Journal of
Geography and Planning
Vol. 27, Issue. 84, Summer 2023

Research Paper

Geographical Thinking is the Basis of Optimal Sit Selection for Sensitive Projects (Case Study: Special Wastes in Kermanshah Province)

Iraj Jabbari [1*], Majid Ahmadi-Molaverdi[2], Nafise Jami Alahmadi[3], Ali Rezapoor[4], Mohammad Mohammadnejad[5]

This paper is an open access and licenced under the CC BY NC licence.

DOI: 10.22034/GP.2023.14301

Refference to this article: Jabbari, I; Ahmadi-Molaverdi, M; Jami Alahmadi, N; Rezapoor, A; Mohammadnejad, M. (2023). Geographical thinking is the basis of optimal sit selection for sensitive projects (Case study: Special wastes in Kermanshah province). *Geography and Planning*, 27(84), 11-23.

Keywords

Site selection, Special waste, Analytic hierarchy process, Kermanshah province, Applied geography

Received: 2022/01/03

Accepted: 2022/02/21

Available: 2023/09/16

A B S T R A C T

With the development of industries and the expansion of human activities and the production of hazardous wastes, it is necessary to dispose of them in a suitable place that has the least threat to human life, and requires basic considerations about the site's vulnerability to natural and human hazards, ease of insulation and the risk of environmental pollution. Examining this issue seems very simple, which is why at the level of executive projects, each specialist considers himself entitled to location projects; unaware that each environment has certain complexities, the neglect of which may lead to great human and environmental waste. Accordingly, in this study, we first tried to improve the criteria for Iran according to geographical conditions by studying valid international standards and guidelines regarding the location of landfills for special waste. Second, with a geographical approach to the subject, by combining layers, the accuracy of the desired factors will increase, and by combining 46 maps or information layers, 35 desired factors will be selected with high accuracy. Third, by understanding that questionnaire-based methods such as hierarchical analysis (AHP) can not achieve reliable results in the evaluation of layers, new corrective methods can be proposed that lead to satisfactory results. Fourth, a geographical understanding of the phenomena can help assess the validity of the results in the final stages and, depending on its specialization, be effective in a particular type of site selection. In this study, based on calculations, the land required for burying special solid waste in Kermanshah province for 30 years with an area of 70 hectares was obtained. Land location with this area that did not cause damage to water, air, soil, wildlife and at the same time is close to industrial centers and roads but away from residential areas, airports and tourist areas was identified only in four places in the west of the province and on or near the Iranian-Iraqi border. Geomorphological studies also showed that one of the parts located in the southeast of Qasr Shirin should be the main priority.

*** Corresponding Author:** Iraj Jabbari
E-mail: iraj.jabbari@razi.ac.ir

1. Associate Professor of Geomorphology, Department of Geography, Faculty of Literature and Humanities, Razi University, Kermanshah, Iran.
2. Ph.D. Graduated of Geomorphology, Department of Geography, Faculty of Literature and Humanities, Razi University, Kermanshah, Iran.
3. Assistant Professor of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.
4. Ph.D. Student of Geomorphology, Department of Geography, Faculty of Literature and Humanities, Razi University, Kermanshah, Iran.
5. Assistant Professor of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.

Extended Abstract

Introduction

Waste is a matter of solids, liquids and gases (other than sewage) that are directly and indirectly the result of human activity and are considered waste by the producer. Waste is divided into 5 groups: ordinary waste, medical waste, agricultural waste, industrial waste and finally special waste. Special wastes are all wastes that require special care due to having at least one of the hazardous properties such as toxicity, pathogenicity, explosive or flammable, corrosive or similar. Those medical wastes as well as ordinary, industrial and agricultural wastes that need special management are considered as special wastes. Research background on landfill covers a wide range of articles and dissertations. The similarity of all these researches is the use of a specific location procedure, ie selecting the effective criteria from the existing instructions, preparing layers for each factor, determining the neighborhoods by elimination method, and prioritizing the designated areas. Most of these researches, which are reported as the result of dissertation researches, have focused on showing the level of software and technical performance, and due to the lack of practical and exploitable projects, their accuracy and dimensions of possible errors have not been monitored. Therefore, many of these studies have not discussed the possible problems in the final diagnosis of the predicted location. In addition to the general site selection barriers discussed above, site selection for sensitive phenomena such as landfills for hazardous industrial waste, in a mountainous environment such as Kermanshah province, which has complex geographical features and with relevant considerations estimating the area required for the volume of waste generated creates special problems that make it necessary to pay attention to them before the project, so in this study we try to use a geographical approach and analysis and spatial analysis, location problems in such cases are minimized and with more confidence, a location for Kermanshah province, where the need to determine the location of special waste for planners has been selected as a priority of research projects, to be selected. The highest utilization can be made with the least risk.

Data and Method

In this study, by studying valid international standards and guidelines regarding the site selection of special landfills, a total of 35 factors, including protected areas, landfills, mines, airports, power plants, historical and religious sites, oil refineries, water, transmission lines. water, electricity and gas, dam, aquifer, avalanche-prone areas, springs, water wells, aqueducts, seals, creeks, piezometric wells, industrial towns, industrial centers, rural areas and urban centers, main and secondary roads, railways Etc. It was considered that by separating and even combining some of these factors, it led to the production of 46 maps or information layers. Then, with the help of experts in different fields, information layers were evaluated using Analytic Hierarchy Process (AHP). Finally, by spatial modeling in Arc map environment, special waste landfills were identified.

Results and Discussion

Based on the results of this study, four places for burying special solid waste in Kermanshah province were identified. However, there are different conditions between the four options, which may vary to varying degrees in the future, depending on the initial needs and costs. The information obtained from the general surveys resulting from the generated maps and field evaluations can provide the possibility for an initial prioritization. Therefore, by summarizing the results presented in this study, their differences relative to each other can be measured. These differences in this study according to the priorities of environmental and community conditions as well as specialized comments obtained from waste experts and engineers on land use facilities, the possibility of sediment digging, land elevation, access to roads, security considerations, The wind limit was divided and by comparing them, it was predicted that site number 2 is more suitable for burying special solid waste in Kermanshah province due to the fact that in most cases it has better conditions. The second place is in the second place and parts 3 and 4 are in the last row mainly due to their high potential in terms of erodibility.

Conclusions

Therefore, in a location for which there is high sensitivity in terms of environment and geography, it is necessary to first measure the sensitivities of the subject by geographical analysis and by selecting multiple influencing factors and evaluating it with a geographical approach to the amount of risk. Greatly reduced. In the evaluation stage, it is necessary for the geographer to explain the issue in a desirable way to the experts who are involved in evaluating and completing the questionnaires. Then, to overlap the factors to achieve the desired location, perform appropriate modeling to increase his flexibility in changing values, and finally calculate the required area technically and the required level between

neighborhoods. Find a choice. Among the selected locations, the best options will be the ones where geographers again predict the effects of future environmental and human relations and take into account the special value changes in their options.

References

Abd-El Monsef, H., & Smith, S. E. (2019). Integrating remote sensing, geographic information system, and analytical hierarchy process for hazardous waste landfill site selection. Arabian Journal of Geosciences, 12(5): 1-14.

Alkaradaghi K., Ali S.S., Al-Ansari N., Laue J., Chabuk A. (2019). Landfill Site Selection Using MCDM Methods and GIS in the Sulaimaniyah Governorate, Iraq, Sustainability, 11 (17): 4530.

Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). (2006). National Guidelines for Hazardous Waste Landfills.

Chabuk, A., Al-Ansari, N., Hussain, H. M., Knutsson, S., Pusch, R., & Laue, J. (2017). Combining GIS applications and method of multi-criteria decision-making (AHP) for landfill siting in Al-Hashimiyah Qadhaa, Babylon, Iraq. Sustainability, 9(11): 1932.

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.

Donevska, K. R., Gorsevski, P. V., Jovanovski, M., & Peševski, I. (2012). Regional non-hazardous landfill site selection by integrating fuzzy logic, AHP and geographic information systems. Environmental Earth Sciences, 67(1): 121-131.

Gorsevski, P. V., Donevska, K. R., Mitrovski, C. D., & Frizado, J. P. (2012). Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: a case study using ordered weighted average. Waste management, 32(2): 287-296.

Ismail, S. S. (2017). Landfill site selection model using an integrated approach of GIS and multi criteria decision analysis (MCDA): example of Selangor, Malaysia. Sciences, 10(1): 1-8.

Keeney, R. L., Raiffa, H., & Rajala, D. W. (1979). Decisions with multiple objectives: Preferences and value trade-offs. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 9(7), 403-403.

Mishra, H., Karmakar, S., Kumar, R., & Singh, J. (2017). A framework for assessing uncertainty associated with human health risks from MSW landfill leachate contamination. Risk Analysis, 37(7): 1237-1255.

Rezazadeh, M., Sadati Seyedmahalleh, E., Sadati Seyedmahalleh E., Mehrdadi, N. and Golbabaei Kootenaei F. (2014). Landfill Site Selection for Babol Using Fuzzy Logic Method, Journal of Civil Engineering and Urbanis, 4(3): 261-265.

Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. Mathematical modelling, 9(3-5): 161-176.

Şener, Ş., Şener, E., Nas, B., & Karagüzel, R. (2010). Combining AHP with GIS for landfill site selection: a case study in the Lake Beyşehir catchment area (Konya, Turkey), Waste management, 30(11): 2037-2046.

Steuer, R.E. (1986). Multiple Criteria: Theory, Computation and Application. John Wiley & Sons, New York.

Vincke, P. (1992). Multicriteria decision-aid. John Wiley & Sons.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقاله پژوهشی

اندیشه جغرافیایی اساس مکان‌یابی بهینه برای پروژه‌های حساس (مطالعه موردی: پسماندهای ویژه در استان کرمانشاه)

ایرج جباری[1*]، مجید احمدی ملاوردی[2]، نفیسه جامی الاحمدی[3]، علی رضاپور[4]، محمد محمدنژاد[5]

این مقاله به صورت دسترسی باز و با لایسنس CC BY NC کریتیو کامانز قابل استفاده است.

ارجاع به این مقاله: جباری، ایرج؛ احمدی ملاوردی، مجید؛ جامی الاحمدی، نفیسه؛ رضاپور، علی؛ محمدنژاد، محمد؛ اندیشه جغرافیایی اساس مکان‌یابی بهینه برای پروژه‌های حساس (مطالعه موردی: پسماندهای ویژه در استان کرمانشاه). *نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۷ (۸۴)، ۱۱-۲۳.

DOI: 10.22034/GP.2023.14301

کلیدواژه‌ها

مکان‌یابی، پسماند ویژه، تحلیل سلسله مراتبی، استان کرمانشاه، جغرافیای کاربردی

دریافت شده: ۱۴۰۰/۱۰/۱۳

پذیرفته شده: ۱۴۰۰/۱۲/۰۲

منتشر شده: ۱۴۰۲/۰۶/۲۵

چکیده

با توسعه صنایع و گسترش فعالیت‌های انسانی و تولید پسماندهای خطرناک، دفع آنها را در محلی مناسب که دارای کمترین تهدید به حیات انسان باشد ضروری می‌گرداند و ملاحظات اساسی را در بارهٔ آسیب پذیری محل در برابر مخاطرات طبیعی و انسانی، سهولت عایق‌بندی و ریسک آلایندگی محیط می‌طلبد. بررسی این موضوع خیلی ساده به نظر می‌رسد به همین دلیل در سطح پروژه‌های اجرایی هر متخصصی در مکان‌یابی خود را سهیم می‌داند. غافل از اینکه هر محیطی پیچیدگی‌های خاصی دارد که غفلت از آنها ممکن است به ضایعات بزرگ انسانی و محیطی منجر شود. بر این اساس در این پژوهش سعی شد نخست با مطالعه استانداردها و راهنماهای بین‌المللی معتبر در خصوص مکان‌یابی محل‌های دفن پسماندهای ویژه معیارهای مورد نظر ایران با توجه به شرایط جغرافیایی ارتقا یابد. دوم اینکه با رویکرد جغرافیایی به موضوع با ترکیب لایه‌ها، دقت عوامل مورد نظر افزایش یابد و با ترکیب ۴۶ نقشه یا لایهٔ اطلاعاتی ۳۵ عامل مورد نظر با دقت بالا انتخاب شود. سوم اینکه با درک این موضوع که روش‌های مبتنی بر پرسش‌نامه مانند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) نمی‌تواند در ارزش‌گذاری لایه‌ها به نتایج مطمئنی برسد روش‌های اصلاحی جدیدی را می‌توان ارائه داد که به نتایج رضایتبخشی منجر شوند و چهارم اینکه درک جغرافیایی از پدیده‌ها می‌تواند در مراحل نهایی به سنجش اعتبار نتایج کمک کند و بسته به تخصص‌های آن در نوع خاصی از مکان‌یابی مؤثر واقع شود. در این تحقیق براساس محاسبات، زمین مورد نیاز برای دفن پسماندهای جامد ویژه استان کرمانشاه در مدت ۳۰ سال به مساحت ۷۰ هکتار به دست آمد. 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.

* **نویسنده مسئول:** ایرج جباری

رایانامه: iraj.jabbari@razi.ac.ir

۱. دانشیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

۲. دانش آموخته دکتری ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

۳. استادیار مهندسی محیط زیست، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

۴.دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

۵. استادیار مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

مقدمه

زُباله یا پسماند به مواد جامد، مایع و گاز (غیر از فاضلاب) گفته می‌شود که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم حاصل از فعالیت انسان بوده و ازنظر تولیدکننده زائد تلقی می‌شود (موسوی و طالشی، ۱۳۹۲). به محل دفن زباله‌های جامد اصطلاحاً خاک‌چال گفته می‌شود. پسماندها به ۵ گروه تقسیم می‌شوند: پسماندهای عادی، پسماندهای پزشکی، پسماندهای کشاورزی، پسماندهای صنعتی و بالاخره پسماندهای ویژه. پسماندهای ویژه به کلیه پسماندهایی گفته می‌شود که به دلیل دارا بودن حداقل یکی از خواص خطرناک از قبیل سمیت، بیماری‌زایی، قابلیت انفجار یا اشتعال، خورندگی یا مشابه آن به مراقبت ویژه نیاز داشته باشد. آن دسته از پسماندهای پزشکی و نیز پسماندهای عادی، صنعتی و کشاورزی که نیاز به مدیریت خاص دارند جزء پسماندهای ویژه محسوب می‌شوند (قانون مدیریت پسماند، مصوب ۱۳۸۳).

مطابق قانون اتحادیهٔ اروپا تنها پسماندهای پیش پالایش‌شده (خنثی، غیر خطرناک و خطرناک) می‌توانند دفن شوند. بنابراین اولین مرحله تدفین پسماندهای خطرناک فرایند بی خطرسازی پسماندهای ویژه است که قبل از هدایت آن‌ها به سمت محل دفن بر روی آن‌ها صورت می‌گیرد. اگرچه خاک مهم‌ترین و گسترده‌ترین صافی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب‌ها، بازیافت‌کننده ضایعات و نیز دریافت‌کننده بسیاری از مواد است لیکن ظرفیت آن محدود بوده ممکن است بسیاری از مواد سمی و آلاینده‌ها که به خاک افزوده می‌گردند ازنظر تمرکز افزایش‌یافته و درنهایت به‌صورت تهدیدی جدی برای محیط‌زیست درآیند (غضبان، ۱۳۹۰). عمده‌ترین مشکل محل دفن مواد زاید جامد شهری، شیرآبه و گاز تولیدشده در اثر تجزیه زباله‌های دارای ترکیبات آلی است. دراین‌بین مهم‌ترین عامل آلودگی آب در محل دفن مواد زائد جامد، شیرابه است که با ورود به آب‌های سطحی یا زیرزمینی مخاطرات بهداشتی و زیست‌محیطی برای انسان و جانوران ایجاد می‌کند (میشرا[1] و همکاران، ۲۰۱۷). برای دفن پسماندهای جامد ویژه وجود عناصر خاص در آن‌ها و آزاد شدنشان در طی فرایند تجزیه وضعیت خاصی را به وجود می‌آورد. برای مثال تنها در یک واحد الفین مجتمع پتروشیمی مارون از ۲۷ پسماند، ۸ پسماند خطرناک و ۱۹ پسماند غیر خطرناک وجود داشته است (معاوی و فرخیان، ۱۳۹۶)، ولی نقطه مثبتی که وجود دارد این است که پسماندهای جامد ویژه قبل از دفن باید در یک مرحله بی خطرسازی شوند. ازاین‌رو نگرانی برای تدفین آن‌ها تنها زمانی است که آن‌ها توسط عوامل یا حوادث طبیعی یا انسانی تحریک‌شده و پساب‌ها یا اجزا آن‌ها به محیط دیگری منتقل شود.

بر اساس دستورالعمل مصوب اتحادیه اروپا (۱۹۹۹) محل انتخابی برای ساخت محل دفن بایستی ملاحظاتی در رابطه با موارد زیر را در نظر داشته باشد: ۱) فاصله از سکونتگاه‌ها، جاذبه‌های تفریحی و گردشگری، منابع آبی و سایر سایت‌های شهری یا کشاورزی، ۲) وجود آب زیرزمینی، خط ساحلی یا مناطق حفاظت‌شده، ۳) شرایط زمین‌شناسی و هیدروژئولوژی سایت انتخابی، ۴) ریسک سیلاب، فرونشست، زمین‌لغزش یا ایجاد بهمن در سایت انتخابی، ۵) حفاظت از گونه‌های طبیعی یا میراث فرهنگی در ناحیهٔ مدنظر. از نظر شورای وزیران محیط‌زیست کانادا[2] (۲۰۰۶) محل دفن مهندسی پسماندهای خطرناک باید در مکانی قرار داشته باشد که به لحاظ شرایط زیست‌محیطی مناسب باشد. چنین مکانی باید به لحاظ زمین‌شناسی پایدار بوده، حساسیت زیست‌محیطی کمی داشته و به لحاظ هیدروژئولوژیکی مناسب باشد. در انتخاب محل ساخت لندفیل بایستی عوامل ژئوتکنیکی، کاربری زمین، زیستی، اقتصادی-اجتماعی، انسانی و زیست‌محیطی لحاظ شوند (چانگ[3] و همکاران، ۲۰۰۸). ویژگی‌های ژئولوژی و هیدروژئولوژی محل باید به‌دقت بررسی شوند تا تأیید شود که بیشترین امنیت برای سلامت و محیط‌زیست فراهم شود. برای مثال محل دفن پسماندهای خطرناک نباید در محل دشت‌های سیلابی یا در تماس با آب زیرزمینی قرار داشته باشد. تغییرات فصلی سطح آب زیرزمینی بایستی تعیین شود تا پتانسیل آلودگی آب قابل ارزیابی بوده و بتوان محل چاه‌های پایش را تعیین کرد. محل موردنظر نباید در نواحی لرزه‌خیز، یا محلی شامل حفرات، گسل‌ها یا فرو چاله‌ها قرار بگیرد. خاک کف محل دفن باید رسی بوده و چندین متر ضخامت داشته باشد. در غیر این صورت باید خاک مناسب به محل منتقل‌شده یا از لاینرهای ژئوسینتتیک مناسب استفاده شود. چنین پیشنهادهایی در مورد پوشش محفظهٔ دفن نیز ارائه‌شده است.

پیشینه تحقیق دربارهٔ تعیین محل دفن پسماندها حجم وسیعی از مقالات و راهنماها را در برمی‌گیرد. وجه تشابه همهٔ این تحقیقات استفاده از یک‌روال مشخص مکان‌یابی است، یعنی انتخاب معیارهای تأثیرگذار از دستورالعمل‌های موجود، تهیهٔ لایه‌ها برای هر عامل، تعیین محل‌ها با روش حذفی، و اولویت‌بندی به مناطق تعیین‌شده (حافظی مقدس و همکاران، ۱۳۸۶؛ نیکزاد و همکاران، ۱۳۹۳؛ علایی طالقانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ امان‌پور و همکاران، ۱۳۹۲؛ عباسی و سعیدی، ۱۳۸۸، رضازاده و همکاران، ۲۰۱۴؛ آل کاراداغی و همکاران، ۲۰۰۹؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۸، خلجی و همکاران، ۱۳۹۷؛ خیابانی و همکاران، ۱۳۹۷). اغلب این تحقیقات که به‌عنوان نتیجه‌ای از تحقیقات پایان‌نامه‌ای گزارش‌شده‌اند هدف اصلی بر روی نشان دادن میزان عملکرد نرم‌افزاری و تکنیکی متمرکزشده (برومندی و همکاران، ۱۳۹۳؛ ثمری جهرمی و حسین زاده اصل، ۱۳۹۱؛ سنر[4] و همکاران، ۲۰۱۰؛ رامشت و همکاران، ۱۳۹۱؛ سدیدی و همکاران، ۱۳۹۶؛ شهین‌فر و معتمدی، ۱۳۹۹؛ عبدالمنصف و اسمیت[5]، ۲۰۱۹؛ الکراداغی[6] و همکاران، ۲۰۱۹؛ دونفسکا[7] و همکاران، ۲۰۱۲؛ گورسفسکی[8] و همکاران، ۲۰۱۲؛ چابوک[9] و همکاران، ۲۰۱۷) و به دلیل نبود خصلت پروژه‌ای که جنبهٔ کاربردی و بهره‌برداری داشته باشد پایش صحت آن‌ها و ابعاد خطاهای ممکن صورت نگرفته است. ازاین‌رو خیلی از این تحقیقات مشکلات احتمالی در تشخیص نهایی مکان پیش‌بینی‌شده را به بوتهٔ بحث و بررسی نگذاشته‌اند. از

1 . Mishra
2 ..CCME
3 . Chang
4 . Şener
5 . Abd-El Monsef & Smith
6 . Alkaradaghi
7 . Donevska
8 . Gorsevski
9 . Chabuk

سوی دیگر ابعاد منطقه موردمطالعه آن‌ها نیز که اغلب در سطح شهرستان انجام می‌گیرد خیلی کوچک بوده و تهیه داده‌های و به‌ویژه تجزیه‌وتحلیل آن‌ها خیلی ساده است و حتی در بعضی تحقیقات مانند تحقیقی که برای مالزی صورت گرفته است (اسماعیل، ۲۰۱۷) تنها به استناد ۶ عامل مناطق شهری و مسکونی، آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی، مناطق حفاظت‌شده، شیب، آب سطحی و مسیرهای حمل‌ونقل به مکان‌یابی پرداخته است یا در شهرستان آستارا مکان‌یابی با استفاده از ۱۱ عامل در قالب معیارهای زیست محیطی و اقتصادی (بنی اسدی وهمکاران، ۱۳۹۶)؛ در شهرستان شوشتر با ۱۲ عامل (ترکی‌زاده و اسلامی، ۱۳۹۸)؛ در شهر بندعباس با ۴ عامل (ثمری جهرمی و حسین زاده اصل، ۱۳۹۱)؛ در استان قزوین ۱۲ عامل (صمدی خادم و همکاران، ۱۳۹۹)؛ در حوضه شاهرود-بسطام با ۱۲ پارامتر هیدروژئومورفولوژیکی-زیست محیطی (عرب عامری و رامشت، ۱۳۹۵) و در شهرستان گرگان با ۱۱ عامل (عمادالدین و همکاران، ۱۳۹۹) صورت گرفته است.

نکته بعدی که خیلی مهم است ولی خیلی کم به آن پرداخته می‌شود شیوهٔ اولویت‌بندی است. برای اولویت‌بندی مناطق مناسب برای دفن پسماندها، چهار رویکرد اساسی برای تصمیم‌گیری وجود دارد: ۱) تئوری سودمندی چند خصیصه‌ای [1] (کینی[2] و همکاران، ۱۹۷۹)؛ ۲) فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[3] (ساعتی[4]، ۱۹۸۷)؛ ۳) روش‌های رتبه برتری[5] (وینکی[6]، ۱۹۹۲)؛ ۴) رویه‌های تعاملی[7] (ستور[8]، ۱۹۸۶). ولی دربارهٔ روشی واحد و مطمئن اتفاق‌نظر وجود ندارد و از همه مهم‌تر روش‌های وزن دهی و اولویت‌بندی نیز بررسی روایی و پایایی صورت نمی‌گیرد تا مشخص شود درجه دقت تصمیم‌گیری چقدر است. همچنین در اغلب این تحقیقات نیازهای یک پروژه سنجیده نشده است.

علاوه بر موانع عمومی مکان‌یابی که در بالا در بارهٔ آن ها بحث شد مکان‌یابی برای پدیده‌ای حساس مانند محل دفن پسماندهای خطرناک صنعتی، در یک محیط کوهستانی مانند استان کرمانشاه که از ویژگی های پیچیدهٔ جغرافیایی برخوردار است و با ملاحظات مربوط به برآورد مساحت مورد نیاز برای حجم پسماندهای تولیدی مشکلات ویژه‌ای را به‌وجود می‌آورد که توجه به آنها قبل از اجرای پروژه را ضروری می‌گرداند از این رو در این تحقیق سعی می‌گردد با استفاده از رویکرد جغرافیایی و تجزیه و تحلیل‌های مکانی، مشکلات مکان‌یابی در این گونه مواقع به حداقل کاهش یافته و با اطمینان بیشتر محلی برای استان کرمانشاه که ضرورت تعیین محل برای پسماندهای ویژه برای برنامه‌ریزان در اولویت طرح‌های تحقیقاتی قرار گرفته است، انتخاب شود تا با کمترین ریسک بالاترین بهره‌برداری را بتوان از آن نمود.

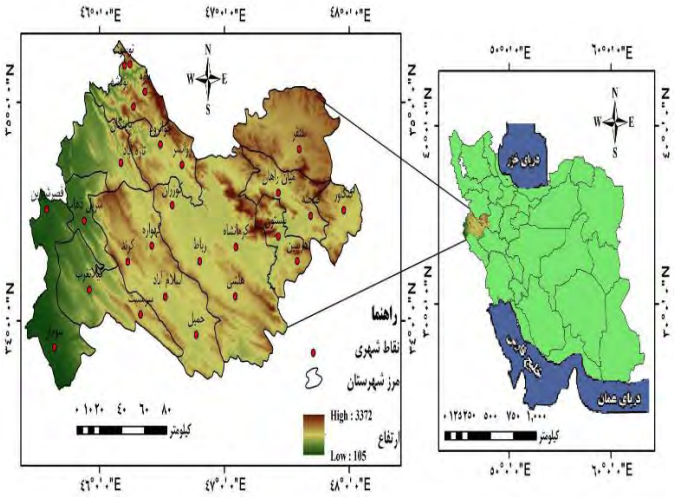
روش

منطقه مورد مطالعه

استان کرمانشاه با مساحتی معادل ۲۴۸۸۸ کیلومتر مربع در غرب کشور ایران واقع شده است (شکل۱). از نظر اقلیمی میزان بارندگی در مناطق مختلف استان بین ۲۵۰ تا بیش از ۷۰۰ میلیمتر در نوسان است و میانگین سالانه دما در این استان از ۲۲ درجه در گرمترین نواحی غربی تا حدود ۵ درجه سانتی‌گراد در کوهستان‌های مرتفع متغیر است. استان کرمانشاه با توجه به میزان بارش سالانه آن دارای منابع آب زیرزمینی و سطحی غنی است. موقعیت آب‌وهوایی و اکولوژیک استان کرمانشاه با میزان میانگین بارندگی و رطوبت نسبی سالانه، شرایط مناسبی را به وجود آورده است تا دامنه کوه‌ها و دشت‌های آن عموماً از جنگل و مرتع پوشیده شوند. در استان کرمانشاه به دلیل تنوع آب‌وهوایی دارای تنوع پوشش‌گیاهی فراوانی است به‌گونه‌ای‌که پوشش‌گیاهی منطقه معتدله با منطقه نیمه‌خشک و گرم یکسان نیست. با توجه به اینکه استان کرمانشاه ازنظر موقعیت تکتونیکی در مرز همگرایی بین دو صفحه عربستان و اوراسیا قرار دارد گسل‌های فراوانی در منطقه وجود دارد. با توجه به واحدهای مهم ساختمانی ایران دو زون مهم ساختمانی یعنی زاگرس و سنندج- سیرجان ساختار کلی زمین‌شناسی استان کرمانشاه را تشکیل می‌دهند. رسوب‌های عمده زاگرس چین‌خورده در استان شامل آهک- دولومیت، مارن، ماسه‌سنگ، ژیپس و نمک، می‌باشند. رسوبات زاگرس مرتفع استان نیز شامل رسوبات آهکی پلاتفرم داخلی (آهک بیستون)؛ رادیولاریت، گدازه‌های بازی، کربنات‌ها و سنگ‌های تخریبی بوده و افیولیت‌ها هستند.از نظر خاکشناسی نیز بیشترین وسعت را طبقات رس سیلتی و لوم رسی سیلتی در مناطق پایکوهی و هموار استان به خود اختصاص داده‌اند.

در این پژوهش عوامل متعدد انسانی و طبیعی برای مکان‌یابی دفن پسماند استفاده شده است که وضعیت آنها در استان کرمانشاه به طور خلاصه به صورت زیر است: در استان کرمانشاه ۷ منطقه حفاظت‌شده ، ۱۵ مرکز دفن پسماند، حدود ۱۱۹ معدن فعال، ۲ فرودگاه، ۲ نیروگاه، ۱۳۰ نقطه تاریخی و مذهبی، یک پالایشگاه نفت، دو خط عمده انتقال آب، خطوط انتقال برق و گاز، ۱۷ سد، ۱۹ آبخوان، ۲۰ محدوده‌های بهمن خیز، ۵۵۶۱ چشمه، ۸۶۶۵ حلقه چاه آب، ۴۰۸ قنات،۴۶۴ آب‌بند، ۲۵۳۲ نهر، ۴۰۸ حلقه چاه پیزومتری، ۱۴ شهرک صنعتی، ۳۹۵ مرکز صنعتی، ۳۱۶۴ نقطه روستایی و ۳۲ مرکز شهری وجود دارد. طول جاده‌های اصلی در استان کرمانشاه حدود ۲۸۴۵/۳۷۶ کیلومتر، طول جاده‌های فرعی (راه‌های روستایی) حدود ۵۲۱۹/۸۲۹ کیلومتر و طول راه‌آهن کرمانشاه نیز حدود ۴۹۵/۵۴۷ کیلومتر است.

1 - Multiattribute Utility Theory
2 - Keeney
3 - Analytic hierarchy process
4 - Saaty
5 - Outranking Methods
6 - Vincke
7 -Iinteractive Procedures
8 - Steuer



شکل (۱). موقعیّت جغرافیایی استان کرمانشاه

داده و روش کار

در این پژوهش برای تعیین مناطق مناسب برای دفن پسماندهای جامد ویژهٔ استان کرمانشاه ۳۵ عامل در نظر گرفته شد که چهار عامل آن یعنی جهت باد و فرسایش، فرونشست و زمین‌لغزش به دلیل نبود نقشهٔ توزیع عامل موقتاً کنار گذاشته شد تا در مرحلهٔ بعد از انتخاب محل، در روی زمین وضعیت آن‌ها بررسی شود. بنابراین ۳۱ عامل به‌صورت خالص برای ارزیابی کنار گذاشته شد تا به‌صورت لایه‌های اطلاعاتی تبدیل‌شده و در فرایند تجزیه‌وتحلیل قرار گیرد. باوجوداین، همهٔ ۳۱ عامل باقیمانده دارای لایه اطلاعاتی واحد نبودند. بعضی از آن‌ها توسط سازمان‌های مختلف استخراج‌شده و همدیگر را تکمیل می‌کردند مانند نقاط شهری، پهنه‌های شهری، نقاط روستایی، پهنه‌های روستایی و گسل‌ها؛ بعضی از آن‌ها باید به دو لایه متفاوت که حریم متفاوتی برخوردار بودند تقسیم می‌شدند مانند لایه فرودگاه‌ها و بعضی دیگر دارای حریم‌های حذفی و حریم‌های ارزشی بودند که آن‌ها نیز در بیشتر مواقع به دلیل خطاهای تجزیه‌وتحلیل که رخ می‌داد اجباراً باید به دو لایه متفاوت تبدیل می‌شد نتیجهٔ این تفکیک‌ها و حتی ترکیب‌ها به تولید ۴۶ نقشه یا لایهٔ اطلاعاتی منجر شد.

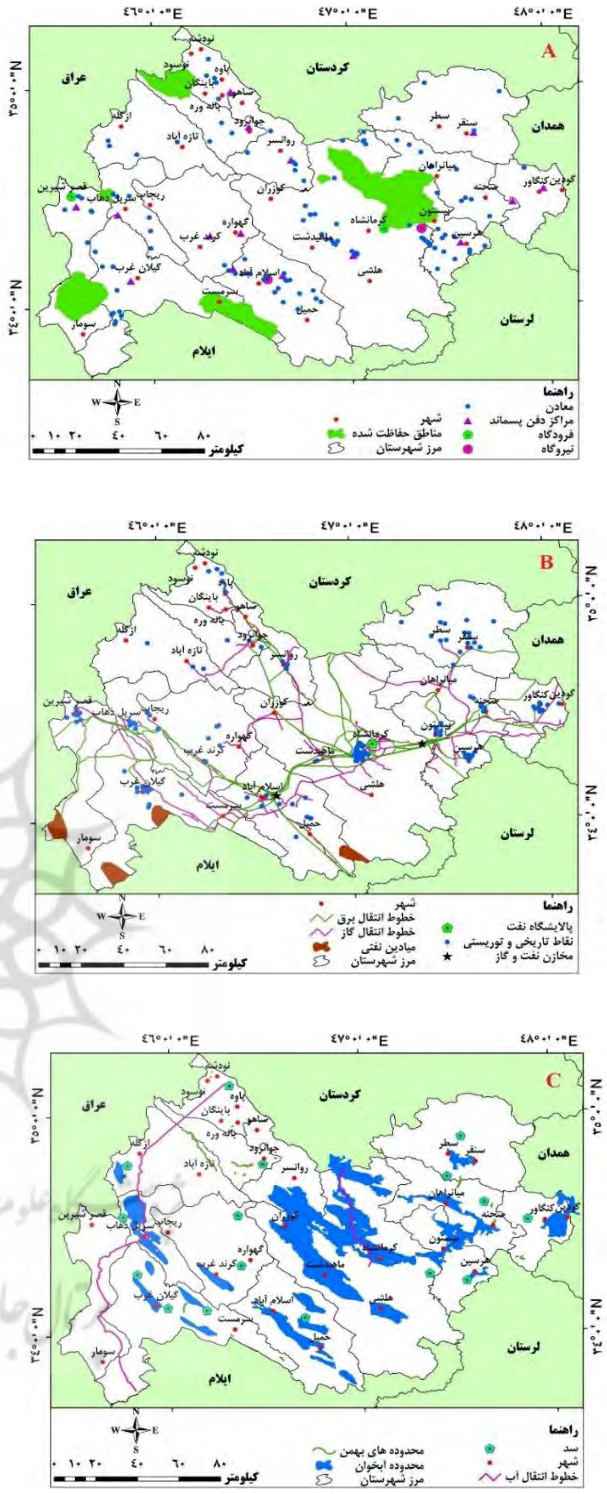
شیوهٔ مورداستفاده برای ارزش‌گذاری به عوامل استان کرمانشاه

عواملی وجود دارند که در محدودهٔ آن‌ها مکان دفن پسماندهای جامد ویژه ممنوع است ولی در حاشیه آن‌ها به هر فاصله‌ای تأسیس محل فوق بلامانع است. در این تحقیق لایه‌های مربوط به هر عامل تهیه‌شده یا طبق استانداردهای موجود، به آن‌ها حریم‌هایی ارائه داده شد (جدول ۱) و سپس آن لایه‌ها از کل لایه‌های موجود حذف شد. لایه‌هایی که همراه با یک حریم مشخص یا بدون آن از لایه‌ها حذف شدند ۱۳ لایه بودند که عبارت‌اند از: مناطق حفاظت‌شده، نیروگاه‌ها، خطوط انتقال آب، گاز و برق، فاصله از نقاط تاریخی و توریستی، محدوده‌های دفن پسماندها ، محدوده‌های مخازن نفتی غرب استان، میادین نفتی ، فرودگاه، معادن، آبخوان‌ها، سدها، مسیرهای بهمن، شیب، جهت شیب (شکل ۲). بعضی از این لایه‌ها مانند فرودگاه در دو نقشه جداگانه بودند که ترکیب‌شده و سپس در فرایند تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند ولی دو مورد ویژگی‌های ژئومورفولوژیک مانند بررسی فرونشینی، فرسایش، رانش زمین و غیره و ویژگی‌های باد منطقه به دلیل نبود اطلاعات موجود یا به دلیل عدم امکان اعمال آن در نقشه موقتاً کنار گذاشته شدند تا در زمان پایان فرایند تجزیه‌وتحلیل کارتوگرافیک به‌طور محلی در فرایند تجزیه‌وتحلیل میدانی قرار گیرند.

جدول (۱). عوامل حذفی

ردیف	فاکتورها	شیوهٔ محاسبه
۱	مناطق حفاظت‌شده	ایجاد حریم ۱ کیلومتری و حذف از محدودهٔ مطالعاتی
۲	نیروگاه‌ها	ایجاد حریم ۳ کیلومتری و حذف از محدودهٔ مطالعاتی
۳	خطوط انتقال آب، گاز و برق	ایجاد حریم ۵۰۰ متری و حذف از محدودهٔ مطالعاتی
۴	فاصله از نقاط تاریخی و توریستی	ایجاد حریم ۳ کیلومتری و حذف از محدودهٔ مطالعاتی
۵	محدوده‌های بهمن	ایجاد حریم ۵۰۰ متری و حذف از محدودهٔ مطالعاتی
۶	محدوده‌های دفن پسماندها	ایجاد حریم ۲ کیلومتری و حذف از محدودهٔ مطالعاتی
۷	محدوده‌های مخازن نفتی غرب استان	ایجاد حریم ۲ کیلومتری و حذف از محدودهٔ مطالعاتی
۸	میادین نفتی	ایجاد حریم ۲ کیلومتری و حذف از محدودهٔ مطالعاتی
۹	فرودگاه	ایجاد حریم ۵۰۰ بر فرودگاه کرمانشاه و حریم ۳۰۰ متری بر حریم فرودگاه قصرشیرین و حذف از محدودهٔ مطالعاتی
۱۰	معادن و مجاورت آن	ایجاد حریم ۱ کیلومتری و حذف از محدودهٔ مطالعاتی
۱۱	آبخوان‌ها	ایجاد حریم ۱ کیلومتری و حذف از محدودهٔ مطالعاتی
۱۲	سدها	ایجاد حریم ۱ کیلومتری و حذف از محدودهٔ مطالعاتی
۱۳	شیب	شیب بیش از ۳۰٪
۱۴	جهت باد	بررسی نهایی از داده‌های هواشناسی بر روی پهنه‌های انتخابی اولیه
۱۵	فرسایش، زمین‌لغزش، فرونشست	بررسی نهایی درروی زمین بر روی پهنه‌های انتخابی اولیه

گسل، لیتولوژی، خاک، کاربری زمین و شیب)، هیدرولوژی (فاصله از شبکه زهکشی، چشمه، تالاب، چاه، نهر، بند، قنات، آب‌های زیرزمینی)، زیرساخت‌ها و فعالیت‌های انسانی (فاصله از مناطق شهری و روستایی، مناطق صنعتی، راه‌های اصلی و فرعی، پالایشگاه‌ها، خطوط آب، برق و گاز) بودند، حریم تدریجی به درجات مختلف دارند که هر یک از حریم‌ها در مکان دفن پسماندهای جامد ویژه اثر می‌گذارد. این عوامل طبق استانداردهای موجود ممکن است در یک محدوده و حریمی تأثیر مثبت یا منفی را در مکان پروژه داشته باشند ولی این اثرات به‌تدریج با دور شدن از عامل کم‌رنگ یا پررنگ می‌شود که باید در محاسبات واردشده و موردتوجه قرار گیرند. این اثرگذاری بر اساس استانداردها فواصل امتیاز صفر تا ده را به خود اختصاص می‌دهند (جدول ۲ و شکل ۳)، ولی ارزش معیارها به تجربیات پیشین نیاز داشت. ازاین‌رو در این تحقیق سعی شد به کمک متخصصین مختلف مانند مهندسی محیط‌زیست، مهندسی صنایع، پسماندها، ژئومورفولوژی علاوه بر انتخاب و سنجش دقیق عوامل، ارزش‌گذاری و شیوهٔ امتیازدهی معیارها نیز در قالب علمی به‌طور سیستماتیک حفظ شود. به‌نحوی‌که در حدود ۱۰ متخصص در زمینه‌های مختلف انتخاب شد و نخست به روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به ارزش‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی پرداخته شد ولی به دلیل واریانس بالای نتایج دوباره پرسش‌نامهٔ دیگری تنظیم شد که در آن هر یک از عوامل توضیح داده شد و چند بار آزمون و خطا و ارائهٔ توجیهات بیشتر به پاسخ‌های قابل‌قبول‌تری رسیده شد که توانست با کسب کمترین واریانس وارد مدل تحقیق شود.



شکل (۲). موقعیت و پراکندگی عوامل حذفی در استان کرمانشاه A: مناطق حفاظت‌شده، مراکز دفن پسماند، معادن، فرودگاه و نیروگاه؛ B: نقاط تاریخی و توریستی، پالایشگاه نفت، مخازن نفت و گاز، میادین نفتی، خطوط انتقال گاز و خطوط انتقال برق؛ C: سدها، خطوط انتقال آب، محدوده‌های آبخوان و محدوده‌های بهمن خیز.

باوجوداین گروه دوم داده‌ها که در حدود ۲۰ نوع ویژگی در گروه‌های مختلف آب و هواشناسی (بارش و تبخیر)، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی (فاصله از

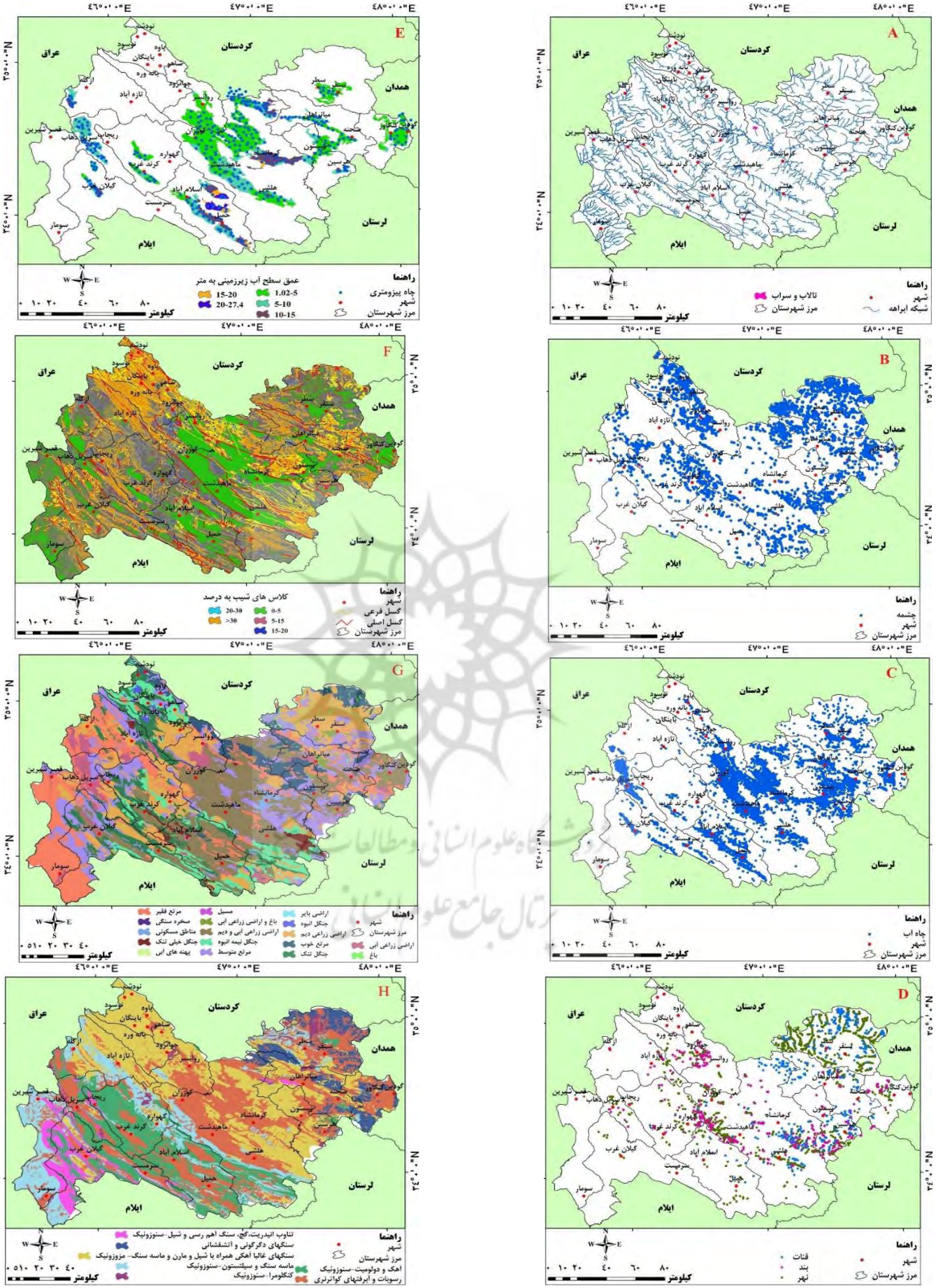
جدول (۲). عوامل تأثیرگذار در تعیین محل دفن پسماند جامد ویژه

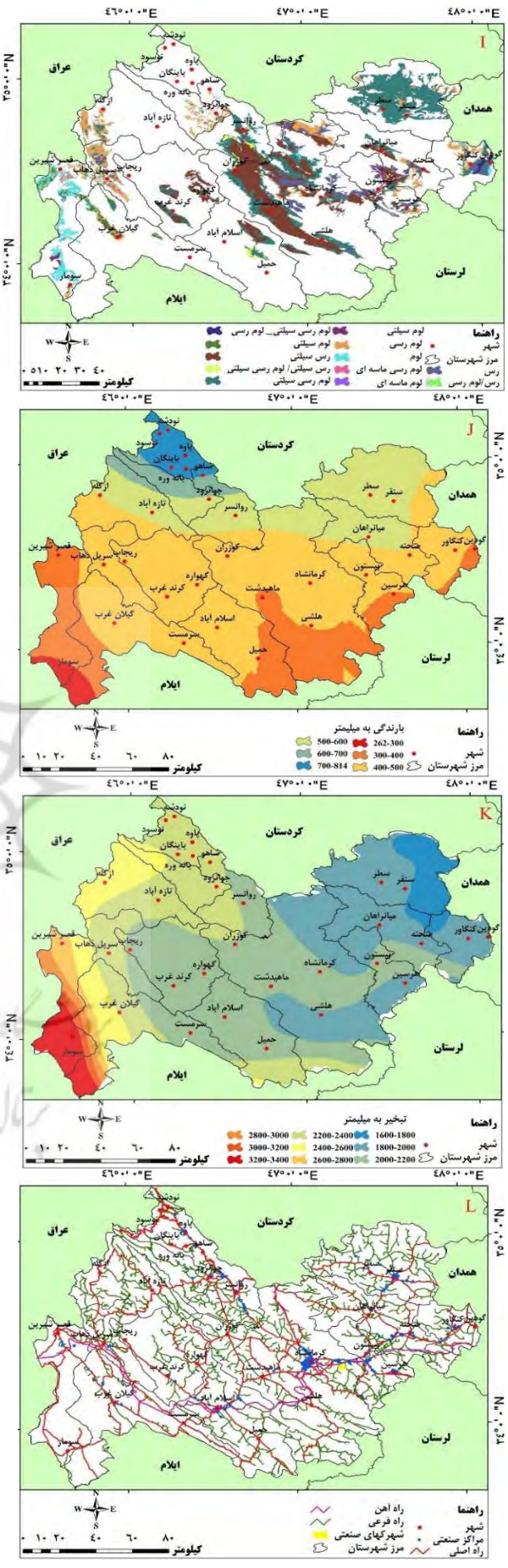
ردیف	عامل	ارزش				
		*کاملاً نامناسب (۰ یا ۱)	** نامناسب (۲یا۳)	نسبتاً مناسب (۵)	مناسب (۸)	کاملاً مناسب (۱۰)
۱	تبخیر	-	۱۸۰۰ -۲۰۰۰	۲۲۰۰-۲۰۰۰	۲۲۰۰-۲۴۰۰	>۲۴۰۰
۲	بارش	-	۵۰۰ - ۶۰۰	۴۰۰ - ۵۰۰	۳۰۰- ۴۰۰	<۳۰۰
۳	شیب	>۳۰٪	۲۰٪ – ۳۰	۱۵٪- ۲۰	۵٪ – ۱۵	۰٪- ۵
۴	گسل اصلی	۵۰۰ متر >	۰/۵ – ۱ کیلومتر	۱ -۲ کیلومتر	۲ -۶ کیلومتر	۶ کیلومتر<
۵	گسل فرعی	۵۰۰ متر >	۰/۵ – ۱ کیلومتر	۱ -۲ کیلومتر	۲ -۴ کیلومتر	۴ کیلومتر<
۶	کاربری زمین	زمین‌های مسکونی، تالاب، مسیل	جنگل و کشاورزی آبی	باغ، کشاورزی آبی-دیم، اراضی زه دار و بایر	کشت دیم، مخلوط (۷)، ، لم‌یزرع کشت دیم و لم‌یزرع(۸) ، مرتع خوب (۹) و مرتع ضعیف (۱۰)	
۷	سنگ‌نگاری	آبرفت و رسوبات جدید و آهک و دولومیت سنوزوئیک(۲)، ماسه‌سنگ، سیلتستون، آهک‌رسی، و شیل (۴)، کنگلومرا تناوب سنگ‌های نرمی مانند آنهدریت و گچ و شیل با سنگ‌های سختی مانند آهک (۵)، ماسه‌سنگ، و(آنهدریت ، ژیپس و آهک و شیل (۶)			سنگ‌های آذرین و سنگ‌های دگرگونی	شیل، مارن، س، نهشته‌های ریزدانه با ضخامت زیاد
۸	خاکشناسی	رسوبات آبرفتی دانه‌درشت با نفوذپذیری زیاد	لوم ماسه‌ای و ماسه‌ای سیلتی (۱۰)، لوم سیلتی و سیلت لومی(۹) ، لوم (۷) و لوم رسی (۶)، لوم رسی سیلتی (۸)، ، رس سیلتی (۵)، رس (۴)، رگولیت (۰)، رگولیت هوازده (۱)، تراس‌ها (۲)			
۹	قنات	کمتر از ۵۰۰ متر	ک.م.۱— ۵۰۰ م.	۱ -۲ کیلومتر	۲ -۵ کیلومتر	۵ کیلومتر<
۱۰	چشمه	کمتر از ۵۰۰ متر	ک.م.۱— ۵۰۰ م.	۱ -۲ کیلومتر	۲ -۵ کیلومتر	۵ کیلومتر<
۱۱	چاه	کمتر از ۱ ک. م.	۱-۲ ک.م.	۲ -۳ کیلومتر	۳ -۵ کیلومتر	۵ کیلومتر<
۱۲	بند	کمتر از ۵۰۰ متر	ک.م.۱— ۵۰۰ م.	۱ -۲ کیلومتر	۲ -۵ کیلومتر	۵ کیلومتر<
۱۳	رودخانه‌ها	کمتر از ۱ ک. م.	۱-۲ کیلومتر	۲ -۳ کیلومتر	۳ -۵ کیلومتر	۵ کیلومتر<
۱۴	تالاب	کمتر از ۱ ک. م.	۱-۲ ک.م.	۲ -۳ کیلومتر	۳ -۵ کیلومتر	۵ کیلومتر<
۱۵	نهر	کمتر از ۱ ک. م.	۱-۲ ک.م.	۲ -۳ کیلومتر	۳ -۵ کیلومتر	۵ کیلومتر<
۱۶	عمق آب زیرزمینی	در طول دورهٔ آماری ۳۰ ساله کمترین عمق ۷ متری	در طول دورهٔ آماری ۳۰ ساله عمق ۷ تا ۱۳ متری امتیاز ۴		در طول دورهٔ آماری ۳۰ ساله کمترین عمق ۱۳ تا ۲۴ متری امتیاز ۶	
۱۷	شهرک صنعتی	-	۵۰ ک.< و ۳ ک.<	۵۰ - ۳۰ ک.م.	۱۰-۳۰ک.م.	۳-۱۰ ک.م.
۱۸	مراکز صنعتی	-	۵۰ ک.< و ۳ ک.<	۵۰ - ۳۰ ک.م.	۱۰-۳۰ک.م.	۳-۱۰ ک.م.
۱۹	جاده اصلی	کمتر از ۳۰۰ م.	۲۰ ک.م.<	۱۵-۲۰ ک.م.	۵-۱۵ ک.م.	۳-۰/۵ ک.م.
۲۰	جاده فرعی	-	۱۰ ک.م	۵-۱۰ ک.م.	۳-۵ ک.م	کمتر از ۳ک.م.
۲۱	راه‌آهن	کمتر از ۳۰۰ م.	۲۰ ک.م.<	۱۵-۲۰ ک.م.	۵-۱۵ ک.م.	۱-۵ ک.م.
۲۲	✹مناطق شهری	۱ک.م.<	۵ – ۱ ک.م.	۷ -۵ ک.م.	۱۰ -۷ ک.م.	۱۰ک.م. <
۲۳	✹ نقاط شهری	۱ک.م.<	۵ – ۱ ک.م.	۷ -۵ ک.م.	۱۰ -۷ ک.م.	۱۰ک.م. <
۲۴	✹ مناطق روستایی	۱ک.م.<	۲ – ۱ ک.م.	۵-۲ ک.م.	۱۰ -۵ ک.م.	۵ک.م. <
۲۵	✹ نقاط روستایی	۱ک.م.<	۲ – ۱ ک.م.	۵-۲ ک.م.	۱۰ -۵ ک.م.	۵ک.م. <

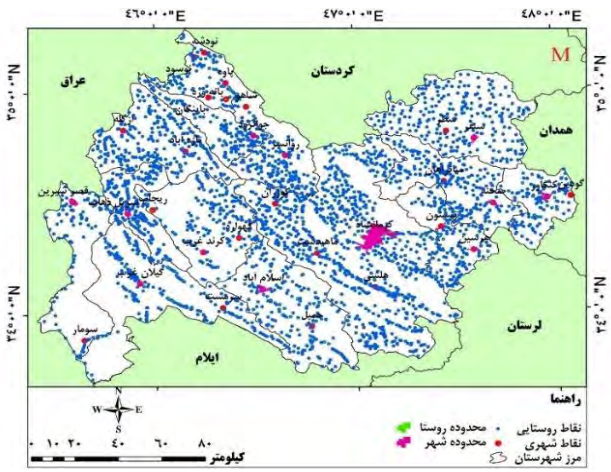
* در مواقع حساس و قابل‌حذف امتیاز صفر و در مواقع غیر حساس ارزش ۱ داده شد.

** برای رعایت نسبت معقول تغییر ارزش معیارها، به این سطح زمانی ۲ امتیاز داده‌شده که سطح قبلی آن حذف‌شده باشد. ولی موقعی که حساسیت موضوع کم بوده و سطح قبلی امتیاز ۱ گرفته باشد به این سطح امتیاز ۳ داده شد.

✹ مناطق شهری با نقاط شهری و مناطق روستایی با نقاط روستایی همپوشانی داشتند ولی نقاط از تعدد بیشتری برخوردار بودند. ازاین‌رو هردوی این لایه‌ها اعمال شدند.


A
B
C
D
E
F
G
H
کردستان
همدان
لرستان
ایلام
عراق
راهنما
شهر
مرز شهرستان
کیلومتر





شکل (۳). موقعیت و پراکندگی عوامل تأثیرگذار در تعیین محل دفن پسماند جامد ویژه، A: شبکه آبراهه، تالاب و سراب‌ها؛ B: چشمه‌ها؛ C: چاه‌ها؛ D: قنات، بند و نهر؛ E: چاه‌های پیزومتری و عمق سطح آب زیرزمینی؛ F: نقشه شیب و موقعیت گسل‌ها G: نقشه طبقات کاربری اراضی؛ H: نقشه لیتولوژی؛ I: نقشه خاکشناسی؛ J: نقشه میانگین طولانی‌مدت بارندگی؛ K: مقدار تبخیر سالیانه؛ L: مراکز و شهرک‌های صنعتی، راه‌های اصلی و فرعی و راه‌آهن؛ M: نقاط و محدوده‌های شهری و روستایی.

یافته ها

تجزیه‌وتحلیل و مدل‌سازی داده‌ها برای انتخاب مناسب‌ترین محل

۳۸ لایهٔ اطلاعاتی در محیط ArcMap نرم افزار ArcGis نسخهٔ ۱۰/۳ بر مبنای مدل ارتفاع رقومی ۱۰ متری که از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شده بود. تجزیه و تحلیل شد. این میزان دقت در مدل رقومی ارتفاعی هر چند که پردازش داده ها را به دلیل افزایش حجم داده‌ها با مشکل مواجه کرده و برای تهیه نقشه‌ها تیم تحقیق را مجبور می‌کرد که اطلاعات را به‌جای یک‌لایه از چندین لایه به دست آورد، ولی محاسبات و تخمین‌های بعدی را با دقت بالا ارائه داد. در مدلی که طراحی شده بود این لایه‌ها به صورت بولین یا به صورت فازی باید استاندارد می‌شدند. لایه های فازی شده قبلاً حریم بندی شده و سپس به رستری تبدیل شدند. در مرحلهٔ استاندارد سازی، ارزش گذاری که از طریق پرسش نامه به دست آمده بود در لایه‌های فازی شده اعمال شدند و در لایه های بولین به صورت صفر و یک طبقه‌بندی شدند. در مرحلهٔ بعدی تمام اطلاعات با چهار عمل اصلی محاسبه شدند و نتیجه به صورت حدودهای مناسب برای مکان دفن پسماندهای جامد ارائه شدند. در مرحلهٔ نهایی از بین این مناطق نواحی که دست‌کم ۷۰ هکتار مساحت داشتند باید انتخاب می شدند که با دستور Zonal Geometry و Raster Calculate این مرحله نیز انجام گرفت.

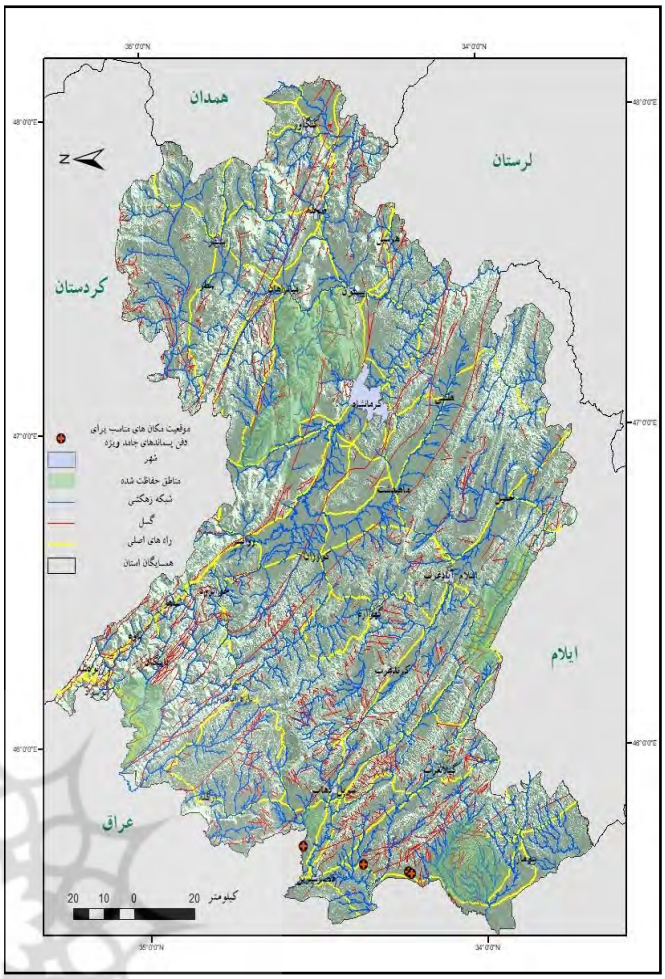
برای درک عملکردهای فرایندهای جغرافیایی تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی با تفسیر پدیده های باقی مانده مانند عمل باد و مقاطع زمین شناسی مستخرج از اوگ چاه ه‌ها که از سازمان آب منطقه ای کرمانشاه دریافت شده بود تکمیل گردید و در نهایت با مراجعه بر روی زمین و بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژیک مناطق انتخاب شده، انتخاب های به دست آمده ارزیابی و برای آنها اولویت بندی شد. این تفسیر این نتیجه را داد تا پیشنهادهای لازم برای مدیران برای انتخابهای مقرون به صرفه ارائه شود و در صورت نیاز شیوه‌ای که به گسترش مطالعات دقیق تر منجر شود برای آنها ترسیم گردد.

بحث و نتیجه‌گیری

در پهنه تقریباً ۲۵۰۰۰کیلومتر مربعی یا ۲/۵ میلیون هکتاری استان کرمانشاه با اعمال همه محدودیتهای که اعمال شد، نرم افزار چهار محل را به مساحت در مجموع ۴۸۶ هکتاری را در چهار نقطه استان تشخیص داد. این چهار نقطه جملگی در غرب استان و در دشت قصرشیرین و آن هم در نزدیک مرز ایران و عراق قرار گرفته اند(شکل ۴). آنها مساحت بیشتر از ۷۰ هکتار دارند (جدول ۳). این مکان‌ها ارزش بیش از ۸ را دریافت کرده اند. این ارزش بیانگر این است که ۸۰ ٪ محدودیتهای محل را این قطعات ندارند و تنها ممکن است محدودیتهای جزئی را داشته باشد که آن نیز در حد ممنوع بودن نیست و ممکن است با کمترین هزینه قابل رفع باشد. البته با همین ارزش محل‌های دیگر نیز نرم افزار قادر به تشخیص می باشد، ولی آنها کمتر از ۷۰ هکتار عرصه خواهند داشت. اتفاقاً آنها نیز در دشت سرپل ذهاب و قصرشیرین توزیع شده اند. این نشان می دهد که این دشت پتانسیل بالایی را برای این نوع کاربری دارد که سایر نقاط استان بنابه محدودیتهایی که لایه‌های اطلاعاتی بر اساس استانداردها نشان دادند حتی برای مساحتهای خیلی کم نیز امکانی را برای دفن پسماندها ندارند. با وجود این بعضی محدودیتهای جغرافیایی را نیز برای این منطقه باید لحاظ شوند که در لایه های اطلاعاتی به دلیل محدویت اطلاعات این امکان وجود نداشت. این محدودیتها ممکن است از ۴ عامل متوجه منطقه دفن پسماندها باشد. این ۴ عامل یا به عبارتی محدودیت عبارت از: وضعیت بادها، فرسایش، فرونشست و رانش زمین که مورد اول با تجزیه تحلیل گلبادهای منطقه و سه مورد دیگر با مطالعات میدانی بررسی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

محل شماره ۱ به مساحت ۷۱ هکتار در شمال شرق قصرشیرین در مرز ایران و عراق و بین دو روستای دارخور و برادر عزیز قرار گرفته است. بررسی ویژگی‌های مکانی این محل نشان می دهد که این محل از جریانات سطحی اصلی به دور است، از جادهٔ اصلی ۳/۵ کیلومتر فاصله دارد، ولی با یک جاده فرعی که در ۲/۵ کیلومتری روستای سید ایاز (از سرپل زهاب) از جاده اصلی جدا می شود و از درون محل مورد نظر عبور می کند، با جاده اصلی ارتباط پیدا می کند . این محل همچنین عاری از خیلی محدودیتها مانند منطقه حفاظت شده، گسل، آبهای سطحی و زیرزمینی، بهمن و کاربری‌های خاص زمین می باشد. مطالعات میدانی نشان داد که این محل بر روی سازند آغاجاری قرار گرفته است. این سازند متشکل از تناوب لایه‌های مارن قرمز، سیلتستون و ماسه سنگ قرمز دورهٔ میوسن – پلیوسن می‌باشد که در مناطق شیب دار بشدت فرسایش یافته است ولی در این محل فرسایش به دلیل شیب کم گسترش شدیدی پیدا نکرده است، و تنها چند آبراهه وظیفهٔ زهکشی روانابها را برعهده دارد (شکل ۵) . ولی بررسی بادهای منطقه نشانگر وجود جهتهای مختلف بادهای غالب در این منطقه است (شکل ۶). گلباد ایستگاه هواشناسی سرپل‌ذهاب در کل ساعات دیده‌بانی نشان می‌دهد که باد غالب اول جنوب شرقی با ۹/۸ درصد و باد غالب دوم با حدود ۹/۵ درصد غربی می‌باشد. باد آرام با کمتر از نیم متر بر ساعت حدود ۶۱/۲ درصد می‌باشد. گلباد ایستگاه هواشناسی قصرشیرین در کل ساعات دیده‌بانی نشان می‌دهد که باد غالب اول غربی با ۱۵ درصد و باد غالب دوم با حدود ۱۳ درصد شمالی می‌باشد. باد آرام با کمتر از نیم متر بر ساعت حدود ۳۰/۳ درصد می‌باشد بنابر این اگر دو گلباد قصرشیرین و سرپل ذهاب را برای این محل ملاک قرار گیرد. جهتهای جنوب و جنوب شرق، شمال و غرب بیشترین بادهای ممکن را خواهد داشت که در همه موارد جریان آن ها مراکز بزرگ جمعیتی را کمتر تحت تأثیر قرار خواهد داد.

محل شماره ۲ به مساحت ۱۸۷ هکتار در ۲۶ کیلومتری جنوب شرق قصرشیرین در انتهای دره رودخانه کنکاوش قرار گرفته است. به شعاع ۵ کیلومتری این محل واحد مسکونی مشاهده نمی شود. نزدیک ترین روستا در فاصله ۵/۱ کیلومتری شمال شرقی آن روستای ده پهن عبدالله است و روستاهای ده پهن سفلی، باره بو انجیران و خزئل کارکارک نیز در شمال شرق آن قرار گرفته اند. در ۴ کیلومتری غرب آن رودخانه الوند با جهت شمال شرق-جنوب غرب به مرز ایران و عراق نزدیک می‌شود. بررسی ویژگی-های مکانی این محل نشان می دهد که آن از جریانات سطحی اصلی به دور است، جادهٔ اصلی قصرشیرین – نفت شهر نیز در فاصله ۶ کیلومتری غرب آن قرار دارد ولی دسترسی به آن از طریق جاده فرعی روستای نی پهن عبدالله میسر است. این محل نیز عاری از خیلی محدودیتها مانند منطقه حفاظت شده، گسل، آبهای سطحی و زیرزمینی، بهمن و کاربری های خاص زمین می باشد (شکل ۴) . این محل نیز بر روی سازند آغاجاری قرار گرفته است و ظاهراً فرسایش در سطح آن خیلی کم می باشد (شکل ۵) ولی در طرفین آن جریان آبراهه ها توانسته است خندق هایی را تولید کند که به آن چهرهٔ بدلندی ببخشد. این به دلیل جریان آب به سمت شیبهای طرفین بخش انتهایی فرود طبقات رخ می دهد. فرسایش قهقرایی ممکن است خندق‌ها را به سمت این محل هدایت کند و این ایجاب می کند که قبل از بستر سازی برای محل دفن این ویژگی منطقه با دقت بیشتر بررسی شود. ولی اگر گلباد قصرشیرین برای این محل ملاک قرار گیرد جهت بادهای غالب جنوب شرق و غرب محدودیت کمی را برای این منطقه با تراکم جمعیتی کم به وجود خواهد آورد. تنها قصرشیرن در ۱۷ کیلومتری شمال شمال شرق این محل قرار گرفته است (شکل ۷) ممکن است تحت تآثر بادهای جریان یافته از روی این محل قرار گیرد که البته موقعیت پناهگاهی این محل در دامنه‌های شمال شرق ناهمواری ممکن است مانع مهمی برای تصاعد گازها به جو باشد.



شکل (۴). نقشه موقعیت مکان های مناسب برای دفن پسماندهای جامد ویژه در سطح استان کرمانشاه همراه با بعضی از عوارض مهم مؤثر در تعیین مکان آن‌ها.

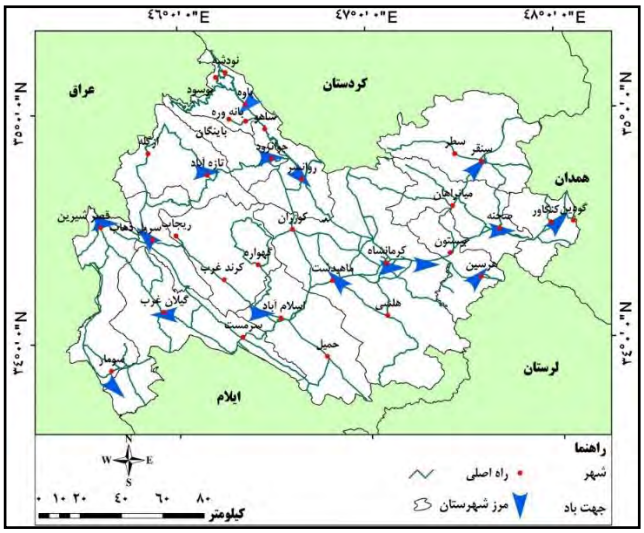
دو محل (شماره ۳ و ۴) در نزدیک هم و در سمت چپ جاده قصرشیرین به نفت شهر واقع شده‌اند. به شعاع ده کیلومتری آن در خاک عراق و به شعاع ۲۰ کیلومتری آن در خاک ایران آبادی یا مجتمع مسکونی خاصی را نمی توان مشاهده کرد. در این دو محل هر چند که بهمن یا فرونشینی مشاهده نمی شود ولی فرسایش بیشتر از دو محل قبلی گسترش یافته است (شکل ۵). در واقع این محل نیز بر روی سازند فارس قرار گرفته است ولی آز نجا که زمین تقریباً هموار می‌باشد و رواناب دامنه‌های ناهمواری شرقی به این سمت سرازیر می شود (شکل ۴) فرسایش در این محل ها بیشتر صورت گرفته و خندق های بیشتری روبه گسترش‌اند. باوجود از نظر مسیر و جهت گیری بادها اگر ایستگاه هواشناسی گیلان‌غرب را به عنوان ملاک تعمیم برای این محل قرار دهیم از کل ساعات دیده‌بانی آن، باد غالب اول شرقی با ۳۰/۱ درصد و باد غالب دوم با حدود ۱۹ درصد غربی می‌باشد. باد آرام با کمتر از نیم متر بر ساعت حدود ۱۸/۲ درصد می‌باشد (شکل ۶ و ۷) و نسبت به دو محل قبلی شرایط مناسب تری را خواهد داشت و حتی اگر بادهای قصرشیرین نیز به این محل تعمیم داده شود، مجدداً با فرض انتشار گازها در این جهتها مناطق مسکونی قابل توجهی به چشم نخواهد خورد، زیرا دو مکان ۳ و ۴ که در نزدیک یکدیگر و دقیقاً کنار مرز ایران و عراق قرار گرفته اند تا شعاع ده کیلومتری آن‌ها مجتمع های مسکونی قابل توجهی وجود ندارد و تنها پاسگاه های نیروی انتظامی به آن نزدیک هستند اگر جریان هوای نظیر گیلان غرب حاکم باشد در محدوده عراق در شعاع ۵ کیلومتری می توان روستای کانی باز را یافت، ولی اگر جریان هوا الگوی مشابه جریان هوای قصر شیرین را داشته باشد ممکن است در فاصله ۳۱ کیلومتری خود شهر قصرشیرین را در معرض جریان هوای عبوری از این مسیر قرار دهد. البته تمایل قصرشیرین به سمت شمال شرق نسبت به این محل کمی این احتمال را کم رنگ می کند و فاصله طولانی نیز احتمال تأثیر گذاری را مجدداً کاهش می دهد.

جدول (۳) . موقعیت مناسب ترین مکان ها در استان کرمانشاه برای دفن پسماندهای جامد ویژه

محل	مساحت (هکتار)	ارتفاع (متر)	موقعیت نسبی	مختصات جغرافیایی	
				طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
مکان شماره ۱	۷۱	۴۱۰	نزدیک روستای برادر عزیز	۱۶/۴۳، ۴۱، ۴۵	۵۳/۷۸، ۳۲، ۳۴
مکان شماره ۲	۱۸۷	۳۸۷	نزدیک روستای نی پهن عبدالله	۲۵/۹۴، ۳۷، ۴۵	۱۱/۰۲، ۲۲، ۳۴
مکان شماره ۳	۷۶	۳۹۴	بین پاسگاه های تپه گل و حیدرآباد	۰۴/ ۳۰، ۳۶، ۴۵	۳۰/۰۱، ۱۴، ۳۴
مکان شماره ۴	۹۲	۳۸۶		۴۵/۸۹، ۳۵، ۴۵	۳۸/۴۴، ۱۳، ۳۴

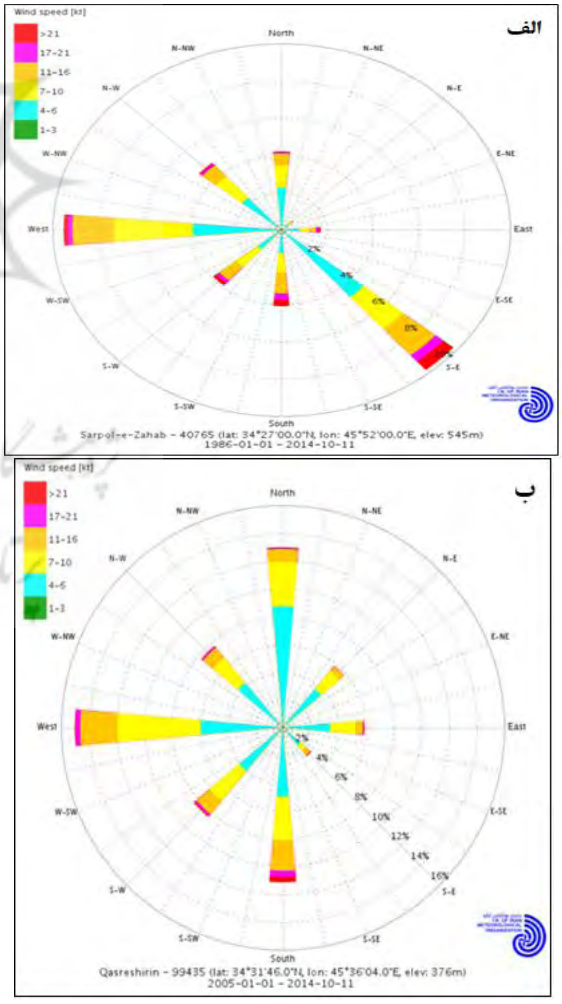
محل شماره ۳ به مساحت ۷۶ هکتار و مکان شماره ۴ به مساحت ۹۲ هکتار در ۱۴ کیلومتری جنوب غرب مکان قبلی (مکان شماره ۲) و در امتداد همان پایکوه‌هایی قرار گرفته است که مکان ۲ نیز در آن قرار دارد (شکل ۴). این

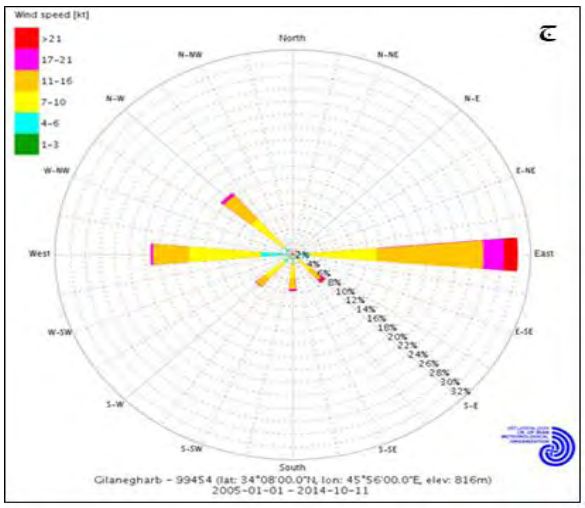
شکل ۵- وضعیت ژئومورفولوژیک مکان های چهارگانه مناسب برای پسماندهای جامد ویژه استان کرمانشاه



شکل ۶ . توزیع میانگین جهت باد غالب سالیانه در سطح استان کرمانشاه (منبع سازمان هواشناسی کرمانشاه)

وضعیت بادهای منطقه و میزان محدودیت آن ها برای مکان های تعیین شده





شکل ۷ . گلبادهای: الف) سرپل ذهاب (در دوره آماری ۹۳-۱۳۶۷) ، ب) قصرشیرین (دوره آماری ۹۳-۱۳۷۶) و ج) گیلان غرب (دوره آماری۹۳-۱۳۸۴).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش چهار محل برای دفن پسماندهای جامد ویژه استان کرمانشاه شناسایی شد. این محل‌ها با در نظر گرفتن ۳۶ ویژگی جغرافیایی که در ۳۸ لایه اطلاعاتی جمع شده بودند انتخاب شدند. رویکردهای جغرافیایی در این بخش توانست در تحلیل نحوهٔ تجمیع عوامل و انتخاب مقیاس‌ها و تحلیل اثرگذاری آنها در پروژه و همچنین تأثیر فرایند تدفین در آن عوامل، و بالاخره در عمق ارزش‌گذاری عوامل اثر بگذارند. علاول براین این دانش در بخش نهایی شاید بیشترین نقش را ایفا می‌کند.

از آنجا که چهار گزینه نیز در شرایط جغرافیایی متفاوت قرار گرفته‌اند، بسته به نیاز و هزینه کرد اولیه ممکن است در آینده به درجات مختلف باصرفه باشند. اطلاعات به دست آمده از بررسی های عمومی حاصل از نقشه های تولید شده و ارزیابی های میدانی به عمل آمده این امکان را برای یک اولویت بندی اولیه فراهم کرد. نخستین ملاحظه وضعیت زمین از نظر ژئومورفولوژیک بود که ساختار زمین‌شناسی یکسان این چهار مکان به دلیل استقرار بر روی سازندهای گورپی امتیاز یکسانی را دریافت می کنند. این امتیاز برابر در باره فرونشینی زمین و حرکات توده‌ای نیز صدق می‌کند؛ زیرا همه آنها بر روی سطوح هموار قرار گرفته و به دور از این خطرات می‌باشند. ولی موقعیت آنها بسته به شیب و تمرکز جریان آبها، آنها را از نظر وضعیت فرسایش در موقعیتهای مختلف قرار می‌دهد و آنها به ترتیب به صورت ۲، ۱، ۳ و ۴ اولویت بندی مر روی محل ۲ علی رغم وجود فرسایش در کناره های محل منتخب آثار فرسایش خیلی کمتر می باشد، در حالی که محل ۳ و ۴ به شدت در معرض جریان آبهای فصلی قرار می گیرند. امکان دیگری نیز بر ای محل ۲ یک امتیاز می باشد و آن وضعیت پناهگاهی آن است که ممکن است آن را به دور از مسیر بادهای روبه مناطق مسکونی قرار دهد.

دومین عنصر جغرافیایی وضعیت اقلیمی است که در میان عناصر دما، بارش، تبخیر شرایط یکسانی را دارند که در بخش چینش لایه های اطلاعاتی مورد توجه قرار گرفته بود و امتیاز برابر را از این نظر این چهار محل دریافت کرده

بودند. ولی در مرحله نهایی متغیر باد بین آنها اولویت قرار داد و از این نظر موقعیتهای ۴، ۳، ۲ و ۱ به ترتیب امتیازهای زیاد تا کم را دریافت کردند.

در مجموع، با توجه به ملاحظات امنیتی، دسترسی آسان به محل، اظهار نظرهای تخصصی مهندسین پسماند و دو امتیاز که در بالا به این چهار محل داده شد قطعه شماره ۲ از بین ۴ گزینه در شرایط بهتری قرار می‌گیرد. البته در این محل سپاه در حال انجام پروژه نهال کاری است که ممکن است محدودیتی را برای اختصاص محل برای مکان پسماند به‌وجود آورد. در این صورت گزینه های ۱ و ۳و ۴ اولویتهای بعدی خواهند شد. در هر صورت این چهار محل به دلیل داشتن ۸۰ درصد شرایط اولویت را کسب کرده اند و مکانی نیستند که صدرصد مناسب باشند و باید برای دور کردن محدودیتهای حاصل از ۲۰ درصد شرطهای باقیمانده هزینه پرداخت شود. از سوی دیگر از بین این چهار محل رعایت اولویت، پرداخت هزینه را کمتر خواهد نمود. با این حال یک مرحلهٔ دیگر تحقیق مانند همه طرحهای مکان‌یابی استاندارد باید انجام گیرد تا براساس آن برآوردهای سود و زیان انجام گیرد. در این مرحله نیز مجدداً جغرافیدانان می توانند با بررسی مجدد و با مشورت مهندسین پسماند و اقتصاددانان با اطمینان بیشتر رأی صادر کرده و شاید تصمیم بگیرند که محل‌های جدید و باصرفه تری را جستجو کنند.

سپاسگزاری

این تحقیق حاصل پروژهٔ مکان‌یابی پسماندهای جامد ویژه استان کرمانشاه با کد ۱۴۱۵ می‌باشد که با حمایت مالی سازمان محیط زیست استان کرمانشاه و دانشگاه رازی صورت گرفته است. داده هایی که در آن استفاده شده است از اطلاعاتی است که عمدتاً از شرکت آب منطقه ای استان کرمانشاه، سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کرمانشاه، اداره کل هواشناسی استان کرمانشاه و اداره کل راهداری و حمل و نقل جاده ای استان کرمانشاه دریافت شده است.

منابع

امان‌پور، سعید. سعیدی، جعفر. سلیمانی‌راد، اسماعیل. (۱۳۹۲). مکان‌یابی دفع پسماندهای شهری (مطالعه موردی شهر کرمانشاه)، فصل‌نامه انسان و محیط‌زیست، ۱۱ (۴): ۵۵ – ۶۴.

برومندی، مهدی. خامه‌چیان، ماشا اله. نیکودل، محمدرضا. (۱۳۹۳). مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک استان زنجان با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی، علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۶ (۴): ۹۷-۱۰۹.

بنی اسدی، رقیه. احمدی‌زاده، سید سعیدرضا. اعتباری، بهروز. قمی معتضه، علیرضا. (۱۳۹۶). مکان-یابی دفن پسماندهای زاید شهری با تاکید بر معیارهای زیست‌محیطی واقتصادی در مناطق شمالی ایران (مطالعه موردی: شهرستان آستارا). علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۹ (۵): ۴۰۵-۴۱۵.

پوراحمد، احمد. رجایی، سیدعباس. رحمانی اصل، محمد. (۱۳۹۸). پهنه‌بندی و تعیین قابلیت اراضی جهت دفن پسماندهای شهری با استفاده از روش Fuzzy-AHP در محیط GIS مطالعه موردی: شهر قلعه گنج، فصلنامه سپهر، ۲۸ (۱۰۹): ۱۰۷-۱۲۱.

ترکی‌زاده، صالح. اسلامی حسین. (۱۳۹۸). بررسی مکان مناسب دفن پسماند شهری (مطالعه موردی: شهرستان شوشتر)، فصلنامه علمی و تخصصی مهندسی آب، ۷ (۴): ۲۶۷-۲۸۰.

ثمری جهرمی، حمیده. حسین‌زاده اصل، حسن. (۱۳۹۱). مکانیابی جایگاه دفن پسماند در شهربندرعباس با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، فصلنامه انسان و محیط زیست، ۱۰ (۲): ۶۵-۷۶.

حافظی مقدس، ناصر. حاجی‌زاده، هادی. شهریاری، راهله. امانیان، مهدی. اخلاقی، فاطمه. (۱۳۸۶). مکان‌یابی محل‌های دفن پسماندهای ویژه در استان خراسان رضوی، زمین‌شناسی مهندسی و آلاینده‌های محیط‌زیست، ۱۳۵۹- ۱۳۶۷.

خلجی، جواد. حافظی مقدس، ناصر. لشکری پور، غلامرضا. (۱۳۹۷). شناسایی مناطق مستعد دفن پسماندهای ویژه استان چهارمحال و بختیاری با استفاده ازسیستم اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، نشریه زمین‌شناسی مهندسی، ۱۲ (۳): ۴۴۹-۴۶۶.

خیابانی، رامین. شهین‌فر حمید. آذرمی عربشاه، رباب. (۱۳۹۷). مکانیابی محل دفن پسماند جامد شهری با استفاده ازGIS (مطالعه موردی شهر اسکو)، فصلنامه علمی پژوهشی زمین‌شناسی محیط زیست، ۱۲ (۴۳): ۴۷-۵۷.

رامشت، محمد حسین. حاتمی‌فرد، رامین. موسوی، سید حجت. (۱۳۹۱). مکان‌یابی دفن پسماند جامد شهری با استفاده از مدل AHP و تکنیک GIS (مطالعه موردی: شهرستان کوهدشت)، جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۷ (۴۴): ۱۱۹-۱۳۸.

سدیدی، جواد. حیدریان، پیمان. عزیزی قلانی، سارا. باعقیده، محمد. عبدالملکی، سپیده. (۱۳۹۶). روش ترکیبی ELECTRE-FAHP برای ارزیابی تناسب اراضی با رویکرد مکان یابی دفن پسماند در شهر اهواز، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۸ (۱): ۹۹-۱۱۲.

شهین‌فر، حمید. معتمدی، فاطمه. (۱۳۹۹). مکانیابی محل دفن پسماند جامد شهری، شهرآشنویه با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست، ۱۴ (۵۰): ۳۷-۲۷.

صمدی خادم، رضا. فتائی، ابراهیم. جوهرچی، پیام. رمضانی، محمدابراهیم. (۱۳۹۹). مکان یابی محل دفن بهداشتی و زیست محیطی مواد زائد خطرناک: مطالعه موردی استان قزوین، مجله سلامت و بهداشت، ۱۱ (۳): ۲۸۱-۲۹۸.

عباسی، عزیز. سعیدی، محسن. (۱۳۸۸). انتخاب مکان مناسب دفن پسماندهای خطرناک با استفاده از تکنیک GIS و اولویت‌بندی سایت‌ها، مثال موردی: پسماند یک نیروگاه در استان قزوین، علوم محیطی، ۶ (۴): ۱۲۱-۱۳۴.

عرب عامری، علیرضا. رامشت، محمد حسین. (۱۳۹۵). مکان یابی دفن پسماند با تاکید بر پارامترهای هیدرو ژئومورفولوژیکی- زیست محیطی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۶ (۴۳): ۵۵-۸۰.

علایی طالقانی، محمود. سنجری، فرشید. جلیلیان، آذر. (۱۳۸۹). مکان‌یابی بهینه محل برای دفن بهداشتی پسماندهای جامد شهری کرمانشاه به روش تجربی بر اساس ویژگی‌های ژئومورفولوژی منطقه، مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ۲ (۶): ۱۹ – ۳۴.

عمادالدین، سمیه. فرزانه، فاطمه. آرخی، صالح. صیادسالار، یاسین. (۱۳۹۹). مکانیابی دفن پسماند شهری با استفاده از مدلهای تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و شبکه عصبی مصنوعی (ANN) (مطالعه موردی: شهرستان گرگان)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۹ (۲): ۱۸۷-۲۰۵.

غضبان، فریدون. (۱۳۹۰). زمین شناسی زیست محیطی، موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

قانون مدیریت پسماند، مصوب (۱۳۸۳). مرکز پژوهش‌های مجلس، rc.majlis.ir/fa/law/show/94060

معاوی، زهرا. فرخیان، فروزان. (۱۳۹۶) شناسایی و طبقه‌بندی پسماندهای ویژه واحد الفین مجتمع پتروشیمی مارون براساس کنوانسیون بازل، فصلنامه علوم وتکنولوژی محیط‌زیست، ۱ -۱۹.

موسوی، سید عارف. طالشی، مصطفی. (۱۳۹۲). حقوق و قوانین روستایی، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، چاپ اول، جلد ۱.

نیکزاد، وحید. امیری، محمدجواد. معرب، یاسر. فروغی، نگار. (۱۳۹۳). مکان‌یابی محل دفن پسماند با استفاده از منطق فازی در GIS و مدل تحلیلی سلسله مراتبی فازی (FAHP) (ناحیهٔ موردمطالعه: شهرستان مینودشت)، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۶(۹۳): ۴۲۱-۴۳۵.

Abd-El Monsef, H., & Smith, S. E. (2019). Integrating remote sensing, geographic information system, and analytical hierarchy process for hazardous waste landfill site selection. Arabian Journal of Geosciences, 12(5): 1-14.

Alkaradaghi K., Ali S.S., Al-Ansari N., Laue J., Chabuk A. (2019). Landfill Site Selection Using MCDM Methods and GIS in the Sulaimaniyah Governorate, Iraq, Sustainability, 11 (17): 4530.

Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). (2006). National Guidelines for Hazardous Waste Landfills.

Chabuk, A., Al-Ansari, N., Hussain, H. M., Knutsson, S., Pusch, R., & Laue, J. (2017). Combining GIS applications and method of multi-criteria decision-making (AHP) for landfill siting in Al-Hashimiyah Qadhaa, Babylon, Iraq. Sustainability, 9(11): 1932.

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.

Donevska, K. R., Gorsevski, P. V., Jovanovski, M., & Peševski, I. (2012). Regional non-hazardous landfill site selection by integrating fuzzy logic, AHP and geographic information systems. Environmental Earth Sciences, 67(1): 121-131.

Gorsevski, P. V., Donevska, K. R., Mitrovski, C. D., & Frizado, J. P. (2012). Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: a case study using ordered weighted average. Waste management, 32(2): 287-296.

Ismail, S. S. (2017). Landfill site selection model using an integrated approach of GIS and multi criteria decision analysis (MCDA): example of Selangor, Malaysia. Sciences, 10(1): 1-8.

Keeney, R. L., Raiffa, H., & Rajala, D. W. (1979). Decisions with multiple objectives: Preferences and value trade-offs. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 9(7), 403-403.

Mishra, H., Karmakar, S., Kumar, R., & Singh, J. (2017). A framework for assessing uncertainty associated with human health risks from MSW landfill leachate contamination. Risk Analysis, 37(7): 1237-1255.

Rezazadeh, M., Sadati Seyedmahalleh, E., Sadati Seyedmahalleh E., Mehrdadi, N. and Golbabaei Kootenaei F. (2014). Landfill Site Selection for Babol Using Fuzzy Logic Method, Journal of Civil Engineering and Urbanis, 4(3): 261-265.

Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. Mathematical modelling, 9(3-5): 161-176.

Şener, Ş., Şener, E., Nas, B., & Karagüzel, R. (2010). Combining AHP with GIS for landfill site selection: a case study in the Lake Beyşehir catchment area (Konya, Turkey), Waste management, 30(11): 2037-2046.

Steuer, R.E. (1986). Multiple Criteria: Theory, Computation and Application. John Wiley & Sons, New York.

Vincke, P. (1992). Multicriteria decision-aid. John Wiley & Sons.