

استفاده از ابزارهای پشتیبان تصمیم‌گیری در مدیریت و برنامه‌ریزی پسماند شهری

(مطالعه موردی: مکان‌یابی محل دفن استان البرز)

مرضیه مهتابی اوغانی^۱

اکبر نجفی^۲

a.najafi@modares.ac.ir

حبیب‌اله یونسی^۳

مظاهر معین‌الدینی^۴

چکیده

تولید زباله نتیجه طبیعی زندگی جوامع بشری بوده و خطرات زیست‌محیطی ناشی از سوء مدیریت مواد زاید جامد، یکی از مشکلات اساسی است. رشد نمایی جمعیت شهرنشین کشورهای در حال توسعه در دهه‌های گذشته و سرعت گرفتن پدیده شهرنشینی، ضرورت توسعه پایدار محیط‌زیست و مدیریت کارآمد زایدات را به وجود آورده است. هدف مطالعه جاری، اعمال انواع عملیات تحلیل‌های مکانی، با بهره‌گیری از فناوری سامانه اطلاعات جغرافیایی و اولویت‌بندی مکان‌های دفن پیشنهادی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است. به همین منظور، ابتدا لایه‌های اطلاعاتی مؤثر در مکان‌یابی دفن محدوده مورد مطالعه (لایه کاربری اراضی، رودخانه‌ها، تالاب‌ها، جاده‌ها، مناطق حفاظتی، خاک‌شناسی، آب‌های زیرزمینی، مرفولوژی، زمین‌شناسی و ...) شناسایی و با مراجعه به سازمان‌ها و مراکز اطلاعاتی تهیه شد. سپس این لایه‌های اطلاعاتی (نقشه‌های رقومی) وارد محیط نرم‌افزار Arc GIS 9.2 شد. در مرحله بعد با توجه به محدودیت‌ها، گزینه‌های مناسب دفن زباله با استفاده از GIS شناسایی شدند و به عنوان داده‌های ورودی برای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به کار رفتند. نتایج این بررسی مبین این واقعیت است که ۴ منطقه واقع در جنوب شهر کرج استعداد بالقوه دفن زباله را دارند. همچنین با کمک AHP امکان اولویت‌بندی گزینه‌ها و تعیین وزن معیارهای مؤثر در تصمیم‌گیری وجود دارد. نتایج این مطالعه نشان داد معیار عمق آب زیرزمینی و شیب زمین در پژوهش حاضر از اهمیت بیشتری نسبت به سایر معیارها برخوردارند و گزینه ۳ دارای بیشترین شایستگی برای انتخاب محل دفن بهداشتی پسماند می‌باشد.

کلمات کلیدی: تصمیم‌گیری چندمعیاره، مدیریت داده‌های مکانی، توسعه پایدار، مکان‌یابی دفن، مدیریت پسماند.

۱- کارشناس ارشد محیط‌زیست- دانشگاه تربیت مدرس، مازندران- نور.

۲- استادیار گروه جنگلداری- دانشگاه تربیت مدرس- مازندران- نور* (مسئول مکاتبات).

۳- دانشیار گروه محیط‌زیست- دانشگاه تربیت مدرس- مازندران- نور.

۴- دانشجوی دکتری محیط زیست- دانشگاه تربیت مدرس- مازندران- نور.

مقدمه

در قرن حاضر، افزایش روزافزون جمعیت و رشد شهرنشینی موجب افزایش تولید مواد زاید جامد شهری شده است. پسماندها باعث ایجاد بو، زشتی چهره طبیعت، به خطر انداختن سلامت شهروندان و آلودگی محیط زیست (آب، خاک و هوا) می گردند (۱). تلنبار زباله به علت صدمه زدن به محیط زیست، بهداشت عمومی و زیبایی، روش قابل قبولی نمی باشد. از میان روش های مدیریت پسماند شهری (کمپوست، بازیافت، سوزاندن، دفن بهداشتی) روش دفن بهداشتی دارای اهمیت ویژه ای به لحاظ پارامترهای فنی، زیست محیطی و اقتصادی است. دفن هنوز معمول ترین روش برای دفع مواد زاید جامد می باشد (۲). انتخاب صحیح مکان دفن، چنانچه در هماهنگی با ساخت کالبدی زمین و محیط طبیعی صورت پذیرد موجب حفظ و ارتقاء کیفی آن شده و از بروز خسارات به محیط زیست و سلامت شهروندان ناحیه از طریق شناخت عناصر تشکیل دهنده آن و تجزیه و تحلیل سیستمی پارامترهای مؤثر در مکان یابی جلوگیری به عمل خواهد آورد (۳). مسایل متنوع محیط زیستی و ارتباط متقابل آن با دیگر مسایل صنعتی، اجتماعی و سیاسی، پیچیدگی هایی در روند شکل گیری و حل آن به وجود می آورد که تصمیم گیری و فرآیند سیاست گذاری مبتنی بر اطلاعات جامع و مدلسازی آن ها را با استفاده از سامانه های رایانه ای ضروری می نماید. رهیافت پایه برای مکان یابی محل استقرار هر یک از فعالیت ها مستلزم در نظر گرفتن مجموعه ای از عوامل محدود کننده محیطی مانند شیب، ارتفاع، مناطق حفاظت شده و منابع آب های سطحی و زیرزمینی و نیز عوامل تقویت کننده مانند راه های دسترسی و اراضی مناسب می باشند. در حقیقت یک تصمیم گیری چندمعیاره مطرح است (۴). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^۱ یکی از جامع ترین سیستم های طراحی شده برای تصمیم گیری چندمعیاره است. زیرا امکان به نظم درآوردن مسأله به صورت سلسله مراتب را فراهم می کند. همچنین معیارهای مختلف کمی و کیفی را در نظر می گیرد. علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل می نماید. از سوی دیگر

از یک مبنای قوی تئوریک برخوردار و بر اساس اصول بدیهی بنا نهاده شده است (۵). تاکنون مطالعات وسیعی در زمینه یافتن مکان مناسب دفن زباله با استفاده از ابزارهای پشتیبان تصمیم گیری صورت گرفته است. با توجه به توانایی سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)^۲ برای ایجاد ارتباط بین داده های مکانی و پاسخ به پرسش های مربوط به تصمیم گیری و برنامه ریزی، در سال های اخیر گسترش سامانه های پشتیبان تصمیم گیری (DSS)^۳ در قالب مدل ها، استفاده از این سامانه را به عنوان ابزار تصمیم گیری سبب شده است (۶). در این میان Siddiqui و همکاران (۱۹۹۶) (۷) برای منطقه کلیولند از اوکلاهاما، Guiqin و همکاران (۲۰۰۹) (۸) در ناحیه پکن در چین از ترکیب GIS و AHP و Onut و همکاران (۲۰۰۸) (۳)، از ترکیب TOPSIS و AHP برای انتخاب جایگاه دفن پسماند استفاده نمودند. در ایران نیز حیدرزاده (۱۳۸۲) (۹)، جهت مکان یابی محل دفن زباله در تهران بر طبق دو منطق بولین و فازی، مهم ترین عوامل مؤثر در مکان یابی محل دفن را مورد بررسی قرار داده است. یافتن مکان دفن زباله های شهری با استفاده از منطق بولین در شهر ساری توسط خراسانی و همکاران (۱۳۸۳) (۱۰) و با استفاده از منطق فازی در محیط GIS توسط فرهودی و همکاران (۱۳۸۴) (۱۱) در شهر سنندج مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین پناهنده و همکاران (۱۳۸۸) (۱۲) برای انتخاب مکان دفن در سمنان، خورشید دوست و عادل (۱۳۸۸) (۱۳) در انتخاب مکان دفن بناب (از توابع آذربایجان شرقی)، سعیدی و همکاران (۱۳۸۸) (۱۴) برای انتخاب مکان دفن پسماندهای خطرناک نیروگاه شهید رجایی و شریفی و همکاران (۲۰۰۹) (۱۵) در استان کردستان برای انتخاب مکان دفن از GIS و AHP به عنوان ابزار کارایی برای انتخاب محل دفن پسماند بهره بردند.

ضرورت تحقیق: تاکنون مطالعات وسیعی در زمینه به کارگیری GIS و سامانه های پشتیبان تصمیم گیری برای انتخاب محل دفن زباله در کشور صورت گرفته است. مطالعات اخیر که در

مناطق شهری و تعداد ۶۵۶۰۱ نفر معادل ۳/۸ درصد از جمعیت در روستاها زندگی می کنند. از جمعیت ساکن در مناطق شهری، ۱۳۸۶۰۳۰ نفر در شهر کرج زندگی می کنند (۱۶). جمعیت بالای شهری باعث ایجاد حجم زیادی از مشکلات شهری به خصوص در زمینه مدیریت مواد زاید شده است.

تعیین منطقه مورد مطالعه

در این مطالعه با توجه به مرور منابع و پیشینه مطالعات، شعاع ۴۰ کیلومتری از مرکز تولید مواد زاید جامد (مرکز شهر کرج) محدود به مرز مطالعاتی به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب گردید. از کل مساحت استان، منطقه مورد مطالعه با مساحت برابر ۱۳۰۶۶۲ هکتار در موقعیت " ۹۰ ۴۷ ° تا ۳۹ ° تا ۴۹ ° ۹۹ ° شمالی و " ۸۷ ° ۰۲ ° ۴۶ ° تا " ۱۷ ° ۸۱ ° ۵۳ ° شرقی واقع شده است. در این مطالعه در ابتدا معیارها و ضوابط انتخاب مکان‌های مناسب برای دفن بهداشتی با بررسی دستورالعمل‌های مختلف (سازمان‌های حفاظت از محیط زیست) و مطالعه مقالات موجود، ارزیابی و انتخاب گردیدند. سپس با تهیه لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر معیار از سازمان‌های مربوطه، این لایه‌های نقشه به فرمت وکتوری رقومی وارد سامانه اطلاعات جغرافیایی شدند. در این مرحله برای هر یک از لایه‌ها با توجه به میزان و نحوه تأثیر در تعیین اراضی مناسب برای دفن بهداشتی پسماند، بافر طبق جدول ۱ در نظر گرفته شد. پس از انجام عملیات بافر زدن^۱ در محیط نرم‌افزار Arc GIS، همه لایه‌های اطلاعاتی با مرز محدوده مورد مطالعه برش زده شد. در ادامه با روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی بافر زده و برش^۲ داده شده با استفاده از توابع ترکیب^۳، لایه اطلاعاتی نهایی تهیه شد. سپس با به‌کارگیری توابع پرس و جو^۴ (عملگر منطقی و^۵)، مکان‌های مناسب (پلیگون) برای دفن مواد زاید جامد باقی ماندند. پس از طی این فرآیند مساحت مناطق حاصل، محاسبه شد. با اعمال معیار حداقل مساحت محل دفن

زمینه مکان‌یابی محل دفن در کشور صورت گرفته، در هریک نقش تعدادی از معیارهای تأثیرگذار در این فرآیند مورد بررسی قرار گرفته است و نیاز به پژوهشی که نقش همزمان معیارهای تعیین‌کننده در این فرآیند را مورد بررسی قرار دهد احساس می‌شد. در این پژوهش کوشش شده است؛ تمامی پارامترهایی که به نوعی در انتخاب مدفن بهداشتی پسماند تأثیرگذار هستند (عوامل تأثیرگذار اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی، زمین‌شناختی و فیزیکی) مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. هدف تحقیق: هدف از پژوهش حاضر، بررسی کارایی استفاده از GIS و AHP در انتخاب مدفن بهداشتی پسماند با در نظر گرفتن طیف وسیعی از معیارها و زیر معیارهای کمی و کیفی در قضاوت و تصمیم‌گیری و تعیین تأثیرگذارترین معیار در انتخاب محل دفن در منطقه مورد مطالعه و مناسب‌ترین گزینه دفن است.

روش بررسی

یکی از خصوصیات منحصر به فرد شهر کرج، نزدیکی آن به پایتخت است که باعث شده تعداد زیادی از افرادی که در تهران مشغول به کار هستند در شهر کرج سکونت داشته باشند و این شهر را به شهری مهاجرپذیر تبدیل کرده است. فرآیند این جهش شدید جمعیتی، افزایش نیازها و مصرف مواد طبیعی و مصنوعی بوده که به شکل مواد زاید جامد شهری (زباله) در کمیت و کیفیت‌های مختلفی نمایان شده است. محل دفن مواد زاید جامد فعلی شهر کرج (حلقه دره) از موقعیت مکانی و جغرافیایی مطلوبی سود می‌برد، اما با توجه به افزایش شدید جمعیتی این شهر در سال‌های اخیر و پر شدن فضاهای خالی این منطقه، لزوم مکان‌یابی جایگاه دفن دیگری احساس می‌شد. از این‌رو این پژوهش در کرج انجام پذیرفت. استان البرز در دامنه جنوبی رشته کوه البرز با مساحت حدود ۲۲۵۵ کیلومتر مربع در موقعیت " ۴۷ ° ۴۱ ° ۴۲ ° تا " ۸۰ ° ۱۵ ° ۵۴ ° شرقی و " ۱۳ ° ۴۲ ° تا " ۴۱ ° ۴۱ ° ۴۲ ° شمالی قرار گرفته است. ارتفاع متوسط شهر کرج از سطح دریاهای آزاد ۱۳۲۰ متر است. کرج دارای جمعیت حدود ۱۷۳۲۲۷۵ نفر طبق سرشماری سال ۱۳۸۵ است از این تعداد ۱۶۶۶۶۷۴ معادل ۹۶/۲٪ جمعیت در

- 1- Buffering
- 2- Clip
- 3- Overlay (Union)
- 4- Quer
- 5- And

اهمیت معیارها و زیر معیارها، ضریب اهمیت گزینه‌ها را باید تعیین کرد. در این مرحله، ارجحیت هر یک از گزینه‌ها در ارتباط با هر یک از زیر معیارها و اگر معیاری زیر معیار نداشته باشد مستقیماً با خود آن معیار، مورد قضاوت و داوری قرار گرفت. در این مرحله نیز، قضاوت بر مبنای مقایسه دوتایی و نمره‌دهی از ۱ تا ۹ می‌باشد. پس از پایان عملیات وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارها و گزینه‌ها و محاسبه ضریب ناسازگاری برای هر ماتریس، وزن نهایی هر گزینه با استفاده از روش AHP محاسبه شد. در ادامه، جدول ۱ میزان بافرها را نشان می‌دهد؛

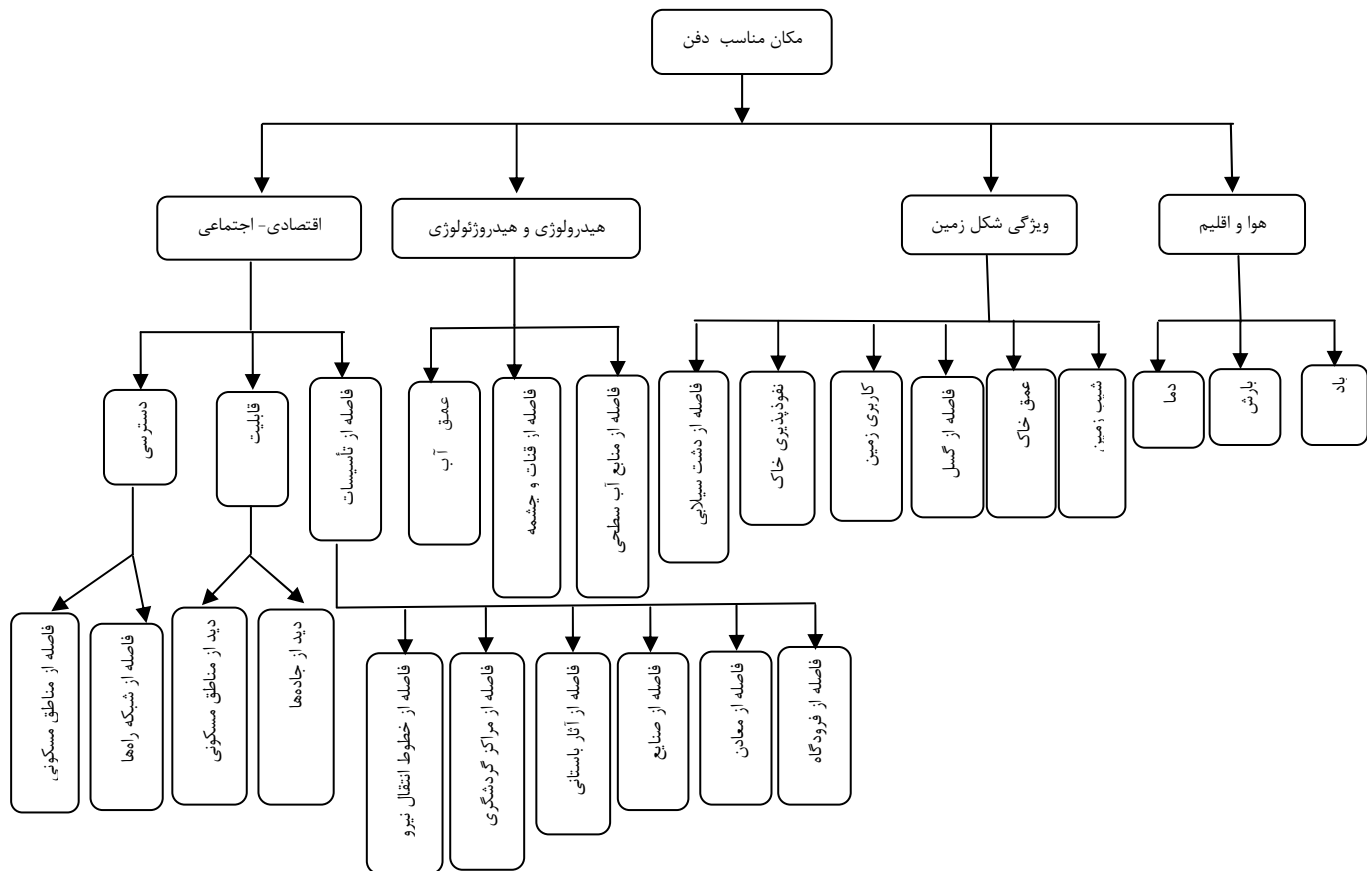
(با توجه نرخ رشد جمعیت و میزان تولید زباله) از بین مناطق موجود، مناطق با پتانسیل بالقوه برای مدفن بهداشتی پسماند مشخص شد. در ارزیابی توان محیط‌زیست برای دفن بهداشتی مواد زاید، تمامی معیارها هم‌وزن نیستند و برخی از معیارها به عنوان عامل کلیدی عمل می‌نمایند، یعنی نبودن آن‌ها یا آماده نشدن شرایط مناسب برای آن‌ها، حتی اگر سایر معیارها نیز وجود داشته باشند، باعث خواهد شد که منطقه مورد بررسی نامناسب ارزیابی گردد. جهت حصول رتبه‌بندی اهمیت معیارهای تصمیم‌گیری در مورد مکان دفن زباله، فاکتورها وزن-دهی می‌شوند (۱۷). به همین دلیل در ادامه برای اولویت‌بندی گزینه‌های دفن پسماند از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای دستیابی به یک هدف معین باید مشخصه‌هایی را تعریف و معین کرد که بتوان بر مبنای آن‌ها به هدف معین شده دست یافت. برای این منظور معیارها تدوین شد و بر اساس آن، معیارهای مورد استفاده در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر طبق شکل ۱ طبقه‌بندی و بر اساس نظر کارشناسان به روش AHP از ۱ تا ۹ وزن‌دهی شد. در نهایت وزن معیارها و زیرمعیارها و گزینه‌ها و میزان ضریب سازگاری (CR)^۱ با استفاده از نرم‌افزارهای Expert choice و Excel محاسبه شد. جهت مقایسه زوجی معیارهای مشخص شده در مکان‌یابی محل دفن زباله، ماتریس آن‌ها تشکیل گردید. برای انجام مقایسه زوجی، ابتدا تک تک معیارهای مورد بررسی، مورد مقایسه قرار گرفته و میزان اهمیت نسبی هر جفت، با توجه به امتیازبندی بین ۱ تا ۹ تعیین شده و در یک ماتریس وارد می‌شود. پس از آن وزن‌ها و همچنین نسبت سازگاری (CR) محاسبه شده، چنان‌چه $CR < 0.1$ باشد، مقایسه‌ها، پذیرفته شده و وزن‌های معیار استخراج می‌شود. در صورتی که $CR > 0.1$ باشد، می‌باید با اعمال تغییراتی در ماتریس دوتایی، CR را در حد قابل قبول تنظیم نمود. لازم به ذکر است که این ماتریس در نرم‌افزار Expert Choice 9 نیز تشکیل گردید و سازگاری مقایسه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه‌های زوجی برای همه زیرمعیارها نیز به همین صورت انجام شد. بعد از تعیین ضرایب

جدول ۱- معیارهای مورد استفاده و محدودیت‌ها

مقدار (متر)	معیارهای مورد استفاده	مقدار (متر)	معیارهای مورد استفاده
۱۶۰۰	فاصله از مناطق مسکونی	۲۰۰۰	فاصله از قنات و چشمه و چاه
۱۵۰	فاصله از منابع آب سطحی (رودخانه‌های درجه ۱)	۱۶	فاصله از سطح زمین تا سطح ایستابی
۱۰۰	فاصله از منابع آب سطحی (رودخانه‌های درجه ۲)	۱۵۰	فاصله از دشت سیلابی با دوره بازگشت یک‌صدساله
۵۰۰	فاصله از خطوط انتقال نیرو	۴۰۰	فاصله از راه آهن، بزرگراه، تونل، مترو
۱۶٪ درصد*	شیب زمین	۴۰۰	فاصله از جاده آسفالته درجه ۱
۳۰۰۰	فاصله از اکوسیستم‌های حساس (البرز مرکزی)	۳۰۰	فاصله از جاده آسفالته درجه ۲
۳۰۰	فاصله از مراکز تاریخی	۱۰۰	فاصله از راه شوسه
۳۰۰	فاصله از مراکز گردشگری	۵۰۰۰	فاصله از فرودگاه
۱۵۰۰	فاصله از صنایع	۲۰۰	فاصله از گسل اصلی
۱۰۰	فاصله از معدن	۱۵۰	فاصله از گسل فرعی

*شیب به درصد می‌باشد.

شکل ۱ ساختار فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مورد استفاده را نشان می‌دهد.

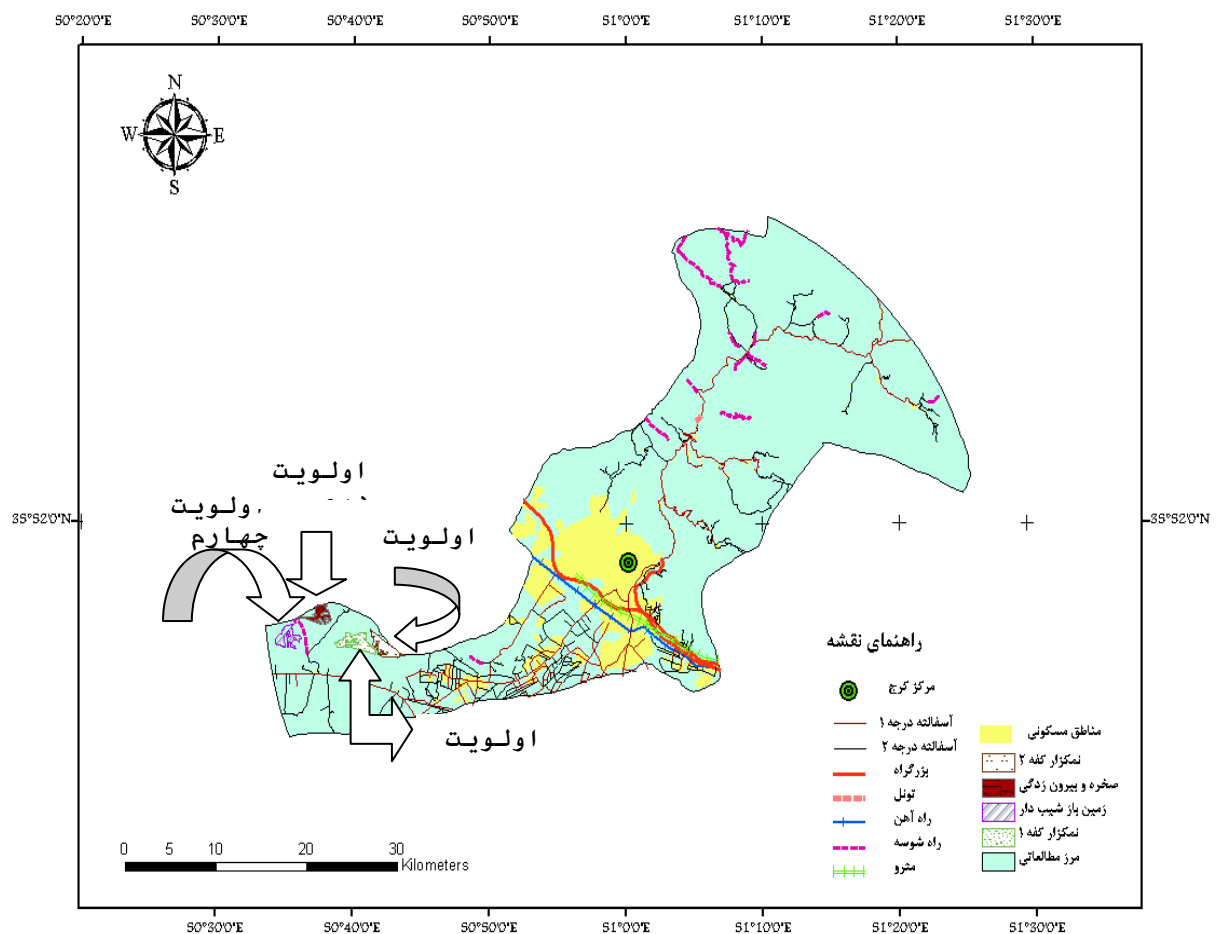


شکل ۱- ساختار فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مورد استفاده

نتایج

با توجه به نرخ رشد جمعیت محاسبه شده در کرج ($T=0/408$) بر مبنای آمارهای جمعیتی موجود (۱۶) و نیز با توجه به میزان سالانه تولید زباله (۵۱۱۰۰۰ تن در سال (۱۸)) در محدوده مورد مطالعه، حداقل مساحت مورد نیاز محل دفن برای یک دوره ۲۰ ساله در شهر کرج برابر $250/06$ هکتار محاسبه شد. پس از آماده‌سازی لایه‌های اطلاعاتی و انجام عملیات روی هم‌گذاری لایه‌ها و به‌کارگیری توابع پرس و جو در محیط نرم افزار Arc GIS 9.2، ۴ منطقه با مساحت بیش از ۲۵۰ هکتار در محدوده جنوب غربی محدوده مطالعاتی یافت شد که در شکل ۱ نشان داده شده است و ویژگی‌های هر منطقه در جدول ۵ آورده شده است. وزن نهایی معیارها و زیرمعیارها در جداول ۲ و ۳ در ادامه آورده شده است. وزن‌ها با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی محاسبه شدند.

همان‌طور که از جدول ۲ مشخص است معیار هیدرولوژی و هیدروژئولوژی در منطقه مورد مطالعه بیشترین وزن و معیار هوا و اقلیم کمترین وزن را کسب کردند. جدول ۴، وزن ۴ گزینه دفن پیشنهادی را در معیارهای اصلی نشان می‌دهد. جدول شماره ۵ نیز اولویت‌بندی نهایی ۴ منطقه پیشنهادی را نشان می‌دهد. وزن نهایی گزینه‌ها با توجه به وزن هر گزینه در هر معیار و زیرمعیار و نیز با توجه به وزن گزینه‌ها در هر معیار نسبت به هم با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی محاسبه شدند. همان‌طور که از جدول ۵ مشخص است منطقه ۳ بیشترین امتیاز و منطقه ۱ کمترین امتیاز را کسب کردند و به ترتیب مناسب‌ترین و نامناسب‌ترین مناطق برای دفن پسماند هستند. شکل ۲، نقشه مکان‌های پیشنهادی دفن پسماند را نشان می‌دهد.



جدول ۲- وزن معیارها و زیر معیارهای مورد استفاده در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

وزن زیر معیارهای سطح دوم	زیر معیارهای سطح دوم	وزن زیر معیارهای سطح اول	زیر معیارهای سطح اول	وزن معیارهای اصلی	معیارهای اصلی
		۰/۱۱	دما	۰/۰۷	معیار هوا و اقلیم
		۰/۵۲	باد		
		۰/۳۷	بارش		
		۰/۱۷	عمق خاک	۰/۳۳	معیار ویژگی شکل زمین
		۰/۳۴	نفوذپذیری خاک		
		۰/۱۸	شیب زمین		
		۰/۱۴	کاربری اراضی		
		۰/۰۸	فاصله از گسل		
		۰/۰۹	فاصله از دشت سیلابی		
		۰/۴۱	عمق آب زیرزمینی	۰/۴۴	معیار هیدرولوژی و هیدروژئولوژی
		۰/۲۸	فاصله از منابع آب سطحی		
		۰/۳۱	فاصله از قنات و چشمه و چاه		
۰/۶۸	فاصله از مناطق مسکونی	۰/۵۳	دسترسی	۰/۱۶	معیار اقتصادی- اجتماعی
۰/۳۲	فاصله از شبکه راهها				
	شامل ۶ زیر معیار	۰/۲	فاصله از تأسیسات		
۰/۶۸	قابلیت دید از مناطق مسکونی	۰/۲۷	قابلیت دید		
۰/۳۲	قابلیت دید از شبکه راهها				

جدول ۳- وزن زیر معیار فاصله از تأسیسات

وزن نهایی	وزن معیار فاصله از تأسیسات
۰/۰۸	فاصله از صنایع
۰/۰۵	فاصله از معادن
۰/۰۶	فاصله از خطوط انتقال نیرو
۰/۲۵	فاصله از فرودگاه
۰/۲۸	فاصله از اکوسیستمهای حساس
۰/۲۸	فاصله از مراکز گردشگری و توریسم و تاریخی

جدول ۴- وزن مناطق چهارگانه در معیارهای اصلی

معیارهای اصلی	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴
هوا و اقلیم	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱
ویژگی شکل زمین	۰/۰۴۶	۰/۰۳۳	۰/۱۳	۰/۱۲
هیدرولوژی	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۰۷
اجتماعی- اقتصادی	۰/۰۲۴	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵	۰/۰۲۷
وزن نهایی	۰/۲۱	۰/۲۳۸	۰/۳۲۵	۰/۲۲۷

جدول ۵- اولویت بندی نهایی مناطق

شماره مناطق	نوع کاربری فعلی	اولویت بندی مناطق	وزن نهایی مناطق	مساحت (مترمربع)
۳	نمکزار کفه ۱	۱	۰/۳۲۵	۴۳۲۶۱۴۶/۸۴۵۳۷
۲	صخره و بیرون زدگی	۲	۰/۲۳۸	۲۶۵۲۳۰۷/۷۳۱۷۵
۴	نمکزار کفه ۲	۳	۰/۲۲۷	۳۴۵۸۹۶۹/۹۸۲۶۷
۱	زمین بار شیب دار	۴	۰/۲۱	۲۹۱۰۲۴۷/۸۹۸۶۳

بحث و نتیجه گیری

عمق آب زیرزمینی و شیب زمین، مهم ترین عوامل محدودکننده انتخاب محل دفن هستند. دلیل این امر آن است که در مناطق دارای پتانسیل بالقوه برای مدفن پسماند، فاصله سطح زمین تا خط ایستایی آب زیرزمینی، در قسمت عمده‌ای از منطقه کمتر از ۱۶ متر است و این مطلب بیان کننده آن است که سطح آب زیرزمینی در اطراف محدوده مناطق پیشنهادی بالاتر از استاندارد مجاز انتخاب محل دفن است و سبب ایجاد محدودیت انتخاب محل دفن زباله است. همچنین، عمدتاً شیب زمین بیش از ۱۶٪ است که بیانگر تنوع پستی و بلندی در منطقه مورد مطالعه است. با توجه به این که کرج در اقلیم خشک قرار دارد و نیز با توجه به شرایط یکسان آب و هوایی در چهار گزینه مورد بحث، معیار هوا و اقلیم در این منطقه از اهمیت کمتری در انتخاب محل دفن نسبت به سایر معیارها برخوردار است. اما با توجه به اهمیت جهت باد غالب در انتشار بوی بد ناشی از محل دفن، از بررسی این معیار تعیین کننده در انتخاب مناسب ترین گزینه دفن، نمی توان صرف نظر کرد. یکی دیگر از دلایل محدود کننده گزینه های پیشنهادی در این

در این پژوهش مناطق دیگری با وسعت کمتر از ۲۵۰ هکتار یافت شد ولی از آن جایی که حداقل وسعت پیشنهادی محل دفن برای یک دوره ۲۰ ساله در محدوده مورد مطالعه، ۲۵۰ هکتار است از این مناطق صرف نظر شد. در انتخاب مدفن بهداشتی پسماند، در مطالعات مختلف (مطالعات پناهنده، خراسانی، حیدرزاده، فرهودی، سعیدی، خورشید دوست و...) پارامترهای زمین شناسی، هیدرولوژی و اقتصادی- اجتماعی و هوا و اقلیم مورد توجه و بررسی قرار گرفته اند که در مطالعه حاضر نیز پارامترهای فوق مورد بررسی قرار گرفت. بدیهی است مهم ترین پارامتر مؤثر در انتخاب محل دفن در مطالعات انجام شده در هر منطقه تابعی از شرایط و ویژگی های زمین شناسی و هیدرولوژی و ... منطقه مورد مطالعه است. در محدوده مورد مطالعه طبق بررسی های انجام شده و همچنین بر طبق نظر کارشناسان، نقش عوامل هیدرولوژی در درجه اول و عوامل زمین شناسی در درجه دوم از اهمیت و وزن بیشتری برخوردار است. همچنین به دلیل ساختار زمین شناختی و ویژگی های فیزیکی سرزمین در منطقه مورد مطالعه، دو معیار

دیگری با کمک AHP ترکیب گردید و مکان مناسب با در نظر گرفتن لایه‌های مختلف اطلاعاتی و درجه اهمیت و تأثیر آن‌ها در انتخاب محل دفن تعیین گردید. همچنین به‌کارگیری روش مورد استفاده در این پژوهش به تصمیم‌گیرنده اجازه می‌دهد همه پارامترها و معیارهای محسوس و نامحسوس را که اثر معنی‌دار بر بهترین تصمیم دارند در نظر بگیرد و در نهایت گزینه با بالاترین شایستگی برای مدفن بهداشتی پسماند (مناسب جهت رفاه و سلامت شهروندان و مطابق با اصول زیست‌محیطی) انتخاب شود.

منابع

۱. عبدلی، محمد علی، مدیریت دفع و بازیافت مواد زاید جامد شهری در ایران، انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور، ۱۳۷۹، ۶۳-۵۸.
 2. Leao, S., Bishop, I., and Evans, D., 2004. Spatial-Temporal Model for Demand and Allocation of Waste Landfill in Growing Urban Region, Computers. Environment and Urban Systems, 28: 353-385.
 3. Onut, S., and Soner, S., 2008. Transshipment Site Selection Using the AHP and TOPSIS Approaches under Fuzzy Environment. Waste Management, 28: 1552-1559.
 ۴. فرجی سبکیار، حسنعلی، مکان‌یابی واحدهای خدمات بازرگانی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مطالعه موردی بخش طرقله شهرستان مشهد، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، ۱۳۸۴، شماره ۵۱، ۱۳۸-۱۲۵.
 ۵. قدسی‌پور، سید حسن، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۴، ۱۱۸ص.
 6. Salman Mahini, A., and Gholamalifard, M., 2006. Siting MSW Landfill with a Weighted Linear Combination Methodology in a GIS Environment. International Journal of Environmental
- منطقه این است که تقریباً تمام عامل‌های محدود کننده انتخاب محل دفن (مانند گسل، دشت سیلابی، آبراهه، پراکندگی قنات و چشمه و چاه، صنایع، معادن، تعدد و پراکندگی مناطق مسکونی، وجود آثار باستانی، تنوع شیب زمین و ...) در محدوده مورد مطالعه پراکنش زیادی دارند که سبب ایجاد محدودیت و کاهش گزینه‌های پیشنهادی دفن شد. با توجه به یافته‌های این مطالعه مطابق شکل ۱ مشخص می‌شود که بیش از چهار پنجم محدوده مورد نظر قابلیت انتخاب به عنوان محل دفن بهداشتی پسماندها را ندارد. تمام ۴ منطقه انتخاب شده در جنوب غربی منطقه واقع شده که از بسیاری جهات ویژگی‌های یکسانی دارند و به همین دلیل وزن نهایی ۴ گزینه پیشنهادی بسیار نزدیک به هم است. گزینه ۲ از نظر معیار اجتماعی-اقتصادی بیشترین وزن را به خود اختصاص داد که دلیل عمده آن این است که این گزینه نسبت به سایر مناطق پیشنهادی مناسب‌ترین فاصله از مناطق مسکونی را دارد. از نظر معیار هوا و اقلیم، گزینه ۲ بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داد، زیرا این گزینه از نظر پارامتر جهت باد نسبت به سایر گزینه‌ها وضعیت مناسب‌تری دارد (در جهت پشت به باد غالب منطقه قرار دارد). در معیار هیدرولوژی و هیدروژئولوژی، گزینه ۳ امتیاز بیشتری کسب نمود و دلیل عمده آن وضعیت مناسب این گزینه از نظر معیار عمق آب زیرزمینی است. در معیار ویژگی شکل زمین، گزینه ۳ و سپس گزینه ۴، به دلیل داشتن شرایط مطلوب از نظر عمق و نفوذپذیری خاک و شیب و کاربری اراضی، نسبت به ۲ گزینه دیگر، بیشترین وزن را کسب نمودند. در مجموع با اعمال وزن تمامی پارامترها، گزینه ۳ بالاترین اولویت را کسب نمود. روش مورد استفاده در این پژوهش دارای مزایای بسیاری برای مکان‌یابی و نیز پهنه‌بندی جهت استقرار تأسیسات انسانی، انواع فعالیت‌ها و ارزیابی‌های زیست‌محیطی است و به خوبی می‌توان با استفاده از این روش، مناطق مناسب برای استقرار انواع فعالیت‌ها در زمینه‌های کشاورزی، منابع طبیعی، محیط‌زیست، سنجش قابلیت اراضی، خاک‌شناسی، آمایش سرزمین و ... تعیین و اولویت‌بندی نمود. در این پژوهش طیف وسیعی از داده‌ها در سامانه اطلاعات جغرافیایی مورد پردازش و تجزیه و تحلیل قرار گرفت و خروجی حاصل، با داده‌های کمی و کیفی

- (AHP) در مکان‌یابی جایگاه دفن پسماند شهر سمنان، فصلنامه علمی- پژوهشی سلامت و محیط، زمستان ۱۳۸۸، دوره ۲، شماره ۴، ۲۷۶-۲۸۳.
۱۳. خورشیددوست، علی محمد، عادل، زهرا، استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای یافتن مکان بهینه دفن زباله (مطالعه موردی شهر بناب)، مجله محیط‌شناسی، تابستان ۱۳۸۸، سال ۳۵، شماره ۵۰، ۳۲-۲۷.
۱۴. سعیدی، محسن، عابسی، عزیز، سرپاک، مسعود، مکان‌یابی محل مناسب دفن مواد زاید خطرناک با استفاده از تکنیک‌های GIS، اولویت‌بندی سایت‌ها و استفاده از تحلیل‌های سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی نیروگاه شهید رجایی)، مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، بهار ۱۳۸۸، دوره ۱۱، شماره ۱، ۲۴۱-۲۳۱.
15. Sharifi, M., Hadidi, M., Vessali, E., Mosstafakhani, P., Taheri, K., Shahoie, S., and Khodamoradpour, M., 2009. Integrating multi-criteria decision analysis for a GIS-based hazardous waste landfill siting in Kurdistan Province. Western Iran. *Journal of waste management*, 29: 2740-2758.
۱۶. مرکز آمار ایران، سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهرستان کرج، ۱۳۸۵.
17. Jiagin, Y.H. 1997. An AHP Decision Model for Location Selection. *Journal of the Facilities* Volume 15.
۱۸. سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری کرج، گزارش باسکول محل دفن حلقه دره، ۱۳۸۶.
- Science and Technology, 3(4): 435-445.
7. Siddiqui, M.Z., Everett, J.W., and Vieux, B.E., 1996. Landfill Siting Using Geographic Information Systems: a Demonstration. *Journal of Environmental Engineering*, 122(6): 515-523.
8. Guiqin, W., Li, Q., Guoxue, L., and Lijun C., 2009. Landfill Site Selection Using Spatial Information Technologies and AHP, A Case Study in Beijing. China. *Journal of Environmental Management*, 90: 2414-2421.
۹. حیدرزاده، نیما، معیارهای مکان‌یابی مواد زاید جامد شهری، انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور، ۱۳۸۲، ۳۷ص.
۱۰. خراسانی، نعمت اله، شکرایی، علی، مهرداد، ناصر، درویش‌صفت، علی اصغر، مطالعات زیست‌محیطی در جهت انتخاب محل مناسب برای دفن زباله‌های شهر ساری، مجله منابع طبیعی ایران، ۱۳۸۳، جلد ۵۷، شماره ۲، ۲۸۴-۲۷۵.
۱۱. فرهودی، رحمت اله، حبیبی، کیومرث، زندی بختیاری، پروانه، مکان‌یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر سنندج)، نشریه هنرهای زیبا دانشگاه تهران، پاییز ۱۳۸۴، شماره ۲۳-۲۴، ۱۵.
۱۲. پناهنده، محمد، ارسطو، بهروز، قویدل، آریامن، قنبری، فاطمه، کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی