

مقایسه فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره و تکنیک تاپسیس در مکان‌یابی محل دفن پسماند جامد شهرستان سنقر

مریم احمدی^۱، سهیل سبحان اردکانی^{۲*}

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه محیط‌زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران
^۲ استاد علوم محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۴

چکیده

زمینه و هدف: انتخاب محل مناسب دفن یک مساله مهم و ضروری در مدیریت زباله و به‌خصوص در مناطق در حال توسعه است. با توجه به این‌که دفن در لندفیل یک راه حل رایج برای دفع نهایی زباله‌های شهری در ایران است، لذا، این پژوهش با هدف مقایسه فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره (AHP) و تکنیک تاپسیس (Topsis) برای مکان‌یابی مناسب‌ترین محل دفن پسماند جامد در شهرستان سنقر انجام یافت.

مواد و روش‌ها: مکان‌یابی محل مناسب دفن زباله با استفاده از نسخه ۱۰٫۲ نرم‌افزار ArcGIS انجام یافت. بدین منظور لایه‌های اطلاعاتی شیب، زمین‌شناسی، هیدرولوژی، گسل، آبراهه‌ها، فاصله از راه‌های مواصلاتی (جاده‌ها و راه آهن)، مناطق حفاظت‌شده، مناطق جمعیتی، منابع آب زیرزمینی و مراکز شهری و کاربری اراضی مورد استفاده قرار گرفت و وزن‌دهی به هر کدام از معیارها و زیرمعیارها توسط فرآیند AHP و تلفیق نقشه‌های حاصل از GIS و تکنیک TOPSIS انجام یافت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که ۴/۲٪ و ۳۳٪ از وسعت منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب از ویژگی‌های بسیار مناسب (مناطق ۴، ۵ و ۶) و مناسب (منطقه ۱ و تا حدودی مناطق ۲ و ۳) برای دفن زباله‌های شهری برخوردار بوده است. از طرفی، ۱۷/۸٪ و ۴۵٪ وسعت منطقه مورد مطالعه نیز به‌ترتیب برای دفن زباله‌های شهری نامناسب (قابلیت بسیار ضعیف) و غیر قابل کاربرد بودند.

نتیجه‌گیری: با توجه به ویژگی‌های فرآیند AHP از جمله سهولت نسبی بررسی معیارهای چندگانه، سهولت درک و بررسی موثر معیارهای کمی و کیفی در مکان‌یابی محل دفن، می‌توان از این فرآیند به‌عنوان روشی کارآمد برای اولویت‌بندی انتخاب محل‌های جایگزین دفن زباله استفاده کرد.

کلید واژه: مکان‌یابی، پسماند جامد شهری، سیستم اطلاعات جغرافیایی، تحلیل سلسله مراتبی، تاپسیس

مقدمه

با توجه به توسعه بی‌رویه شهرها، فقدان الگوی صحیح مصرف و به تبع آن رشد روزافزون تولید انواع پسماند و همچنین مشکلات و نارسایی‌های سیستم مدیریت پسماند، در حال حاضر، دفن بهداشتی منطقی‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش برای دفع پسماندهای شهری محسوب می‌شود.^۱ دفن بهداشتی پسماندهای شهری مانند هر پروژه مهندسی دیگر به مطالعات پایه و برنامه‌ریزی دقیق نیازمند است.^۲ در فرآیند انتخاب مدفن بهداشتی پسماند، تعدد پارامترها و ارتباطات پیچیده بین آن‌ها کارشناسان را به سمت استفاده از سیستمی سوق می‌دهد که بتواند پارامترهای مختلف، میزان تأثیر هر یک و روابط آن‌ها را در کنار دقت قابل قبول و سرعت کافی تحلیل کند. از جمله رویکردهایی که در این زمینه مورد استقبال زیاد قرار گرفته، استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری در سامانه اطلاعات جغرافیایی است.^۳ انتخاب محل دفن پسماندها یکی از مراحل مهم در مدیریت پسماندهای جامد شهری است که با توجه به اثرات مخرب محیط‌زیستی، اقتصادی و بوم‌شناختی دفن‌گاه، باید با دقت و طی یک فرآیند عملی انجام شود.^۱

از جمله معیارها و ضوابط مکان‌یابی دفن بهداشتی پسماندها می‌توان به خصوصیات زمین‌شناسی، راه‌های دسترسی، شیب، گسل‌ها، کاربری اراضی، فاصله از مراکز شهری و روستایی، خاک منطقه، هیدروگرافی و آب‌های زیرزمینی اشاره کرد.^۴

برای ارزیابی و تحلیل اطلاعات در نرم‌افزار GIS روش‌ها و مدل‌های مختلفی به کار گرفته می‌شوند که از جمله آن‌ها می‌توان به روش وزن‌دهی افزایشی ساده، روش رتبه‌ای، روش نسبی، مدل بولین، مدل هم‌پوشانی عامل‌ها و مدل منطق فازی اشاره کرد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (Analytical Hierarchy Process: AHP) یکی از گسترده‌ترین ابزارهای تصمیم‌گیری چند معیاره است. AHP به محقق امکان می‌دهد تا شاخص‌ها را به صورت زوجی با یکدیگر مقایسه کرده و

امتیاز آن‌ها را نسبت به یک شاخص سنجیده تا در نهایت یک امتیاز مجموع حاصل شود.^۵ هم‌چنین، الگوریتم تاپسیس (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution: TOPSIS) یک روش تصمیم‌گیری چند شاخصه MADM جبرانی بسیار قوی برای اولویت‌بندی گزینه‌ها از طریق شبیه نمودن به جواب ایده‌آل است.^۶

با توجه به حجم زیاد داده‌ها و نیاز به پردازش اطلاعات در فرآیند مکان‌یابی محل دفن و از طرفی لزوم اولویت‌بندی گزینه‌های دفن پیشنهادی، می‌توان از GIS و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی AHP و روش وزن‌دهی افزودنی ساده، استفاده کرد. در این خصوص، سنر و همکاران (۲۰۰۶) استفاده هم‌زمان از قابلیت سامانه اطلاعات جغرافیایی، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و منطق فازی را پیشنهاد کردند.^۸ هم‌چنین، برخی محققان استفاده هم‌زمان از قابلیت سامانه اطلاعات جغرافیایی، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و منطق فازی و استفاده از روش تاپسیس فازی و AHP را برای انتخاب گزینه بهینه دفن مورد بررسی و تأیید قرار دادند.^{۹،۱۰} ناس و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی که با هدف انتخاب محل دفن زباله در اندونزی با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS و روش چند معیاره AHP انجام یافت، هفت محل مناسب را شناسایی و معرفی کردند.^{۱۱} از جمله پژوهش‌های انجام یافته در ایران که در آن از GIS و روش AHP برای پردازش داده‌ها و غربال مناطق دارای توان و اولویت‌بندی مکان‌های دفن استفاده شده است، می‌توان به مکان‌یابی محل دفن زباله شهر نجف‌آباد^{۱۲}، مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهر رامهرمز با در نظر گرفتن پارامترهای شیب، زمین‌شناسی، منابع آب سطحی، فاصله از شهر و فاصله از جاده^{۱۳}، مکان‌یابی محل دفن پسماند شهرستان بوکان^{۱۴}، شیراز^{۱۵}، مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری شهرستان گرگان^{۱۶} و مکان‌یابی محل دفن پسماند ساختمانی شهر قزوین^{۱۷}، اشاره کرد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان سنقر با مساحت تقریبی ۲۲۴۰ کیلومترمربع یکی از شهرستان‌های استان کرمانشاه در غرب ایران است. این شهرستان بین ۴۷ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی واقع شده است^{۱۷}. نقشه موقعیت استقرار منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ آورده شده است.

سنقر شهری با جمعیت تقریبی ۴۵۰۰۰ نفر و تولید روزانه ۲۵۰ تا ۳۰۰ هزار کیلوگرم پسماند است^{۱۵}. با توجه به این‌که تاکنون در زمینه مکان‌یابی محل دفن زباله این شهر با استفاده از فرآیند AHP پژوهشی انجام نیافته است، این مطالعه با هدف شناسایی و انتخاب مکان مناسب دفن زباله شهر سنقر با استفاده از فرآیند AHP و با رعایت معیارهای محیط‌زیستی، اقتصادی و مهندسی انجام یافت.



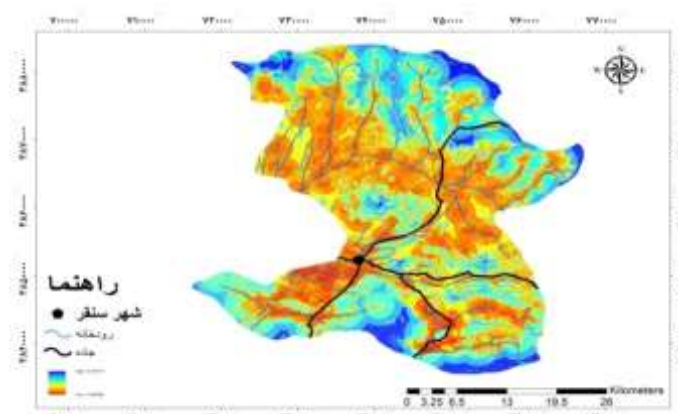
شکل ۱. نقشه منطقه مورد مطالعه

به‌کارگیری توابع پرس‌وجو در نسخه ۱۰٫۲ نرم‌افزار ArcGIS، اولویت‌بندی گزینه‌ها با استفاده از فرآیند AHP و تکنیک TOPSIS انجام یافت و نتایج با یکدیگر مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفتند. بدین‌صورت که پس از مقایسه تک‌تک معیارهای مورد بررسی با هم و اختصاص اهمیت نسبی هر جفت با توجه به امتیازبندی مندرج در جدول ۱، داده‌ها در یک ماتریس وارد شده و نسبت توافق (CR) محاسبه شد. سپس، با قبول نسبت توافق کوچک‌تر از ۰/۱۰، وزن‌های محاسبه‌شده استخراج شدند و نسبت توافق بزرگ‌تر از ۰/۱۰ نیز با اعمال تغییراتی در ماتریس مقایسه دوتایی برای حد قابل قبول تنظیم شد^{۱۱}.

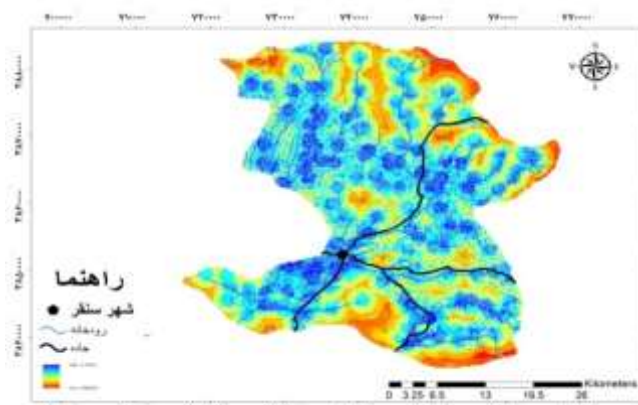
روش اجرای پژوهش

در این پژوهش، ابتدا معیارهای مؤثر در انتخاب محل دفن شامل شیب، زمین‌شناسی، گسل، آبراهه‌ها، خطوط ارتباطی، مناطق حفاظت‌شده، کاربری اراضی، مناطق جمعیتی، منابع آب زیرزمینی و لایه شهر سنقر با در نظر گرفتن استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران، وزارت کشور و استانداردهای جهانی در محدوده مورد مطالعه انتخاب و لایه‌های اطلاعاتی آن‌ها تهیه شدند^{۱۸،۴}.

برای ادغام کردن نقشه‌ها، لایه‌های مؤثر در مکان‌یابی با استفاده از قواعد تصمیم‌گیری هم مقیاس شدند. در ادامه پس از روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی (نقشه‌های رقومی) و



شکل ۲. نقشه نهایی ایده‌آل مثبت کلی مکان‌یابی محل دفن زباله شهرستان سنقر با تکنیک تاپسیس



شکل ۳. نقشه نهایی ایده‌آل منفی کلی مکان‌یابی محل دفن زباله شهرستان سنقر با تکنیک تاپسیس

جدول ۱. وزن‌های درجه‌ای معیارهای ارزیابی مورد استفاده در مکان‌یابی محل دفن

تقدم گروهی	درصد اهمیت	پارامتر مورد ارزیابی	درصد اهمیت
ژئومورفولوژی	۳۴	شیب	۱۲
		فرسایش	۱۰
		توپوگرافی	۷
		طبقات ارتفاعی	۵
زمین‌شناسی	۲۵	خاک‌شناسی	۶
		گسل	۱۰
		سنگ‌شناسی	۹
هیدرولوژی و ژئوهیدرولوژی	۱۳	عمق منابع آب زیرزمینی	۴
		فاصله از منابع آب سطحی	۵
		فاصله از چاه‌ها	۴
محیط‌زیستی	۶	فاصله از مناطق حفاظت‌شده	۶
کاربری اراضی	۱۲	فاصله از مراکز جمعیتی	۷
		فاصله از فرودگاه	۵
قابلیت دسترسی به محل	۱۰	فاصله از شهر	۵
		فاصله از جاده	۵
		فاصله از خطوط انتقال نیرو	۵

مجله مهندسی بهداشت محیط، سال نهم، شماره ۴، تابستان ۱۴۰۱

استفاده برای کاربری دفن پسماند برخوردار نیستند^{۱۹}، در تهیه نقشه‌های محدودیت تکنیک تاپسیس اعمال نشدند.

در این تحقیق، مناطق ممنوع شامل مناطقی که امتیاز صفر کسب کرده‌اند و همچنین مناطق حفاظت‌شده نیز مطابق موارد مندرج در جدول ۲ با توجه به این‌که به هیچ‌وجه از قابلیت

جدول ۲. عوامل محدودیت در نظر گرفته شده

عامل	معیار برای تهیه نقشه محدودیت
ارتفاع	بیش‌تر از ۲۰۰۰ متر
جاده	حریم ۱۰۰۰ متر
مناطق حفاظت‌شده	حریم ۲۰۰۰ متری
محدوده شهر	حریم ۵۰۰۰ متری
شیب	بیش‌تر از ۱۵٪

است. بر این اساس، مناطق بسیار مناسب با ۴/۲٪ از وسعت منطقه مورد مطالعه (پیکسل‌های تقریباً سبز رنگ) باید در اولویت اول استقرار محل دفن زباله‌های شهری قرار گیرند و در طرح‌ها و پروژه‌های احتمالی احداث محل دفن زباله شهرستان سنقر مدنظر قرار گیرند. مناطق آبی رنگ با ۳۳٪ از وسعت منطقه مورد مطالعه باید در اولویت دوم قرار گیرند و مناطق زرد رنگ با ۱۷/۸٪ از وسعت منطقه مورد مطالعه هم مکان‌های نامناسب برای احداث محل دفن زباله هستند و نباید برای استقرار محل دفن زباله در نظر گرفته شوند. همچنین، مناطق قرمز رنگ هم که ۴۵٪ از وسعت منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شوند، برای دفن پسماند شهری غیر قابل کاربرد هستند.

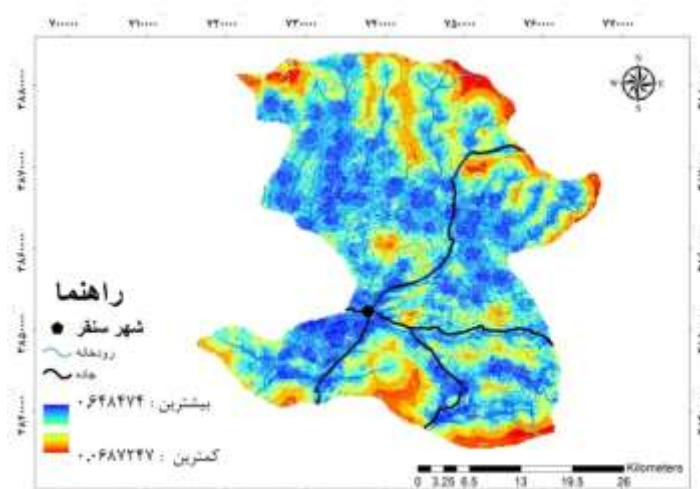
نقشه نهایی مناطق بسیار مناسب برای احداث محل دفن پسماند جامد شهری سنقر حاصل از تلفیق نقشه‌های نهایی مناطق بسیار مناسب و حذف مناطق مستعد کاربری دفن با مساحت کوچک‌تر از یک کیلومتر مربع در شکل ۶ آورده شده است.

از طرفی، با توجه به این‌که وزن‌دهی به معیارها یکی از مراحل مهم و اساسی در به‌کارگیری تکنیک MADM مکانی است، پس از استانداردسازی و آماده‌کردن نقشه‌ها، به‌منظور دستیابی به وزن و اهمیت هر کدام از لایه‌ها برای مکان‌های مناسب دفن زباله، مراحل مربوط به وزن‌دهی لایه‌های مورد ارزیابی توسط فرآیند AHP انجام یافت.

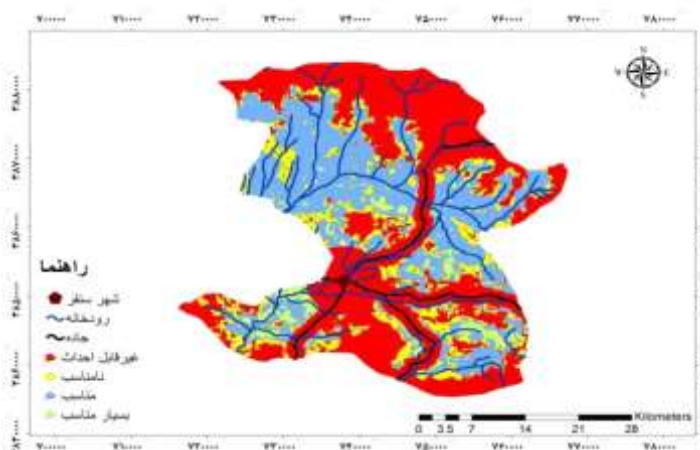
یافته‌ها

نتایج مکان‌یابی محل مناسب دفن پسماند شهرستان سنقر نشان داد که لایه کاربری اراضی از بیش‌ترین وزن (۱۹/۲٪) و پارامترهای ژئومورفولوژی، بارندگی و ارتفاع از کم‌ترین وزن (۲۴٪) برخوردار بودند.

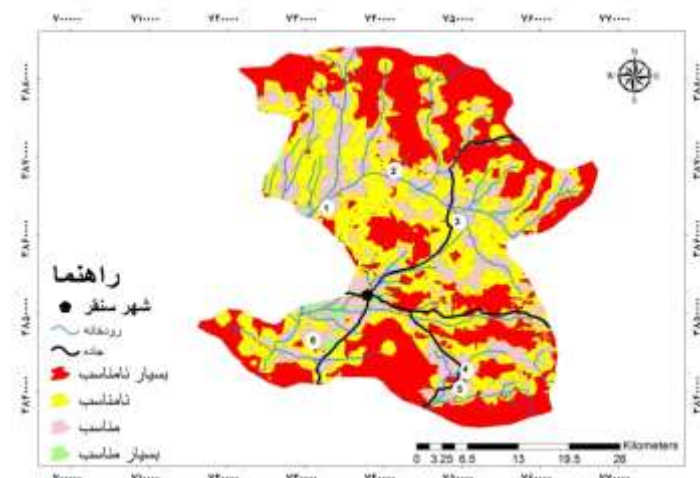
نقشه نهایی مکان‌یابی محل دفن زباله شهرستان سنقر در تکنیک تاپسیس حاصل از روی هم‌گذاری نقشه نهایی ایده‌آل مثبت کلی و نقشه نهایی ایده‌آل منفی کلی در شکل ۴ نشان داده شده است. در این نقشه، مناطق قرمز رنگ و آبی رنگ به‌ترتیب از کم‌ترین ارزش و بیش‌ترین ارزش برای استقرار محل دفن زباله برخوردار هستند. اولویت‌بندی مناطق برای احداث محل دفن زباله شهرستان سنقر در شکل ۵ آورده شده



شکل ۴. نقشه نهایی مکان‌یابی محل دفن زباله شهرستان سنقر با مدل تاپسیس



شکل ۵. نقشه نهایی اولویت‌بندی محل دفن زباله شهرستان سنقر با مدل تاپسیس



شکل ۶. نقشه مناطق بسیار مناسب برای دفن پسماند در شهرستان سنقر

گزینه‌های نهایی برای احداث محل دفن بهداشتی پسماند جامد شهری در شهرستان سنقر در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳. ویژگی گزینه‌های نهایی برای استقرار محل دفن پسماند شهرستان سنقر

معیار	پارامترهای ارزیابی	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۳	گزینه ۴	گزینه ۵	گزینه ۶
ژئومورفولوژی	شیب (درصد)	۶	۳	۳	۶	۲	۶
	طبقات ارتفاعی (متر)	۱۵۵۰-۱۵۰۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۰-۱۵۰۰
زمین‌شناسی	سنگ بستر	دگرگون	آذرین	رسوبی	دگرگون	رسوبی	رسوبی
	فاصله از منابع آب سطحی (متر)	۸۰۰	۱۵۰	۹۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰
هیدرولوژی و ژئوهیدرولوژی	فاصله از منابع آب زیرزمینی (متر)	۳۵	۱۰	۲۵	۷	۲۴	۱۰
	بارش (میلی‌متر در سال)	۴۰۰ تا ۳۵۰	۴۰۰ تا ۳۰۰	۴۰۰ تا ۳۵۰	۴۰۰ تا ۳۰۰	۴۰۰ تا ۳۰۰	۴۰۰ تا ۳۰۰
آب و هوا	باد (کیلومتر در ساعت)	۵ تا ۳	۵ تا ۳	۷ تا ۵	۷ تا ۵	۵ تا ۳	۵ تا ۳
	فاصله از مناطق حفاظت‌شده (متر)	۱۰۰۰۰-۲۰۰۰۰	۱۰۰۰۰-۲۰۰۰۰	۱۰۰۰۰-۲۰۰۰۰	بیش‌تر از ۲۰۰۰۰	بیش‌تر از ۲۰۰۰۰	بیش‌تر از ۲۰۰۰۰
کابری اراضی	پوشش گیاهی	زراعی دیم	زراعی دیم	زراعی دیم	مراتع ضعیف	مراتع ضعیف	مراتع ضعیف
	بهداشت عمومی و سلامتی	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب
قابلیت دسترسی به محل	خطوط ارتباطی (متر)	۲۰۰ تا ۱۰۰	۳۰۰ تا ۲۰۰	۲۰۰ تا ۱۰۰	۸۰۰ تا ۴۰۰	۳۵۰ تا ۲۰۰	۲۰۰ تا ۱۰۰
	عوامل اقتصادی	خوب	متوسط	متوسط	متوسط	خوب	خوب
مقبولیت مردمی	عالی	بد	خوب	خوب	خوب	خوب	متوسط
	طول جغرافیایی	۳۴۵۱۲۹۰	۳۴۵۲۵۱۷۹	۳۴۴۷۴۶۲۸	۳۴۴۲۴۳۷۶	۳۴۴۱۳۵۲۳	۳۴۴۵۵۱۲۰
عرض جغرافیایی	۴۷۳۵۲۵۵	۴۷۴۰۱۴۱۶	۴۷۴۴۵۷۱۸	۴۷۴۸۸۳۷۲	۴۷۴۲۱۰۲۵	۴۷۳۱۱۰۲۸	

بحث

محل دفن فعلی شهر سنقر در چهار کیلومتری این شهر قرار دارد و متأسفانه پسماند به‌صورت تلنبار و غیربهداشتی در آن‌جا دفن می‌شود. از جمله مهم‌ترین مشکلات این محل می‌توان به عدم وجود حصارکشی در اطراف محل دفن و به‌تبع آن امکان چرای احشام در مجاورت این مکان، ایجاد بوی نامطبوع، پراکندگی کیسه‌های پلاستیکی و اشیای سبک به اطراف، ریخت‌وپاش و تلمبار پسماند در کنار جاده منتهی به محل دفن، امکان آتش‌سوزی در محل دفن و به اتمام رسیدن طول عمر جایگاه برای دفن اشاره کرد. از این‌رو، استفاده از

روش‌ها و تکنیک‌های کارآمد برای مکان‌بایی مناسب‌ترین محل دفن پسماند جامد شهری در سنقر ضروری به‌نظر می‌رسید که در این پژوهش به آن پرداخته شد. فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی برای ساده‌کردن و سرعت بخشیدن به فرآیند تصمیم‌گیری در صدد پردازش وضعیت‌های پیچیده و فاقد ساختار، به اجزای تشکیل‌دهنده آن است، به‌طریقی که با مرتب کردن این اجزاء در قالب سلسله مراتب و تعیین ارزش عددی و اهمیت نسبی هر یک از متغیرها و تلفیق دیدگاه‌ها، بتوان مشخص کرد که کدام متغیر بیش‌ترین اولویت را در تأثیرگذاری بر پیامدهای وضعیت داراست ۲۱،۲۰.

هم‌چنین، در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، اولویت‌بندی گزینه‌ها بر مبنای گزینه‌ها بر مبنای وزن معیارها و مقایسه زوجی بین گزینه‌های هر معیار (مانند عمق، نفوذپذیری خاک و ...) انجام می‌شود و به امتیاز گزینه‌ها (در هر پارامتر بدون اعمال مقایسه جفتی با سایر گزینه‌ها) محدود نمی‌شود و در نهایت با تلفیق وزن‌های عناصر سطوح پایین با عناصر سطوح بالا در سلسله‌مراتب، وزن شاخص و گزینه‌ها به‌دست می‌آید و گزینه‌ای که بیش‌ترین وزن را دارد بالاترین اولویت را به‌دست خواهد آورد. در حالی که در تکنیک تاپسیس، مقایسه‌ای بین گزینه‌ها صورت نمی‌گیرد و وزن گزینه‌ها بدون مقایسه با سایر گزینه‌ها محاسبه می‌شود، از طرفی وزن معیارها به‌صورت متمایز و بدون انجام مقایسه زوجی با سایر معیارها محاسبه می‌شود^{۲۲،۲۱،۲}.

در مطالعات مشابه، برای مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد، وانگ و همکاران (۲۰۰۹) نسبت به مکان‌یابی محل دفن مواد زائد جامد در شهر پکن با استفاده از GIS و فرآیند AHP اقدام کرده و نتیجه گرفتند که از فرآیند AHP می‌توان به‌عنوان یک پشتیبان ضروری برای تصمیم‌گیری در مدیریت زباله بهره‌جست^{۲۳}. در پژوهشی به‌منظور مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله در حوضه آبریز Isparta در کشور ترکیه از نرم‌افزار GIS و فرآیند AHP استفاده و مشخص شد که ۹۶/۳٪ وسعت حوضه برای دفن بهداشتی نامناسب، ۲/۶٪ به نسبت مناسب و ۱/۱٪ مناسب بودند^{۲۴}. در مطالعه دیگری نیز در حوضه آبریز Beysehir در کشور ترکیه از ترکیب نرم‌افزار GIS برای تهیه نقشه‌ها و فرآیند AHP برای بررسی معیارها استفاده و مناطق در چهار دسته، مناسب، متوسط، کم و بسیار نامناسب الویت‌بندی شدند^{۲۵}.

نتایج تحقیق مشابهی که به‌منظور مقایسه فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و تکنیک تاپسیس در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهر کرج انجام یافت، نشان داد با توجه به این‌که در فرآیند AHP، وزن‌دهی به مقایسات زوجی گزینه‌ها نسبت

به هدف صورت می‌گیرد، و هم‌چنین گزینه‌ها نسبت به تک‌تک معیارها مورد مقایسه زوجی ارزیابی و امتیازدهی قرار می‌گیرند، نتایج نهایی از دقت بالاتری برخوردار بوده و در نتیجه این روش از کارایی مناسبی برای مکان‌یابی برخوردار است. از طرفی، پیشنهاد شد که تکنیک تاپسیس در هنگامی که تعداد شاخص‌ها و اطلاعات در دسترس محدود است، مورد استفاده قرار گیرد^{۲۶}. علاوه بر این، در پژوهشی که با هدف مکان‌یابی دفن پسماند جامد شهری کرج با ترکیب روش‌های ماتریس وزن‌دهی خطی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی انجام یافت، نتایج نشان داد که ۶٪ از وسعت منطقه مورد مطالعه از شرایط مطلوب برای احداث محل دفن پسماند شهری برخوردار بوده است. هم‌چنین، این پژوهش کاربرد روش AHP برای مکان‌یابی محل دفن پسماند را به‌دلیل سهولت نسبی بررسی معیارهای چندگانه، سهولت درک و بررسی موثر هر دو گروه معیارهای کمی و کیفی توصیه کرد^{۲۵}.

با توجه به نتایج حاصل و تحلیل دستاورد مطالعات مشابه پیشین، می‌توان نتیجه گرفت که در فرآیند AHP استفاده از وزن‌های درجه‌ای این قدرت را به تصمیم‌گیر می‌دهد که عوامل مهم‌تری که مکان‌یابی را بیش‌تر تحت تأثیر قرار می‌دهند، مورد پردازش قرار دهد. در نتیجه، مکان‌یابی با استفاده از فرآیند AHP و تکنیک تاپسیس دارای قدرت تشخیص بهتری برای این امر است. از طرفی، نکته حائز اهمیت در هر دو تکنیک مذکور، گزینش صحیح وزن‌ها و استفاده بهینه از لایه‌های اطلاعاتی است، به‌طوری‌که عدم لحاظ کردن وزن‌های مناسب در تصمیم‌گیری، با وجود استفاده از لایه‌های اطلاعاتی متعدد، نتایج نامناسبی را حاصل خواهد کرد^{۲۶}. البته این روش‌ها علی‌رغم سادگی، دارای معایبی نیز هستند که از جمله آن‌ها می‌توان به تعداد زیاد معیارها و مقادیر وزن‌های اختصاص یافته مورد ارزیابی اشاره کرد که به انتخاب چندین منطقه به‌عنوان گزینه مناسب برای کاربری مدنظر منجر می‌شود که احتمالاً همگی از ویژگی‌های لازم برای استقرار آن کاربری برخوردار نیستند^{۲۷}.

نتیجه گیری

در این تحقیق، با توجه به در نظر گرفتن همه عوامل موثر در مکان یابی محل دفن پسماند شهری و وزن دهی به هر کدام از معیارها و زیرمعیارها با فرآیند AHP و هم چنین نقشه های به دست آمده از تلفیق GIS و تکنیک تاپسیس، مشخص شد که به ترتیب ۴/۲٪ (۹۴۰۰ هکتار) و ۳۳٪ (۷۳۹۰۰ هکتار) از گستره منطقه مورد مطالعه از ویژگی های بسیار مناسب (مناطق ۴، ۵ و ۶) و مناسب (منطقه ۱ و تا حدودی مناطق ۲ و ۳) برای دفن زباله های شهری برخوردار بوده است. از طرفی، به ترتیب ۱۷/۸٪ (۳۹۹۰۰ هکتار) و ۴۵٪ (۱۰۰۸۰۰ هکتار) از وسعت منطقه مورد مطالعه نیز برای دفن زباله های شهری

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان است که بدین وسیله

نامناسب (قابلیت بسیار ضعیف) و غیر قابل کاربرد بوده است (شکل های ۴ تا ۶). بدین صورت، قسمت جنوب غربی شهر سنقر از شرایط بهتری برای احداث محل دفن زباله جامد شهری برخوردار است، به طوری که بازدید میدانی از گزینه های ۶ گانه پیشنهادی نیز این موضوع را تایید کرد. بنابراین، با توجه به ویژگی های فرآیند AHP از جمله سهولت نسبی بررسی معیارهای چندگانه، سهولت درک و بررسی موثر معیارهای کمی و کیفی در مکان یابی محل دفن، می توان از این فرآیند به عنوان روشی کارآمد برای اولویت بندی انتخاب محل های جایگزین دفن زباله استفاده کرد.

نویسندگان از حوزه معاونت پژوهش و فن آوری دانشگاه برای فراهم کردن امکانات اجرای مطالعه، سپاسگزاری می کنند.

References

1. Jalilian S, Sobhanardakani S, Cheraghi M, et al. Landfill site suitability analysis for solid waste disposal using SWARA and MULTIMOORA methods, a case study in Kermanshah, West of Iran. Arab J Geosci 2022; 15: 1175.
2. Mahtabi Oghani M, Najafi A, Yunesi H. Comparison of TOPSIS and AHP in site selection of municipal solid wastes landfill (Case study: Karaj landfill site selection). Iran J Health Environ 2013; 6(3): 341-52 (In Persian).
3. Malekzadeh Gh. Technology assessment in selected industrial branches of Khorasan using TOPSIS method. J Knowl Develop 2008; 15(22): 149-67 (In Persian).
4. Kianfard F, Lashkaripour GR, Hafezi Moghadas N. Site selection for municipal solid waste landfills using GIS and AHP (Case Study Ramhormoz). 7th National Geological Conference of Payame Noor University. 2013; 7 p (In Persian).
5. Sharifzadegan MH, Fathi H. Environmental vulnerability strategies policies related to development projects in Alborz environmental areas. Environ Sci 2006; 3(10): 1-20 (In Persian).
6. Izadi M, Abolhasani F, Nastaran M. Application of TOPSIS method in analysis and prioritizing sustainable development of urban zones (case study: urban zones of Isfahan). J Geogr Environ Plan 2010; 21(2): 83-100 (In Persian).
7. AbdolkhaniNezhad T, Monavari SM, Khorasani N, et al. Comparative analytical study of the results of environmental risk assessment of urban landfills approach: bowtie, network analysis techniques (ANP), TOPSIS (case study: Gilan Province). Environ Monit Assess 2022; 194(12): 854.
8. Sener S, Sener E, Nas B, et al. Combining AHP with GIS for landfill site selection: A case study in the Lake Beysehir catchment area (Konya, Turkey). Waste Manage 2010; 30(11): 2037-46.

9. Gemitzi A, Tsihirintzis VA, Voudrias E, et al. Combining geographic information systems, multicriteria evaluation techniques and fuzzy logic in siting MSW landfills. *Environ Geol* 2007; 51: 797-811.
10. Ount S, Soner S. Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment. *Waste Manage* 2008; 28(9): 1552-9.
11. Nas B, Cay T, Iscan F, et al. Selection of MSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation. *Environ Monit Assess* 2010; 160: 491-500.
12. Afzali A, Mirghaffari N, Safianian A. Use of the geographic information system and analytic hierarchy process for municipal solid waste landfill site selection: A case study of Najafabad, Iran. *Iran J Appl Ecol* 2014; 2(6): 27-38 (In Persian).
13. Salary M, Moazed H, Radmanesh, F, et al. Analytical Hierarchy process in of city of Shiraz with emphasis on geomorphic factors. 7th Iranian conference of engineering geology and the Environment. 2011; 11p (In Persian).
14. Mirabadi M, Abdi AH. Landfill locate in Bukan by Boolean logic and Analytical Hierarchy Process (AHP). *J Environ Sci Technol* 2017; 19(1): 149-68 (In Persian).
15. Emadodin S, Farzaneh F, Arekhi S, et al. Landfill site selection for municipal waste materials using Analytic Hierarchy Process and Artificial Neural Networks (Case study: Gorgan City). *J Geogr Environ Hazard* 2020; 9(2): 187-205 (In Persian).
16. Khademi Shiraz M, Ravanshadrnia M, Khoshand A, et al. Site selection of construction waste landfill based on combination of fuzzy AHP and geospatial information system (GIS) (Case study: Qazvin, Iran). *Amirkabir J Civil Eng* 2021; 53(7): 2909-20 (In Persian).
17. Malekei A, Gorbanpoor A. Regiona-lization of landslide hazard of Charmaleh Basin, Songor division, Kermanshah Province. *Geogr Develop* 2008; 6(12): 181-98 (In Persian).
18. Wang Y, Li J, An D, et al. Site selection for municipal solid waste landfill considering environmental health risks. *Res Conservat Recycl* 2018; 138, 40-6.
19. Shahabi H, Alaei M, Hosseini SM. et al. Evaluation of Analytic Hierarchy Process and Weighted Linear Combination method in municipal solid waste landfill site selection with emphasis on geomorphic factors (Case study: Sazez City). *J Environ-based Territ Plan* 2010; 10: 115-35 (In Persian).
20. Zebardast E. Application of "Analytic Hierarchy Process" in urban and regional planning. *Honar-ha-ye-Ziba* 2001; 10: 13-21 (In Persian).
21. Sharifi Teshnizi E, Golian M, Sadeghi S, et al. Application of analytical hierarchy process (AHP). in landslide susceptibility mapping for Qazvin province, N Iran. *Comput Earth Environ Sci* 2022; 55-95.
22. Amiri M, Pourghasemi HR, Arabameri AR, et al. Prioritization of flood inundation of Maharloo Watershed in Iran using morphometric parameters analysis and TOPSIS MCDM model. *Spat Model GIS & R Earth Environ Sci* 2019; 371-90.
23. Wang G, Qin L, Li G, et al. Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China. *J Environ Manage* 2009; 90(8): 2414-21.
24. Shrivastava U, Nathawat MS. Selection of potential waste disposal sites around Ranchi urban complex using remote sensing and GIS techniques, urban planning, *Map India Conference*, 2003; 12 p.
25. Moeinaddini, M., Khorasani, N., Daneshkar, A., Darvishsefat, A.A., Zienalyan, M. 2010. Siting MSW landfill using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study: Karaj), *Waste Management*, 30: 912-920.
26. Danesh Shakib M, Fazli S. Ranking of cement firms in Tehran Stock Exchange by using compound approach (AHP - TOPSIS). *J Busin Manage* 2009; 8(3): 109-29 (In Persian).

Comparison of AHP and TOPSIS methods in municipal solid waste landfill site selection of Songhor County

Maryam Ahmadi¹, Soheil Sobhanardakani^{2*}

¹ M.Sc. in Environmental Science, Department of the Environment, College of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.

² Ph.D. in Environmental Science, Professor in Environmental Science, Department of the Environment, College of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.

Email: s_sobhan@iauh.ac.ir

Received: 9 December 2022 , Accepted: 14 January 2023

ABSTRACT

Background and Objective: Site selection is an important and necessary issue in waste management especially in fast-growing regions. Due to the landfill is a common solution for the final disposal of municipal solid waste in Iran, this study was carried out for MSW landfill site selection of Songhor Township by combining the geographic information systems (GIS), the analytical hierarchy process (AHP) and Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS).

Materials and Methods: In the current research, ArcGIS 10.2 software and its extensions were used as the GIS tool since there is able to perform suitability analysis using multi-criteria evaluation. Also, to identify appropriate landfill areas in the Songhor Township, eleven criteria including slope, geology, hydrology, fault, drainages, distance from transportation routes and rails, distance from protected areas, land use, population areas, distance from groundwater resources and distance from urban areas were evaluated. Then a final map was generated which identified the suitability regions for MSW landfill sites establishment.

Results: Based on the results obtained, 4.2% of the study area was most suitable, 33% was suitable, 17.8% was poorly suitable, and 45% was unsuitable for sanitary disposal of solid wastes of Songhor Township.

Conclusion: Since the AHP has relative ease of handling multiple criteria, and on the other hand, has potential to easy understand and effective handling of both qualitative and quantitative parameters, therefore, use of AHP is suggested as an efficient method to prioritization of suitable areas for landfill site selection. In other words, the AHP is a powerful tool for solving complicated problems that may have interactions and correlations among multiple objectives.

Keywords: Site selection, Municipal solid waste, GIS, AHP, TOPSIS