌شود.

جدول ۱. طبقه‌بندی کمی و کیفی برای مقایسات زوجی معیارها

مقایسه نسبی شاخص‌ها	اهمیت مطلق	اهمیت خیلی قوی	اهمیت قوی	اهمیت ضعیف	اهمیت یکسان	ترجیحات بینابینی
امتیاز عددی	۹	۷	۵	۳	۱	۲، ۴، ۶ و ۸

در اجرای AHP، علاوه بر محاسبه وزن، مقدار ناسازگاری نیز اهمیت دارد و مقدار آن بایستی کمتر از ۰/۱ باشد. در این پژوهش، وزن نسبی هر کدام از معیارها با استفاده از ماتریس زوجی ۱۵ ×۱۵ محاسبه شد. این ماتریس در اختیار تعدادی از متخصصین موضوع قرار گرفت. سپس، امتیازات تخصیص‌یافته در نرم‌افزار Idrisi Terrset وارد و وزن هر یک از معیارها تعیین گردید.

ارزیابی چندمعیاره بر مبنای روش WLC

در این پژوهش، مکان‌یابی مناطق مستعد توسعه لندفیل با به‌کارگیری فن ترکیب خطی وزن‌دار و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و در قالب روش ارزیابی چند معیاره انجام شد. روش ترکیب خطی وزن‌دار رایج‌ترین فن در تحلیل ارزیابی و تصمیم‌گیری چند معیاره است (Galdavi et al., 2023: 44). این روش بر مبنای میانگین وزنی است. در این روش تصمیم‌گیر به‌طور مستقیم وزن‌هایی از اهمیت نسبی را به هر عامل اختصاص می‌دهد. هر عامل استانداردشده بر اساس رابطه (۱) در وزن مربوط به آن ضرب می‌گردد، سپس عامل‌ها با هم جمع می‌شوند. زمانی که وزن‌ها برای هر سلول محاسبه شد، تصویر حاصل در لایه‌های محدودیت ضرب می‌شود تا مناطقی که نباید موردمحاسبه قرار گیرند خارج

1. Natural Breaks

گردند و نقـشه تناسب منطقه برای کاربری موردنظر به دست می‌آید.

رابطه(۱) $S = \sum WiXiIIcj$

که در آنS: مطلوبیت،Wi: وزن عامل،Xi: ارزش فازی عامل Cj،i: امتیاز معیار محدودیت Π،j: نمایه حاصل‌ضرب i هستند (گلدوی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۲۰).

به این منظور، ابتدا معیارهای مؤثر بر انتخاب محل برای توسعه لندفیل شناسایی و سپس نقشه‌های مربوط به معیارها تهیه و در مرحله بعد این معیارها استانداردسازی شد. در فرآیند استانداردسازی ارزش‌های لایه‌ها در یک گستره مشخص قرار می‌گیرند. به‌این‌ترتیب، لایه‌های عامل دارای دامنه‌ای از اعداد است که این دامنه می‌تواند بین صفر تا ۱ یا صفر تا ۲۵۵ و یا هر دامنه دلخواه دیگر قرار گیرد. پس از استانداردسازی، هر چه عدد موجود در لایه بزرگ‌تر باشد، تناسب آن برای کاربری موردنظر بیشتر خواهد بود (گلدوی، ۱۴۰۱: ۱۲۱). به‌منظور استانداردسازی لایه‌ها از توابع عضویت فازی در نرم‌افزار Idisi Terrset استفاده شد. توابع فازی و فواصل استفاده‌شده برای فازی‌سازی لایه‌ها با مرور منابع گونان (نظیر گیلوری و همکاران، ۱۳۹۴؛ ولایی و همکاران، ۱۳۹۶؛ کریمی و همکاران، ۱۳۹۷ و نیز Dar et al., 2019:1501; Mainul et al., 2020; Majid & Mir, 2021; Mallick, 2021; Kareem et al., 2021; Roy et al., 2022; Abdo et al., 2023; Durlevic et al., 2023) و در برخی موارد بر مبنای نظرات کارشناسی تعیین شدند (جدول ۲). سپس، از روش AHP برای وزن دهی به پارامترها استفاده گردید. در مرحله آخر ادغام عامل‌ها به روش ترکیب خطی وزنی (WLC) در نرم‌افزار Idrisi Terrset انجام شد.

جدول ۲.توابع فازی و فواصل استفاده‌شده برای فازی‌سازی لایه‌ها

ردیف	عامل‌های اصلی	عامل‌های فرعی	توابع و فواصل فازی‌سازی	ردیف	عامل‌های اصلی	عامل‌های فرعی	توابع و فواصل فازی‌سازی
۱	منابع آبی	عمق آب زیرزمینی	۱-۱۰ خطی افزایشی	۹	آب‌وهوا و اقلیم	بارندگی	۱۲۷-۳۴۸ خطی کاهشی
۲		فاصله از قنات	۳۷۰۲۲-۴۰۰ خطی افزایشی	۱۰	کاربری زمین	کاربری اراضی	۱-۱۰ خطی افزایشی
۳		فاصله از چاه غیرشرب	۱۶۹۵۶-۴۰۰ خطی افزایشی	۱۱		فاصله از مناطق تاریخی	۳۰۳۷۳-۱۰۰۰ خطی افزایشی
۴		فاصله از چاه شرب	۳۱۴۸۶-۲۰۰۰ خطی افزایشی	۱۲		فاصله از آبادی‌ها	۱۰۰۰-۵۰۰۰ متر خطی افزایشی
۵		فاصله از آبراهه	۱۰۶۹۹-۱۵۰ خطی افزایشی	۱۳		فاصله از شهر بردسکن	۵۰۰۰-۱۰۰۰, ۴۳۳۳۵-۵۰۰۰ متقارن
۶	زمین‌شناختی	زمین‌شناسی	۱-۱۰ خطی افزایشی	۱۴	دسترسی	فاصله از جاده	۱۰۰۰-۳۰۰, ۲۸۱۷۲-۱۰۰۰ متقارن
۷		فاصله از گسل اصلی	۲۲۰۲۹-۵۰۰ خطی افزایشی	۱۵	توپوگرافی	شیب	۲۲۱-۰ خطی کاهشی
۸		فاصله از گسل فرعی	۲۸۳۰۰-۳۵۰ خطی افزایشی				

تعیین پهنه‌های نهایی برای توسعه لندفیل

در گام بعدی، نتایج حاصل از اجرای روش WLC به‌منظور تعیین پهنه‌های نهایی مناسب لندفیل، با استفاده از روش

Natural Breaks در پنج طبقه شامل توان خیلی خوب، خوب، متوسط، کم و نامناسب طبقه‌بندی شدند.

اجرای ماتریس لئوپولد و انتخاب گزینه مناسب

در این روش ماتریسی تشکیل می‌شود که ریز فعالیت‌های پروژه در مراحل اجرا و پیاده‌سازی و بهره‌برداری در ستون‌های آن و فاکتورهای مختلف محیطزیست در سطرهای آن قرار می‌گیرند. در این ماتریس برای هر سلول دو مقدار ارزش در نظر گرفته می‌شود که یکی به دامنه یا شدت اثر و دیگری به اهمیت یا بزرگی اثر اشاره می‌نماید. رابطه بین فعالیت‌ها و پروژه به‌صورت یک عدد مشخص می‌شود که می‌تواند مثبت یا منفی باشد. رابطه مثبت نشان‌دهنده تأثیر مثبت فعالیت‌های پروژه بر اثرات و رابطه منفی، نشان‌دهنده تأثیر مضر و مخربی است که فعالیت‌های پیش‌بینی‌شده می‌تواند بر اثرات معرفی‌شده داشته باشد (جعفری و همکاران، ١٣٩۴). در این پژوهش از ماتریس ایرانی برای انتخاب گزینه نهایی لندفیل استفاده شد. در این روش ماتریسی تشکیل می‌شود که ریز فعالیت‌های پروژه در مرحله اجرا و پیاده‌سازی و بهره‌برداری (بسته به هدف پژوهش و ماهیت کار)، در ستون‌های آن و فاکتورهای مختلف اثرگذار بر محیطزیست در سطرهای قرار می‌گیرند. محدوده و تأثیر اثرات بر هر یک از پارامترهای محیطزیستی در این روش در جدول (٣) نشان داده‌شده است.

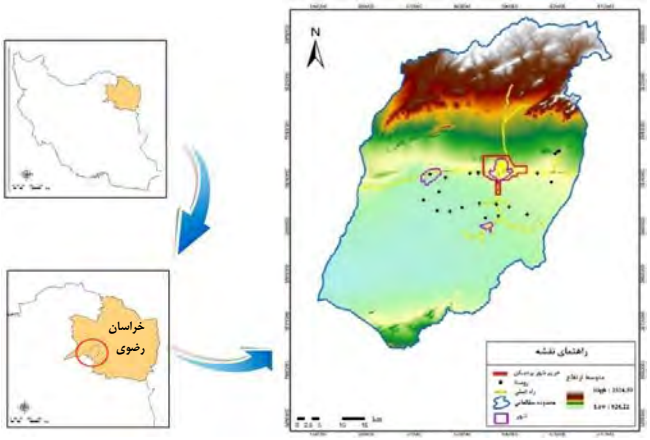
جدول ٣. ارزش‌های کمی در ماتریس ایرانی

اثر مثبت	سودمندی خیلی خوب	سودمندی خوب	سودمندی متوسط	سودمندی ضعیف	سودمندی ناچیز
امتیاز	+۵	+۴	+۳	+۲	+۱
اثر منفی	تخریب خیلی زیاد	تخریب زیاد	تخریب متوسط	تخریب ضعیف	تخریب ناچیز
امتیاز	−۵	−۴	−۳	−۲	−۱

در جمع‌بندی اثرات مثبت و منفی برای هر فعالیت و هر فاکتور محیطزیستی، عددی محاسبه می‌گردد. در این مرحله میانگین امتیاز مثبت نشان‌دهنده پذیرش محیطزیستی پروژه است. درعین‌حال، چنانچه میانگین رده‌بندی بین ٣/١- تا ۵/١- باشد، پروژه از نظر محیطزیستی موردپذیرش قرار نمی‌گیرد. اگر میانگین رده‌بندی ٢/١- تا ٣/١- باشد، پروژه با انجام موارد اصلاحی قابل‌اجرا است و اگر میانگین رده‌بندی بین صفر تا ٢/١- باشد، پروژه با انجام گزینه‌های اصلاحی و طرح‌های بهسازی قابل‌اجرا خواهد بود (نعیمی و همکاران، ١۴٠٠: ١۵۶).

محدوده موردمطالعه

پژوهش حاضر در گستره حوضه آبریز (محدوده مطالعاتی) بردسکن در استان خراسان رضوی انجام‌شده است. این حوضه آبریز با مساحت ٢۴٢٨ کیلومترمربع در محدوده جغرافیایی ˝ ۵٩ ˚ ٣۴ تا ˝ ٣٣ ˚ ٣۵ عرض شمالی و ˝ ٢٨ ˚ ۵٧ تا ˝ ١٣ ˚ ۵٨ طول شرقی قرار دارد و بخش‌هایی از شهرستان بردسکن را شامل می‌شود (شکل ١). حدود ١١٧۶,٧ کیلومترمربع آن را ارتفاعات و ١٢۵١,٣ کیلومترمربع را دشت تشکیل می‌دهد. دارای اقلیم گرم و خشک بیابانی است و میانگین بارندگی آن به ١۶۴ میلی‌متر می‌رسد. آبخوان آبرفتی با وسعت ٧. ١٠٣٩ کیلومترمربع ٨٣ درصد از مساحت دشت را می‌پوشاند. رودخانه‌های مهم آن رود کال شور بردسکن، کال علی‌آباد و کال نوبهار هستند. از مهم‌ترین شهرها و آبادی‌های موجود در این حوضه آبریز می‌توان بردسکن، شهرآباد، انابد، شفیع آباد، جابوز، رکن‌آباد، ظاهرآباد و کوشه را نام برد. لندفیل موجود بردسکن در فاصله حدوداً سه کیلومتر از شهر بردسکن و در محدوده شمال غربی شهر قرارگرفته است.



شکل ۱. نقشه حوضه آبریز بردسکن

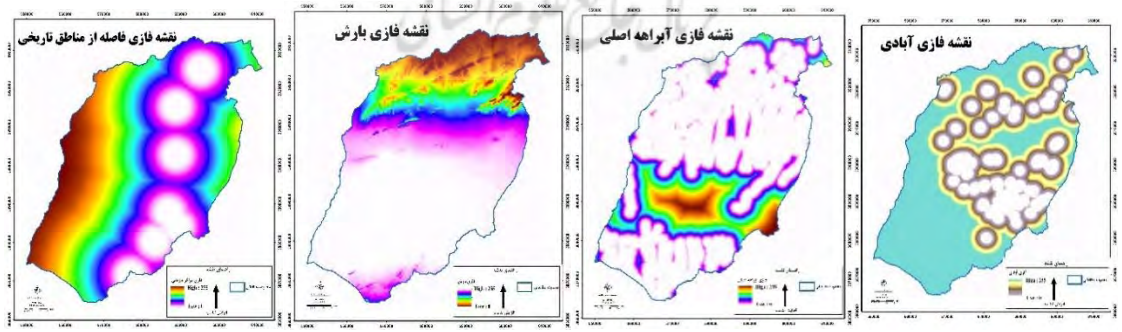
یافته‌ها

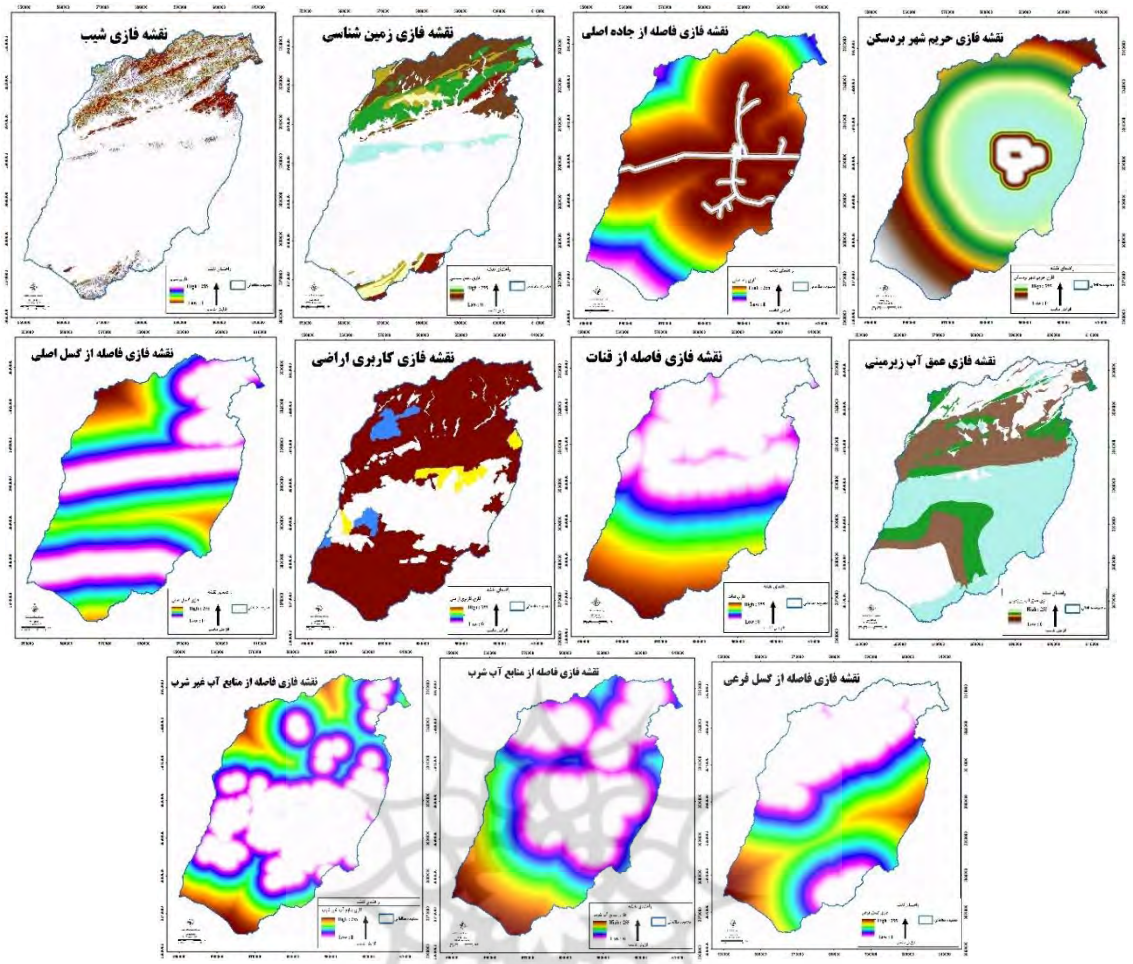
فرآیند وزن دهی به معیارها با استفاده از AHP

نتایج وزن دهی به معیارها حاکی از آن است که معیارهای زمین‌شناسی، فاصله از چاه شرب و فاصله از شهر بردسکن به ترتیب با وزن‌های ۰/۱۷۳ و ۰/۱۷۲ و ۰/۱۲۴ دارای بیشترین میزان اهمیت در شناسایی مناطق مناسب دفن زباله هستند. جدول (۴) وزن‌های اختصاص‌یافته به هر یک از معیارها و شکل (۲) نقشه‌های مربوط به آن‌ها را نشان می‌دهند.

جدول ٤. وزن‌های اختصاص‌یافته به معیارها با استفاده از فرآیند AHP

ردیف	عامل‌های اصلی	عامل‌های فرعی	وزن معیارها	ردیف	عامل‌های اصلی	عامل‌های فرعی	وزن معیارها
۱	منابع آبی	عمق آب زیرزمینی	۰,۰۳۶۳	۹	آب‌وهوا و اقلیم	بارندگی	۰,۰۰۹۸
۲		فاصله از قنات	۰,۰۷۸۴	۱۰	کاربری زمین	کاربری اراضی	۰,۰۳۶۳
۳		فاصله از چاه غیرشرب	۰,۱۷۲۵	۱۱		فاصله از مناطق تاریخی	۰,۰۱۶۶
۴		فاصله از چاه شرب	۰,۱۷۲۵	۱۲		فاصله از آبادی‌ها	۰,۰۷۲۳
۵		فاصله از آبراهه	۰,۱۰۶۴	۱۳		فاصله از شهر بردسکن	۰,۱۲۴۱
۶	زمین‌شناختی	زمین‌شناسی	۰,۱۷۲۸	۱۴	دسترسی	فاصله از جاده	۰,۰۳۶۲
۷		فاصله از گسل اصلی	۰,۰۲۶۹	۱۵	توپوگرافی	شیب	۰,۰۱۶۵
۸		فاصله از گسل فرعی	۰,۰۱۶۶				

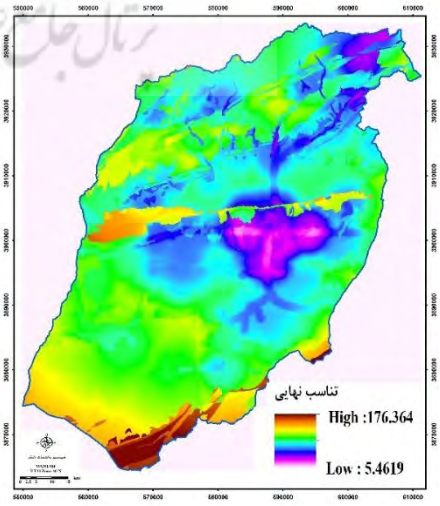




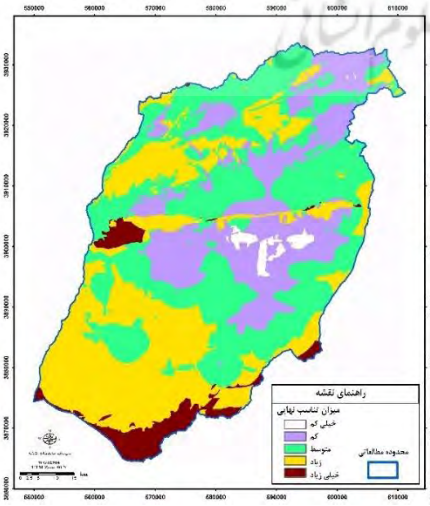
شکل ٢. نقشه‌های فازی عامل‌ها

مکان‌یابی مناطق مستعد توسعه لندفیل به روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC)

شکل (٣) نقشه حاصل از اجرای WLC را نشان می‌دهد. این لایه به‌منظور شناسایی مناطق با توان بالا برای توسعه لندفیل به ٥ طبقه تقسیم‌بندی شد (شکل ٤). جدول (٥) مساحت هر یک از طبقات را نشان می‌دهد.



شکل ٣. نقشه حاصل از اجرای WLC



شکل ٤. نقشه طبقه‌بندی‌شده لایه MCE

جدول ۵. مساحت هر یک از طبقات نقشه حاصل از WLC

طبقات	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
مساحت (کیلومترمربع)	۱۸۴۳/۵۸	۵۳۳/۲۳	۹۶۳	۷۸۱/۱۴	۱۱۹/۴۸
درصد مساحت	۴۳/۴۸	۱۲/۵۷	۲۲/۷۱	۱۸/۴۲	۲/۸۲

همان‌طور که در جدول (۳-۲) ملاحظه می‌شود تنها ۲/۸۲ درصد از سطح منطقه (معادل ۱۱۹/۴۸ کیلومترمربع) توان خیلی زیاد برای توسعه لندفیل دارند. همچنین، ۱۸/۴۲ درصد از سطح منطقه توان زیاد برای توسعه لندفیل دارند.

ارزیابی پهنه‌های منتخب و انتخاب پهنه نهایی

پس از طبقه‌بندی لایه MCE، بخش‌هایی از منطقه که توان خیلی زیاد برای توسعه لندفیل داشتند موردبررسی و مطالعه قرار گرفتند. در نهایت، مطابق شکل (۶) دو پهنه واقع در غرب و شرق بردسکن که تناسب خیلی زیادی برای توسعه لندفیل دارند، انتخاب شدند. همچنین، لندفیل فعلی در طبقه با تناسب زیاد برای توسعه لندفیل قرار دارد. این موضوع سبب شد تا در اجرای ماتریس لئوپولد ایرانی علاوه بر بررسی پهنه‌های جدید، لندفیل موجود نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. در جدول (۶) مشخصات پهنه‌های منتخب ارائه‌شده است.

جدول۶. مشخصات پهنه‌های منتخب جهت ایجاد لندفیل

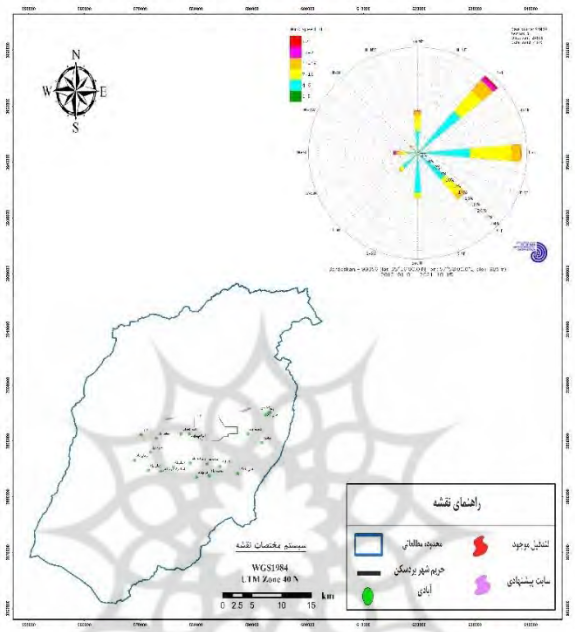
ردیف	نام پهنه منتخب	مساحت (هکتار)	مختصات نقطه مرکزی	
			Y	X
۱	لندفیل موجود	۴,۱۶	۳۹۰۵۰۲۴	۵۸۵۷۹۰
۲	پهنه شرق بردسکن	۶۵,۸	۳۹۰۶۳۱۴	۵۹۵۳۸۰
۳	پهنه غرب بردسکن	۳۶	۳۹۰۴۳۹۱	۵۷۹۲۸۵

لازم به ذکر است چند پهنه با تناسب خیلی زیاد نیز در نقشه حاصل از MCE شناسایی شد که به دلایلی نظیر فاصله زیاد از شهر و تعارضات اجتماعی موردبررسی قرار نگرفته‌اند. شکل (۵) موقعیت پهنه‌های انتخابی و لندفیل موجود را نشان می‌دهد.

شکل ۵. موقعیت لندفیل موجود و پهنه‌های پیشنهادی

بررسی سرعت و جهت باد

به‌منظور اجتناب از آثار منفی باد، نمودار گلباد نیز بررسی شد. این نمودار نمایش فراوانی نسبی جهت باد و سرعت باد را در منطقه نشان می‌دهد. جهت غالب شمال شرقی – جنوب غربی و شرقی–غربی می‌باشد و شدیدترین بادها – یعنی بادهای با سرعت بیشتر از ۱۷ نات – در جهت غالب شمال شرقی به جنوب غربی وزش دارند. حرکت بادهای غالب بر روی سایت موجود با توجه به جهت قرارگیری سایت در شمال غربی شهر نمی‌تواند مشکلات زیادی را بر روی شهر به لحاظ گسترش بو و گاز و گردوغبار ایجاد کند. مطابق شکل (۶) بیشترین فراوانی مربوط به بادهای ۶–۴ و ۱۰–۷ نات است.



شکل ٦. نقشه سرعت و جهت باد

ارزیابی محیطزیستی و انتخاب پهنه نهایی بر مبنای ماتریس لئوپولد ایرانی

پس از انجام مطالعات میدانی و بررسی موارد فوق‌الذکر ماتریس لئوپولد برای پهنه‌های منتخب تکمیل و بررسی گردید. در جدول (۷) نتایج حاصل از تکمیل ماتریس لئوپولد ایرانی برای ۳ پهنه منتخب ارائه‌شده است.

جدول ۷. نتایج حاصل از تکمیل ماتریس لئوپولد برای مناطق موردمطالعه

ردیف	پهنه منتخب	امتیاز نهایی ماتریس لئوپولد
۱	لندفیل موجود	-۲/۵۳
۲	پهنه شرق بردسکن	-۳/۴
۳	پهن غرب بردسکن	-۳/۲۹

مطابق بررسی نتایج حاصل از ماتریس مشخص شد، میانگین رده‌بندی ارزش‌های معیارها برای لندفیل موجود برابر با ۲/۵۳–، برای پهنه منتخب شرق بردسکن برابر با ۳/۴– و برای پهنه منتخب غرب بردسکن برابر با ۳/۲۹– است. این مقادیر نشان می‌دهد لندفیل موجود نسبت به دو پهنه دیگر مکان مناسب‌تری برای دفن زباله است. لیکن، ادامه فرآیند دفن زباله در این مکان، مستلزم انجام یکسری فرایندهای اصلاحی و بهسازی است که در بخش پیشنهادها و نتیجه‌گیری ارائه‌شده‌اند. جدول (۸) نتایج اجرای ماتریس لئوپولد را برای لندفیل موجود نشان می‌دهد.

جدول ۸. ماتریس لئوپولد ایرانی لندفیل موجود بردسکن

	عملیات پروژه / اثرات محیط‌زیستی	تسطیح و آماده‌سازی	ساخت لندفیل	تخلیه و دفن روزانه	استخراج منابع قرضه	تردد ماشین‌های سنگین	نشت گاز	نشت شیرابه	ایجاد پوشش نهایی	تعداد ارزش‌ها	تعداد ارزش‌های مثبت	نسبت ارزش‌های مثبت	جمع جبری	میانگین رده‌بندی
فیزیکی	آلودگی خاک	0		-4	0	0	0	-2	+1	3	1	0/33	-5	-1/67
	فرسایش خاک	0	0	0	-3	0	0	0	+1	2	1	0/5	-2	-1
	آلودگی منابع آب اطراف و محدوده سایت	0	0	-3	0	0	0	0	0	1	0	0	-3	-3
	آلودگی هوا–تولید گردوغبار	-3	0	0	-3	-3	0	0	+1	4	1	0/25	-8	-2
	آلودگی هوا–بوی نامطبوع	0	0	-4	0	0	-4	-2	0	3	0	0	-10	-3/33
بیولوژیکی	بهداشت عمومی	0	0	-4	0	0	-3	-3	0	3	0	0	-9	-3
	افزایش آفات (جوندگان، سگ‌های ولگرد و ...)	0	0	-4	0	0	0	0	0	1	0	0	-4	-4
	بیماری (انتقال از حیوانات)	0	0	-4	0	0	0	0	0	1	0	0	-4	-4
	گونه‌های گیاهی	-3	-3	0	-3	0	0	0	0	3		0	-9	-3
	گونه‌های جانوری	0	-3	0	0	-3	0	0	0	2	0	0	-6	-3
اقتصادی – اجتماعی	ایجاد شغل	0	+1	+2	0	0	0	0	+1	3	3	1	+3	1
	کشاورزی	0	-3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-3	-3
	ارزش زمین	0	-3	-3	0	0	0	0	0	2	0	0	-6	-3
	توسعه آینده	0	-5	-3	0	0	0	0	0	2	0	0	-8	-4
	ایجاد ترافیک	0	-2	0	0	-3	0	0	0	2	0	0	-5	-2/5
	زیبایی منظره	0	-3	-3	0	0	0	0	+1	3	1	0/33	-4	-1/33
	افزایش تصادفات	0	0	0	0	-2	0	0	0	1	1	1	-2	-2
تعداد ارزش‌ها		2	8	10	3	4	2	2	5					
تعداد ارزش‌های مثبت		0	0	1	0	0	0	0	5					
نسبت ارزش‌های مثبت		0	0	0/1	0	0	0	0	1					
جمع جبری		-6	-21	-30	-9	-11	-7	-7	5					
میانگین رده‌بندی		-3	-2/63	-3	-3	-2/75	-3/5	-3/5	1					

بحث

در این پژوهش به‌منظور تعیین مکان مناسب دفن زباله شهر بردسکن واقع در غرب استان خراسان رضوی با رویکرد محیط‌زیستی از روش‌های ارزیابی چند معیاره و ماتریس لئوپولد ایرانی استفاده شد. به این منظور ابتدا معیارهای محیط‌زیستی مؤثر بر انتخاب مکان مناسب توسعه لندفیل شناسایی، نقشه‌سازی و با استفاده از فرآیند AHP وزن دهی شدند. نتایج وزن دهی نشان داد معیارهای زمین‌شناسی، فاصله از چاه شرب و فاصله از شهر بردسکن به ترتیب با وزن‌های ۰/۱۷۳ و ۰/۱۷۲ و ۰/۱۲۴ دارای بیشترین میزان اهمیت در شناسایی مناطق مناسب دفن زباله هستند. سایر محققان همچون ماینل و همکاران (۲۰۲۰) نیز جهت تعیین وزن معیارها برای شناسایی محل مناسب دفن پسماندها از روش AHP استفاده کردند و نتایج آن‌ها نشان داد که ارزش زمین با وزن ۰.۲۵۲ مهم‌ترین معیار در مدل است و پس‌ازآن مکان‌های حساس و جاده‌ها به ترتیب با ارزش وزنی ۰.۱۴۰ و ۰.۱۲۳ دومین و سومین معیار مهم بودند (Mainul et al., 2020).

بعد از اعمال وزن‌های به‌دست‌آمده، مکان‌یابی محل دفن، با استفاده از ارزیابی چندمعیاره به شیوه WLC انجام گردید. نقشه قابلیت حاصل از WLC، در پنج طبقه شامل قابلیت خیلی کم تا خیلی زیاد طبقه‌بندی و بر این اساس پهنه‌های مستعد محل دفن شناسایی شدند. مطابق نتایج، حدود ۵ درصد از حوضه از تناسب خیلی زیاد و حدود ۳۲ درصد از سطح منطقه قابلیت زیادی برای توسعه سایت لندفیل برخوردار بودند. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج سایر محققین همچون

کریمی و همکاران (۱۳۹۷) همخوانی دارد. آن‌ها مکان‌یابی محل مناسب دفن پسماند شهر جوانرود را با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره (MCE) انجام دادند. نتایج پژوهش نشان داد از کل منطقه تنها ۱۵ درصد توان متوسط به بالایی برای دفن زباله دارد و پس از بازدید میدانی در نهایت دو محدوده به‌عنوان مناطق نهایی، جهت دفن بهداشتی زباله انتخاب شدند. مالک (۲۰۲۱) نیز از این روش برای مکان‌یابی مناطق مستعد توسعه لندفیل استفاده نمود. مطابق نتایج، ۲۳/۹۱٪ و ۳/۶۷٪ از کل منطقه در منطقه بسیار خوب دفن زباله و خوب بود (Mallick, 2021). همچنین، کریم و همکاران (۲۰۲۱) به‌منظور انتخاب مکان بهینه برای دفن زباله در شهر نجف از روش ارزیابی چند معیاره استفاده نمودند. نتایج نشان داد ۷ سایت برای توسعه لندفیل مناسب است که نتایج این پژوهش‌ها با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد (Kareem et al., 2021).

همچنین، بررسی انطباق اکولوژیکی لندفیل موجود بر مبنای نقشه تناسب حاصل از اجرای MCE نشان‌دهنده قرارگیری آن در طبقه خوب است. نتایج این بخش با نتایج میتاب و همکاران (۲۰۲۳) مطابقت دارد. آن‌ها برای ارزیابی تطابق اکولوژیکی و تناسب محل دفن فعلی شهر کرکوک از این روش جهت شناسایی محل مناسب دفن زباله در شهر کرکوک استفاده کردند (Mitab et al., 2023). بعد از انتخاب پهنه‌های با بیشترین تناسب برای توسعه لندفیل، عملیات میدانی گستره جهت بررسی و انتخاب بهترین گزینه با استفاده از روش ماتریس لئوپولد ایرانی انجام شد. نتایج ارزیابی نشان داد، از میان گزینه‌های موردبررسی، لندفیل فعلی- با انجام اقدامات اصلاحی- بهترین تناسب را برای دفن پسماند در این حوضه دارد. پهنه واقع در شرق بردسکن، با قرار گرفتن در مسیر شبکه زهکشی (آبراهه‌ها و قنات)، فاصله زیاد از شهر بردسکن و عدم وجود مسیر دسترسی مناسب حذف گردید. امتیاز نهایی ماتریس لئوپولد برای این پهنه برابر با ۳/۴- و تعداد زیادی (۱۴ معیار) میانگین ارزش بیشتر از ۳/۱- کسب نمودند. این موضوع نشان‌دهنده تأثیرات منفی محیط‌زیستی ناشی از ایجاد لندفیل در این منطقه است که از جمله اثرات مخرب آن به تخریب پوشش گیاهی، فرسایش خاک، کاهش کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی، ایجاد بوی بد، زشتی منظره اشاره نمود. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج نعیمی و همکاران (۱۴۰۰) مطابقت دارد. آن‌ها اثرات محل دفن زباله قوچان بر محیط‌زیست را با به‌کارگیری فاکتورهای ژئوتکنیکی و با استفاده از روش ماتریس ایرانی ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد اثر و پیامد منفی کمتر از ۳/۱- در ستون و سطر به ترتیب مربوط به تسطیح و آماده‌سازی زمین، گسیختگی بستر و پایداری دیواره است. با توجه به بررسی‌های ژئوتکنیکی، فاکتور پایداری دیواره‌های خاکچال نیاز به بهسازی دارد. ضمن اینکه، در صورت خاک‌برداری با شیب کمتر از ۳۵ درجه و ارتفاع خاک‌برداری حدود ۴ متر، ترانشه‌های موجود دچار لغزش نمی‌شوند.

بررسی دلایل حذف پهنه‌های انتخاب نشان داد، پهنه واقع در غرب شهر بردسکن نیز به دلیل نزدیکی به منابع آبی (قنوات) و فاصله زیاد از شهر بردسکن حذف گردید. امتیاز نهایی ماتریس لئوپولد برای این پهنه برابر با ۳/۲۹- و تعداد زیادی (۱۱ معیار) میانگین ارزش بیشتر از ۳/۱- کسب نمودند. همانند پهنه شرق، اثرات منفی محیط‌زیستی ایجاد لندفیل در این منطقه نظیر تخریب پوشش گیاهی، فرسایش خاک، کاهش کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی، ایجاد بوی بد، زشتی منظره از جمله دلایل حذف این پهنه هستند و با توجه به اینکه این پهنه در مسیر راه دسترسی به روستاهای بالادست هست، می‌تواند تبعات منفی اجتماعی نیز به همراه داشته باشد.

مطابق بررسی‌های میدانی و نتایج ماتریس لئوپولد، لندفیل موجود در مقایسه با سایر پهنه‌ها از وضعیت بهتری برخوردار است. میانگین حجم زباله‌ای که روزانه به لندفیل انتقال می‌یابد ۲۵ تن است و جمع‌آوری، حمل و انتقال زباله‌ها به لندفیل توسط پخش خصوصی انجام می‌شود. در سال‌های ۹۶-۱۳۹۵ دو ترانشه با عمق و ابعاد ۵-۴ متر احداث و جهت دفن زباله استفاده می‌شد که در سال ۱۳۹۹ تکمیل شدند. پس‌ازآن، دو ترانشه جدید به تفکیک پسماندهای بیمارستانی و خانگی ایجاد

شد. بااین‌حال، وضعیت و نحوه دفن زباله‌ها از استانداردهای لازم برخوردار نیست. به‌منظور رعایت این استانداردها باید ویژگی‌های زیر را شامل شود:

❖ از جمله اثرات لندفیل بر محیط پیرامونی آن، اشاعه زباله‌های سبک (مانند پلاستیک) در محیط اطراف تحت تأثیر باد است. به این منظور لازم است در لندفیل موجود ترانشه‌ها به طول ۳۰-۱۲، عمق حداقل ۴ متر و عرض ۱۵-۴/۵ متر حفر می‌شود. با توجه به بادخیز بودن منطقه، عمق بیشتر ترانشه، باعث انتشار مقادیر کمتر زباله‌های سبک به محیط اطراف لندفیل خواهد شد.

❖ از دیگر اثرات توسعه لندفیل در منطقه فراهم آمدن مکانی برای تجمع حشرات، جوندگان و سایر جانوران مانند سگ‌های ولگرد در منطقه است. برای جلوگیری از وقوع این وضعیت، بایستی زباله‌ها در محدوده مشخصی از ترانشه که برای هر روز در نظر گرفته می‌شود تخلیه و به‌صورت لایه‌ای با ارتفاع ۱/۵ متر فشرده گردد. سپس، با لایه‌ای از خاک نفوذناپذیر مانند خاک رس پوشیده شد. ضخامت این لایه نفوذناپذیر باید به‌گونه‌ای باشد که پس از کوبیدگی حداقل ۲۰ سانتی‌متر عمق داشته باشد. سطحی از ترانشه که برای هر روز در نظر گرفته می‌شود باید به حدی باشد که با توجه به حجم زباله در پایان هر روز کاری تمام زباله‌های منتقل‌شده به محل دفن، به‌صورت کامل با خاک پوشانده شوند تا دسترسی حشرات، جوندگان و سایر جانوران مانند سگ‌های ولگرد به آن‌ها به حداقل رسیده و همچنین در مناطق بادخیز زباله‌ها به اطراف پخش نشوند.

❖ مطابق بازدیدهای میدانی انجام‌شده، در لندفیل موجود علاوه بر زباله‌های خانگی، پسماندهای بیمارستانی نیز دفن می‌شود. بررسی دیواره ترانشه‌ای که برای دفن زباله‌های بیمارستانی احداث‌شده است نشان داد جنس لایه‌های زمین در عمق دو متری نسبت به سطح درشت دانه‌تر شده است. بنابراین، بایستی برای ترانشه‌های مربوط به پسماندهای بیمارستانی از پوشش مرکب دو لایه استفاده شود.

❖ خطر نفوذ شیرابه یکی دیگر از اثرات بالقوه توسعه لندفیل هست. به این منظور، بایستی سیستم فعال کنترل شیرابه را ایجاد شود (به‌عنوان‌مثال سیستم جمع‌آوری شیرابه روی آسترها، تانک ذخیره‌سازی، سیستم‌های تصفیه، تخلیه و یا دفع شیرابه).

❖ پیرامونی انتشار گاز و بوی نامطبوع از دیگر اثرات محل دفن زباله بر محیط است. بیشتر حجم گاز تولید شده در لندفیل از متان و دی اکسیدکربن تشکیل‌شده است که علاوه بر بوی نامطبوع و آلودگی هوا در موضوع تغییرات اقلیمی و افزایش دما مؤثر هستند. به‌منظور کاهش و کنترل این اثرات بایستی سیستم جمع‌آوری گاز در محل دفن توسعه یابد.

❖ در نهایت، به‌منظور کنترل نفوذ آب به لندفیل، کاهش تولید شیرابه، شکل‌دهی نهایی لندفیل، کنترل گاز، رشد گیاه، زیباسازی منظر و ... بایستی پوشش نهایی لندفیل توسعه یابد. این پوشش با اهدافی نظیر پیشگیری یا کاهش نفوذ بارش به محل دفن، بهبود زهکشی بارش، کنترل و تخلیه گازهای محل دفن، جداسازی پسماند جامد دفن شده از محیط‌زیست، همسانی نشست و فرونشست، بهبود احیای محل دفن، کاهش ناقلان بیماری‌ها و بهبود منظر و زیباشناختی محیط ایجاد می‌شود و به‌منظور حفظ این کارایی‌ها باید ویژگی‌های زیر را شامل شود:

۱- مقاومت در برابر فرسایش آبی و بادی، ۲ -مقاومت در برابر ترک و ریزش، ۳ -مقاومت در برابر شکست شیب، ۴ - مقاومت در برابر چرخه ذوب و یخزدگی در آب‌وهوای سرد و ۵ -مقاومت در برابر اختلال حیوانات و گیاهان.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش به‌منظور مکان‌یابی محل مناسب دفن زباله در محدوده موردمطالعه، از روش ارزیابی چندمعیاره (MCE) به شیوه WLC استفاده شد. مطابق نقشه قابلیت حاصل از WLC، ۳ پهنه به‌عنوان محل‌های مناسب ایجاد لندفیل انتخاب شد. در مرحله بعد، مطالعات میدانی از پهنه‌های منتخب انجام و ماتریس لئوپولد ایرانی تهیه و برای ارزیابی هر یک از پهنه‌ها تکمیل شد. مطابق نتایج، میانگین رده‌بندی ارزش‌های معیارها برای لندفیل موجود برابر با ۲/۵۳-، برای پهنه منتخب شرق بردسکن برابر با ۳/۴- و برای پهنه منتخب غرب بردسکن برابر با ۳/۲۹- است. این مقادیر نشان می‌دهد لندفیل موجود نسبت به دو پهنه دیگر مکان مناسب‌تری برای دفن زباله است. لیکن، ادامه فرآیند دفن زباله در این مکان، مستلزم انجام یکسری فرایندهای اصلاحی و بهسازی است. به‌این‌ترتیب، دو پهنه واقع در شرق و غرب شهر بردسکن حذف گردید. پهنه واقع در شرق بردسکن، با قرار گرفتن در مسیر شبکه زهکشی (آبراهه‌ها و قنات)، فاصله زیاد از شهر بردسکن و عدم وجود مسیر دسترسی مناسب حذف گردید. امتیاز نهایی ماتریس لئوپولد برای این پهنه برابر با ۳/۴- و تعداد زیادی (۱۴ معیار) میانگین ارزش بیشتر از ۳/۱- کسب نمودند. این موضوع نشان‌دهنده تأثیرات منفی محیط‌زیستی ناشی از ایجاد لندفیل در این منطقه است که از جمله اثرات مخرب آن به تخریب پوشش گیاهی، فرسایش خاک، کاهش کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی، ایجاد بوی بد، زشتی منظره اشاره نمود.

پهنه واقع در غرب شهر بردسکن نیز به دلیل نزدیکی به منابع آبی (قنوات) و فاصله زیاد از شهر بردسکن حذف گردید. امتیاز نهایی ماتریس لئوپولد برای این پهنه برابر با ۳/۲۹- و تعداد زیادی (۱۱ معیار) میانگین ارزش بیشتر از ۳/۱- کسب نمودند. همانند پهنه شرق، اثرات منفی محیط‌زیستی ایجاد لندفیل در این منطقه نظیر تخریب پوشش گیاهی، فرسایش خاک، کاهش کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی، ایجاد بوی بد، زشتی منظره از جمله دلایل حذف این پهنه هستند و با توجه قرارگیری این پهنه در مسیر راه دسترسی به روستاهای بالادست، می‌تواند تبعات منفی اجتماعی نیز به همراه داشته باشد.

به‌این‌ترتیب، لندفیل فعلی مناسب محل دفن است. درعین‌حال، به‌منظور حفظ کارایی و رعایت استانداردها بایستی موارد ذیل لحاظ شوند:

- ترانشه‌ها به‌صورت شمالی – جنوبی ایجاد شود و شیب کف ترانشه نیز مطابق شیب زمین یعنی از شمال به جنوب باشد.
- برای بستر ترانشه‌های مربوط به زباله خانگی از پوشش تک لایه و برای پسماندهای بیمارستانی از پوشش مرکب دو لایه استفاده شود.
- یک دستگاه باسکول، یک اتاق نگهبانی و حداقل یک نگهبان دائم برای لندفیل در نظر گرفته شود.
- راه ارتباطی از جاده اصلی تا جایگاه به یک‌راه شوسه قابل‌عبور در زمستان تبدیل شود.
- تأمین مخزن آب، سرویس و مکانی جهت شستشوی ماشین‌آلات حمل زباله

در پایان یادآوری می‌شود وضعیت محل دفن و نحوه دفن زباله در شرایط فعلی، مطلوبیت لازم را ندارد. بنابراین، ضروری است اقدام لازم (مطابق موارد مطرح‌شده در پژوهش) جهت بهبود وضعیت لندفیل و پیشگیری از آلودگی منابع محیط‌زیستی انجام شود. نتایج حاصل از این پژوهش و اجرای راهکارها و پیشنهادهای مطرح‌شده، می‌تواند باعث ارتقای استانداردهای محیط‌زیستی منطقه شود. بنابراین، وضعیت لندفیل موجود باید مطابق با موارد ذکرشده در پژوهش اصلاح و بهبود یابد. ضمناً، با توجه به قرارگیری محدوده لندفیل و محیط پیرامونی آن در طبقه تناسب زیاد، امکان توسعه گستره لندفیل به

طول حدود ۱۵۰ متر به سمت جنوب، جنوب شرق و جنوب غرب وجود دارد. همچنین، در صورت نیاز به انتخاب محل جدید در آینده، دو پهنه دیگر شناسایی‌شده در پژوهش قابلیت جایگزینی با محل فعلی را خواهند داشت.

حامی مالی

اداره شهرداری بردسکن از این پژوهش حمایت مالی نموده است..

سهم نویسندگان در پژوهش

نویسندگان در تمام مراحل و بخش‌های انجام پژوهش سهم برابر داشتند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از اداره شهرداری بردسکن به دلیل حمایت مالی از این پژوهش تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

جعفری، کبری؛ حافظی‌مقدس، ناصر؛ مظلومی، علیرضا و قزی، اعظم. (۱۳۹۴). انتخاب گزینه نهایی محل دفن پسماندهای شهری در اردبیل بر اساس روش‌های شبیه به گزینه ایده‌آل و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی. *سلامت و بهداشت، ۶* (۴)، ۴۰۴-۴۲۰.

ملازاده، مهدی و یوسفی، زهرا. (۱۴۰۲). بررسی برخی پیامدهای احداث سد فرخی شهرستان قائن. *محیط‌زیست و مهندسی آب، ۹*(۴)،۵۸۰-۵۸۸. https://doi.org/10.22034/ewe.2023.375025.1830

کریمی، هژیر؛ صیفی، صدری و نوری، سعید. (۱۳۹۷). مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهر جوانرود با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. *زمین‌شناسی محیط‌زیست*، ۱۲ (۴۲)، ۲۱-۳۲.

گیلوری، سارا؛ مظلومی بجستانی، علیرضا؛ حافظی مقدس، ناصر؛ مظهری، سید علی و سرسنگی علی‌آباد، علیرضا. (۱۳۹۴). ارزیابی زیست‌محیطی (EIA) و مکان‌یابی بهینه محل دفن پسماند جامد شهری با استفاده از روش SAW، GIS و ماتریس لئوپولد (مطالعه موردی شهر یزد). *دوماهنامه دانشکده بهداشت یزد*، ۱۴ (۶)، ۱۴۹-۱۶۲.

نعیمی، مریم؛ حداد، عبدالحسین؛ دهستانی، حجت و ژندی فر، سمیرا. (۱۴۰۰). ارزیابی اثرات خاکچال بر محیط‌زیست با به‌کارگیری فاکتورهای ژئوتکنیکی، مطالعه موردی: خاکچال قوچان. *مخاطرات طبیعی*، ۱۰ (۳۰)، ۱۶۵-۱۵۱.

ولایی، مریم؛ شهین‌فر، حمید و آذرمی عربشاه، رباب. (۱۳۹۶). مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری در شهر ایلخچی با استفاده از سیستم GIS. *زمین‌شناسی محیط‌زیست*، ۱۱(۳۹)، ۸۵-۹۹.

گلدوی، سمیه؛ محمدزاده، مرجان؛ میرکریمی، سید حامد و سلمان ماهینی، عبدالرسول. (۱۴۰۱). مکان‌یابی مناطق مستعد توسعه پارک‌ها و فضای سبز شهری با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره (MCE)و رهیافت AHP. *آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۲(۲)، ۱۱۷-۱۳۲. https://doi.org/10.30488/gps.2022.309469.3459

References

Abdo, H.G., Aljohani, T.H.D., Almohamad, H., Al-Dughairi, A.A., & Al-Mutiry, M. (2023). Sanitary municipal landfill site selection by integration of GIS and multi-criteria techniques for environmental sustainability in Safita area, Tartous governorate, Syria. *Environmental Science and Pollution*, 30, 30834–30854. https://doi.org/10.1007/s11356-022-24287-9

Ali, SK. A, & Ahmad, A. (2018). Using analytic hierarchy process with GIS for Dengue risk mapping in Kolkata Municipal Corporation, West Bengal, India. *Spatial Information Research*, 26, 449–469. http://dx.doi.org/10.1007/s41324-018-0187-x

Arshad, M., Abul Hasan, M., Al Mesfer, m.K., Abdollah Al Alwan, B., Qureshi, M.N., & Eldirder, M. (2023). Sustainable landfill site selection using geospatial information and AHP-GDM approach: A case study of Abha-Khamis in Saudi Arabia. *Heliyon*, 9, 1-12. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16432

Barakat, A., Hilali, A., Baghdadi, E.M., & Touhami, F. (2017). Landfill site selection with GIS-based multi-criteria evaluation technique. A case study in Beni Mellal-Khouribga Region. *Morocco. Env. Ear. Sci*, *7*, 76–83.

Christian, H., & MacWan, J.E.M. (2017). Landfill site selection through GIS approach for fast-growing urban areas. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8, 10-23.

Dar, S., Wani, M., & Shah, S. (2019). Identification of suitable landfill site based on GIS in Leh Ladakh Region. *GeoJournal*, 84, 1499–1513.

Daryabeigi Zand, A., Vaeziheir, A., & Hoveidi, H. (2019). Comparative Evaluation of Unmitigated Options for Solid Waste Transfer Stations in North East of Tehran Using Rapid Impact Assessment Matrix and Iranian Leopold Matrix. *Environmental Energy and Economic Research*, 3 (3), 189-202. doi: 10.22097/eeer.2019.170979.1069.

Durlevic, U., Novkovic, I., Carevic, I., Valjarevic, D., Marjanovic, A., Batocanin, N., Krstic, F.c.L., & Valjarevic, A. (2023). Sanitary landfill site selection using GIS-based on a fuzzy multi-criteria evaluation technique: a case study of the City of Kraljevo, Serbia. *Environmental Science and Pollution*, 30, 37961–37980.

Elkhrachy, I., Alhamami, A., & Alyami, SH. (2023). Landfill Site Selection Using Multi-Criteria Decision Analysis, Remote Sensing Data, and Geographic Information System Tools in Najran City, Saudi Arabia. *Remote Sensing*, 15 (15),3754.https://doi.org/10.3390/rs15153754

Galdavi, S., Mohammadzadeh, M., Mirkarimi, S.H., & Salmanmahiny, A. (2023). Scenario-Based Capability Evaluation of Nature-Based Tourism Using MCE-Based Innovative Approach. *Sustainable Earth Review*, 3 (2), 36-50. https://doi.org/10.48308/ser.2023.233947.1029

Gorsevski, P. V., Donevska, K.R., Mitrovski, C.D., & J. P. Frizado. (2012). Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: A case study using ordered weighted average. *Waste Management*, 32, 287-296. http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2011.09.023

Hereher, M.E., Al-Awadhi, T., & Mansour, S.A. (2020). Assessment of the optimized sanitary landfill sites in Muscat, Oman. Egypt. J. Remote Sens. *Space Sci*, 23, 355–362. http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrs.2019.08.001

Idowu, I.A., Atherton, W., Hashim, K., Kot, P., Alkhaddar, R., Alo, B.I., & Shaw, A. (2019). An analysis of the status of landfill classification systems in developing countries: Sub-Saharan Africa landfill experiences. *Waste Manag*, 87, 761–771. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.03.011

Kareem, S.L., Al-Mamoori, S.K., Al-Maliki, L.A., Al-Dulaimi, M.Q., & Al-Ansari, N. (2021). Optimum location for landfills landfill site selection using GIS technique: Al-Naja city as a case study. *Cogent Engineering*, 8, 1-17. http://dx.doi.org/10.1080/23311916.2020.1863171

Mainul, Md Sk., Ajim, SK A., & Ateeque, A. (2020). Optimal Sanitary Landfill Site Selection for Solid Waste Disposal in Durgapur City Using Geographic Information System and Multi-criteria Evaluation Technique. *Journal of Cartography and Geographic Information*, 70, 163–180. http://dx.doi.org/10.1007/s42489-020-00052-1

Majid, M. B., & Mir, B. A. (2021). Landfill site selection using GIS-based multi-criteria evaluation technique. A case study of Srinagar city, India. *Environmental Challenges*, 3,1-14. http://dx.doi.org/10.1016/j.envc.2021.100031

Mallick, J. (2021). Municipal Solid Waste Landfill Site Selection Based on Fuzzy-AHP and Geoinformation Techniques in Asir Region Saudi Arabia. *Sustainability*, 13, 1-29. https://doi.org/10.3390/su13031538

Mitab, B. T., Hamdoon1, R.M., & Say, K.N. (2023). Assessing Potential Landfill Sites Using GIS and Remote Sensing Techniques: A Case Study in Kirkuk, Iraq. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 18 (3), 643-652. https://doi.org/10.18280/ijdne.180316

Mohamed, N.A., Asfaha, Y.G., & Wachemo, A.C. (2023). Integration of Multicriteria Decision Analysis and GIS for Evaluating the Site Suitability for the Landfill in Hargeisa City and Its Environs, Somaliland. *Sustainability*, *15*, 8192. https://doi.org/10.3390/su15108192

Osra, F.A., Ozcan, H.K., Alzahrani, J.S., Alsoufi, M.S. (2021). Municipal SolidWaste Characterization and Landfill Gas Generation in Kakia Landfill, Makkah. *Sustainability*, 13, 1-13. http://dx.doi.org/10.3390/su13031462

Roy, D., Das, S., Paul, S.S., & Pau, S. (2022). An assessment of suitable landfill site selection for municipal solid waste management by GIS-based MCDA technique in Siliguri municipal corporation planning area, West Bengal, India. *Computational Urban Science*, 2 (18), 1-19. https://doi.org/10.1007/s43762-022-00038-x

Tianliang, W., Aghalari, Z., Mubanga, R., Sosa-Hernandez, J.E., Martínez-Ruiz, M., & Parra-Saldívar, R. (2023). Assessing environmental health impacts of coal mining exploitation in Iran: A Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) approach for environmental protection. *Plos one*, 18 (12). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293973

Zewdie, M.M., & Yeshanew, S.M. (2023). GIS-based MCDM for waste disposal site selection in Dejen town, Ethiopia. *Environmental and Sustainability Indicators*, 18, 1-18. https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100228.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی