سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال چهاردهم / شماره اول) بهار ۱۴۰۲
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز، سیویلیکا، گوگل اسکولار
آدرس وب سایت : http://girs.iaubushehr.ac.ir

مقاله پژوهشی

کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در ارزیابی کاربری اراضی برای تعیین محل دفن زباله‌های شهری

خدیجه صفری، سیدعلی جوزی، سحر رضایان

دریافت: ۲۳ شهریور ۱۴۰۰/ بازنگری: ۵ آبان ۱۴۰۰/ پذیرش: ۱۲ آبان ۱۴۰۰

دسترسی اینترنتی: ۱۲ آبان ۱۴۰۰/ دسترسی چاپی: ۱ فروردین ۱۴۰۲

چکیده

پیشینه و هدف امروزه با گسترش سریع شهرها و افزایش چشم‌گیر حجم اطلاعاتی که برای مدیریت شهری باید پردازش شوند، استفاده از GIS در برنامه‌ریزی شهری توسعه یافته است. این پژوهش با استفاده از عملکرد ابزارهای پشتیبانی تصمیم، فرآیند تحلیل شبکه (ANP) و ترکیب خطی وزنی (WLC)، جهت وزن‌دهی معیارها و روش‌های استانداردسازی نقشه‌ها بر اساس منطق بولین و فازی را در قالب تصمیم‌گیری چند معیاره، بهترین سایت دفن زباله شهر زاهدان را بررسی می‌کند. سپس با استفاده از پهنه‌بندی در تعیین مکان‌های مناسب دفن پسماند شهری در شهرستان زاهدان استفاده گردد که در حال حاضر با مشکل محل دفن پسماند روبه‌رو است. در تحقیق حاضر با شناسایی عوامل مؤثر در محدودیت مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری شهرستان زاهدان و با تعیین اولویت فاکتورهای تأثیرگذار، معیارهای بهینه مکان‌یابی با در نظر گرفتن توان اکولوژیکی منطقه مشخص و در راستای واقعی‌شدن برنامه‌ریزی، بر مبنای متغیرهای موجود در مکان‌یابی شهرستان زاهدان، با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)، نسبت به وزن‌دهی و اولویت‌بندی و ارزیابی معیارها و محدودیت‌ها اقدام گردید. مدل در نظر گرفته‌شده برای عرصه تحت مطالعه، نمایانگر اولویت‌های ایجاد انواع کاربری‌ها جهت تصمیم‌گیری‌ها، در جریان مطالعات ارزیابی و به‌منظور سنجش قابلیت‌های شهرستان زاهدان برای کاربری‌های توسعه شهری است.

مواد و روش‌ها این تحقیق کاربردی از روش ارزیابی چند معیاره در محیط GIS، برای تعیین و تخمین پتانسیل مکان‌های مطلوب دفن پسماند در شهرستان زاهدان ارائه شده است. بدین ترتیب با تهیه پرسشنامه به روش دلفی، ۱۸ زیرمعیار در دو گروه معیار، ۱) معیار اکولوژیکی (شیب، ارتفاع، خاک، فرسایش، گسل، بارش، باد، جهت، آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و زمین شناسی)، ۲) معیار اجتماعی، اقتصادی (فاصله از شهر، روستا، معدن، فرودگاه و جاده) تعیین و با نظر کارشناسان (خبرگان)

خدیجه صفری[۱]، سیدعلی جوزی (✉)[۲]، سحر رضایان [۳]

۱. دانشجوی دکتری گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. استاد گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳. دانشیار گروه مهندسی محیط زیست، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران

پست الکترونیکی مسئول مکاتبات : a_jozi@iau-tnb.ac.ir

https://doi.org/10.30495/GIRS.2023.686158

https://dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1402.14.1.1.6

و با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه (ANP) در نرم‌افزار Super decision وزن های هر معیار محاسبه و در مرحله بعد لایه‌های هر کدام از این معیارهای ارزیابی و در پایگاه داده مبتنی بر ArcGIS آماده‌سازی و تحت عنوان نقشه‌های معیار ذخیره شد و در نهایت با استفاده از روش WLC تلفیق کلیه لایه‌ها انجام و نقشه نهایی که مشخص کننده مکان‌های مناسب دفن در شهرستان زاهدان استخراج گردید.

نتایج و بحث با فازی سازی ۱۸ لایه (معیار) با منطق فازی و نیز اعمال محدودیت‌ها با منطق بولین، نقشه‌های ۱۸ لایه تهیه و با تلفیق لایه‌ها با روش ترکیب خطی وزنی از رایج‌ترین روش‌ها در تصمیم‌گیری چند معیاره، نقشه نهایی مکان‌یابی دفن بدست آمده است. در راستای توزیع فضایی مکان‌های مناسب دفن شهرستان زاهدان، با توجه به ۵ کلاس طبقه‌بندی، مشخص شد که بیشترین سطح منطقه را طبقه فاقد توان (۹۹/۷٦ درصد) و مناطق مناسب برای دفن پسماند در مجموع حدود ۰/۲۳۱ درصد است و هیچ بخشی از شهر زاهدان برای کاربری دفن پسماندها دارای توان خیلی زیاد و توان زیاد نیست. به‌طوری‌که در اطراف شهر نصرت آباد، محدوده‌هایی با توان خیلی زیاد و توان زیاد مشاهده می‌شود. همچنین مشخص شد که عمدتاً اراضی دارای توان، اعم از توان کم و توان متوسط، در حواشی شهرهای زاهدان و نصرت آباد متمرکز می‌باشند. در منطقه دارای توان، ۲۲ واحد جهت شهر زاهدان و ۳۵ واحد برای شهر نصرت آباد شناسایی گردید.

نتیجه‌گیری مرور ادبیات تحقیق می‌توان بیان کرد از نقاط قوت استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره، جهت مکان‌یابی دفن پسماندها، فراهم کردن امکان استفاده از یک مجموعه ابزار قوی تعاملی برای تنظیم جبران پذیری و جبران کردن بین معیارها است، که اجازه ارزیابی سریع روابط بین معیارها را می‌دهد. نقاط قوت دیگر این روش شامل توانایی یکی کردن مجموعه داده‌های همگن مانند معیارهای کیفی و کمی با استفاده از دانش تخصصی، انعطاف‌پذیری لازم برای انتخاب معیارهای خاص برای مناطق مورد مطالعه مختلف یا مسائل مختلف مطرح شده، برای اجرای یک یا یک گروه تصمیم‌گیری، انعطاف‌پذیری برای تغییر سطح اهمیت معیار و آزادی برای سطوح قابل قبول ریسک‌های تصمیم‌گیری می‌باشد. با مقایسه پیشینه استفاده این روش در مکان‌های دیگر می‌توان نزدیکی نتایج و مناسب‌بودن روش برای کاربری دفن را نتیجه گرفت، بنابراین پیشنهاد می‌شود برای شهرستان‌های دیگر استان نیز ارزشیابی توان سرزمین با روش بکارگرفته شده در این تحقیق مورد بررسی قرار گیرد. به هر حال، از آنجایی که مکان‌یابی دفن پسماند به معیارهای مختلف و به نفوذ نظرات عمومی و سیاسی در رابطه با تجزیه و تحلیل علمی بستگی دارد، فرض این بود که این روش، پتانسیل قابل‌توجهی برای حمایت از پیچیدگی‌های تصمیم گیری کاربردهای دنیای واقعی را دارد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی توان اکولوژیکی، مکان‌دفن، پسماندهای شهری، روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، زاهدان

لطفاً به این مقاله استناد کنید: صفری، خ.، جوزی، س. ع.، رضایان، س. ۱٤۰۲. کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در ارزیابی کاربری اراضی برای تعیین محل دفن زباله‌های شهری، نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱٤(۱): ۱-۲۳. https://doi.org/10.30495/GIRS.2023.686158

مقدمه

امروزه رشد جمعیت شهرها و مهاجرت از روستاها به شهرها به دلیل عدم برنامه‌ریزی در سطح کلان و خرد و همچنین تغییر الگوی مصرف منجر به آلودگی محیط زیست و افزایش شدید تولید پسماند شده است (۲۹). افزایش پسماندهای جامد شهری تولیدی و دفع غیرقانونی آن‌ها به دلیل رشد جمعیت و توسعه اقتصادی به عنوان یک چالش بزرگ و نیز آلودگی محیط زیست ناشی از عدم تفکیک پسماندها و روش های نامناسب دفع از گذشته های دور، بخصوص در کشورهای در حال توسعه، تهدیدی برای سیستم مدیریت شهری است (۲). در مدیریت پسماندها، رعایت استانداردهای مهندسی دفن پسماند، مواردی شامل عوامل اقتصادی، پایداری توسعه، و پذیرش اجتماعی و فرهنگی بسیار مؤثر است که جهت مکان‌یابی مناسب، باید به آن توجه ویژه شود (۹). در اکثر کشورهای در حال توسعه مانند ایران، به دلیل کمبود دانش و تجهیزات کافی برای مدیریت پسماند دفن پسماند هنوز هم به عنوان یک روش برای مدیریت پسماند استفاده می‌شود، با این حال، اگر این روش، به طور نامناسب اعمال شود، برای سلامت انسان و محیط زیست مشکلات را در پی خواهد داشت، از سویی این روش در تضاد با اهداف توسعه پایدار (SDGS) است (۳۱ و ۳۲). برای کاهش اثرات نامطلوب ناشی از پسماندهای جامد شهری در ایران و سایر کشورهای در حال توسعه ضروری است با استفاده از ادغام دانش کارشناسان محلی و استفاده از فن آوری های روز، شامل شیوه های نوین مدیریت پسماند و تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره (Multi Criteria Decision) راحت تر و سریع تر به نتیجه رسید (۳۳). به عنوان یک رویکرد با بالاترین پتانسیل در مکان‌یابی دفن، ضروری است با توجه به تاثیر عوامل مختلف بر انتخاب محل مناسب دفن، شیوه‌های مدیریتی نوین از جمله استفاده یکپارچه از سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information Systems) و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDA) را با هم ادغام کرد (۱۰، ۳۱ و ۳٤). مالیک (۲۳) در مطالعه‌ای با هدف انتخاب محل دفن پسماند شهری در عربستان، با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره MCDMمانند (Analytical Hierarchy Process) (۱۰ زیر معیار) در محیط GIS به این نتایج رسید که منطقه مورد مطالعه ۳/٦۷ درصد در محدوده مناسب و ۲۳/۹۱ درصد در محدوده خیلی مناسب جهت دفن پسماند شهری قرار گرفته است. کامدارا و همکاران (۱۵) از ۱۳ معیار (در سه گروه، مرفولوژی، زیست محیطی و اقتصادی و اجتماعی)، با استفاده از تکنیک‌های یکپارچه با روش MCDM مانند (Analytical Network Process)، فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، و ترکیب خطی وزنی (Weight Linear Combination) جهت مکان‌یابی محل دفن مناسب در ترکیه انجام، که نهایتا از میان گزینه‌های پیشنهادی جدید جهت دفن، بهترین گزینه انتخاب گردید. اجی باده و همکاران (۲) جهت مکان‌یابی محل دفن مناسب شهر نیجیریه تحقیقی با در نظر گرفتن کلیه فاکتورهای اساسی و معیارهای رتبه بندی با ادغام GIS، تجزیه و تحلیل تصمیمات چند معیار (MCDA) انجام شده است. اسدالهی و همکاران (٦) با تلفیق ارزیابی چند معیار AHP، سیستم اطلاعات جغرافیای GIS و تکنیک های سنجش از دور برای دستیابی به مکان مناسب دفن در شهر قزوین با محوریت جمعیت با هدف واردسازی کمتریت آسیب به محیط زیست پرداخته است. کریمی و همکاران (۲۰) جهت انتخاب محل دفن پسماندهای جامد پزشکی شهر کرمانشاه از تلفیق ارزیابی چند معیاره AHP، سیستم اطلاعات جغرافیای GIS و تکنیک های سنجش از دور برای دستیابی و تهیه لایه‌ها و نقشه‌ها استفاده نمودند که نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد تنها ۱/۲ درصد از منطقه مورد مطالعه دارای شایستگی مناسب است، در حالی که ۹۰ درصد مساحت منطقه مورد مطالعه نامناسب شناخته شد. پاسالاری و همکاران (۲۷) جهت انتخاب محل دفن پسماند شیراز، ۱۵ زیرمعیار در دسته اجتماعی- اقتصادی انتخاب و وزن هر معیار بر اساس دانش متخصصین با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP و GIS برای تصمیم گیری چند معیاره MCDM تعیین و مکان مناسب دفن معرفی گردید. با این باور در این تحقیق با شناسایی عوامل مؤثر در محدودیت مکان یابی محل دفن

پسماند شهری، شهرستان زاهدان و با تعیین اولویت فاکتورهای تأثیرگذار، معیارهای بهینه مکان یابی با در نظر گرفتن توان اکولوژیکی مشخص و در راستای واقعی شدن برنامه‌ریزی، بر مبنای متغیرهای موجود، با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)، نسبت به وزن دهی و اولویت‌بندی و ارزیابی معیارها و محدودیت‌ها اقدام گردید. مدل در نظر گرفته‌شده برای عرصه تحت مطالعه، نمایانگر اولویت‌های ایجاد انواع کاربری‌ها جهت تصمیم‌گیری، در جریان مطالعات ارزیابی و به منظور سنجش قابلیت‌های شهرستان زاهدان برای کاربری‌های توسعه شهری است. چن و همکاران (۱۰) ابتدا کلیه نقشه‌ها رقومی گردیده و سپس داده‌های نقشه‌ای با قالب برداری به محیط GIS منتقل و روابط توپولوژیک برای هر لایه نقشه‌ای ساخته‌شده و یک پایگاه اطلاعات جغرافیایی تهیه گردید. پس از شناسایی منابع و تجزیه و تحلیل و جمع‌بندی، عرصه (سرزمین) آماده برای کار ارزیابی گردید. در ارزیابی منابع محیط‌زیستی، در مقابله با مجموعه‌ای از ضوابط قراردادی، پیش‌فرض‌ها، معیارها، یا مقیاس‌ها مورد آزمون قرارگرفته و ارزش‌گذاری شدند. بدین ترتیب با مقایسه ویژگی واحدها با مدل و معیارهای تدوین‌شده، واحدهایی که دارای ویژگی مذکور بودند انتخاب و درجه توان کاربری نیز مشخص گردید. بعد از انجام ارزیابی محدودیت، با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای (ANP)، وزن‌دهی و تصمیم‌گیری در مورد واحدهای سرزمین انجام گرفت. در این راستا بهترین و مناسب‌ترین جایگاه ها، برای استقرار دفن پسماندها جهت شهرستان زاهدان (شهرهای زاهدان و نصرت آباد) پهنه‌بندی و پیشنهاد گردید.

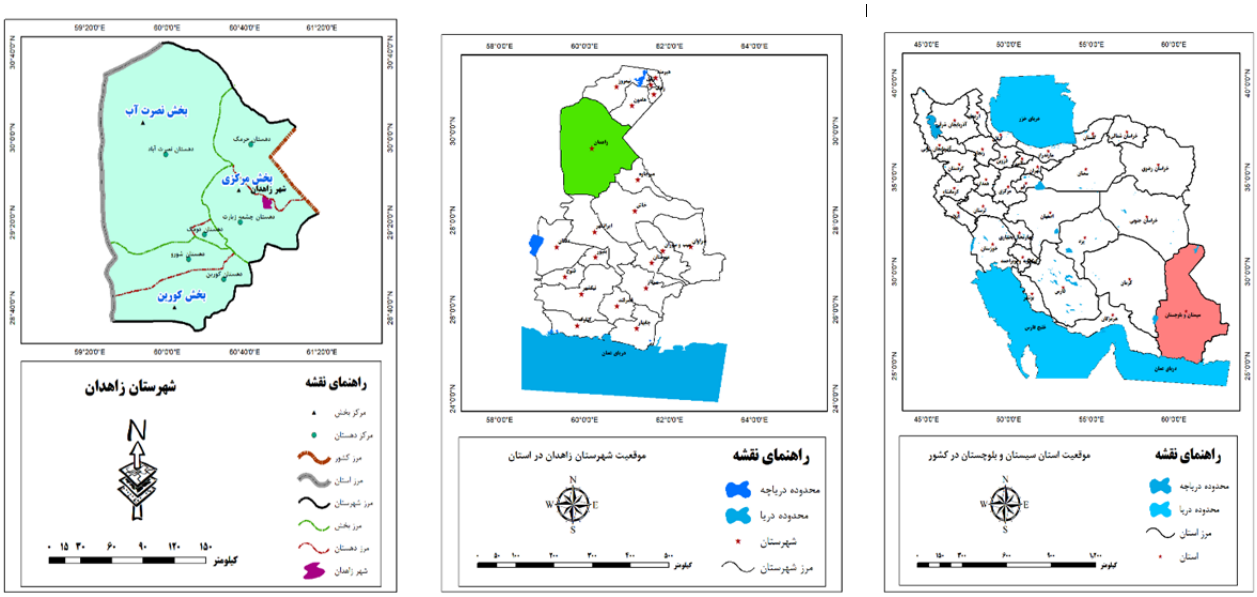
مواد و روش

منطقهٔ مورد مطالعه

شهرستان زاهدان با مساحت ۳۰۷۱۶ کیلومتر مربع در شمال استان سیستان و بلوچستان، بین مختصات ′۳۲ °۲۸ تا ′٤٦ °۳۰ عرض شمالی و مختصات ′۲۵ °۵۹ تا ′ ۵۳ °٦۱ طول شرقی کشور ایران واقع شده است. ارتفاع شهر از سطح دریا ۱۳۷۸ متر است. این شهر دارای تعداد ۲ مرکز شهری، ۳ بخش و ٦ دهستان است. شهرستان زاهدان با جمعیت ٦۷۲۵۸۹ نفر دارای تولید روزانه حدود ۵۰۰ تن پسماند می باشد که باید به طور جدی نسبت به ساماندهی پسماندهای آن چاره‌اندیشی کرد. در شهرستان زاهدان به دلیل وضعیت خاص جغرافیایی، قابلیت توسعه جوامع انسانی وجود دارد. این مهم یکی از دلایل تشکیل مراکز جمعیتی بالایی در سطح استان است. که مشکلات حاصل از عدم ساماندهی مناسب پسماندها و اثرات مخرب حاصل از رهاسازی غیراصولی پسماندها، عدم همکاری شهروندان و ارگان های مرتبط، نبود یا عدم اجرای موارد قانونی در بحث جرایم، نبود کارخانه های بازیافت در استان، فرسودگی ماشین آلات، عدم حمایت مالی دولت و بخش خصوصی، نبود مکان مناسب جهت دفن پسماندها، تکمیل ظرفیت دفن فعلی و عدم توجه به مسائل محیط زیستی در انتخاب مکان دفن پسماندها طی سال های گذشته، بیش‌از پیش نمایان است. با در نظر گرفتن نقاط ضعف در مدیریت پسماندها در شهرستان زاهدان، نیاز به مکان یابی جهت دفن مناسب پسماندها مهم است. بنابراین ایجاد سیستمی منظم جهت ساماندهی پسماندها یکی از نیازهای اولیه مراکز مسکونی کشورهای در حال توسعه برای حل مشکلات روزافزون پسماندها است.

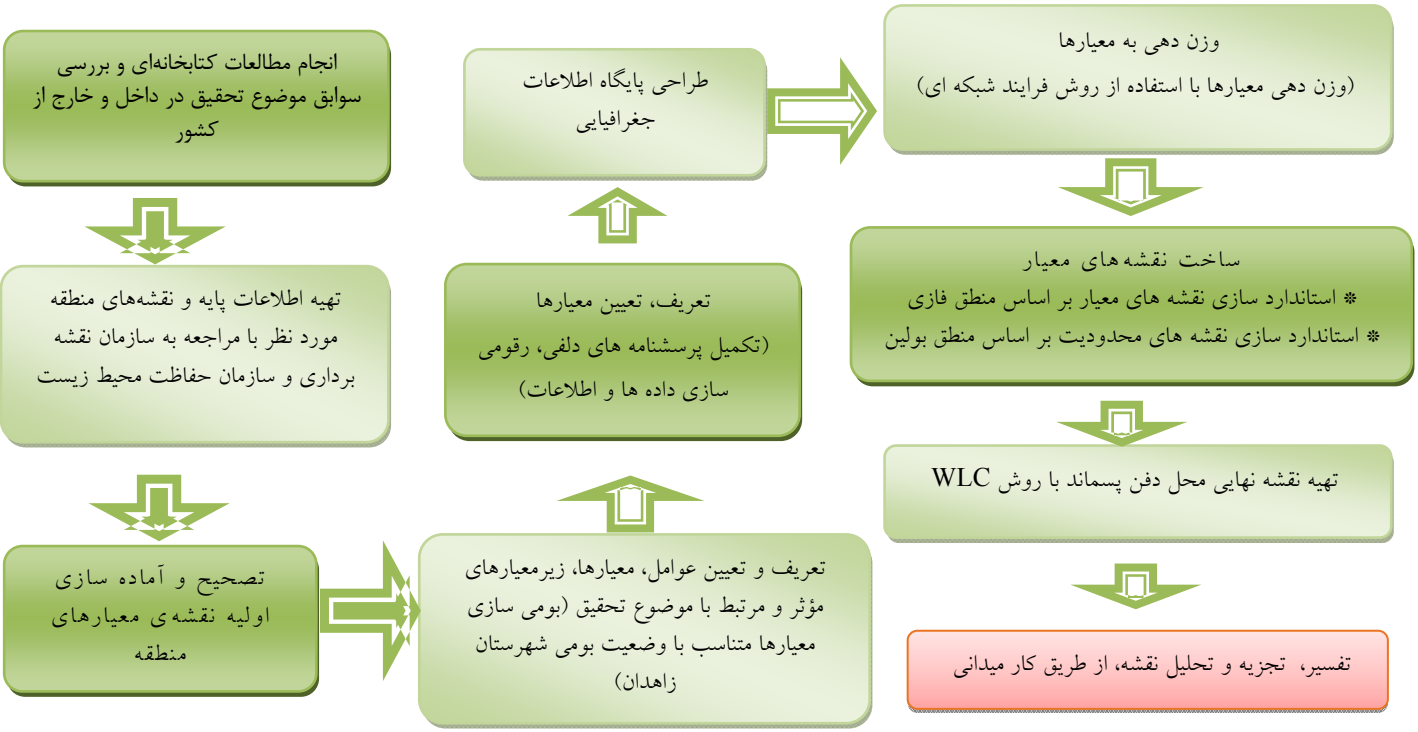
روش تحقیق

در طی سال‌های اخیر تولید پسماند در شهرستان زاهدان از ظرفیت فعلی محل دفن فراتر رفته، بنابراین تعیین مناطق مناسب برای دفن پسماندها در منطقه مورد مطالعه حیاتی است. مراحل چارچوب مطالعه در شکل ۲، ارائه شده است. در این تحقیق ضمن بررسی ادبیات و مطالعه ویژگی‌های منطقه، به شناسایی معیارهای مختلف در انتخاب سایت دفن پسماند پرداخته شد. پس از آن، با طراحی پرسشنامه و مشاوره با کارشناسان مطلع، معیارهای نهایی برای دفن پسماندهای شهرستان زاهدان تعیین شده است.



شکل۱. نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

Fig. 1. Location map of the study area



شکل۲ . نمودار فرایند ارزیابی مطلوبیت سرزمین جهت مکان یابی محل دفن پسماند شهری، شهرستان زاهدان

Fig. 2 . Diagram of land suitability assessment process for locating municipal waste landfill, Zahedan city

تعیین معیارهای ارزیابی مناسب برای مکان یابی دفن پسماندها

ابتدا با مروری بر مطالعات خارج و داخل معیارهای مختلفی که در مکان‌یابی دفن پسماندها دخالت دارند شناسایی، سپس معیارهای مذکور در قالب پرسشنامه تنظیم گردید و با استفاده از نظرات کارشناسان و متخصصان مربوطه در زمینه محیط زیست و مدیریت پسماند، مهمترین معیارها برای مکان‌یابی، بر اساس روش دلفی انتخاب شده است (٤، ٥ و ١٤). دلفی یکی از تکنیک های متداول، تعالی و ساختاریافته است، که به نظرات متخصصان متکی است. اصل اساس این روش طراحی پرسشنامه مناسب است که توسط گروه خبرگان تکمیل و مورد استفاده قرار می گیرد. علاوه بر این، قابلیت اطمینان از دلفی تنها به تعداد آن ها نیست بلکه به اعتبار دانشگاهی متخصصان (سطح حرفه‌ای) آن ها بستگی دارد. صاحبنظران این تحقیق که در واقع اعضای پانل خبرگان مطالعه دلفی را تشکیل داده؛ شامل اعضای محترم هیئت علمی گروه زمین شناسی، جغرافیا، محیط زیست، مدیریت و کارشناسان اجرایی شاغل در سازمان مدیریت پسماند شهرداری زاهدان بودند. علیانی و همکاران (۳) پس از بررسی، معیارها در دو گروه اصلی قرار گرفت؛ ۱) عوامل اکولوژیکی شامل؛ شیب، ارتفاع، خاک، فرسایش، گسل، بارش، باد، جهت، آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و زمین شناسی، و ۲) عوامل اجتماعی–اقتصادی شامل؛ فاصله از شهر، روستا، معدن، فرودگاه و جاده، سپس لایه هر کدام از این معیارها در نرم افزار ArcGIS تهیه گردید. لازم به ذکر است تعداد ۲۵ پرسشنامه تهیه شده در اختیار گروه خبرگان قرار گرفته و از آن ها خواسته شد به مقایسه دقیق جفت معیارها بر اساس مقایسه اهمیت کمی و کیفی معیارها طبق جدول ۱ بپردازند، پس از آن پرسشنامه‌های تکمیل شده مورد آنالیز قرار گرفته و برای شناسایی روابط داخلی بین معیارها از روش ANP استفاده شده است.

جدول۱. مقایسه اهمیت کمی و کیفی معیارها در روش ANP (۲۸)

Table 1. Comparison of quantitative and qualitative importance of criteria in ANP method (28)

تعاریف	ارزش های کمی
اهمیت یکسان	۱
کمی مهم	۳
خیلی مهم	۵
خیلی خیلی مهم	۷
برتری مطلق و کامل	۹
اهمیت بینابینی	۲ ، ٤ ، ٦ و ۸

وزن‌دهی معیارهای ارزیابی

همانطور که بیان شد جهت مکان‌یابی محل دفن پسماندها، معیارهای ارزیابی مختلفی وجود دارد، که اهمیت این معیارها متفاوت است. بنابراین لازم است که اهمیت هر کدام از این معیارها مشخص شود. در این مرحله به منظور برآورد اهمیت معیارها، با نظر ۲۵ نفر از متخصصین در رشته های مربوطه (خبرگان) و با استفاده از فرایند تحلیل شبکه ای (ANP) در نرم‌افزار Super decision (شکل ۳) وزنی برای هر یک از معیارها تعیین گردید. برزکار و همکاران (۸) می توان گفت در این روش با تشکل ماتریس که ارائه دهنده آرای بیان شده در خصوص مقایسه هر زوج معیار تصمیم‌گیری است، در نهایت وزن نسبی هر معیار، تعیین گردید.

استاندارد سازی معیارهای ارزیابی

با مشخص شدن معیارها (لایه‌های مورد نیاز جهت مکان‌یابی محل دفن پسماند)، به منظور ارزیابی واحدهای مکانی، هر معیار به صورت یک لایه نقشه در پایگاه داده مبتنی بر ArcGIS آماده سازی و تحت عنوان نقشه‌های معیار ذخیره گردید. با توجه به این که هر کدام از طبقات نقشه‌های معیار دارای ارزش متفاوتی است، معیارهای ارزیابی شده در محیط GISبا استفاده از منطق فازی (Fuzzy Logic) استاندارد سازی شده است (٤، ٥ و ١٤). فرآیند تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در

محیط سامانه‌ای اطلاعات مکانی با استفاده از این منطق مشتمل بر مراحلی از قبیل ایجاد لایه‌های مقدماتی، اعمال توابع اولیه، فازی سازی لایه ها و ترکیب لایه‌های اطلاعاتی بر اساس منطق فازی است. در ادامه طراحی و اجرای توابع عضویت فازی (Fuzzy Membership Function) جهت استاندارد سازی فازی معیارها انجام شده است. در مرحله بعد، به هر معیار با توجه به مقدار عددی مورد نظر، مقدار عضویتی اختصاص یافته، این مقدار در حقیقت بیان کننده میزان مطلوبیت آن ناحیه بر اساس معیار مورد نظر است، بدین معنی که مناطق دارای درجه‌ی عضویت بیشتر، از مطلوبیت بالاتری برخوردار هستند (۱۶). نقشه های خروجی در این مرحله نقشه های مطلوبیت سرزمین (Land Suitability) برای معیار مربوطه است. در این نقشه‌ها، اعداد بزرگتر مطلوبیت بیشتری برای مکان‌یابی محل دفن پسماند خواهند داشت.

تهیهٔ نقشه پیشنهادی محل دفن پسماند با استفاده از روش WLC

در محیط سامانه ای اطلاعات مکانی GIS می‌توان از روش‌های مختلفی برای ترکیب لایه‌ها استفاده نمود. با توجه به اجرای توابع فازی جهت استاندارد سازی داده‌ها، روش ترکیب خطی وزنی WLC از جمله روش‌های مطلوب در این خصوص است (۱۱). در این تحقیق به منظور تلفیق نقشه‌های معیار استاندارد شده، از روش WLC در محیط نرم افزار GIS استفاده گردید. بنابراین با استفاده از این روش که آخرین مرحله ارزیابی مکان‌های مناسب جهت مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری است، معیارها با استفاده از وزنی که با استفاده از روش ANP داده شده، با یکدیگر ترکیب شدند.

$$S = \sum_{i=1}^{n} W_i X_i \qquad [۱]$$

در این رابطه؛ n تعداد معیارهای مورد نظر، W_i وزن هر معیار، X_i معیار مورد نظر است.

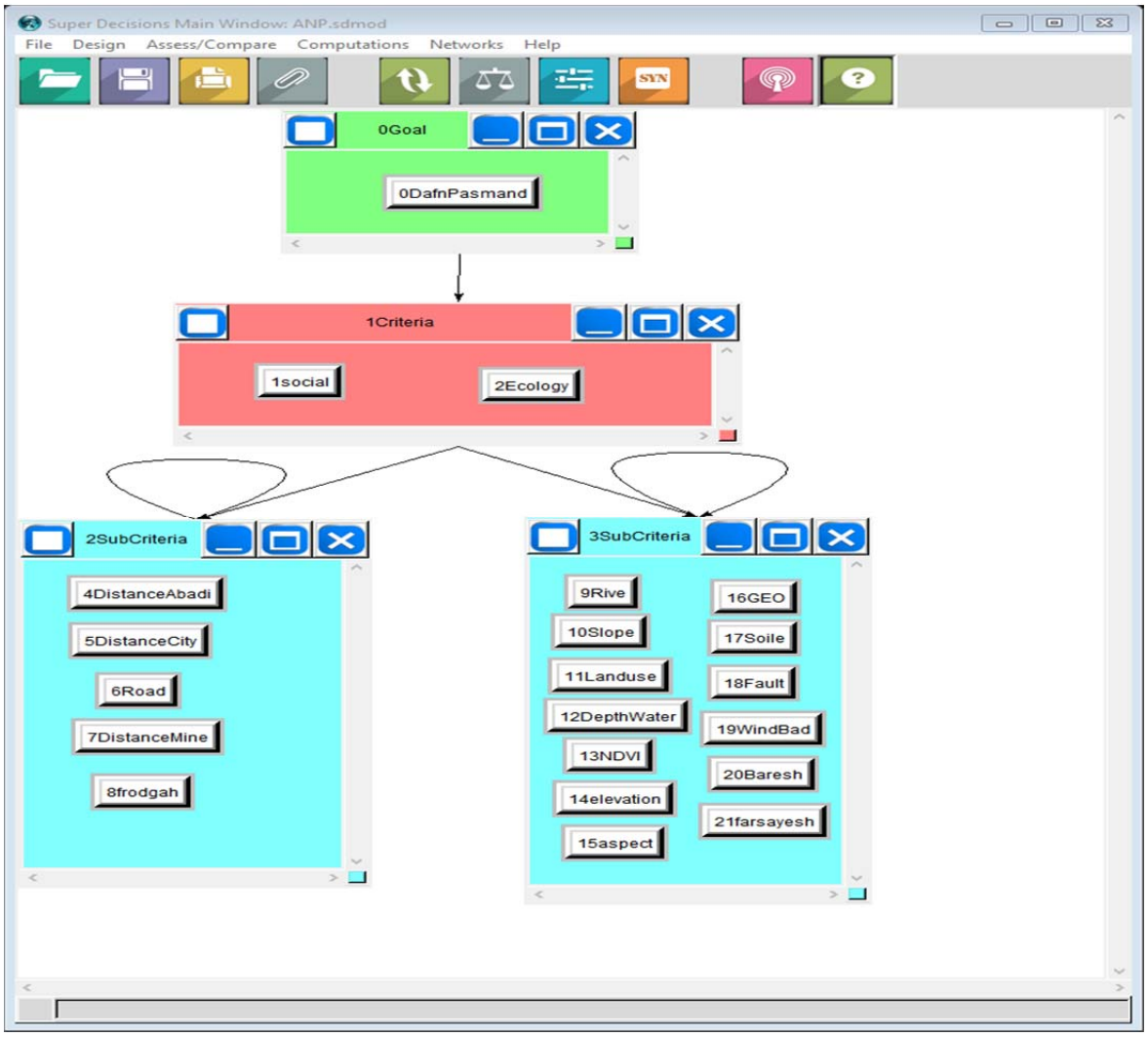
پهنه‌بندی مناطق مستعد محل دفن پسماندها

نقشه پهنه‌بندی مناطق مستعد محل دفن پسماندها با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی WLC در محیط نرم افزار GIS برای شهرستان زاهدان در شکل ۵ ارائه شده است. همانطور که در شکل مشخص است، میزان ارزش نهایی واحدهای مکانی در منطقه مورد مطالعه بین ۰ تا ۰/۸۰۲ قرار گرفته است و هر اندازه یک نقطه به منطقه مطلوب نزدیک‌تر باشد ارزش پیکسل به سمت ۰/۸۰۲ میل می‌کند و برای مکان یابی محل دفن پسماندها شرایط مناسب‌تری دارد و هر اندازه مقدار آن از ۰/۸۰۲ کمتر باشد شرایط نامناسب‌تری برای انتخاب محل دفن پسماندها دارد.

نتایج

در این تحقیق پس از تعیین معیارها، با استفاده از روش ANP وزنی برای هر یک از معیارهای ارزیابی برآورد و نیز استانداردسازی معیارها صورت گرفته است. در شکل ۳، شمائی از نرم افزار Super decision و معرفی ۱۸ زیر معیار در ۲ گروه معیارهای اکولوژیکی و اجتماعی اقتصادی ارائه شده است.

در جدول ۲، مقدار این وزن ها بیان شده است. همانطور که مشخص است زیر معیار فاصله از شهر (۰/٤۹٤) از گروه معیارهای اجتماعی و اقتصادی بیشترین وزن و زیر معیار ارتفاع (۰/۰۱۱) از گروه معیارهای اکولوژیکی کمترین وزن را به خود اختصاص داده است.



شکل۳. وزن دهی معیارهای ارزیابی با استفاده از روش ANP در محیط نرم افزار Super decision

Fig. 3. Weighting of evaluation criteria using ANP method in Super decision software environment

جدول۲. مقدار وزن استخراج شده برای معیارهای ارزیابی با استفاده از روش ANP

Table 2. The amount of weight extracted for the evaluation criteria using the ANP method

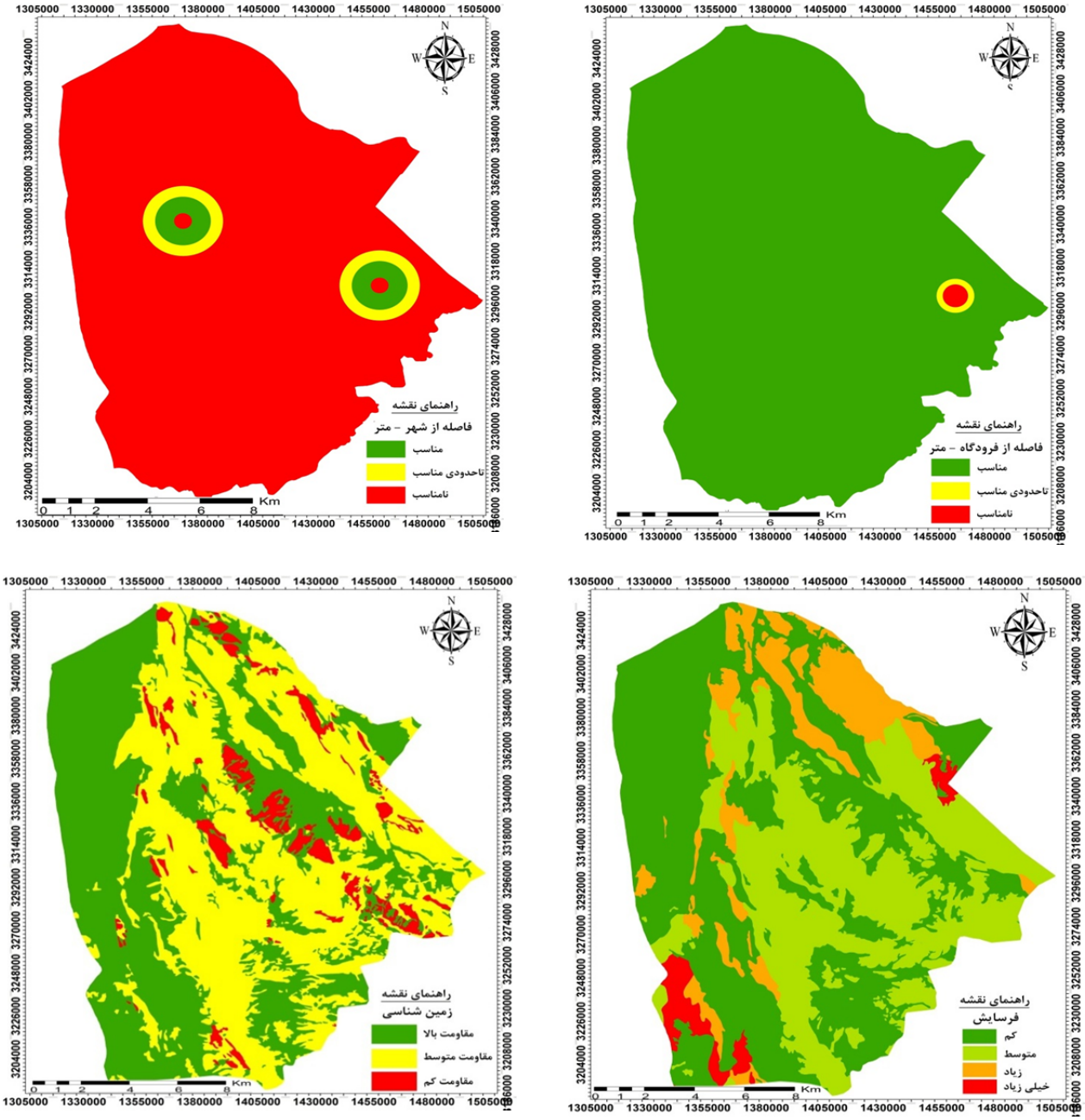
رتبه	معیارها	وزن
۱	اکولوژیکی	۰/۸۷۵
۲	اجتماعی- اقتصادی	۰/۱۲۵
رتبه	زیر معیارهای اجتماعی اقتصادی	وزن
۱	فاصله از شهر	۰/٤۹۷
۲	فاصله از روستا	۰/۲۷٦
۳	فاصله از فرودگاه	۰/۱۱٥
٤	فاصله از معدن	۰/۰٦۳
٥	فاصله از جاده	۰/۰٥۰
رتبه	زیر معیار های اکولوژیکی	وزن
۱	فاصله از آب های زیر زمینی	۰/۲۳٦
۲	فاصله از گسل	۰/۱۸۰
۳	فاصله از آب های سطحی	۰/۱٦۷
٤	باد	۰/۰۸٥
٥	پوشش گیاهی	۰/۰٦۳
٦	بارش	۰/۰٥۸
۷	خاک	۰/۰٤۹
۸	کاربری زمین	۰/۰٤۲
۹	فرسایش	۰/۰۳۱
۱۰	جهت	۰/۰۳۰
۱۱	زمین شناسی	۰/۰۲٥
۱۲	شیب	۰/۰۲۳
۱۳	ارتفاع	۰/۰۱۱

نقشه معیارهای ارزیابی استاندارد شده فازی جهت مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری، شهرستان زاهدان در شکل ٤ ارائه شده است. این نقشه‌ها با توجه به مطلوبیت واحدهای مکانی و محدودیت لایه‌های هر معیار ارزیابی، طبقه‌بندی شده‌اند. در جدول ۳، نیز میزان مطلوبیت و محدودیت هر یک از معیارهای ارزیابی، که توسط گروه خبرگان (کارشناسان محیط زیست و مدیریت پسماند، شهرستان زاهدان) نظرسنجی و ارائه شده است.

جدول۳. معیار، شکل و نوع تابع عضویت

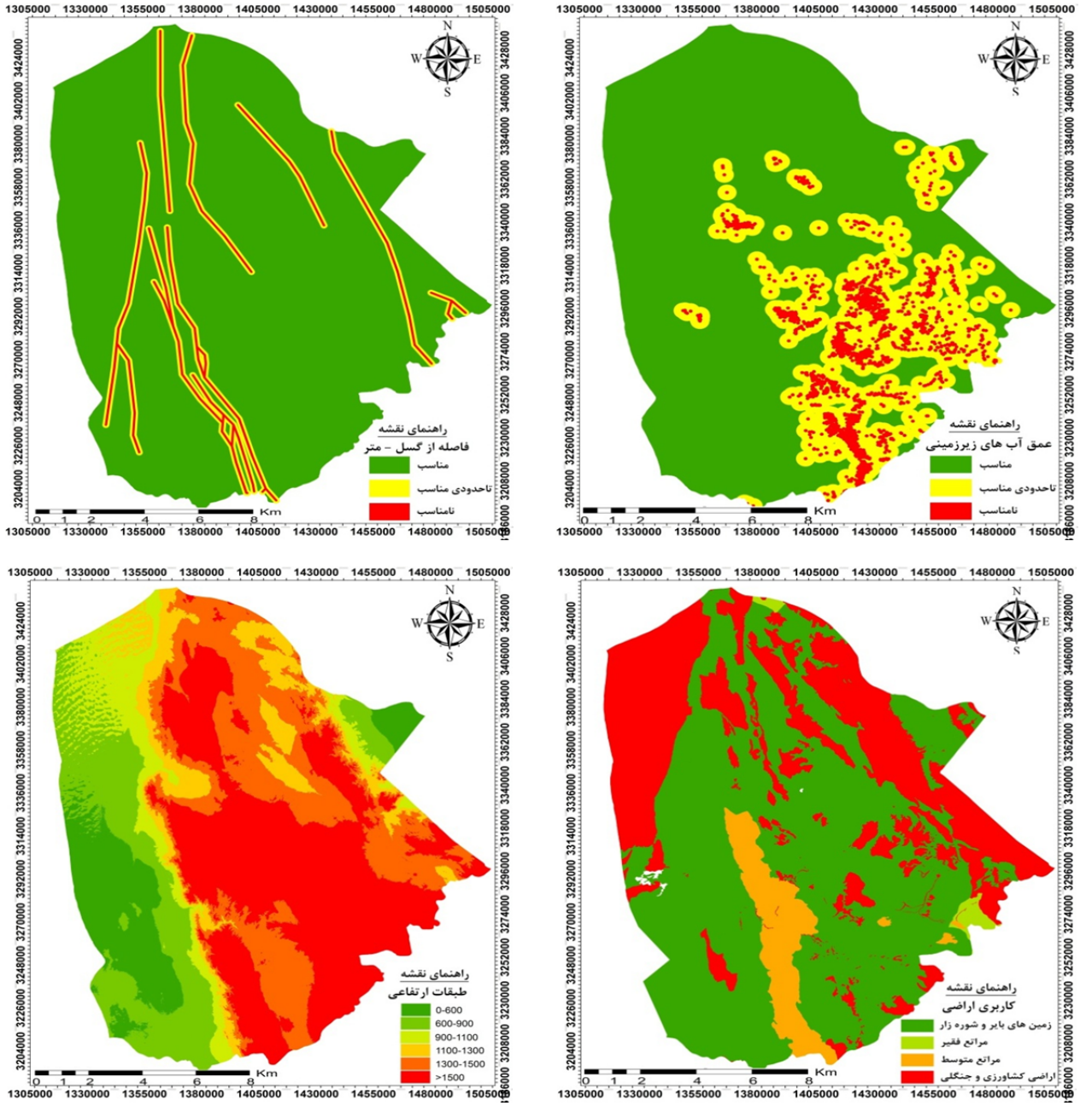
Table 3. Criteria, form and type of membership function

معیار	مطلوبیت	محدودیت لایه های معیار	شکل و نوع تابع عضویت	منبع
ارتفاع (m)	۰ تا ۹۰۰ معادل ۱، ۹۰۰ تا ۱۵۰۰ = ۰ تا ۱، بیشتر از ۱۵۰۰ = ۰		گسسته	(۹، ۱۲، ۱۷ و ۲۳)
شیب(درصد)	۰ تا ۱۰٪ = ۱، ۱۰٪ تا ۱۵٪ = ۰ تا ۱، بیش از ۱۵٪ = ۰		گسسته	(۹، ۱۲، ۱۳، ۱۷، ۲۰، ۲۳ و ۲۵)
جهت	جنوب و جنوب شرقی = ۱، جنوب غرب = ۰/٤، شمال شرقی = ۰/٤، شمال و شمال غربی = ۰		گسسته	(۹، ۲۱ و ۲۳)
نوع خاک	خیلی کم لومی = ۱، کم لومی رسی = ۰/۸، متوسط شنی = ۰/٦، رسی = ۰/۲		گسسته	(۱۲، ۱۷، ۲۰، ۲۲ و ۳٤)
فرسایش	فرسایش کم یا جزئی = ۰/۸، فرسایش متوسط = ۰/٤، فرسایش زیاد = ۰/۲، فرسایش خیلی زیاد = ۰		گسسته	(۱۲، ۲۰ و ۲۳)
فاصله از فرودگاه (m)	بیش از ۸۰۰۰ = ۱، ۳۰۰۰ تا ۸۰۰۰ = ۰ تا ۱، کمتر از ۳۰۰۰ = ۰		افزاینده – خطی یکنواخت	(۱۲، ۱۷، ۱۸، ۲۰، ۲۳، ۲٦، ۳۲ و ۳٤)
زمین شناسی	بسیار مقاوم = ۱، مقاوم = ۰/۸، مقاومت متوسط = ۰/٤، مقاومت متوسط تا ضعیف = ۰/۲، مقاومت بسیار ضعیف = ۰/۲		گسسته	(۱۲، ۱۷، ۲۰، ۲۳، ۲۵ و ۳٤)
فاصله از گسل (m)	بیشتر از ۱۵۰۰ = ۱، ۵۰۰ تا ۱۵۰۰= ۰ تا ۱، کمتر از ۵۰۰ = ۰		افزاینده – خطی یکنواخت	(۱۷ و ۲۰)
فاصله از معادن (m)	بیشتر از ۱۵۰۰ = ۱، ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ = ۰ تا ۱، کمتر از ۵۰۰ = ۰		افزاینده – خطی یکنواخت	(۳۲ و ۳٤)
فاصله از شهر (m)	۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ = ۱، ۱۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ = ۰ تا ۱، بیشتر از ۱۵۰۰ = ۰	بافر از محدوده ۳۰۰۰ متر	کاهنده – خطی یکنواخت	(۱۲، ۱۷، ۲۰، ۲۳، ۲۵، ۳۲ و ۳٤)
فاصله از روستا (m)	۱۵۰۰تا ۳۰۰۰ معادل۱، ۳۰۰۰ تا۶۰۰۰ = ۰ تا ۱، و بیشتر از ٦۰۰۰ = ۰	بافر از محدوده ۱۵۰۰ متر	کاهنده – خطی یکنواخت	(۱۲، ۱۷، ۱۸، ۲۰، ۲٤، ۲۵، ۳۲ و ۳۳)
عمق آب های زیرزمینی (m)	۰ تا۱۰۰۰ متر معادل صفر، ۱۰۰۰ تا۴۰۰۰ = ۰ تا ۱، بیش از ٤۰۰۰ معادل ۱		افزاینده – خطی یکنواخت	(۱۲، ۲۰، ۲۳، ۳۲ و ۳٤)
فاصله از آب های سطحی (m)	۰ تا ۱۰۰۰ متر = ۰، ۱۰۰۰ تا ٤۰۰۰ = ۰ تا ۱، بیش از ٤۰۰۰ = ۱		افزاینده – خطی یکنواخت	(۱۸، ۲۰، ۲۳، ۲۵ و ۳۳)
فاصله کاربری اراضی (m)	کاربری زمین های بایر و شوره زار =۱، کاربری کشاورزی = ۰		گسسته	(۷، ۲۰، ۲۳ و ۳٤)
فاصله از جاده (m)	۳۰۰ تا ۲۰۰۰ =۱، ۲۰۰۰ تا ٤۰۰۰ = ۰ تا ۱، بیش از ٤۰۰۰ = ۰	بافر از محدوده ۳۰۰ متر	کاهنده – خطی یکنواخت	(۱، ۱۹، ۲۰، ۲۳ و ۲۵)



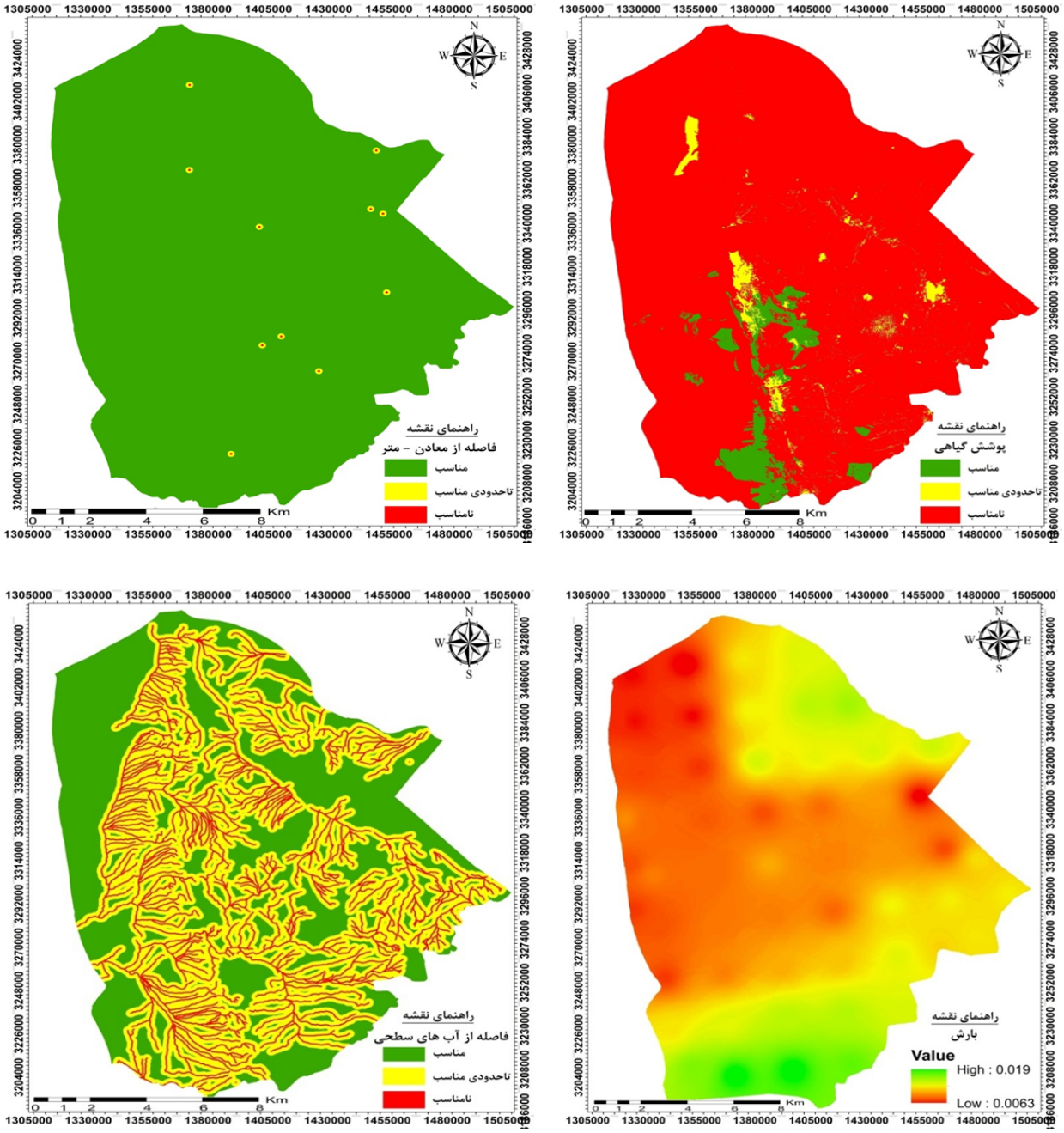
شکل۴. نقشه معیارهای استاندار شده فازی برای مکان‌یابی محل دفن پسماند شهرستان زاهدان

Fig. 4. Map of fuzzy standardized criteria for locating waste landfill in Zahedan city



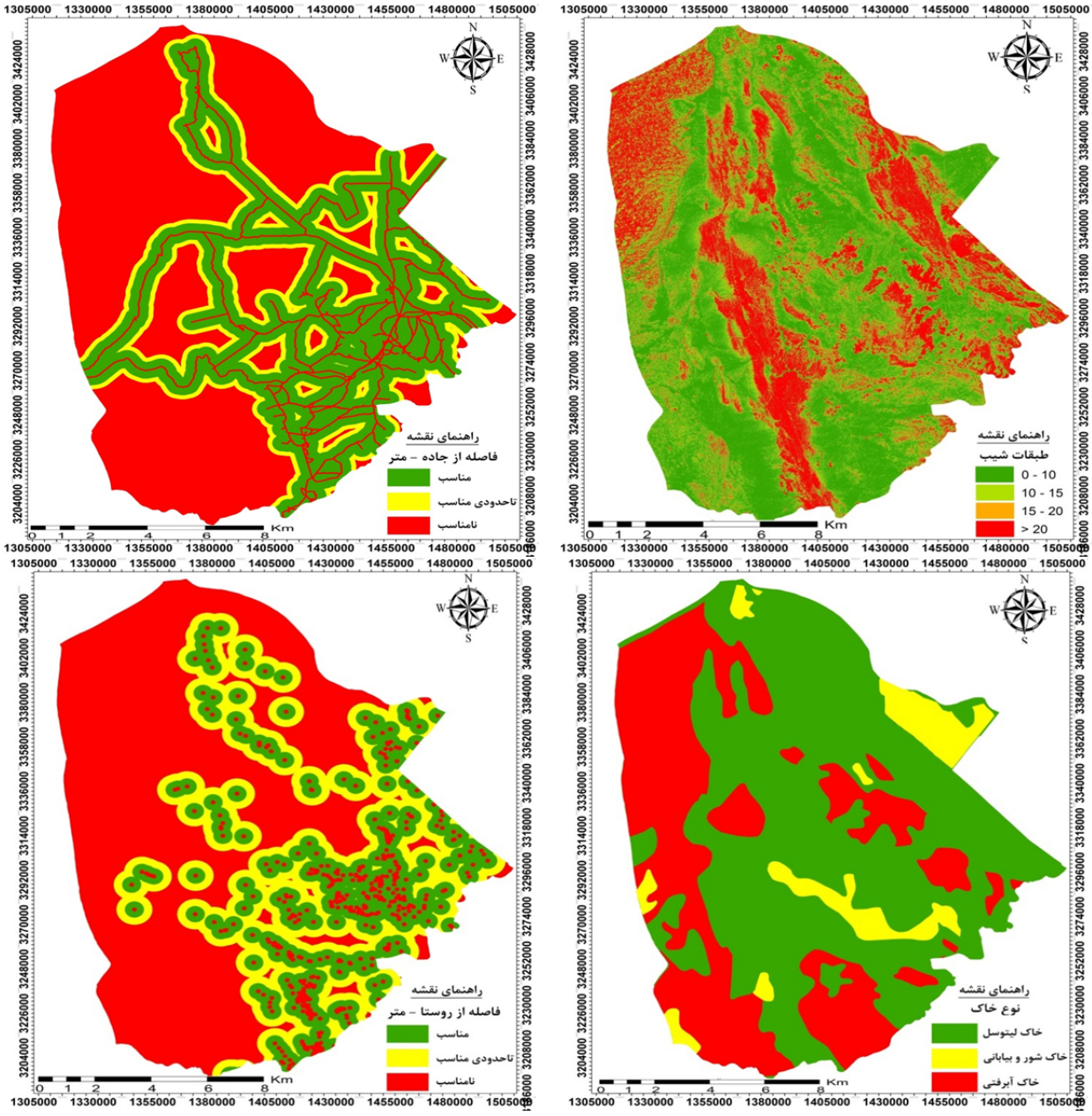
ادامه شکل۴.

Cont. Fig. 4.



ادامه شکل ۴.

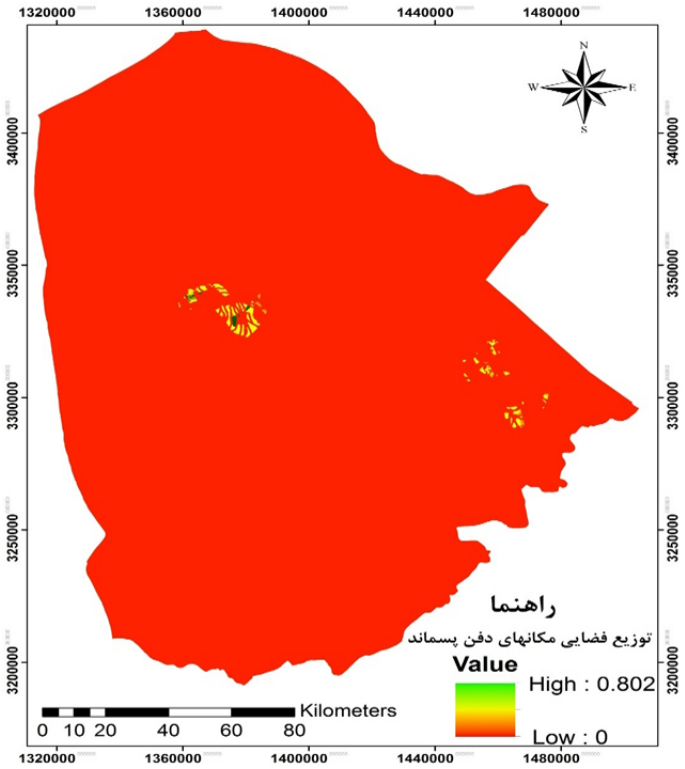
Cont. Fig. 4.



ادامه شکل۴.

Cont. Fig. 4.

در ادامه با تلفیق لایه های معیار با استفاده از روش ترکیب وزنی خطی (WLC)، نقشه نهایی مکان های پیشنهادی دفن جهت منطقه مورد مطالعه بر اساس امتیاز نهایی کلی برآورد شده و در پنج کلاس قابلیت اراضی شامل: فاقد توان، توان کم، توان متوسط، توان زیاد و توان خیلی‌زیاد طبقه‌بندی گردید (جدول ٤)، با توجه به طبقه‌بندی انجام شده بیشترین سطح را طبقه فاقد توان (۹۹/۷٦ درصد) و مناطق مناسب برای دفن پسماند حدود (۰/۲۳۱ درصد) منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. همانطور که در شکل ۵ مشخص است مناطق مناسب برای دفن پسماندها معمولا در جاهایی که از نظر معیارهایی ارزیابی شرایط مناسبی را دارند، قرار گرفته‌اند. در شکل ٦ نیز کلاس‌بندی نقشه نهایی محل دفن پسماند شهرستان زاهدان در محیط نرم افزار ArcGIS ارائه شده است.



شکل۵. توزیع فضایی مکان‌های مناسب برای دفن پسماند با استفاده از روش WLC

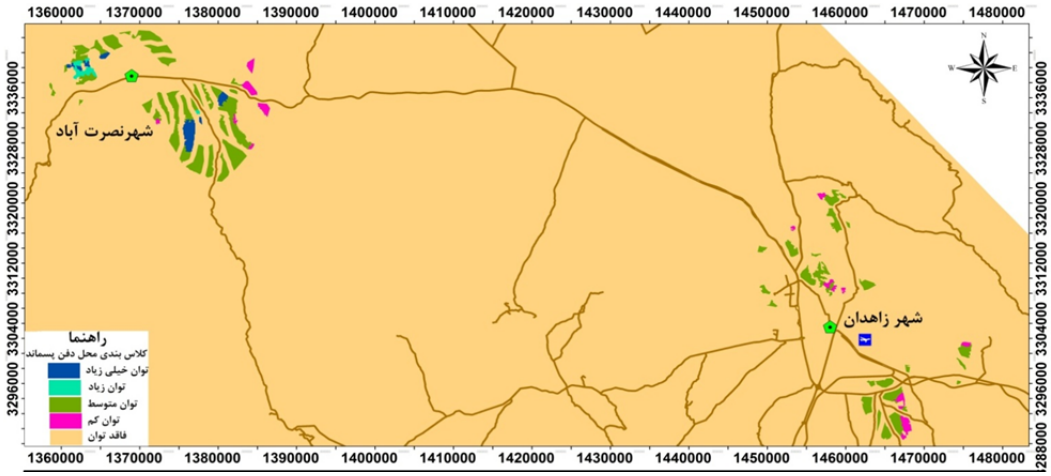
Fig. 5. Spatial distribution of suitable landfills using WLC method

جدول۴. کلاس بندی نقشه نهایی جهت مکان یابی محل دفن پسماند شهرستان زاهدان

Table 4. Classification of the final map for locating the landfill of Zahedan city

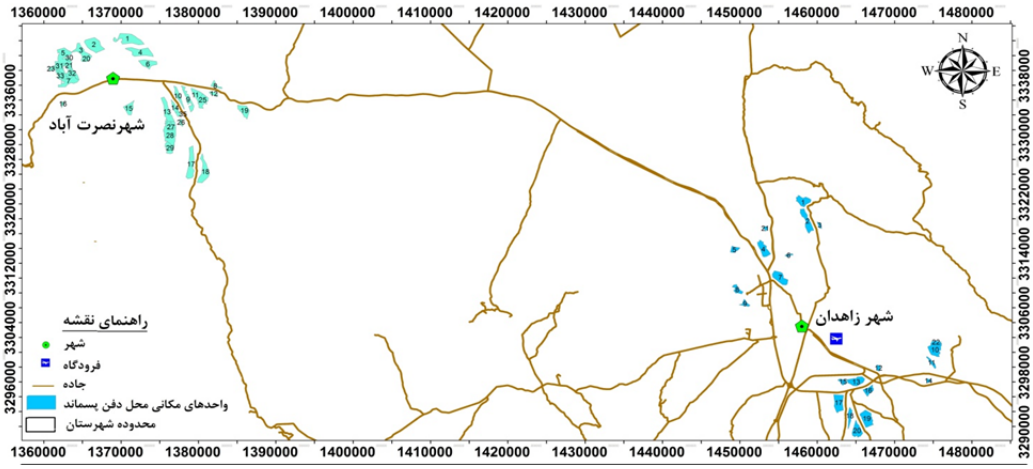
ردیف	کلاس اولویت‌بندی	ارزش نهایی	درصد مساحت
۱	فاقد توان	۰ –۰/۲	۹۹/۷٦
۲	توان کم	۰/۲ –۰/٤	–
۳	توان متوسط	۰/٤ – ۰/٦	۰/۰۰۷
٤	توان زیاد	۰/٦ – ۰/۸	۰/۲۰۷
٥	توان خیلی زیاد	۰/۸ – ۱	۰/۰۱۷

در نهایت نتایج حاکی از آن است که در اطراف شهر زاهدان، ۲۲ واحد مکانی و در اطراف شهر نصرت آباد ۳۵ واحد مکانی برای دفن پسماندهای شهری، شناسایی و پیشنهاد گردید. نقشه محدوده های مکان یابی پیشنهادی برای شهر زاهدان و شهر نصرت آباد در شکل ۷ نمایش داده شده است. و نیز مساحت هر محدوده توان اراضی مستعد دفن پسماندهای شهری برای شهرهای زاهدان و نصرت آباد و میزان ارزشی هر محدوده در جدول‌های ٥ و ٦ ارائه شده است.



شکل۶. نقشه کلاس‌بندی محل دفن پسماند شهرستان زاهدان

Fig. 6. Classification map of Zahedan landfill



شکل۷. نقشه محدوده های مکانی پیشنهایی محل دفن پسماند شهرهای زاهدان و نصرت آباد

Fig. 7. Map of spatial projections of landfills in Zahedan and Nusratabad

بر طبق نقشه محدوده ها مناسب ترین نواحی برای مکان یابی دفن پسماند در جنوب و جنوب شرق شهرستان زاهدان را نشان می دهد. با توجه به نوع خاک، فرسایش، گسل و غیره (۱۸ زیر معیار) بررسی شده در شهر زاهدان محدوده هایی با توان مناسب با مساحت کمتری جهت دفن شناسایی شد، بیشترین وسعت اراضی منطقه مورد مطالعه، فاقد توان است و هیچ بخشی از شهر زاهدان برای کاربری دفن پسماندها دارای توان خیلی زیاد و توان زیاد نیست. به طوری که در اطراف شهر نصرت آباد، محدوده هایی با توان خیلی زیاد و توان زیاد مشاهده می شود. همچین با توجه به نقشه فوق مشخص می شود که عمدتاً اراضی دارای توان، اعم از توان کم و توان متوسط، در حواشی شهرهای زاهدان و نصرت آباد متمرکزاند. مطالعات میدانی و بررسی تصاویر ماهواره‌ای منطقه نشان می‌دهد که این اراضی، عمدتا اراضی بایر و رها شده هستند. البته لازم به ذکر است که این اراضی، عمدتا به مرور زمان، به علت مهاجرپذیر بودن منطقه، خشک سالی و تغییر اقلیم و الگوی بارش، دستخوش تغییرات کاربری اراضی قرار گرفته‌اند.

جدول۵. مساحت هر محدوده توان اراضی در شهر زاهدان

Table 5. Area of each land potential in Zahedan

محدوده	مساحت کل (هکتار)	ارزش نهایی	محدود	مساحت کل (هکتار)	ارزش نهایی
۱	۱۷۲/٦	۰/٦۳۹	۱۲	۳۳/٦۵	۰/۷۰۹
۲	۲۱۳/٤	۰/٦۲۲	۱۳	۱۸۷/۸۲	۰/٦۷٦
۳	۲۵/۹۵	۰/٦۱۸	۱٤	۲۰/۳٤	۰/٦۳۱
٤	۱۸۳/۸۸	۰/۷۰٦	۱۵	۵۲/۰۸	۰/٦۷۲
۵	٦٦/٤۷	۰/٦٦۳	۱٦	۱۰۰/۵۵	۰/٦۳۹
٦	۲۲/۵۲	۰/٦۸۷	۱۷	۲٤۰/۸۱	۰/٦۹۵
۷	۲۱٤/۵	۰/۷۰۷	۱۸	۸٤/۹٦	۰/٦۳۱
۸	۸۱/۸۵	۰/۷۲۲	۱۹	۲٦۸/٤٦	۰/٦۲۷
۹	۵۱/۳٦	۰/٦۹۹	۲۰	۱۷۵/۰۲	۰/٦۳۱
۱۰	۲۰۵/۸	۰/٦٤۰	۲۱	۲۳/۱٦	۰/٦۱۸
۱۱	۵۲/۱۱	۰/٦۳۱	۲۲	۵۹/۸٤	۰/۳۹۱

جدول۶. مساحت هر محدوده توان اراضی در شهرنصرت آباد

Table 6. Area of each land potential in the city of Nusratabad

محدوده	مساحت کل (هکتار)	ارزش نهایی	محدوده	مساحت کل (هکتار)	ارزش نهایی
۱	۳۳۷/۵	۰/٦۵٤	۱۹	۱۵۷/۱	۰/۵٦۱
۲	۳۰۹/۰۳	۰/٦۵۸	۲۰	۷۲/۵٦	۰/٦۹۵
۳	۱۵۸/۵۳	۰/٦۵۸	۲۱	٤۹/٤	۰/۷۳٦
٤	۲٦۳/۰٦	۰/٦٦۲	۲۲	۲۱/۲٤	۰/۷۳۸
۵	۲۹۵/۱۵	۰/٦۹۰	۲۳	۲۳	۰/۷۳٤
٦	۱٦۷/۰٦	۰/٦٦٤	۲٤	۳٤/۲٤	۰/۷۳۷
۷	۱۹۱/۷۲	۰.٦٤۰۷٦۳	۲۵	۱۵۰/۹٦	۰/۷٦۱
۸	٤۷/٤۲	۰/٦۸٦	۲٦	۲۷/٤۹	۰/۷۹۷
۹	۱٤۷/۱۳	۰/٦۵۹	۲۷	۱۰۸/٦٦	۰/۸۰۱
۱۰	۱۰٤/۱۵	۰/٦۵۹	۲۸	۲۸۹/۲۳	۰/۸۰۱
۱۱	۱۱۹/۹۵	۰/٦٦۱	۲۹	۱۲٦/۰۱	۰/۸۰۰
۱۲	٤۳/۰۸	۰/٦۸٦	۳۰	۲٤/۸۸	۰/۷۳۰
۱۳	۲۳۱/۳۲	۰/٦۷٤	۳۱	۸۸/۱۱	۰/۷۳۵
۱٤	٦۸/۵۱	۰/٦٦۱	۳۲	۱۲۷/۹۸	۰/۷۰٦
۱۵	۱۳٤/۹۹	۰/٦۵۸	۳۳	۵۹/۹۷	۰/۷۳۵
۱٦	۲۰/٦۹	۰/٦٤۰	۳٤	۳۳/۳۹	۰/۷۲۱
۱۷	۲۷۵/۵٦	۰/۷۲۷	۳۵	۲۵/۸۱	۰/۷۰۱
۱۸	۲۵۵/۰۸	۰/۷۲۷			

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه، مدیریتMSW به یک نگرانی غیر قابل انکار تبدیل شده است، اگر چه جداسازی پسماندها، بازیافت، کمپوست، استفاده مجدد، کاهش پسماندها در منبع تولید و بازیابی انرژی برخی از راهکارهای مدیریت پسماند است (۳۰). ولی استراتژی مهم، در بسیاری از کشورها، به ویژه در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، هنوز هم بیشترین اقدام، در جهت دفن پسماندهاست که با توجه به خطرات زیست محیطی ناشی از آن به یک چالش جدی تبدیل شده است. در شهرستان زاهدان، به دلیل مهاجرت و شرایط خاص اقلیمی و جمعیت در حال رشد، تولید سرانه پسماند به طرز چشمگیری افزایش یافته است. مطالعات نشان می دهد که در طی سال‌های اخیر تولید پسماند در شهرستان زاهدان از ظرفیت فعلی محل دفن فراتر رفته، بنابراین تعیین مناطق مناسب برای دفن پسماند در منطقه مورد مطالعه حیاتی است. در همین راستا، این تحقیق کاربردی از روش ارزیابی چند معیاره در محیط GIS، برای تعیین و تخمین پتانسیل مکان های مطلوب دفن پسماندها در شهرستان زاهدان ارائه شده است. بدین ترتیب با تهیه پرسشنامه به روش دلفی، ۱۸ زیرمعیار در دو گروه معیار، ۱) معیار اکولوژیکی شامل؛ شیب، ارتفاع، خاک، فرسایش، گسل، بارش،باد، جهت، آب های سطحی، آب های زیرزمینی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و زمین شناسی، ۲) معیار اجتماعی، اقتصادی؛ (فاصله از شهر، روستا، معدن، فرودگاه و جاده) تعیین و با نظر کارشناسان (خبرگان) و با استفاده از فرایند تحلیل شبکه ای (ANP) در نرم افزار Super decision وزن های هر معیار محاسبه گردید و در نهایت لایه‌های هر کدام از این معیارهای ارزیابی در پایگاه داده مبتنی بر ArcGIS آماده سازی و تحت عنوان نقشه‌های معیار ذخیره شده است. با فازی سازی ۱۸ لایه (معیار) با منطق فازی و نیز اعمال محدودیت‌ها با منطق بولین بر اساس (جدول ۳)، نقشه های شکل ٤ تهیه و با تلفیق لایه ها با روش ترکیب خطی وزنی از رایجترین روش ها در تصمیم‌گیری چند معیاره، نقشه نهایی مکان‌یابی دفن شهرستان زاهدان (شکل ۵) بدست آمده است. در راستای توزیع فضایی مکان‌های مناسب دفن پسماندها در شهرستان زاهدان، با توجه به ۵ کلاس طبقه‌بندی، مشخص شد که بیشترین سطح منطقه را طبقه فاقد توان (۹۹/۷٦ درصد) و مناطق مناسب برای دفن پسماندهای شهری در مجموع حدود ۰/۲۳۱ درصد است و هیچ بخشی از شهر زاهدان برای کاربری دفن پسماندها دارای توان خیلی زیاد و توان زیاد نیست. به طوری که در اطراف شهر نصرت آباد، محدوده‌هایی با توان خیلی زیاد و توان زیاد مشاهده می‌شود. همچین با توجه به شکل ٦ مشخص شد که عمدتاً اراضی دارای توان، اعم از توان کم و توان متوسط، در حواشی شهرهای زاهدان و نصرت آباد متمرکز می‌باشند. در منطقه دارای توان، ۲۲ واحد جهت شهر زاهدان و ۳۵ واحد برای شهر نصرت آباد شناسایی گردید. با توجه به یافته‌های تحقیق، اطلاعات جامع جهت مکان‌یابی دفن پسماندهای شهرستان زاهدان با ادغام مدل هایی(دلفی، فازی، بولین، ANP و WLC) بدست آمده است. که تاکنون چنین اطلاعاتی موجود نبوده و حتی مکان دفن فعلی بدون انجام ارزیابی زیست محیطی و بدون انجام مطالعات، فقط به دلیل دور بودن از شهر، سال‌های گذشته جهت تلنبار و دفن پسماند انتخاب شده است. لازم به ذکر است در کنار عدم تعیین محل مناسب برای دفن نهایی پسماندها در سالیان گذشته، اکنون به دلیل استقرار سازمان مدیریت پسماند اقداماتی در زمینه فرهنگ‌سازی و ارائه آموزش به کودکان و خردسالان و حتی بزرگسالان در جهت کاهش تولید پسماند، اطلاع رسانی و اجرای طرح‌های تفکیک ازمبدأ در شهرستان زاهدان برنامه ریزی و اجرا شده است. اما منشأ تحول خاصی نشده است، دلیل این امر نیز عدم وجود تشکیلات مدیریت پسماند به معنای واقعی و عدم حضور و به کارگیری متخصصین امر پسماند در ساختار تشکیلاتی شهرداری است. و در سایر شهرستان‌های استان نیز تاکنون هیچ گونه فعالیتی در زمینه فرهنگ سازی و آموزش اصول مدیریت پسماندها ارائه نشده است. علیرغم تلاش های فراوانی که در حال انجام است وضعیت فعلی جمع آوری و حمل پسماندها در شهرستان زاهدان فاصله زیادی با آرمان طرح جامع مدیریت

پسماند یعنی جمع آوری در کوتاه‌ترین زمان، با کمترین هزینه، به بهترین نحو و با کمترین تماس بین پرسنل و پسماند دارد که نیاز است در این زمینه برنامه‌های لازم صورت گیرد. با انجام این تحقیق و با معرفی مکان‌های پیشنهادی جدید، نقطه قوت تصمیم‌گیری مدیران شهری در تحقق برنامه‌ریزی‌های کلان شهری برای شهرستان زاهدان مهیا شده است. با مرور ادبیات تحقیق و با مقایسه پیشینه استفاده از این روش در مکان‌های دیگر می‌توان نزدیکی نتایج و مناسب بودن روش برای کاربری دفن را نتیجه گرفت، بنابراین پیشنهاد می‌شود برای شهرستان‌های دیگر استان نیز ارزیابی توان سرزمین با روش بکارگرفته شده در این تحقیق مورد بررسی قرار گیرد. به هر حال، از آنجایی که مکان‌یابی دفن پسماند به معیارهای مختلف و به نفوذ نظرات عمومی و سیاسی در رابطه با تجزیه و تحلیل علمی بستگی دارد، فرض این است که این روش، پتانسیل قابل‌توجهی برای حمایت از پیچیدگی‌های تصمیم‌گیری کاربردهای دنیای واقعی را دارد.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل از رساله با عنوان ارائه مدل مفهومی ارزیابی شایستگی سرزمین جهت مکان یابی محل دفن پسماند شهری (مطالعه موردی شهرستان زاهدان) در مقطع دکتری در سال ۱۳۹۸ با کد ۱۶۲۲۹۸۶۵۹ و دارای کد اخلاق به شماره IR.IAU.TNB.REC.1400.050 است، که بدینوسیله نویسندگان مقاله کمال امتنان و تشکر خود را از همکاران حوزه معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال اعلام می نمایند. همچنین از کلیه همکاران شهرداری زاهدان و سازمان مدیریت پسماند زاهدان که در به ثمر رسیدن این رساله کمال همکاری را داشته‌اند، سپاسگزاری می‌شود.

References

1. Aghsaei H, Souri B. 2017. Landfill site selection using spatial information technologies a case study in Sanandaj municipality, Western Iran. Environmental Research, 8(15): 216-229. (In Persian).
2. Ajibade FO, Olajire OO, Ajibade TF, Nwogwu NA, Lasisi KH, Alo AB, Owolabi TA, Adewumi JR. 2019. Combining multicriteria decision analysis with GIS for suitably siting landfills in a Nigerian state. Environmental and Sustainability Indicators, 3-4: 100010. https://doi.org/10.1016/j.indic.2019.100010.
3. Aliani H, BabaieKafaky S, Saffari A, Monavari SM. 2017. Land evaluation for ecotourism development—an integrated approach based on Fuzzy, WLC, and ANP methods. International Journal of Environmental Science and Technology, 14(9): 1999-2008. https://doi.org/10.1007/s13762-017-1291-5.
4. Amiri F. 2022. Solid waste disposal site selection using geospatial information technologies and fuzzy analytic hierarchy process (FAHP): a case study in Bandar Bushehr, Iran. GeoJournal: 1-22. https://doi.org/10.1007/s10708-022-10760-y.
5. Amiri F, Babaei F, Tabatabaie T. 2023. Site Selection of Kangan Municipal Solid Waste Landfill by Using a Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) and GIS. Journal of Applied researches in Geographical Sciences, 23(69): 343-362. http://dorl.net/dor/20.1001.1.22287736.1300.0.0.150.3. (In Persian).
6. Asadolahi Z, Mobarghei N, Keshtkar M. 2020. Integration of population forecasting in providing decision support system for municipal solid waste landfill siting (Case study: Qazvin province). Journal of RS and GIS for Natural Resources, 11(4): 1-24. dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1399.11.4.1.1. (In Persian).
7. Baniasadi R, Ahmadizade SS, Etebari B, Qomi A. 2017. Landfill site selection with emphasis on environmental and economical factors in northern Iran (Case study: Astara Township). Journal of Environmental Science and Technology, 19(5): 405-415. https://doi.org/10.22034/jest.2017.11344. (In Persian).
8. Barzekar G, Aziz A, Mariapan M, Ismail MH. 2011. Delphi technique for generating criteria and indicators in monitoring ecotourism sustainability in Northern forests of Iran: Case study on Dohezar and Sehezar Watersheds. Folia ForestaliaPolonica Series, 53(2): 130-141. https://depot.ceon.pl/handle/123456789/5389.
9. Beskese A, Demir HH, Ozcan HK, Okten HE. 2015. Landfill site selection using fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS: a case study for Istanbul. Environmental Earth Sciences, 73(7): 3513-3521. https://doi.org/10.1007/s12665-014-3635-5.

10. Chen Y, Yu J, Khan S. 2010. Spatial sensitivity analysis of multi-criteria weights in GIS-based land suitability evaluation. Environmental Modelling & Software, 25(12): 1582-1591. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.06.001.
11. Eastman JR. 2001. Guide to GIS and image processing volume, vol 2. Clark Labs. 144 pp.
12. Eskandari M, Homaee M, Mahmoodi S, Pazira E, Van Genuchten MT. 2015. Optimizing landfill site selection by using land classification maps. Environmental Science and Pollution Research, 22(10): 7754-7765. https://doi.org/10.1007/s11356-015-4182-7.
13. Govind Kharat M, Kamble SJ, Raut RD, Kamble SS. 2016. Identification and evaluation of landfill site selection criteria using a hybrid Fuzzy Delphi, Fuzzy AHP and DEMATEL based approach. Modeling Earth Systems and Environment, 2(2): 98. https://doi.org/10.1007/s40808-016-0171-1.
14. Han Z, Ma H, Shi G, He L, Wei L, Shi Q. 2016. A review of groundwater contamination near municipal solid waste landfill sites in China. Science of The Total Environment, 569-570: 1255-1264. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.201.
15. Ismail K, Ali S, Bennui A, Techato K, Jutidamrongphan W. 2019. Municipal solid waste landfill siting using an integrated GIS-AHP approach: A case study from Songkhla, Thailand. Resources, Conservation and Recycling, 149: 220-235. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.05.027.
16. Jahromi Samari H, Hosseinzadehasl H. 2012. Landfill site selection in Bandarabbas by analytical hierarchy process model. Human & Environment, 10(22): 65-76. https://he.srbiau.ac.ir/article_3451.html?lang=en. (In Persian).
17. Jamshidi-Zanjani A, Rezaei M. 2017. Landfill site selection using combination of fuzzy logic and multi-attribute decision-making approach. Environmental Earth Sciences, 76(13): 448. https://doi.org/10.1007/s12665-017-6774-7.
18. Jiao S, Zhang X, Xu Y. 2017. A review of Chinese land suitability assessment from the rainfall-waterlogging perspective: Evidence from the Su Yu Yuan area. Journal of Cleaner Production, 144: 100-106. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.162.
19. Kahvand M, Gheitarani N, Khanian M, Ghadarjani R. 2015. Urban solid waste landfill selection by SDSS. Case study: Hamadan. Environment Protection Engineering, 41(2): 47-56.
20. Karimi H, Herki B, Gardi SQ, Galalizadeh S, Hossini H, Mirzaei K, Pirsaheb M. 2022. Site selection and environmental risks assessment of medical solid waste landfill for the City of Kermanshah-Iran. International Journal of Environmental Health Research, 32(1): 155-167. https://doi.org/10.1080/09603123.2020.1742876.
21. Khosravi Y, Ashjaei H. 2017. Landfill site selection for urban hysteresis of Qazvin City using the AHP in ArcGIS software. Human & Environment, 15(4): 51-63. (In Persian).
22. Majumdar A, Hazra T, Dutta A. 2017. Landfill site selection by AHP based multi-criteria decision making tool: a case study in Kolkata, India. Journal of The Institution of Engineers (India): Series A, 98: 277-283. https://doi.org/10.1007/s40030-017-0211-5.
23. Mallick J. 2021. Municipal solid waste landfill site selection based on fuzzy-AHP and geoinformation techniques in Asir Region Saudi Arabia. Sustainability, 13(3): 1538. https://doi.org/10.3390/su13031538.
24. Malmir M, Zarkesh MMK, Monavari SM, Jozi SA, Sharifi E. 2016. Analysis of land suitability for urban development in Ahwaz County in southwestern Iran using fuzzy logic and analytic network process (ANP). Environmental Monitoring and Assessment, 188: 1-23. https://doi.org/10.1007/s10661-016-5401-5.
25. Mirzaei M, Salman Mahiny A, Mirkarimi SH. 2014. Site selection of landfill by using analytical hierarchy process (AHP) and technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) (Case study: landfill of Golpayegan township). Journal of Natural Environment, 67(1): 105-119. https://doi.org/10.22059/JNE.2014.51003. (In Persian).
26. Ni-Bin C, Parvathinathan G, Breeden JB. 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. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.01.011.
27. Pasalari H, Nodehi RN, Mahvi AH, 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. https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.06.009.
28. Saaty TL, Vargas LG. 2006. Decision making with the analytic network process. Springer. XVII, 363 p. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7279-7.
29. Samaniego J, Pérez-Murcia M, Bustamante M, Pérez-Espinosa A, Paredes C, López M, López-Lluch D, Gavilanes-Terán I, Moral R. 2017. Composting as sustainable strategy for municipal solid waste management in the Chimborazo Region, Ecuador: Suitability of the obtained composts for seedling production. Journal of Cleaner Production, 141: 1349-1358. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.178.
30. Tahmoorian F, Khabbaz H. 2020. Performance comparison of a MSW settlement prediction model in Tehran landfill. Journal of Environmental Management, 254: 109809. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109809.

31. Thyberg KL, Tonjes DJ. 2017. The environmental impacts of alternative food waste treatment technologies in the US. Journal of Cleaner Production, 158: 101-108. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.169.
32. Vosoogh A, Baghvand A, Karbassi A, Nasrabadi T. 2017. Landfill site selection using pollution potential zoning of aquifers by modified DRASTIC method: Case study in Northeast Iran. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering, 41: 229-239. https://doi.org/10.1007/s40996-017-0054-3.
33. Yildirim V, MEMİŞOĞLU T, Bediroglu Ş, Colak H. 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). http://dx.doi.org/10.3846/16486897.2017.1364646.
34. Yousefi H, Javadzadeh Z, Noorollahi Y, Yousefi-Sahzabi A. 2018. Landfill Site selection using a multi-criteria decision-making method: a case study of the Salafcheghan special economic zone, Iran. Sustainability, 10(4): 1107. https://doi.org/10.3390/su10041107.

RS & GIS for Natural Resources
(Vol. 14/ Issue 1) Spring 2023
Indexed by ISC, SID, Magiran, Noormags, Civilica, Google Scholar
journal homepage : www.girs.iaubushehr.ac.ir

Original paper

Application of multi-criteria decision-making methods in land use evaluation to determine municipal waste landfills location

Khadijeh Safari, Seyed Ali Jozi, Sahar Rezaian

Received: 14 September 2021 / Received in revised form 27 October 2021 / Accepted: 3 November 2021
Available online 3 November 2021 / Available print 21 March 2023

Abstract

Background and Objective Recently, the use of GIS in urban planning has been developed with the rapid expansion of cities and the dramatic increase in the amount of information that must be processed for urban management. This study investigates the best landfill site for Zahedan city using the performance of decision support tools, Network analysis process (ANP) and Weighted linear combination (WLC) for weighting criteria, and map standardization methods based on Boolean and Fuzzy logic in the form of multi-criteria decision-making. Indeed, based on the variables' impacts in locating the waste landfill in Zahedan city, using multi-criteria decision-making methods (MCDM) to weigh and prioritize and evaluate the effective factors are considered to identify the optimal location regarding the ecological potential of the region. The proposed model indicates the priorities of creating different types of decision-making during the evaluation analysis of the development capabilities of the study area.

Materials and Methods Developing a multi-criteria evaluation method in a GIS environment to determine and estimate the capability of desirable landfills in Zahedan city is considered. Thus, by preparing a questionnaire by the Delphi method, 18 sub-criteria in two groups of criteria: 1. ecological criteria (Slope, altitude, soil, erosion, fault, precipitation, wind, direction, surface water, groundwater, vegetation, land use, and geology); 2. Socio-economic criteria (Distance from city, village, mine, airport, and road) is determined, and regarding expert's perceptions and using Network Analysis Process (ANP) in super decision software, weights of each criterion were calculated; and in the next step, the layers of criteria were evaluated in a database based on ArcGIS and stored as benchmark maps; and finally using the WLC method were considered to combine all layers to extract the map of a suitable landfill site in Zahedan city.

Kh. Safari [1], S. A. Jozi(✉)[2], S. Rezaian [3]

1. PhD. Student, Department of Environmental Engineering, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Professor, Department of Environmental Engineering, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Shahroud Branch, Islamic Azad University, Shahroud, Iran

e-mail: a_jozi@iau-tnb.ac.ir

https://doi.org/10.30495/GIRS.2023.686158
https://dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1402.14.1.1.6

Results and Discussion By fuzzifying 18 layers (criteria) with fuzzy logic and also applying constraints with Boolean logic, 18-layer maps are prepared and by merging layers with one of the common methods of weight linear composition in Multi-criteria decision, the final landfill location map has been explored. In terms of the spatial distribution of suitable landfills in Zahedan city, according to 5 categories of classification, it was found that the highest level of the region is categorized as the low capable class (99.76%) and suitable areas for landfilling in total is around 0.231, also no part of the Zahedan city has a very high or high capability for using as the landfill location, while around the city of Nusratabad, areas with very high and high capability are observed. It was also found that mainly lands with both low and medium capability, are located in the suburban areas of Zahedan and Nusratabad, with 22 units for the city of Zahedan and 35 units for the city of Nusratabad.

Conclusion Reviewing the research literature shows the strengths of using a multi-criteria decision-making method to locate landfills, enabling the use of a robust set of interactive tools to regulate compensability between criteria, which allows a quick assessment of the relationship between the criteria. Other strengths of this method include the ability to integrate homogeneous data sets such as qualitative and quantitative criteria using specialized knowledge, the flexibility to select specific criteria for different study areas or various issues, to implement one or more decision-making groups, the flexibility to change the level of criterion importance and different choices for acceptable levels of decision-making risks. By comparing the final outputs related to other areas, it can be concluded that the final results are close and the method is suitable for landfill locations everywhere. Therefore, it is suggested that for other areas, the evaluation of land capability should be examined with the proposed method in this research. However, since the location of landfills by different criteria and the influence of public opinion depends on scientific analysis, we assume that this method has significant potential to support the decision-making complexities of real-world applications.

Keywords: Ecological capability evaluation, Landfill, Municipal waste, Multi-criteria decision making methods, Zahedan

Please cite this article as: Please cite this article as: Safari Kh, Jozi S. A, Rezaian S. 2023. Application of multi-criteria decision-making methods in land use evaluation to determine municipal waste landfills location. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 14(1): 1-23. https://doi.org/10.30495/GIRS.2023.686158