Vol.14, No.3, Autumn 2025, p. 235-251 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI: 10.22067/GEOEH.2025.93006.1564 OPEN ACCESS

Landfill Suitability Site Selection Using Environmental Parameters and Exclusion Zones (Case Study: Dalahu County)

Saied Asadollah Hejazi*[1], Zahra Zanganeh Tabar[2]

[1] Associate Professor in Geomorphology, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2] Ph.D. Student in Geomorphology, University of Tabriz, Tabriz, Iran

ARTICLE INFO

Article History

Received: 13 May 2025

Revised: 08 July 2025

Accepted: 07 August 2025

Available Online: 08 August 2025

Keywords:

Landfill Site Selection

GIS and Remote Sensing

MCDM

MSW

Dalaho County

ABSTRACT

One of the main contributors to environmental pollution and degradation is household and industrial waste. Therefore, the proper siting of landfill facilities plays a crucial role in controlling and reducing such pollution. Given the importance of this issue, the present study focuses on identifying suitable areas for landfill development in Dalaho County, Kermanshah Province. The research utilizes remote sensing techniques and multi-criteria decision-making (MCDM) methods. Key datasets used include MODIS, CHIRPS, Google Earth satellite imagery, 1:100,000-scale geological maps, and a 30-meter digital elevation model (DEM). The study employed various software tools, including ArcGIS, IDRISI, Super Decisions, and Google Earth Engine. Ten criteria were considered in the analysis: lithological features, distance from faults, elevation, slope, vegetation density, average annual rainfall, and distance from rivers, main roads, urban areas, and rural areas. The Analytic Network Process (ANP) was used for weighting the parameters, and the Weighted Linear Combination (WLC) method was applied to integrate the data layers. The results show that approximately 48% of Dalaho County has a high potential for pollution and environmental degradation, indicating that landfill sites should be located away from these areas. Conversely, around 31% of the area has low suitability for landfill development. Ultimately, only a small portion of the region about 8%, demonstrates moderate potential for landfill siting based on the evaluated criteria.

* Corresponding author: Dr. Saied Asadollah Hejazi E-mail address: S.hejazi@tabrizu.ac.ir

How to cite this article: Hejazi, S. A., & Zanganeh Tabar, Z. (2025). Identifying Areas Prone to Landfilling based on Environmental Parameters and Implementing Prohibited Areas (Case Study: Dalaho County). *Journal of Geography and Environmental Hazards, 14*(3), 235-251. https://doi.org/ 10.22067/geoeh.2025.93006.1564

©2025 The author(s). This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The increasing trend of waste generation in recent years has emerged as a significant challenge for urban planners and environmentalists. Waste is one of the main contributors to environmental pollution and degradation, as well as **to** the spread of various diseases. Therefore, proper planning for waste management and disposal is critically important. One of the key measures in controlling pollution from waste is the appropriate siting of landfill facilities. Site selection based on environmental capabilities is a fundamental principle of urban and regional development planning. Identifying suitable areas for waste disposal plays a crucial role in mitigating environmental pollution and degradation. Different regions possess varying potentials for environmental planning due to their geomorphological, geological, and hydroclimatic conditions. Some areas, influenced by these factors, face significant constraints in accommodating activities such as landfill establishment. Dalaho County, located in Kermanshah Province within the folded Zagros structural zone, is one such region. Due to its geological and climatic characteristics, it contains substantial surface and groundwater resources. Moreover, tectonic activity, numerous faults and fractures, and permeable lithological formations make groundwater highly susceptible to contamination. This highlights the importance of accurately identifying suitable areas for landfill siting in the region. Accordingly, this study aims to determine potential landfill sites in Dalaho County.

Material and Methods

This study employed remote sensing methods to identify areas suitable for landfill siting in Dalaho County using ten key parameters: lithology, distance from faults, elevation, slope, vegetation density, average annual rainfall, distance from rivers, main roads, urban areas, and rural areas. To prepare lithology and fault maps, 1:100,000-scale digital geological maps from the National Geological Organization were used, while a 30-meter SRTM digital elevation model provided data on elevation, slope, and river networks. Google Earth Engine, along with MODIS and CHIRPS satellite imagery, was employed to generate maps of vegetation density and annual precipitation, and Google Earth images were used to identify urban areas and main roads. The analysis utilized several software tools, including ArcGIS (for fuzzification of data layers and map generation), Google Earth Engine (for vegetation and rainfall mapping), IDRISI (for implementing the Weighted Linear Combination, or WLC, model), and Super Decisions (for applying the Analytic Network Process, or ANP). The research was conducted in multiple stages: first, data layers were prepared and standardized (fuzzified); second, the layers were weighted using the ANP model; and finally, the integrated WLC-ANP model was applied to identify landfill-susceptible areas in Dalaho County.

Discussion and Results

Certain areas in the region possess high environmental and ecological value or are highly vulnerable to pollution, necessitating their exclusion from landfill siting. Therefore, based on environmental status, a literature review, and expert consultation, a restricted areas map was developed. This included buffer zones around rivers, urban areas, Azadi Dam Lake, faults, and regions with dense vegetation. The analysis showed that large portions of Dalaho County are unsuitable for waste disposal due to lithological, topographical, and hydrological constraints. In general, the eastern and southern parts of the county showed relatively higher potential for landfill development, whereas the central, western, and northern areas faced more significant limitations.

Conclusion

The natural characteristics of Dalaho County render it highly vulnerable to environmental pollution, making landfill site selection particularly sensitive. This study applied an integrated WLC-ANP model to identify areas suitable for landfilling. Results indicate that approximately 48% of the county, comprising areas within 500 meters of rivers, 1 km from fault lines, 3 km from urban centers, 2 km from Azadi Dam Lake, and regions with dense vegetation, is highly susceptible to pollution and should be excluded from landfill development. About 31% of the area, primarily located in the western and northern regions, was

classified as having low to very low suitability for landfill siting due to factors such as steep slopes, high elevations, fault proximity, and unsuitable lithology. Only around 8% of the county, located mainly in the eastern and southern regions, showed moderate potential for landfill establishment. Overall, the study emphasizes that Dalaho County's natural setting, particularly its hydrogeomorphological features, must be carefully considered when planning waste disposal facilities. Proper site selection can play a vital role in preventing environmental degradation and protecting groundwater resources.

ISSN (Online):2383-3076 ISSN (Print):2322-1682 جلد ۱۴، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴، ص ۲۵۱-۲۳۵

نشریه علمی
جفرافیا و مخاطرات محیطی

مقاله پژوهشی DOI: 10.22067/GEOEH.2025.93006.1564 دسترسی آزاد

شناسایی مناطق مستعد دفن زباله براساس پارامترهای محیطی و اعمال مناطق ممنوعه (مطالعهٔ موردی: شهرستان دالاهو)

سید اسداله حجازی[*1]، زهرا زنگنه تبار[2]

[*1]دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
[2]دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۴/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۶

کلمات کلیدی:

انتخاب محل دفن زباله

سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)

سنجش از دور

پسماند جامد شهری (MSW)

شهرستان دالاهو

چکیده

یکی از عوامل اصلی آلودگی و تخریب محیط‌زیست، زباله‌ها و پسماندهای خانگی و صنعتی هستند، بنابراین مکان‌یابی صحیح سایت‌های دفن زباله می‌تواند نقش مهمی در کنترل و یا کاهش این آلودگی‌ها داشته باشد. با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش به شناسایی مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو در استان کرمانشاه پرداخته شده است. این تحقیق با بهره‌گیری از روش‌های سنجش از دوری و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام شده است. مهم‌ترین داده‌های مورد استفاده شامل تصاویر ماهواره‌های MODIS، CHIRPS و گوگل ارث، نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۰۰۰۰۰ و مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر بوده است. در این تحقیق از نرم‌افزارهای ArcGIS، IDRISI، Super Decisions و سامانه گوگل ارث انجین استفاده شده است. همچنین در این تحقیق از ۱۰ پارامتر لیتولوژی، فاصله از گسل، ارتفاع، شیب، تراکم پوشش‌گیاهی، میانگین بارش سالانه، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده اصلی، فاصله از نقاط شهری و فاصله از نقاط روستایی و مدل‌های ANP (به منظور وزن‌دهی به پارامترها) و WLC (به‌منظور ترکیب لایه‌های اطلاعاتی) به‌منظور شناسایی مناطق مستعد دفن زباله استفاده شده است. بر اساس نتایج حاصله، حدود ۴۸ درصد از وسعت شهرستان دالاهو پتانسیل آلودگی و تخریب محیط‌زیست بالایی دارند، بنابراین سایت‌های دفن زباله باید به دور از این مناطق باشد. حدود ۳۱ درصد از محدوده مطالعاتی نیز پتانسیل کمی جهت ایجاد سایت دفن زباله دارند. با توجه به موارد ذکر شده، تنها بخش کمی از شهرستان دالاهو که حدود ۸ درصد از وسعت آن محسوب می‌شود از نظر پارامترهای مورد استفاده دارای پتانسیل نسبی جهت ایجاد سایت‌های دفن زباله است.

*نویسنده مسئول: دکتر سید اسداله حجازی
Email: S.hejazi@tabrizu.ac.ir

مقدمه

در طی سال‌های اخیر به موازات روند افزایشی جمعیت و توسعه نواحی سکونتگاهی، تأثیر فعالیت‌های انسانی بر تغییرات محیطی نیز افزایش یافته است (Hejazi, 2016; Negahban, Ganjaeian, Feraydooni Kordestani & Cheshmeh Sefidi, 2019; Mohammahkhan, Ganjaeian, Shahri & Abbaszade, 2019; Salari, Nayyeri, Ganjaeian & Amani, 2020). تغییرات محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی به‌صورت‌های مختلف از جمله تغییرات کاربری اراضی (Negahban, Ganjaeian, Ebrahimi & Emami, 2019)، تخریب پوشش‌گیاهی، آلودگی محیطی و غیره بوده است. از جمله عوامل مهمی که باعث آلودگی و در نتیجه تخریب محیط‌زیست می‌شود، زباله‌ها و پسماندهٔ مختلف مناطق شهری و روستایی هستند (Liang et al., 2025; Mainul, Ajim & Ateeque, 2020).

روند افزایشی تولید زباله در طی سال‌های اخیر به‌عنوان یکی از چالش‌های مهم برنامه‌ریزان شهری و حامیان محیط‌زیست مطرح شده است (Alkaradaghi, Salahalddin, Al-Ansari, Laue & Chabuk, 2019; Wu, Chen, Huang & Yu, 2025). بر اساس آمار ارائه شده از سوی سازمان بهداشت جهانی، سرانه تولید زباله در سال از ۰/۶۴ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز به ۱/۲ کیلوگرم افزایش یافته است و پیش‌بینی می‌شود که روند تولید سالانه زباله از ۱/۳ میلیارد تن به ۲/۲ میلیارد تن در سال ۲۰۲۵ افزایش یابد (Soltani, Hewage, Reza & Sadiq, 2015). با توجه به اینکه زباله‌ها از عوامل اصلی آلودگی و تخریب محیط و همچنین شیوع بیماری‌های مختلف محسوب می‌شوند (Aghsaei & Souri, 2017)، بنابراین برنامه‌ریزی به منظور کنترل و دفن مناسب زباله‌ها بسیار حائز اهمیت است (Emadodin, Farzaneh, Arekhi & Sayyad Salar, 2020). یکی از مهم‌ترین اقداماتی که در زمینه کنترل آلودگی ناشی از زباله‌ها صورت می‌گیرد، دفن زباله‌ها در مکان‌های مناسب است (Roy, Das, Paul & Pau, 2022). در واقع، مکان‌یابی بر مبنای توانمندی‌های محیطی، یکی از اصول اساسی برنامه‌ریزی‌های شهری و عمرانی است (Nayyeri, Ganjaeian & Amani, 2018) و مکان‌یابی صحیح و شناسایی مناطق مستعد دفن زباله از جمله مهم‌ترین راهکارهای کنترل آلودگی و تخریب محیط‌زیست محسوب می‌شود (Mallick, 2021).

مناطق مختلف با توجه به وضعیت ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی و هیدرواقلیمی، پتانسیل‌های مختلفی جهت انجام برنامه‌ریزی‌های محیطی دارند (Nayyeri, Salari, Ganjaeian & Amani, 2017; Salari, Nayeri, Amani & Ganjaeian, 2017). بعضی از مناطق هستند که تحت تأثیر عوامل ذکر شده، محدودیت‌های زیادی جهت فعالیت‌های مختلف از جمله ایجاد سایت‌های دفن زباله دارند. از جمله مناطقی که دارای محدودیت‌های زیادی در این زمینه است، شهرستان دالاهو در استان کرمانشاه است. شهرستان دالاهو در واحد زاگرس چین‌خورده قرار دارد و با توجه به وضعیت زمین‌شناسی و اقلیمی، دارای منابع آب سطحی و زیرزمینی قابل توجهی است (Ganjaeian, 2020) و همچنین با توجه به تکتونیزه بودن منطقه و داشتن درز و شکاف‌های فراوان (Ganjaeian, Yamani, Goorabi & Maghsoudi, 2023) و لیتولوژی نفوذپذیر، منابع آب زیرزمینی آن پتانسیل آلودگی بالایی دارد و همین مسئله سبب شده است تا شناسایی مناطق مستعد دفن زباله در این شهرستان بسیار حائز اهمیت باشد. با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش به شناسایی مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو پرداخته شده است.

اهمیت موضوع مورد مطالعه سبب شده است تا در ارتباط با آن تحقیقات مختلفی صورت گیرد که از جملهٔ آن‌ها می‌توان به چانگ و همکاران (Chang, Parvathinathan & Breeden, 2008) اشاره کرد که با استفاده از منطق فازی به شناسایی مناطق مستعد دفن زباله در جنوب تگزاس پرداختند و نشان دادند که محدوده مطالعاتی پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی در برابر آلودگی دارد. برکت و همکاران (Barakat, Hilali, El Baghdadi & Touhami, 2017) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش AHP نشان دادند که تنها ۱۰ درصد از شهر بنی ملال مراکش مناسب برای دفن زباله است. سلیکر و همکاران (Celiker, Yıldız & Koçer, 2019) با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی که حدود ۴۶ درصد از محدوده حاشیه شهر الازیک ترکیه

مناسب برای دفن زباله است. هررا و همکاران (Hereher, Al-Awadhi & Mansour, 2020) با استفاده از روش‌های وزن‌دهی و پهنه‌بندی نشان دادند که تنها ۲ درصد از شهر مسقط عمان مناسب برای دفن زباله است. میتاب و همکاران (Mitab, Hamdoon & Say, 2023) با استفاده از پارامترهای طبیعی و انسانی و مدل AHP نشان دادند که بخش زیادی از منطقه کرکوک عراق مناسب برای دفن زباله نیست. عباس‌نژاد و همکاران (Abbasnezhad, Yarmoradi & Sarafrozeh, 2017) به مکان‌یابی دفن زباله در شهرستان ماکو به روش فازی و بولین پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داده است که مناطق شمال شرقی شهرستان ماکو پتانسیل بیش‌تری جهت دفن زباله دارند. نیک‌زاد و همکاران (Nikzada, Amiri, Moarab & Foroughi, 2017) با استفاده از مدل‌های ANP و منطق فازی نشان دادند که تنها بخش کمی از مناطق جنوبی شهرستان علی آباد، مناسب برای دفن زباله است. دهقانی قناتغستانی و جوادی‌زاده (Dehghani Ghantghastani & Javadizadeh, 2021) با استفاده از روش AHP و منطق فازی نشان دادند که حدود ۲ درصد از محدوده شهری سیریک هرمزگان مناسب برای دفن زباله است. باقرآبادی (Bagherabadi, 2022) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان داده است که حدود ۵/۶ درصد از وسعت شهرستان صحنه، مناسب برای دفن زباله است. رضاپور و دیمه‌ور (Rezapour & Deymevar, 2024) با استفاده از منطق فازی و سیستم اطلاعاتی جغرافیایی نشان دادند که ۸۸ درصد از محدوده شهرستان بیرجند، مناسب برای دفن زباله نیست. در راستای تحقیقات پیشین، هدف از این تحقیق شناسایی مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو است. در این تحقیق بر خلاف تحقیقات پیشین، علاوه بر استفاده از پارامترهای مختلف طبیعی و انسانی، لایهٔ مناطق ممنوعه نیز تهیه و اعمال شده است.

منطقهٔ مورد مطالعه

در این تحقیق شهرستان دالاهو به‌عنوان محدودهٔ مطالعاتی انتخاب شده است. شهرستان دالاهو از نظر تقسیمات سیاسی در محدوده استان کرمانشاه قرار دارد و از اطراف به شهرستان‌های ثلاث باباجانی، کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، گیلانغرب و سرپل ذهاب منتهی می‌شود (شکل ۱). این شهرستان با وسعت ۱۸۷۶ کیلومترمربع، ۳۵۹۸۷ نفر جمعیت دارد. شهرستان دالاهو از نظر تقسیمات مورفوتکتونیکی جزء واحد زاگرس چین‌خورده محسوب می‌شود. این شهرستان از نظر ارتفاعی در بین ارتفاع ۶۵۳ تا ۲۵۳۴ متری از سطح دریا قرار دارد و با توجه به اختلاف ارتفاع زیادی که دارد، بخش زیادی از وسعت آن را مناطق کوهستانی و دامنه‌های پرشیب در برگرفته است. از نظر اقلیمی نیز این شهرستان با میانگین بارش سالانه ۵۲۰ میلی‌متر، دارای زمستان‌های سرد و خشک و تابستان‌های معتدل است.

شکل ۱– نقشهٔ موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه

Fig.1. Location map of the study area

مواد و روش‌ها

داده‌های تحقیق

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌های MODIS و CHIRPS، مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر SRTM و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه به‌عنوان مهم‌ترین داده‌های تحقیق استفاده شده است. در این تحقیق به منظور شناسایی مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو، از ۱۰ پارامتر لیتولوژی، فاصله از گسل، ارتفاع، شیب، تراکم پوشش‌گیاهی، میانگین بارش سالانه، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده اصلی، فاصله از نقاط شهری و فاصله از نقاط روستایی استفاده شده است. به‌منظور تهیهٔ نقشهٔ لیتولوژی و گسل‌های منطقه از لایهٔ رقومی نقش زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور استفاده شده است. به‌منظور تهیهٔ نقشه ارتفاع، شیب و رودخانه‌های منطقه، از مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر SRTM استفاده شده است. با توجه به کاربرد سامانه گوگل ارث انجین در مطالعات اقلیمی و بررسی پوشش زمین (Negahban, Ganjaeian, Ebrahimi & Gheysarian, 2025; Safari Namivandi, Ganjaeian, Nosrati & Mohammadian, 2024)، از این سامانه و تصاویر ماهواره‌های MODIS و CHIRPS به ترتیب به‌منظور تهیه

نقشه‌های تراکم پوشش‌گیاهی و میانگین بارش سالانه استفاده شده است. همچنین به‌منظور تهیه نقشه نقاط شهری و جاده‌های اصلی منطقه، از تصاویر گوگل ارث استفاده شده است.

ابزارهای تحقیق

در این تحقیق از ابزارهای مختلفی استفاده شده است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: ArcGIS (به‌منظور فازی‌سازی لایه‌های اطلاعاتی و تهیه نقشه‌های خروجی)، سامانهٔ گوگل ارث انجین (به‌منظور تهیه نقشه‌های تراکم پوشش‌گیاهی و میانگین بارش سالانه)، IDRISI (به‌منظور ترکیب لایه‌های اطلاعاتی و تهیه نقشه پهنه‌بندی مناطق مستعد دفن زباله با استفاده از مدل WLC) و SuperDecisions (به‌منظور وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از مدل ANP) بوده است.

مراحل تجزیه و تحلیل اطلاعات

با توجه به موضوع و اهداف مورد نظر، این تحقیق به‌صورت کلی در چند مرحله انجام شده است که در ادامه به تشریح آن‌ها پرداخته شده است:

مرحله اول (استانداردسازی پارامترها): پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر پارامتر، به‌منظور قابل ارزیابی کردن آن‌ها، لایه‌های اطلاعاتی استانداردسازی (فازی‌سازی) شده‌اند. در واقع به هر لایه بر مبنای پتانسیلی که به‌منظور دفن زباله دارد، ارزش دورن لایه‌ای بین صفر تا ۱ داده شده است (جدول ۱).

جدول ۱- نحوه استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی

Table 1- Standardization method of information layers

ردیف Row	شاخص Index	پارامتر Parameter	ارزش درون لایه‌ای Intra-layer value
1	زمین‌شناسی Geology	لیتولوژی Lithology	مناطق با لیتولوژی نفوذناپذیر، پتانسیل بیش‌تری جهت دفن زباله دارند. Areas with impermeable lithology have greater potential for landfilling.
2		گسل Fault	مناطق دور از خطوط گسل، پتانسیل بیش‌تری جهت دفن زباله دارند. Areas away from fault lines have greater potential for landfilling.
3	توپوگرافی Topography	ارتفاع Elevation	مناطق کم ارتفاع، پتانسیل بیش‌تری جهت دفن زباله دارند. Low elevation areas have more potential landfilling.
4		شیب Slope	مناطق کم شیب، پتانسیل بیش‌تری جهت دفن زباله دارند. Low slope areas have more potential landfilling.
5	هیدرولوژی Hydrology	رودخانه River	مناطق دور از رودخانه، پتانسیل بیش‌تری جهت دفن زباله دارند. Areas away from river have greater potential for landfilling.
6		بارش Precipitation	مناطق با بارش کم‌تر، پتانسیل بیش‌تری جهت دفن زباله دارند. Areas with low rainfall have greater potential for landfilling.
7	پوشش‌زمین Land cover	پوشش‌گیاهی Vegetation	مناطق با پوشش‌گیاهی کم تراکم‌تر، پتانسیل بیش‌تری جهت دفن زباله دارند. Areas with less dense vegetation cover have greater potential for landfilling.
8	انسانی Human	نقاط شهری City	مناطق دور از نقاط شهری، پتانسیل بیش‌تری جهت دفن زباله دارند. Areas away from city have greater potential for landfilling.
9		نقاط روستایی Village	مناطق دور از نقاط روستایی، پتانسیل بیش‌تری جهت دفن زباله دارند. .Areas away from village have greater potential for landfilling
10		جاده اصلی Main Road	مناطق دور از جاده، پتانسیل بیش‌تری جهت دفن زباله دارند. Areas away from road have greater potential for landfilling.

مرحلهٔ دوم (وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی): با توجه به اینکه ارزش و اهمیت لایه‌های اطلاعاتی یکسان نیست، در این پژوهش با استفاده از مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP)، به لایه‌های اطلاعاتی وزن داده شده است. در این مرحله پس از تشکیل ساختاری شبکه‌ای معیارها، با توجه به رابطه درونی و بیرونی معیارها، از ماتریس مقایسه‌ای شامل ۱۰ سطر و ۱۰ ستون برای تعیین رابطه و میزان اهمیت هر یک از این معیارها و زیرمعیارها استفاده شده است. برای انجام محاسبات از نرم‌افزار Super Decisions استفاده شده و در نهایت با استفاده از نظرات کارشناسان، وزن معیارهای مورد نظر محاسبه شده است.

مرحله سوم (اجرای مدل WLC[1]): پس از وزن‌دهی و اعمال وزن به‌دست آمده بر روی هر لایه، لایه‌های اطلاعاتی وارد نرم‌افزار IDRISI شده است و در نهایت با استفاده مدل ترکیب خطی وزنی (WLC)، لایه‌های اطلاعاتی با هم ترکیب شده و نقشه نهایی مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو تهیه شده است.

روش WLC یکی از رایج‌ترین تکنیک‌های ارزیابی چند معیاره محسوب می‌شود که روش وزن‌دهی جمع‌پذیر و یا روش امتیازدهی نیز نامیده می‌شود (Tabesh, Noori Khanyourdi, Dousti & Ganjaeain, 2020; Ganjaeian, Rezaei Arefi, Peysoozi, Emami, 2021). اساس این روش بر مبنای میانگین وزنی است و تصمیم‌گیرنده‌ها مستقیماً بر مبنای اهمیت نسبی معیارها، وزن‌هایی به آن‌ها می‌دهد، سپس با ضرب وزن نسبی در مقدار آن معیار، یک وزن نهایی برای آن معیار به دست می‌آید. پس از به‌دست‌آمدن وزن نهایی گزینه‌ها، گزینه‌ای که بیش‌ترین مقدار را داشته باشد، مناسب‌ترین گزینه برای هدف مورد نظر خواهد بود (Ganjaeian, 2020).

نتایج و بحث

تشریح پارامترهای مورد استفاده

در این پژوهش به منظور شناسایی مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو از ۱۰ پارامتر طبیعی و انسانی استفاده شده است که در ادامه به تشریح آن‌ها پرداخته شده است:

لیتولوژی و فاصله از گسل: پارامترهای زمین‌شناسی تعیین‌کننده وضعیت زیرساختی مناطق مختلف هستند و توجه به آن‌ها در برنامه‌ریزی‌های محیطی ضروری است. شهرستان دالاهو در واحد زاگرس چین‌خورده قرار دارد و با توجه به اینکه بخش زیادی از این واحد را توده‌های آهکی در برگرفته است (Ganjaeian, 2024)، بنابراین از نظر لیتولوژی محدودیت‌های زیادی جهت دفن زباله دارد. در واقع، مناطق آهکی به دلیل پتانسیل نفوذپذیری بالایی که دارند، پتانسیل آلودگی و تخریب بالایی دارند (Pireh, Ghadimi & Ganjaeian, 2024)، بنابراین مناطق دفن زباله باید حدالامکان از این مناطق دور باشد. همچنین خطوط گسلی نیز با توجه به اینکه تأثیر مستقیمی در توسعه درز و شکاف‌ها دارند و مناطق اطراف آن دارای پتانسیل نفوذپذیری بالایی هستند (Maghsoudi, Ganjaeian, Talari & Amani, 2016)، بنابراین در برنامه‌ریزی دفن زباله باید مورد توجه قرار گیرند و سایت‌های دفن زباله باید به دور از خطوط گسلی باشند. با توجه به موارد ذکر شده، به‌منظور استانداردسازی لایه‌های لیتولوژی و خطوط گسلی، به مناطق دارای لیتولوژی آهکی (شکل ۲-۱) و نزدیک به خطوط گسلی (شکل ۲-۲)، ارزش بیش‌تری داده شده است.

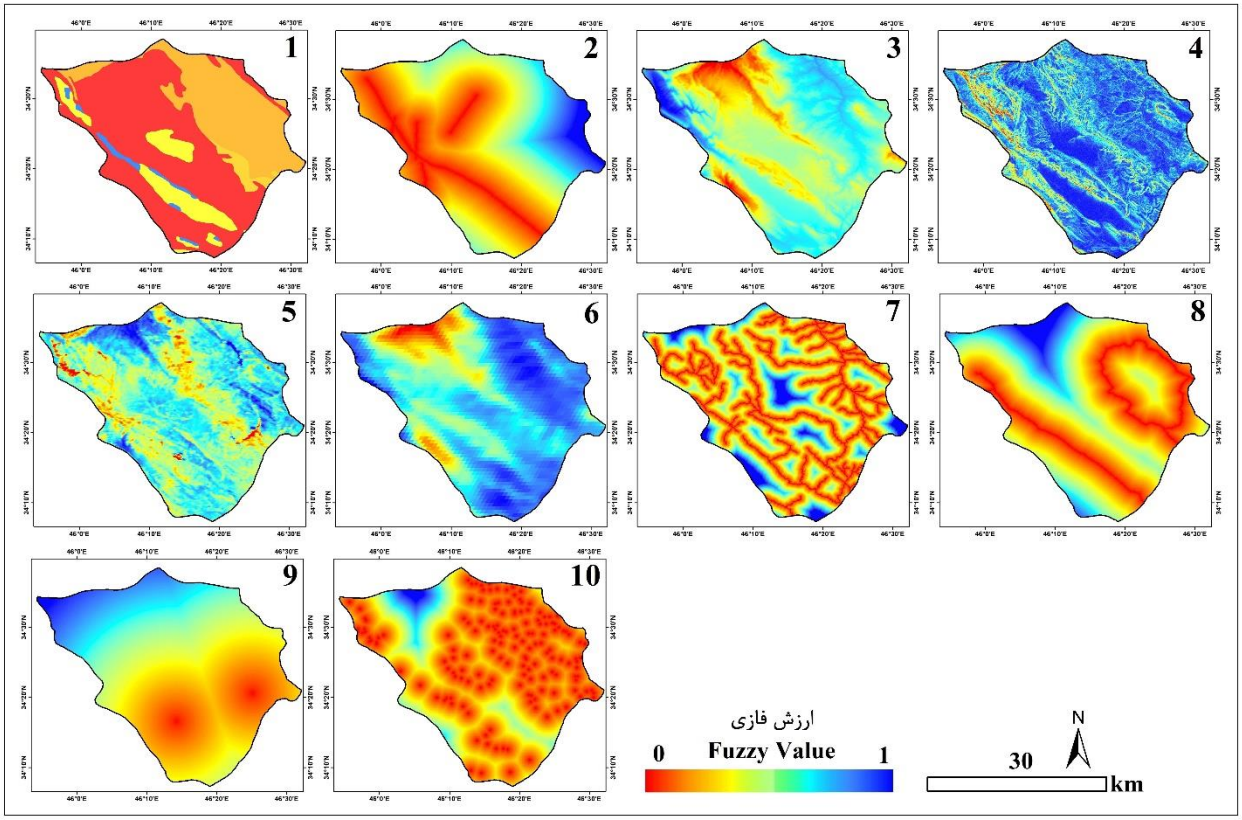
ارتفاع و شیب: مناطق مرتفع سرچشمه رودخانه‌های متعددی هستند و در زمان بارش، جریان رواناب از این مناطق به سمت مناطق پایین‌دست حرکت می‌کند، بر این اساس، دفن زباله در مناطق مرتفع، باعث آلودگی مناطق پایین‌دست می‌شود. همچنین دامنه‌های پرشیب نیز دارای جریان رواناب هستند و شیرابه‌های زباله‌ها از این دامنه‌ها به سمت مناطق اطراف سرازیر می‌شود. به‌علاوه، ایجاد زیرساخت‌های لازم حمل و نقل در مناطق پرشیب دشوار است. با توجه به موارد ذکر شده، به‌منظور استانداردسازی لایه‌های ارتفاع و شیب، به مناطق کم ارتفاع (شکل ۲-۳) و کم شیب (شکل ۲-۴)، ارزش بیش‌تری داده شده است.

1- Weighted Linear Combination

تراکم پوشش‌گیاهی و بارش: مناطقی که پوشش‌گیاهی متراکمی دارند، دارای ارزش اکولوژی بالایی هستند بنابراین باید در برنامه‌ریزی‌های محیطی مورد توجه قرار گیرند. با توجه به اینکه سایت‌های دفن زباله باعث آلودگی و تخریب محیط می‌شوند، بنابراین باید این سایت به دور از مناطق دارای پوشش‌گیاهی متراکم باشند. همچنین مناطقی که دارای بارش بیش‌تری هستند نیز پتانسیل آلودگی بالایی دارند. با توجه به موارد ذکر شده، به‌منظور استانداردسازی لایه‌های تراکم پوشش‌گیاهی و میانگین بارش سالانه، به مناطق با پوشش‌گیاهی کم تراکم (شکل ۲-۵) و بارش کم‌تر (شکل ۲-۶)، ارزش بیش‌تری داده شده است.

فاصله از رودخانه و جاده‌های اصلی: رودخانه‌ها حساسیت بالایی در برابر آلودگی و تخریب دارند و با توجه به اینکه زباله‌ها و پسماندها یکی از عوامل اصلی آلودگی رودخانه‌ها هستند، بنابراین سایت‌های دفن زباله باید به دور از رودخانه‌ها باشند و رعایت حریم رودخانه‌ها بسیار ضروری است. همچنین اراضی مجاور جاده‌های اصلی نیز پتانسیل بالایی جهت کاربری‌های مختلف دارند و مناسب برای دفن زباله نیستند. بر این اساس، به‌منظور استانداردسازی لایه‌های فاصله از رودخانه (شکل ۲-۷) و جاده (شکل ۲-۸)، به مناطق دور از رودخانه و جاده‌های اصلی، ارزش بیش‌تری داده شده است.

فاصله از نقاط شهری و روستایی: سایت‌های دفن زباله دارای آلودگی بالایی هستند و با توجه به اینکه می‌توانند منشا بیماری‌های زیادی باشند، باید به دور نواحی سکونتگاهی باشند. در واقع، در مکان‌یابی دفن زباله باید حریم شهرها و روستاها رعایت شود و حدالامکان سایت‌های دفن زباله دور از نواحی سکونتگاهی باشند. بر این اساس، به‌منظور استانداردسازی لایه‌های فاصله از نقاط شهری (شکل ۲-۹) و روستایی (شکل ۲-۱۰)، به مناطق دور از نقاط شهری و روستایی، ارزش بیش‌تری داده شده است.

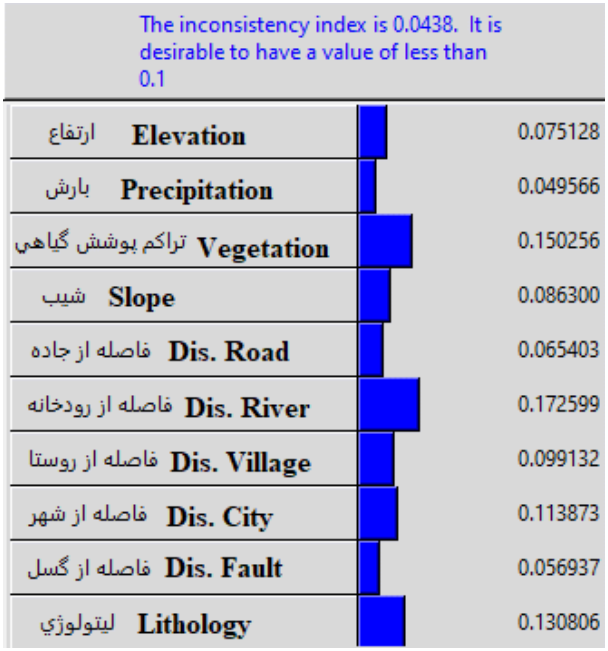


شکل ۲- نقشه‌های فازی‌سازی شده لایه‌های اطلاعاتی

Fig.2. Fuzzified maps of the data layers

وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی

پس از استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی، به‌منظور وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی از نظرات کارشناسان (۵ کارشناس ژئومورفولوژی و ۵ کارشناس محیط‌زیست) و مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP) استفاده شده است و وزن نهایی هر لایه به‌دست آمده است. بر اساس نتایج حاصله، لایه‌های فاصله از رودخانه، تراکم پوشش‌گیاهی و لیتولوژی به ترتیب با وزن ۰/۱۷۲، ۰/۱۵۰ و ۰/۱۳۱، دارای بالاترین ارزش و اهمیت هستند (شکل ۳). لازم به ذکر است که به‌منظور بررسی اعتبار وزن‌های بدست آمده، به بررسی تحقیقات پیشین پرداخته شده است و بر اساس آن‌ها می‌توان گفت که اوزان به‌دست آمده دارای اعتبار هستند.



شکل ۳- وزن نهایی لایه‌های اطلاعاتی

Fig.3. Final weight of the data layers

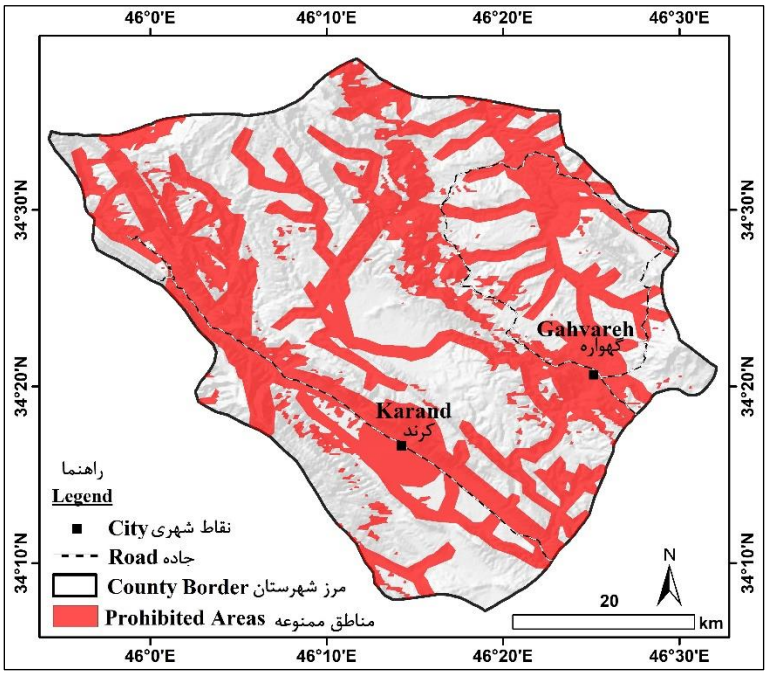
اعمال مناطق ممنوعه و تهیهٔ نقشهٔ نهایی

با توجه به اینکه بعضی از مناطق پتانسیل تخریب و آلودگی بالایی دارند و یا اینکه دارای ارزش محیط‌زیستی و اقتصادی بالایی هستند، اعمال مناطق ممنوعه ضروری است. در واقع، در این بخش ابتدا با توجه به وضعیت محیطی منطقه، مطالعات کتابخانه‌ای و نظرات کارشناسان، لایه مناطق ممنوعه تهیه شده است (جدول ۲). بر اساس نقشه تهیه شده، بخش زیادی از محدوده شهرستان دالاهو که در حریم رودخانه‌ها، حریم نقاط شهری، حریم دریاچه سد آزادی و حریم گسل‌ها هستند و همچنین دارای پوشش‌گیاهی متراکمی هستند به‌عنوان مناطق ممنوعه در نظر گرفته شده است (شکل ۴).

جدول ۲- معیارهای مورد نظر برای تهیهٔ لایهٔ مناطق ممنوعه

Table 2- Criteria for preparing the restricted areas layer

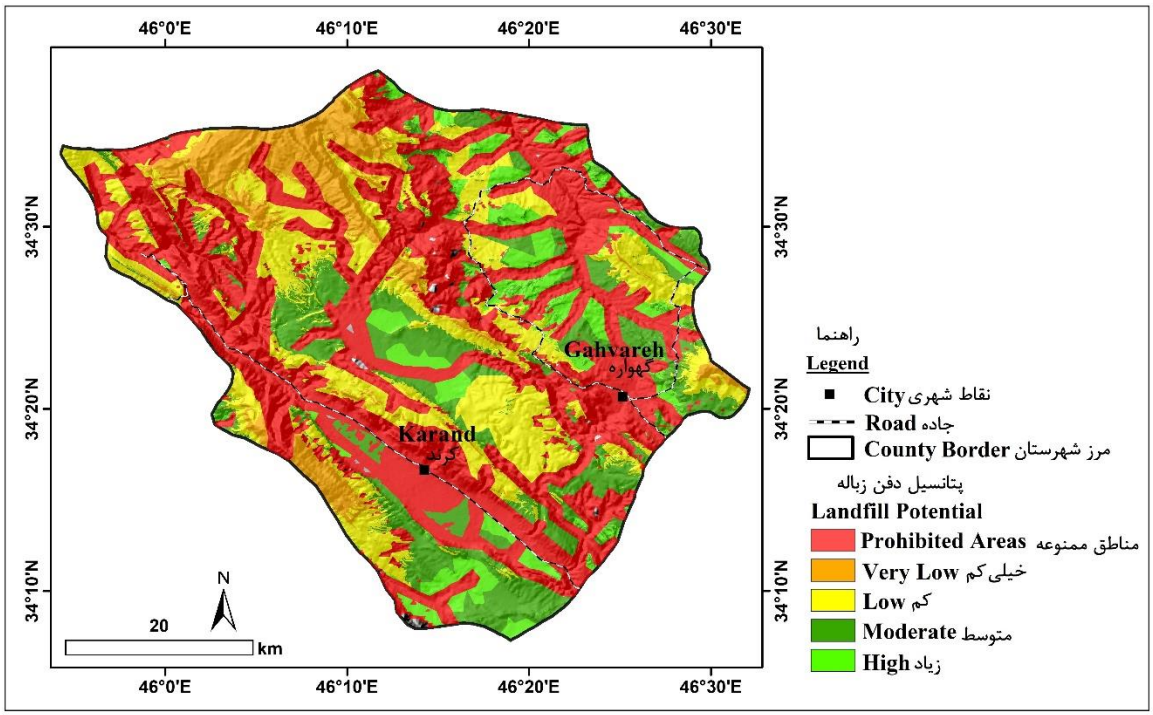
ردیف **Row**	پارامتر **Parameter**	مناطق ممنوعه **Prohibited areas**
1	فاصله از رودخانه Distance from the river	حریم ۵۰۰ متری از رودخانه‌ها A distance of 500 meters from the rivers
2	فاصله از نقاط شهری Distance from the city	حریم ۳ کیلومتری از نقاط شهری A distance of 3 kilometers from the urban areas
3	فاصله از سد Distance from the dam	حریم ۲ کیلومتری از دریاچه سد آزادی A distance of 2 kilometers from the Azadi dam
4	فاصله از گسل Distance from the Fault	حریم ۲ کیلومتری از خطوط گسلی A distance of 2 kilometers from the Faults
5	تراکم پوشش‌گیاهی Vegetation density	مناطق با ضریب NDVI بیش از ۰/۳ Areas with an NDVI coefficient of more than 0.3



شکل ۴- نقشه مناطق ممنوعه

Fig.4. Map of restricted areas

پس از استانداردسازی و وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی، لایه‌های اطلاعاتی وارد نرم‌افزار IDRISI شده و سپس با استفاده از مدل WLC، لایه‌های اطلاعاتی با هم ترکیب شده است. پس از ترکیب لایه‌های اطلاعاتی، لایهٔ مناطق ممنوعه بر روی آن اعمال شده است و در نهایت نقشهٔ مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو تهیه شده است (شکل ۵). بر اساس نقشهٔ تهیه شده، شهرستان دالاهو تحت تأثیر وضعیت لیتولوژی، توپوگرافی و هیدرلوژی، محدودیت‌های زیادی جهت دفن زباله دارد و در یک روند کلی، مناطق شرقی و جنوبی این شهرستان، پتانسیل بیش‌تری جهت دفن زباله دارد.



شکل ۵- نقشهٔ نهایی مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو

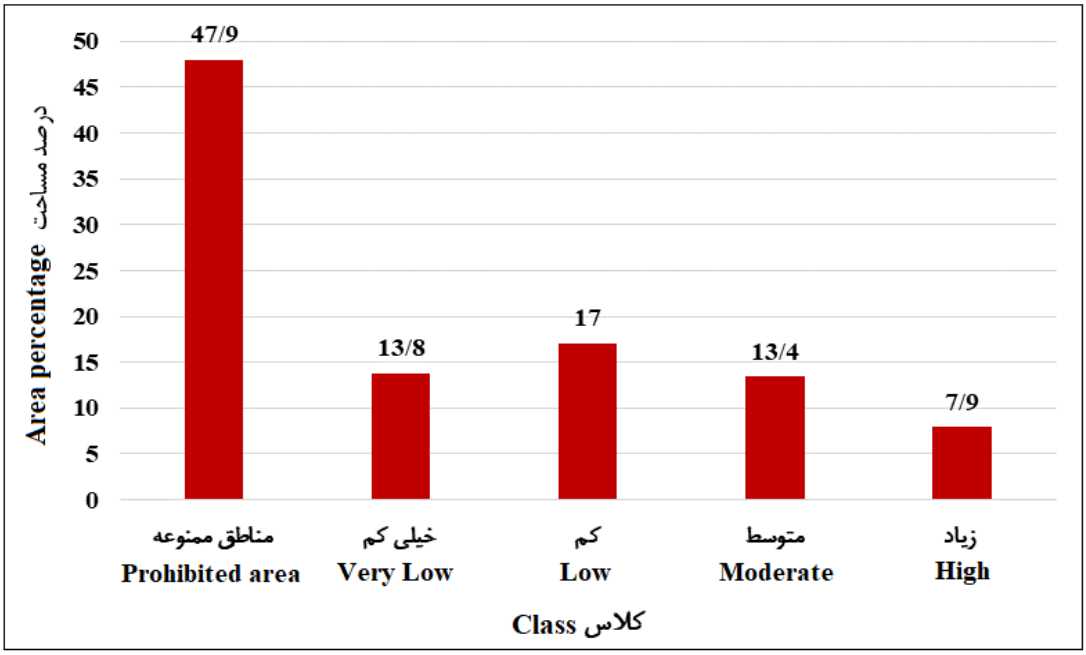
Fig.5. Final map of suitable areas for landfill in Dalaho County

نتایج ارزیابی مساحت و درصد مساحت کلاس‌ها نشان داده است (جدول ۳ و شکل ۶) که ۸۹۸ کیلومترمربع از وسعت شهرستان دلاهو (معادل ۴۷/۹ درصد از وسعت شهرستان) به دلیل قرار گرفتن در مناطق ممنوعه، فاقد پتانسیل دفن زباله است. ۵۷۸ کیلومترمربع از وسعت شهرستان دالاهو (معادل ۳۰/۱ درصد از وسعت شهرستان)، به دلیل نزدیکی به نقاط شهری و روستایی، ارتفاع و شیب زیاد، در طبقه پتانسیل کم و خیلی کم قرار دارند. همچنین ۱۴۹ کیلومترمربع از وسعت شهرستان دالاهو (معادل ۷/۹ درصد از وسعت شهرستان)، به دلیل دور بودن از نقاط شهری و روستایی، دور بودن از حریم رودخانه‌ها و گسل‌ها، ارتفاع و شیب کم، مستعد دفن زباله است.

جدول ۳- مساحت و درصد مساحت کلاس‌ها

Table 3- Area and percentage of the classes

ردیف (Row)	کلاس (Class)	مساحت (Area)	درصد مساحت (Area percentage)
1	مناطق ممنوعه (Prohibited area)	898	47/9
2	خیلی کم (Very Low)	259	13/8
3	کم (Low)	319	17
4	متوسط (Moderate)	251	13/4
5	زیاد (High)	149	7/9



شکل ۶- نمودار درصد مساحت کلاس‌ها

Fig.6. Chart of the percentage of the classes

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داده است که شهرستان دالاهو از نظر وضعیت زمین‌شناسی و هیدرواقلیمی پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی در برابر آلودگی‌های محیطی دارد و بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که برنامه‌ریزی مناسب در زمینه دفن و دپوی زباله در این شهرستان بسیار حائز اهمیت است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، حدود ۴۸ درصد از وسعت شهرستان دالاهو که شامل حریم ۵۰۰ متری از رودخانه‌ها، حریم ۱ کیلومتری از خطوط گسلی، حریم ۳ کیلومتری از نقاط شهری، حریم ۲ کیلومتری از دریاچه سد آزاد و همچنین مناطق دارای پوشش‌گیاهی متراکم است، پتانسیل آلودگی و تخریب محیطزیستی بالایی دارند و جزء مناطق ممنوعه هستند، بنابراین سایت‌های دفن زباله باید به دور از این مناطق باشد. همچنین حدود ۳۱ درصد از محدوده مطالعاتی نیز که عمدتاً شامل مناطق غربی و شمالی شهرستان دالاهو است به دلیل ارتفاع و شیب زیاد، نوع لیتولوژی و نزدیکی به خطوط گسلی، پتانسیل کم و خیلی کمی جهت ایجاد سایت دفن زباله دارند. با توجه به موارد ذکر شده می‌توان گفت که تنها ۸ درصد از وسعت شهرستان دالاهو پتانسیل نسبی را برای دفن یا دپوی زباله دارد؛ اما بررسی پراکنش نقاط شهری و روستایی این شهرستان نشان داده است که در مناطق ممنوعه شهرستان دالاهو نیز نقاط شهری و روستایی زیادی وجود دارد و با توجه به اینکه در این شهرستان برنامه‌ریزی خاصی جهت دفن یا دپوی زباله وجود ندارد، بنابراین مکان‌های دفن زباله این شهرستان نقش مهمی در آلودگی محیطزیست و خصوصا آلودگی مناطق آب سطحی و زیرزمینی این شهرستان دارند. با توجه به موارد ذکر شده می‌توان نتیجه گرفت که حساسیت دفن زباله در مناطق مختلف یکسان نیست و شهرستان دالاهو مانند شهرستان‌های ماکو (Abbasnezhad et al., 2017) و گرگان (Emadodin et al., 2020) دارای حساسیت بالایی است و این مسئله در برنامه‌ریزی‌های مرتبط با مسائل محیطزیست و خصوصاً ایجاد سایت‌های دفن یا دپوی زباله باید مورد توجه جدی قرار گیرد.

References

Abbasnezhad, J., Yarmoradi, Z., & Sarafrozeh, F. (2017). Site selection of waste disposal in Maku city By Fuzzy and Boolean. *Geographical Planning of Space*, *7*(24), 87-98. [In Persian] https://gps.gu.ac.ir/article_50831.html?lang=en

Aghsaei, H., & Souri, B. (2017). Landfill Site Selection Using Spatial Information Technologies A Case Study in Sanandaj Municipality, Western Iran. *Environmental Researches*, *8*(15), 215-229. [In Persian] https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20089597.1396.8.15.25.1

Alkaradaghi, K., Salahalddin, S. A., Al-Ansari, N., Laue, J., & Chabuk, A. (2019). Landfill Site Selection Using MCDM Methods and GIS in the Sulaimaniyah Governorate, Iraq. *Sustainability*, *11*(17). http://dx.doi.org/10.3390/su11174530

Bagherabadi, R. (2022). Locating the landfill in Sahneh county using GIS. *Management of Natural Ecosystems*, *2*(1), 62-71. [In Persian] https://doi.org/10.22034/emj.2022.252721

Barakat, A., Hilali, A., El Baghdadi, M., & Touhami, F. (2017). Landfill site selection with GIS-based multi-criteria evaluation technique. A case study in Béni Mellal-Khouribga Region, Morocco. *Environmental Earth Sciences, 76*(12), 413. https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12665-017-6757-8

Celiker, M., Yıldız, O., & Koçer, N. N. (2019). Evaluating solid waste landfill site selection using multi-criteria decision analysis and geographic information systems in the city of Elazığ, Turkey. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri DerGISi, 25*(6), 683-691. http://dx.doi.org/10.5505/pajes.2018.70493

Chang, N. B., Parvathinathan, G., & Breeden, J. B. (2008). Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. *Journal of Environmental Management, 87*(1), 139-153. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.01.011

Dehghani Ghantghastani, M., & Javadizadeh, F. (2021). Landfill site selection using a hybrid system of AHP in GIS environment: A case study in Sirik city. *Geography (Regional Planning)*, *10*(41), 247-257. [In Persian] https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.22286462.1399.11.1.15.9

Emadodin, S., Farzaneh, F., Arekhi, S., & Sayyad Salar, Y. (2020). Landfill Site Selection for Municipal Waste Materials using Analytic Hierarchy Process and Artificial Neural Networks (Case study: Gorgan City). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *9*(2), 187-205. [In Persian] https://doi.org/10.22067/geo.v9i2.86496

Ganjaeian, H. (2020). *Geomorphological hazards of urban areas, study methods and control strategies*. Tehran: Entekhab Publication. [In Persian]

Ganjaeian, H. (2024). Analysis of the Tectonic Status of the Northwestern Zagros Anticlines and its Relationship with Seismic Centers. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *12*(4), 275-290. [In Persian] https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.75370.1182

Ganjaeian, H., Rezaei Arefi, M., Peysoozi, T., Emami, K. (2021). Zonning susceptible areas of landslide using WLC and OWA methods -A case study in Mountain cliff Khan, Iran. *Sustainable Earth Trends*, *1*(2), 35-43. https://doi.org/10.52547/sustainearth.1.2.43

Ganjaeian, H., Yamani, M., Goorabi, A., & Maghsoudi, M. (2021). Adaptation of Morphotectonic Indices with Seismic Centers in Zagros Northwest (Sirvan and Qarahsu Basins). *Geography and Environmental Planning*, *31*(4), 113-130. [In Persian] https://doi.org/10.22108/gep.2021.124247.1335

Ganjaeian, H., Yamani, M., Goorabi, A., & Maghsoudi, M. (2023). Estimation of land surface displacement in Kermanshah plain and effect of earthquake Ezgele on displacement process using SBAS method. *Quantitative Geomorphological Research, 12*(1), 1-13. [In Persian] https://doi.org/10.22034/gmpj.2021.141038

Hejazi, S. A. (2016). Landfill Site Selection Using Spatial Information Technologies and AHP: A Case Study of Marageh, Iran. *Journal of Geography and Planning*, *19*(54), 105-125. [In Persian] https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_4471.html?lang=en

Hereher, M. E., Al-Awadhi, T., & Mansour, S. A. (2020). Assessment of the optimized sanitary landfill sites in Muscat, Oman. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 23*(3), 355-362. https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2019.08.001

Liang, Z., Tu, X., Liu, H., Zhang, K., Pan, Q., He, X., ... & Sang, Y. (2025). Occurrence of volatile and semi-volatile organic compounds in solid waste landfills and their pollution risk to groundwater. *Journal of Hazardous Materials*, *488*, 137456. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.137456

Maghsoudi, M., Ganjaeian, H., Talari, A., & Amani, K. (2016). Evaluation of the Contributing Factors in Development and Zoning Karst in Palangan Zone by Using Fuzzy Logic and ANP. *Open Journal of Geology*, *6*, 468-483. http://dx.doi.org/10.4236/ojg.2016.66039

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

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., Hamdoon, 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

Mohammahkhan, S., Ganjaeian, H., Shahri, S., & Abbaszade, A. (2019). Predicting the trend of urban development toward hazardous areas using multi temporal images (Case Study: Marivan City). *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, *28*(110), 107-117. [In Persian] https://doi.org/10.22131/sepehr.2019.36615

Nayyeri, H., Ganjaeian, H., & Amani, K. (2018). Evaluation of Environmental Indicator of Perimeters of the Land Suitability for the Development of the Sarvabad City by Combining Two Models of Network Analysis and Fuzzy Logic. *Journal of Urban Social Geography*, *5*(1), 49-62. [In Persian] https://doi.org/10.22103/JUSG.2018.1961

Nayyeri, H., Salari, M., Ganjaeian, H., & Amani, K. (2017). Geomorphological Assessment of Land Suitability for the Physical Expansion of Sanandaj City Applying Restricted Areas. *Geographical Urban Planning Research (GUPR)*, *5*(1), 127-145. [In Persian] https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2017.63213

Negahban, S., Ganjaeian, H., Ebrahimi, A., & Emami, K. (2019). Monitoring and predicting the trend of changes in residential areas using multi-timed images (Case study: Songhor city). *Journal of the Earth and Space Physics*, *45*(2), 343-354. [In Persian] https://doi.org/10.22059/jesphys.2019.275076.1007084

Negahban, S., Ganjaeian, H., Ebrahimi, A., & Gheysarian, S. S. (2025). Analysis of the Roles of Environmental Factors in the Occurrence of Floods Using the Google Earth Engine System (Case Study: West of Golestan Province). *Geography and Environmental Planning*, *35*(4), 1-18. [In Persian] https://doi.org/10.22108/gep.2024.142342.1659

Negahban, S., Ganjaeian, H., Feraydooni Kordestani, M., & Cheshmeh sefidi, Z. (2019). Assessing the physical development of cities and extending to geomorphological prohibited areas Using LCM (Case Study: Sanandaj City). *Journal of Natural Environmental Hazards*, *8*(20), 39-52. [In Persian] https://doi.org/10.22111/jneh.2018.21943.1317

Nikzada, V., Amiri, M. J., Moarab, Y., & Foroughi, N. (2017). Using Fuzzy Logic Analysis and Fuzzy ANP (FANP) Method in GIS for Landfill Site Selection (Case Study: Aliabad City). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *6*(1), 67-87. [In Persian] https://doi.org/10.22067/geo.v6i1.47944

Pireh, M., Ghadimi, M., & Ganjaeian, H. (2024). Identification of Vulnerable Karst Areas Using the COP Model (Case Study: Tekab Basin). *Geography and Environmental Planning*, *35*(3), 95-112. [In Persian] https://doi.org/10.22108/gep.2024.141035.1640

Rezapour, A., & Deymevar, S. (2024). Waste disposal site location allocation using GIS and fuzzy overlay method (Case study: Birjand county). *Integrated Watershed Management*, *4*(3), 83-104. [In Persian] https://doi.org/10.22034/iwm.2024.2024112.1140

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

Safari Namivandi, M., Ganjaeian, H., Nosrati, M., & Mohammadian, K. (2024). Identification of flooded areas and analysis of factors influencing its occurrence (Case study: Southeast of Sistan and Baluchestan province).

Quantitative Geomorphological Research, *13*(2), 181-194. [In Persian] https://doi.org/10.22034/gmpj.2024.449586.1494

Salari, M., Nayeri, H., Amani, K., & Ganjaeian, H. (2017). Locating Suitable Directions for Kamyaran Urban Development through a Hazardology Approach based on the Application of Geomorphologically Restricted Areas. *Environmental Management Hazards*, *4*(4), 419-436. [In Persian] https://doi.org/10.22059/jhsci.2018.252694.341

Salari, M., Nayyeri, H., Ganjaeian, H., & Amani, K. (2020). Assessment and Prediction of the process of expansion of residential areas with Geomorphological Approach and Environmental Management (Case Study: Paveh City). *Quantitative Geomorphological Research*, *9*(1), 86-101. [In Persian] https://www.geomorphologyjournal.ir/article_109536_en.html

Soltani, A., Hewage, K., Reza, B., & Sadiq, R. (2015). Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the context of Municipal Solid Waste Management: A review. *Waste Management*, *35*, 318-328. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.010

Tabesh, S., Noori Khanyourdi, M., Dousti, M., & Ganjaeain, H. (2020). Presenting the proposed model for the location of sports places using the integrated model of WLC and AHP. *Sport Management and Development*, *9*(1), 2-22. [In Persian] https://doi.org/10.22124/jsmd.2020.4096

Wu, T. H., Chen, C. Y., Huang, S. W., & Yu, T. T. (2025). An integrated decision framework for landfill mining site selection using GIS, multi-criteria analysis, and optimization models. *Socio-Economic Planning Sciences*, *99*, 102220. https://doi.org/10.1016/j.seps.2025.102220