Journal of Health

Vol. 11, No. 3, Summer Supp. 2020, Pages 281-298

Site Selection of Hazardous Waste Landfill: A Case Study of Qazvin Province

Samadi Khadem R[1], Fataei E*[2], Joharchi P[3], Ramezani M.E[4]

1. Young Researchers and Elites Club, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran
2. Department of Environmental Science and Engineering, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran
3. Waste expert in the field of water and soil, Department of Environment, Tehran, Iran
4. Department of Environmental Science and Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
* Corresponding author. Tel: +989143549400, Fax: +984533710965, E-mail: eafataei@gmail.com

Received: Oct 7, 2019 Accepted: May 13, 2020

ABSTRACT

Background & objectives: The disposal of hazardous waste in the environment, which is usually done by burying it in a special landfill, requires a set of environmental standards and special economic, social and managerial considerations. Improper landfills can have negative health, economic, and environmental effects. In this regard, the present study seeks to find a suitable landfill for special waste in the industrial province of Qazvin.

Methods: In this documentary research method, using AHP model in GIS to land zoning for optimal location of landfills in Qazvin province based on 12 criteria (geology, slope, land use, fault, slope direction, communication roads, cities and villages, rivers, groundwater wells, swamps, and lakes) were assessed and the land zoning map was obtained. As a result, the location limits were selected. Then, field visits were used to prioritize appropriate sites among the nominated sites. Then, to select the best site among the options with higher priority, the technique or method of regional screening was used.

Results: At first, the results of GIS analysis and the AHP model identified 11 places for landfilling. Secondly, field studies revealed that six sites from the mentioned places had the necessary talent to bury hazardous waste. Finally, in the evaluation stage; the Bashar site had the highest score and had the first rank, and the Sadegh Abad site had the last rank with the lowest score.

Conclusion: Based on the results of this study, the Bashar site for the construction hazardous waste landfills is proposed as the first and best site. If different sites are to be created during the years of development of the region, the provided ranking can be used for consecutive use of these sites for landfilling of hazardous wastes in the province.

Keywords: Site Selection; Hazardous Waste; Documentary Research Method; GIS; Qazvin Province

مکان یابی محل دفن بهداشتی و زیست محیطی مواد زائد خطرناک: مطالعه موردی استان قزوین

رضا صمدی خادم[۱]، ابراهیم فتائی[۲]*، پیام جوهرچی[۳]، محمد ابراهیم رمضانی[٤]

۱. باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران
۲. گروه علوم و مهندسی محیط زیست، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران
۳. کارشناس پسماند حوزه معاونت آب و خاک، سازمان حفاظت محیط زیست کشور، تهران، ایران
٤. گروه علوم و مهندسی محیط زیست، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱٤۳٥٤۹٤۰۰ فکس: ۰٤٥۳۳۷۱۰۹٦٥ ایمیل: eafataei@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: دفع زائدات خطرناک در محیط زیست که معمولاً از طریق دفن آن در مدفن‌های ویژه انجام می‌گیرد، نیازمند در نظرگرفتن مجموعه‌ای از معیارهای زیست محیطی و ملاحظات اقتصادی، اجتماعی و مدیریتی ویژه می‌باشد. محل دفن زباله نامناسب می‌تواند دارای اثرات منفی بهداشتی، اقتصادی و زیست محیطی باشد. در این راستا پژوهش حاضر در پی یافتن محل مناسب دفن پسماندهای ویژه استان قزوین که یکی از مناطق صنعتی کشور است؛ برآمد.

روش کار: روش این پژوهش از نوع اسنادی، میدانی و توصیفی- تحلیلی بود. در این مطالعه با استفاده مدل AHP در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی به پهنه بندی زمین برای مکان یابی بهینه دفن مواد خطرناک استان قزوین بر پایه ۱۲ معیار (زمین شناسی، شیب، کاربری اراضی، گسل، جهت شیب، جاده‌های ارتباطی، شهر و روستاها، رودخانه، چاه‌های آب زیرزمینی، باتلاق و دریاچه سد) ارزیابی شد و نقشه پهنه بندی زمین به دست آمد. در نتیجه حدود مکان انتخاب گردید. سپس جهت اولویت بندی سایت‌های مناسب در میان محل‌های کاندیدشده از بازدید میدانی مورد استفاده گردید. در ادامه جهت انتخاب بهترین سایت در میان گزینه هایی با اولویت بالاتر، از تکنیک یا روش الک کردن منطقه‌ای استفاده گردید.

یافته ها: در ابتدا نتایج حاصل از تحلیل سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل AHP تعداد ۱۱ مکان برای دفن پسماند مشخص نمود. سپس با بررسی‌های میدانی مشخص گردید که تعداد شش سایت از مکان‌های مذکور استعداد لازم برای دفن پسماندهای ویژه را دارا بودند. در نهایت در مرحله ارزشیابی نهایی؛ سایت بشر دارای بیشترین امتیاز و حائز رتبه اول گردید و همچنین سایت صادق آباد با کمترین امتیاز رتبه آخر را به خود اختصاص داد.

نتیجه گیری: براساس نتایج بدست آمده از این تحقیق سایت بشر برای احداث لندفیل بهداشتی و زیست محیطی به عنوان رتبه اول و بهترین سایت پیشنهاد می‌گردد. چنانچه در نظر باشد سایت‌های مختلفی در طی سال‌های توسعه منطقه ایجاد گردد، می‌توان از رتبه‌بندی ارائه شده جهت استفاده متوالی از این سایت‌ها برای دفن پسماندهای ویژه استان استفاده نمود.

واژه های کلیدی: مکان یابی، مواد زائد خطرناک، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، GIS، استان قزوین

دریافت: ۹۸/۷/۱۵ **پذیرش:** ۹۹/۲/۲٤

مقدمه

امروزه مباحث محیط زیست چالش برانگیزترین حوزه توسعه پایدار می‌باشد (۱). توسعه صنایع و رشد سریع جمعیت با توجه به افزایش مواد مصرفی و در نتیجه ازدیاد مواد زائد جامد از موضوع‌هایی است که بحران‌های عظیمی در جوامع بشری به وجود آورده

است (۲). مدیریت مواد زائد جامد با توجه به اهمیت توسعه پایدار در جوامع شهری امروز، یکی از علوم روز دنیا به شمار می‌آید که در صورت به ثمررسیدن آن می‌توان اثرات و صدمات مصرفی شدن را در ابعاد مختلف تا حد قابل توجهی کاهش داد؛ چرا که مواد زائد جامد نتیجه غیر قابل اجتناب توسعه و مصرف بوده و نبود مدیریت صحیح همگام با دانش روز یکی از عوامل مهم آلودگی‌های زیست محیطی است (۳).

در سال‌های اخیر با افزایش تولید جهانی پسماند در بخش‌های مختلف شهری، صنعتی، کشاورزی و پزشکی و... و استفاده از مکان‌های نامناسب دفن پسماند باعث تأثیرات منفی بر محیط زیست گردیده است، لذا انتخاب مکان‌های دفن زباله بهداشتی و زیست محیطی امری ضروری می‌باشد (٤). از جمله اثرات سوءِ زیست‌محیطی یک مدفن می‌تواند آلودگی منابع آب زیرزمینی و خاک منطقه دفن باشد. لذا معیارها و پارامترهای در نظر گرفته شده در روش‌های مختلف انتخاب محل، همه سعی در جلوگیری از آلودگی این منابع حیاتی دارند(۵).

سازمان بهداشت جهانی ضایعات زیان آور و خطرناک را مواد زائدی می‌داند که به دلیل خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیک، جمع‌آوری، جابجایی و دفع آنها مستلزم تدابیر خاصی بوده تا از بروز هرگونه تاثیر سوءِ بر محیط زیست و سلامت انسان جلوگیری کند (۶). دفن آخرین مرحله از هرگونه برنامه مدیریت پسماند خطرناک است. یک محل دفن زباله نامناسب ممکن است دارای اثرات منفی زیست محیطی، اقتصادی و زیست محیطی باشد. بنابراین، باید با درنظرگرفتن قوانین، مقررات، عوامل و محدودیت‌های مختلف، محل دفن زباله‌ها را به دقت انتخاب نمود (۷). مواد زائد خطرناک به خاطر خواصی همچون اشتعال‌زائی، سمیت، انفجار و اکتیویته به عنوان عامل تهدید بهداشتی و زیست محیطی محسوب می‌گردد (۸). مکان یابی و یافتن محل مناسب برای دفن پسماندهای ویژه یکی از مهمترین مراحل مطالعاتی مدیریت دفن پسماندهای ویژه محسوب می‌گردد. معیارها و پارامترهای متعددی در انتخاب محل مناسب دفن دخالت دارند که هر کدام به نوبه خود از اهمیت خاصی برخوردار بوده و محدودیت‌هایی را در انتخاب ایجاد می‌کنند. از جمله این معیارها می‌توان بهداشت عمومی و سلامتی، سطح زمین مورد نیاز، توپوگرافی، هیدرولوژی جایگاه، زمین‌شناسی جایگاه، قابلیت دسترسی به مواد پوششی، مجاورت با مناطق مسکونی و صنعتی، قابلیت دسترسی به محل دفن، مسافت رفت و برگشت به جایگاه دفن، آب و هوای منطقه، زهکشی محل دفن، مخارج و هزینه‌ها، مقبولیت عمومی و استفاده آتی از زمین را نام برد. هدف نهایی این معیارها یافتن مناسب‌ترین محلی است که کمترین اثرات سوءِ زیست محیطی را به محیط طبیعی اطراف مدفن و منطقه دفن داشته باشد (۹).

سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) به دلیل توانایی زیاد در مدیریت حجم داده‌های فضائی از منابع مختلف، برای انجام مکان‌یابی مناسب می‌باشند (۱۰). استفاده از سامانه‌های اطلاعات مکانی بدون استفاده از مدل‌های مفهومی و ریاضی امکان پذیر نمی‌باشد (۱). مدل‌های مختلفی در این زمینه می‌توانند مورد استفاده قرار گیرد که از رایج‌ترین آنها می‌توان به مدل بولین، AHP، مدل‌های منطق فازی و شاخص همپوشانی نقشه‌ها اشاره نمود (۱).

مطالعات زیادی در زمینه مکان‌یابی محل دفن پسماند و استفاده از GIS و روش‌های مختلف وزن‌دهی از قبیل AHP، Fuzzy، Electre و... انجام گرفته است. از آن جمله می‌توان به پژوهش سدیدی و همکاران (۱۱) اشاره نمود که با ترکیب دو روش Electre-FAHP و مطالعه وحیدی (۱۲) با ترکیب دو روش تحلیل سلسله مراتبی و تئوری فازی برای مدل تصمیم‌گیری چندمعیاری مکان‌یابی دفن پسماند استفاده نموده اند. همچنین مطالعاتی در این زمینه در

خارج از کشور انجام شده که می‌توان به مطالعه عبد (۸) در زمینه انتخاب مکان دفن مناسب برای دفن مواد زائد خطرناک منطقه صنعتی کانال سوئز در مصر با استفاده از روش تلفیقی سنجش از دور (RS) و GIS و روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و همچنین به انتخاب مکان‌های دفن مناسب مواد زائد خطرناک برای منطقه صنعتی آناتولی ترکیه توسط یاشیل‌ناصر[1] (۱۳) اشاره نمود. پژوهشگران دیگری نیز با استفاده از روش‌های تحلیل سلسله‌مراتبی، الگوریتم‌های فازی و به کمک ابزار GIS اقدام به یافتن مکان مناسب برای دفن بهداشتی زباله در شهرهای مختلف ایران انجام داده‌اند که می‌توان به نعمتی و همکاران (١٤)، صیدائی و همکاران (١٥)، رضویان و همکاران (١٦) اشاره نمود.

پسماندهای ویژه که از فعالیت بخش‌های مختلف صنعتی و کشاورزی و پزشکی و... تولید می‌گردند، دفع صحیح آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. سالانه بیش از ۳۰ میلیون تن پسماند صنعتی در کشور تولید می‌گردد. پسماندهای صنعتی، باقیمانده صنایع و معادن و کلیه واحدهایی است که با مواد شیمیایی کار می‌کنند. ایران کشوری است که صنایع پتروشیمی، صنایع پالایشگاهی و صنایع مربوط به فلزات بسیاری دارد و تعداد صنایع وابسته و نیروگاهی در کشور بالا است؛ بنابراین میزان پسماند صنعتی آن نیز بالا است. لذا نظر به آلودگی‌های بالقوه و بالفعل این پسماندها، نیاز به انتخاب مکان فنی، مهندسی، بهداشتی و زیست‌محیطی بر اساس معیارهای سازمان حفاظت محیط زیست کشور می‌باشد. استان قزوین در منتهی‌الیه شمال غربی فلات مرکزی بین کوه‌های البرز، کوه‌های استان زنجان و رشته کوه مرکزی قرار گرفته است. با توجه به اینکه این استان یکی از مناطق صنعتی کشور محسوب می‌شود؛ بدین منظور اقدام به انجام این تحقیق برای انتخاب مکان مناسب برای دفن پسماندهای ویژه در این استان گردیده است.

روش کار

در این پژوهش اطلاعات به واسطه مطالعات اسنادی (کتابخانه ای)، میدانی (بازدید از منطقه) و روش توصیفی- تحلیلی جمع‌آوری گردیده است. محدوده مورد مطالعه مرز سیاسی استان قزوین بود. ابتدا پارامترها، معیارها و ضوابط انتخاب مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی بر اساس استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت کشور و تجربیات جهانی، شناسایی، ارزیابی و انتخاب گردید. سپس با تهیه لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر پارامتر و رقومی‌کردن لایه‌ها وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) گردید. در این مرحله هر یک از این لایه‌ها بر اساس نحوه تاثیر در تعیین اراضی مناسب برای دفن بهداشتی مورد ارزیابی قرار گرفته و آماده‌سازی گردید.

در ارزیابی توان محیط زیست برای دفن بهداشتی مواد زائد، تمامی معیارها هم وزن نیستند و برخی از معیارها به عنوان عامل کلیدی عمل می‌نمایند، بطوری که حتی اگر سایر پارامترها مناسب باشند، باعث خواهد شد که منطقه مورد بررسی نامناسب ارزیابی گردد. به همین دلیل جهت حصول رتبه بندی، اهمیت معیارهای تصمیم‌گیری در مورد مکان دفن زباله، فاکتورها وزن‌دهی می‌شوند. با توجه به اینکه روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی معمول‌ترین روش تحلیل تصمیم‌گیری‌ها در زمینه مدل‌سازی محیط زیست می‌باشد، در مطالعه حاضر نیز از این روش استفاده شده است. معیارها به ترتیب از نظر اهمیت نسبت به هدف و اولویت نسبت به تک تک معیارها بر مبنای درجه ارجحیت نه‌گانه ساعتی جدول ۱ مورد مقایسات زوجی قرار گرفت. بدین ترتیب ماتریس مقایسات زوجی در AHP شکل گرفت.

در این مرحله اعداد جدول ماتریس مقایسات زوجی وارد نرم افزار AHP شد و بعد از نرمال سازی اولویت بندی آنها بر مبنای روش میانگین موزون یا میانگین هر سطح از ماتریس نرمال شده بدست آمد.

[1] Yesilnacar

جدول ۱. مقیاس درجه بندی پیوسته به منظور وزن دهی فاکتورها (۱)

وضعیت مقایسه	درجه اهمیت	وزن یا ارزش
یکسان	بدون اهمیت	۱
یکسان تا نسبتا بیشتر	بسیار کم اهمیت	۲
نسبتا بیشتر یا ضعیف	کم اهمیت	۳
نسبتا بیشتر تا بیشتر	نسبتا کم اهمیت	٤
بیشتر یا قوی	اهمیت متوسط	۵
بیشتر تا خیلی بیشتر	اهمیت نسبتا زیاد	۶
خیلی بیشتر یا خیلی قوی	اهمیت زیاد	۷
خیلی بیشتر تا خیلی خیلی بیشتر	اهمیت بسیار زیاد	۸
خیلی خیلی بیشتر تا کاملاً مرجح	اهمیت در حد عالی	۹

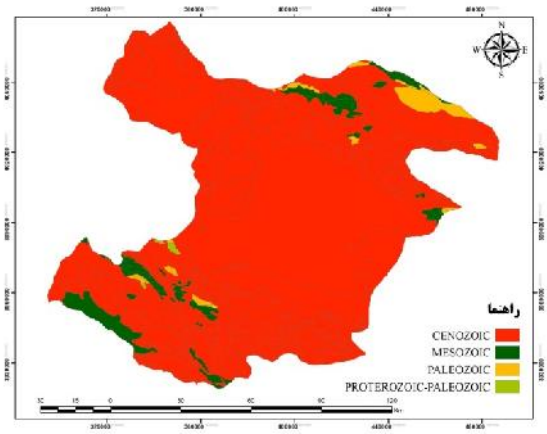
یافته ها

واحدهای سنگ شناسی (لیتولوژی)

بر اساس ضوابط زیست محیطی سازمان حفاظت محیط زیست احداث مراکز دفن در دره‌ها و مناطقی با سنگ بستر درشت دانه و متخلخل، مخروط افکنه، دارای پی سنگ آهکی و دولومیتی کارستی، سنگ‌های انحلال‌پذیر و گنبدهای نمکی ممنوع است. پس از تهیه نقشه رقومی زمین شناسی از نقشه‌های زمین مرجع شده (۱:۲۵۰۰۰۰) واحدهای سنگی منطقه به شش رده G1،G2، G3، G4، G5 و G6 طبقه‌بندی شده است. وزن هر رده مطابق مراحل قبل محاسبه شده است (جدول۲، شکل۱).

جدول ۲. اوزان مربوط به واحد سنگ شناسی

Geology	G1	G2	G3	G4	وزن نهایی
GEOZOIC		۱	۳	۷	۰/٤۱۲
MESOZOIC			۲	۵	۰/۳۵۵
PALEOZOIC				۳	۰/۱۶۸
PROTEZOIC-PALEOZIC					۰/۰۶۵



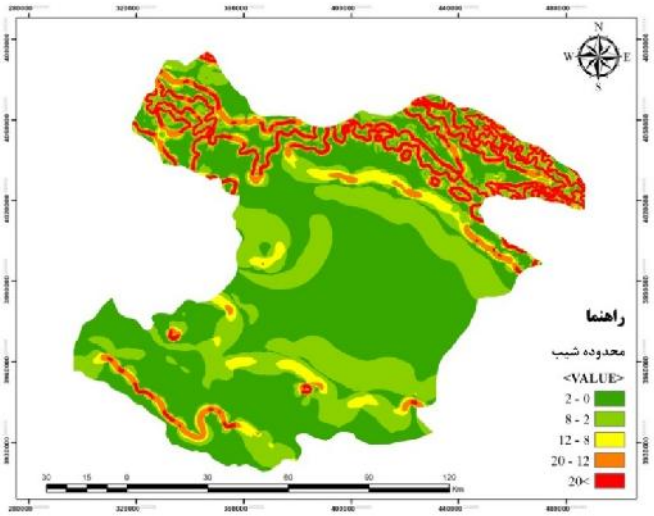
شکل ۱. نقشه واحد سنگ شناسی

شیب توپوگرافی

بهترین شیب برای محل لندفیل شیبی بین ۲ تا ۱۵ درصد می‌باشد. جهت تعیین لایه اطلاعاتی نقشه توپوگرافی منطقه تهیه و سپس به کمک نقشه، مدل رقومی ارتفاع تهیه گردید و به کمک نرم افزار Arc GIS لایه شیب آماده شد. پس از تهیه نقشه شیب مقدار آن در پنج رده تقسیم‌بندی گردید. همچنین مطابق مراحل قبل وزن هر رده نیز محاسبه شده است (جدول ۳، شکل۲).

جدول ۳. اوزان مربوط به شیب توپوگرافی

Slope	۰-۲	۲-۸	۸-۱۲	۱۲-۲۰	>۲۰	وزن نهایی
۰-۲		٤	٥	٦	٧	۰/٥٣١
۲-۸			٣	٤	٥	۰/۲۳۳
۸-۱۲				۲	٤	۰/۱۱۸
۱۲-۲۰					٣	۰/۰۷۷
>۲۰						۰/۰٤۱



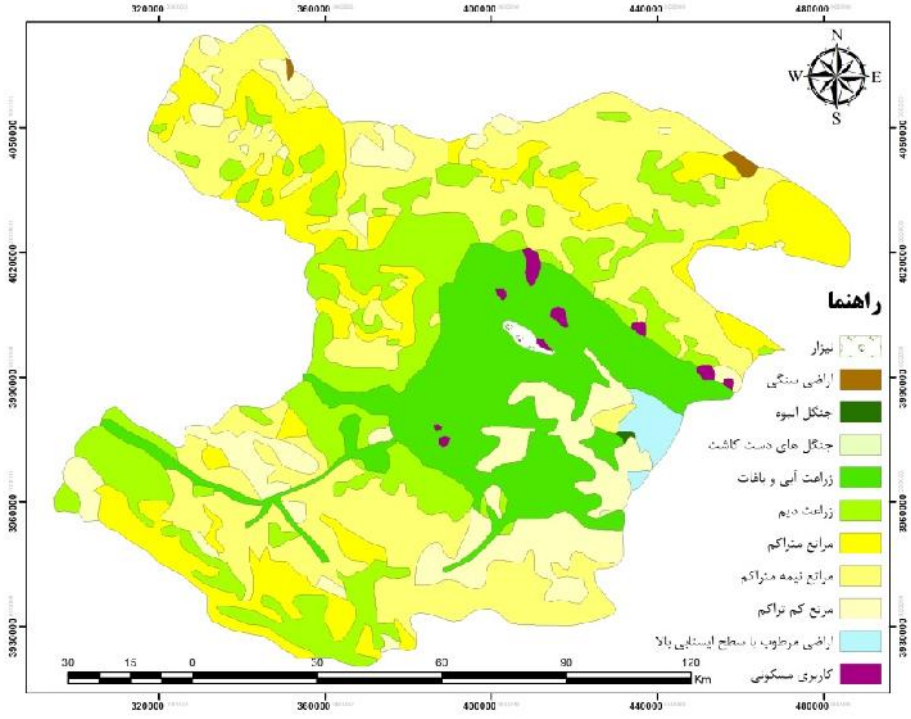
شکل ۲. نقشه شیب توپوگرافی

کاربری زمین

نقشه کاربری زمین به پنج رده شامل اراضی آبی، اراضی دیم، زمین‌های نمکی، جنگل و مراتع بدون پوشش تقسیم بندی گردید. در این مرحله نیز مطابق با مراحل قبل وزن‌های هر رده محاسبه شده است (جدول ٤، شکل ۳).

جدول ٤. اوزان مربوط به انواع کاربری زمین

Land	L1	L 2	L 3	L 4	L 5	وزن نهایی
اراضی آبی		۱	۲	۳	٤	۰/۰۹۲
اراضی دیم			۱	۳	۳	۰/۱۱٥
زمین‌های نمکی				۱	۲	۰/۱۱۷
جنگل					۲	۰/۲٤
مرتع و اراضی بدون پوشش						۰,۳۷۶



شکل ۳. نقشه انواع کاربری زمین (رفرنس: نتیجه تحقیق)

فاصله از گسل

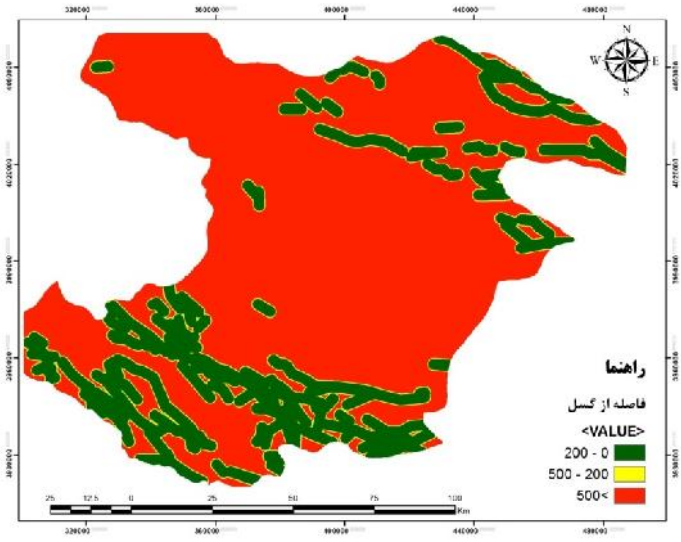
گسل از پارامترهای خطی زمین شناسی محسوب می‌شوند و تا حریم مشخصی بایستی از ایجاد لندفیل در اطراف آنها جلوگیری بعمل آورد. بر اساس ضوابط زیست محیطی محل دفع باید ۲۰۰ متر از محدوده‌های قابل پیش‌بینی برای خطرات زمین لرزه فاصله داشته باشد. طبق معیار EPA محل دفن باید حداقل ۶۰ متر از گسل‌ها فاصله داشته باشد، بر این اساس میزان فاصله از گسل در چهار رده ارائه شده است. برای محاسبه هر یک از رده‌ها ابتدا ماتریس مقایسه‌های زوجی ایجاد شده است (جدول ۵، شکل ٤).

جهات جغرافیایی منطقه

جهت تعیین لایه اطلاعاتی نقشه توپوگرافی منطقه تهیه و سپس به کمک نقشه، مدل رقومی ارتفاع تهیه گردید و به کمک نرم افزار Arc GIS لایه جهت آماده شد. پس از تهیه نقشه جهت مقدار آن در چهار رده تقسیم‌بندی گردید. همچنین مطابق مراحل قبل وزن هر رده نیز محاسبه شده است (جدول۶، شکل۵).

جدول ۵. اوزان مربوط به فاصله از گسل

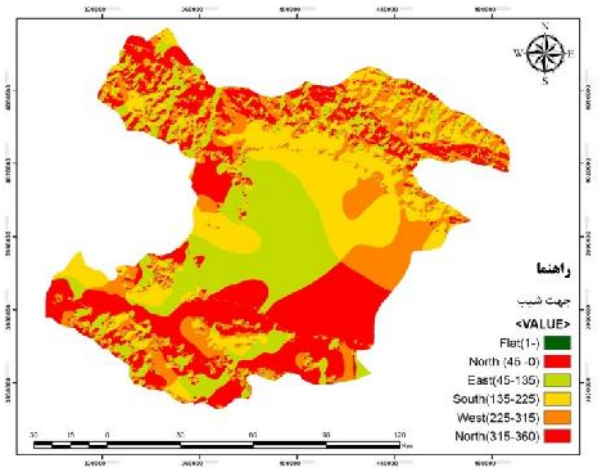
وزن نهایی	۵۰۰<	۲۰۰-۵۰۰	۱۰۰-۲۰۰	۰-۱۰۰	Fault
۰/۰۹۸	۵	۳	۱		۰-۱۰۰
۰/۱۲۵	۶	۱			۱۰۰-۲۰۰
۰/۱۹۵	۳				۲۰۰-۵۰۰
۰/۵۸۲					۵۰۰<



شکل ٤. نقشه فاصله از گسل

جدول ۶. اوزان مربوط به جهات جغرافیایی

Aspect	North	East	South	West	وزن نهایی
North		۵	۷	۱	۰/۰۷۱
East			۳	۱	۰/۲۰۳
South				۹	۰/۶۲۲
West					۰/۱۰٤



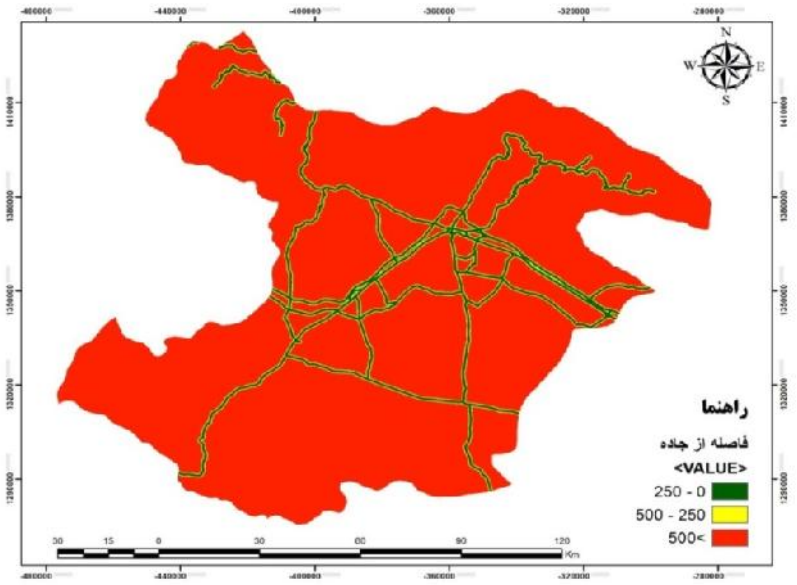
شکل ۵. نقشه جهت‌های جغرافیایی

فاصله از مسیرهای حمل و نقل جاده ای

جاده از پارامترهای بسیار مهم اقتصادی محسوب می‌شود. فاصله از جاده اصلی، کیفیت جاده، میزان ترافیک از مسائل تعیین‌کننده هزینه‌ها محسوب می‌گردند. در مورد فاصله از مسیرهای حمل و نقل منابع مختلف از جمله سازمان حفاظت محیط زیست ضوابط خاصی را ارائه داده است. بر این اساس فاصله از جاده در ۳ رده ارائه شده است. وزن هر رده نیز مطابق مراحل قبل محاسبه شده است (جدول ۷، شکل ۶).

جدول ۷. اوزان مربوط به فاصله از جاده

Road	۰-۲۵۰	۲۵۰-۵۰۰	۵۰۰<	وزن نهایی
۰-۲۵۰		۲	۳	۰/۱۶۹
۲۵۰-۵۰۰			۱	۰/۳۸۷
۵۰۰<				۰/۴۴۳



شکل ۶. نقشه فاصله از جاده‌های اصلی

فاصله از شهر

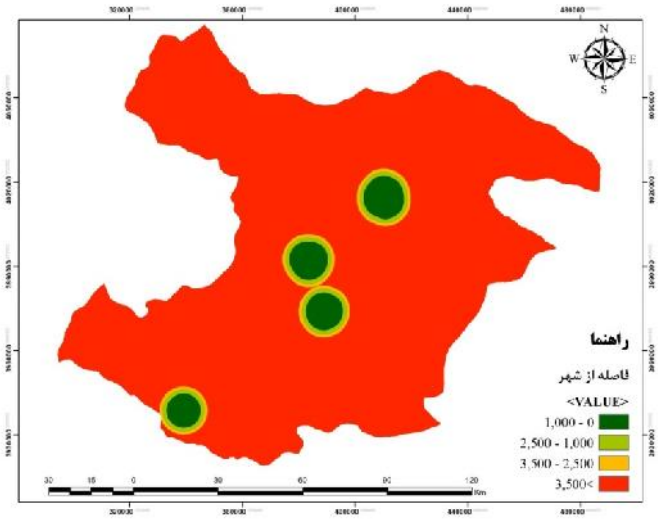
مناطق شهری از مناطق بسیار حساسی محسوب می‌شود که بایستی جهت ملاحظات زیست محیطی و خطرات بالقوه پسماندها حریم‌های مناسبی برای آن در نظر گرفته شود. فواصل مختلفی جهت ایجاد حریم برای این پارامتر مهم معرفی شده است. محل دفن نباید در مناطق پرجمعیت واقع شود و همچنین نباید در تضاد با کاربری دیگری باشد در ضمن باید یادآور شد که مکان دفن نباید با مراکز تولید که اغلب در حومه و یا داخل مراکز جمعیتی هستند، فاصله زیادی داشته باشد. بر این اساس فاصله از شهر به چهار رده طبقه‌بندی شده است (جدول ۸، شکل ۷).

فاصله از روستا

انتخاب فاصله برای مناطق روستایی مشابه مناطق شهری، برای این مناطق نیز اعمال گردید. بر اساس ضوابط اعلامی از سوی سازمان حفاظت محیط زیست فاصله محل دفن از مراکز روستایی حداقل باید ۵۰۰ متر با واحدهای مسکونی و توسعه آتی قرار گیرد. بر این اساس فاصله از روستا به چهار رده طبقه‌بندی شده است (جدول ۹، شکل ۸).

جدول ۸. اوزان مربوط به فاصله از شهر

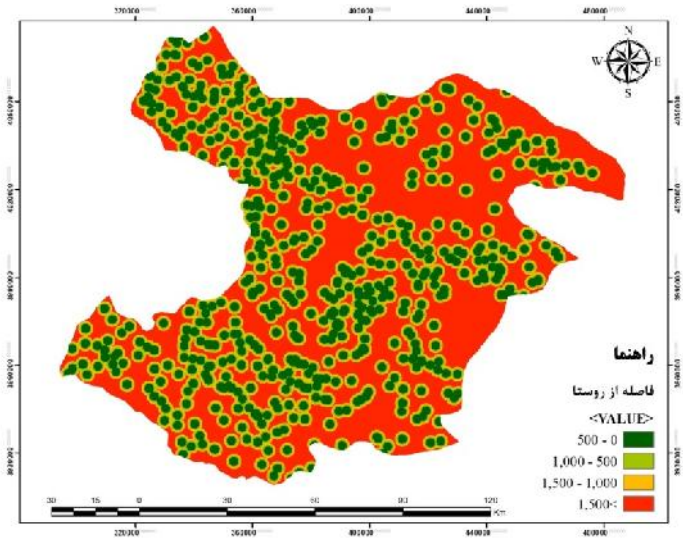
City	۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۵۰۰	۲۵۰۰-۳۵۰۰	۳۵۰۰<	وزن نهایی
۰-۱۰۰۰		۲	۱	۳	۰/۳۸۰
۱۰۰۰-۲۵۰۰			۱	۲	۰/۲۳۷
۲۵۰۰-۳۵۰۰				۱	۰/۲۱۷
۳۵۰۰<					۰/۱۶۷



شکل ۷. نقشه فاصله از شهرها

جدول ۹. اوزان مربوط به حریم از روستا

Village	۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۱۵۰۰<	وزن نهایی
۰-۵۰۰		۲	٤	۹	۰/۳۸۰
۵۰۰-۱۰۰۰			۲	۹	۰/۲۳۷
۱۰۰۰-۱۵۰۰				۵	۰/۲۱۷
۱۵۰۰<					۰/۱۶۷



شکل ۸. نقشه فاصله از روستاها

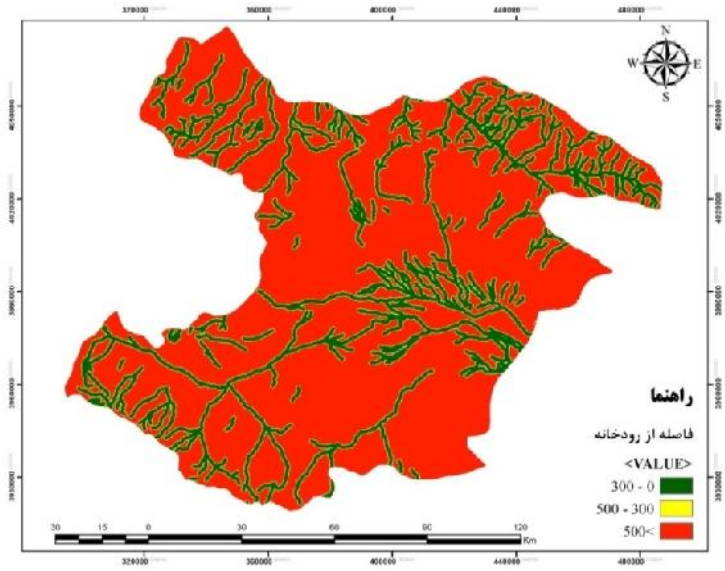
هیدرولوژی

رودخانه‌ها و حریم نزدیک به آن در معرض خطراتی نظیر طغیان آب، فرسایش و لغزش شدید هستند و جهت احداث لندفیل مناسب نیستند. بر اساس ضوابط اعلامی سازمان حفاظت محیط زیست محل دفع و دفن نباید در مسیر و حریم رودخانه‌های فصلی و دائمی، مسیل‌ها و آبراهه‌های منتهی به رودخانه‌ها واقع شوند و محل دفن باید حداقل یک کیلومتر از

رودخانه اصلی فاصله داشته باشد. بر اساس معیار فوق رعایت فاصله از رودخانه به ۳ فاصله تقسیم بندی گردید (جدول ۱۰، شکل ۹). بعد با استفاده از قابلیت‌های نرم افزار GIS اقدام به درون‌یابی چاه‌ها برای رسیدن به سطح آب‌های زیرزمینی گردید که در ادامه نقشه و امتیازهای AHP آورده شده است (جدول ۱۱، شکل ۱۰). همچنین فاصله از سایر منابع آبی شامل دریاچه سد و شوره‌زار و باتلاق همراه با مشخصات لایه مربوطه در جدول ۱۲ و شکل ۱۱ و ۱۲ تعیین گردید.

جدول ۱۰. اوزان مربوط به رودخانه

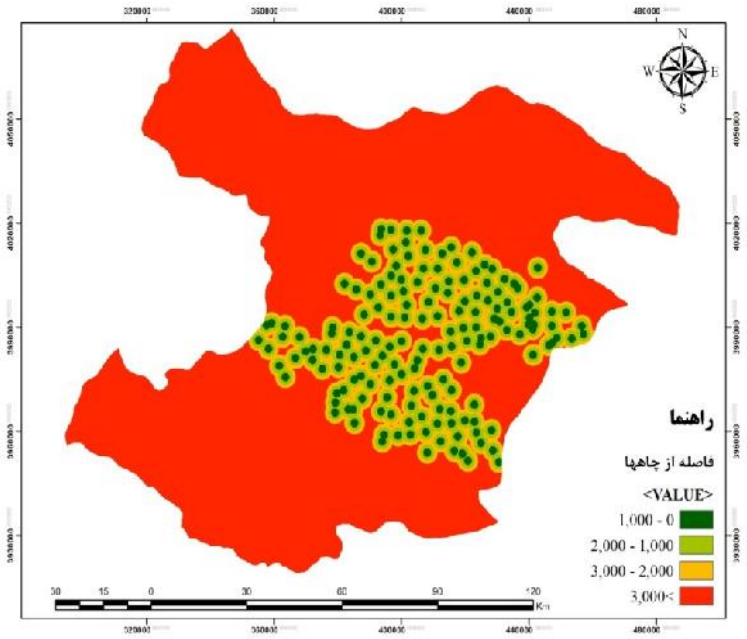
وزن نهایی	۵۰۰<	۳۰۰-۵۰۰	۰-۳۰۰	River
۰/۰۷۶	۸	۵		۰-۳۰۰
۰/۱۳۱	٤			۳۰۰-۵۰۰
۰/۷۹۳				۵۰۰<



شکل ۹. نقشه فاصله از رودخانه

جدول ۱۱. اوزان مربوط به آب‌های زیر زمینی

وزن نهایی	۳۰<	۲۰-۳۰	۱۰-۲۰	۰-۱۰	River d 5
۰/۱۲٤	۲	۳	۲		۰-۱۰
۰/۱۸۸	۲	۲			۱۰-۲۰
۰/۲۹۹	۲				۲۰-۳۰
۰/۳۰۹					۳۰<

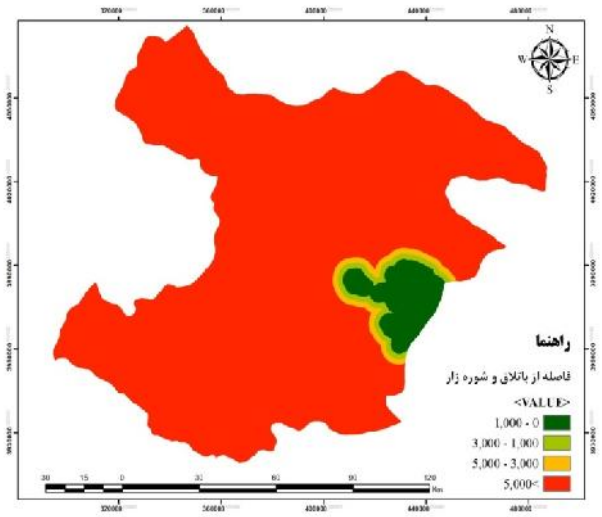


شکل ۱۰. نقشه فاصله از چاه‌های آب‌های زیرزمینی

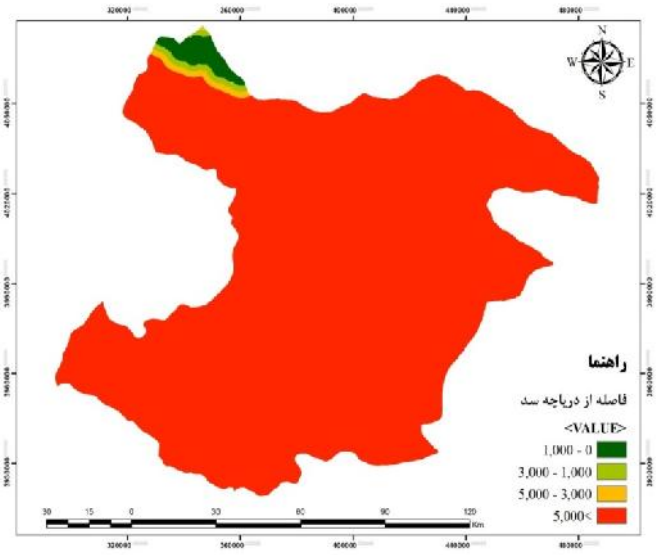
فاصله از در یاچه سد و شوره زار و باتلاق

جدول ۱۲. اوزان دریاچه سد و شوره زار و باتلاق

وزن نهایی	۵۰۰۰<	۳۰۰۰-۵۰۰۰	۱۰۰۰-۳۰۰۰	۰-۱۰۰۰	Batlaq
۰/۰۶۳	۶	۵	۳		۰-۱۰۰۰
۰/۱۴۹	٤	۲			۱۰۰۰-۳۰۰۰
۰/۲۸۳	۲				۳۰۰۰-۵۰۰۰
۰/۵۰۵					۵۰۰۰<



شکل ۱۱. نقشه فاصله از حریم باتلاق و شوره زار



شکل ۱۲. نقشه فاصله از دریاچه و سد

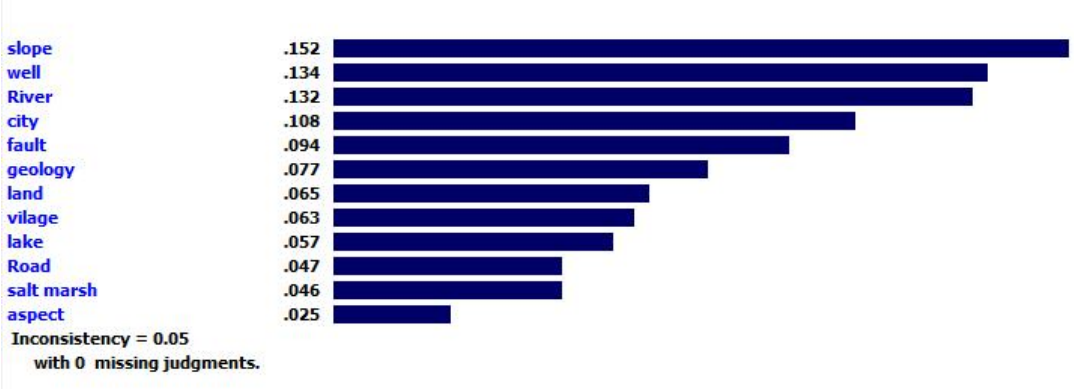
تلفیق نهایی

در ادامه پس از رده‌بندی معیارها و زیرمعیارهای فرعی تاثیرگذار بر هدف و محاسبه وزن‌های هر رده، به تعیین الویت‌های فرعی و اصلی در سطوح بالاتر و محاسبه اوزان معیارها پرداخته شده است (شکل‌های ۱۳ و ۱٤). در این تحقیق هدف نهائی کاهش خطرات ناشی از پسماندهای جامد بر اساس انتخاب مکان مناسب دفن بود که پس از تلفیق این معیارها مناطق با قابلیت مناسب بر اساس پارامترهای موصوف در نقشه ایجاد گردیده است و این مناطق مناسب‌ترین مکان برای دفن می‌باشد. هر یک از این سناریوها بر مبنای نظرات کارشناسی و وزن معیارهای اصلی با یکدیگر متفاوت می‌باشد.

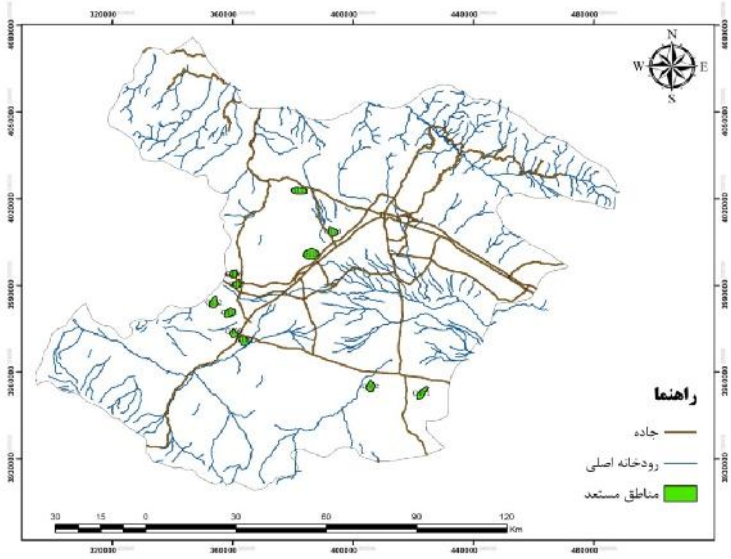
پس از این مرحله هر یک از نقاط تعیین شده بر روی نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰ جانمایی گردید و در صورت داشتن شرایط اولیه بازدید صحرایی صورت پذیرفت (جدول ۱۳).

نتایج بازدیدهای میدانی

با توجه به موارد فوق که حاصل بازدیدهای میدانی از محلهای پیشنهادی بود از ۱۱ محل پیشنهادی تعداد ۶ نقطه استعداد لازم برای مرکز دفن ویژه را دارا می‌باشد که مختصات آن به شرح جدول ۱٤ می‌باشد. بعد از بررسی میدانی انجام شده از ۶ سایت انتخاب‌شده در نهایت بر اساس جدول ۱۵ الویت‌بندی گردیدند.



شکل ۱۳. نمودار اوزان حاصل از تلفیق داده‌ها



شکل ۱٤. نقشه مناطق با قابلیت مناسب برای دفن پسماند جامد

جدول ۱۳. مختصات جغرافیایی سایت‌های پیشنهادی از سیستم اطلاعات جغرافیایی

کد محل	UTM X	UTM Y
G 101	421723	3950866
G 102	404942	3955232
G 109	361965	3970104
G 110	360192	3971741
G 111	357463	3978017
G 112	353233	3982383
G 116	360601	3993707
G 117	360874	3991114
G 119	383931	3999983
G 120	387069	4004621
G 121	385977	4017719

جدول ۱٤. محل‌های انتخاب شده نهایی

نام جدید سایت	نام قدیم سایت	UTM X	UTM Y
آب باریک	G101	421723	3950866
امیرآباد نو	G102	407140	3951948
صادق آباد	G110	360192	3971741
ضیاءآباد	G112	353233	3982383
حسین آباد	G116	359776	3994054
بشر	G121	386554	4018286

جدول ۱۵. سایت‌های انتخاب شده

ردیف	نام سایت	رتبه
۱	آب باریک	چهارم
۲	امیرآباد نو	سوم
۳	صادق آباد	ششم
٤	ضیاءآباد	دوم
۵	حسین آباد	پنجم
۶	بشر	اول

همانطوری‌که در جدول ۱۵ نشان داده شده، سایت بشر ۲ حائز رتبه اول گردیده و همچنین سایت صادق‌آباد رتبه آخر را به خود اختصاص داده است.

بحث

همانطوری که در جدول ۱۳ مشخص گردید، با توجه تحلیل‌های GIS در مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰، تعداد ۱۱ منطقه به منظور بررسی بیشتر برای انتخاب مرکز دفن پسماندهای ویژه در استان قزوین انتخاب گردید. در ادامه هر یک از گزینه‌ها ابتدا در روی نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰ پیاده سازی شده و در مرحله بعد با استفاده از GPS اقدام به بازدید میدانی از تک تک سایت‌ها گردید تا از نظر شرایط زمین‌شناسی، کاربری اراضی، و سایر عوارض طبیعی و عوامل اجتماعی و اقتصادی فرهنگی مورد تحقیق قرار گیرد. در این مرحله تعدادی از گزینه‌ها که حائز شرایط لازم برای انتخاب مرکز دفن را دارا نبودند حذف گردیده و مابقی نقاط مورد بررسی نهایی قرار گرفتند. برای آگاهی از وضعیت سایت‌های اولیه مشخص شده، تمامی نقاط اولیه که با توجه به تحلیل‌های اولیه مناسب تشخیص داده شدند و نتایج بازدید میدانی از آنها انجام گرفت به ترتیب تشریح می‌گردند.

خصوصیات سایت G 101

این سایت در حدود ۱۱ کیلومتری جنوب شرقی شهر بوئین زهرا قرار دارد که نقشه آن بر اساس اطلاعات ۱/۲۵۰۰۰۰ بصورت زیر می‌باشد. در این مرحله این نقطه بر روی نقشه ۱/۲۵۰۰۰ منطقه که شیت 60613NE می‌باشد جانمایی شد. کاربری مربوط به این سایت مرتع کم تراکم بوده و در حدود ۱/۵ کیلومتری جاده اصلی قرار گرفته است، نزدیکترین رودخانه به این سایت حدود ۱۰ کیلومتر فاصله دارد، عمق آب زیرزمینی در این محدوده ۸۰ متر می‌باشد و همچنین فاصله مستقیم این سایت با شهر قزوین بر روی نقشه حدود ۶۱ کیلومتر می‌باشد. با توجه به موارد مطرح شده و بازدیدهای انجام شده نقطه مورد تائید قرار گرفت (رفرنس، نتایج تحقیق).

خصوصیات سایت G 102

این سایت در حدود ۱۲ کیلومتری جنوب غربی شهر بوئین زهرا قرار دارد. کاربری مربوط به این سایت مرتع کم تراکم بوده و در حدود ۲ کیلومتری جاده اصلی قرار گرفته است، نزدیکترین رودخانه به این سایت حدود ۳ کیلومتر فاصله دارد، عمق آب زیرزمینی در این محدوده ۱۱۵ متر می‌باشد و همچنین فاصله مستقیم این سایت با شهر قزوین بر روی نقشه حدود ۵۸ کیلومتر می‌باشد. با توجه به موارد مطرح شده و بازدیدهای انجام شده نقطه مورد تائید قرار گرفت.

خصوصیات سایت G109 و G110

این دو سایت در دو طرف جاده تاکستان به همدان قرار دارد که نقشه آن بر اساس اطلاعات ۱/۲۵۰۰۰۰ بصورت زیر می‌باشد:

این دو سایت در نزدیکی روستای صادق آباد قرار داشته و در روی شیت 58611SE و شیت 58611NE قرار دارند. این دو سایت در نزدیکی هم قرار دارند و در حال حاضر تحت کشت محصولات قرار می‌گرفتند. لذا سایت G109 مورد تائید قرار نگرفت، ولی با توجه به مناسب بودن سایت G110 از لحاظ نزدیکی به منطقه صنعتی خرمدشت و وجود جاده اصلی تاکستان به همدان در صورتی‌که مشکلات استملاک را بتوان برطرف کرد از پتانسیل خوبی برای انتخاب مرکز دفن برخوردار می‌باشد.

خصوصیات سایت G111 و G112

این دو سایت در نزدیکی روستای ضیاآباد قرار دارد که نقشه آن بر اساس اطلاعات ۱/۲۵۰۰۰۰ قبلاً ارائه گردید. کاربری مربوط به سایت G111 زراعت دیم بوده و در فاصله ۷ کیلومتری جاده اصلی قرار گرفته است، نزدیکترین رودخانه به این سایت حدود ٤ کیلومتر فاصله دارد، عمق آب زیرزمینی در این

محدوده ۵۰ متر می‌باشد و همچنین فاصله مستقیم این سایت با شهر قزوین بر روی نقشه حدود ۶۰ کیلومتر می‌باشد. با توجه به موارد اشاره شده این منطقه مورد تایید قرار نگرفت. کاربری مربوط به سایت G112 زراعت دیم بوده و چسبیده به جاده اصلی قرار گرفته است، نزدیکترین رودخانه به این سایت حدود ٤/٥ کیلومتر فاصله دارد، عمق آب زیرزمینی در این محدوده ۵۰ متر می‌باشد و همچنین فاصله مستقیم این سایت با شهر قزوین بر روی نقشه حدود ۶۲ کیلومتر می‌باشد.

مشخصات سایت‌های G116 و G117

این سایت‌ها در غرب دشت قزوین قرار گرفته‌اند که پس از بررسی‌های میدانی به‌دلیل وجود بزرگراه قزوین زنجان در این منطقه امکان تردد خودروهای سنگین نمی‌باشد ولی در صورت استفاده از یک پل زیرگذر در منطقه نقطه ای به مختصات ۳۵۹۷۷۶ و ۳۹۹٤۰٥٤ دارای شرایط لازم برای مرکز دفن بود.

مشخصات سایت‌های G119 و G120

این سایت‌ها در نزدیکی کانال انتقال آب قرار گرفته و اراضی آنها بسیار مستعد کشاورزی در این محدوده قرار گرفته که در نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰۰ به‌دلیل عدم وجود لایه کاربری اراضی در آن مشخص نبود و به همین دلیل در مرحله اول انتخاب گردید ولی با توجه به بازدید میدانی حذف گردید.

مشخصات سایت G121

این سایت در شمال غربی دشت قزوین و در نزدیکی جاده رشت قرار دارد. با توجه به شرایط منطقه و بازدید صورت گرفته، این نقطه نیز استعداد لازم برای مرکز دفن را دارا می‌باشد. کاربری مربوط به این سایت زراعت دیم بوده و چسبیده به جاده اصلی قرار گرفته است، نزدیکترین رودخانه به این سایت حدود ۲ کیلومتر فاصله دارد، عمق آب زیرزمینی در این محدوده ۸۰ متر می‌باشد و همچنین فاصله مستقیم این سایت با شهر قزوین بر روی نقشه حدود ۲۰ کیلومتر می‌باشد. با توجه به شرایط منطقه و بازدید صورت گرفته، این نقطه نیز استعداد لازم برای مرکز دفن را دارا می‌باشد.

همانگونه که در جدول ۱۵ ارائه شد، شش سایت منتخب بر اساس معیارهای تعریف شده و امتیازات و وزن‌های تعریف شده رتبه‌بندی شدند. نتیجه این رتبه‌بندی بصورت‌های مختلفی می‌تواند برای تصمیم‌گیرندگان مورد استفاده قرار گیرد. چنانچه نیاز به احداث تنها یک سایت برای منطقه باشد بهترین سایت یعنی سایت بشر برای تاسیس لندفیل به‌عنوان رتبه اول و بهترین سایت پیشنهاد می‌گردد. چنانچه در نظر باشد سایت‌های مختلفی در طی سال‌های توسعه منطقه تاسیس گردد. می‌توان از رتبه‌بندی ارائه شده جهت تاسیس متوالی این سایت‌ها استفاده کرد. چنانچه بیش از یک سایت برای استان در یک زمان نیاز باشد نیز می‌توان از اولویت‌بندی مذکور جهت تعیین سایت‌های مورد نظر استفاده نمود.

با توجه به مقایسه نتایج بدست آمده در روش تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP و بازدید میدانی نتایج زیر قابل ملاحظه می‌باشد:

۱- سایت بشر به عنوان بهترین سایت انتخاب گردید که نشان می‌دهد سایت مذکور با توجه به معیارهای موجود بهترین شرایط برای یک تاسیس لندفیل را دارا می‌باشد.

۲- سایت صادق آباد و داراسرور پایین‌ترین رتبه‌ها را به‌خود اختصاص دادند که نشان‌دهنده این است که این سایت‌ها در بین سایت‌های موجود کمترین شرایط را برای تاسیس لندفیل دارا می‌باشند و در هر شرایطی باید به عنوان آخرین سایت‌ها در بین سایت‌های موجود انتخاب گردند.

۳- سایت‌های حسین آباد، امیرآبادنو، ضیاءآباد و آب باریک در اولویت دوم تا پنجم واقع شدند. البته رتبه‌بندی در بین دو روش دارای اختلاف ناچیزی بود. این امر بدلیل نزدیکی بسیار زیاد مشخصات این سایت‌ها با یکدیگر می‌باشد که با توجه به روش‌های

مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره جواب‌های متفاوتی را حاصل نموده است.

بر اساس این تحقیق مشخص شد که طریق استفاده از ابزارهای مدیریتی در کنار روش‌های مهندسی امکان انتخاب مناسب محل‌های دفن زایدات خطرناک در سطح یک منطقه وسیع به شکلی که ارضاکننده همه معیارهای زیست محیطی حاکم باشد را ممکن خواهد ساخت.

همچنین می‌توان اذعان نمود که نتایج مطالعه حاضر که نشان‌دهنده توانایی سیستم فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی می‌باشد، با نتایج مطالعات پناهنده و همکاران (۱۷)، بنی اسدی و همکاران (۱۸)، سیدائی و همکاران (۱۹)، صیحانی و همکاران (۲۰) و عابدی و همکاران (۲۱) هم‌سویی داشته و نشان‌دهنده روایی و پایایی تحقیق مورد استفاده می‌باشد.

نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر مشخص نمود که بهترین سایت یعنی سایت بشر برای تاسیس لندفیل پسماند ویژه استان قزوین به‌عنوان رتبه اول و بهترین سایت؛ مناسب می‌باشد. چنانچه در نظر باشد سایت‌های مختلفی در طی سال‌های توسعه منطقه تاسیس گردد، می‌توان از رتبه‌بندی ارائه شده جهت تاسیس متوالی این سایت‌ها استفاده گردد.

References

1- Mirabadi M, Miri Ghaleh AH, Location of Bucan Municipal Waste Landfill Using Boolean Area and AHP. Journal of Environmental Science and Technology, 2017; (19)1: 1-20.

2- Giovanni De Feo, Sabino De Gisi.2014. Using MCDA and GIS for hazardous waste landfill siting considering land scarcity for waste disposal, Waste Management, 34(11):2225-2238.

3- Omrani QA. Solid Waste.1998; Scientific Publishing Center of Islamic Azad University, Tehran, Iran: 12-20.

4- Kamdar I, Ali Sh, Bennui A, Techato K, Jutidamrongphan W. Municipal solid waste landfill siting using an integrated GIS-AHP approach: A case study from Songkhla, Thailand, Resources, Conservation and Recycling, 2019;149: 220-235.

5- Nasseri, HR. The ability of Spatial Decision Support Systems (SDSS) to locate specific landfills. Fourth National Conference on Waste Management,2007; Mashhad, Iran.

6- Amirfazli m, Safarzadeh S, Samadi Khadem R, 2019, Identification, Classification and Management of Industrial Hazardous Waste in Ardabil Province, 3(2): 29-36.

7- Naser Hafezi Moghaddas, Hadi Hajizadeh Namaghi, 2011, Hazardous waste landfill site selection in Khorasan Razavi Province, Northeastern Iran, Arabian Journal of Geosciences, 4(1–2): 103–113.

8- Abd-El M., 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, 12:155-164.

9- Sharifi M, Hadidi M, Vessali E, Mosstafakhani P, Taheri K, Shahoie S, Khodamoradpour M (2009) Integrating multi-criteria decision analysis for a GIS-based hazardous waste landfill sitting in Kurdistan Province, Western Iran. Waste Manag 29:2740–2758

10- Nas, B., T. Cay., F. Iscan, and A. Berktay. (2010). Selection of MSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation. Environ Monit Assess, Vol 160: 491-500.

11- Sadidi J, Heidarian P, Azizi Ghollabi S, Aghideh M. ELECTRE-FAHP Hybrid Method for Land Suitability Assessment with Ahvaz Landfill Approach, Journal of Geography and Environmental Planning, 2017; 28(1): 99-112.

12- Vahidi, H. Waste Management Plan of Khorramshahr and Salari Industrial Town Using FAHP,2011; Tehran University, Iran.

13- Yesilnacar, M. I. & Cetin, H., 2005.Site selection for hazardous wastes: A case study from the GAP area, Turkey, Engineering Geology, 81(4):371-388.

14- Nemati M, Aybat M, Daneshian H. DRASTIC Model User in Rural Landfill Landfill: Case Studies of Karun Region Villages, Rural Research and Planning, 2015;4(4): 111-124.
15- Seidaei SE, Rahimi D, Hosseinzadeh N. Location of Ardal Area Waste Landfill for Hazard Reduction, Hazard Knowledge, 2016; 3(2): 109-123.
16- Razavian MT, Kanuni R, Firouzi Mejdeh, E. Location of Municipal Landfill: A Case Study of Ardabil, Space Planning and Preparation, 2015; 19: 67-91.
17- Panahandeh M, Arasto B, Qavidel A, Ghanbari F. Location of waste landfill site in Semnan city using AHP model and GIS software, 12th Iranian Environmental Health Conference,2008; Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
18- Bani Assadi R, Ahmadizadeh Q, Etebari B, Mu'tazah A. Determination of suitable locations for municipal solid waste landfill in Astara using AHP and fuzzy logic, Environment and Development, 2013; 4(8): 50-41.
19- Saeidy M. Intervention of hazardous wastes by using GIS and the AHP (Case study: Power plant of Shahid Rajaei), Elm O Sanat Unive; Iran.
20- Sihani R, Dehghani M, Qaderi H. 2011, Location of Haji Abad Landfill Sanitation Landfill Using AHP Method and Geographic Information System, Lar Journal of Natural Geography, 4(12):75-63.
21- Abedi T, Kheirkhah M, Ojaghi M, Mohammadi, 2009, Ashtani MH. Application of SMCE Spatial Criterion Assessment (TAP) in Tabriz City Case Study (Environmental Science Quarterly,51:26-36.