

Site Selection the Landfill Site of Urban Waste In the Metropolis of Tabriz

Kimia Ebrahimi¹, Farahnaz Khadem Fasandigh^{2✉}, Nazila Dadashzadeh³

1. Master's degree, Department of Urban Design, Faculty of Architecture and Urban Planning, Tabriz University of Islamic Arts, Tabriz, Iran. E-mail: K.ebrahimi@tabriziau.ac.ir
2. Corresponding Author Ph.D., Assistant Professor, Department of Urban Planning, Faculty of Architecture and Urban Planning, Mizan Non-Profit University, Tabriz, Iran. E-mail: farahnazkhademm@gmail.com
3. PhD student, Department of Geology, Faculty of Geomorphology, Isfahan University, Iran. E-mail: nazila.dadashzadeh@sci.ui.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article Article history: Received: 10 June 2024 Revised: 31 July 2024 Accepted: 4 August 2024 Published: 22 August 2024 Keywords: Location, burial place, urban waste, landfill, fuzzy logic, Tabriz	Objective: In recent decades, the expansion of the population and the speed of the urbanization process have caused many inconsistencies at the level of cities, especially big cities. One of these cases is the excessive increase in the production of urban waste and failure to observe the principles of management and its proper burial. In such a way that how to deal with this issue in urban plans is one of the main concerns in different urban dimensions, especially the environmental aspect. Therefore, one of the main goals in the urban area and in order to achieve sustainable development, as well as strengthening the public health of cities and reducing various environmental pollutions, is to find a suitable place for urban wastes in a completely principled and desirable way, for this purpose, different methods and there is a difference in terms of their treatment and executive operations. Therefore, the purpose of this research is to find the effective factors on locating, as well as finding a suitable place for burying urban waste in the metropolis of Tabriz and investigating the current situation of the city with the daily production of 1200 tons of waste. Methods: The studied method in reaching the set goal is analytical-descriptive and using the hierarchical decision-making model AHP, which is one of the most efficient techniques for decision-making with multiple criteria, and information analysis is done based on GIS technique to find the findings, be measured. Results: Based on this, the parameters affecting the location of the waste landfill, which include geology, slope of the area, urban land use, distance from the surrounding villages, distance from the river, distance from the roads, geology of the area, etc., in the analytical process and layer production Descriptive and raster are evaluated. Conclusions: The results show that among the factors affecting the location of the waste landfill in Tabriz city, the geological factor is the most valuable and the important areas based on the spectrum of the final map are dark green and often have pastures and crops.

Cite this article: Ebrahimi, K., Khadem Fasandigh, F., & Dadashzadeh, N. (2025). Site selection the landfill site of urban waste in the metropolis of Tabriz. *Journal of Geography and Planning*, 30 (92), 1-20. <https://doi.org/10.22034/gp.2024.62042.3266>



© The Author(s).

Publisher: University of Tabriz.

DOI: <https://doi.org/10.22034/gp.2024.62042.3266>

Introduction

The ever-increasing growth of the population, the expansion of urbanization and the industrialization of societies have caused an increase in the production of waste materials and pollutants. Since waste materials play a very important role in the public health of cities, the correct management and location of wastes is important and has received the attention of urban experts (Kaghazchi et al., 1400). Solid waste, abbreviated as garden or waste, is usually referred to as materials that are less expensive to dispose of than to store. Managing the protection of public health and the environment is a relatively difficult task that requires considerable information and observation. To design and operate a burial ground, several things must be taken into consideration, which requires experts in various fields. There are various ways to manage waste, including recycling, composting, incineration and landfilling. The burial site should be designed in a general way to maintain health and the environment, social, cultural and economic aspects of the issues that are commonly raised in a country at the moment. In many developing cases, technical limitations and economic resources usually prevent solid waste management from being implemented comprehensively and safely. As a result of these limitations, adequate monitoring of the performance in Tuli cannot be carried out and the mechanism and optimally accepted collection and conversion are not optimally disposed and buried. The rapid growth of the population and in most cases that are growing economically, along with the weakness in the education of modern waste management, adds to the complexity of the economics of optimal management and proper management of solid waste. In the city of Tabriz, between 700 and 750 grams and the average daily production reaches 1200 tons. The former burial center, which is 10 kilometers from the northern outskirts of the city, on the way from Tabriz to Spain, has an area of 16 without infrastructure facilities, including water, electricity, gas, etc., which was operated in 1375 and an average of 800 per day. The body is wasted. This is the transfer point. In 2012, a new center was designed in an engineering manner, located 11 kilometers from Tabriz city, but this center did not reach the operational stage due to gas production. According to the mentioned materials, the purpose of the present research is to investigate the location, find the quality burial and find the suitable place for the burial of the urban waste of Tabriz city, so that the amount of possible damage can be reduced in this way. Therefore, the questions raised in the research are:

- What features should be checked in the evaluation of the burial place of urban consequences?
- How can the process of burying urban waste be therapeutic in reducing possible damages?

Materials and Methods

The method of the current research is practical in terms of its purpose, and information has been extracted from documentary and library studies. Also, the study and evaluation of the current situation are carried out by analytical-descriptive method. In this study, information and input data include geology, slope, urban land use, water evaporation, soil erosion, landslide, distance from water wells, distance from villages, distance from roads, distance from rivers, distance from the fault lines, the distance from the flood-prone areas have been prepared from the relevant organizations, and the operation of combining and combining different layers of information has been done despite the multiplicity of layers. Then, the results obtained in the AHP software platform have been evaluated and analyzed according to documentary and field studies and the fuzzy model.

Results

According to the analysis carried out in AHP software and fuzzy logic, among the geological parameters, the distance from the fault lines, landslides have more differences and are considered among the most valuable parameters. On the other hand, the water evaporation factor is the least valuable parameter, which can be seen in figure (4) of this problem.

Conclusion

Determining the proper place for waste disposal and municipal waste management in all countries, especially developing countries, is one of the basic problems, which is very important as a result of creating strategies related to the desired place, in order to reduce pollution and preserve the environment. Also, to prevent the destruction of natural resources and the environment, this issue is valuable, because any wrong action in the issue of locating urban waste can cause serious damage to the urban environment and prevent its development. Based on the findings obtained in the research and the use of the AHP method, various criteria such as the slope of the range, distance from roads, distance from rivers, urban land use, distance from surrounding villages, etc. have been hierarchically investigated. According to the results obtained from the surveys, the most valuable criterion is the geological factor and the least valuable is the water evaporation factor. After that, the different layers containing important information were combined and suitable and unsuitable areas for waste burying have been determined. As indicated in the map, areas of the city of Tabriz with pasture land use with poor coverage and a part of agricultural land use with a bright green color spectrum in the final map are the most suitable places and after that the areas with a lighter green color are a relatively suitable place. To locate the waste burial place of Tabriz city, they are based on the reviewed information. Therefore, comparing this research with previous researches, it can be concluded that the current research is mostly based on qualitative values and raster information and the results are classified according to this information. Finally, by comparing the selected areas compared to the former urban waste burial sites, it has potential and controllable potential, as well as the use of infrastructure facilities.

مکان یابی محل دفن پسماند شهری (لندفیل) در کلان شهر تبریز

کیمیا ابراهیمی^۱، فرحناز خادم فسندیق^۲، نازیلا داداش زاده^۳

۱. کارشناسی ارشد، گروه طراحی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: K.ebrahimi@tabriziau.ac.ir
۲. نویسنده مسئول دکتری، استاد یار، گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه غیرانتفاعی میزان، تبریز، ایران. رایانامه: farahnazkhadem@gmail.com
۳. دانشجوی دکتری، گروه زمین شناسی، دانشکده ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان، ایران. رایانامه: nazila.dadashzadeh@sci.ui.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:	هدف
مقاله پژوهشی	در دهه های اخیر، گسترش جمعیت و سرعت در روند شهرنشینی، موجب بروز ناسازگاری های بسیاری در سطح شهرها، به خصوص کلان شهرها شده است. یکی از این موارد افزایش بی رویه تولید پسماند شهری و عدم رعایت اصول مدیریتی و دفن صحیح آن می باشد. به گونه ای که امروزه چگونگی برخورد با این مسئله در طرح های شهری، یکی از دغدغه های اصلی در ابعاد مختلف شهری، به ویژه بعد زیست محیطی به حساب می آید. بنابراین یکی از اهداف اصلی در حوزه شهری و در جهت نیل به توسعه پایدار، همچنین تقویت بهداشت عمومی شهرها و کاهش آلودگی های مختلف زیست محیطی، یافتن مکان مناسب پسماندهای شهری به صورتی کاملا اصولی و مطلوب است، که برای این امر، روش های مختلف و متفاوتی از لحاظ نوع برخورد و عملیات اجرایی آن ها وجود دارد. بنابراین هدف از این پژوهش دستیابی به عوامل موثر بر مکان یابی، همچنین یافتن مکان مناسب برای دفن پسماند شهری در کلان شهر تبریز و بررسی وضعیت موجود شهر با تولید روزانه ۱۲۰۰ تن پسماند، می باشد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۱	روش پژوهش
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۵/۱۰	روش مورد مطالعه در رهیافت به سوی هدف تعیین شده، تحلیلی-توصیفی بوده و با استفاده از مدل تصمیم گیری سلسله مراتبی AHP که یکی از کارآمدترین تکنیک ها برای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است و تحلیل اطلاعات بر اساس تکنیک GIS یافته های مورد نظر، سنجیده می شوند.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۴	نتایج
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۵/۳۱	بر همین اساس پارامترهای موثر بر مکان یابی محل دفن پسماند که شامل ژئولوژی، شیب محدوده، کاربری اراضی شهری، فاصله از روستاهای اطراف، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده ها، زمین شناسی محدوده و ... در فرایند تحلیلی و تولید لایه های توصیفی و رستری مورد ارزیابی قرار می گیرند.
	نتیجه گیری
	نتایج نشان می دهد، از میان عوامل موثر بر مکان یابی محل دفن پسماند در شهر تبریز، عامل زمین شناسی بارزترین آن ها بوده و مناطق واجد اهمیت براساس طیف بندی نقشه نهایی، به رنگ سبز تیره و اغلب دارای کاربری های مراتع و زراعی هستند.

استناد: ابراهیمی، کیمیا؛ خادم فسندیق، فرحناز؛ و داداش زاده، نازیلا (۱۴۰۴). مکان یابی محل دفن پسماند شهری با استفاده از مدل منطق فازی و نرم افزار ، مطالعه

موردی: کلان شهر تبریز. *جغرافیا و برنامه ریزی*، ۳۰ (۹۲)، ۲۰-۱.

<http://doi.org/10.22034/gp.2024.62042.3266>



© نویسندگان

ناشر: دانشگاه تبریز.

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت، گسترش شهرنشینی و صنعتی شدن جوامع شهری سبب افزایش تولید مواد زائد و آلاینده‌ها گردیده است. از آن جایی که مواد زائد نقش بسیار مهمی در بهداشت عمومی شهرها دارد، مدیریت و مکان‌یابی صحیح پسماندها اهمیت ویژه‌ای داشته و مورد توجه متخصصین شهری قرار گرفته است (کاغذچی و همکاران، ۱۴۰۰). مواد زائد جامد که به اختصار پسماند یا پسماند نامیده می‌شود، به طور معمول به موادی گفته می‌شود که هزینه دورانداختن آن‌ها کم‌تر از هزینه نگهداری آن‌ها است. مدیریت پسماند برای حفاظت از بهداشت عمومی و محیط زیست، کار نسبتاً دشواری است که اطلاعات و تجربه قابل ملاحظه‌ای را می‌طلبد. برای طراحی و بهره‌برداری از یک مدفن پسماند موارد متعددی باید در نظر گرفته شود که این کار به تلاش متخصصین در زمینه‌های مختلف نیاز مبرم دارد.

روش‌های گوناگونی برای مدیریت پسماند، از جمله بازیافت، تبدیل به کمپوست، سوزاندن و دفن در زمین وجود دارد. محل دفن پسماند باید طوری طراحی شود که ضمن حفاظت از بهداشت عمومی و محیط‌زیست، جنبه‌های اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی نیز که به طور معمول در یک کشور در حال توسعه مطرح است، مدنظر قرار بگیرد. در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، محدودیت‌های فنی و منابع اقتصادی به‌طور معمول مانع از آن می‌شود که برای مواد زائد جامد مدیریت موثر، جامع و ایمنی اعمال شود. در نتیجه این محدودیت‌ها، نظارت کافی بر پسماند در محل تولی، اعمال نمی‌شود و جمع‌آوری موثر و بهینه انجام نمی‌پذیرفته و پسماند به‌طور بهینه، دفع و دفن نمی‌شود. رشد سریع جمعیت و اقتصاد در بیشتر کشورهایی که از نظر اقتصادی در حال رشد هستند، به همراه ضعف در آموزش برای مدیریت مدرن مواد زائد، پیچیدگی مسئله مدیریت بهینه و صحیح مواد زائد جامد را می‌افزاید.

پس از جمع‌آوری، مرحله دفع و دفن نهایی پسماند های شهری در بیشتر کشورهای در حال توسعه، شامل حمل آن‌ها به نزدیک‌ترین محل ممکن و تخلیه در محل است. در این حالت معمولاً پسماند های شهری با پسماند های خطرناک، یک جا تخلیه می‌شوند. این امر باعث استفاده حیوانات و پرندگان از پسماند ها و تکثیر عوامل بیماری‌زا می‌شود و در پی کاهش حجم این مقدار پسماند و فراری دادن حیوانات و پرندگان به سوزاندن روی می‌آورند که نتیجه این امر هم آلودگی هوا، ایجاد بوی نامطبوع و انتقال مواد قابل اشتعال به محیط اطراف است (Mevlut, 2014). مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری، یکی از اصلی‌ترین مورد در مدیریت پسماند می‌باشد و این امر، سبب به حداقل رسیدن آثار مخرب و زیان بار پسماندها می‌گردد. سرانه استاندارد تولید پسماند در شهر تبریز بین ۷۰۰ تا ۷۵۰ گرم و میانگین تولید روزانه به ۱۲۰۰ تن می‌رسد. مرکز دفن سابق که در ۱۰ کیلومتری حومه شمال شهر، در مسیر تبریز به اسپیران به وسعت ۱۶ هکتار فاقد امکانات زیربنایی از جمله آب، برق، گاز و ... بوده که در سال ۱۳۷۵ بهره‌برداری شد و روزانه به طور متوسط ۸۰۰ تن پسماند به این محل انتقال می‌بافت. لذا در سال ۱۳۹۲ مرکزی جدید به صورت مهندسی طراحی گردید که در فاصله ۱۱ کیلومتری شهر تبریز قرار دارد اما این مرکز نیز به دلیل تولید گاز به مرحله بهره‌برداری نرسید.

بنابراین، با توجه به موارد ذکر شده، هدف از پژوهش حاضر بررسی معیارهای موثر در سهولت امر مکان‌یابی دفن پسماند و یافتن مکان مناسب در جهت دفن پسماندهای شهری شهر تبریز می‌باشد، به طوری که بتوان از این طریق میزان آسیب‌های احتمالی را تقلیل کرد. بنابراین سوالات مطرح شده در پژوهش عبارتند از:

- چه معیارهایی در ارزیابی مکان دفن پسماندهای شهری باید بررسی شوند؟
- فرایند دفن پسماند شهری چگونه می‌تواند در کاهش آسیب‌های احتمالی این امر موثر باشد؟

پیشینه پژوهش

انتخاب محل دفن پسماندها یکی از مراحل مهم در مدیریت پسماندهای جامد شهری می‌باشد و باتوجه به اثرات مخرب زیست‌محیطی، اقتصادی و اکولوژیکی لندفیل‌ها، انتخاب محل دفن باید با دقت و طی یک فرآیند علمی صورت گیرد. معیارهای متعددی در انتخاب محل دفن پسماند دخالت دارند که هر کدام به نوبه خود از اهمیت خاصی برخوردار بوده و محدودیت‌هایی را

نیز در انتخاب ایجاد می‌کنند. با توجه به رشد روزافزون جمعیت بشر از یکسو و افزایش مصرف و توسعه صنایع از سوی دیگر، تولید انواع پسماند ها امری اجتناب ناپذیر جلوه می‌نماید. با توجه به این که دفن پسماند بدون رعایت مسایل زیست‌محیطی تهدیدات زیادی را به محیط‌زیست وارد می‌کند، انتخاب مکان مناسب و مکان یابی برای دفن بهداشتی پسماند ضروری است. از سوی دیگر مکان‌یابی و یافتن محل مناسب برای دفن پسماند یکی از مهم‌ترین بخش‌های سیستم مدیریت مواد زاید شهری است (شعبانپور، ۱۳۹۹).

گسترش بی‌رویه شهرها و در نتیجه افزایش بی‌رویه جمعیت شهری در کشور به ویژه در سال‌های اخیر، موجب افزایش بیش‌ازپیش مصرف و در نتیجه افزایش تولید انواع پسماند در مناطق شهری گردیده است. اجتناب‌ناپذیر بودن تولید پسماند یا ضایعات توسط انسان، توجه به کنترل و ساماندهی آن را در هر زمان می‌طلبد. انتخاب مکان مناسب برای دفن پسماند موضوعی پیچیده و مستلزم در نظر گرفتن عوامل متعددی می‌باشد، عواملی مثل میزان پسماند سالانه، عمق آب‌زیرزمینی، وسعت، جنس خاک، پوشش گیاهی و ... از مهم‌ترین آن‌ها می‌باشند (خانزاده و همکاران، ۱۳۹۶).

۱. مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری

با افزایش جمعیت شهری و به تبع آن افزایش پسماند های شهری مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری ضرورت می‌یابد مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری مانند هر پروژه مهندسی دیگر نیاز به لایه های اطلاعاتی مختلفی دارد. تولید و تجزیه و تحلیل این اطلاعات بسیار وقت‌گیر، پرهزینه و پیچیده می‌باشد که ما را ملزم به استفاده از سیستمی می‌کند که سهولت در تولید تجزیه و تحلیل اطلاعات صرفه‌جویی در وقت و هزینه را دارد. یکی از مسایل مورد توجه کارشناسان و متخصصان مسایل زیست‌محیطی، یافتن مکانی مناسب جهت پسماندهای شهری است. با توجه به عوامل موثر در انتخاب محل دفن پسماندها، یافتن مکانی مناسب از طریق روش سنتی و صحرایی بسیار دشوار و در مواردی ناممکن می‌باشد (خانزاده و همکاران، ۱۳۹۶). افزایش روزافزون جمعیت شهری و به دنبال آن افزایش پسماند باعث شده تا مسئله دفن و معدوم‌سازی پسماندها مورد توجه جدی بسیاری از کارشناسان مسایل زیست‌محیطی قرار گیرد. تعیین محل مناسب برای دفن بهداشتی پسماند، به دلیل ترکیب پارامترهای اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی، فرایندی پیچیده و دشوار است. امروزه دفع نامناسب و غیراصولی مواد زاید جامد یکی از دلایل مهم آلودگی محیط‌زیست می‌باشد و مقوله مکان‌یابی می‌تواند جهت مدیریت بهتر مواد زاید جامد و کاهش مشکلات زیست‌محیطی آن به کار برده شود (شعبانپور، ۱۳۹۹).

۱-۱. عوامل موثر بر مکان‌یابی پسماند شهری

مطالعه زمین‌شناسی محل لندفیل، یکی از عوامل اصلی در بحث مکان‌یابی لندفیل‌ها می‌باشد. در واقع مطالعه مواد، فرایندها، محیط‌های زیست و تاریخچه زمین گفته می‌شود. از نظر ارتباط و تاثیر بر طراحی مدفن و از نقطه نظر پارامترهای زمین‌شناسی، نفوذپذیری این موارد به طور مشترک بحث می‌شوند، همچنین سنگ‌ها، خاک‌ها و مصالح عمدتاً یک جا بحث می‌شوند. در زیر عوامل موثر بر مکان‌یابی به تفصیل بیان شده‌اند.

- توپوگرافی محل: مناسب‌ترین مکان فاقد پستی و بلندی و با شیب کمتر از ۲۰ درصد، فاصله از دریا ۵۰۰ متر
- هیدرولوژی: بررسی اثرات و میزان بارندگی، مشخصات توپوگرافی محل، رواناب های سطحی و ذخایر زیرزمینی
- فاصله از سطح آب زیرزمینی: محل‌هایی با سنگ بستر نفوذپذیر، دارای کف نفوذپذیر در بالای سنگ‌های ترک‌دار، لایه‌های نفوذپذیر مثل ماسه و شن و در نهایت مکان‌های دارای گسل و یا لایه آهکی، تراز کف محل دفن حداقل ۱/۵ متر بالاتر از سفره آب‌زیرزمینی در دوره پربابی باشد و عمق آن بیش‌تر از ۱۶ متر تا حدود ۲۰ متر

- فاصله از نواحی شهری: فاصله‌ای بین ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر، حداقل فاصله از مراکز جمعیتی نظیر مدارس، بیمارستان‌ها و مراکز درمانی و زندان‌ها و به طور کلی مکان‌هایی که بیش از ۱۰ خانوار سکنه دارند ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر
- فاصله از مناطق تاریخی، گردشگری و بنای خاص معماری: حداقل فاصله از پارک‌های منطقه‌ای و طبیعی و تفرجگاه‌ها ۳۰۰ تا ۳۵۰ متر
- آب و هوا: یکی از عوامل مهم در ارزیابی محل دفن پسماند، وضعیت آب هوا است. محل دفن در جهت وزش بادهای غالب به طرف شهر یا مناطق مسکونی قرار نداشته باشد که منجر به پراکنده‌شدن مواد و پسماندهای سبک و بوی پسماند در فضا می‌شود که البته می‌توان با ایجاد حصار و نصب بادشکن در اطراف محل دفن تا اندازه‌ای از اثر باد جلوگیری کرد که در عوض مخارجی را به سیستم تحمیل خواهد کرد.
- فاصله از مناطق حساس: حداقل فاصله از خطوط انتقال نیرو، چاه‌های نفت و گاز، خطوط لوله و راه‌آهن ۱۰۰ متر می‌باشد.
- فاصله از جاده: حداقل فاصله از جاده‌ها ۸۰ متر و حداکثر ۱۰۰۰ متر باید باشد.

۱-۲. مراحل کلی مکان‌یابی ندفیل

- شناسایی کمیت و کیفیت پسماند های نیازمند دفن
 - تدوین معیارهای انتخاب محل (بررسی امکان تملک محل، محدودیت‌های طراحی از جهات زیست‌محیطی یا زمین‌شناسی، دسترسی به محل و ظرفیت مدفن)
 - شناسایی مکان‌های احتمالی برای دفن
 - آنالیز این مکان‌ها (تغییرات برنامه‌ریزی شده برای سیستم موجود و تاثیر افزایش جمعیت یا توسعه صنایع جدید)
 - انتخاب نهایی یک محل مناسب
- یکی از معضلات مهم زیست‌محیطی عصر حاضر، تاثیر نامطلوب محل دفن پسماند های شهری بر محیط‌زیست به ویژه آب های زیرزمینی است. در این میان یافتن مکان مناسب برای دفن پسماند ها یکی از راهکارهای بسیار مهم است. مهم‌ترین هدف مکان‌یابی محل دفن پسماند های شهری، اطمینان از این موضوع می‌باشد که محل انتخاب‌شده کم‌ترین اثر منفی را نسبت به محیط‌زیست و اجتماع داشته باشد. رشد روزافزون جمعیت شهرهای ایران به همراه ایجاد مراکز جمعیتی جدید، فقدان سیاست‌گذاری و ارزیابی عملکردها و فعالیت‌های گوناگون شهری بر اساس برنامه جامع و ملی (آمایش سرزمین) و تداوم تخلیه انواع زایدات و فاضلاب‌ها به محیط‌زیست از جمله عوامل بحران‌زایی است که محیط‌زیست طبیعی و کیفیت بهداشت و سلامتی انسان‌ها به ویژه شهرنشینان را در معرض خطرات و زیان‌های گوناگونی قرار داده است. باتوجه به توسعه روزافزون جمعیت و جوامع بشری و تولید پسماند های بیشتر نسبت به گذشته، محل دفن مواد زائد می‌تواند به‌طور بالقوه بر روی محیط اطراف اثرات منفی و زیان‌باری در ابعاد سلامتی جامعه، اقتصادی و زیست‌محیطی داشته‌باشد. بنابراین ارزیابی گسترده‌ای برای استقرار محل دفن موردنیاز است تا بهترین مکان دفن شناسایی شود (شعبانپور، ۱۳۹۹).
- در ایالت کبک کانادا، چاتانوگا، واشنگتن، برتلند، ماساچوست آمریکا مدیریت و مکان‌یابی صحیح محل دفن موادزائد جامد به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار محسوب می‌شود و انجمن معتبر برنامه‌ریزی آمریکا نیز آن را از اهداف مهم برنامه‌های کوتاه و درازمدت ایالت کالیفرنیا، سیاتل، چاتانوگا، واشنگتن، ماساچوست جهت رسیدن به پایداری در قرن ۲۱ ذکر می‌کند.

جدول شماره ۱: معضلات مکان یابی پسماند شهری

معضل	نگرانی (موضوع)	خطر برای	مسیر
آلودگی آب	چاه، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها	انسان (سلامت) انسان (سلامت) حیات آبخوان، حیات گیاه و جانور	آب زیرزمینی آب سطحی آب سطحی / زیرزمینی
آلودگی هوا	بو مواد شیمیایی فیزیکی (گاز متان) سروصدا گرد و غبار دود گازهای گلخانه ای	انسان (زیبایی شناسی) انسان (سلامت) گیاهان انسان (انفجار) گیاهان انسان (زیبایی شناسی) انسان (زیبایی شناسی - سلامت) انسان (اقلیم جهانی)	جو جو جو خاک یا سنگ و جو جو جو
تعارض با حیات وحش	پرندگان حیوانات	انسان (رفت و آمد هواپیما، مزاحمت) انسان	جو تماس مستقیم
انتقال	تصادفات سر و صدا گرد و غبار	انسان (سلامت) انسان (زیبایی شناسی)	محور حمل و نقل جو جو
اجتماع	زیبایی شناسی محل کاربری هماهنگ زمین	مالکان زمین مجاور	کاهش لذت از زندگی کا
اقتصاد	انتقال و ارسال مواد زائد هزینه کلی و هزینه بهره برداری گنجایش و عمر ارزش زمین	مالیات دهندگان مالکان زمین مجاور مالیات دهندگان	کاهش درآمد کاهش دارایی خالص کاهش درآمد

۲. مدیریت پسماند شهری

عمده پسماندهای تولید شده شامل فضولات انسانی و حیوانی است که در محیط رها می‌شود. در دوران زندگی انسان‌های اولیه پسماند های تولید شده به راحتی از طریق فرایند تجزیه بیولوژیکی در محیط دفع می‌شد. حتی آثار فاضلاب های شهری در شهرهای باستانی و کرت و تمدن آشور یافت شده است. روش های ساخت شبکه فاضلاب رومی ها هنوز هم مورد استفاده قرار می گیرد. روش های دفع پسماند هنگامی توسعه یافتند که پسماند ها باعث ایجاد خطراتی در سطح محیط زندگی شدند. در ۵۰۰ قبل از میلاد آتن (یونان) به عنوان اولین شهر در جهان غرب از اشخاصی برای تمیز کردن سطح شهر و جمع آوری پسماند های شهری و انتقال آن به بیرون از شهر (حداقل ۱ مایل از شهر) استفاده کرد. با این حال تا سال ۱۸۰۰ که ارتباط بین آلودگی پسماند ها و بیماری ها کشف شد، ریختن پسماند در داخل خیابان های شهری و سوزاندن آن ها، گزینه اول دفع پسماند در شهرهای اروپایی و آمریکا بود. در اواخر قرن نوزدهم بسیاری از شهرها متوجه اثرات منفی رهاسازی پسماند ها در سطح شهر شدند. با توجه به درخواست شهروندان، مدیران شهری اقدام به استخدام چند نفر به عنوان رفتگر کردند که پسماند ها را با استفاده از فرغون از سطح شهر جمع آوری می کردند و سپس با استفاده از اسب و گاری پسماند ها را به بیرون از سطح شهر حمل می کردند. آن ها پسماند های را یا در طبیعت رها می کردند یا می سوزاندند و یا در رودخانه و دریا رها می کردند. حتی در سال

۱۹۲۰ از پسماند ها، خاکستر پسماند ها، گردوخاک برای پرکردن تالاب‌های اطراف شهر استفاده میکردند (سوماتی^۱ و دیگران، ۲۰۱۵).

مدیریت یکپارچه پسماندها یکی از نگرش‌های جامع برای مدیریت منابع و محیط‌زیست می‌باشد که از اعمال مفهوم توسعه پایدار به‌وجود آمده‌است. شامل ترکیبی از فنون تکنولوژی‌ها و برنامه‌های مدیریتی برای دستیابی به اهداف مدیریت پسماند یعنی حفاظت از محیط‌زیست و کنترل آلودگی‌های ناشی از این مواد می‌باشد. دور کردن مواد زاید مدیریت شهری با استفاده از روش تلنبارکردن از قدیمی‌ترین روش برای دفع پسماند به شمار می‌آید. در این روش هدف آن است که پسماند صرفاً از محیط سکونت شهروندان دور شود. به‌همین‌منظور، مکانی در خارج از شهر مشخص می‌شود و پسماند ها در آن جا تخلیه می‌شود. آلودگی آب، خاک و هوا، پراکندگی پسماند در محیط، تعفن ناشی از تجزیه آن‌ها، آتش‌سوزی خودبه‌خود، آلودگی صوتی، تغذیه حیوانات موزی و اهلی از خصوصیات اجتناب‌ناپذیر روش دفع غیربهداشتی است (زامورانو^۲ و دیگران، ۲۰۱۵).

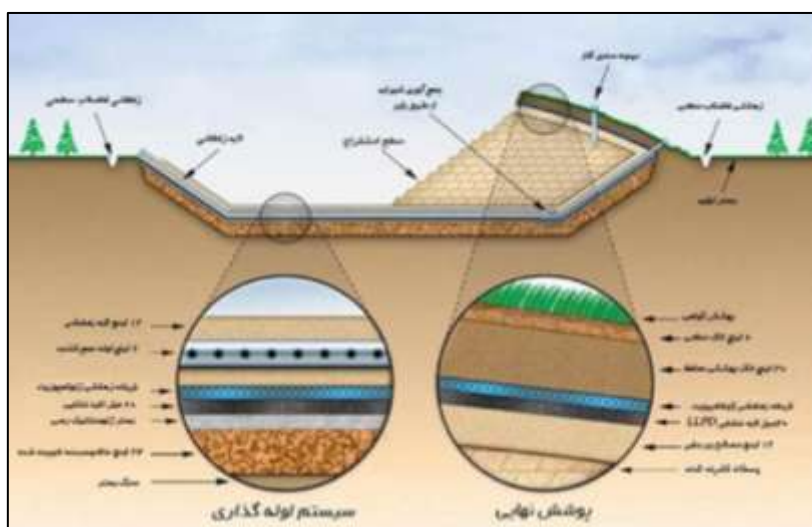
طی چند دهه اخیر همراه با توسعه و تکامل در صنایع موازی با رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای رفع نیازها و افزایش میزان تولیدات؛ مدیریت پسماندهای تولیدشده مخصوصاً پسماندهای خطرناک به یکی از نگرانی‌های عمده مدیران شهری تبدیل گردیده‌است. پسماندها یکی از خطرناک‌ترین تهدیدها برای سلامتی انسان ها و نابودی منابع طبیعی هستند بدون رعایت اصول علمی برای دفع، در طبیعت رها می‌شوند. نبود سیاست‌های اجرایی، تخصیص سرمایه، زمین، تحصیلات و فرصت کافی و مناسب و وجود نارسایی در اطلاعات و مدیریت تصادفی و بدون کنترل در زمینه مدیریت پسماند در کشورهای در حال توسعه از جنبه‌های گوناگون از جمله بهداشت عمومی، زیباشناختی، زیست‌محیطی و اقتصادی به خصوص در مرحله جمع‌آوری حمل‌ونقل و دفع پسماندها حائز اهمیت و توجه جدی است. برای دفع بهداشتی پسماندها به مکانی نیاز است که از لحاظ زیست‌محیطی آسیبی به محیط زیست وارد نکند باید با توجه خاص به صورت گیرد (فرهادی و حافظی مقدس، ۱۳۹۱).

۱-۲. دستورالعمل‌های معتبر برای دفن بهداشتی پسماند شهری

دفن بهداشتی در ایران مبحث جدیدی به شمار می‌آید چرا که در اکثر مناطق ایران هنوز هم پسماند به‌صورت تلنبار، سوزاندن و در بهترین شرایط به‌صورت دفن غیربهداشتی دفع می‌گردد. با توجه به گوناگونی پسماند های دفن شده در لندفیل و فسادپذیری بالای آن‌ها، در صورت اجرا و طراحی نامناسب، این وسیله سودمند مدیریتی، تبدیل به خطری زیست‌محیطی خواهدشد. از این نظر انتخاب یک محل دفن مناسب و بهداشتی و ارائه توجیهی منطقی در ارتباط با فرایند مکان‌یابی نیازی است که همواره احساس می‌شود (شکل ۱).

¹ Sumathi

² Zamorano



شکل ۱: شکل شماتیک از لندفیل مهندسی و بهداشتی

۲-۲. خصوصیات محل دفن پسماند

اولین مرحله در مدیریت پسماندهای حاصله مکان‌یابی مناسب برای دفن می‌باشد که برای این کار باید مطالعات ارزیابی اثرات زیست‌محیطی^۳ که عبارت است از فرآیند شناخت، پیش‌بینی، ارزیابی و کاهش اثرات بیوفیزیکی، اجتماعی و دیگر اثرات وابسته طرح پیشنهادی توسعه پیش از آن که فرد تصمیمی اتخاذ یا متعهد به انجام عملی شود، صورت گیرد و بعد از اجرای طرح پیوسته توسط کارشناسان کنترل شود تا آسیبی به محیط وارد نشود. معیارهای متعددی در انتخاب محل دفن پسماند دخالت دارند که هر کدام از اهمیت خاصی برخوردارند و براساس ساختار محیط مورد مطالعه می‌توانند با هم تفاوت داشته باشند در واقع می‌توان گفت که محیط و اقلیمی که مکان‌یابی در آن صورت می‌گیرد در انتخاب نوع پارامترها و معیارها نقش اساسی را ایفا کرده و محدودیت‌هایی را نیز در انتخاب ایجاد می‌کند. طی دهه های اخیر، تلاش‌های بسیاری در جهت ارائه مدل‌هایی برای دستیابی به اطلاعات مکانی دقیق، با استفاده از سیستم‌اطلاعات جغرافیایی، معرفی شده و با توجه به اطلاعات در دسترس، توسعه یافته‌اند که در مواقعی این توسعه و رشد نیز سبب بروز مشکلاتی شده‌است. فرایند مکان‌یابی با استفاده از سیستم‌اطلاعات جغرافیایی، فرایندی است که برای رسیدن به نتایج مطلوب و قابل استناد، بایستی در مراحل اجرایی دقت لازم را داشت. مکان‌یابی محل مناسب برای دفن پسماند های شهری، جزو موارد ضروری در تمامی طرح‌های توسعه شهری است. به طوری که در ایالات کبک کانادا، چاتانوگا، واشنگتن، برتلند و ماساچوست آمریکا، این مسئله یکی از ارکان اساسی در توسعه پایدار شهری محسوب می‌شود و انجمن معتبر برنامه‌ریزی آمریکا آن را از اهداف مهم برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت در جهت دستیابی به پایداری در قرن ۲۱ مشخص کرده‌است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۵). تاکنون مقالات زیادی در زمینه مکان‌یابی به ویژه مکان‌یابی محل دفن پسماند های شهری در سطح دنیا صورت گرفته‌است. وجه تشابه همه پژوهش‌ها این است که، معیارهایی برای مکان‌یابی طبق دستورالعمل های موجود تبیین شده و براساس آن‌ها، اولویت‌بندی و تحلیل شده‌اند. که در ادامه به اختصار در دو دسته مطالعات داخلی و خارجی بررسی شده‌اند:

۱. مطالعات داخلی

رامشت و همکاران (۱۳۹۱) چنین بیان کردند که، رشد بی‌رویه جمعیت و توسعه شهرنشینی موجب بروز انواع ناسازگارهای اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی نظیر تولید پسماند جامد شهری که دفع غیراصولی آن را به دنبال داشته‌است. براین اساس

³ Environmental Impact Assessment

یافتن محل مناسب برای این امر از اهداف اصلی و اولیه طرح‌های توسعه شهری جهت نیل به توسعه پایدار می‌باشد. مکان‌یابی مناسب با استفاده از تحلیل پارامترهای انسانی، زیست‌محیطی، هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی منطقه شهرستان کوهدشت، از طریق مدل AHP و تکنیک‌های مربوط به نرم‌افزار می‌باشد. بنابراین دریافتند که پهنه‌های دفن پسماند در شهرستان کوهدشت را می‌توان به ۵ کلاس تقسیم کرد که در این میان ۱۰/۱۴ درصد از مساحت کل محدوده شهرستان در اولویت نخست طرح‌های دفن پسماند قرار می‌گیرند.

حجازی و همتی (۱۳۹۳) در پژوهشی مکان‌یابی دفن پسماندهای روستای ليقوان را با استفاده از مدل فرایند تحلیل شبکه انجام دادند. در این پژوهش ۵ عامل انسانی، اقتصادی، توپوگرافی- مورفولوژی، اقلیم- هیدرولوژی، خاک- پوشش گیاهی و زمین‌شناسی را برای تحلیل در نظر گرفته‌اند که منجر به تولید ۱۲ لایه کاربری‌اراضی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از خطوط ارتباطی، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه، شیب، طبقات ارتفاعی، جهت شیب، اقلیم، خاک، پوشش گیاهی و لیتولوژی شده‌است. در این پژوهش مشخص شد که حدود ۲۳/۹۸ درصد از میزان مساحت منطقه کاملاً مناسب و حدود ۲/۵۴ درصد از میزان مساحت محدوده کاملاً نامناسب بوده و براساس نقشه پهنه‌بندی، مکان‌های بهینه در کل روستای ليقوان تعیین شد که در برنامه‌ریزی‌های آتی می‌تواند مثرتر و مورد استفاده قرار گیرد.

جعفری به همراه برادرانش (۱۳۹۵) مکان‌یابی محل دفن پسماند در شهرستان ماهشان را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه از ۸ پارامتر مهم و موثر در مکان‌یابی دفن پسماند شهری از قبیل شیب، طبقات ارتفاعی، فاصله از نقاط روستایی، فاصله از آبراهه‌ها، فاصله از راه‌ها، فاصله از گسل‌ها، فاصله از مناطق حفاظت‌شده و فاصله از معادن استفاده شده‌است که با روش تحلیل سلسله‌مراتبی به صورت زوجی مقایسه و وزن هریک از عوامل محاسبه شده‌است. با تلفیق لایه‌های وزنی به دست آمده در محیط نقشه نهایی مکان‌یابی بهینه در ۵ کلاس طبقه‌بندی شدند. بنابراین نتایج حاکی از آن است که پهنه‌های مناسب و کاملاً مناسب به ترتیب با ۶۴۳/۹ و ۳۷۴/۵ کیلومتر مربع بالاترین ارجحیت را داشته و در مجموع با داشتن ۳۶/۹ درصد مساحت کل محدوده شهرستان دارای اولویت طرح‌های دفن قرار دارند.

شعبان‌پور (۱۳۹۹) در پژوهشی محل دفن پسماند شهر بهنمیر در شهرستان بابلسر را با استفاده از روش النکو بررسی کردند. برای این منظور از پارامترهای جمله میزان بارندگی، عمق آب، جنس خاک و ... به بررسی و تحلیل اطلاعات و تجربیات در فرایند مکان‌یابی محل دفن مواد زائد استفاده کردند. نتایج نشان داد که معیارهای شیب، توپوگرافی، کاربری‌اراضی، تپ خاک، نقشه‌های عمق آب‌زیرزمینی، آمار هواشناسی ایستگاه سیوپتیک بابلسر مورد بررسی قرار گرفت و باتوجه به داده‌ها، سایت نقره دشت در آینده مکان مناسبی برای دفن پسماند شهری انتخاب شد.

عبدی و همکارانش (۱۴۰۰) چنین اظهار داشته‌اند که، انتخاب مکان مناسب برای محل دفن زباله نیازمند بررسی راه‌حل‌های پیشنهادی متعدد و معیارهای ارزیابی مختلف است. در این زمینه متغیرهای متعدد و قابل دسترس از جمله کاربری اراضی، شیب، زمین‌شناسی، نوع خاک، فاصله از رودخانه، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده، سطح آب زیرزمینی، تراکم زهکشی، فاصله از گسل، پستی و بلندی و ارتفاع به صورت استاندارد بین ۰ و ۱ وزن‌دهی شد. با تحلیل این معیارها در نرم‌افزار AHP از روش‌های ترکیب خطی-وزنی، عملگر جمع فازی و عملگر گامافازی، پهنه‌بندی محل دفن زباله در شهرستان الشتر مشخص گردید. نتایج نشان داد، مکان فعلی دفن زباله در منطقه نامناسب و خیلی نامناسب قرار دارد و مکان‌های مناسب در محدوده‌ای از شهر قرار دارند که عملیات مکان‌یابی سخت و مستلزم هزینه‌های نسبتاً زیاد است.

به همراه همکارانش (۱۴۰۲) در پژوهشی، به دنبال مکانی مناسب برای دفع پسماندهای شهری و خطرناک بوده‌اند ۳۵ عامل مورد نظر با دقت بالا انتخاب شده‌اند. بر اساس تحلیل سلسله‌مراتبی، زمین موردنیاز برای دفن پسماندهای جامد ویژه استان کرمانشاه، در مدت ۳۰ سال به مساحت ۷۰ هکتار به دست آمده‌است. موقعیت زمینی با این مساحت که آسیبی را به آب، هوا، خاک، حیات وحش وارد نساخته و در عین حال به مراکز صنعتی و راه‌ها نزدیک بوده ولی دور از مناطق مسکونی، فرودگاه‌ها و مناطق گردشگری باشد تنها در چهار مکان در غرب استان و در مرز یا نزدیک مرز ایران و عراق شناسایی شد. مطالعات ژئومورفولوژیک نیز نشان داد که یکی از قطعات که در جنوب شرق قصرشیرین قرار گرفته است باید به‌عنوان اولویت اصلی قرار گیرد.

۲. مطالعات خارجی

کوستا^۴ و همکاران (۲۰۱۰) سیاست‌های مدیریتی در حوزه پسماند برای توسعه هم‌زیستی صنعتی را در کشورهای اروپایی مورد ارزیابی قرار داده‌اند. این پژوهش در جهت بهبود عملکرد کشورها در زمینه مدیریت هزینه‌های پسماند باتوجه به عملکرد اقتصادی و زیست‌محیطی صورت گرفته و از سوی دیگر عملکرد دولت، مشاغل و یا برخی نهادهای هماهنگ‌کننده را مورد توجه قرار داده‌است. هدف از پژوهش حاضر ارزیابی انتقادی مداخلات سیاست‌های پسماند شهری از سطح فراملی تا محلی در کشورهایی همچون دانمارک، بریتانیا، پرتغال و سوئیس بوده‌است و نتایج نشان می‌دهد، ابزارهای سیاست‌گذاری در سیستم‌های محلی تا فراملی ممکن است به زمینه توسعه تبدیل شود.

عادل و همکارانش (۲۰۱۶) در پژوهشی مکان دفن پسماند با استفاده از روش چندمعیاری در شهر میانی پنجاب پاکستان را شناسایی کردند. چنین اظهار می‌نمایند که مدیریت پسماند شهری چالش بزرگی برای مدیریت شهری در تمامی نقاط شهری می‌باشد. در این میان فناوری و تکنولوژی‌های جدیدی برای مدیریت پسماند های شهری به صورتی سازگار با محیط‌زیست و توسعه پایدار ایجاد شده‌اند که یکی از جدیدترین روش‌ها در موضوع دفن پسماند است و مقامات دولتی و اداری در حال اتخاذ این فناوری‌ها در اقدامات خود در زمینه مدیریت محل دفن پسماند هستند. برای این منظور از سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شده‌است تا بتوان براساس نیاز شهر در زمان حال و آینده و براساس معیارهای پایداری و دوست‌دار محیط‌زیست تبیین نمود. در نهایت نقشه‌ای جامع تهیه شده از معیارها و وزن‌دهی‌های صورت گرفته، در جهت انتخاب مناسب‌ترین مکان برای دفن پسماند های شهری مشخص شده‌است.

ال خالیدی^۵ و همکاران (۲۰۲۱) در زمینه ارزیابی مکان دفن پسماند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش تصمیم‌گیری چندمعیاره در شهر دمام پژوهشی را انجام داده‌اند. در این پژوهش محل دفن پسماند شهری یک موضوع جهانی معرفی شده‌است که تهدیداتی برای آب و خاک تلقی می‌شود و به‌طور مستقیم بر زندگی انسان‌ها و سلامت جسمی آن‌ها تاثیر می‌گذارد. براین اساس این پژوهش از ادغام سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصمیم‌گیری چندمعیاره موقعیت مکان‌یابی دفن پسماند را در شهر دمام ارزیابی کرده‌است. در راستای این امر، از ابزار و تکنیک برای ارزیابی ۸ معیار استفاده شده‌است که مهم‌ترین آن‌ها عوامل اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی، زمین‌شناسی و

⁴ Kustawth

⁵ El Khaledi

ژئومورفولوژیکی است. با توجه به ارزیابی مکان کنونی فقط از لحاظ ۲ معیار نامناسب تلقی شده و با استاندارد فاصله دارد و آن هم فاصله بین محل دفن پسماند و مرکز تولید استاندارد پسماند می‌باشد.

مولا^۶ و همکارانش (۲۰۲۳) سایت‌های تخلیه زباله را در مراکز شهری زامبیا، از جمله شهر کیتو براساس در دسترس بودن زمین بررسی و انتخاب کردند. در این کار از تحلیل GIS ترکیبی و چند بخشی برای طبقه بندی مناسب‌ترین و نامناسب‌ترین منطقه برای میزبانی محل دفن زباله استفاده کردند. داده‌های ورودی ترکیبی از محدودیت ها و معیارهای عاملی، محیطی، اجتماعی و اقتصادی هستند. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که، این پژوهش از اهمیت عمیقی در افزودن مجموعه دانش به علم مکان یابی از نظر علمی و اجتماعی در کشورهای در حال توسعه برخوردار می‌باشد و با ایجاد ظرفیت‌های انسانی، زیرساختی و در جهت ارتقاء پایداری زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی در انتخاب و عملیات دفن زباله رویکردهای ترکیبی اتخاذ کردند.

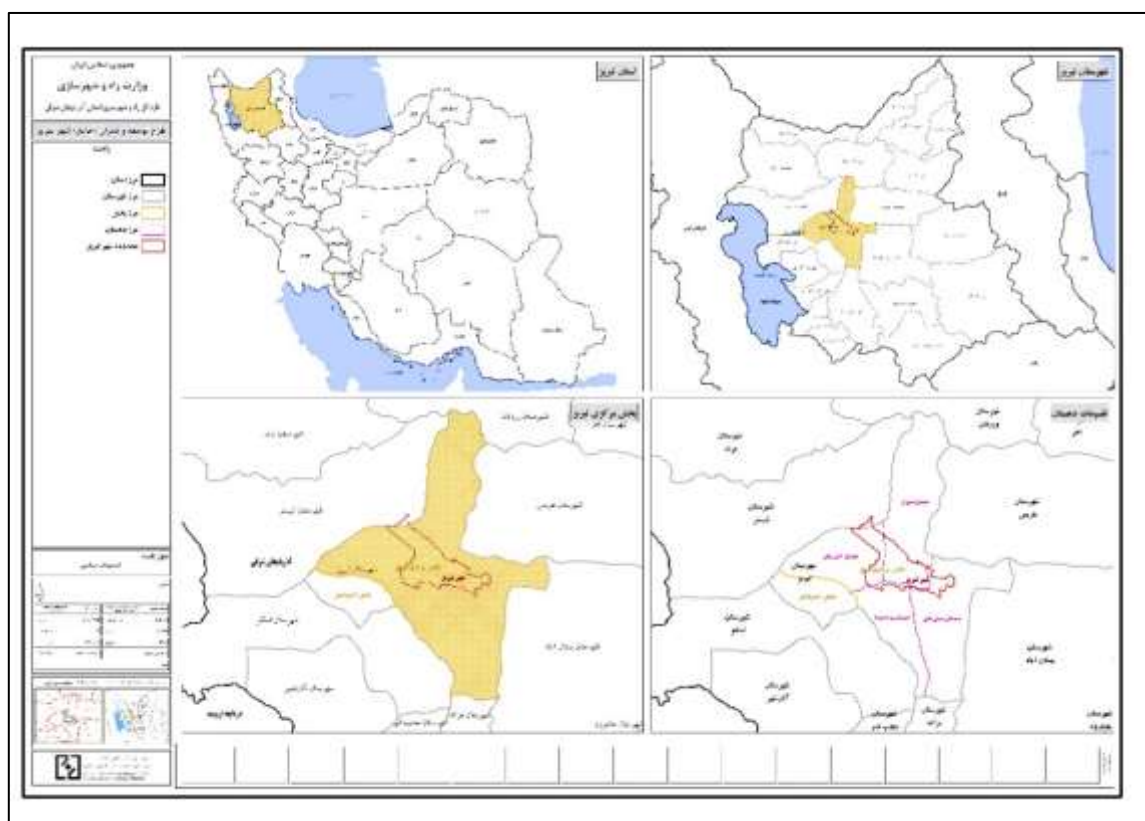
وانور^۷ و همکارانش (۲۰۲۳) در راستای شناسایی گزینه مدیریت پسماند جامد شهری بهینه و انتخاب بهترین مکان دفن زباله شهر حسانا در جنوب اتیوپی از سیستم یکپارچه GIS و تکنیک‌های تجزیه و تحلیل چندمعیاره MCDA استفاده کردند. برای ایجاد شاخص های متناسب با دفن زباله، عوامل محیطی، اجتماعی و اقتصادی مانند کاربری زمین، جهت وزش باد، شیب، نرخ تولید زباله و حجم زباله در سال محاسبه شده و یافته های مطالعات نشان می‌دهد باتوجه به تولید ۲۰/۸ درصد زباله قابل بازیافت و ۷۹/۲۰ درصد زباله غیربازیافت و روند آتی تولید زباله، ۱۹ هکتار زمین در حومه شمالی و جنوبی شهر به عنوان محل دفن زباله با تمامی تحلیل های مناسب انتخاب گردید.

۳. معرفی منطقه مورد مطالعه

کلان‌شهر تبریز با وسعت حدود ۲۱۷۸۸۶/۹۸ هکتار، واقع در شمال غرب کشور از شمال به شهرستان ورزقان، از جنوب به شهرستان مراغه و اسکو، از شرق به شهرستان بستان آباد و هریس و از غرب به شهرستان شبستر محدود می‌شود و دارای مختصات ۳۸ و ۴ درجه عرض جغرافیایی و ۴۶ و ۱۸ درجه طول جغرافیایی است. براساس سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵، این شهر دارای ۱۷۷۳۰۳۳ نفر جمعیت بوده که ششمین شهر پرجمعیت ایران پس از شهرهای تهران، مشهد، اصفهان، کرج و شیراز محسوب می‌شود. بلندترین نقطه شهر مربوط به ارتفاعات قله سهند واقع در جنوب شرقی با ارتفاع ۳۶۰۰ متر می‌باشد و پست‌ترین نقطه آن در نواحی غربی ۱۳۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد.

^۶ Mvula

^۷ Wanore



شکل ۲: موقعیت جغرافیایی شهر تبریز، مأخذ: طرح توسعه و عمران شهر تبریز، ۱۳۹۸

روش پژوهش

روش پژوهش حاضر، از نظر هدف کاربردی بوده و بهره‌گیری از مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای اطلاعاتی استخراج گردیده‌است. همچنین مطالعه و ارزیابی وضعیت کنونی به روش تحلیلی - توصیفی صورت می‌گیرند. در این مطالعه، اطلاعات و داده‌های ورودی شامل زمین‌شناسی، شیب، کاربری اراضی شهری، تبخیر آب، فرسایش خاک، رانش زمین، فاصله از چاه‌های آب، فاصله از روستاها، فاصله از جاده‌ها، فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از خطوط گسل، فاصله از مناطق سیل‌خیز از سازمان‌های ذیربط تهیه و عملیات ترکیب و تلفیق لایه‌های مختلف اطلاعاتی با وجود تعدد لایه‌ها انجام گرفته‌است. سپس نتایج به‌دست‌آمده در بستر نرم‌افزاری AHP طبق مطالعات اسنادی و میدانی و مدل‌سازی مورد‌ارزیابی و تحلیل قرار گرفته‌اند.

انتخاب نوع معیارهای مؤثر در مکان‌یابی محل احداث لندفیل، تابعی از شرایط منطقه مطالعاتی است. با توجه به این که مقایسه بین محدوده‌های مختلف به صورت نسبی می‌باشد، لذا پارامترهایی که تغییرات زیادی در منطقه مطالعاتی ندارند، به کار گرفته نمی‌شوند. مثلاً اگر شرایط بارندگی و تبخیر یا وضعیت زمین‌شناسی در منطقه مطالعاتی یکسان باشد، نیازی به استفاده از این پارامترها نمی‌باشد. در روش پهنه‌بندی نسبی، نحوه رده‌بندی و امتیازدهی به پارامترهای مور استفاده کاملاً محلی می‌باشد. لذا اگر یک شیوه رده‌بندی و نرخ‌دهی در یک منطقه جواب مناسب داده باشد، نمی‌توان مشابه آن را برای یک منطقه دیگر با شرایط متفاوت مورد استفاده قرار داد. برای تعیین وزن هر یک از معیارها ماتریسی در نرم‌افزار تعریف گردید. سپس با مقایسه دو به دو عناصر ماتریس، ارزش نسبی

شاخص‌های مؤثر در مکان‌یابی نسبت به هم مشخص گردید. قطر این ماتریس یک است که نشان‌دهنده اهمیت یکسان معیارها نسبت به خود است.

جدول شماره ۲: معیارهای مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری

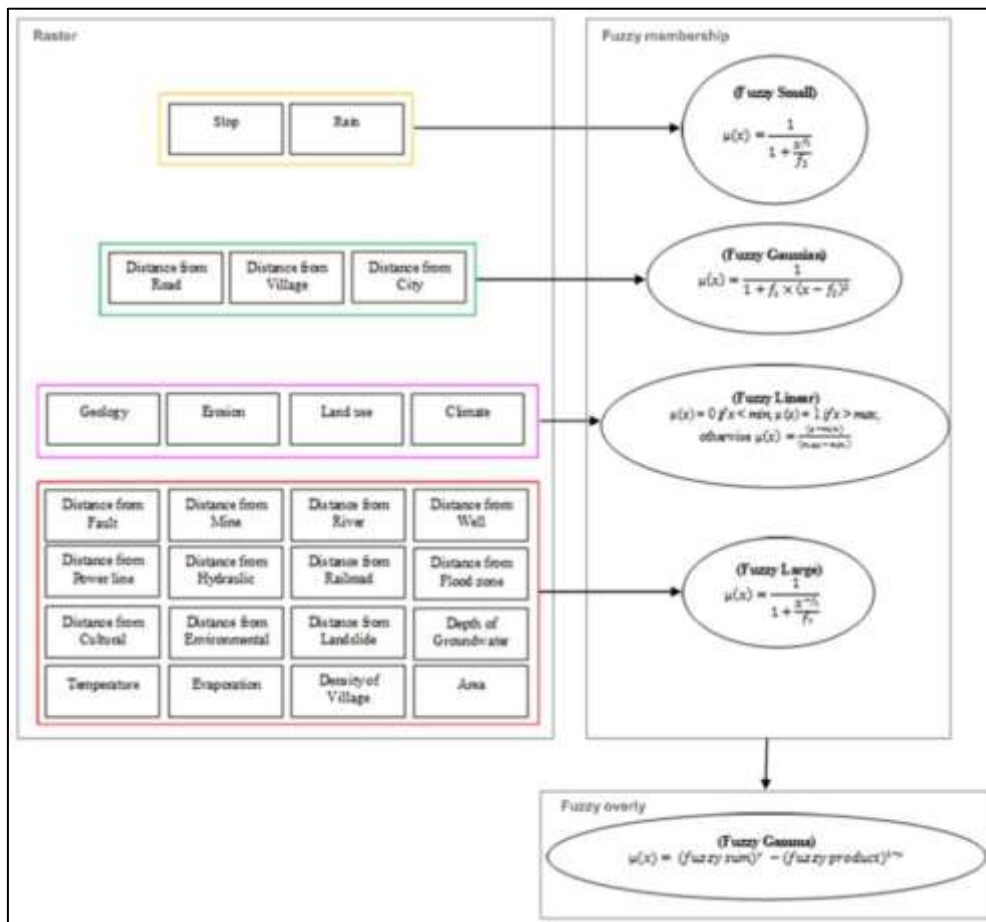
معیارها	مناسب ترین معیارهای مکان‌یابی
جاده ها و بزرگراه ها	برای شهرهای بزرگ کمتر از ۱۰ برای شهرهای کوچک کمتر از ۳ کیلومتر نباشد
مناطق مسکونی	محل دفن باید در فاصله ۱۰ تا ۱۵ کیلومتری از شهر قرار بگیرد
مناطق دارای گسل	بهتر است در مناطقی که گسل هست اصلاً انتخاب نشود (حداقل فاصله ۵۰۰ متر)
مناطق لرزه خیز	محل دفن نباید در مناطق زلزله‌خیز، معادن زیرزمینی، فرونشست‌ها و حفره‌های حاصل از انحلال مواد واقع شود
شیب عمومی زمین	از شرایط طبیعی زمین بهره گرفته‌شود و پستی و بلندی آن حداقل باشد.
آب‌های سطحی (دریاچه و آبگیر و سد)	حداقل فاصله از منبع آب سطحی باید ۲۰۰۰ متر باشد
دشت سیلابی	محل دفن نباید در دشت سیل گیر با احتمال برگشت کم تر از ۱۰۰ سال انتخاب شود
چاه‌های آب	فاصله افقی از چاه تأمین آب حداقل ۱۵۰۰ متر باشد
آب‌های زیرزمینی	در مناطقی که سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی بالا می‌باشد باید یک لایه به عمق ۲ متر از جنس سیلت و رس تعبیه شود و فاصله بین کف این لایه و سطح ایستابی نباید کمتر از ۵ متر باشد
هوا	محل دفن باید در مکانی باشد که اثرات گازها و بو را به حداقل برساند
باد	در جهت باد غالب قرارنگرفته باشد

تولید ماتریس مقایسه دوتایی: این مرحله یک مقایسه اساسی را با مقادیر یک تا نه برای تعیین میزان اولویت‌های نسبی دو معیار به کار می‌گیرد و سپس به محاسبه وزن‌های معیار پرداخته و در نهایت به تخمین نسبت توافق می‌پردازد. میزان توافق اگر از ۰/۱ کمتر باشد، مقایسه‌های انجام‌شده را پذیرفته و وزن‌های محاسبه شده، استخراج می‌گردند. در صورتی که نسبت توافق بیشتر از ۰/۱ باشد، آن‌گاه با اعمال تغییرآینده در ماتریس مقایسه دوتایی برای حد قابل قبول تنظیم می‌گردد. روش فرآیند سلسله مراتبی در نرم افزار Expert choice انجام می‌شود. در نرم افزار Expert choice، هدف به عنوان اصلی‌ترین شاخه تحلیل سلسله مراتبی و معیارها به عنوان زیرشاخه هستند. تبدیل موضوع، یا مسئله موردبررسی به ساختاری سلسله‌مراتبی، مهم‌ترین قسمت فرایند سلسله‌مراتبی محسوب می‌شود، زیرا در این قسمت با تجزیه مسائل مشکل و پیچیده، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی آن‌ها را به شکل ساده، که با ذهن و طبیعت انسان مطابقت داشته‌باشد، تبدیل می‌کند. باید توجه داشت که برای لایه‌های کیفی بافت خاک و پوشش گیاهی در ابتدا باید در نرم افزار Expert choice با مقایسه دوتایی زیر معیارها، وزن هر یک از آن‌ها را با رعایت مقدار ضریب ناسازگاری محاسبه کرده و سپس برای استانداردسازی آن، وزن‌ها را نرمالایز نموده و در نهایت براساس آن، خروجی معیار برای مدل مذکور آماده گردد. درجه اهمیت در مقایسه دو دوتایی در روش فرآیند سلسله‌مراتبی از اهمیت برابر با میزان اهمیت ۱ آغاز و تا اهمیت فوق‌العاده قوی ۹ ادامه دارد.

اولین قدم در مدل فازی برای استانداردسازی پارامترها با عملگرهای فازی، تبدیل لایه‌های رستری به لایه‌های فازی براساس عملگرهای فازی می‌باشد. مقادیر فازی با تبدیل مقادیر ورودی خام به مقیاس‌های عضویت از صفر تا ۱

براساس عملگر تعریف شده و با توجه به نظرات کارشناسان تعیین می شود. آن مقادیری که نزدیک به ۱ باشند مناسب تر و مقادیر نزدیک به صفر نشان دهنده نامناسب بودن است. توابع مختلف عضویت فازی در الگوریتم فازی وجود دارد که شکل های از عضویت را ایجاد می کند که در کاربردهای منطق فازی مختلف استفاده می شود. استفاده و اجرای هر یک از این عملگرها با توجه به نقطه میانی و گسترش انجام می شود. انتخاب توابع عملگر برای فازی سازی باید با توجه به هویت، اهمیت و ارتباط هر یک از معیارها با هدف انجام شود.

پس از استانداردسازی هر یک از پارامترها پوشش فازی لایه های تولید شده براساس الگوریتم فازی گاما مورد تجزیه قرار گرفت. در شکل (۵) فلوچارت مدل سازی منطق فازی نشان داده شده است:



شکل ۵: فلوچارت مدل سازی منطق فازی برای انتخاب محل دفن پسماند شهری

پس از تعیین معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار در انتخاب محل دفن، لایه های اطلاعاتی مربوط به این معیارها به صورت شدند. به دلیل حساسیت برخی معیارها و التزام به رعایت آن ها مانند نقاط رقومی وارد سامانه اطلاعات جغرافیایی شدند. پس از آماده سازی لایه های رقومی، با تلفیق و روی هم گذاری این لایه ها، مکان های مناسب جهت دفن پسماند مشخص شد. به این ترتیب که لایه های اطلاعاتی که قبلا رستری شده اند، براساس وزن کلی به دست آمده، روی هم گذاری و نقشه نهایی محل دفن به دست آمد:

نتایج

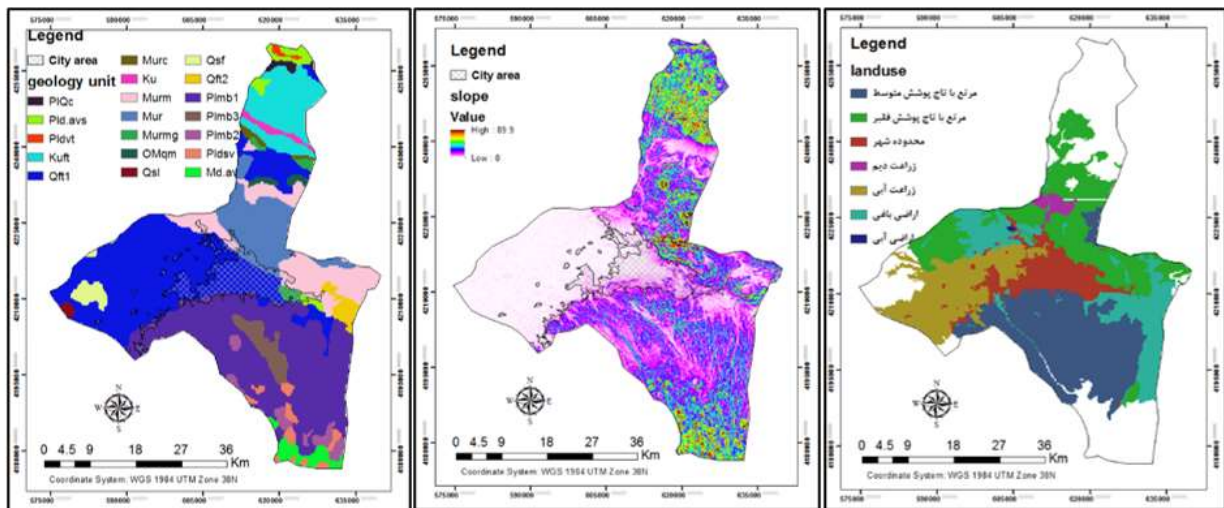
طبق تحلیل انجام گرفته در نرم‌افزار AHP و منطق فازی، از میان پارامترها زمین‌شناسی، فاصله از خطوط گسل، رانش زمین دارای اختلاف بیشتر و جزو بالارزش‌ترین پارامترها به حساب می‌آیند. در مقابل عامل تبخیر آب کم‌ارزش‌ترین پارامتر می‌باشد که در شکل (۴) این مسئله قابل مشاهده است.



شکل ۴: ماتریس مقایسه دوتایی معیارها؛ برگرفته از نرم افزار

باتوجه به تحلیل منطقه مورد مطالعه در نرم‌افزار GIS نیز، به بررسی پارامترها بر اساس نتایج حاصل از نرم‌افزار AHP پرداخته شده است که به‌طور خلاصه این عوامل را شامل می‌شوند؛ زمین‌شناسی به مطالعه زمین و ساختار آن می‌پردازد. کاربری اراضی شهری بر اساس تقسیم‌بندی صورت گرفته، عبارت است از الگوی توزیع فضایی-جغرافیایی عملکردهای مختلف شهر. عامل شیب، میزان انحراف سطح زمین نسبت به افق را مشخص می‌کند. تبخیر آب، پدیده ایست که در جو زمین، حالت آب را تغییر می‌دهد و این عمل از سطح دریاچه‌ها و رودخانه‌ها، نزدیک ۹۰ درصد رطوبت اتمسفر را تشکیل می‌دهد. عامل فرسایش خاک میزان کیفیت خاک را در بستر زمین بررسی می‌کند که اغلب ناشی از فعالیت‌های دینامیک می‌باشد. عامل رانش زمین به حرکت لایه‌های رسوبی متراکم و غیرمتراکم زمین است که ناپایدار شده‌اند. سایر عوامل همچون؛ فاصله از چاه‌های آب باتوجه به عمق چاه و میزان آب آن، فاصله از مناطق روستایی، با توجه به وسعت و جمعیت آن‌ها، فاصله از جاده‌ها، براساس حریم جاده‌ها و طول آن‌ها، فاصله از رودخانه‌ها، براساس حجم آب و وسعت آن‌ها، فاصله از خطوط گسل با توجه به موقعیت قرارگیری شهر تبریز

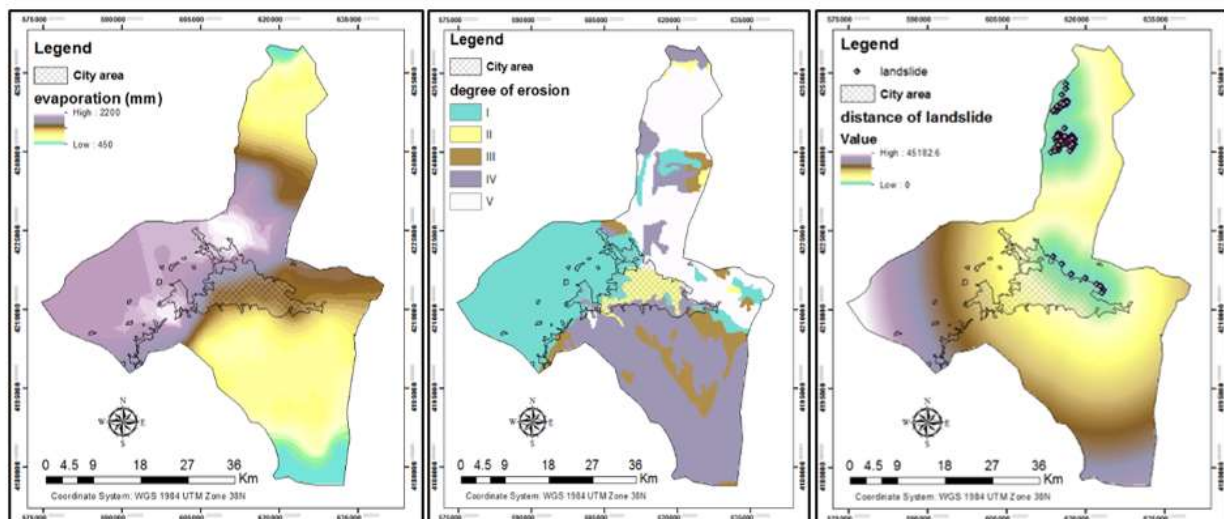
برروی خطوط گسل و در نهایت فاصله از مناطق سیل خیز براساس سوابق و بحران های ایجاد شده بررسی شده اند که برای هریک از این عوامل نقشه های جداگانه تولید شده است (شکل ۶).



زمین شناسی

شیب

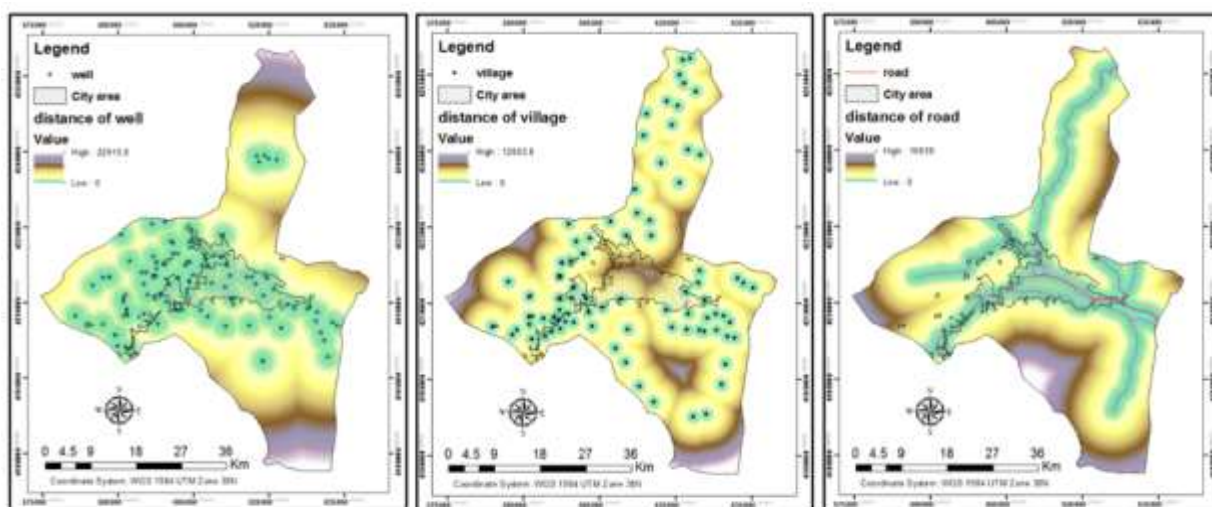
کاربری اراضی شهری



تبخیر آب

فرسایش خاک

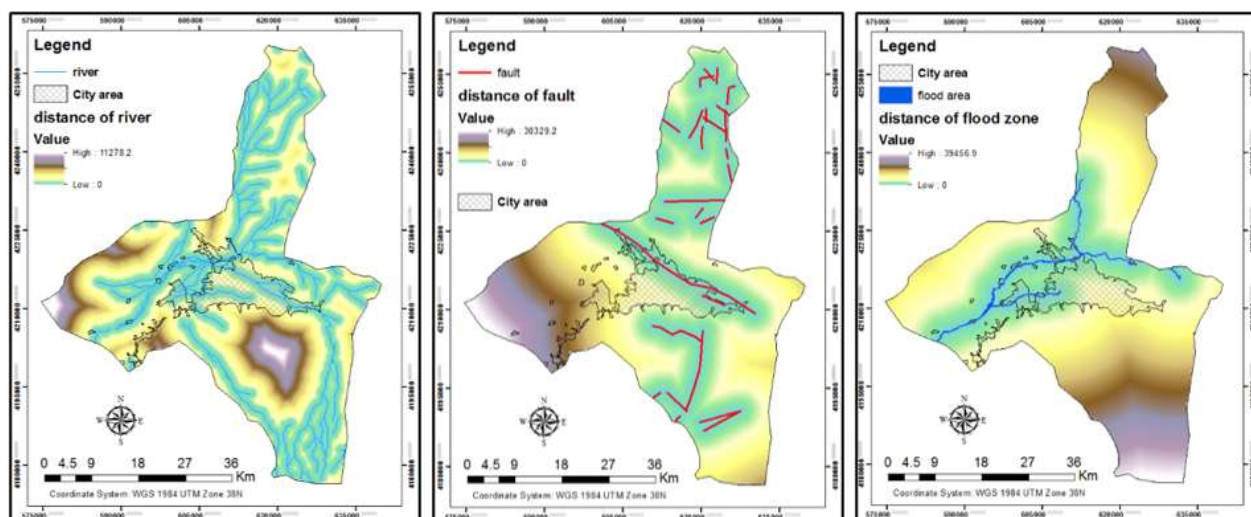
رانش زمین



فاصله از چاه‌های آب

فاصله از روستاها

فاصله از جاده

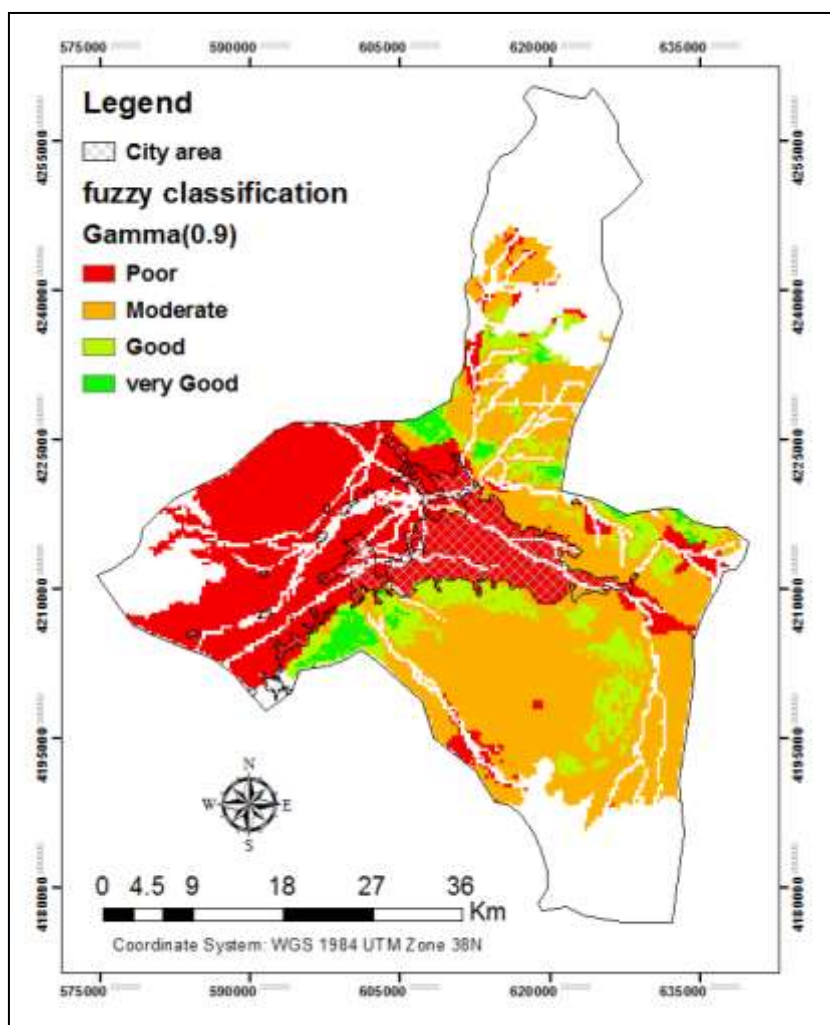


فاصله از رودخانه‌ها

فاصله از خطوط گسل

فاصله از مناطق سیل‌خیز

شکل ۶: نقشه‌های تولید شده از کلان‌شهر تبریز



شکل ۷: نقشه نهایی محل دفن پسماند شهر تبریز

بحث و نتیجه گیری

تعیین محل مناسب دفن پسماند و مدیریت پسماند شهری در تمامی کشورها، به خصوص کشورهای در حال توسعه، یکی از مشکلات اساسی است که در نتیجه ایجاد راهبردهایی در ارتباط با محل موردنظر، در جهت کاهش آلودگی‌ها و حفظ محیط زیست بسیار حائز اهمیت می‌باشد. همچنین برای جلوگیری از تخریب منابع طبیعی و محیط زیست نیز، این مسئله با ارزش است، چراکه هر اقدام نادرستی در بحث مکان یابی پسماندهای شهری می‌تواند آسیب جدی به محیط زیست شهری وارد سازد و از توسعه آن جلوگیری کند. براساس یافته‌های به دست آمده در پژوهش و بهره‌گیری از روش AHP، معیارهای مختلفی از قبیل شیب محدوده، فاصله از جاده‌ها، فاصله از رودخانه‌ها، کاربری اراضی شهری، فاصله از روستاهای اطراف و ... به صورت سلسله مراتبی بررسی شده‌اند. با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی‌های صورت گرفته، بارزترین معیار، عامل زمین شناسی و کم ارزش ترین آن‌ها عامل تبخیر آب می باشد. پس از آن لایه‌های مختلف حاوی اطلاعات مهم، باهم تلفیق شدند و مناطق مناسب و نامناسب برای دفن پسماند مشخص شده‌است. همان طور که در نقشه مشخص شده‌است، پهنه‌هایی از سطح شهر تبریز با کاربری مرتع با پوشش فقیر و بخشی از کاربری‌های زراعی با طیف رنگی سبز پررنگ در نقشه نهایی، مناسب ترین مکان و بعد از آن هم پهنه‌های دارای رنگ سبز کم رنگ تر، مکان نسبتاً مناسبی برای مکان یابی محل دفن پسماندهای شهر

تبریز بر اساس اطلاعات بررسی شده می‌باشند. بنابراین در مقایسه این پژوهش با پژوهش‌های پیشین می‌توان به این نتیجه رسید که، پژوهش حاضر بیشتر برپایه مقادیر کیفی و اطلاعات رستری بوده و نتیجه حاصل نیز، برحسب این اطلاعات طبقه بندی شده اند. در نهایت با مقایسه محدوده‌های منتخب نسبت به محل‌های سابق دفن پسماند شهری دارای پتانسیل‌های بالقوه و قابل کنترل، همچنین بهره‌گیری از امکانات زیربنایی می‌باشد.

منابع

- پوراحمد، احمد، حبیبی، کیومرث، زهرایی، سجاد، عدلی، سعید (۱۳۸۵). استفاده از الگوریتم‌های فازی و برای مکان‌یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن پسماند شهری بابلسر)، نشریه محیط‌شناسی، ۳۳(۴۲)، ۳۱-۴۲
- حجازی، سید اسدالله (۱۳۹۴). مکان‌یابی دفن پسماندهای شهری با استفاده از تکنیک‌های اطلاعات مکانی و تحلیل سلسله‌مراتبی؛ مطالعه موردی شهرستان مراغه، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۹(۵۴)، ۱۰۵-۱۲۵.
- حجازی، سید اسدالله، همتی، فریبا (۱۳۹۳). مکان‌یابی بهینه دفن پسماند روستای ليقوان با استفاده از مدل فرایند تحلیل شبکه، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۲۰(۵۶)، ۷۳-۸۸
- جباری، ایرج، رسولی، امین (۱۴۰۲). اندیشه جغرافیایی اساس مکان‌یابی بهینه برای پروژه‌های حساس (مطالعه موردی: پسماندهای ویژه در استان کرمانشاه)، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۲۷(۸۴)، ۱۱-۲۳
- جعفری، محمد، جعفری، علی (۱۳۹۵). مکان‌یابی محل دفن پسماندهای روستایی با استفاده از مدل AHP و نرم افزار (مطالعه موردی: شهرستان مانه‌شان)، نشریه پژوهش در بهداشت محیط، ۲(۳)، ۲۴۵-۲۵۴.
- رامشت، محمد حسین، حاتمی فرد، رامین، موسوی، سید حجت (۱۳۹۱). مکان‌یابی دفن پسماند جامد شهری با استفاده از مدل AHP و تکنیک (مطالعه موردی: شهرستان کوه‌دشت)، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۷(۴۴)، ۱۱۹-۱۳۸.
- شعبانپور بهنمیری، ناصر (۱۳۹۹). بررسی مکان‌یابی محل دفن پسماند به روش الکنو (مورد مطالعه شهر بهنمیر)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.
- عالی، نگین، رجبی، علی، فروتن، سیر محمد (۱۳۹۷). تحلیل ساختار مورفولوژی در مکان‌یابی و توسعه نقاط شهری (مطالعه موردی: شهر مریوان)، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۲۴(۷۱)، ۲۲۱-۲۴۳.
- عبدی، یاسین، میبدی، محمدرضا، ساریخانی، رامین (۱۴۰۰). مکان‌یابی دفن پسماندهای جامد شهری با استفاده از روش‌های اطلاعات مکانی و تحلیل سلسله‌مراتبی، نشریه زمین‌شناسی مهندسی، ۱۵(۴).
- فرهادی، مریم، حافظی مقدس، ناصر (۱۳۹۱). بررسی اثرات زیست‌محیطی ناشی از محل‌های مواد زائدجامد در مرحله ساخت و بهره‌برداری. دومین همایش نقش پژوهش و فناوری‌های نوین در مدیریت پسماند صنعتی تهران، ۱۶۴.
- خانزاده، نیما (۱۳۹۶). اولویت‌بندی مکان‌های دفن پسماند با بهره‌مندی تلفیقی از مدل‌های ANP و TOPSIS. چهارمین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست تهران.

Ahmad, A. Javid, U. Asif, M. Rashid Ahmad, S. Jaffari, M. A. Ashfaq, M. (2016). Landfill Sites Identification Using and Multi-Criteria Method: A Case Study of Intermediate City of Punjab, Pakistan. Journal of Geographic Information System, 8(1), 40-49.

Al Khaldi, N. Almadani, F. Querghi, S. (2021). Journal of Geographic Information System, 13, 508-522.

Hanson, J. Onnen, M. Yeshiller, N. Kopp, K. (2022). Heat energy potential of municipal solid waste landfills: Review of heat generation and assessment of vertical extraction systems, Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews, 167

Costa, I. Massard, G. Agarwal, A. (2010). Waste management policies for industrial symbiosis development: case studies in European countries. Journal of Cleaner Production, 18, 815-822

Korbut, M. Malovanyy, M. Boyko, R. Maskevych, A. (2023). Determination of the sanitary protection zone of municipal waste landfill based on evaluation of the environmental hazards: Case study of the Zhytomyr territorial community, Ukraine, Journal of Heliyon, 9.

- Mor, S. Ravindra, Kh. (2023). Municipal solid waste landfills in lower- and middle-income countries: Environmental impacts, challenges and sustainable management practices, Journal of Process Safety and Enviromental Protection, 174, 510-530
- Mvula,R. Mundike, J. Nguvulu, A. (2023). Spatial suitability analysis for site selection of municipal solid waste landfill using hybrid GIS and MCDA approach: The case of Kitwe, Zambia. Journal of Scientific African, 21
- Sumathi, V. R, Natesan, U, Sarkar, C. (2015). - based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill. Journal of waste management, 28(11), 2146-2160.
- Zamorano, M,Molero, E, Hurtado, A, Ramos, A. (2015). Evaluation of a municipal landfill site in Southern Spain with -aided methodology. Journal of hazardous materials, 30(3), 81-473.
- Wanore, T. Angello, Z. Fetanu, Z. (2023). Optimized landfill site selection for municipal solid waste by integrating GIS and multicriteria decision analysis (MCDA) technique, Hossana town, southern Ethiopia, Journal of Heliyon, 9.