Urban Ecological Research *Open Access*

Spring (2024) 15(1): (Series 34): 27-42

DOI: https://doi.org/10.30473/grup.2023.52461.2510

Received: 28/Apr/2020 Accepted: 09/Jan/2021

ORIGINAL ARTICLE

Study of Proper Spatial Organization of Garbage Dumps in Dorud City Using GIS System and Fuzzy Logic

Mohammad Almasinia[1]*, Hasan Alizadeh[2]

1. Instructor, Department of Geography and Urban Planning, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Department of Geology, Payame Noor University, Tehran, Iran.

Correspondence
Mohammad Almasinia
Email:almasinia78@gmail.com

How to cite
Almasinia, M., & Alizadeh, H. (2024). Study of Proper Spatial Organization of Garbage Dumps in Dorud City Using GIS System and Fuzzy Logic. *Urban Ecological Researc*h, 15(1), 27-42.

ABSTRACT

The aim of the present study is to identify suitable locations for landfills in Dorud city using GIS system and fuzzy logic. Descriptive-analytical research in the research of the criteria of the Environmental Protection Agency (IEPO) that are considered for this process, including topography, geology and... Using GIS and multi-criteria or fuzzy decision analysis has been used to solve the problem of mechanical landfill system and create a ranking of potential landfill areas. In this method, three steps are used to find suitable places, which include: linear weight combination, fuzzy logic approach and prioritization of potential sites that are ranked by the analytical hierarchical process after installation in the last step. Also, field observations confirm the suitability of the selected sites and therefore this method can be used in urban areas for the method of selecting the waste disposal site. Selected locations are considered to minimize environmental risk and human health problems. Also, the results indicate the application of the geographic information system in the production of the zoning map from the hierarchical analysis process of AHP and based on the zoning map, the best GIS points have been used. Then the field observations also confirm the suitability of the specified areas for landfilling.

KEYWORDS

Dorud City, Landfill, Spatial Planning.

© 2024, by the author (s). Published by Payame Noor University, Tehran, Iran.
This is an open access article under the CC BY (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

نشریه علمی
پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری

سال پانزدهم، شماره یکم، (پیاپی سی و چهارم)، بهار ۱۴۰۳، (۴۲-۲۷)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۲۰

DOI: https://doi.org/10.30473/grup.2023.52461.2510

«مقاله پژوهشی»

مطالعه سامان‌دهی مکان‌های مناسب مراکز دفن زباله شهر دورود با استفاده از سیستم GIS و منطق فازی

محمد الماسی‌نیا[1*]، حسن علیزاده[2]

۱. مربی، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
۲. دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: محمد الماسی‌نیا
رایانامه: almasinia78@gmail. com

چکیده

هدف از مطالعه حاضر شناسایی مکان‌های مناسب مراکز دفن زباله شهر دورود با استفاده از سیستم GIS و منطق فازی می‌باشد. تحقیق از نوع توصیفی – تحلیلی بوده در این پژوهش معیارهای متداول سازمان حفاظت از محیطزیست (IEPO) که برای این فرایند در نظر گرفته شده‌اند، شامل توپوگرافی، زمین‌شناسی و ... با استفاده از GIS و تجزیه و تحلیل تصمیمات چند معیاره فازی برای حل مشکل ساماندهی مکانی دفن زباله و ایجاد رتبه‌بندی از مناطق دفن زباله بالقوه به کار رفته است. در این روش از سه مرحله، برای یافتن مکان‌های مناسب، استفاده شد که شامل: ترکیب وزنی خطی، رویکرد منطق فازی و اولویت‌بندی سایت‌های بالقوه‌ای که پس از انتخاب در مرحله آخر، توسط فرایند سلسله‌مراتب تحلیلی رتبه‌بندی می‌شوند. همچنین، مشاهدات میدانی مناسب بودن سایت‌های منتخب را تأیید کرده و ازاین‌رو می‌توان از این روش در مناطق شهری برای روش انتخاب سایت دفع زباله استفاده نمود. مکان‌های منتخب برای به حداقل رساندن ریسک محیطی و مشکلات سلامتی انسان در نظر گرفته می‌شوند. همچنین نتایج نشان‌دهنده کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در تولید نقشه پهنه‌بندی از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی AHP و براساس نقشه پهنه‌بندی، بهترین نقاط GIS استفاده گردیده است. سپس مشاهدات میدانی نیز مؤید مناسب بودن مناطق مشخص شده برای دفن زباله است.

واژه‌های کلیدی

دفن زباله، سامان‌دهی مکانی، شهر دورود.

استناد به این مقاله:

الماسی‌نیا، محمد و علیزاده، حسن (۱۴۰۳). مطالعه سامان‌دهی مکان‌های مناسب مراکز دفن زباله شهر دورود با استفاده از سیستم GIS و منطق فازی. *فصلنامه علمی پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری*، ۱۵(۱)، ۴۲-۲۷.

مقدمه

یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی کشورهای در حال توسعه، مدیریت مواد زائد جامد شهری است و دفن پسماند ازجمله مسائلی است که امروزه توجه شهرداری‌ها را بیش از سایر مسائل به خود مشغول کرده است (شهبازی، ۱۳۹۵: ۲)؛ اما در تعداد معدودی از شهرهای کشور سیستم پسماندهای شهری فعال است و به‌طور کامل مدیریت می‌شود. وضعیت مدیریت اجرایی پسماندها در بقیه شهرها ازجمله شهر دورود ساماندهی نشده است.

در مکان‌یابی دفع مواد زائد جامد شهری ازجمله روش‌های نوین و سریع، سیستم اطلاعات مکان‌یابی دفع زباله می‌باشد (درویش صفت و همکاران، ۱۳۸۳: ۱۵). سیستم اطلاعات جغرافیایی قادر به تجزیه و تحلیل حجم عظیمی از لایه‌های اطلاعاتی است (Klir & Foger, 1988: 99) که آن را به‌عنوان یک سیستم GIS و از سوی دیگر یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های ویژه از دیگر سامانه‌های مکانیزه مجزا می‌کند، قابلیت تلفیق داده‌ها جهت مدل‌سازی، مکان‌یابی و تعیین تناسب اراضی از طریق ارزش‌گذاری پهنهٔ سرزمین است (مخدوم و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۶، علوی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۸، قنبری و همکاران، ۱۳۹۶: ۴۳).

رضازاده (۲۰۱۴) و شجاعیان و همکاران (۱۳۹۲)، در پژوهش‌های خود به ترتیب انتخاب محل دفن زباله برای شهر بابل و ساماندهی مکان‌گزینی مراکز آموزشی شهری با استفاده از منطق بولین در شهر اهواز، از منطق فازی استفاده نمودند که هدف آن‌ها یافتن بهترین مکان برای دفن زباله و همچنین ارزیابی و ساماندهی بهینه برای احداث مدارس جدید بود. در مطالعاتی هادیانی (۱۳۹۱)، احدنژاد روشتی (۱۳۹۳)، یلدریم[1] (۲۰۱۸)، اینانلو (۲۰۱۹)، پاسالاری[2] (۲۰۱۹) و احمدموسی و سوریاباحگوان (۲۰۱۹) همگی نشان دادند که در مکان‌یابی بهینه مبتنی بر مدل‌سازی چند معیاره با استفاده از سیستم GIS نتایج مطلوبی به دست آورده‌اند.

به نظر می‌رسد محل فعلی دفن زباله در شهر دورود نامناسب بوده و مشکلات عدیده زیست‌محیطی را به وجود آورده است. زیرا محل فعلی دفن زباله‌ها در نزدیکی (چهار کیلومتری) شهر قرار دارد. این امر باعث استشمام بوی نامطبوع، منتشر شدن میکروب، ویروس و باکتری در هوا توسط باد و به هوا برخواستن مواد سبک مانند کاغذ و پلاستیک و پخش شدن در زمین‌های زراعی اطراف، قبل از دفن به موقع، هجوم حیوانات وحشی به محل دفن زباله‌ها، منظره دید نامطلوب، بیرون آمدن شیرابه از سراشیبی نزدیک محل دفن زباله و ورود آن به رودخانه تیره و... شده است. ازاین‌رو ارائه راهکارهایی جهت سامان‌دهی سیستم دفن محل زباله‌های شهری و کاهش آلودگی محیط‌زیست بیش از پیش ضروری می‌باشد.

هدف از مکان‌یابی محل مناسب دفن زباله در شهر درود، این است که با تلفیق قابلیت‌های منتج از تکنولوژی‌های جدید و همچنین الگوریتم‌های ارائه شده بتوان تعیین مکان دفن زباله‌های شهری را به‌صورت بهینه و منطقی و با کم‌ترین تأثیرات مخرب انسانی، جلوگیری از تخریب منابع طبیعی، اتخاذ سیاست‌های پیشگیری از آلودگی آب، خاک، هوا، پیشگیری از انتقال بیماری‌ها و در نهایت پیشگیری از تکثیر و رشد حشرات و جوندگان ضروری مدیریت کرد. بنابراین در این تحقیق، مکان‌یابی مناسب محل دفن بهداشتی زباله شهر دورود را از نظر وضعیت توپوگرافی، رعایت حریم آبراهه‌ها و رودخانه‌ها، چاه‌ها، وضعیت زمین‌شناسی، مراکز جمعیتی، جهت وزش باد و فاصله از راه‌ها و مناطق مسکونی براساس ویژگی‌های ژئومورفولوژیک منطقه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش منطق فازی مورد تحلیل، بررسی و مطالعه قرار گیرد. حال این سؤال مطرح است که چه میزان جایگاه دفن زباله در شهر دورود با اصول زیست‌محیطی انطباق دارد؟ بر همین اساس تعیین مکان مناسب و مطلوب برای دفن پسماندهای شهری با ادغام سیستم اطلاعات جغرافیایی و منطق فازی به‌عنوان هدف کلی مطالعه در نظر گرفته شد. برای فرایندهای بسیار پیچیده استفاده از منطق فازی می‌تواند مفید باشد.

مبانی نظری

چارچوب نظری

زباله شهری فرآورده‌های جانبی حاصل از فعالیت، تولید یا مصرف انسان شهرنشین است که رها شده است، این مواد، پسمانده‌ها و ضایعات دور انداختنی، جامد، مایع، نیمه جامد و مواد گازی است که از فعالیت‌های خانگی، تجاری و تولیدات شهری ناشی می‌شود (خدادادی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۴).

مکان‌یابی دفن زباله

مکان‌یابی فرایندی است که به ارزیابی یک محیط فیزیکی که تأمین‌کننده شرایط و پشتیبانی از فعالیت‌های انسانی است

1. Yildirim
2. Pasalari

می‌پردازد. هدف عمده ارزیابی مکان برای استفاده خاص از زمین، برای این است که مطمئن شویم در آنجا توسعه و گسترش فعالیت‌های انسانی با توجه به امکانات و محدودیت‌ها، با محیط‌زیست طبیعی سازگاری و هماهنگی دارد (احمدزاده، ۱۳۹۸: ۴۸).

مکان‌یابی و یافتن محل مناسب برای دفن زباله یکی از مهم‌ترین بخش‌های سیستم مدیریت مواد زائد جامد شهری است و در بین نظریات مطرح شده در این رابطه، مهم‌ترین رویکردهای مبتنی بر حداقل هزینه، تحلیل شعاع عملکرد و کسب سود مهم‌ترین رویکردهای آن هستند.

در رویکرد حداقل هزینه، تمرکز اصلی مدل بر حداقل کردن هزینه حمل‌ونقل نهادها و مواد اولیه تولید و همچنین حمل کالا و یا محصول تولید شده به بازار است. رویکرد تحلیل شعاع عملکرد، بر تقاضا و بازار تأکید می‌کند. در این دیدگاه هر چه از مکان تولید (یا محل بنگاه) دور می‌شویم، هزینه تمام شده کالا به علت بعد مسافت برای مصرف‌کننده بیش‌تر می‌شود و بنابراین تقاضا کم‌تر خواهد شد و دیدگاه کسب سود، نتیجه منطقی دو دیدگاه قبلی است. در این دیدگاه، هدف، یافتن مکانی است که بیش‌ترین تفاوت بین هزینه کل و درآمد کل را داشته باشد که در نتیجه سود بیش‌تری از بازار به دست می‌آید (بزی، ۱۳۹۴: ۱۳۴).

فرایند مکان‌یابی سالم و بی‌خطر مکان دفن زباله نیاز به در نظر گرفتن معیارهای گسترده و مراحل ارزیابی برای شناسایی بهترین محل در دسترس موجود است و همچنین از بین بردن عوامل آزاردهنده متعاقب آن (به‌طور مثال، بو، گردوغبار، اشغال، سروصدا، حشرات موذی) و عوارض جانبی درازمدت (به‌عنوان مثال، آلودگی محیط‌زیست محلی از طریق آلودگی آب‌های زیرزمینی و آبخوان‌ها) (رهنما و همکاران، ۱۳۹۱: ۹۸). مهم‌ترین معیارهای مکان‌یابی دفن زباله، عوامل ژئومورفیک می‌باشند. علاوه بر معیارهای ژئومورفولوژی عوامل مختلفی نظیر عمق آب‌های زیرزمینی، وضعیت اقلیم، عوامل زیست‌محیطی، کاربری اراضی، شبکه جاده‌ها و... نیز در این زمینه دخالت داشته‌اند که در انتخاب مکان دفن زباله مفیدند (خدادادی و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۵).

عوامل محیطی مرتبط با مکان‌یابی دفن زباله

ارتفاع

ارتفاع نقش مهمی در سطح زمین، فرایندهای جوی و برای استخراج ویژگی‌های محیطی نظیر، شیب، جهت شیب و نقشه اندازه‌گیری درجه نیمرخ دارد.

شیب

شیب بر بسیاری از فرایندهای مهم چشم‌انداز مانند درصد رطوبت خاک، پتانسیل فرسایش، میزان رواناب و بر سرعت جریان سطحی و زیرسطحی تأثیر می‌گذارد. شیب یک عامل مهم به‌ویژه برای تعیین محل دفن زباله و همچنین پایداری (ثبات) ترکیب وزن مواد (مصالح) است.

فاصله از آب

محل دفن زباله در درازمدت می‌تواند منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی را تهدید کند. برای محاسبه کردن تغییرپذیری در اطراف منابع آبی در این مطالعه، بافرهایی در فواصل مختلف برای هر یک تعیین می‌شود. فواصل بیرون از منطقه حریم آبی با استفاده از تابع فاصله اقلیدسی محاسبه می‌گردد که در یک خط مستقیم از هر سلول تا نزدیک‌ترین منبع به آن را اندازه‌گیری شود.

فاصله از گسل

گسل‌ها نقش مهمی در پیشگیری از آلودگی دارند. آن‌ها می‌توانند زلزله یا دیگر حرکات زمین را سبب شوند.

هیدروژئولوژی

وضعیت آبدهی و جنس زمین و نوع سازندهای زمین‌ساختی در کنار عمق آب زیرزمینی از عوامل و معیارهای ژئوهیدرولوژی است که باید در ارتباط با مطالعات مکان‌یابی و به‌ویژه دفن زباله مورد توجه قرار گیرند.

نزدیکی به راه

مکان‌های دفن زباله که در فاصله دور از شبکه ارتباطی قرار می‌گیرند، هزینه‌های مرتبط با احداث راه‌های دسترسی جدید و عملیات متعاقب آن را افزایش می‌دهند.

نزدیکی به مراکز متراکم جمعیت

این معیار هزینه‌های مرتبط با مسافت‌های اقتصادی از منبع تولید زباله را که بر اساس تراکم جمعیت تنظیم شده است، در نظر می‌گیرد (رهنما و همکاران، ۱۳۹۱: ۹۸).

منطق یا مدل‌های مکان‌یابی دفن زباله

منطق بولین[1] یا صفر و یک

در این مدل وزن‌دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی بر اساس امتیاز صفر و یک می‌باشد. بدین معنی که نقشه‌های استاندارد شده فقط دو مقدار (۰ و ۱) خواهد داشت. عدد ۱ نشان‌دهنده

1. Boolean

وضعیت قابل‌قبول محل موردنظر و عدد صفر نشان‌دهنده نامطلوب بودن قطعی آن محدوده است. منطق بولین اطلاعات مربوط به هر نقشه ورودی را به شکل دوتایی (درست یا نادرست) یا ۱ و ۰) تبدیل می‌کند.

منطق همپوشانی

منطق همپوشانی شامل دو روش می‌باشد. در روش اول، نقشه‌های ورودی فاکتورها، همانند روش بولین به صورت باینری (۰، ۱) هستند. در این روش هر نقشه فاکتور، وزن‌دهی جداگانه دارد و برای ترکیب با نقشه‌های دیگر، فقط در عامل وزنی خودش ضرب می‌شود. اهمیت کلاس‌های مختلف موجود در یک نقشه فاکتور، در روش اول یکسان در نظر گرفته می‌شود. در روش دوم، علاوه‌بر اینکه به هریک از نقشه‌های ورودی وزنی اختصاص می‌یابد، به هرکدام از کلاس‌ها و واحدهای مکانی موجود در هر نقشه نیز براساس اهمیت نسبی و نظرات کارشناسی وزنی منتسب می‌شود. به‌عبارتی کلاس‌های مختلف موجود در یک نقشه واحد، دارای وزن‌های متفاوت هستند. بعد از اتمام عملیات وزن‌دهی نقشه‌های فاکتور با یکدیگر تلفیق می‌شوند (صادقی و همکاران، ۱۳۸۸: ۶).

منطق فازی

منطق فازی ازجمله منطق‌های چند ارزشی می‌باشد. که قادر است، مفاهیم، متغیرها و سیستم‌های مبهم و غیر دقیق را صورت‌بندی ریاضی داده و زمینه را برای استدلال، استنتاج و تصمیم‌گیری در شرایط نبود اطمینان فراهم آورد. قدم مهم در سیستم‌های استنتاج فازی دریافت ورودی‌ها و تعیین درجه عضویت آن‌ها به هریک از مجموعه‌های فازی از طریق توابع عضویت است (موغاری و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۳۰). مزایای به‌کارگیری منطق فازی عبارت‌اند از:

– ایجاد انعطاف‌پذیری: نتیجه تفکر غیر منعطف معمولاً نارضایتی است. با در نظر گرفتن جایی برای موارد غیرقابل‌پیش‌بینی می‌توان برحس ضرورت استراتژی را تغییر داد.

– دادن حق انتخاب: هنگامی که با احتمالات متعدد مواجه می‌شویم لازم است با استفاده از حقایق و شهود، همه آن احتمالات در نظر گرفته شوند. در نتیجه می‌توان سنجیده حدس زد. حتی رایانه‌ها نیز می‌توانند این قواعد حدس را یاد بگیرند.

– ایجاد نتیجه بهتر: وقتی مجبورید تصمیمات را به‌صورت قبول یا رد بگیرید، تحمل اشتباه را ندارید و اگر به‌اشتباه تصمیم بگیرید کل نتیجه را از دست می‌دهید. چنانچه میزان جواب واقعی ۸۰ درصد مثبت باشد و شمال احتمال وقوع آن را ۹۰ درصد تخمین زده باشید، ضرر زیادی متحمل نمی‌گردید.

– منطق فازی نگاهی جدید به داده‌ها و روشی سریع‌تر برای مدل‌سازی و طراحی نرم‌افزارها به‌منظور پردازش داده‌های نادقیق است.

– با منطق فازی، زمان ایجاد سیستم اطلاعاتی کوتاه‌تر می‌شود. با استفاده از منطق فازی، نگهداری سیستم اطلاعاتی آسان‌تر می‌شود (طلوعی اشلقی و کاووسی، ۱۳۸۵: ۵۳)

تحلیل انتخاب سایت دفن زباله مبتنی بر GIS

GIS ابزاری مناسب برای انتخاب سایت است. زیرا این توانایی را دارد که بتواند مقدار زیادی از داده‌های مکانی را که از منابع مختلف به دست می‌آید، مدیریت کند (Kao et al., 1996: 902) .

مراحلی را که جهت مکان‌یابی یک تسهیل شهری در سیستم اطلاعات جغرافیایی باید طی کرد، عبارت‌اند از:

۱. پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی تسهیل موردنظر تعیین شود.

۲. ارزش نسبی هر یک از پارامترها با توجه به درجه اهمیت آن‌ها در مکان‌یابی تعیین گردد.

۳. ارزش‌های به دست آمده در مرحله قبلی به لایه‌های موضوعی تبدیل گردد.

۴. با ترکیب لایه‌های موضوعی و مدل‌سازی GIS مکان مناسب برای ایجاد یک تسهیل خاص اولویت‌بندی شود.

۵. که مرحله نهایی است، مکان‌های انتخاب شده بررسی می‌شوند و با دخالت دادن فاکتورهایی که در مراحل قبل ذکر نشده‌اند، انتخاب مکان مناسب از بین مکان‌های انتخاب شده صورت می‌گیرد (احمدزاده، ۱۳۹۸: ۴۵).

پیشینه پژوهش

خدادادی منقاری و همکاران (۱۳۹۵)، به بررسی مکان‌یابی دفن زباله‌های شهری با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای در شهرستان فریدون‌کنار پرداختند. طبق نتایج مطالعه آن‌ها بین شاخص فاصله از شهر با دسترسی به راه‌ها و آب سطحی و شاخص آب سطحی با شاخص‌های دسترسی به راه‌ها، توپولوژی، فاصله محل جمع‌آوری تا محل دفن و شاخ آب زیرزمینی با شاخص‌های توپولوژی، فاصله محل جمع‌آوری تا محل دفن زباله، رابطه معنادار به دست آمد. از نظر رتبه‌بندی شاخص جنس سنگ بستر مهم‌ترین معیار برای مکان‌یابی دفن زباله‌ها بوده است.

عباسی و پناهنده (۱۳۹۸)، جایگاه دفن زباله با استفاده از GIS و تصمیم‌گیری چندمعیاره MCDM در حوزه آبخیز مرکزی استان گیلان، پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که در قسمت‌های شمالی اعم از شمال شرق و غرب مناطق مناسب و کاملاً مناسب وجود دارد.

سجادی و دوستی (۱۳۹۷)، به مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله شهری با استفاده از GIS و مدل تصمیم‌گیری چند متغیره AHP، در کاشمر پرداختند. در نهایت منطقه‌های یک و دو به‌عنوان مناسب‌ترین مناطق انتخاب شدند. با داشتن کم‌ترین اثرات زیست‌محیطی مناسب‌ترین مکان‌ها برای دفن بهداشتی زباله شهرستان کاشمر بود. این مناطق از شهر ۵ کیلومتر فاصله دارند. راه دسترسی به منطقه یک راه فرعی و راه دسترسی به منطقه دو جاده اصلی می‌باشد.

احمدزاده و همکاران (۱۳۹۸)، شایستگی زیست‌محیطی محل دفن زباله با استفاده از روش AHP و محیط GIS، شهر ارومیه را مورد ارزیابی قرار دادند. طبق نتایج مطالعه آن‌ها مناطق با واحدهای سنگی کنگلومرا و ماسه سنگ که دارای نفوذپذیری سطحی کم و شیب ۳ تا ۵۱ درجه می‌باشند. عمدتاً در پهنه‌هایی با اولویت بالا تا بسیار بالا قرار گرفته‌اند. همچنین مناطق با واحدهای سنگی آهکی با درون لایه‌هایی از گچ که نفوذپذیری متوسط و شیب زیاد دارند. در پهنه‌هایی با اولویت متوسط قرار گرفته‌اند. مناطق با پوشش کاربری زمین باغی و کشاورزی با نفوذپذیری سطحی بالا که دارای شیب ۰ تا ۳ درجه می‌باشند، عمدتاً در پهنه‌هایی با اولویت کم تا بسیار کم قرار گرفته‌اند. محل فعلی دفن زباله‌های شهری ارومیه در پهنه‌هایی با اولویت بالا تا بسیار بالا قرار گرفته است.

چانگ (۲۰۰۸)، در تحقیقی برای مکان‌یابی پسماند جامد شهری، معیارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره را در محیط GIS بکار برد. این مطالعه در منطقه شهری هارلینگن واقع در جنوب ایالت تگزاس که به‌سرعت در حال رشد است صورت گرفت. در این تحقیق با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره و همچنین روش وزن‌دهی به لایه و سپس تلفیق آن‌ها مناطق مناسب برای دفن پسماند جامد شهری به پنج طبقه تقسیم شدند. در پایان کار بر اساس ارزیابی نهایی و نیز غربال‌گیری سایت یک در حومه شهر هارلینگن واقع در ایالت تگزاس به‌عنوان بهترین منطقه جهت دفن پسماند جامد شهری انتخاب شد.

روش انجام پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، از نوع کاربردی و روش گردآوری اطلاعات اسنادی و میدانی می‌باشد. برای ساماندهی مکانی و شناسایی سایت جدید جهت دفن زباله در منطقه دورود از سه روش ترکیب وزنی خطی (WLC)، منطق فازی و فرآیند سلسله‌مراتبی تحلیلی (AHP)، استفاده گردید. همچنین برای تحلیل مرحله اول تبدیل لایه‌ها به پایگاه داده و سپس ساخت جعبه‌ابزار جدید و تنظیم محیط خاص اجرا گردید. پس از ورود داده‌ها و پردازش، تفکیک و تقسیم مشکل به قسمت‌های کوچک‌تر صورت گرفت.

فاصله از مناطق مسکونی از لایه قطعات زمین

از آنجا که محل دفن زباله باید دور از مناطق مسکونی قرار داشته باشد، بنابراین نقشه‌ای، برای نمایش مسافت‌ها از مناطق مسکونی به ترتیب زیر به ۴ کلاس طبقه‌بندی شدند (جدول ۱).

جدول ۱. مسافت طبقه‌بندی شده از زمین

مقدار مقیاس	وضعیت	فاصله (متر)
۱	محصور	۰ – ۵۰۰
۲	عالی	۵۰۰ – ۱۰۰۰
۳	خوب	۱۰۰۰ – ۲۰۰۰
۴	مناسب	۲۰۰۰ – ۴۰۰۰

لایه‌های فاصله از شبکه جاده‌ای، بزرگراه، جاده اصلی و جاده فرعی

جدول ۲، مسافت‌ها از جاده‌های اصلی و فرعی را نشان می‌دهد که از این مسافت‌ها برای طبقه‌بندی استفاده شده است.

جدول ۲. مسافت طبقه‌بندی شده از جاده اصلی و جاده فرعی

جاده	فرعی	جاده	اصلی
مقدار مقیاس	فاصله	مقدار مقیاس	فاصله
۴	۰ – ۵۰۰	۱	۰ – ۲۰۰
۳	۵۰۰ – ۱۰۰۰	۴	۲۰۰ – ۱۵۰۰
۲	۱۰۰۰ – ۳۰۰۰	۳	۱۵۰۰ – ۳۰۰۰
۱	۳۰۰۰ – ۱۰۰۰۰	۲	۳۰۰۰ – ۱۲۰۰۰

ترکیب نقشه‌های مناسب

مدل مناسب برای ترکیب نتایج خروجی طبقه‌بندی شده است. درصد تأثیرگذاری در جدول ۳، به نقشه‌های مناسب اختصاص می‌یابد. مقادیر موجود در پرانتز، درصد تقسیم شده به ۱۰۰ برای عادی‌سازی مقادیر است. این مقدار عادی به هر نقشه که مناسب‌سازی می‌شود اختصاص می‌یابد:

جدول ۳. مقدار عادی شده هر نقشه

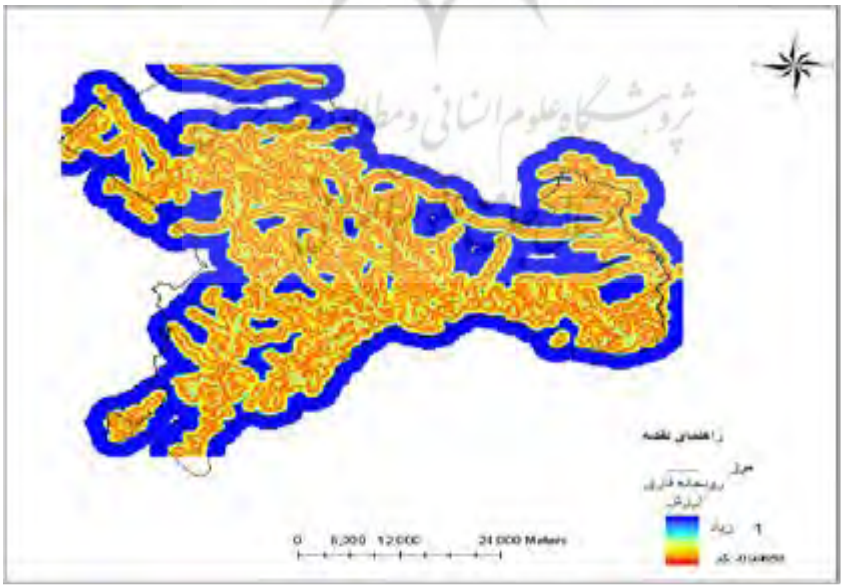
۰/۰۱۵/۰۱۵/۱۵	رودخانه‌ها	فاصله تا رودخانه‌ها
۰/۰۰۸/۰۸	استفاده مجدد	نوع کاربری اراضی
۰/۲	شیب فوق‌العاده	شیب
۰/۲	زمین‌شناسی	خاک
۰/۰۱۵/۰۱۵/۱۵	جاده فرعی قدیمی	فاصله تا جاده فرعی
۰/۱۲	جاده قدیمی ۱	فاصله تا جاده اصلی
۰/۰۱/۰۱۵/۱۵	زمین‌های قطعه‌بندی شده دوباره	فاصله از زمین‌های قطعه‌بندی شده

ایجاد فاصله از نقشه فازی رودخانه

پس از اندازه‌گیری فاصله از رودخانه، از لایه نتیجه برای بیان شرطی استفاده گردید. شکل ۴، فاصله مکان از رودخانه را نشان می‌دهد.

تابع ۱=

$$\mu\ (\text{distance from river}) = \begin{cases} 1 & 1000 \le X \le 3000 \\ (X-1000)/900 & 100 \le X \le 1000 \\ 0 & 0 \le X \le 100 \end{cases}$$



شکل ٤. نقشه فازی فاصله مکان از رودخانه‌ها

انتخاب نوع مناسب استفاده از زمین و زمین‌شناسی

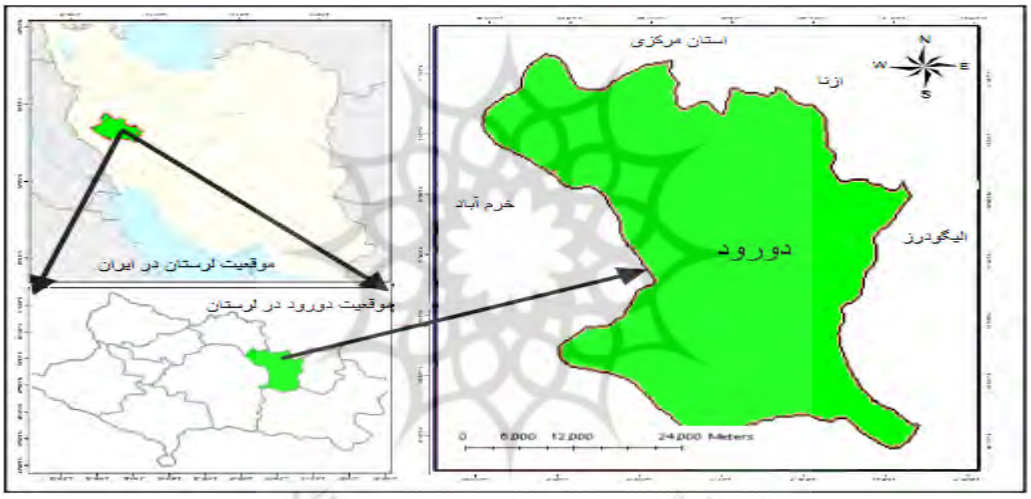
لایه‌های رستری شامل زمین‌شناسی و کاربری اراضی هستند، لایه‌های مقادیر قدیمی به مقادیر جدید فازی طبقه‌بندی شدند که در جدول ۴، ارائه شده است.

جدول ٤. مقادیر مورد استفاده در طبقه‌بندی مجدد

کاربری	اراضی	زمین	شناسی
مقدار جدید	مقدار قدیم	مقدار جدید	مقدار قدیم
۲	۱	۲	۱
۵	۲	۵	۲
۸	۳	۸	۳
۱۰	۴	۱۰	۴

محدوده مورد مطالعه

شهرستان دورود با وسعتی معادل ۱۳۲۶ کیلومتر مربع ۷/۴٪ خاک لرستان را شامل می‌شود. جمعیت شهرستان دورود طبق آخرین سرشماری در سال ۱۳۹۵، ۱۷۴۵۰۸ نفر و شهر دورود یک‌صد و بیست هزار نفر که شامل ۵۰۱۴۰ خانوار می‌باشد (سالنامه آماری، ۱۳۹۵). تقریباً روزانه ۸۰ تن زباله تولید می‌کنند (شهرداری دورود، ۱۳۹۸). موقعیت جغرافیایی آن بین مدار ۴۹/۴ طول شرقی و ۳۳/۲۸ عرض شمالی قرار دارد که از طرف شمال به استان مرکزی و از غرب به شهرستان خرم‌آباد، از شرق به الیگودرز و ازنا، از شمال غربی به بروجرد و از طرف جنوب به بخش پاپی محدود است (شکل ۱). ارتفاع شهرستان دورود از سطح دریا ۱۳۰۰ تا ۱۴۵۰ متر می‌باشد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

یافته‌ها

مربع کردن ماتریس

عملیات ریاضی و اندازه‌گیری بردار EIGEN در نرم‌افزار اکسل انجام شد. ماتریس زیر اولین ماتریس مقایسه‌ای است که باید مربع باشد.

جدول ۵. ماتریس مقایسه‌ای

ST	نوع خاک	Slope	DSR	DLU	LP	DFM	DFR	ST
DFR	فاصله از رودخانه	۱	۳	۷	۵	۳	۲	۱
DFM	فاصله از جاده اصلی	۰/۵	۱	۵	۳	۳	۱	۰/۵
LP	قطعات زمین	۰/۳۳	۰/۳۳	۷	۵	۱	۰/۳۳	۰/۳۳
DLU	فاصله از کاربری اراضی	۰/۱۴	۰/۲	۱	۱	۰/۱۴	۰/۲	۰/۱۴
DSR	فاصله از جاده فرعی	۰/۳۳	۱	۵	۵	۳	۱	۰/۳۳
Slope	شیب	۱	۳	۷	۵	۳	۲	۱

جدول ٦. ماتریس مقایسه‌ای مربع

مربع کردن ماتریس	۶/۹۶	۱۳/۰۴	۲۵/۹۸	۵۸	۷۲	۱۴/۳۹	۶/۹۶
	۴/۱۲	۶/۹۸	۱۳/۳	۳۶	۴۶	۷/۵۹	۴/۱۲
	۳/۲۴۳۹	۵/۳۶	۶/۹۴	۲۲/۹۴	۲۶/۹۲	۵/۳۷	۳/۲۴۳۹
	۱/۰۳۷	۱/۹۲۶	۳/۳۳	۶/۰۰	۸/۸۵	۲/۱۹۶	۱/۰۳۷
	۰/۸۳۲۲	۱/۵۳۶۳	۲/۵۲	۵/۷	۶/۹۴	۱/۶۸۶۲	۰/۸۳۲۲
	۴/۱۸	۶/۹۶	۱۲/۶۸	۳۶/۳	۴۵/۶۲	۶/۹۷	۴/۱۸
	۶/۹۶	۱۳/۰۴	۲۵/۹۸	۵۸	۷۲	۱۴/۳۹	۶/۹۶

محاسبه وکتور

جدول ۷، معیار وکتور و نتایج محاسبه آن را نشان می‌دهد. در ابتدا ردیف‌ها جمع می‌شوند و مرحله بعدی نرمال شدن با تقسیم ردیف به صورت کامل است.

جدول ۷. معیار وکتور

	نسبت ثابت		
معیار وکتور Eigen	۰/۲۶۵۶۶	۰/۲۶۳۴۳	۰/۰۰۲۲۲۹۷۹۱
	۰/۱۵۱۳۶	۰/۱۵۷۶۷	-۰/۰۰۶۳۰۶۴۰۸
	۰/۱۰۲۶۶	۰/۰۹۸۸۱	۰/۰۰۳۸۵۳۲۲۵
	۰/۰۳۶۷۴	۰/۰۳۳۸۶	۰/۰۰۲۸۷۹۷۷۲
	۰/۰۲۸۹۴	۰/۰۲۶۷۶	۰/۰۰۲۱۷۷۵۵۳
	۰/۱۴۸۹۸	۰/۱۵۶۰۴	۰/۰۰۷۰۶۳۶۰۲
	۰/۲۶۵۶۶	۰/۲۶۳۴۳	۰/۰۰۲۲۲۹۷۹۱

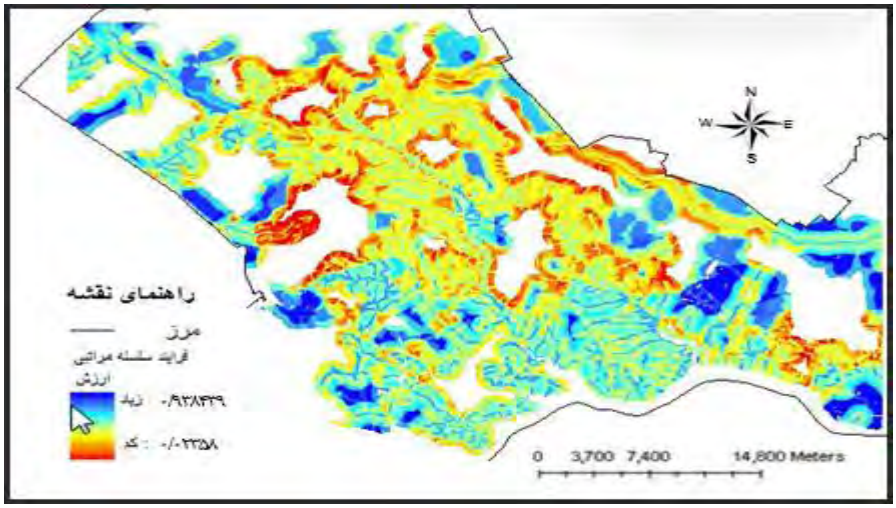
نتیجه ضرب وزن‌ها براساس هر معیار در جدول ارائه شده است. ملاحظه می‌شود که این فرایند باید تکرار شود تا اینکه راه‌حل Eigen Vector از تکرار قبلی تغییر نکند. به‌عنوان مثال: چهار رقم اعشاری تا جایی که یک تکرار دیگر هیچ تغییری در چهار رقم اعشار نشان ندهد.

جدول ۸. نتیجه معیار وکتور

نوع خاک	ST	۰/۲۶۳۴۲۶
فاصله از رودخانه	DFR	۰/۱۵۷۶۷۱
فاصله از جاده اصلی	DFM	۰/۰۹۸۸۱
قطعات زمین	LP	۰/۰۳۳۸۶۲
فاصله از کاربری اراضی	DLU	۰/۰۲۶۷۶۲
فاصله از جاده فرعی	DSR	۰/۱۵۶۰۴۳
شیب	Slope	۰/۲۶۳۴۲۶

هر فاکتور یک‌لایه نقشه است که با وزن‌های مربوط به خود ضرب شد. شکل ۵، نقشه حاصل از فرایند سلسه‌مراتب تحلیلی را نشان می‌دهد.

۱. دسترسی به جاده فرعی ۰/۱۵
۲. فاصله از جاده اصلی ۰/۰۹
۳. فاصله از رودخانه ۰/۱۶
۴. زمین‌شناسی (نوع خاک) ۰/۲۶
۵. نوع کاربری اراضی ۰/۰۲
۶. فاصله از زمین‌های قطعه‌بندی شده ۰/۰۳
۷. شیب ۰/۲۵

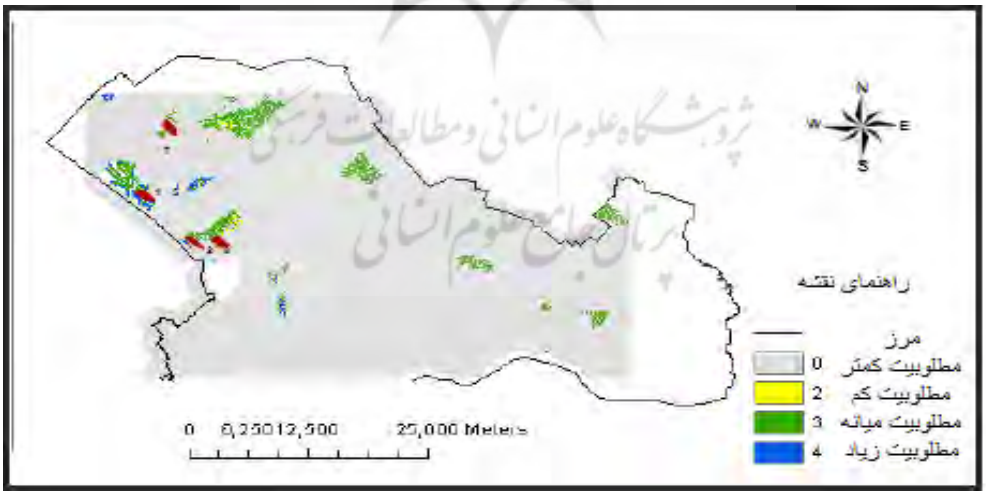


شکل ۵. نتیجه فرایند سلسله‌مراتب تحلیلی

تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از ترکیب وزنی خطی (WLC)

هنگامی که نتیجه تجزیه و تحلیل مکانی با نقشه مناسب برای مناطق خاص ارائه می‌شود و انتخاب مناطقی با طول ۷۵ هکتار باید صحت آن را تأیید کند. به‌طور کلی ۵۲ منطقه انتخاب شدند که پس از حذف مناطق با مساحت کم‌تر از ۷۵ هکتار، فقط ۴ منطقه انتخاب شدند. در حال حاضر، پس از همپوشانی نتیجه نهایی (۴ منطقه انتخاب شده) با لایه کاربری زمین، هیچ‌یک از این چهار منطقه (۷، ۲، ۸ و ۱) در مناطق ممنوعه قرار نمی‌گیرند.

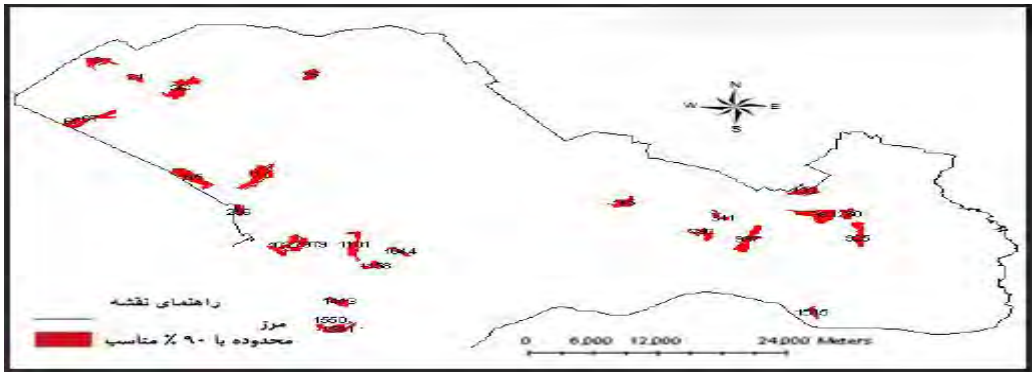
پلی‌گون‌های شماره ۷ و ۱، در حوضه آبریز قرار دارند و شاخه‌های باریک رودخانه‌ها از آنجا عبور می‌کنند. از طرفی پلی‌گون شماره ۷، تا حدی در حوضه آبریز قرار دارد، بنابراین می‌توان گفت پلی‌گون شماره ۱، بهترین انتخاب است. اما نباید فراموش کرد که در هر صورت مشاهده میدانی دارای اهمیت فوق‌العاده است.



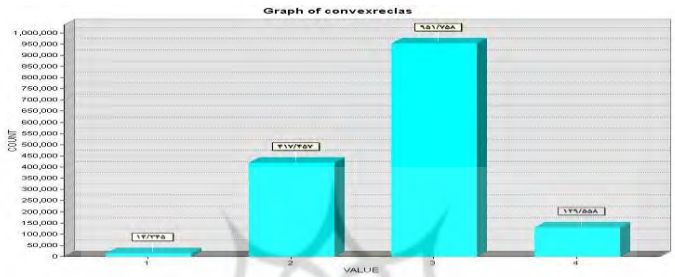
شکل ۷. نتیجه همپوشانی نقشه ترکیب وزنی خطی (WLC)

تجزیه و تحلیل نتایج منطق فازی

۱۲۹۵۵۸ × ۲۵ × ۲۵ = ۸۰۹۷۳۷۵۰ m2 مساحتی با ۹۰٪ مطلوبیت است. این به تصمیم‌گیرندگان بستگی دارد که تصمیم بگیرند کدام منطقه را انتخاب کنند و مشاهده میدانی لازم و ضروری می‌باشد، به‌عنوان مثال: مناطقی که بیش از ۹۵٪ شرایط مناسب بودن را دارند انتخاب می‌شوند، سپس با مشاهده میدانی بهترین قسمت انتخاب می‌شود. شکل ۸، مناطقی را نشان می‌دهد که دارای بیش از ۹۰٪ مناسب هستند و شکل ۹، نشان‌دهنده هیستوگرام ترکیب محدب است.



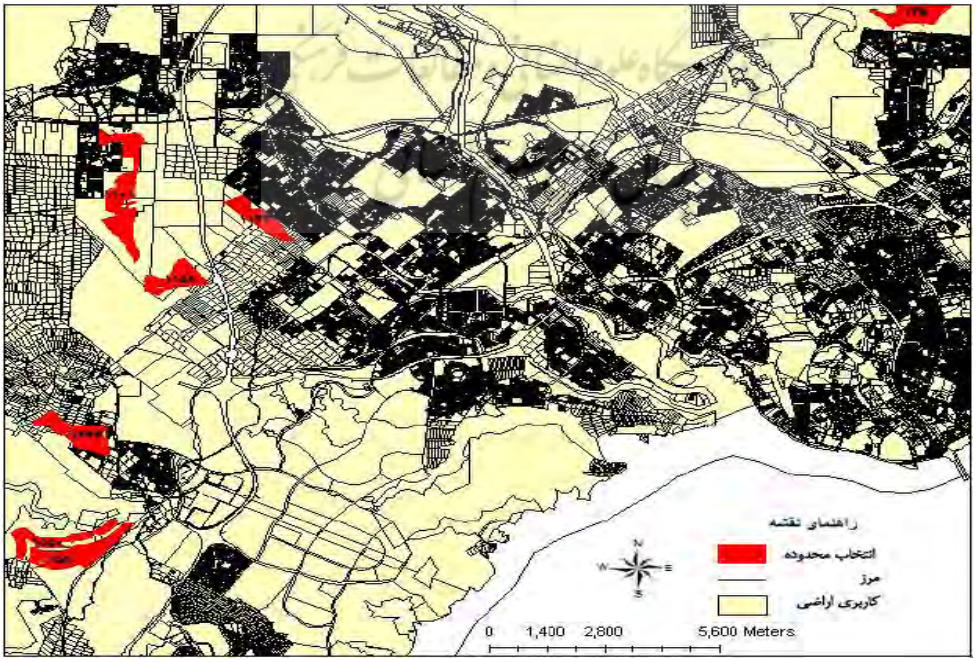
شکل ۸. مناطق مناسب دفن بیش از ۹۰٪



شکل ۹. هیستوگرام به دست آمده از کلاس‌بندی

نتایج نشان می‌دهد که در حدود ۸٪ از منطقه دارای بیش از ۹۰٪ مناسب بودن است و در بین آن‌ها مناطقی با بیش از ۷۵۰۰۰۰، 2 ^ m انتخاب شدند.

پس از همپوشانی نقشه به دست آمده با لایه کاربری اراضی (شکل ۱۰) پلی‌گون‌هایی مانند پلی‌گون‌های شماره ۱۴۴۳، ۱۵۵۱، ۱۰۴۴ و ... در مناطقی قرار گرفته‌اند که شبکه جاده‌ای یا منطقه در حال توسعه است و همچنین جدول ویژگی آن‌ها به‌روز نشده است. بنابراین این پلی‌گون‌ها در مرحله دیگری از تجزیه و تحلیل محدود و حذف شده‌اند.

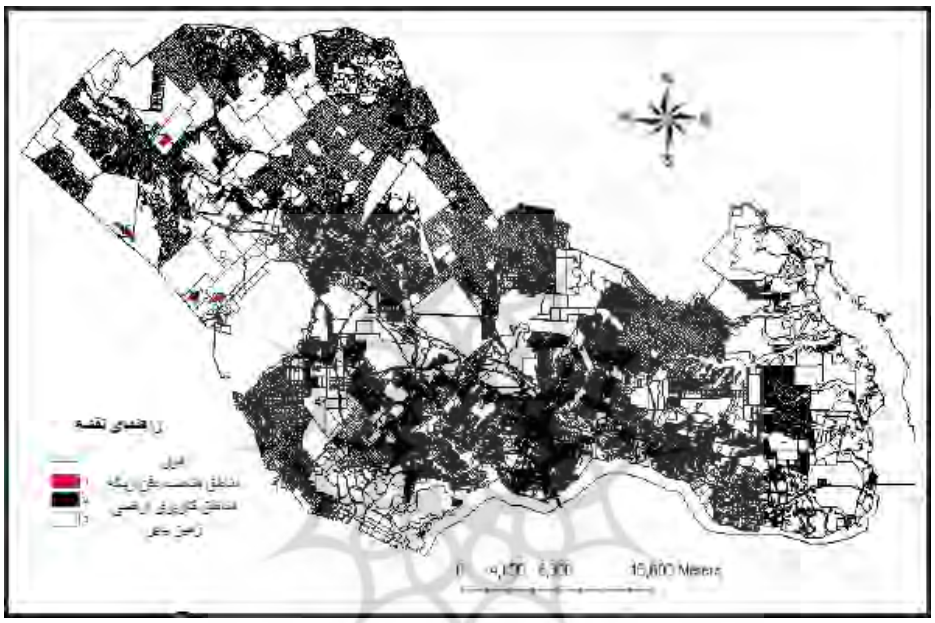


شکل ۱۰. نقشه حاصل از همپوشانی لایه کاربری اراضی با مکان‌های دفن زباله انتخاب شده

تجزیه و تحلیل فرایند سلسله‌مراتب تحلیلی (AHP)

پس از کلاس‌بندی مجدد نقشه AH حاصل به ۴ کلاس و انتخاب آن پلی‌گون‌ها با بیش از ۹۰٪ مناسب بودن، سپس نقشه کلاس‌بندی شده با نقشه فازی نهایی (شکل ۱) همپوشانی شده است. می‌توان دریافت که نتایج پلی‌گون AHP از نتایج روش فازی دقت کم‌تری دارد. این موضوع می‌تواند انعطاف‌پذیری آن را در انتخاب سایت نشان دهد که نتایج حاصل از منطق فازی به همراه نظر تصمیم‌گیرندگان فرایند تصمیم‌گیری را بهبود می‌بخشد.

موضوع مهم دیگری که می‌توان از نتایج نقشه AHP تفسیر کرد این است که از چهار مکان معرفی شده دو مکان آن‌ها (در روشWLC و منطق فازی) در مناطق ممنوعه مانند حوضه رودخانه یا زمین‌های شهری در حال توسعه قرار دارند. این نشان می‌دهد که رویکرد AHP می‌تواند به‌طور مؤثر همراه با نظر تصمیم‌گیرندگان در تجزیه و تحلیل وارد شده و در نهایت دید بهتری در انتخاب‌های پیچیده‌تر به ما بدهد.



شکل ۱۱. همپوشانی نتیجه AHP با روش فازی

نتایج مناسب نهایی به ۴ دسته مجزا، از کم‌تر تا بیش‌تر مناسب بودن تقسیم شده است، برای مثال ۱۲۹۵۵۸ × ۲۵ × ۲۵ = ۸۰۹۷۳۷۵۰، m^2 مساحتی با ۹۰٪ مطلوبیت است، این به تصمیم‌گیرندگان بستگی دارد که کدام منطقه را انتخاب کنند. نکته مهم و ضروری این است که مشاهده میدانی صورت گیرد تا مناطقی که با بیش از ۹۵٪ مناسب هستند را انتخاب کنند. بنابراین با مشاهده میدانی بهترین قسمت (منطقه) انتخاب می‌شود. نتیجه نهایی اینکه، روش AHP تقریباً مشابه روش فازی است، اما با کمی محدودیت بیش‌تر و اما روش GIS سفارشی[1] (روش هم‌پوشانی) تنها مکان‌هایی را نشان می‌دهد که ۱۰۰٪ مناسب باشند.

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه انتخاب محل زباله‌های جامد و برنامه‌ریزی زباله‌های جامد یک بعد مهم دیگر زندگی انسان است که افزایش سریع جمعیت باعث تولید بیش‌تر آن گردیده است. ازاین‌رو مشکل محل‌های دفن زباله‌های جامد نیز به‌طور متناسب در حال افزایش است. بنابراین، مناطق دفع جایگزین پیشنهادی باید بر اساس تراکم جمعیت مورد استفاده قرار گیرد. از یک طرف به‌منظور به حداقل رساندن سطح هزینه حمل‌ونقل، ساماندهی محل دفن زباله در معیارهای متداول سازمان حفاظت از محیطزیست (IEPO) قرار می‌گیرد. همچنین نتایج حاصل از این مطالعه در انتخاب محل دفن زباله جامد به محیطزیست طبیعی کمک می‌کند تا آلودگی محیط به حداقل برسد.

تأثیر آلودگی محیطزیست در استفاده از زباله‌های جامد نامنظم به دلیل محل دفع زباله‌های جامد کاهش می‌یابد و به محیطزیست پایدار کمک می‌کند. از روش فازی و AHP که با

1. Customized GIS approach

GIS یکپارچه است می‌توان در برنامه‌های انتخاب سایت برای به حداقل رساندن مشکلات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی استفاده کرد. زیرا این تکنیک با ارزیابی چندین عامل در کنار هم و تعیین وزن این فاکتورها با استفاده از روش‌های مقایسه‌ای به همراه نرم‌افزارهای تحلیل مکانی نمود عملی و مؤثری از این تحقیق به شمار می‌رود. بنابراین فازی سازی فرآیند پاسخ‌های اطمینان بخش‌تری را موجب می‌گردد. در نتیجه عضویت AHP و Fuzzy در کنار سیستم GIS از پتانسیل و توانایی بسیار خوبی برای انتخاب محل دفن زباله برخوردار است.

ازاین‌رو، در مرحله اول، برای یافتن مکان‌های مناسب، از تکنیک‌های پوشش نقشه دیجیتال GIS استفاده شد. مرحله دوم یک رویکرد منطق فازی بود که سیستم سایت‌ها را در مقیاس ۰-۱۰۰٪ رتبه‌بندی می‌کرد که ۱۰۰٪ مناسب‌ترین آن‌ها بود. در مرحله سوم، سایت‌های بالقوه‌ای که از مرحله آخر انتخاب شده‌اند، به‌منظور اولویت‌بندی سایت‌های بالقوه، از طریق فرایند سلسله‌مراتبی تحلیلی (AHP) رتبه‌بندی شد و چهار مکان احتمالی مناسب برای سایت‌های دفن زباله انتخاب شدند که از بین آن‌ها بهترین سایت که صد در صد مطلوبیت را دارا می‌باشد، انتخاب گردید. مساحت موردنیاز برای دفن زباله برای یک دوره ۳۰ ساله، طراحی شده است که این مکان در جنوب شرقی دورود قرار گرفته است. مشاهدات میدانی همچنین مناسب بودن سایت‌های منتخب را تأیید کرده و ازاین‌رو می‌توان از این روش در مناطق شهری برای روش انتخاب سایت دفع زباله استفاده کرد. مکان‌های منتخب برای دفع زباله‌ها به‌منظور به حداقل رساندن ریسک محیطی و مشکلات سلامتی انسان در نظر گرفته می‌شوند.

References

Abbasi, F., & Pahanhande, M. (2018). *Zoning of the central watershed of Gilan province for the purpose of GIS decision-making for landfill site location using multi-criteria MCDM*. Master's thesis of Rasht Academic Jihad Institute of Higher Education. (In Persian)

Ahdanjad Reveshti, M., & Qadri, H. (2014). Optimum location of urban medical centers using GIS in district 11 of Tehran. *Journal of Fasa University of Medical Sciences*, 4(4), 463-474. (In Persian)

Ahmadzadeh, A., Sekoti, R., & Bahrami, B. (2018). *Evaluation of environmental suitability of landfill using AHP method in GIS environment (case study of Urmia city)*. Master's thesis of technical engineering faculty of Saba Higher Education Institute. (In Persian)

Alavi, S. A., Mehmedesh, M., Devsalar, A., & Jafari, B. (2015). CNG fuel stations location using fuzzy operators and GIS spatial analysis techniques, case study: 7th district of Mashhad city, *Journal of Ecological Research Shahri Payam Noor Publications*, 1(13), 9-18. (In Persian)

Bozi, K., & Sargolrai, S. (2014). Location of landfill in Zabul city using AHP method. *Geographical explorations of desert areas*, 3(1), 119-143. (In Persian)

Chang, N. B., Parvathinathan, G., & Breeden, J. B. (2008). Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. *Journal of environmental management*, 87(1), 139-153.

Ghanbari, H., Nobakht, Sh., & Mohammadi, M. (2016). Locating multi-story parking lots in Rasht city, *Journal of Urban Ecology Research*, 5(15), 43-64. (In Persian)

Hadiani, Z. (2012). Location of urban solid waste disposal centers using fuzzy logic in GIS environment, case study: Zanjan city. *Geographical Space Scientific-Research Quarterly*,12(40), 116-133. (In Persian)

Kao, J. J., & Lin, H. Y. (1996). Multifactor spatial analysis for landfill siting. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING-ASCE*, *122*(10), 902-908

Klir, G. J., & Folger, T. A. (1987). *Fuzzy sets, uncertainty, and information*. Prentice-Hall, Inc..

Ilanlou, M. (2017). Optimum location of urban waste recycling site (case study of Kalardasht city). *Geographical Sciences Applied Research Journal*, 19(52), 193-209. (In Persian)

Makhdoom, M. (2012). *Locating and Determining Suitability of Lands through Land Area*. Valuation, Tehran University Publications. (In Persian)

Mayoralty Durood. (2018). *Report of the Deputy Municipal Services and Waste Management*.

Moghari, Z., Abu Nouri, I., & Zubiri, H. (2013). Fuzzy analysis of social cohesion and its relationship with economic development. *Journal of Economic Research*, 49(3), 621-645. (In Persian)

Mussa, A., & Suryabhagavan, K. V. (2021). Solid waste dumping site selection using GIS-based multi-criteria spatial modeling: a case study in Logia town, Afar region, Ethiopia. *Geology, Ecology, and Landscapes*, *5*(3), 186-198

Pasalari, H., Nodehi, R. N., Mahvi, A. H., Yaghmaeian, K., & Charrahi, Z. (2019). Landfill site selection using a hybrid system of AHP-Fuzzy in GIS environment: A case study in Shiraz city, Iran. *MethodsX*, 6, 1454-1466

Rahnama, M. R., Aghajani, H., & Fatahi, M. (2012). Landfill site location by combination of OWA and GIS weighted averaging method in Mashhad. *Geography and environmental hazards*, 3(1), 87-105. (In Persian)

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.

Sadeghi, A., Khorasani, N. A., Danehkar, A., & Ardakani, T. (2008). The application of index overlapping methods and Boolean logic in locating the optimal areas for the construction of a thermal power plant according to environmental criteria (case study: Chabahar city). Geomatics Conference 88, *Mapping Organization Iran, Department of Surveying Engineering Tehran University Technical Colleges Campus*: 1-15. (In Persian)

Sajjadi, H., & Mohammad R.. D. (2017). Location of sanitary landfill of urban waste using GIS and AHP multivariate decision making model. *Birjand University Master's Thesis*. (In Persian)

Shujayan, A. (2012). Organizing the location selection of urban educational centers using Boolean logic and fuzzy multi-criteria decision making, case study: middle schools of the 8 regions of Ahvaz city. *Educational planning studies quarterly*, 2(4), 137-136. (In Persian)

Shahbazi, A., Asghari Koljahi, E., & Barzegari, Gh. (2015). Determining the suitable place to bury Shahin Dej urban waste using GIS with emphasis on environmental geological factors. *Master's thesis of Faculty of Natural Sciences, University of Tabriz.* (In Persian)

Yildirim, V., Memisoglu, T., Bediroglu, S., & Colak, H. E. (2018). Municipal solid waste landfill site selection using multi-criteria decision making and GIS: Case study of Bursa province. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 26(2), 107-119.

Toloui Ashlaghi, A & Kavousi, I. (2005). Fuzzy logic as a new method in socialcapital. calculations, *Strategy Quarterly*, 2(40), 62-51. (In Persian)

احدنژاد روشتی، محسن و قادری، حسین (۱۳۹۳). مکان‌یابی بهینه مراکز درمانی شهری با استفاده از GIS منطقه ۱۱ شهر تهران. *مجله دانشگاه علوم پزشکی فسا*، ۴(۴)، ۴۶۳-۴۷۴.

احمدزاده، عادل؛ سکوتی، رضا و بهرامی، بهنام (۱۳۹۸). *ارزیابی شایستگی زیست‌محیطی محل دفن زباله با استفاده از روش AHP در محیط GIS (مطالعه موردی شهر ارومیه)*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده فنی مهندسی موسسه آموزش عالی صبا.

ایلانلو، مریم (۱۳۹۷). مکان‌یابی بهینه جایگاه بازیافت پسماندهای شهری (مطالعه موردی شهرستان کلاردشت). *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۱۹(۵۲)، ۱۹۳-۲۰۹.

بزی، خدارحم و سرگلرایی، صدیقه (۱۳۹۴). مکان‌یابی دفن زباله در شهر زابل با استفاده از روش AHP، *کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی*، ۳(۱)، ۱۱۹-۱۴۳.

رهنما، محمدرحیم؛ آقاجانی، حسین و فتاحی، مهدی (۱۳۹۱). مکان‌یابی محل دفن زباله با ترکیب روش میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی OWA و GIS در مشهد. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۳(۱)، ۸۷-۱۰۵.

سجادی، حسین و دوستی، محمدرضا (۱۳۹۷). *مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله شهری با استفاده از GIS و مدل تصمیم‌گیری چند متغیره AHP*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه بیرجند.

شجاعیان، علی (۱۳۹۲). ساماندهی مکان‌گزینی مراکز آموزشی شهری با استفاده از منطق بولین و تصمیم گیری چندمعیاره فازی مطالعه موردی: مدارس مقطع راهنمایی مناطق ۸ گانه شهر اهواز. *دو فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی آموزشی*، ۲(۴)، ۱۳۷-۱۳۶.

شهبازی، آزاده، اصغری کلجاهی، ابراهیم و برزگری، قدرت (۱۳۹۵). *تعیین محل مناسب برای دفن پسماندهای شهری شاهین دژ با استفاده از GIS با تأکید بر عوامل زمین‌شناسی زیست‌محیطی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم طبیعی دانشگاه تبریز.

شهرداری دورود (۱۳۹۸)، *گزارش معاونت خدمات شهری و مدیریت پسماند*.

عباسی، فریدون و پناهنده، محمد (۱۳۹۸). *پهنه‌بندی حوزه آبخیز مرکزی استان گیلان و تصمیم‌گیری GIS مکان‌یابی جایگاه دفن زباله با استفاده از MCDM چندمعیاره*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی رشت.

علوی، سیدعلی؛ معزز، محدثه؛ دیوسالار، اسداله و جعفری، بهبود (۱۳۹۵). مکان‌یابی جایگاه‌های سوخت CNG با استفاده از تکنیک‌های تلفیقی عملگرهای فازی و تحلیل‌های فضایی GIS، پژوهش موردی: منطقه ۷ شهر مشهد. *مجله پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری*، ۱(۱۳)، ۱۸-۹.

صادقی، آسیه، خراسانی، نعمت ا...، دانه کار، افشین و اردکانی، طاهره (۱۳۸۸). کاربرد روش‌های همپوشانی شاخص و منطق بولین در مکان‌یابی مناطق مطلوب جهت احداث نیروگاه حرارتی با توجه به معیارهای محیطزیستی (مطالعه موردی: شهرستان چابهار)، همایش ژئوماتیک ۸۸. *سازمان نقشه برداری کشور، گروه مهندسی نقشه برداری- پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران*: ۱-۱۵.

طلوعی اشلقی، عباس و کاووسی، اسماعیل (۱۳۸۵). منطق فازی به مثابه روشی نوین در محاسبات سرمایه اجتماعی. *فصلنامه راهبرد*، ۲(۴۰): ۶۲-۵۱.

قنبری، حسین، نوبخت، شهاب و محمدی، مریم (۱۳۹۶). مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی در شهر رشت. *پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری*، ۵(۱۵)، ۶۴-۴۳.

مخدوم، مجید (۱۳۹۲). *مکان‌یابی و تعیین تناسب اراضی از طریق ارزش‌گذاری پهنه سرزمین*. انتشارات دانشگاه تهران.

موغاری، زهرا، ابونوری، اسماعیل و زبیری، هدی (۱۳۹۳). تحلیل فازی انسجام اجتماعی و رابطه آن با توسعه اقتصادی. *نشریه تحقیقات اقتصادی*، ۴۹(۳)، ۶۲۱-۶۴۵.

هادیانی، زهرا (۱۳۹۱). مکان‌یابی مراکز دفع پسماندهای جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS مطالعه موردی: شهر زنجان. *فصلنامه علمی -پژوهشی فضای جغرافیایی*، ۱۲(۴۰)، ۱۱۶-۱۳۳.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی