Journal of Research and Rural Planning
Volume 6, No. 3, Autumn 2017, Serial No.19
ISSN: 2322-2514 **eISSN: 2383-2495**
http://jrrp.um.ac.ir

Identifying Optimum Sites for Safe Dumping of Rural Waste by Combining the AHP and DRASTIC Methods in the GIS Environment (Case Study: Shavur District, Shoosh County)

Saeed Maleki[1] – Mostefa Abiyat[*2]- Morteza Abiyat[3]
1- Associate Prof. in Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
2- MSc. Srudent. in Geography and Rural Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
3- MSc. Srudent. in Geography and Rural Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Received: 2 November 2016 ***Accepted: 8 June 2017***

Extended abstract

1. INTRODUCTION

The practice of choosing the proper location for sanitary disposal of waste is a difficult, complicated, long and expensive process. This cannot be done without using a robust and reliable system that has the ability to use and analyze multiple strata of data. GIS is very suitable because of the capacity to deal with a great quantity of data. The system has the ability to simulate and control the parameters of hydrology, hydrogeology, physiography and the environment. The purpose of this research is to find a suitable waste landfill site in Shavur district of Shoosh city using the analysis of the parameters of the drastic model through the GIS and the hierarchical analysis process. In other words, this research attempts to analyze the components that are important in locating landfill in Shavur, Shoosh, through the GIS and AHP techniques, and identifies the most suitable site for solid waste disposal, which has the least harmful environmental and human impacts, and to provide the findings in the form of the map.

2. THEORETICAL FRAMEWORK

The concept of the landfill is a useful method to choose a landfill or waste site. Locating proper sites for municipal or rural waste disposal is a complex and multidisciplinary process that requires environmental, ecological, social, economic, technical or specialized considerations. Lack of land for landfill and population growth are two greatest challenges in urban and rural areas in the world. Hence, the selection of places for landfill is the major problem facing the waste disposal management system. Given the importance of the rural community and the challenges that such community faces in its development process, recognizing the characteristics of rural development planning and addressing all aspects of it are essential. Therefore, it is necessary to pay particular attention to waste management in national programs. Over the past few years, with the help of GIS capabilities, many studies have been conducted to facilitate the process of selecting waste disposal landfills and to decrease the expense of constructing such sites, in order to keep up the process of environmental protection and to meet the objectives of sustainable regional development as well as logically managing development plans and projects. The hierarchical analysis process is flexible, strong, and simple. It is used in situations where conflicting decision-making criteria make choosing between options difficult to apply. This multi-attribute assessment approach was first proposed in 1980 by Thomas L. Saaty, and has been numerously used in regional planning. In addition, the dramatic model is based on seven hydrological parameters that include ground water static depth, net nutrient level, aquifer material, aquifer environment, soil or soil layer material, topography slope, the effect of the unsaturated environment and hydraulic conductivity of the aquifer.

3. METHODOLOGY

In terms of purposing, the present study is applied, and in terms of its nature and method, it is a descriptive and analytical research. Data collection has been done via documents and surveys. To achieve the objectives

*. Corresponding Author: mostefa.abiyat@gmail.com Tel: +98916 808 4966

of the first research, the site's talent recognition camps for waste sanitary landfill, including five issues related to the human, hydrological, communication, environmental and topographic indicators, were identified with two variables. A total of 10 were identified. These criteria were estimated when a questionnaire was completed by 30 experts, using the AHP hierarchical process analysis, and it was valued in the Excel and Expert Choice environment, and the compatibility of each of the criteria and sub-criteria was estimated. Secondly, in order to prepare a vulnerability map for groundwater due to leakage of leachate, the seven hydrological parameters of the Drastic method were used, which include the following: groundwater depth (D), net nutrient (R), aquifer type or saturated environment (A), Soil layer (S), topographic gradient (T), influence of the environment of Vados, or unsaturated medium (I) and hydraulic conductivity (C). To show the mentioned spatial parameters, the layer of Shavur section of Shoosh was combined with the weights of the criteria in the ArcGIS 10.3 environment and the UTM coordinate system in Zone 39. Interpolation, Distance, and Surface functions in the Arc Toolbox menu were used to adjust the evaluation layers so that the most suitable and most demanding sites for rural waste disposal can be extracted from the output Layers. It should also be noted that for the production of the map of each of the parameters of the drastic method, the data from the study plan of hydro climate balance excavation of the Ahoodasht district of Shoosh city (Company in charge: Water and Power Organization of Khuzestan province) were used.

4. DISCUSSION

The results of the research show that from the total area of the site, about 39.38% of it is in a very inappropriate level. In other words, these areas are not suitable for waste landfill operations. After that, perfectly appropriate levels with 20.1%, appropriate levels of about 21% and relatively appropriate with 20.4% of the area are the next respectively. What is deducted from the final map is that from the total completely appropriate areas, three sites with titles; Landfill 1 to 3 have the best places to implement the project and have a better priority than other areas.

5. CONCLUSION

The proposed sites have been identified based on many environmental characteristics such as distance from surface water and underground water, distance from biological complexes such as towns and villages, distance from agricultural areas, distance from protected areas and proximity to major roads for ease of transfer and by taking into account the landfill location criteria. The location of each of the sites is as follows: Landfill No. 1, one kilometer away from Shavur, and two kilometers from the village of Khois, Landfill No. 2, seven kilometers from Alvan and two kilometers from the village of San Karim, and Landfill No 3. It is located nine kilometers from the city of Alvan and one km from the villages of Akiush in the south, and Khalaf Aziz in the north. In the end, it should be noted that any method, while having advantages, has limitations which can be determined in subsequent research by comparing the results of this method with other methods. The more numerous and more precise criteria and indicators are, the better the results will be. As a matter of fact, this requires further research in the future.

Key words: Rural solid waste disposal, Analytical Hierarchy Process, Drastic, Geographic Information System, Shavur, Shoosh.

Acknowledgments: This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

How to cite this article:
Maleki, S., Abiyat, M. & Abiyat, M. (2017). Identifying Optimum sites for safe dumping of rural waste by combining the AHP and DRASTIC methods in the GIS environment (Case study: Shavur District, Shoosh County). *Journal of Research & Rural Planning, 6*(3), 79-103.
http://dx.doi.org/10.22067/jrrp.v5i4.59999

مجلّهٔ پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی
سال ۶، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۶، شمارهٔ پیاپی ۱۹
شاپای چاپی: ۲۳۲۲-۲۵۱۴ شاپای الکترونیکی: ۲۳۸۳-۲۴۹۵
http://jrrp.um.ac.ir

شناسایی مکان‌های بهینهٔ دفن بهداشتی پسماند روستایی با تلفیق روش‌های AHP و DRASTIC در محیط GIS (مطالعهٔ موردی: بخش شاوور، شهرستان شوش)

سعید ملکی[۱]- مصطفی عبیات*[۲]- مرتضی عبیات[۳]

۱- دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۱ آبان ۱۳۹۵ ***تاریخ پذیرش: ۱۸ خرداد ۱۳۹۶***

چکیده

هدف: امروزه با افزایش شدید جمعیت و در نتیجهٔ آن، تولید انبوه زباله و افزایش آلودگی زیست محیطی، تحت تأثیر فعالیت‌های انسان، انتخاب مناطق مناسب جهت دفن بهداشتی زباله امری الزامی است. از این رو، مسأله‌ای که شاکلهٔ اصلی این پژوهش را تشکیل می‌دهد، شناسایی و تعیین نقاط بهینه جهت دفن بهداشتی پسماند روستایی در بخش شاوور شهرستان شوش است.

روش: رویکرد حاکم بر پژوهش از حیث هدف، از نوع تحقیقات نظری، کاربردی و از لحاظ ماهیت و روش، از نوع تحلیلی و توصیفی است. گردآوری اطلاعات به دو صورت تکمیل پرسش‌نامه از ۳۰ کارشناس خبره و آگاه به مسائل روستا و داده‌های مطالعاتی بیلان هیدروکلیماتولوژی محدودهٔ آهودشت شهرستان شوش انجام گرفت. همچنین، از دو مدل AHP و DRASTIC جهت دست‌یابی به اهداف پژوهش استفاده شد. آنالیز داده‌ها به ترتیب در محیط ArcGIS 10.4 و نرم‌افزار Expert Choice و Excel انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج حاصل از یافته‌های پژوهش گویای آن است که از مجموع کل مساحت بخش، حدود ۳۸/۳۹ درصد آن در سطح بسیار نامناسب قرار گرفته است؛ به عبارتی، این مناطق برای انجام عملیات دفن پسماند مناسب نیستند. بعد از آن به ترتیب سطوح، کاملاً مناسب با ۲۰/۱ درصد، مناسب حدود ۲۱ درصد و به نسبت مناسب ۲۰/۴ درصد مساحت بخش را شامل می‌شوند. آن‌چه از نقشهٔ نهایی استنتاج می‌شود، این است که از مجموع کل محدودهٔ کاملاً مناسب، سه سایت با عناوین؛ لندفیل شمارهٔ ۱ تا ۳، بهترین مکان‌ها برای اجرای پروژه مورد نظر معرفی شده و همچنین، ارجحیت کامل نسبت به دیگر نواحی این محدوده داشته است.

اصالت و ارزش: به‌کارگیری هم‌زمان روش تحلیل سلسله‌مراتبی و دراستیک در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند به کشف و تعیین مناطق مستعد دفن پسماند روستایی کمک کند؛ همچنین، برنامه‌ریزان روستایی را در زمینهٔ یافتن بهینه‌ترین و سریع‌ترین راه جهت کاهش و کنترل آلودگی-های زیست‌محیطی یاری می‌کند.

کلیدواژه‌ها: دفن بهداشتی پسماند روستایی، روش تحلیل سلسله‌مراتبی، دراستیک، سیستم اطلاعات جغرافیایی، شاوور، شوش.

ارجاع: ملکی، س.، عبیات، م. و عبیات، م. (۱۳۹۶). شناسایی مکان‌های بهینهٔ دفن بهداشتی پسماند روستایی با تلفیق روش‌های AHP و DRASTIC در محیط GIS (مطالعهٔ موردی: بخش شاوور، شهرستان شوش). *مجله پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی*، ۶(۳)، ۱۰۳-۷۹.
http://dx.doi.org/10.22067/jrrp.v5i4.59999

*. نویسندهٔ مسؤول: Email: mostefa.abiyat@gmail.com

۱. مقدمه

۱.۱. طرح مسأله

رشد سریع جمعیت، پیشرفت علوم و تکنولوژی، توسعهٔ صنایع و ترویج فرهنگ مصرف‌گرایی، در نتیجهٔ ازدیاد مواد زاید، از جمله مسائلی است که اخیراً در جوامع بشری تنش‌های عظیم اقتصادی و اجتماعی را به وجود آورد (صفاری، ۱۳۹۵، ص. ۷۲). بی‌توجهی به امر پسماند در روستاها، پیامدهای نامطلوبی چون هدررفتن منابع و سرمایه‌ها، آلودگی محیط زیست (آب، خاک، هوا) و شیوع انواع بیماری‌ها را به بار خواهد آورد (صفری و شمس، ۱۳۹۵، ص. ۷۸). پسماند روستایی که زمانی ترکیبات آن‌ها، منشأ طبیعی و بیولوژیکی داشت و به‌سرعت جذب و تجزیهٔ محیط طبیعی می‌شد، به مواد زاید غیرقابل تجزیه با دورهٔ ماندگاری طولانی تبدیل شد. (عنابستانی و جوانشیری، ۱۳۹۲، ص. ۱۰۴). در نتیجه عدم اعمال مدیریت درست در دفع بهداشتی زباله، به عنوان نشانهٔ از فقدان برنامه‌ریزی هماهنگ و عدم توجه به مسائل زیست‌محیطی در روستاها است (حجازی، ۱۳۹۴، ص. ۱۰۵). به طور کلی، مدیریت پسماند روستایی سه هدف عمده را دنبال می‌کند؛ کاهش در حجم زبالهٔ تولیدی، افزایش مقدار بازیافت و دفع بهداشتی زباله که حداقل اثر منفی را بر محیط زیست داشته باشد (فرجی سبکبار، سلمانی، فریدونی، کریم‌زاده و رحیمی، ۱۳۸۹، ص. ۱۲۸). از روش‌های دفع مواد زاید در نواحی می‌توان به دفن بهداشتی، زباله‌سوزی، بازیافت و تهیهٔ کود آلی اشاره کرد. با وجود این که بیش از ۶۰ سال از دفن بهداشتی مواد زاید می‌گذرد، این حالت هم‌چنان رایج ترین روش برای دفع مواد زاید در جهان به شمار می‌آید (قنواتی، تقوی و مساحی، ۱۳۹۰، ص. ۹۰). در حقیقت، محل دفن پسماند می‌تواند به طور بالقوه بر روی محیط اطراف خود، اثرات منفی داشته باشد. این اثرات زیان‌آور می‌تواند بر روی سلامتی جامعه، اقتصادی و محیط زیست بروز کند. از این رو، ایجاد تأسیساتی مانند محل دفن یک کار دشوار بوده و استقرار آن با مخالفت‌های عمومی روبه‌رو می‌شود (اسکلوسر، رابرت و دبپیز [۱]، ۲۰۱۶، ص. ۲۴۰). بنابراین، انتخاب مکان مناسب دفن بهداشتی زباله، یک تصمیم‌گیری است که به منظور شناسایی محل دفن در دسترس و بهینه، نیاز به فرآیند گستردهٔ ارزیابی زمینی دارد (ملکی، تقی‌زاده، رنگزن، حیدریان و عزیزی، ۱۳۹۳، ص. ۲). یکی از مسائلی که همیشه در این رابطه مطرح می‌شود، آسیب‌پذیری آبخوان‌ها در محل دفن پسماند است؛ به عبارت دیگر، مهم‌ترین مشکل زیست‌محیطی مکان دفن پسماند، تشکیل شیرابه است (مایتی، دی، هازرا، دبسارکر و دوتا [۲]، ۲۰۱۶، ص. ۳۱۹) که سرانجام موجب آلودگی آب زیرزمینی خواهد شد. غالباً شیرابه‌ها در اثر نفوذ آب باران و رطوبت پسماند در داخل مکان دفن به وجود می‌آید و در زمان تشکیل آن، مواد آلی و غیر آلی از زایدات به بستر مایع منتقل نیز می‌شود که سبب به‌مخاطره‌افتادن آب‌های زیرزمینی واقع در مکان دفن پسماند می‌شود (سلیمی، ابراهیمی و سلیمی، ۱۳۹۳، صص. ۳۹۶-۳۹۵). در همین راستا، مناطق دفن مواد زاید جامد باید به گونه‌ای طراحی شوند که تا حد امکان آلودگی آب‌های زیرزمینی را در پی نداشته باشد و یا اگر این عمل روی دهد، به شکل سریع شناسایی و بازنگری شود. معمولاً مکان دفن پسماند باید در جایی قرار گیرد که مواد دفعی، کاملاً از سیستم آب زیرزمینی فاصله معقولی داشته باشند (نعمتی، عبیات و دانشیان، ۱۳۹۴، ص. ۱۱۲). عمل انتخاب جایگاه مناسب برای دفن بهداشتی پسماند، فرآیندی دشوار، پیچیده، طولانی و هزینه‌بر است (چانگ و پیرس [۳]، ۲۰۱۵، ص. ۷۱۳). این امر، بدون بهره‌گیری از یک سیستم قدرتمند و مطمئن که توانایی استفاده از لایه‌های اطلاعاتی متعدد و تحلیل آن‌ها را داشته باشد، میسر نیست (متکان، شکیبا، پورعلی و نظم‌فر، ۱۳۸۷، ص. ۱۲۲). سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی، توانایی مدیریت حجم عظیمی از داده‌ها و نیز قابلیت شبیه‌سازی و مدیریت معیارهای متنوع زیست‌محیطی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی و فیزیوگرافی را داراست (چیت‌سازان، دهقانی، راست‌منش، میرزانی، ۱۳۹۲، ص. ۴۰). با توجه به مطالعات نسبتاً گسترده‌ای که در این حوزه و در محدودهٔ مورد مطالعه مطرح شده است؛ موضوعی که در این پژوهش باید به آن اشاره شود، این است که چگونه و با چه روشی می‌توان مناطق مستعد جهت دفن بهداشتی پسماند را تعیین کرد. به این ترتیب، هدف پژوهش‌حاضر، معطوف به شناسایی وضعیت موجود بخش شاوور شهرستان شوش، به منظور دفن مناسب ضایعات جامد روستایی انجام

پذیرفت که در ادامهٔ موارد مربوط، مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

۲.۱. پیشینهٔ نظری تحقیق

امروزه مطالعات زیادی در زمینهٔ مکان‌یابی محل دفن پسماند در سطح کشور و نیز در سطح جهان با روش‌های مختلف صورت گرفته است. از مهم‌ترین تحقیقات داخلی، وفادوست، مکانیکی و اشرفی (۱۳۹۵)، در پژوهشی با موضوع پهنه‌بندی اراضی شهرستان گناباد برای دفن پسماند روستایی به روش تحلیل شبکه‌ای (ANP) پرداخته‌اند. نتایج پژوهش نشان داد که از بین هشت محل موجود دفن پسماند روستایی تنها سه محل با معیارهای محیطی منطبق بوده و در پهنهٔ کاملاً مناسب قرار دارد و یک محل در پهنهٔ مناسب، سه محل در پهنهٔ نسبتاً مناسب و یک محل در پهنهٔ نامناسب قرار دارد. صفایی‌پور، مختاری‌چلچه، حسینی و سلیمانی‌راد (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی محل دفع پسماندهای روستایی با تلفیق مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مطالعهٔ موردی: شهرستان شهرکرد،) به این نتیجه رسیده‌اند که مکان دفن پسماند فعلی دهستان‌های شهرستان نامناسب بوده است. با توجه به اهمیت معیارها و ترکیب آن‌ها، سه سایت، واقع در مناطق شرقی و غربی شهرستان شهرکرد، بهترین نقاط پیشنهادی جهت دفن پسماندهای روستایی است. نعمتی، عبیات و دانشیان (۱۳۹۴) در پژوهشی، کاربرد مدل (DRASTIC) را در مکان‌یابی محل دفن پسماند روستایی در قلمرو روستاهای شهرستان کارون مورد مطالعه قرار دادند. نتایج پژوهش نشان داد که ۸۸٪ از منطقهٔ مورد نظر دارای آسیب‌پذیری کم و تنها ۲٪ از این مجموع زمین‌ها، دارای آسیب‌پذیری خیلی زیاد و زیاد است؛ علاوه بر این، ۵٪ دارای آسیب‌پذیری متوسط و ۶٪ دارای آسیب‌پذیری خیلی کم هستند. یزدانی، منوری، عمرانی، شریعت و حسینی (۱۳۹۴)، در پژوهشی با عنوان «ارزیابی تناسب مناطق دفن پسماند شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در غرب استان مازندران» پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که هیچ یک از ۱۰ محل دفن موجود در محدوده با نماگرهای سازمان محیط زیست ایران تناسب ندارد. دربارهٔ روش سازمان مدیریت برنامه‌ریزی فقط محل دفن پسماند مرزن‌آباد مناسب است که با توجه به معیارهای روش آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا محل‌های دفن پسماند نور، نوشهر و کلارآباد مناسب و بقیهٔ سایت‌ها نامناسب هستند. میزان تناسب به روش سازمان محیط زیست حدود ۲۰٪، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی ۴۸/۵٪ و آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا ۷۷/۹٪ است. یمانی و علیزاده (۱۳۹۴)، در مقاله‌ای با عنوان «مکان‌یابی بهینهٔ دفن زباله‌های جامد شهری منطقهٔ هشتگرد به روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)» به این نتیجه رسیده‌اند که نواحی کاملاً مناسب برای دفن زباله در قسمت شرقی و جنوبی منطقه در حوالی روستای محمدآباد افشار و نواحی کاملاً نامناسب برای دفن زباله ناحیهٔ غربی منطقه به واسطهٔ قرارگیری مناطق جمعیتی و کشاورزی و عمق کم آب زیرزمینی در این بخش از ناحیه می‌باشد. در بخش تحقیقات خارجی اسکولویچ و یکولویچ[۴] (۲۰۱۶)، در تحقیقی با عنوان مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در منطقهٔ نوسینی صربستان به این نتیجه رسیده‌اند که دو مکان در شمال غرب منطقه، برای دفع پسماند مناسب هستند. آگِوینو، فرارا و گاروفالو[۵] (۲۰۱۶)، در پژوهشی با عنوان «تحلیل مقدماتی بر دفن بهداشتی پسماند در ایتالیا» به این نتیجه رسیده‌اند که استان‌های مرکزی و جنوبی این کشور، مناطق بالقوه برای دفن پسماند نسبت به استان‌های شمالی دارند. جیبانی، تنگبی، مامو، میدو و کابا[۶] (۲۰۱۳) در پژوهشی به شناسایی و تعیین محل دفن پسماند با استفاده از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDA) در منطقهٔ بای جنوب سیرالئون پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که ۸۳/۳٪ از منطقهٔ مورد مطالعه برای دفن پسماند شهری نامناسب می‌باشد. مارین و همکاران[۷] (۲۰۱۲) در پژوهشی به شناسایی مکان‌های مناسب جهت دفن پسماند در ایالت مرلس، مکزیک، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته‌اند. نتایج پژوهش نشان داد که مستعدترین محل جهت دفن پسماند در ایالت مرلس، منطقهٔ لومادماهیا می‌باشد. این منطقه دارای خاک رس با بافت سنگین است. سنر، ناسز و کریکوسل[۸] (۲۰۱۰) در تحقیقی با عنوان ترکیب فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) جهت

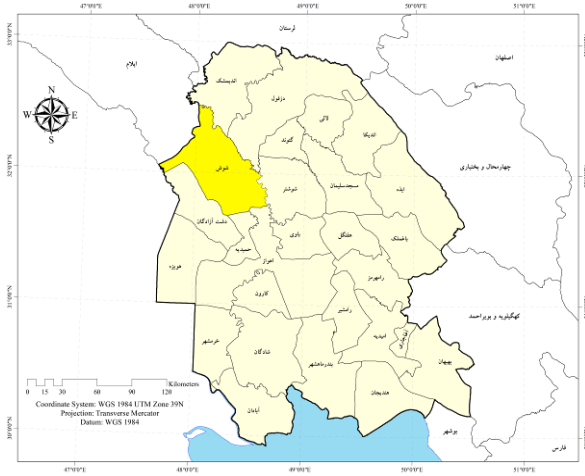
انتخاب محل دفن پسماند در شهر بیشهیر واقع در استان قونیه ترکیه به این نتیجه‌رسیده‌اند که حدود ۷۳/۷٪ از کل محدوده، فاقد استعداد برای دفن بهداشتی پسماند جامد بوده و تنها دو مکان برای انجام این عمل مناسب تشخیص داده شده‌اند.

۲. روش‌شناسی تحقیق

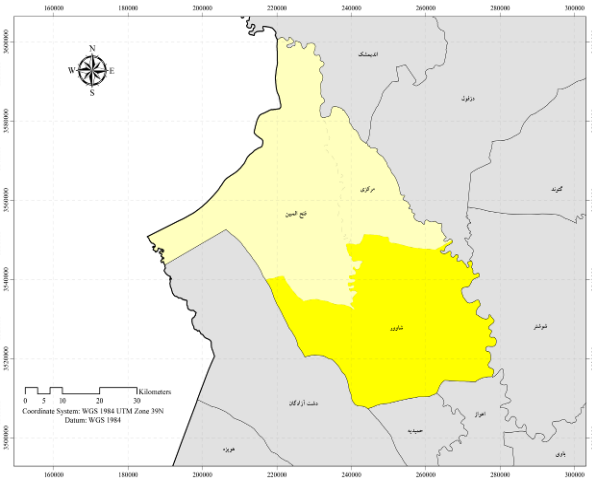
۲. ۱. قلمرو جغرافیایی تحقیق

شهرستان شوش، براساس تقسیمات کشوری تا پایان سال ۱۳۹۳ دارای سه بخش (فتح‌المبین، مرکزی و شاوور) (شکل ۳)، هفت دهستان (سرخه، چنانه، بن‌معلی، حسین‌آباد، شاوور، آهودشت و سیدعباس) و نیز ۱۷۳ روستا بوده است. قلمرو مطالعاتی این پژوهش را نقاط روستایی بخش شاوور تشکیل می‌دهد (شکل ۴). این بخش در ۱۶ کیلومتری جنوب شرق شهر شوش دانیال و به لحاظ موقعیت مختصاتی بین ۴۸ درجه و ۱۶ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقهٔ طول جغرافیایی و ۳۲ درجه و ۴ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۰ دقیقهٔ عرض جغرافیایی قرار گرفته است (شکل ۱). بخش شاوور از جانب شمال با شهرستان‌های دزفول و اندیمشک، از شرق با شهرستان‌های شوشتر و گتوند، از جانب غرب هم با شهرستان دشت آزادگان و از جنوب با شهرستان‌های اهواز و حمیدیه همسایگی دارد (شکل ۲). این بخش با ۱۵۸۰ کیلومترمربع مساحت، حدود ۱۰۲ روستا را در برداشته است. براساس سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰، آبادی‌های این بخش، حدود ۱۱/۵۴۲ خانوار روستایی و ۵۲/۶۲۹ نفرجمعیت را تشکیل می‌دهد. در مجموع، این رقم حدود ۵۲ درصد از کل جمعیت نواحی روستایی این شهرستان را به خود اختصاص داده است.

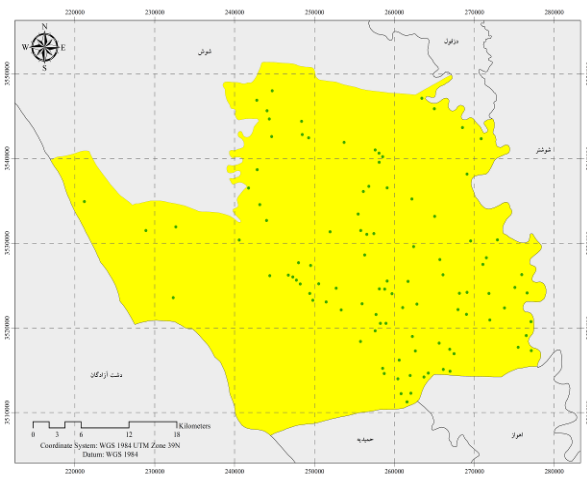
شکل ۱- نقشهٔ موقعیت استان خوزستان در کشور



شکل ۲- نقشهٔ موقعیت شهرستان شوش در استان خوزستان



شکل ۳- نقشهٔ موقعیت بخش شاوور در شهرستان شوش



شکل ۴- نقشهٔ موقعیت روستاهای بخش شاوور

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

۲.۲. روش تحقیق

پژوهش حاضر از پرتو هدف‌گذاری، به عنوان یک مطالعهٔ کاربردی و از لحاظ ماهیت و روش، در زمرهٔ تحقیقات توصیفی- تحلیلی قرار می‌گیرد. زمانی که یک سیستم دچار مسأله می‌شود، مفهوم آن این است که آنتروپی موجود در فضای پیرامون آن، موجب تخلیهٔ انرژی، فرسایش، زوال و بالاخره ضعف کلی شده که لازم است از طریق تدوین اهداف مورد لزوم و جای‌گزینی آن‌ها به جای مسائل سیستم، تعادل نسبی را برقرار کرد. در این راستا، مسأله‌ای که شاکلهٔ اصلی این پژوهش را تشکیل می‌دهد، شناسایی مناطق مناسب برای دفن مواد زاید جامد روستایی در ناحیهٔ شاوور شهرستان شوش و با هدف کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی ناشی‌از تولید زباله و سازمان‌دهی به ساختار فضای جغرافیایی صورت پذیرفته است. بنابراین، انجام چنین عملی، مستلزم استفاده از شاخص‌های متنوع و بسیاری می‌باشد. در این پژوهش برای نیل به این منظور، نخست، شاخص‌های پنج‌گانهٔ مکان‌یابی محل دفن پسماند؛ اعم از پارامترهای انسانی، هیدرولوژی، ارتباطی، محیطی و توپوگرافی، هر کدام در قالب دو متغیر تنظیم و در چهارچوب تعیین اهمیت نسبی معیارها، مقایسهٔ زوجی‌گزینه‌ها و تشخیص اوزان شاخص‌ها از تکنیک تحلیل‌سلسله مراتبی، براساس نظرات ۳۰ نفر از کارشناسان حوزهٔ روستایی بهره گرفته شد. فرآیند نرخ‌گذاری به مشخصه‌ها در محیط ExpertChoice و Excel انجام شد. با ایجاد لایه‌های اطلاعاتی آلترناتیوهای پژوهش و تلفیق آن‌ها در سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی، با توجه به وزن نهایی مستخرج از این مدل، بهترین مناطق بهینه برای مکان‌یابی اولیه دفن ضایعات، اولویت‌بندی شده‌اند. دوم، جهت تهیهٔ لایهٔ آسیب‌پذیری آبخوان از هفت عامل هیدرولوژیکی روش دراستیک نظیر؛ عمق آب زیرزمینی (D)، تغذیهٔ خالص (R)، جنس سفره یا محیط آبخوان یا اشباع (A)، جنس لایهٔ خاک (S)، شیب‌توپوگرافی (T)، محیط غیراشباع یا تأثیر محیط وادوز (I) و هدایت هیدرولیکی‌سفره (C) استفاده شد. برای تهیهٔ لایه‌های روش دراستیک از داده‌های مربوط به طرح مطالعاتی بیلان هیدروکلیماتولوژی محدودهٔ آهودشت با نظارت سازمان آب و برق خوزستان استفاده شد. در پایان، لایه‌های نهایی حاصل از دو روش با هم ترکیب و نقشهٔ هم‌پوشانی مناطق پیشنهادی برای دفن بهداشتی پسماند روستایی به دست آمد. شایان ذکر است که نمایش فضایی طبقات پارامتریک پژوهش در محیط نرم‌افزار ArcGIS10.4 و سیستم مختصات UTM در زون ۳۹ انجام پذیرفته و برای تنظیم لایه‌های ارزش‌گذاری از توابع Interpolation، Distance، Surface و Map Algebra، در منوی ArcToolBox استفاده شده است.

فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP): تکنیکی منعطف، قوی و ساده است. این مدل در شرایطی که نماگرهای تصمیم‌گیری متضاد، انتخاب از میان معیارها را با مشکل مواجه می‌کند، کاربرد دارد. این روش چندشاخصه، ابتدا در سال ۱۹۸۰، توماس‌ال‌ساعتی، پیشنهاد شد و تا کنون استفاده‌های متنوعی در مطالعات منطقه‌ای داشته است (آلدیان و تیلور[۹]، ۲۰۰۵، ص. ۴). این مدل، بر پایهٔ مقایسات زوجی بنا شده و قابلیت تحلیل حساسیت شاخص‌ها و زیرمعیارها را داشته است (قدسی‌پور، ۱۳۹۰، ص. ۵). از این‌رهگذر، چنین روشی برای تصمیم‌گیری با پارامترهای متعدد طراحی شده است و قابلیت فرموله‌کردن مسألهٔ تحقیق به گونهٔ سلسله‌مراتبی را فراهم می‌آورد (گوپتا، جی‌اس، امیت و پی‌ان[۱۰]، ۲۰۱۵، ص. ۲۱۲). این روش توان ارزیابی و تحلیل نماگرهای کمّی و کیفی را به طور کارآمدتری دارد (رائو و داوین[۱۱]، ۲۰۰۸، ص. ۷۵۲). علت به‌کارگیری از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی در پژوهش، داشتن قدرت استفاده از نظرات جمعی و مشارکتی است (قالیباف و شعبانی‌فرد، ۱۳۹۰، ص.۱۵۰). در واقع، با شناسایی و رتبه‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شروع می‌شود و مشتمل بر اهداف، معیارها و احتمالاً گزینه‌ها است که در اولویت‌بندی به کار می‌رود (براون، کلسترمن و بریل[۱۲]، ۱۹۹۳، ص. ۳۳۳). بنابراین، الگوریتم روش تحلیل سلسله‌مراتبی به ترتیب عبارت است از: گام اول، ترسیم ساختار سلسله‌مراتبی پژوهش؛ گام دوم، مقایسات زوجی نماگرها و تعیین ارزش معیار؛ گام سوم، تهیهٔ ماتریس نرمالیزه‌شده شاخص‌ها و محاسبهٔ بردار وزن؛ گام چهارم، محاسبهٔ اوزان نهایی و اولویت‌بندی معیارها و گام پنجم، محاسبهٔ نرخ ناسازگاری پارامترهای تحقیق.

روش دراستیک (DRASTIC): از فنون مرسوم و کاربردی جهت محاسبهٔ آسیب‌پذیری آب زیرزمینی نسبت به آلودگی‌های محیطی، مدل‌های وزن‌دهی می‌باشند. در این‌گونه

روش‌ها، پارامترها براساس میزان اثری که بر آلودگی آب زیرزمینی دارند، امتیازبندی می‌شوند (امیراحمدی، ابراهیمی، زنگنه اسدی و اکبری، ۱۳۹۲، ص.۴۱). یکی از روش‌های متداول برای سنجش آسیب‌پذیری ذاتی آبخوان، مدل دراستیک (Drastic) است که به وسیلهٔ انجمن ملی آب زیرزمینی با همکاری آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده به‌وجود آمد (اصغری‌مقدم، فیجانی و ندیری، ۱۳۹۴، ص. ۱۶۹). مهم‌ترین مزیت روش دراستیک، انجام ارزیابی با به‌کارگیری از تعداد بیش‌تری لایهٔ ورودی است که تأثیر خطاها و عوامل نامشخص را بر روی خروجی نهایی محدود می‌کند (کاتا، شریده و ولید[۱۳]، ۲۰۱۰، ص. ۱۱۰۵). از مزایای دیگر این روش می‌توان سهولت حصول داده‌ها، دقت آماری، هزینهٔ کم و استفاده در مناطق وسیع را برشمرد. در این روش هفت عامل قابل‌اندازه‌گیری برای سیستم هیدروژئولوژیکی برآورد می‌شود (بابیکر، محمد، هیاما و کاتو[۱۴]، ۲۰۰۵، ۱۲۹). این عوامل نظیر عمق آب زیرزمینی، شبکهٔ تغذیه، محیط آبخوان، جنس خاک، توپوگرافی، تاثیر لایهٔ وادوز یا محیط-غیراشباع و نیز هدایت هیدرولیکی هستند (ویکتورین، اکو، ریچاردیوک و هازنو[۱۵]، ۲۰۱۵، ص. ۱۸۱). در واقع، شاخص آسیب‌پذیری روش دراستیک، از مجموع حاصل ضرب وزن و رتبهٔ هفت پارامتر یاد شده، مطابق رابطهٔ زیر به دست می‌آید.

$$DrasticIndex= {}_rD_w+R_rR_w+A_rA_w+S_rS_w+T_rT_w+I_rI_w+C_rC_w$$

شاخص آسیب‌پذیری یک مدل هم‌پوشانی بر مبنای وزن-دهی است (برزگر، اصغری‌مقدم، ندیری و فیجانی، ۱۳۹۴، ص.۲۱۳) که در آن اطلاعات حاصل از پارامترهای مختلف به گونهٔ تلفیقی و موازی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرند و سپس با سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی پردازش می‌شوند (دیکسون[۱۶]، ۲۰۰۵، ص.۳۲۹). از داده‌های روش دراستیک در بهبود روند مطالعات منطقه‌ای بهره‌گیری می‌شود.

سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (GIS): این سیستم به عنوان ابزاری قدرت‌مند، جهت تحلیل داده‌های مکانی است که می‌تواند در فرآیند تصمیم‌گیری در حوزه‌های نظیر مکان‌یابی و مدیریت منابع طبیعی مورد استفاده واقع شود؛ افزون براین، اطلاعات مربوط به خصوصیات سطحی زمین هم‌چون گسل‌ها، لندفرم‌ها و کاربری زمین از طریق داده‌های سنجش از دور[۱۷] استخراج و نیز با ورود به سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و ادغام آن‌ها با سایر داده‌های جدولی، نوعی آنالیز مکانی را به‌وجود می‌آورد که در بهبود تصمیم‌گیری گروهی، نقش مثبتی را می‌تواند داشته باشد (نمپک، پرادن و مناپ[۱۸]، ۲۰۱۴، ص. ۲۱). در چند دههٔ اخیر، سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی به واسطهٔ تسهیل فرآیند گزینش محل مناسب برای دفن مواد زاید جامد و کاهش تعرفه‌های ناشی از ساخت این‌گونه تأسیسات، از اهمیت بسیاری برخوردار شد (چنگ، پاروتینتن و بریدن[۱۹]، ۲۰۰۸، ص. ۱۴۰) تا از روند حفاظت محیط زیست، رعایت چشم‌اندازهای توسعهٔ‌پایدار روستایی و به‌دنبال آن هدایت مدیریت منطقی پروژه‌های توسعه اطمینان حاصل کند (جعفری، رفیعی، رمضانی و نصیری، ۱۳۹۱، ص. ۱۳۱).

۳. مبانی نظری تحقیق

۳. ۱. ضرورت دفن پسماند

پسماند به مواد زایدی اطلاق می‌شود که در اثر فعالیت-های روزمره و گوناگون انسانی تولید می‌شود و از نظر تولیدکننده قابل مصرف نیستند. تولید پسماند یکی از مهم-ترین منابع تهدیدکنندهٔ سلامت و محیط زیست جهانی به شمار می‌آید (عنابستانی، سجاسی‌قیداری و رئیسی، ۱۳۹۴، ص. ۲۸۲). مفهوم دفن پسماند[۲۰] (جنتلی[۲۱]، ۲۰۱۰، ص. ۳۲۹؛ هیگز و لنگفورد[۲۲]، ۲۰۰۹، ص. ۶۴) به عنوان روشی غنی برای انتخاب سایت دفن زباله یا مواد زاید است. شناسایی محل‌های مناسب جهت دفن پسماند شهری یا روستایی، یک فرآیند پیچیده و چندرشته‌ای است که نیاز به ملاحظات زیست‌محیطی، اکولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی و فنی یا تخصصی دارد (دانشور، فرناندز و ورث[۲۳]، ۲۰۰۵، ص. ۲). کمبود یا فقدان زمین برای دفن زباله و نیز رشد جمعیت از بزرگ‌ترین مشکلات مناطق شهری و روستایی در جهان است. از این رو، گزینش مکان برای دفن زباله، بزرگ‌ترین چالش پیش روی سیستم مدیریت دفع پسماند به شمار می‌آید (زامورانو، مولرو، هرتادو، گریندلی و راموس[۲۴]، ۲۰۰۸، ص. ۴۷۳). انتخاب مکان نامناسب باعث به شکل‌گیری بوی ناخوشایند، انتقال بیماری، آلودگی آب، خاک و هوا، تغییر

چشم‌انداز و خسارت جانی و مالی می‌شود (مِلو، کالجری، دوارته، آزِودو و لورنتز[25]، ۲۰۰۶، ص.۸۳؛ نظری، سالاری‌راد و بزازی[26]، ۲۰۱۲، ص. ۱۶۳۲). پرهزینه‌بودن مدیریت پسماندها منجر می‌شود که در بسیاری از مناطق، زایدات به نزدیک‌ترین مکان قابل دسترس حمل و به صورت سنتی و غیر بهداشتی دفن شوند (دوامی، محمدنژاد، منوری و شریعت، ۱۳۹۳، ص. ۵۷). برای کاهش هزینهٔ ناشی از حمل این مواد و مکان‌یابی آن جهت دفن بهداشتی (عابدینی و کاملی‌فرد[27]، ۲۰۱۶، ص. ۱۲)، توجه به ویژگی‌های فیزیکی و محیطی منطقه، مثل بررسی وضعیت زمین‌شناسی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، توپوگرافی، فاصلهٔ محل دفن از مراکز مسکونی، بررسی خاک منطقه، گسل و لرزه‌خیزی در محل دفن زباله، وضعیت اقلیم، جهت باد غالب و پوشش گیاهی منطقه و کلیهٔ پارامترهای فیزیکی و طبیعی الزامی می‌باشد (رضازاده، سیدمحله، مهردادی و کوتنائی[28]، ۲۰۱۴، ص. ۲۶۲؛ کانتوز، کامیلز و هالودکیز[29]، ۲۰۰۳، ص. ۲۷۰). بنابراین، انجام ارزیابی تخصصی در زمینهٔ مسائل زیست‌محیطی و اجتماعی مانند؛ علوم خاک، مهندسی منابع آب، زمین‌شناسی، اقلیم‌شناسی، نقشه‌برداری، آمایش‌سرزمین، جامعه‌شناسی، اقتصاد و جغرافیا از ضروریات به شمار می‌آید (سوماتی، نتسن و سارکر[30]، ۲۰۰۸، ص. ۲۱۴۷).

۳.۲. دفن پسماند روستایی

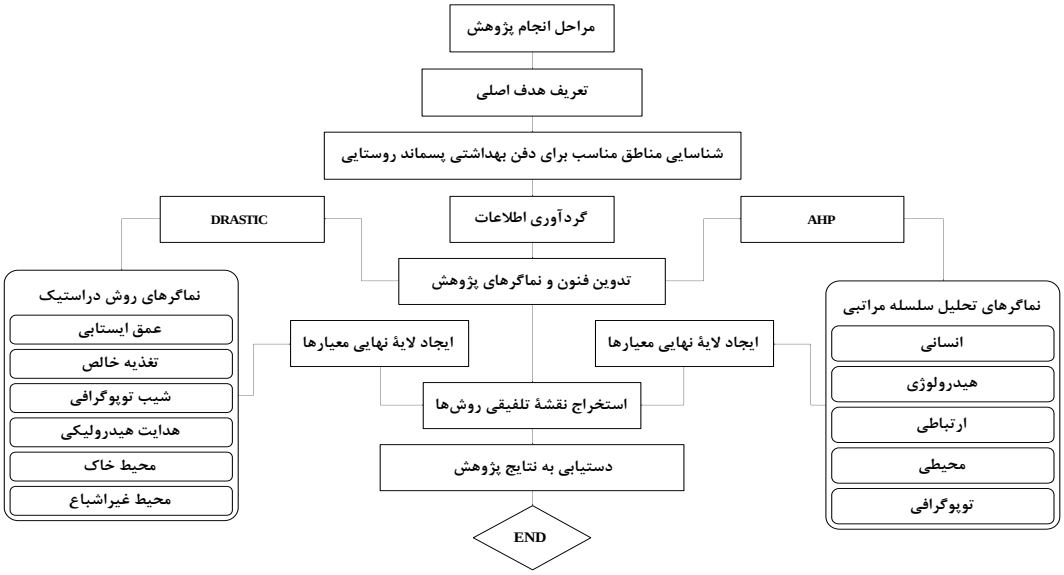
با توجه به اهمیت و جایگاه جامعهٔ روستایی و چالش‌ها و مشکلاتی که این جامعه در فرآیند توسعهٔ خود با آن مواجه است، شناخت ویژگی‌های برنامه‌ریزی توسعهٔ روستایی و پرداختن به کلیهٔ ابعاد آن ضروری است. بنابراین، نمی‌توان حفاظت از محیط زیست روستا را به حال خود رها کرد؛ بلکه لازم است در برنامه‌های ملی توجه ویژه‌ای به پسماندها و مدیریت آن‌ها شود (صفری و شمس، ۱۳۹۵، ص. ۷۸). بی‌توجهی به پسماندهای روستایی پیامدهای نامطلوبی مثل شیوع انواع بیماری‌ها، آلودگی محیط زیست، هدررفتن منابع و سرمایه‌ها را به دنبال خواهد داشت. بنابراین، مدیریت پسماندهای روستایی از مهم‌ترین موضوعاتی است که باید مورد توجه قرار گیرد (میرترابی، شفیعی و رضوانفر، ۱۳۹۲، ص. ۳۳۰). فرآیند مدیریت پسماند روستایی از آیتم‌های چون کاهش زباله‌ها، تفکیک از مبدأ، ذخیره‌سازی موقت، جمع‌آوری، بازیافت و دفن بهداشتی پسماند تشکیل شده است (فهیمی‌نیا و همکاران[31]، ۲۰۱۴، ص. ۳۲). به طورکلی، پسماندها در ارتباط با فعالیت‌های متنوع انسانی به وجود می‌آید. در محیط روستا پسماندها، محصول فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و خانگی می‌باشند (شیهلا[32]، ۲۰۰۷، ص. ۲۴۱). ویژگی پسماند در روستاها با توجه به شرایط محیطی، فصول مختلف سال، موقعیت جغرافیایی، نزدیکی، به شهر، عادات و فرهنگ، وضعیت اقتصادی، نوع فعالیت روستاییان و چگونگی سکونت افراد و جوانب گردش‌گری و غیره متغیر خواهد بود. این ویژگی‌ها شامل مشخصات کمّی و کیفی آن است. به منظور اعمال مدیریت صحیح دربارهٔ پسماندهای روستایی؛ اعم از اتخاذ روش‌های مناسب جمع‌آوری، دفع یا بازیافت آن، آگاهی کامل و صحیح از کمیت و کیفیت آن‌ها ضروری است (رضوانی، نظری و خراسانی، ۱۳۸۹، ص. ۳۲۰). از آن‌جایی که در انتخاب مکان برای دفن پسماند روستایی در روستایی[33] هیچ مطالعهٔ اولیه‌ای که ضامن حفاظت از منابع محیط‌زیست و بهداشت باشد تا به حال صورت نگرفته است و متأسفانه رهاسازی زباله و فاضلاب در معابر و یا در رودخانه‌ها عمده‌ترین روش‌های دفع زباله محسوب می‌شود. در این صورت، مکان‌یابی بهینه و اصولی دفن بهداشتی زباله بدون درنظرگرفتن معیارهای مختلف امری اجتناب‌ناپذیر است (فرجی‌سبکبار، سلمانی، فریدونی، کریم‌زاده، رحیمی، ۱۳۸۹، ص. ۱۲۸). پس فرآیند مکان‌یابی با تکیه به اطلاعات کافی از منطقه انجام می‌شود تا اطمینان حاصل شود که انتخاب محل دفن درست بوده است؛ به علاوه، نحوهٔ به‌کارگیری اطلاعات و تصمیم‌گیری در انتخاب محل دفن موضوع مهمی به شمار می‌رود (شپارد[34]، ۲۰۰۵، ص. ۶۷).

۴. یافته‌های تحقیق

۴.۱. تعیین اوزان معیارهای روش تحلیل سلسله‌مراتبی

در این مرحله با استفاده از روش مقایسهٔ زوجی برای انجام مقایسات، ماتریسی به ابعاد ۵×۵ تنظیم و شاخص‌های مختلف دو به دو با هم قیاس شده‌اند و مقادیر مربوط، بر پایهٔ غربال ساعتی تخصیص یافت. به این ترتیب، اعداد نسبی محاسبه‌شدهٔ هر ستون با هم جمع و سپس هر عضو ماتریس بر مجموع عوامل تقسیم شد. حاصل آن، ایجاد اعداد به‌هنجارشده می‌باشد. در ادامه، میانگین سطرهای جدول

نرمال، به منزلهٔ استخراج اوزان نهایی نماگرهای پژوهش لحاظ شده است. جدول (۱) ماتریس مقایسات زوجی معیارها را نشان می‌دهد.



شکل ۵- مدل مفهومی پژوهش

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

جدول ۱- ماتریس مقایسات زوجی معیارها

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

معیار	انسانی	هیدرلوژی	ارتباطی	محیطی	توپوگرافی
انسانی	۱	۱/۳۸۲	۱/۸۷۷	۲/۰۴۸	۲/۲۳۲
هیدرلوژی	۰/۷۲۳	۱	۲/۲۵۹	۱/۹۸۸	۲/۰۲۸
ارتباطی	۰/۵۳۳	۰/۴۴۳	۱	۰/۹۷۵	۲/۲۷۲
محیطی	۰/۴۸۸	۰/۵۰۳	۱/۰۲۶	۱	۱/۲۷۱
توپوگرافی	۰/۴۴۸	۰/۴۹۳	۰/۴۴۰	۰/۷۸۷	۱

از جدول (۲) این‌گونه استنباط می‌شود که بالاترین ارزش شاخص، مربوط به نماگر انسانی با ضریب کارشناسی ۰/۳۰۳ بوده و کمترین ارزش، برای نماگر توپوگرافی با وزن ۰/۱۱۲ اختصاص شده است. این موضوع نشان می‌دهد که از آرای کارشناسان خبرهٔ، نقش مراکز انسانی ارزش حداکثر را در میان نماگرهای پژوهش ایفا کرده است. در گام بعد، ارزش هر یک از متغیرها تعیین شد، شایان ذکر است، هرکدام از نماگرهای با تعیین بردار مجموع وزنی و ضرب وزن نسبی در اولین معیار مربوط به اولین ستون آرایهٔ اصلی، محاسبه می‌شود. فرآیند انجام سایر نماگرها و زیرمعیارها هم این‌گونه است. در پایان، مجموع گام اول در هر ردیف تقسیم بر عددی می‌شود که در همان ردیف ارزش عدد یک می‌باشد. با توجه به تعدد جداول این بخش و رعایت حجم مقاله، تنها به ذکر جداول اصلی و ارزش نهایی نماگرها و زیرمعیارها بسنده شده است. پس از به‌دست‌آوردن بردار سازگاری نماگرها و زیرمعیارها، به تعیین مقدار ویژهٔ ماتریس مقایسات زوجی، سپس شاخص ناسازگاری و نیز ضریب ناسازگاری پرداخته‌شد. عدد حاصل از ارزش‌گذاری نماگرها، ۰/۰۲ می‌باشد و این ضریب کمتر از عدد ۰/۱ است. بنابراین، وزن‌دهی در سطح مطلوبی انجام گرفته است.

$$\lambda = \frac{۵/۰۹ + ۵/۱۳ + ۵/۰۷ + ۵/۱۰ + ۵/۰۵}{۵} = ۵/۰۹ \qquad (۱)$$

$$I.I. = \frac{۵/۰۹ - ۵}{۵ - ۱} = ۰/۰۲ \qquad I.R. = \frac{۰/۰۲}{۱/۱۲} = ۰/۰۲$$

جدول ۲- ماتریس ضریب اهمیت زیرمعیارها

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

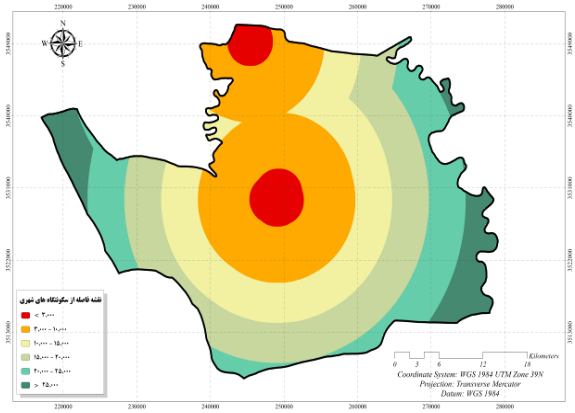
معیار	ضریب معیار	زیرمعیار	وزن نسبی زیرمعیار	وزن مطلق زیرمعیار	نرخ سازگاری کل
انسانی	۰/۳۰۳	فاصله از سکونت‌گاه‌های شهری	۰/۴۰۴	۰/۱۲۳	۰/۰۲
		فاصله از سکونت‌گاه‌های روستایی	۰/۵۹۶	۰/۱۸۰	
هیدرولوژی	۰/۲۷۲	فاصله از منابع آب سطحی	۰/۳۳۱	۰/۰۹۰	
		فاصله از منابع آب زیرزمینی	۰/۶۶۹	۰/۱۸۱	
ارتباطی	۰/۱۶۶	فاصله از راه‌های اصلی	۰/۶۷۱	۰/۱۱۲	
		فاصله از خطوط راه آهن	۰/۳۲۹	۰/۰۵۵	
محیطی	۰/۱۴۶	فاصله از مناطق حفاظت‌شده	۰/۳۹۰	۰/۰۵۷	
		کاربری اراضی روستایی	۰/۶۱۰	۰/۰۸۹	
توپوگرافی	۰/۱۱۲	وضعیت ناهمواری	۰/۶۵۴	۰/۰۷۴	
		جهت شیب	۰/۳۴۶	۰/۰۳۹	

۴.۲. تهیهٔ لایه‌های روش تحلیل سلسله‌مراتبی

در تحلیل چندشاخصهٔ فضایی درجهٔ حصول به اهداف که به واسطهٔ معیارها مورد سنجش قرار می‌گیرد، به عنوان مبنای مقایسهٔ گزینه‌ها در نظر گرفته می‌شود. شاخص‌های ارزیابی در ملازمت با پدیده‌های جغرافیایی مطرح شده و آن‌ها را می‌توان در قالب نقشه نمایش داد. این مرحله از پژوهش، شامل فرآیندهای نظیر اخذداده، ژئورفرنس‌کردن لایه‌ها، تغییرات فرمت، تنظیم‌کردن، مستندسازی اطلاعات می‌باشد. در این راستا، نقشه‌های مورد استفاده این قسمت را عوامل انسانی، هیدرولوژی، ارتباطی، محیطی و توپوگرافی تشکیل می‌دهد.

۴.۲.۱. لایه‌های شاخص انسانی

از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر مکان‌یابی، فاصله از سکونت‌گاه‌های انسانی است. برای نقاط‌شهری، عموماً حداقل فاصله را ۲ تا ۳ کیلومتری در نظر می‌گیرند و فواصل ۱۰ تا ۲۰ کیلومتری به عنوان حد نهایی تخمین شده است؛ البته اگر یک یا چند ایستگاه انتقال استفاده شود، فاصلهٔ ۳۰ تا ۴۰ کیلومتری قابل قبول می‌باشد (شکل ۶).

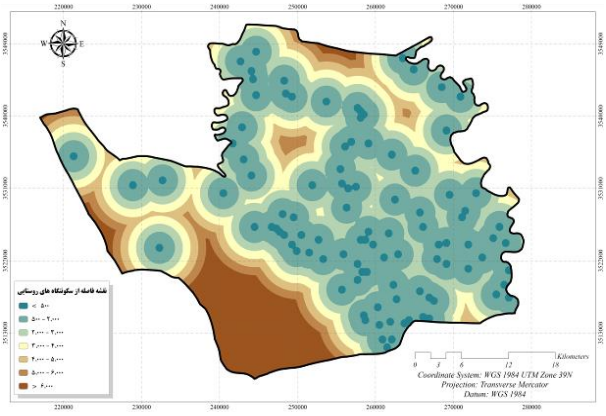


شکل ۶- نقشهٔ فاصله از سکونت‌گاه‌های شهری

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

واضح است که مکان دفن ضایعات باید به‌دور از اجتماعات قرار بگیرد. با توجه به عمر هر مکان دفن که حداقل ۲۰ سال تخمین می‌شود، محل دفن نباید در مسیر توسعهٔ مراکز سکونت‌گاهی انتخاب شود. از این‌رهگذر، برای کاهش تعرفه‌های ناشی از حمل و دفن بهداشتی و سایر موارد نظیر دوری راه، تا حد امکان باید تلاش شود که جایگاه دفن در فاصلهٔ مناسبی به محل تولید مواد زاید جامد واقع شود.

با توجه به این مهم و نیز کمبود زمین مناسب، استاندارد معینی برای فاصله تا محل دفن وجود ندارد. عمدتاً حداقل فاصله نواحی روستایی تا شعاع ۵۰۰ متری و بیشترین فواصل ۲ تا ۴ کیلومتری (شکل ۷) در نظر گرفته شده است (حجازی، ۱۳۹۴، ص. ۱۱۵).

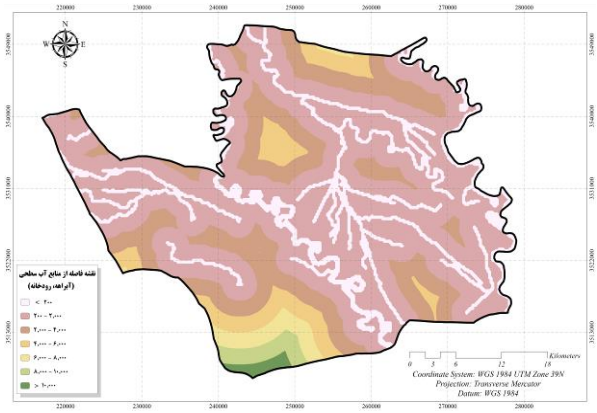


شکل ۷- نقشهٔ فاصله از سکونت‌گاه‌های روستایی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

۴.۲.۲. لایه‌های شاخص هیدرولوژی

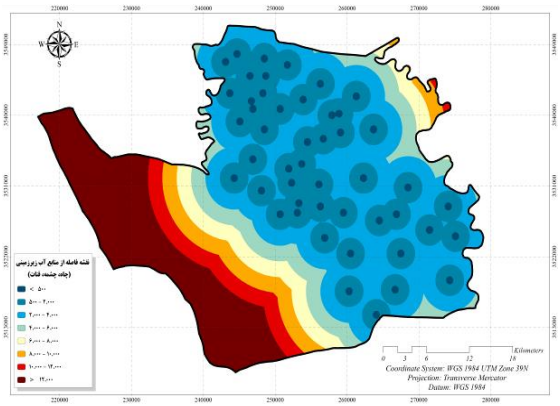
در ارتباط با شاخص هیدرولوژی، دو عامل فاصله از آب‌های سطحی و فاصله از آب‌های زیرزمینی ارائه شد. اگر محل دفن در مجاورت آب‌های سطحی قرار گیرد، ممکن است در اثر ورود جریان‌های آب سطحی به سلول‌های دفن، آسیب رسانده و موجب ورود شیرابه مواد زاید جامد به منابع آب سطحی و درنتیجه آلودگی آن‌ها شود یا این که در اثر مرور زمان، شیرابه ضایعات به آب‌های سطحی نفوذ کرده و بحران‌زا شود. بنابراین، می‌باید فاصلهٔ مناسب تا منابع آب سطحی (آب‌راهه‌ها و رودخانه‌ها) رعایت شود. در این راستا، برای جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی، باید جایگاه دفن پسماند در شعاع حداقلی ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر و خارج از مناطق سیل‌گر و دشت‌های سیلابی با دورهٔ ۱۰۰ ساله استقرار پیدا کنند (شکل ۸).



شکل ۸- نقشهٔ فاصله از منابع آب سطحی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

اکثر پژوهش‌گران بر این عقیده‌اند که اگر مواد زاید جامد در مجاورت سفره‌های زیرزمینی، دفن شوند، آب‌های زیرزمینی به صورت جدی آلوده خواهند شد. عمدهٔ این مورد از شست‌وشوی شیرابه مواد زاید در اثر تماس با آب یا پساب نفوذی به وجود می‌آید. همچنین، امکان تولید گازهایی خطرناکی مانند دی‌اکسیدکربن، متان، هیدروژن، نیتروژن و آمونیاک را که در طول روند تجزیهٔ مواد زاید جامد فراهم می‌آورد. بنابراین، حداقل فاصله از آب‌های زیرزمینی، باید ۳۰۵ متر (شکل ۹) در نظر گرفته شود (برومندی، خامه‌چیان و نیکودل، ۱۳۹۳، ص. ۴؛ حجازی، ۱۳۹۴، ص. ۱۱۳؛ معین‌الدینی، ۱۳۸۶، ص. ۶۹-۶۸).

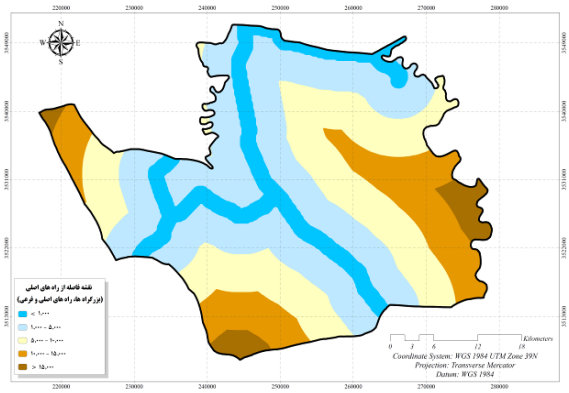


شکل ۹- نقشهٔ فاصله از منابع آب زیرزمینی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

۴.۲.۳. لایه‌های شاخص ارتباطی

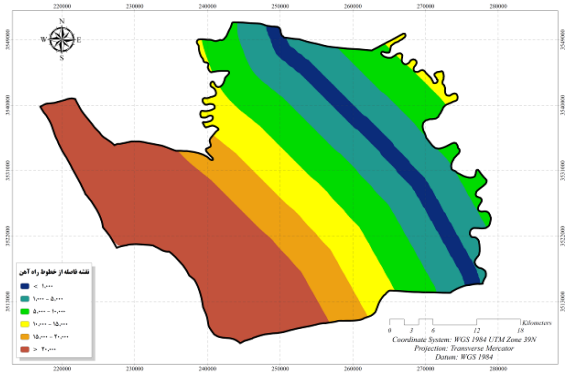
در ارتباط با معیار ارتباطی، دو عامل فاصله از راه‌های اصلی و فاصله از خطوط راه‌آهن مطرح است. مکان مورد نظر باید در تمامی فصول سال و با هر نوع از شرایط اقلیمی قابل دسترس باشد. دارای راه‌های با عرض کافی، ظرفیت لازم، حداقل بار ترافیکی و نیز به‌سهولت با بزرگراه‌ها در ارتباط باشد. مکان دفن، نباید در محلی واقع شود که منجر به آلودگی بصری رهگذران شود. حداقل فاصله برای راه‌های اصلی باید ۸۰ متر و حداکثر یک کیلومتر باشد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- نقشهٔ فاصله از راه‌های اصلی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

با توجه به این‌که ساخت راه‌های دسترسی و بهره‌گیری از تجهیزات حمل در مسافت‌های طولانی به یک واقعیت انکارناپذیر تبدیل شده و بخش مهمی از فرآیند مکان‌یابی و احداث محل دفن را نیز شامل می‌شود، خطوط راه‌آهن با قابلیت دسترسی به نواحی دوردست قادر است ضایعات را به شکل بهداشتی به سمت مدفن‌گاه هدایت کند. بنابراین، براساس ضوابط سازمان محیط زیست ایران، فاصله از شبکه‌های ارتباطی باید ۳ تا ۵ کیلومتر باشد (معین‌الدینی، ۱۳۸۶، ص. ۶۹؛ معتمدی، قلی‌نژاد، ثابت، حاتمی‌نژاد، ۱۳۹۳، ص. ۱۱۰).

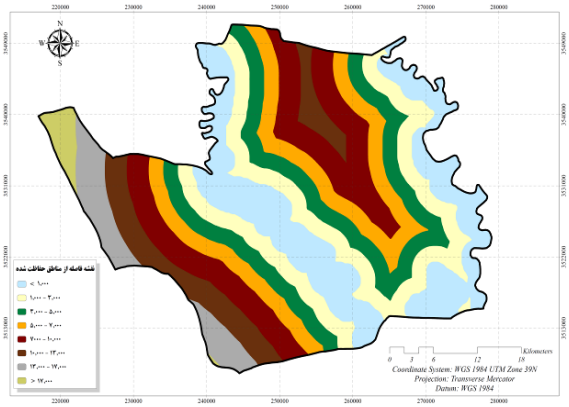


شکل ۱۱- نقشهٔ فاصله از خطوط راه آهن

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

۴.۲.۴. لایهٔ شاخص محیطی

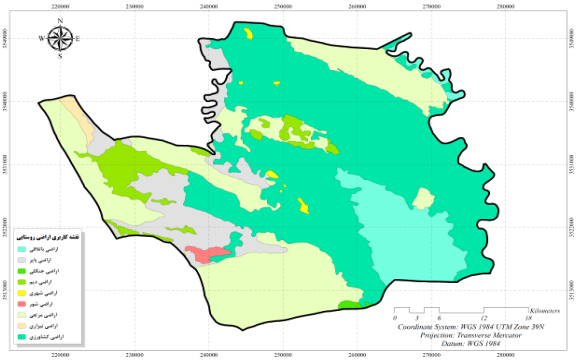
دربارهٔ معیار محیطی، دو عامل فاصله از مناطق حفاظت‌شده و وضعیت کاربری اراضی روستایی در جانمایی پهنه‌های دفن ضایعات مؤثر است. این مناطق، عرصه‌های زیستی و جانوری هستند که باید مکان منتخب از آن‌ها فاصله کافی داشته باشد. مرداب‌ها، تالاب‌ها و پارک‌های جنگلی از عمدهٔ این مناطق به شمار می‌آیند. بنابراین، مناطق حفاظت‌شده به عنوان نواحی غیرقابل قبول برای مکان‌یابی جهت دفن زباله، با یک حریم ۵۰۰ متری تعریف می‌شوند. هرچه فاصله از این نواحی بیش‌تر شود، ارزش محل دفن بالا می‌رود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- نقشهٔ فاصله از مناطق حفاظت شده

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

انتخاب یک مکان به عنوان محل مناسب جهت دفن پسماند ارتباط مستقیم با قیمت و نوع کاربری زمین مورد نظر داشته و اثر بسزایی در هزینهٔ تمام‌شدهٔ فنی هر تن ضایعات و اراضی تحت کشت دارد. انتخاب یک مکان به عنوان جایگاه دفن، پوشش‌گیاهی منطقه را در معرض تخریب خواهد گذاشت (شکل ۱۳). از این رو، محیط مربوطه برای این کار باید مورد تأیید مقامات رسمی، مردم و گروه‌های محلی قرار گیرد (سالاری، ۱۳۹۰، ص. ۱۱۳-۱۰۶).



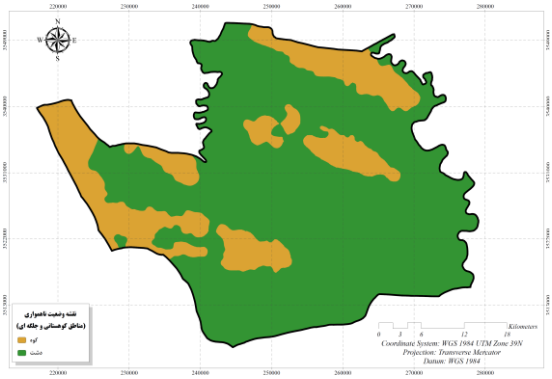
شکل ۱۳- نقشهٔ کاربری اراضی روستایی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

۵.۲.۴. لایهٔ شاخص توپوگرافی

شاخص توپوگرافی در این تحقیق در بر گیرندهٔ فاکتورهای ناهمواری و جهت شیب می‌باشد. تعیین ناهمواری محل دفن،

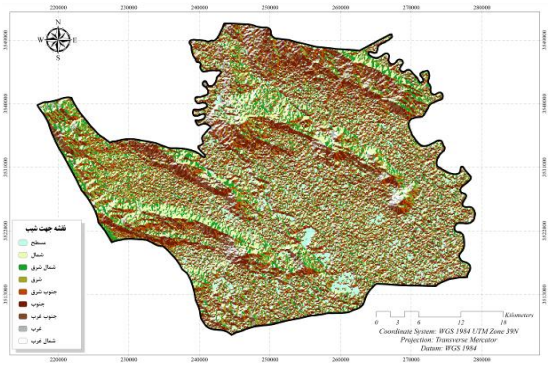
به واسطهٔ مؤثربودن بر نوع عملیات، روش‌دفن، طراحی زهکشی برای منطقهٔ دفن، تعیین تراز آبخوان‌ها و پیش‌بینی توسعهٔ اقدامات آتی باارزش و مهم است. معمولاً مناطق مرتفع و مسطح، با داشتن شرایط نفوذناپذیری خاک، بهترین نواحی به‌حساب می‌آیند. اراضی گود و پست، با توجه به پذیرش مقادیر بیشتری از مواد زاید و همچنین، به واسطهٔ پایین‌بودن این اراضی از سطح زمین، در اثر جاری‌شدن آب از سیلاب، به طور تدریجی دچار فرسایش می‌شوند. بنابراین، در این‌گونه مناطق، برای کنترل سیلاب و فرسایش خاک، طراحی زهکش‌های سطحی اقدامی ضروری و مؤثر به نظر می‌آید (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- نقشهٔ وضعیت ناهمواری

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

از مشکلات مهم مناطق دفن پسماند، بوی نامطبوعی است که از آن ساطع می‌شود. در این‌راستا، مکان دفن، نباید در نزدیکی روستاها و در جهت بادهای غالب منطقه قرار گیرد (سالاری، ۱۳۹۰، ص. ۹۳؛ پورخباز و پورخباز، ۱۳۹۰، ص. ۵۶-۵۷).



شکل ۱۵- نقشهٔ جهت شیب

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

۴. ۳. تهیهٔ لایه‌های روش دراستیک

دراستیک، یک سیستم استاندارد برای ارزیابی حساسیت آبخوان در مقابل آلودگی‌ها است. شرایط هیدروژئولوژیکی مورد استفاده در این روش در حقیقت، مبیّن ترکیبی از تمامی پارامترهای زمین‌شناسی و هیدرولوژیکی است که حرکت آب-های زیرزمینی را در یک ناحیه کنترل می‌کند. دراستیک از ترکیب هفت مشخصهٔ هیدروژئولوژیک قابل اندازه‌گیری و مؤثر در انتقال آلودگی به آبخوان که شامل عمق سطح ایستابی، تغذیهٔ خالص، محیط آبخوان (اشباع)، محیط خاک، شیب زمین، محیط غیراشباع (وادووز)، هدایت هیدرولوژیکی آبخوان می‌باشد، تشکیل شده است. این نماگرها در محیط سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی به صورت هفت لایه ظاهر می‌شوند. جهت تعیین اهمیت نسبی هر کدام از عوامل استفاده شده در روش، هر مشخصه نسبت به سایر عوامل نیز ارزیابی می‌شود؛ به طوری که به هرکدام با توجه به اهمیت تأثیر آن‌ها در آلودگی سیستم آبخوان یک وزن نسبی، از عدد ۱ تا ۵، تعلق می‌گیرد که نشان‌گر اثرنسبی هر شاخص بر انتقال آلودگی در آب‌های زیرزمینی است. در این مدل، به بازه‌های هریک از مشخصه-های هیدرولوژیک یک رتبه، معمولاً از ۱ تا ۱۰ بر مبنای تأثیر آن‌ها بر آسیب‌پذیری، اختصاص می‌گیرد و به استفاده‌کننده از روش این امکان را می‌دهد که تکنیک دراستیک را با محدودهٔ مورد مطالعه، هم‌سنج و منطبق کند. در رتبه‌ها نیز عدد بیشتر از هشت برای حوضه‌های با آبگیری بیشتر مانند توده‌های آبی و آبخوان‌های دارای شن درشت، تعیین شده است. این امر به دلیل آن است که در مناطق مذکور، آلودگی به سهولت وارد آبخوان شده و آسیب‌پذیری بیشتری در برابر آلودگی نشان می‌دهند. در این‌روش، اوزان عددی معیارها، با مدل دلفی و مبتنی بر نظرات کارشناسان هیدروژئولوژی و زمین‌شناسی، نسبت به حساسیت هرکدام از پارامترها به یک‌دیگر پایه‌ریزی شده است. در نهایت، پس از گردآوری داده‌ها و نیز رقومی‌کردن اطلاعات هیدروژئولوژیکی، ۷ عامل نامبرده که نیروی آلودگی را کنترل می‌کنند، جهت تهیهٔ نقشهٔ آسیب-پذیری آبخوان با یکدیگر هم‌پوشانی و تلفیق می‌شوند، که یک نقشهٔ جدید با عنوان شاخص دراستیک به دست می‌آید. بنابراین برای نمایش کلی اوزان، رتبه‌ها و محدودهٔ هر یک از نماگرهای مدل دراستیک براساس خصوصیات محیطی بخش

شاوور در جدول (۳) قرار داده شد. شایان ذکر است افـزون بـر هفت پارامتر یادشده در جدول، میزان آسیب‌پذیری آبخوان که براساس آن نقشهٔ نهایی مدل دراستیک تهیه شد، بـه پـنج رده با طیف‌های بسیار کم تا بسیار زیاد طبقه‌بندی شد.

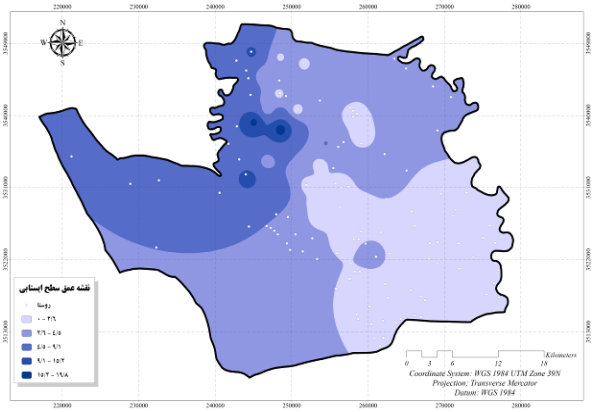
جدول ۳- دامنه، رتبه، وزن پارامترهای روش دراستیک

مأخذ: آلر، بنت، لیر، پتی، هاکت[۳۵]، ۱۹۹۷؛ ناصری، صرامی‌نژاد، ۱۳۹۰، ص. ۲۳؛ نخعی، امیری، رحیمی، ۱۳۹۲، ص. ۶

عمق سطح آب زیرزمینی (متر)			تغذیه خالص (میلی‌متر/سال)			شیب توپوگرافی (درصد)			هدایت هیدرولیکی (متر / روز)		
دامنه	رتبه	وزن	دامنه	رتبه	وزن	دامنه	رتبه	وزن	دامنه	رتبه	وزن
۰ - ۲/۶	۱۰		۰ - ۵۰	۱		۰ – ۲	۱۰		۰ – ۴	۱	
۲/۶ – ۴/۵	۹		۵۰ - ۱۰۰	۳		۲ – ۶	۹		۴ – ۱۲	۲	
۴/۵ – ۹/۱	۷	۵	۱۰۰ – ۱۷۵	۶	۴	۶ – ۱۲	۵	۱	۱۲ – ۲۸	۴	
۹/۱ – ۱۵/۲	۵		۱۷۵ – ۲۵۰	۸		۱۲ – ۱۸	۳		۲۸ – ۴۰	۶	۳
۱۵/۲ – ۱۹/۸	۳		> ۲۵۰	۱۰		> ۱۸	۱		۴۰ – ۸۰	۸	
جنس محیط آبخوان			جنس محیط خاک			جنس محیط غیراشباع			۸۰ – ۱۰۰	۹	
دامنه	رتبه	وزن	دامنه	رتبه	وزن	دامنه	رتبه	وزن	> ۱۰۰	۱۰	
رس	۱		دریاچه	۱۰		رس	۱		میزان آسیب‌پذیری آبخوان		
رس با سیلت	۲		شن	۱۰		رس با سیلت	۲		شاخص دراستیک		دامنه
رس با ماسه	۴		ماسه	۹		رس با ماسه	۴		بسیار کم		۴۱ – ۷۹
رس با گراول	۶	۳	لومی	۵	۲	رس با گراول	۶	۵	کم		۸۰ – ۸۶
ماسه	۸		لومی شنی	۶		سیلت با ماسه	۷		متوسط		۸۷ – ۹۹
ماسه با گراول	۹		لومی سیلتی	۴		گراول	۱۰		زیاد		۱۰۰ – ۱۱۹
گراول	۱۰		رس لومی	۳		–	–		بسیار زیاد		۱۲۰ – ۱۳۵

۴. ۳. ۱. لایهٔ عمق سطح ایستابی (D)[۳۶]

عمق سطح ایستابی به حد فاصل سطح زمین تا سـطح آب زیرزمینی گفته می‌شود (شهرکی، آغاسـی، شـهرکی و زارعـی، ۱۳۸۹، ص. ۶۲). به طور کلی، عمق آب زیرزمینی به این دلیل که حجمی از مـواد را در بـر مـی‌گیـرد و آب نفـوذی (جریـان شیرابه) قبل از رسیدن به آن باید از سفره عبور کنـد، اهمیـت زیادی در انتقال آلودگی‌ها را داشته است. بنابراین، بـا افـزایش عمـق سـطح آب، پتانسـیل آلـودگی سـفره کـاهش مـی‌یابـد (ودریس، نزکیس، پلمیو و کاریکلس[۳۷]، ۲۰۱۰، ص. ۱۴). بـرای تهیهٔ نقشهٔ عمق آب زیرزمینی در محیط ArcGIS10.4، ابتدا، از داده‌های سطح آب ۴۹ چاه پیزومتری مربوط بـه سـال آبـی ۱۳۹۲-۱۳۹۳ در محدودهٔ شـاوور شهرسـتان شـوش اسـتفاده شد. سپس، این اطلاعات به فرمت قابـل قبـول بـرای نرم‌افـزار ArcMap، به عبارتی (.xls)، تبـدیل شـد. در ایـن راسـتا، بـا استفاده از عمق‌یابی ماهانهٔ سطح آب‌های زیرزمینـی در چـاه-های منطقه، بررسی صحت داده‌ها و در صورت لـزوم تصـحیح آن‌ها، با بهره‌گیری از روش درون‌یابی (IDW) نقشهٔ هم ارزش عمق ایستابی تهیه شد. لایهٔ درون‌یابی ایجادشده از نوع رسـتر بوده و به عنوان (DEM) شناخته می‌شود. پـس از انجـام ایـن عمل، لایهٔ مذکور به ۵ کلاس طبقه‌بنـدی شـد. در نهایـت، بـا توجه به وزن شاخص عمق ایستابی کـه پـنج مـی‌باشـد، لایـهٔ به‌دست‌آمده در عدد ۵ ضرب و نقشهٔ عمق ایستابی حاصل شد. نقشهٔ پهنه‌بندی ارزش‌گذاری‌شدهٔ عمـق آب زیرزمینـی دشـت شاوور مطابق شکل (۱۶) می‌باشد.

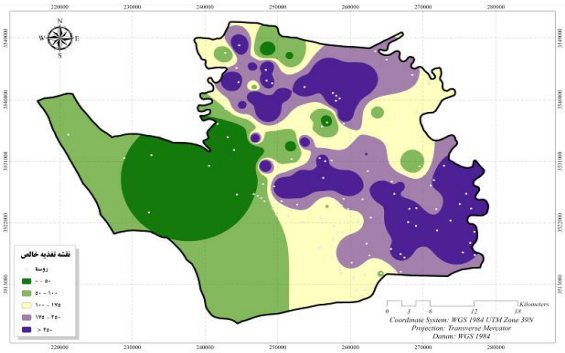


شکل ۱۶- نقشهٔ عمق آب زیرزمینی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

۴.۳.۲. لایهٔ میزان تغذیهٔ خالص (R)[۳۸]

میزان تغذیهٔ خالص به مقدار آبی اطلاق می‌شود که به سطح زمین نفوذ می‌کند و به سطح ایستابی می‌رسد. روند تغذیه منجر به انتقال عمودی آلاینده‌ها به سطح آب زیرزمینی و نیز حرکت افقی آن‌ها به درون سفره می‌شود. در گزارشات از تغذیه به مثابه عاملی در انتقال آلودگی یاد شده است و به طورکلی، می‌توان گفت با تغذیهٔ بیشتر، توان آلودگی افزایش می‌یابد (محمد، زانوا و داوود و آرل[۳۹]، ۲۰۱۵، ص. ۷۲؛ رحمان[۴۰]، ۲۰۰۸، ص. ۳۵). در شاخص دراستیک فرض بر این است که عمده‌ترین حرکت عمودی آب، تغذیه ناشی از بارندگی است که از سطح زمین و به صورت عمودی وارد سفرهٔ آب زیرزمینی می‌شود. در حالتی که منابع تغذیه‌ای دیگری مانند تغذیهٔ مصنوعی، آبیاری کشاورزی و آب فاضلاب دارای مقادیر قابل‌توجهی در دشت است، باید در تهیهٔ نقشه این فاکتور در نظر گرفته شوند (نخعی، امیری و رحیمی، ۱۳۹۲، ص. ۳). عمدتاً هرچه میزان تغذیهٔ خالص بیشتر باشد، مقدار آسیب‌پذیری آب‌زیرزمینی به دلیل انتقال فزایندهٔ آلاینده‌ها، افزایش می‌یابد. به منظور بررسی حجم ذخیرهٔ آب زیرزمینی بخش شاوور، از روش هم‌پوشانی لایهٔ تغییرات تراز سطح ایستابی و لایهٔ توزیع قابلیت ذخیرهٔ آبخوان مورد استفاده قرارگرفت. تغییرات عمق ایستابی از تفریق لایهٔ هم‌تراز اسفند ۱۳۹۲ و شهریور ۱۳۹۳ استخراج شده است. نوسانات تراز آبخوان از ضرب مقدار بالا آمدگی سطح ایستابی در آبدهی ویژه، برآورد مستقیم از تغذیه مطابق شکل (۱۷) حاصل شد. همچنین، برای تهیهٔ نقشهٔ رستری قابلیت ذخیره از داده‌ها حاصل از نتایج جریان آب زیرزمینی دشت استفاده شد.

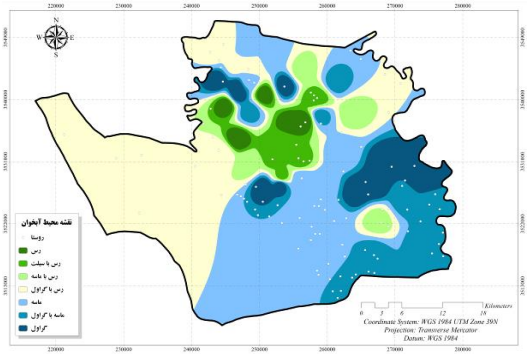


شکل ۱۷- نقشهٔ میزان تغذیهٔ خالص

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

۴.۳.۳. لایهٔ محیط آبخوان (A)[۴۱]

محیط اشباع و مواد تشکیل‌دهندهٔ آن منعکس‌کنندهٔ طول و روند مسیر سیستم جریان آب زیرزمینی در سفره است؛ به بیان کلی، هر چه مواد سفره دانه درشت باشد، به دلیل نفوذپذیری بالاتر این مواد، پتانسیل آلودگی آبخوان، بیشتر خواهد شد. در ارتباط با سفره‌های چندلایه‌ای نزدیک به سطح زمین، لایهٔ بالاتر مد نظر قرار می‌گیرد، نه پایین‌تر (ودریس، نزکیس، پلمیو و کاریکلس، ۲۰۱۰، ص. ۱۴). به ساختار زمین در بخش اشباع، محیط آبخوان اطلاق می‌شود. این شاخص به نوع ترکیب و دانه‌بندی خاک بستگی دارد. از آن‌جایی که مواد تشکیل‌دهندهٔ آبخوان بر طول مسیر و جهت جریان آب نیز اثر دارد، با افزایش طول مسیر، زمان لازم برای انجام روش‌های میرایی نظیر جذب، واکنش شیمیایی و پراکنش مواد افزایش خواهد یافت (شهرکی، آغاسی، شهرکی و زارعی، ۱۳۸۹، صص. ۶۲-۶۳). با این وجود، برای تهیهٔ نقشهٔ محیط آبخوان، از اطلاعات ۴۹ لاگ حفاری چاه‌های پیزومتری در بخش شاوور استفاده شد. سپس بر حسب نسبت جنس مواد سازنده و یک ارزش عددی بین ۱ تا ۱۰ اختصاص داده شد. در نهایت، لایهٔ ارزش‌گذاری شدهٔ محیط آبخوان (اشباع) مطابق شکل (۱۸) حاصل شد.



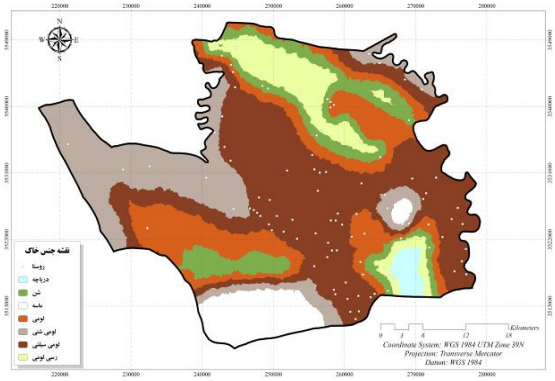
شکل ۱۸- نقشهٔ محیط اشباع

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

۴.۳.۴. لایهٔ جنس خاک (S)[۴۲]

محیط خاک، قسمت بالایی منطقهٔ غیراشباع است که تا حد نفوذ ریشهٔ گیاهان و یا فعالیت موجودات ارگانیکی ادامه داشته است. توان آلودگی خاک، عموماً بستگی به عناصر و خصوصیات خاک همچون نوع بافت خاک، مقدار نفوذپذیری خاک و درصد مواد آلی خاک دارد (نخعی، امیری و رحیمی،

۱۳۹۲، ص. ۴). جهت کنترل جریان نفوذ شیرابهٔ پسماند به داخل خاک و آلودگی آبخوان، دو عامل تخلخل و نفوذپذیری خاک نیز مؤثرند (پرساد، سینگ، کریشنام و بنرجی[۴۳]، ۲۰۱۰، ص. ۱۴۶). در پژوهش حاضر، برای تهیهٔ لایهٔ محیط خاک، ابتدا نقشهٔ خاک مؤسسهٔ آب و خاک ایران اسکن شد. در مرحلهٔ بعد، با ژئورفرنس‌کردن این نقشه در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، اطلاعات رقومی‌شدهٔ لایه‌های خاک دشت شاوور نیز به صورت اطلاعات نقطه‌ای وارد و به هرداده، یک ارزش و مقدار عددی اختصاص داده شد. در نهایت، با بهره‌گیری از روش درون‌یابی (Spline) لایهٔ هم‌ارزش جنس خاک مطابق شکل (۱۹) تهیه شد.

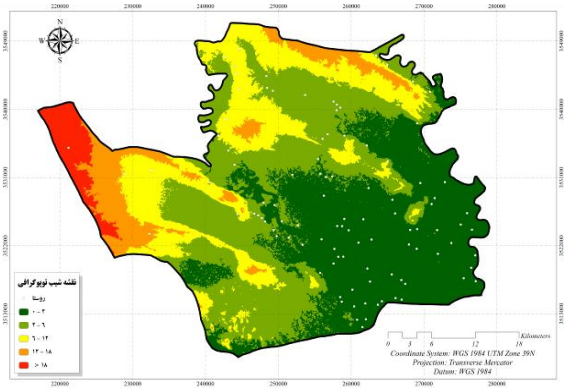


شکل ۱۹- نقشهٔ محیط خاک

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

۴. ۳. ۵. لایهٔ شیب توپوگرافی (T)[۴۴]

این لایه به تغییرات شیب سطح زمین مربوط می‌شود. فرض بر این است که هرچه شیب کمتر باشد، مواد آلایندهٔ محلول، فرصت بیشتری برای نفوذ پیدا خواهند داشت. از این رو، ناحیه‌ای با شیب کمتر، رتبهٔ بالاتر در این مدل کسب می‌کند. شیب بالا موجب می‌شود که مواد محلول به شکل رواناب جاری شود و کمتر مورد نفوذ قرارگیرد (نوبر، روتینو فالو، نوبر و کوسنزا[۴۵]، ۲۰۰۷، ص. ۲۸۸). اثر مهم دیگر شیب بر توسعهٔ خاک است. معمولاً در شیب‌های تند، ضخامت لایهٔ سطحی آن، کم می‌باشد (نخعی، امیری و رحیمی، ۱۳۹۲، ص. ۴). به این دلیل، برای تهیهٔ این نقشه، با توجه به ارتفاع نقاط در مناطق مختلف دشت، یک مدل رقومی ارتفاعی در GIS تهیه شد. سپس براساس آن، شیب توپوگرافی نقاط به صورت درصد بیان شد. مطابق شکل (۲۰)، شیب زمین در دشت شاوور نیز بین کمتر از دو درصد تا بیش‌تر از هشت درصد متغیر است.

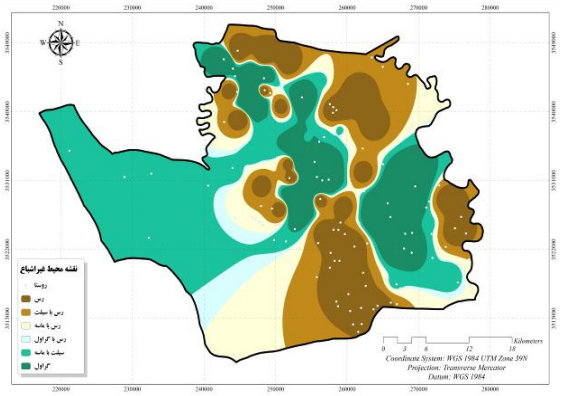


شکل ۲۰- نقشهٔ شیب توپوگرافی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

۴. ۳. ۶. لایهٔ محیط غیراشباع یا وادوز (I)[۴۶]

این لایه مرتبط با جنس خاک است که از زون خاک سطحی شروع و تا سطح ایستابی ادامه می‌یابد. فرض این روش به این صورت است که محیط و شرایط منطقهٔ غیراشباع اثر زیادی بر مواد آلاینده دارد؛ چون در این منطقه، امکان جذب و یا رقیق‌شدگی پیدا می‌کنند (امیراحمدی، ابراهیمی، زنگنه و اکبری، ۱۳۹۲، ص. ۴۹). شایان ذکر است که ضخامت و ویژگی‌های هیدرولیکی مواد زمین‌شناسی بخش غیراشباع که نرخ تغذیه و مدت زمان تغذیه به آبخوان را نیز کنترل می‌کنند، از فاکتورهای‌کلیدی تعیین آسیب‌پذیری آبخوان می‌باشند (نعمتی، عبیات و دانشیان، ۱۳۹۴، ص. ۱۱۷). چگونگی تولید نقشهٔ محیط وادوز همانند محیط آبخوان است؛ با این تفاوت که ضخامت و جنس لایه‌های بالای سطح ایستابی در لاگ چاه‌ها استفاده شد و نقشهٔ محیط غیراشباع مطابق شکل (۲۱) ارائه شد.

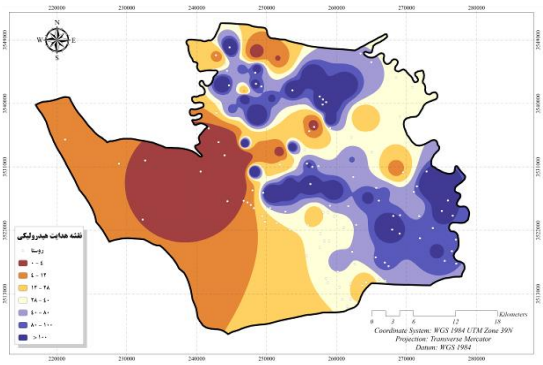


شکل ۲۱- نقشهٔ محیط غیراشباع

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

۴. ۳. ۷. لایهٔ هدایت هیدرولیکی (C)[۴۷]

هدایت هیدرولیکی سفره، گنجایش تحرک‌پذیری آبخوان در محیط اشباع را نشان می‌دهد. بنابراین، پتانسیل تحرک‌پذیری مواد آلاینده توسط آب زیرزمینی نیز تقریباً برابر هدایت هیدرولیکی سفره است. هدایت هیدرولیکی، میزان حرکت آلودگی‌ها و پخش آن را از محل نفوذ تا رسیدن به ناحیهٔ اشباع را کنترل می‌کند. از این نظر مناطقی که هدایت هیدرولیکی بالایی دارند، پتانسیل آلایندگی بیشتری را می‌گیرند (محمد، زانوا و داوود و آرل، ۲۰۱۵، ص. ۷۳). در واقع، هدایت هیدرولیکی توسط حفره‌ها، شکستگی‌ها و سطوح لایه‌بندی‌شده، تعیین می‌شود و میزان آب نفوذیافته، از طریق محیط‌آبخوان مشخص می‌شود (اصغری‌مقدم، فیجانی و ندیری، ۱۳۸۸، ص. ۶۱). برای تهیهٔ لایهٔ هدایت‌هیدرولیکی، لایه‌های قابلیت انتقال و ضخامت محیط اشباع مورد نیاز است. از این رو، با تقسیم لایهٔ قابلیت انتقال بر لایهٔ ضخامت آبخوان، نقشهٔ نهایی هدایت هیدرولیکی برای دشت شاوور مطابق شکل (۲۲) به دست آمد.



شکل ۲۲- نقشهٔ هدایت هیدرولیکی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

۴. ۳. ترکیب و تلفیق نهایی لایه‌ها

در سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی برای ترکیب لایه‌های رستری از تابع هم‌پوشانی استفاده می‌شود. از آن‌جایی که داده‌های مورد استفاده در این پژوهش همگی به فرمت رستری تولید شده‌اند، تابع ادغام برای این هدف بهره‌گیری شد. این تابع به دو شکل ریاضی و وزنی، عمل ترکیب نقشه‌ها را انجام می‌دهد. با عنایت به مدل فرآیندی پژوهش ابتدا، باید به صورت جداگانه نقشهٔ نهایی روش تحلیل سلسله‌مراتبی با درنظرداشتن ضرایب اهمیت زیرمعیارها و نیز لایهٔ نهایی مدل دراستیک با اوزان قراردادی نماگرهای آن را تهیه کرد. سپس، جهت ترکیب و تلفیق داده‌ها از تابع هم‌پوشانی وزنی، واقع در منوی (Raster Claculator) و نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد. برای این کار تمام لایه‌ها، همراه با ضرایب به شکل درصد برای دو تکنیک تعریف شد و در ادامه، عمل تلفیق لایه‌های مورد نظر صورت پذیرفت. در نهایت، به منظور دست‌یابی به مناطق پیشنهادی دفن ضایعات جامد روستایی در بخش شاوور شوش، نقشه‌های نهایی حاصل از دو مدل با هم ترکیب داده شده‌اند. در منطق هم‌پوشانی به عوارض و طبقات متفاوت موجود، اوزان مختلف داده شده و ترکیبات انعطاف‌پذیری از نقشه‌ها به دست می‌آید که دامنهٔ از اعداد را در برمی‌گیرد. این روش به دو نوع اجتماعی و اشتراکی تقسیم می‌شود. هم‌پوشانی اجتماعی مدلی است که در آن همگی لایه‌ها و اجزای آن‌ها در یک لایه، قابل رؤیت هستند؛ اما در هم‌پوشانی اشتراکی، میان نقشه‌های موجود اشتراک گرفته می‌شود تا منطقه و موقعیت مناسبی که همهٔ شرایط اجرای پروژه را داشته باشد، مشخص شود.

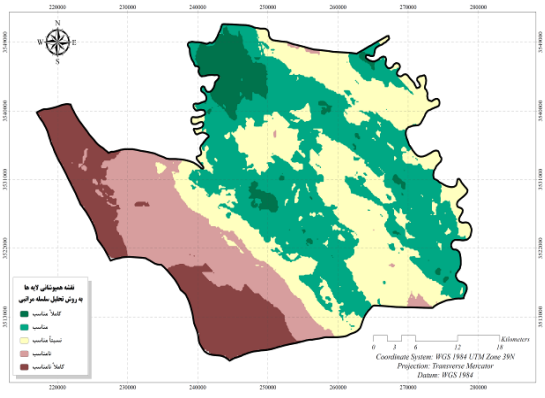
۴. ۳. ۱. تلفیق نهایی لایه‌های AHP

بعد از تعیین وزن زیرمعیارها، برای انجام عمل مکان‌یابی و دست‌یابی به مناطق اولیه مناسب جهت دفن پسماند، کلیهٔ لایه‌های اطلاعاتی استانداردسازی شده و با روش هم‌پوشانی منطقی، حریم‌ها و مناطق غیر قابل استفاده برای مکان‌یابی حذف و سپس با ترکیب ریاضی و دخالت وزن زیرمعیارها، لایهٔ شایستگی نهایی این مدل به دست آمد.

جدول ۴- ماتریس وسعت مناطق دفن پسماند با روش AHP

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

کلاس	مساحت	
	کیلومترمربع	درصد
کاملاً مناسب	۸۶/۳۶	۵/۴۶
مناسب	۵۳۷/۱۱	۳۳/۹۸
نسبتاً مناسب	۴۸۱/۷۷	۳۰/۴۸
نامناسب	۲۵۱/۰۵	۱۵/۸۸
کاملاً نامناسب	۲۱۷/۸۵	۱۳/۷۸



شکل ۲۳- نقشهٔ تعیین اولویت نهایی براساس مدل AHP

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

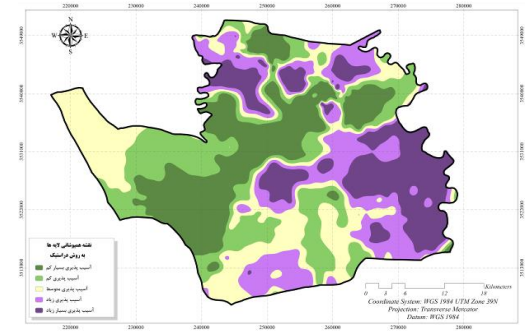
۴.۳.۲. تلفیق نهایی لایه‌های DRASTIC

نتیجهٔ تلفیق هفت لایهٔ ساخته‌شده، یک اندیس عددی است که از رتبه‌ها و اوزان اختصاص‌یافته به پارامترهای روش دراستیک مشتق گرفته است. بعد از انجام محاسبهٔ بر روی شاخص دراستیک، نواحی آسیب‌پذیری آبخوان معین شده‌اند. عمدتاً هرچه این اندیس بزرگ‌تر باشد، میزان آسیب‌پذیری بیشتر خواهد بود. به این ترتیب، شاخص دراستیک برای قلمرو مورد مطالعه بین ۴۱ تا ۱۳۵ برآورد شد.

جدول ۵- ماتریس وسعت مناطق آسیب‌پذیر با مدل DRASTIC

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۵

کلاس	مساحت	
	کیلومترمربع	درصد
بسیار کم	۳۴۵/۳۲	۲۱/۸۵
کم	۳۳۹/۵۶	۲۱/۴۸
متوسط	۳۴۱/۲۱	۲۱/۵۸
زیاد	۲۸۰/۰۸	۱۷/۷۲
بسیار زیاد	۲۷۴/۳۴	۱۷/۳۵



شکل ۲۴- نقشهٔ تعیین اولویت نهایی براساس مدل DRASTIC

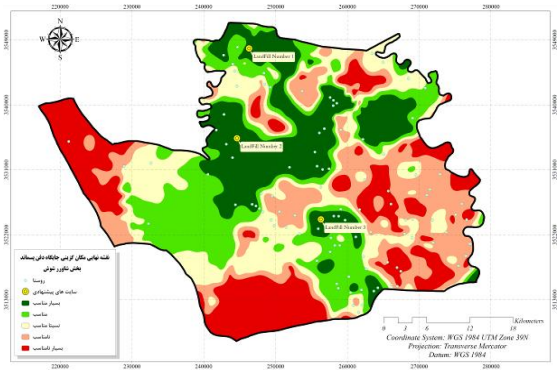
مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

براساس شکل (۲۴)، می‌توان عرصه‌های دارای قابلیت آلودگی آبخوان منطقه را به پنج طبقهٔ کیفی با ریسک بسیار کم (۴۱-۷۹)، ریسک کم (۸۰-۸۶)، ریسک متوسط (۹۹-۸۷)، ریسک زیاد (۱۰۰-۱۱۹) و ریسک بسیار زیاد (۱۳۵-۱۲۰) تقسیم کرد (جدول ۴).

۵. بحث و نتیجه‌گیری

به نظر آلدولئوپولد پدر علم حفاظت از محیط،: ما از سرزمین بدون ملاحظه استفاده می‌کنیم؛ زیرا ما آن را جزء مایملک خود می‌دانیم. زمانی که ما به سرزمین به چشم یک جامعه مشاهده کنیم و خود را جزء دارایی آن جامعه بدانیم، آن‌گاه بهره‌گیری ما از آن با مهربانی و احترام همراه خواهد بود. این پیام، میزان انعطاف‌پذیری و حساسیت محیط زیست به‌ویژه، محیط روستاها را مورد تأکید قرار داده است. رشد روزافزون جمعیت، پیشرفت علوم و تکنولوژی، توسعهٔ صنایع و ترویج فرهنگ مصرف‌گرایی، در چند دههٔ اخیر، باعث افزایش مقدار و نرخ تولید پسماند به طور قابل توجهی شده است. مسأله مواد زاید جامد مانند تصویری است که تمامی فاکتورهای مؤثر در یک جامعه را منعکس می‌کند. با اعمال هر نوع دگرگونی در این حوزه، تغییرات عمدهٔ در سطح جامعه به وجود می‌آید. اولین قدم مهم برای ایجاد و توسعهٔ یک برنامهٔ رضایت‌بخش در امر مدیریت پسماند، یافتن مکان بهینه جهت دفن ضایعات جامد می‌باشد. از این رو، برای کاهش آثار و پیامدهای منفی آن، انجام عمل مکان‌یابی و جانمایی مناسب برای دفن مواد زاید، امری ضروری است. در این راستا، پژوهش حاضر برای نیل به این هدف مهم ابتدا، نماگرهای پنج‌گانهٔ مکان‌یابی محل اولیهٔ دفن پسماند روستایی؛ اعم از شاخص‌های انسانی، هیدرولوژی، ارتباطی، محیطی و توپوگرافی، هر کدام در قالب دو متغیر تنظیم و در چهارچوب تعیین اهمیت نسبی معیارها، مقایسهٔ زوجی زیرمعیار و تشخیص اوزان فاکتورها از تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی، بر مبنای نظرات ۳۰ نفر از کارشناسان حوزهٔ روستایی بهره‌گیری به عمل آمد. با ایجاد لایه‌های اطلاعاتی زیرمعیارهای این روش و نیز تلفیق آن‌ها در سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی، با توجه به وزن نهایی مستخرج از مدل AHP، بهترین مناطق بهینه برای مکان‌یابی اولیه دفن ضایعات، اولویت‌بندی شده‌اند. دوم، به منظور تولید لایهٔ آسیب‌پذیری آبخوان از پارامترهای هفت‌گانهٔ

هیدرولوژیکی تکنیک دراستیک چون عمق ایستابی، میزان تغذیهٔ خالص، محیط اشباع یا آبخوان، جنس خاک، شیب توپوگرافی، محیط غیراشباع یا وادوز و هدایت هیدرولیکی نیز استفاده شد. در پایان، لایه‌های نهایی دو روش با هم ترکیب شد و نقشهٔ هم‌پوشانی مناطق پیشنهادی برای دفن پسماند روستایی به دست آمد. براساس شکل (۲۵)، نقشهٔ نهایی این پهنه‌بندی را می‌توان در پنج کلاس از بسیار مناسب تا بسیار نامناسب طبقه‌بندی کرد.



شکل ۲۵- نقشهٔ نهایی پهنه بندی مناطق مستعد دفن پسماند

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

آن‌چه نقشهٔ نهایی پژوهش نشان می‌دهد، از مجموع کل مساحت بخش شاوور، حدود ۲۰/۱۱ درصد، شایستگی انتخاب مکان مناسب دفن پسماند روستایی است. جدول (۶)، مساحت و درصد هر کدام از کلاس‌ها را در منطقهٔ مورد نظر نیز نشان می‌دهد.

جدول ۶- مساحت پهنه‌های نهایی مناطق برای دفن پسماند

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

درجهٔ تناسب	مساحت	
	کیلومترمربع	درصد
بسیار مناسب	۳۱۷/۶۹	۲۰/۱۱
مناسب	۳۳۲/۶۹	۲۱/۰۵
نسبتاً مناسب	۳۲۳/۷۴	۲۰/۴۸
نامناسب	۳۳۲/۲۸	۲۱/۰۳
بسیار نامناسب	۲۷۴/۳۹	۱۷/۳۶
مجموع	۱۵۸۰	۱۰۰

بر این اساس، سه سایت با عناوین؛ لندفیل شمارهٔ ۱، ۲ و ۳، بهترین مکان‌ها برای اجرای پروژهٔ مد نظر معرفی شده و همچنین، ارجحیت کامل نسبت به سایر پهنه‌های این محدوده داشته است. سایت‌های پیشنهادی به لحاظ بسیاری از معرف‌های محیطی، هم‌چون دوری از منابع آب‌سطحی و زیرزمینی، دوری از مجتمع‌های زیستی چون شهر و روستا، دوری از مناطق با کاربری کشاورزی، دوری از مناطق حفاظت‌شده و نزدیکی به خطوط ارتباطی جهت سهولت امر انتقال و با درنظرگرفتن ضوابط و معیارهای مکان‌یابی محل دفن پسماند انجام گرفته است. موقعیت هر یک از جایگاه‌های دفن به شرح ذیل می‌باشد، لندفیل شمارهٔ یک؛ در فاصلهٔ یک کیلومتری شهر شاوور و نیز دو کیلومتری روستای سه راهی خویس، لندفیل دوم؛ در فاصلهٔ هفت کیلومتری شهر الوان و در فاصلهٔ دو کیلومتری از روستای سن کریم و لندفیل سوم؛ در شعاع ۹ کیلومتری از شهر الوان و در فاصلهٔ یک کیلومتری از روستای اکیوش در جنوب و خلف عزیز در شمال قرار گرفته‌اند. سرانجام، نتیجهٔ نهایی تحقیق حاضر که همان انتخاب مکان مناسب دفن پسماند است، با نتیجهٔ پژوهش وفادوست، مکانیکی و اشرفی (۱۳۹۵) موافق است که نشان داده‌اند، سه سایت جهت احداث لندفیل موقعیت مناسبی دارند. همچنین، به طور تقریبی با نتیجهٔ پژوهش مارین و همکاران (۲۰۱۲) مخالفت دارد که گفته‌اند، مناطق دفن در پهنه‌های دارای خاک رسی با بافت سنگین است، قرار دارند. در پایان، لازم است به این نکته اشاره شود که هر روشی ضمن آن که دارای مزایایی می‌باشد، دارای تنگناهایی است و برای مشخص‌کردن آن در تحقیقات بعدی نتایج این روش با سایر روش‌ها باید مقایسه شود؛ به علاوه، هرچه تعداد سنجه‌ها و پارامترها کامل‌تر و دقیق‌تر ارائه شوند، نتایج بهتری در پی خواهند داشت که به طور مسلم تحقیقات بیشتر در این زمینه الزامی به نظر می‌آید.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضی حامی مالی نداشته و حاصل فعالیت علمی نویسندگان است. در این بخش بر خود لازم می‌دانیم که از همکاری سازمان آب و برق و نیز سازمان حفاظت محیط زیست استان خوزستان در جهت گردآوری اطلاعات اولیه تشکر و قدردانی کنم.

یادداشت‌ها

1. Schlosser, Robert & Debeaupuis
2. Maiti, De, Hazra, Debsarkar & Dutta
3. Chang & Pires

26. Nazari, Salarirad & Bazzazi
27. Abedini & Kamalirad
28. Rezazadeh, Seyedmahalleh, Mehrdadi & Kootenaei
29. Kontos, Komilis & Halvadakis
30. Sumathi, Natesan & Sarkar
31. Fahiminia
32. Sheheli
33. Rural Waste Disposal (RWD)
34. Shepard
35. Aller, Bennett, Lehr, Petty & Hackett
36. Depth to Water Table
37. Voudouris, Nazakis, Polemio & Kareklas
38. Net Recharge
39. Muhammad, Zhonghua, Dawood & Earl
40. Rahman
41. Aquifer Media
42. Soil Media
43. Prasad, Singh, Krishnamacharyulu & Banerjee
44. Topography
45. Nobre, Rotunno Filho, Mansur, Nober & Cosenza
46. Impact of Vadose Zone
47. Hydraulic Conductivity Of Aquifer

4. Sekulovića & Jakovljević
5. Agovino, Ferrara & Garofalo
6. Gbanie, Tengbe, Momoh, Medo & Kabba
7. Marín
8. Sener, Sener, Nas & Karagüzel
9. Aldian & Taylor
10. Gupta, GS, Amit & PN
11. Rao & Davim
12. Brown, Klosterman & Brail
13. Kattaa, Fares & Charideh
14. Babiker, Mohame Hiyama & Kato
15. Victorine Neh, Ako, Richard Ayuk & Hosono
16. Dixson
17. Remote Sensing (RS)
18. Nampak, Pradhan & Manap
19. Chang, Parvathinathan & Breeden
20. The Concept of Landfill
21. Geneletti
22. Higgs & Langford
23. Daneshvar, Fernandes & Warith
24. Zamorano, Molero, Hurtado, Grindlay & Ramos
25. Melo, Calijuri, Duarte, Azevedo & Lorentz

کتاب‌نامه

1. Abedini, B., & Kamalirad, S. (2016). Landfill sitting using MCDM in Tehran Metropolitan. *Journal of Urban and Environmental*, 10(1), 11-24.
2. Agovino, M., Ferrara, M., & Garofalo, A. (2016). An Exploratory analysis on waste management in Italy; a focus on waste disposed in landfill. *Journal of Land Use Policy*, 57(6), 669-681.
3. Aldian, A., & Taylor, M. (2005). A consistent model to determine flexible weights for multi criteria transport project evaluation in developing countries. *Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6(1), 3948-3963.
4. Aller, L., Bennett, T., Lehr, J., Petty, R., & Hackett, G. (1987). *Drastic: A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings*. Ada, Oklahoma, Cooperative Agreement CR 810715-01: U.S. Environmental Protection Agency (EPA).
5. Amirahmadi, A., Ebrahimi, M., Zangeneh, M.A., & Akbari, A. (1392/2013). Evaluation of the vulnerability of Neishabour aquifer by DRASTIC Method Using GIS. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 2(6), 37-56. [In Persian]
6. Anabestani, A.A., & Javanshiri, M. (1392/ 2013). Locating of suitable burial place of hysteresis in rural settlements (Case study: Villages of Khaf County). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 2(6), 103- 122. [In Persian]
7. Anabestani, A.A., Sojasi Qeidari, H.A., & Raesi, I. (1394/2015). The performance impact of dehyary on waste management in the villages of rural perspectives (Case study: Sarbok District Qasreqand County). *Journal of Rural Researches*, 6(2), 275-298. [In Persian]
8. Asghari Moghaddam, A., Fijani, E., & Nadiri, A. (1388/2009). Groundwater vulnerability assessment using GIS based DRASTIC model in the Bazargan and Poldasht plains. *Journal of Environmental Studies*, 35(52), 55-64. [In Persian]
9. Asghari Moghaddam, A., Fijani, E., & Nadiri, A. (1394/2015). Optimization of DRASTIC method by artificial intelligence for groundwater vulnerability assessment in Maragheh-Bonab plain. *Journal of Geoscience*, 24(94), 169-176. [In Persian]
10. Babiker, I.S., Mohamed, M.A., Hiyama, T., & Kato, K. (2005). A GIS based DRASTIC model for

assessing aquifer vulnerability in Kakamigahara Heights; Gifu Prefecture Central Japan. *Science of The Total Environment*, 345(1–3), 127-140.
11. Barzegar, R., Asghari Moghaddam, A., Nadiri, A., & Fijani, E. (1394/2015). Using different fuzzy logic methods to optimize DRASTIC model (Case study: Tabriz Plain Aquifer). *Journal of Geoscience*, 24(95), 211-222. [In Persian]
12. Boroumandi, M., Khamehchyian, M., & Nikoudel, MR. (1394/2015). Hazardous wastes landfill site selection using Analytical Hierarchy Process (AHP) in Zanjan Province. *Journal of Environmental Science and Technology (JEST), 16*(4), 97-109. [In Persian]
13. Brown, W.M., Klosterman, R., & Brail R. (1993). *AHP: Multiple Criteria Evaluation*. (1th Ed.), Ohio: Urban Publications.
14. Chang, N., Parvathinathan, G., & Breeden, J. (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.
15. Chang, N.B., & Pires, A. (2015). *Sustainable solid waste management: A systems engineering approach.* (1th Ed.), London: Wiley IEEE Press.
16. Chitsazan, M., Dehghani, F., Rastmanesh, F., & Mirzaei, Y. (1392/2013). Solid waste disposal site selection using spatial information technologies and fuzzy AHP logic (Case study: Ramhormoz*). Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 4(1), 39-55. [In Persian]
17. Daneshvar, R., Fernandes, L., Warith, M., & Daneshfar, B. (2005). Customizing ArcMap inter face to generate a user friendly landfill site selection, GIS tool. *Journal of Solid Waste Technology and Management*, 31(1), 1-12.
18. Davami, A., Moharamnejad, N., Monavari, S.M., & Shariat, M. (1393/2014). Site evaluation of municipal solid waste landfill on wetland environment (Case study: Shadegan International Wetland). *Journal of Wetland Ecobiology*, 6(1), 57-72. [In Persian]
19. Dixon, B. (2005). Groundwater vulnerability mapping, a GIS and Fuzzy rule based integrated tool. *Journal of Applied Geography*, 25(4), 327-347.
20. Fahiminia, M., Ansari, M., Nazari, S., Gharib, M., Fahiminia, V., Nasseri, S., … Yousefi, N. (2014). Survey of solid waste and wastewater separate and combined management strategies in rural areas of Iran. *Iranian Journal of Health Sciences*, 2(4), 27-35.
21. Faraji Sabokbar, H.A., Salmani, M., Fereidoni, F., Karimzadeh, H., & Rahimi, H. (1389/ 2010). Using Analytic Network Process approach; Case study: The villages of Quchan County. *Journal of Spatial Planning*, 14(1), 127-149. [In Persian]
22. Gbanie, S., Tengbe, P., Momohb, J., Medo, J., & Kabba, V. (2013). Modelling landfill location using Geographic Information Systems (GIS) and Multi Criteria Decision Analysis (MCDA): Case study Bo, Southern Sierra Leone. *Journal of Applied Geography*, 36(4), 3-12.
23. Geneletti, D. (2010). Combining stakeholder analysis and spatial Multi Criteria evaluation to select and rank inert landfill sites. *Journal of Waste Management*, 30(2), 328-337.
24. Ghanavati, A.A., Taghavi Moghadam, E., & Massahe M. (1390/ 2011). Application of Multi Criteria Decision Making Methods in prioritizing appropriate areas for municipal waste landfill (Case study: Sabzevar City). *Journal of Arid Regions Geographic Studies*, 2(5), 89-106. [In Persian]
25. Gupta, S., GS, D., Amit, K., & PN. R. (2015). Analytic Hierarchy Process (AHP) Model for evaluating sustainable manufacturing practices in Indian electrical panel industries. *Journal of Social and Behavioral Sciences*, 189 (19), 208-216.
26. Hejazi, A. (1394/2015). Landfill site selection using spatial information technologies and AHP (Case study: Marageh Iran). *Journal of Geography and Planning*, 19(54), 105-125. [In Persian]
27. Higgs, G., & Langford, M. (2009). GIS science, environmental justice, estimating populations at risk: the case of landfills in Wales. *Journal of Applied Geography*, 29(1), 63-76.
28. Jafari, H.R., Rafiee, Y., Ramezani, M., & Nasiri, H. (1391/2012). Urban landfill site selection using AHP and SAW in GIS environment (Case study: Kohkiluye & Boyerahmad Province). *Journal of Environmental Studies*, 38(1), 131-140. [In Persian]
29. Kattaa, B., Fares, W., & Charideh, A.R. (2010). Groundwater vulnerability assessment for the Banyas

Catchment of the Syrian coastal area using GIS and the riske method. *Journal of Environmental Management*, 91(5), 1103-1110.

30. Kontos, T., Komilis, D., Halvadakis, C. (2003). Siting MSW landfills on lesvos island with a GIS based methodology. *Journal of Waste Management & Research*, 21(3), 262-277.
31. Maiti, S.K., De, S., Hazra, T., Debsarkar, A., & Dutta, A. (2016). Characterization of leachate and its impact on surface and groundwater quality of a closed dumpsite; Case study: Dhapa, Kolkata India. *Journal of Procedia Environmental Sciences*, 4(35), 391-399.
32. Maleki, S. Taghizadeh, A., Rangzen, K., Heydariyan, P., & Azizi, S. (1393/2014). Urban waste disposal site selection with methods of Fuzzy AHP & Fuzzy TOPSIS in GIS Media (Case study: Pakdasht City of Tehran County). *Journal of Health and Development*, 3(1), 1-13. [In Persian]
33. Marín, L., Torres, V., Bolongaro, A., Reyna, J., Pohle, O., Hernández, A., … Francisco, H. (2012). Identifying suitable sanitary landfill locations in the State of Morelos, México, using a Geographic Information System. *Journal of Physics and Chemistry of the Earth*, 37-39(19), 2-9.
34. Melo, A., Calijuri, M., Duarte, I., Azevedo, R., & Lorentz, J. (2006). Strategic decision analysis for selection of landfill sites. *Journal of Surveying Engineering*, 132(2), 83-92.
35. Mirtorabi, M., Shafiee, Sh., & Rezvanfar, A. (1392/2013). Using information sources & communication channels in the admissions process rural waste comprehensive management. *Journal of Natural Environment*, 66(3), 329-339. [In Persian]
36. Moeinaddini, M. (1386/2007). Site selection for solid waste sanitary landfill for Karaj city by using Analytical Hierarchy Process and GIS. Unpublished master's thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. [In Persian]
37. Motamedi, M., Gholinejad, A., Sabet, M., & Hataminejad, H. (1393/2014). Investigation on the geographical location of the municipal waste landfill (Case study: Farooj City). *Journal of Management System*, 23(90), 106-112. [In Persian]
38. Motekan, A., Shakiba A.R., Pourali, H. & Nazmfar, H. (1387/2008). Site selection of suitable sites for landfill using GIS (Case study: Tabriz city). *Journal of Environmental Science*, 6(2), 121-132. [In Persian]
39. Muhammad, A., Zhonghua, T., Dawood, A., & Earl, B. (2015). Evaluation of local groundwater vulnerability based on DRASTIC index method in Lahore, Pakistan. *Journal of Geifisica Internacional*, 54(1), 67-81.
40. Nakhaee, M., Amiri, V., & Rahimi, M. (1392/2013). Assess the potential contamination of groundwater in the aquifer sensitivity analysis Khatoonabad using DRASTIC Model based on GIS. *Journal of Advanced Applied Geology*, 3(8), 1-10. [In Persian]
41. Nampak, H., Pradhan, B., & Manap, M. (2014) .Application of GIS based data driven evidential belief function model to predict groundwater potential zonation. *Journal of Hydrology*, 513(52), 283-300.
42. Naseri, F. & Saremi Nejad, F. (1392/2013). Compare aquifer vulnerability assessment DRASTIC method and Fuzzy Logic (Case study: Dashte Goalgir of Masjed Soleiman). *Journal of Natural Geography*, 4(11), 17-34. [In Persian]
43. Nazari, A., Salarirad, M., & Bazzazi, A. (2012). Landfill site selection by decision-making tools based on fuzzy multi attribute decision making method. *Journal of Environmental Earth Sciences*, 65(6), 1631-1642.
44. Nemati, M., Abiyat, M., & Daneshian, H. (1394/2015). Application model DRASTIC in rural waste disposal site selection (Case study: Villages of Karoon County). *Journal of Research and Rural Planning*, 4(4), 111-126. [In Persian]
45. Nobre, R.C.M., Rotunno Filho, O.C., Mansur, W.J., Nober, M.M.M., & Cosenza, C.AN. (2007). Groundwater vulnerability and risk mapping using GIS, modeling and a Fuzzy Logic tool. *Journal of Contamination Hydrology*, 94(3-4), 277-292.
46. Pourkhabbaz, H.R., & Pourkhabbaz, A.R. (1390/2011). *Assessment and site selection municipal solid waste Sanitary Burial*. (1d Ed.), Tehran: Iran's Municipalities and Village Administrators Municipalities. [In Persian]
47. Prasad, R., Singh, V., Krishnamacharyulu, S., & Banerjee, P. (2010). Application of DRASTIC model and GIS: for assessing vulnerability in Hard Rock Granitic aquifer. *Journal of Environmental Monitoring & Assessment*, 176(1-4), 143-155.

48. Qalibaf, M.B., Shabani Fard, M. (1390/2011). Assessment and Prioritization of urban tourist attractions for developing urban tourism based on Multivariate Decision Criteria (Case study: Sanandj City). *Journal of Geographical Research*, 26(2), 147-172. [In Persian]
49. Qudsipour, H. (1390/2011). *Analytical Hierarchy Process*, (1td Ed.): Tehran: Amirkabir University of Technology Press. [In Persian]
50. Rahman A. (2008). A GIS based DRASTIC model for assessing groundwater vulnerability in shallow aquifer in Aligarh, India. *Journal of Applied Geography*, 28(1), 32-53.
51. Rao, R., & Davim, J. (2008). A Decision Making Framework model for material selection using combined Multiple Attribute Decision Making method. *Journal of Adv Manufacturing Technology*, 35(7), 751-760.
52. Rezazadeh, M., Seyedmahalleh, E., Mehrdadi, N., & Kootenaei, F. (2014). Landfill site selection for babol using Fuzzy Logic method. *Journal of Civil Engineering and Urbanism*, 4(3), 261-265.
53. Rezvani, M.R., Nazari, V., & Khorasani, M.A. (1389/2010). *Lexicon of concepts and phrases in rural planning and development*, (1td Ed.), Tehran: ACEC Tehran Branch Press. [In Persian]
54. Safari Alamouti1, P., & Shams, A. (1395/2016). The factor analysis of problems of rural waste management in Qazvin County. *Journal of Rural Development Strategies*, 3(1), 77-94. [In Persian]
55. Safeepour, M., Mokhtari Chelche, S., Hosseini, S.R., & Soleymanirad, I. (1394/ 2015). Locating the rural waste landfills by using integrating Multi Criteria Decision Making model in GIS environment (Case study: Shahrekord County). *Journal of Research and Rural Planning*, 4(4), 57-75. [In Persian]
56. Saffari, A. (1395/2016). Waste management strategies in rural (Case study: Center Ojaroud Rural District in Germi County). *Journal of Space Economics and Rural Development*. 2(1), 71-91. [In Persian]
57. Salari, M. (1390/2011). *Site selection for urban solidwaste disposal using GIS (Case study: Shiraz city).* Unpublished master's thesis, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. [In Persian]
58. Salimi, M., Ebrahimi, A., & Salimi, A. (1393/2014). Aquifer vulnerability assessment using the DRASTIC model at new landfill site in Isfahan. *Journal of Health System Research*, 10(2), 395-405. [In Persian]
59. Schlosser, O., Robert, S., & Debeaupuis, C. (2016). Aspergillus fumigatus and mesophilic moulds in air in the surrounding environment downwind of non-hazardous waste landfill sites. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 219(3), 239-251.
60. Sekulović, D., & Jakovljević, G. (2016). Landfill site selection using GIS technology and the Analytic Hierarchy Process. *Journal of Vojnotehnicki Glasnik, Military Technical Courier*, 64(3), 769-783.
61. Sener, S., Sener, E., Nas, B., & Karagüzel, R. (2010) .Combining AHP with GIS for landfill site selection (Case study: Lake Beysehir Catchment Area, Konya, Turkey). *Journal of Waste Management*, 30(11), 2037-2046.
62. Shahraki, F.A., Aghasi, A.V., Shahraki, F.A., & Zarei, A.R. (1392/2013). Vulnerability mapping of the hashtgerd aquifer using DRASTIC method and sensitivity analysis. *Journal of Water and Wastewater*, 21(2), 61-70. [In Persian]
63. Sheheli, S. (2007). Waste disposal and management system in rural areas of mymensingh. *Journal of Progress Agriculture*, 18(2), 241-246.
64. Shepard, R. (2005). *Quantifying environmental impact assessments using Fuzzy Logic*. (1th Ed.). New York: Springer Publications.
65. Sumathi, V., Natesan, U., & Sarkar, C. (2008). GIS based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill. *Journal of Waste Management*, 28(11), 2146-2160.
66. Vafadoost, N., Mikaniki, J., & Ashrafi, A. (1395/2016). Zoning the lands of Gonabad city by Analytic Network Process (ANP) for burying rural waste. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 5(17), 87-104. [In Persian]
67. Victorine Neh, A., Ako, A., Richard Ayuk, A., & Hosono, T. (2015). DRASTIC-GIS model for assessing vulnerability to pollution of the phreatic aquiferous formations in Douala, Cameroon. *Journal of African Earth Sciences*, 102(11), 180–190.
68. Voudouris. K., Nazakis. N., Polemio. M., & Kareklas. K. (2010). Assessment of intrinsic vulnerability using the DRASTIC model and GIS in the Kiti aquifer, Cyprus. *Journal of European Water*, 30, 13-24.

69. Yamani, M., & Alizadeh, S. (1394/2015). Site Locating landfill in hashtgerd area by using Analytical Hierarchy Process (AHP) and Geographic Information System (GIS). *Journal of Geographic Information*, 24(96), 79-90. [In Persian]
70. Yazdani, M, Monaveri, S.M., Omrani, Q.A., Shariat, M., & Hosseini, S.M. (1394/2015). Assess the appropriateness of municipal landfills using GIS (Case study: West Mazandaran Province). *Journal of Remote Sensing and GIS in Natural Resources*, 6(1), 31-46. [In Persian]
71. Zamorano, M., Molero, E., Hurtado, A., Grindlay, A., & Ramos, A. (2008). Evaluation of municipal landfill site in Southern Spain with GIS aided methodology. *Journal of Hazardous Materials*, 160(2-3), 473-481.